

ISISAN ÇALIŞMALARI NO. 370-2
MİMARIN TESİSAT EL KİTABI



ISISAN

2.CİLT





Bilgi paylaştıkça çoğalır!



33 Yıl
ve
370
Yayın

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

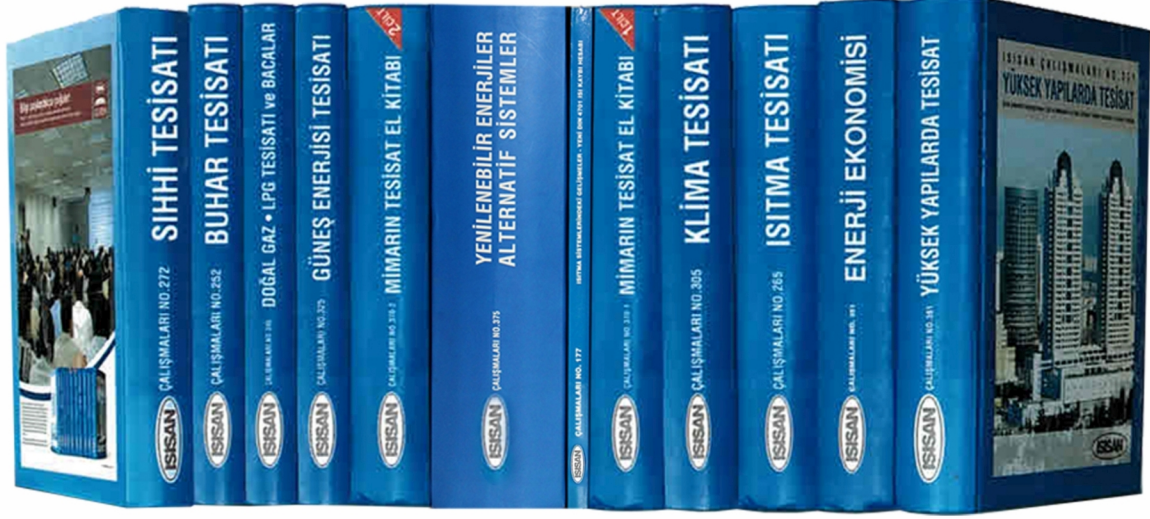
İsisan Akademi, 2008 yılında 500'ü aşkın eğitim düzenlemeyi planlıyor. İsisan, böylelikle faaliyet gösterdiği ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörünün gelişmesi açısından önemli bir boşluğu doldurmaya devam edecek. İsisan'ın eğitim faaliyetleri İstanbul ile sınırlı değil. Ankara, Adana, İzmir, Antalya ve Bursa bölge müdürlüklerinde düzenlenen eğitimlerle İsisan 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 İsisan'ın pratik eğitim salonlarında, cihazların üzerinde birebir uygulamalı örnekleri ile öğrenme fırsatı sunuyor.

İsisan Akademi eksiksiz bir eğitim merkezi görevi görüyor. Sergilenen tüm ürünlerin çalışır halde olması, uygulamalı eğitim için önemli bir olanak sunuyor. İsisan 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.



MİMARIN TESİSAT EL KİTABI

2. CİLT



Mimarın Tesisat El Kitabı'nın güncellenmiş 2. baskısını iki cilt halinde Isısan Yayınları içinde 30. ve 31. kitaplar olarak sizlere sunuyoruz.

Enerji maliyetlerindeki çok yüksek oranlı artışın gelecekte de devam edeceğini öngörerek değişimi; **“En İyi Tasarım, Sürdürülebilir Tasarımdır”** sözleriyle ifade etmek istiyorum.

Mimar; sanatçı kişiliğiyle tasarımını yaparken; statik, mekanik ve elektrik tesisatlarının da yer aldığı proje yönetiminin de doğal lideridir. Mimarın tesisat bilgisinin artması ve güncel kalması; mekanik tesisatların proje ve uygulama kalitesinin yükselmesine olanak sağlar. Yatırımcının ve kullanıcıların da memnuniyetini arttırır. Biz mekanik tesisat mühendisleri; yapıda mimarın sağlayabildiği olanaklara göre iyiyi veya kötünün iyisini yapabilme şansına sahip oluruz.

Ham petrol fiyatı 1999 yılında 10 \$/varil iken, son 9 yılda yaklaşık 15 kat artarak 146 \$/varil oldu. Yakın gelecekte 200 \$/varil, orta vadede de 500 \$/varil değerleri çok sürpriz olmayabilir. Hatta 2030 yılından önce petrol ve doğal gazın yakılmak için kullanılmayacağı, kimya sanayinde kullanılacağı tahminleri daha fazla tekrarlanmaya başladı. Doğal gaz, kömür vb diğer yakıtların fiyatları da ham petrole paralel olarak artacaktır. Petrol fiyatlarındaki artış demir, çelik, bakır, alüminyum vb metallerin, hatta gıda fiyatlarının da artmasına neden olacaktır. Bugün projeleri yapılan binaların ekonomik ömürlerinin 100 yıl, binalarda kullanılan tesisatların da ortalama 25 yıl ekonomik ömre sahip olmaları beklenmektedir.

Yeni tasarımlarda:

- Binaların ısı kayıp ve kazançlarının gelecekte de ekonomik biçimde karşılanabilir seviyelere indirilmesi,
- Güneş, jeotermal, rüzgar vb yenilenebilir enerjilerden en yüksek oranda yararlanılması,
- Daha yüksek yıllık verime sahip alternatif sistemlerin kullanılması,
- “Net Sıfır Enerji”, “Artı Enerji” hedeflerine olabildiği kadar uyumlu alt yapısı olan binalar ve sistemlerin tasarlanması esas alınmalıdır.

Bu kitap içeriğinde 30 farklı konu işlendi. Yenilikler, sistem seçimleri, alternatif sistemler, örnek projeler ve pratik bilgiler kitapta yer almaktadır. Tüm teknik değerlendirmeler ve karşılaştırma tabloları tartışmaya açıktır. Kitap bu bakış açısıyla düşünmeyi engellemeden, alternatifler oluşturmak, bilgileri paylaşmak ve tartışabilmek için hazırlanmıştır.

Mimarın Tesisat El Kitabını, **Prof. Dr. Hikmet Karakoç** ile birlikte hazırladık. Özverili çalışmaları için kendisine özel olarak teşekkür ederim.

Yangın Tesisatı bölümünü **Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç** hazırladı. Kendisine özel olarak teşekkür ederim. Mekanik Tesisatların Sismik Koruması bölümünü Sayın **Eren Kalafat** hazırladı. Kendisine özel olarak teşekkür ederim.

Sayın **Emre Akay** kitabın hazırlanmasında koordinatör olarak görev aldı ve ayrıca çok ciddi katkı yaptı. Güler yüzlü arkadaşına teşekkür ederim.

Isısan mühendis ve teknisyenlerin üstün çabaları ile tam bir takım çalışması yapıldı. Sayın **Turhan Karakaya**'ya “Bireysel Soğutma Sistemleri”, Sayın **Fatih Öner**'e “Alternatif Enerjiler” bölümünü hazırladığı için, Sayın **Volkan Gerdan**'a kitabın toparlanma dönemindeki özel katkıları için teşekkür ederim.

Sayın **Nurettin Küçükçalı**, **Selman Tarmur**, **Mert Kalafatoğlu**, **Ali Aktaş**, **Güneş Küçükçalı**, **Özgür Denizalp**, **Seda Dalmış**, **Aras Malcı**, **Feyzi Oğuz**, **Yiğit Tümer**, **Serdar İzgi**, **Aytekin Çakır**, **Ali Gülgüzel**, **Salim Çelik** ve **Hasan Çeribaş** da bu takımın değerli üyeleridir. Kendilerine teşekkür ederim.

Bu kitabın hazırlanmasına katkıları olan,

Prof. Dr. Ahmet Arısoy, Makine Yüksek Mühendisleri: Değerli Ortağım **Gökhan Özbek**, **Erdoğan Boz**, **İbrahim Kalafatoğlu**, **Mürşit Çelikkol**, **Kirkor Boyacıoğlu**, **Zeynep Akdilli Oral**, **Ali Kağnıcı**, **Mehmet Kaykı**, **Sabri Günaydın**'a, kitabın iç tasarımını yapan **Tuncay Özkan** ve Edebiyat Öğretmenleri **Nursel Hız** ve **Fatma Arısoy**'a ayrıca bu kitabı okuyarak eleştirilerini bize iletme nezaketini gösterecek meslektaşlarımıza teşekkür ederim.

Temmuz 2008
Rüknettin Küçükçalı
Makina Y.Mühendisi

GÜNCEL ISISAN YAYINLARI

Mimarın Tesisat El Kitabı (2. baskı)

Yüksek Yapılarda Tesisat (2. baskı)

Enerji Ekonomisi (2. baskı)

Isıtma Tesisatı (5. baskı)

Klima Tesisatı (3. baskı)

Doğal Gaz - LPG Tesisatı ve Bacalar (5. baskı)

Güneş Enerjisi Tesisatı

Sıhhi Tesisat (2. baskı)

Buhar Tesisatı (2. baskı)

**Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler ve
Yeni DIN 4701 Isı Kaybı Hesabı**

Doğal Gaz El Kitabı (5. baskı)

Villa Tesisatı

1. CİLT - İÇİNDEKİLER SAYFA

I. BÖLÜM	
TESİSAT TASARIMINDA	
MİMARİ - TESİSAT	
İLİŞKİLERİ	23
1.1. TESİSATTA	
DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN	
GENEL ÖNEMLİ BAŞLIKLAR ...	23
1.2. TASARIM AŞAMASINDA	
DİKKAT EDİLMESİ	
GEREKENLER	23
1.2.1. PROGRAM FAZİ	23
1.2.2. TASARIM SAFHASI	24
1.2.3. ÖN PROJE	24
1.2.3.1. Kat Yüksekliği	24
1.2.3.2. Asma Tavan Yüksekliği	25
1.2.3.3. Kazan Daireleri	25
1.2.3.4. Teknik Hacimler	26
1.2.3.5. Santraller	26
1.2.3.6. Tesizat Şaftları	27
1.3. MİMARIN TESİSAT	
PROJE BÜROSUNU VE	
TESİSAT PROJE BÜROSUNUN	
MİMARİ BÜROYU	
BİLGİLENDİRME FORMU	28
1.3.1. AVAM PROJE AŞAMASI	28
1.3.2. UYGULAMA PROJE AŞAMASI	29
1.4. MİMARİ BÜRO, TESİSAT	
PROJE BÜROSU İLİŞKİLERİ	
DETAY BİLGİLER	30
1.4.1. ISITMA TESİSATI - MİMARİ	
PROJE BİLGİLERİ	30
1.4.2. SIHHİ TESİSAT-MİMARİ	
PROJE İLİŞKİLERİ	32
1.4.3. KAZAN DAİRESİ-MİMARİ	
PROJE İLİŞKİLERİ	33
1.4.4. YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT	
MİMARİ İLİŞKİLERİ	35
1.4.5. ŞANTIYE KURULUŞUNDAKİ	
TESİSAT İŞLERİ İÇİN	
BİLGİ ALMA FORMU.....	35
1.4.5.1. İstenecek Genel Bilgi ve Planlar	35
1.4.5.2. Genel Sorular	35
1.4.5.3. Uzman Kararı Gerektiren	
Teknik Sorular	37
1.4.6. TEKNİK NOTLAR	37
1.5. TASARIM VE UYGULAMADA	
ELEKTRİK, MEKANİK, MİMARİ,	
İŞVEREN İLİŞKİSİ	38
1.5.1. MEKANİK VE ELEKTRİK	
GRUPLARI ARASINDA,	
TASARIMDA VE UYGULAMADA	
KARŞILAŞILAN PROBLEMLER,	
ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	38

SAYFA

1.5.2.	ELEKTROMEKANİK GRUPLAR VE	
	MİMARİ GRUPLAR	
	ARASINDAKİ PROBLEMLER,	
	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	39
1.5.2.1.	Tasarımda Karşılaşılan Problemler,	
	Çözüm Önerileri	39
1.5.2.2.	Uygulamada Karşılaşılan Problemler,	
	Çözüm Önerileri	40
1.5.3.	ELEKTROMEKANİK GRUPLAR VE	
	İŞVEREN	
	ARASINDAKİ PROBLEMLER,	
	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	41
1.5.3.1.	Tasarımda Karşılaşılan Problemler,	
	Çözüm Önerileri	41
1.5.3.2.	Uygulamada Karşılaşılan Problemler,	
	Çözüm Önerileri	42
1.5.4.	GENEL PROBLEMLER,	
	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	43
1.5.4.1.	Tasarımda Karşılaşılan Problemler,	
	Çözüm Önerileri	43
1.5.4.2.	Uygulamada Karşılaşılan Problemler,	
	Çözüm Önerileri	44

II. BÖLÜM

MEKANİK TESİSAT

İŞLERİNDE PRATİK NOTLAR .. 45

2.1.	TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI	45
2.2.	TEMİZ SICAK SU TESİSATI	46
2.3.	ISI VE NEM İZOLASYONU	47
2.4.	SIHHİ TESİSAT GEREÇLERİ	48
2.5.	ISITMA TESİSATI	49
2.6.	LPG VE DOĞAL GAZ TESİSATI	51
2.7.	SICAK SU KAZANLARI,	
	KOMBİLER, BRÜLÖRLER	53
2.8.	KAZAN DAİRELERİ VE	
	TESİSAT MERKEZLERİ	54
2.9.	BACALAR	54
2.10.	HAVALANDIRMA TESİSATI	55
2.11.	HAVA KANALLARI	56
2.12.	KLİMA TESİSATI	57
2.13.	VAV SİSTEMLERİ	58
2.14.	SPLİT KLİMA	58
2.15.	KLİMA SANTRALLERİ	59
2.16.	SOĞUTMA GRUPLARI,	
	SOĞUTMA KULELERİ	59
2.17.	FAN COİL	59
2.18.	POMPALAR	60

III. BÖLÜM
HAVALANDIRMA TESİSATI ... 61

3.1.	DOĞAL HAVALANDIRMA	61
3.1.1.	GECE SOĞUTMASI	61
3.2.	MEKANİK (Zorlanmış)	
	HAVALANDIRMA	64
3.3.	İÇ HAVA KALİTESİ	67
3.3.1.	HAVALANDIRMA MİKTARLARI	67
3.3.2.	HAVA DEBİSİ VE	
	HAVA DEĞİŞİM SAYISI	67
3.3.3.	HASTA BİNA SENDROMU	67
3.3.4.	İÇ HAVA KALİTESİNİ BOZAN	
	HASTA BİNA SENDROMUNUN	
	NEDENLERİ	67
3.3.4.1.	Dahili Kaynaklı Kimyasal Kirlenimler ...	67
3.3.4.2.	Harici Kaynaklı Kimyasal Kirlenimler ...	71
3.3.4.3.	Biyolojik Kirlenimler	71
3.3.4.4.	Radon ve Asbest	71
3.3.4.5.	Mikroaerosoller	71
3.3.4.6.	Karbon dioksit	71
3.3.5.	İÇ HAVA KALİTESİNİN	
	GELİŞTİRİLMESİ İÇİN	
	ÖNLEMLER	71
3.3.5.1.	Kirlenici Madde Kaynağının	
	Ortadan Kaldırılması veya Değişimi ..	71
3.3.5.2.	Havalandırma Oranını Arttırmak	71
3.3.5.3.	Hava Temizleme	72
3.3.5.4.	Rutubete ve Yoğuşmaya Bağlı Küf ve	
	Mantar Gelişiminin Engellenmesi	72
3.3.5.5.	Kişisel Havalandırma Yapmak	72
3.3.6.	İÇ HAVA KALİTESİNİN	
	SAĞLANMASI İÇİN	
	PROJELENDİRME, UYGULAMA,	
	CİHAZ SEÇİMİ VE İŞLETMEDE	
	DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN	
	HUSUSLAR	72
3.4.	KANAL SİSTEMİ TASARIMI	74
3.4.1.	STANDART KANALLAR VE	
	ELEMANLARI	74
3.4.2.	HAVA DAĞITIMI	74
3.4.3.	KANAL TASARIM YÖNTEMLERİ ..	74
3.4.3.1.	Eş Sürtünme Yöntemi	74
3.4.3.2.	Statik Geri Kazanma Yöntemi	74
3.4.4.	KANAL SIZDIRMAZLIĞI	74
3.4.4.1.	Kanal Sızdırmazlığının Ölçülmesi	77
3.4.5.	YUVARLAK KANALLAR	
	TESİS VE YATIRIM MALİYETİ	
	KARŞILAŞTIRMASI	77
3.4.5.1.	Yer İhtiyacı	79
3.4.5.2.	Basınç Düşümü	79
3.4.5.3.	Sızdırmazlık	79
3.4.5.4.	Kanalların İç Temizliği	83
3.4.6.	SIZDIRMAZ (Safe) KANAL	
	SİSTEMLERİ	85

3.4.6.1.	Konstrüksiyon	85
3.4.6.2.	Safe Prensipleri	85
3.4.6.3.	Sızdırmaz Kanalın Avantajları	85
3.4.6.4.	Sızdırmazlık Sınıfı Testleri	85
3.5.	KANALLARDAKİ	
	HAVA KAÇAKLARININ	
	MALİYETİ	85
3.5.1.	KANAL SİSTEMLERİNDE	
	SIZINTI MİKTARI	86
3.5.2.	ENERJİ KAYBININ	
	BELİRLENMESİ	87
3.5.3.	SIZDIRMANIN YILLIK	
	MALİYETİ	87
3.6.	KANAL SİSTEMİ	
	AKUSTİK TASARIMI	88
3.6.1.	İÇTEN AKUSTİK İZOLELİ	
	KANALLARDA SÖNÜM	88
3.6.2.	AKUSTİK İZOLESİZ	
	DİRSEKLERDE SÖNÜM	88
3.6.3.	SUSTURUCULAR VEYA	
	PAKET TİPİ SÖNÜMLEYİCİLER ...	88
3.6.3.1.	Yuvarlak Susturucu Seçimi	90
3.6.3.2.	Diğer Önlemler	91

IV. BÖLÜM
KLİMA TESİSATI

4.1.	ISIL KONFOR	95
4.1.1.	KONFORA VE İÇ HAVA	
	KALİTESİNE ETKİ EDEN	
	FAKTÖRLER	95
4.1.1.1.	Aktivite	95
4.1.1.2.	Giyim	95
4.1.1.3.	Sıcaklık	95
4.1.1.4.	Oda Operasyon Sıcaklığı Aralıkları ...	96
4.1.1.5.	Hava Sıcaklığının Tabakalaşması	96
4.1.1.6.	Radyant Sıcaklık Asimetrisi	96
4.1.1.7.	Hava Hızı	97
4.1.1.8.	Nem	97
4.1.2.	ISIL KONFOR MODELLERİ	97
4.1.2.1.	Steady-State Enerji Dengesi	97
4.1.2.2.	Yüzeyden Duyulur Isı Kaybı	97
4.1.2.3.	Yüzeyden Buharlaşma ile Isı Kaybı ...	98
4.1.2.4.	Solunum Yolu ile Isı Kaybetmek	98
4.1.3.	ISITMADA KONFOR	98
4.1.4.	ÜFLEME HAVASI VE ODA İÇİ	
	HAVA DAĞILIMI	99
4.2.	KLİMA SİSTEMLERİ	101
4.2.1.	TAM HAVALI SİSTEMLER	101
4.2.1.1.	Tam Havalı Sistemlerin	
	Avantajları	101
4.2.1.2.	Tam Havalı Sistemlerin	
	Dezavantajları	101
4.2.1.3.	Sabit Havalı Tek Kanallı Tek Zonlu	
	Sistemler	101

4.2.1.4.	Değişken Hava Debili Havalı Klima Sistemleri (VAV Sistemleri)	103
4.2.2.	FAN COİL SİSTEMLERİ	106
4.2.2.1.	İki Borulu Sistem	106
4.2.2.2.	Dört Borulu Sistem	107
4.2.2.3.	Primer Havalı Fan Coil Sistemi	111
4.2.3.	ENDÜKSİYON SİSTEMLERİ	111
4.2.4.	AMERİKAN SİSTEM KLİMA UYGULAMASI	111
4.2.4.1.	İşyerlerinde Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği	113
4.2.4.2.	Konutlarda ve Villalarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği	118
4.2.4.3.	Çok Katlı Yapılarda Amerikan Sistem Klima Uygulaması Örneği	118
4.2.4.4.	Alternatif Havalandırma Klima Sistem Çözümleri	123
4.2.5.	SOĞUK TAVAN SİSTEMLERİ	126
4.2.5.1.	Sistem Prensipleri	126
4.2.5.2.	Soğuk Tavan Sistem Tasarımı	132
4.2.2.3.	Soğuk Tavan Sistem Avantajları	136
4.2.2.4.	Soğuk Tavan Sistem Dezavantajları ..	136

V. BÖLÜM

KLİMA HAVALANDIRMA TESİSATI ELEMANLARI

5.1.	SPLİT KLİMA CİHAZLARI	137
5.1.1.	GENEL ÖZELLİKLER	137
5.1.1.1.	Enerji Ekonomisi	137
5.1.1.2.	Yer İhtiyacı ve Montaj Yeri Tespiti ..	137
5.1.1.3.	Mini Split Sistem Yüksek Yapılı Konutlar Uygulama Örnekleri	137
5.1.1.4.	Taze Hava İhtiyacı	140
5.1.2.	DUVAR TİPİ SPLİT KLİMALAR ..	140
5.1.3.	KASET TİPİ SPLİT KLİMALAR	140
5.1.4.	YER-TAVAN TİPİ SPLİT KLİMALAR	140
5.1.5.	SALON TİPİ SPLİT KLİMALAR ...	140
5.1.6.	GİZLİ TAVAN TİPİ SPLİT KLİMALAR	144
5.1.7.	DÖRT YÖNE ÜFLEMELİ ASILI TAVAN TİPİ KLİMALAR	144
5.1.8.	MULTİ SPLİT- MULTİ INVERTER SPLİT KLİMA SİSTEMLERİ	144
5.1.9.	SÜPER INVERTER MULTİ SPLİT KLİMA SİSTEMLERİ	144
5.1.9.1.	Enerji Ekonomisi	144
5.1.9.2.	Yer İhtiyacı	148
5.1.9.3.	Kapasite Dağılım Faktörü (Diversite Faktörü)	148

5.1.9.4.	Taze Hava İhtiyacı	148
5.1.9.5.	Örnek bir Konutta Sistem Karşılaştırmaları	148
5.1.10.	HAVA KANALLI SPLİT KLİMALAR	148
5.1.10.1.	Yer Tipi Hava Kanallı Split Klimalar	157
5.1.10.2.	Gizli Tavan Tipi Hava Kanallı Split Klimalar	157
5.1.10.3.	Ofis Uygulama Örneği: Yüceler Mağazası İstoç.....	160
5.1.10.4.	Konut Uygulama Örneği: Trio Konutları	160
5.1.11.	INVERTER KOMPRESÖRLÜ SPLİT KLİMALAR	160
5.1.12.	KLİMA CİHAZLARI YER SEÇİMLERİ, YERLEŞİMLERİ VE MONTAJI	171
5.1.12.1.	Güvenlik Tedbirleri	171
5.1.12.2.	Montaj Yerinin Seçimi	171
5.1.12.2.1.	Duvar Tipi İç Üniteler	171
5.1.12.2.2.	Duvar Tipi Dış Üniteler	171
5.1.12.2.3.	Kanal Tipi Dış Üniteler	171
5.1.12.2.4.	Kanal Tipi İç Ünitelerin Tesisi	174
5.1.12.2.5.	Odada Termostatı	174
5.1.13.	SPLİT KLİMA CİHAZLARININ VERİMLİ KULLANILMASI İÇİN FAYDALI BİLGİLER	175
5.1.14.	KANAL TİPİ SPLİT KLİMALARDA ESNEK HAVA KANALI KULLANIMI	175
5.1.14.1.	İlk Yatırım Maliyeti	176
5.1.14.2.	İşçilik Maliyetine Etkisi	176
5.1.14.3.	Ses Seviyesine Etkisi	176
5.1.14.4.	Sistem Esnekliğine Etkisi	176
5.1.14.5.	Esnek Hava Kanalımn Özellikleri	176
5.1.14.6.	Esnek Hava Kanallarında Ses Sönümü	176
5.1.15.	HAVA KANALI MONTAJI	177
5.2.	OTEL ODASI KLİMASI	177
5.3.	ÇATI TİPİ ISI POMPASI ÜNİTELERİ	192
5.3.1.	MONTAJ YERİ	192
5.3.2.	AÇIKLIKLAR	192
5.3.3.	BİNANIN YANINDA, KAİDE ÜSTÜ MONTAJ	192
5.3.4.	ÇATIYA MONTAJ	192
5.3.5.	BASMA VE EMİŞ KANAL BAĞLANTILARI MOBİL EV UYGULAMASI	192
5.3.6.	BASMA VE EMİŞ KANAL BAĞLANTILARI PLENUM UYGULAMASI	192
5.3.7.	BASMA VE EMİŞ KANAL BAĞLANTILARI BAKIMI	193

5.4.	KANAL TİPİ HAVA ISITICI	193
5.4.1.	CİHAZ YERLEŞİMİ	193
5.4.2.	UYARI	193
5.4.3.	SADECE YUKARI DİKEY AKIŞLI GAZLI ISITICILAR İÇİN UYARI ..	193
5.4.4.	YANMA/HAVALANDIRMA BESLEME HAVASI	193
5.4.5.	GENEL NOTLAR	195
5.5.	ÇATI TİPİ PAKET HAVA ISITICILARI + KLİMA ÜNİTELERİ	197
5.5.1.	GAZ ISITICI ÜNİTELERİ	198
5.5.2.	ÇATI PLATFORMU MONTAJI VE UYGULAMASI	198
5.5.3.	DİKEY ATIŞ KANAL BAĞLANTILARI	198
5.5.4.	TERMOSTAT	198
5.5.5.	KONDENS SUYU DRENAJ BAĞLANTISI	199
5.5.6.	UYARI	199
5.5.7.	GENEL NOTLAR	199
5.6.	DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ KLİMA SİSTEMLERİ (HAVA SOĞUTMALI VEYA SU SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ)	199
5.6.1.	VRV SİSTEMİN ORTAYA ÇIKARILMASI VE GELİŞTİRİLMESİNDEKİ TEMEL NEDENLER	201
5.6.2.	VRV SİSTEMLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ	202
5.6.3.	HAVA SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ	203
5.6.3.1.	Oda Sıcaklık Kontrolü, Enerji Ekonomisi	203
5.6.3.2.	Dış Cephe Üzerinde Yer İhtiyacı	203
5.6.3.3.	Minimum Yer İhtiyacı	203
5.6.4.	SU SOĞUTMALI VRV SİSTEMLERİ	203
5.6.4.1.	Su Soğutmalı VRV Tipleri	205
5.6.4.2.	Su Soğutmalı VRV Sisteminin Uygulama Alanları	205
5.6.4.3.	Su Soğutmalı VRV Isı Geri Kazanımlı (Water Cooled Heat Recovery) Sistemler	206
5.6.5.	VRV SİSTEMDE KULLANILAN İÇ ÜNİTE TİPLERİ	206
5.6.6.	BRANŞMAN KİTLERİ (REFNET JOINT) VE KOLEKTÖRLER (REFNET HEADER)	206
5.6.7.	KONTROL SİSTEMİ VE KUMANDA SEÇENEKLERİ	209

5.6.8.	VRV SİSTEM UYGULAMA ALANLARI	209
5.6.8.1.	Merkezi Sistem Uygulamaları	209
5.6.8.2.	Kat Bazında Merkezi Sistem Uygulamaları	221
5.6.8.3.	Yüksek Bloklar	221
5.6.8.4.	Villalar	221
5.6.10.	ISI GERİ KAZANIMLI HAVALANDIRMA CİHAZLARI ...	222

VI. BÖLÜM KLİMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

225

6.1.	KLİMA SİSTEM, EKİPMAN VE CİHAZ SEÇİMİ	226
6.1.1	SİSTEM DÜZEYİNDE SEÇİM	226
6.2	SEÇİM HEDEFLERİ	226
6.3	SİSTEM SEÇİMİNDE ÖNCELİK ..	227
6.4	KLİMA SİSTEMLERİ KARŞILAŞTIRMA TABLOLARI ..	229

VII. BÖLÜM KLİMA UYGULAMALARI GENEL NOTLARI

319

7.1.	KONUTLAR	319
7.1.1.	KONUTLARDA KLİMA	319
7.1.2.	KONUTLARDA HAVALANDIRMA	321
7.1.3.	KONUTLARDA MEKANİK HAVALANDIRMA	322
7.1.4.	KONUT MUTFAK HAVALANDIRILMASI	323
7.1.5.	KONUT BANYO VE TUVALET HAVALANDIRILMASI	324
7.1.5.1.	Evsel Aspiratörlerin Banyo ve Duşlarda Güvenli Kullanım Bölgeleri	329
7.1.5.2.	Konut Çamaşır Odası Havalandırılması	329
7.1.5.3.	Sauna Havalandırılması	329
7.1.6.	KONUTLARDA ENERJİ GERİ KAZANMA	330
7.1.7.	KAZAN DAİRELERİNİN HAVALANDIRMASI	330
7.2.	OFİS BİNALARI	330
7.2.1.	BAĞIMSIZ SİSTEMLERLE OFİS KLİMASI	331
7.2.2.	MERKEZİ SİSTEMLERLE OFİS KLİMASI	332
7.3.	OTELLER	346
7.3.1.	YATAK ODALARI	346

7.3.2.	GENEL (SOSYAL) HACİMLER	360	7.11.8.	DİĞER NEM ALMA CİHAZI	
7.3.3.	SERVİS ALANLARI			TIPLERİ	397
	(ARKA ALANLAR)	360	7.11.9.	NEM ALMA CİHAZI	
7.3.4.	OTELLERDE			MONTAJINDA VE	
	SOĞUK DEPOLAMA VE			İŞLETMEYE ALMADA	
	DEPO SICAKLIKLARI	361	7.12.	GARAJLAR	399
7.4.	ALIŞVERİŞ MERKEZLERİ	361	7.12.1.	DOĞAL HAVALANDIRMA	400
7.4.1.	DÜKKANLAR	361	7.12.2.	MEKANİK HAVALANDIRMA	
7.4.2.	SÜPER MARKETLER	361		(CEBRİ HAVALANDIRMA)	400
7.4.3.	DEPARTMAN MAĞAZALARI	363	7.12.3.	HAVALANDIRMA	
7.4.4.	SÜPER MARKET UYGULAMA			DÜZENLEMELERİ	400
	NOTLARI	364	7.12.4.	KARBON MONOKSİT	
7.4.5.	BÜYÜK ALIŞVERİŞ			İKAZ SİSTEMLERİ	401
	MERKEZLERİ	364	7.12.5.	HESAP YÖNTEMİ	402
7.5.	ATRİUMLAR	371	7.13.	SİĞİNAKLAR	402
7.5.1.	HAVADA SICAKLIK		7.13.1.	SİĞİNAK HAVALANDIRMASI	
	TABAKALAŞMASI VE			KAPASİTESİ	403
	BACA ETKİSİ	371	7.14.	TİCARİ MUTFAKLAR	403
7.5.2.	HVAC Sistemi	372	7.14.1.	ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ	
7.5.3.	ATRİUM HAVALANDIRMASI	372		MUTFAKLAR	403
7.6.	BÜYÜK TOPLANTI, FUAR,		7.14.2.	BÜYÜK MUTFAKLAR	408
	GÖSTERİ VE SPOR		7.14.3.	MUTFAKLAR İÇİN	
	SALONLARI	374		HAVA DEBİSİ	408
7.6.1.	GENEL	374	7.14.4.	YAPI İLE İLGİLİ ÖNLEMLER	410
7.6.2.	ARENALAR VE SPOR		7.15.	ÇAMAŞIRHANELER	411
	SALONLARI	374	7.16.	HAYVAN BARINAKLARI	411
7.6.3.	SİNEMA, TİYATRO VE		7.16.1.	TASARIM ESASLARI	411
	KONSER SALONLARI	377	7.16.2.	HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ ..	412
7.6.4.	SERĞİ VE FUAR ALANLARI	377	7.16.3.	TAVSİYE EDİLEN HAVA	
7.7.	EĞİTİM KURUMLARI	379		MİKTARLARI VE ŞARTLARI	413
7.7.1.	OKULLAR	379	7.17.	SERALAR	413
7.7.2.	YÜKSEK OKUL VE		7.17.1.	NEM KONTROLÜ	413
	ÜNİVERSİTE ANFİLERİ	379	7.18.	HAVA PERDELERİ	413
7.7.3.	İLKOKULLAR	380	7.19.	FABRİKA VE	
7.7.4.	ANA OKULLARI VE YUVALAR ..	381		ATÖLYE KLİMASI	414
7.8.	LOKANTALAR, CAFELER,		7.20.	ENDÜSTRİYEL ORTAMLARIN	
	BARLAR	383		HAVALANDIRILMASI	421
7.9.	BANKA ŞUBELERİ	383	7.20.1.	ENDÜSTRİYEL ÇALIŞMA	
7.9.1.	SİSTEMDEN BEKLENENLER	383		ORTAMLARINDA SICAKLIK	
7.9.2.	ÖNERİLEN SİSTEM	384		KONTROLÜ	421
7.9.2.1.	Havalandırma	384	7.20.1.1.	Çatı Havalıkları	421
7.9.2.2.	Isıtma	386	7.20.1.2.	Mekanik Genel Havalandırma	421
7.9.2.2.1.	Kanal Tipi Heat Pump Klimalarla		7.20.1.3.	Mekanik Lokal veya	
	Isıtma Alternatifi	386		Noktasal Soğutma Havalandırması ..	423
7.9.2.3.	Soğutma	387	7.20.1.4.	Çıkış Ağızlarının Dizaynı	
7.10.	TELEVİZYON STÜDYOLARI	388		Yerleşim ve Çıkış Hızı	423
7.11.	KAPALI YÜZME HAVUZLARI ..	390	7.20.2.	KİRLETİCİ KONTROLÜ AMAÇLI	
7.11.1.	HAVANIN YÖNLENDİRİLMESİ ..	390		GENEL HAVALANDIRMA	425
7.11.2.	BUHARLAŞMA	391	7.20.3.	ENDÜSTRİYEL EGZOZ	
7.11.3.	GEREKLİ HAVA DEBİSİ	391		SİSTEMLERİ	
7.11.4.	ÖRNEK PROJE	392		(LOKAL HAVALANDIRMA)	425
7.11.5.	KONDEZASYON OLUŞUMU	392	7.20.3.1.	Davlumbaz	425
7.11.6.	ÖZEL YÜZME HAVUZLARI	392	7.20.3.2.	Kanallar	426
7.11.7.	KANALLI NEM ALICI KLİMA		7.20.3.3.	Egzoz Bacaları	426
	SANTRALLERİ	396			

7.20.3.4.	İtme-Çekme Tipi Lokal Havalandırma	426
7.21.	TEMİZ ODA VE HASTANELER ..	428
7.21.1.	TEMİZ ODALAR	428
7.21.2.	AMELİYATHANELERDE KLİMA SİSTEMİNE UYGUN MİMARİ ÖZELLİKLER	431
7.21.3.	HASTANELERDE KARANTİNA VE YOĞUN BAKIM ODALARI TESİSATI	433
7.21.3.1.	Karantina Odası Hava Akışı	433
7.21.3.2.	HEPA Filtre Kullanımı	435

VIII. BÖLÜM HAVALANDIRMA VE KLİMA TESİSATININ MİMARİ TASARIM ÜZERİNE ETKİSİ .. 437

8.1.	KLİMA MERKEZİ PLANLAMASI	437
8.2.	MERKEZİ HAVALANDIRMA SANTRALLERİ PLANLAMASI ..	437
8.2.1.	SANTRALLERİN YAPISI	438
8.2.2.	SANTRALLERİN YER İHTİYACI ..	439
8.2.3.	SANTRALLERİN DÜZENLENMESİ	439
8.2.4.	SANTRALİN BODRUMDA BULUNMA DURUMU	439
8.2.5.	SANTRALİN ÇATIDA BULUNMA DURUMU	439
8.2.6.	SANTRALİN ARA KATTA BULUNMA DURUMU	440
8.2.7.	SANTRALLERDEN BİRİNİN BODRUMDA DİĞERİNİN ÇATIDA BULUNMA DURUMU	440
8.3.	TAZE HAVA VE EGZOZ MENFEZLERİ PLANLAMASI	440
8.3.1.	EGZOZ HAVASI ATIŞ MENFEZLERİNİN YERİ	441
8.3.2.	SU PERDESİ ÜZERİNDEN HAVA EMİŞİ	441
8.4.	BİNALARDA KANAL UYGULAMASI VE HAVA DAĞITIMI	443
8.4.1.	CEPHEDE VE BİNA ÇEKİRDEĞİNDE DÜŞEY KANAL UYGULAMASI ..	443
8.5.	HAVA KANALLARI UYGULAMA ALTERNATİFLERİ	444
8.5.1.	YATAY KANAL UYGULAMASI ..	444
8.5.1.1.	Tavan Altına Tespit Etme	444
8.5.1.2.	Yükseltilmiş Döşemede Montaj	444
8.5.2.	DİKEY KANAL UYGULAMASI ...	445
8.5.2.1.	Şaftlarda Montaj	445

IX. BÖLÜM HAFTASONU EVLERİ, VİLLALAR

9.1.	ISITMA	449
9.1.1.	VİLLALARDA YAKIT SEÇİMİ	449
9.1.2.	KAZAN KAPASİTESİ VE ISITMA SİSTEMİNİN SEÇİMİ-BOYLER ÖNCELİKLİ ISITMA	449
9.1.2.1.	Boyerler Öncelikli Isıtma Sayesinde Daha Küçük Kazanla Yüksek Konfor	449
9.1.2.2.	Isıtıcı Sistem Seçimi	451
9.1.2.3.	Hafta Sonu Evlerinde Isıtma ile İlgili Pratik Notlar	453
9.1.3.	ISITMADA ENERJİ EKONOMİSİ VE YAKIT TÜKETİMİNİ AZALTAN ÖNLEMLER	454
9.1.3.1.	Isı Yalıtımı Yapılması	455
9.1.3.2.	Otomasyon Sistemi	456
9.2.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ	456
9.2.1.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİNDE KULLANILAN KLASİK KOLEKTÖRLER	457
9.2.2.	YÜKSEK VERİMLİ KOLEKTÖRLER	457
9.2.3.	KUMANDA PANELİ VE KONTROL SİSTEMİ	459
9.2.4.	TERMOSİFON TİP HIZLI BOYLER	459
9.3.	ISI POMPALARI	459
9.4.	KLİMA	459
9.4.1.	ISIL KONFOR	459
9.4.2.	KLİMA SİSTEM SEÇİMİ	460
9.4.3.	DEĞİŞKEN SOĞUTUCU AKIŞKAN DEBİLİ (VRV) KLİMA SİSTEMLERİ	461
9.4.4.	OTEL ODASI KLİMALARI (ODA TİPİ PAKET KLİMALAR) ..	461
9.4.5.	DUVAR TİPİ SPLIT KLİMALAR ..	463
9.4.6.	KANAL TİPİ SPLIT KLİMALAR ...	463
9.4.6.1.	Baca Etkisi	464
9.4.6.2.	Villalarda Kanal Tipi Split Klima Uygulaması	464
9.4.6.3.	Esnek Kanal Kullanımı	464
9.5.	HAVALANDIRMA	465
9.5.1.	MUTFAK HAVALANDIRMASI	465
9.5.2.	BANYO VE TUVALET HAVALANDIRMASI	465
9.5.3.	ÇAMAŞIR ODASI HAVALANDIRMASI	466
9.5.4.	SAUNA HAVALANDIRMASI	466

	SAYFA		SAYFA
9.6. BUZDOLAPLARI	466	11.3.2. HAVA DAMPERLERİ VE ZEHİRLİ GAZ DEDEKTÖRLERİ ..	478
9.6.1. BUZDOLAPLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN ÖZELLİKLER	466	11.3.3. SALDIRININ ALGILANMASI HALİ	478
9.6.2. FAYDALI BİLGİLER	469	11.3.4. KLİMA SANTRALLERİNDE FİLTRE KULLANIMI	478
9.6.3. KULLANIM TAVSİYELERİ	469	11.3.5. HAVA KANALLARINDA SIZDIRMAZLIK	483
X. BÖLÜM		11.4. SIHHİ TESİSAT	483
YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT	471	11.5. KAZAN DAİRELERİ	483
10.1. YÜKSEK YAPILAR İÇİN GENEL TANIMLAR	471	11.6. EĞİTİM VE PLANLAMA	483
10.2. GENEL TEKNİK NOTLAR	471	XII. BÖLÜM	
10.3. YÜKSEK YAPINEDİR ?	473	YANGIN TESİSATI	485
10.4. YÜKSEK YAPILARDA TESİSAT MÜHENDİSİ İÇİN ÖNEMLİ BİRKAÇ HEDEF	473	12.1. MİMARİ TASARIMDA YANGIN GÜVENLİĞİ	485
10.4.1. BİNANIN SOĞUTMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ	473	12.1.1. GİRİŞ	485
10.4.2. ISITMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ	473	12.1.2. BİNA YERLEŞİMİ	485
10.4.3. HAVALANDIRMA İHTİYACININ EN AZA İNDİRİLMESİ	473	12.1.3. YANGIN KOMPARTİMANLARI ..	486
10.4.4. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN YÜKSELTİLMESİ	473	12.1.3.1. Yangın Duvarları ve Düşey İç Kesiciler	486
10.4.5. DİĞER HEDEFLER	473	12.1.3.2. Döşemeler ve Yatay Kesiciler	486
XI. BÖLÜM		12.1.3.3. Cepheler	487
KİMYASAL VE BİYOLOJİK TERÖRE KARŞI MEKANİK TESİSATA ALINABİLECEK ÖNLEMLER	475	12.1.3.4. Çatılar	487
11.1. GİRİŞ	475	12.1.4. KAÇIŞ YOLLARI VE YANGIN MERDİVENLERİ	487
11.2. BİYOLOJİK VE KİMYASAL SALDIRI SİLAHLARI	475	12.1.4.1. Kaçış Yolları ve Yangın Merdivenleri	487
11.2.1. BİYOLOJİK SİLAHLAR	475	12.1.4.2. Yangın Merdiveni Sayısı	488
11.2.1.1. Biyolojik Savaşın Tarihçesi	475	12.1.4.3. Yangın Güvenlik Holü	489
11.2.1.2. Şarbon (Antraks)	475	12.1.4.4. Açık Yangın Merdivenleri	490
11.2.1.3. Veba (Yersinia Pestis)	476	12.1.4.5. Yangın Merdiveni Genişliği	490
11.2.1.4. Botulinum Toksini	476	12.1.4.6. Kaçış Merdiveni Özellikleri	491
11.2.1.5. Çiçek (Variola)	476	12.1.4.7. Kaçış Merdiveni Kapıları	491
11.2.2. KİMYASAL SİLAHLAR	476	12.1.4.8. Kaçış Yollarının Aydınlatılması	492
11.2.2.1. Organizmaya Giriş Yolları	476	12.1.4.9. Çıkış İşaretleme	492
11.2.2.2. Penetrasyon Güçleri (Malzemelerin İçinden Geçebilme Gücü)	477	12.2. DUMAN KONTROLÜ	493
11.2.2.3. Dekontaminasyon (Zararlı Maddeleri Temizlemek)	477	12.2.1. DUMAN YÖNLENDİRMESİ	493
11.3. HAVALANDIRMA SİSTEMİ	477	12.2.1.1. Duman Çekiş Bacaları	494
11.3.1. HAVA ALIŞ AĞIZLARI	478	12.2.1.2. Yangın ve Duman Damperleri	494
		12.2.2. BASINÇLANDIRMA SİSTEMLERİ	494
		12.2.3. ATRİYUMLARDA DUMAN KONTROLÜ	495
		12.3. SULU YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ	496
		12.3.1. SABİT BORU HORTUM SİSTEMLERİ YANGIN DOLAPLARI	496
		12.3.2. YAĞMURLAMA (SPRİNKLER) SİSTEMLERİ	497
		12.3.3. YANGIN HİDRANTLARI	499
		12.3.4. SÖNDÜRME TESİSATLARI İÇİN GEREKLİ SU MİKTARLARI	499

XIII. BÖLÜM**MEKANİK TESİSATLARIN
SİSMİK KORUMASI** 501

13.1.	GİRİŞ	501
13.2.	TEMEL DEPREM BİLGİSİ	501
13.2.1.	DEPREM NEDİR?	501
13.2.2.	DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜ VE ŞİDDETİ	502
13.2.3.	TÜRKİYE'NİN DEPREMSELLİĞİ	503
13.3.	TESİSATLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ	504
13.3.1.	TESİSATLARDAN KAYNAKLANAN DEPREM HASARLARI	504
13.3.2.	SİSMİK YÜKLERİN HESAPLANMASI	507
13.4.	TESİSATLARDA SİSMİK KORUMA UYGULAMALARI	508
13.4.1.	DÖŞEMEYE OTURAN EKİPMANLAR	508
13.4.2.	DUVARA BAĞLI EKİPMANLAR ..	514
13.4.3.	TAVANA ASILI EKİPMANLAR ...	516
13.4.4.	BORULAR	518
13.4.5.	HAVA KANALLARI	523
13.4.6.	ELEKTRİK TAVALARI VE DİĞER HATLAR	527
13.4.7.	KOLON BORULARI	528
13.4.8.	KAİDELER VE ATALET ŞASİLERİ	528
13.5.	SİSMİK KORUMAYLA İLGİLİ YÖNETMELİKLER	534
13.5.1.	ULUSLARARASI YÖNETMELİKLER	534
13.5.1.1.	İşlevsellik Performans Seviyesi	537
13.5.1.2.	Hemen Kullanım Performans Seviyesi	538
13.5.1.3.	Can Güvenliği Performans Seviyesi	538
13.5.1.4.	Riski Azaltılmış Performans Seviyesi	538
13.5.2.	YEREL YÖNETMELİKLER	539
13.5.3.	ŞARTNAME HAZIRLAMA ESASLARI	539

KAYNAKLAR

540

BİRİM VE BÜYÜKLÜKLER.....

541

SEMBOLLER

542

DENGE KABİ BOYUTLARI

543

EMNİYETİ VENTİLİ VE

GENLEŞME TÜPÜ ÖLÇÜLERİ

544

ÜRÜN KATALOGLARI

545

XIV. BÖLÜM
**YENİLENEBİLİR
ENERJİLER VE ALTERNATİF
SİSTEMLER** 567

14.1.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ (G.E.S.) 567
14.1.1.	GÜNEŞ ENERJİSİNİN AVANTAJLARI 567
14.1.2.	KULLANIM SUYU ISITMASINDA GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ SİSTEMLERİ 569
14.1.3.	KULLANIM SUYU ISITMASIYLA BERABER ISITMA DESTEĞİ SAĞLAYAN GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ SİSTEMLERİ 570
14.1.4.	GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ 570
14.1.5.	GÜNEŞ ENERJİSİ BOYLERLERİ . 573
14.1.6.	GÜNEŞ ENERJİSİ KONTROL PANELLERİ 573
14.1.7.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİNDE OPTİMİZASYON 574
14.1.8.	FOTOVOLTAİK SİSTEMLER 575
14.2.	RÜZGAR ENERJİSİ 584
14.2.1.	RÜZGAR GÜCÜNÜN ÖZELLİKLERİ 585
14.3.	ISI POMPALARI 586
14.3.1.	HAVA KAYNAKLI ISI POMPALARI 586
14.3.2.	SU KAYNAKLI ISI POMPALARI 588
14.3.3.	TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPALARI (GSHP) 588
14.4.	YAKIT HÜCRELERİ 590
14.4.1.	YAKIT HÜCRESİ ÇALIŞMA PRENSİBİ VE TÜRLERİ 593
14.4.2.	YAKIT HÜCRESİ TÜRLERİ 593
14.5.	HİDROLİK ENERJİ 594
14.6.	JEOTERMAL ENERJİ 594
14.7.	DENİZ KÖKENLİ ENERJİLER .. 594
14.8.	BİOKÜTLE ENERJİ 594
14.9.	ISI DEPOLAYICILAR 594
14.9.1.	SICAK SU VE KAYNAR SU DEPOLAYICILAR 594
14.9.2.	UZUN SÜRELİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ 594

XV. BÖLÜM
**ISITMA TESİSATI VE
ENERJİ EKONOMİSİ** 595

15.1.	ISITMADA YENİLİKLER 595
15.1.1.	DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZANLARLA KAZAN DAİRELERİ 595
15.2.	ISITMA SİSTEMLERİ 598
15.3.	MERKEZİ ISITMA (BİNA ALTINDAN ISITMA) 598
15.3.1.	SICAK SULU ISITMA SİSTEMLERİ 598
15.3.2.	POMPALI SICAK SULU ISITMA SİSTEMLERİ 599
15.3.3.	TEK BORULU DAĞITMA SİSTEMLERİ 599
15.3.4.	ÇATI ISI MERKEZLERİNDE DAĞITIM VE TOPLAMA BİÇİMİNE GÖRE SİSTEMLER 600
15.3.4.1.	Üstten Dağıtım, Üstten Toplama Sistemleri 600
15.3.4.2.	Alttan Dağıtım, Alttan Toplama Sistemleri 600
15.3.4.3.	Üstten Dağıtım, Alttan Toplama Sistemleri 604
15.3.5.	HAVA TAHLİYESİ 604
15.3.5.1.	Hava Ayırma 604
15.3.5.2.	Hava Atma 604
15.3.6.	SİSTEMDE DONMANIN ÖNLENMESİ 605
15.4.	BÖLGE ISITMASI (UZAKTAN ISITMA SİSTEMLERİ) 608
15.4.1.	TEK MERKEZLİ BÖLGE ISITMASI 609
15.4.1.1.	Boyerler Bina Altlarında 611
15.4.1.2.	Boyerler de Isı Dağıtım Merkezinde 611
15.4.1.3.	Bina Altlarında Dağıtım Cihazlı Sistem 612
15.4.2.	BORULARIN DÖŞENMESİ 612
15.4.3.	SICAK SULU BÖLGE ISITMASI .. 620
15.4.3.1.	Isı Merkezi 620
15.4.3.2.	Baca 620
15.4.3.3.	Blok Isı Merkezi (Eşanjör Dairesi) ... 623
15.4.4.	KAYNAR SULU BÖLGE ISITMASI 623
15.4.4.1.	Kaynar Su Sistemlerinin Basınçlandırılması 623
15.5.	ÇATI ISI MERKEZLERİ 625
15.5.1.	ÇATI ISI MERKEZLERİNİN AVANTAJLARI 630
15.5.1.1.	Kazan Dairesi Açısından 630
15.5.1.2.	Baca Açısından 630

15.5.1.3.	Kazan Açısından	630
15.5.1.4.	Boru Tesisatı Açısından	630
15.5.2.	SİSTEMİN DEZAVANTAJLARI ...	630
15.5.3.	ÇATI ISI MERKEZİNİN EKONOMİSİ	631
15.5.3.1.	Örnek Yapı için Veriler ve Karşılaştırma Bilgileri	631
15.5.3.2.	Maliyet	635
15.5.3.3.	Sonuç	635
15.6.	DÖŞEMEDEN ISITMA	635
15.6.1.	DÖŞEMEDEN ISITMA BORULARI VE OKSİJEN DİFÜZYONU	635
15.6.2.	UYGULAMA	635
15.6.2.1.	Eleştiriler	638
15.6.2.2.	Avantajlar	638
15.6.3.	KULLANIM YERLERİ	638
15.7.	GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ISITMA SİSTEMLERİ	639
15.7.1.	GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE ÖNEMLİ ÖZELLİKLER	644
15.7.1.1.	Kapalı Devreli Sistem	644
15.7.1.2.	Pompalı (Zorlanmış) Dolaşım Sistemi	644
15.7.1.3.	Boyları Ayrık Sistem	644
15.7.1.4.	Kapalı Devrede Şebeke Suyu Kullanımı	644
15.7.1.5.	Otomatik Kontrol Özelliği	644
15.7.1.6.	Sistem Yapısı ve Uyumu	644
15.7.1.7.	Kolektörde Aranılan Özellikler	644
15.7.1.8.	Boylarda Aranılan Özellikler	645
15.7.2.	SOLAR OPTİMİZASYON	645
15.8.	SICAK HAVAYLA ISITMA SİSTEMLERİ	647
15.9.	SICAK HAVA PERDELERİ	648
15.10.	YAKLAŞIK ISI HESABI	648

XVI. BÖLÜM

ISITMA TESİSATI

ELEMANLARI

16.1.	SICAK SU KAZANLARI	649
16.1.1.	STANDART DOĞAL GAZ KAZANLARI	649
16.1.1.1.	Standart Tip Atmosferik Brülörlü Doğal Gaz Kazanları	649
16.1.1.2.	Standart Tip Üfleli Brülörlü Doğal Gaz Kazanları	649
16.1.2.	MODERN DÜŞÜK SICAKLIK KAZANLARI (THERMOSTREAM)	650
16.1.3.	DÖKÜM KAZANLAR	654
16.1.3.1.	Esnek Döküm Kazanların Üstünlükleri	654

16.1.3.2.	Ecostream Üfleli Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar	661
16.1.3.3.	Ecostream Atmosferik Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar	661
16.1.4.	ÇELİK KAZANLAR	662
16.1.4.1.	Türbülörsüz Kazan Kullanılması ...	665
16.1.4.2.	Kendinden Yoğuşmalı Kazanların Kullanılması	665
16.1.4.3.	Ecostream Üfleli Brülörlü Çelik Kazanlar	665
16.1.4.4.	Türbülörsüz Üç Tam Geçişli Kazanlar (19.200 kW'a kadar)	666
16.1.5.	DUVAR TİPİ KOMBİ CİHAZLARI	668
16.1.5.1.	Kombilerin Yakıt Tüketimleri	669
16.1.6.	YOĞUŞMALI SICAK SU KAZANLARI	671
16.1.6.1.	Yoğuşmalı Kombiler	671
16.1.6.2.	Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar	672
16.1.6.3.	Kaskad Sistem (100- 2.500 kW)	674
16.1.6.4.	Kendinden Yoğuşmalı Döşeme Tipi Kazanlar	675
16.1.6.4.1.	Yeni Nesil Daralan Kesitli Mikro Türbülanslı Duman Boruları ..	675
16.2.	BRÜLÖRLER	678
16.2.1.	GAZ BRÜLÖRLERİ	678
16.2.1.1.	Atmosferik Gaz Brülörleri	678
16.2.1.2.	Üfleli Brülörler	678
16.2.1.2.1.	Brülör Verimi	679
16.2.1.2.2.	Yakıt Hava Karışımı	679
16.2.1.2.3.	Değişen Baca Çekişinden Etkilenmeyen Brülör	679
16.2.1.2.4.	Brülör Famı	681
16.2.2.	SIVI YAKITLI BRÜLÖRLER	685
16.2.2.1.	Sıvı Yakıt Hatları	685
16.3.	ISITICI ELEMANLAR	685
16.3.1.	ÇIPLAK BORU ISITICILAR	685
16.3.2.	RADYATÖR SİSTEMİ	686
16.3.2.1.	Radyatör Sistemiyle İlgili Pratik Notlar	686
16.3.2.2.	Radyatör Seçimi	686
16.3.2.3.	Radyatör Miktarının Artırılmasının Yakıt Tüketimi ve Yatırım Maliyeti Üzerine Etkisi	687
16.3.2.4.	Termostatik Radyatör Vanası Kullanılması	689
16.3.3.	KONVEKTÖRLER	690
16.3.3.1.	Endüstriyel Tip Konvektörler (Sıcak Hava Aparentleri)	693
16.3.3.2.	Sekonder Havalı Sıcak Hava Menfezleri Sistemi	693
16.3.4.	RADYANT ISITICILAR	695
16.3.5.	YERDEN ISITMA	696
16.3.5.1.	Eleştiriler	697
16.3.5.2.	Avantajlar	697

16.3.5.3.	Yerden Isıtma ile İlgili Tavsiyeler	697
16.4.	GENLEŞME DEPOLARI	698
16.4.1.	AÇIK GENLEŞME DEPOLARI	698
16.4.1.1.	Genleşme Deposunun	
	Tesisata Bağlanması	698
16.4.2.	KAPALI GENLEŞME TANKLARI .	698
16.4.2.1.	Kapalı Genleşme Tanklarının	
	Yararları	698
16.4.2.2.	Kapalı Genleşme Tanklarının	
	Tesisata Bağlanması	699
16.4.2.3.	Değişken Basınçlı	
	Kapalı Genleşme Tankları	699
16.4.2.4.	Sabit Basınçlı Sistemler	699
16.4.2.4.1.	Kompresör Kontrollü	
	Kapalı Genleşme Tankları	701
16.4.2.4.2.	Pompa Kontrollü	
	Kapalı Genleşme Tankları	701
16.5.	TORTU, PİSLİK VE HAVA	
	AYIRICILAR	701
16.5.1.	TESİSATTA HAVA	701
16.5.2.	TESİSATTA PİSLİK	701
16.5.3.	TORTU, PİSLİK VE	
	HAVA AYIRICI MONTAJI	701

XVII. BÖLÜM

ISITMA TESİSATININ MİMARİ TASARIMA ETKİSİ .. 703

17.1.	KAZAN DAİRELERİNİN	
	YAPIMI VE ISITMA MERKEZİ	
	PLANLAMASI	703
17.1.1.	ISITMA MERKEZİ	
	PLANLAMASI	703
17.1.1.1.	Kazanların Yerleşimi	703
17.1.2.	CİHAZ YERLEŞİMİ VE	
	HAVALANDIRILMASI	704
17.1.2.1.	A Tipi Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	704
17.1.2.2.	B Tipi Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	704
17.1.2.3.	B Tipi Fanlı Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	756
17.1.2.4.	C Tipi (Hermetik)	
	Cihazların Yerleşimi ve	
	Havalandırılması	756
17.1.3.	MERKEZ SICAK SU	
	KAZANLARI VE KAZAN	
	DAİRELERİ YERLEŞİMİ VE	
	HAVALANDIRMASI	756
17.1.3.1.	Doğal Gazlı Kazan Daireleri	756
17.2.	KAZAN DAİRELERİ	
	HAVALANDIRMA TEKNİĞİ	759
17.2.1.	KAZAN DAİRELERİNDE	
	TAZE DIŞ HAVA GEREKSİNİMİ ..	759

17.2.2.	KONUT KAZAN DAİRELERİNİN	
	DOĞAL HAVALANDIRILMASI	
	(1.000 kW Gücün Altında)	760
17.2.3.	KONUT KAZAN DAİRELERİNİN	
	MEKANİK HAVALANDIRILMASI	
	(1.000 kW Gücün Altında)	760
17.2.4.	BÜYÜK KAZAN DAİRELERİNİN	
	HAVALANDIRILMASI	
	(1.000 kW Gücün Üstünde)	760
17.3.	LPG KAZAN DAİRELERİ	762
17.3.1.	TOPRAK SEVİYESİNİN	
	ÜSTÜNDEKİ KAZAN DAİRELERİ .	762
17.3.2.	TOPRAK SEVİYESİNİN	
	ALTINDAKİ HACİMLERDE	
	OLUŞTURULAN	
	KAZAN DAİRELERİ	762

XVIII. BÖLÜM

AKILLI BİNALAR VE OTOMATİK KONTROL

18.1.	ISITMA SİSTEMLERİNDE	
	OTOMATİK KONTROL NİÇİN	
	GEREKLİDİR?	765
18.1.1.	ISITICI VEYA TEKİL ODA	
	SICAKLIĞI KONTROLÜ	765
18.1.1.1.	Termostatik Radyatör Vanaları	765
18.1.1.2.	Yardımcı Güç Kullanan	
	Isıtıcı Kapasite Kontrol Elemanları ..	765
18.1.1.3.	Üfleli Konvektörlerin	
	Kapasite Ayarı	765
18.1.2.	ISITMA SİSTEMLERİNDE	
	KAZAN/KOMBİ CİHAZLARI	
	OTOMATİK KONTROLLERİ	765
18.1.2.1.	Kombi (Bireysel Isıtma)	
	Sistemlerinde Otomatik Kontrol	766
18.1.2.2.	Standart Kombilerde	
	Otomatik Kontrol	766
18.1.2.3.	Sıcak Su Kazanlarında	
	Otomatik Kontrol	766
18.1.2.4.	Logamatic Panel ile Otomasyon	767
18.1.2.4.1.	Binanın İzolasyon Durumuna Göre	
	Kazanın Çalışması	767
18.1.2.4.2.	Isıtma Sistemine Göre	
	Kazanın Çalışması	769
18.1.2.4.3.	Oda Sıcaklığına Göre	
	Kazanın Çalışması	769
18.1.2.4.4.	Çalışma Eğrisinin	
	Oda Sıcaklığına Göre	
	Otomatik Düzenlenmesi	769
18.1.2.4.5.	Çalışma Eğrisinde	
	Manuel Düzeltme	773
18.1.2.4.6.	Düşük İşletme Şekilleri	775
18.1.2.4.7.	Eğrinin Otomatik Adaptasyonu	775

18.1.2.4.8.	Optimizasyon (Açma-Kapama Zamanları Ayarlanması)	778	19.3.4.	ARA KAT DÖŞEMEDE ISI YALITIMI	793
18.1.2.4.9.	Baca Gazı Sıcaklığı Kontrolü	779	19.3.5.	ÇATILARDA ISI YALITIMI	793
18.1.2.4.10.	Sirkülasyon Pompası Kontrolü	779	19.3.5.1.	Geleneksel Teras Çatı	793
18.1.2.4.11.	Dinamik Brülör Şalt Diferansı	779	19.3.5.2.	Ters Teras Çatı	794
18.1.2.5.	Kaskad (Birden Fazla Kazanlı Sistemlerde Otomatik Kontrol)	779	19.3.5.3.	Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı	795
18.1.3.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ KONTROL PANELLERİ	779	19.3.5.3.1.	Çatı Arası Kullanılmayan Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı	795
18.1.3.1.	Güneş Enerjisi Sistemlerinde Optimizasyon	782	19.3.5.3.2.	Çatı Arası Kullanılan Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı	795
18.1.4.	UZAKTAN KONTROL VE BİNA OTOMASYONLARI İLE UYUM	783	19.3.5.4.	Pencere ve Camlı Dış Kapılarda Isı Yalıtımı	796
18.2.	AKILLI BİNALAR	783	19.3.5.5.	Radyatör Arkası Isı Yalıtımı	797
18.2.1.	BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ	783	19.4.	TESİSATTA ISI YALITIMI	797
18.2.1.1.	Otomasyon Sistemlerinin Yararları	783	19.4.1.	TESİSATTA KULLANILAN ISI YALITIM MALZEMESİ ÖZELLİKLERİ	797
18.2.2.	YANGIN ALGILAMA VE ALARM SİSTEMLERİ	784	19.4.1.1.	Tesisatta Kullanılan Isı Yalıtım Malzemesinde Aranması Gereken Temel Özellikler	797
18.2.3.	KARTLI GEÇİŞ SİSTEMİ VE ASANSÖRLER	784	19.4.2.	VANA VE ARMATÜRLERDE YALITIM	798
18.2.4.	GÜVENLİK VE ALARM OTOMASYON SİSTEMLERİ	785	19.4.3.	KLİMA TESİSATINDA YALITIM	799
18.2.5.	KAPALI DEVRE TELEVİZYON SİSTEMLERİ	785	19.4.4.	MERKEZİ SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN SİRKÜLASYON BORULARINDA ISI KAZANCI VE POMPALAMA ENERJİSİ	799
18.2.5.1.	Kapalı Devre Televizyon Sisteminin Yararları	785	19.4.4.1.	Borulardaki Isı Kazancı	800
18.2.5.2.	Kapalı Devre Televizyon Sistemleri Kullanım Alanları	785	19.4.4.2.	Boru Isı Kazançlarının Yıllık Maliyeti	800
18.2.6.	AYDINLATMA OTOMASYONU ..	786	19.4.5.	TESİSAT YALITIMINDA GÖRÜLEN HATALAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	800
18.2.7.	EV OTOMASYONU	786	19.4.5.1.	Kritik Boru Çapı Hesabının Yapılmaması	800
XIX. BÖLÜM			19.4.5.2.	Yoğuşma Problemi Dikkate Alınarak Doğru Malzeme ve Uygun Yalıtım Kalınlığı Seçilmemesi	800
ISI YALITIMI		787	19.4.5.3.	Akışkan Sıcaklığına Uygun Malzeme Seçilmemesi	800
19.1.	ISI YALITIMININ ÖNEMİ VE ETKİLERİ	787	19.4.5.4.	Boru veya Armatürlerde Donmaya Karşı Gerekli Isı Yalıtım Kalınlığının Dikkate Alınmaması ya da Hiç Yalıtım Yapılmaması	800
19.2.	ISI YALITIM MALZEMELERİ VE ÖZELLİKLERİ	788	19.4.5.5.	Mesnet ve Boru Geçişlerinde Titreşim ve Isı Köprülerine Dikkat Edilmemesi	800
19.2.1.	ISI YALITIM MALZEMESİNDEN İSTENEN BAŞLICA ÖZELLİKLER	788	19.4.5.6.	Beton ve Toprak İçerisinde Kalan Soğuk veya Sıcak Su Borularının Yalıtımına Dikkat Edilmemesi ya da Hiç Yalıtılmaması	800
19.3.	BİNADA ISI YALITIMI UYGULAMALARININ DETAY ŞEMALARI VE DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR	788	19.4.5.7.	Vana ve Armatürlerin Yalıtılmaması	800
19.3.1.	ISI YALITIMINA İLİŞKİN DETAY NOTLAR	788			
19.3.2.	TOPRAK ALTI DIŞ DUVARLARDA VE TEMELLERDE ISI YALITIMI	791			
19.3.3.	ZEMİNE OTURAN DÖŞEMEDE ISI YALITIMI	793			

XX. BÖLÜM

SES YALITIMI 801

20.1. SES VE TİTREŞİM YALITIMI ... 801

20.1.1. KAZAN DAİRESİNDE SES YALITIMI 801

20.1.2. ISITMA TESİSATINDA SES VE TİTREŞİM 802

20.1.2.1. Kazan-Brülör-Baca Sistemi 802

20.1.2.2. Sıcak Sulu Isıtma Devresi 804

20.1.3. BİNA İÇ HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE GÜRÜLTÜ KONTROLÜ 806

20.1.3.1. Oda Terminal Ünitelerinin Seçimi 806

20.1.3.2. Kanal Sistemi Tasarımı 807

20.1.3.3. Oda Etkisi 807

20.1.3.4. Susturucular veya Paket Tipi Sönümleyiciler 807

20.1.3.5. Kanallardan Odaya Ses Yayımı 807

20.1.3.6. VAV Kutularından Çevreye Yayılan Ses 807

20.1.4. BİNA DIŞI HVAC CİHAZLARINDAN YAYILAN GÜRÜLTÜNÜN KONTROLÜ 808

XXI. BÖLÜM

BUHAR TESİSATI 809

21.1. BUHAR KULLANIMI 809

21.1.1. ÇAMAŞIRHANELERDE BUHAR KULLANIMI 809

21.2. BUHAR ÜRETİCİLERİ 809

21.2.1. BUHAR JENERATÖRLERİ 812

21.2.1.1. Üç Tam Geçişli Hızlı Buhar Jeneratörü 812

21.2.2. ALEV DUMAN BORULU BÜYÜK HACİMLİ BUHAR KAZANLARI 814

21.2.2.1. Kompakt Duman Borulu Düşük ve Yüksek Basınçlı Buhar Kazanları 815

21.2.2.2. Üç Geçişli Türbülatsüz Yüksek Basınçlı Buhar Kazanları 815

21.2.2.3. Üç Tam Geçişli Çift Yanma Odalı Yüksek Basınçlı Buhar Kazanları 816

21.2.3. BUHAR TESİSATI ELEMANLARI 818

21.2.3.1. Besi Suyu Devresi Elemanları 818

21.2.3.2. Buhar Devresi Elemanları 819

21.2.3.3. Kondens Devresi Elemanları 821

21.2.4. ÜNİTE TEKNİĞİ 821

21.2.4.1. Tam Degazyonlu Su Servis Ünitesi .. 821

21.2.4.2. Kısmi Degazyonlu Su Servis Ünitesi 822

21.3. BUHAR TESİSATININ MİMARİ PROJE ÜZERİNE ETKİLERİ 822

XXII. BÖLÜM

DOĞAL GAZ, LNG, CNG ve LPG TESİSATI 823

22.1. GAZ YAKITLAR 823

22.1.1. DOĞAL GAZ 823

22.1.2. LPG 823

22.1.3. CNG VE LNG 823

22.2. DOĞAL GAZ 823

22.2.1. DOĞAL GAZIN VE DOĞAL GAZLI ISITMA SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE ÜSTÜNLÜKLERİ 823

22.2.2. DOĞAL GAZIN YANMA ÖZELLİKLERİ 824

22.2.3. DÜNYADAKİ DOĞAL GAZ REZERVLERİNİN DAĞILIMI 826

22.2.4. DOĞAL GAZIN MALİYETİ 826

22.2.5. DOĞAL GAZ TESİSATI 826

22.3. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) 827

22.3.1. TEMEL BİLGİLER 827

22.3.1.1. Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri 827

22.3.1.2. Yanma Özellikleri 828

22.3.2. Tüp ve Depodan Gaz Alma Miktarı 828

22.3.3. BUHARLAŞTIRICILAR 829

22.3.3.1. Sıvının Alınması ve Buharlaştırıcıda Sıvının Buharlaşması 831

22.3.4. LPG SİSTEMİ 831

22.3.4.1. Tesizat Bölümlerinin ve Elemanlarının Tanımları 834

22.3.5. LPG TÜPLERİ 834

22.3.5.1. 14 kg'dan Büyük LPG Tüplerinin Yerleştirilmesi 834

22.3.5.2. İşletme Talimatları 840

22.3.6. LPG DEPOLARI 840

22.3.6.1. LPG Depolarının Yerleştirilmesi 840

22.3.6.2. Kapalı Hacim LPG Deposu Uygulamaları 847

22.3.6.3. Açık Hava Depo Uygulamalarında Depo Koruma Tedbirleri 850

22.3.6.4. Toprak Altı Depoları 851

22.3.6.5. TS 1446'ya Göre LPG Depoları Yerleşimi 854

22.4. LNG VE CNG 854

22.4.1. CNG (Sıkıştırılmış Doğal Gaz) 854

22.4.2. LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) 854

22.4.2.1. LNG Tankının Üzerindeki Ekipmanlar 858

22.4.2.2. LNG Tankının Kapasitesinin Belirlenmesi 858

22.4.2.3. LNG Maliyeti 858

XXIII. BÖLÜM

BACALAR 861

23.1.	BACALAR	861
23.1.1.	TARİHÇE	861
23.1.2.	BACA NASIL ÇALIŞIR?	861
23.1.3.	KULLANIMA GÖRE BACA ÇEŞİTLERİ	862
23.1.4.	MALZEMESİNE GÖRE BACA TİPLERİ	862
23.2.	BACA HESABI	863
23.2.1.	HAZIR DİYAGRAMLAR VE TABLOLAR YARDIMI İLE BACA BOYUTLANDIRILMASI	864
23.3.	BACA KONSTRÜKSİYONU	864
23.4.	BİNA ETRAFINDAKİ RÜZGARIN YARATTIĞI BASINÇ DAĞILIMIN BACA YERLEŞİMİNE ETKİSİ ...	867
23.4.1.	DUMAN KANALLARI VE BACALAR SIZDIRMAZ OLMALIDIR	870
23.4.1.1.	Atmosferik Brülörlü Kazan Bacaları	877
23.4.1.2.	Doğal Gazlı Şofben ve Kombi Bacaları	877
23.5.	HERMETİK BACA SİSTEMLERİ	881
23.5.1.	HERMETİK KOMBİLER VE ŞOFBENLER	881
23.5.2.	YOĞUŞMALI KOMBİ VE KAZAN BACALARI	882
23.6.	ŞÖMİNE BACALARI	883
23.7.	BACA KUSMASI	883
23.8.	BACALARLA İLGİLİ PRATİK NOTLAR	886

XXIV. BÖLÜM

SIHHİ TESİSAT PLANLAMASI VE ENERJİ EKONOMİSİ 887

24.1.	SIHHİ TESİSATIN PLANLANMASI, YERLEŞİMİ	887
24.1.1.	KONUTLARDAKİ ISLAK VE KURU HACİMLER	887
24.1.2.	SIHHİ GEREÇ SAYILARININ BELİRLENMESİ VE YERLEŞİMİ .	888
24.1.2.1.	Sihhi Gereç Yerleşim Ölçüleri	888
24.2.	SIHHİ TESİSATTA YENİ KONULAR	889
24.2.1.	SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMLERİ	889
24.2.1.1.	İçme Suyu Soğutucuları ve Elemanları	890

24.2.1.2.	Merkezi ve Bireysel Sistemler	893
24.2.1.3.	Merkezi Soğutulmuş İçme Suyu Sistemi Tasarımı	897
24.2.1.4.	Örnek Hesap	898
24.2.2.	ÇÖP BACALARI, ÇÖP ÖĞÜTME VE YOK ETME	899
24.2.2.1.	Yerinde Çöp Yakma	900
24.2.3.	ÇÖP ÖĞÜTÜCÜ ÜNİTELER	901
24.3.	LEJYONER HASTALIĞI VE SIHHİ TESİSATTA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER	901
24.3.1.	KULLANMA SICAK SUYU TESİSATINDA LEJYONER HASTALIĞI	901
24.3.2.	LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROL YÖNTEMLERİ	903
24.3.3.	LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROLÜ İÇİN TAVSİYELER ..	905
24.3.4.	LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROL LİSTESİ	905
24.3.5.	LEGİONELLA BAKTERİSİ VE TEMİZLİK	905
24.4.	SIHHİ TESİSATTA ENERJİ EKONOMİSİ	906
24.4.1.	Temiz Su Tesisatında Su Tüketimini Azaltmak	906
24.4.1.1.	Mimari Tasarım Önlemleri	906
24.4.1.2.	Daha Az Su ile Daha İyi El Yıkama	906
24.4.1.3.	Mekanik Tasarımda Önlemler	908
24.4.1.3.1.	Lavabo Muslukları ve Duş Bataryaları	908
24.4.1.3.2.	Lavabo Muslukları ve Duş Bataryaları için Alınabilecek Önlemler	908
24.4.1.3.3.	Klozet Seçimi	909
24.4.1.3.4.	Pisuarlar ve Pisuar Muslukları	910
24.4.1.3.5.	Genel	911
24.4.1.4.	Uygulamada Yapılabilecekler	911
24.4.1.5.	İşletmede Yapılabilecekler	912
24.4.2.	SU DAĞITIM VE BASINÇLANDIRMA (Hidrofor) SİSTEMLERİNDE EKONOMİ	912
24.4.2.1.	Su Dağıtım Sistemleri	912
24.4.2.2.	Su Basınçlandırma Sistemleri	912
24.4.3.	KULLANMA SICAK SUYU TESİSATINDA EKONOMİ	916
24.4.3.1.	Kullanma Suyu Sıcaklığının Seçimi	916
24.4.3.1.1.	Buhar Jeneratörleri Kondens Sisteminde Atmosfere Atılan Buharın Geri Kazanımı	916
24.4.3.2.	Boyer Su Sıcaklığı Yükseldikçe Artan Enerji Kayıpları ...	918

24.4.3.3.	Mekanik Tasarımda Önlemler	918	25.2.1.3.	Duvara Asılı (Ayaksız) Klozetlerin Montajı	948
24.4.3.4.	Kazan Seçimi	918	25.2.2.	HELA TAŞLARI	952
24.4.3.5.	Boylarlar	921	25.2.3.	KLOZET YIKANMASI	952
24.4.3.6.	Dağıtım ve Sirkülasyon Boru Tesisatı	923	25.2.3.1.	Flaş Yıkamalı Klozetler (Düşük Su Seviyeli Klozetler)	952
24.4.3.7.	Kullanma Sıcak Suyu Sirkülasyon Pompalarında Ekonomi	929	25.2.3.2.	Derin Yıkamalı Klozetler (Yüksek Su Seviyeli Klozetler)	952
24.4.3.8.	Uygulamada Yapılabilecekler	930	25.2.3.3.	Emişli Klozetler	952
24.4.3.9.	İşletmede Yapılabilecekler	930	25.2.4.	TAHARET MUSLUKLARI	952
24.4.3.10.	Elektrikli El Kurutucuları ve Diğer Çevreci Uygulamalar	930	25.2.5.	REZERVUARLAR	952
24.4.3.11.	Güneş Enerjisi Kullanımı	936	25.2.5.1.	Yüksek Seviyeli Rezervuarlar	952
24.5.	SIHHİ TESİSATTA GÜRÜLTÜ ...	937	25.2.5.2.	Orta Seviyeli Rezervuarlar ve Takım Rezervuarlar	952
24.5.1.	SIHHİ TESİSATTA GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI VE TANIMLARI	937	25.2.5.3.	Bas Rezervuar	954
24.5.1.1.	Armatür Gürültüsü	937	25.2.5.4.	Ayakla Kumanda Rezervuarlar	955
24.5.1.2.	Dolma Gürültüsü	937	25.3.	PİSUARLAR	955
24.5.1.3.	Akış Sesi	938	25.3.1.	SIRA PİSUARLAR	955
24.5.2.	SESE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER	938	25.3.2.	ÇANAK PİSUARLAR	956
24.5.3.	PİS SU TESİSATINDA GÜRÜLTÜ	939	25.4.	BİDELER	956
24.5.3.1.	Borulara Ses Yutucu Kılıf Geçirilmesi	939	25.4.1.	AYAKSIZ BİDE MONTAJI	956
24.5.3.2.	Ses Emici Tesisat Bacası Yapılması	939	25.5.	BANYO KÜVETLERİ	957
24.5.3.3.	Düşey Pis Su Borusu Taşıyıcıları ve Kelepçeleri	940	25.5.1.	YATMALI BANYO KÜVETLERİ (Boy Küveti)	957
			25.5.1.1.	Serbest Duran Küvetler (Dolma kapasiteleri 105 ile 135 litre arası)	958
			25.5.1.2.	Gömme Küvetler (Dolma kapasiteleri 135 ile 190 litre arası)	958
			25.5.1.3.	Kabin Küvet	958
			25.5.1.4.	Oturmalı Banyo Küvetleri	958
			25.5.2.	BANYO KÜVETLERİNİN MONTAJI	961
XXV. BÖLÜM			25.5.3.	KÜVETLERDE KULLANILAN ARMATÜRLER	962
SIHHİ TESİSAT			25.5.3.1.	Ankastre Banyo Bataryaları	962
ELEMANLARI		941	25.5.3.2.	Yarı Ankastre Banyo Bataryaları	962
			25.5.3.3.	Banyo Bataryaları	962
25.1.	LAVABOLAR	941	25.6.	DUŞLAR	962
25.1.1.	LAVABO MONTAJ CİVATASI	942	25.6.1.	EL DUŞLARI	963
25.1.2.	LAVABO MONTAJ TIRNAĞI	942	25.6.2.	DUŞ BAŞLIĞI	963
25.1.3.	LAVABO KONSOLU	942	25.6.3.	SÜRGÜLÜ DUŞLAR	963
25.1.4.	ARMATÜRLER	943	25.7.	MUTFAK EVİYELERİ	963
25.1.4.1.	Tek Gövdeli Ankastre Lavabo Bataryası	943			
25.1.4.2.	Üç Gövdeli Ankastre Lavabo Bataryası	943			
25.1.4.3.	Duvar Bataryası	943			
25.1.5.	SİFON BAĞLANTISI	943			
25.1.6.	AYNA	943			
25.1.7.	FAYANS DÖŞEMESİ	943			
25.2.	KLOZETLER (HELALAR)	944			
25.2.1.	ALAFRANGA HELALAR (Klozetler)	944			
25.2.1.1.	Ayaklı Klozetler (Yere Oturan Klozetler)	944			
25.2.1.2.	Duvara Asılı (Ayaksız) Klozetler (Asma Klozet)	948			

XXVI. BÖLÜM

TEMİZ SU TESİSATI 967

26.1.	SUYUN ARITILMASI	967
26.1.1.	FİLTASYON	967
26.1.1.1.	Süzme Yöntemi ile Ön Filtrasyon	967
26.1.1.2.	Filtrelerin Tıkanması ve Basınç Kaybı	967
26.1.1.3.	Bulanıklık-Berraklık	969
26.1.1.4.	Hassas Filtrasyon	969
26.1.1.5.	Elek Filtreler	969
26.1.1.6.	Kartuş Filtreler	969
26.1.1.7.	Mum Tipi Kartuşlar	969
26.1.1.8.	Membranlı Filtreler	969
26.1.1.9.	Filtre Yatakları ile Filtrasyon	969
26.1.1.10.	Basınç Altındaki Filtreler	969
26.1.2.	SU YUMUŞATMA	969
26.1.3.	KLORDAN, RENKTEN VE KOKUDAN ARINDIRMA	970
26.1.3.1.	Aktif Karbon	970
26.1.3.2.	Değişebilen Kartuşlu Filtreler	970
26.1.3.3.	Yıkabilir Filtreler	970
26.1.3.4.	Temel Kullanımlar	970
26.1.4.	BAKTERİYOLOJİK ARITMA	970
26.1.4.1.	Klor ve Türevleriyle Yapılan Oksidasyon	970
26.1.4.2.	Kritik Nokta (Break Point)	970
26.1.4.3.	Ultraviyole Cihazı	970
26.2.	TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI ..	970
26.2.1.	SUYUN DEPOLANMASI	971
26.2.1.1.	Depo İçi	972
26.2.1.2.	Pis Su Çukuru	972
26.2.1.3.	Bağlantı Nozulları	973
26.2.2.	SUYUN BASINÇLANDIRILMASI	977
26.2.3.	HİDROFORLAR	977
26.2.4.	TEMİZ SU TESİSATI	978
26.2.4.1.	Bina Bağlantı Hattı	979
26.2.4.2.	Su Sayaçları	979
26.3.	TEMİZ SICAK SU TESİSATI	979
26.3.1.	TEKİL (Lokal) SU ISITICILARI	979
26.3.1.1.	Gazlı Şofbenler	979
26.3.1.2.	Elektrikli Termosifonlar	980
26.3.1.3.	Kombiler	980
26.3.2.	GÜNEŞLE SICAK SU HAZIRLANMASI	981
26.3.3.	MERKEZİ KULLANMA SICAK SUYU SİSTEMLERİ	981
26.3.3.1.	Merkezi Boylerli Sistemlerin Avantajları	981
26.3.3.2.	Merkezi Boylerli Sistemlerin Dezavantajları	984
26.3.3.3.	Boyer Tipleri	984
26.3.4.	KULLANMA SICAK SUYU DAĞITIM TESİSATI	984

26.3.4.1.	Sirkülasyon Hattı	985
26.3.5.	SICAK SU İHTİYACI VE SICAKLIĞI	985

XXVII. BÖLÜM

**TEMİZ SU TESİSATI
EKİPMANLARI** 999

27.1.	BORULAR	999
27.1.1.	BAKIR BORULAR	999
27.1.2.	PLASTİK BORULAR	999
27.1.2.1.	Polivinilyclorid (PVC) Borular ...	1000
27.1.2.2.	Poliyeten (PE) Borular	1000
27.1.2.3.	Polipropilen (PP) Borular	1001
27.1.3.	DUKTİL DEMİR BORULAR	1001
27.2.	ARMATÜRLER	1001
27.2.1.	AYIRMA VANALARI	1001
27.2.2.	MUSLUKLAR	1001
27.2.2.1.	Akış Kontrollü (Kendiliğinden Açılan ve/veya Kapanan Otomatik) Musluklar	1002
27.2.2.2.	Su Akış Miktarı Regülatörleri	1002
27.2.2.3.	Emniyet Armatürleri (Basınç Düşürücüler)	1002
27.2.2.4.	Çek Valfler	1002
27.2.2.5.	Havalıklar ve Vakum Kırıcılar	1002
27.2.2.6.	Şok Absorberler	1002
27.3.	TESİSATIN DOLDURULMASI VE TESTİ ...	1002

XXVIII. BÖLÜM

PİS SU TESİSATI 1003

28.1.	PİS SU TESİSATI TASARIM İLKELERİ	1004
28.1.1.	GENEL	1004
28.1.2.	YAĞMUR TESİSATI TASARIM İLKELERİ	1004
28.1.3.	PİS SU TESİSATI VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ TASARIM İLKELERİ	1005
28.1.4.	GARAJ DRENAJ VE HAVALIK SİSTEMLERİ TASARIM İLKELERİ	1005
28.2.	PİS SU BORULARINDA HAVALANDIRMA GEREKİNİMİ	1005
28.2.1.	HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ	1007
28.2.1.1.	Ana Havalandırma Kolonu ile Havalandırma, HL	1010
28.2.1.2.	Yardımcı Havalandırma Kolonu ile Havalandırma, NL	1010
28.2.1.3.	Müşterek Havalandırma, UL	1011

28.2.1.4.	Yön Değiştirmeler, UGL	1011
28.2.1.5.	Bağımsız (Sekonder) Havalandırma, SEL	1011
28.2.2.	YÜKSEK YAPILARDA PİS SU TESİSATI VE HAVALANDIRMASI	1013
28.3.	YAĞMUR SUYU TESİSATI	1013
28.3.1.	YAĞMUR SUYU KOLONLARI ...	1013
28.3.2.	BORU KELEPÇELERİ	1013
28.3.3.	ÇATI OLUĞU	1013
28.3.4.	OLUK TUTUCU	1013
28.3.5.	OLUK AĞZI	1013
28.3.6.	YUVARLAK DİRSEKLER	1014
28.3.8.	KÖŞE OLUK	1014
28.3.8.	OLUK SON PARÇASI	1014
28.3.9.	REDÜKSİYON BORU	1014
28.3.10.	DESTEK BORUSU	1017
28.4.	TESİSATIN DENENMESİ	1017
28.4.1.	SU DENEMESİ METODU	1018
28.4.2.	HAVA DENEMESİ METODU	1018
28.4.3.	İŞLETME DENEMESİ	1018
28.5.	PİS SU BORULARI VE BAĞLANTI PARÇALARI	1018
28.5.1.	PİK BORULAR	1018
28.5.2.	BETON BORULAR	1019
28.5.3.	SERT PVC BORULAR	1019
28.6.	BİNA DIŞI BAĞLANTI (DRENAJ) SİSTEMLERİ	1019
28.6.1.	DRENAJIN KANALİZASYONA BAĞLANTISI	1020
28.6.2.	DRENAJ HATTININ HAVALANDIRILMASI	1021
28.6.3.	DRENAJ HATLARININ YATAKLANMASI	1022
28.6.4.	TOPRAK ALTI DRENAJİ	1023
28.6.5.	DRENAJ HATLARININ TESTİ ...	1023

XXIX. BÖLÜM

PİS SU TESİSATI ELEMANLARI

1025

29.1.	SÜZGEÇLER	1025
29.1.2.	AVLU SÜZGEÇLERİ	1026
29.2.	RÖGARLAR, KONTROL VE TEMİZLEME KAPAKLARI	1028
29.2.1.	YAŞ RÖGARLI SİSTEM	1028
29.2.2.	KURU RÖGARLI VE TEMİZLEME KAPAKLI SİSTEM	1028
29.2.3.	AĞAÇ IZGARALARI	1030
29.3.	PİS SUYUN POMPALANMASI	1031
29.3.1.	GERİ TAŞMAYA KARŞI ÖNLEM	1032

29.4.	ATIK SU ARITMA	1032
29.4.1.	FİZİKSEL ARITMA	1033
29.4.1.1.	Izgaralar	1033
29.4.1.2.	Elekler	1033
29.4.1.3.	Kum ve Yağ Tutucular	1033
29.4.1.4.	Filtreler	1033
29.4.1.5.	Yüzdürme Sistemleri	1034
29.4.1.6.	Çamur Susuzlaştırma	1034
29.4.2.	BENZİN AYIRICILAR	1034
29.4.2.1.	Klasik Tip Mineral Hafif Sıvı Ayırıcılar (Benzin Ayırıcılar)	1034
29.4.2.2.	Çarpmalı Ayırıcılar	1035
29.4.2.3.	Genel İşletme Kuralları	1037
29.4.2.4.	Kompakt Pis Su Çukuru ve Pompalı Modüler Çamur Tutma ve Benzin Ayırma Sistemleri	1038
29.4.3.	YAĞ AYIRICILAR	1038
29.4.3.1.	Giriş Hattı	1038
29.4.3.2.	Çamur Tutucu	1038
29.4.3.3.	Yağ Ayırıcı	1038
29.4.4.	KİMYASAL ARITMA	1039
29.4.4.1.	Adsorpsiyon	1040
29.4.4.2.	Oksidasyon	1040
29.4.4.3.	Koagülasyon + Şokülasyon + Çöktürme	1040
29.4.4.4.	Dezenfeksiyon	1040
29.4.5.	BİYOLOJİK ARITMA	1040

XXX. BÖLÜM

LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATA ALINABİLECEK ÖNLEMLER

1041

30.1.	LEJYONER HASTALIĞI	1041
30.1.1.	GİRİŞ	1041
30.1.2.	BİREYLERİN ETKİLENMESİ	1042
30.1.3.	TESİSATA LEGIONELLA BAKTERİSİ POTANSİYELİ OLAN YERLER	1043
30.1.4.	KULLANMA SUYU SİSTEMLERİ	1044
30.1.5.	LEGIONELLA BAKTERİSİ DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ	1044
30.1.6.	SIHHİ TESİSATA KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON SICAKLIĞININ YÜKSEK SEÇİLMESİ HALİNDEKİ SAKINCALAR	1046
30.1.7.	SİSTEMLERDE LEGIONELLA BAKTERİSİ RİSKİ	1046

30.1.7.1.	Güneş Enerjisi ile Su Isıtma Sistemlerinde	1046
30.1.7.2.	Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde	1046
30.1.7.3.	Soğutma Kuleleri ve Buharlaşmalı Kondenserlerde	1046
30.1.8.	SOĞUTMA KULELERİNDE OPERASYON VE BAKIM	1048
30.1.8.1.	Bakım	1048
30.1.8.2.	Acil Dezenfeksiyon Prosedürü	1049
30.1.9.	DİREKT BUHARLAŞMALI HAVA SOĞUTUCULAR (Evaporatif Soğutucular)	1049
30.1.10.	NEMLENDİRİCİLER	1050
30.1.11.	KLİMA SANTRALLERİ VE FAN COİLLER	1050
30.1.12.	LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER	1050
30.1.12.1.	Kullanma Suyu Tesisatı	1050
30.1.12.2.	Soğutma Kuleleri ve Buharlaşmalı Kondenserler	1055
30.1.12.3.	Nemlendiriciler	1056
30.1.12.4.	Klima Santralleri ve Fan Coiller	1056
30.1.12.5.	Direkt Buharlaşmalı Hava Soğutucular (Evaporatif Soğutucular)	1057
	KAYNAKLAR	1060
	BİRİM VE BÜYÜKLÜKLER	1061
	SEMBOLLER	1062
	DENGE KABI BOYUTLARI	1063
	EMNİYETİ VENTİLİ VE GENLEŞME TÜPÜ ÖLÇÜLERİ	1064
	ÜRÜN KATALOGLARI	1065

XIV. BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİLER VE ALTERNATİF SİSTEMLER

Fosil yakıtların kullanımı ortalama dünya sıcaklığını son bin yılın en yüksek değerlerine ulaştırmış, yoğun hava kirliliğinin yanı sıra milyarlarca dolar zarara yol açan sel/fırtına gibi doğal felaketlerin gözle görülür şekilde artmasına neden olmuştur. En kısa zamanda önlem alınmaması durumunda yakın gelecekte buzulların erimesi sonucunda deniz kenarında kurulmuş birçok şehir sular altında kalabilecektir. Bu nedenle insanoğlu fosil yakıt rezervlerinin bitmesini beklemeden temiz enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır.

Fosil yakıtlar yerine alternatif temiz bir çözümün getirilmemesi durumunda birçok hayvan ve bitkinin soyu tükenecektir. Bu durumda insanoğlunun da yaşam şartları son derece ağırlaşacaktır. Yoğun hava kirliliği tehdidi altındaki büyük şehirlerde yüzlerce insan hava kirliliği nedeni ile dolaylı olarak hayatını kaybetmektedir. Asit yağmurları yüzünden birçok doğal ekosistem tamamen yok olmuştur. Bunların sonucunda kendini sınırsız tekrarlayan yenilenebilir ve hammaddeye bağımlı olmayan enerji kaynakları (güneş, rüzgar, su ve biyokütle gibi) çok kısa bir süre içinde önem kazanacaktır.

Petrol varil fiyatı 1988 yılında 15 USD mertebelerinde idi. 1998 yılına kadar olan on yıllık süreçte 15-20 USD bandında salınan petrol varil fiyatı 1999 yılından itibaren hızla artış göstermiş ve 2004 yılına kadar 25-30 USD aralığında kalmıştır. 2004 yılından itibaren petrol varil fiyatı 30 USD'den sürekli bir yükselişle 2006 Ağustos ayı sonlarında 78 USD noktasına kadar gelmiştir. Petrol fiyatlarının son 16 yılda %420 ve son iki yılda %160'a yakın artışı ve dünyanın buna bağlı sosyopolitik durumu her geçen gün alternatif enerji kaynaklarının önem kazanmasına ve bu konuda çalışmaların katlanarak artmasını beraberinde getirmektedir.

Dünyanın birçok ülkesinde yeni enerji üretim yatırımları artık temiz enerji odaklı olmaktadır. Özel araştırma kurumlarının hazırladıkları raporlara göre 2060 yılında dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %60'ı yenilenebilir kaynaklardan karşılanacaktır. 2000 yılı itibarıyla 9,2 milyar ton petrol eşdeğeri enerji tüketilmiş ve bu tüketimin yaklaşık %3'ü güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarından sağlanmıştır.

14.1. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ (G.E.S.)

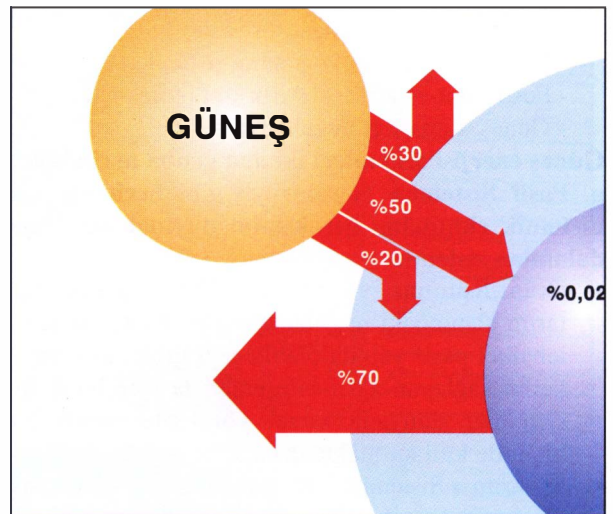
Güneş enerjisi, güneşlenme süresi, güneş ışınımı vb değişkenlere bağlı bir enerji türü olduğundan, güneş enerjisi sistemlerinin veriminin yüksek olması çok büyük bir gerekliliktir. Bundan dolayı güneş enerjisinden "Akıllı Sistemler ile Akılcı Çözümler" prensibi ile yararlanmak çok önem kazanmıştır.

14.1.1. GÜNEŞ ENERJİSİNİN AVANTAJLARI

- Bol ve tükenmeyen tek enerji kaynağıdır.
- Duman, karbonmonoksit, kükürt ve radyasyon artışı içermeyen temiz enerjidir.
- Enerjiye gereksinim duyulan her yerde kullanılabilir.
- Yurtdışına bağımlı olmadığı için ekonomik ve politik krizlerden etkilenmez.
- İşletme masrafları çok azdır.
- Çeşitli uygulamalar için farklı çözümler üretmek mümkündür (kazan destekli veya desteksiz sıcak kullanım suyu üretimi, ısıtma sistemine destek verme, elektrik enerjisi üretimi-fotovoltaik, enerji depolama-güneş pilleri).

Dünya ile Güneş arasındaki mesafe 150 milyon km'dir. Güneşin tahmin edilen tükenme süresi 5 milyar yıldır. Güneş ışınımının tamamı yer yüzeyine ulaşmaz, %30 kadarı dünya atmosferi tarafından geriye yansıtılır. Güneş ışınımının %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam mümkün olur. Rüzgar hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur. Güneşten gelen ışınımının %20'si atmosfer ve bulutlarda tutulur. Yer yüzeyine gelen güneş ışınımının %1'den azı bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılır. Bitkiler, fotosentez sırasında güneş ışığıyla birlikte karbondioksit ve su kullanarak, oksijen ve şeker üretir. Fotosentez, yeryüzünde bitkisel yaşamın kaynağıdır (Şekil 14.1).

Yeryüzüne ulaşan bu güneş enerjisi doğal dönüşümlere uğrar. Bu dönüşümlerden biri, suların buharlaştırılarak dünyadaki su döngüsünün sağlanmasıdır.



Şekil 14.1. DÜNYAYA ULAŞAN GÜNEŞ IŞINIMI

Bu işlem, gerek biz insanlar için, gerekse tüm canlılar için çok önemlidir. Böylece derelerimiz akabilir, yer altı sularımız kurumaz, yağmur ve kar yağışları olabilir. Bu gün sadece Türkiye üzerine bir yılda düşen yağış tutarının 500 milyar ton su olduğu göz önüne alınırsa, bu işlemin ne denli önemli olduğu anlaşılabilir. İkinci bir dönüşüm, ışıkla birleşimdir. Bu işlem, dünyadaki canlılar için yaşam demektir. Bir saniyede gelen güneş enerjisinin yaklaşık on binde ikisi bu işlem için harcanır. Ya da başka bir deyişle, bitkilerde toplanır. Bitkiler, gelen güneş enerjisini kullanarak ışıkla birleşim yapmakta ve böylece biokütle oluşturmaktadır. Yani, gelen güneş enerjisinin bu kesri, biokütleye dönüşmektedir. Tüm canlıların besin kaynağı bu enerjidir. Biokütle ile otlar oluşur; otları yiyen otoburlar oluşur; otoburları yiyen etoburlar oluşur. Güneş enerjisinin bir diğer dönüşümü de rüzgarlar ve deniz dalgalarıyla okyanus akıntılarıdır. Rüzgarların oluşması temelinde havanın bazı bölgelerinin değişik etkenler sonucu diğer bölgelere kıyasla daha sıcak ya da daha soğuk olmasından kaynaklanan basınç farklılıkları etkin olmaktadır. Bu ısınma ve soğumalarda da güneş etkin rol oynamaktadır. Deniz dalgaları ve akıntıları temelde rüzgarın etkisiyle ortaya çıkar. Dolayısıyla, hem rüzgar, hem de deniz dalgaları ve akıntıları birer güneş enerjisi türevidir.

- Doğal Dönüşümler
 - Toprak ve su ısınması
 - Fotosentez (bitki-hayvan-insan ve fosil yakıt oluşumu)
 - Yağış ve buharlaşma (su döngüsü)
 - Rüzgar ve dalga oluşumu
 - Doğal yangınlar
- İnsanın Geliştirdiği Dönüşümler
 - Güneş ışınımı-ısı (toplaçlar)
 - Güneş ışınımı-elektrik (güneş pilleri)
 - Su gücü-mekanik elektrik (barajlar)
 - Rüzgar-elektrik (rüzgar türbünleri)
 - Biokütle-ısı (odun vb yakma sistemleri)
 - Fosil yakıt-elektrik (elektrik-ısı üretim merkezleri)
 - Güneş mimarlığı uygulamaları

Güneş enerjisi sistemleri iki ana gruba ayrılabilir:

a. Pasif Sistemler (seralar vb gibi herhangi bir mekanik ekipmana gereksinim duymaksızın faydalanılan sistemler)

- Ürün Kurutma ve Seralar; Güneş enerjisinin tarım alanındaki uygulamalarıdır. Bu tür sistemler ilkel pasif yapıda olabileceği gibi, hava hareketini sağlayan aktif bileşenler de içerebilir. Bu sistemler dünyada kırsal yörelerde sınırlı bir biçimde kullanılmaktadırlar.
- Su Arıtma Sistemleri; Bu sistemler esas olarak sığ bir havuzdan ibarettir. Havuzun üzerine eğimli şeffaf cam yüzeyler kapatılır. Havuzda buharlaşan su bu kapaklar üzerinde yoğunlaşarak toplanır.

Bu tür sistemler, temiz su kaynağının bulunmadığı bazı yerleşim yerlerinde yıllardır kullanılmaktadır. Su arıtma havuzları üzerinde yapılan AR-GE çalışmaları ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin azaltılmasına ve verimin artırılmasına yöneliktir.

b. Aktif Sistemler

Isı enerjisi veya elektrik enerjisi (Fotovoltaik Sistemler) üretimi için kullanılırlar.

- Düşük Sıcaklık Sistemleri
 - Düzlem
 - Vakumlu Güneş Kolektörleri; Bu sistemlerde, vakumlu cam borular ve gerekirse absorban yüzeyine gelen enerjiyi artırmak için metal ya da cam yansıtıcılar kullanılır. Bunların çıkışları daha yüksek sıcaklıkta olduğu için (100-120°C), düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı yerlerde ve ayrıca yiyecek dondurma, bina soğutma gibi daha geniş bir yelpazede kullanılabilirler. Daha çok ışınım süresinin ve gücünün az olduğu kuzey ülkelerde uygulanmaktadırlar. Vakum borulu kolektör pazar payı Avrupa ülkelerinde %9-12 aralığındadır.
- Yüksek Sıcaklık Sistemleri
 - Parabolik Oluk Kolektörler; Doğrusal yoğunlaştırıcı termal sistemlerin en yaygınıdır. Kolektörler, kesiti parabolik olan yoğunlaştırıcı dizilerden oluşur. Kolektörün iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş enerjisini, kolektörün odağında yer alan ve boydan boya uzanan siyah bir absorban boruya odaklarlar. Kolektörler genellikle, güneşin doğudan batıya hareketini izleyen tek eksenli bir izleme sistemi üzerine yerleştirilirler. Enerjiyi toplamak için absorban boruda bir sıvı dolaştırılır. Toplanan ısı, elektrik üretimi için enerji santraline gönderilir. Bu sistemler yoğunlaştırma yaptıkları için daha yüksek sıcaklığa 350-400°C ulaşabilirler (Şekil 14.3).



Şekil 14.3. PARABOLİK OLUK KOLEKTÖR

- Parabolik Çanak Sistemler; İki eksenle güneşi takip ederek, sürekli olarak güneşi odaklama bölgesine yoğunlaştırırlar. Termal enerji, odaklama bölgesinden uygun bir çalışma sıvısı ile alınarak, termodinamik bir dolaşıma gönderilebilir ya da odak bölgesine monte edilen bir Stirling makine yardımı ile elektrik enerjisine çevrilebilir. Çanak-Stirling bileşimiyle güneş enerjisinin elektriğe dönüştürülmesinde % 30 civarında verim elde edilmiştir.
- Merkezi Alıcı Sistemler; Tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen aynalardan oluşan bir alan, güneş enerjisini, alıcı denenen bir kule üzerine monte edilmiş ısı eşanjörüne yansıtır ve yoğunlaştırır. Alıcıda bulunan ve içinden akışkan geçen boru yumağı, güneş enerjisini üç boyutta hacimsel olarak absorbe eder. Bu sıvı, Rankine makineye pompalanarak elektrik üretilir. Bu sistemlerde ısı aktarım akışkanı olarak hava da kullanılabilir, bu durumda sıcaklık 800°C'ye çıkar.

Heliostatlar bilgisayar tarafından sürekli kontrol edilerek, alıcının sürekli güneş alması sağlanır. Bu sistemlerin kapasite ve sıcaklıkları, sanayi ile kıyaslanabilir düzeyde olup AR-GE çalışmaları devam etmektedir.

14.1.2. KULLANIM SUYU ISITMASINDA GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ SİSTEMLERİ

Güneş kolektörü sistemlerinin en yaygın kullanım şekli kullanım suyu ısıtmasıdır. Doğru sistem çözümleri ile yıllık sıcak su gereksiniminin %60 ila %80'i gibi önemli bir kısmı güneş enerjisinin sağladığı enerji ile karşılanabilir. Yazın kullanım suyu ısıtması için gereken enerjinin neredeyse tamamı güneş enerjisi sistemi tarafından karşılanır (Şekil 14.4). Ancak mevcut konvansiyonel ısıtma sistemi, güneş enerjisinden bağımsız olarak kullanım suyu ısıtma ihtiyacını karşılayabilmelidir. Uzun süre hava koşullarının kötü gitmesi durumunda, sıcak su konforu garanti edilmelidir.



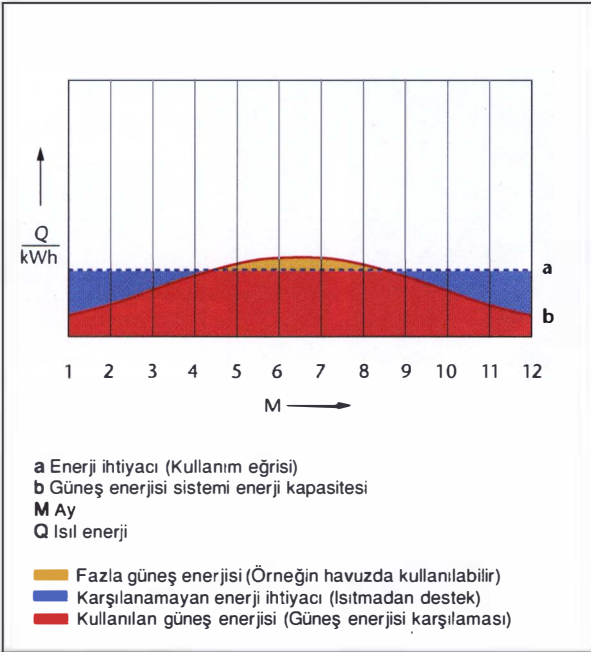
Şekil 14.2. DÜZLEMSEL KOLEKTÖR UYGULAMASI ÖRNEĞİ

14.1.3. KULLANIM SUYU ISITMASIYLA BERABER ISITMA DESTEĞİ SAĞLAYAN GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ SİSTEMLERİ

Konvansiyonel sistemlerin çevreye olan zararlı etkilerini en aza indirmek ve Güneş enerjisinden en yüksek oranda fayda sağlayabilmek için, güneş kolektörü sistemlerini sadece kullanım suyu ısıtmasında değil, aynı zamanda ısıtmaya destek olarak da planlamak gerekmektedir. Bu tip bir uygulamada güneş enerjisi sistemi sadece bir depo boylerin ısıtılmasında kullanılır ve boyler su sıcaklığının ısıtma dönüş suyu sıcaklığının üstünde olduğu zamanlarda doğrudan fayda sağlar (Şekil 14.5). Bu nedenle, düşük sistem sıcaklığında çalışan geniş yüzeyli ısıtıcılar kullanan sistemler veya yerden ısıtma sistemleri güneş enerjisinden yararlanmada idealdir.

Optimum olarak planlanmış Güneş enerjisi sistemi, kullanım suyu ısıtması ve ısıtma için gerekli olan toplam yıllık ısı ihtiyacının merteye olarak %20-40'ını karşılar. Bu uygulamada enerjinin geri kalan kısmı yoğuşmalı kazan ya da düşük sıcaklık kazanıyla karşılanmalıdır.

Güneş enerji sistemlerinin ilk kullanımı açık devre adını verdiğimiz, kullanım suyunun kolektörler içinden geçirilerek ısıtılması ile başlamıştır. Açık devre sistemlerin verim düşüklüğü, ömür kısıtlılığı yanında hijyen şartlarının yetersiz oluşu ve tüm yıl boyunca kullanılamaması gibi dezavantajları, güneş enerjisi kullanımında açık sistemlerin yerlerini yavaş da olsa kapalı sistemlerin alması sonucunu doğurmuştur.



Şekil 14.4. YILLIK KULLANIM SUYU ISITMASI GEREKSİNİMİNE GÖRE, GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİNİN ENERJİ KAPASİTESİ

Kapalı sistemlerin verim değerlerinin ise kullanılan sistem parçalarının (kolektör, boyler vb) kalitesi ve uyumluluğu yanında, sistemin otomatik kontrolü ile direkt bağlantılıdır. Kapalı devre güneş enerji sistemleri genelde bir ısıtma sistem ile beraber uygulanmaktadır ve güneş enerjisinin gereksinimi karşılayamadığı zamanlarda, ısıtma sistemi konforu sağlayacak şekilde sıcak kullanım suyunu hazırlamaktadır. Gelişmiş güneş enerji sistemlerinde yeterli miktarda kolektör ve uygun depolama hacimleri ve otomatik kontrol sayesinde düşük sıcaklık ısıtma sistemlerine ısıtma desteği sağlamak mümkün olmaktadır.

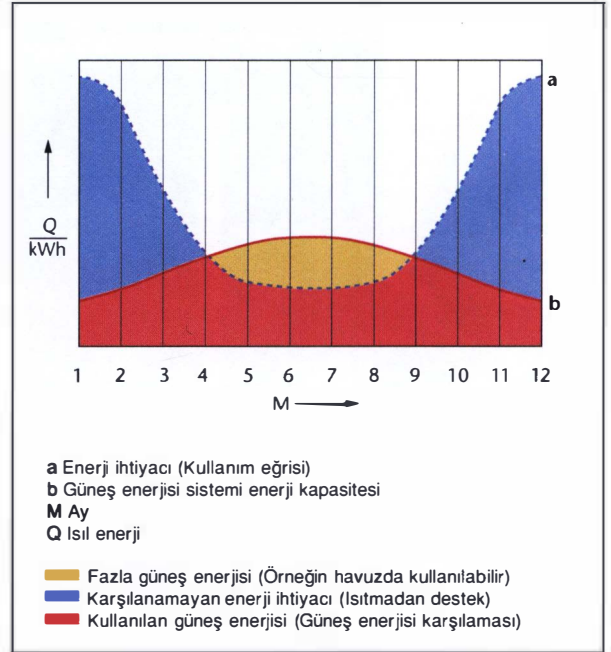
Güneş Enerjisi Sistemleri üç ana parçadan oluşur (Şekil 14.6).

- Güneş Kolektörü
- Güneş Enerjisi Boyleri
- Kumanda Paneli

14.1.4. GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ (Şekil 14.7)

Güneş kolektörlerinde aranan özellikler aşağıda sıralanmıştır.

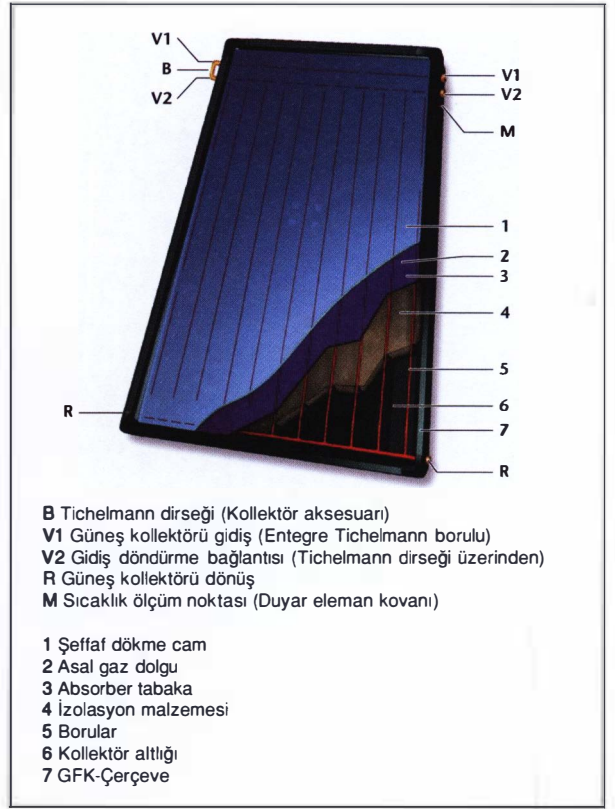
- Sürekli yüksek verim
- Uzun ömür
- Yüksek verim ve ısı izolasyonu sağlayan asal gaz içeren yapı
- Kolektörün özel dökme cam yüzeyi ve dış çerçevenin yakın genleşme katsayılarına sahip olmaları sayesinde sızdırmazlığın contasız olarak özel bir malzeme ile gerçekleştirilebilmesi



Şekil 14.5. YILLIK KULLANIM SUYU BİNA ISITMASI GEREKSİNİMİNE GÖRE, GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİNİN ENERJİ KAPASİTESİ

(Contalı bağlantılar gün içinde görülen yüksek kolektör sıcaklık farklarına ve ultraviyole ışınlarına uzun süreli maruz kalma durumunda sızdırmazlık sorunu yaratmaktadır.)

- Kolektör camının yüksek geçirgenliğe (yüksek absorpsiyon katsayısı) ve minimum yansımaya oranına (düşük emisyon değeri) sahip olması
- Dış çerçevenin geri dönüşümlü, hafif ve korozyondan zarar görmeyecek malzemeden imal edilmesi (özellikle denize yakın yörelerde)
- Kolektör içinde uygun boru bağlantısı ile mümkün olduğunca eş direnç sağlanması
- Korozyona dayanıklı, ısı iletim özelliği yüksek seçici özellikli bakır absorber ve kaynaklı absorber-bakır boru bağlantısı
- Basit ve hızlı montaj imkanı sağlayan, bakım istemeyen yapıya sahip olması
- Hafif ve yayılı ve noktasal yüklere dayanıklı yapı
- Kolektörler arası bağlantıların en kısa mesafede, en az ısı kaybı ve izolasyon ile entegre setlerle yapılabilmesi. Statik olmayan, zorlanmayan kolektör yapısı
- Minimum kolektör ısı taşıyıcı sıvı miktarı (ortalama 1 litre/kolektör)
- Kolektör alt yüzeyinde enerji kaybını, çatıya sıcaklık iletimini minimuma indiren ve maksimum verim sağlayan izolasyon (Şekil 14.8).



Şekil 14.8. GÜNEŞ KOLEKTÖRÜ İÇ YAPISI



Şekil 14.6. ISISAN BUDERUS GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ



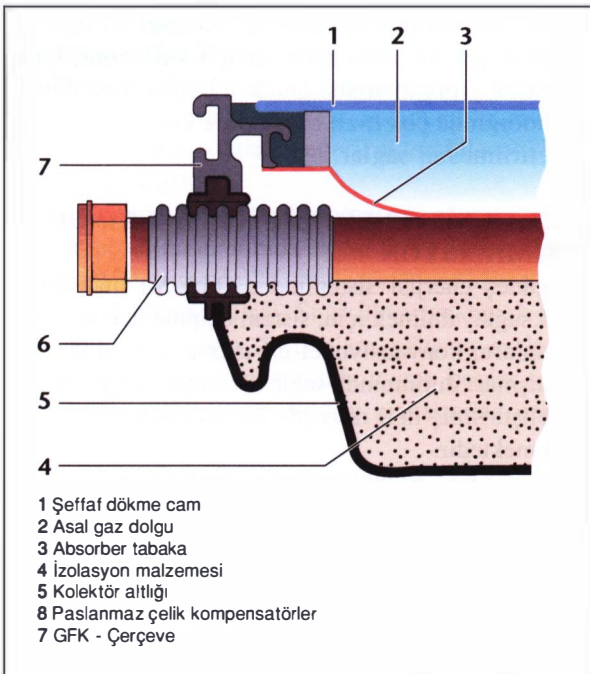
Şekil 14.7. GÜNEŞ KOLEKTÖRLERİ

- Maksimum kolektör yüzeyinin enerji iletimi için kullanılabilmesi
- Kolektörlerin beşik çatı üstü, çatı içi ve düz (teras) çatı olarak uygulanabilmesi
- Kirlenme, buğulanma, terleme, havalandırma ihtiyacı olmaması ve uzun ömürlü olması için hermetik yapıda olması
- Vidasız ve perçinsiz cam ve dış çerçeve bağlantısı ile nem girişini tam engellemeli
- Yüksek sıcaklığa ve sıcaklık farklarına, tüm hava şartlarına (kar, dolu vb) dayanıklı olması.
- Çatı alanından maksimum yararlanabilecek şekilde kolektör yerleştirme imkanı
- Kolektörün dik veya yatık montajının yapılabilmesi
- Kolektör çerçevesinin güneş ışınlarını yansıtmayan özelliğe sahip olması (parlak olmaması) (Şekil 14.9)

14.1.5. GÜNEŞ ENERJİSİ BOYLERLERİ

Güneş boylerlerinde aranılan özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Yüksek verim elde edilebilmesi için Termosifon prensibi ile çalışmalıdır. Termosifon prensibi ile kısa sürede kullanım sıcak suyu hazırlayabilecek iç dizayna ve serpantin yapısına sahip olmalıdır. Boyler hacmi içinde ısınan su yoğunluk farkı sayesinde boylerin üst tarafına çıkar ve yukarıdan aşağı kademeli bir ısınma sağlanır.
- Hijyen özelliği tam olarak sağlanmış olmalıdır. Su ile temas eden yüzeylerin termoglasür (çift kat cam) gibi hijyenik bir malzemeye kaplanması tavsiye edilir.



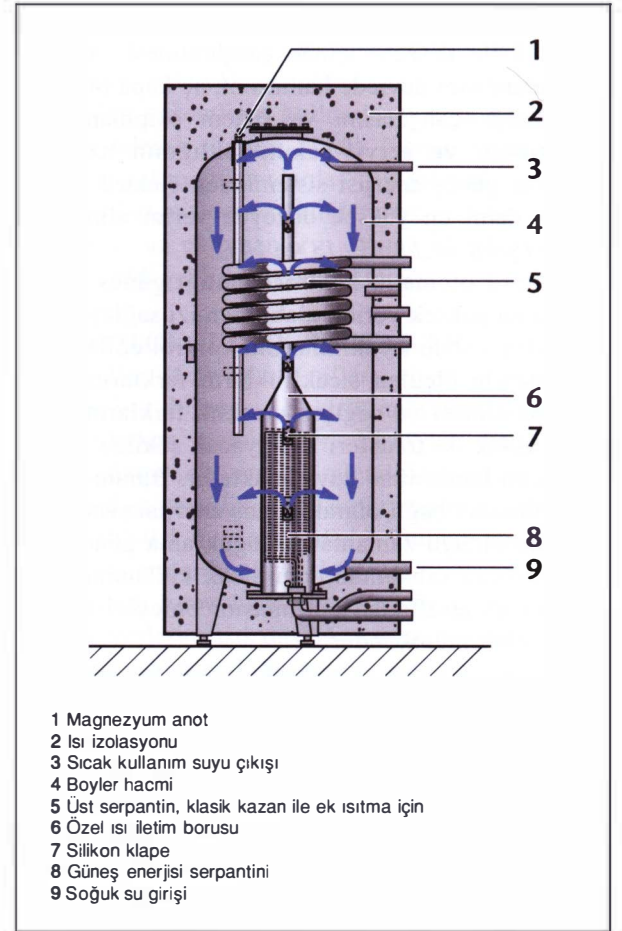
Şekil 14.9. DÜZLEMSEL KOLEKTÖR KESİT DETAYI

- İç yapı klor ve diğer korozif etkilere dayanıklı ve bakteri üremesine uygun ortam yaratmayacak kadar düzgün ve girintisiz çıkıntısız olmalıdır.
- Sıcak suyun toplandığı üst tarafta daha fazla olmak üzere boyler etrafında yeterli kalınlıkta izolasyon yapılmalıdır.
- Yeterli ışınım olmadığında, kazandan beslenen destek amaçlı ikinci bir serpantin veya elektrikli ısıtıcı montajı için rezervasyon bulunmalıdır.
- Kolay temizlenebilir yapıda olmalıdır. Alt veya yan tarafında temizleme için flanş bulunmalıdır.
- Sirkülasyon hattı için rezervasyon bırakılmış olmalıdır.
- Montajı kolay yapılabilmelidir (Şekil 14.10).

14.1.6. GÜNEŞ ENERJİSİ KONTROL PANELLERİ

Güneş enerjisi kontrol panellerinde aranılan özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Tam otomatik kontrol imkanı sağlanmalıdır.
- Tesisatta bulunan ısıtma sisteminden destek alabilecek veya ısıtma sistemine destek verecek şekilde sistemin kontrol paneli ile veri alışverişini yapabilecek ve uyumlu biçimde çalışabilecek yapıda olmalıdır.



Şekil 14.10. TERMOSİFON BOYLER ÇİFT SERPANTİNLİ

- Sistemde kullanılan pompa düşük enerji ile ve sessiz çalışmalıdır.
- Montaj/devreye alma ve bakım işlemleri basit olmalıdır.
- Panel kasası izole edilmiş olmalıdır.
- Işınlama ve ihtiyaca bağlı olarak oransal çalışma özelliğine sahip olmalıdır.
- Sistem verileri (kolektör, boyler sıcaklıkları, pompa çalışma kapasitesi, sistem çalışma süresi) kontrol paneli üzerinde bulunan kumanda ekranında görülebilmelidir.
- Kompakt bir yapıya sahip olmalı, ayrıca duvara veya modül olarak kontrol kazan paneline monte edilebilmelidir.
- Otomatik veya manuel çalışma seçenekleri olmalı, arıza halinde ikaz sinyali verilebilmelidir.
- Sistem Solar Optimizasyon özelliğine sahip olmalı, anlık güneş enerjisi yararlanma durumuna göre kazana aç/kapa komutu verebilmelidir.

Güneş enerji sistemleri, otomatik kontrolün duyar elemanlar yardımı ile yapılması ve sistem pompasının kendi debisini ayarlayabilme (modülasyon) özelliği sayesinde belirli sıcaklık farkları ile çalışma mantığını uygulamaya getirmiştir. Güneş enerji sisteminin beraber çalıştığı ısıtma sisteminin otomatik kontrolü ile iletişim içinde çalışabilmesi, sistemin daha uzun süre devrede kalmasını, aç-kapa olmaksızın pompa çalışmasını ve sistem ekipmanlarının dayanımını ve servis-bakım sıklığının azalması yanında, güneş enerjisi sisteminden elektrik harcamaları dahil en yüksek düzeyde verim alınmasını sağlar (Şekil 14.11, 12, 13 ve 14).

Yeni nesil otomatik kontrol mantığı güneş enerjisinden en yüksek verimi alabilmemizi sağlayan çok noktadan sistem sıcaklıklarının kontrol edilebilmesi, sistemin ölçülen sıcaklıkların farklarına göre aç-kapa alması ve değişen sıcaklık farklarına göre hep yüksek ısı transferi sağlayacak şekilde pompa debisinin kontrolüne dayanmaktadır. Bunun yanında kullanıma bağlı olarak güneş enerjisi sisteminin devrede olduğu zamanlarda soğuk ama güneşli bir kış gününün sabahında dahi sıcak kullanma suyunun kazan tarafından ısıtılmasını önleyici kontrol senaryoları mümkündür.

Güneş enerjisinden en yüksek oranda faydalanabilmek için depolama hacimleri büyük tutulmaktadır. Böylece depolanan enerji miktarı da artmaktadır. Ancak depo hacminin büyük olması klasik boylerde dezavantaj olabilmektedir. Bu yüzden güneş enerjisi boylerleri çok iyi izolasyona sahip olmalı, özellikle boylerin üst kısmında artırılmış izolasyon kullanılmalıdır. Aksi takdirde boylerden istenen sıcaklıkta (konfor sıcaklığında) su alınması güçleşmekte, boyler soğumaktadır ve sistemde boyler ayar sıcaklığına ulaşamadığı zaman kazan desteği

devreye girmekte ve boyler kazan tarafından ısıtılmaktadır. Klasik sistemlerde güneşten elde edilen enerji büyük olan su kütesinin sıcaklığını kimi zaman ancak birkaç derece yükseltebilmektedir, özellikle kullanımın yoğun olabileceği sabah saatlerinde veya kış aylarında zaten düşük miktarlarda olan güneş ışınımından verimli şekilde faydalanabilmek zorlaşmaktadır. Az ama artan miktarda güneş ışınımı olan sabah saatlerinde eğer boyler sıcaklığı belli bir hızla yükseliyorsa bile kazanın devreye girmesi önlenememektedir. Oysa debi kontrollü bir sistemde ışınım miktarı ve boyler yükü dikkate alınarak debi en uygun seviyede tutulmakta, gerektiğinde kolektör ile boyler sıcaklık farkına bağlı olarak düşürülen debi sayesinde yüksek sıcaklıkta su serpantine yollanmakta ve boylerin üst katmanlarında en zor şartlarda bile hazır sıcak su sağlanabilmektedir.

Güneş Enerji Sistemleri yeterli miktarda kolektör ve uygun depolama hacimleri ile ısıtmaya destek için kullanılmaktadır. Bu sistemler sıcak kullanma suyu üretimi ve ikincil olarak ısıtmaya destek için kazana dönen su sıcaklığını artırmak mantığıyla çalışırlar. Bunun yanında ısıtma desteği yerine ikincil devre bir havuz ısıtması da olabilir. Bu tip uygulamalarda ikincil devrenin ısıtma sistemi otomatik kontrolü ve bu sistemin güneş enerjisi sistemi ile uyumlu çalışması verim artırıcı bir etkidir. Bunun yanı sıra hafta sonu ve yazlık ev olarak kullanılan mekanlarda iki veya üç adet kolektör ile sıcak kullanım suyu üretimi için kurulmuş düşük maliyetli sistemlerin, binanın kullanılmadığı zamanlarda, harici bir pompa ve güneş enerji sistemine ilave edilmiş bir eşanjör yardımıyla, binanın ısı sığasını artıracak şekilde nem alma amaçlı kullanımı, binanın gerek yıpranmaması gerekse evin ısıtma devreye alındığında çok hızlı bir şekilde konfor sıcaklığına getirilmesini sağlar.

14.1.7. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİNDE OPTİMİZASYON

Bir güneş enerjisi sisteminden (G.E.S.) maksimum fayda sağlayabilmek için, sistem ekipmanları arasında ve bunların konvansiyonel bir ısıtma sistemi ile olan eş çalışması durumunda solar optimizasyon mantığında geliştirilmiş ileri düzeyde bir otomasyon kontrolü gerekmektedir.

G.E.S.'lerinde solar fonksiyon modülü ve kumanda paneli sayesinde güneş enerjisi sisteminden en yüksek fayda elde edilmesi amaçlanmaktadır. G.E.S. ile birlikte mevcut ısıtma kazanı da aynı panelden kontrol almakta, böylece hem yatırım maliyetleri azalmakta hem de iki sistem (G.E.S. ve ısıtma kazanı) arası maksimum uyuma ulaşılmaktadır. Bu sayede klasik G.E.S.'lerine göre %10 enerji tasarrufu sağlanabilmekte ve şalt sayısı %24 azaltılabilmektedir.

- Optimizasyon özellikli bir G.E.S.'inde;
- G.E.S. açma-kapama komutu kolektör ve boyler sıcaklık farklarına göre oluşmaktadır.
 - Boyler alt duyar elemanı ile kolektör duyar elemanı arasındaki sıcaklık farkı $dT = 10K$ olduğunda sistem pompası %100 debide çalışmaya başlanmaktadır. Boylerin ortasında bulunan duyar elemanın algıladığı sıcaklık $45^{\circ}C$ 'ye gelene kadar pompa debisini azaltarak (low flow) kolektör grubundan en yüksek sıcaklıkta suyun boylerin güneş enerjisi serpantinine girişini sağlar. Böylece güneş enerjisi boyleri (sistem ile uyumlu özel termosifon boyler) düşük debili akışla yukarıdan aşağıya doğru ısıtılır. Termosifon boylerdeki silikon klapelerin de yardımıyla boyler içerisinde bir sıcaklık dengesi oluşmaktadır. Üst kısım ısıtıldıktan sonra boyler orta duyar elemanından aldığı komut ile sistem pompası yüksek debide (high flow) çalışarak boylerin alt kısmını da ısıtmaktadır. Bu şekilde boyler içerisinde su hareketi en aza indirilmekte su öncelikle yukarıda depolanmakta ve kullanılabilir. Eğer sistemde iki boyler var ise (kullanım suyu ve ısıtma destek boyleri) bu iki boyler arasında da bir optimizasyon yapılmaktadır. İki boylerli bir sistemde kullanım suyu boyleri öncelikli boylerdir. Eğer 1. boyler ayar sıcaklığına ulaşmış ise veya güneş enerji sistemi artık 1. boyleri ısıtacak su sıcaklık değerleri ile çalışmıyor ise, otomasyon 2. boyleri ısıtılmasını sağlayacak şekilde kumanda verir ve 30 dakika süreyle ikinci boyler ısıtılır. 30 dakikada bir otomasyon 1. boylerin tekrar ısıtılabilme imkanı olup olmadığını duyar eleman ölçümleri ile kontrol eder. 1. boylerin ısıtılması mümkün ise 1. boyler ısıtılır, değil ise 2. boylere enerji aktarımına devam edilir. Burada öncelikli amaç sistemin enerji aktarabileceği boylere çalışmasıdır.
 - Bu otomasyonda çalışma prensibi; eğer 1. boyler ayar sıcaklığının altında ise ve kolektörde sıcaklık artışı 120 saniyede 2K ve üzerinde ise sistem tekrar 1. boylere çalışır. Sıcaklık artışı bu değerlerin altında ise sistem 2. boylere çalışmaya devam eder. Bu çalışma mantığında uygun boyler tercih edilerek güneş enerjisinden maksimum oranda verim elde edilir.
 - Sistem pompası %30 kapasite ile çalışırken, kolektör sıcaklığı ile boyler alt duyar elemanının algıladığı sıcaklık arasındaki fark $dT = 5 K$ olduğunda sistem kapama komutu alır.

“Solar Optimizasyon” adı verilen özel uygulama ile G.E.S. devrede ve boyler alt ve orta duyar elemanlarındaki sıcaklık artışı istenilen değerin üzerinde ise, kazanın boyleri ısıtmak için devreye girmesi boyler istenilen sıcaklıkta değilse bile önlenir.

Örneğin ayar sıcaklığı $45^{\circ}C$ ise, bu şartta kontrol paneli ayar sıcaklığını kullanıcının izin verdiği değere kadar düşürerek, kazanın devreye girmesini engeller. Başka bir optimizasyon ise; boyler alt kısmında sıcaklık $30^{\circ}C$ 'ye ulaşmış ise boylerin üst kısımlarında sıcaklık daha yüksek olacağı kabulünden yola çıkarak kazanın devreye girmesi otomasyon tarafından önlenir. Her iki durumda da kullanıcının sıcak su konforunun bozulmaması için duyar elemanların ölçümleri doğrultusunda, ani ısı gereksiniminde otomasyon kazana aç komutu verecek şekilde bir senaryo ile programlanmıştır. Böylece kısa sürede güneş enerjisi en verimli şekilde kullanılarak ve kazanın gereksiz yere devreye girmesi engellenerek sıcak su konforu sağlanmış olur. Klasik sistemlerde bu koşulda kazan devreye girip boyleri ısıtacaktır. Bu durumda güneş enerjisinden yeterince faydalanılmamış olacaktır.

Güneş enerjisi sistemleri (G.E.S.) düşük sıcaklık uygulamalarında her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Bireysel ve küçük sistemler yanında orta ve büyük ölçekli sosyal tesis ve otel vb uygulamalar hızla artmaktadır. Güneş enerji sistemlerinin mevcut konvansiyonel ısıtma sistemleri ile iletişim halinde çalışması mümkün olmuş ve böylece sistem verimliliği artmıştır. Güneş enerjisi sistemlerinin fizibilitesi yapıldığında yüksek teknoloji ürünleri cihazlar ile oluşturulan sistemlerin kullanılan yakıtla bağlı olarak geri ödeme süreleri büyük ölçekli sistemlerde 2-4 yıl, evsel uygulamalarda 7-10 yıl aralığındadır. İklim şartları, sistem sıcaklıkları, otomasyon ve sistemi oluşturan ekipmanların uyumu bu geri ödeme süreleri ciddi şekilde etkilemektedir.

14.1.8. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER

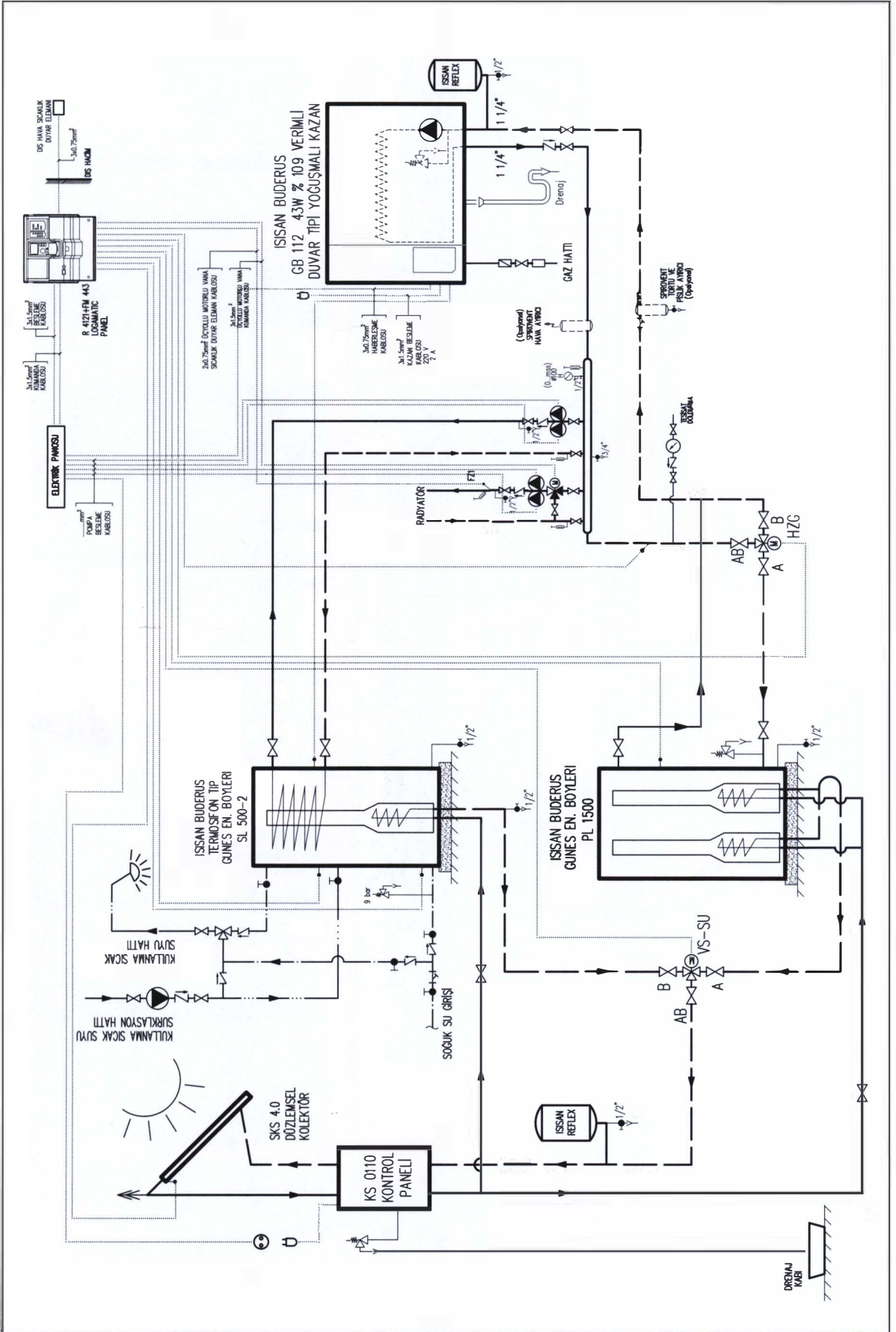
Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm^2 civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır. Bunlar polikristal silisyum hücrelerdir (Şekil 14.15).

Güneş pilleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Pilin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak % 5-20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir.

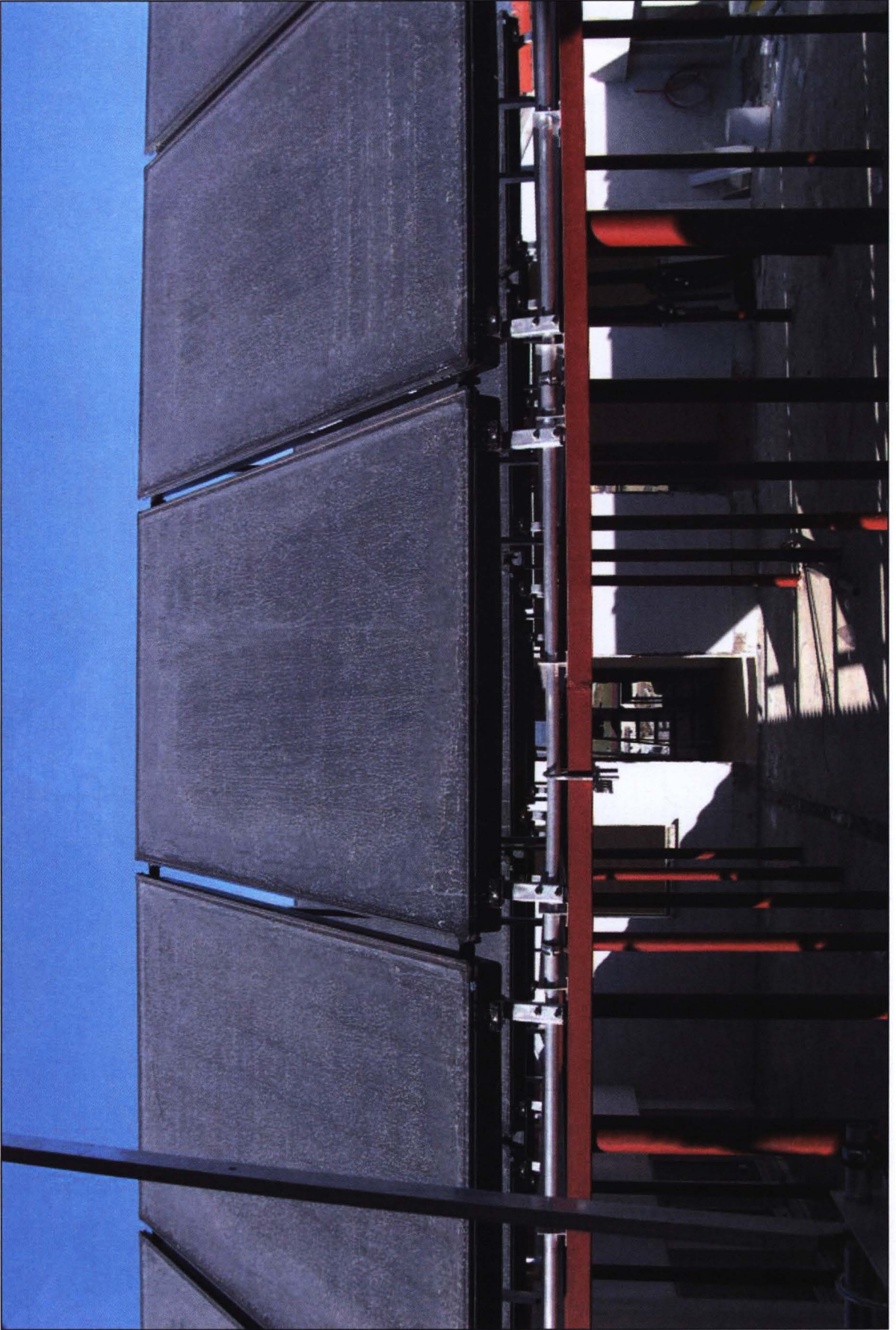
Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç W'tan MW'lara kadar sistem oluşturulur (Şekil 14.16).



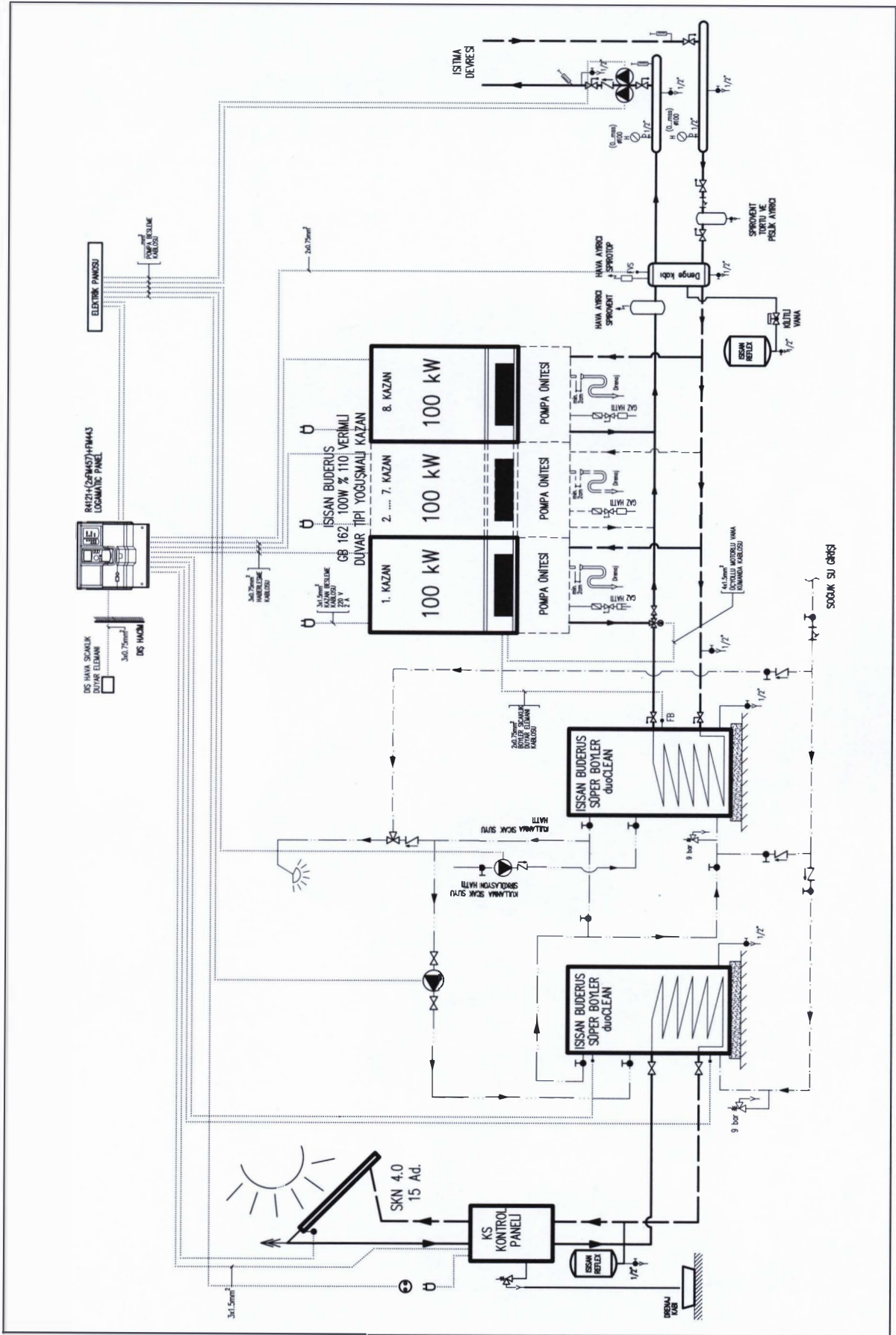
GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ KOLEKTÖR YERLEŞİMİ ÖRNEĞİ - VİLLA UYGULAMASI



Şekil 14.11. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI - TEK YOĞUŞMALI KAZANLI VILLA UYGULAMASI

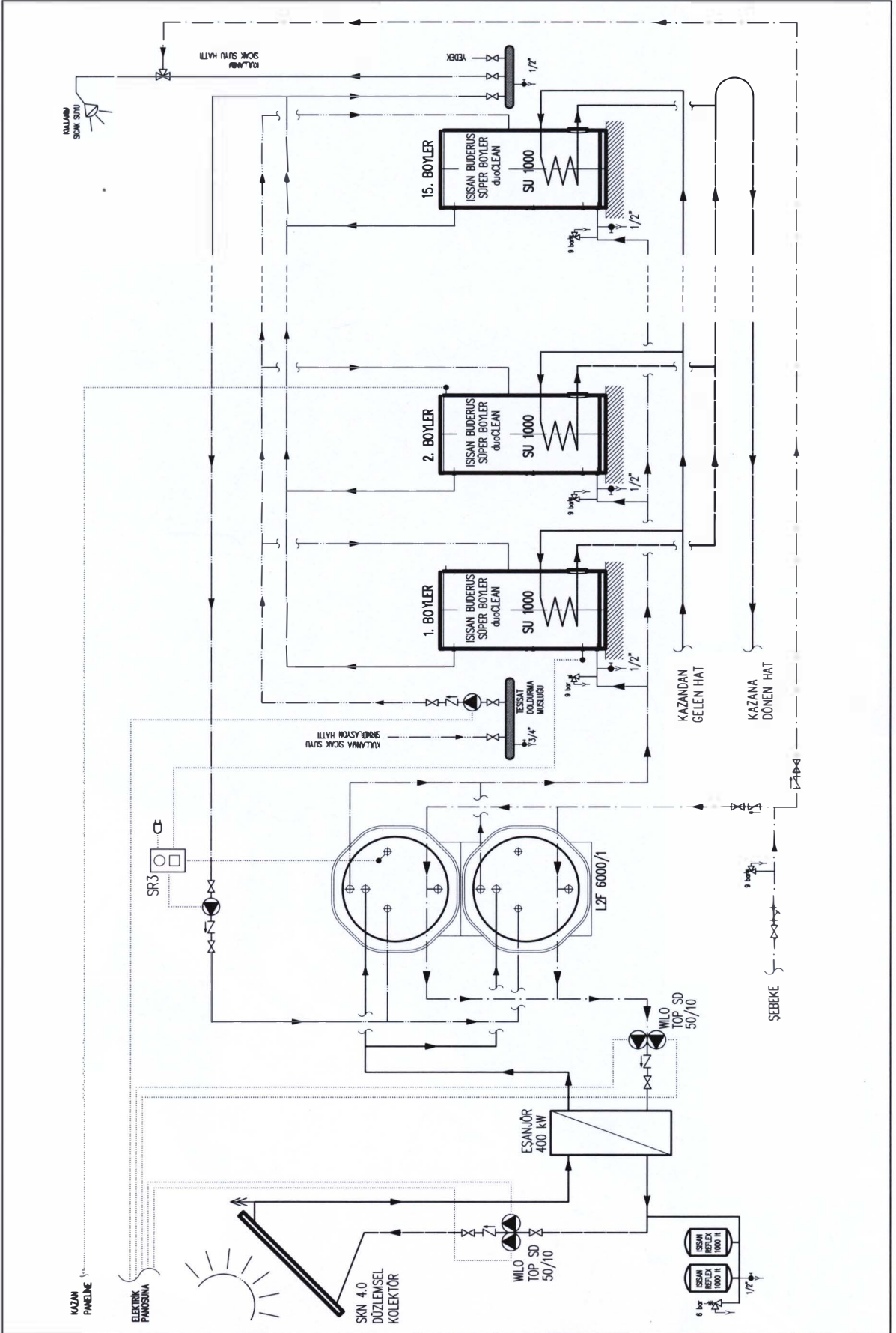


GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ KOLEKTÖR YERLEŞİMİ ÖRNEĞİ - OTEL UYGULAMASI

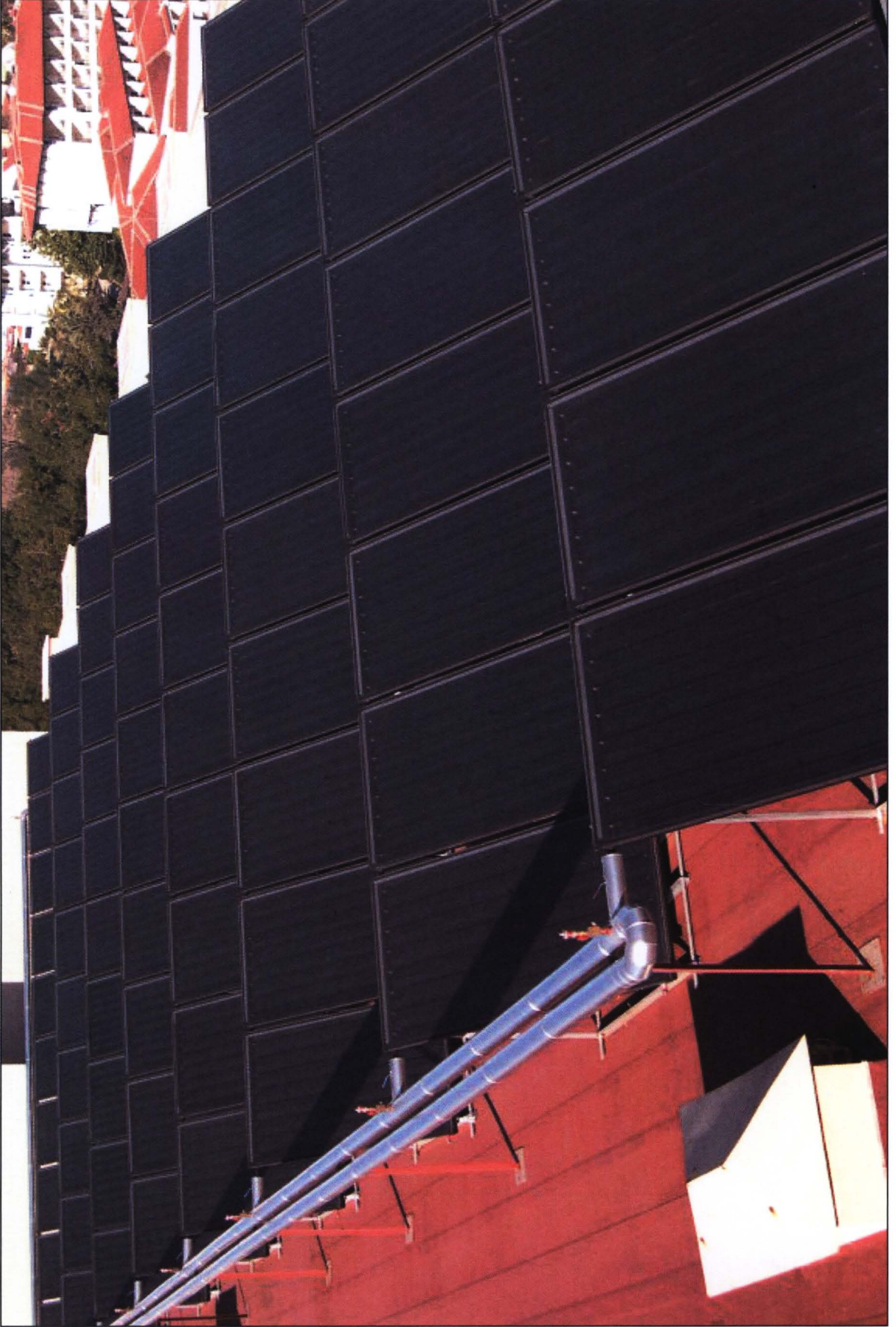




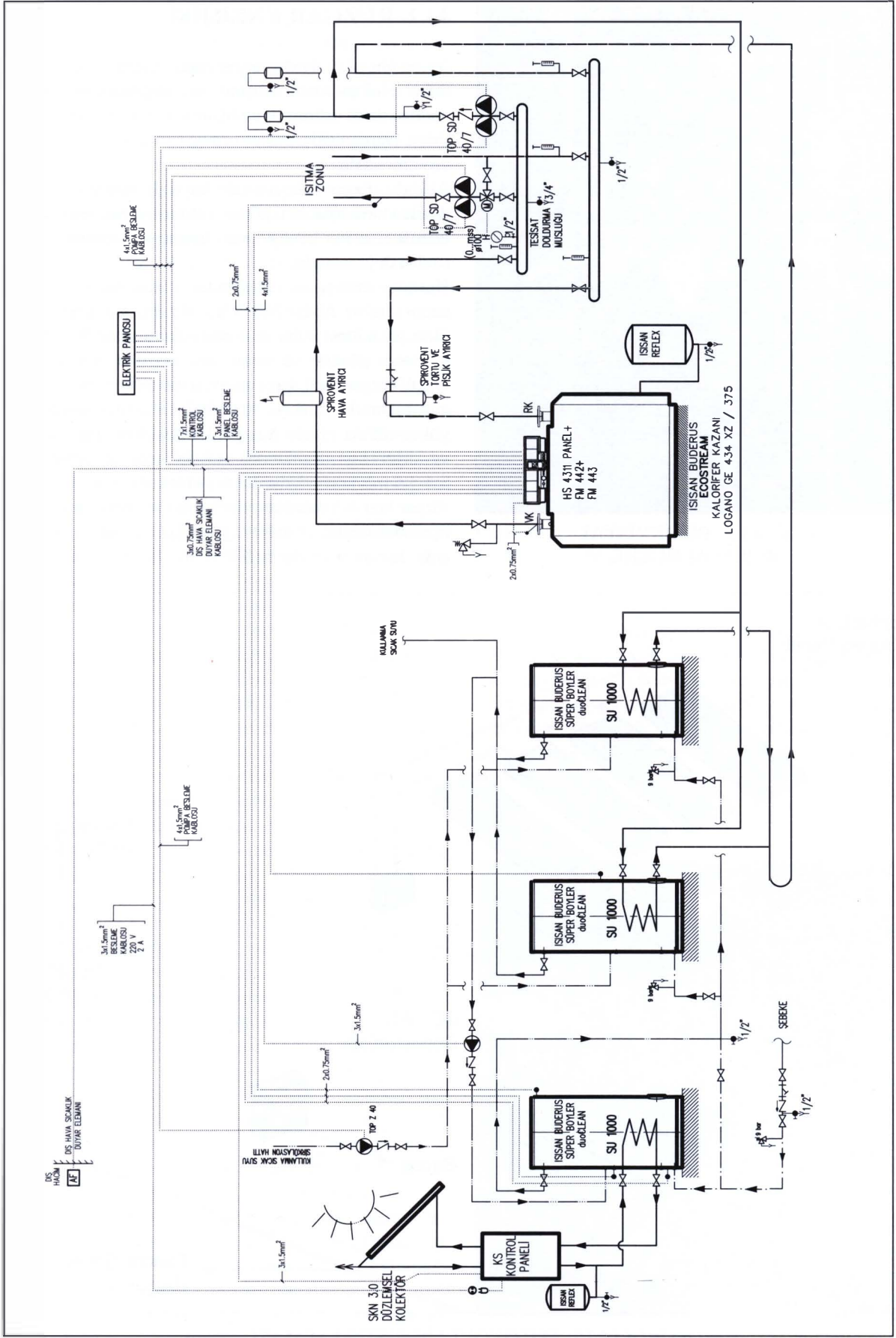
GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ AKÜMÜLASYON TANKLARI YERLEŞİMİ ÖRNEĞİ - OTEL UYGULAMASI



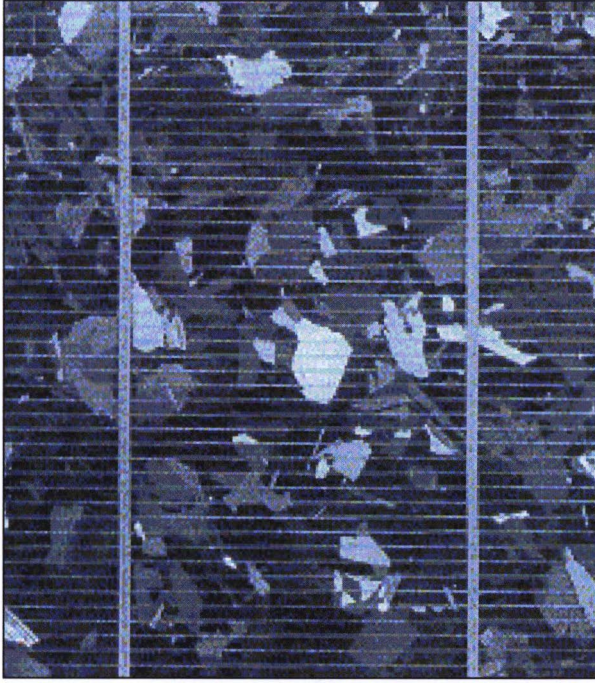
Şekil 14.1.3. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI - EŞANJÖR, AKÜMÜLASYON TANKI VE BOYLERLİ OTEL UYGULAMASI



GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ KOLEKTÖR YERLEŞİMİ ÖRNEĞİ - OTEL UYGULAMASI



Şekil 14.14. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI - ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZANLI OTEL UYGULAMASI



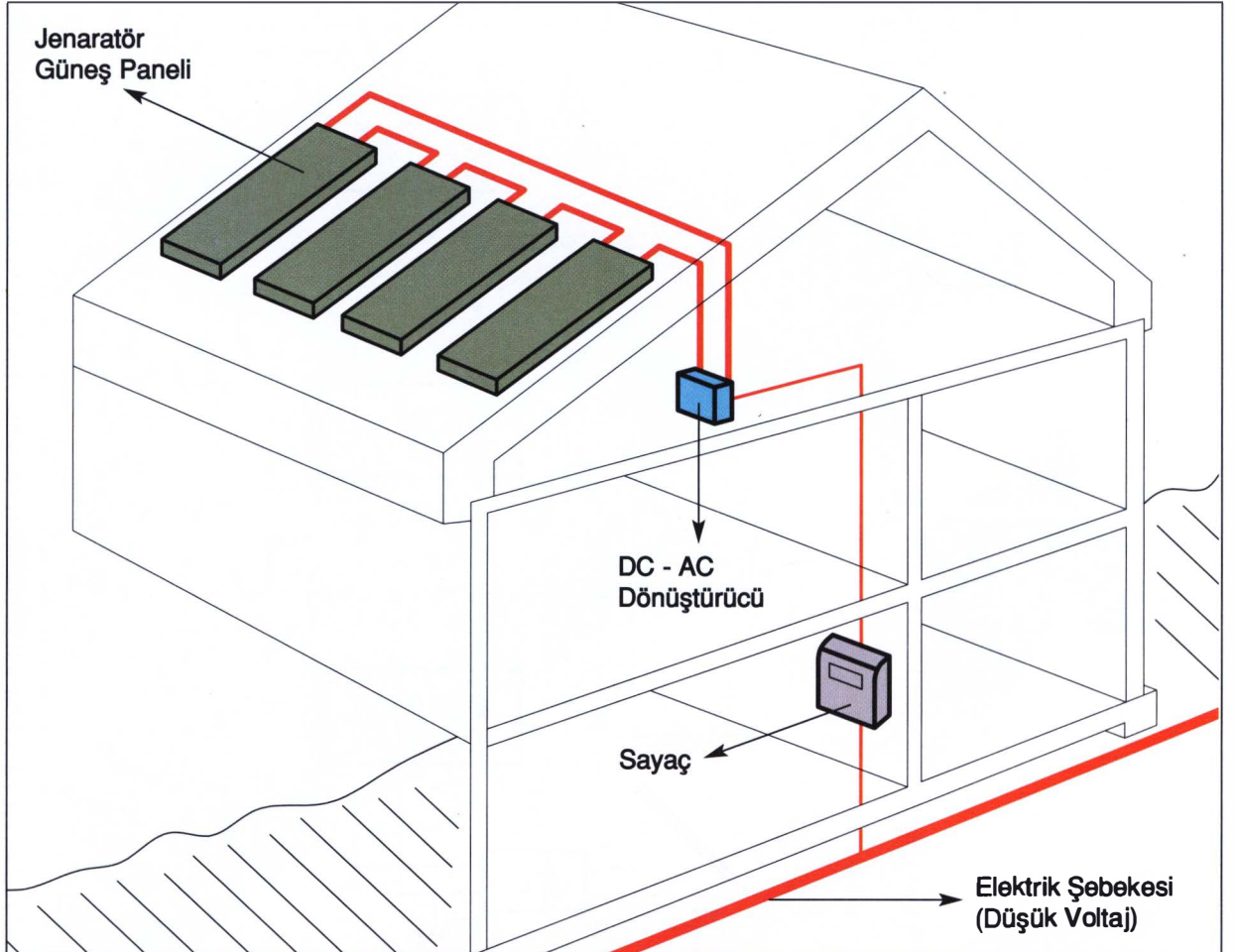
Şekil 14.15. POLİKİSTAL SİLİSYUM HÜCRE

14.2. RÜZGAR ENERJİSİ

İnsanoğlu yüzyıllardır rüzgar enerjisinden yararlanmaktadır. Hollanda'nın meşhur yel değirmenleri rüzgar enerjisi ile su çekme ve un öğütme konusunda iyi örneklerdir. Günümüzde modern rüzgar türbinleri ile elektrik üretilmektedir.

Aslında rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Rüzgar denilen hava akımları, güneşin atmosferi homojen olarak ısıtmamasından kaynaklanan basınç ve sıcaklık farklarından doğmaktadır.

Havanın kütlesi az olduğundan rüzgardan sağlanacak enerji miktarı, rüzgar hızına bağlıdır. Rüzgar hızı yükseklikle, gücü hızın kübü ile orantılı olarak artar. Sağlayacağı enerji gücüne ve esme saat sayısına göre değişir. Özgül rüzgar gücü, hava akımına dik birim yüzeye düşen güç miktarıdır. Türkiye'de yerleşim alanları dışında 10 m yükseklikteki rüzgar hızı yıllık ortalaması, Ege Bölgesi ve diğer kıyı alanlarında 4,5-5,6 m/s, iç kesimlerde 3,4-4,6 m/s arasındadır. 10 m yükseklikte yıllık ortalama rüzgar hızı 4-5 m/s olan yörelerimizde, türbin kurulması açısından önemli olan 50 m yükseklikteki güç yoğunluğu çoğu kez yıllık ortalama 500 W/m² düzeyini aşmaktadır.



Şekil 14.16. FOTOVOLTAİK SİSTEM ŞEMASI

Türkiye’de rüzgar enerjisinden faydalanmak amacıyla çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmaların ilki potansiyel belirleme çalışmalarıdır. Bu amaçla ilk aşamada belirlenmiş rüzgar enerjisi yönünden umut verici yerlerde Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından Rüzgar Enerjisi Gözlem İstasyonları kurulmuştur. Bu istasyonlarda mikro işlemci kontrollü veri toplama sistemleri ile genelde 10 metre yükseklikten birer saatlik ve onar dakikalık periyotlarla veriler toparlanmakta ve arşivlenmektedir. Yapılan teorik çalışmalara göre, Türkiye’nin karasal alanlarında 400 milyar kWh/yıl brüt potansiyel ve 120 milyar kWh/yıl teknik potansiyel olduğu hesaplanmıştır. Buradaki brüt potansiyel 160.000 MW, teknik potansiyel de 48.000 MW rüzgar gücüne karşılıktır. Ancak Türkiye’nin ekonomik rüzgar potansiyelinin 50 milyar kWh/yıl olduğu zannedilmektedir, buna karşılık kurulması gereken rüzgar gücü ise 20.000 MW’dır. Rüzgar enerjisi zenginliği sırasıyla Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyı alanlarına bulunmaktadır. Bunun yanı sıra Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Doğu Anadolu’da rüzgarca zengin yörelerin var olduğu bilinmektedir.

Rüzgar türbinleri de bir kule üzerine monte edilmektedir (Şekil 14.17). Yaklaşık 30 metre ve daha yüksek olan kule uzunlukları ile daha hızlı ve daha az türbülanslı rüzgar profilleri yakalamak mümkündür. Türbinler 2 veya 3 kanatlı yapıda olup rüzgarı yakalarlar ve kanatlar dönmeye başlar böylece oluşan kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşür. Rüzgar türbinleri elektrik şebekesinden bağımsız istenen yerde elektrik üretirler (örneğin şehir dışında bir çiftlik evi), daha büyük ölçekli rüzgar türbinleri ise şebekeye bağlanabilir, bir çok türbinin oluşturduğu rüzgar çiftlikleri elektrik santrali gibi çalışırlar ve elektrik satarlar. 3 kanatlı bir türbin 11-12 m/s’lik bir rüzgar hızında maksimum gücüne ulaşmaktadır.

Rüzgar türbinleri için en uygun yerleşimler, ulaşımı her zaman mümkün, trafo merkezlerine yakın, ormansız tepelerdir (Balıkesir-Şamlı, İzmir-Çeşme, Gelibolu-Fındıklı).

İkinci derecede uygun alanlar, ulaşımı her zaman mümkün olan, trafo merkezine yakın, kıyı kesimleridir. (Bandırma-Manyas, Karabiga, Çeşme).

Üçüncü derecede uygun alanlar, ulaşımı her zaman mümkün, trafo merkezine yakın açık arazilerdir (tarlalar, bahçeler).

Dördüncü derecede uygun alanlar ulaşımı mümkün ama orman içinde türbinlerin dikilmesi, bakım ve onarımı için yol yapılması zorunlu olan, trafo merkezine çok yakın olmayan, kısmen ormanlık tepelerdir (İzmir-Çeşme, Kocadağ, Çanakkale-Ayvacı, Bozcaada, Gelibolu).

Beşinci derecede uygun olan yerleşimler, ulaşımı her zaman mümkün fakat orman içinde türbinlerin dikilmesi, bakım-onarım için yeni yol yapılması zorunlu, trafo merkezlerine uzak, ormanlık tepeler olmaktadır (Balıkesir-Balya, Yenice, Çanakkale-Çan, Biga, İzmir-Bergama). Bunun dışında rüzgar türbinlerinin yer seçiminde dikkat

edilecek diğer bir husus ise kanunlar ve uluslar arası anlaşmalarla korunan orman, milli park, tarihi sit ve koruma alanları vb ile doğal yaşama alanlarına (deniz kaplumbağaları, Akdeniz foku, göçmen kuşların göç yolları üzeri vb) zarar vermeyecek şekilde hareket edilmesidir.

Rüzgar enerjisinin kullanımı 1970’li yıllardan sonra başlamıştır. Şu an dünyadaki kurulu güç yaklaşık Avrupa’da (lider ülkeler Almanya, Hollanda, Danimarka) 6.500 MW, Amerika’da 2.000 MW, Asya’da 1.200 MW’dır. Türkiye’deki kurulu güç 9 MW mertebesindedir.

14.2.1. RÜZGAR GÜCÜNÜN ÖZELLİKLERİ

- Modern türbinler 2-3 kanatlıdır.
- İki türbin arası uzaklık 150-300 m arası değişebilir. Arazinin büyük kısmı tarım, hayvancılık gibi işlerle değerlendirilebilir.
- En ekonomik santral 10-30 MW arasındadır.
- Enerji üretimi rotor yüksekliğine, rüzgar hızının küpüne ve kanatların süpürme alanına bağlıdır.
- Rüzgar hızı yükseklikle artar, kuleler 30-50 m yüksekliğindedir.
- Beklenen türbin ömrü 20 yıldır.
- Rüzgar türbini karada veya denizde kurulabilir.

Rüzgar enerjisi sistemleri artan elektrik fiyatlarına alternatif oluşturmaktadır. Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltan, çevreyi kirletmeyen bir enerji sistemidir. İlk yatırım masrafları yüksektir, ancak ömür boyu kullanım ve bedava enerji sağladığı için konvansiyonel sistemlere alternatiftir. Enerji maliyeti olarak bakıldığında rüzgar ile elektrik üretiminde sent/kWh fiyatı 6 mertebesinde iken, bu rakam hidroelektrik santrali ile elektrik üretiminde 12, nükleer güç ile elektrik üretiminde 7,3 mertebesindedir. Doğal gaz ile elektrik üretiminde ise ortalama sent/kWh fiyatı 4,7 mertebelerindedir.



Şekil 14.17. RÜZGAR TÜRBİNLERİ

14.3. ISI POMPALARI (Şekil 14.18)

Isı pompası teknolojisi uzun yıllardır bilinmekle birlikte ticari olarak yaygın kullanılmaya başlanması, ancak son yıllarda mümkün olabilmektedir. Isı pompalarında fosil yakıtlar kullanılmadığı için alternatif ısıtma sistemi olarak düşünülebilir. Isı pompası çalışma mantığı toprak, hava



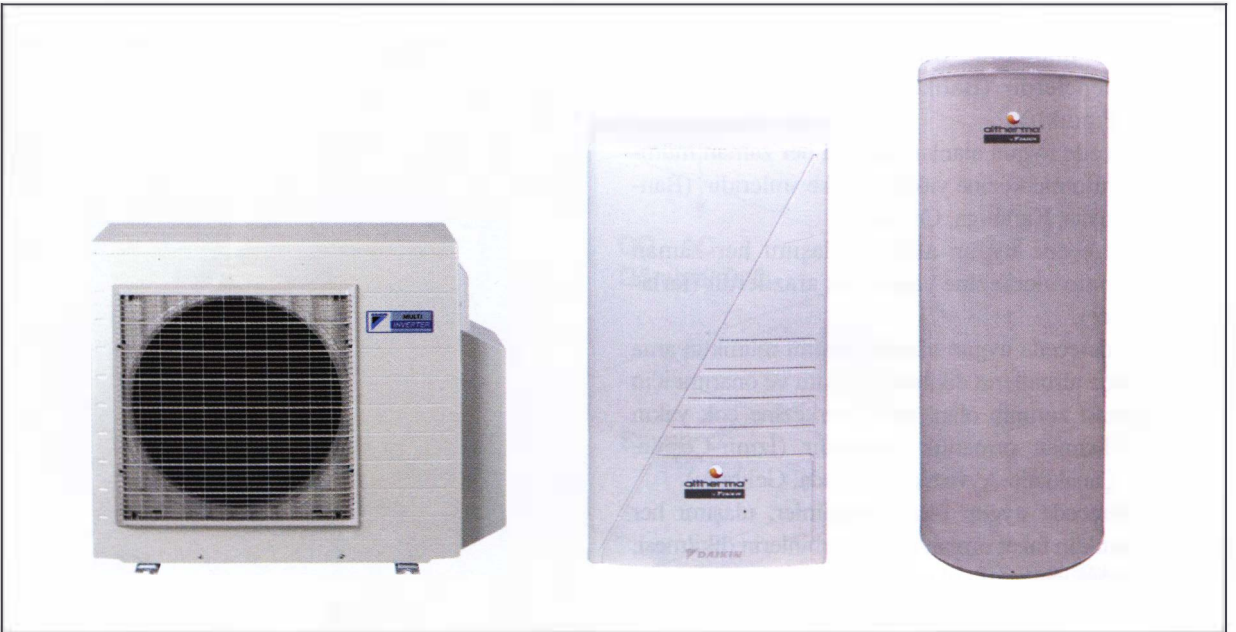
Şekil 14.18. ISI POMPASI

veya su gibi ısı kaynaklarından elde edilen enerjinin ısı pompasının kapalı devresinde bulunan buharlaştırıcı üzerinden alınması ile ısı taşıyıcı sıcaklığının artırılması ve buharlaştırılması, kompresör yardımı ile basınç ve sıcaklığı iyice artırılan gazın enerjisini yoğuşturucu üzerinden kullanılacak kapalı devrede bulunan suya aktarılmasına dayalıdır. Yoğuşturucuda enerjisini bırakan gaz tekrar buharlaştırıcıya girmeden genişleme vanasından geçirilir. Günümüzde ısı pompalarının çalışması için gerekli olan elektriğin üretiminde büyük oranda fosil yakıtların kullanıldığı unutulmamalıdır. Enerji Ekonomisi anlamında bakıldığında ısı pompalarının her zaman ekonomik olduklarını söylemek doğru değildir. Isı pompalarının ekonomikliği alternatif olan yakıtla bağlıdır. Örneğin doğal gazın bulunduğu bir yerde, ısı pompaları doğal gaz karşısında ekonomik olarak çalışmamaktadır. Bu durum elektrik enerjisi ve doğal gaz enerji birim maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Propan veya mazota alternatif olarak ise ısı pompaları ekonomiktir. Isı pompalarını enerji ekonomisi açısından değerlendirdiğimizde, sistemdeki pompanın sürekli çalıştığını da hesaba katmalı ve bunun sistem COP'sine etkisini de göz ardı etmemeliyiz.

Isı pompaları hava, su veya toprak kaynaklı olabilir. Bu üç kaynaktan yararlanarak ısıtma yapabilen çok sayıda alternatif çözüm üretilebilir. Burada havadan suya, sudan suya ve topraktan suya olmak üzere, üç tip üzerinde durulacaktır.

14.3.1. HAVA KAYNAKLI ISI POMPALARI (Şekil 14.19)

Hava kaynaklı ısı pompaları dış ortama veya kazan dairelerine iç ortama yerleştirilebilir. İç ortama yerleştirildiğinde, hava kanalı bağlantısı yapılması tavsiye edilir. Dış hava



Şekil 14.19. HAVA KAYNAKLI ISI POMPASI

kanalla cihaza ulaştırılıp, kullanılmış hava cihazdan tekrar dışarı kanalla taşınmalıdır aksi halde cihazın girişinde hava sıcaklığı by pass etkisinden dolayı cihaz çıkış sıcaklığına yaklaşacak ve verim düşecektir. Hava hareketini sağlayan fan, cihazın entegre bir elemanıdır ve performans değerleri hesaplanırken bu fan da göz önüne alınmaktadır. Havadan çekilen ısı, kapalı sıcak sulu ısıtma devresinde dolaşan suya aktarılır. Klasik ısı pompalarında sıcak sulu ısıtma devresinde su sıcaklığı 55°C değerinin üzerine çıkamaz. Yeni nesil teknolojiler sayesinde 75°C değerlere ulaşılabilir. Hava kaynaklı ısı pompalarında COP değerleri 2,5 ila 4,1 değerleri arasındadır Yüksek COP değerleri ise ancak 35°C gibi düşük sıcaklık değerlerinde elde edilebilir. Bu nedenle hava kaynaklı ısı pompalarının kullanıldığı sıcak sulu ısıtma sistemleri düşük sıcaklık ısıtma sistemleri tercih edilmelidir. Bu amaca en uygun çözüm yerden ısıtma sistemleridir. Konutlarda ve küçük ticari uygulamalardaki ısı pompalarında hava çok kullanılan universal bir ısı kaynağıdır. Hava kaynaklı ısı pompaları 2-15 kW kapasite aralığında üretilmektedir. -20°C dış hava sıcaklığına kadar çalışır. Soğutucu akışkan sıcaklığı ısıtma modunda dış hava sıcaklığından 6-11°C daha soğuktur. Hava kaynaklı ısı pompalarında dış hava sıcaklığı ve buz oluşumu en önemli iki tasarım parametresidir. Hava sıcaklığı düştükçe ısıtmada pompanın verimi ve kapasitesi düşer. Cihaz kışın ısıtma yükünü belli oranda karşılarken, yazın soğutma modunda aşırı büyük kalmamalıdır.

Optimum cihaz boyutları açısından seçilecek denge sıcaklığı çok önemlidir. Isı pompasının binanın ısı yükünün tamamını karşıladığı en düşük dış sıcaklık değerine denge sıcaklığı denir. Bu sıcaklığın altındaki hava sıcaklıklarında ikinci bir yardımcı ısıtıcı devreye girmelidir. Bu ısıtıcı genellikle elektrikli ısıtıcıdır. Öte yandan dış hava sıcaklığı 5,5°C mertebelerine indiğinde dış serpantin yüzey sıcaklığı 0°C mertebelerindedir. Bu dış sıcaklığın altında çalışmada eşanjörde buz oluşur. Oluşan buzun eritilmesi için defrost yapılır. Defrost sayısı pek çok faktöre bağlıdır. Nemli iklimlerde defrost ihtiyacı 20 dakikada bir değerine kadar inebilir. Bu sırada kaybedilen zaman ve harcanan elektrik enerjisi sistem veriminde hesaba katılmalıdır. Genellikle denge sıcaklığı 5°C mertebelerinde veya üzerinde olacak şekilde ısı pompası seçilir. Havadan suya ısı pompalarında konforun sağlanabilmesi için mutlaka takviye ısıtma yapılması ihtiyacı vardır. Avrupa'da yeni yönetmeliklerde bina uygulamalarında hacmin kullanımına bağlı olarak belirli miktarda havanın dışarı atılması (egzoz) ve taze hava alınması zorunluluğu getirilmeye başlanmıştır. Havanın ısı pompası üzerinden geçirilip dışarı atılması ile az da olsa kazanç sağlanmaktadır. Bu tip uygulamalar genellikle iç ve dış hava sıcaklık farklarının yüksek olduğu bölgelerde kullanılmaktadır. Sadece egzoz havası ile çalışan ısı pompalarının yanı sıra hem hava hem de özel toprak kolektörleri ile destekli ikiz ısı pompaları da bulunmaktadır (Şekil 14.20).



Şekil 14.20. HAVA/TOPRAK KAYNAKLI İKİZ ISI POMPASI

Bu tip sistemlerde hacmin ısı gereksinimi olmadığı durumlarda hava kaynaklı ısı pompası ile sağlanan enerji toprağa geri verilmekte ve toprak kaynaklı ısı pompası yardımı ile gereksinim olduğunda tekrar kullanılabilir. Hava kaynaklı ısı pompaları mevsim geçişlerinde ve ılıman iklimlerde avantajlıdır.

14.3.2. SU KAYNAKLI ISI POMPALARI

Su kaynaklı ısı pompaları uygulamaları su kuyuları, göl, akarsu ve deniz gibi yüzey suları veya atık enerjili sular ile yapılmaktadır. Su kaynaklı ısı pompaları evsel uygulamalarda genelde açık devreli sistemlerdir. Su kaynaklı ısı pompaları bugün için 90kW maksimum kapasitede üretilmektedir; ama uygulamalar 30 kW mertebelerine kadar pratikte yapılmaktadır. En çok yapılan uygulama, kuyudan bir pompa yardımı ile alınan suyun ısı pompası üzerinden geçirilerek tekrar toprağa döndürülmesidir. Normal uygulamada ikinci bir kuyu açılarak su buraya verilmeli, yüzeye deşarj edilmemelidir. Açılan kuyuların arasında minimum 15 m mesafe olması ve zemin su akış yönüne dikkat edilmesi gerekmektedir. Besleme kuyusu 15 m derinliğinde, boşaltma kuyusu ise 25 m derinlikte uygulanmalıdır. Zemin suyu akış yönü besleme kuyusundan boşaltma kuyusuna olacak şekilde kuyu yerleşimi belirlenmelidir aksi halde by pass riski oluşacaktır. Burada, kullanılan kuyu suyunun kalitesi cihaz ömrü açısından çok önemlidir. Öncelikle su analiz edilmelidir. Suyun analizi sonucu yapısı uygunsa bakır eşanjörlü ısı pompası kullanılabilir. Su yapısı uygun değil ise, paslanmaz çelik eşanjörlü ısı pompası kullanmak gerekir. Bu durumda sadece mangan ve demir oranı dikkate alınmalı ve bu değerler kontrol edilmelidir. Isıtma devresi hava kaynaklı ısı pompası gibi eşanjör üzerinden ısıtılmaktadır (Şekil 14.21).

Kuyu ısı pompalarında iki çözüm vardır. İlkinde, kuyudan pompalanan su ısı pompası eşanjöründen dolaşır ve bir başka kuyuya geri verilir. Bu direk sistemler villa ısıtması gibi küçük uygulamalarda kullanılır. İkincisinde ise, kuyu suyu bir eşanjör aracılığı ile kapalı bir su devresinden ısı alır veya verir. Bu kapalı su devresine çok sayıda ısı pompası bağlıdır. Klasik kapalı su devreli su/su ısı pompası sistemlerindeki su soğutma kulesi/kazan çifti yerine su kuyusu gelmiştir.

Göl, akarsu ve deniz gibi yerüstü suyu uygulamalarında ısı kaynağı suyun özelliklerinden dolayı, kapalı bir çevrim olarak bir ısı eşanjörü üzerinden ısı pompası devresine enerji aktarmaktadırlar. İtalya'da yapılan bir çalışmada Akdeniz kıyılarında deniz suyu kullanan ısı pompaları ile COP değerlerinin 5 mertebesinde olacağı ifade edilmiştir. Bu uygulamada deniz suyu boru ile kazan dairesine pompalanır. Bu su filtre edilir, biyolojik oluşumlar için dozajlanır veya elektrotlar arasından geçirilerek yüklenir. Sonrasında bir ısı değiştirgecinden geçtikten sonra tekrar denize geri verilir. Burada deniz suyunun alım ağzı, deniz suyu ile temastaki yüzeylerde yosun teşkili ve tuzlu suyun

korozyon etkisi özel problemlerdir. Isı değiştiricisinde sekonder kapalı devre akışkanı olan temiz su soğutulur. Isı pompasının eşanjöründe bu temiz su dolaşır. Bu sistem göl gibi yüzey suları, endüstriyel atık sular, kalitesiz sular halinde de kullanılabilir (Şekil 14.22).

Primer ve sekonder devre arasında plakalı ısı eşanjörü kullanılır. Plakalı ısı eşanjörü seçiminde basınç düşümü ile, toplam ısı geçiş katsayısı arasında bir optimizasyon yapılması gerekir. Basınç düşümü işletme maliyetini artırırken, ısı geçiş katsayısının artması küçülen yüzeyler dolayısıyla yatırım maliyetlerini azaltır. Genellikle eşanjörler 1,7°C (luftan dönen su sıcaklığı ile eşanjörü terk eden su sıcaklıkları arasındaki fark) yaklaşımı ve basınç düşümünün 70 kPa'dan daha düşük olmasıyla seçilirler. Plakalı eşanjörler kolayca temizlenebildiğinden büyük kirlilik faktörleri hesaba konmamalıdır. Sistemde kullanılacak ısı pompasının eşanjörü direk ısı kaynağı su ile temas halinde olmayacağından ısı pompası eşanjörü için özel bir uygulama gereksinimi yoktur. Sistem bir toprak kaynaklı sistem gibi kapalı çalışmaktadır. Atık enerjili su uygulamalarında ise genelde suyun agresif özellikleri özel borulama, eşanjör ve pompa gereksinimini beraberinde getirmektedir. Yatırım maliyetini azaltmak için devre kısa borulama mesafeleri ile planlanır. Sistemde harici bir pompa ve ısı eşanjörü ile oluşturulur. Bu durumda bir tane fazla pompa ve eşanjörden kaynaklanan yatırım ve işletme maliyetlerinde artma olmaktadır. Bu tip uygulamaların avantajı atık suların bir proses sonucu elde edilmesi ve daimi yüksek enerjili sular olmaları sayesinde sistem COP değerinin yüksek olmasıdır.

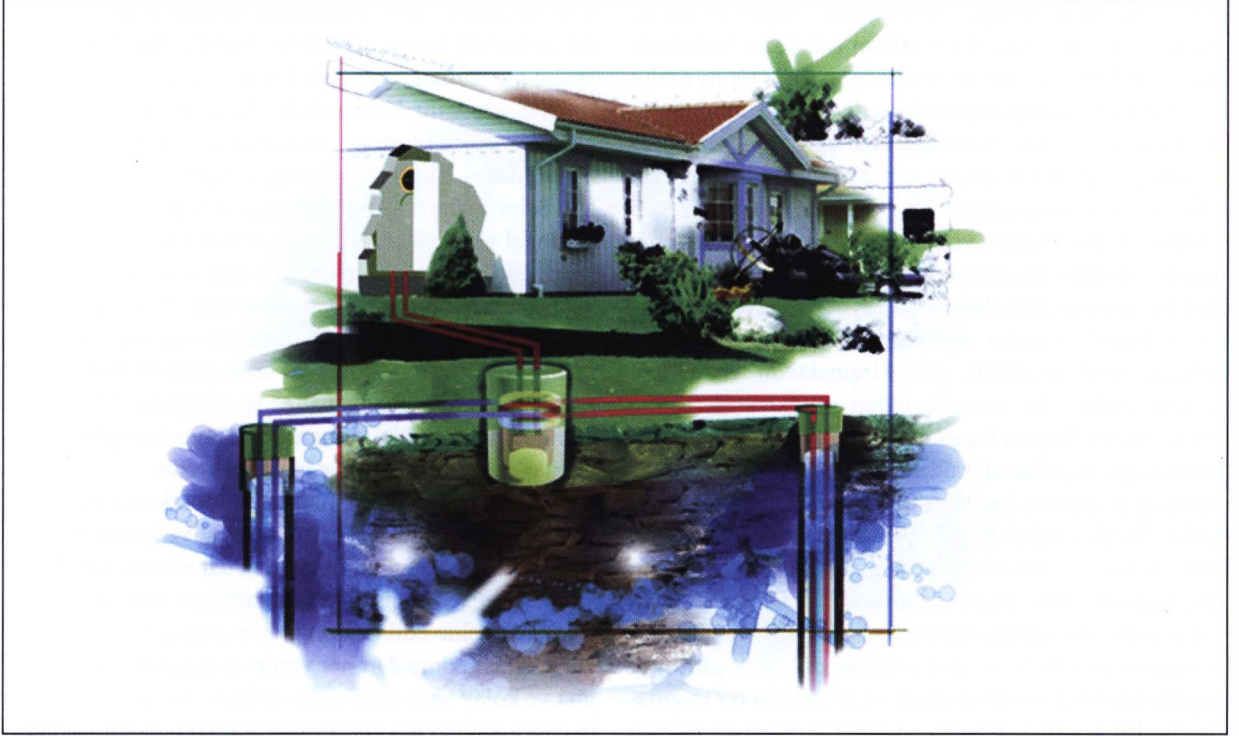
Su kaynaklı ısı pompaları COP değerleri göz önüne alındığında çok ekonomik sistemlerdir. COP değerleri çalışma sıcaklıklarına bağlı olarak 2,5 ila 6,0 arasındadır. Dezavantajları kaliteli ve bol su ihtiyacı, ısı değiştirgeçlerinde kireçlenme sorunları ve pompa enerjisine olan gereksinimdir. Bu sistemlerde suyun kalitesi çok önemli bir parametredir. Yer altı suyu sıcaklığı 7-12°C kabul edilebilir. Cihaz çalışma aralığı 7-25°C değerindedir. Kaynak sıcaklığının göreceli olarak sabit kalması nedeniyle kapasite yıl boyu fazla değişmez ve defrost sorunu yoktur. Bu nedenle bütün yıl boyunca ısıtma ihtiyacını tek başına karşılayacak şekilde seçilebilirler.

14.3.3. TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPALARI (GSHP)

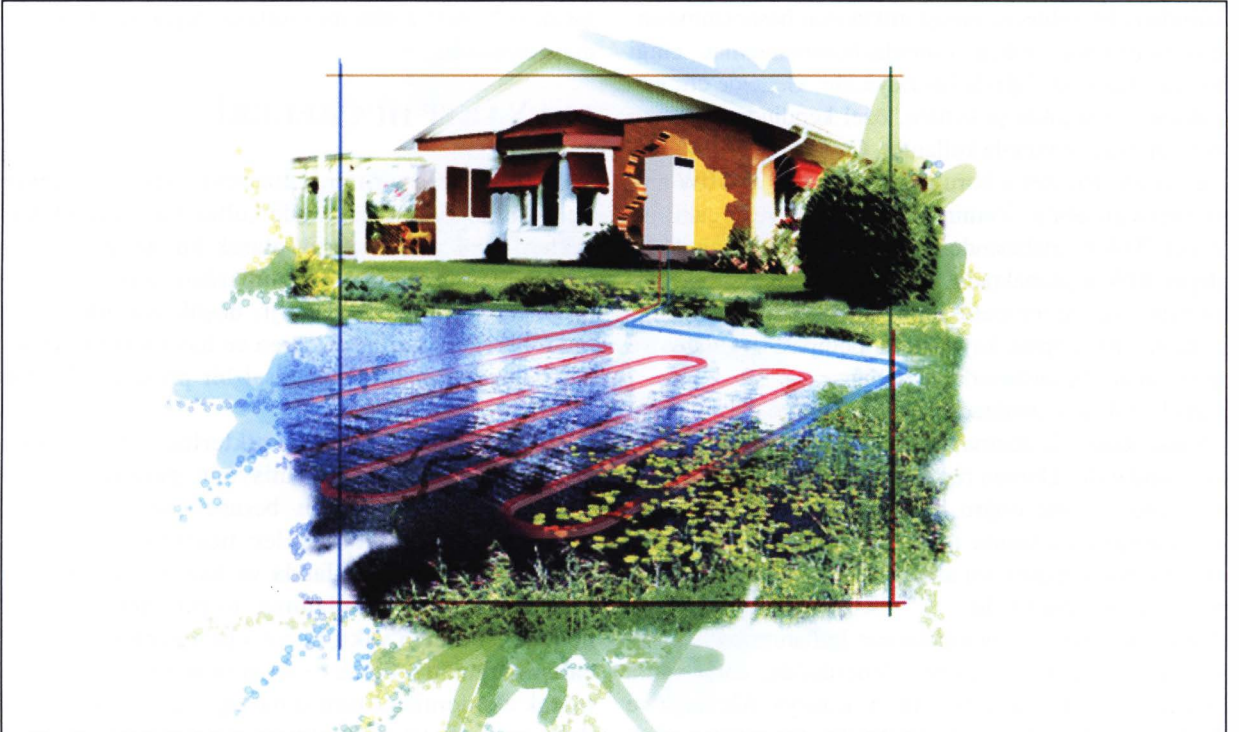
Toprak kaynaklı ısı pompaları kapalı devre olarak çalışan sistemlerdir. Derin kuyu ve toprak kolektörü olmak üzere iki ana uygulama tipi bulunmaktadır. Toprağa gömülen borulardan oluşan toprak ısı değiştirgecinde ısı topraktan çekilir ve kapalı devre akışkanı tarafından ısı pompası eşanjörüne taşınır. Bu devrede antifirizli suyu dolaştıran bir sirkülasyon pompası bulunur. Sıcak sulu ısıtma devresi yine aynıdır. Toprak yerküre için bir izolasyon görevi görmektedir ve toprak yüzey sıcaklıkları

mevsimlere göre yani dış hava sıcaklığına bağlı değişme göstermesine rağmen, yeryüzünün 15 m altından itibaren sıcaklık sabit yaklaşık 10°C olmaktadır. Toprak kaynaklı ısı pompaları yaklaşık 70kW kapasitelere kadar uygulanmaktadır ve çoklu uygulamalarda mümkün

olmaktadır. COP değerleri işletme sıcaklıklarına bağlı olarak 2 ila 4,8 değerleri arasında değişmektedir. Toprak kolektörü uygulamaları yüzeyden 1,5-2 m derinlikte yapılmaktadır ve ısı pompasından alınabilecek kapasite dış hava sıcaklıklarına bağlıdır. Toprak



Şekil 14.21. SU KAYNAKLI ISI POMPASI KUYU UYGULAMASI



Şekil 14.22. SU KAYNAKLI ISI POMPASI GÖL UYGULAMASI

kolektörü uygulamasında, toprak 1-2 m kadar kaldırılarak borular serpantin halinde yatay olarak toprağa serilir ve tekrar üstü kapatılır. Uygulamada toprağa açılan kanallara yerleştirilen 1, 2 veya 4 sıra boru veya spiral şeklinde kıvrılmış borulardan veya tamamen kaldırılan toprağın altına serpantin şeklinde döşenen borulardan oluşur. Birbirine paralel devrelerden oluşan sistemde, bir devrenin boru uzunluğu 100 m'den fazla olmaması tavsiye edilir. Borular arasında en az 0,7-0,8 m aralık olmalıdır. Ayrıca bu kapalı devrede hava yapmamasına ve havanın tahliye edilebilmesine dikkat edilmelidir. 12 kW gücünde bir sistem için gerekli minimum alan 450 m² mertebesindedir. Bu boruların üzerine inşaat yapılamaz. Bu nedenle yoğun yapılaşma olan şehirlerde uygulama şansı zayıftır (Şekil 14.23).

Derin kuyu uygulamaları ise yüzeyden 80-200 m derinlik aralığında kuyular açılarak yapılmakta ve çalışma genelde sabit sıcaklıkta gerçekleşmektedir ve defrost sorunu yoktur. Bu nedenle bütün yıl boyunca ısıtma ihtiyacını tek başına karşılayacak şekilde seçilebilirler. Derin kuyu uygulamalarında, dar bir sondaj deliği delinerek ısı değiştirici borular toprağa düşey olarak yerleştirilir. Pratik sondaj derinliği 100 m mertebelerindedir. Derin kuyu uygulamalarında da cihazdan elde edilebilecek kapasite tam olarak belirlenememektedir. Derin kuyu uygulamalarında birden fazla kuyu vurulacak ise kuyuların zemin suyu akış yönüne dik yerleştirilmesi kuyuların birbirini etkilememesi için gerekli bir uygulamadır. Bu kuyular arasında da minimum 5 m mesafe olması gerekmektedir (Şekil 14.24).

Derin kuyu uygulamalarında toprak kaynaklı ısı pompalarından elde edilecek enerji miktarının hesaplanmasında döşenen boru miktarı yanında, borunun temas ettiği toprak yüzey özelliği de belirleyicidir. Genelde çift sıra yüksek yoğunluklu polietilen, özel kendinden ağırlıklı borular uygulamalarda kullanılır. Çaplar 1" ve 1 1/4" olarak seçilir. Bir metre boru uygulamasıyla 20-70W arası enerji alınabilir. Zemin kuru ve kum veya çakıl ise değer 20W mertebesinde iken ıslak ve kil zeminde bu değer 40W'a çıkmaktadır. Granit ve bazalt gibi magmatit yapılar da ise bir metre borulamayla 70W enerji suya aktarılabilir. Toprak kaynaklı ısı pompası uygulama ve geri dönüş hesaplarında, uygulama yapılacak zemin büyük rol oynamaktadır. Kapalı devre uygulaması olması nedeni ile donma riskine karşı sistemde antifrizli su kullanılır. Donma riskinden dolayı antifriz kullanımı bölgeye göre doğru hesaplanmalıdır. Gerekenden fazla antifriz kullanımı topraktan enerji çekişini ve ısı pompasının kapasitesini azaltmakta buna paralel sistem verimini düşürmektedir.

Toprak kaynaklı ısı pompalarının kullanımına bakıldığında en büyük kullanımın Amerika'da, daha sonra sıra ile İsveç, Kanada, İsviçre, Avusturya, Almanya ve Finlandiya'da olduğu görülmektedir. Bu ülkeler refah düzeylerinin yüksekliği ile dikkati çekmektedir.

Isı pompalarının sıcak sulu ısıtma amacıyla kullanımında bir potansiyel bulunmaktadır. Özellikle yeterli ve uygun kalitede yeraltı suyu bulunması durumunda su-su ısı pompası cazip olabilmektedir. Yakıt fiyatları yükseldikçe gelecekte ısı pompaları daha yaygın kullanılacaktır. Isı pompalarının çevreyi koruma yönündeki üstünlüğü ve aynı zamanda yazın soğutmada kullanılabilme özelliği, kullanımlarını teşvik eden diğer önemli faktörlerdir.

Doğal gaz kullanma imkanı varsa, yoğuşmalı tip kazanlar çok avantajlı konumdadır. Isı pompaları bugünkü koşullarda yoğuşmalı kazanlarla rekabet edemez konumdadır. Yoğuşmalı kazanlara karşı ısı pompasının geri ödeme süresi ısı pompası tipine bağlı olarak bugünkü doğal gaz fiyatları ile 20 ile 40 yıl arası çıkmaktadır. Ancak doğal gazın bulunmadığı alanlarda ısı pompaları ticari bir alternatif oluşturabilmektedir. Mazotla çalışan bir sisteme alternatif olarak düşünülen ısı pompalarında geri ödeme süreleri 2 ila 4 yıl arası çıkmaktadır.

En cazip alternatif sudan suya ısı pompalarıdır. Uygun yeraltı suyu kaynağı bulunması halinde bu tiplerin geri ödeme süresi 3 yıla kadar inebilmektedir.

Topraktan suya ısı pompalarında toprak devresi maliyetleri çok yüksektir. Toprak devresi ve tesisat maliyeti ısı pompasının kendi fiyatından daha fazla olabilmektedir. Ayrıca sistem iyi hesaplanmazsa, beklenen performansın elde edilmesi mümkün değildir.

Hava-su ısı pompaları her yerde uygulanabilme avantajına ve kolay tesis özelliğine sahiptir. Ancak bir yardımcı enerji kaynağına gereksinim mutlaka bulunmaktadır. Yüksek denge sıcaklıkları seçilerek makul geri ödeme süreleri olan basit ve temiz bir sistem oluşturulabilir. Sıcak sulu ısıtma sistemi mutlaka düşük sıcaklık ısıtması olmalıdır.

14.4 YAKIT HÜCRELERİ

Yakıt hücreleri verimli, ekonomik, sessiz ve çevre ile uyumlu enerji üretiminde kullanılan, gelecek kuşaklarda çok daha yaygın olarak kullanılacağı tahmin edilen önemli yaklaşımlardan biridir. Yakıt gazlarındaki kimyasal enerji, düşük enerjili, minimum hareketli parçalar içeren ve hava kirliliğine sebep olmayan elektro kimyasal bir proseste elektrik enerjisine dönüştürülür.

Genel elektrik üretim tekniklerine göre hemen hemen hiç zararlı madde emisyonu, gürültü ve titreşim yoktur. Elektrik ile beraber ısı da üretilir. Ancak şu anda yakıt hücreleri ticari ürün olmaktan uzaktır. Almanya, Hollanda ve bazı Kuzey Avrupa ülkelerinde evsel kullanıma uygun hem elektrik hem de ısı üreten yakıt hücresi prototipleri üzerinde çalışılmaktadır. Ancak evsel anlamda ticari bir ürün olarak ekonomik çözüm sunacak hale gelmeleri için daha en az 8-10 sene olduğu tahmin edilmektedir. Yakıt hücresinde üretilen elektrik akımı doğru akımdır ve

bir transformatör ile değişken akıma dönüştürülmelidir. Ayrıca ihtiyaçtan fazla elektrik üretimi söz konusu olduğunda bu fazla üretimin bataryalarda depolanması veya şebekeye geri beslenmesi konuları da unutulmamalıdır. Yakıt hücrelerinin üstünlüğü kimyasal enerjiyi doğrudan

elektrik enerjisine dönüştürmesidir. Klasik elektrik üretiminde kimyasal enerji önce yanma sonucu ısı enerjisine dönüştürülür, ısı enerjisi taşıyıcı bir çevrim akışkanına yüklenir ve bu akışkan üzerindeki ısdan, iş çevriminde mekanik enerji üretilir ve mekanik enerji yardımıyla



Şekil 14.23. TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI TOPRAK KOLEKTÖRÜ UYGULAMASI



Şekil 14.24. TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI DERİN KUYU UYGULAMASI

elektrik jeneratörlerinde elektrik üretilir. Klasik elektrik jeneratörleri içten yanmalı motorlar ve gaz türbini sistemleri olarak gelişmiştir. Bu dolaylı yöntemde üst üste toplanan verimsizlikler nedeniyle toplam sistem verimi düşük olmaktadır. Ayrıca sistemde sürekli bakım ve servis gerektiren dönen mekanik parçalar bulunmaktadır. Halbuki yakıt hücreleri yüksek verimli ve basit yapıdadırlar. Özellikle yakıt olarak hidrojen kullanmaları halinde, çevre kirliliği ve çevrenin sürdürülebilirliği bakımından mükemmel sistemlerdir.

Bütün yakıt hücresi sistemleri için bugün en önemli dezavantaj maliyettir. Buna karşılık sistemlerin önemli avantajları vardır. Bu nedenle üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a. Verim: Yakıt hücrelerinde verim pistonlu veya türbinli sistemlere göre daha yüksektir. Bundan da önemlisi sistem verimi sistemin büyüklüğünden bağımsızdır. Bu nedenle küçük kojenerasyon sistemlerinde yakıt hücrelerinin daha fazla rekabet şansı olmaktadır.

b. Basitlik: Yakıt hücrelerinin dayandığı esas çok basittir. Sistemde dönen parça yoktur veya çok azdır. Bu nedenle bakım ve servis istemez ve uzun ömürlüdür.

c. Düşük Emisyon: Yakıt olarak hidrojen kullanıldığında ürün su olup, bu sıfır emisyon anlamına gelir. Ancak unutulmamalıdır ki bugün için hidrojen üretiminde daima CO₂ emisyonu olmaktadır.

d. Sessizlik: Yakıt hücreleri çok sessizdir. Hatta içinde yakıt dönüşüm sistemlerini barındıran yakıt hücreleri bile aynı özelliğe sahiptir. Özellikle yerel güç üretiminde bu özellik tercih nedeni olmaktadır.

Mevcut enerji kaynakları gün geçtikçe tükenmektedir. Yine bu mevcut kaynaklar, kömür, petrol, odun, vb yakıt olarak kullanıldıkları zaman çevre kirliliğini de beraberinde getirmektedir. İşte bu nedenlerden dolayı yakıt hücrelerinin araştırılması ve geliştirilmesi üzerinde ki çalışmalar önem kazanmıştır.

Yakıt hücreleri yakıt türüne karşı esnek enerji dönüştürücüleridir. Hidrojence zengin herhangi bir madde potansiyel bir yakıt kaynağı olabilir. Yakıt hücresi sistemleri çalışılan sıcaklık ve basınç aralığına göre çeşitlilik gösterir (yüksek, normal, düşük). Aynı zamanda kullandıkları yakıt ve/veya oksidantlara göre de;

- Gaz yakıt kullananlar (hidrojen, amonyak, hava ve oksijen)
- Sıvı yakıt kullananlar (alkoller, hidrazin, hidrokarbonlar)
- Katı yakıt kullananlar (kömür, hidratlar)

olmak üzere çeşitlilik gösterir. Ancak yakıt hücresi sistemleri genel ve basit olarak yukarıdaki farklılıklarından dolayı değil, kullandıkları elektrolit çeşidine göre sınıflandırılırlar.

Yakıt hücreleri ilk defa 19. Yüzyılın sonunda geliştirilmiştir. Yakıt hücresi terimi ilk olarak 1889'da Ludwig Mond ve Charles Langer tarafından Grove'un çalışmaları tekrarlanarak ortaya konmuştur. Mond ve Longer

oksijen kaynağı olarak havayı, hidrojen kaynağı olarak da endüstriyel kömür gazını kullanarak 1,5 W güç üreten ve %50 çalışma verimine sahip bir yakıt hücresi geliştirmişlerdir. Yakıt hücreleri hafif olmaları ve yan ürün olarak su üretmelerinden dolayı uzay uygulamaları için düşünölmeye başlanmıştır. Uzay çalışmalarında yakıt hücrelerinin kullanılması; yüksek verim, düşük gürültü ve titreme, yüksek enerji yoğunluğu gibi avantajlar sağlamaktadır.

Yakıt hücreleri (pilleri), temiz, çevreye zarar vermeyen ve yüksek verime sahip enerji dönüşüm teknolojileridir. Bir buhar kazanı veya türbin kullanılmadan, sadece kimyasal reaksiyon ile elektrik enerjisi üretilir. Hidrojen (H₂) ve oksijen (O₂) arasındaki elektrokimyasal reaksiyon ile elde edilen ve toplam verimlilikleri % 80'lere kadar ulaşabilen yakıt pilleri, sürekli çalışan piller veya elektrokimyasal makineler olarak da bilinir. Yakıt pilleri, boyutlarının küçük olması, yüksek verimle çalışmaları ve atık ısılarının kullanılabilir olmasının yanı sıra aşağıdaki özellikleri nedeniyle de diğer güç sistemlerine göre daha üstündürler:

- Modüler olmaları
- Kullanıcıya yakın inşaa edilebilmeleri
- Yakıt olarak saf hidrojenin yanı sıra doğal gaz, metanol veya kömür gazlarını kullanılabilmeleri
- Sessiz çalışmaları
- Minimum seviyede kükürt oksit ve azot oksit emisyon değerleri
- İnşaa edilecek alanda çok az çevre kısıtlamaları gerektirmeleri ve kısa sürede inşaa edilebilmeleri
- Katı atık problemlerinin olmamaları

Konvansiyonel yakıtları kullanan diğer tüm teknolojilerden ve içten yanmalı motor teknolojilerinden daha verimli olan yakıt hücreleri, enerji tüketen tüm sektörler için özel bir önem taşımaktadır. Her birimin 1 volttan daha düşük enerji ürettiği bu hücrelerin seri bağlanması sonucunda yüksek voltaj elde edilebilmektedir. Yakıt pillerinde yakıt olarak metanol, etanol, doğal gaz, LPG ya da hidrojen kullanılabilir. Ama tüm bu yakıtlar arasında enerji verimi en yüksek olanı hidrojendir. Ayrıca hidrojen, yan ürün olarak yalnızca su buharı çıkartır. Öteki yakıtlarsa, az da olsa zehirli ya da sera etkisine yol açan gazlar yaymaktadırlar. Bunların enerji verimi de hidrojeninki kadar yüksek değildir. İçten yanmalı benzin motorlarında yapılacak birtakım değişikliklerle, hidrojen bir yakıt olarak rahatlıkla kullanılabilir. Hidrojen, içten yanmalı bir motorda yakıldığında hiç karbonmonoksit (CO), hidrokarbon ve partikül ya da karbondioksit (CO₂) yaymaz. Tek zararlı yan ürünü, yanma sırasında yüksek motor sıcaklığı da havadaki azotla oksijenin birleşmesi sonucunda oluşan azotoksitler (NO_x). Ama bu NO_x düzeyi de benzinle çalışan günümüz taşıtlarının %10'u dolayında, insan sağlığı ve çevre sorunları açısından bakıldığında hidrojen, geleneksel içten yanmalı motorlu taşıtlar için bile daha iyi bir yakıttır.

14.4.1. YAKIT HÜCRESİ ÇALIŞMA PRENSİBİ VE TÜRLERİ

Yakıt gazlarındaki kimyasal enerji; düşük enerjili, minimum hareketli parçalar içeren ve hava kirliliğine sebep olmayan elektrokimyasal bir proseste elektrik enerjisiye dönüştürülür. Yakıt hücreleri düşük gürültü seviyesinde, az kirletici ürün açığa çıkararak yüksek verimle çalışabilmektedirler, tek yan ürün saf sudur. Hidrojen (H₂); katottaki oksijenin indirgenmesiyle birlikte anotta yükseltgenir. Bunun yanı sıra yakıt hücresinde metanol, su ve karbondioksit (CO₂)'e veya karbonmonooksit (CO); karbondioksit (CO₂)'e dönüşebilmektedir.

14.4.2. YAKIT HÜCRESİ TÜRLERİ (Tablo 14.25)

Yakıt hücresi sistemleri çalışılan sıcaklık ve basınç aralığına göre çeşitlilik gösterir (yüksek, normal, düşük). Ayrıca kullandıkları yakıt ve/veya oksidantlara göre de:

- Gaz yakıt kullananlar (hidrojen, amonyak, hava ve oksijen)
- Sıvı yakıt kullananlar (alkoller, hidrazin, hidrokarbonlar)
- Katı yakıt kullananlar (kömür, hidratlar)

olmak üzere çeşitlilik gösterir. Ancak, genel ve basit olarak yakıt hücresi sistemleri yukarıdaki farklılıklarından dolayı değil, kullandıkları elektrolit çeşidine göre sınıflandırılırlar:

- Proton değişim membran yakıt hücreleri
- Bazik yakıt hücreleri
- Erimiş karbonat yakıt hücreleri
- Fosforik asit yakıt hücreleri

- Katı oksit yakıt hücreleri

a. Proton Değişim Membran Yakıt Hücreleri: Proton değişim membran yakıt hücrelerinin çalışma sıcaklığı yaklaşık olarak 80-100°C'dir. Bu hücrelerde bulunan tek sıvı sudur ve diğer hücrelere göre korozyon çok azdır. Düşük sıcaklıkta çalıştığından ulaşım araçları için uygun bir yakıt hücresi tipidir.

b. Bazik Yakıt Hücreleri: Yakıt kaynağı olarak saf hidrojen (H₂) kullanılmaktadır. Bu hücreler oda sıcaklığında çalışırlar ve diğer yakıt hücreleriyle karşılaştırıldıklarında daha yüksek voltaj verimi elde edilir. Ticari uygulamaları çok pahalı olan bu tür yakıt hücreleri üzerine bir çok şirket maliyetinin düşürülmesi ve işletim kolaylığının sağlanması için çalışmalar yapmaktadır.

c. Erimiş Karbonat Yakıt Hücreleri: Hidrokarbonlar yakıt olarak kullanıldıklarında hücreye direk olarak beslenirler ve burada hidrojen içeren gazlara dönüşürler. Yakıt hücresinin dayanımı önemli bir problemdir. Hücrenin yapımında kullanılacak düşük maliyetli materyallerin bulunması da karşılaşılan önemli bir zorluktur, sıcaklığı 500-700°C arasındadır.

d. Fosforik Asit Yakıt Hücreleri: Sistemin çalışma sıcaklığı yaklaşık olarak 170-200°C arasındadır. Oldukça yüksek çalışma sıcaklıkları katalizörlerin CO ile zehirlenmesini azaltır. Sistem oldukça düşük maliyetlidir ve yaklaşık olarak 40.000 saat çalışma ömrüne ulaşılabilir.

e. Katı Oksit Yakıt Hücreleri: Uygulama sıcaklığı 650-1.000°C arasındadır. Hücre üretiminin zor ve maliyetinin de oldukça yüksek olmasından dolayı ticari alanda en az gelişme gösteren yakıt hücreleridir.

	Fosforik Asit Yakıt Pili	Katı Oksit Yakıt Pili	Erimiş Karbonat Yakıt Pili	Polimer Elektrolit Yakıt Pili	Alkali Yakıt Pili
Elektrolit	Fosforik	Çinko Üzerine Tutturulmuş Yitria (YSZ)	Karbonat	Polimer İyon Değişim Filmi	Potasyum Hidroksit
Elektrolitteki Taşıyıcı	H ⁺	O ₂ ⁻²	CO ₃ ⁻²	H ⁺	OH ⁻
Hücreli Materyali	Karbon	Seramik vb.	Ni, Paslanmaz Çelik vb.	Karbon	Karbon
Güç Yoğunluğu (W/kg)	120 - 180	15 - 20	30 - 40	350 - 1.500	35 - 150
Yakıt Türü	H ₂ Hidrokarbonlar Fosil Yakıtlar	H ₂ Hidrokarbonlar	H ₂ Hidrokarbonlar	H ₂ Hidrokarbonlar	H ₂
Sıcaklık	200°C	1.000°C	600 - 700°C	80°C	80°C
Güç Üretim Verimi	%37 - 42	%60 - 70	%45 - 60	%60	%42 - 73
Uygulama Alanları	Ticari Uygulama (Oteller, Hastaneler vb.)	Ticari Uygulama Sanayi Uygulama Elektrik Santralleri	Elektrik Santralleri	Ulaşım Araçları Askeri Sistemler	Uzay Çalışmaları

Tablo 14.25. YAKIT HÜCRESİ TÜRLERİ

14.5. HİDROLİK ENERJİ

Türkiye’de 26 akarsu havzasına dağılmış olan su kaynaklarının enerji üretimi açısından toplam debisi 186 km³/yıl düzeyindedir. Havzaların 1/3’ü Fırat ve Dicle havzalarındadır. Hidrolik enerji açısından akarsularımızın rejiminin düzgün olmaması bir dezavantajdır. Debiler % 20-50 mertebelerinde mevsime bağlı değişkenlik gösterebilmektedirler. Hidrolik kaynaktan 2010 yılında 85,4 milyar kWh enerji üretilmektedir. Türkiye’nin ekonomik hidrolik potansiyelinin tahmini %38 olarak değerlendirilmektedir. Gerçekleşme oranının daha üst düzeyde olmasının nedeni, hidroelektrik santrallerinin maliyetinin diğer kaynaklara göre yüksektir.

14.6. JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji yer kabuğunun derinliklerinden gelen ısının doğal olarak yeraltındaki sulara aktarılması ve ısınan suyun yeryüzüne ulaşması sonucu ortaya çıkan bir enerji türüdür. Türkiye jeotermal enerji açısından zengin ülkeler arasındadır. Türkiye’nin jeolojik yapısının volkanik olmasından dolayı sıcaklığı 100°C’ye ulaşan 600’den fazla sıcak su kaynağının varlığı Türkiye’nin önemli jeotermal potansiyelinin göstergesidir. Elektrik ve entegre ısıtma sistemine uygun jeotermal kaynaklarımız Batı, Kuzey-Batı ve Orta Anadolu’da bulunmaktadır.

14.7. DENİZ KÖKENLİ ENERJİLER

Deniz dalga enerjisi, deniz akıntıları enerjisi ve gel-git enerjisi deniz kökenli enerji yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Gel-git enerjisi olanağı ülkemizde bulunmamaktadır. İstanbul ve Çanakkale boğazlarında akıntı enerjisi şansı olmasına rağmen yoğun deniz trafiği bu uygulama şansını sınırlandırmaktadır. 8.000 km’yi geçen açık deniz kıyıları ile Türkiye deniz dalga enerjisi potansiyeline sahip olmakla beraber, bu konu hiç gündeme gelmemiştir.

14.8. BİOKÜTLE ENERJİ

Fotosentez ile kazanılan enerji biokütle enerjinin kökenidir. Biokütle enerjinin oluşumu bitkisel ve hayvansal ürünlerdir. Hayvansal üretim bitkisel üretime bağlıdır. Türkiye biokütle materyal üretimi açısından, güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, su kaynakları, iklim koşulları gibi özellikleri uygun olan bir ülkedir.

14.9. ISI DEPOLAYICILAR

Isı depolayıcıların amacı, ihtiyaç fazlası enerjinin, ihtiyaç doğuncaya kadar saklanabilmesidir. Güneş enerjisi

veya ısı pompaları uygulamalar olmak üzere farklı uygulamalar yapmak mümkündür. Depolayıcılar yardımıyla, enerji üretimi daha etkin şekilde kullanılabilir.

14.9.1. SICAK SU VE KAYNAR SU DEPOLAYICILAR

Uzaktan ısıtma sistemlerindeki uç noktaların dengelenmesi amacıyla kullanılırlar. Genel olarak ısı üretim tesislerinde, elektrik veya ısı ihtiyacında büyük değişiklikler ortaya çıktığı zaman kullanılırlar.

14.9.2. UZUN SÜRELİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ (Şekil 14.26)

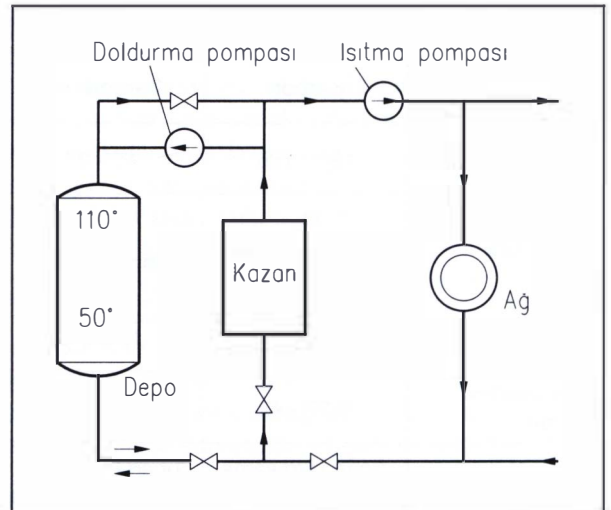
Güneş enerjisi veya ısı pompası sistemlerinde elde edilen atık ısının kullanılabilmesi amacıyla, içi 60-90°C sıcaklıkta yüklenen sistemlerdir. Çok özel hallerde toprak (akuifer) depolama için de kullanılabilir.

Isı depolaması sayesinde kısa süreli aşırı yüklenmelere, yayılmış sistemin hali hazırda büyük bir ısı kapasitesine sahip olmasına karşın, karşılık verebilir. Seri ya da paralel montaj mümkündür.

Doldurma pompası, sıcak suyu dolmuş için deponun alt tarafından alır ve kazandan geçirerek üst tarafa iletir. Boşaltmada doldurma pompası durdurulur ve ısı pompası depo edilmiş sıcak suyu sisteme verir.

Isıtma sistemlerinde ısı depolayıcılar kojenerasyon, güneş enerji sistemleri ve ısı pompaları uygulamalarında kullanımı bulmaktadır. Özel uygulamalarda havuzlar ısı depolayıcısı olarak kullanılmaktadır. Özellikle yazın güneş enerji sistemlerinin atık enerjisini depolamak mümkündür.

Elektro-merkezi depolar adı verilen sistemlerde büyük kapasiteli sistemlerde kullanılmaktadır. Bu sistemin en büyük avantajı depoların gece tarifesinin daha ekonomik olduğu durumlarda elektrik ile ısı üretimi ve ihtiyaç halinde sistemde bu sıcak suyun kullanımınıdır.



Şekil 14.26. UZUN SÜRELİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ

XV. BÖLÜM

ISITMA TESİSATI VE ENERJİ EKONOMİSİ

15.1. ISITMADA YENİLİKLER

15.1.1. DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZANLARLA KAZAN DAİRELERİ

Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar, artık kombi kapasiteleri ile apartman dairelerinden, kaskad sistemler ile orta kapasiteli merkezi ısıtma sistemlerine kadar çok geniş bir aralıkta kullanılmaktadır. Özellikle hermetik uygulama imkanı ile, yüksek kapasitelerde bile çok daha esnek uygulamalar mümkün olmaktadır.

Şekil 15.1'de boylerli duvar tipi bir yoğuşmalı kazan görülmektedir. Bu yapıda üstte kazan, altta boyler bulunmaktadır. Bu şekildeki kazan 350 m² bir villanın ısıtma ve merkezi sıcak su sistemini beslemektedir. Hermetik baca uygulaması ile birlikte bir kazan daire-sine gereksinim yoktur. Kazanı hobi odasına veya yaşanan bir hacme yerleştirmek olasıdır. Bu tip bir yoğuşmalı kazan, kullanma suyu ısıtmasında kapasitesini artırarak (29 kW yerine 36 kW gibi), yüksek kullanma suyu konforu sağlayabilmektedir.

Daha büyük kapasitelerde (43 kW ve yukarısı), örneğin yaklaşık 1.000 m² bir binada bile tek cihazla ısıtılıp (tek üniteye kapasite bugün 100 kW yani 86.000 kcal/h değerine kadar çıkmaktadır), sıcak su ihtiyacının karşılanması mümkündür. Bu sistemde entegre boyler yerine, Şekil 15.2'de görüldüğü gibi ayrı boyler kullanmak da mümkündür. Bu sistemlerin

hesabında ve seçiminde, sistem boyler öncelikli olarak çalıştığı için, boyler için ayrı bir ısı yükü hesaba katılmamaktadır.

Duvar tipi yoğuşmalı kazanlarda, kazan gövdesinde yoğuşmaya dayanıklı malzemeler kullanılır. Bugün en gelişmiş olan kazanlarda magnezyum, alüminyum, silisyum alaşımı malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemenin ömrü 30 yıldan fazla olarak belirlenmiştir. İlk kullanılmaya başlanan duvar tipi yoğuşmalı kazanlar 25 yıldır çalışmaya devam etmektedir. 80 kW ve yukarısındaki cihaz gövdelerinde, bu malzeme son olarak plazma-polimerizasyon adı verilen bir yöntemle kaplanmaktadır. Cihaz ömrü pratikte çok daha fazla uzatılmıştır.

Duvar tipi yoğuşmalı kazanları daha büyük sistemlerde birden fazla sayıda kullanarak çok uygun çözümler üretmek mümkündür. Kaskad adı verilen bu uygulama, Bölüm 13'te ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

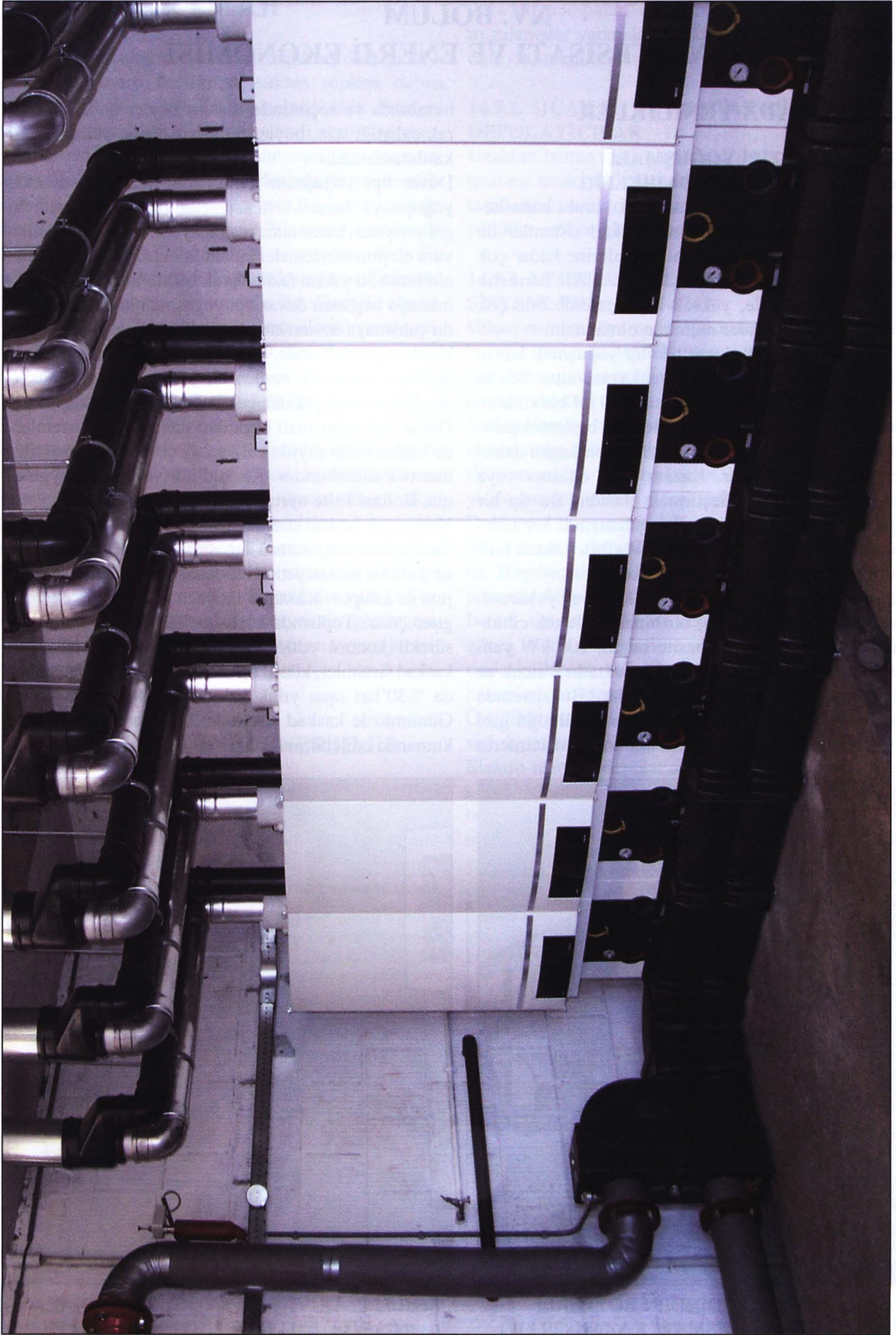
Yoğuşmalı kaskad sistemler (Şekil 15.3 ve 4), yoğuşmadan faydalanma, oransal kapasite kontrolü ve oda sıcaklık kontrol hassasiyetine ek olarak, sıra kontrol avantajına da sahiptir. Kazanlar ihtiyaca göre sırayla devreye girer çıkar. Toplamda kapasite %2 ile %100 arasında sürekli kontrol edilebilmektedir. Böylece yoğuşmalı kaskad sistemler, klasik tip cihazlara göre bazı koşullarda %30'ları aşan yıllık yakıt ekonomisi sağlayabilir. Günümüzde kaskad sistemde 25 kazana bile birlikte kumanda edilebilmektedir.



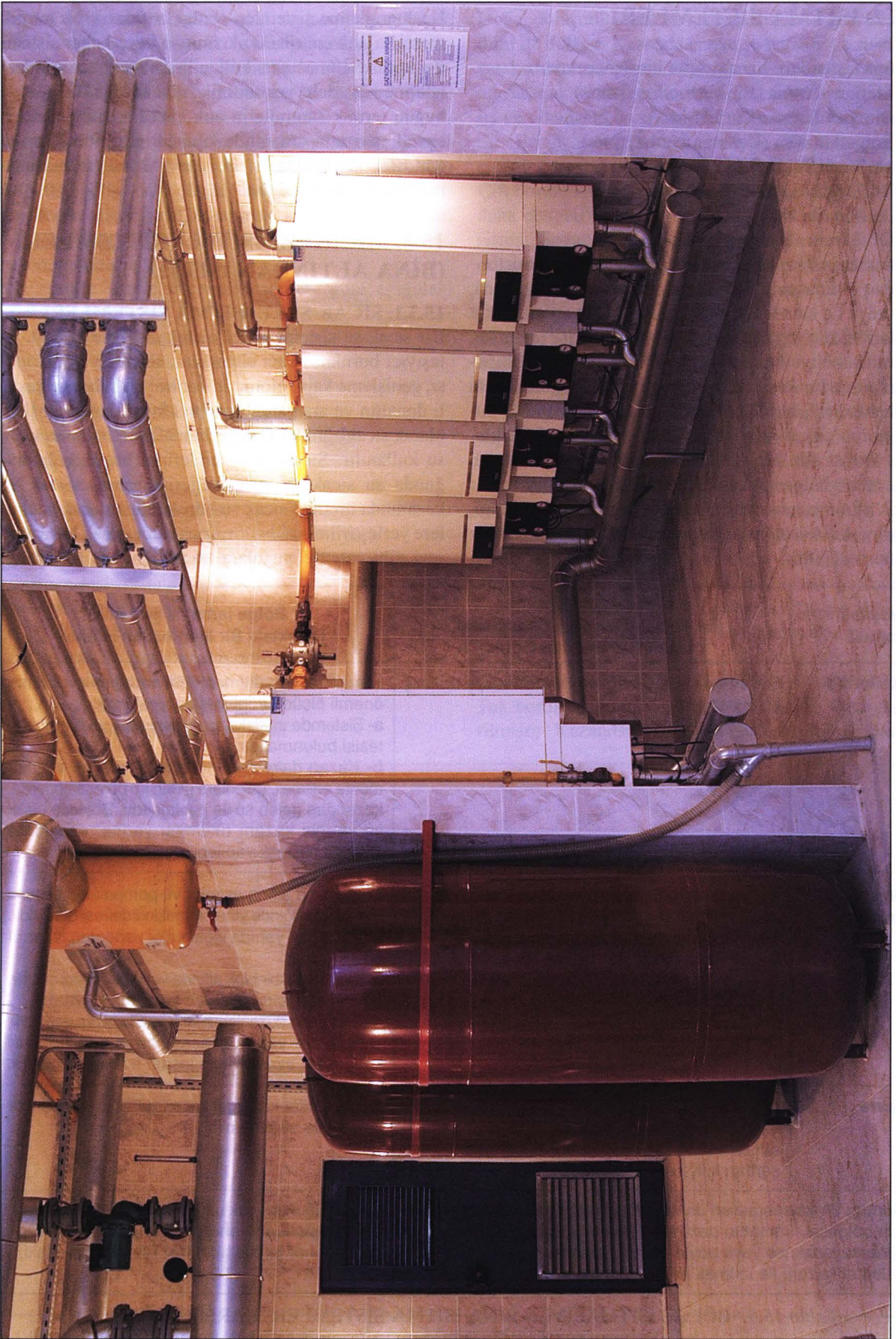
Şekil 15.1. KENDİNDEN BOYLERLİ DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN (29 kW)



Şekil 15.2. DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN (60 kW) + 200 LİTRE HİJYENİK BOYLER



Şekil 15.3. KASKAD SİSTEM (8x100kW)



Šekil 15.4. KASKAD SİSTEM (2 Grup 4x100kW)

15.2. ISITMA SİSTEMLERİ

Isıtma sistemleri 4 ana grupta incelenecektir.

1. Merkezi Isıtma (Bina Altından Isıtma)
2. Bireysel Isıtma (Kat Isıtması)
3. Bölge Isıtması (Uzaktan Isıtma)
 - a. Sıcak Suyla Bölge Isıtması
 - b. Kızgın Suyla Bölge Isıtması
 - c. Buharla Bölge Isıtması
4. Özel Isıtma Sistemleri

Sistemlerin karşılaştırması *Tablo 15.5*'te verilmiştir. Konut ısıtmasında doğal gaz söz konusu olduğunda; iki veya üç kata kadar olan binalarda kat ısıtması (kat kaloriferi) üç ve daha fazla katlı yapılarda ise (emniyet, kuruluş maliyeti gibi nedenlerle) her apartman bloğunun altına bir kazan dairesi yapmak en uygun çözüm olmaktadır. Çünkü doğal gaz, bölge ısıtmasının avantajlarının çok büyük bölümünü ortadan kaldırmaktadır. Doğal gaz bir merkezden dağıtıldığı için; doğal gaz da bir bölge ısıtmasıdır denebilir. Doğal gazda her blok altına kazan dairesi yapıldığında; çevre kirliliği, konfor, kül kurum taşınması ve pisliği problemleri söz konusu değildir.

Uzaktan ısıtma sistemleri (bölge ısıtması); bir termik santralin atık enerjisinin kızgın su veya buhar sistemi ile konut ısıtmasında kullanılması söz konusu ise; işletme de daha ekonomik olacaktır. Türkiye'de bugün termik santrallerin atık enerjileri ile (Ambarlı termik santrali örneğinde olduğu gibi) deniz veya atmosfer ısıtılmaktadır. Bu enerji konut ısıtmasında mutlaka kullanılmalıdır.

15.3. MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİ (BİNA ALTINDAN ISITMA)

15.3.1. SICAK SULU ISITMA SİSTEMLERİ

Bir sıcak su sistemi genel olarak sıcak su kazanı, su taşıyıcı borular, ısıtıcı elemanlar, sirkülasyon pompası, genişleme kabı, otomatik kontrol cihazları ve çeşitli donatım ve ara parçalarından oluşur. Isıtıcı akışkan olarak sıcaklığı 110°C değerinin altında bulunan sıcak su kullanılır. Sıcak su sistemlerinin büyük çoğunluğunda su sıcaklığı 90°C değerini aşmaz. Sıcak su kazanında üretilen sıcak su borularla ısıtılacak hacimlere yerleştirilmiş radyatör, konvektör, sıcak hava aparatı gibi ısıtıcı elemanlara taşınır. Burada soğuyarak

Karşılaştırma Konusu	Blok Bazında Isıtma (Bina Altındaki veya Çatısındaki Kazan Dairesinden Isıtma)	Bölge Isıtması Sistemi (Uzaktaki Bir Merkezden Isıtma)
Su Sertliği	Suyun çok sert olduğu yerlerde tasfiye edilmiş su kullanılması önerilir.	Tamamen boşaltılması gibi nedenlerle sisteme önemli ölçüde yeni su takviyesi yapılır. a- Sistemde mutlaka su yumuşatma ve dozajlama tesisi bulunmalıdır. b- Kazan dairesine mutlaka bir plakalı eşanjör monte edilmeli, galerilere giden su bu eşanjörlerde, kazandan gelen su ile ısıtılmalıdır. Böylece pislik ve kirecin kazanı tıkanması yerine, eşanjörde kolayca temizlik yapılabilir.
Mimari Önlemler	1- Alışılmış olarak bodrum katında bir kazan dairesi hacmine gereksinim vardır. Ancak çatı katında da kazan dairesi oluşturulabilir. 2- Her kazan dairesinde baca gerekir.	1- Her bina altına eşanjör ve pompalama sistemi monte edildiğinde yine bir makina dairesi gereklidir. 2- Bacaların yapıda işgal ettiği yerlerden tasarruf edilir. 3- Isı merkezi bir blok altında veya bağımsız olabilir. Isı merkezi için büyük bir yere ihtiyaç vardır. 4- Galerilerin düzenlenmesi mimari çözüm gerektirir. Galerilerin yapımı, inşaat sırasında hareket kabiliyetini azalttığı için inşaat işlerini zorlaştırır.
Çevre	Çevre şartlarına uygunluk, seçilen kazan ve brülör kalitesi ile sağlanabilir. Ancak Low-nox brülörlü atmosferik tip kaliteli kazanlar kullanılması, çevre şartları için ideal çözümdür.	Çevre şartlarına uygunluk seçilen kazan ve brülör kalitesi ile sağlanabilir.
Sonuç: Bir kojenerasyon ünitesinin atık enerjisini kullanmak sözkonusu olduğunda, çok ucuz enerjiyi kullanabilmek için bölgesel ısıtmanın dezavantajlarına katlanılabilir. Kojenerasyon ünitesinin atık enerjisi çok ucuz imkanlarla alınamayacak ise veya böyle bir imkan yoksa ve yakıt cinsi doğal gaz ise; her binayı altındaki (veya çatısındaki) kalorifer kazanı ile ısıtmak her zaman daha uygundur.		

Tablo 15.5. BÖLGE ISITMASIYLA BİNA ISITMA SİSTEMLERİ KARŞILAŞTIRMASI (YAKIT: DOĞAL GAZ)

ısısını oda hacmine bırakan sıcak su, kazana geri döner. Suyun dolaşımı ekonomik ve konforlu olduğu için sirkülasyon pompaları ile sağlanır (eski sistemlerde gravite ile sağlanırdı). Sirkülasyon pompaları gidice monte edilmelidir.

Modern sistemlerde dış hava sıcaklığına göre çalışan kumanda panelli sistemler kullanılır. Su sıcaklığı 90/70°C yerine daha düşük (örneğin 75/60°C, 70/55°C) seçilerek, düşük sıcaklık ısıtması konforu sağlanabilir. Ayrıca radyatörlerde termostatik vana kullanılarak, ekonomi artırılabilir.

Sıcak sulu sistemler çeşitli kriterlere göre aşağıdaki sınıflara ayrılır:

a. Dolaşım şekline göre:

- Doğal dolaşım
- Pompalı dolaşım

b. Uygulama büyüklüğüne göre:

- Bireysel ısıtma (kat kaloriferi, kombi)
- Merkezi ısıtma
- Bölgesel ısıtma

c. Genleşme kabına göre:

- Açık genleşme kabı (artık kullanılmıyor)
- Kapalı genleşme kabı

d. Boru tesisatına göre:

- Tek borulu
- Çift borulu

e. Dağıtım ve toplama biçimine göre:

- Üstten dağıtım, üstten toplama
- Altan dağıtım, alttan toplama
- Üstten dağıtım, alttan toplama

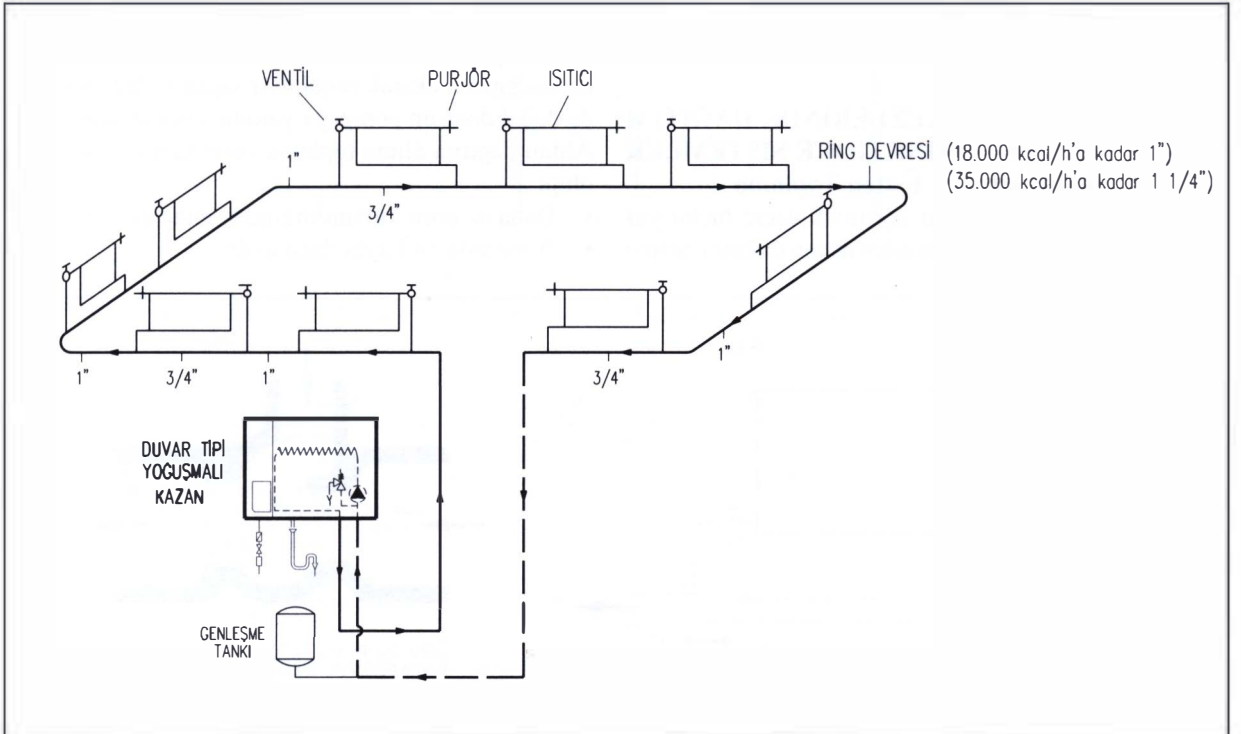
Doğal dolaşım sıcak su sistemlerinde su gravite yardımı ile dolaşır. Kazanda ısınan su hafifler ve sistemin üst kısımlarına çıkar. Burada radyatörlerde soğuyup ağırlaşarak tekrar geri kazana döner. Dolaşım hızı geliş ve dönüşteki su sıcaklıkları arasındaki farka bağlıdır. Basınç farkları küçük olduğu için, büyük boru çapları gerektirir. Genellikle çift borulu olarak yapılır. Çift borulu sistemler içinde ise; sürtünme kayıplarının daha dengeli dağıldığı üstten dağıtım alttan toplama sistemi doğal dolaşım için en uygun çözümdür. Doğal dolaşım sistemler bugünkü uygulamada yerlerini tamamen pompalı sistemlere bırakmıştır.

15.3.2. POMPALI SICAK SULU ISITMA SİSTEMLERİ

Pompalı sistemlerde sistemin bütün elemanlarında iyi bir dolaşım temin edilebilmektedir. Isıtma yükündeki değişmelere uygun olarak sistemdeki suyun sıcaklığı her noktada hızlı bir şekilde değiştirilebilir. Boru çapları doğal dolaşıma göre daha küçük tutulabilir. Bu sistemde suyun çalışma sıcaklıkları esnekler. 90°C olan çalışma sıcaklığı için dizayn edilmiş bir sistem, bahar ayları gibi ısı yükünün az olduğu zamanlarda daha düşük sıcaklıklarda çalıştırılabilir. Kısacası konfor ısıtmasına uygunluğu, esnekliği, ucuzluğu ve basitliği pompalı ısıtma sistemlerinin tercih nedenleridir.

15.3.3. TEK BORULU DAĞITMA SİSTEMLERİ

Tek borulu dağıtım sistemi Şekil 15.6 ve 7'de gösterilmiştir. Kazandan çıkan ana besleme borusu sıra ile



Şekil 15.6. TEK BORULU YATAY ISITMA SİSTEMİ

bütün radyatörleri dolaşır. Her radyatör gereği kadar sıcak suyu bir branşman ile ana borudan alır. Ana boruda kesit daraltılır. Radyatörde soğuyan su tekrar ana boruya verilir. Her radyatörden sonra ana borudaki suyun sıcaklığı biraz düşer. Bütün radyatörleri dolaşarak soğuyan ana borudaki su kazana döndürülür. Sistemin ana özelliği dönüşe yakın radyatörlerin daima daha az sıcak su ile çalışmasıdır. Bu özellikten dolayı aynı hat üzerinde kullanılacak radyatör sayısı sınırlıdır. Gidiş borusu önce kuzey yönündeki radyatörlere sıcak su verecek şekilde dağıtım yapılması, 25.000 kcal/h'a kadar olan kapasitelerde yeterli düzeltmeyi pratik olarak sağlayacaktır. Daha çok sayıda radyatör kullanılması gerektiğinde; özellikle çok katlı binalarda paralel tek borulu dağıtım sistemleri kullanılır.

Bu sistemler boru yatırımından önemli ölçüde ekonomi sağlar. Isıtılan hacimde az boru bulunması nedeniyle estetik olarak çift borulu sistemlere göre daha avantajlıdır. Özellikle kat kaloriferi gibi küçük çaplı uygulamalarda çok yaygın olarak kullanılır.

Tek borulu sistemlerin en önemli problemlerinden biri de ana borudan radyatörlere alınan su debisinin ayarındır. Bunun için genellikle uygulanan yöntem radyatör altında ana boru çapını daraltmaktır. İkinci yöntem ise özel fitting kullanmaktır. Ayrıca radyatör vanalarından reglaj yapma olanağından da yararlanılabilir.

Bu sistemin avantajları:

- Montajı basittir.
- Sistem ucuzdur.
- Sistem kat kat düzenlenirse, her daireye verilen ısının ölçülmesi mümkündür.
- Daha az delik delme gereksinimi vardır.
- Estetiktir.

15.3.4. ÇATI ISI MERKEZLERİNDE DAĞITIM VE TOPLAMA BİÇİMİNE GÖRE SİSTEMLER

15.3.4.1. Üstten Dağıtım, Üstten Toplama

Eğer bodrum katta boruları geçirmek üzere hiçbir yer yoksa, şemsiye sistemi de denilen üstten dağıtım, üstten

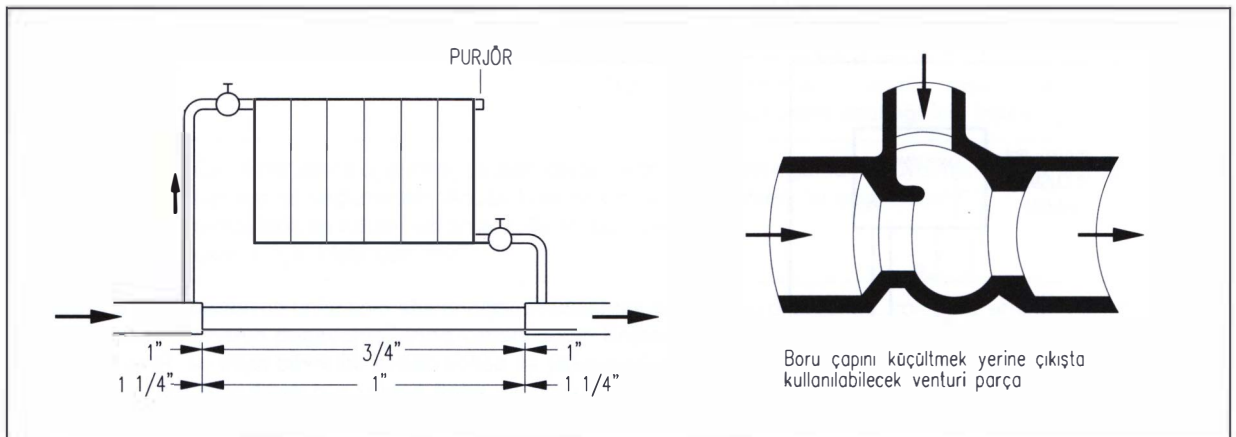
toplama sistemleri kullanılabilir (Şekil 15.8). İki kattan yüksek yapılarda radyatör vanalarıyla reglaj yapılması teorik olarak su dağıtımını dengelese de, ses problemi nedeniyle zorunlu kalınmadıkça bu sistem seçilmemelidir. Çatı ısı merkezlerinde (yüksek yapılarda), gidiş ve dönüş boruları en alt kata inip, dağıtım alt kattan yukarı doğru yapılmalı, yükselen gidiş borularının havalıkları yine çatıda toplanmalıdır.

15.3.4.2. Alttan Dağıtım, Alttan Toplama

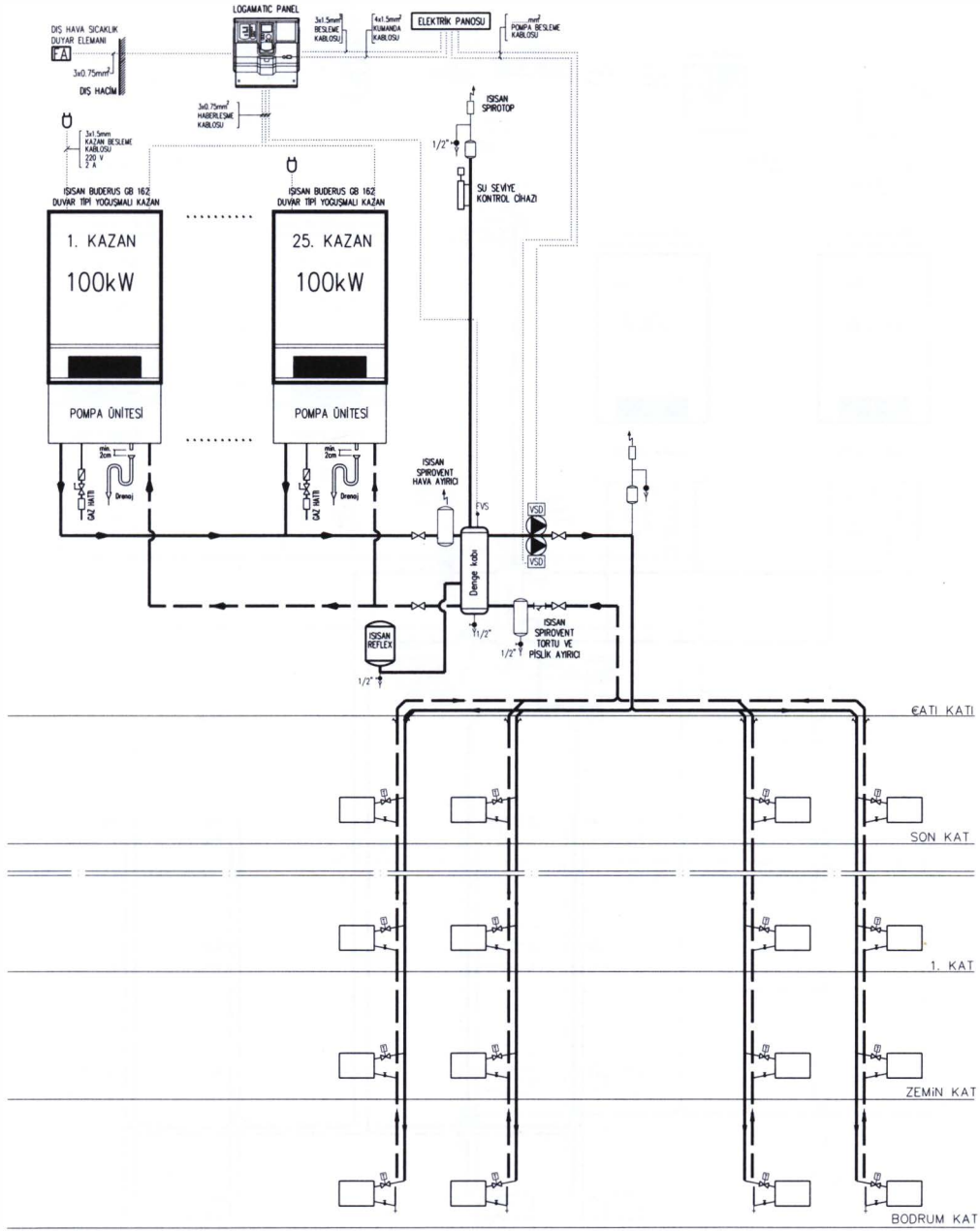
Şekil 15.9'da alttan dağıtım ve alttan toplama sistemi görülmektedir. Bu sistemlerde genellikle bodrum kata yerleştirilen sıcak su kazanından çıkan ana besleme borusu, sirkülasyon pompaları emiş kolektörüne gelir. Pompa çıkış kolektörü ise dağıtım kolektörü görevi yapar. Dağıtım kolektöründen yatay ana besleme boruları ile bodrum katı tavanı seviyesinde istenilen noktalara dağıtım yapılır. Bu noktalardan besleme kolonu adı verilen dik borularla su üst katlara ulaşır. Her radyatöre branşmanlarla besleme kolonundan sıcak su bağlanır. Radyatör dönüşleri ise birer branşmanla besleme kolonuna paralel toplama veya dönüş kolonuna bağlanır. Dönüş kolonları bodrum katta toplanan yatay ana borular ile birleşir. Böylece bütün radyatörlerden toplanan su, dönüş kolektörüne ulaşır. Binanın en üst seviyesinde genişleme kabı vardır. Bu kap gidiş ve dönüş emniyet boruları adı verilen birer boru ile kazan giriş ve çıkışına arada hiçbir vana olmayacak şekilde bağlıdır. Üst kata çıkan gidiş borusunda en üst noktada hava tüpü, 1/2" hava boşaltma vanası ve otomatik pürjör montajı yapılmalıdır. Bu noktadan düşey kolonlara doğru giden borulara %2 eğim verilmelidir. Böylece sistem içinde oluşacak havanın en üst noktaya doğru kendiliğinden akarak boşalması sağlanır. Bu sistemlerde doğal dolaşım pompaya yardımcı olmaktadır.

Altan dağıtım alttan toplama sistemleri klasik sistem olup;

- Daha az boru kullanıldığından daha ucuzdur.
- Borularda ısı kaybı daha azdır.



Şekil 15.7. BY PASS DETAYI VE VENTURİ PARÇA



SUNUĞ : ŐEMŐYE TESİSATI (ŐSTTEN DAĞITIM, ŐSTTEN TOPLAMA) RİŐKŐLĐR. ŐSTTEN DAĞITIP ALTAN TOPLAMAK DAHA DOĞRU SONUÇ VERİR.

NOTLAR:

- 1-) TESİSATA SU DOLDURMAK İŐIN BODRUM KATTA VEYA ÇATI KATINDA 3/4" SU DOLDURMA MUŐLUĐU OLMALIDIR.
- 2-) ÇATI KATINA SŐZGEŐ MONTE EDİLMELĐR.
- 3-) DOĞAL GAZ DUMAN BACASI ALTINA SIFON YAPIP DRENAJA BAĞLANMALIDIR.
- 4-) KAZANIN SŐREKLİ SU İLE DOLU KALMASINI SAĞLAYACAK ŞEKİLDE SU SEŐYE ŞALTERİ KONULMALIDIR.
- 5-) SİSTEM SIFON ÇALIŐACAĐINDAN RADYATÖR KOLON VE BRASŐAN BORULARI HESAPLANANDAN BİR ÇAP BŐYŐK ÇEKİLMELĐR.
- 6-) ANA ELEKTRİK PANOSUNDA TOPRAKLAMA OLMALIDIR.
- 7-) DUMAN KANALINA, KAZAN ÇIKIŞ TARAFINA 1/2" ANALİZ MANSONU VE KÖRTAPA KONULMALIDIR.

- 8-) BU SİSTEMDE ALT KAT RADYATÖRLERİ KRİŐİK DEVRE OLUŞTURMAKTADIR. BORU ÇAPININ VE SİRKŐLASYON POMPASININ SEÇİMİNE DİŐKAT EDİNİZ.
- 9-) SİSTEM 3 KATTAN YŐKSEK YAPILARDA TAVŐİYE EDİLMEZ.
- 10-) RADYATÖRLERDE TERMOSTATİK RADYATÖR VANASI KULLANILMALIDIR. DŐNŐŐTE İŞE REĞLAJ YAPILABİLEN RADYATÖR VANASI KULLANILMALIDIR.

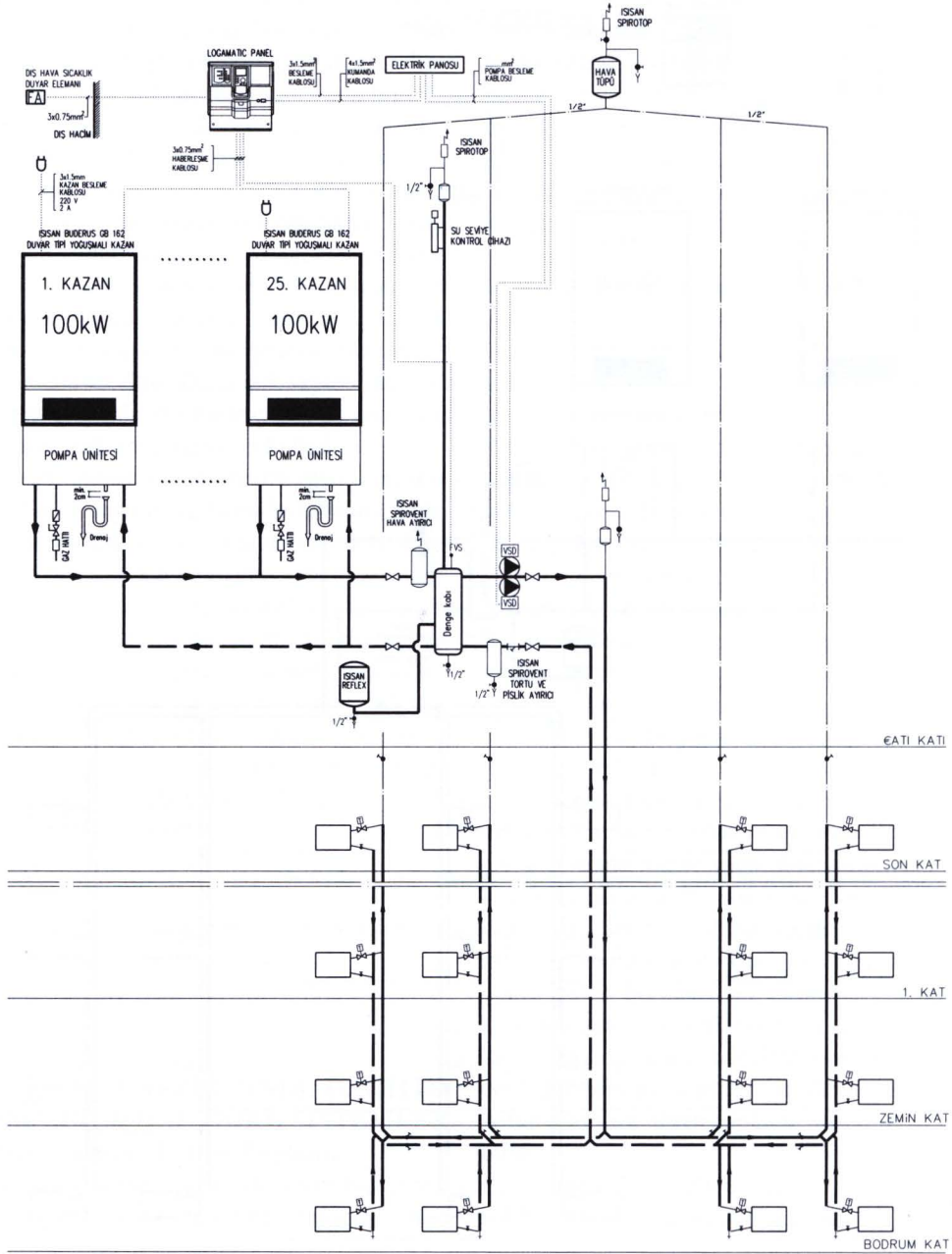
FA: DİŞ HAVA SICAKLIK DUYAR ELEMANI (KUZEY CEPHESİNDE, GŐNEŐ GÖRMEYEN YERE MONTE EDİNİZ.)

SIFON ÇALIŞAN TESİSATLARDA, KRİŐİK DEVRE HESABINA DİŐKAT ETMEK GEREKİR. SICAK SUYU AŞAĞI DOĞRU İTİP, SOŐUK SUYU YUKARI ÇEKMEK BAŐINŐ KAYBINI ARTIRACAKTIR. DŐŐEYDE 1 m DE 25 mmSS BAŐINŐ KAYBI (GİDİŞ DŐNŐŐ 50 mmSS) HESAPLARA İLAVE EDİLMELĐR.

SEMBOLLER

- EMNİYEY VENTİLİ
- SŐRGŐLŐ VANA, DIN 3204
- KŐRESEL VANA
- ŞİBER VANA
- RADYATÖR MUŐLUĐU
- KOSVA VANA
- HİDROMETRE
- İKİZ POMPA
- TERMOSTATİK VANA

Şekil 15.8. ÇATI ISI MERKEZİ - ŐSTTEN DAĞITIM, ŐSTTEN TOPLAMA (RİŐKŐ UYGULAMA)



NOTLAR:

- 1-) TESİSATA SU DOLDURMAK İÇİN BODRUM KATTA VEYA ÇATI KATINDA 3/4" SU DOLDURMA MÜSLÜĞÜ OLMALIDIR.
- 2-) ÇATI KATINA SÜZGEÇ MONTE EDİLMELİDİR.
- 3-) DOĞAL GAZ DUMAN BACASI ALTINA SIFON YAPIP DRENAJA BAĞLANMALIDIR.
- 4-) KAZANIN SÜREKLİ SU İLE DOLU KALMASINI SAĞLAYACAK ŞEKİLDE SU SEVİYE SALTERİ KONULMALIDIR.
- 5-) SIFON ÇALIŞAN BODRUM KAT RADYATÖR BORULARI HESAPLANANDAN BİR ÇAP BÜYÜK ÇEKİLMELİDİR.
- 6-) ANA ELEKTRİK PANOSUNDA TOPRAKLAMA OLMALIDIR.
- 7-) DUMAN KANALINA, KAZAN ÇIKIŞ TARAFINA 1/2" ANALİZ MANŞONU VE KÖRTAPA KONULMALIDIR.

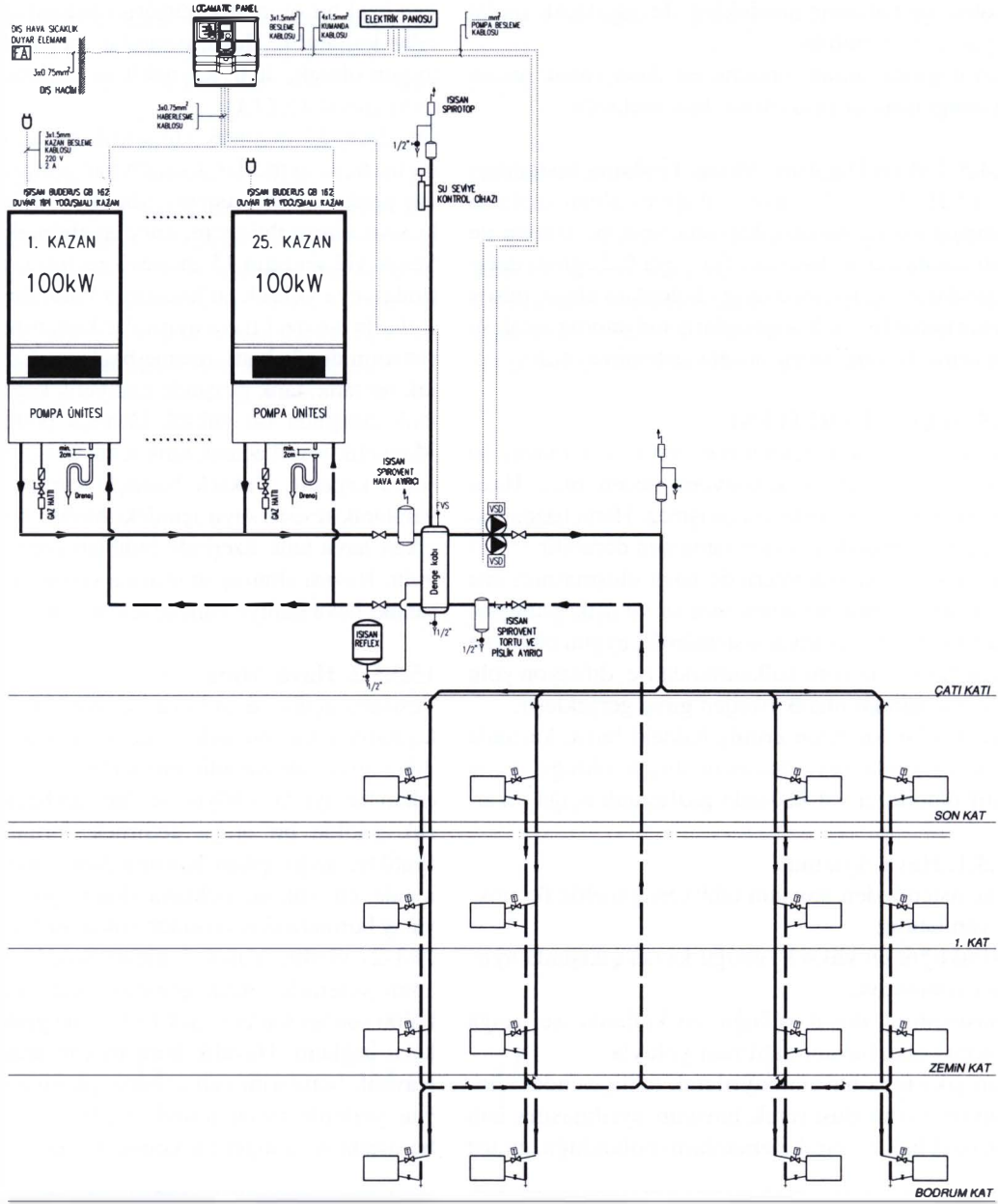
FA: DİŞ HAVA SICAKLIK DUYAR ELEMANI (KÜZEY CEPHESİNDE, ÇÖNEŞ GÖRMEYEN YERE MONTE EDİNİZ.)

SIFON ÇALIŞAN TESİSLERDE, KRİTİK DEVRE HESABINA DİKKAT ETMEK GEREKİR. SICAK SUYU AŞAĞI DOĞRU İTİP, SOĞUK SUYU YUKARI ÇEKMEK BASINÇ KAYBINI ARTIRACAKTIR. DÜŞEYDE 1 m DE 25 mmSS BASINÇ KAYBI (GİDİŞ DÖNÜŞ 50 mmSS) HESAPLARA İLAVE EDİLMELİDİR.

SEMBOLLER

- EMNİYET VENTİLİ
- SÜZÜCÜLÜ VANA, DIN 3204
- KÜRESEL VANA
- SİBER VANA
- RADYATÖR MÜSLÜĞÜ
- KOSVA VANA
- HDROMETRE
- İKİZ POMPA
- TERMOSTATİK VANA

Şekil 15.9. ÇATI ISI MERKEZİ - ALTAN DAĞITIM, ALTAN TOPLAMA (YAPILABİLİR)



SONUÇ : ŞEŞİYE TESİSATI (ÜSTTEN DAĞITIM, ÜSTTEN TOPLAMA) RİSKLİDİR. ÜSTTEN DAĞITIP ALTAN TOPLAMAK DAHA DOĞRU SONUÇ VERİR (BU ŞEKİLDEKİ GİBİ). RADYATÖR GİRİŞ MUSLUKLARINDA REGLAJ YAPILMALIDIR. RADYATÖR DÖNÜŞLERİNE DE AYRICA DÖNÜŞ VANASI KONULMALIDIR.

NOTLAR:

- 1-) TESİSATA SU DOLDURMAK İÇİN BODURUM KATTA VEYA ÇATI KATINDA 3/4" SU DOLDURMA MUSLUĞU OLMALIDIR.
- 2-) ÇATI KATINA SÜZGEÇ MONTE EDİLMELİDİR.
- 3-) DOĞAL GAZ DUMAN BACASI ALTINA SIFON YAPIP DRENAJA BAĞLANMALIDIR.
- 4-) KAZANIN SÜREKLİ SU İLE DOLU KALMASINI SAĞLAYACAK ŞEKİLDE SU SEVİYE ŞALTERİ KONULMALIDIR.
- 5-) SIFON ÇALIŞAN BODURUM KAT RADYATÖR BORULARI HESAPLANANDAN BİR ÇAP BÜYÜK ÇEKİLMELİDİR.
- 6-) ANA ELEKTRİK PANOSUNDA TOPRAKLAMA OLMALIDIR.
- 7-) DUMAN KANALINA, KAZAN ÇIKIŞ TARAFINA 1/2" ANALİZ MANŞONU VE KÖRTAPA KONULMALIDIR.

FA: DIŞ HAVA SICAKLIK DUYAR ELEMANI (KUZEY CEPHESİNDE, GÜNEŞ GÖRMEYEN YERE MONTE EDİNİZ.)

SIFON ÇALIŞAN TESİSATLARDA, KRİTİK DEVRE HESABINA DİKKAT ETMEK GEREKİR. SICAK SUYU AŞAĞI DOĞRU İTİP, SOĞUK SUYU YUKARI ÇEKMEK BASINÇ KAYBINI ARTIRACAKTIR. DÜŞEYDE 1 m DE 25 mmSS BASINÇ KAYBI (GİDİŞ DÖNÜŞ 50 mmSS) HESAPLARA İLAVE EDİLMELİDİR.

SEMBOLLER

- EMNİYET VENTİLİ
- SÜRGÜLÜ VANA, DIN 3204
- KÜRESEL VANA
- SİBER VANA
- RADYATÖR MUSLUĞU
- KOSVA VANA
- HİDROMETRE
- İKİZ POMPA
- TERMOSTATİK VANA

Şekil 15.10. ÇATI ISI MERKEZİ - ÜSTTEN DAĞITIM, ALTAN TOPLAMA (İDEAL UYGULAMA)

- Sistemde basınç dağılımı dengesizdir. Bu nedenle kolon ve radyatör muslukları ile yapılacak reglaj ayarı çok önemlidir.

Üstten dağıtım, alttan toplama ise daha pahalı ancak daha dengeli bir çözüm olarak bilinmektedir.

15.3.4.3. Üstten Dağıtım, Altan Toplama Sistemleri

Şekil 15.10'da görülen üstten dağıtım alttan toplama sisteminde ise kazandan çıkan ana besleme kolonu ile su çatı katına ulaşır. Buradan %1 veya %2 eğimli dağıtım boruları ile çatı içinde düşey kolonlara ulaşır, düşey besleme kolonları ve branşmanlarla radyatörler sıcak su ile beslenir. Dönüş ise bir önceki sistemin aynıdır.

15.3.5. HAVA TAHLİYESİ

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde hava, sistemdeki su dolaşımını engeller ve korozyona neden olur. Hava yapan boru ve radyatörler iyi çalışmaz. Hatta bazen sistemin bir bölgesinde dolaşım tamamen durabilir.

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde hava oluşmasının ana kaynakları; sisteme beslenen taze su ve açık genişleme kaplarıdır. Yerden ısıtmalı sistemlerde, uygun olmayan oksijen bariyersiz boru kullanımında ise, difüzyon yolu ile sisteme sürekli olarak oksijen girişi gerçekleşir.

Bu kaynaklardan giren erimiş haldeki hava, kazanda ısınma sırasında veya basıncın düşük olduğu, hatta negatif olabildiği üst katlarda gazlaşarak açığa çıkar.

15.3.5.1. Hava Ayırma

Isıtma sisteminden havanın tahliyesi genelde iki noktada yapılabilir:

- Sıcaklığın en yüksek olduğu kazan çıkışında ayırma yöntemiyle
- Basıncın en düşük olduğu üst kotlarda ise, açığa çıkmış olan havanın atılması yoluyla

Kazan çıkışında havanın ayrılarak tahliyesinde, içinde suyun hızını düşürerek havanın ayrılmasına izin veren özel bakır, spiral elemanların bulunduğu, en üst

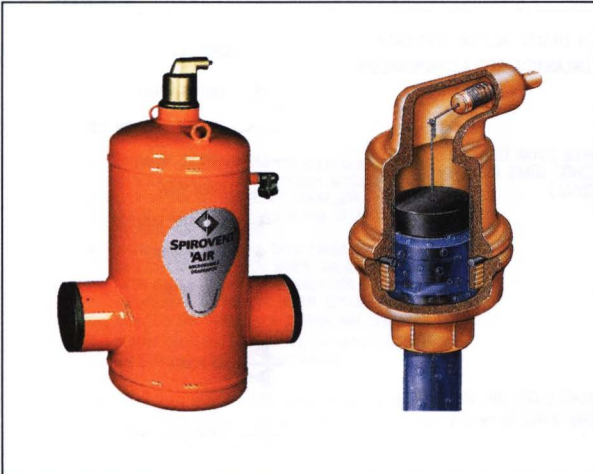
noktasında ise biriken havanın dışarı atılmasını sağlayan özel bir otomatik pürjörün bulunduğu hava ayırıcılar kullanılır. Hava ayırıcılar, her türlü kapasiteye uygun olarak, dişli, kaynaklı veya flanşlı olabilmektedir (Şekil 15.11A).

Özellikle 15 m statik yüksekliklere kadar kullanılan bu tip hava ayırıcılar, oksijen bariyersiz boru ile yapılan yerden ısıtma sistemi gibi ekstrem haller dışındaki tesisatların ihtiyacını karşılayabilmektedir.

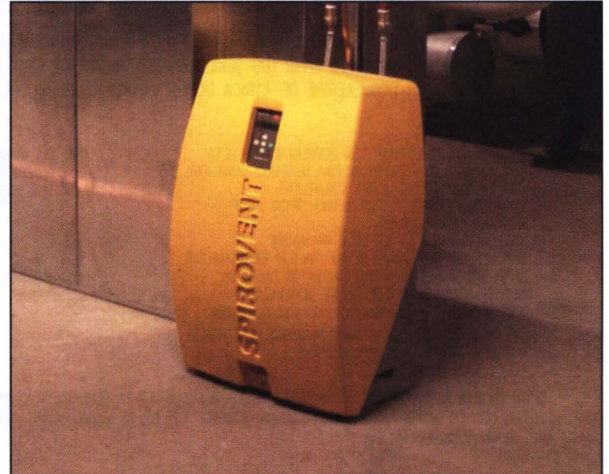
Statik yüksekliğin 15 metreyi geçtiği ısıtma tesisatlarında veya yüksek su hacminin bulunduğu yatay tesisatlarda ise özel hava ayırıcılar kullanılır. Bu cihazlar sistemin dönüş hattı üzerine bağlanır. Cihaz temel olarak bir tank, tank girişinde manyetik kapama ventili ve tank çıkışında ise yüksek basınçlı pompadan oluşur. Manyetik ventil açarak tank içine tesisat suyunu alır ve sonra kapanır. Yüksek basınçlı pompa, vakum etkisi yaratarak tesisat suyu içindeki havayı ayırır. Açığa çıkan hava tank üzerinde bulunan otomatik pürjör ile atılır. Havası alınmış su tesisata verilir ve bu işlem tesisattaki hava tahliye edilene kadar sürer (Şekil 15.11B).

15.3.5.2. Hava Atma

Tesisatta açığa çıkan hava ise, pompa debisi etkisi ile taşınabilmekte, bu nedenle de normal akışın içinde kaldığı sürece tahliye edilememektedir. Bu nedenle açığa çıkan havayı daha büyük ve durağan hacimler oluşturacak şekilde bir araya getirmek zorunlu olmaktadır. Pratikte, açığa çıkan havanın hareketini boru sistemi içinde en yüksek noktaya doğru yönlendirmek için yatay borulara akış yönünde yukarı doğru hafif bir eğim (%1-2) verilir. Yatay 1 metre boruda 10 mm kadar eğim yeterlidir. Açık genişleme kabı kullanıldığında, kolon sonları toplanıp Şekil 15.12'de görüldüğü gibi bu kaba bağlanır. Havalık boruları çatı arasında bulunur. Havalık borularını çatı arasına çıkarma olanağı olmayan yerlerde tavan altında toplayarak emniyet gidış borusuna veya diğer bir kolona bağlamak mümkündür.



Şekil 15.11A. HAVA AYIRICILAR



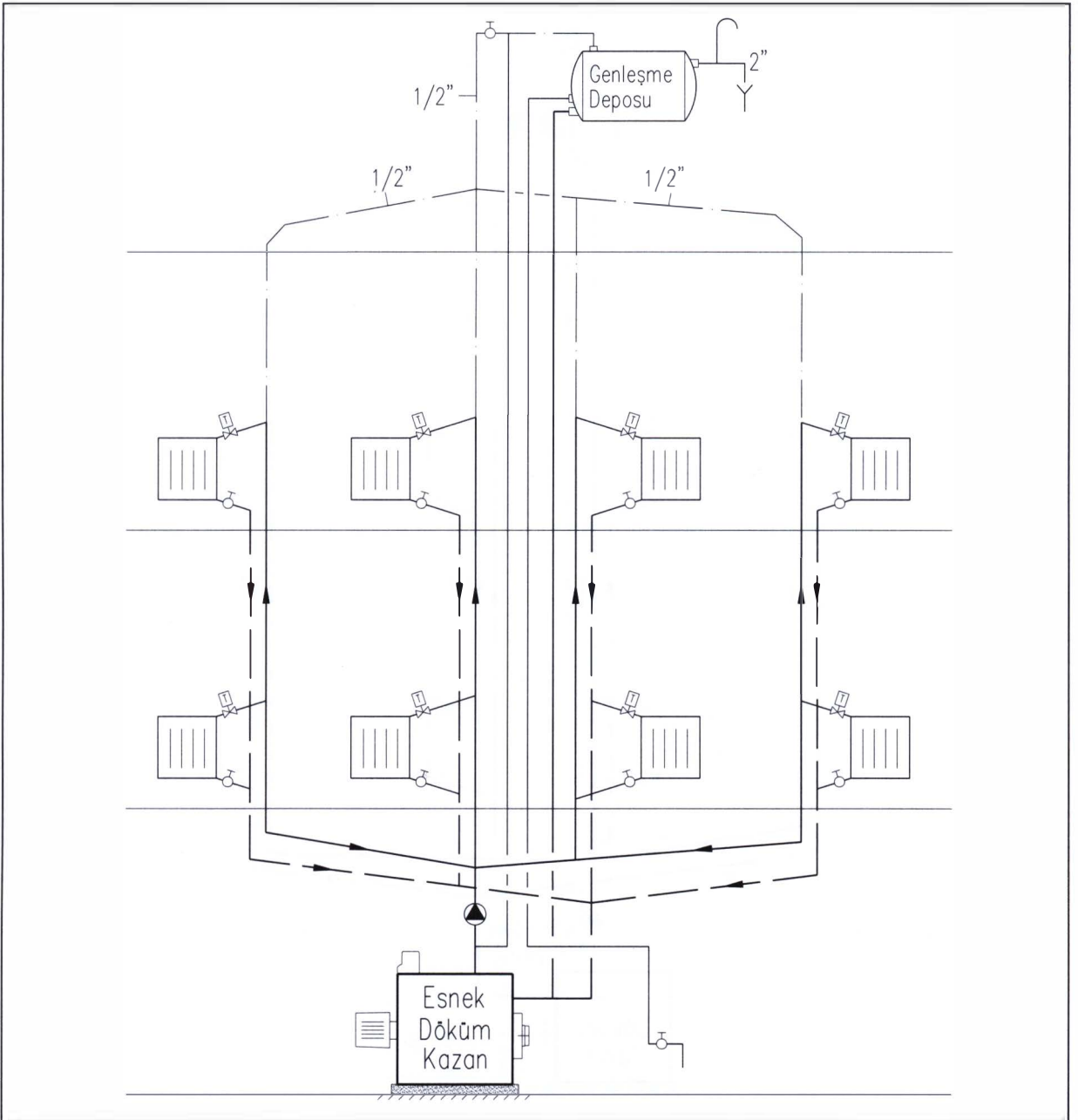
Şekil 15.11B. POMPALI HAVA AYIRICI

Havalık boruları kolona bağlanacaksa, 500 mm aşağıya indirilip sifon oluşturularak hava tamponu meydana getirilmelidir. Havalık borusu çıkma olanağı hiç bulunmayan yerlerde gidiş kolonunun sonu 1/2" parmak boru ile 500 mm daha yükseltilecek hava tüpü ve hava boşaltma pürjörü bu boru üzerine konulabilir. Kalfifer tesisatında, ana dağıtma ve toplama borularında oluşan havanın havalık borusu ile genişleme deposuna götürülmesinin olanaksız olduğu yerlerde hava tüpleri kullanılır. Tüplere otomatik pürjör veya 1/2" boşaltma vanası monte edilir. Hava boşaltma borusu drenaj kanalına ucu açık olmak üzere (vananın su kaçırmaması halinde görülebilmesi için) bağlanır.

Ayrıca merkezi hava boşaltma tüplerine bağlanamayan radyatör ve kolonlara pürjör takılır. Böylece bu elemanlarda tekil olarak hava boşaltımı gerçekleştirilir. Kapalı genişleme deposu olan sistemlerde ise kolonlar gene çatıda birleştirilip bir hava tüpüne götürülür. Hava tüpünün üstüne de bir otomatik hava pürjörü konulur (Şekil 15.13 ve 14).

15.3.6. SİSTEMDE DONMANIN ÖNLENMESİ

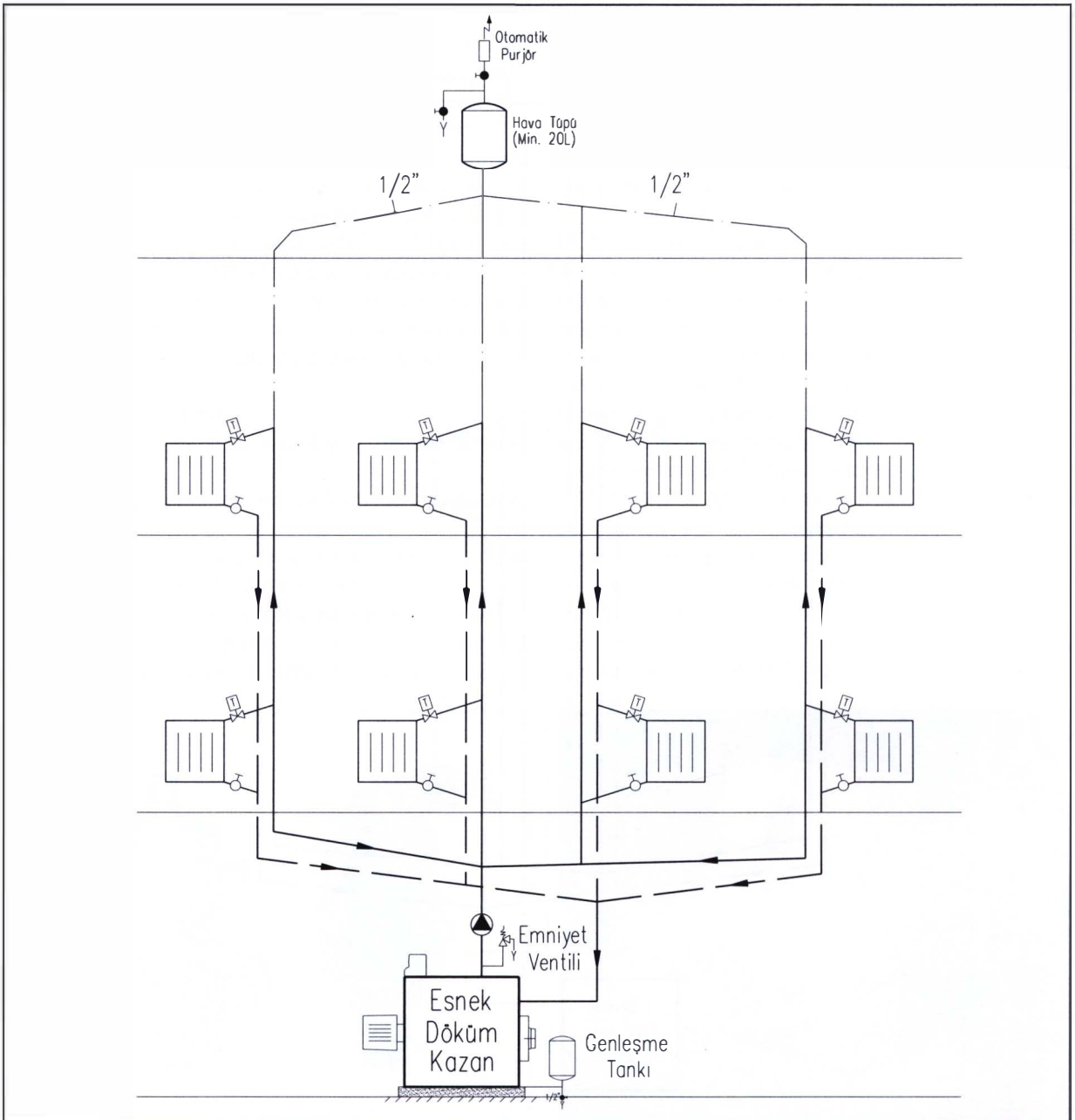
Sıcak su sistemlerinin tasarımında su sıcaklığının donma noktasının altına düşmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Özellikle ısıtılmayan ve sıcaklığı donma noktasının altına düşebilen hacimlerden geçen borular



Şekil 15.12. AÇIK GENLEŞME DEPOLU SİSTEM (ESKİ SİSTEM)

ve böyle hacimlere yerleştirilmiş radyatörler bulunması halinde, bu durum söz konusudur. Büyük binaların ısıtılmasında, sistemde bu şekilde donma noktası altında elemanlar bulunması olasılığı daha fazladır. Sirkülasyon devam ettiği yani pompa çalıştığı sürece herhangi bir donma söz konusu değildir. Çünkü sürekli olarak daha sıcak akışkanla beslendiği için boru veya radyatörler sıfırın altındaki sıcaklıklara açık bile olsalar, dolaşan su sıcaklığı yüksek olacaktır. Kazan çalışmıyor bile olsa bütün sistemdeki su sıcaklığı donma noktası altına düşmeden herhangi bir donma olayı meydana gelmez. Soğuk iklimlerde, geceleri ve hafta sonlarında çalışmayan iş yerlerinde sirkülasyon pompası bu yüzden

devamlı çalıştırılmalıdır. Eğer sistem uzun süreli olarak susturulacak ise bu durumda ısıtma sisteminde mevcut bütün suyun tamamen boşaltılması gerekir. Radyatör dilimlerinin alt kısımlarında kalan az miktarda suyun bile donarak o noktalarda çatlamalara neden olduğu pratikte görülmüştür. Antifriz kullanarak donma olayının önlenmesini, ısıtma sistemlerinde önermiyoruz. Gerek pahalı olması, gerek korozyona neden olması, gerekse çalışmada pompa yükünü artırmak, akışkanın ısı kapasitesini düşürmek gibi aksaklıklara yol açması sebebi ile uygun değildir. Gelişmiş kazan kumanda panelleri (hatta modern kombi oda kumandaları da), donmaya karşı sistemdeki su



Şekil 15.13. KAPALI GENLEŞME DEPOLU SİSTEM ALTTAN DAĞITIM, ALTTAN TOPLAMA

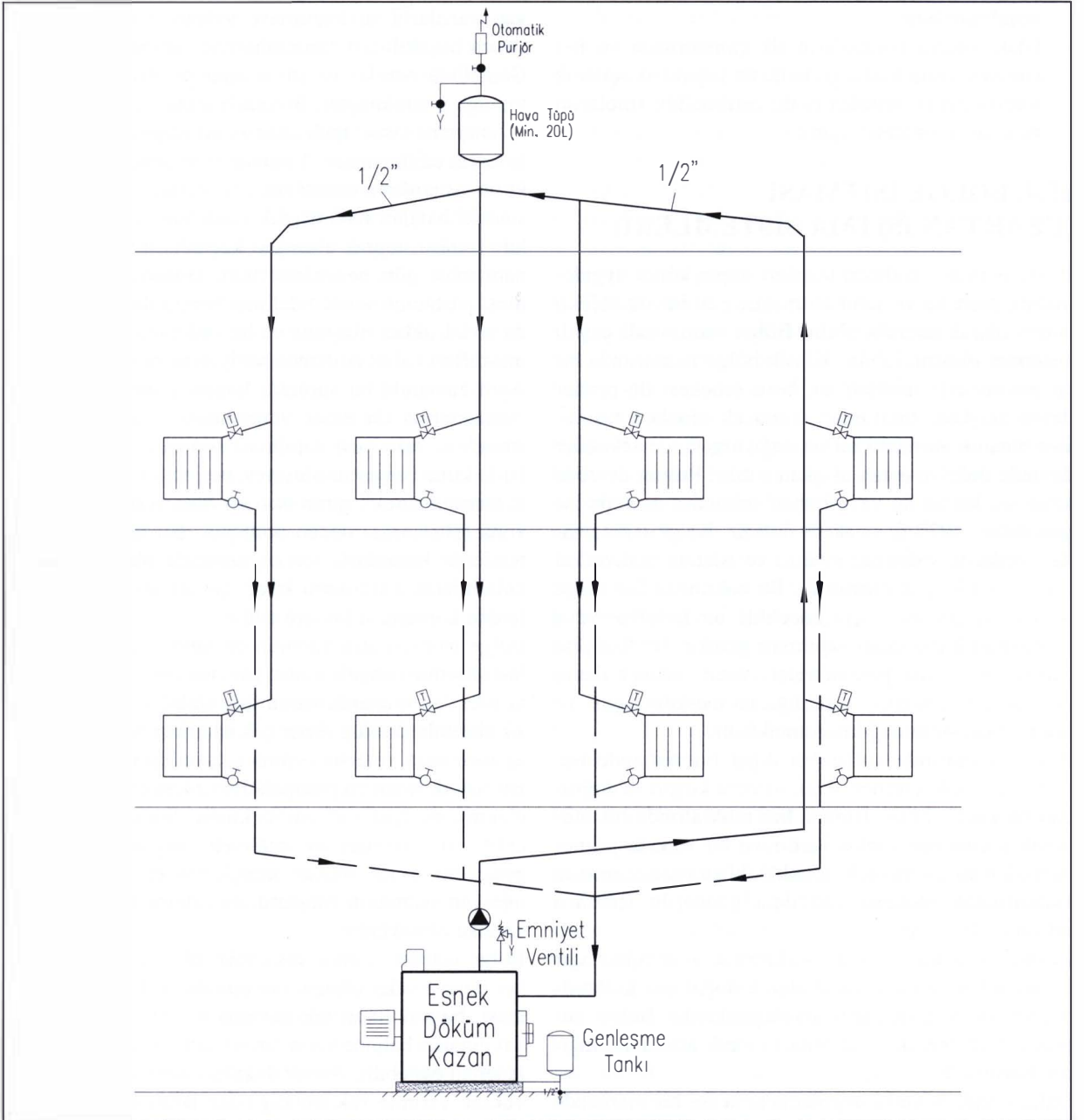
sıcaklığını kontrol ederek çeşitli kademelerle koruma yapar. Bu kumanda sistemleri, dış hava sıcaklığı $+5^{\circ}\text{C}$ değerine düşünce otomatik olarak sirkülasyon pompasını çalıştırır. Bu sırada da tesisat su sıcaklığını kontrol etmeyi sürdürür. Eğer dış hava sıcaklığı veya su sıcaklığı, $+1^{\circ}\text{C}$ 'ye düşerse, bu kez kazan veya kombi ateşlenir ve hem tesisatın, hem de binanın korunması amacıyla ısıtma başlatılır.

Soğuk bölgelerdeki sıcak sulu ısıtma sistemlerinde, sistem çalışmakta olsa bile çatı arasındaki tesisatta bulunan hareketsiz suyun donma olasılığı vardır. Bu amaçla alınabilecek önlemler aşağıda sıralanmıştır:

a. Açık genleşme depolu sistemlerde çatı arasındaki

bütün havalık boruları, emniyet boruları ve genleşme deposu çok iyi izole edilmelidir. Ayrıca genleşme depolarına kazandan geliş borusu, depo alt seviyesinden ayrıca bağlanmalıdır (By pass yapılmalıdır). Donmayı önlemek için bu sirkülasyon bağlantısı yapılmalıdır. Böylece suyun depoda hareketsiz kalması önlenecektir.

b. Kapalı genleşme depolu sistemlerde çatı arasında sadece havalık boruları ve hava tüpü bulunabilir. Bu elemanlar yine izole edilmelidir. Ayrıca hava tüpündeki ve havalık borularındaki suyun hareketsiz kalmasını önlemek üzere, merkezi hava tüpü üst kattaki dönüş borularından birine ayrı bir sirkülasyon borusu ile bağlanabilir.



Şekil 15.14. KAPALI GENLEŞME DEPOLU SİSTEM ÜSTTEN DAĞITIM, ALTTAN TOPLAMA

c. Havalık boruları eğer mimar izin veriyorsa çatı arasında değil, üst katın tavanında toplanabilir.

d. Çatının izolasyonu çatı arası döşemesine serilecek cam yünü şiltesi yerine, kiremit altına uygulanacak cam yünü tabakası ile gerçekleştirilebilir.

Ayrıca hafta sonu evleri bölümünde de soğuk bölge notlarını bulabilirsiniz. Soğuk bölgelerde kış aylarında kalorifer tesisatının su testini yaptıktan sonra, tesisatın suyunu kazandan boşaltmak (özellikle camlar takılı değilse) yeterli olmamaktadır.

Bu amaçla,

- Radyatörlerin alt kısmında kalan su, radyatörler sökülerek tamamen boşaltılmalıdır.
- Islak rotorlu pompalar sökülerek içlerindeki su boşaltılmalıdır.
- Islak rotorlu pompaların ilk çalıştırmada ve her ısıtma sezonu başlangıcında, ön kapakları açılarak rotorlarına ilk hareket el ile verilmelidir (motorun yanmasını önlemek için).

15.4. BÖLGE ISITMASI (UZAKTAN ISITMA SİSTEMLERİ)

Bölge ısıtması, endüstri tesisleri, toplu konut uygulamaları, mahalle ve şehir ısıtmaları gibi büyük ölçekli ısıtma olarak tanımlanabilir. Bölge ısıtmasında çeşitli sistemler oluşturulabilir. Klasik bölge ısıtmasında bir ısı merkezinde üretilen ısı, boru şebekesi ile primer devre akışkanı tarafından ısıtılacak binalara taşınır. Her binanın altındaki bir ısı değiştirgecinde sekonder devrede dolaşan ısıtıcı akışkan ısıtılır. Primer devrede sıcak su, kızgın su veya buhar; sekonder devrede ise genellikle 90/70°C sıcak su dolaşır. Bölge ısıtmasında, seçilecek sistemin, yatırım ve işletme maliyetleri üzerine etkisi çok önemlidir. Bu bakımdan her bölge ısıtması uygulaması için öncelikle bir fizibilite veya ekonomiklik çalışması yapılması gerekir. Bu fizibilite çalışmasında ana parametreler: yakıt, primer devre akışkan cinsi, akışkan sıcaklığı, ısı merkezi sayısı ve boru şebekesinin dağılımı olmaktadır.

Bölge ısıtmasında kullanılan diğer bir sistemde ise; primer devrede üretilen sıcak su veya kızgın su doğrudan bloklara verilir. Burada her blok altında bir otomatik karıştırma vanası vardır ve bu vanada primer devreden alınan yüksek sıcaklıktaki su istenen oranda karıştırılarak bloktaki ısıtıcılara gönderilir (basınca dikkat edilmelidir).

Kömür ve hatta sıvı yakıt yakılırken avantajları ağır basan bölge ısıtması yakıt olarak doğal gaz kullanıldığında dezavantajlı duruma düşmektedir. Bölge ısıtmasının en büyük dezavantajı toprak altındaki dağıtım borularıdır.

Daha küçük boyutlu uygulamalarda ise bir merkezde üretilen su ile doğrudan blokları ısıtmak mümkündür. Bu sistemlerde kullanma sıcak suyu da aynı merkezde

üretilep bütün noktalara ayrı bir hatla dağıtılabılır. Bölge ısıtmasının dağıtım borularında mutlaka eşit direnç sistemi (Tichelmann sistemi) uygulanmalıdır. Bölge ısıtmasında blok bazında verilen ısının ölçülmesi sorunu vardır. Bu amaçla blok girişlerinde sistemde ayrıca ısı pay ölçerler kullanılabilir. Bölge ısıtmasında kazan dairesi ile binalar arasındaki ısı kanalları (veya galerilerdeki) boruların ısı kaybı, boru izolasyonlarının zamanla bozulması ile giderek artan ciddi ısı kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca bu kanallardaki boruların zamanla çürümesi sistemde uzun süreli ve sık sık karşılanan kesintiler oluşturmaktadır. Teorik olarak hat vanaları ile lokal hale getirilebileceği düşünülen arızalar, pratikte uzun süre kullanılmayan vanaların su kaçırması nedeniyle tüm sistemin suyun boşaltılması zorunluluğunu yaratmaktadır.

Genellikle borular ısı izolasyonu yapılarak doğrudan toprağa gömülmüştür. Boruların kanal veya galeri içine alınması inşaat maliyetlerini artırdığından genellikle tercih edilmemiştir. Yaşanan tecrübeler göstermiştir ki bu sistemlerin neredeyse tamamında yapım aşamasındaki hatalar, bakımsızlık veya farelerin izolasyonları yemesi, toprak altındaki kaçakların yerinin bulunamaması gibi nedenlerle boru izolasyonları bozulmuş, paslanma sonucu delinen borulardan ciddi oranda su kaçakları oluşmuş ve bu nedenlerle yakıt ve su masrafları kabul edilemez seviyelere gelmiştir.

Aynı zamanda bu sorunlar kazan, pompa vb tesisat elemanlarına da zarar vermektedir. Çünkü sisteme sürekli su takviyesi yapılması sonucunda tüm cihazlarda kireç ve çamur oluşmuş, besleme suyuyla birlikte tesisata sürekli giren oksijen önemli oranda korozyona (paslanma) neden olmuştur. Bu tür büyük sistemlerde kazanlarla tesisat arasında plakalı eşanjör kullanılarak kazanların kireç, çamur vb olumsuzluklardan korunması tavsiye edilir.

Bölge ısıtması sistemlerinin en büyük zorluklarından biri sistemin dengelenmesi, yani her binaya veya konuta istenilen miktarda ısının dağıtılabılmasıdır. Dengesiz sistemlerde bazı yerler çok ısınırken bazı yerler çok az ısınmakta yetersiz ısınma şikayetleri oluşmaktadır. Bu sistemde suyun pompalanması için ciddi miktarda elektrik enerjisi sarf edilmektedir. Sonuçta sistemde ciddi su kayıpları ve maliyeti, suyun doldurulup boşaltılması ile oluşan kireçlenmeler ve kesintiye uğrayan ısıtmanın oluşturduğu konfor kayıpları söz konusu olmaktadır.

Bölge ısıtması kömür veya fuel oil kullanımı halinde her binaya yakıt taşıma, her binadan kül ve cüruf atılması, bu yakıtların tek noktada ve büyük kapasitede yakılmaları halinde verimlerinin artması gibi nedenlerle tercih edilebilir. Ancak doğalgaz her kapasitede aynı yüksek verimle yakılabildiğinden bölge ısıtması sisteminin doğalgazda herhangi bir avantajı kalmamaktadır. Doğal gazın bölge içinde dağıtılması ve her binaya

ulaştırılması daha ekonomik ve sorunsuzdur. Her bina altında kurulacak bağımsız kazan dairelerinden her binanın merkezi ısıtma sistemiyle ısıtılması en uygun çözümdür. Her apartmandaki merkezi sistemde atmosferik brülörlü kazanların veya kaskad sistemlerin kullanılması sessiz, işletme ve bakımı kolay, sık servis gerektirmeyen ve yüksek verimli bir çözüm oluşturur.

a. Isıtıcı Akışkan

Bölge ısıtmasında (uzaktan ısıtmada) kullanılan ısıtıcı akışkan cinsleri:

- Sıcak su,
- Kaynar su,
- Buhar olarak sıralanabilir.

Sıcak sulu tesislerde su sıcaklığı 110°C 'nin altındadır. Ancak sıcak sulu sistem tanımı pratikte 90°C ve daha düşük sıcaklık ısıtması için yapılır. $90/70^{\circ}\text{C}$ klasik sıcak su sistemi sıcaklığıdır. Modern ısıtmada (düşük sıcaklık ısıtmasında) $70/55^{\circ}\text{C}$ sistem seçilir.

Kaynar sulu tesislerde ise, su sıcaklığı 120°C ve üzerindedir. Bu tesislerde üst sınır ise pratikte 180°C değerindedir. Bu sistemlerde su gidiş dönüş sıcaklıkları arasındaki fark 20°C 'den daha büyüktür. Genellikle kullanılan sıcaklık farkları $30-80^{\circ}\text{C}$ arasında değişir. $150/80^{\circ}\text{C}$, $160/120^{\circ}\text{C}$, vb kaynar su sıcaklık seçiminde sık karşılaşılan değerlerdir. Su sıcaklıklarının yükselmesi boru boyutlarını ve eşanjör boyutlarını azaltırken, basıncın artmasına bağlı olarak daha dayanıklı ve kaliteli boru, fittings ve cihaz gereksinimini doğurur. Sıcaklık farklarının artması ise boru çaplarını azaltırken ısıtıcı yüzeylerini büyütür. Dolayısı ile her sistem için optimum çözüm, bir fizibilite çalışması ile belirlenmelidir.

Buhar ile bölge ısıtması sadece endüstriyel tesisler için geçerlidir. Eğer sistemde, başka amaçlarla zaten buhar üretiliyorsa, ısıtma için de aynı buhardan primer devrede yararlanılabilir. Tesiste mevcut buhar yoksa; sadece ısıtma amacı ile buharlı bölge ısıtması günümüzde kullanılmamaktadır.

Kaynar sulu tesislerin buharlı tesislere göre önemli üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kaynar sulu şebekede belirli koşullarda daha fazla ısı taşınabilir.
- Buharlı tesislerde kondens hattı ve kondens kayıpları bulunur.
- Buharlı tesislerde büyük ısı kaybı olur.
- Boru şebekesinin düzenlenmesinde kaynar suda yüksek basınç dışında herhangi bir sınırlama yoktur. İstenildiği gibi, araziye uygun döşeme yapılabilir. Buharda kondens nedeni ile bütün tesisat mutlaka belirli bir eğimle döşenmelidir.
- Kaynar su sistemini merkezi olarak kontrol etmek mümkündür.
- Kaynar su ile çok uzak mesafeleri beslemek mümkündür ($10-15\text{ km}$).
- Kaynar suda boru şebekesi bir ısı kapasite oluşturmaktadır.

- Buhar ve kondens borularında korozyon riski çok daha fazladır. Tesisatın ömrü daha kısadır.
- İlk yatırım maliyeti yaklaşık %10 daha ucuzdur.
- İşletme maliyeti yaklaşık %20-30 daha düşüktür.
- Onarım ve bakım maliyeti yaklaşık %50-60 daha azdır.
- Kaynar su sistemlerinin ilk yatırım ve işletme maliyetleri buhara göre daha düşüktür.

Buna karşılık dezavantajları:

- Toplam su hacmi çok büyüktür ve suyun yumuşatılmış olması gerekir. Ayrıca dozajlama gerekir.
- Sistem kapalı devredir. Ancak kaçaklar ve arızalar sonucu su boşaltılması nedeniyle, kötü işletme koşullarında önemli ölçüde su takviyesi gerekir.
- Her yeni ilave su kireçlenme ve korozyon sorunlarını da birlikte getirir.
- Kaynar su hatlarında boru ısı kayıpları ve kesintili işletme ısı kayıpları önemli mertebelere ulaşabilir.
- Araziye büyük kot farkları (50 m ve üzeri) olması halinde, artan basınçlara bağlı olarak sistem çok pahalı hale gelir.
- Boru hatlarında genişmeyi almak üzere kompanzator kullanılmalı, üst kotlarda hava tahliyesi, alt kotlarda boşaltma imkanı yaratılmalıdır.
- Buhar ısıtma yüzey sıcaklıkları daha homojendir.
- Sıcaklık kontrolü buharda çok daha hassas yapılabilir.

Sonuç olarak, yarı çapı 500 metre 'yi geçmeyen bölgelerde sıcak sulu sistemler kullanılabilir. Daha büyük bölge boyutlarında ise kaynar su kullanılmalıdır. Buhar ancak başka amaçlarla üretiliyorsa, ısıtmada kullanılmalıdır. Özel durumda örneğin, kazan dairesi ile eşanjörler arasındaki kot farkı 100 metre ve daha fazla ise ve kazan dairesi alt kotta yapılmak zorundaydı; kaynar su sisteminin basınç problemi nedeniyle buhar bölge ısıtmasında kullanılabilir.

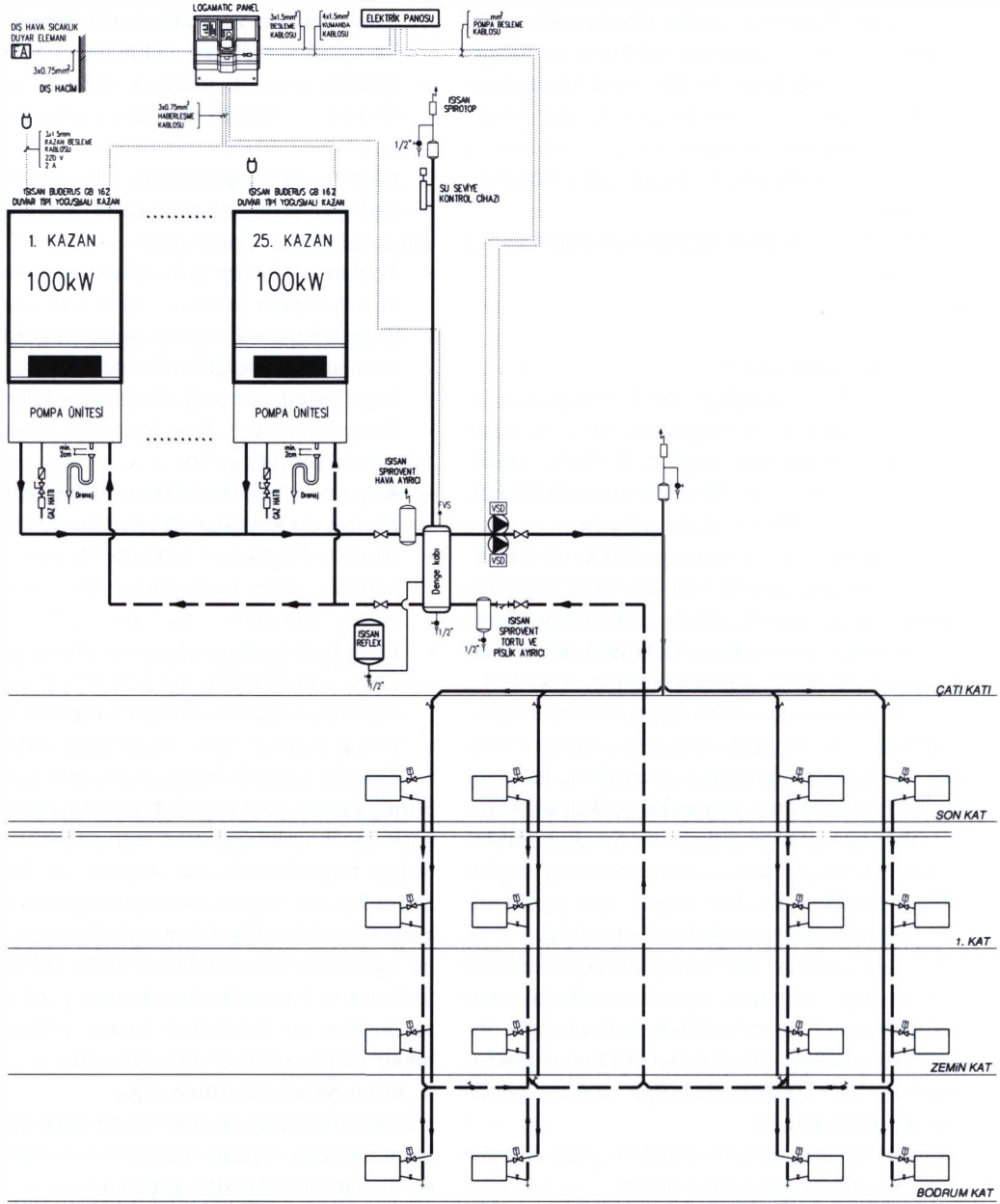
b. Boru Şebekesi (Boru Ağı)

Bölge ısıtmasında primer devre boru ağı tipi öncelikle ısı merkezi sayısına bağlıdır. Sistemleri,

- Tek merkezli bölge ısıtması
- Çok merkezli bölge ısıtması olarak ikiye ayırmak mümkündür.

15.4.1. TEK MERKEZLİ BÖLGE ISITMASI

Şehir ısıtmaları hariç, genellikle bölge ısıtmaları tek ısı merkezli sistemlerdir. Bu sistemlerde dallanan tip şebekeler kullanılır (*Şekil 15.15*). Dallanan tip şebekede, bütün kullanma yerleri bir tek kol ile beslenir. Dolayısı ile bu sistem tamir veya boru patlamaları halinde zorluklar yaratır. Sadece problem olan noktada değil, bu noktadan sonraki bütün kullanım yerlerinde besleme kesilir. Boru şebekesini bir, iki, üç veya dört borulu yapmak mümkündür. Bir borulu sistem sadece buharlı tesisat için geçerlidir. Bu sistemde tek borudan kullanıcıya buhar ulaştırılır. Ancak kondens geri gönderilmez. Pahalı bir işletme sistemi olup, çok özel durumlarda



SONUÇ : ŞEMSIYE TESİSATI (ÜSTTEN DAĞITIM, ÜSTTEN TOPLAMA) RİSKLİDİR. ÜSTTEN DAĞITIP ALTTAN TOPLAMAK DAHA DOĞRU SONUÇ VERİR (BU ŞEKİLDEKİ GİBİ). RADYATÖR GİRİŞ MUSLUKLARINDA REGLAJ YAPILMALIDIR. RADYATÖR DÖNÜŞLERİNE DE AYRICA DÖNÜŞ VANASI KONULMALIDIR.

NOTLAR:

- 1-) TESİSATA SU DOLDURMAK İÇİN BODRUM KATTA VEYA ÇATI KATINDA 3/4" SU DOLDURMA MUSLUĞU OLMALIDIR.
- 2-) ÇATI KATINA SÜZGEÇ MONTE EDİLMELİDİR.
- 3-) DOĞAL GAZ DUMAN BACASI ALTINA SIFON YAPIP DRENAJA BAĞLANMALIDIR.
- 4-) KAZANIN SÜREKLİ SU İLE DOLU KALMASINI SAĞLAYACAK ŞEKİLDE SU SEVİYE SALTERİ KONULMALIDIR.
- 5-) SIFON ÇALIŞAN BODRUM KAT RADYATÖR BORULARI HESAPLANANDAN BİR ÇAP BÜYÜK ÇEKİLMELİDİR.
- 6-) ANA ELEKTRİK PANOSUNDA TOPRAKLAMA OLMALIDIR.
- 7-) DUMAN KANALINA, KAZAN ÇIKIŞ TARAFINA 1/2" ANALIZ MANŞONU VE KÖRTAPA KONULMALIDIR.

FA: DIŞ HAVA SICAKLIK DUYAR ELEMANI (KUZEY CEPHESİNDE, GÜNEŞ GÖRMEYEN YERE MONTE EDİNİZ.)

SIFON ÇALIŞAN TESİSATLARDA, KRİTİK DEVRE HESABINA DİKKAT ETMEK GEREKİR. SICAK SUYU AŞAĞI DOĞRU İTİP, SOĞUK SUYU YUKARI ÇEKMEK BASINÇ KAYBINI ARTIRACAKTIR. DÜŞEYDE 1 m DE 25 mmSS BASINÇ KAYBI (GİDİŞ DÖNÜŞ 50 mmSS) HESAPLARA İLAVE EDİLMELİDİR.

SEMBOLLER

- EMNİYET VENTİLİ
- SÜRGÜLÜ VANA, DIN 3204
- KÜRESEL VANA
- SİBER VANA
- RADYATÖR MUSLUĞU
- KOSVA VANA
- HIDROMETRE
- KIZ POMPA
- TERMOSTATİK VANA

Şekil 15.15. MERKEZİ ISITMA - EŞİT DİRENÇ UYGULAMASI

kullanılabilir. Normal bir ısıtma sisteminde hem ekonomik nedenlerle, hem de kazan ömrü açısından işletme sorunları nedeniyle kesinlikle önerilmez.

İki borulu sistem en yaygın kullanılan sistemdir. Bir boru buhar veya kaynar su gidiş, diğer boru kondens veya kaynar su dönüş borusudur.

İki borulu ısıtma sistemlerini,

- Düz geri dönüşlü
- Ters geri dönüşlü (Tichelmann sistemi veya eşit direnç sistemi) olarak düzenlemek mümkündür.

Bölge ısıtmasında sıcak su ihtiyacını karşılamak için iki alternatif bulunmaktadır. Sistemde bir ısı dağıtım merkezi ve her bina altında da dağıtım kolektörleri bulunmaktadır. Birinci alternatif ısı dağıtım merkezindeki kazandan bina altına gelen sıcak su ile her bina altında bulunan boyleri ısıtmak, ve bu boylerle sıcak su sağlamaktır. İkinci alternatif ise boylerleri de ısı dağıtım merkezine yerleştirerek kullanma sıcak suyunu da ayrı bir borulamayla binalara dağıtmaktır.

Boyerlerin bina altında olması durumunda yaz-kış kazanın çalışması ve sisteme sıcak su sağlaması gerekmektedir. Bu da yazın bile galerilerdeki kazan tesisatında devamlı yüksek sıcaklıkta suyun dolaşacağı anlamına gelir.

Isı dağıtım merkezinde dikkat edilmesi gereken önemli husus kazanların işletme şartlarına uyulmasıdır. Eğer dönüş suyu sıcaklığı kontrolü ve minimum debi şartı aranan kazanlar kullanılacak ise şönt pompa uygulanması şart olacaktır.

Ama thermostream prensibi ile çalışan kazanlar gibi bu tarz işletme şartları olmayan kazanlar tercih edilirse, hem ilk yatırım da bu maliyetlere gerek olmayacak hem de işletmede ilave pompalama enerjisi maliyetinden kaçınılacaktır. Çalışmayan kazandan sıcak su geçerse kazandan oluşacak ısı kaybı nedeniyle enerji israf edilecektir.

Denge tankı ise iki kazan pompasıyla sistemdeki pompa arasında hidrolik dengeyi sağlayacaktır. Eğer Ecostream veya Yoğuşmalı Kazan kullanılıyorsa, primer pompaların toplam debisi, sistemin toplam debi ihtiyacının 1,0-1,2 katı kadar olmalıdır. Eğer standart kazan kullanılıyorsa bu pompalar aynı zamanda şönt pompa görevi göreceklerinden kapasiteleri sistemin toplam ihtiyacının 1,5 katı kadar olmalıdır.

Sistemdeki yüksek su hacmi nedeniyle, ilk çalıştırmada kazanda yoğuşma oluşacaktır. Kazan ömrü açısından ilk çalıştırmada oluşacak yoğuşmayı tamamen önlemek için kazan üç yollu vanaları kullanılmalıdır. Kazan panelinin bu sisteme kendi kontrol edebileceği kapasitede olması önemlidir.

15.4.1.1. Boylerler Bina Altlarında

Bina altına kurulacak tesisatta (*Şekil 15.16*) dikkat edilmesi gereken iki önemli husus bulunmaktadır. Bunların birincisi boyler yüksek sıcaklıkta su ihtiyacı

gösterirken, radyatörler dış hava sıcaklığına göre farklı sıcaklıklarda su ihtiyacı gösterecektir. Radyatörlerde termostatik vana kullanılması halinde bile bu ayarlama doğru şekilde yapılamaz. Termostatik radyatör vanaları son retüş yapılması için kullanılır. En önemli kullanım amaçları farklı kullanım amacı olan veya farklı yönlerde bakan odalarda oluşacak veya oluşması istenen sıcaklık farklarını ayarlamaktır. Ama dış hava sıcaklığına göre ayarlama, üç yollu vana ile tesisat odasında yapılmalıdır. Böylelikle hem gereksiz yere yüksek sıcaklıkta su kullanımı engellenmiş olur, hem de konfor tam olarak sağlanabilir. Frekans konvertörlü pompa bile kullanılsa, otomasyon radyatör vanalarına bırakıldığında sirkülasyon problemleri yaşanabilir. Diğer önemli konu ise, enerji ekonomisidir. Sistem seçilirken mümkün mertebe en düşük enerji tüketen sistem tercih edilmelidir. Sistemde dolaşan sıcak sudan oluşan ısı kayıpları birinci enerji israfıdır. Diğer israf ise pompalama enerjisinde söz konusudur. Dolayısıyla hem su sıcaklığı hem de dolaşan su miktarı azaltılmalıdır.

Bunun için alınabilecek önlemler aşağıda sıralanmıştır:

a. Termostatik Radyatör Vanası + Frekans Konvertörlü Pompa Kullanımı: İhtiyaç olmayan bölgelerde termostatik radyatör vanası radyatörlerden geçen su debisini azaltacak, gerekirse tamamen kesecektir. Bunu takiben de frekans konvertörlü pompa da debiyi azaltacaktır.

b. Tek Kolektör Uygulaması: Tek kolektör uygulaması ile sistemden gelen 90°C su boylere gönderilecek, oradan dönen 75°C su da dış hava sıcaklığına bağlı olarak çalışan üç yollu vananın kontrolünde radyatörlere gönderilecektir. Çok basit bir örnek alırsak, radyatör kapasitesi 2 m³/h de boyler kapasitesi de 1 m³/h olan bir sistemde her bina için toplamda 3 m³/h su pompalanması gerekirken bu şekilde 2 m³/h pompalanması yeterli olacaktır. Bu durumda hem pompalama enerjisinden hem de ısı enerjisinden tasarruf yapılacaktır. Dikkat edilmesi gereken çok önemli bir konu, bu uygulamada gidiş suyu ile dönüş suyu sıcaklık farkının açılacağıdır. Dönüş suyu sıcaklığının düşmesi dönüş hattında oluşan ısı kaybının azalması demektir. Ama ısı dağıtım merkezindeki kazanların bu sisteme uygun olması gerekir.

c. Otomatik Kontrol: Sistemde öncelikle konfor, daha sonra da ekonomi için doğru otomasyon sistemi tercih edilmelidir. Her binanın altında ayrı bir kontrol sistemi (dış hava sıcaklığına göre çalışan) ve ısı dağıtım merkezinde ise kazanlarda gene dış hava kontrolü otomatik kontrol bulunmalıdır.

15.4.1.2. Boylerler de Isı Dağıtım Merkezinde

Bölge ısıtmasında sıcak su ihtiyacını karşılamak için ikinci alternatif, boylerlerin de ısı dağıtım merkezinde olmasıdır. Bu alternatifin avantajı yazın tesisatta sıcak

su dolaşmasının engellenmesidir. Ama diğer taraftan kullanma sıcak suyu boruları gezecektir. Sistem olarak konuşursak, 90°C su yerine 60°C su galerilerde dolaşacaktır. Bu yazın söz konusu olan ısı kaybını düşürecektir. Fakat, kışın ise durum tam tersi olacaktır. Çünkü her iki sistemde de (hem sıcak su tesisatında hem de kullanma sıcak suyu tesisatında da) ısı kaybı olacaktır. Bu yüzden hesapların çok iyi yapılması gerekmektedir.

Isı dağıtım merkezindeki kazan seçimi bu sistemde çok daha önemli bir kriter olmaktadır. Kazanlar yazın sadece boylerlere çalışacaktır. Öncelikli olarak tam kapasitede bir kazan yerine yarı kapasite iki kazan seçilmelidir. Bu hem sisteme bir parça yedekleme getirecektir (kazanlardan biri bir şekilde çalışmaz ise, diğeri en azından sistemi bir süre idare edebilecektir.). Diğer taraftan da yazın büyük bir kazanla sadece sıcak su ihtiyacı karşılanmak zorunda kalınmayacaktır. Bu da yakıt tüketimini azaltacaktır. Kazan dairesi boylerlerin bina altında olup şekilden sadece denge kabından sonra boyler hattı eklenmesi ile fark edecektir (*Şekil 15.17 ve 18*). Bir önceki bölümde bahsedildiği gibi ilk çalıştırmada oluşacak yoğunlaşmanın engellenebilmesi için kazan üç yollu vanalarının kullanılması gerekmektedir. Burada gelecek bir soru boyler kazanı ayrı olsun mu sorusudur. Eğer tercih edilirse boyler kazanı ayrı yapılabilir (*Şekil 15.19 ve 20*). Burada en önemli kriter sıcak su ihtiyacı miktarı ve kullanım süresidir. Bu sistemin avantajı sadece yazın ısıtma kazanının tamamen kapatılması değildir. Ayrıca eğer ısıtma kazanı olarak uygun bir kazan seçilirse, kışın dış hava sıcaklığına göre işletim sağlanabilir. Dış hava sıcaklığı uygun olduğunda tüm sistemin sıcaklığı düşürülebilir. Boyler kazanı ise sadece boyler ihtiyacı olduğunda ona göre çalışacaktır.

Bina altlarında ise üç kolektör olacaktır. Isıtma kolektöründe sadece radyatör hattı olacaktır. Ayrıca sıcak kullanma suyu ve kullanma suyu için birer kolektör olacaktır (*Şekil 15.21*).

15.4.1.3. Bina Altlarında Dağıtım Cihazlı Sistem

Bir diğer alternatif ise ilk alternatif benzeri olan bina altlarında dağıtım cihazlı sistemdir. Bu sistemde ısı dağıtım merkezinden gelen dağıtım hatları dağıtım cihazlarına girer. Dağıtım cihazları içinde iki hat bulunur. Birinci hat tesisata giden hattır. İkinci hat ise cihazın içindeki sıcak kullanma suyu eşanjörüne gider. Sıcak su ihtiyacı olduğunda cihaz ısıtmayı durdurur ve eşanjör vasıtasıyla sıcak kullanma suyu üretir. İhtiyaç bittiğinde ısıtmaya geri döner. Isıtmadaki kontrol radyatörlerdeki termostatik vanalarca yapılır (*Şekil 15.22*).

Bu sistemin avantajı dağıtım cihazının girişine kalorimetre eklenerek yakıt giderinin binalar arasında dağılımı probleminde bir nebze de olsa çözüm getirmesidir.

Hatlardaki kayıplar binalar arasında ortak bölüşülürken, her bina kalorimetresine göre ödeme yapılabilir. Sistemin dezavantajı öncelikle yakıt tüketiminin yüksek olacak olmasıdır. Sistemde her zaman yüksek sıcaklık dolaşmak zorundadır. Radyatöre gelene kadar su sıcaklığı teorik olarak 90°C olacaktır (kayıplar göz önünde tutulmazsa).

Konfor açısından da bakılınca da işletme giderleri açısından da bakılırsa kontrolün tamamen termostatik radyatör vanalarınca yapılması problem yaratabilecektir. Sisteme en azından ısıtma tarafına bir üç yollu vana eklenerek dış hava sıcaklığına göre çalışması sağlanabilir. Yukarıda da bahsedildiği gibi termostatik radyatör vanaları rötuş yapmak üzere tasarlanmıştır. Tüm kontrolü onlardan beklemek sistemi zorlayabilir.

15.4.2. BORULARIN DÖŞENMESİ

Bölge ısıtmasında borular yer üstü ve yer altı olmak üzere iki ana biçimde döşenebilir.

Yerüstü boru döşemesi ancak endüstriyel tesisler gibi uygulamalarda mümkündür. En ucuz döşeme şeklidir. Yeraltı boru döşemesi ise kanal içine veya doğrudan toprağa yapılabilir. Kanallar galeri biçiminde içinde yürünebilir şekilde olabileceği gibi, toprağa gömülü kanallar biçiminde de olabilir. En uygun boru döşeme biçimi servis, bakım, kontrol kolaylıkları nedeniyle galeri sistemidir. Ancak bunun kuruluş maliyeti yüksektir. Doğrudan toprağa gömülen borularda ise koruma çok önemlidir. Bu amaçla kullanılan bazı koruma çeşitleri aşağıda sıralanmıştır:

- Çelik boru korumalı
- Plastik korumalı
- Hazır plastik kaplı boru

Toprağa gömülü boru uygulamasında istenilen sonucu almak pratikte çok güçtür. İşletme, servis, bakım, kontrol sorunları ve hatalı uygulamalar sonucu ısı kayıpları nedeniyle en son düşünülebilecek çözümdür.

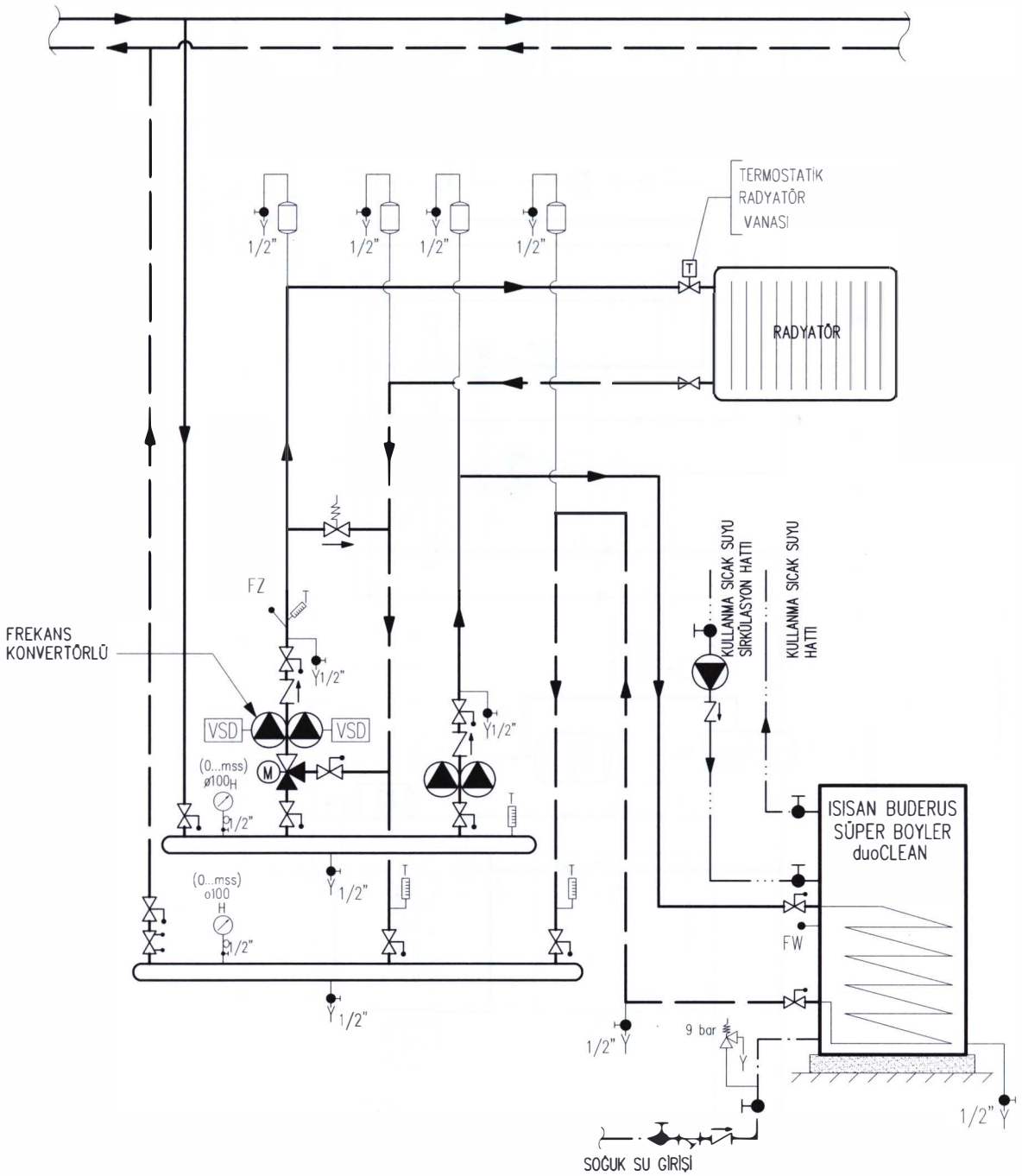
Şekil 15.23'te görülen kanal içine döşenecek borularla ilgili notlar:

a. Kanal içerisindeki kalorifer, kullanma sıcak suyu ve kullanma soğuk suyu borularının tümünü izole ediniz. Kullanma soğuk suyu borusundaki terleme, diğer boruların izolasyonlarına damlayarak izolasyonları bozduğu gibi, boru ömrünün de kısalmasına neden olacaktır. (Ayrıca donma riski)

b. Yangın suyu ve diğer su borularında ise, boru içerisindeki suyun donma riski varsa, borular izole edilmelidir (Donmayı geciktirmek için).

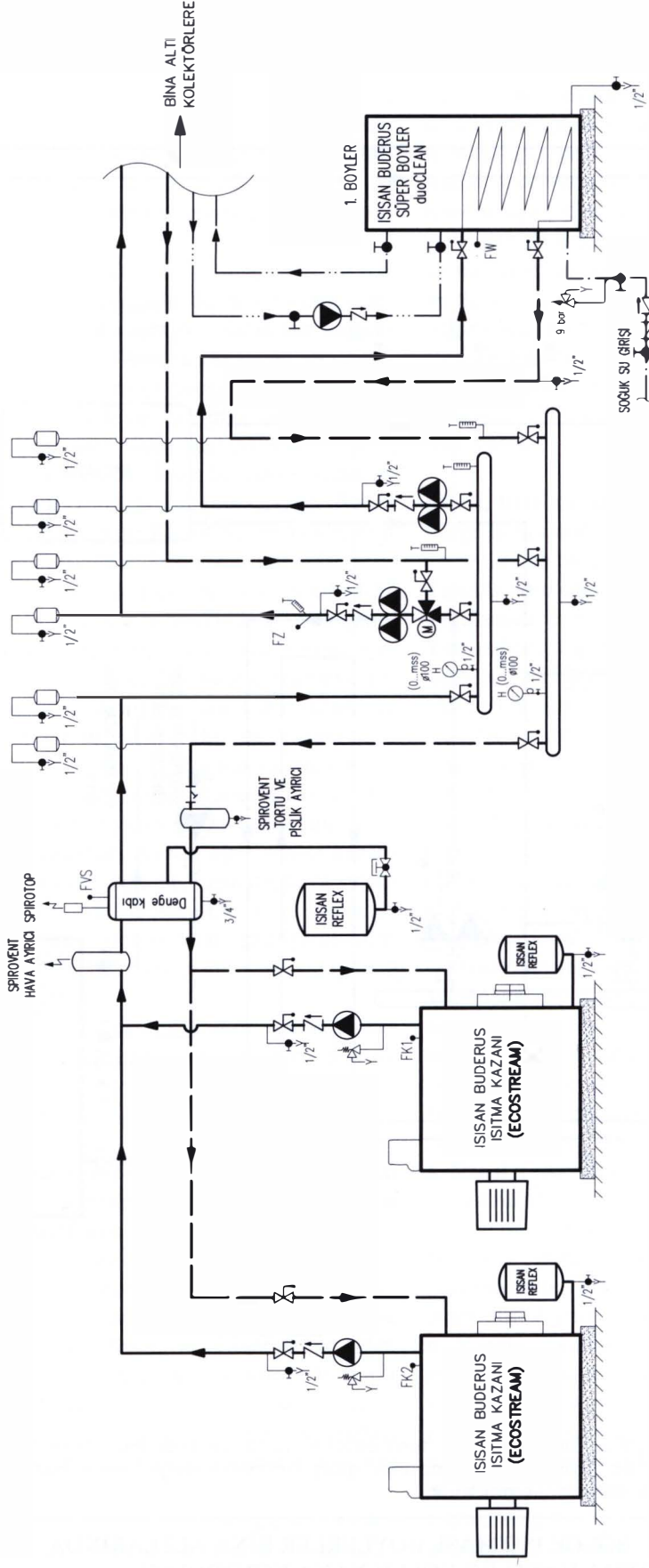
c. Kanal içerisindeki boru montajı, betonarme kanal içine insan girebilecek şekilde planlanmalıdır.

d. Yatayda bir yönde bransman alınacaksa (bina bağlantısı gibi); o yöndeki iki boru arasından bransmanların geçebilmesi için boşluk 10 cm'den fazla bırakılmalıdır.



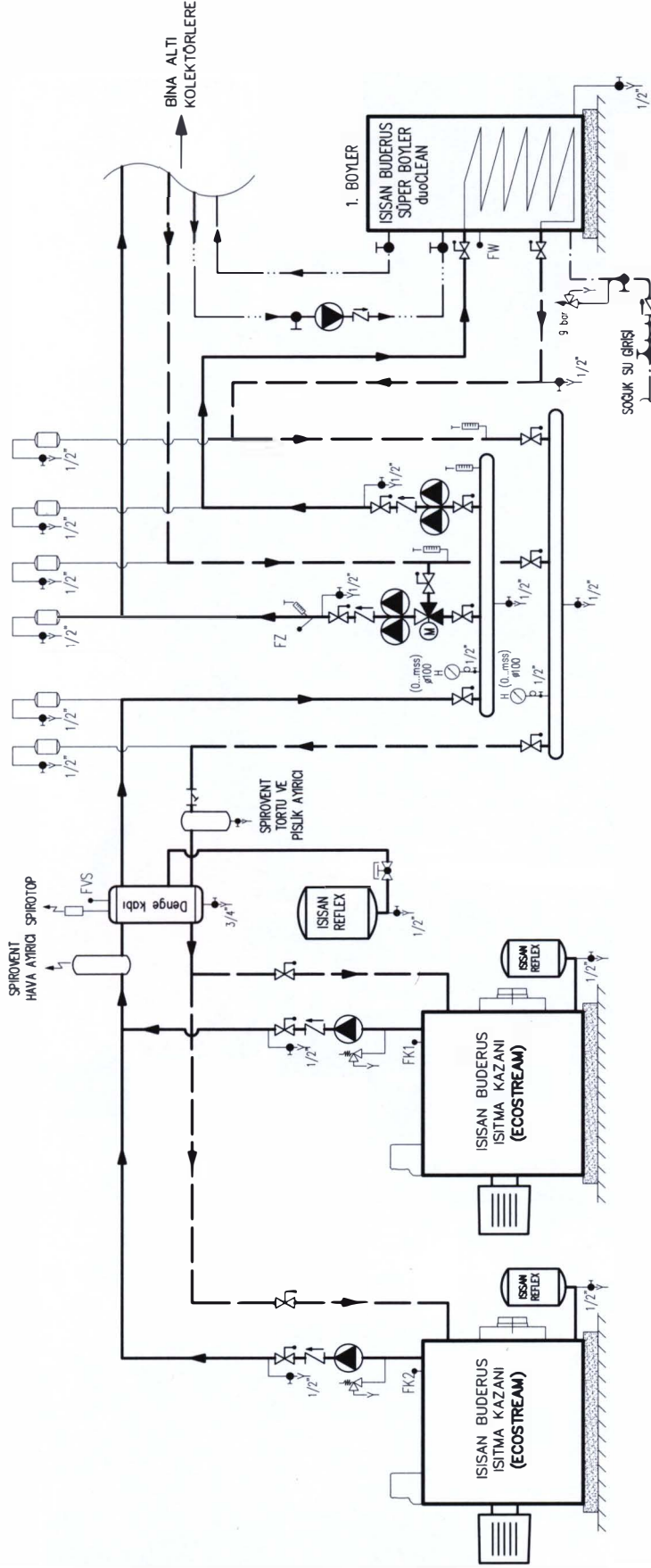
Dikkat: Sistemde hem üç yollu vana hem de termostatik vana ve frekans konvertörlü pompa kullanılabilir. Çünkü üç yollu vana pompanın gidiş hattında değil, emiş hattında ve dış hava sıcaklığına göre çalışmaktadır.

Şekil 15.16. BÖLGE ISITMASI, BOYLERLER BİNA ALTLARINDA ISITMA HATTI ÜÇ YOLLU VANA KONTROLLÜ



Sistemde birden fazla boiler varsa Şekil 4.23F ve 4.23G'de gösterildiği gibi bağlanmalıdır.

Şekil 15.17. KENDİNDEN YOĞUŞMALI ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZAN (1.200 kW) (Sağda), ECOSTREAM ÇELİK KAZAN (1.750 kW) (Solda) VE KURUM YAPMAYAN ORANSAL BRÜLÖRLER

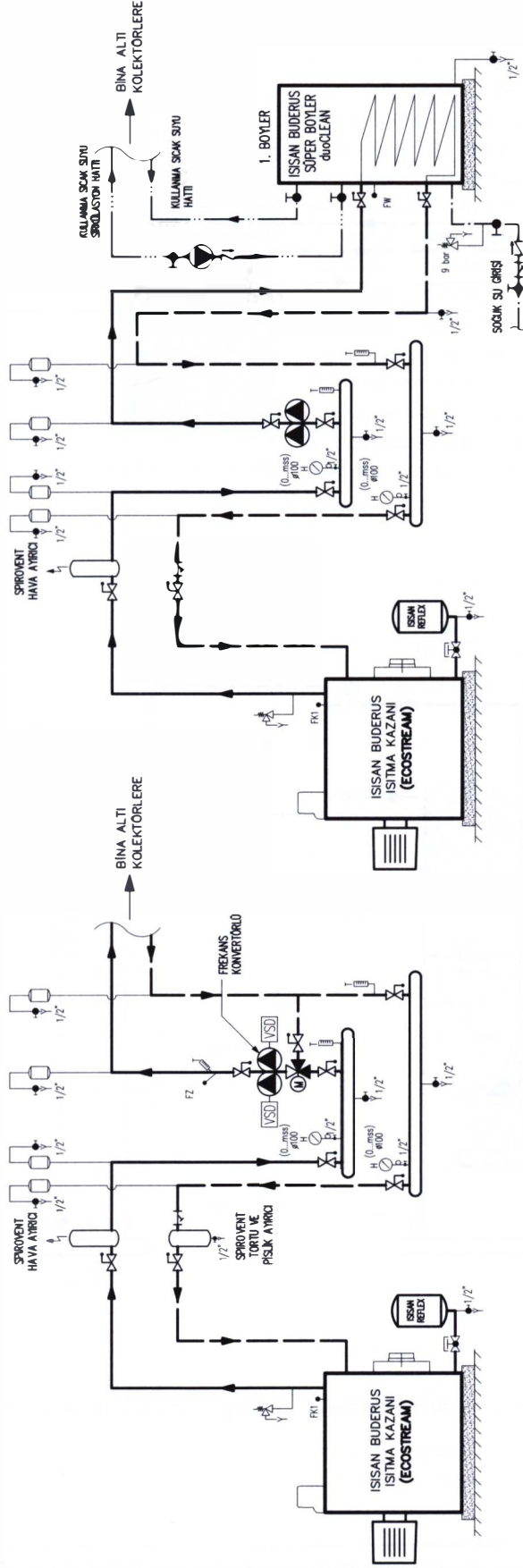


Sisteminde birden fazla boiler varsa Şekil 4.23F ve 4.23G'de gösterildiği gibi bağlanmalıdır.

Şekil 15.18. BÖLGE ISITMASI, BOYLERLER ISI DAĞITIM MERKEZİNDE İKİ KAZANLI, DENGE KAPLI SİSTEM

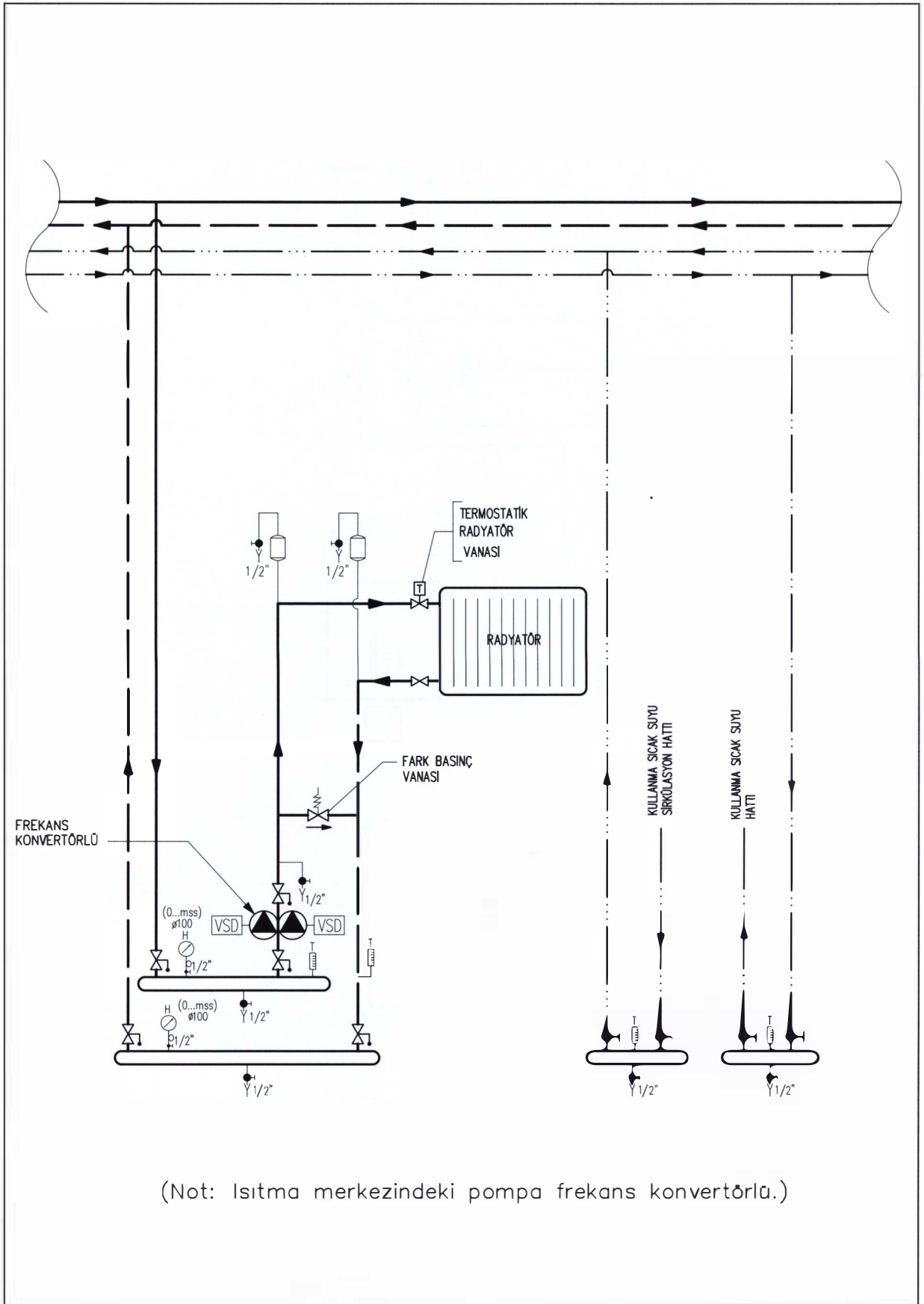


Şekil 15.19. Bina Isıtması: ECOSTREAM ESNEK DÖKÜM KAZAN (1.200 kW) VE KURUM YAPMAYAN ORANSAL BRÜLÖR
Boiler Isıtması: ECOSTREAM ESNEK DÖKÜM KAZAN (455 kW) VE İKİ KADEMELİ BRÜLÖR



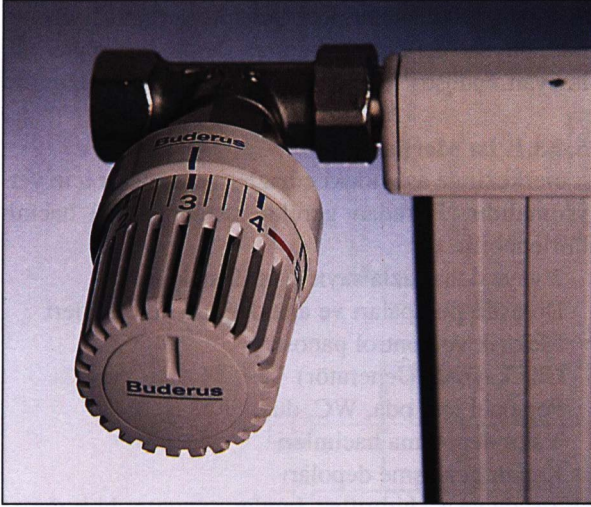
Sistemde birden fazla boyler varsa Şekil 4.23F ve 4.23G'de gösterildiği gibi bağlanmalıdır.

Şekil 15.20. BÖLGE ISITMASI, BOYLERLER ISI DAĞITIM MERKEZİNDE ISITMA VE BOYLER KAZANLARI AYRI SİSTEM



(Not: Isıtma merkezindeki pompa frekans konvertörlü.)

Şekil 15.21. Bölge Isıtması, Boylerler Isı Dağıtım Merkezinde BİNA ALTI KOLEKTÖRLERİ



Şekil 15.22. TERMOSTATİK RADYATÖR VANASI

e. Boruların %1 eğimli döşeneceği hesaplanıp, betonarme kanal buna göre yapılmalıdır.

f. Kanaldaki boruların hat sonlarında veya yükseldikleri yerlerde boşaltma vanaları bırakılmalıdır. Ayrıca suyun kanal dışına nasıl boşaltılacağı düşünülmelidir.

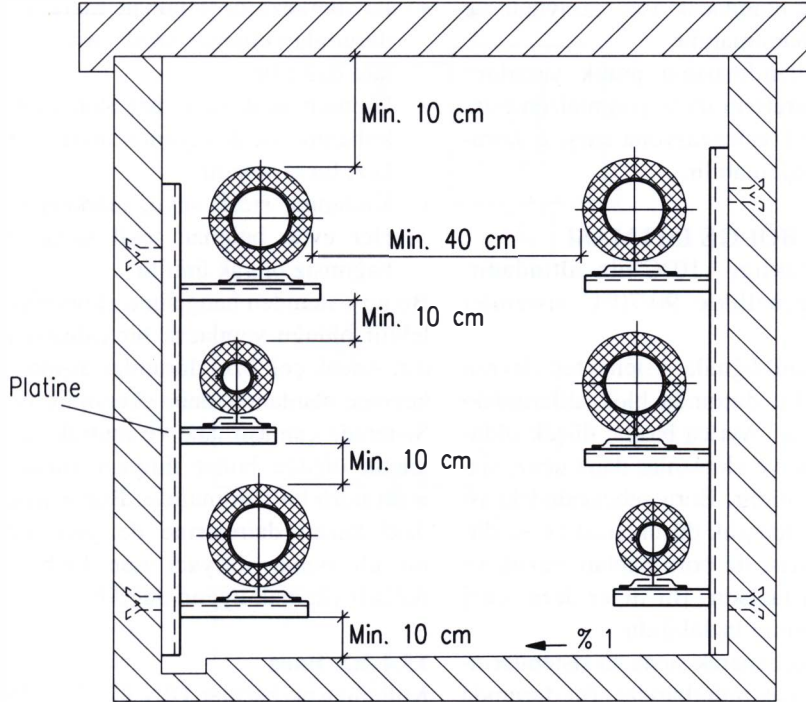
g. Borulardaki genişlemeyi alabilmek için, kompansatör yerine omega yapılmasını öneririz (bakım, servis problemi olmadığı için). Ancak omega yapılacak yerde kanala cep yapılmalı (kanal yana doğru büyük yapılmalı) ve sabit noktaların olduğu yerlere, büyük kuvvetler geleceği için sabit nokta yerlerinde askılar ve beton kanal sağlam yapılmalıdır. Kompansatör kullanılırsa kanalda cep gerekmez.

h. Betonarme kanalın içine çevre suyunun girme riski varsa, mutlaka su izolasyonu yapılmalıdır.

i. Betonarme kanal içindeki boruların izolasyonlarının üzerine su izolasyonu (rutubete karşı) yapılmasını önerilir.

Beton kapak (Üstten geçmeli)

Kapak araları düşük dozlu beton veya ziftle kapatılacaktır.
(Galeriye su girmemesi için)



- Not:
- İzolasyon ile döşeme ve duvar arasında 10 cm boşluk bırakılmalıdır.
 - Kanalın bir tarafına doğru % 1 meyil verilmelidir.
 - Kanal içerisinde en fazla 100 m ara ile süzgeç veya drenaj olanağı sağlanmalıdır.
 - Platine (Profil veya ankraj elemanları) betonarme ile birlikte yapılmalıdır. Platine beton yüzeyi aşmazsa daha uygun olacaktır.

Şekil 15.23. TESİSAT GALERİSİ BORU MONTAJI

j. Galeri şeklinde yapılmayan betonarme kanallarda borulardaki işlem sırası:

- Betonarme kanal yapılması
- Betonarme kanalın drenaj sisteminin çalışıp çalışmadığının su dökülerek kontrol edilmesi
- Askı sisteminin yapılması
- Boru montajının yapılması
- Boruların soğuk testinin yapılması (en az 10 Atü veya işletme basıncının 1,5 katı fazlasıyla)
- Siyah boruların 2 kat antipas veya pas kıran boya, 2 kat yağlı boya ile boyanması
- Mümkünse sıcak test yapılması
- Boru izolasyonunun yapılması
- Boru izolasyonu üzerine nem önleyici izolasyon yapılması (naylon vb malzeme)
- İzolasyonu tamamlanan yerlerde çok seri olarak betonarme kapakların kapatılması
- Kanallardaki boru izolasyonu için:
 - Alüminyum folyo kaplı prefabrike boru camyünü kullanılmasını veya,
 - Prefabrike boru camyünü + naylon + alüminyum levha kaplanmasını önerilir.
 - Esnek malzeme kullanılacak ise; camyünü ile aynı kalınlıkta kullanılmalıdır.

Alüminyum levha kullanılmasının pratik yararları; galerilere girebilecek farelerin izolasyon malzemesini yemelerini önlemek ve kondenzasyona karşı 2. koruma güvencesi oluşturmak olabilir.

15.4.3. SICAK SULU BÖLGE ISITMASI

Prensip olarak su sıcaklığı 110°C'nin altındadır. Ancak uygulamada genellikle 90/70°C sistemler kullanılır.

90/70°C sıcak su kullanıldığında sistemi tek devreli yapmak mümkündür. Bu durumda blok altlarındaki eşanjörler ortadan kalkar. Ayrıca basınç düşük olduğundan kullanılan cihaz ve elemanlar daha ucuz, sistem daha basit ve güvenlidir. Boru şebekesindeki ısı kaybı daha azdır. Buna karşılık düşük sıcaklık ve düşük sıcaklık farkı dolayısı ile boru çapları büyük ve ısıtıcı yüzey miktarları fazladır. Bir diğer dezavantaj da sistemdeki su miktarının fazlalığıdır.

Kapalı genleşme kabı kullanarak sıcak su sistemlerinde 105°C'ye kadar çıkmak mümkündür. Bu durumda sıcaklık farkları da artırılabilir. Kazan su çıkış sıcaklığı 105°C olduğunda, 105/90°C veya 105/70°C gibi sistemler kullanılabilir.

Yukarıdaki avantajları nedeniyle bölge ısıtması düşünüldüğünde öncelikle sıcak sulu ısıtma alternatifi üzerinde durulmalıdır. Bu çözümün ekonomikliğini önemli ölçüde kaybettiği büyüklük sınırına kadar, sıcak su sistemleri tercih edilmelidir. Sistemin ekonomikliği pek çok faktöre bağlı olmakla birlikte, yarı çapı 500 m'den küçük olan bölgelerde sıcak su genellikle teknik ve ekonomik açıdan avantajlı olmaktadır.

Bu sistem konut sitelerinde, iş merkezlerinde, hastanelerde, büyük otellerde, askeri tesislerde, buhar üretimi olmayan endüstri tesislerinde başarı ile kullanılabilir.

15.4.3.1. Isı Merkezi

Isı merkezinde aşağıdaki cihazlar ve amaçlar için yer ayrılmalıdır. Buradan gerekli kazan dairesi hacmi belirlenebilir.

- 2 veya daha fazla sayıda sıcak su kazanı
- Dolaşım pompaları ve ana dağıtım kolektörleri
- Elektrik ve kontrol panosu
- Güç kaynağı (Jeneratör)
- Personel için oda, WC, duş
- Yakıt depolama hacimleri
- Kapalı genleşme depoları
- Su deposu, hidrofor, boyler, yangın hidroforu, bahçe sulama için depo,

3-5 MW güçlere kadar kazan dairesi bina bodrumunda yapılabilir. Büyük tesislerde ise ısı merkezi genellikle bağımsız ayrı bir yapıdır (Şekil 15.24).

Kullanma sıcak suyu bu sistemlerde üç şekilde karşılanabilir:

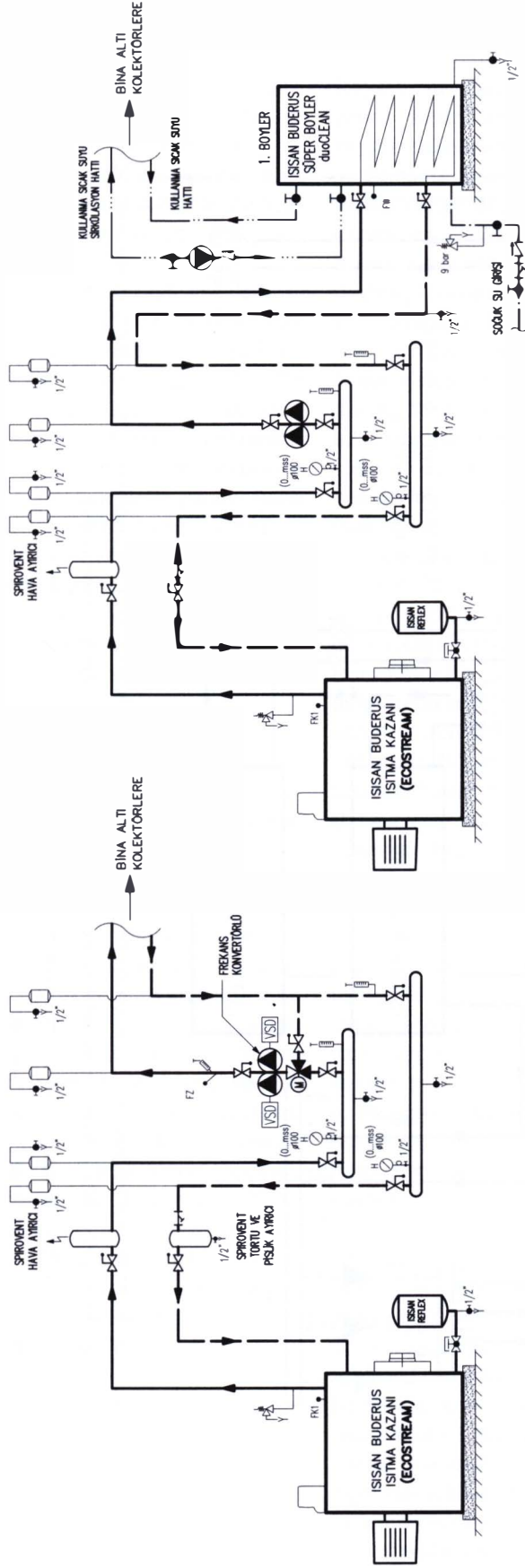
- Isı merkezinde bulunan merkezi boyler ile; Bu durumda kullanma sıcak suyu ayrı borularla bloklara dağıtılır.
- Üretilen sıcak su ile her blok altındaki boylerlerde kullanma sıcak suyunun üretimi; Bu kısmen merkezi bir sistemdir.
- Kullanma sıcak suyu, merkezi olarak üretilmez. Her evde bulunan tekil sıcak su üreticilerinde bağımsız olarak üretilir.

Bu üç sistemden hangisinin ekonomik ve kolay işletilebilir olduğu yapılacak bir çalışma ile belirlenmelidir. Ancak çok özel durumlar dışında boyleri ısı merkezinde planlamak daha ekonomik ve pratiktir.

Sistemde çamaşırhane ve mutfak varsa ve buralarda küçük ölçüde buhar ihtiyacı varsa, ayrı bir buhar jeneratörü kullanılmalıdır. Buhar jeneratörü bodrumdaki kazan dairelerine de yerleştirilebilir. Küçük ölçekli buhar ihtiyacı için hiçbir zaman sistemi buharlı yapmak uygun değildir.

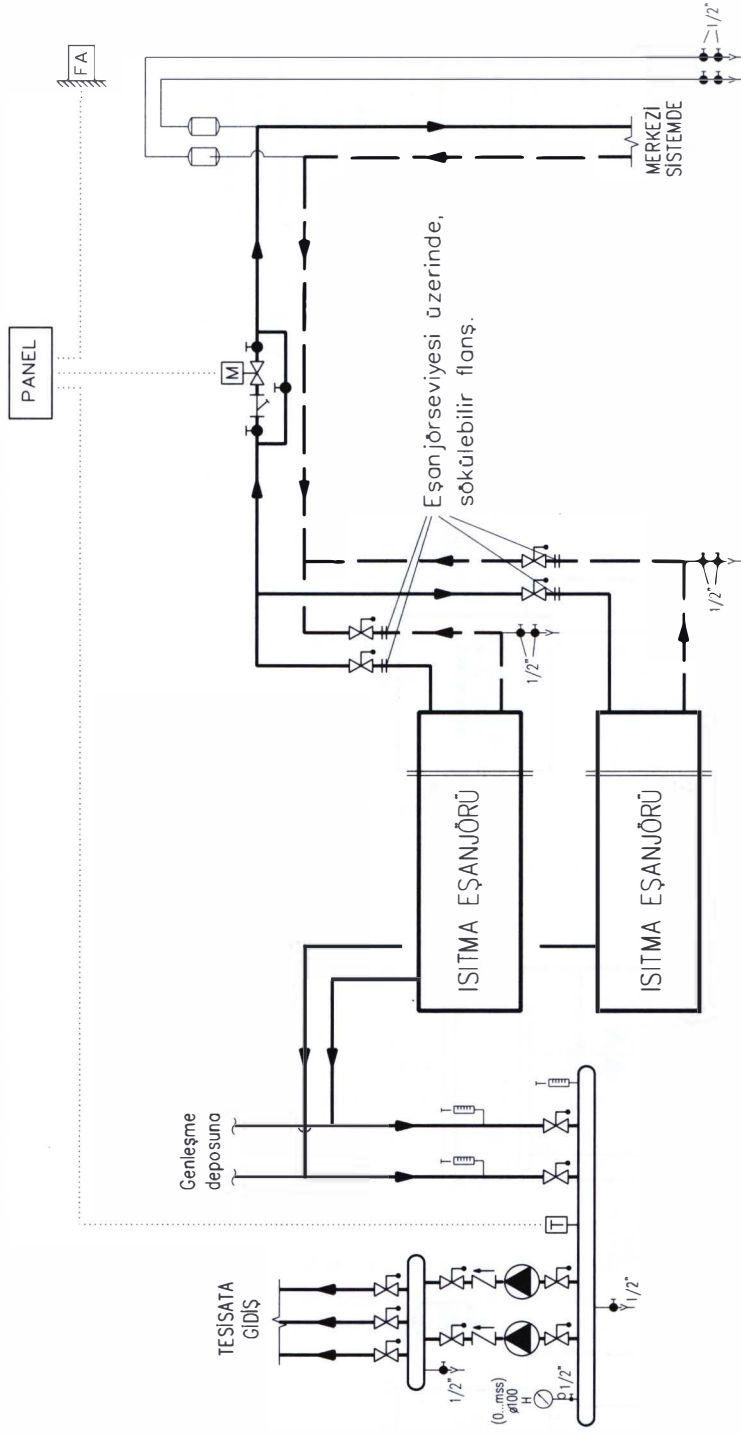
15.4.3.2. Baca

Kullanılacak bacalar DIN 4705 ve Türk Standartlarına uygun olmalıdır. Her kazan için bağımsız bir baca kullanılmalıdır. Ayrıca kazan dairesinin havalandırılması da gerekir (Bakınız XXIII. Bölüm; Bacalar). Bacaların uygun boyutlandırılması, iyi izole edilmesi, düzgün iç yüzeylere sahip olması, 300°C sıcaklıkta kullanılabilir olması ve doğal gaz kullanılacak ise su geçirmeyecek malzemeden yapılması gerekir. Tek cidarlı paslanmaz veya alüminyumdan yapılan bacalar brülörün oluşturduğu yanma sesini yukarılara fazla iletir. İdeal bacalar çift cidarlı paslanmaz çelik, cam veya süperlit vb baca borusu etrafına delikli tuğla örülerek oluşturulabilir.



Sistemde birden fazla boyler varsa Şekil 4.23F ve 4.23G'de gösterildiği gibi bağlanmalıdır.

Şekil 15.24. BÖLGE ISITMASI ISI MERKEZİ KAPASİTE: 2 x 455 kW + 2 x 1.320 kW + 6.500 kW(en sağda) Dikkat: Üç tam geçişli türbülantsüz çelik kazanın kapasitesi (6.500 kW), diğer kazanların toplam kapasitesinin (3.550 kW) yaklaşık 2 katı olmasına rağmen çok daha az yer kaplıyor.



- Not: a) Eşanjör karşısında en az eşanjör boyu kadar boşluk bırakılmalıdır (Sökülebilmesi, boru değiştirilebilmesi için).
b) Eşanjörün boru-vana bağlantıları eşanjörün üzerine veya yanına alınmalıdır.
c) By-pass vanası motorlu vana çapında seçilmelidir.
d) Pislik ayırıcı ve diğer vanalar boru çapında seçilmelidir.
e) By-pass vanası buhar vanası (stop valf) tipinde, diğer vanalar şiber vana (su vonası) veya küresel vana seçilmelidir.
f) Motorlu vana montajı eşanjör veya serpantinin sökülmesine imkan verecek şekilde yukarıda veya yanda yapılmalı, sökme işlemi için flanş bırakılmalıdır.
g) Kızgın su tesisatlarında tüm boşaltmalarda çift vana kullanılmalıdır.

Şekil 15.25. EŞANJÖR DAİRESİ VE OTOMATİK KONTROLÜ (İki Yollu Motorlu Vanayla Kontrol)

15.4.3.3. Blok Isı Merkezi (Eşanjör Dairesi)

Blok altındaki ısı merkezlerinde su sıcaklığına, basınca, kontrol şekline, işletme biçimine ve pay ölçmeye bağlı olarak çok çeşitli çözümler söz konusudur. Ancak daha önce de sözü edildiği gibi doğrudan ve dolaylı bağlantı olarak iki ana çözüm geçerlidir.

Doğrudan bağlantı halinde sistem daha basittir ve ısı kaybı daha azdır. Bu halde de bloktaki dolaşımı sağlamak üzere bir dolaşım pompası ve üç yollu vana kullanılabilir.

Dolaylı bağlantıda ise blok ısı merkezinde ana dağıtım şebekesi (primer devre) ile blok tesisatı (sekonder devre) arasında bir ısı eşanjörü bulunur. Bu nedenle blok ısı merkezine eşanjör dairesi de denilir. Bu çözümde primer devrede daha yüksek su sıcaklıkları ve daha yüksek basınçlar kullanmak mümkündür. Kızgın su sistemlerinde ev bağlantıları bu şekildedir (Şekil 15.25). Ayrıca eşanjör dairesinde paralel bağlı bir boyler de bulunabilir. Sıcaklık kontrolü ana ısı merkezinden ve ayrıca her blok altında, blok bazında yapılabilir. Primer devrede kızgın su yerine 90°C su kullanılan sistemlerde (yüksek blok zonlarında olduğu gibi), sekonder devredeki sıcaklık düşmesini azaltmak için borulu tip eşanjör kullanılmalıdır.

15.4.4. KAYNAR SULU BÖLGE ISITMASI

100°C'nin üzerindeki sıcaklıktaki suya kaynar su adı verilir. Ancak ısıtma tesisatında 110°C ve üzerindeki sıcaklıktaki sulu sistemlere kaynar sulu sistem denilmektedir.

Kaynar su tesisatında sistem atmosfere kapalıdır. Basınçlandırma pompalı, kompresörlü veya membranlı tip kapalı genleşme deposu ile gerçekleştirilir. Kaynar sulu sistemler esas olarak iki devrelidir. Büyük kapasiteli gerçek bölge ve şehir ısıtması amacı ile kullanılırlar. Su giriş sıcaklığı 180°C'ye kadar çıkabilir. 180°C yaklaşık 10 atmosfer basınçtaki suyun doyma sıcaklığıdır. Daha yüksek sıcaklık ve basınç halinde daha yüksek kalitede ve doğal olarak çok daha pahalı boru, fittings ve armatür kullanmak gerekir. Bu nedenle kaynar su sistemlerinde 180°C sıcaklık değeri geçilmez. Gidiş ve dönüş suyu arasındaki fark ise 80°C'ye kadar büyütülebilir. Kullanılan sıcaklıklar arasında 160/80°C, 150/90°C, 150/70°C gibi örnekler verilebilir. Primer kaynar su şebekesinin döşenmesinde, hattın en üst noktalarında havalandırma ve en alt noktalarında da boşaltma olanağı bulunmalıdır.

15.4.4.1. Kaynar Su Sistemlerinin

Basınçlandırılması

Kaynar sulu sistemlerde ise yüksek sıcaklıktaki (>100°C) suyun üzerindeki basınç değişimlerinin buharlaşma yoluyla ciddi sorunlara yol açma tehlikesi vardır. Dikkat edilmesi gerekli nokta, hiçbir yerde basıncın doyma basıncı (buharlaşma basıncı) altına düşmemesidir.

Bu durumda buhar oluşur. Tesisatın tıkanmasına ve pompalarda kavitasyona neden olur. Bunun için pompa gidişe konur.

Kaynar su sistemlerinde basınçlandırma için çok çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bunlar arasında en yaygın kullanılan sistemler şunlardır:

a. Buharla Basınçlandırma (Şekil 15.26): Bu sistemde denge deposu (genleşme kabı) ile kaynar su kazanı, emniyet gidiş ve dönüş hatları ile bağlantılıdır. Kazan tamamen su ile doludur. Denge kabında ise doymuş haldeki su ve buhar birlikte bulunur. Denge kabı üstündeki buhar hacmi sistemdeki suyun genleşmesi ve sistemin basınçlandırılması için kullanılır. Bütün sistem her zaman suyun sıcaklığına karşı gelen doyma basıncındadır.

b. Kazandan alınan su sisteme gönderilir ve burada soğuyan su tekrar kazana döner. Bu dolaşım, sirkülasyon pompası ile gerçekleştirilir. Pompa gidişte bulunmak zorundadır.

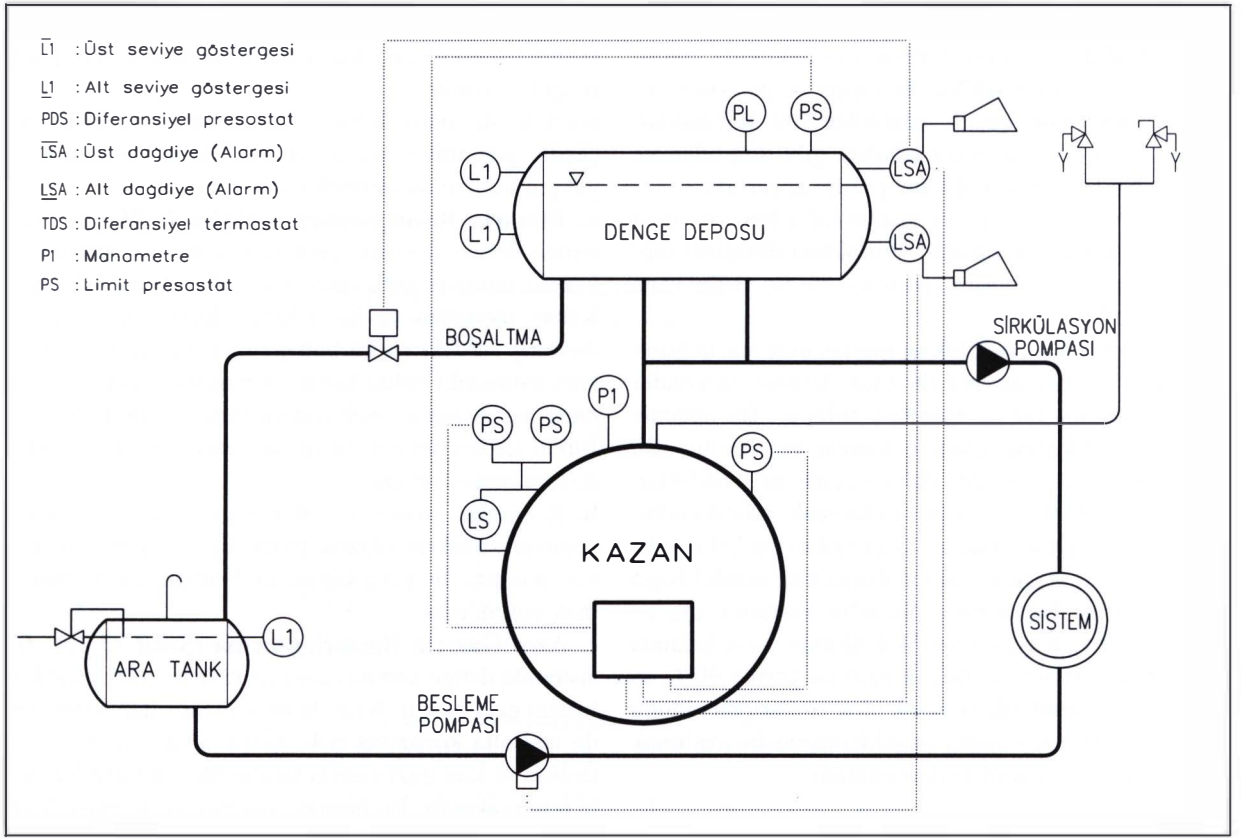
c. Azot Gazıyla Basınçlandırma (Şekil 15.27): Bu sistemde denge kabının üzerine nötr bir gaz, genellikle azot gazı basılır. Azot ile basınçlandırılan sistemlerde tesisatta korozyon riski azalır. Dolayısı ile bütün tesisat bu azot gazı yastığı tarafından istenilen basınçta tutulmaktadır. Bu basınç, sistemde ulaşılması düşünülen sıcaklığa karşı gelen doyma basıncından daha yüksektir. Böylece bu sistemlerde su sıcaklığı ile sistemdeki basınç birbirinden bağımsız hale getirilmiştir.

d. Denge deposu sistemdeki bütün suyun ortam sıcaklığından başlayarak genleşmesini alacak biçimde boyutlandırıldığında çok büyük olur. Bu nedenle denge deposu çalışma sıcaklıkları arasındaki genleşmeyi alır. Fazla genleşen su ikinci bir yardımcı basınçsız depoya taşar. Çok büyük ve aralıklı çalışma gerektiren tesislerde genleşme suyu miktarı çok fazladır. Bu suyun depolama miktarını artırmak için alçak basınç azot deposu kullanılır. Suyun sistemde dolaşımı yine sirkülasyon pompası ile sağlanır.

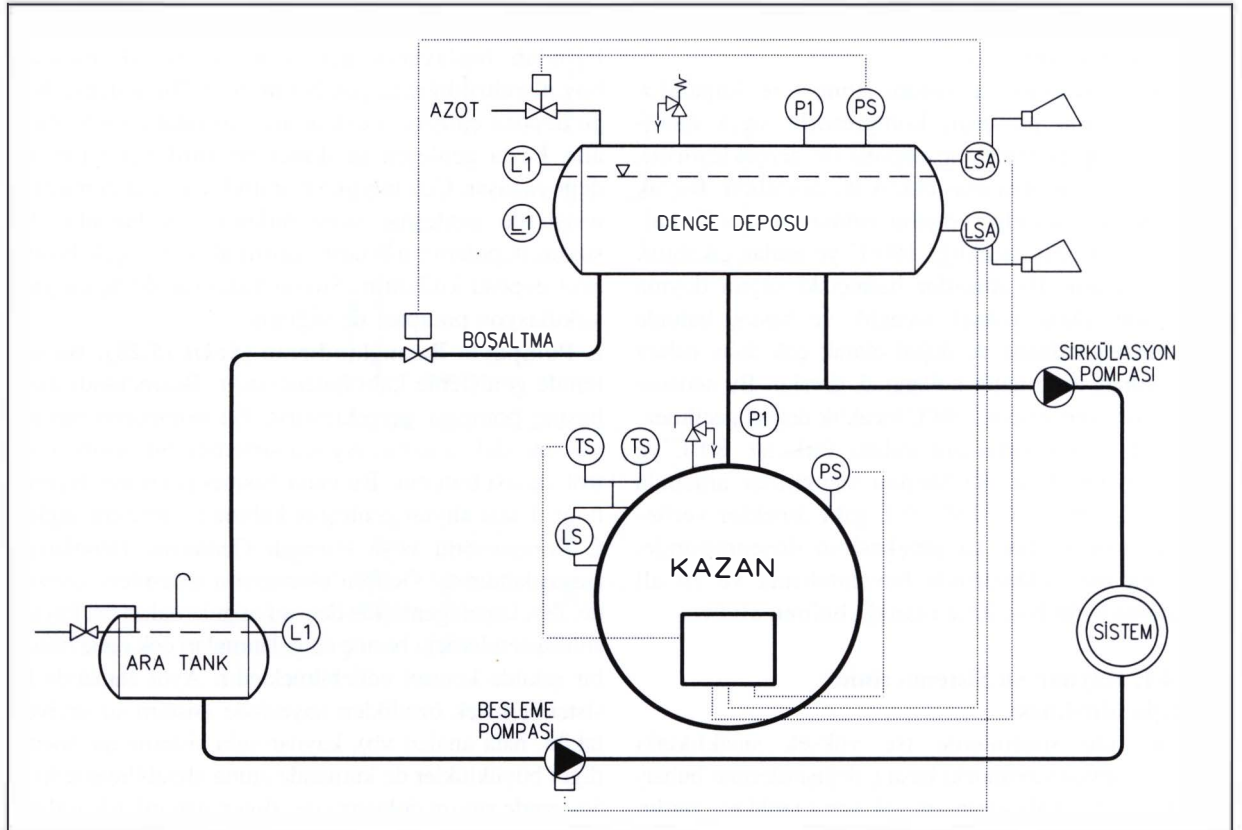
e. Pompayla Basınçlandırma (Şekil 15.28): Bu sistemde genişleme kabı basınçsızdır. Basınçlandırmayı basınç pompası gerçekleştirir. Bu pompanın basıncı yüksek, debisi azdır. Ayrıca sistemde bir basınç kontrol vanası bulunur. Bu vana basıncı istenilen değerde tutar. Fazla suyun genleşme kabına dönmesini sağlar.

f. Kompresörlü veya Pompalı Genleşme Depolarıyla Basınçlandırma: Gelişen otomasyon sistemleri sayesinde, ileri kapalı genleşme deposu uygulamaları ile, kaynar sulu sistemlerdeki basınç dalgalanmaları çok daha hassas bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Aynı zamanda bu sistemlerin ek özellikleri sayesinde (sistem su seviyesi takibi, hata analizi vb), kaynar sulu sisteme ait önemli diğer büyüklükler de kumanda altına alınabilmektedir.

Sistemde suyun dolaşımı ise, diğer sistemlerde olduğu gibi sirkülasyon pompası ile sağlanır. Sirkülasyon pompasının basıncı az, debisi fazladır.



Şekil 15.26. BUHARLA Dengeleme (Kaynar Sulu Sistem)



Şekil 15.27. AZOTLA Dengeleme (Kaynar Sulu Sistem)

15.5. ÇATI ISI MERKEZLERİ

Yakıt olarak fuel oil veya kömür kullanımında ısı merkezinin çatıda oluşturulmasında en önemli sakınca, yakıtın çatıya taşınması, depolanması ve bu depolanmanın getirdiği statik yüklerdir. Oysa doğal gaz söz konusu olduğunda kazan dairelerini çatı katında düzenlemek büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle %110 verimli duvar tipi yoğunmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemler ve atmosferik brülörlü döküm doğal gaz kazanları ile çatı ısı merkezleri mutlaka birlikte düşünülmesi gerekli kavramlar olarak eski ve yeni bütün yapılarda değerlendirilmelidir. Bu yolla önemli ölçüde avantaj ve farklılık yaratmak mümkündür.

En basit çatı ısı merkezi uygulamasını (Tek zonlu, üç yollu vana ile dış hava kompanzasyonlu çalışan basit sistem) Şekil 15.10'da gösterilmiştir. Çatı ısı merkezi uygulamasında üstten dağıtım alttan toplama sistemi ile boru maliyeti ve ısı kayıpları azalmaktadır. Sistem basınç dağılımı dengeli olarak çözülmüştür. Bina altı ısı merkezi uygulamasında alttan dağıtım alttan toplama sistemi çok yapılan bir uygulamadır. Çatı ısı merkezi uygulamasında bu sistem, boru maliyeti ve ısı kayıpları açısından dezavantajlıdır. Yükselen her kolonda havalık yapılması ve çatıda toplanması gerekmektedir. Sistem basınç dağılımı dengesizdir. Bu dengesizlik kolon ve radyatör vanaları ile yapılacak reglaj

ayarı ile çözülebilir. Üç ve daha yüksek katlı yapılarda vanalar ile yapılacak reglaj dengeleme sağlasa da, pratik olarak ses problemlerini beraberinde getirmektedir ve önerilmemektedir.

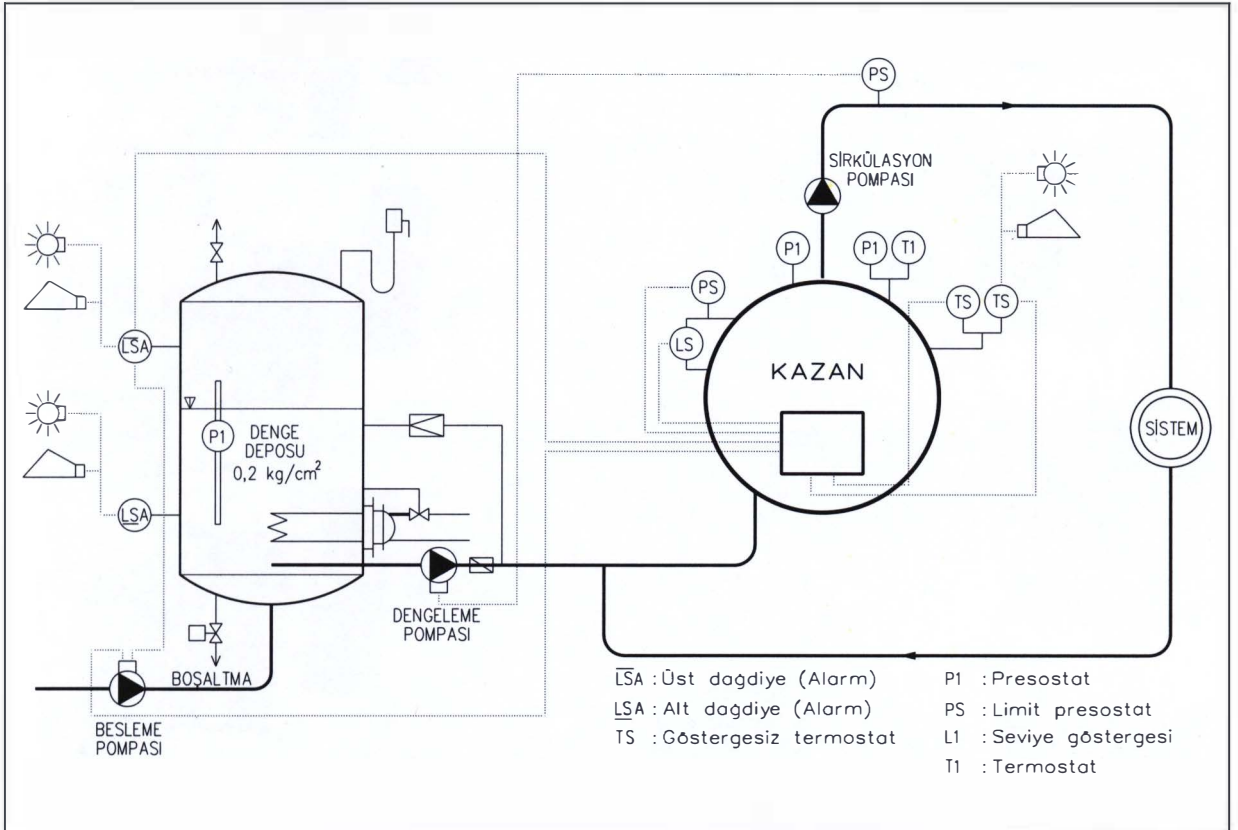
Çatı ısı merkezi uygulamasında üstten dağıtım üstten toplama sistemi ile boru maliyeti ve ısı kayıpları açısından ortada kalan bir çözümdür. Sistem basınç dağılımı dengesizdir. Bu dengesizlik kolon ve radyatör vanaları ile yapılacak reglaj ayarı ile çözülebilir. Çok yüksek binalarda gene de sorun çıkacaktır.

Çatı kazan dairesinde kapasite uygunsu yoğunlaşma teknolojilerinden de yararlanılıp işletme maliyetlerini düşürmek için yoğunmalı kaskad sistem tercih edilebilir (Şekil 15.29 ve 30).

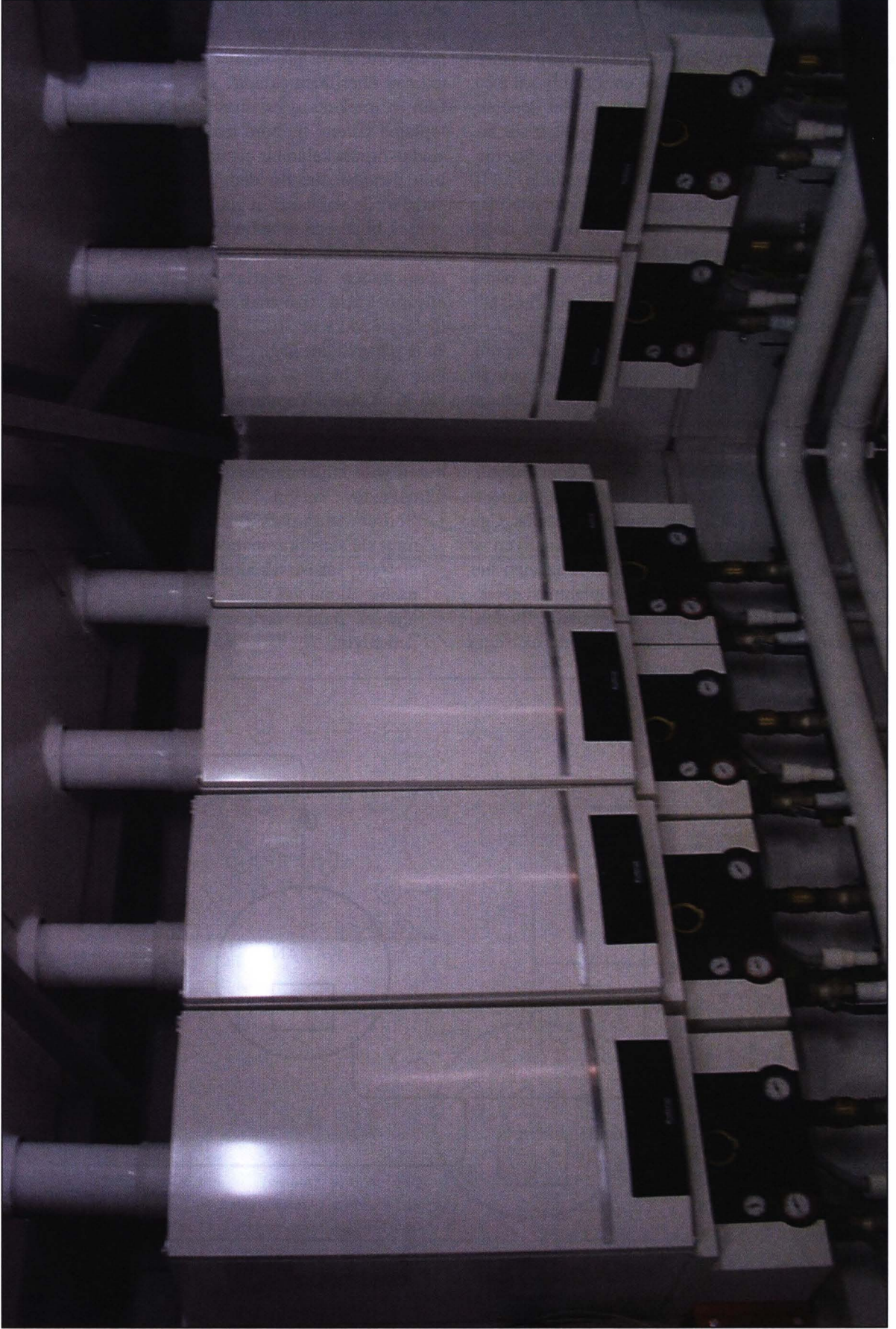
Bina yüksekliğine bağlı olarak zonlama yapmak gerekebilir (Şekil 15.31 ve 32) (Bakınız İsisan Çalışmaları No.361 Yüksek Yapılarda Tesisat).

Isı merkezinin çatıda oluşturulması, doğal gaz kullanımı halinde teknik ve ekonomik avantajları yanında, bazen yapı kullanımı açısından da bir gereklilik olabilmektedir. Örneğin,

- Bodrum katta park yeri veya 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.



Şekil 15.28. POMPALI DENGELEME (Kaynar Sulu Sistem)



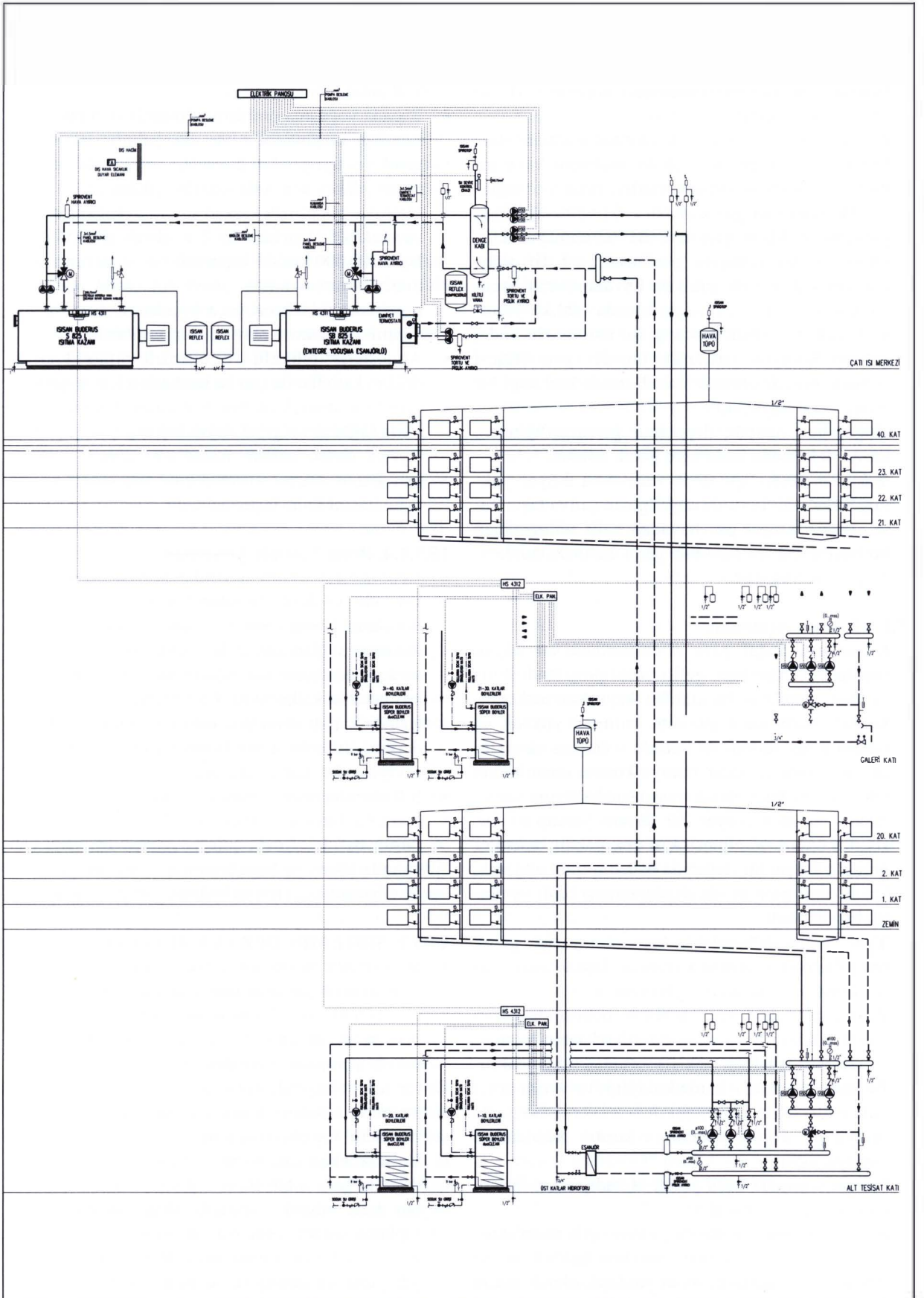
Şekil 15.29. MERKEZİ YOĞUŞMALI KASKAD SİSTEM UYGULAMASI – ÇATI ISI MERKEZİ



Şekil 15.30. HERMETİK BACA BAĞLANTISI - ÇATI ISI MERKEZİ



Şekil 15.31. TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZANLAR (2.500 kW x 2) VE KURUM YAPMAYAN ORANSAL BRÜLÖRLER



Şekil 15.32. ÇATI ISI MERKEZİ - 2 ZONLU SİSTEM

15.5.1. ÇATI ISI MERKEZLERİNİN AVANTAJLARI

15.5.1.1. Kazan Dairesi Açısından

- Bodrum katı yapılması mümkün olmayan yerlerde ideal çözümü getirir.
- Kıymetli bodrum katlarını kazanmak mümkün olur.
- Doğal gaz için gerekli yüksek maliyetli havalandırma ve emniyet önlemlerinden ekonomi sağlanır. Herhangi bir gaz sızıntısı riski ve beraberinde patlama tehlikesi çatı katında bulunmayacaktır.
- Olası bir gaz sızıntısı, gaz havadan hafif olduğundan yükselerek çatıdaki havalandırma bacasından dışarı kaçacağı için binada tehlike yaratmayacaktır. Ayrıca herhangi bir patlama halinde, çatının kolayca yırtılarak basıncı yok etmesi sonucu, binada oturma mahallerinde herhangi bir hasar yaratmayacaktır.
- Doğal gaz halinde depolama gerekmediğinden, kazan dairesinde fazla yere gerek yoktur.
- Yakıt depolama için depo yatırımına ihtiyaç yoktur. Sadece bir boru ile doğal gazın çatıya taşınması gerekir. Doğal gaz havadan hafif olduğundan, bir basınç kullanımına bile gerek kalmaksızın kendiliğinden yükselir.

15.5.1.2. Baca Açısından

- Kazanların doğal gaza dönüşümünde en büyük problem kömüre göre gelişmiş projelendirilmiş ve kötü yapılmış bacalardan kaynaklanmaktadır. Doğal gazda baca gazında bulunan yüksek su buharı oranı nedeni ile bacada yoğunlaşma olmaktadır. Bu yoğunlaşan sular bacaya komşu duvarlardan ıslı kara bir leke olarak yaşam mahallerine yansımakta 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 önlemdir.
- Yeni yapılacak binalarda baca olmayacak, gerek baca maliyeti, gerekse kazanılan inşaat alanı olarak önemli bir avantaj sağlayacaktır.
- Baca çekişindeki değişimler ve bodrumda kazan dairelerindeki havalandırma cihazlarının yanmaya etkileri (vakum etkisi) ortadan kalkacaktır. Böylece kazanda işletme kolaylığı ve verim artışı elde edilecektir. Çekişteki değişimler dolayısıyla ortaya çıkan kötü yanma ve kurum problemleri olmayacaktır.
- Durma sırasında baca çekişi olmadığından kazanda soğuma olmayacaktır.
- Bacanın temizlik ve işletme giderleri çok azalacaktır.
- Yüksek binalarda olması gereken kaliteli ve iyi izolasyonlu bacaların fiyatı yaklaşık olarak kazan fiyatına eş değerdir (Çok yüksek yapılarda ise daha yüksek bile olabilir.).

15.5.1.3. Kazan Açısından

- Kazanda statik basınç olmayacağı için bütün uygulamalarda (yüksek yapılarda bile) normal tip kazan kullanılabilir.
- Bacada yoğunlaşma problemi olmadığından baca gazı sıcaklığı düşürülebilir ve gaz yakıtlı sistemlerde gerek yer tipi gerekse duvar tipi yoğunlaşmalı kazanlar ile en yüksek verim değerlerine çıkılabilir.
- Özellikle yoğunlaşmalı kaskad sistem uygulamaları çatı ısı merkezleri için idealdir. 2 m² alanda 800 kW (yaklaşık 700.000 kcal/h) kapasiteli bir ısı merkezi oluşturulması mümkündür. Statik yük olarak sorunsuz, taşınması problemsiz, baca uygulaması basit ve çok verimli bir sistem kolaylıkla oluşturulabilir.
- Atmosferik brülörlü ve üflemlerli brülörlü esnek döküm kazanlar da çatı ısı merkezleri için uygundur.
- Özellikle atmosferik brülörlü esnek döküm kazanlarda sağlanması gereken baca çekişi çok düşüktür. Ayrıca esnek döküm kazanların dilimli yapıları çatı kazan dairesi kurulumunu, kazanların çatıya taşınmasını kolaylaştırmaktadır.

15.5.1.4. Boru Tesisatı Açısından

- Açık genleşme kabı kullanılan sistemlerdeki emniyet gidiş ve dönüş boruları haberci boruları ve bu boruların bütün katlarda kapladığı kayıp alandan ekonomi sağlanacaktır. Bunlardan oluşan ısı kaybı ve açık genleşme kabından emilen hava problemleri ortadan kalkacaktır. Çatı katındaki ısı merkezlerinde kapalı genleşme kabı kullanılır. Genleşme deposu sistemin susuz kalmaması için kazanın üst seviyesinden daha yukarıya monte edilir.
- Sistemin havasını almak kolaylaşır.
- Kazanla birlikte pompa ve diğer armatürler de düşük basınç altında çalışır. Ayrıca sistemde çatı katında klima ve havalandırma santralleri de varsa bu cihazlara olan tesisat bağlantısı daha kısaldığıdır.

15.5.2. SİSTEMİN DEZAVANTAJLARI

- Bu sistemin en önemli dezavantajı kazan ve pompa tarafından oluşan sesin izole edilerek yapıya geçmesinin önlenmesidir. Ancak konut ısıtmasında kullanılan boruya takılan cinsten dolaşım pompalarında (ıslak rotorlu pompalar) herhangi bir ses problemi yoktur. Duvar tipi yoğunlaşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemler ve atmosferik brülörlü kazanlar kullanılırsa ses problemi hiç olmayacaktır.
- Boru şebekesi üstten dağıtım üstten toplama yapıldığında boru maliyetleri değişmez. Ancak iki kat daha yüksek yapılarda alttan dağıtım alttan toplama sistemi yapılırsa çatı ısı merkezinden aşağıya inen kolon yapılacaktır. Buna karşılık emniyet gidiş ve dönüş borularının kalkması bu ana kolonun maliyetini kompanse edecektir. Üstten dağıtım alttan toplama genelde en ideal sistemdir.

- Kazan dairesi henüz kaba inşaat bitiminde tamamlanmalıdır. Ayrıca döşeme desteklenmelidir. 350 kW'a kadar olan küçük kapasitelerde kazanlar mahya altında, giriş üzerine monte edildiğinde genelde özel önlemler gerekmecektir.
- Çatıda uygun boru geçiş delikleri bırakılmalıdır.
- Çatı katı yeterli yükseklikte olmalıdır. Yoğuşmalı kaskad sistemlerde çatı katı yüksekliği bağlayıcı olmayabilir.
- Yakıt bağlantısı, elektrik kablosu bağlantıları ve kazan soğuk su bağlantılarının çatıya kadar uzatılması ilave yatırım maliyeti getirir. çatı ısı merkezlerinin yatırım maliyeti, doğal gazda daha ekonomiktir.
- Çatı ısı merkezleriyle, bina altındaki ısı merkezi karşılaştırması *Tablo 15.33*'te verilmiştir.
- Düşük su seviye kontrolü yapılmalıdır.

15.5.3. ÇATI ISI MERKEZİNİN EKONOMİSİ

Bugün için çatı ısı merkezinin üstünlüklerini ve getirisini sayısal olarak görmek yatırımcılar açısından daha büyük önem taşımaktadır. Yüksekliği 50 m daha yüksek olan binalarda kazan dairesini binanın son katına yapmak bodrum kata planlamaya göre çok daha ucuz olmaktadır. Söz konusu uygulamalarda avantaj ve karlılıkları görebilmek için somut bir örnek alınmış ve bu örnek için yatırım maliyetleri hesaplanarak bodrum kattaki kazan dairesi ile, çatı katındaki kazan dairesi arasındaki yatırım farkı belirlenmiştir. Buna göre 75 m yükseklikte bir yapıda inşaat ve tesisat yatırım maliyetlerindeki azalmanın, kazan maliyetinin üzerinde olduğu görülmüştür. Burada bina yüksekliği açısından kritik değer 50 m olmaktadır.

15.5.3.1. Örnek Yapı için Veriler ve Karşılaştırma Bilgileri

- Gerçekçi maliyet hesaplarının yapılabilmesi ve iki sistemin karşılaştırılabilmesi için somut bir proje seçilmiştir. Bu amaçla İstanbul'da kurulan bir toplu konut alanı içinde yer alan 75 m yükseklikte bir yapı ele alınmıştır. Bu yüksek yapı ısıtma ve merkezi kullanma sıcak suyu üretimi amacı ile sıcak sulu bir ısıtma sistemi düşünülmektedir. Yakıt olarak doğal gaz kullanılacaktır.
- Yapılan hesaplara göre sistemin ısıtma yükü 675.000 kcal/h, kullanma sıcak suyunu ısıtma yükü 425.000 kcal/h ve toplam yükü 1.100.000 kcal/h değerindedir. Bunu karşılamak üzere ısıtma için 8'li duvar tip yoğuşmalı kaskad (8 x 100 kW), sıcak su için ise 5'li duvar tip yoğuşmalı kaskad (5 x 100 kW) 2 adet duvar tip yoğuşmalı kaskad kazan grubu kullanılacaktır. ısıtma sistemi aşağıda sıralanan nedenler dolayı duvar tip yoğuşmalı kaskad sistem olarak seçilmiştir:
 - % 110 verim (çok daha az yakıt yakar)
 - Çok daha az yer kaybı
 - Taşıma kolaylığı (iki kişi çok rahat taşıyabilir)

- Çatı katında statik açıdan ek tedbir almaya gerek olmaması (70 kg/adet)
 - Çok sessiz çalışma
 - %0-100 kapasite aralığında tam oransal kontrol
 - Kazanların birbirini yedeklemesi
 - Bakım kolaylığı
 - Bina yüksekliği 75 m kritik bir değerdir. Böyle bir yapıda ısıtma sistemi düşey doğrultuda iki zonlu düşünülebilirdi. Ancak bu uygulamada binanın alt katları çarşı üst katları konuttur. Çarşı kazan dairesi ayrı bir bölümedir ve çatı kazan dairesi 60 m yükseklikteki konut bloğunu ısıtacaktır. Düşey yönde tek zon mevcuttur.
 - ısıtma tesisatında ısıtıcı eleman olarak P55 panel radyatör kullanılmakta olup, daire içlerinde kolonların görülmesi istenmediğinden, ana kolonlarla beslenen radyatörlere borular daire içinde döşeme altından geçerek oksijen bariyerli kılıflı boru ile ulaşmaktadır Dolayısıyla sistemdeki hava tahliyesi büyük önem kazanmaktadır. Yine özellikle bu nedenle kapalı genleşme kabı kullanılacaktır.
 - Kalorifer tesisatında statik su yüksekliği 50 m değerini aştığı için, kazanların bodruma yerleşmesi halinde bir ısı eşanjörü kullanılması gerekecektir. Kazanda üretilen 90/70°C mertebesinde olması gerektiğinden, ısıtma sıcak suyu en fazla 85/65°C sıcaklıkta olacaktır.
 - Yüksek yapı dolayısı ile bodrum kattaki basınca maruz armatürler PN16 olmak zorunda kalacaktır. Ayrıca statik basınca maruz ısıtma sirkülasyon pompaları da çelik gövdeli PN16 seçilecektir.
 - İki sistem arasında maliyet açısından en önemli fark bacada ortaya çıkmaktadır. 8'li kaskad için 450 mm, 5'li kaskad için de 400 mm iç çapında paslanmaz çelik çift cidarlı izolasyonlu baca gerekmektedir. Ayrıca 1 adet de tek cidarlı paslanmaz çelikten 400 mm çaplı havalandırma bacası yapılacaktır.
 - Bu üç baca bir şaft içinde oluşturulacaktır. Şaftın ve duvarların yapım maliyeti hesaba dahil edilecektir.
 - Baca ile ilgili üçüncü maliyet ise her katta kaybedilen inşaat alanıdır. Buna göre bodrum katta kazan dairesi yapılması halinde baca maliyetini belirleyen unsurlar:
 - 1 adet 400 mm ve 1 adet 450 mm çapında, 75 m uzunluktaki çift cidarlı ve izolasyonlu paslanmaz çelik baca ve aksesuarları
 - 1 adet 400 mm çapında, 75 m uzunlukta tek cidarlı paslanmaz çelik baca ve aksesuarları
 - Şaft için prekast duvar (d=100 mm) alanı, $F = 75 \times 2 \times (1,80 + 0,70 \text{ m}) = 375 \text{ m}^2$
 - İnşaat alanı kaybı (25 katta toplam) = $25 \times (1,90 \times 0,85 \text{ m}) = 40 \text{ m}^2$
- (Çatı ısı merkezi yapılması halindeki 2 adet kalorifer borusunun ve doğal gaz borusunun oluşturacağı kayıp alanı düşünülerek hesaplanmıştır.)

Karşılaştırma Konusu	Çatı Isı Merkezi	Bina Altı Isı Merkezi
<p>1- İlk Yatırım Maliyeti</p>	<p>a- Bir ile beş kata kadar olan yapılarda ilk yatırım maliyeti yaklaşık olarak aynı.</p> <p>b- Beş ile on kata kadar olan yapılarda ilk yatırım maliyeti daha az.</p> <p>c- On kat ve daha yüksek yapılarda ilk yatırım maliyeti çok daha az.</p> <p>Özellikle yüksek yapılarda çatı kazan dairesi avantajlıdır.</p> <p>Baca maliyetine ek olarak artan statik basınç nedeniyle kazan dairesindeki diğer elemanların (genleşme deposu, vanalar vb) de maliyeti daha azdır.</p> <p>Ayrıca kazan dairesi havalandırma şartları çok kolay ve ucuz sağlanır</p>	<p>Daha fazladır.</p> <p>Bina yüksekliğince bacaya ihtiyaç vardır. Bacanın maliyetine ek olarak bacaların ve havalandırma bacasının tüm katlarda kaybettirdiği alanın ve bacaları kapatmak için gerekli duvar veya prekast elemanın maliyeti de dikkate alınmalıdır.</p> <p>Yakıt olarak doğal gaz kullanıldığında baca gazlarındaki yüksek su buharı bacada aşırı yoğunlaşmaya neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek için çok pahalı baca sistemleri gerekmektedir (özellikle eski yapıların doğal gaz dönüşümünde).</p> <p>Yüksek yapılarda ise genleşme deposu başta olmak üzere, diğer sistem elemanlarının (basınç nedeniyle) maliyeti ciddi oranda artmaktadır. Ayrıca TSE kuralları nedeniyle eşanjör kullanımı da maliyeti ciddi oranda artırmaktadır.</p> <p>Kazan dairesi havalandırma şartları (özellikle orta kısımda ise) yatay hava kanalları ve hava bacası maliyetleri ile birlikte daha pahalıya mal olur.</p>
<p>2- Ses - Gürültü ve Titreşim</p>	<p>Ses - gürültü ve titreşim kazan tipi ile ilgilidir. Bu kriter genel olarak değerlendirilirse;</p> <p>a- Atmosferik brülörlü kazan kullanılırsa ses ve titreşim problemi hiç olmayacaktır.</p> <p>b- Duvar tipi %110 verimli 100 kW yoğunlaşmalı kazanların ses seviyesi en düşüktür. Tam yükteki ses seviyesi kütüphanede hedeflenen ses seviyesinin bile altındadır.</p> <p>c- Üflemlerli brülörlü kazanlar kullanılması halinde ses (gürültü) problemi oluşacaktır. Kazan dairesine bitişik dairelerde ve kazan dairesinin üstündeki veya üstündeki birkaç katta (çatı ısı merkezlerinde ise altındaki birkaç katta) çok ciddi sorun olabilir. Bacanın içindeki ses de etrafındaki odalara dağılıp rahatsızlık verecektir.</p> <p>Üflemlerli brülörlü kazanlardaki ses ve titreşim için alınabilecek önlemler:</p> <p>a- Sessiz çalışan ve bunun için özel önlemlerle donatılmış brülörlerin tercih edilmesi,</p> <p>b- Brülör üzerine susturucu montajı (eğer standardında varsa çok daha iyi),</p> <p>c- Duman kanalına baca susturucusu montajı,</p> <p>d- Kazan dairesi duvar ve tavanlarda akustik önlemler,</p> <p>e- Çok kaliteli bacalar kullanımı (prefabrik tip çift cidarlı özel bacalar kullanılmalı),</p> <p>f- Bacanın etrafına beton perde veya dolu tuğladan kalın (20 cm) duvar örülmesi,</p> <p>g- Bacanın yatak odası, salon gibi hacimlerden uzak tasarlanması,</p> <p>h- Kazanın altına titreşim önleyici tedbirler alınması (özellikle çatı ısı merkezlerinde).</p> <p>i- Çatı kazan dairesinde brülör sesi bacadan taşınmaz. Dolayısıyla çok avantajlıdır.</p> <p>Yukarıda belirtilen bu önlemlere rağmen, üflemlerli tip doğal gaz brülörlerinde yanma sonucu oluşan düşük frekanslı ses, susturucular kullanılmasına rağmen sorun yaratabilmektedir.</p>	

Şekil 15.33. ÇATI VE BİNA ALTI ISI MERKEZİ KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Konusu	Çatı Isı Merkezi	Bina Altı Isı Merkezi
3- Yapı Kullanımı Açısından	Teknik ve ekonomik avantajlar yanında; a- Bodrum katta park yeri kazanabilmek, b- Bodrum katta çeşitli amaçlı kullanım sahaları kazanabilmek, c- Bodrum kat yapılmayan ve zemin katı çok kıymetli olan yapılarda, d- Zemin suyu seviyesi veya kayalık temel nedeniyle bodrum kat yapılmayan binalarda çatı ısı merkezleri zorunlu olabilir.	a- Çatı katı çok kıymetli olan yerlerde yakıt cinsi doğal gaz olsa da, kazan dairesi bodrum kata yapılır. b- Kömür ve fuel oil kullanımında bodrum kat kazan daireleri daha ekonomik ve kullanışlıdır.
4- Mimari	Kazan dairesi boyutları on kata kadar olan yapılarda aynıdır. Daha yüksek yapılarda ise daha küçük alan yeterli olacaktır. Boruların yukarıdan (en üst kattan) dağıtılması ve aşağıdan toplanması mümkündür. (İdeal sistem) Yada çatı kazan dairesinden gidiş ve dönüş boruları alt kata indirilip , bodrum kat tavanından boru dağıtımı yapılabilir.	Kazan dairesi boyutları on kata kadar olan yapılarda yaklaşık olarak aynıdır. Yüksek yapılarda; a- Genleşme deposu boyutları daha fazladır. b- TSE kalorifer kazanına gelen basıncın 50 mSS (5 Atü) geçmesi halinde (statik basınç + genleşme basıncı toplamı 50 mSS) emniyet açısından plakalı tip eşanjör kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.
5- Konfor	Sistem otomatik kontrol paneli (Logamatic Panel) ile çalıştırılmalıdır. Çatıya çıkmaya gerek kalmayacaktır. Dış sıcaklık kompanzasyonlu kontrol paneli (Logamatic Panel) termostatik radyatör vanası ile kontrol edilen sistemde istenilen sıcaklıkta ısıtma ve frekans kontrollü pompalar ile sessiz, ekonomik ideal konfor sağlanır.	Dış sıcaklık kompanzasyonlu kontrol paneli (Logamatic Panel), termostatik radyatör vanası ile kontrol edilen sistemde istenilen sıcaklıkta ısıtma frekans kontrollü pompalar ile sessiz, ekonomik yapılır ve ideal konfor sağlanır.
6- Yakıtın Depolanması ve Taşınması	Yakıt olarak kömür ve sıvı yakıt kullanımında ısı merkezinin çatıda oluşturulmasında en önemli sakınca, yakıtın çatıya taşınması, depolanması ve depolamanın getirdiği statik yükler, külün alınması ve çatıya servis, temizlik ve bakım için çok sık çıkmak gerekecektir. Bu nedenle katı ve sıvı yakıtlar (özellikle kömür ve fuel oil) çatı ısı merkezi için pratik değildir. Doğal gaz söz konusu olduğunda kazan dairelerini çatı katında düzenlemek büyük avantaj sağlamaktadır. Sadece bir boru ile doğal gazın çatıya taşınması mümkündür. Doğal gaz havadan hafif olduğundan, bir basınç kullanımına bile gerek kalmaksızın kendiliğinden yükselir.	Yakıt olarak katı, sıvı ve gaz yakıtlar kullanılabilir.
7 - Emniyet	Yakıt cinsi doğal gaz olduğunda çatı ısı merkezleri daha güvenlidir.	

Şekil 15.33. ÇATI VE BİNA ALTI ISI MERKEZİ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Konusu	Çatı Isı Merkezi	Bina Altı Isı Merkezi
8- Kazan Seçimi	Kazanda statik basınç olmayacağından bütün uygulamalarda (yüksek yapılarda bile) normal tip kazanlar kullanılabilir. Ses açısından atmosferik brülörlü kazanlar veya duvar tipi %110 verimli 100 kW yoğuşmalı kazanlar tercih sebebi olmalıdır. Ayrıca dökme dilimli kazanların çatıya taşınması ve montajında problem oluşmaz. Duvar tipi %110 verimli yoğuşmalı 100 kW kazanlar düşük yakıt sarfiyatı ve sessiz çalışma özelliğinden ayrıca, mevcut binalarda ağırlıkları daha az olduğu için de tercih edilebilirler.	Bina yüksekliğinden kaynaklanan statik basınç göz önünde bulundurulmalıdır. a- Atmosferik brülörlü kazanlar ses açısından tercih sebebi olmalıdır. Dilimli dökme kazanların kazan dairesine taşınması ve montajında problem olmaz. 10 kattan daha yüksek yapılarda plakalı eşanjörler kullanılmalıdır. b- Duvar tipi %110 verimli 100 kW yoğuşmalı kazanlar düşük yakıt sarfiyatı ve sessiz çalışma özellikleri nedeniyle tercih edilebilir. Plakalı eşanjör ile kullanılmasını öneririz.
9- Baca Kuruluş Maliyeti	Ucuz	Çok pahalı (Bacanın tüm katlarda kaybettiği alanın maliyeti ve baca boşluğunu kapatmak için gerekli duvar vb maliyetleri de dikkate alınarak.)
10- Baca Temizliği	Çok kolay ve ucuza yapılır.	Baca yüksekliği fazla olduğu için; daha zahmetli ve pahalıdır. Doğal gaz için (çok özel şartlar dışında) genellikle ihtiyaç yoktur.
11- Malzemenin Taşınması	Çatıya çıkarmak daha güçtür. Ancak atmosferik kazanlar dilimli olduğu için çatıya kolay çıkartılır. %110 verimli 100 kW yoğuşmalı kazanlar da çatıya kolayca taşınırlar.	Daha kolaydır. Dökme dilimli kazanların taşınması ve yerine yerleştirilmesi her zaman çelik kazanlara göre daha kolaydır.
12- Kazan Kaidesi	a- Üfleli brülörlü kazanlar için titreşim, izoleli kaideler yapılmalıdır. b- Atmosferik brülörlü kazanlarda buna gerek yoktur. Beton kaide (demirli) yeterlidir. c- Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ile oluşturulan kaskad sistemlerde kaide gereksinimi olmayacaktır.	Beton kaide (demirli) yeterlidir.
13- Genleşme Deposu	3 bar basınçta genleşme deposu seçilir.	Yüksek basınçlı ve daha büyük genleşme deposuna ihtiyaç vardır. Genleşme deposu maliyeti daha pahalıdır.
14- Sonuç	Yakıt cinsi kömür ise: Kazan dairesi bina altında yapılmalıdır. Yakıt cinsi fuel oil ise: Kazan dairesi bina altında yapılmalıdır. Yakıt cinsi motorin ise: Kazan dairesi bina altında veya çatıda olabilir. Bina altında olması daha avantajlıdır. Yakıt cinsi doğal gaz ise: (Yoğuşmalı kaskad sistem veya atmosferik tip kazanlar kullanılması halinde) a- Beş kata kadar olan binalarda kazan çatıda veya bina altında olabilir. b- Beş ila on kata kadar olan binalarda kazanın çatı katına monte edilmesi daha uygundur. c- On kattan daha yüksek yapılarda özel bir neden (panoramik manzara vb) yoksa, kazanın çatı katına monte edilmesi çok daha ekonomiktir. Not: Çatı katı, manzara vb özel kullanım avantajlarına sahip değilse.	

Şekil 15.33. ÇATI VE BİNA ALTI ISI MERKEZİ KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

- Kazan dairesi bodrum katta yapılması halinde ilave eşanjör ve ekipmanlar için (kapladığı alan kadar fazla) alana ihtiyaç vardır.
- Bodrum katta havalandırma ve emniyet yönünden alınacak önlemlerin getireceği inşaat ve tesisat maliyetleri ile kaybedilecek alan maliyeti çatı ısı merkezine göre daha fazla olacaktır.
- Bunların dışında iki sistem arasındaki dikkate alınabilecek farklar,
 - Doğal gaz borusundan gelen fark maliyet
Doğal gaz borusu fark uzunluğu, $L = 65 \text{ m}$, $D = 3''$,
 - Kalorifer borularından gelen fark maliyet
2 adet kalorifer borusu ve izolasyonu fark uzunluğu, $L = 45 \text{ m}$, $D = 5''$,
 - Kazanın çatıya taşınması ile ilgili fark maliyet.
- Sistem: Sıcak sulu ısıtma sistemi kazan dairesinin bodrum katta olması halinde alttan dağıtım, alttan toplama olacaktır. Kazan dairesinin çatıda olması halinde ise; çatıdan aşağıya iki boru inecek ve alttan dağıtım üstten toplama sistemi yapılacaktır. Kalorifer kazanı çatıya monte edildiğinde ilave maliyet olarak 2 adet kalorifer borusu ve bir adet yukarıya çıkan doğal gaz borusu maliyete ilave olarak gelmektedir. Ancak yüksek yapılarda kazan dairesinin bodrum kata yapılması halinde kazan dairesi elemanlarının maliyeti çok fazla artmaktadır.

15.5.3.2. Maliyet

Bu binada kazan dairesinin bodrum kat yerine çatı katına yapılması halinde oluşacak yaklaşık fark maliyetleri *Tablo 15.34*'te verilmiştir.

15.5.3.3. Sonuç

Kazan dairelerinin çatı katında çatı ısı merkezinin oluşturulmasının çeşitli avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Yakıt olarak doğal gaz kullanılması halinde özellikle yüksek yapılarda çatı kazan daireleri avantajlıdır. Somut bir örnek üzerinde yapılan hesaplara göre kazan dairesinin çatıda oluşturulması ile yatırım maliyetindeki tasarruf 92.000 EUR mertebindedir (*Tablo 15.34*) ve bu bedelin içine bodrum kata monte edilecek kalorifer kazanı, brülör ve otomatik kontrol sisteminin maliyeti dahil değildir. Çatı ısı merkezinde kullanılacak yüksek teknoloji ürünü 2 adet yoğunlaşmalı kaskad sistemin otomatik kontrol dahil toplam maliyeti ise yaklaşık 55.000 EUR değerindedir. Buna göre kazan dairesinin çatıda oluşturulması halinde, bu örnekte tesisat ve inşaat maliyetindeki düşmelerle kazanlar bedavaya gelmektedir. Bu açıdan özellikle bina yüksekliği 50 m'yi geçen binalarda çatı kazan dairesi oluşturulması ile ilgili benzer bir hesabın yapılarak, parasal avantajların görülmesinde ve kazan dairesi yerinin buna göre belirlenmesi yararlı olacaktır. Güvenlik yönünden de çatı ısı merkezinin avantajlı olabileceği unutulmamalıdır.

15.6. DÖŞEMEDEN ISITMA

Döşemeden ısıtma yapılabilmesi için ısı yalıtımının çok iyi olması gerekir. Cam yüzeylerinin fazla olduğu binalarda, cam yüzeyinden aşağı inen hava miktarı ve camdan olan soğuk radyasyon fazla olacaktır. Cam önüne daha sık aralıklı boru döşense bile, cama yakın bölgelerde soğuk yüzey etkisi hissedilecektir. Konfor bozulacaktır. İyi izole edilmeyen yapılarda ise ısı kaybı fazla olduğundan, bütün döşeme altına boru yerleştirilse dahi, döşeme yüzeyinde sıcaklık 23-24°C'den fazla olacaktır. Bu da istenilen konforu bozacaktır.

15.6.1. DÖŞEMEDEN ISITMA BORULARI VE OKSİJEN DİFÜZYONU

Döşemeden ısıtma kat betonu üzerine yerleştirilen izolasyondan sonra, ana maddesi Polypropilen (PPC), Polietilen Crossling (VPE) veya Polybutylen olan bir plastik malzemedeki çekilen (extrüzyon) borularla veya bakır borularla yapılan ısıtmadır.

Günümüzde tüm uygulamalar plastik borularla yapılmaktadır. Ancak plastik boru uygulamalarında özellikle dikkat edilmesi gereken konu, oksijen difüzyonudur. Oksijenin yoğun olarak bulunduğu dış ortamdan (oda hacminden), az olarak bulunduğu boru içine moleküler bazlı akışı olan difüzyon, yerden ısıtma sistemlerinde çok önemli korozyon sorunlarının sebebidir. Tüm tesisatın plastik olduğu tesisata giren hava, metal olan kazan/kombi, kolektör, pompa, vana, vb. elemanlara çok ciddi boyutta korozyon etkisi yaratmaktadır.

Bugün için oksijen difüzyonunun önüne geçmek çok basittir: Oksijen bariyerli borular. Boru et kalınlığı içinde ince bir metal şerit eklenmesi ile gerçekleştirildiği gibi, kimyasal yollarla plastik malzemenin de difüzyon engellemesi ile de sağlanabilir.

Sadece ilk yatırım maliyet farkı nedeni ile tercih edilebilen oksijen bariyersiz borular, kullanıldıkları tüm sistemlerde sorun oluşturmaktadır. Döşeme bir kez yapıldıktan sonra değişimi neredeyse imkansız olduğu için, bu durumlarda tek çözüm bir plakalı eşanjör yardımı ile, kazan/kombi gibi önemli metal elemanların korunması olmaktadır.

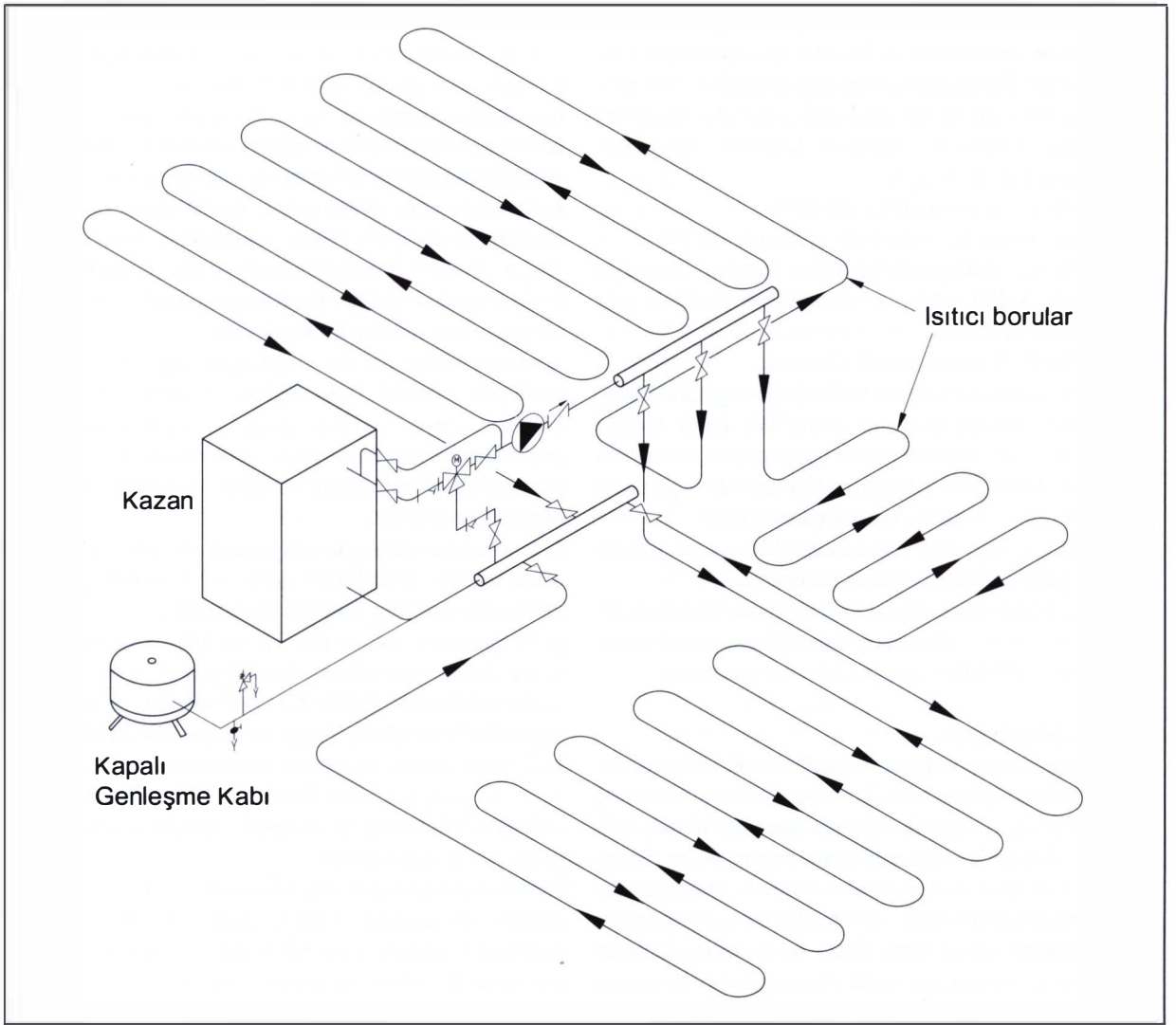
15.6.2. UYGULAMA

Boruların üzerine bir tesviye (şap) betonu atılarak kaplama malzemesi yerleştirilir. Bu tip ısıtma döşemeden olabildiği gibi, duvardan veya tavandan da olabilir. Ancak en yaygın uygulama döşemeden ısıtmadır. Borular mahallin ısı ihtiyacına göre hesaplanan modülasyona uygun bir biçimde döşeme içinde dolaştırılır. Boruların yerleşimi için özel boru tutucular kullanılır. Dağıtım tek kolonla (yaklaşık 100 m² için) ve katlara yerleştirilen kolektörlerle sağlanır. *Şekil 15.35*'de döşemeden ısıtma sisteminin tek katlı bir yapıda uygulaması görülmektedir. *Şekil 15.36*'da ise kazan bağlantı detayı verilmiştir.

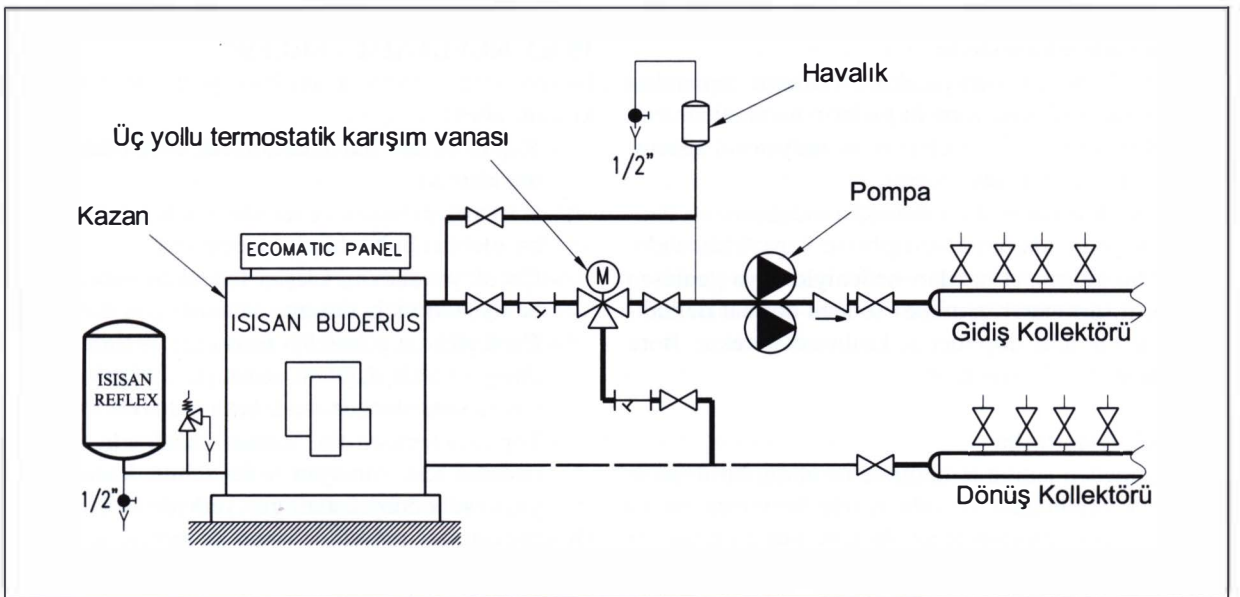
1	Eşanjör maliyeti (10 Atü, 800.000 kcal/h)	+ 6.500 EUR
2	Eşanjör ısıtma pompaları, vanalar, borular, boru ve eşanjör izolasyonları, otomatik kontrol donanımı, eşanjör beton kaidesi ve diğer donanımlar tutarı	+ 3.500 EUR
3	10 Atü ve 3 Atü basınçlarındaki kapalı genleşme depolarının (2.000 litre) maliyet farkı	+ 4.500 EUR
4	Bodrum kattaki eşanjör 2. devresindeki armatürlerin PN16 seçilmesi ve pompaların çelik döküm seçilmesinden oluşacak maliyet farkı (4.800m x 3 pompa + vanaların farkı)	+ 1.500 EUR
5	Kalorifer bacalarının fark maliyeti: Paslanmaz çelik çift cidarlı kalorifer bacaları (2 adet x 240 EUR/m x 70 m) ve paslanmaz çelik tek cidarlı hava bacası (1 adet x 80 EUR/m x 70 m) Notlar: a- Yukarıdaki hesap orta kalitede ithal baca için yapılmıştır. Yerli üretim bacalar için bu maliyetler yaklaşık olarak çift cidarlı baca 150 EUR/m, tek cidarlı baca 70 EUR/m b- Bina 75 m olduğu halde, çatı ısı merkezinin bacasının 5 m olacağı kabul edilerek, baca fark maliyeti 70 m uzunluktaki baca için yapılmıştır.	+ 39.200 EUR
6	Bacanın etrafına örülecek duvar veya prekast elemanın maliyeti (boya vb dahil) 375 m² x 30 EUR/m²	+ 11.250 EUR
7	Bacanın oluşturduğu kayıp alanın yaklaşık maliyeti (kayıp alanın maliyeti gerçekte çok daha fazladır) 40 m² x 550 EUR/m²	+ 22.000 EUR
8	Diğer maliyetler a- Bodrum kazan dairesinde eşanjör ve ekipmanlardan dolayı daha fazla alana ihtiyaç vardır. b- Bodrum kazan dairesinde havalandırma maliyeti daha fazladır (hava kanalı + gerekirse cebri havalandırma maliyet + hava kanalının üstteki bodrum katlarda oluşturacağı kayıp alan + inşaat maliyetleri vb). c- Bu iki fark maliyet dikkate alınmamıştır.	+ 6.500 EUR
9	Çatı ısı merkezinin ilave maliyetleri a- Doğal gaz borusu fark maliyeti (montaj malzemesi ve işçilik dahil 3" boru için) 65 m x 18 EUR/m b- Kalorifer borularının fark maliyeti (montaj malzemesi, izolasyon ve işçilik dahil 5" 2 adet boru için) 45 m x 25 EUR/m c- Kalorifer kazanlarının çatıya taşıma maliyeti 700 EUR	- 2.995 EUR
Kazan Dairesinin Çatıya Yapılması ile Elde Edilecek Toplam Avantaj		91.955 EUR

Şekil 15.34. ÇATI VE BİNA ALTI ISI MERKEZİNİN MALİYETLERİNİN BİR ÖRNEKTE KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır



Şekil 15.35. DÖŞEMEDEN ISITMA TESİSATI



Şekil 15.36. KAZAN BAĞLANTI DETAYI

Boruların altında, ısı ve ses yalıtımı için hesaplanan kalınlıkta izolatör bulunmakta ve borular bir şap tabakası ile örtülmektedir. Bu şekilde yerden ısıtma için kat betonundan sonra 8-10 cm'lik bir yükseklik yeterlidir. Döşemeden ısıtma sisteminde aşağıdaki kabuller yapılabilir:

- a. Oda sıcaklığı 20°C için
 - Evlerde döşeme sıcaklığı 23-24°C
 - Kapalı yüzme havuzlarında (maksimum) 29°C
 - b. 50/40°C su sıcaklığında bir metre borunun 20 kcal/h ısı taşıdığı, kabul edilerek mermer ve seramik gibi döşemelerde sıfır zam
 - Halı kaplı döşemelerde %12 zamlı
 - Ahşap kaplı döşemelerde %35 zamlı uygulanmalıdır.
- Buna göre döşeme mermer veya halı kaplı olması halinde, her iki malzemenin ısı geçirgenlik katsayılarına bağlı olarak ısının döşeme altından odaya geçişinde büyük direnç farkları ortaya çıkmaktadır.
- c. Kolektör çıkışından itibaren 80-100 metre plastik boru bir grup serpantin olarak çalışabilir.
 - d. Borulara havanın çıkması için bir eğim verilmelidir.
 - e. Borular gömülmeden önce hidrolik test uygulanmalıdır. Test 1.400 kPa basınçta 24 saat sürmelidir.

15.6.2.1. Eleştiriler

- a. Cam önlerindeki bölgede sıcaklık düşük kalmaktadır. Cam önlerine döşenen boru, kısa mesafelerle sık döşense de cam önündeki sıcaklık oda ortalamasının altında kalmaktadır. Avrupa'da döşemeden ısıtma yapan bazı firmalar cam önlerinde açıkta monte edilecek serpantinlerin kullanılmasını öneriyorlar. Aksi halde oda içindeki sıcaklık cam önünde en az, karşı duvar ise en fazla olacaktır.
- b. Binanın ısınma süresi fazla. Apartman tipi binaların ısınma süresi 5-6 saati bulmaktadır.
- c. Ayaklarda şişme: Döşemeden ısıtma yapılan binalarda döşeme yüzey sıcaklığı 23-24°C geçmemelidir. Aksi durumda yaşayanların ayaklarında şişmeler olduğu ifade edilmektedir.
- d. Yerdeki tozlar kuruyacaktır. Tozların toplandığı döşemenin ısıtılması yerdeki tozların hareketlenmesine neden olabilir. Karşı eleştiri ise radyatörlü sistemde tozların yandığı şeklindedir.
- e. Isıtılan döşemenin üzeri mümkün olduğunca ısı iletimini önleyecek malzeme (halı gibi) ile kapatılmamalıdır.
- f. Montaj ve imalat hataları nedeniyle veya genişleyen boruların sürtünerek aşınması sonucu borular delindiğinde tamir için döşemenin kırılması gerekir. Boru ömrü için 20 yıl verilebilir.

15.6.2.2. Avantajlar

- a. Döşemeden ısıtma sisteminde ısı bütün bir döşeme alanında yayılmakta ve oda içinde homojen bir ısı dağılımı sağlanabilmektedir. Bu sistemde en sıcak yer döşeme seviyesidir ki yer değiştiren hava döşeme seviyesinden itibaren yükseldikçe soğuyacak ve hacmin yüksek kısımlarında hava hareketi zayıflayacaktır.

b. Bu sistemde açıkta görülen hiçbir boru ve radyatör yoktur. Estetik açıdan mükemmel bir sistemdir.

c. Sistemde mahal havası kendisinden 4-5°C daha yüksek sıcaklıktaki döşeme ve 1-2°C'den daha yüksek sıcaklıktaki duvarlar tarafından ısıtıldığından mahal havası bağlı neminde rahatsızlık verici bir düşme görülmez.

d. Ortama göre döşemedeki 4-5°C daha fazla olan sıcaklıktan dolayı 1-2 mm. yükseklikte kuru bir ortam oluşur. Bakteri üremesini önleyen bu durum nedeniyle döşemeden ısıtma özellikle hastaneler ve çocuk yuvaları için tavsiye edilmektedir.

e. Mahal havası ile onu ısıtan geniş yüzeyler arasındaki düşük sıcaklık farkı nedeni ile mahal havasının, küçük yüzeyli ve çok sıcak ısıtıcıların üzerinden geçerken fazlaca ısınması ve içinden toz ayrıştırması, buna bağlı olarak kirlenme gibi problemler sistemde bertaraf edilmiştir.

f. Isınmanın daha çok radyasyon ile olması neticesi diğer ısıtma sistemlerine göre 1~2°C düşük sıcaklıklarda aynı konforu bulmak mümkündür.

g. Döşemeden ısıtma sistemi özellikle yüksek yapılar (cami, kilise, spor salonu) için ideal bir ısıtma isteniyorsa zorunluluktur. Ayrıca konutlar, okullar, işyerleri gibi mekanlarda senelerdir başarı ile uygulanmaktadır.

h. Sistem düşük sıcaklıkta (maksimum 60°C) ısıtma suyu ile çalışmaktadır. Bu da özellikle yüksek verimli yoğunlaşma kazanlar veya düşük sıcaklık kazanları için daha uygun olmaktadır.

Isı ihtiyaçlarının çok yüksek olduğu mekanlarda döşemeden ısıtma kullanmamak veya takviyeli kullanmak gereklidir. Burada sınır 120 kcal/m²h olmalıdır. Döşeme sıcaklığı +29°C'yi geçmemelidir.

Hafta sonu evleri ve ani sıcaklık değişimi istenen (düğün salonları gibi) yerlerde geç ısınma ve geç soğuma özelliğinden dolayı kullanılması pek uygun olmayabilir.

15.6.3. KULLANIM YERLERİ

Döşemeden ısıtma aşağıdaki yerlerde başarıyla kullanılabilir:

- Kapalı yüzme havuzları, havuz etrafındaki yürüme alanları
- Hastaneler (hi jyen ve tehlike oluşturacak dışarıda bir eleman bulunmayışı nedeniyle)
- Çocuk yuvaları ve kreşler (çocuklar genelde yerde oynadığı için döşeme sıcaklığı çok önemlidir)
- Cami gibi kat yüksekliği fazla olan yerlerde uygun düşey sıcaklık dağılımı nedeniyle (Diğer konvektif ısıtma sistemlerinde sıcak hava yukarıda toplanır.)
- Toprakla temasta olan ısıtılan mahallerde. Örneğin bodrum katı olmayan villa zemin katları veya yaşanan bodrum katları gibi yerlerde kullanılabilir.

Döşeme ısıtması, radyatörle ısıtma ile birlikte de kullanılabilir. Örneğin lüks villa ve dairelerde taş, seramik, mermer kaplı hacimlerde (koridor, banyo, mutfak) yerden ısıtma, diğer odalarda radyatörle ısıtma uygulanabilir.

15.7. GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ISITMA SİSTEMLERİ

Güneş enerjisi, güneşlenme süresi, güneş ışınımı, vb değişkenlere bağlı bir enerji türü olduğundan, güneş enerjisi sistemlerinin veriminin yüksek olması çok büyük bir gerekliliktir. Bundan dolayı güneş enerjisinden “Akıllı Sistemler İle Akılcı Çözümler” prensibi ile yararlanmak çok önem kazanmıştır.

Açık devre sistemlerin verim düşüklüğü, ömür kısalığı yanında hijyen şartlarının da yetersiz oluşu gibi dezavantajları, güneş enerjisi kullanımında açık sistemlerin yerlerini yavaş da olsa kapalı sistemlerin alması sonucunu doğurmuştur.

Kapalı sistemlerin verim değerlerinin ise kullanılan sistem parçalarının (kolektör, boyler, vb) kalitesi ve uyumluluğu yanında, sistemin otomatik kontrolü ile direkt bağlantılıdır. Kapalı devre güneş enerji sistemleri genelde bir ısıtma sistem ile beraber uygulanmaktadır ve güneş enerjisinin gereksinimi karşılayamadığı zamanlarda, ısıtma sistemi konforu sağlayacak şekilde sıcak kullanım suyunu hazırlamaktadır. Daha gelişmiş güneş enerji sistemlerinde yeterli miktarda kolektör ve uygun depolama hacimleri ve otomatik kontrol sayesinde düşük sıcaklık ısıtma sistemlerine ısıtma desteği sağlamak mümkün olmaktadır.

Güneş enerji sistemleri, otomatik kontrolün duyar elemanlar yardımı ile yapılması, sistem pompasının kendi debisini ayarlayabilmesi (modülasyon) özelliğini sağlaması belirli sıcaklık farkları ile çalışma mantığı gibi gereksinimlerin yanında güneş enerji sisteminin beraber çalıştığı ısıtma sisteminin otomatik kontrolü ile iletişim içinde çalışabilmesi, sistemin daha uzun süre devrede kalmasını, aç-kapa olmaksızın pompa çalışmasını ve sistem ekipmanlarının dayanımını ve servis-bakım sıklığının azalması yanında, güneş enerjisi sisteminden elektrik harcamaları dahil en yüksek düzeyde verim alınmasını sağlar.

Yeni nesil otomatik kontrol mantığı güneş enerjisinden en yüksek verimi alabilmemizi sağlayan çok noktadan sistem sıcaklıklarının kontrol edilebilmesi, sistemin ölçülen sıcaklıkların farklarına göre aç-kapa alması ve değişen sıcaklık farklarına göre hep yüksek ısı transferi sağlayacak şekilde pompa debisinin kontrolüne dayanmaktadır. Bunun yanında kullanıma bağlı olarak güneş enerjisi sisteminin devrede olduğu zamanlarda soğuk günün sabahında dahi sıcak kullanma suyunun kazan tarafından ısıtılması engelleyici kontrol senaryoları mümkündür.

Güneş enerjisinden en yüksek oranda faydalanabilmek için depolama hacimleri büyük tutulmaktadır. Böylece depolanan enerji miktarı da artmaktadır. Ancak depo hacminin büyük olması klasik boylerde dezavantaj olabilmektedir. Bu yüzden güneş enerjisi boylerleri çok iyi izolasyona sahip olmalı,

özellikle boylerin üst kısmında arttırılmış izolasyon kullanılmalıdır. Aksi takdirde boylerden istenen sıcaklıkta (konfor sıcaklığında) su alınması güçleşmekte, boyler soğumaktadır ve sistemde boyler ayar sıcaklığına ulaşılamadığı zaman kazan desteği devreye girmektedir. Klasik sistemlerde güneşten elde edilen enerji çok büyük olan su kütlesini kimi zaman ancak birkaç derece yükseltebilmektedir, özellikle kullanımın yoğun olabileceği sabah saatlerinde veya kış aylarında zaten düşük miktarlarda olan güneş ışınımından verimli şekilde faydalanabilmek zorlaşmaktadır. Az ama artan miktarda güneş ışınımı varken (sabah saatlerinde) ve boyler sıcaklığı yükselme eğiliminde iken kazanın devreye girmesi önlenememektedir. Oysa debi kontrollü bir sistemde ışınım miktarı ve boyler yükü dikkate alınarak debi en uygun seviyede tutulmakta, gerektiğinde kolektör ile boyler sıcaklık farkları düşük debi sayesinde artırılarak, boylerin üst katmanlarında en zor şartlarda bile hazır sıcak su sağlanabilmektedir.

Güneş enerji sistemleri, yeterli miktarda kolektör ve uygun depolama hacimleri ile ısıtmaya destek için kullanılmaktadır. Bu sistemler sıcak kullanma suyu üretimi ve ikincil olarak ısıtmaya destek için kazan dönüş su sıcaklığını artırmak mantığıyla çalışır. Bunun yanında ısıtma desteği yerine ikincil devre bir havuz ısıtması da olabilir. Bu tip uygulamalarda ikincil devrenin ısıtma sistemi otomatik kontrolü ve bu sistemin güneş enerjisi sistemi ile uyumlu çalışması verim artırıcı bir etkidir. Bunun yanı sıra hafta sonu ve yazlık ev olarak kullanılan mekanlarda iki veya üç adet kolektör ile sıcak kullanım suyu üretimi için kurulmuş düşük maliyetli sistemlerin, binanın kullanılmadığı zamanlarda, harici bir pompa ve güneş enerji sistemine ilave edilmiş bir eşanjör yardımıyla, binanın ısı sığasını artırarak şekilde nem alma amaçlı kullanımı, binanın gerek yıpranmaması gerekse evin çok hızlı bir şekilde konfor sıcaklığına getirilmesini sağlar.

- Eğer güneş enerjisiyle ısıtma düşünülüyorsa, binanın ısı yalıtımının iyi yapılmış olması gereklidir.
- Mertebe olarak 150 m² bir evin güneşle ısıtılması için 40 m² düz güneş kolektörü alanına gereksinim vardır.
- Güneş enerjisinin depolanması için yine aynı örnekte 40 m³ su alabilen bir depo gerekir. Bu depoda su sıcaklığının yükselmesi halinde, açacak bir emniyet ventili bulunmalıdır.
- Isıtmada sistem düşük sıcaklık ısıtması olarak seçilmelidir. (Döşeme ısıtması)
- Güneş enerji sisteminde dolaşan akışkanın donma, buharlaşma riski olmamalıdır veya sistem çalışması buna izin vermemelidir.

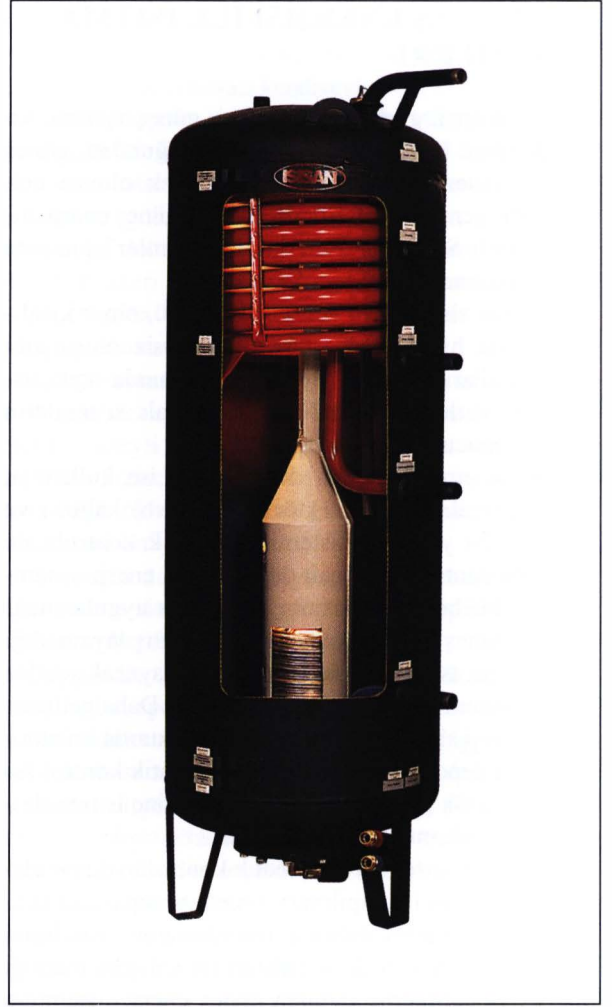
- Fosil bazlı yakıtların ve elektriğin fiyatları devamlı arttığından, güneş enerjisi ile ısıtma gelecekte giderek daha popüler olacaktır. Çok soğuk havalarda güneş enerjisi ile ısıtma sistemi konvansiyonel bir ısıtma sistemiyle desteklenmelidir.

Şekil 15.37’de kaliteli bir düz güneş kolektörünün iç yapısı görülmektedir. Şekil 15.38’de ise özel bir güneş enerjisi depolama boyleri görülmektedir. Termosifon prensibine göre çalışan bu boylerde sıcak ve soğuk su, tabakalar halinde depolanmakta, birbirine karışmamaktadır. Bu tabakalaşmanın sağlanması için Şekil 15.39’da detayı verilen özel silikon klapelelerden yararlanılmaktadır. İç ve dıştaki su sıcaklıkları eşitlenince, bu klapeleler açılmakta ve klapelelerden sıcak su dışarıya çıkmaktadır. Şekil 15.40’ta düz kolektörlerin çatı ve terasa yerleşim biçimleri görülmektedir.

Şekil 15.41’de döşeme tipi kazanla takviye edilen, Şekil 15.42’de ise duvar tipi yoğunlaşmalı kazanla takviye edilen kullanma sıcak suyu ısıtma sistemi şemaları verilmiştir.

Güneş Enerjisinin Avantajları:

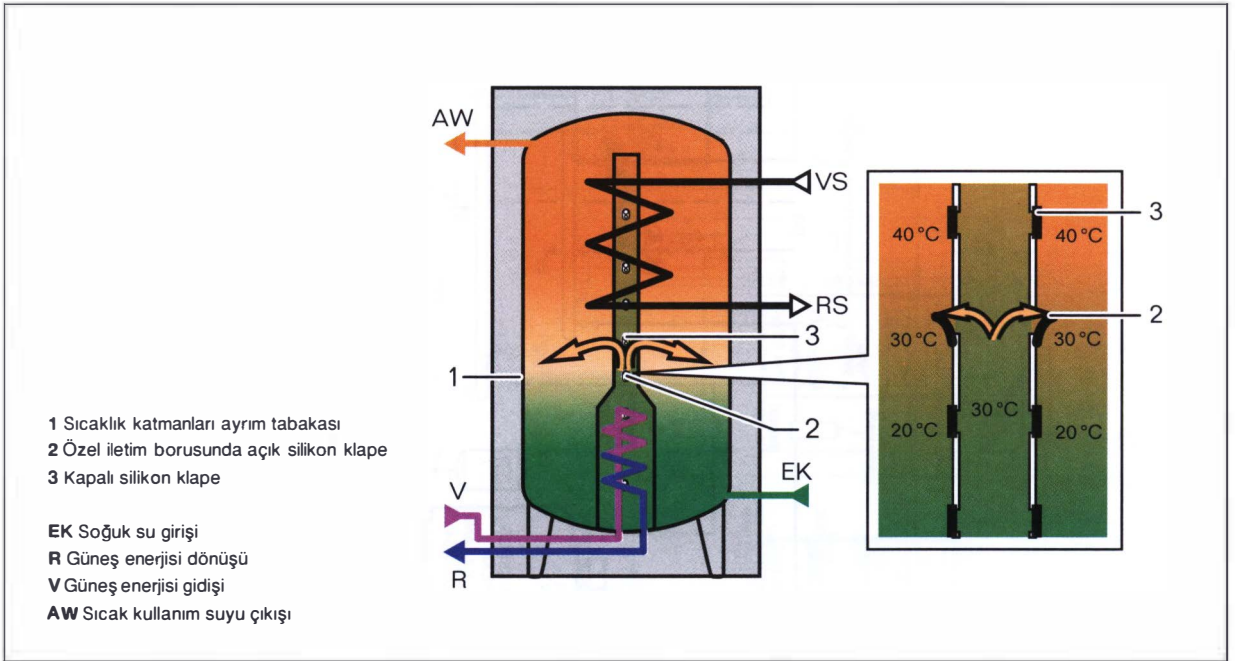
- Bol ve tükenmeyen tek enerji kaynağıdır.
- Duman, karbon monoksit, kükürt ve radyasyon artığı içermeyen temiz enerji özelliğine sahiptir.
- Enerjiye gereksinim duyulan her yerde kullanılabilir.
- Yurtdışına bağımlı olmadığı için ekonomik ve politik krizlerden etkilenmez.
- İşletme maliyeti çok azdır.
- Çeşitli uygulamalar için farklı çözümler üretmek mümkündür (Kazan destekli veya desteksiz sıcak kullanım suyu üretimi, ısıtma sistemine destek verme, enerji depolama-güneş pilleri.).



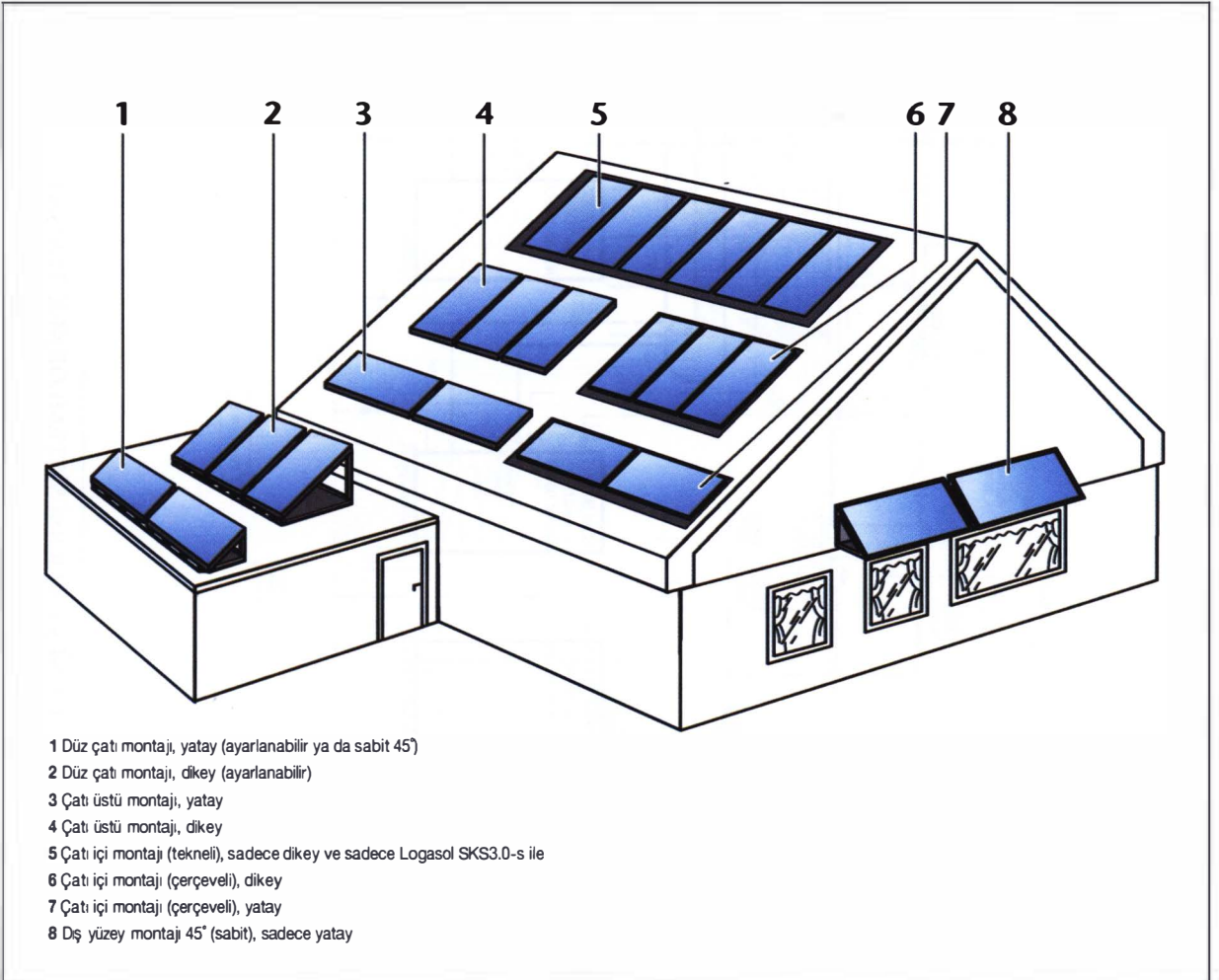
Şekil 15.38. GÜNEŞ ENERJİSİ
TERMOSİFON BOYLERİ



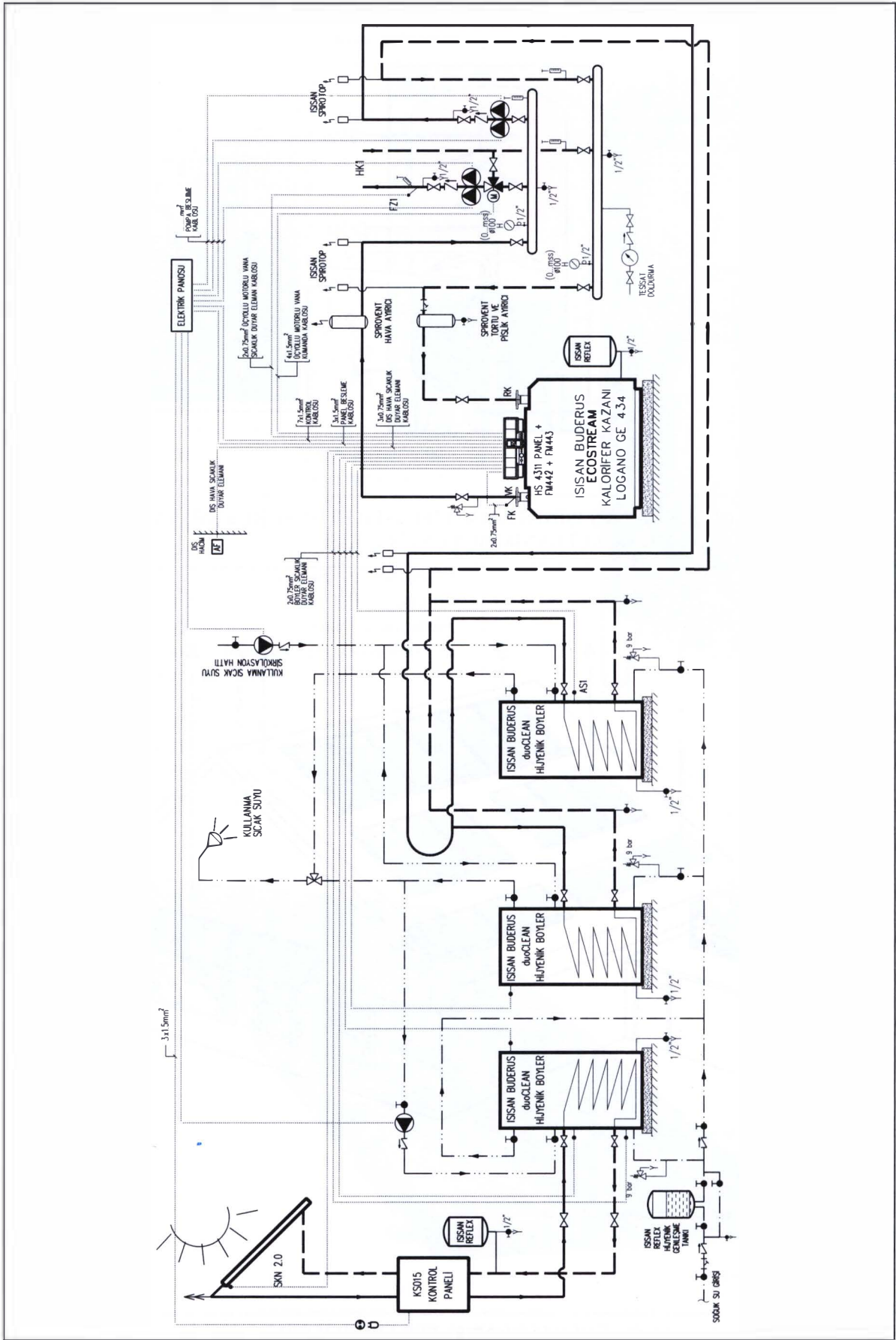
Şekil 15.37. GÜNEŞ ENERJİSİ KOLEKTÖRÜ



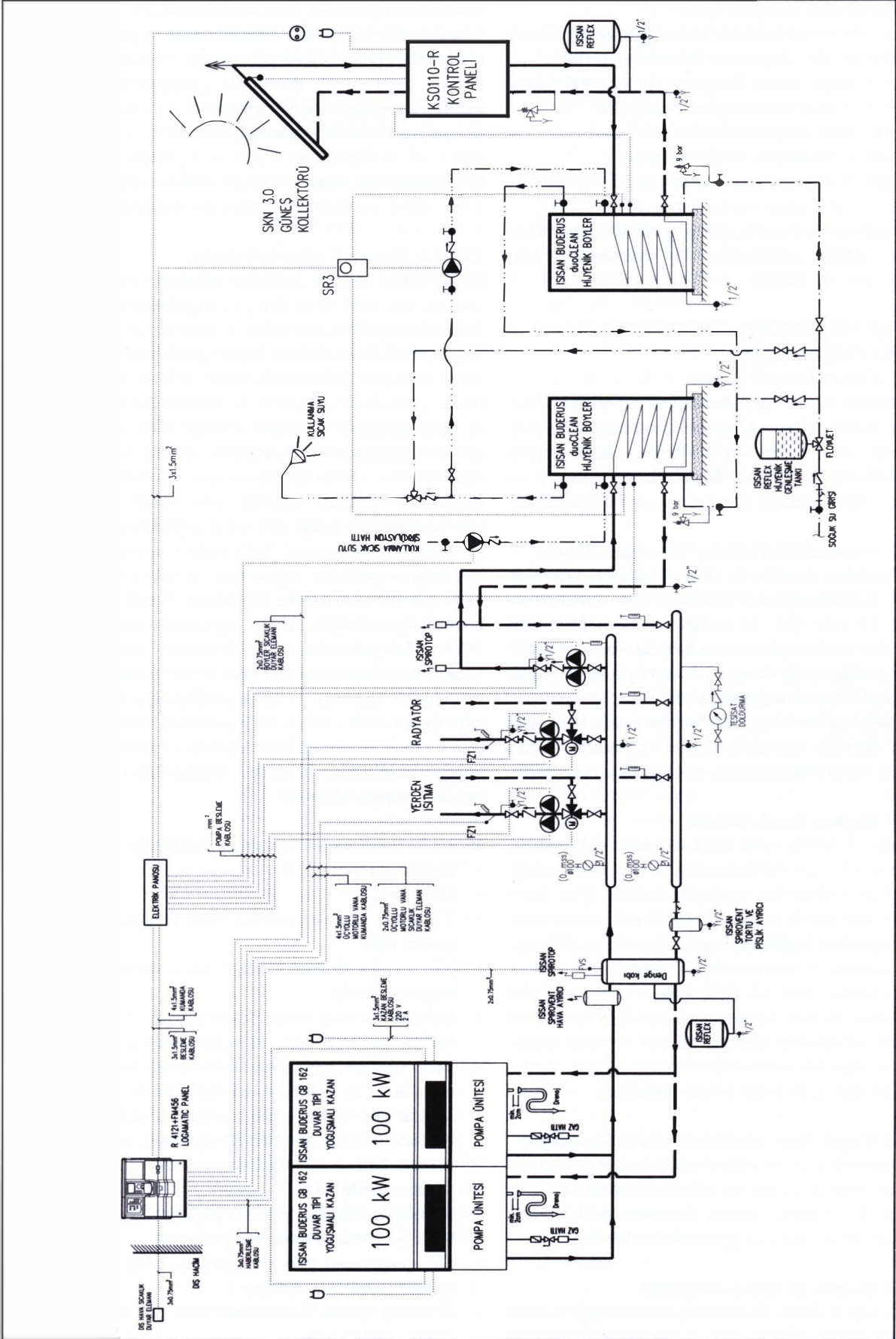
Şekil 15.39. DÜŞÜK GÜNEŞ IŞINIMINDA ÖZEL ISI İLETİM BORUSUNDAN SICAK KULLANIM SUYUNUN ÇIKIŞI



Şekil 15.40. KOLEKTÖR YERLEŞİM BİÇİMLERİ



Şekil 15.41. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI – ESNEK DÖKÜM ATMOSFERİK KAZAN DESTEKLİ



Şekil 15.42. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI – YOĞUŞMALI KASKAD DESTEKLİ

Güneş Enerjisinin Dezavantajları:

- Sürekli bir enerji kaynağı olmadığından depolama gerekmektedir. Depolama imkanları sınırlıdır.
- Işınımına bağlı olarak kolektör yüzey gereksinimi bölgesel olarak değişim göstermektedir.
- kolektörlerin gölgelenmemesi gerekmektedir. Bu da kolektör alanlarını büyütmektedir.
- Kaliteli, otomatik kontrollü ve yüksek verimli sistemlerde ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Isıtmada kullanımında, enerji gereksiniminin maksimum olduğu zamanlarda (kış aylarında) ışınım azdır veya hiç yoktur.

15.7.1. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE ÖNEMLİ ÖZELLİKLER

15.7.1.1 Kapalı Devreli Sistem

Açık sistemler hijyen başta olmak üzere buharlaşma, donma, kireçlenme ve buna bağlı çap daralması, korozyon, kısa ömür, enerji kaybı, verim düşümü, düşük konfor gibi dezavantajlara sahiptir. Kapalı devre sistemler ise uzun ömürlüdür, yüksek emniyet ve verimle çalışabilir.

15.7.1.2. Pompalı (Zorlanmış) Dolaşımli Sistem

Doğal dolaşımli sistemlerde akışkan hareketi yoğunluk farkı ile gerçekleştiğinden borulama için sürtünme ve dinamik kayıplar çok iyi hesaplanmalıdır. Minimum 25 mm 'den büyük çaplarla çalışılmalıdır, depo mesafelerine dikkat edilmelidir. Otomatik kontrol yapılmaz, soğuk mevsimlerde devreden çıkarılmalıdır. Pompalı sistemlerde ise projelendirme kolaydır. Boyler çatıda bulunmak zorunda değildir. Otomatik kontrol sayesinde yüksek konfor ve verim elde edilebilir, sistem yaz-kış çalışabilir.

15.7.1.3. Boyleri Ayrık Sistem

Kendinden boylerli veya ayrık boylerli sistemlerde, çatı üzerine boyler yerleştirilmesi tercih edilmemeli, boyler kazan dairesine yerleştirilmelidir. Çatı üzeri uygulamaları yeterli izolasyon yapılmadığından enerji kaybı (gündüz depolanan enerji tekrar kaybedilmektedir), korozyon (meteorolojik şartlar, nem, vb), bakım zorluğu, çatı kirliliği, çatıya aşırı yük gibi nedenlerden dolayı yapılmamalıdır. Boyler seçimi yaparken termosifon tipinde, yüksek verimli, kullanım sıcak suyu hazırlama süresi kısa ve hijyen şartlarını sağlayacak cam kaplı yapıda olmalıdır.

15.7.1.4. Kapalı Devrede Şebeke Suyu Kullanımı

Kapalı devrede katkı maddesi ve/veya donma önleyici antifriz madde kullanımı boru tesisatından boylere herhangi bir kaçak, sızma durumunda kullanım suyundan zehirleyici etki gösterebilmektedir.

15.7.1.5. Otomatik Kontrol Özelliği

Pompalı kapalı devre sistemlerde ise otomatik kontrol sayesinde kolektörde çok yüksek veya yeterli olmayan

sıcaklıklar algılanırsa veya boylerde istenen su sıcaklığı sağlanırsa kolektörler boşaltılmakta ve pompa devreden çıkmaktadır. Sistemin ışınlama ve enerji gereksinimine bağlı çeşitli devirlerde çalışabilecek pompa mantığı sayesinde enerji kayıpları (ısı, pompa, vb) en az seviyeye indirilir. Otomatik kontrol ile yıllık kullanım sıcak su ihtiyacının %90'ı güneş enerjisi ile karşılanabilmektedir. Kontrol sistemi güneş enerjisi destekli bir ısıtma sistemiyle uyumlu çalışabilmektedir.

15.7.1.6. Sistem Yapısı ve Uyumu

Güneş enerji sistemi kullanım amacına uygun sayıda çatı içi, çatı üstü veya düz çatı uygulamasına müsait, hafif, ultraviyole ışınlarından ve hava şartlarından etkilenmeyecek, montajı basit, bakım gerektirmeyen, minimum emisyon değerlerine sahip, yüksek verimli, eş direnç prensibiyle çalışan ve iyi izolasyonlu kolektörlere sahip olmalıdır. Kolektör adedine göre çeşitli eklemelerle ihtiyaca cevap verebilecek, ısıtma sistemleri ile tam uyumlu, sistem şartlarına göre kademeli pompa kumandası verebilen, sistemde suyu sirküle ettirebilecek bir pompaya sahip, elektrik kesilmelerinde sistemde sorun oluşturmayacak bir kontrol paneli bulunmalıdır. Hijyen şartlarını sağlayacak, kireç ve korozyona karşı çift kat cam tabaka kaplanmış duoCLEAN, termosifon prensibiyle çalışan, içerisinde ölü hacimler bırakmadan yukarıdan aşağı bir ışınlama sağlayan, ihtiyaca göre sadece kullanma suyu ve/veya ısıtma desteği için gerekli serpantin ve iç konstrüksiyona sahip, yapısına uygun izole edilmiş boyler kullanılmalıdır. Sistemin montajı ve bakımı basit ve hızlı yapılabilmeli, sistem yan ekipmanlar ile beraber montaja hazır şekilde ve modüler yapıda olmalıdır.

15.7.1.7. Kolektörde Aranılan Özellikler

- Sürekli yüksek verim
- Uzun ömür
- Yüksek verim ve ısı izolasyonu sağlayan asal gaz içeren yapı
- Yüksek absorpsiyon katsayısına ve düşük emisyon değerine sahip
- Kolektörün özel dökme cam yüzeyi ve cam elyaf katkılı dış çerçevenin yakın genleşme katsayılarına sahip olmaları sayesinde sızdırmazlığın conta yerine silikon ile gerçekleştirilebilmesi (Contalı bağlantılar gün içinde görülen yüksek kolektör sıcaklık farklarına ve ultraviyole ışınlarına uzun süreli maruz kalma durumunda sızdırmazlık sorunu yaratmaktadırlar.)
- Kolektör camının yüksek geçirgenliğe ve minimum yansıma oranına sahip olması
- Dış çerçevenin geri dönüşümlü, hafif cam-fiber malzemedен imal edilmesi
- Kolektör içinde Tichelmann boru bağlantısı ile eş direnç sağlanmalı

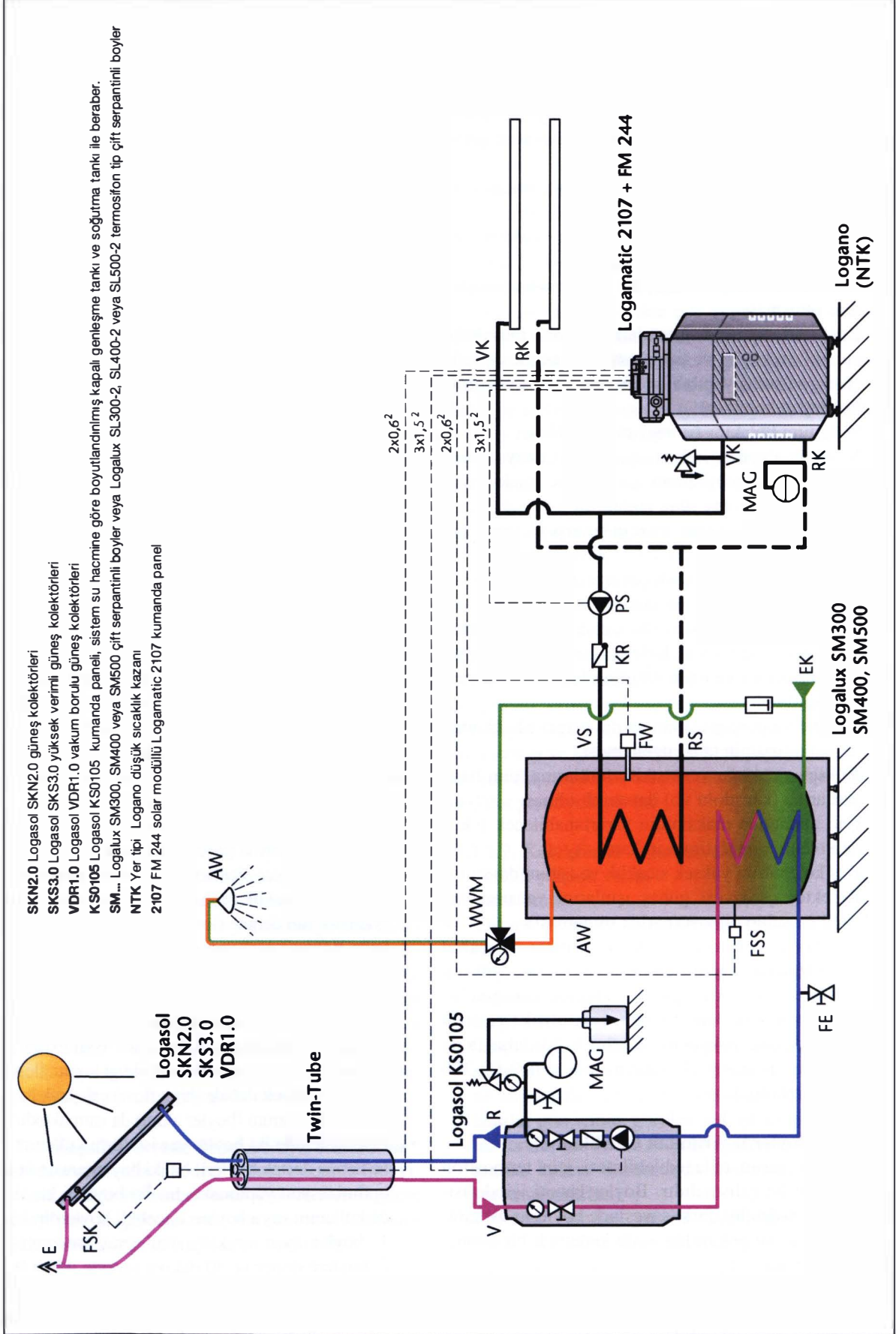
- Korozyona dayanıklı, ısı iletim özelliği yüksek, seçici özellikli krom nikel kaplamalı bakır absorber yüzey ve ona özel bir kaynak yöntemi ile bağlı bakır borular
- Kolektör içi boru bağlantıları yatay ve dikey kolektörler için en uygun verimi sağlayacak şekilde olmalı
- Basit ve hızlı montaj imkanı sağlayan, bakım istemeyen yapı
- Hafif ve dayanıklı yapı (250 kg/m² yüklere-çatı aşırı yüklenmesine karşı)
- Antifrizsiz ve katıksız çalışma ve donma-buharlaştırma riski olmaması
- Kolektörler arası bağlantıların en kısa mesafede, en az ısı kaybı ve izolasyon ile esnek setlerle (kompanzator) yapılabilmesi (statik olmayan, zorlanmayan kolektör)
- Optimum kolektör ısı taşıyıcı sıvı miktarı
- Kolektör alt yüzeyinde enerji kaybını, çatıya sıcaklık iletimini minimuma indiren ve maksimum verim sağlayan taş yünü izolasyon
- Maksimum kolektör yüzeyi enerji iletimi için kullanılabilmesi
- Dış çerçevenin özellikle denize yakın yörelerde korozyona dayanıklı olması
- Kolektörlerin çatı üstü ve düz çatıda uygulanabilmesi
- Kirlenme, buğulanma, terleme, havalandırma ihtiyacı olmaması ve uzun ömürlü olması için hermetik yapıda olması
- Vidasız ve perçinsiz cam ve dış çerçeve bağlantısı ile nem girişinin tam engellemesi
- Yüksek sıcaklığa ve sıcaklık farklarına, tüm hava şartlarına (kar, dolu vb) dayanıklı olması
- Çatı alanından maksimum yararlanabilecek şekilde kolektör yerleştirme imkanı
- Boş kolektörün yüksek sıcaklık ve ışınım dayanımı
- Kolektör çerçevesi güneş ışınlarını yansıtmayan özelliğe sahip olması (parlak olmaması)
- Ortalama veriminin yüksek olması (Parabol kolektörlerde, gün içinde her zaman yüksek verim için kolektör güneşi izlemek zorundadır. Vakum kolektörlerde ise verimlilik yatırım maliyeti çok yüksektir. Verim %20 daha fazla olmasına rağmen ilk yatırım maliyeti %60-300 daha fazladır.)
- Hijyen özelliği duoCLEAN yapı ile (su ile temas eden yüzeylerin çift kat cam-thermoglasür ile kaplanması) tam olarak sağlanmış olmalıdır. Bu yapı klor ve diğer korozif etkilere dayanıklı ve bakteri üremesine uygun ortam yaratmayacak kadar düzgün ve girintisiz-çıkıntısız olmalıdır.
- Sıcak suyun toplandığı üst tarafta daha fazla olmak üzere boyler etrafında yeterli kalınlıkta izolasyon yapılmalıdır.
- Yeterli ışınım olmadığında, kazandan beslenen destek amaçlı ikinci bir serpantin bulunmalıdır.
- Tüm ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde kompakt tipleri bulunmalıdır.
- Soğuk şebeke su girişi ve sıcak kullanım suyu çıkışı boyler içinde minimum türbülans yaratacak şekilde olmalıdır.
- Kolay temizlenebilir yapıda alt veya yan tarafında temizleme için flanş bulunmalıdır.
- Montajı kolay yapılabilmelidir.
- Sirkülasyon hattı için rezervasyon bırakılmış olmalıdır.

15.7.2. SOLAR OPTİMİZASYON

Bir güneş enerjisi sisteminden maksimum fayda sağlayabilmek için, sistem komponentleri arasında ve bunların konvansiyonel bir ısıtma sistemi ile olan eş çalışması durumunda solar optimizasyon mantığında geliştirilmiş ileri düzeyde bir otomasyon kontrolü gerekmektedir.

Güneş enerji sistemiyle birlikte mevcut ısıtma kazanı da aynı panelden kontrol alabilmeli, böylece hem yatırım maliyetleri azalmakta hem de iki sistem (G.E.S. ve ısıtma kazanı) arası maksimum uyuma ulaşılmalıdır. Solar optimizasyon donanımlı bir G.E.S. (Şekil 15.43)'inde;

- G.E.S. açma-kapama komutu kolektör ve boyler sıcaklık farklarına göre oluşmaktadır.
 - Boyler alt duyar elemanı ile kolektör duyar elemanı arasındaki sıcaklık farkı $dT = 10K$ olduğunda sistem pompası min debide (low flow) çalışmaya başlamaktadır. Böylece güneş enerjisi boyleri (sistem ile uyumlu özel termosifon boyler) düşük debili akışla yukarıdan aşağıya doğru ısıtılır. Termosifon boylerdeki silikon klapelerin de yardımıyla boyler içinde bir sıcaklık dengesi oluşmaktadır. Üst kısım ısıtıldıktan sonra boyler orta duyar elemanından aldığı komut ile sistem pompası yüksek debide (high flow) çalışarak boylerin geri kalan kısmını (boyler altını) da ısıtmaktadır.
 - Eğer sistemde iki boyler var ise (örn: kullanım suyu ve ısıtma destek boyleri) bu iki boyler arasında da bir optimizasyon yapılmaktadır. İki boylerli bir sistemde kullanım suyu boyleri öncelikli boylerdir. Eğer ki 1. boyler ayar sıcaklığına ulaşmış ise otomasyon 2. boylere döner ve 30 dakika süreyle ikinci boyleri yükler. 30 dakikada bir bu boylerde ihtiyaç olup olmadığı kontrol edilir. Burada öncelikli amaç sistemin enerji aktarabileceği boylere çalışmasıdır.
- #### 15.7.1.8. Boylerde Aranılan Özellikler
- Yüksek verim elde edilebilmesi için termosifon prensibi ile çalışmalıdır. Boyler hacmi içinde ısınan su, yoğunluk farkı sayesinde boylerin üst tarafına çıkar ve yukarıdan aşağı kademeli bir ısınma sağlanır.
 - Termosifon prensibi ile kısa sürede kullanım sıcak suyu hazırlayabilecek iç tasarıma ve serpantin yapısına sahip olmalıdır.



Şekil 15.43. SOLAR OPTİMİZASYONLU ISITMA KAZANI – GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI

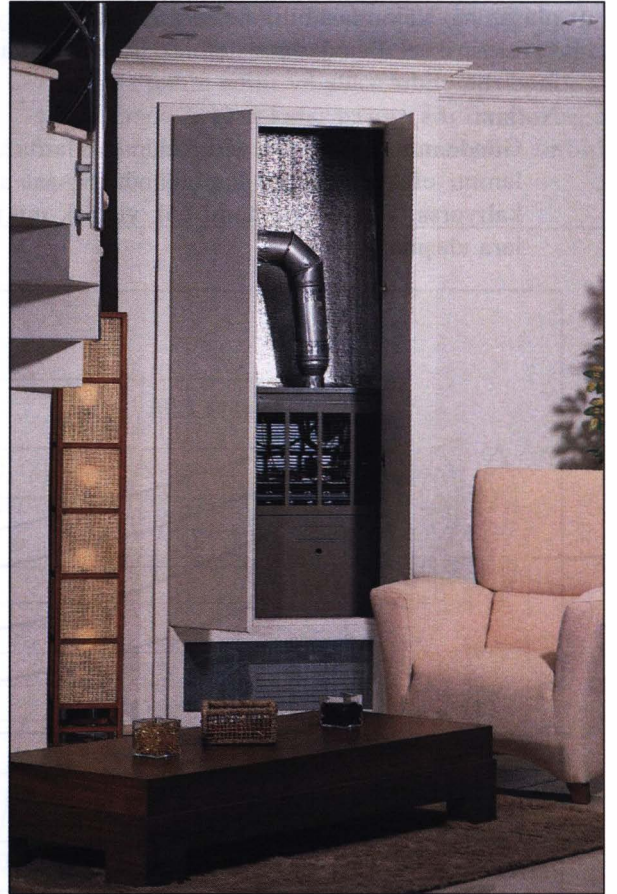
- Eğer 1. boylar soğuk ise ve sıcaklık artışı iki dakika da 120 K ise sistem 1. boylere çalışır. Sıcaklık artışı bu değerin altında ise sistem 2. boylere çalışır. Bu çalışma mantığına uygun boylar tercih edilerek güneş enerjisinden maksimum oranda verim elde edilir.
- Sistem pompası % 30 kapasite ile çalışırken, kolektörler ile boylar arasındaki sıcaklık farkı $dT = 5K$ olduğunda sistem kapama komutu alır.
- Boylerin ve kolektörün soğuk olduğu bir anda boylar alt ve orta duyar elemanlarındaki sıcaklık artışı istenilen değerde ise kazanın boyları ısıtmak için devreye girmesini geciktirir. Örneğin ayar sıcaklığı $45^{\circ}C$ ise, bu şartta kontrol paneli ayar sıcaklığını düşürerek, kazanın devreye girmesini engeller. Başka bir optimizasyon ise; boylar alt kısmında sıcaklık daha yüksek olacağından kazan yine bir süre bekletilir. Böylece kısa sürede güneş enerjisi en verimli şekilde kullanılarak ve kazanın gereksiz yere devreye girmesi engellenerek sıcak su konforu sağlanmış olur. Klasik sistemlerde bu koşulda kazan devreye girip boyları ısıtacaktır. Bu durumda güneş enerjisinden yeterince faydalanılmamış olacaktır.

15.8. SICAK HAVAYLA ISITMA SİSTEMLERİ

- Sıcak havayla ısıtma sistemi daha ucuz olup, villa tipi yapıların kısmen veya tamamen ısıtılmasında kullanılabilir (*Şekil 15.44*).
- Sıcak hava üretici (furnace) gaz, sıvı veya katı yakıtla çalışabildiği gibi, elektrikli tipleri de vardır.
- Sistemin kontrolü kolaydır ve çok hızlı etkiler. Isınma için gerekli zaman çok azdır.
- Su kaçağı ve donma riski yoktur.
- Hava kanallarının iyi izole edilmesi gerekir.
- Havanın sıcak hava üreticine tekrar geri döndürülmesi için kapılarda ızgaralar bırakılmalıdır.
- Kullanma sıcak suyu ayrı bir bireysel cihazla üretilir.
- Yakma havasının temini için dış hava giriş açıklıkları gerekir.
- Yapılardaki taze hava ihtiyacı genellikle açılabilen pencerelerden temin edilir. Ancak istenirse, dönüş havası kanalına taze hava bağlantısı yapılabilir.



Şekil 15.44A. GAS FURNACE
İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ
Dolabın Dıştan Görünüşü



Şekil 15.44B. GAS FURNACE
İÇ ÜNİTE UYGULAMA ÖRNEĞİ
Dolabın İçten Görünüşü

15.9. SICAK HAVA PERDELERİ

İki tip hava perdesi mevcuttur:

- Hava çevrimi yaratan sistem. Düşük hava hızlarıyla büyük hacimli bir hava akımı kullanarak, yüksek verimli (%90-95) bir hava perdesi oluşturulur. Ancak rüzgar ve basınç değişimi gibi etkenlere karşı çok hassastır. Yüksek ilk yatırım maliyetleri yüzünden nadiren tercih edilir.
- Hava çevrimsiz sistem. Daha düşük verimlidir (%60-80). Ancak montaj kolaylığı ve düşük yatırım maliyetleri sebebiyle çok kullanılır. Rüzgara karşı çok daha dirençlidir. Yatay ve dikey (tek veya çift tarafa) olarak kullanılabilir.

Temel olarak dört farklı kullanım alanı vardır:

- Endüstriyel (fabrikalar, depolar, fırınlar, vb)
- İşyerleri (alışveriş merkezleri, hastaneler, okullar, restoranlar, vb)
- Uçan haşarat kontrolü (gıda endüstrisi, süt üretim merkezi, fırınlar vb)
- Soğuk oda

Açıklığın fiziksel boyutları ve montaj alanı ile birlikte kullanılan kapı tipi de göz önünde bulundurulmalıdır. Yerel rüzgarlar, basınç farklılıklarından oluşan hava akımları bilinmelidir. Isıtma, filtrasyon ve elektriksel kumanda sistemleri seçenek olarak incelenmelidir.

Notlar:

- Günde minimum 1 saat açık kalan kapılarda kullanımı efektiftir. Eğer kapı günde 6 saat açık kalıyorsa, yapılan ekonomi çok yüksek miktarlara ulaşmaktadır.

- Normal olarak negatif basınç ortamında kullanılmazlar. Kazan daireleri yakma havası temini veya yüksek binalardaki baca etkisi gibi durumlarda ek hava girişi sağlanarak (hava perdesi debisini artırarak veya ortama hava basarak) hava perdesinin verimli şekilde çalışması sağlanabilir.
- Hava perdesinden sıcak hava üfleme mümkündür. Ancak bu perde verimini arttırmaz. Sadece içinden geçenler için konfor sağlar. Rüzgarın üşütme etkisini ortadan kaldırır veya bölgeye ek ısıtma gücü sağlar.

15.10. YAKLAŞIK ISI HESABI

Konutlar ve işyerleri için m² kullanma alanı başına yaklaşık ısı kaybı değerleri Şekil 15.45'te verilmiştir. Bu değerler Almanya için geçerli olmakla birlikte standartlarımız Alman standartlarına dayandığından Türkiye için de fikir vermektedir.

Yapılarda yaklaşık ısı kaybı için;

$$Q = (K \times A / V + 0,25 \times n) \times V \times (T_i - T_d)$$

ifadesi kullanılabilir. Burada,

Q = Isı kaybı [W]

K = Ortalama ısı geçiş katsayısı [W/m²K]

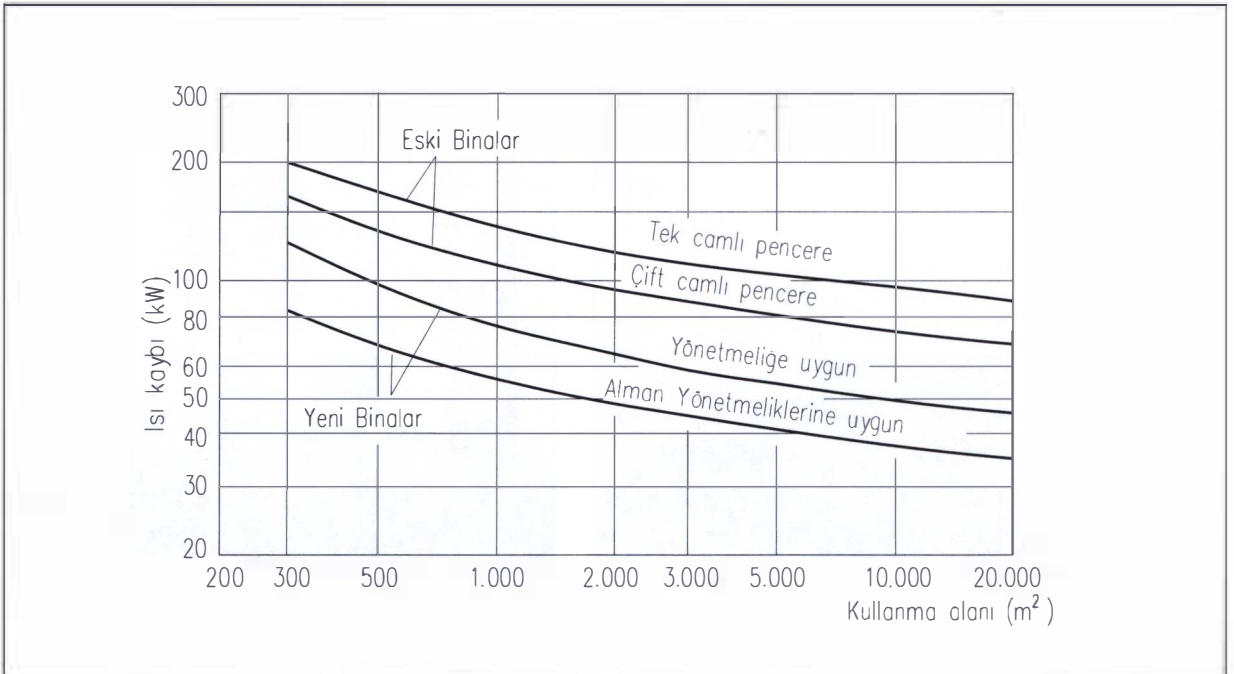
A = Bina toplam dış yüzeyi [m²]

V = Bina toplam hacmi [m³]

n = Saatteki hava değişimi [0,5 - 1,0]

T_i, T_d = Norm iç ve dış sıcaklıklar

K değeri olarak standartların müsaade ettiği değer kullanılabilir. Bu değer örneğin İstanbul için 1,3 kcal/m²°C (1,51 W/m²K) değerindedir.



Şekil 15.45. KONUTLAR İÇİN KULLANMA ALANI BAŞINA YAKLAŞIK ISI KAYBI

XVI. BÖLÜM

ISITMA TESİSATI ELEMANLARI

16.1. SICAK SU KAZANLARI

Isıtma merkezi elemanlarının seçimine ve projelendirilmesine, ısı kaybı hesaplarından sonra geçilir. Bu amaçla gerekli bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- Sistemin ısı yükü (ısı kaybı) [kW]
- Çalışma basıncı [bar]
- Sistemde suyun gidiş ve dönüş sıcaklıkları
- Kullanılacak yakıtın cinsi ve özellikleri
- Sıvı yakıt kullanılması halinde yakıt deposu büyüklüğü
- Suyun özellikleri

Uygulamada çok sayıda farklı tipte sıcak su kazanı vardır. Sıcak su kazanları uygulama şekli ve malzemesine bağlı olarak aşağıdaki gibi gruplara ayrılabilir.

- Standart kazanlar
 - Atmosferik brülörlü
 - Üflemlü brülörlü
 - Kombiler
- Modern düşük sıcaklık kazanları
 - Döküm kazanlar
 - Çelik kazanlar
- Yoğuşmalı kazanlar
 - Yoğuşmalı kombiler
 - Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar
 - Kendinden yoğuşmalı döşeme tipi kazanlar

16.1.1. STANDART DOĞAL GAZ KAZANLARI

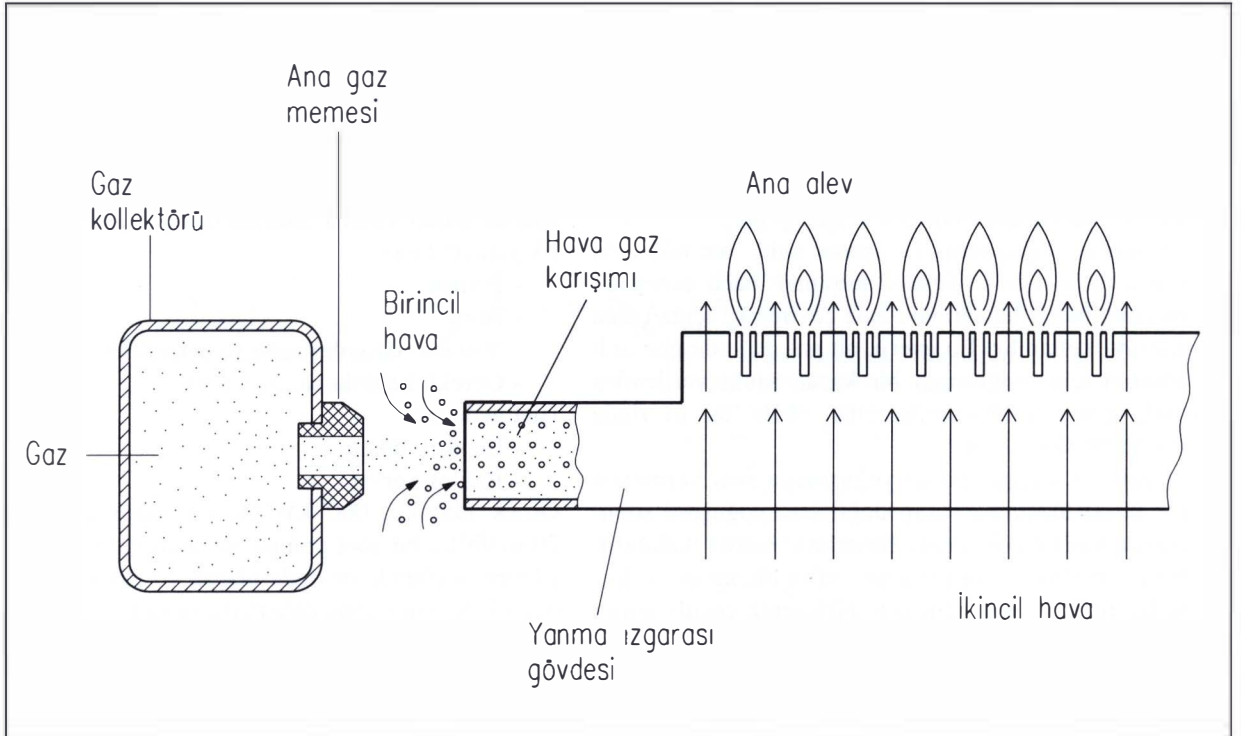
16.1.1.1. Standart Tip Atmosferik Brülörlü Doğal Gaz Kazanları

Bu kazanlarda yanma olayı düşey doğrultuda gerçekleşir ve göreceli olarak daha küçük bir yanma odası yeterlidir.

Yanma için gerekli hava doğal baca çekişiyle sağlanır. Gaz ile hava karışımının yakılması atmosferik yakıcılarda gerçekleşir. Gaz yakıt normal basıncı ile bir lüleden geçerek yanma odasına üflenir. Birincil hava lüleden enjeksiyon prensibi ile emilir ve yakıtla karışır. İkincil hava ise baca çekişi ile sağlanır. Bu nedenle yanma odasının altı açıktır. (Şekil 16.1) İkincil hava emişinin etkilenmemesi için kazan duman çıkış ağzına gaz akım sigortası denilen özel bir eleman konur. Atmosferik brülörlü kazanlar 975 kW güce kadar kullanılabilir.

16.1.1.2. Standart Tip Üflemlü Brülörlü Doğal Gaz Kazanları

Üflemlü brülörlü kazanlarda su ile çevrili kapalı bir yanma odası söz konusudur. Gerekli hava cebri olarak fanla temin edilir ve yüksek basınçlı brülör kullanıldığında ocakta karşı basınç adı verilen artı bir basınç oluşur. Brülör ve yanma odası birbirine uygun olmalıdır.



Şekil 16.1. ATMOSFERİK GAZ YAKICI (BRÜLÖR)

Gaz yollarının direnci fazla olan kazanlarda önemli bir problem ilk ateşleme sırasında ortaya çıkar. İlk kalkışta ocakta ani ısınan gazların sıkışması ile normal çalışma basıncının 6 misli mertebesinde basınç olur ki, bu kazanda titreşim ve sarsıntılara yol açar. Bu nedenle bu tip kazanların düşük alev başlangıçlı brülörler ile donatılması veya oransal kontrollü brülör kullanılması gereklidir. Üflemlerli brülörlü kazanlarla atmosferik brülörlü kazan karşılaştırması *Tablo 16.2*'de görülmektedir.

16.1.2. MODERN DÜŞÜK SICAKLIK KAZANLARI (THERMOSTREAM)

Çalışma sıcaklıkları bir ısıtma tesisatının tasarım ve işletmesinde en önemli parametrelerden biri olduğu gibi, bir kazanın ömrünü de belirleyen önemli bir faktördür.

Isıtma tesisatının işletmesi açısından yakıtların üç ana özelliği öne çıkmaktadır:

- Fiziksel hali (katı, sıvı, gaz)
- Isıl değeri (birim yakıt miktarına göre, alt ve üst ısıl değer)
- Yoğuşma sınırı (özellikle sıvı ve gaz yakıtlar için)

Yakıtların fiziksel hali ve ısıl değeri, özellikle brülör ve kazan tipinin belirlenmesi için önemlidir. Ancak bu özelliklerden yoğuşma sınırı kazan ömrü açısından, son derece belirleyici bir faktördür.

Bilindiği üzere baca gazları, kimyasal çevrim sırasında hidrokarbonların oksijen ile bağlanarak ortaya çıkan suyu da içerir. Ancak baca gazı sıcaklıklarının yüksek olması bu suyun buhar halinde açığa çıkmasını sağlar. Alt ısıl değer ile üst ısıl değer arasındaki bu fark enerjisini, işte bu su taşımaktadır ve bu enerji gizli ısı olarak adlandırılır.

Yoğuşma sınırı, bir yakıtın baca gazındaki su buharının yoğuşmaya başladığı sıcaklıktır. Bu sıcaklığın altında, baca gazındaki su sıvı hale geçer.

Bu suyun yoğuşması ile ortaya ciddi bir miktarda enerji çıkar. İşte yoğuşmalı kazanlar, baca gazındaki bu suyu buhar halden sıvı hale çevirerek, açığa çıkan enerjiyi kullanılır. Bu enerji, alt ısıl değerde göz ardı edildiği için, yoğuşmalı bir kazan sanki verileden fazla enerji üretiyormuşçasına, %100'ün üzerinde verimlere sahip olur.

Ancak bir kazan, içinde yoğuşmaya izin vermeyen bir konstrüksiyona sahip değil ise, yoğuşma sonucunda kazan çok ciddi hasarlara maruz kalabilir. Bunun nedeni yoğuşan suyun saf su olmaması, yakıtta bulunan diğer maddelerle birleşerek çeşitli asitler halinde ortaya çıkmasıdır. Örneğin genelde tüm sıvı yakıtlarda bulunan sülfür (S), yoğuşma sonucunda sülfürik asit (H₂SO₄) olarak açığa çıkmaktadır. Benzer olarak da gaz yakıtlardan da çeşitli azot asitleri oluşmaktadır.

Eğer kazan malzemesi bu tip asitlere dayanıklı değil ise, kazanın kısa sürede zarar göreceği çok açıktır. İşte bu nedenle, yoğuşmasız tüm kazanlarda, minimum dönüş suyu sıcaklığı, minimum kazan suyu sıcaklığı gibi belirli sınırlar öngörülür. Burada amaç su sıcaklığını sınırlayarak, kazan içerisinde bu su ile ısı transferine giren baca gazlarının aşırı soğumasının önüne geçmektir.

Bir kazan içerisinde iç sirkülasyon ne kadar iyi ve sıcaklık dağılımı ne kadar homojen sağlanır ise, bu sıcaklık sınırları da yoğuşma sınırına o kadar yaklaşır. Aynı zamanda iç sirkülasyonun başarısı kazanda istenen minimum debi değerini de belirler. İç sirkülasyonu kötü olan bir kazanda, daha yüksek bir debinin sürekli olarak geçmesi istenir. Aksi takdirde sirkülasyon bozukluğu nedeniyle oluşacak sıcaklık dengesizliği, kazan gövdesinde ısıl gerilmelere, dolayısıyla çeşitli hasarlara neden olabilmektedir.

Isıtma tesisatında ise gerekli olan sıcaklıklar, yoğuşma sınırının altında olabilir. Örnek olarak, bir yerden ısıtma tesisatında sıcaklıklar neredeyse tüm yıl boyunca her türlü sıvı ve gaz yakıtın yoğuşma sınırının altındadır. Bu durumda kazandan daha yüksek sıcaklıkta çıkan su, bir karıştırıcı üç yollu vana ile dönüş suyu ile karıştırılarak soğutulabilir ve tesisata yollanabilir.

Ancak kazan tarafında da belirli bir önlem gereklidir. Burada da benzer bir şekilde soğuk dönüş suyu, sıcak çıkış suyundan alınacak bir hat ile karıştırılıp ısıtılır. Amaç dönüş suyu sıcaklığının kazan üreticisi tarafından verilen değere kadar yükseltilmesidir. Bu etkiyi sağlamak için kazan çıkış ve giriş hatları arasında bir pompa yerleştirilir. Şönt pompa olarak adlandırılan bu pompa, brülör çalışma süresince belirli bir ek süre ile devamlı olarak çalışarak kazan işletme şartlarını (minimum sıcaklık ve minimum debi) yerine getirir.

Her iki halde de şönt pompa hem ilk yatırım, hem de işletme giderlerinin artmasına neden olur.

İlk yatırım farkı:

- Pompa
- Boru
- Vanalar, üç yollu vana ve çekvalfler
- Gerekli kablolama, işçilik vs

İşletmede ise:

- Elektrik tüketimi
- Bakım, servis

Örnek olarak 1.000 kW'lık bir kazanda, yaklaşık 29 m³/h'lik bir şönt pompa, kazanın ve brülörün tüm işletme süresinde devrede olacak ve her şartın ardından ek bir süre daha çalışmaya devam edecektir. Bu durumda sadece bu şönt pompa 3kW kadar bir elektrik enerjisi tüketecektir.

Buna ek olarak da kazan su çıkış sıcaklığının da sürekli olarak yüksek kalmasından gelen verim kaybı da unutulmamalıdır.

Karşılaştırma Kriteri	Atmosferik Brülörlü Kazanlar (Doğal Gaz - LPG)	Üflemeli Brülörlü Kazanlar (Doğal Gaz - LPG)
1. Ses Seviyesi	Atmosferik brülörlü kazanlar, fansız ve motorsuz brülör yapısı sayesinde sessiz çalışırlar. Yeni atmosferik brülör dizaynı sayesinde yanma sesi kazanın yanında dahi hissedilemeyecek seviyeye azaltılmıştır.	Üflemeli brülörlü kazanlardaki fan sesi, yanma sesi ve titreşim sonucu oluşan gürültü rahatsızlık yaratmaktadır. Özellikle domestik uygulamalarda kazan dairesine bitişik dairelerde ve baca kanalıyla sesin ulaştığı üst katlarda ciddi sorunlar yaşanmakta, önlem olarak brülör ve baca susturucuları kullanımı gerekmektedir. Bu önlemler ses seviyesini hiç bir zaman atmosferik brülörlü kazan seviyesine indirememekte, ayrıca ek maliyet getirmektedir. Baca susturucularının ortalama 3 yılda bir değiştirilmesi gerekir.
2. Düşük Gaz Basıncında Çalışma	Atmosferik brülörlü kazanlar düşük gaz basıncında çalışma özelliğine sahiptirler. Atmosferik brülörlü kazanlar 5 mbar doğal gaz basıncına kadar çalışabilirler.	Üflemeli brülörlü kazanlarda yanmanın sağlanması için en az 17-18 mbar gaz basıncı gerekir. Gaz çekişinin pik noktaya ulaştığı (dolayısıyla sistemde basıncın düştüğü ve ısınma ihtiyacının en fazla olduğu soğuk kış günlerinde) üflemeli brülörlü kazanların gaz basıncı yetersiz olduğu için çalışmadığı defalarca görülmüştür. Doğal gazın basıncı düştüğünde üflemeli brülörlerde hava yakıt karışımı yanma için gereken oranda oluşmaz, alevi kapar, brülör arızaya geçer ve sistem durur.
3. Verim - Yakıt Sarfiyatı	Atmosferik brülörlü kazanlar %95 gibi yüksek bir verimle çalışırlar. Yeni geliştirilen Thermostream teknolojisi ve optimum kapasite ile hem verim artırılmış, hem de uzun ömür ve emniyetten ödün verilmemiştir. Logamatic panel ile donatılmış yüksek verimli, optimum kapasiteli atmosferik brülörlü kazanların yakıt sarfiyatı az olup, yıllık verimi çok yüksektir. Kazan-brülör-panel uyumu ile en az yakıtla en iyi konfor sağlanır. Atmosferik brülörlü kazanlarda, kazanın çalışmayan kısmından su dolaşmaz. Böylece kısmi ve tam yükte maksimum verim elde edilir.	Verim değerleri üretici firmalar tarafından ilan edilmektedir. 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.
4. Servis Bakım Sıklığı ve Kolaylığı - Arıza Riski	Atmosferik brülörlü kazanlarda brülörün karmaşık olmayan bir yapısı vardır. Üzerinde fan, motor, vs hareketli ve aşınabilecek parça olmadığı için servis ihtiyacı yok denecek kadar azdır ve servis verilmesi çok kolaydır. Bu brülörlerde arıza ihtimali çok az olduğu için yılda bir defa periyodik temizlik ve kontrol yeterlidir. Dış hava sıcaklığındaki değişim atmosferik brülörlü kazanlarda yanmayı etkilemez. Yaz-kış ve geçiş mevsimlerinde brülör ayarı gerekmez. Servis ve bakım yılda bir defa yapılır.	<p>a- Üflemeli brülörlerde kazanlarda fan, fan motoru, hava klapesi, servo motor, vb hareketli parçalar vardır. Tüm hareketli mekanik aksamda olduğu gibi bunlarda da aşınma ve arıza riski yüksektir. Ayrıca alev kontrolünü yapan fotoselin tozlanması, hava klapesini ayarlayan damper, damper motoru, hava basınç presostadı ve brülör beyni arızaları vb problemlerle sıkça karşılaşmakta, bunların tümü işletmede kesintiye, dolayısıyla konforsuzluğa neden olmaktadır.</p> <p>b- Ayrıca özellikle ülkemizde voltajların çok düşebilmesi nedeniyle elektrik motorları yanmakta, plastik dişliler sıyrılabilenkte, hem arıza, hem de yüksek maliyetli parça değişimi ve servis ihtiyacı oluşmaktadır.</p> <p>c- Bu kazanlarda yılda en az 5 kez servis verilmesi (baca gazı analizlerinin yapılması) gerekmektedir. Yaz-kış (soğuk-ılık-sıcak havalarda) brülör ayarı yıllık verimin iyileştirilmesi için gereklidir. Dış hava sıcaklığındaki değişim yanma ve kazan verimini direkt olarak etkiler. Dış hava sıcaklığındaki her 10°C değişimde baca gazı analizi ve hava ayarı yapmak gerekir. Aksi halde yakıt sarfiyatı artar, kurum oluşur.</p>

Tablo 16.2. ATMOSFERİK İLE ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriteri	Atmosferik Brülörlü Kazanlar (Doğal Gaz - LPG)	Üfleli Brülörlü Kazanlar (Doğal Gaz - LPG)
5. Baca Klapesi Yıllık Verim ve Emniyet	Atmosferik brülörlü kazanlarda opsiyonel olarak baca klapesi kullanılabilir. Ancak baca klapesinin getireceği ilave binde birler mertebesindeki verim artışı yerine, atmosferik brülörlü kazanların herhangi bir gaz kaçağında doğal baca çekişi ile oluşturduğu ilave emniyet avantajını tercih etmek daha doğrudur.	Üfleli brülörlü kazanlarda brülör üzerindeki hava klapesi, brülör durduğunda kapatılmaktadır. a- Ancak ön süpürmedeki bir hatada (çok az da olsa) patlama riski vardır. b- Baca çekişinin fazla olduğu yüksek binalarda klapeye kumanda eden damper motorunun dişlileri aşırı zorlamadan dişli sıyrabilir.
6. Kapasite Aralığı	Atmosferik brülörlü kazanlar ile ulaşılan en büyük kapasite yaklaşık 1.000.000 kcal/h'dir. Kazanlar 2'li 3'lü veya 4'lü gruplar halinde 12 kademe kontrolü yapabilecek şekilde bağlanarak, büyük kapasite ihtiyaçlarına yüksek verimle rahatlıkla cevap verirler.	Üfleli brülörlü kazanlar her kapasitede üretilmektedir.
7. Çatı Kazan Dairesine Uygunluk	Atmosferik brülörlü kazanlar çok sessiz çalıştıktan sonra, dilimler halinde teslim edilip, yerinde monte edildiklerinden, çatı kazan dairelerinde kullanıma son derece uygundur. Bu kazanlarda gerekli olan baca çekişi 3 Pa (0,3 mmSS) olduğu için bacayla ilgili bir sorun da yoktur. Kazanların kendi yüksekliği bile bu çekişe yetmekte, kazan bacaya bağlanmasa dahi çalışabilmektedir.	Üfleli brülörlü kazanlardaki ses ve titreşim problemi, kazanları çatı kazan dairelerinde kullanım için dezavantajlı ve uygunsuz yapmaktadır. Ayrıca özellikle çelik kazanların çatıya taşınması daha zordur.
8. Döküm Kalitesi	Atmosferik brülörlü kazanların dökümünde, çok esnek döküm alaşımı olan özel kokteyl GL180 M kullanılmaktadır. Bu alaşım normal kır döküm demire göre %40 daha esnek olup, üzerindeki korozyonu önleyici koruyucu kabuk (Barrier skin) kireç birikmesine karşı daha dayanıklıdır.	GG 25 dökme demirden mamül üfleli brülörlü döküm kazanlar ısı şoklarına ve termal gerilmelere dayanıklı değildir.
9. Ömür	GL180 M özel alaşımlı esnek dökme demir atmosferik brülörlü kazanlarda ömür 30 yıl ve üzeridir.	Klasik tip kazanlarda ömür, kazan imalat kalitesine bağlı olarak değişmektedir.
10. Baca Konusu	Atmosferik brülörlü kazanlarda yanma için gerekli olan hava, doğal baca çekişi ile sağlanır. Atmosferik brülörlü 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. Binalarda mevcut baca sağlamı ve çap uygun ise, paslanmaz çelik baca kullanılmadan mevcut bina bacası kullanılabilir.	Üfleli 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. Paslanmaz çelik baca ek maliyet getirmektedir. Bu tip kazanlarda bir baca akım sigortası olmadığı için yanlış boyutlandırılmış bir bacada çok fazla çekiş halinde yüksek kayıplar, çok düşük çekiş halinde kazanın zarar görmesi (kavrulma, termik korozyon, eğilme, vb) gibi problemlerle karşılaşmaktadır.
11. Elektrik Sarfiyatı	Atmosferik brülörler üzerinde elektrik motoru, fan vb bulunmamaktadır. Bu yüzden atmosferik brülörlü kazanların elektrik sarfiyatı çok azdır ve kazanın üzerindeki panelin çektiği enerjiye eşittir. Yani pratik olarak brülör için ek hiç bir enerjiye ihtiyaç olmaz. Ayrıca Thermostream teknolojisi sayesinde şönt pompa için harcanan enerjiden de tasarruf edilir.	a- Üfleli brülörlerdeki fanın elektrik motoru ve hava klapesi servo motoru, ek bir enerji sarfiyatı getirir. b- Ayrıca 100.000 kcal/h üzerindeki kazanlarda dönüş suyu sıcaklığı kontrolü için kullanılması zorunlu olan şönt pompa da ek bir enerji sarfetmektedir.
12. Thermostream Teknolojisi	Thermostream teknolojisi atmosferik kazanlara da uygulanmıştır. Bu kazanlarda minimum dönüş suyu sıcaklık sınırlaması ve minimum dönüş suyu debisi sınırlamaları ortadan kalkmıştır, kazanlar şönt pompasız olarak kullanılırlar.	Minimum kazan suyu sıcaklığı ve minimum debi sınırlamaları olduğu için; şönt pompa kullanımı gereklidir.

Tablo 16.2. ATMOSFERİK İLE ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriteri	Atmosferik Brülörlü Kazanlar (Doğal Gaz - LPG)	Üflemeli Brülörlü Kazanlar (Doğal Gaz - LPG)
12. Thermostream Teknolojisi		<p>a- Şönt pompa ve ekipmanlarının toplam kuruluş maliyeti:</p> <p>Şönt pompa..... 1 Adet</p> <p>Yedek pompa (istenirse)..... 1 Adet</p> <p>Şönt pompa kontrol modülü (kontrol paneline ilave edilir)..... 1 Takım</p> <p>Kapatma vanaları..... 2 Adet</p> <p>Çek valf..... 1 Adet</p> <p>Boru ve fittings..... 1 Takım</p> <p>Borular ve vanaların ısı izolasyonu..... 1 Takım</p> <p>Boru, fittings, vana, vb montaj işçiliği.. 1 Takım</p> <p>Elektrik tablosu ve donanımı..... 1 Takım</p> <p>Elektrik tesisatı..... 1 Takım</p> <p>b- Şönt pompa, kazan kullanıldığı sürece elektrik tüketecektir. Sürekli işletme maliyeti oluşacaktır.</p>
13. Otomatik Kontrole Uygunluk	Atmosferik brülörlü kazanlar Ecomatic panelleriyle, tamamen otomatik olarak iç ve dış hava şartlarına bağlı olarak çalışırlar. Atmosferik brülörlü kazanlarda "Kazan-Ecomatic panel-brülör ve boiler" sistemi birlikte geliştirilip, mükemmelle ulaşma hedef alınmıştır.	Üflemeli brülörlü kazanlar otomatik kontrole uygundur, ancak dikkat edilmesi gereken konu kazan-panel uyumunun sağlanmasıdır. Burada panellerini kendi kazanlarına göre imal eden üreticilerin kazan ve panelleri tercih edilmelidir.
14. Yakıt Cinsi	Atmosferik brülörlü kazanlar doğal gaz ve LPG ile kullanılabilirler.	Üflemeli brülörlü kazanlar doğal gaz, LPG, motorin ve fuel-oil ile kullanılabilirler. Ancak dikkat edilmesi gereken husus, kazanın her yakıt cinsinde aynı kapasiteyi verebiliyor olmasıdır. Eğer farklı yakıt cinsleri için farklı kazan kapasite değerleri veriliyorsa kazan kapasitesi olarak, verilen en düşük kapasite değerlendirilmelidir.
15. Brülör	<p>Yeni jenerasyon ön karışimli brülör:</p> <p>a- Sayısı artırılmış müstakil alevler.</p> <p>b- Genişletilmiş alev yüzeyi</p> <p>c- Venturi form sayesinde mükemmel yakıt ve hava karışımı</p> <p>d- Düşük gaz basıncında çalışabilme yeteneği</p> <p>e- 60 kW'dan sonra iki kademeli ve sıra kontrollü yanma</p> <p>f- Yüksek yanma verimi özellikleri ile bir teknoloji harikasıdır.</p> <p>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.</p>	Marka ve modele göre değişir.
16. İlk Yatırım Maliyeti	<p>a- 100.000 kcal/h kapasiteye kadar daha ucuz.</p> <p>b- 100.000-300.000 kcal/h kapasite aralığında benzer fiyatlar.</p> <p>c- 325.000 Kcal/h kapasiteden sonra ilk yatırım maliyeti daha pahalıdır. Ancak bu kapasite aralığında kazan;</p> <p>1- Dört kademeli yanma sistemi (%25, %50, %75, %100 kapasiteler)</p> <p>2- Sıra kontrollü kademe kontrol sistemi</p> <p>3- %85 oranında yedekleme kapasitesi (anza halinde) özelliklerine sahiptir. Brülör şalt sayısı (çalışma-durma sayısı) ~40.000 adet/yıl'dan ~570 adet/yıl değerine indirildiği için yakıt sarfiyatı çok azalır.</p> <p>İlk yatırım maliyetinin dört kademe kontrol sisteminden kaynaklanan fiyat farkı, işletmedeki yakıt ekonomisi ile en geç bir mevsimde geri ödenmiş olur.</p>	<p>Atmosferik brülörlü kazanlar için yapılan karşılaştırmanın tersidir.</p> <p>a- 100.000 kcal/h kapasiteye kadar daha pahalı,</p> <p>b- 325.000 kcal/h kapasiteden sonra daha ucuzdur. Ancak karşıda sıralanan hususlar geçerlidir.</p> <p>c- Trifaze motorlu brülörlerde ilave bir enerji beslemesi çekilmelidir. Bunun için elektrik panosu içinde ilave sigorta konulması gerekir.</p>

Tablo 16.2. ATMOSFERİK İLE ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Thermostream teknolojisine sahip olan kazanlarda ise, kazan içerisinde doğal sirkülasyonla gerekli sıcaklık dağılımı ve karışım etkisi sağlanmaktadır. Yani kazana giren soğuk dönüş suyu, kazan konstrüksiyonunda alınan önlemler ile dış cidarlardan aşağı doğru yönlendirilir ve bu sırada da sıcak çıkış suyu ile karıştırılarak ısıtılır. Dönüş suyu bu şekilde sıcak baca gazları ile ısı transferine girmeden önce yoğunlaşma sınırının üzerine çıkarılır. Aynı zamanda sağlanan bu doğal sirkülasyon ile, kazanda sıcaklık dağılımı da kontrol altında tutulabilir ve herhangi bir minimum debiye ihtiyaç göstermez. İşletme açısından, minimum dönüş suyu sıcaklığına ve minimum debiye ihtiyaç göstermeyen Ecostream kazanlar iki ana öneme sahiptir:

- Düşük işletme giderleri
- Uzun kazan ömrü

Brülör çalışma süresinden daha uzun bir süre çalışan bir şönt pompanın olmayışı hem elektrik tüketimi açısından, hem de döner elemanlara sahip bir pompa ve bir üç yollu vananın olmayışı ile daha düşük servis ihtiyacı açısından işletmenin daha verimli olmasını sağlayacaktır.

Ayrıca kazan dönüş suyu sıcaklığındaki sınırlamanın kalkması ile, kazan çalışma sıcaklıkları da daha düşebilecektir. Bu da kazanın daha verimli çalışmasına izin verecektir. Isıtma devrelerinde istenen düşük sıcaklıklar karışım yöntemi ile değil, doğrudan sağlanabildiği için tesisatta oluşan kayıplar da azalacaktır.

Buna ek olarak, tesisat çalışma sıcaklıkları arasındaki fark da açılacaktır. Yani tesisat $\Delta T = 20K$ yerine, örneğin $\Delta T = 40K$ ile çalışabilecektir. Örnek olarak, bir bölgesel ısıtma tesisatı yüksek sıcaklık farkı ile kurulabilecek ve kazanı $90^{\circ}C$ ile terk eden su, örneğin $40^{\circ}C$ ile geri dönebilecektir. Ya da tek kolektörlü bir tesisatta, boiler ısıtması için $90^{\circ}C$ ile kolektöre giren su, bundan sonra radyatör ısıtması ve yerden ısıtma zonlarını da besledikten sonra, örneğin $45^{\circ}C$ ile kazana geri dönebilecektir. Tüm bu süreçte de herhangi bir sıcaklık sınırlaması gerekli olmayacaktır.

Üstelik bu sıcaklık farkı açılırken de su debileri azalacak, pompa işletme giderleri düşecektir, böylece de tesisatın toplam verimi artacaktır.

Ecostream kazanlarda, bugüne değin tüm dünyada tek bir kez bile yoğunlaşmadan dolayı sorun yaşanmamıştır. Yani sistemin güvenilirliği tamdır.

Tablo 16.3 ve 16.4'te düşük sıcaklık kazanları ile klasik kazanlar karşılaştırılmıştır.

16.1.3. DÖKÜM KAZANLAR

Döküm kazanlar sıcak su ve alçak basınçlı (0,5 bar) buhar üretiminde kullanılabilirler. Bu kazanlarda işletme basıncı 4-6 bar değerindedir. Döküm kazanlar genellikle dilimler halinde üretilir ve bu dilimler küçük kazanlarda fabrikada, büyük kazanlarda yerinde monte edilerek kullanıma hazır hale getirilirler. Kazanların dilimli olmasının önemli avantajları vardır. Birincisi

inşaat sırasında kazan dairesinin öncelikle tamamlanması ve kazanın inşaatın başında kazan dairesine sokulması gereği ortadan kalkar.

Dilimli döküm kazanlar istenildiği zaman dilimler halinde kazan dairesine sokulabilir veya çıkartılabilir. İkincisi herhangi bir kapasite artırımı, basitçe dilim ilavesiyle gerçekleştirilebilir.

Döküm kazanların karşılaştırması Tablo 16.5'te verilmiştir.

16.1.3.1. Esnek Döküm Kazanların Üstünlükleri

- Esnek döküm kazanlarda gerek yanmanın mükemmel olması, gerek hava fazlalığının az olması, gerekse baca sıcaklığının düşük tutulabilmesi nedeniyle verim yüksektir. Esnek döküm kazanlarda norm kullanma verimi %95'in üzerindedir.
- Esnek döküm kazanların konveksiyon yüzeylerinde çeşitli formlarda kanat ve çıkıntılar oluşturulmuştur. Bu genişletilmiş yüzeyler sayesinde ısı geçiş katsayısı çok yüksektir. Dolayısıyla az miktarda yüzeyden çok fazla ısı geçişi gerçekleştirilebilir. Bu kanatlı yüzeyler, aynı zamanda ısıtma yüzeylerinde sıcak noktalar oluşturarak yoğunlaşmayı önler.
- kg/kW değeri yüksektir. Yani kazanların kapasite değerleri, kazanın verebileceği maksimum değere göre değil, optimum değere göre seçilmiştir.
- Ömürleri çok uzundur, korozyondan etkilenmezler (30 yıl ve daha yukarısı). Türkiye'de 1948-1970 yıllarında monte edilen esnek döküm kazanlar halen çalışmaktadır.
- Gaz tarafı dirençleri çok düşüktür. Bu nedenle sessizdir.
- **Ekonomizör:** En arkadaki dilim özel olarak bir ekonomizör gibi çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece sistemden dönen su, kazana bu dilimde ısınarak girmektedir. Bu ise ısı şokları önlemek ve kazan ömrünü uzatmak açısından büyük yarar sağlamaktadır.
- Kazan üretiminde kullanılan malzeme özel geliştirilmiş GL 180 M döküm olup, diğer piklere göre %40 daha az kırılabilir ve esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca döküm kokteyline karıştırılan silikon tipi bir malzeme ile yüzeylerde korozyona dirençli bir tabaka "barrier skin" oluşturulmaktadır.
- Gaz sıcaklıklarının düşük olduğu kazan çıkışına yakın gaz yollarında, oluşturulan kanatçıklarla yüzey sıcaklıkları yükseltilmekte ve yoğunlaşma önlenmektedir. Esnek döküm kazanlarda gidiş suyu sıcaklığı $32^{\circ}C$ 'ye kadar yoğunlaşma olmaz. Su sıcaklığı $32^{\circ}C$ değerinin altına düştüğünde veya sistem çalışmaya başlarken, Logamatic kontrol paneli sirkülasyon pompasını durdurur.
- Bu kazanlar düşük sıcaklık ısıtmasına uygundur. Bu yolla yüksek verimli ve yüksek konforlu ısıtma sağlanabilmektedir.

Karşılaştırma Kriteri	Ecostream Esnek Döküm Kazanlar	Klasik Döküm Kazanlar
1. Dönüş Suyu Sıcaklık Kontrolü	<p>a- Minimum kazan dönüş suyu sıcaklığı sınırlaması yok. Kazana dönüş suyu sıcaklığı 20°C de olabilir.</p> <p>b- Kazandan sirküle etmesi gereken su için minimum debi sınırlaması yok.</p> <p>c- Dolayısıyla şönt pompa (dönüş suyu sıcaklığını ve debisini artırıcı pompa) gereksinimi yoktur. 3 yollu vana by pass devreleri tam açık durumda ise kazandan geçen suyun debisi sıfır olabilir. Ecostream esnek döküm kazanlarda doğal sirkülasyon olduğu için, sirküle eden suyun debisi sıfır olduğunda sorun olmaz.</p>	<p>a- Kazana dönen suyun sıcaklığı doğal gaz ve LPG de 55°C altında ise yoğunlaşma olabilir. Kazan ömrü kısalmır, brülör arızaları oluşabilir.</p> <p>b- Kazana dönen suyun debisi toplam debinin %30'unun altında ise, genellikle kazanda aşırı lokal ısınmalar olur, termal şoklar oluşur, kazan ömrü kısalmır.</p> <p>c- Çözüm şönt pompa ve aksesuarlarını kullanmaktır. Bu da ilk yatırım maliyetini artırır. İlave alan gerekir ve işletmede sürekli ilave enerji tüketimi (pompa) oluşur.</p>
2. Verim	Verim: %96,5	Kazan marka ve modeline göre değişir.
3. Yakıt Tüketimi	<p>a- Ecostream esnek döküm kazanların özel dilim konstrüksiyonu sayesinde ısı transferi maksimum seviyededir.</p> <p>b- Baca gazı sıcaklıkları hem tam yükte hem de kısmi yükte daha düşüktür.</p> <p>c- Kazan içinde yer alan özel baca gazı yönlendiricileri sayesinde ısı transferi daha iyi gerçekleşir.</p> <p>d- Ecostream esnek döküm kazanların dilimlerinin dış bölmelerinden en düşük sıcaklıktaki su dolaştırılır ve bu sayede (mükemmel ısı yalıtımı ile birlikte) ısı kayıpları en aza indirilmiştir.</p> <p>e- Çok kazanlı sistemlerde ise; iki yollu motorlu vana kullanarak; çalışmayan kazanlardan sıcak su dolaşımı önlenir ve bu kazanların durma kayıpları oluşmaz.</p> <p>f- Bölge ısıtmasında ise, 90/30°C sistemler kullanılarak pompa kapasiteleri üçte bire kadar azaltılabilir. Pompalama enerjisinden büyük ölçüde ekonomi sağlanabilir.</p> <p>g- Verim %96,5 değerine çıkar ve en az yakıt ile ideal ısınma gerçekleşir.</p> <p>h- Dönüş suyu sıcaklığının düşük olabilmesi, yıllık verimin en yüksek oranda gerçekleşmesini sağlar.</p>	Klasik döküm kazanlarda dönüş suyu ile baca gazının teması sağlanmaz, içlerinde özel baca gazı yönlendiricileri de bulunmadığından verim değerleri daha düşüktür. Verim değeri kazanın tipine, markasına ve kalitesine bağlı olarak değişir.
4. İlk Yatırım Maliyeti	<p>a- Şönt pompa gerekmediği için, ilk yatırım maliyeti görünen maliyetin altındadır.</p> <p>b- Büyük bina ve bölge ısıtmasında kullanım şartlarına bağlı olarak 90/55, 90/40 ve hatta 90/30 sistemler seçilerek, boru çapları, fittings çapları, ısı izolasyonları, galeri maliyetleri çok azaltılabilir.</p>	<p>Minimum kazan suyu sıcaklığı ve minimum debi sınırlamaları olduğu için; şönt pompa kullanımı gereklidir.</p> <p>a- Şönt pompa ve ekipmanlarının toplam kuruluş maliyeti:</p> <p>Şönt pompa..... 1 Adet</p> <p>Yedek pompa (istenirse)..... 1 Adet</p> <p>Şönt pompa kontrol modülü (kontrol paneline ilave edilir)..... 1 Takım</p> <p>Kapatma vanaları..... 2 Adet</p> <p>Çek valf..... 1 Adet</p> <p>Boru ve fittings..... 1 Takım</p> <p>Borular ve vanaların ısı izolasyonu..... 1 Takım</p> <p>Boru, fittings, vana, vb montaj işçiliği.. 1 Takım</p> <p>Elektrik tablosu ve donanımı..... 1 Takım</p> <p>Elektrik tesisatı..... 1 Takım</p> <p>b- Şönt pompa, kazan kullandığı sürece elektrik tüketecektir. Sürekli işletme maliyeti oluşacaktır.</p> <p>c- Bölge ısıtması ilk yatırım maliyetleri de 90/70°C sistem kullanılabacağı için daha fazladır.</p>
5. Çoklu Kazan Sistemleri	<p>a- Çok kazanlı sistemlerde tesisatta her kazanın çıkışına bir adet iki yollu vana konularak sistem çözülebilmektedir.</p> <p>b- Denge deposu gerekmez. Projelendirme kolaylaşır, hata riski azalır,</p> <p>c- Kazan dairesinde yer kaybı en aza iner.</p> <p>d- Özellikle bölge ısıtmasında ve çok zonlu sistemlerde tek kolektör tesisatının yapılmasına olanak sağlar, ilk yatırım ve işletme maliyetlerini çok ciddi ölçüde azaltır.</p>	<p>a- Çok kazanlı sistemlerde, her kazan için en az bir çıkış pompası ve vana-çek valf gurubu gereklidir.</p> <p>b- Bir adet denge kabı imal ve monte edilir.</p> <p>c- Ayrıca bu pompaların elektrik sarfiyatı işletme maliyetine eklenecektir.</p> <p>d- Biraz daha büyük kazan dairesi alanına ihtiyaç vardır.</p> <p>e- Daha fazla sayıda pompa kullanıldığı için servis-bakım sıklığı ve işletme maliyeti daha fazladır.</p>

Tablo 16.3. ECOSTREAM ESNEK DÖKÜM İLE KLASİK DÖKÜM KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriteri	Ecostream Esnek Döküm Kazanlar	Klasik Döküm Kazanlar
6. İşletme Maliyeti ve Elektrik Sarfiyatı	Standart giderler haricinde ek maliyet yoktur.	Şönt pompanın elektrik tüketimi ve servis giderleri işletme maliyetini artırır.
7. Servis Bakım Sıklığı ve Kolaylığı - Arıza Riski	<p>a- Şönt pompa kullanılmadığından arıza riski çok daha azdır.</p> <p>b- Servis ihtiyacı daha azdır.</p> <p>c- İşletme emniyeti tam olarak sağlanmıştır.</p> <p>d- İşletmenin şönt ve aksesuarları nedeniyle kesintiye uğraması ihtimali yoktur.</p>	<p>a- Şönt pompa kullanılmadığından arıza riski çok daha azdır.</p> <p>b- Servis ihtiyacı daha azdır.</p> <p>c- İşletme emniyeti tam olarak sağlanmıştır.</p> <p>d- İşletmenin şönt ve aksesuarları nedeniyle kesintiye uğraması ihtimali yoktur.</p>
8. Döküm Kalitesi	<p>a- Ecostream esnek döküm kazanlarda GL 180 M özel alaşımli esnek dökme demir kullanılmaktadır.</p> <p>b- Bu alaşım kır döküm (GG 25)'e göre %40 daha esnek olup, termal gerilmelere çok dayanıklıdır.</p> <p>c- Döküm üst yüzeyi korozyon önleyici koruyucu kabuk (barrier skin) ile kaplıdır.</p> <p>d- Çok uzun yıllar kullanmak üzere imal edilmiştir.</p>	<p>a- Klasik döküm kazanlar, kır döküm (GG 25)'den imal edilirler.</p> <p>b- GG 25 termal şoklara çok dayanıklı değildir ve kırılındır. Kolay çatlar.</p> <p>c- Korozyona direnci daha az olan bir malzemedir.</p>
9. Ömür	<p>Ecostream esnek döküm kazanların ömrü normal koşullarda 30 yıldan fazladır.</p> <p>Ecostream esnek döküm kazanların çok uzun ömürlü olmalarının üç önemli nedeni vardır.</p> <p>a- GL 180 M özel alaşım esnek döküm.</p> <p>b- Döküm işlemi sonunda oluşan korozyona dirençli kabuk</p> <p>c- Kazan Konstrüksiyonu:</p> <p>Ecostream esnek döküm kazanların etiket değerleri, o kazanın verebileceği en yüksek kapasite değeri değildir. Etiket değeri; yakıt sarfiyatı, kazan ömrü ve kazan bedelinin optimum olacağı değerde seçilir. Ecostream esnek döküm kazanlarından etiket değerinin çok üzerindeki kapasiteleri almak mümkündür. Bunun kanti ise bu kazanların düşük gaz tarafı dirençleridir.</p>	<p>Ömür, kazan konstrüksiyonuna ve imalat kalitesine bağlı olarak değişmektedir.</p> <p>a- Kazan işletme şartları şönt pompa, vb elemanlarla doğru kontrol edilmezse veya bu elemanlarda arıza oluşursa, yamulma dilim çatlağı gibi riskler oluşur; ömür daha da kısalmır.</p> <p>b- Kır döküm (GG 25) malzemenin termal şoklara ve korozyona direnci daha az olduğu için ömrü daha kısadır.</p> <p>c- Gaz tarafı direnci daha yüksektir. Bir döküm kazanın gaz tarafı direnci yüksek ise, kazan zorlanarak seçilmiş, yakıt sarfiyatı daha fazla, ömür daha kısa ve ses daha fazla olacak demektir.</p>
10. Kapasite Aralığı	Ecostream esnek döküm kazanların aynı seri kazanların en büyük/en küçük kapasite oranı iki veya altındadır. Kazanlar zorlanarak seçilmez.	En büyük/en küçük kapasite oranı marka ve modele göre değişir. Gaz tarafı dirençleri çok artar, ömür kısalmır, ses ve yakıt sarfiyatı artar.
11. Kazan Durma Kayıpları	Ecostream esnek döküm kazanların özel dilim konstrüksiyonları sayesinde su hacmi azaltılmıştır ve daha soğuk olan su dış taraftadır. Bu şekilde brülör sustuğunda kazan gövdesinden ortama yayılan ısı (kazan durma kaybı) en aza indirilmiştir. Kazan sıcaklığı, Logamatic panel sayesinde yılın %75'inden fazla sürede 20-50°C aralığında olacağından, kayıplar en aza iner. Panel optimizasyon özelliği sayesinde kazan açma-kapatma saatlerini en optimum şekilde belirler. Atık ısı kullanımı boyler ısıtmasında da kullanılmaktadır.	Kazan durma kayıpları kazan marka ve modeline bağlı olarak genelde daha yüksektir.
12. Baca	Baca gazı sıcaklıkları daha düşüktür.	Baca gazı sıcaklıkları daha yüksektir.

Tablo 16.3. ECOSTREAM ESNEK DÖKÜM İLE KLASİK DÖKÜM KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriteri	Ecostream Çelik Kazanlar	Klasik Çelik Kazanlar
1. Dönüş Suyu Sıcaklık Kontrolü	<p>a- Minimum kazan dönüş suyu sıcaklığı sınırlaması yok. Kazana dönüş suyu sıcaklığı 20°C de olabilir.</p> <p>b- Kazandan sirküle etmesi gereken su için minimum debi sınırlaması yok.</p> <p>c- Dolayısıyla şönt pompa (dönüş suyu sıcaklığını ve debisini artırıcı pompa) gereksinimi yoktur. 3 yollu vana by pass devreleri tam açık durumda ise kazandan geçen suyun debisi sıfır olabilir. Ecostream çelik kazanlarda doğal sirkülasyon olduğu için, sirküle eden suyun debisi sıfır olduğunda sorun olmaz.</p>	<p>a- Kazana dönen suyun sıcaklığı doğal gaz ve LPG de 55°C altında ise yoğunlaşma olabilir. Kazan ömrü kısalmır, brülör arızaları oluşabilir.</p> <p>b- Kazana dönen suyun debisi toplam debinin %30'unun altında ise, genellikle kazanda aşırı lokal ısınmalar olur, termal şoklar oluşur, kazan ömrü kısalmır.</p> <p>c- Çözüm şönt pompa ve aksesuarlarını kullanmaktır. Bu da ilk yatırım maliyetini artırır. İlave alan gerekir ve işletmede sürekli ilave enerji tüketimi (pompa) oluşur.</p>
2- Verim	Verim: %96	Kazan marka ve modeline göre değişir.
3- Yakıt Tüketimi	<p>a- Ecostream çelik kazanların özel yapısı sayesinde ısı transferi maksimum seviyededir.</p> <p>b- Baca gazı sıcaklıkları hem tam yükte hem de kısmi yükte daha düşüktür.</p> <p>c- Kazan içinde yer alan özel 3 katmanlı kompozit borular (2 boru arasında metal şerit ve hava boşluğu) ve borular içinde bulunan paslanmaz çelik türbülötörler sayesinde ısı transferi daha iyi gerçekleşir.</p> <p>d- Kompozit boruların üst tarafında yer alan su yönlendirme plakası çevresinde en düşük sıcaklıktaki su dolaştırılır ve bu sayede (mükemmel ısı yalıtımı ile birlikte) ısı kayıpları en aza indirilir.</p> <p>e- Çok kazanlı sistemlerde ise; çalışmayan kazanlardan sıcak su dolaştırılmaz ve bu kazanların durma kayıpları oluşmaz.</p> <p>f- Bölge ısıtmasında ise, 90/30°C sistemler kullanılarak pompa kapasiteleri üçte bire kadar azaltılabilir. Pompalama enerjisinden büyük ölçüde ekonomi sağlanabilir.</p> <p>g- Verim %96 değerine çıkar ve en az yakıt ile ideal ısınma gerçekleşir.</p> <p>h- Dönüş suyu sıcaklığının düşük olabilmesi, yıllık verimin en yüksek oranda gerçekleşmesini sağlar.</p>	<p>Klasik kazanlarda dönüş suyu ile baca gazının teması sağlanmaz, içlerinde özel baca gazı yönlendiricileri de bulunmadığından verim değerleri daha düşüktür. Verim değeri kazanın tipine, markasına ve kalitesine bağlı olarak değişir.</p>
4- İlk Yatırım Maliyeti	<p>a- Şönt pompa gerekmediği için, ilk yatırım maliyeti görünen maliyetin altındadır.</p> <p>b- Bölge ısıtmasında kullanma şartlarına bağlı olarak 90/55, 90/40 ve hatta 90/30°C sistemler seçilerek, boru çapları, fittings çapları, ısı izolasyonları, galeri maliyetleri çok azaltılabilir.</p>	<p>Minimum kazan suyu sıcaklığı ve minimum debi sınırlamaları olduğu için; şönt pompa kullanımı gereklidir.</p> <p>a- Şönt pompa ve ekipmanlarının toplam kuruluş maliyeti:</p> <p>Şönt pompa..... 1 Adet</p> <p>Yedek pompa (istenirse)..... 1 Adet</p> <p>Şönt pompa kontrol modülü (kontrol paneline ilave edilir)..... 1 Takım</p> <p>Kapatma vanaları..... 2 Adet</p> <p>Çek valf..... 1 Adet</p> <p>Boru ve fittings..... 1 Takım</p> <p>Borular ve vanaların ısı izolasyonu..... 1 Takım</p> <p>Boru, fittings, vana, vb montaj işçiliği.. 1 Takım</p> <p>Elektrik tablosu ve donanımı..... 1 Takım</p> <p>Elektrik tesisatı..... 1 Takım</p> <p>b- Şönt pompa, kazan kullanıldığı sürece elektrik tüketecektir. Sürekli işletme maliyeti oluşacaktır.</p> <p>c- Bölge ısıtması ilk yatırım maliyetleri de 90/70°C sistem kullanılacağı için daha fazladır.</p>
5- Çoklu Kazan Sistemleri	<p>a- Çok kazanlı sistemlerde tesisatta her kazanın çıkışına bir adet iki yollu vana konularak sistem çözülebilmektedir.</p> <p>b- Denge deposu gerekmez. Projelendirme kolaylaşır, hata riski azalır.</p>	<p>a- Çok kazanlı sistemlerde, her kazan için en az bir çıkış pompası ve vana-çek valf gurubu gereklidir.</p> <p>b- Bir adet denge kabı imal ve monte edilir.</p> <p>c- Ayrıca bu pompaların elektrik sarfiyatı işletme maliyetine eklenecektir.</p>

Tablo 16.4 ECOSTREAM ÇELİK İLE KLASİK ÇELİK KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriteri	Ecostream Çelik Kazanlar	Klasik Çelik Kazanlar
5. Çoklu Kazan Sistemleri	c- Kazan dairesinde yer kaybı en aza iner. d- Özellikle bölge ısıtmasında ve çok zonlu sistemlerde tek kolektör tesisatının yapılmasına olanak sağlar, ilk yatırım ve işletme maliyetlerini çok ciddi ölçüde azaltır.	d- Biraz daha büyük kazan dairesi alanına ihtiyaç vardır. e- Daha fazla sayıda pompa kullanıldığı için servis-bakım sıklığı ve işletme maliyeti daha fazladır.
6. İşletme Maliyeti ve Elektrik Sarfiyatı	Standart giderler haricinde ek maliyet yoktur.	Şönt pompanın elektrik tüketimi ve servis giderleri işletme maliyetini artırır. Müstakil konutlarda elektrik sarfiyatının ortalama %10-%15'i, apartmanlarda ise %5-%8'i sirkülasyon pompaları tarafından tüketilir. Şönt pompa elektrik sarfiyatı buradan da görüleceği gibi azımsanamaz değerlerdedir.
7. Servis Bakım Sıklığı ve Kolaylığı - Arıza Riski	a- Şönt pompa kullanılmadığından arıza riski çok daha azdır. b- Servis ihtiyacı daha azdır. c- İşletme emniyeti tam olarak sağlanmıştır. d- İşletmenin şönt ve aksesuarları nedeniyle kesintiye uğraması ihtimali yoktur. e- Kazan kapağı sağa ve sola açılabilir.	a- Şönt pompanın arıza yapma riski çok az da olsa vardır. b- Bu durumda hem pompa için servis ihtiyacı artar hem de kazan riske girer. c- Kazanlarda eğer kazana soğuk su dönerse; kazanda termal gerilmeler ve kondansasyon oluşabilir. Bu hem işletmeyi kesintiye sokarak konforsuzluk yaratabilir, servis giderlerini artırabilir ve yüksek tamirat masraflarına yol açabilir. d- Çelik kazanlarda yoğunlaşma nedeniyle kazan borularının delinmesi çok sık rastlanan bir durumdur. Kimi zamanlarda kazanın değiştirilmesi bile gerekir.
8. Ömür	Ecostream çelik kazanların ömrü normal koşullarda 20 yıldan fazladır. Ecostream çelik kazanların çok uzun ömürlü olmalarının iki önemli nedeni vardır. a- Yanma odası yüksek kaliteli kazan çeliğinden imal edilmiştir. b- Kazan Konstrüksiyonu: Ecostream çelik kazanların etiket değerleri, o kazanın verebileceği en yüksek kapasite değeri değildir. Etiket değeri; yakıt sarfiyatı, kazan ömrü ve kazanbedelinin optimum olacağı değerde seçilir. Ecostream çelik kazanların etiket değerinin çok üzerindeki kapasiteleri almak mümkündür. Bunun kanıtı ise bu kazanların düşük gaz tarafı dirençleridir.	Ömür, kazan konstrüksiyonuna ve imalat kalitesine bağlı olarak değişmektedir. a- Kazan işletme şartları şönt pompa, vb elemanlarla doğru kontrol edilmezse veya bu elemanlarda arıza oluşursa, delinme gibi riskler oluşur; ömür daha da kısalmır. b- Kalitesiz çelik malzemenin termal şoklara ve korozyona direnci daha az olduğu için ömrü daha kısadır.
9. Kapasite Aralığı	Ecostream çelik kazanlarda 1600 kW (1.400.000 kcal/h) ile 9300 kW (8.000.000 kcal/h) kapasitede kazan bulunmaktadır.	Marka ve modele göre değişir.
10. Kazan Durma Kayıpları	Ecostream çelik kazanların özel yapıları sayesinde su hacmi azaltılmıştır ve daha soğuk olan su dış taraftadır. Bu şekilde brülör sustuğunda kazan gövdesinden ortama yayılan ısı (kazan durma kaybı) en aza indirilmiştir. Kazan sıcaklığı, Logamatic panel sayesinde yılın %75'inden fazla sürede 20-50°C aralığında olacağından, kayıplar en aza iner. Panel optimizasyon özelliği sayesinde kazan açma-kapatma saatlerini en optimum şekilde belirler. Atık ısı kullanımı boyler ısıtmasında da kullanılmaktadır.	Kazan durma kayıpları kazan marka ve modeline bağlı olarak genelde daha yüksektir.
11. Baca	a- Baca gazı sıcaklıkları daha düşüktür. b- Baca ömrü daha fazladır.	a- Baca gazı sıcaklıkları daha yüksektir. Dolayısıyla baca daha kısa sürede zarar görebilir. b- İyi yalıtılmamış ve bina içinden geçen bacalar, yaz aylarında ortam sıcaklığını çok artırarak, konforu bozabilir.
12. Nakliye - Montaj	a- Kompakt yapısı sayesinde taşıma ve yerleştirme kolaydır. b- Basit ve hızlı montaj (tüm bağlantılar montaja hazır) imkanı sağlar.	Marka ve modele göre değişir.

Tablo 16.4. ECOSTREAM ÇELİK İLE KLASİK ÇELİK KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriterleri	Üfleli Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar	Üfleli Brülörlü Klasik Döküm Kazanlar
1. Verim	Verim: %96,5 Ekonomizör ilavesi ile: %109	Kazan marka ve tipine göre değişir.
2. Kapasite Aralığı	a- Bir adet kazan kapasitesi 15.000 kcal/h'den 1.032.000 kcal/h'e kadar b- Uygulama alanı Logamatic panel ile kaskad sistem (çok sayıda kazan için kademe kontrol sistemi) ile: 6.200.000 kcal/h toplam kapasite kadar uygun çözümdür.	Kazan markasına ve tipine göre değişmektedir.
3. Thermostream Teknolojisi	a- Şönt pompa kullanmaya gerek yoktur. Kazana dönen su bir boru içinden geçerek, her dilime sağ ve sol yönde püskürtülür. Kazan içerisindeki suyun dolaşımı doğal akış ile sağlanır. Kazan en fazla ısı transferini yapacak şekilde geliştirilmiştir. (Verim: %96,5) b- Kazana dönüş suyu sıcaklığı çok düşük olabilir. (Örneğin 90°C sıcak su çıkışı, 20°C dönüş suyu sıcaklığı olabilir.) c- Kazana dönüş suyu debisi için limit değer yoktur. Yani 3 yollu vanaların by pass devreleri açıldığında kazana dönen su miktarı sıfır debide olabilir. d- Üfleli brülörlü esnek döküm kazanlarda ömür çok daha fazla olacaktır. e- Dönüş suyu sıcaklığının düşük olabilmesi, yıllık verimi en yüksek değerlere ulaştırır.	a- Kazanın çıkış suyu sıcaklığı ile dönüş suyu sıcaklığı arasındaki fark maksimum 12°C olmalıdır. Bu fark 12°C'yi geçtiği takdirde kazan diilimlerinde gerilmelerden dolayı çatlama olur. Bu nedenden dolayı kazanın sıcak su çıkışına konulan şönt pompa ile kazan çıkışından alınan sıcak su dönüş suyuna karıştırılarak dönüş suyu sıcaklığı yükseltilir. b- Şönt pompa aynı zamanda, tesisattan dönen suyun sıcaklığının düşük olduğu zamanlarda (doğal gazda 55°C'nin, mazot kullanılırken de 60°C'nin altında ise) kazan içerisindeki kondenzasyonu (yoğuşmayı) önleyerek de kazanı korur. c- Şönt pompa aynı zamanda kazanın minimum dönüş suyu debi değerini sağlamalıdır. (Kazandan geçen suyun debisi belirli bir değerden daha az olursa, kazanda gerilmeler oluşur, kazan ömrü kısalmır.)
4. Ecostream Teknolojisi	a- Üfleli brülörlü esnek döküm kazanlar Logamatic kontrol panelleri, brülörler ve boylerler birlikte çalışacak şekilde tasarlanıp, geliştirildiler. b- Logamatic panel ile beraber uyumlu çalışan ThermoSTREAM kazan paket sisteminin ismi Ecostream' dir. c- Ecostream teknolojisine önümüzdeki beş yıl içinde diğer firmaların ulaşması söz konusu değildir.	Ecostream, Buderus'un geliştirdiği 21. yüzyıl teknolojisi olup diğer hiçbir kazan firmasında yoktur.
5. Kazan Gaz Tarafı Direnci	Üfleli brülörlü esnek döküm kazanlarda gaz tarafı direnci çok düşüktür. Avantajları; a- Daha yüksek işletme verimi. b- Daha düşük yanma sesi. c- Daha uzun kazan ömrü. d- Sıvı yakıt kullanırken, kazan temizliğinin kolay ve daha az sayıda yapılabilmesi avantajları vardır.	Kazan tipine ve markasına göre değişir. Genelde daha yüksektir.
6. Ses (Gürültü)	a- Kazan gaz tarafı direnci daha az olduğu için , daha az ses oluşur. b- Üfleli brülörlü esnek döküm kazanların etiketinde yazılı olan kapasite değeri, bu kazanın verebileceği maksimum değer olduğunda altındadır. Daha az yakıt tüketimi, daha uzun ömür için optimum kapasite değerini kullanır. Kazanlar zorlanmadan çalıştığı için de ses seviyesi daha düşüktür.	Kazan tipine ve markasına göre değişir. Gaz tarafı direnci fazla ise; brülör daha yüksek basınçta çalışacağı için, daha yüksek yanma basıncı ve gürültü oluşur.
7. Döküm Kalitesi ve Ömür	Üfleli brülörlü esnek döküm kazanlar GL 180 M esnek dökümden imal edilirler. a- GL180 M diğer dökme demirlere göre %40 daha esnekler. b- Döküm işleminin son aşamasında döküm yüzeyi üzerinde barrier skin (koruyucu kabuk) oluşur ve korozyona karşı çok dirençli bir koruma sağlar. c- Kazan çalışırken oluşacak termal gerilmelere karşı çok dayanıklıdır. d- Üfleli brülörlü esnek döküm kazanların ömrü 30 yıldan fazladır.	Diğer kazanlar genellikle GG 25 kır dökümden imal edilirler. a- Çatlama ve kırılma riski fazladır. b- Kazan çalışırken oluşan termal gerilmelerden etkilenip, çatlama riskleri fazladır. c- Kazan ömrü sınırlıdır.

Tablo 16.5. ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM VE KLASİK DÖKÜM KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriterleri	Üflemeleli Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar	Üflemeleli Brülörlü Klasik Döküm Kazanlar
8. Kazan Etiket Değeri	Üflemeleli brülörlü esnek döküm kazanların etiketlerinde veya kataloglarda yazan kapasite değerleri bu kazanların verebileceği maksimum değer olmayıp, uygun görülen optimum değerlerdir. Kazan maliyeti ile üç yılda yakacağı yakıt bedelinin toplamı en uygun olacak kapasite etiket üzerine yazılır. Üflemeleli brülörlü esnek döküm kazanlarında optimum kapasiteyi belirlerken; yakıt bedeli, arızasız çalışma, ömür ve satın alma bedeli toplamını dikkate alınır.	Kazanların verebileceği üst kapasite değerleri , etiket ve kataloglara yazılmak üzere belirlendiğinde, daha küçük kazan seçildiği için satın alma fiyatı ucuz görünür. Buna karşın; a- Kazan direnci fazla olacağı için brülör arıza riski artar. b- Yakıt sarfiyatı daha fazla olur. c- Gaz tarafı direncinin fazla olması yanma sesini artırır ve gürültü daha fazla oluşur. d- Kazan ömrü çok ciddi oranda azalır.
9. Şönt Pompa ile Ekipmanlarının İlk Yatırım ve İşletme Maliyeti	Üflemeleli brülörlü esnek döküm kazanlarda şönt pompaya ihtiyaç yoktur. Dolayısıyla şönt pompa ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti de sıfırdır. (Çıkış suyu sıcaklığı 90°C iken, dönüş suyu sıcaklığı 20°C olabilir.)	Minimum kazan suyu sıcaklığı ve minimum debi sınırlamaları olduğu için; şönt pompa kullanımı gereklidir. a- Şönt pompa ve ekipmanlarının toplam kuruluş maliyeti: Şönt pompa..... 1 Adet Yedek pompa (istenirse)..... 1 Adet Şönt pompa kontrol modülü (kontrol paneline ilave edilir)..... 1 Takım Kapatma vanaları..... 2 Adet Çek valf..... 1 Adet Boru ve fittings..... 1 Takım Borular ve vanaların ısı izolasyonu..... 1 Takım Boru, fittings, vana, vb montaj işçiliği.. 1 Takım Elektrik tablosu ve donanımı..... 1 Takım Elektrik tesisatı..... 1 Takım b- Şönt pompa, kazan kullanıldığı sürece elektrik tüketecektir. Sürekli işletme maliyeti oluşacaktır.
10. Yakıt Cinsi	Üflemeleli brülörlü esnek döküm kazanlar doğal gaz, LPG ve sıvı yakıtla kullanılabilirler. Sıvı yakıt kullanıldığında; a- Kazanların önden ve kolay temizlenebilmeleri b- Geniş gaz geçiş yüzeyleri (gaz tarafı direnci düşük) ile kirlenme ve temizlik ihtiyacının en az olması. c- Aynı nedenle brülör arıza olasılığının çok düşük olması avantajları vardır.	Kazan marka ve modeline göre değişir. Kazanın hangi yakıtı, hangi verimle yaktığı araştırılmalıdır.
11. Servis Bakım Sıklığı - Arıza Riski	Kaliteli kazan üreticileri düşük voltajlarda bile çalışmayı garanti etmektedir. Kazan-panel-brülör-boyler sistemine yıllık bakım anlaşması kapsamında servis verilmesi halinde, sistem arıza yapmadan, yüksek verimle çalışır.	Genellikle voltaj 200 V'un altına düştüğünde klasik kontrol panellerinde sorun yaşanabilir. Kazan gaz tarafı direnci fazla ise, daha fazla servis ihtiyacı (kazan temizliği ve brülör arızası gibi) oluşur.
12. Servis Bakım Kolaylığı	Kazan-kontrol paneli-brülör ve boyler sistemi servis gereksinimi en az olacak ve en kolay servis yapılacak şekilde geliştirilmiştir.	Marka ve modele göre değişir.
13. Çevreye Uygunluk	Yüksek kazan verimi ve çok düşük baca gazı emisyon değerleri ile çevre dostudur.	Kazan-brülör markasına ve uyumuna göre değişir.

Tablo 16.5. ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM İLE KLASİK DÖKÜM KAZANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

- Son derece gelişmiş döküm tekniği sayesinde yüzeyler pürüzsüzdür ve özel malzemeye de bağlı olarak su tarafında kireçlenme çok azdır. Korozyona dirençlidir.
- 6 bar işletme basıncında üretilirler. Sızdırma testi 35 bar'da yapılmaktadır.
- Bakımı kolay ve ucuzdur. Doğal gazda bakım gerektirmez.
- Montajı kolay olup, görünümleri şıktır.
- Esnek döküm kazanlar aynı kapasitedeki klasik çelik kazanlara göre daha az yer kaplarlar, daha küçüktürler. Kazan boyutları çok küçük olduğundan az yer kaplarlar. Dilimli olduklarından her yere girerler.
- Su tarafı direnci çok düşüktür ve mükemmel bir su dolaşımını sağlayacak yapıdadır.
- Gelişmiş, programlanabilir bir kontrol paneline sahiptir. Logamatic adı verilen bu panelin üstün özellikleri vardır.

Logamatic Kontrol Panel Özellikleri:

- Dış hava sıcaklığına göre kazan su sıcaklığını otomatik olarak ayarlar.
- Dış hava sıcaklığı ayarlanan yaz/kış geçiş sıcaklığının altına düşünce sistem kendiliğinden çalışmaya başlar (otomatik yaz/kış ayarı).
- Oda sıcaklık duyar elemanı ani yük değişimlerinde sistemi harekete geçirir. Örneğin kışın pencerelerin havalandırma amaçlı olarak kısa bir süre açılması (pik ısı kaybı) veya kalabalık bir toplantı olması (pik ısı kazancı) durumlarında, duyar elemandan gelen komutla kazan çalışmaya başlar veya durur.
- Uzaktan kumanda cihazı ile kazan dairesine inmesizin programlama ve ayar değişikliği yapılabilir.
- Gece işletmesine, verilen programa göre geçer ve sistemi düşük bir rejimde çalıştırır.
- Günlük ve haftalık programlama imkanı verilen programa göre, sistem kendiliğinden çalışır. Buna göre sistem, siz evde yokken çalışmaz, ancak siz gelmeden bir süre önce çalışmaya başlar. Hafta sonu evlerinde sistem, siz gelmeden önce evi ısıtarak hazır hale getirir.
- Boyler suyu sıcaklığını otomatik olarak ayarlar.
- İlave modüllerle, bir veya daha fazla sayıda üç yönlü karıştırma vanasına kontrol imkanı vardır. Böylece farklı karakterlerdeki zonları kontrol etmek mümkün olabilir.
- Tesisatın donmaya karşı korunması. Tesisattaki su sıcaklığı +1 C'ye düştüğü zaman sirkülasyon pompası otomatik olarak çalışır. Daha düşük dış hava sıcaklıklarında kullanmak için donma ve rutubet hissedicilerinden yararlanılabilir.
- Termik dezenfeksiyon. Haftada bir gece boyler su sıcaklığını 1 saat süre ile 70-75°C'ye çıkartarak bakteri üremesini önler.

- Kazanı ve bacayı korumak için,
 - Kazan suyu sıcaklığı 32°C'nin altında ise pompayı devre dışı bırakır.
 - Kazan su sıcaklığını sınırlar. Örneğin döşeme ısıtma sistemlerinde 55°C veya 75°C ile çıkış suyu sıcaklığını sınırlayabiliriz.
- Brülör şalt sayısı %40 daha düşüktür (*Şekil 16.6*). Logamatic kontrol panelin oluşturduğu bu avantaj, kırmızı ışığa yakalanmadan yol alan bir arabanın, kırmızı ışığa yakalanıp durup kalkan bir arabaya göre daha az yakıt yakması anlamındadır.

16.1.3.2. Ecostream Üflemlü Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar

Gaz ya da sıvı yakıtta çalışan Ecostream esnek döküm kazanlar 1.200 kW'a kadar üretilmektedir.

Ecostream esnek döküm kazanların özel tasarımı ile diğer kazanlarda olması şart olan şönt pompa, minimum dönüş suyu sıcaklığı kontrolü, minimum gidiş suyu sıcaklığı kontrolü gibi kısıtlayıcı mevzular söz konusu değildir. Şönt pompanın kullanılmaması sayesinde diğer bağlantı malzemeleri ve borulama miktarı da azalır bu sayede ilk yatırım, işletme ve bakım maliyetlerinden tasarruf edilmiş olur.

Düşük sıcaklık işletmesinin avantajlarından yararlanır, durma kayıpları azalır, verim artar.

Ecostream esnek döküm kazanlarda yoğuşma riski yoktur ve böylece yoğuşmanın getireceği korozyon riskleri ortadan kaldırılmıştır.

Thermostream teknolojisi (*Şekil 16.7*) kullanan Ecostream kazanlarda %95,8 verim elde edilir. Thermostream teknolojisi soğuk dönüş suyunun sıcak cidarlara temas etmeden önce sıcak çıkış suyu ile karışmasını ve sıcaklığının yükselmesini sağlar. Böylece yoğuşma, termal gerilme ve kavrulma riskleri ortadan kalkar. Emniyetli, konforlu, ekonomik ve yüksek verimli bir işletme sağlanır.

Ecostream esnek döküm kazanlarda GL 180 M özel alaşım ve korozyon önleyici daha esnek ve daha sağlam esnek döküm teknolojisi kullanılır. Esnek döküm ısı gerilmelere dayanıklı olduğundan kazan uzun ömürlüdür. Ayrıca Türkiye'de 60 yıldan beri kullanılan sorunsuz esnek döküm kazanlar bulunmaktadır. Logamatic kontrol paneli sayesinde tek bir kazan ile 120 ısıtma devresine bağımsız olarak program verme ve kumanda edebilme, oda sıcaklığını $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle sabit tutma, boyler için termik dezenfeksiyon yapabilme ve telefon ile programlanabilme gibi özellikleri vardır.

16.1.3.3. Ecostream Atmosferik Brülörlü Esnek Döküm Kazanlar (*Şekil 16.8*)

Ecostream atmosferik brülörlü esnek döküm kazanların özel tasarımı ile diğer kazanlarda olması şart olan şönt pompa, minimum dönüş suyu sıcaklığı kontrolü,

minimum gidiş suyu sıcaklığı kontrolü gibi kısıtlayıcı mevzular söz konusu değildir. Şönt pompanın kullanılmaması sayesinde diğer fittingsler ve borulama miktarı da azalır bu sayede ilk yatırım, işletme ve bakım maliyetlerinden tasarruf edilmiş olur. Yoğuşma riski yoktur ve böylece yoğuşmanın getireceği korozyon riskleri ortadan kaldırılmıştır.

Yanma havasının % 60'ı yakıtın püskürtülmesiyle beraber oluşan vakumsal emişle sağlanır. Verim düşüklüğü söz konusu olmaz. Thermostream ve ön karışımli brülör teknolojisi sayesinde Ecostream atmosferik brülörlü esnek döküm kazanlarda %95'e varan verim elde edilir. Thermostream teknolojisi soğuk dönüş suyunun sıcak cidarlara temas etmeden önce sıcak suyu ile karışmasını ve sıcaklığının yükselmesini sağlar. Emniyetli, konforlu, ekonomik ve yüksek verimli bir işletme sağlanır.

Şalt sayısı çok düşüktür. Fan yoktur. Sessiz çalışır. Üflemlerli brülörde ek emniyet getiren baca susturucusu ve brülör susturucusu ile bile atmosferik brülörlü kazanların sessizliğine ulaşamaz; zira hareketli mekanik parça (fan) yoktur.

Elektrikli motor yoktur; elektrik sarfiyatı azdır.

Low-NO_x (soğutma) çubukları sayesinde alev sıcaklığı düşürülür ve alev şekli değiştirilir. Minimum NO_x gazı sağlanır. Çok az zararlı madde emisyonu olur.

Şalt (On-off) sayısının az olması start-up gaz emisyonlarını düşürür.

Çift manyetik ventil (2 selenoid valf) aynı anda devrededir. Düşük basınç presostatı mevcuttur (Düşük basınçlı gaz ortama yayılabilir.). Yüksek basınç emniyeti için regülatör vardır.

Binaya 21 mbar gelen doğalgaz, kazana sabit 20 mbar da gelir. Sistem 21 mbar'ı 10 mbar'a düşürüp yakar. ± 15 toleransla 9-50 mbar arası düzgün çalışma sağlar (LPG 9-100 mbar).

İyonizasyon kontrolü: Alevi iletken gibi kullanır. Eğer alev dolayısıyla akım kesilirse ventiller kapanır. Doğal çekişli bacası özel bir emniyet sağlar (pozitif basınç) ve yoğuşma azalır.

16.1.4. ÇELİK KAZANLAR

Çelik sıcak su kazanları TS497 ve TS377 kapsamındadır. Düşük sıcaklıklarda çalışma halinde soğuk yüzeyler üzerinde asit ve su buharı yoğuşması meydana gelir. Kazanlar çabuk çürür. Bu olay özellikle fuel oil yakan çelik kazanların korozyon nedeniyle kısa zamanda işe yaramaz hale gelmesine yol açar. Bu korozyonun önlenmesi için kazan su sıcaklığının 55°C'den, baca gazı sıcaklığının ise 150°C'den aşağı düşmemesi gerekir. Bunun için de 3 veya 4 yollu karıştırma vanaları ile kazandaki su sıcaklığının yüksek tutulması yararlıdır.

YOĞUŞMALI KAZANLARDA ORANSAL BRÜLÖR KULLANILMALIDIR.

(Daha yüksek verim almak ve daha az yakıt harcamak için.)

Yoğuşmasız

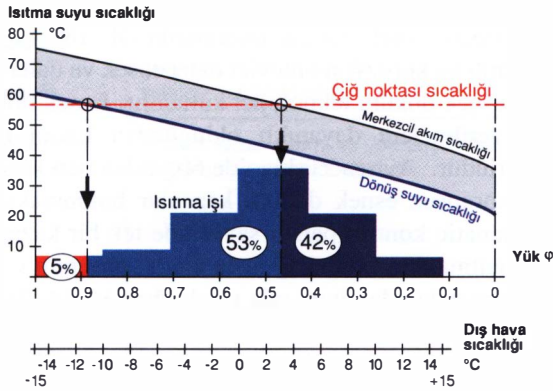
Dönüş suyu sıcaklığı
çığ noktasının üzerinde

Kısmi yoğuşma

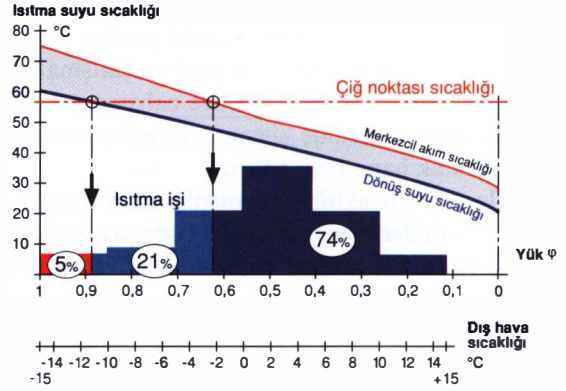
Dönüş suyu sıcaklığı
çığ noktasının altında
Merkezcil akım sıcaklığı
çığ noktasının üzerinde

Tam yoğuşma

Merkezcil akım sıcaklığı
çığ noktasının altında



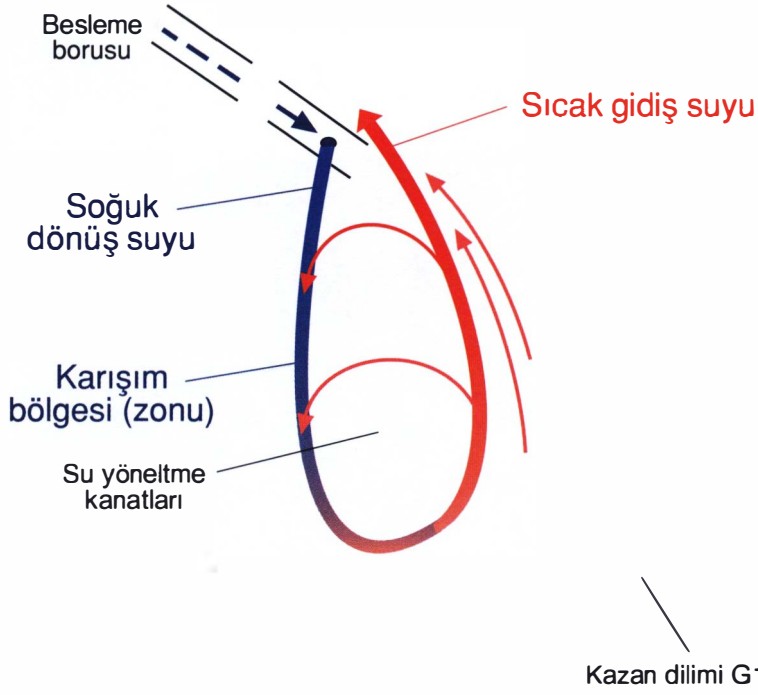
KADEMELİ BRÜLÖR KULLANILDIĞINDA



ORANSAL BRÜLÖR KULLANILDIĞINDA

Şekil 16.6. KADEMELİ veya ORANSAL BRÜLÖRLER KULLANILDIĞINDA ISITMA ZAMAN YÜZDELERİ (Tam yoğuşmanın olduğu süre; oransal brülör kullanıldığında %42'den %74'e çıktığı için yıllık yakıt tüketimi ciddi oranda azalır.)

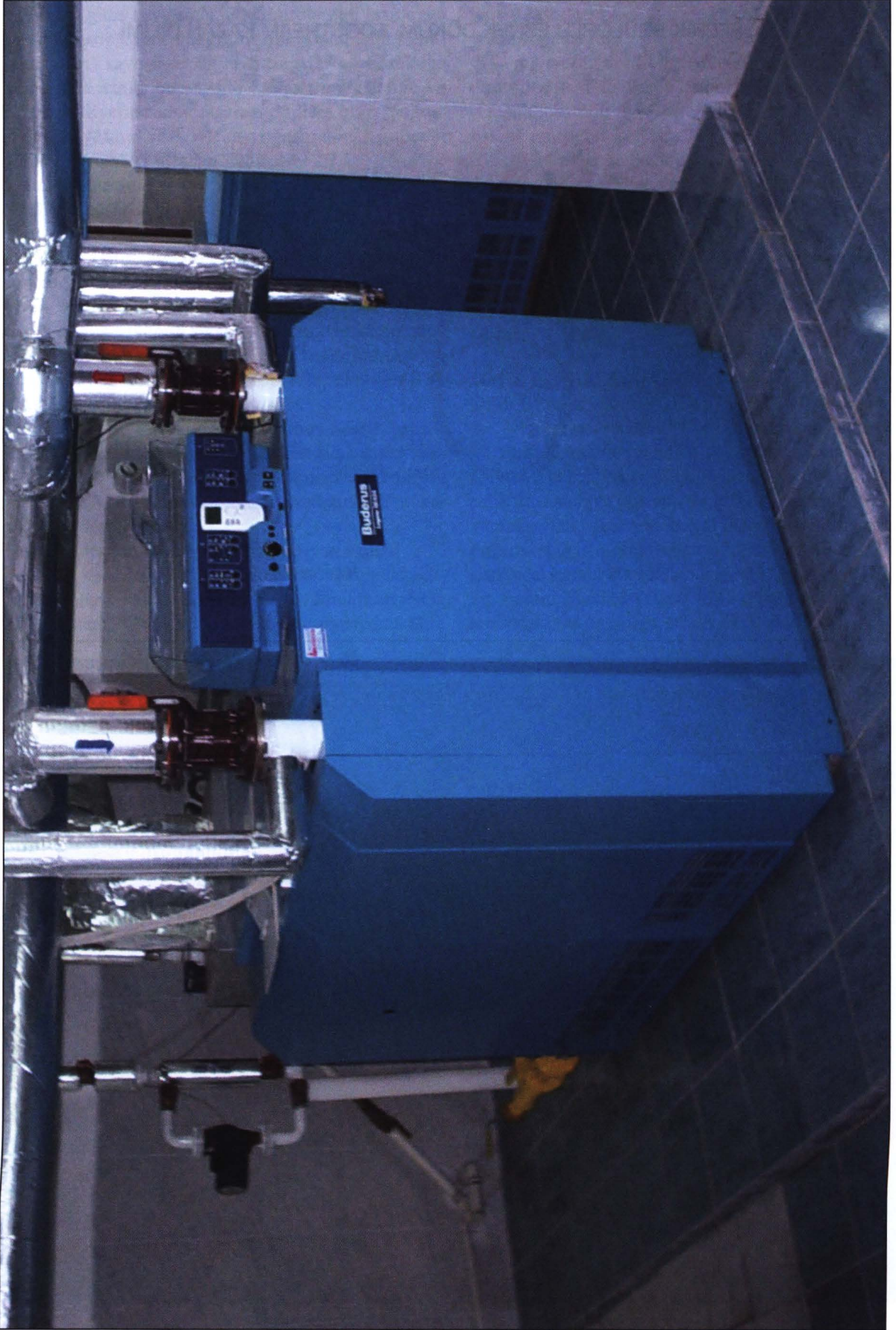
ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM ECOSTREAM KAZAN DİLİMİ



ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM ECOSTREAM KAZAN DİLİMİ



Şekil 16.7. THERMOSTREAM TEKNOLOJİSİ



Şekil 16.8. ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ECOSTREAM ESNEK DÖKÜM KAZAN

Silindirik çelik kazanlarda, Türk standartlarına göre, 600 kW gücün üzerinde silindirik külhanın hiç olmazsa bir bölümü dalgalı alev borusu şeklinde olmalıdır. Böylece ısıl genişlemeler kolayca karşılanabilir. Çelik kazanlar kaynak yöntemiyle üretildiğinden tek kazanda çok yüksek kapasitelere (19.200kW'a kadar) kadar çıkabilir.

16.1.4.1. Türbülatorsüz Kazan Kullanılması

Çelik kazanlarda, duman borularında ısı transferini artırmak amacıyla paslanmaz çelik türbülötörler kullanılır. Türbülötörlerle boru içindeki akışta homojen bir sıcaklık dağılımı sağlanır. Genel olarak ısı transferini, dolayısıyla da verimi artıran türbülötörler, ısıl kapasiteyle birlikte artan duman borusu sayısı nedeniyle yüksek kapasitelerde efektif olmaktan çıkmaktadır. Bu durumda kazanın temizlik ve bakım işlemi zorlaşmakta ve yüksek maliyetli bir hale gelmektedir. Türbülötörler, yoğuşmaya izin verilmeyen kazanlarda yoğuşmayı önlemek ve kazan maliyetini azaltmak için kullanılmaktadır.

Yeni seri kendinden yoğuşmalı kazanlarda ise, tam tersine; olabildiği kadar yoğuşma olması istenmektedir. Bu kazanlarda türbülötör kullanılmadığı için ömür boyu çok yüksek performans sağlanmaktadır.

Yoğuşmaya izin verilmeyen türbülötorsüz kazanlarda, duman borularının çapları biraz daha küçük seçilmekte ve biraz daha fazla adette duman borusu kullanılmaktadır. Böylece yoğuşma 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 gerekmede ve işletme verimi daha yüksek kalabilmektedir.

Yoğuşmaya izin verilmeyen türbülötörlü kazanlarda, gaz yakıt kullanıldığında bile kirlenme riski bulunmaktadır. Ayrıca gaz yakıt kullanıldığında türbülötörler bir süre sonra duman borularına kaydığı için çıkartılması zorlaşmakta, hatta kopan türbülötörleri boru içerisinden çıkarmak için özel servis işlemi gerekmektedir. Oldukça güç olan bu çıkarma işlemi gerçekleştirilemeyince, türbülötörler boruyu tıkamış durumda bırakılmaktadır. 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.

Türbülötörlü kazanlarda tıkanan duman borusu, içindeki türbülötör dışarı çekilerek temizlenmekte ve bu esnada çıkan tüm kurum kazan dairesini ve brülörü kirlenmektedir. Kazan dairesinde kurum, işletmeciler için büyük problemidir.

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 maliyeti planlanandan çok yüksek olmaktadır.

16.1.4.2. Kendinden Yoğuşmalı Kazanların Kullanılması

Yoğuşmalı kazanları,

- Kendinden yoğuşmalı

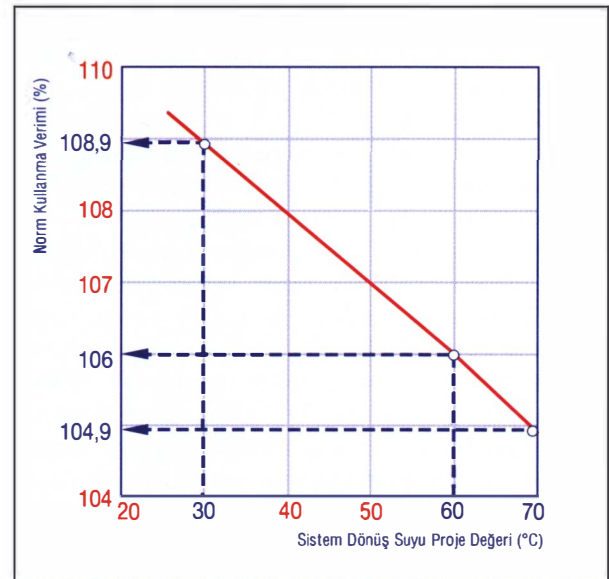
- Yoğuşmasız kazan + yoğuşma ekonomizörü çözümleri olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Ancak her iki çözüm arasında verim ve fiyat olarak önemli farklar bulunmaktadır. Kendinden yoğuşmalı kazanların diğer çözüme göre önemli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajları,

- Verimin daha yüksek olması (Şekil 16.9),
 - Yer kaybının daha az olması,
 - Türbülötör bulunmaması,
 - Nakliyenin daha ucuz ve kolay olması,
 - Yatay ve düşey taşınımın daha kolay olması,
 - Beton kaidelerin daha ucuz olması
- olarak sıralamak mümkündür.

16.1.4.3. Ecostream Üflemlerli Brülörlü Çelik Kazanlar

Ecostream üflemlerli brülörlü çelik kazanların özel tasarımı ile diğer kazanlarda olması şart olan şönt pompa, minimum dönüş suyu sıcaklığı kontrolü, minimum gidiş suyu sıcaklığı kontrolü gibi kısıtlayıcı durumlar söz konusu değildir. Şönt pompanın



Şekil 16.9. KENDİNDEN YOĞUŞMALI KAZANLARIN DÖNÜŞ SUYU SICAKLIĞI PROJE DEĞERLERİNE BAĞLI NORM KULLANMA VERİMLERİ

kullanılmaması sayesinde diğer fittingsler ve boru-
lama miktarı da azalır; bu sayede ilk yatırım, işlet-
me ve bakım maliyetlerinden tasarruf edilmiş olur.
Yoğuşma riski yoktur ve böylece yoğuşmanın geti-
receği korozyon riskleri ortadan kaldırılmıştır.
Thermostream teknolojisine sahip bu kazanlarda %96
gibi çok daha yüksek verimlere ulaşılabilmektedir.
Düşük yanma odası yükleri sayesinde düşük zararlı
madde emisyon değerleri rahatlıkla sağlanabilmektedir.

16.1.4.4. Türbülatorsüz Üç Tam Geçişli Kazanlar (19.200 kW'a kadar)

Çelik kazanlarda, duman borularında ısı transferini
artırmak amacıyla paslanmaz çelik türbülötörler
kullanılır. Türbülötörlerle boru içindeki akışta
homojen bir sıcaklık dağılımı sağlanır. Genel ola-
rak ısı transferini, dolayısıyla da verimi artıran tür-
bülötörler, ısıl kapasiteyle birlikte artan duman
borusu sayısı nedeniyle yüksek kapasitelerde efek-
tif olmaktan çıkmaktadır. Bu durumda kazanın
temizlik ve bakım işlemi zorlaşmakta ve yüksek
maliyetli bir hale gelmektedir.

Türbülötörler, yoğuşmaya izin verilmeyen kazanlarda
yoğuşmayı önlemek ve kazan maliyetini azaltmak için
kullanılmaktadır. Yeni seri kendinden yoğuşmalı kazan-
larda ise, tam tersine, olabildiği kadar yoğuşma olması
istenmektedir. Bu kazanlarda türbülötör kullanılmadığı
için ömür boyu çok yüksek performans sağlanmaktadır.
Yoğuşmaya izin verilmeyen türbülötorsüz kazanlarda,
duman borularının çapları biraz daha küçük seçilmekte
ve biraz daha fazla adette duman borusu kullanılmaktadır.
Böylece yoğuşma olmadan yüksek verime
ulaşılma ile birlikte, işletmede duman borularında akış
sürekliliği sağlanmaktadır. Boruların tıkanma ve kir-
lenme riski çok azaldığı için, işletmede çok daha az
temizlik işlemi gerekmede ve işletme verimi daha
yüksek kalabilmektedir.

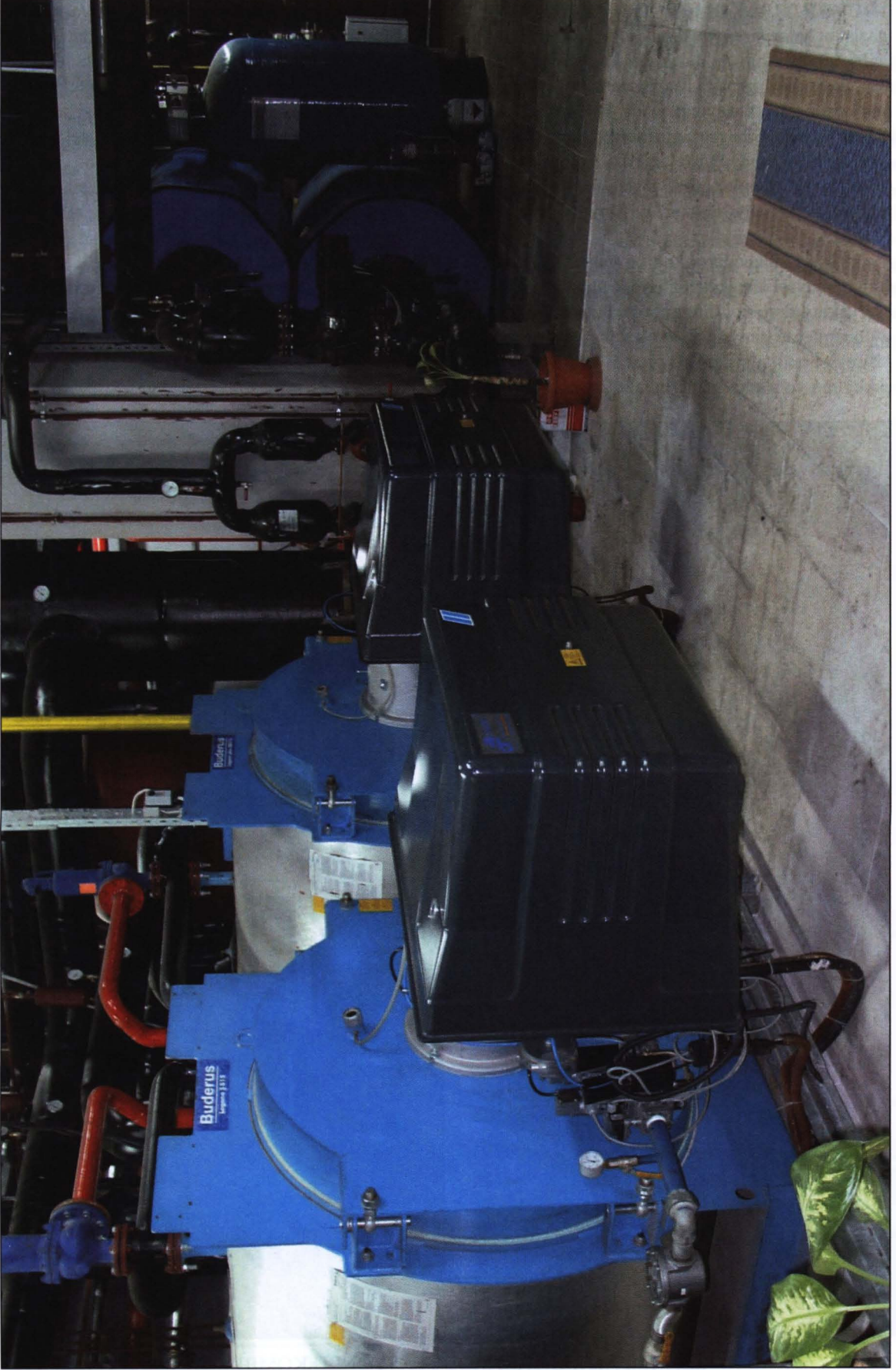
Yoğuşmaya izin verilmeyen türbülötörlü kazanlarda,
gaz yakıt kullanıldığında bile kirlenme riski bulun-
maktadır. Ayrıca gaz yakıt kullanıldığında türbülötör-
ler bir süre sonra duman borularına kaydığı için
çıkartılması zorlaşmakta, hatta kopan türbülötörleri
boru içerisinden çıkarmak için özel servis işlemi
gerekmektedir. Oldukça güç olan bu çıkarma işlemi
gerçekleştirilemeyince, türbülötörler boruyu tıkamış
durumda bırakılmaktadır. Bu durumda tıkalı boruların
yükü diğer borulara taşınmakta ve kazanın işletme
dengesini bozulmaktadır. Türbülötörlü kazanlarda ısı
transferinin çok ciddi bir kısmı son geçişte (türbülü-
tarlırın olduğu borularda) gerçekleşmektedir. Bunun
sonucunda ön kapağa dönen gazların sıcaklığı türbül-
ötorsüz kazanlara göre genellikle çok daha yüksek
sıcaklıkta olmaktadır. Bunun sonucunda ön kapaktaki
ısı kayıpları daha fazla olmaktadır (ön kapaktaki ısı
yalıtımı çok iyi olsa bile).

Genel bir tanım olarak; türbülötörlü kazanlarda son
borulara giren gaz sıcaklığı genellikle çok daha yük-
sektir. Bunun sonucunda:

- Ön kapaktaki ısı kayıpları artar.
- Borulara daha yüksek sıcaklıkta giren duman gaz-
ları zaman içinde türbülötörlerin duman borularına
kaynamasına neden olabilir ve borular bloke olabi-
lir, kazan verimi azalır.
- Türbülötörlerdeki tıkanmalar (kurum) boruların
daha kısa sürede tıkanmalarına (kurum birikme-
sine) neden olabilir. Servis sıklığı daha fazladır.
- Borulardaki kurumun temizlenebilmesi için tür-
bülötörler öne doğru çekilirken (eğer türbülötör
boruya kaynamamışsa) yağlı olan kurumu toplama
için önlem alınsa bile etrafın kirlenmesine
neden olur. Oysa türbülötorsüz kazan borularına
sokulan fırça ile kurumu kazanın arka tarafına
itmek ve içeriden almak biraz daha kolaydır ve
kazan dairesinin daha az kirlenmesine neden olur.
Yani işletme teknisyeni için daha rahat çalışma
imkanı oluşur.
- Kazan temizliği için brülörü sökmeden servis
yapabilmek avantajdır. Brülör kazan kapağı üze-
rinde kapak ile birlikte açılıyorsa servis daha
kolay ve güvenli yapılır. Servisin kolay yapılması
işletme verimliliğini de artırır.

Enerjinin çok pahalı olduğu ve giderek de artacağı kay-
gısını taşıdığımız bir dönemde verimliliği etkileyen her
detay değerlendirmelidir. Kazanların durma kayıpları
(brülör çalışırken veya brülör durduğu halde kazanın
içinden sıcak su dolaşırken kazandan çevreye olan
kayıplar) kazan kapasitesi ile karşılaştırıldığında çok
düşük kalabilir (% 2-6 gibi). Ancak binaların ısıtma sis-
temlerinde yıllık kullanılan ortalama kapasite, toplam
kazan kapasitesinin yaklaşık %15 mertebelerindedir.
Kazan kapasitesine göre %3 olan bir durma kaybı bile
yıllık kullanılan ortalama kapasite ile karşılaştırıldığın-
da $3/15 = \%20$ kayıp olarak da değerlendirilebilir.
Sonuç olarak türbülötörlerin işletme şartlarını güçleş-
tirmesi, kısa sürede tıkanarak verimde sürekliliği
engellemesi, ya da bu nedenle söküldüklerinde baca
gazı sıcaklığının çok artması nedeniyle bu tip kazan-
larda ömür boyu yakıt maliyeti planlanandan çok yük-
sek olmaktadır.

Toplarsak, türbülötörlü kazanlar kötü, türbülötör-
süz kazanlar iyi anlamında bir değerlendirme doğru
değildir. Kazanların yıllık verimleri öncelikle kazan
konstrüksiyonu ve imalat kalitesi ile ilgilidir.
Kazanların diğer özelliklerine de bakılmalıdır.
Günümüzde ise zaten bu tartışma da sona ermek üzere
kabul edilebilir. Çünkü yakıt fiyatlarının 130-140
USD/Varil olduğu bugünlerde artık ısıtma kazanları-
nın her kapasitede yoğuşmalı tip olması, brülörlerin de
oransal olması tercih edilmektedir. Yoğuşmalı kazan-
lar da zaten türbülötorsüz olarak imal edilmektedir.



Şekil 16.10. TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZANLAR (2.500x2) VE YATIK TİP HİJYENİK BOYLERLER (2 x 3.000 l = 33.000 l/h)
Aynı sıcak su kapasitesi için dik tip kullanılacak olsaydı 10 adet gerekcekti.

16.1.5. DUVAR TİPİ KOMBİ CİHAZLARI

Doğal gazlı kat kaloriferi uygulamalarında kullanılan ısı üretim cihazlarından biri de duvar tipi kombi cihazlarıdır. Duvar tipi şofben prensibi ile çalışan kombi cihazlarında hem ısıtma sıcak suyu hem de kullanma sıcak suyu birlikte üretilir. Cihazlar atmosferik brülörlü olup, ısıtma ve ısı değiştirgeci yüzeyleri paslanmaz çelik, bakır veya bronz malzemelerden yapılabilmektedir. Şekil olarak şofbenlere benzer ve duvara asılarak monte edilirler.

Bunun yanı sıra kullanıcıların konfor açısından sistem kontrolünün bireysel olarak kendilerinde olmalarını istemeleri ve yakıt giderlerini bireysel olarak ödeme istekleri son dönemlerde bireysel sistemleri ön plana çıkartmıştır. Bireysel ısıtma sistemlerin tercih edilme sebebi oda sıcaklığının ve ısıtma saatlerinin kullanıcının kendi

isteğince bağımsız olarak ayarlanabilmesi ve yakıt gideri paylaşımı gibi bir konunun bulunmamasıdır. Ayrıca sıcak su teminin de gene aynı cihazla yapılabilmesidir. Bireysel ısıtma sistemini planlarken en temel konuların başında kullanıcının evindeki baca sisteminin uygunluğudur. Mevcut baca sistemi bireysel ısıtma cihazının çalışmasını sağlayacaksa veya buna uygun yeni baca sistemi yapılacaksa bacalı tip bir cihaz kullanmak mümkündür. Baca yapmak toplam maliyette daha pahalı olmasına rağmen uygulamanın daha doğru olmasını sağlayacaktır.

Bu mümkün değil ise geriye kalan alternatif hermetik tip bir cihazdır. Bu uygulamada cihaz yanma havasını bir boru ile dışarıdan kendi alır ve yanma ürünü olan duman gazlarını başka bir boruyla içindeki fan yardımıyla dışarı atar.



Şekil 16.11A. ÜÇ TAM MODÜLASYONLU KOMBİ

16.1.5.1. Kombilerin Yakıt Tüketimleri

Kombilerin yakıt tüketimlerini değerlendirebilmek üzere, öncelikle bir kombinin yıllık yakıt tüketimine etki eden ana faktörler incelenmelidir:

- Kombilerin kullanma verim değerleri
- Oda sıcaklığını kontrol kabiliyeti
- Oda sıcaklığını kontrol hassasiyeti
- Şalt sayısı (brülörün durup-kalkma sayısı)
- Kullanma sıcak suyunun ekonomik ısıtılması

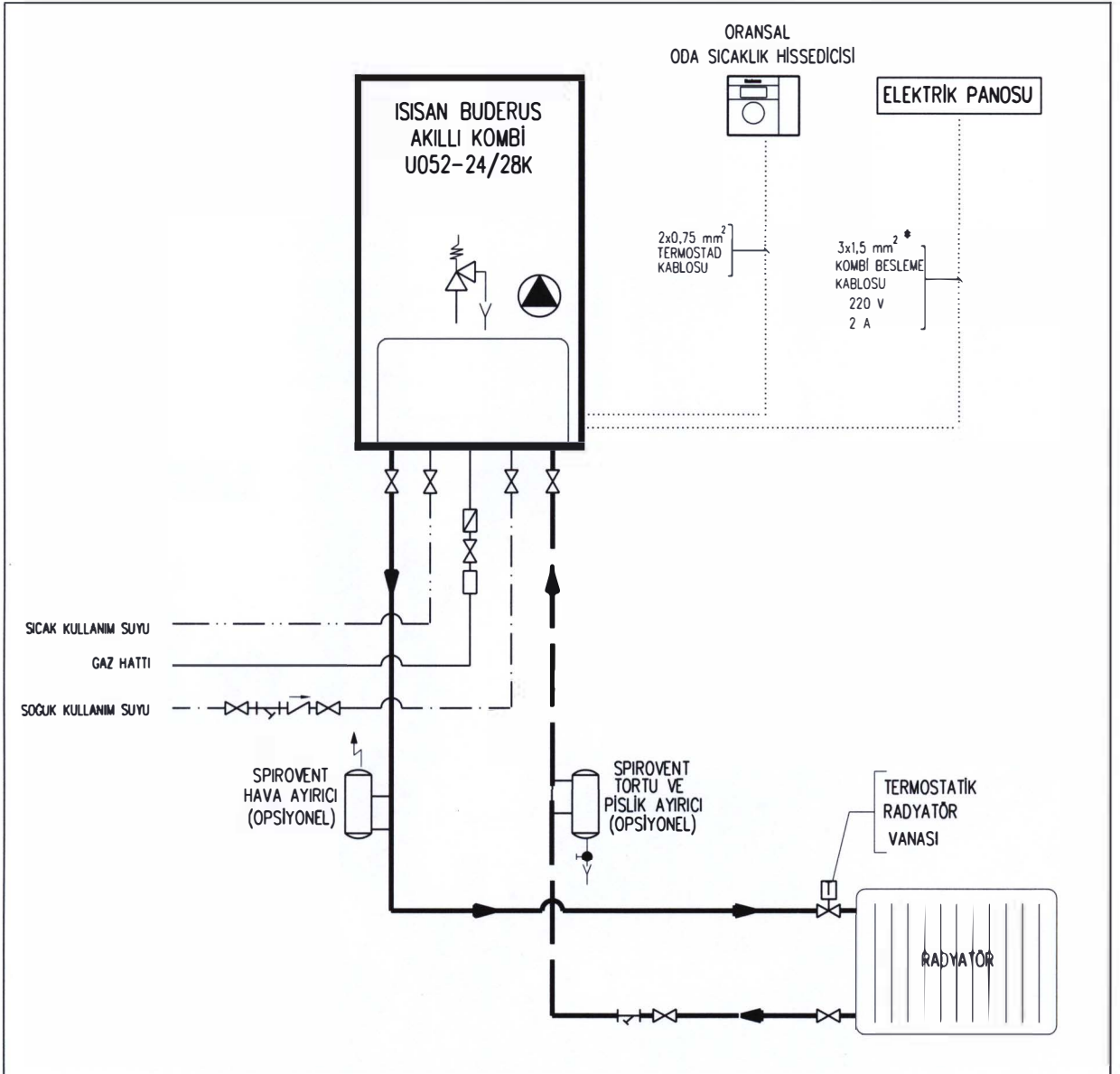
Görüldüğü gibi, bireysel ısıtma sistemlerinde de enerji ekonomisini gerçekleştiren cihazların çalışma prensibidir. Genelde standart kombilerin çalışma prensibi on-off çalışmadır. Bu tip cihazlar ısıtma veya sıcak su ihtiyacı için tam kapasite ile çalışıp durur.

Bu tip cihazın biraz daha gelişmiş iki modülasyonlu cihazdır. Birinci modülasyon kullanma suyu sıcaklığına

göre yapılır. İkinci modülasyon ise kombi üzerindeki ısıtma termostatının ayarlandığı değere göre yapılır. Örneğin termostat 60°C ayarlanmış ise, ısıtma devresi su sıcaklığı bu değere yaklaştığında, oransal yanma ile su sıcaklığı kontrol edilerek alev kısılır veya açılır.

Üç modülasyonlu kombiler (Şekil 16.11A ve B) ise iki modülasyonluya ek olarak oda sıcaklığı oda sıcaklığı istenilen değere yaklaştığında alevi kısarak oda sıcaklığının sabit kalmasını sağlar. Böylece hem konfor, hem de düşük yakıt tüketimi birlikte sağlar.

Kullanma sıcak suyu günlük ortalamada bir saatten daha kısa sürelerde kullanılır. Oysa evin ısıtılması 24 saattir. Bu nedenle en yararlı kontrol oda hissedicisinden yapılır. Sonuç olarak üç tam modülasyonun da olması konfor ve ekonomik işletmeyi birlikte sağlar, yakıt tüketimini çok azaltır.



Şekil 16.11B. KOMBİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI

Yakıt tüketiminin azaltan ve günümüz teknolojisinde gittikçe yaygınlaşan bir diğer bireysel kombi uygulaması da yoğuşmalı tip cihazlardır. Cihazlarda yanma sonucu oluşan baca gazları içindeki su buharının yoğuşturulması sonucu yanma ürünlerinin gizli ısıyı açığa çıkarmakta ve yoğuşmalı cihazlar sayesinde bu enerjiden faydalanılmaktadır.

Kombilerde üç tam modülasyon özelliği sayesinde düşük gaz basıncında da (1,5 mbar) çalışmak mümkündür. Cihaz düşük ısıtma kapasitesi ihtiyaçlarında dahi oransal kontrol yaparak yüksek performansta çalışmaya devam eder.

Kombiler için diğer bir önemli konu ise genleşme deposunun hacmidir. Özellikle su hacmi daha çok olan plastik boru kullanılan tesisatlarda genleşme deposu hacmi çok önemlidir. Genleşme deposunun ilk görevi

ısınınca genleşen su için hacim sağlamaktır. Sistem soğuyunca genleşme deposundaki su sisteme geri döner. Diğer bir görevi ise sistemde oluşabilecek su eksilmesine karşı depo görevidir. Sistemde su eksildikçe genleşme deposundaki ekstra su kullanılacaktır. Eğer böyle bir rezerv yoksa, sisteme ilave su takviyesi yapılması gerekir. Her su takviyesinde de, suyla beraber sisteme hava (yani oksijen), pislik, tortu ve kireç ilavesi demektir. Bu ilaveler sistem ömrünü olumsuz ekleyecektir. Uzun ömürlü bir sistem için mümkün mertebe minimum su takviyesi yapılmalıdır. Bu yüzden büyük genleşme deposu olan kombiler tercih edilmelidir.

16.1.6. YOĞUŞMALI SICAK SU KAZANLARI

Yoğuşmalı tip kazanlarda baca gazları içindeki su buharının yoğuşturulması sonucu yanma ürünlerinin



Şekil 16.12A. YOĞUŞMALI KOMBİ

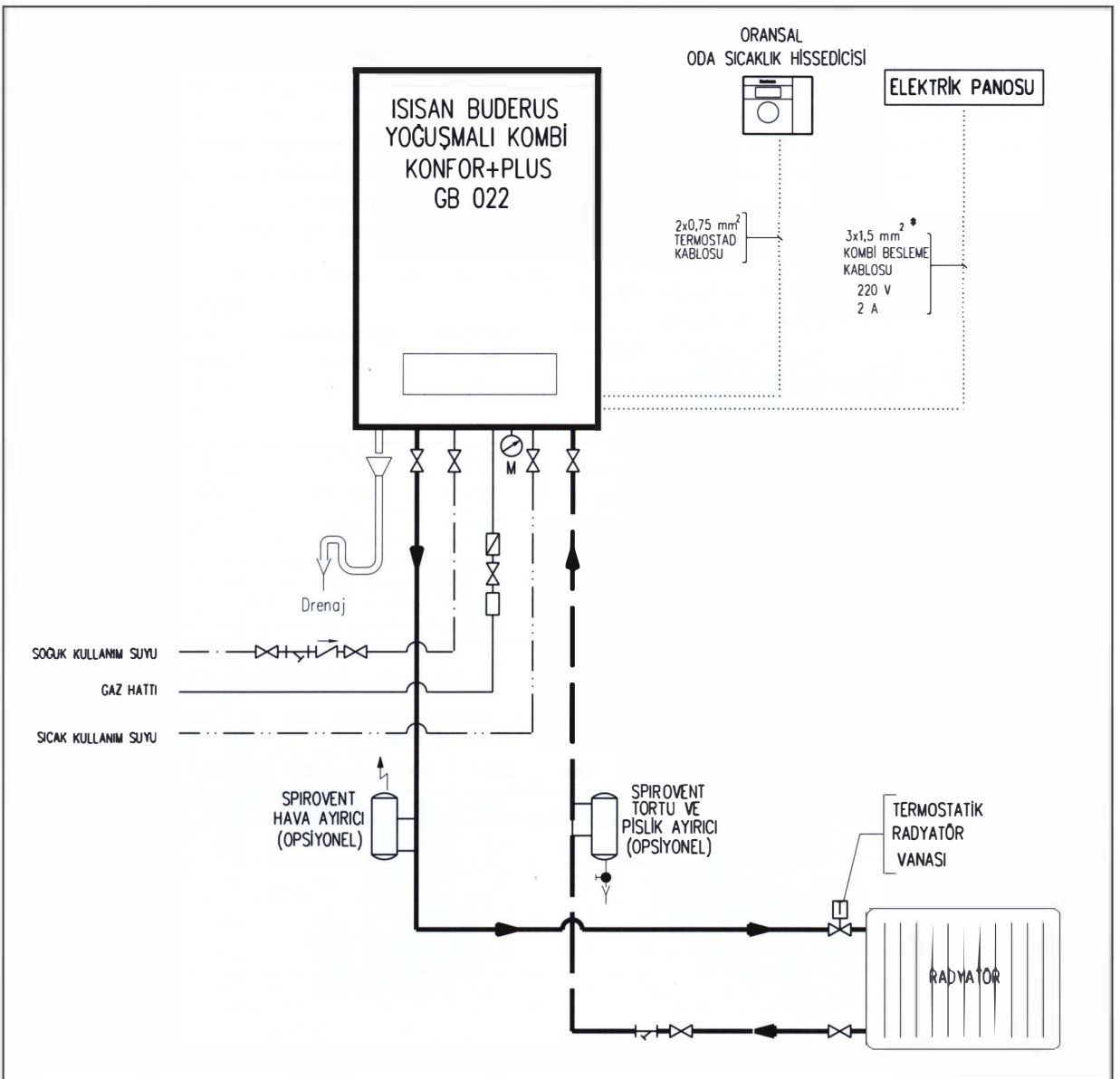
(baca gazları) gizli ısısından da (yoğuşma ısısı) kısmen yararlanılabilmektedir. Bu nedenle yakıtın alt ısı değerine göre tanımlanan klasik verim, bu kazanlarda %100'ün üzerinde olabilmektedir. Buna göre teorik olarak elde edilebilecek ideal maksimum verim değeri, yakıtın üst ve alt ısı değerleri arasındaki oranla belirlidir, bu dönüşüm büyüklüğü H_u/H_o oranıdır. Doğalgaz için yaklaşık olarak bu değer 1,1 mertebesindedir.

16.1.6.1. Yoğuşmalı Kombiler (Şekil 16.12A ve B)

Genelde bireysel sistemlerde uygulanan standart kombiler düşük verimleri ve kısa ekonomik ömürleri ile dikkat çeker. Aç-kapa mantığı ile çalışan standart kombilerde hem yakıt tüketimi artmakta hem de cihaz ömrü kısalmaktadır. Gaz yakıtlı bireysel sistemlerde

standart kombiler yerlerini son yıllarda yoğuşmalı kombilere bırakmaktadır. Bu değişimin başlıca nedeni yoğuşmalı kombilerin kullanıma bağlı olarak standart kombilere göre yaklaşık %25 yakıt tasarrufu yapabilmeleridir. Bu tasarruf yoğuşmalı kombinin birçok özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Yoğuşmalı kombilerde yoğuşma teknolojisi sayesinde norm kullanma verimi %107 değerlerine ulaşmaktadır. Yoğuşmalı kombiler, üç tam modülasyon özelliğinin geliştirilmiş şekline sahiptir. Oda sıcaklığına, ısıtma su sıcaklığına ve kullanım su sıcaklığına göre modülasyon yapma imkanı sağlar. Gaz ve hava tarafında aynı anda modülasyon özelliği ile her çalışma kapasitesinde doğru yanma gerçekleştirilir ve %100 kapasite kontrolü yapılır. Bu çalışma özelliği ile hem yakıt tasarrufu hem de yüksek konfor sağlanır.



Şekil 16.12B. YOĞUŞMALI KOMBİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI

Oda sıcaklıkları $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle sabit tutulmaktadır. Kullanma sıcak suyu debisinin değişmesi durumunda bile su sıcaklığı sabit kalmaktadır. Gerçekleşen doğru yanma sayesinde CO ve NO_x emisyonları çevre kirliliği açısından en düşük düzeyde gerçekleşmektedir.

Yoğuşmalı kombilerde kullanılan eşanjörlerin malzemeleri yoğuşma suyuna karşı yüksek dayanım gösterecek ve yüksek ısı iletimini sağlayacak şekilde seçilirler. Son yıllarda otomotiv ve havacılık gibi gelişmiş teknolojik endüstrilerde kullanılan alüminyum alaşımları yoğuşmalı cihaz teknolojisinde yaklaşık 25 yıldır başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

Magnezyum-Alüminyum-Silisyum özel döküm yapı duvar tipi yoğuşmalı kazan pazarında en uzun süre denenmiş ve güvenilir malzeme olarak öne çıkmaktadır.

Avrupa'da yoğuşmalı cihazların kullanımı ile ilgili en son düzenleme 1 Nisan 2005 tarihinde İngiltere'de yapılmıştır. Belirtilen tarihten itibaren İngiltere'de her kapasitede duvar tipi cihaz kullanımında sadece yoğuşmalı cihaz kullanımına izin verilmiştir. 1 Nisan 2007'den itibaren her kapasitede sadece yoğuşmalı kombi veya kazan kullanımı kanuni bir zorunluluk haline gelecektir. Avrupa'da benzer uygulamalar teşvik edici olarak yıllardır süregelmektedir. Almanya'da yoğuşmalı cihaz kullanımında sübvansiyon uygulaması bulunmaktadır. Yoğuşmalı cihaz uygulamasının %90'nın üzerinde olduğu Hollanda'da yoğuşmalı cihaz kullanıcıları indirimli tarife-den faydalanmaktadır.

Tüm Dünya'da enerji ekonomisi çok önemli bir gündem oluşturmaktadır. 2000 yılında petrol varil fiyatı 25 USD mertebelerinde iken, 2004 yılında bu fiyat 40 USD mertebelerine gelmiş ve Mayıs 2008'de yaklaşık 135 USD gibi rekor bir seviyeye ulaşmıştır. Türkiye'de doğal gaz fiyatı halen, petrol varil fiyatının 50 USD olduğu döneme göre hesaplanmaktadır. Kısa sürede fiyatın dünya seviyesine gelme olasılığı Türkiye'de yüksek verimli ve yakıt tasarrufu sağlayan

yoğuşmalı kombilerin kullanımının ne kadar önemli bir kavram olduğunu desteklemektedir.

Doğal gaz ile ısıtılan yaklaşık 110 m² standart izolasyonlu bir dairede yoğuşmalı kombi ve standart kombi kullanımı arasında yıllık yakıt maliyeti farkı tahmini olarak 150 EUR mertebelerindedir (Yalıtımın kalitesi ve bölgenin iklim şartları da göz önüne alınmalıdır.). Bu durumda her iki kombinin yatırım maliyetleri göz önüne alınırsa, aradaki yatırım maliyet farkının geri ödeme süresi yaklaşık üç yıldır. Aynı karşılaştırma LPG yakıt için yapılır ise geri ödeme süresi bir yıl mertebelerine gerilemektedir (Tablo 16.13).

Her geçen gün artan yakıt maliyetleri ile (Tablo 16.14) yoğuşmalı kombilerin geri ödeme süreleri hızla kısalmaktadır. Her kapasitede yüksek verimli yoğuşmalı kombi veya kazanlar kullanarak çok yüksek enerji tasarrufu yapmak mümkün olmaktadır.

16.1.6.2. Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar

Klasik kazanlarda, kazana zarar gelmemesi için yoğuşmaya izin verilmez. Bu nedenle hem baca gazı sıcaklığı bilinçli olarak yüksek tutulur, hem de baca gazının içindeki su buharı bacadan dışarı atılır. Bu durum ciddi bir enerji kaybına neden olur.

Standart Bina (*)	Isı Yalıtımlı Bina (**)	Tahmini Yıllık Tüketim Farkı (***)	İki Yıllık Farkı Geri Ödeme Süresi
70 m ²	120 m ²	150	4 yıl 3 ay
110 m ²	160 m ²	200	3 yıl 2 ay
160 m ²	220 m ²	300	2 yıl 1 ay

* Büyük camlar, çift cam, ısı yalıtımsız duvarlar (13,5 cm tuğla)
 ** Cam ebatları normal, ısı yalıtımlı dıştan boğçalama (5 cm izolasyon)
 *** Yoğuşmalı kombi - standart kombi tahmini yıllık tüketim farkı (Ortalama bir rakamdır. Kullanım şartlarına bağlı olarak değişebilir.)

Tablo 16.13. AMORTİSMAN SÜRELERİ

	Birim	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak	27 Mayıs	Artış Yüzdeleri *			
		1999	2001	2003	2006	2007	2008	1999-2001	1999-2003	1999-2006	1999-2008
Ham Petrol	USD/Varil	10	25	33	61	63	133	150	230	510	1.230
Dolar	YTL/USD	0,32	0,67	1,65	1,35	1,42	1,25	109	416	322	291
Doğal Gaz	USD/m ³	0,22	0,25	0,24	0,31	0,37	0,46	14	9	41	109
Fuel-oil (No.4)	USD/kg	0,25	0,34	0,49	0,97	0,97	1,42	36	96	288	468
Motorin	USD/kg	0,56	0,79	0,98	1,27	1,82	2,48	41	75	127	343
LPG (Dökme)	USD/kg	0,44	0,64	0,95	1,44	1,52	2,20	45	116	227	400

* Artış oranları 1 Ocak değerlerine göre hesaplanmıştır. Sadece 2008 yılı için 27 Mayıs 2008 değeri alınmıştır.

Tablo 16.14. YAKIT FİYATLARI VE ARTIŞLARI KARŞILAŞTIRMA TABLOSU

Not: Bu tablo yakıt maliyetlerinin karşılaştırılmasına bir fikir oluşturmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

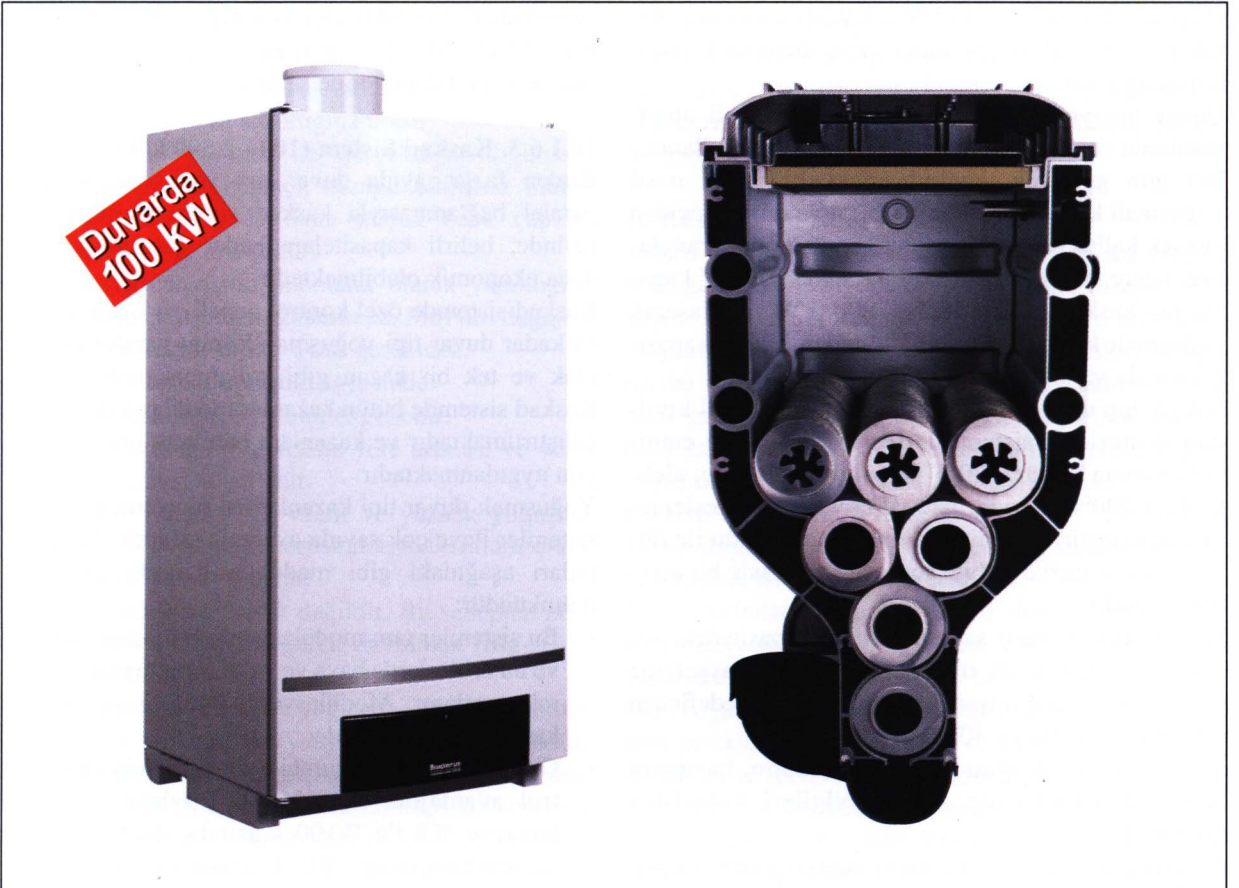
Yoğuşmalı kazanlarda ise korozyona dayanımlı özel Magnezyum-Alüminyum-Silisyum alaşımı kullanılarak hem baca gazı sıcaklıkları çok düşürülür ve baca gazı hacmi azaltılır, hem de su buharı yoğuşturularak baca gazının içindeki enerji dışarı atılmamış olur. Bu sayede yoğuşmalı kazanlarda norm kullanma verimi doğal gazın alt ısıl değerine göre %110'a ulaşmaktadır. Böylelikle ısıl konfor daha az yakıt sarfiyatıyla elde edilmiş olur. Geniş eşanjör yüzeyleri ile yüksek su sıcaklıklarında da yüksek verim korunur (75/60°C sistemde %105 norm kullanma verimi).

ALUplus Teknolojisi, eşanjör içi akış optimizasyonu ve dayanımı artıran çok özel metal yüzey işlemlerinin bir sentezidir (Şekil 16.15).

Gelişmiş duvar tipi yoğuşmalı kazanların eşanjörleri artık plazma polimerizasyon tekniğiyle kaplanmaktadır. Bu teknik, gaz formulu tekil moleküllerden oluşan özel bir kaplama yüzeyi oluşturarak eşanjörün en agresif bileşenlere karşı çok yüksek dayanıma kavuşmasını sağlar. Bu özel yüzey ısı iletim borularında korozyon ve her türlü kirlenmeyi minimize eder. Özel plazma polimerizasyon tekniği ile oluşturulmuş özel kaplama sayesinde ısı iletim kabiliyeti, kimyasal etkenlere karşı dayanım artırılmıştır. Özel Mg-Al-Si döküm eşanjör,

asidik yoğuşma suyunun korozif etkisinden korunur. 1981 yılında monte edilen kazanlar halen çalışmaktadır. Özel Magnezyum-Alüminyum-Silisyum alaşımının yüksek ısı iletim yeteneği sayesinde işletme sıcaklığına çok hızlı ulaşılır ve değişken sıcaklık ihtiyaçlarına çok büyük bir hızla uyum sağlanarak, yük değişimlerinde neredeyse "sıfır" kayıp elde edilir. Isı iletim borularının dışında 15 mm derinliğinde kanatçıklar, içinde döner kanal yapısı ile kompakt kazan boyutları ve maksimum ısı transfer yüzeyi elde edilmiştir.

Türkiye'de şehir şebeke sularında klor kullanılmaktadır. Plazma polimerizasyon tekniği ile güçlendirilmiş Magnezyum-Alüminyum-Silisyum alaşımı özel döküm eşanjörünün bir başka avantajı da klordan etkilenmemesidir. Suyun içinde eriyik halde bulunan klor, su ısıtılınca ayrışır ve agresif hale gelir. Klor iyonları çok küçük boyutta olduklarından paslanmaz çelik de dahil olmak üzere her türlü çelik malzeme ile temas ettiklerinde tane aralarına girerek korozyona sebep olup delinmeler oluşturabilir. İki Almanya'nın birleşmesinden sonra tesisat suyunda klor bulunan Doğu Almanya tarafında kullanılan paslanmaz çelik boylerlerde ciddi hasarlar olduğu gözlenmiştir. Bu yüzden boylerlerin iç yüzeyleri özel cam alaşımlarla kaplanmaya başlanmıştır.



Şekil 16.15. DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN VE EŞANJÖR GÖVDESİ

ETA plus seramik brülörü sayesinde %19-%100 kapasite aralığına sahiptir. Bu sayede sadece sistemin gereksinimi kadar enerji üretilmekte, böylece işletme giderleri düşmektedir. ETA plus ile şalt sayısı azalmakta, uzun ömür, ideal kapasite kontrolü, düşük ses seviyesi bir arada elde edilebilmektedir. FLOW plus frekans kontrollü pompa kullanımı ile kapasiteye uygun debi ile çalışır ve elektrik minimum düzeyde olur. Basit tesisat uygulaması yapılarak minimum debi şartı gerektirmeden işletilebilmektedir. Hassas kapasite kontrolü ile verimde artış ve daha az yıpranma sağlanır. Kapasite anlık ısıtma gereksinimlerini karşılayacak şekilde ayarlanır. Böylece gereğinden fazla ısı üretilmez ve brülörün dur-kalk çalışması engellenmiş olur. Bu da ciddi oranlarda yakıt tasarrufu sağlar ve tüm ekipmanların ömrünü arttırır.

Logamatic kontrol panelinin optimizasyon özelliği sayesinde yüksek dış hava sıcaklıklarında kazanın gereksiz yere çok önceden çalışması ve fazla yakıt harcaması engellenir, konfor artar.

Doğal gazda normal şebeke basıncı 21 mbar'dır. Fakat yüksek kullanımın olduğu zamanlarda, yani en soğuk günlerde bu basınç düşebilir. Yoğuşmalı kazanlar 8 mbar basınca kadar sorunsuz olarak çalışabilmekte, kullanıcıyı soğukta bırakmamaktadır.

Düşük voltajda bile (175 V'a kadar) sorunsuz olarak çalışır. Voltaj çok daha fazla düşerse kendini korumaya alır.

Duvar tipi yoğuşmalı kazanların çok dairesel apartmanlarda ve orta ölçekli ısıtma tesislerinde kullanımları gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Yeni nesil yoğuşmalı kazanlar mekanik tesisat ve mimari açıdan yüksek kalite ve optimizasyon gereksinimini karşılamak üzere tasarlanmıştır. Tek kazanda 100 kW kapasiteye, kaskad sistemde ise 800 kW'ya ulaşarak yoğuşmalı kazanların avantajlarından büyük kapasitelerde de yararlanılması sağlanmıştır.

NASA'nın uzay araçları için geliştirdiği, özel kıvılcımsız ateşleme sistemi ile sessiz, verimli ve emniyetli yanma sağlar. 120 V ile çalışan ateşleme, elektrodu 1.200°C'a kadar ısıtmakta ve sonra ateşlemeyi gerçekleştirmektedir. Bu ateşleme metodu ile düşük kalorili gazlarda bile sorunsuz ve sessiz bir ateşleme yapılıır.

Bu ateşleme sistemi sayesinde, tam kapasitedeki ses seviyesi yaklaşık 38 dB(A) olup, ara kapasitelerde 23 dB(A)'e kadar düşer (bir kütüphanede hedeflenen ses seviyesi yaklaşık 40 dB(A)'dır).

Gidiş suyu sıcaklığını ölçen termometre, basıncını ölçen manometre ile sistem bilgileri kolaylıkla izlenebilir.

İyonizasyon kontrolü ile alev sürekli kontrol eder. Herhangi bir şekilde alev kopması olursa anında gazı keser.

Yer gereksinimini azaltan modern tasarımı, kolaylık sağlayan baca tasarımı ile hem çok kolay kurulum hem de kolay işletme imkanı sunar. Böylelikle, yer seçiminde esneklik, montajda kolaylık sağlar.

Tüm elemanlarına kolay ulaşılabilir iç yapısı ile bakım ve servis kolaylığı sağlar.

Önden açılan kapısı sayesinde sağdan soldan sıfır montaj yapılabilir. Dar alanlarda montajı kolaylaştıran bu özellik ayrıca kaskad uygulamalarda da esneklik ve mekanda yer tasarrufu sağlar.

Dış hava ve iç hava sıcaklıkları, programlanabilir otomatik kontrol paneli sayesinde saniyede üç kez ölçülerek binanın o anki gerçek ısı ihtiyacı hesaplanır ve cihaz kapasitesi buna göre otomatik olarak ayarlanır. Çalışma eğrisi otomatik olarak tespit edilir. Kullanıcı veya servis müdahalesi gerekmez.

Sistemde bir hata oluştuğunda kazanın üzerindeki dijital gösterge kullanıcıya ve servise hatanın ne olduğunu kesin olarak gösterir. Böylece servis süresi çok kısaldır.

Otomatik kontrol paneli oda sıcaklığını $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tutarak ısıtma maliyetinizi düşürür. İstanbul'da oda sıcaklığını 1°C yüksek tutmak yaklaşık %10 daha fazla yakıt yakmak demektir.

Ön karışımli seramik brülörü ile gerekli gaz ve hava karışımının tam anlamıyla yanmasını sağlamakta, böylelikle CO ve NOx emisyon değerlerini düşürmektedir. MAVİ MELEK sınırlarının bile oldukça altında olan emisyon değerlerine sahiptir.

16.1.6.3. Kaskad Sistem (100 - 2.500 kW)

Birden fazla sayıda duvar tipi yoğuşmalı kazanın paralel bağlanmasıyla kaskad sistem oluşturulması halinde, belirli kapasitelere kadar yatırım maliyeti daha ekonomik olabilmektedir.

Kaskad sistemde özel kontrol panelleriyle sekiz cihaza kadar duvar tipi yoğuşmalı kazanı paralel çalıştırmak ve tek bir kazan gibi kullanmak mümkündür. Kaskad sistemde bütün kazanlar modülasyonlu olarak çalıştırılmaktadır ve kazanlara otomatik olarak rotasyon uygulanmaktadır.

Yoğuşmalı duvar tipi kazanlardan oluşturulan kaskad sistemler ilave çok sayıda avantaja sahiptir. Bu avantajları aşağıdaki gibi maddeler halinde sıralamak mümkündür:

- Bu sistemler tam modülasyonlu brülörlere sahiptir ve bu brülörlerde hava ve yakıt birlikte oransal olarak ayarlanır. Modülasyonlu brülörü ve fanı ile kapasiteyi kontrol eder.
- Oransal kontrol yanında aynı zamanda sıra kontrol avantajına da sahiptir. Böylece toplamda kapasite %2 ile %100 arasında sürekli kontrol edilebilmektedir. %0-2 arasında ise oransal kapasite kontrolü, pompa modülasyonu (pompa çalışma süresi kontrolü) yardımıyla sağlanır.

Brülör modülasyonuna paralel gerçekleşen pompa modülasyonu sayesinde sistemde dolaşan su miktarı, dolayısıyla da kayıplar azalır, sürekli yüksek sıcaklık farkı (= düşük dönüş suyu sıcaklığı) sağlanarak yüksek verim elde edilir. Frekans kontrollü pompa elektrik harcamasının da azalmasını sağlar.

- Oda sıcaklığı kontrol hassasiyeti $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ 'dir.
- Primer pompalar çok küçüktür. Dolayısıyla elektrik tüketimi çok azdır.
- Yer kaybı çok azdır.
- Gövdesi küçük olduğundan ışınım kaybı çok azdır. Çok daha düşük boyut, yüzey alanı ve su hacmi sayesinde çok daha az bekleme-durma kayıplarına sahiptir.
- Tek zonlu ısıtma sistemlerinde ve tek zon ısıtma + boyler sistemlerinde karıştırıcı 3 yollu vana ve aksesuarlarına ihtiyaç yoktur.
- Alev sıcaklığı çok düşüktür. Bu nedenle NOx emisyonları 20 mg/kWh değerinin altında kalmaktadır.
- Sistem sürekli yedeklidir.
- Hermetik baca bağlantısı mümkün olduğundan, baca bağlantılarında avantaj sağlar. Her cihaz ortak bacaya bağlanabildiği gibi, gerekli durumlarda tek tek baca bağlantısı da yapılabilir.
- Cihazlar 24 saatte bir sıra değiştirir. Bu sayede tüm cihazlar eşit zamanlarda çalışır.
- Cihazların su hacmi düşük olduğundan kısa sürede istenen gidiş suyu sıcaklığına ulaşır.
- Yanma fan yardımı ile gerçekleştirildiğinden, bacanın pozitif basınçlı dizayn edilmesi mümkündür. Bu sayede daha küçük baca çapları hesaplamak mümkündür.
- Hava-yakıt karışımı pnömatik olarak yapıldığından, baca çekişinden etkilenmez. Mevsim değişikliklerinde tekrar brülör ayarı gerekmez.
- Pnömatik brülör kontrolü sayesinde:
 - Kazanda kurum oluşumu engellenir.
 - Hava fazlalığının gereksiz yere artması ve verimin düşmesi engellenir.
 - Sürekli yüksek CO₂ oranı ve yüksek yoğuşma sıcaklığı yoğuşma enerjisinden maksimum oranda faydalanmayı sağlar.
 - Yoğuşma suyu asidik değildir. Bu sebepten nötralizasyon ünitesine gerek duyulmaz (Mg-Al-Si eşanjörlü tiplerde).
- Dönüş suyu kontrolü ve yoğuşma için önlem almaya gerek yoktur. İlk yatırım maliyeti düşüktür.
- Logamatic kontrol paneli sayesinde sistem kapasitesine %100 uyabilen çok hassas kapasite kontrolü (ısı üretimi) en yüksek verimli işletmeyi sağlar. Gereğinden fazla ısı üretilmez, brülör şalt sayısı olabilecek en düşük seviyeye düşer, durma ve bekleme kayıpları en aza iner.

Yoğuşmalı kaskad sistemler (*Şekil 16.16*), yoğuşmadan faydalanma, oransal kapasite kontrolü ve oda sıcaklık kontrol hassasiyetine ek olarak, sıra kontrol avantajına da sahiptir. Kazanlar ihtiyaca göre sırayla devreye girer çıkar. Toplamda kapasite %2 ile %100 arasında sürekli kontrol edilebilmektedir. Böylece yoğuşmalı kaskad sistemler, klasik tip cihazlara göre bazı koşullarda %30'ları aşan yıllık yakıt ekonomisi sağlayabilir. Günümüzde kaskad sistemde 25 kazana bile birlikte kumanda edilebilmektedir.

16.1.6.4. Kendinden Yoğuşmalı Döşeme Tipi Kazanlar

Bu seri kazanlar 1.200 kW'a kadar üretilmektedir. Bu kazanların 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. Gaz ve suyun akışı ters yöndedir. Gaz, sıcaklığının en düşük olduğu noktada sistemden dönen en soğuk su ile karşılaşmaktadır. Kazana iki ayrı dönüş suyu giriş ağızı vardır. Böylece iki farklı dönüş suyu sıcaklığı olan iki ayrı devreyi aynı kazana bağlamak mümkündür. En soğuk dönüş suyu sıcaklığını daha yüksek sıcaklıkta dönen sularla karışma yapmaksızın yoğuşturucu yüzeylere doğrudan göndermek ve böylece sistem etkinliğini artırmak mümkündür. Bu sayede yakıt giderlerinde işletme koşullarına bağlı olarak tasarruf yapmak mümkündür.

16.1.6.4.1. Yeni Nesil Daralan Kesitli

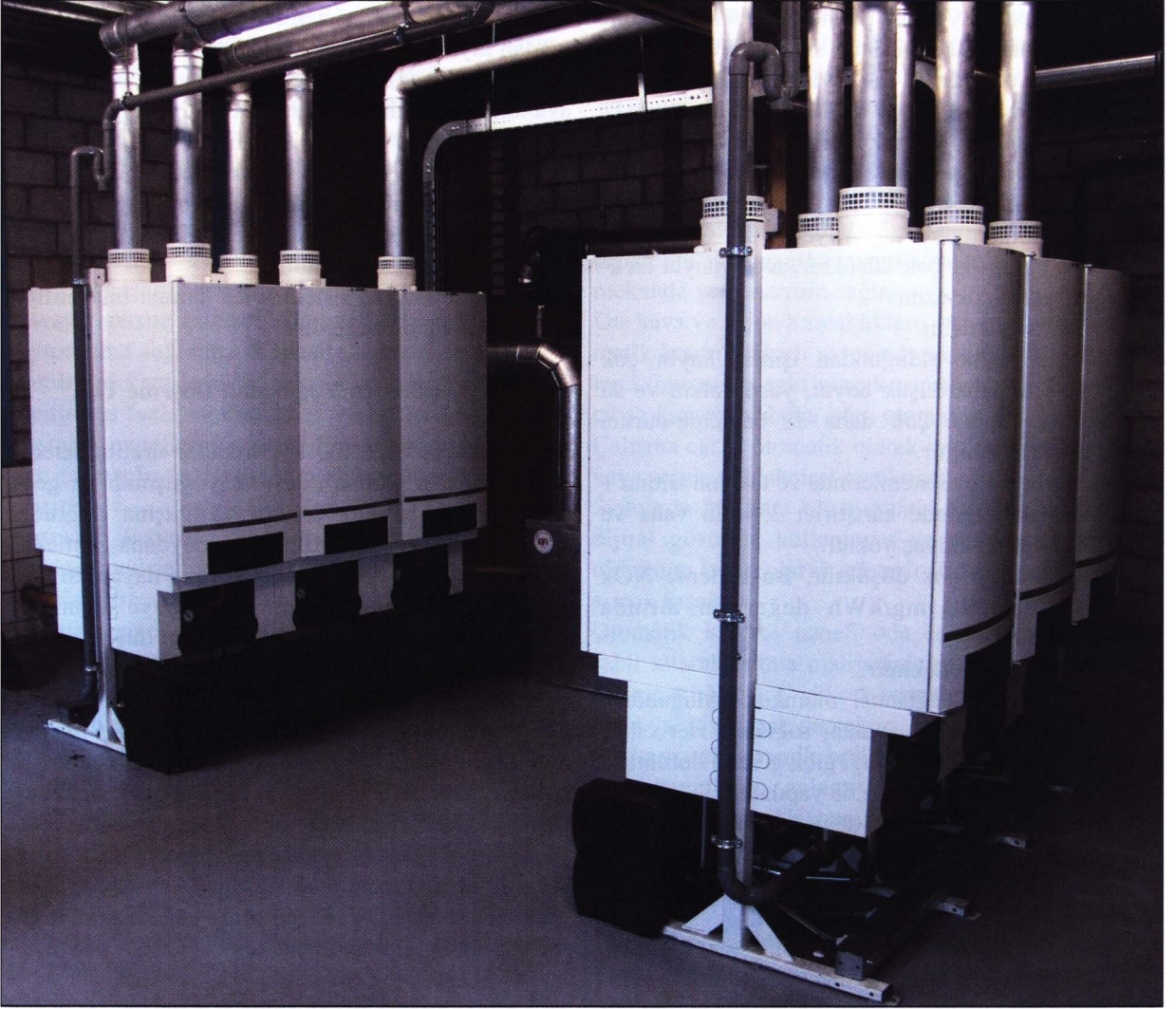
Mikro Türbülanslı Duman Boruları (*Şekil 16.17*)

Baca gazı akışını engellemeyecek şekilde dizayn edilmiştir. Duman borularındaki daralma mikro türbülans oluştururken yoğuşma yüzeyini artırır. Mikro türbülanslar sürekli olarak boru yüzeyine yakın ve ana baca gazı akışının içinde ilerler. Böylelikle bütün baca gazı soğuk yüzeyle temas halinde olduğundan yoğuşma enerjisinden daha fazla yararlanır.

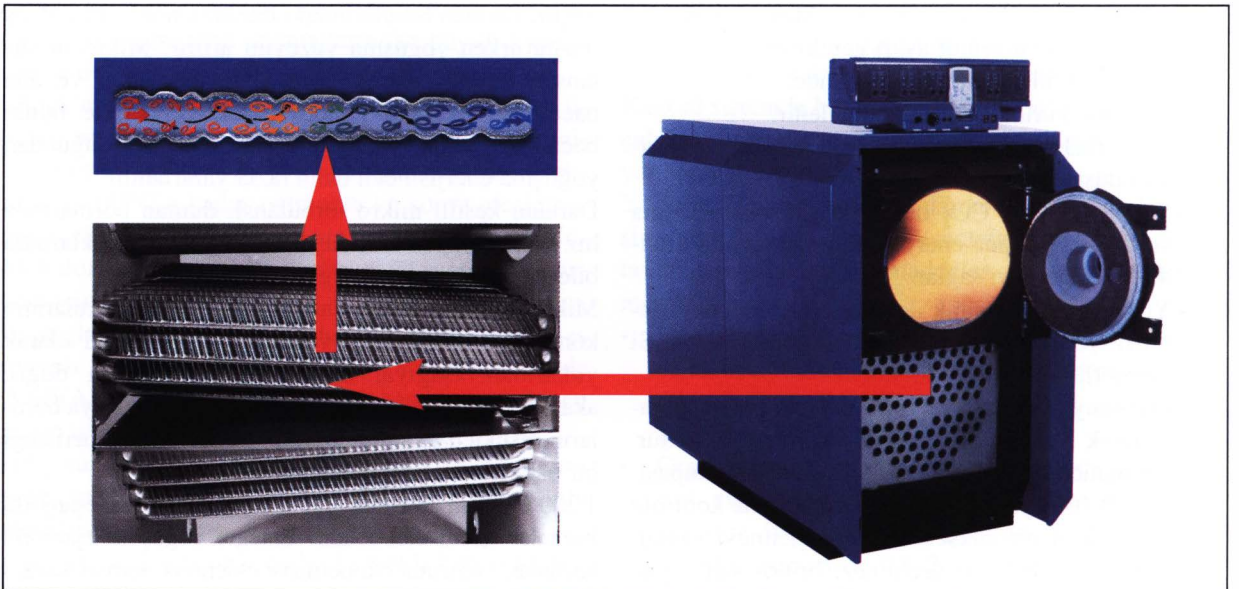
Daralan kesitli mikro türbülanslı duman borularında hız sabit olduğundan, düşük baca gazı sıcaklıklarında bile yüksek ısı transferi gerçekleşir.

Mikro türbülanslı daralan kesitli duman borularının konstrüksiyonu gereği, yoğuşma suyu sürekli olarak yukarıdan aşağıya, kazanın baca çıkışına doğru akar. Yoğuşma suyunun tekrar buharlaşması veya boruların pislikten tıkanma ihtimali olmadığından herhangi bir bakım ve servis ihtiyacı yoktur.

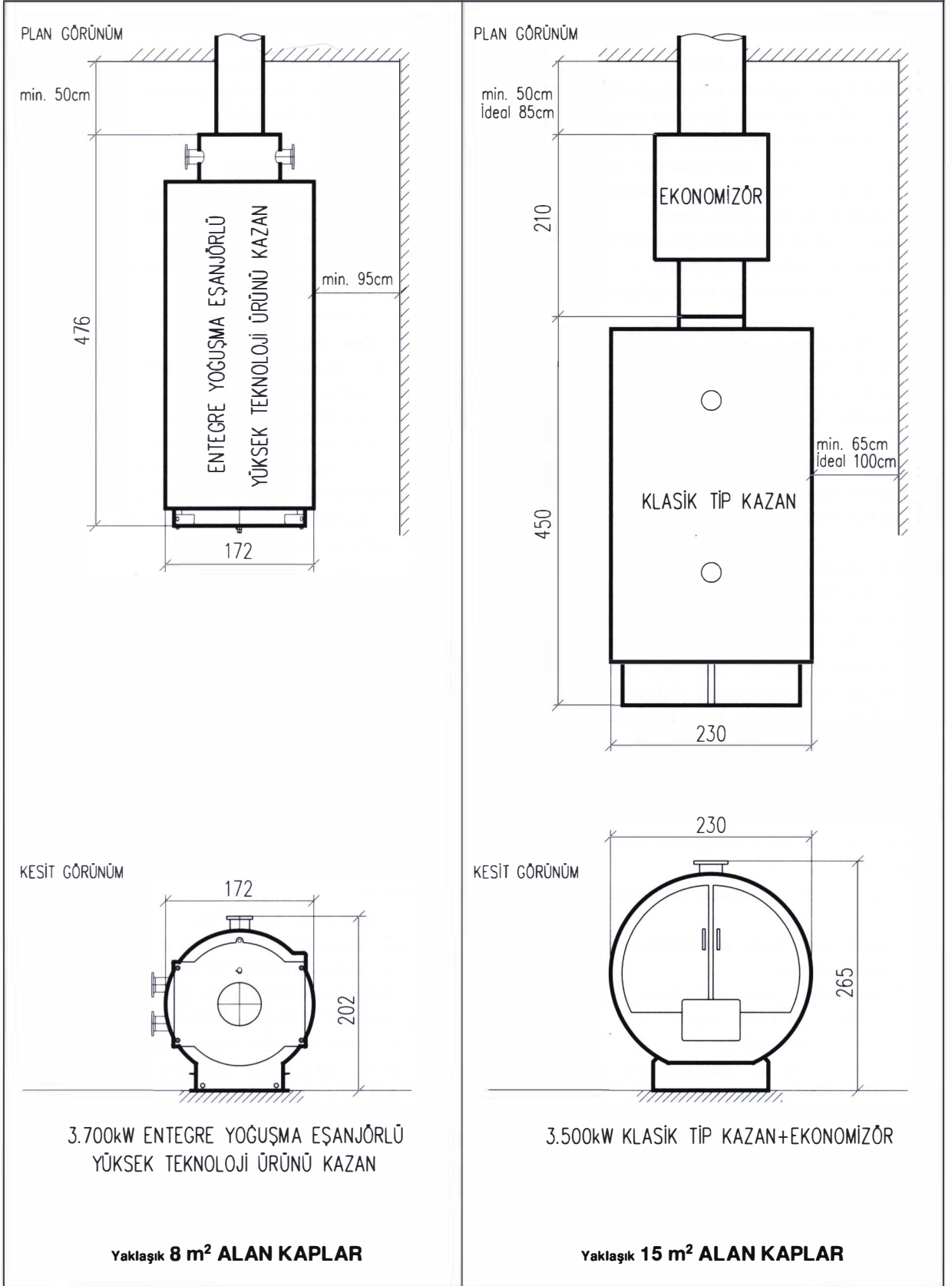
1.200 kW'nın üzerinde ise entegre yoğuşma eşanjörlü kazanlar tercih edilmelidir. Entegre yoğuşma eşanjörlü kazanlar, yoğuşma ekonomizör eklenmiş normal kazanlarda hem daha verimlidir hem de çok daha az yer kaplar (*Şekil 16.18*).



Şekil 16.16. %110 VERİMLİ DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KASKAD SİSTEM (1.200 kW)
200 DAİRELİ APARTMAN KAZAN DAİRESİ



Şekil 16.17. MİKRO TÜRBÜLANS DUMAN BORULU YOĞUŞMALI KAZAN YÜZEY YAPISI



Şekil 16.18. TÜRBÜLATÖRSÜZ, KÜÇÜK BOYUTLU, ENTEĞRE YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ MODERN BİR KAZANIN, KLASİK, HARİCİ EKONOMİZÖRLÜ BİR KAZAN İLE YERLEŞİM KARŞILAŞTIRMASI

16.2. BRÜLÖRLER

16.2.1. 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;

- Üflemez (Atmosferik) gaz brülörleri
- Üflemez (Fanlı) gaz brülörleri

Üflemez gaz brülörleri ise günümüzde ikiye ayrılmaktadır;

- Ön karışimsız (difüzyon alevli) üflemez gaz brülörleri
- Ön karışimli üflemez 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.

16.2.1.1. Atmosferik Gaz Brülörleri

Bu tip brülörlerde birincil (primer) hava, basınçlı doğal gazın bir lülede genişlemesi sırasında enjeksiyon prensibi ile çevreden emdiği hava ile karşılaşır. İkincil (sekonder) hava ise termik olarak, alevle ısınmış yükselen gazların yerine, açık olan yakıcının altından emilir. Böylece modern atmosferik brülörlerde hem ön karışma, hem de difüzyon prensipleri alevin oluşumunda kullanılır. Ancak bu tip brülörleri kullanan kazanların yapılarının da özel olması gerekir. Bu nedenle atmosferik brülörler kazanla birlikte satılır. Atmosferik brülörler aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

- Uygun bir malzemeden yapılmalıdır (genellikle paslanmaz çelik).
- İkincil hava girişi etkilenmez olmalıdır (hava akım sigortası).
- Yanma ürünü gazlar içerisinde CO bulunmamalıdır (Maksimum CO %0,1).
- Alev kararlı olmalıdır.
- Hiç bir şekilde alev geri tepmesi (yakıt hattında) söz konusu olmamalıdır.
- Gerekli bütün ölçü, kontrol ve emniyet düzenlerine sahip olmalıdır.
- Güvenilir bir alev emniyet düzeni olmalıdır.
- Kazanlarla ilişkili olarak çok fazla bakım gerektirmemelidir.

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 üflemez brülörlerde hava ve yakıt miktarını birlikte ayarlamak mümkün olduğundan böyle bir düşme görülmez. Aynı şekilde ön karışimli modülyonlu brülörlerde de bütün modülyon aralığında hava fazlalığı sabit tutulabilir.

16.2.1.2. Üflemez Brülörler

Üflemez brülörlerde gerekli hava cebri olarak fanla temin edilir ve yüksek basınçlı brülör kullanıldığında ocakta karşı basınç adı verilen artı bir basınç oluşur. Brülör ve yanma odası birbirine uygun olmalıdır. Üflemez brülörlerde:

- Tek kademeli
- Çok kademeli (iki veya üç)
- Oransal tip kademesiz (modülyonlu)

kapasite kontrolü yapılmaktadır.

a. Tek Kademeli: On-off kontrol. Bu tiplerde çekilen ısıya bağlı olarak brülör durup kalkarak çalışır.

b. İki veya Üç Kademeli: On-off kontrol. Bu tip brülörlerde iki veya üç kademe çalışabilir. Kalkış birinci düşük kademe olur. Birinci kademe ihtiyaç karşılanamazsa, ikinci ve üçüncü kademe belli bir süre sonra devreye girer.

c. Oransal Tip Kademesiz: Modülyonlu çalışma. Bu tip brülörlerde çekilen ısıya bağlı olarak brülörün yanma miktarı otomatik olarak ayarlanır.

Günümüzde küçük kapasitelerde bile brülörlerin kademesiz kontrollü olması alışkanlığı yaygınlaşmaktadır. Bunun nedeni de pek tabii kademesiz brülörlerle sağlanabilen enerji tasarrufudur.

Kademesiz brülörler öncelikle ihtiyaca uyum sağlayarak tasarruf gerçekleştirir; yani sadece ısıtma sisteminin ihtiyacını karşılar. Kademeli brülörler ise kapasite ayarı yapmadığı için, ihtiyaç duyulan kapasite brülörden farklı bir ekipman tarafından ayarlanmalıdır. Bu durumda

- Bir kısım enerji kaybedilir.
- Enerji açığı doğar.

Sonuç olarak ya istenenden fazlası ya da istenenden azı brülör tarafında sağlanabildiği için düşük verim söz konusu olacaktır. Ancak kademesiz ve pnömatik kontrolde bir minimum ve bir maksimum kapasite aralığında istenen her türlü değer sağlanabilmekte ve böylece gerekenden fazla enerji tüketilmesinin ya da gerekenden az enerji üretilerek, konfor-işletme şartlarının bozulmasının önüne geçilebilir (Kollu sistemlerde ara değerlerde yakıt-hava karışımı yine bozulabilmektedir.).

Oransal tip kademesiz brülörlerin kullanımı özellikle yoğunlu kazanlarla birlikte daha da öne çıkmaktadır. Bu brülörlerin genel olarak düşük yüklerde inebilmesi, tesisatın düşük sıcaklıkların gerekli olduğu dönemde de sürekli olarak çalışmasına izin verir. Kademeli kontrollerde ise bu durumlarda, daha yüksek kapasitede (ve sıcaklıkta) çalış-dur mantığı ile kapasite ayarlanması yapılır.

Tesisatın düşük sıcaklıklarda sürekli çalışması ise, yoğunlaşma kazanlar için daha uzun süre yoğunlaşma anlamına gelmektedir. Gerçekte ısıtma sistemlerinde düşük yüklü çalışma süresinin, tam yüke oranla 3-4 kat büyük olmasından ötürü sistemin toplam kullanma verimine olan katkısı çok daha büyük olacaktır.

16.2.1.2.1. Brülör Verimi

Bir brülörün istenilen ısıyı oluşturmak için harcadığı enerji şeklinde sonucu özetlenebilen brülör verimi;

- Yakma sisteminin başarısı
- Brülör fanının çalışma noktası

ile doğrudan ilgilidir.

Günümüzde brülörlerin birçok farklı yakma sistemleri vardır. Atmosferik ya da cebri havalı tüm brülörler, yakıt ve havayı uygun oranda ve doğru karıştırıp yakarak, beraber çalıştıkları ısı üreticisine gönderir.

16.2.1.2.2. Yakıt Hava Karışımı

Yakıt-hava karışımı atmosferik brülörlerde bir kontrol sistemi olmaksızın, yalnız hava ve yakıt memelerinin konstrüksiyonuna ve birbirlerine göre konumlarına bağlıdır. Ancak cebri havalı brülörlerde yakıt ve hava miktarlarını birbirlerinden bağımsız olarak ayarlamak ve bu şekilde de farklı şartlarda istenilen yakmayı sağlamak mümkündür. Yakıt hava karışımı, bugün geçerli üç ana şekilde sağlanır:

- Sabit ayarlarla çubuk-çark mekanizmalı sistemler
- Değişken ayarlarla pnömatik sistemler
- Tam değişken ayarlarla elektronik sistemler

Çubuk - çark mekanizmalı sistemlerde, brülör fanının girişinde bulunan ve kapasite ayarında kullanılan hava klapesinin konumuna göre, yakıt klapesinin konumu sabit bir şekilde ayarlanır. Ayarın hassas yapılabilmesi için, birden fazla konumda ayar yapılmalı ve kontrol edilmelidir. Her mevsim tekrar ayarlanması gerekir ve ilave bakım maliyeti getirir. Her kapasitede hava/yakıt oranını sabit olarak ayarlamak mümkün değildir.

Pnömatik sistemlerde, fan çıkışındaki hava klapesinin ardında oluşan basınç ile birlikte kazan yanma odasında mevcut karşı basınç (ve dolayısıyla baca çekişi) değeri, birer hortum vasıtası ile yakıt ventiline etkir ve anlık duruma uygun miktarda yakıt geçişi sağlanır. Bu kısa tariften de anlaşılacağı üzere, yakıt miktarı sadece hava miktarına değil, kazanda mevcut şartlara da bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Yakıt-hava karışımının farklı kazan karşı basıncı ve baca çekişi değerlerine göre sabitlemesi mümkün olur.

Elektronik sistemler esasen pnömatik sistemlere eklenerek oluşturulur. Bu tiplerde, bir oksijen sensörü ile baca gazı sürekli olarak analiz edilerek, yanmanın sonucu takip edilir. Bu sonuca göre hava ve yakıt klapeleleri birbirinden bağımsız olarak, ayrı ayrı kumanda edilir. Yakıt-hava karışımı tüm çalışma süresi boyunca tek noktada tutulabilir.

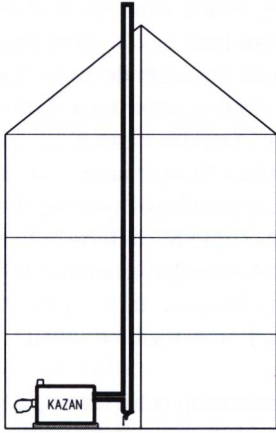
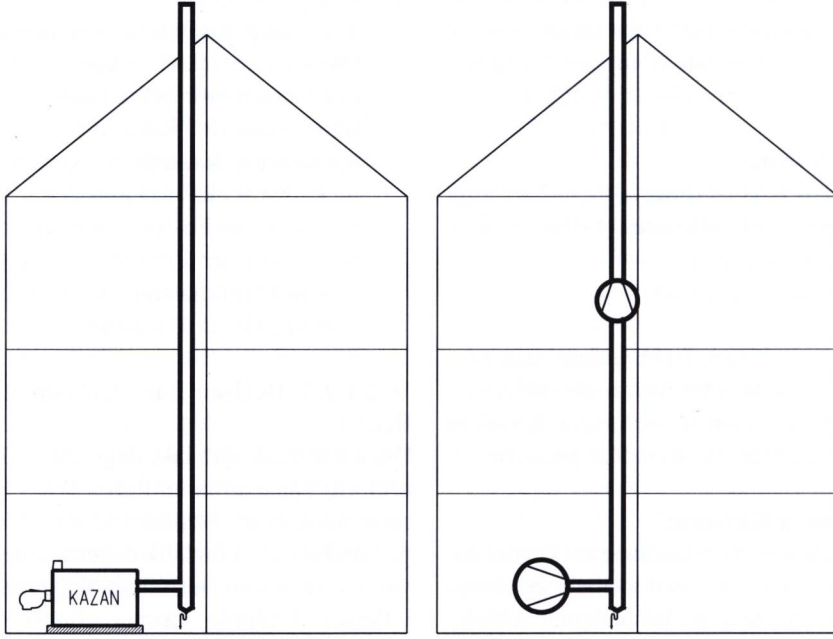
Yakıt-hava karışımının brülör verimine (ve dolayısı ile sistem verimine) etkisi çok büyüktür. Karışım değeri doğru seçilirse:

- Tüm yakıt yakılabilir; yanmamış hidrokarbonlar (boşa giden yakıt) ve karbon monoksit (CO) oluşumu engellenir. Kötü yanma kendini kurum şeklinde gösterir. Kurumun önüne geçilememesi durumunda, kazanın ısı transfer yüzeyleri kurum ile kaplanacak, baca gazı geçiş kesitleri tıkanacak ve kazan verimi çok önemli oranda düşecektir.
- Hava miktarının uygun olması sonucu, fazla havanın ısıtılmasının önüne geçilir. Yani sistem verimi ciddi miktarda artacaktır.

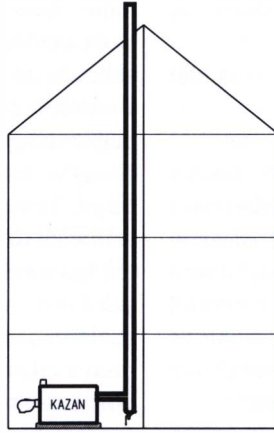
16.2.1.2.3. Değişen Baca Çekişinden Etkilenmeyen Brülör

Dış hava sıcaklığındaki değişimler özellikle üflemlerli brülörlü kazanlarda etkilidir. Tek veya çok kademeli sabit hava ayarlı brülörlerde, dış sıcaklık değişimleri yanmadaki hava fazlalık değerinin değişmesine, bu da yanma ve kazan veriminin değişmesine neden olur. Üflemlerli 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. Üflenen 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.

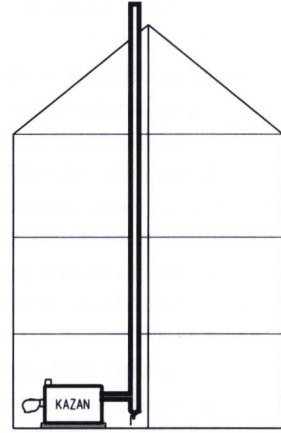
Üflemlerli brülörlü standart tip çelik bir doğal gaz kazanının teorik modeli üzerinde çalışılarak bu etkinin boyutu araştırılmıştır. +20°C dış hava sıcaklığında brülör ayarı yapıldığında ve bu kazan aynı brülör ayarıyla sıfırın altında 20°C dış sıcaklık değerinde çalıştığında, daha fazla çekilen hava 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 (Şekil 16.19). 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,



**Servisin brülör ayarını
yaptığı gün;
Dış hava sıcaklığı: 20°C**



**Hava daha soğuk
Dış hava sıcaklığı: 0°C
Sonuç:
Baca çekişi ve hava
fazlalık katsayısı artar.
Düşük verim.**



**Hava daha sıcak
Dış hava sıcaklığı: 30°C
Sonuç:
Baca çekişi ve hava
fazlalık katsayısı düşer.
Düşük verim,
Kurum oluşumu.**

Şekil 16.19. ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLARDA BRÜLÖRÜN FANI İLE KALORİFER BACASI, BİRBİRİNE SERİ BAĞLI İKİ FAN GİBİ ÇALIŞIR. YANMA HAVASI DIŞ HAVA KOŞULLARINDAN ETKİLENİR.

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. Pnömatik kontrollü oransal brülörde baca çekişine bağlı olarak hava debisi arttıkça stokiometri 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 stokiometrik oranda yakılmaktadır. Böylece yıl boyunca değişen dış hava koşullarında verim düşümü olmadığı gibi kazanda kurum oluşumu ve kirliliğe de rastlanmamaktadır (Şekil 16.20).

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 stokiometrik 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.

16.2.1.2.4. Brülör Fanı

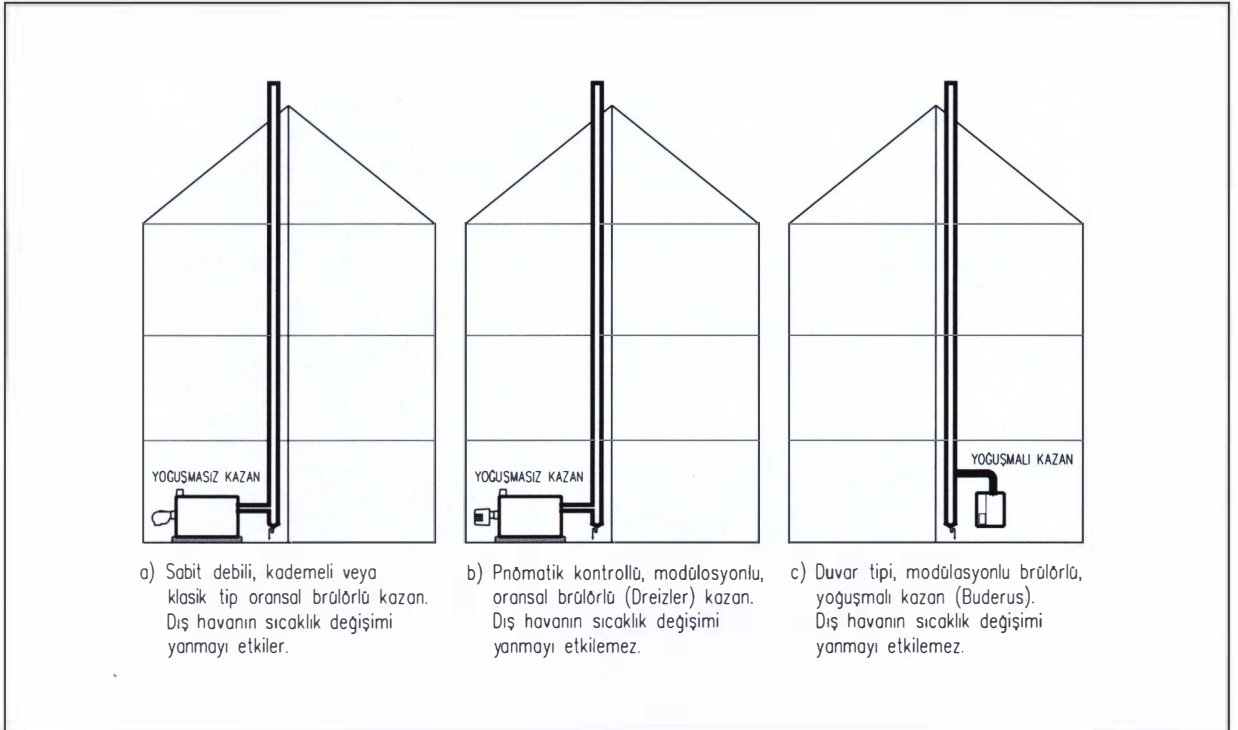
Brülör fanının çalışma noktası dolaylı olarak, brülörün çalıştığı nokta olarak da düşünülebilir. Bu noktanın brülörün elektrik tüketimi ve yakıt tüketimine ayrı ayrı etkileri vardır.

Fanın çalışması olarak düşündüğümüzde, brülörün mevcut kazan karşı direncine göre çok büyük seçilmesi durumunda fan verimsizleşecek ve elektrik tüketimi artacaktır. Aslında doğru bir seçimde de kazanın düşük kapasitelerde çalışması halinde aynı durum gerçekleşecektir.

Ancak brülör fanının kapasiteye uygun olarak kontrol edilmesi de mümkündür. Bu tip kontrollere devir kontrolü adı verilir ve esasen iki ana yöntemle sağlanabilir:

- Çift rotorlu fan motorları
- Frekans konvertörlü fan motorları

Çift rotorlu fan motorlarında fan iki ayrı devirde çalışabilir. Bu durumda, ısıtma sisteminin %0-50 kapasite aralığında düşük, %51-100 aralığında ise yüksek devirde çalışarak elektrik tüketiminde önemli tasarruflar mümkün olmaktadır.

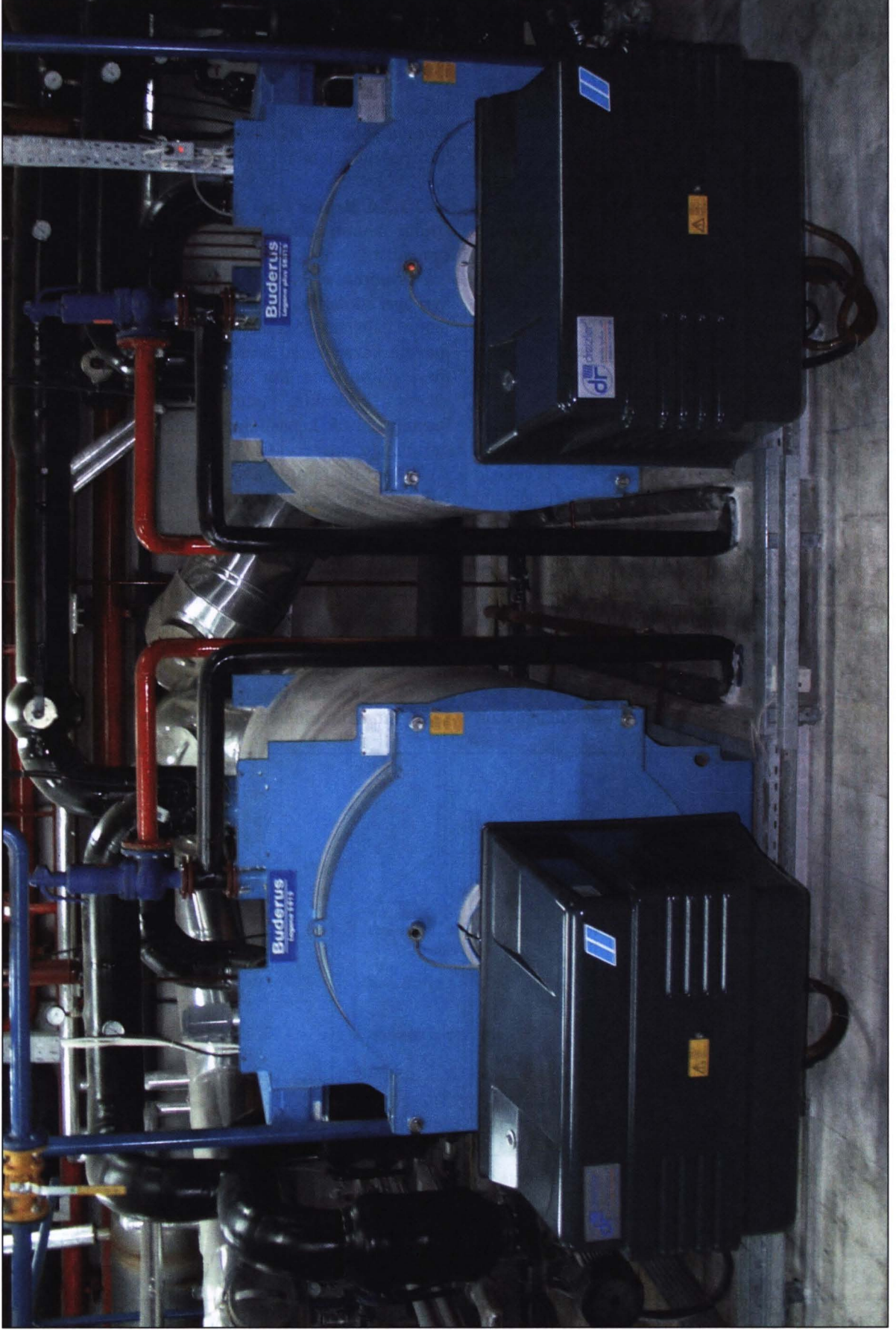


a) Sabit debili, kademeli veya klasik tip oransal brülörlü kazan. Dış havanın sıcaklık değişimi yanmayı etkiler.

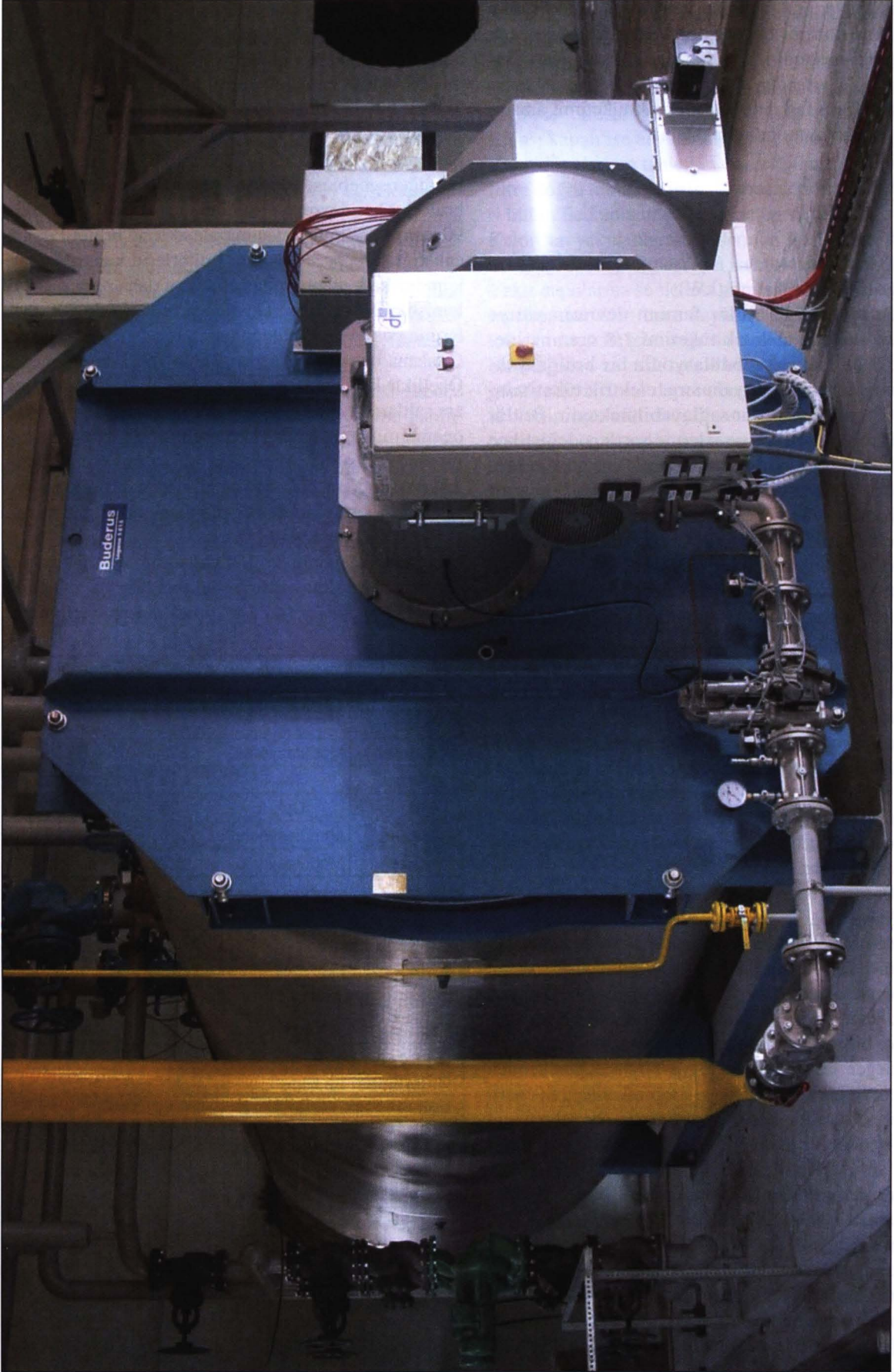
b) Pnömatik kontrollü, modülasyonlu, oransal brülörlü (Dreizler) kazan. Dış havanın sıcaklık değişimi yanmayı etkilemez.

c) Duvar tipi, modülasyonlu brülörlü, yoğuşmalı kazan (Buderus). Dış havanın sıcaklık değişimi yanmayı etkilemez.

Şekil 16.20. KAZAN VE BRÜLÖR TİPİNE GÖRE DİŞ HAVA SICAKLIĞININ YANMAYA ETKİSİ



Şekil 16.23. TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZANLAR (2x2.500 kW) VE KURUM YAPMAYAN ORANSAL BRÜLÖRLER



Şekil 16.24. ENTEGRE YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ TÜRBÜLATÖRSÜZ ÜÇ TAM GEÇİŞLİ KAZAN (8.200kW)
VE KURUM YAPMAYAN TİP, DOUBLOK GÖVDELİ ORANSAL BRÜLÖR

Frekans konvertörlü fan motorlarında ise, fan devri tüm bir çalışma dönemi boyunca brülör kapasitesine denk olarak değişmektedir. Yani hava miktarının ayarı esas olarak fan ile, ardından klape ile gerçekleştirilmektedir. Bilindiği üzere fan devri ile elektrik tüketimi, arasında şöyle bir bağıntı bulunmaktadır:

$$\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 = \frac{Q_2}{Q_1}$$

n_1, n_2 Fan devri (d/d)

Q_1, Q_2 Elektrik tüketimi (kW)

Bu bağıntıya göre, brülör fanının devrinin yarıya düşmesi halinde elektrik tüketimi 1/8 oranına inecektir. Yani frekans modülasyonlu bir brülör, yakma ile ilgili veriminin yanı sıra, elektrik tüketiminde de önemli tasarruflar sağlayabilmektedir. Brülör kapasitesi büyüdükçe ve işletme şartları değiştiğinde (ısıtılan bina tipi, ısıtıcı üreteç tipi, ısıtma süreleri, vb) hem tasarruf oranı hem de tasarruf miktarı farklılaşmaktadır.

Buna ek olarak brülörün kapasite kontrolü de verime doğrudan etkimektedir. Brülörler ana olarak tek kademeli, çok kademeli ya da kademesiz kapasite kontrolü yapmaktadır. Günümüzde küçük kapasitelerde bile brülörlerin kademesiz kontrollü olması alışkanlığı yaygınlaşmaktadır. Bunun nedeni de pek tabii ki kademesiz brülörlerle sağlanabilen enerji tasarrufudur.

Kademesiz brülörler öncelikle ihtiyaca uyum sağlayarak tasarruf gerçekleştirir; yani sadece ısıtma sisteminin ihtiyacını karşılar. Kademeli brülörler ise kapasite ayarı yapmadığı için, ihtiyaç duyulan kapasite brülörden farklı bir ekipman tarafından ayarlanmalıdır. Bu durumda;

- Bir kısım enerji kaybedilir.
- Enerji açığı doğar.

Sonuç olarak ya istenenden fazlası ya da istenenden azı brülör tarafında sağlanabildiği için düşük verim söz konusu olacaktır.

Ancak kademesiz ve pnömatik kontrolde bir minimum ve bir maksimum kapasite aralığında istenen her türlü değer sağlanabilmekte ve böylece gerekenden fazla enerji tüketilmesinin ya da gerekenden az enerji üretilerek, konfor-işletme şartlarının bozulmasının önüne geçilebilir (*Şekil 16.21 ve 22*). Kollu sistemlerde ise ara değerlerde yakıt-hava karışımı değişebilir. Kademesiz brülörlerin kullanımı özellikle yoğunmalı kazanlarla birlikte daha da öne çıkmaktadır. Bu brülörlerin genel olarak düşük yüklere inebilmesi, tesisatın düşük sıcaklıkların gerekli olduğu dönemde de sürekli olarak çalışmasına izin verir. Kademeli kontrollerde ise bu durumlarda, daha yüksek kapasitede (ve sıcaklıkta) çalış-dur mantığı ile kapasite ayarlaması yapılır.

Tesisatın düşük sıcaklıklarda sürekli çalışması ise, yoğunmalı kazanlar için daha uzun süre yoğunlaşma anlamına gelmektedir. Gerçekte ısıtma sistemlerinde düşük yüklü çalışma süresinin, tam yüke oranla 3-4 kat büyük olmasından ötürü sistemin toplam kullanma verimine olan katkısı çok daha büyük olacaktır. Kademesiz brülörlerin kullanımında verim artışının bir diğer sebebi ise süpürme süresidir. Süpürme işlemi brülörler her devreye girdiğinde gerçekleşen ve 30 ila 90 saniye aralığında, yanma olmaksızın brülör fanının çalıştığı süreçtir. Kademeli brülörlerin kapasite ayarı için dur-kalk mantığında çalıştığını daha önce de söylemiştik. Bunun anlamı kademeli brülörlerde şalt sayılarının çok yüksek olduğudur.

Ortalama olarak şalt sayıları *Tablo 16.23*'te verilmiştir. Özellikle kazanın ilk çalışması (soğuk start) değil ama ara şaltları sırasında, ön süpürme ile kazan içerisinden önemli miktarda hava geçirilerek, kazan gövdesindeki bir önceki ısıtma süresinden kalan atıl ısı bacadan dışarı atılır. Bu 500 kW'ın üzerinde bir kapasiteye sahip bir kazan için %3 mertebelerinde bir verim düşümü anlamına gelmektedir.

Yani modülasyonlu brülör kullanımı ve sadece şalt sayısının azaltılması ile %3'lük bir tasarruf mümkün olmaktadır. *Tablo 16.24*'te örnek hesap verilmiştir.

Cihaz Tipi	Kapasite Kontrolü	Kapasite (kW)	Yıllık Şalt Sayısı
Kombi	Tek	<25	125.000
Kombi	Modülasyonlu	<25	60.000
Kazan	Tek	<50	40.000
Kazan	Çok	<50	30.000
Kazan	Modülasyonlu	>50	20.000
Kazan	Modülasyonlu	>500	<10.000

Tablo 16.23. ISITMA CİHAZLARI ŞALT SAYILARI

Isıl Kapasite	5.000 kW
Brülör Çalışma Süresi	1.800 h/yıl
Kazan Verimi	%92
Yaklaşık Yakıt Tüketimi	200.000 EUR/yıl
Ön Süpürmenin Giderilmesi ile Elde Edilebilecek Verim Artışı	%2,5
Kazanç	Yaklaşık 20.000 EUR/yıl
Motor Devir Kontrolü ile Elde Edilebilecek Kazanç	Yaklaşık 5.000 EUR/yıl
Oksijen Kontrolü ile Elde Edilebilecek Kazanç	Yaklaşık 10.000 EUR/yıl
Elde Edilebilecek Toplam Kazanç	Yaklaşık 35.000 EUR/yıl Yaklaşık %17,5

Tablo 16.24. ORANSAL BRÜLÖR VERİMLERİ ÖRNEK HESABI

16.2.2. SIVI YAKITLI BRÜLÖRLER

Sıvı yakıt brülörleri üç grupta toplanabilir:

- Buharlaştırma brülörler (karbüratörlü)
- Pompalı brülörler
- Dönel brülörler

Isıtma amacıyla buharlaştırma brülör kullanımı yaygın değildir. Kalorifer kazanlarında daha çok diğer iki tip brülör kullanılır. Pompalı brülörler 400 kg/h kapasitelere kadar mono blok olarak yapılır. Fan, pompa, motor, filtre, ısıtıcı ve kontrol elemanları kendi üzerindedir. Tam otomatik, tek veya çift kademeli olabilir. Kumanda on-off veya oransal olabilir. Özellikle büyük kapasitelerde oransal kontrol önemli yakıt ekonomisi sağlar. Dönel brülörler genellikle büyük kapasitelerde kullanılır ve oransal kontrollüdür.

Mavi Alevli Brülör: Sıvı yakıtların yanması sonucu oluşan alev parlak sarı renktedir ve radyasyon kabiliyeti çok yüksektir. Bu nedenle özellikle endüstriyel kazanlarda fuel oil yakılmasında sarı alevli brülörler kullanılır. Ancak sıcak su kazanı uygulamalarında sarı alev su ile soğutulan yüzeylerle temas ettiğinde is ve kurum oluşur. Ayrıca bu tür alevlerde özellikle küçük kapasitelerde CO oranı fazla düşürülemez.

Sıcak su üretiminde mazotlu brülör olarak mavi alevli brülörler geliştirilmiştir. Bu brülörlerde oluşan alev, aynı doğal gaz alevi gibi mavi renklidir. Kazanda kurum oluşumu tamamen önlenmiştir. CO ve NO_x emisyonları gerçekleşen tam ve uygun yanma sonucu en düşük limitleri sağlayacak ölçüde düşüktür.

16.2.2.1. Sıvı Yakıt Hatları

Isıtma tesisatında sıvı yakıt olarak hafif (motorin) veya orta ağır (4-5 nolu fuel oil) yakıtlar kullanılır. Tesisatta tank ısıtıcı, refakatçi ısıtma ve elektrik ısıtıcı pot depo kullanılır.

Pot depo montajında brülörün açılma yönü kontrol edilmeli ve pot deponun brülör açılmasını engellemesi sağlanmalıdır.

Pot depoların hacmi en az 80 litre olmalıdır. 80 litre depo 35 /h brülör kapasitelerine kadar kullanılabilir.

Yakıt gravite ile depodan brülöre akar. Bu nedenle depodaki yakıt seviyesi brülör seviyesinin üstünde olmalıdır. Yakıt deposunun alçakta olduğu yerlerde, kazan dairesinde yüksekte bir günlük yakıt deposu kullanılması ve yakıtın pompa ile ana yakıt deposundan günlük deposuna transfer edilmesi gerekir. Çok emniyetli seçilmesi önerilen günlük deponun taşma borusu, ana depoya bağlanmalıdır (Taşma borusu en az 2" çapında olmalıdır.).

Yakıt Depoları: Yakıt depoları ekonomik olarak sistemin yaklaşık 20 günlük ihtiyacını karşılayacak ölçüde veya yakıt tankerinin büyüklüğü dikkate alınarak daha büyük hacimde seçilir. Ancak büyük sistemlerde ekonomik düşüncelerle depolama hacmi daha küçük tutulabilir. Özellikle tesisin bir süre

sonra doğal gaza dönüştürülme olasılığı varsa depo hacmi daha küçük seçilmelidir.

Yakıt depoları boyutları standart olup, TS 712 kapsamındadır. Yakıt depolarının kazan dairesinden ayrı bir hacimde olması ve kapılarının saç olması gerekir. Burası kapalı ise havalandırılması gereklidir.

Yakıt depolarının temelleri en az 250 mm olmalıdır ki filtre doğru monte edilsin. Ayrıca depo temelini üzeri bitüm ile kaplanırsa deponun ömrü uzar.

Kalorifer yakıtı olarak kullanılan fuel oil'in depoda akabilir halde tutulması için ısıtıcı serpantin kullanılır. Yakıt depolarına su ile test yapılmayacak ise, depo üst saçı kapanmadan önce kaynak yapılan köşelere depo içinden fırça ile gaz yağı sürülmelidir. Depo dışından bakıldığında kaynak hatası olan yerlerin ıslak olduğu görülecektir. Yakıt deposu boşaltması kesinlikle kanalla verilmemelidir. Boşaltma vanası ucuna 200 mm boru eklenerek, yakıt deposundaki suyun kova ile alınabilmesi olanağı yaratılmalıdır. Günlük yakıt depoları seviyesi kazandan aşağı düşmemelidir.

Bina dışında ısıtılan depoların (dik yakıt tankları gibi) dış yüzeyleri beyaz parlak renge boyanmalıdır.

Kullanılmış Yakıt Depolarının Kesilmesi: Kullanılmış yakıt depolarının kesilerek bina dışına çıkartılması istenirse,

- Depodaki yakıt tamamen boşaltılmalıdır.
- Mazotlu ahşap talaşı ile tüm yüzeyler metal çıkıncaya kadar temizlenmelidir.
- Su ile yıkanmalıdır.
- Kapakları açılarak bir süre havalandırılmalıdır.
- Kesme işlemi yapılırken depo hacminin havalandırılması temin edilmelidir.
- Bu işlemleri mutlaka kalifiye elemanlar yapmalı ve kontrol etmelidir.

16.3. ISITICI ELEMANLAR

Bu kısımda sıcak su ve buharlı merkezi ısıtma tesisatlarında kullanılan çeşitli tip ısıtıcı elemanlar ve sistemler üzerinde durulacaktır:

- Çıplak boru ısıtıcılar
- Radyatör sistemi
- Konvektörler
- Radyant ısıtıcılar (radyasyonlu ısıtıcılar)
- Yerden ısıtma

16.3.1. ÇIPLAK BORU ISITICILAR

a. Düz Borular: Düz borular ısıtıcı elemanların en basit şeklidir. Yatırım maliyeti yüksektir. Ancak kolay uygulanabilirlik ve kolay temizlenebilme üstünlükleri vardır.

Çıplak boruların ısıtıcı eleman olarak kullanıldığı örnek uygulama alanı seralardır. Genellikle ısıtıcı yüzey olarak kullanılan düz boruların anma çapları 1" ile 4" arasında değişmektedir.

İçinden sıcak su veya buhar geçen, durgun havaya yerleştirilmiş düz borularda ısı transfer hızı düşüktür. Dolayısıyla belirli bir ısı yükünü karşılayabilmek için göreceli olarak uzun boru boylarına ihtiyaç vardır.

b. Kanatlı Borular: Boru içindeki sıcak su veya buhar, boru dışındaki durgun havaya ısı akışında en büyük direnç boru dış yüzeyindeki durgun hava filmi meydana gelir. Bu nedenle boru yüzeylerinden odaya olan ısı yayımı, hava ile temastaki boru dış yüzeylerini büyütmeyle önemli ölçüde artırılabilir. Kanatlı borular bu amaçla geliştirilmişlerdir.

Üretimdeki pratik zorluklar boru yüzeylerinin genişletilmesi işlemini belirli oranların ötesinde sınırlar. Buhar veya su ile ısıtma amacı ile kullanılmak üzere mevcut ticari kanatlı boruların çoğunda iç yüzey, kanatlı dış yüzey oranı 1/10-1/30 arasında değişir.

Kanatlı boru üretiminde özellikle kanatla borunun sıkı bir temas halinde olmasına dikkat edilmelidir. Aynı şekilde uygun kanat formlarının seçilmesi hem kanadın ısı verimi, hem de boruların kolayca temizlenebilir olma özelliği bakımından çok önemlidir. Bazı kanat formları yüksek verimli olsa da uygulama alanında kir ve toz toplanmasına uygun ise tercih edilmemelidir.

Boru malzemesi genellikle çelik, alüminyum ve bakırdır. Çelik borulardan yapılan serpantinlerin ömürlerinin kısa olması, bakır boru alüminyum kanatlı serpantinlerin ise kanat aralarına pislik dolması ve temizleme zorlukları en önemli dezavantajlarıdır. Kanatlı borular genellikle fan coil, sıcak hava aparatları ve klima santrallerinde yüksek hava hızları altında kullanılır.

16.3.2. RADYATÖR SİSTEMİ

Sıcak sulu ısıtma tesisatlarında, radyatörler tesisatın temel elemanlarından biridir. Bunun en önemli nedenleri:

- Isı kaybı en çok cam yüzeylerde oluşmakta, dolayısıyla burada soğuk etkisi ortaya çıkmaktadır. Radyatörler pencere altlarına konulduğundan soğuk hava kaynağında ısıtılmakta ve en yüksek konfor elde edilmektedir. Ayrıca radyasyon etkisi sayesinde oda içinde soğuk yüzeylerin oluşumu önlenir. Bu konforu daha da artırır.
- Sorunsuz bir sistemdir. Isıtma sezonu boyunca herhangi bir bakım-servis istemez, işletmede teknik personel gerektirmez.
- Sessizdir. Hareketli bir parça veya elektrik motoru içermez. Enerji harcamaz.
- Kolay işletilir ve sürekli ayar gerektirmez.
- Termostatik vana ile her oda farklı sıcaklıkta kontrol edilebilir.
- Yatırım maliyeti düşüktür.
- Yer kaybı azdır.
- Montajı kolaydır.

16.3.2.1. Radyatör Sistemiyle İlgili Pratik Notlar

Isıtma cam altına yerleştirilen radyatörlerle yapılmalıdır. Çünkü cam yüzeyinde soğuyan ve zemine çökme eğilimine giren hava cam altındaki radyatörlerle ısıtılarak zeminde soğuk hava etkisi engellenmiş olur. Dolayısı ile ısıtma direkt olarak ısı kaybının en büyük olduğu bölgede yapılarak en yüksek konfor elde edilmiş olur. Cam altına yerleştirilen radyatör boylarının mümkün olduğunca pencere genişliğinde olmasına dikkat edilmelidir.

Isı yalıtımlı binalarda radyatör ihtiyacı çok azaldığı için, cam önüne monte edilen klasik tip radyatörlerin boyları cam uzunluğuna göre çok az yer kaplamaktadır. Isının cam altından daha yaygın dağıtılması konforu arttıracığından PKKP tipi radyatörler yerine P55 tipi ince panel radyatörler ya da alüminyum radyatörler kullanılmalıdır.

Banyo ve mutfak gibi hacimlerde mimari projede radyatörü monte edecek yer bırakılmamış ise, radyatör yukarı asılır. Bu durumda ısı yukarıda toplanacağı için bir kayıp söz konusudur. Mutlaka yukarı koyulacaksa da bu radyatörlerin kapasitesi %10-15 artırılmalı, panel tipi radyatörler ızgara alt yüzeyde olacak şekilde (aşağıdan görüleceği için) monte edilmelidir.

Isı kaybı en az olan hacimlerde, radyatör miktarı 2 dilimden az hesaplanmış ise, bu hacimlere radyatör koymayıp, ısı kaybını komşu hacimlere ekleyebiliriz. Bazı projelerde ısıtma ve soğutmanın aynı cihazla yapılması amacıyla Fan-coil sistemi veya hava kanallı sistemler kullanılsa da bunlar işletme ve uygulama zorlukları, ses, servis sıklığı gibi nedenlerle çok tercih edilmemelidir.

16.3.2.2. Radyatör Seçimi

Konforlu ve ekonomik bir ısıtma için uygun radyatör seçimi çok önemlidir. Sıcak sulu ısıtma tesisatında kullanılacak çeşitli tipte radyatörler bulunmaktadır. Bunları malzemelerine göre çelik, döküm, alüminyum gibi gruplara ayırmak mümkün olduğu gibi; formlarına göre panel, dilimli gibi sınıflandırmak mümkündür. Farklı tiplerin diğerlerine göre avantajlı veya dezavantajlı olduğu özellikleri vardır.

Radyatör seçiminde dikkat edilecek unsurlar :

- a. Yer kaybı daha az olmalıdır (*Şekil 16.25*). Böylelikle;
- Duvardan açıklığı (genişliği) az olur.
 - Duvar ile radyatör arasında boşluk bırakmaya ihtiyaç olmaz.
 - Tül veya perde kullanımını kolaylaştırır.
 - Radyatör arkası net olarak görünmediği için radyatör arkasındaki duvarın boyanma ihtiyacı oluşmaz veya çok daha azalır. Duvarlarda badana yapılırken radyatörün sökülmesine de gerek kalmaz.

b. Homojen ve konforlu ısıtma sağlanmalıdır.

- Cam altında yaygın olarak yer alacak şekilde seçilecek radyatör soğuk yüzey etkisini azaltır, konforu artırır.
- Oda içinde sıcaklık dağılımı daha homojen olur.
- Odayı çevreleyen ortalama yüzey sıcaklığı ve hissedilen sıcaklık arttığı için, oda sıcaklığı azaltılarak yakıt tasarrufu sağlanabilir.
- Dupleks evlerde üst katlara kaçan ısı azalır.
- Odaya bakan daha fazla düz panel yüzeyine sahip radyatör seçildiğinde düşük sıcaklık ısıtması uygun olur. Düşük sıcaklık ısıtması da yakıt tasarrufu ve konfor açısından avantajlı olacaktır.

c. Radyatör arkasındaki duvardan ısı kaybı az olmalıdır. P55 panel radyatörler kullanılırsa duvar tarafında göreceli olarak daha soğuk olan kanatlar yer alır. Bu nedenle duvardan ısı kaybı daha azdır. İstenirse duvar tarafına yansıtıcı malzeme monte edilebilir ve P55 panel radyatörler duvara çok yakın olduğu için bu malzeme radyatörün arkasından görünmez (Şekil 16.26).

d. İşletme maliyeti de ilk yatırım maliyeti de ekonomik olmalıdır.

Yatak odalarının ve banyonun ısı kaybı, ısı yalıtımlı birçok evde 500-800 kcal/h mertebelerindedir. Bu odalara panel radyatör PKKP tiplerinde ihtiyaçtan daha fazla radyatör konulması gerektiğinden, denge-siz ısıtma oluşur.

Alternatif olarak P55 panel kullanıldığında ise ısıtma ihtiyacına çok yakın uzunluklarda radyatör seçilerek,

- Evde dengeli ısıtma yapılır.
- Gereksiz yakıt tüketimi oluşmaz.
- Daha konforlu ve dengeli ısıtma yapılır.

- Daha uygun boyutlarda seçim yapıldığından oversizing (aşırı büyük boyutlandırma) önleniyor. Toplam panel radyatör maliyeti genellikle çok daha ekonomik olur.

- Yatak odalarına ihtiyaçtan fazla oranda radyatör montajı yapıldığında oda fazla ısınır, hava kurur ve insanların grip olma riski artar. P55 panel radyatör ile dengeli ısıtma yapılırken, oda sıcaklığı normal değerde kalacağı için oda havası daha az kuru olur ve grip olma riski azalır.

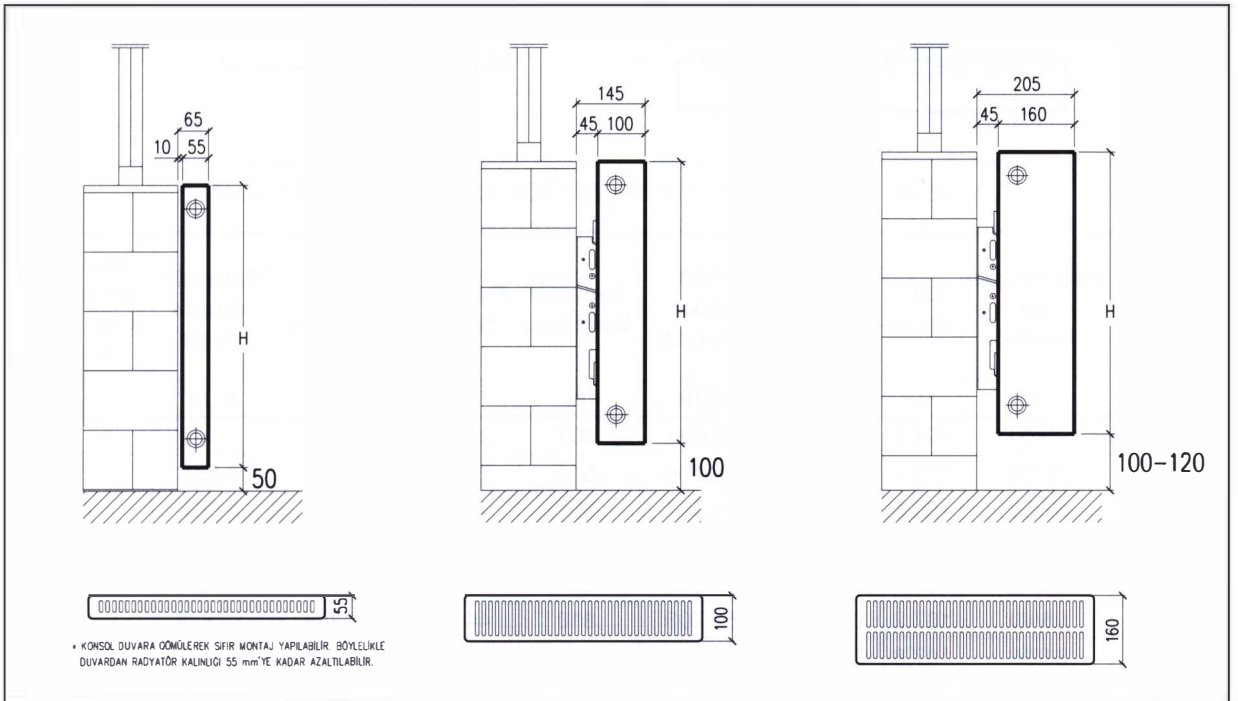
e. Radyatör yerleşimine dikkat edilmelidir.

P55 panel radyatör kullanıldığında, duvardan açıklığı çok az olduğu için üzerine oturulma olasılığı çok azdır. Oturulsa da konsol açıklığı çok az olduğu için eğilme veya kırılma riski oluşmaz.

Ayrıca yine radyatör yerleşiminde seçilen 2,0-2,5 m uzunluktaki radyatörler sebebiyle homojen ısıtma sağlanamamakta, ısı konfor bozulmakta ve genellikle anlamsız olmaktadır.

16.3.2.3. Radyatör Miktarının Artırılmasının Yakıt Tüketimi Ve Yatırım Maliyeti Üzerine Etkisi

Yoğuşmalı kazanlar kullanıldığında, sistem ısı veriminin mümkün olduğu kadar yüksek olabilmesi için kullanılan ısıtma sıcak suyu sıcaklıklarının mümkün olduğu kadar düşük olması gereklidir. Bu nedenle yoğuşmalı kazanlar düşük sıcaklık ısıtmasıyla özdeşleşmiştir. Yine bu nedenle yerden ısıtma sistemlerinde yoğuşmalı kazanların kullanılması çok karlı olmaktadır. Ancak buradan radyatörle ısıtmada yoğuşmalı kazanların kullanılmaması anlamı çıkartılmamalıdır. Sistem anma sıcak

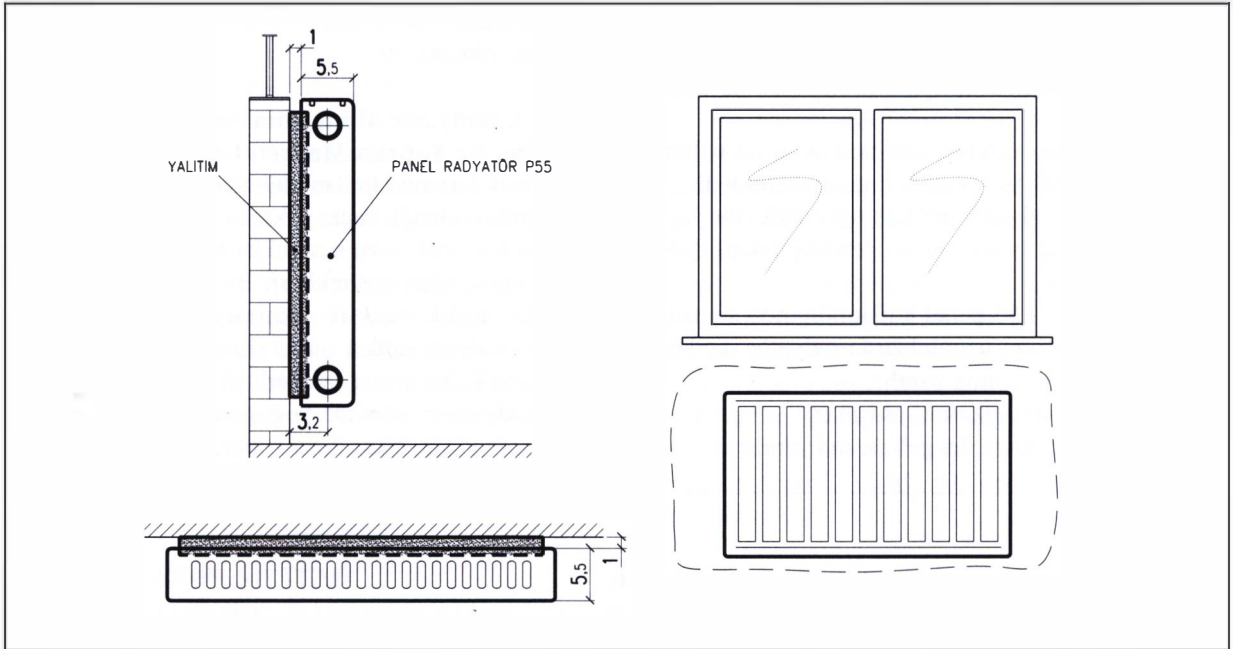


Şekil 16.25. P 55, P100 VE P 160 PANEL RADYATÖRLERİN ÖRNEK MONTAJ ÖLÇÜLERİ

su sıcaklığı ne olursa olsun, yoğuşmalı tip kazanlar kısmi yüklerde yoğuşma modunda çalışır ve yıllık yakıt tüketimi açısından değerlendirildiğinde yoğuşmasız kazanlara oranla önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlarlar. Türkiye için de 90/70°C hesaplanan sıcak sulu ısıtma sistemlerin, uygulamada 75/60°C çalışan sistemler olduğu kabul edilebilir.

Gücü 1.200 kW olan yoğuşmalı bir kazan kullanılan 90/70°C sıcak sulu ısıtma sisteminde standart hesap yolu ile belirlenen radyatör miktarı, PKKP 600 tip panel radyatör kullanıldığında 467 m olarak bulunmaktadır. Yoğuşmalı kazan performansının artırılması amacıyla radyatör yüzey miktarlarının artırılması halinde, yakıttan yapılacak yıllık tasarruf ve buna karşılık ilave radyatör maliyetleri hesaplanmıştır. Hesap sonuçları Tablo 16.27'de sunulmuştur. Bu tabloda

standarda göre hesaplanan radyatör miktarı esas alınmıştır. Radyatör miktarının referans değere oranla artırılıp, eksiltilmesi halinde hesaplanan yıllık yakıt maliyetleri, radyatör fiyatları, fark maliyetleri, geri ödeme süreleri tabloda görülmektedir. Burada 7 ay = 1 ısıtma sezonu = 1 yıl olarak kabul edilmiştir. Yoğuşmalı kazan kullanımında Türkiye'de standart hesap yöntemlerine göre boyutlandırılmış 90/70°C sıcak sulu ısıtma sistemlerindeki radyatör miktarları yeterlidir. Yoğuşmalı tip kazanlardan daha geniş ölçüde yararlanmak için radyatör yüzeylerinin artırılması ekonomik olarak fizibil olmamaktadır. Radyatör yüzeylerinin artırılmasıyla elde edilen karlılık giderek azalmakta ve amortisman süreleri hızla artmaktadır. Standart olarak belirlenen radyatör miktarlarının kullanılması halinde İstanbul koşullarında yıllık sistem



Şekil 16.26. P 55 RADYATÖRÜN VE İZOLASYONUN YERLEŞİMİ

Radyatör Artırım Oranı	Gerçekleşen Su Sıcaklığı	Yıllık Verim	Yıllık Yakıt Tüketimi	Yıllık Yakıt Maliyeti	Radyatör Uzunluğu	Radyatör Yatırımı	Yıllık Yakıt Tüketim Farkı	Radyatör Yatırım Farkı	Radyatör Artırımının Amortisman Süresi
	°C								
1,0	75/60	104,5	215.536	55.091	467	25.306	0	0	-
1,10	71/56	105,1	214.305	54.776	514	27.836	315	2.531	8,0
1,20	67/52	105,6	213.290	54.517	561	30.367	574	5.061	8,8
1,35	63/48	106,1	212.285	54.260	631	34.163	831	8.857	10,7
1,50	59/44	106,7	211.091	53.955	701	37.958	1.136	12.653	11,1
1,75	55/40	107,2	210.107	53.703	818	44.285	1.388	18.979	13,7
2,00	51/36	107,8	208.937	53.404	934	50.611	1.686	25.306	15,0

Tablo 16.27. 75/60°C ISITMA SİSTEMİNE GÖRE (İstanbul) RADYATÖR MİKTARLARININ ARTIRILIP, AZALTILMASININ EKONOMİK ANALİZİ (1.200 kW kapasite için)

verimi %104,5 gibi yüksek bir değerde kalabilmektedir. Yapılan yakıt tasarrufuna karşılık gerekli radyatör fark maliyeti Şekil 16.28'de grafik halinde verilmiştir.

16.3.2.4. Termostatik Radyatör Vanası

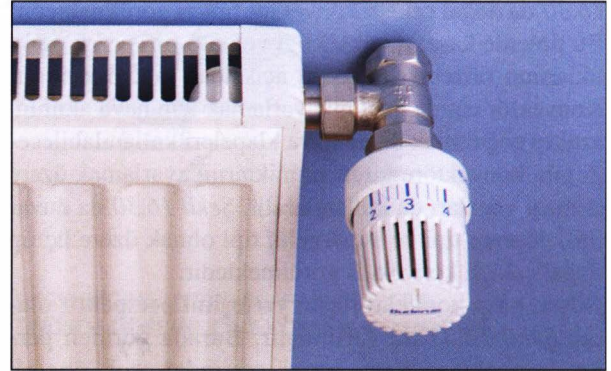
Kullanılması (Şekil 16.29)

Radyatör girişine takılan ve oda sıcaklığını kontrol eden vanalardır. Ayarlanan oda sıcaklığına göre radyatöre giren su debisini kontrol eder. Oda sıcaklığını 6-40°C aralığında istenen bir değerde sabit tutabilir. Termostatik vana valf grubu ve sıcaklık duyar eleman grubu olarak iki kısımdan oluşur. Termostatik vanalar sıcaklık kontrolü istenen odalardaki radyatörlere veya radyatör gruplarına takılır. Banyo, koridor ve benzeri yerlerde kullanılması gerekmez.

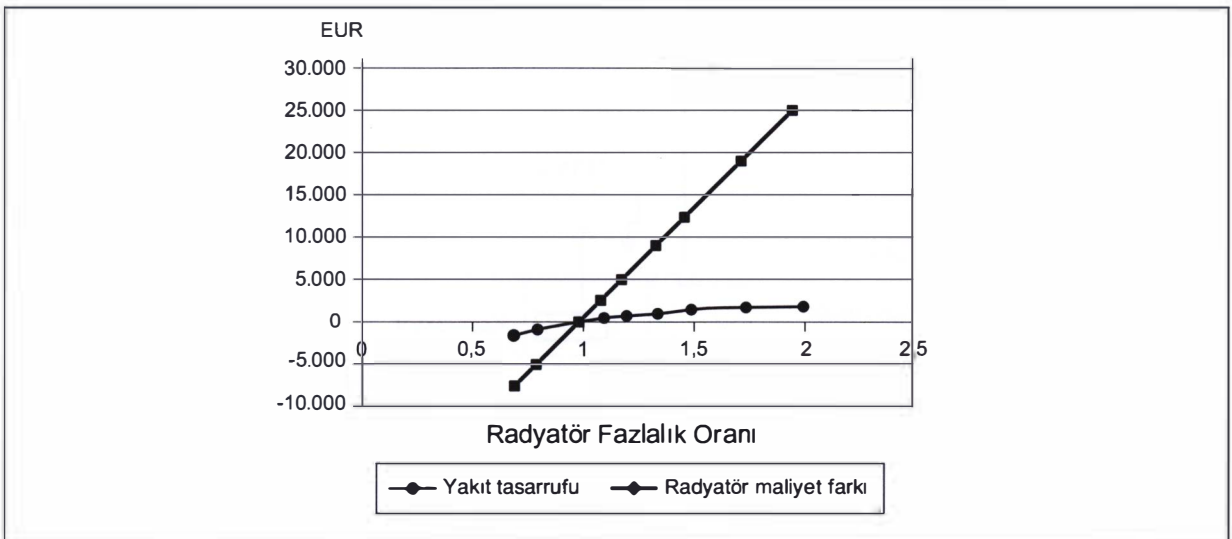
Termostatik vana kullanımı ekonomik çalışma ve konforun en önemli elemanlardan biridir. Sistemleri tek zonlu olarak ele almak ve bu şekilde çalıştırmak konfor eksikliği yaratır. Termostatik radyatör vanalarının kullanılmasıyla sistemde ısıtma tam ihtiyaca göre yapılabilir ve güneş, aydınlatma, insanlar gibi kaynaklardan olan ısı kazançları değerlendirilebilir. Farklı mahaller farklı sıcaklıklarda tutulabilir. Termostatik kontrol vanaları kullanımıyla yakıt tüketiminde en az %10 tasarruf yapılabilir. Termostatik vanaların sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 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 azaltacaktır.
- 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.
- Dupleks 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.
- Çalışması için harici enerji gerekmez
- Kullanımı kolaydır.
- Ayarlanan sıcaklıkta kilitleme yaparak, ayarın başkalarınınca değiştirilmesi önenebilir. Bu okul, çarşı, iş merkezi gibi genel kullanım yerlerinde önemlidir.
- Bakım ve servis gerektirmez. Basit ve sağlam bir yapısı vardır.
- Yatırımın geri ödeme süresi çok kısadır.



Şekil 16.29. TERMOSTATİK RADYATÖR VANASI



Şekil 16.28. YAKIT TASARRUFUNA KARŞILIK YATIRIM MALİYET FARKI

16.3.3. KONVEKTÖRLER

Konvektörler öz olarak kanatlı borulardan oluşur. Bu kanatlı borular baca etkisi yaratmak üzere bir kaset içine yerleştirilmiştir. Kasetin alt tarafından giren soğuk hava kanatlı ısıtıcı borularda ısınır ve yükselen ısınmış hava kasetin üst tarafından odaya verilir.

Konvektörleri radyatörlerden ayıran ana özellik ısı geçiş şekline bağlıdır. Konvektörlerde odaya radyasyonla ısı yayımı çok azdır. Buna karşılık baca etkisi dolayısıyla ile artan hava hızlarına bağlı olarak ısı geçişi %95-98 gibi büyük bir oranda konveksiyonla olur. Konveksiyonla ısı geçişini arttırmak için konvektörlerde kanatlı boru kullanılır.

Konvektörlerde ısıtma yüzeylerine doğrudan temas etmek mümkün olmadığından, bu tip ısıtıcılarda 90°C'den daha yüksek sıcaklıklarda akışkanla ısıtma yapılabilir. Böylece konvektörün ısı gücü de artmış olur. Bu nedenle, özellikle endüstriyel uygulamalarda, konvektörlerde yüksek sıcaklıkta kızgın su veya buhar kullanılabilir.

Konvektörler doğal çekişli ve üfleli olarak ikiye ayrılır. Doğal çekişli konvektörlerde hava hareketi tamamen kasetin yarattığı baca etkisiyle gerçekleşir. Şekil 16.30'da doğal çekişli konvektör tipleri görülmektedir. Bu tiplerde kasetin yüksekliği ve hava giriş çıkış açıklıklarının düzeni ısı verim açısından çok önemlidir. Konvektör ısıtma gücünü ayarlamak için hava akımını azaltıp çoğaltmak üzere hava klapeleri kullanılabileceği gibi konvektöre giren su miktarını ayarlamak üzere kontrol vanaları da kullanılabilir. Şekil 16.30'da duvar tipi, döşeme tipi ve süpürgelik tipi olmak üzere üç tip doğal çekişli konvektör görülmektedir.

Döşeme tip konvektörlerin yerleşimi perspektif olarak Şekil 16.31'de verilmiştir. Burada görülen perde, konvektöre hava girişi açısından çok önemli olup, üzerinin kapanmamasına dikkat edilmelidir.

Hava akışının şiddeti bu perdenin yüksekliği ile orantılıdır. Döşeme tipi konvektörlerin üfleli tipleri de vardır. Şekil 16.32'te ise yeni geliştirilen doğal ve cebri konveksiyonlu tip görülmektedir. Şekil 16.33, 16.34 ve 16.35'te ise döşeme tip konvektör uygulamaları görülmektedir.

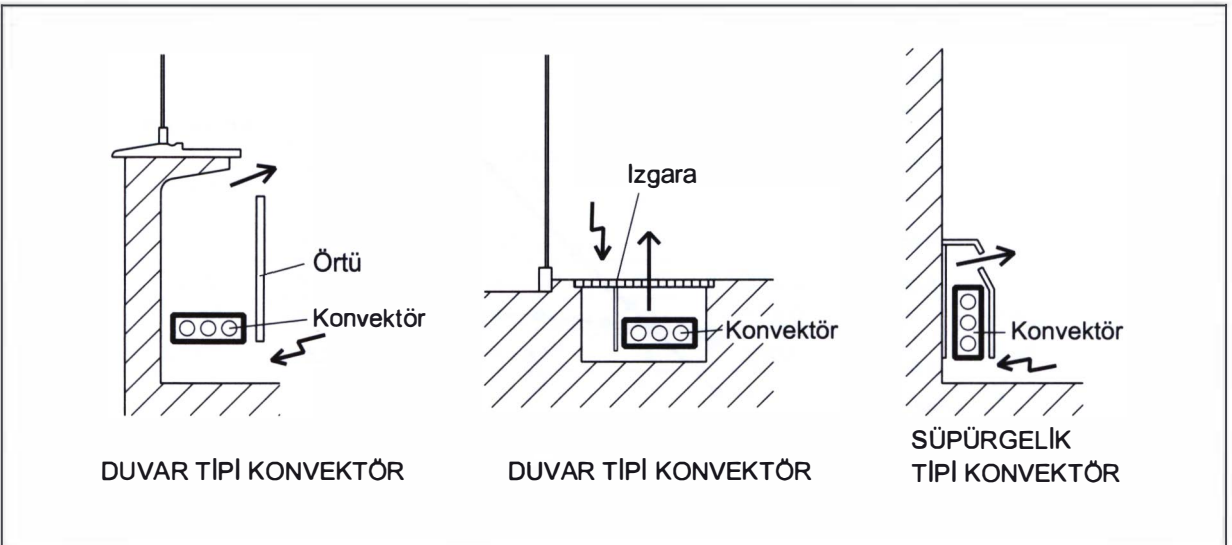
Üfleli konvektörlerde ise hava hareketini sağlamak üzere radyal fanlar kullanılır. Şekil 16.36'da bu tip bir konvektörün kesiti verilmiştir.

Fan tarafından bir filtreden geçerek emilen hava, ısıtıcı borulardan geçerek odaya üflenir. Bu düzenlemede fan altta, ısıtıcı borular ise üsttedir. Bazı tiplerde hava girişine dış hava bağlantısı da yapılabilir. Böylece üfleli konvektör aynı zamanda havalandırma işlevini de yerine getirir. Salon tipi cihazlar adı verilen üfleli konvektörler, otel lobileri, fuayeler gibi daha geniş hacimlerin ısıtılmasında kullanılır.

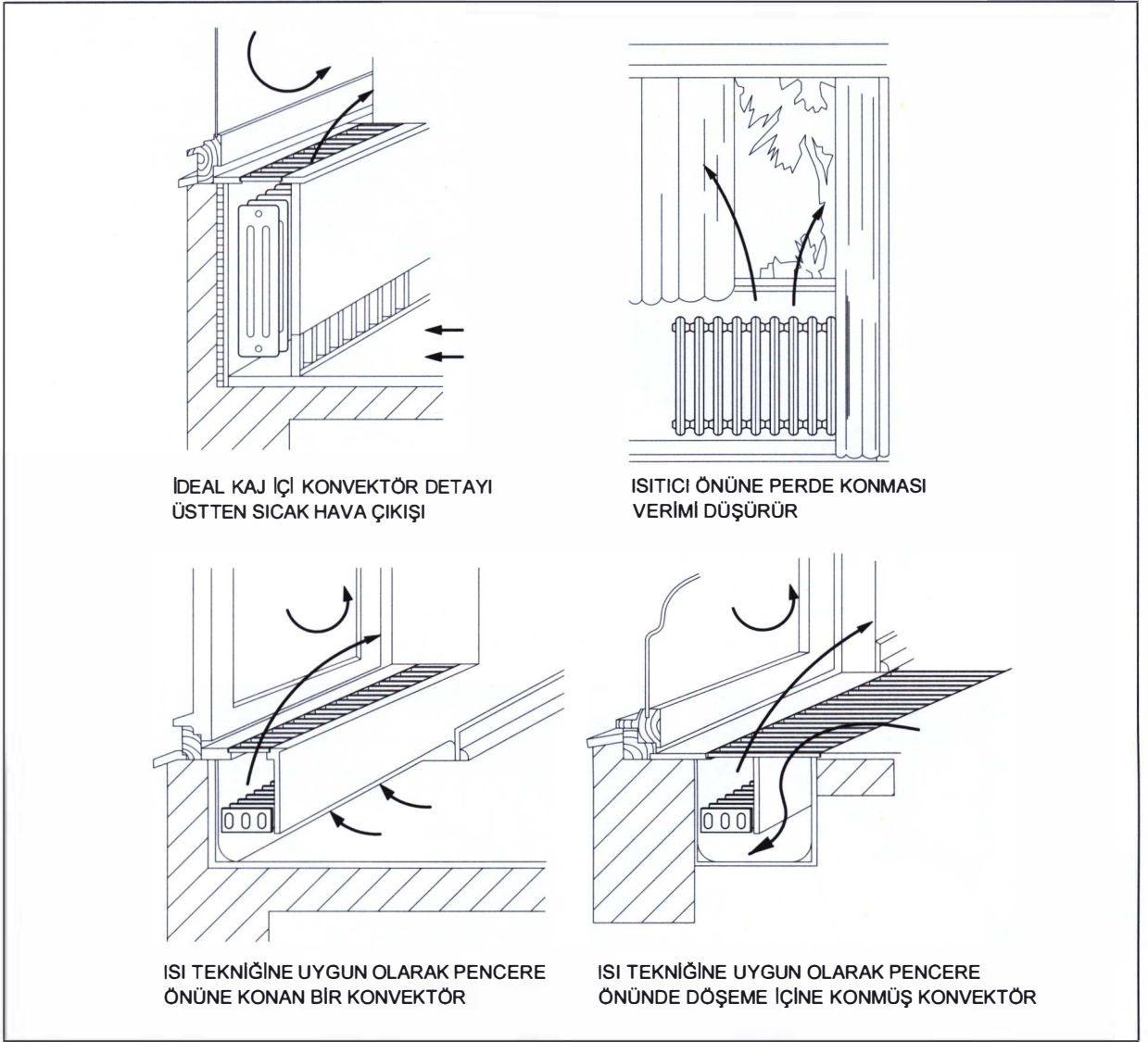
Kapasitelerine göre az yer kapladığından ve çabuk ısıtma yapabildiklerinden tercih edilirler. Konvektörlerde temizlik çok önemlidir. Özellikle üfleli tip konvektörlerin filtreleri çok çabuk kirlenir ve tıkanır. Bu yüzden okul gibi gerekli bakım ve temizliğin yapılamayacağı yerlerle, tozlu ortamlarda konvektörler kullanılmamalıdır.

Tavan yüksekliği 3,5 metre'den fazla olan yerlerde ısıtıcı olarak radyatör kullanılması tavan seviyesinde ısı birikimi nedeniyle ekonomik ve konforlu değildir. Vantilatörlü sıcak hava cihazları tavan yüksekliğinin 5,5 metreden fazla olduğu yerlerde pratik olabilir.

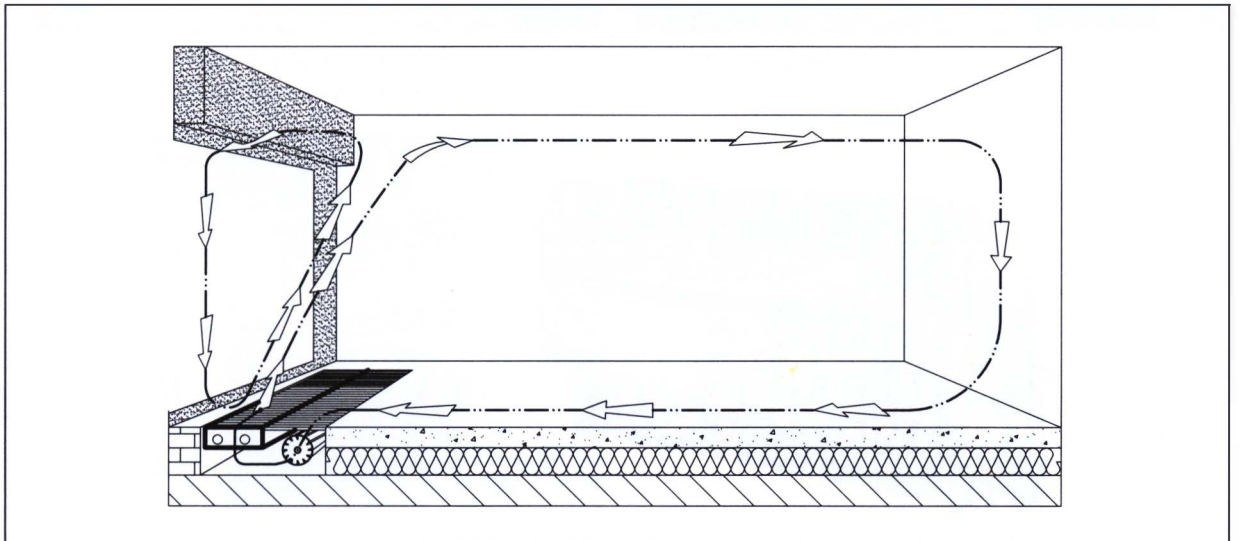
Isıl güç ayarı için, genellikle devri kademeli olarak ayarlanabilen fanlar kullanılır. Fan tamamen durdurulduğunda ise konvektörden yayılan ısı çok azalır. Üfleli tip kasetli konvektörlerde, 90/70°C sıcak suda, ısı güçler 2.000-15.000 kcal/h aralığında olabilmektedir.



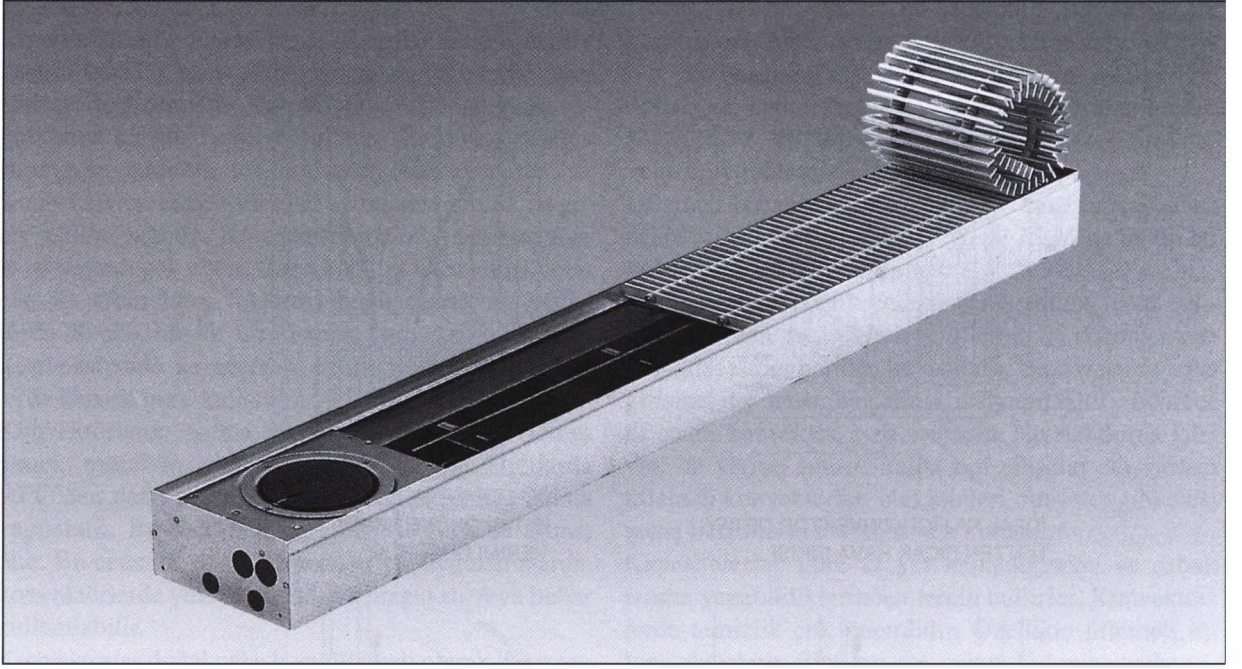
Şekil 16.30. ÇEŞİTLİ DOĞAL ÇEKİŞLİ KONVEKTÖR TİPLERİ



Şekil 16.31. RADYATÖR VE KONVEKTÖR MONTAJ DETAYI



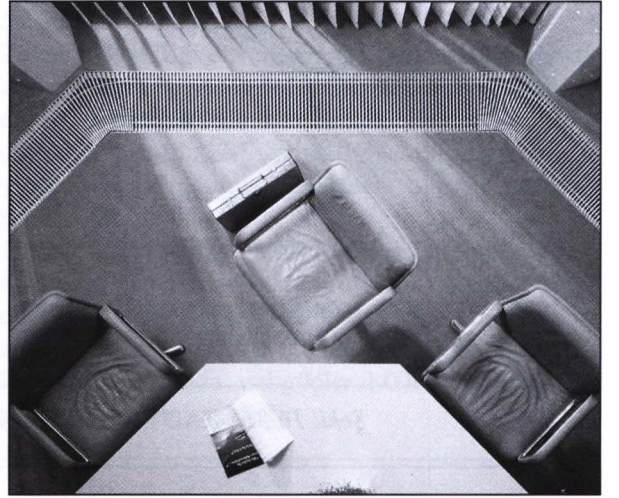
Şekil 16.32. DOĞAL VE CEBRİ ÇEKİŞLİ DÖŞEME TİPİ KONVEKTÖR ŞEMASI



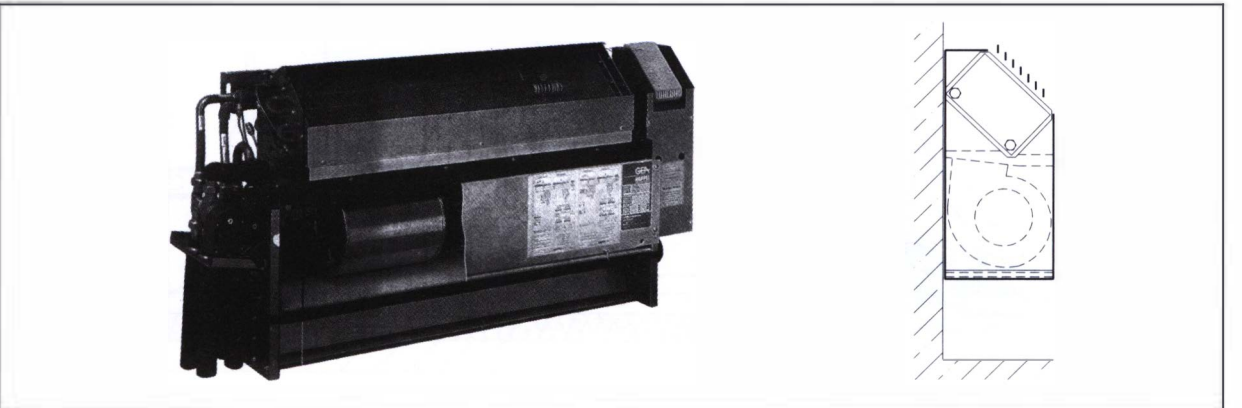
Şekil 16.33. DÖŞEME TİPİ KONVEKTÖR



Şekil 16.34. DÖŞEME TİPİ KONVEKTÖR UYGULAMA ÖRNEĞİ 1



Şekil 16.35. DÖŞEME TİPİ KONVEKTÖR UYGULAMA ÖRNEĞİ 2



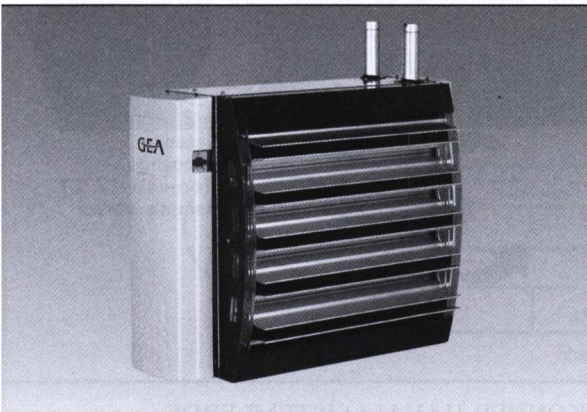
Şekil 16.36. ÜFLEMELİ KONVEKTÖR (Salon tipi sıcak hava apareyi)

16.3.3.1. Endüstriyel Tip Konvektörler (Sıcak Hava Apareyleri)

Şekil 16.37'de endüstriyel tip bir sıcak hava apareyi görülmektedir. Bu cihazlar daha çok fabrika, depo, hangar, atölye gibi büyük hacimlerin ısıtılmasında kullanılır. İdeal olarak yerden 2 m yüksekliğe yerleştirilir. Bu cihazlarda ısıtıcı akışkan olarak yüksek sıcaklıkta su veya buhar kullanılır. Endüstriyel fanlı apareyler yerden 2 m'den yükseğe monte edildiğinde hava emişi bir kanal ile yerden 300 mm yüksekliğe kadar indirilmeli, hava buradan bir menfezle alınmalıdır (Şekil 16.38).

Salon tipi konvektörler gibi bu cihazlar da kanatlı borulardan oluşturulan bir ısıtıcı batarya, yüksek devirli aksiyal veya radyal bir fan ve ayarlanabilen kanatçıklarından yapılmış bir hava çıkışını içeren kasetten oluşmuştur. Hava çıkışı aşağı doğru veya yatay olarak ayarlanabilir. Cihazın ısı gücü, ısıtıcı akışkan ile bataryadan geçen hava arasındaki farka ve hava hızına bağlıdır. Hava hızı ve sıcaklık farkı ne kadar yüksekse cihazın ısı gücü de o kadar yüksek olur. Aksiyal fanlı tipler 90/70°C sıcak su ile 60 kW ve radyal fanlı tipler yine 90/70°C sıcak su ile 90 kW güce kadar ulaşabilir. Kızgın su veya buhar kullanıldığında bir ünite de 120 kW güce kadar ulaşmak olasıdır. Ancak cihaz seçiminde bütün ısıyı tek bir cihazla sağlamak yerine homojen bir ısıtma sağlayacak şekilde çok sayıda cihaz seçmek (her cihaz 9-19 kW kapasiteleri arasında) daha uygundur. Bu cihazların seçiminde ve yerleştirilmesinde bütün ısıtılacak hacmin homojen bir şekilde ısıtılmasına, havanın insanların çalışma düzeyine uygun bir şekilde üflenmesine ve rahatsız edici hava akımlarının oluşmamasına dikkat edilmelidir.

Sıcak hava apareyelerine taze hava bağlantısı da yapılabilir. Taze hava ile resirkülasyon havası oranları bir damper ile ayarlanır. Sabah ilk çalışmada taze hava kapatılarak mahallin çabuk ısıtılması sağlanır. İnsanlar çalışmaya başladıktan sonra taze hava açılır. Sıcak hava apareyelerinin fanlarına, oda termostatu ve apareyin hava girişine monte edilecek bir kanal termostatu ile kumanda edilerek, ortam sıcaklığı kontrol edilmelidir.



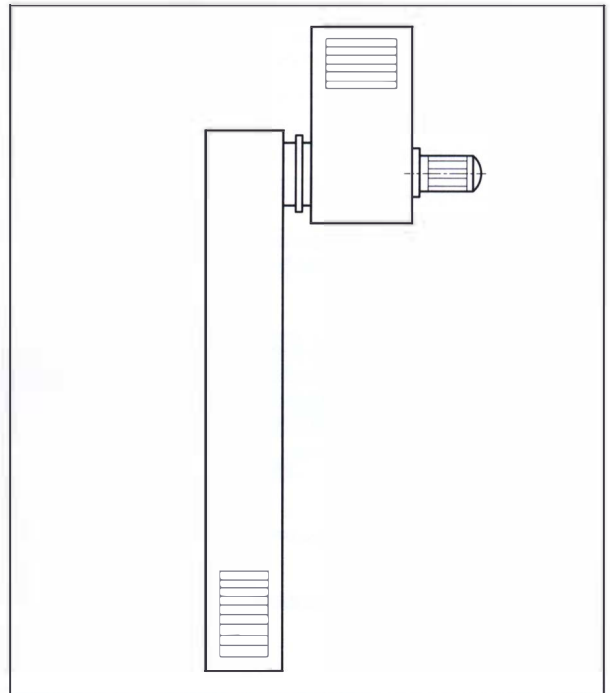
Şekil 16.37. DUVAR TİPİ SICAK HAVA APAREYİ

16.3.3.2. Sekonder Havalı Sıcak Hava Menfezleri Sistemi

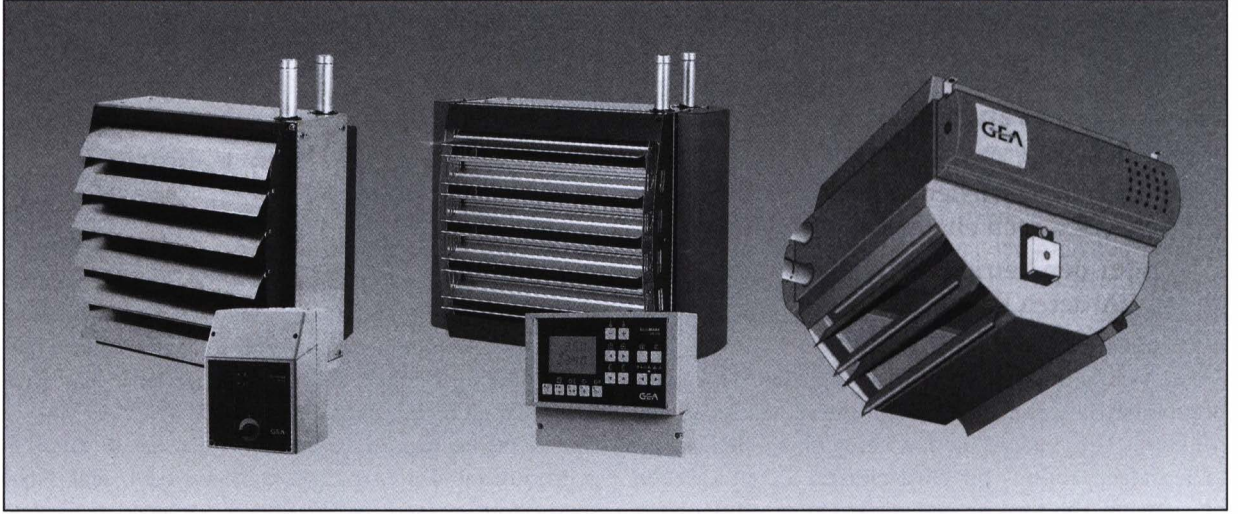
Isıtma amacı ile kullanılan sıcak hava apareyleri, üfleme havası sıcaklığı ortam sıcaklığından 8-12°C daha yüksek olduğundan, ortam içinde uygun olmayan sıcaklık dağılımına neden olur. Apareyden üflenen hava sıcak olduğundan hafiftir ve yukarı doğru yönelir.

Sıcak hava apareyelerinin daha ziyade yüksek tavanlı geniş hacimlerde kullanıldıkları göz önüne alınırsa, sıcak havanın tavanda toplanacağı ve insanların bulunduğu bölgenin daha soğuk kalacağı açıktır. Bu husus atölye, hangar, fabrika gibi yerlerde hava ile ısıtmanın en büyük dezavantajıdır.

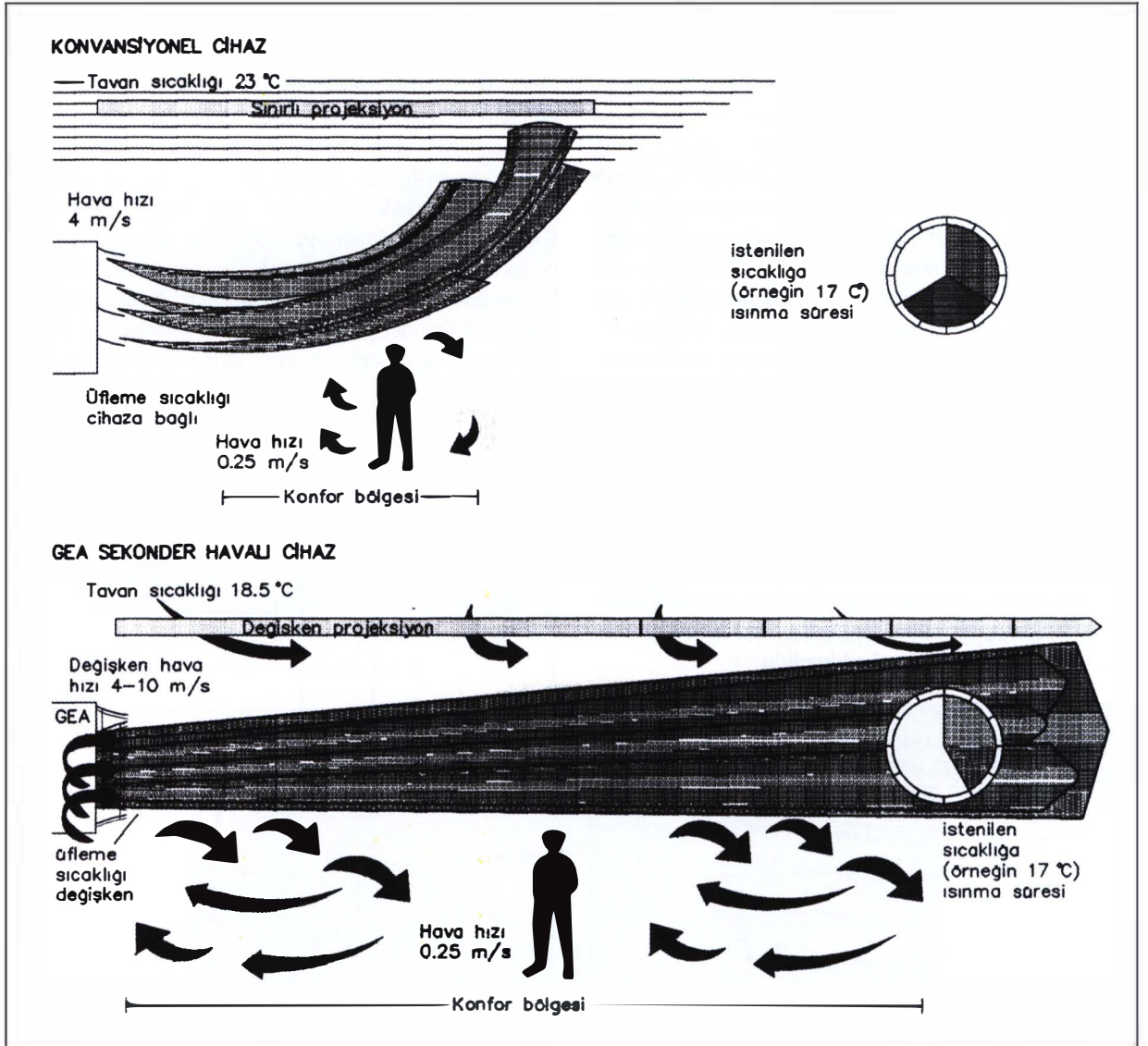
Bunun önüne geçmek üzere sekonder havalı cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazlarda konvansiyonel sıcak hava apareyelerinden farklı olarak üfleme kanatçıkları (jaluziler) özel olarak geliştirilmiştir. Bu kanatçıklar sayesinde üflenen hava çevre havasını da sürükleyerek, çok büyük miktarlarda ve hızda cihazdan çıkmaktadır. Bu nedenle üfleme sıcaklıkları ortam havası sıcaklıklarından ancak birkaç derece daha yüksektir. Bu sayede izotermal şartlara yakın ve atış mesafesi yüksek bir jet elde edilmektedir. Üflenen hava yukarı kıvrılmaksızın uzun mesafelere ulaşmakta, ortam havası ile hızlı bir biçimde karışarak oda içerisinde sıcaklık farklarının oluşması önlenmektedir. Bu cihazlar hem duvar tipi, (yani yatay üfleli) hem de tavan tipi (düşey üfleli) olabilmektedir. Şekil 16.39'da konvansiyonel ve sekonder havalı cihazlar görülmektedir. Şekil 16.40'da ise, şematik olarak üflenen havanın yönü, hareketleri ve ısınma süreleri verilmiştir.



Şekil 16.38. DUVAR TİPİ SICAK HAVA APAREYİ
(Alttan emiş kanallı, radyal fanlı)



Şekil 16.39. KONVANSİYONEL VE SEKONDER HAVALI CİHAZLAR (Duvar ve tavan tipi)



Şekil 16.40. KONVANSİYONEL VE SEKONDER HAVALI SİSTEMLERDE HAVA YÖRÜNGESİ VE HAREKETLERİ İLE ISINMA SÜRELERİ

16.3.4. RADYANT ISITICILAR

Radyant ısıtıcılar sıcak sulu radyant paneller ve doğal gazlı radyant borular olarak ikiye ayrılabilir. Radyant paneller düzenlenerek büyük hacimlerin tavadan sıcak su ile ısıtılması mümkündür.

Burada sadece büyük hacimlerin, fabrika ve atölyelerin ısıtılmasında kullanılan doğal gazlı radyant ısıtıcılar üzerinde durulacaktır.

Bu ısıtıcılar aşağıdaki ısıtma uygulamalarında tercih edilirler:

- Tavan yüksekliği 6 metre ve daha yukarı olan kapalı alanlarda
- Kısmen kapalı alanlarda
- Büyük bir hacimde, belirli bir bölgenin ısıtılmasında (Örneğin büyük bir imalat salonundaki belirli bir makine ve çevresi)
- Kısa süre için ısıtılmak istenen alanlarda

Bu ısıtıcılarda gaz yanması sonucu ısınan radyant panellerden ısı, yöneltildiği yüzeye ışınım (radyasyonla) taşınır. Radyant ısıtıcıların kullanılacağı yerlerde radyasyonu kesici cihazlar (yüksek tezgahlar, otobüs, kamyon vb) bulunmamalıdır. Radyasyon geçtiği hava ortamını ısıtmadan, doğrudan ısıtılacak cismi ısıttığından verimli bir ısıtma sağlar. Isı daha sonra ısınan yüzeylerden taşınım ile ortam havasına geçer.

Sonuç olarak bütün yükseklik boyunca eşite yakın bir sıcaklık profili elde edilir ve lokal ısıtma yapılabilir. Halbuki klasik konvektif ısıtmada sıcak hava yukarıda toplanır ve lokal ısıtma yapılamaz.

Bu nedenle yüksek tavanlı büyük hacim ısıtmalarında; Radyant panellerle ısıtmada, konvektif ısıtmaya göre %25-%50 oranında enerji tasarrufu söz konusudur.

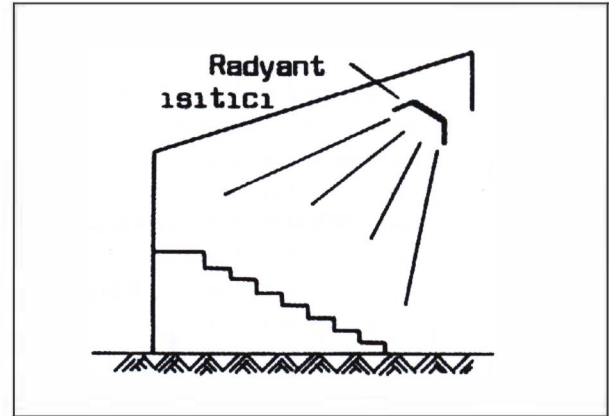
Endüstride kullanılan radyant ısıtıcılar, açık alevli radyant plakalı ve boru radyant ısıtıcılar olarak ikiye ayrılabilir. Şekil 16.41’de U borulu bir radyant ısıtıcı şematik olarak gösterilmiştir. Borulu ısıtıcılar 65-104 mm çaplı çelik borulardan üretilirler. Bir uçtan yakılan gaz diğer uçtaki fan yardımı ile çekilmekte ve yanma ürünleri dışarı atılmaktadır. Boru boyları 7 metre’ye kadar olabilmekte ve bu boyda ortalama 18 kW güç elde

edilebilmektedir. Açık alevli radyant ısıtıcılarda ise her kW ısıtıcı gücü başına 14-24 m³/h havalandırma sağlanmalı ve salon hacmi kW başına 10 m³ değerinden küçük olmamalıdır. Genellikle seramik olan ısıtıcı yüzeylerde sıcaklık 800-900°C değerlerine ulaşabilir. Ortalama ısıtıcı yüzey ısı yayma yoğunluğu 50-130 kW/m² değerlerindedir.

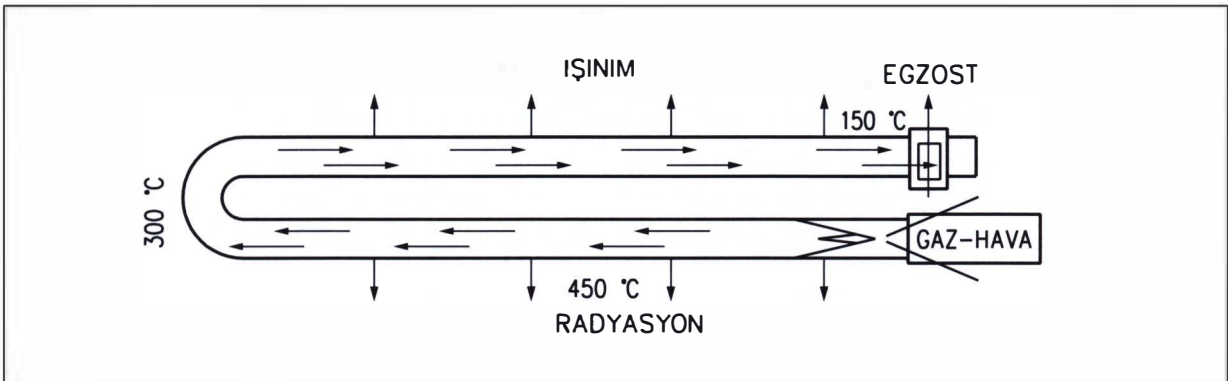
Radyant ısıtıcılarda yanma emniyeti, alevin iyonizasyonu yöntemi ile sağlanır. Ateşleme bazı uygulamalarda pilot alevle olmakla birlikte, en iyisi otomatik ateşleme düzeni ile gerçekleştirilenidir. Boru radyant ısıtıcılarda hava akış şalteri ile hava akışı kontrol edilmelidir. Büyük ısıtıcılarda ısıtma kontrolü, oda termostatu yardımı ile tam otomatik olarak gerçekleştirilir.

Yerleşim planlamasında dikkat edilmesi gerekenler aşağıda sıralanmıştır:

- Tesisat tasarımı yapılırken gaz kaynağı ve sayacının yerleşimi ile elektrik kaynağının yeri dikkate alınmalıdır.
- Yoğuşan gaz ürünlerini toplayıp boşaltacak önlem alınmalıdır.
- Paneller en uygun ısıtmayı sağlayacak şekilde yerleştirilip, yönlendirilmelidir.
- Çeşitli yerleşim örnekleri Şekil 16.42 ve 43’te görülmektedir.



Şekil 16.42. AÇIK SPOR SALONUNDA TRİBÜNLER İÇİN RADYANT ISITICI

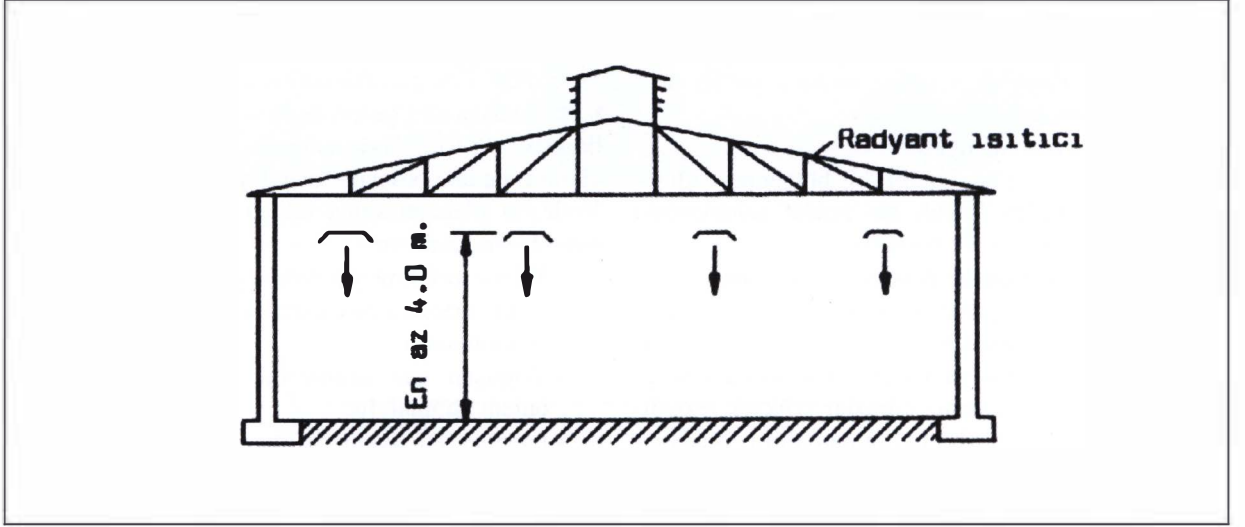


Şekil 16.41. U TİPİ RADYANT ISITICI

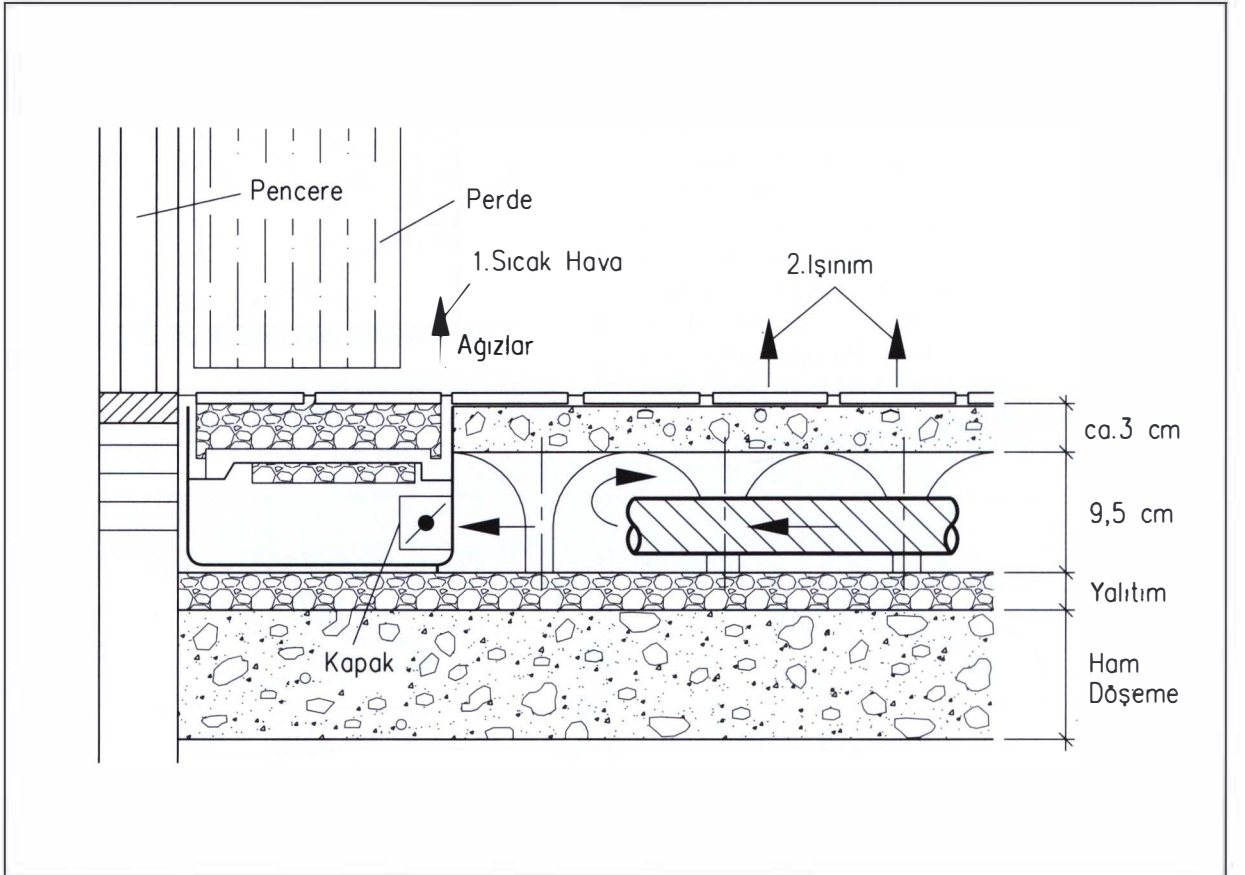
16.3.5. YERDEN ISITMA

Yerden ısıtma kat betonu üzerine yerleştirilen izolasyondan sonra, genellikle plastik veya bakır borularla yapılan ısıtmadır. Boruların üzerine bir tesviye (şap) betonu atılarak kaplama malzemesi yerleştirilir. Bu şekilde yer kaloriferi için kat betonundan sonra 80-100 mm'lik bir yükseklik yeterlidir.

Yerden ısıtma sistemleri temel anlamda iki ana gruba ayrılabilir. Bunların ilki villalar, havuz mahalleri ve camiler vb yerlerde uygulanan su ile yerden ısıtmadır. İkinci uygulama ise sıcak havanın döşemenin altındaki boşlukta ve bu boşlukta bulunan borular yardımıyla pencere altındaki ağızlar kadar iletilmesi ile sağlanan hava ile ısıtmadır (Şekil 16.44).



Şekil 16.43. FABRİKA BİNASININ RADYANT ISITICILARLA ISITILMASI



Şekil 16.44. SICAK HAVA VE YERDEN ISITMA

16.3.5.1. Eleştiriler

- Cam önlerindeki bölgede sıcaklık düşük kalmaktadır. Cam önlerine boru daha kısa mesafelerde sık düşense de cam önündeki sıcaklık oda ortalamasının altında kalmaktadır. Avrupa'da yerden ısıtma yapan bazı firmalar cam önlerinde açıkta monte edilecek serpantinlerin kullanılmasını öneriyorlar. Aksi halde oda içindeki sıcaklık cam önünde en az, karşı duvar kenarında ise en fazla olacaktır.
- Binanın ısınma süresi fazladır. Soğuk binanın ısınma süresi 5-6 saati bulmaktadır.
- Ayaklarda şişme: Yerden ısıtma yapılan binalarda döşeme yüzey sıcaklığı 23-24°C geçmemelidir. Aksi durumda yaşayanların ayaklarında şişmeler olduğu ifade edilmektedir.
- Yerdeki tozlar kuruyacaktır.
- Tozların toplandığı döşemenin ısıtılması yerdeki tozların hareketlenmesine neden olabilir. Karşı eleştiri ise radyatörlü sistemde tozların yandığı şeklindedir.
- Isıtılan döşemenin üzeri mümkün olduğunca ısı iletimini önleyecek malzeme (halı gibi) ile kapatılmamalıdır.
- Montaj ve imalat hataları nedeniyle veya geniş boruların sürtünerek aşınması sonucu borular delindiğinde tamir için döşemenin kırılması gerekir. Boru ömrü için 20 yıl verilebilir.
- Yanlış hesap sonucu yetersiz boru döşendiğinde bunun telafisi (boru ilavesi) pratikte mümkün değildir.
- Oksijen bariyerli boru kullanılmadığı durumlarda da tesisatta ciddi bir oksijen korozyonuna sebep verebilir.

16.3.5.2. Avantajlar

- Yerden ısıtma sisteminde ısı bütün bir döşeme alanında yayılmakta ve oda içinde homojen bir ısı dağılımı sağlanabilmektedir. Bu sistemde en sıcak yer döşeme seviyesidir ki yer değiştiren hava döşeme seviyesinden itibaren yükseldikçe soğuyacak ve hacmin yüksek kısımlarında hava hareketi zayıflayacaktır.
- Bu sistemde açıkta görülen hiçbir boru ve radyatör yoktur. Estetik açıdan mükemmel bir sistemdir.
- Sistemde mahal havası kendisinden 4-5°C daha yüksek sıcaklıktaki döşeme ve 1-2°C'de daha yüksek sıcaklıktaki duvarlar tarafından ısıtıldığından mahal havası bağıl neminde rahatsızlık verici bir düşme görülmez. Ortama göre döşeme-deki 4-5°C daha fazla olan sıcaklıktan dolayı 1-2 mm yükseklikte kuru bir ortam oluşur. Bakteri üremesini önleyen bu durum nedeniyle yerden ısıtma özellikle hastaneler ve çocuk yuvaları için tavsiye edilmektedir.

- Mahal havası ile onu ısıtan geniş yüzeyler arasındaki düşük sıcaklık farkı nedeni ile mahal havasının, küçük yüzeyli ve çok sıcak ısıtıcıların üzerinden geçerken fazlaca ısınması ve içinden toz ayrıştırması, buna bağlı olarak kirlenme gibi problemler sistemde bertaraf edilmiştir.
- Isınmanın daha çok radyasyon ile olması neticesi diğer ısıtma sistemlerine göre 1-2°C düşük sıcaklıklarda aynı konforu bulmak mümkündür.

16.3.5.3. Yerden Isıtma ile İlgili Tavsiyeler

Yerden ısıtma sistemi, özellikle yüksek tavanlı hacimlerde için ideal bir ısıtma isteniyorsa zorunluluktur. Hafta sonu evleri, ani sıcaklık değişimi istenen yerler veya gün içinde ısıtılmayan (kesintili çalışan) evlerde geç ısınma ve geç soğuma özelliğinden dolayı kullanılması pek uygun değildir.

Sistem düşük sıcaklıkta (Maks. 55°C) ısıtma suyu ile çalışmaktadır. Bu nedenle yoğunlaşma kazanlarla kullanıldığında kazanın çok yüksek verimde çalışması sağlanacak ve yakıt giderleri çok azalacaktır.

Düşük sıcaklıklarda %2 verim artışı gözlemlenmektedir. Bu noktada sadece verim değeri değil bu sistemlerin kurulumları arasında yatırım maliyeti (boru ve otomasyon) de göz önüne alındığında yerden ısıtma sistemleri bir çok nedenden dolayı az tercih görmektedir.

Toprakla temasta olan ısıtılan mahallerde örneğin bodrum katı olmayan villa zemin katları veya yaşanan bodrum katları gibi yerlerde kullanılmasında fayda vardır. Yerden ısıtma, radyatörlü ısıtma ile birlikte de kullanılabilir. Örneğin lüks villa ve dairelerde taş, seramik, mermer kaplı hacimlerde (koridor, banyo, mutfak) yerden ısıtma, diğer odalarda radyatörlü ısıtma uygulanabilir. Yerden ısıtma sistemlerinin ekonomik ve konforlu olabilmesi için sistemin su hacmi ve ataletinden dolayı mutlaka dış hava sıcaklığına göre çalışan bir kontrol sistemi ile birlikte çalıştırılması gerekir.

Dış hava sıcaklığı azalınca, bina içindeki sıcaklığın düşmesi belirli bir süre (birkaç saat) gecikme ile hissedilir. Bu durumda oda termostatu kazandaki suyun sıcaklığını arttırmasına karşılık, yerden ısıtma sisteminin buna cevap vermesi birkaç saat sonra hissedilmeye başlar ve konfor bozulur.

Dış hava sıcaklığı arttığında ise bunun tam tersi olur. Oda termostatu hissettiğinde kalorifer sistemi kapatılsa bile oda sıcaklığı yükselir gereksiz yakıt tüketimi olur; hava kurur ve konfor bozulur.

Dış hava sıcaklık kontrol düzeni olan kombilerde dış hava sıcaklık değişimi anında hissedilir ve ısıtma sistemi buna göre çalışır. Programda yerden ısıtma ve radyatörlü sistemler için farklı seçenekler kullanılabildiği için en iyi konfor ve yakıt ekonomisi her iki sistem için de sağlanır. Dış hava kontrollü çalışma imkanı 3 modülasyonlu kombilerde ve duvar tipi kendinden yoğunlaşma kazanlarda vardır.

Yerden ısıtma sistemlerinin mutlaka DIN 4726'ya göre oksijen bariyerli plastik borular ile uygulaması yapılmalıdır. Aksi halde kazan tarafı ve sistem tarafı bir eşanjör ile birbirinden ayrılmalıdır. Kullanılan plastik borularda izin verilen oksijen geçirgenliği 40°C su sıcaklığında < 0,1 mg/litre gün olmasına rağmen oksijen bariyersiz borularda bu değer 5 mg/litre gün mertebesindedir. Sistemlerde ısıtıcı çıkışında mikro hava ayırıcı ve dönüşünde ise pislik ve tortu ayırıcı kullanılmasında büyük fayda vardır. Enerji ekonomisi açısından bakıldığında düşük sıcaklık ısıtmaları her zaman daha çok tercih edilmesi gereken uygulamalardır. Özellikle gaz yakıtların kullanılabilindiği durumlarda, yoğunmalı kazanlar ile yapılan düşük sıcaklık uygulamaları konvansiyonel ısıtma sistemlerine göre %8-25 aralığında enerji ekonomisi sağlayabilmektedir.

16.4. GENLEŞME DEPOLARI

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde, su ısıtıldığında, hacmi, başlangıca göre belirli oranda artar. Sudaki sıcaklığa bağlı bu genleşmeyi alabilmek üzere genleşme depoları kullanılır. Genleşme depoları aynı zamanda sistemin güvenliğini yani basıncın yükselmemesini ve sisteme gerekli su desteği görevlerini de yerine getirir. Genleşme depoları açık ve kapalı olarak ikiye ayrılır.

16.4.1. AÇIK GENLEŞME DEPOLARI

Atmosfere açık kaplardır ve sıcak sulu ısıtma sistemlerinde boru tesisatının en üst noktasına veya en üst noktadaki radyatör seviyesinin daha üstünde bir seviyeye yerleştirilir. Böylece tesisatın en yüksek noktasını oluşturur ve sistemi atmosfere açar. Bütün tesisat bu depo seviyesine kadar su ile doludur.

Suyun buharlaşması, çeşitli kaçaklar, tamir ve bakım gibi nedenlerle kaybolan su, bu depodan takviye edilir. Açık genleşme kabındaki suyun belirli bir minimum değer altına düşmesi halinde elle veya bir şamandıra yardımı ile otomatik olarak dışarıdan sisteme su basılır. Açık genleşme deposu faydalı hacmi sistemde genişleyen suyu alabilecek büyüklükte seçilir.

Sistemin su ile doldurulması sırasında bütün havanın sistemi terk etmesi gerekir. Bunun için üst kattaki bütün radyatörlerde hava boşaltılabilir olmalıdır. Aynı şekilde sistemde ters U şeklinde boru geçişleri varsa bunların da en üst noktadan havalandırılması gerekir. Havalık boruları bu amaçla sisteme dahil edilir.

Havalık boruları sonuçta genleşme kabından atmosfere açılır. Sistemde eğer, dolaşım bir şekilde tıkanır ve özel bir önlem alınmazsa kazandaki su akışı da durur ve buhar oluşur. Basınç tehlikeli sınırlara varır. Genleşme tankının sistemdeki bir başka görevi emniyet dolaşımı imkanı sağlamaktır. Kazanı açık genleşme deposuna bağlayan emniyet gidiş ve dönüş borularından gidiş borusuyla buharın tahliyesi, dönüş borusuyla da kazanda eksilen suyun tekrar takviyesi olanağı sağlanır.

16.4.1.1. Genleşme Deposunun Tesisata Bağlanması
Açık tip genleşme deposu sıcak sulu ısıtma tesisatının en üst noktasına konulur. Kazan ile genleşme kabının arasındaki emniyet boruları üzerine vana konulmaz. Sirkülasyon pompasının kalorifer kazanından tesisata gidiş borusu üzerinde bulunması tavsiye edilir.

Sirkülasyon pompası yanlışlıkla dönüş hattında ise genleşme kabı en üst radyatörden en az pompa basma yüksekliği kadar yükseklikte olmalıdır. Genleşme deposu yeterli yükseklikte değilse, pompanın dönüşte olduğu sistemlerde üst kat radyatörlerinden hava emişi olur. Pompa her zaman gidişte olmalıdır. Gidiş ve dönüş emniyet boruları sıra ile hemen kazandan sonra ve önce arada vana olmaksızın bağlanır. Bu durumda sistem dengede ve basınç altındadır.

İki ve daha fazla sayıda kazan, ısıtma tesisatında birlikte çalıştırıldığında her kazan için ayrı bağımsız genleşme deposu bulunmalıdır. Bu depolar hesaplanırken, sistemdeki ve bağlı olduğu tek kazandaki su miktarı esas alınmalıdır. Kazanın emniyet boruları gidiş vanasından önce, dönüş vanasından da sonra bağlanmalıdır.

Emniyet borularının yanlış bağlanması halinde, vanaların kapalı olduğu bir anda kazan servise sokulursa genleşme olamayacağı için kazan patlar.

Eski tesisatlarda kullanılan açık genleşme depoları günümüzde yerini kapalı genleşme depolarına bırakmıştır. Bunun temel sebebi açık genleşme tanklarının hava, pislik ve tortu girişine açık olmaları ve her zaman ısı kaybına neden olmalarıdır. Ayrıca sistemde basınç dengesizliklerine ve ısınamama problemlerine neden olmaktadır.

16.4.2. KAPALI GENLEŞME TANKLARI

Günümüzdeki ısıtma tesisatlarında artık genellikle kapalı genleşme tankları kullanılmaktadır. Kapalı genleşme tanklarını küçük sistemlerde ve düşük statik basınçlı sistemlerde kullanılan değişken basınçlı kapalı genleşme tankları, büyük sistemlerde ve yüksek statik basınçlarda kullanılan değişken basınçlı kapalı genleşme tankları ve yine büyük sistemlerde ve yüksek statik basınçlarda kullanılan sabit basınçlı kapalı genleşme tankları (kompresörlü ve pompalı tipler) olarak gruplara ayırmak mümkündür. Değişken basınçlı ve sabit basınçlı kapalı genleşme tankları ayrı ayrı incelenecektir.

16.4.2.1. Kapalı Genleşme Tanklarının Yararları

- Kalorifer sistemi kapalı sisteme döneceğinden hava ile teması bulunmayacak ve korozyon azalacaktır.
- Kapalı kalorifer sisteminde su buharlaşıp kaybolmayacağından, su eksilmesi olmayacaktır.
- Kapalı sistemde basınç dağılımı eşdeğer olacağından, her radyatörün ısınması daha dengeli olacaktır.
- Kazanın hemen yanına monte edileceğinden, çatıya kadar çekilen borudan, izolasyondan, boruların her katta kaybettirdiği alandan ve iççilikten tasarruf sağlanacaktır.

- Çatıdaki genişleme tankı kalkacağından, buradaki ısı kaybı önlenmiş olacaktır.
- Kapalı sistemde, çatı arasındaki açık genişleme kabında bulunan suyun, kaloriferlerin çalıştırılmadığı zamanlarda oluşan donma tehlikesi, bulunmaz.

16.4.2.2. Kapalı Genişleme Tanklarının Tesisata Bağlanması

Kapalı genişleme tankları, üzerlerinde özel emniyet valfi, manometresi ve doldurma valfi ile birlikte üretime bağlı özel formlarda satışa sunulur.

Kapalı genişleme tankı tesisata monte edildiğinde tesisata su doldurmadan önce azot basıncı bağlantı noktasındaki statik basınca eşit olmalıdır. Basınç fazla ise gaz atılmalı, az ise gaz doldurulmalıdır. Tek kazanlı küçük ısıtma sistemlerinde tek genişleme kabı kullanılır.

Çok kazanlı büyük ısıtma sistemlerinde, her kazana birer adet genişleme kabı bağlandığı gibi sisteme de ayrı ve birden fazla sayıda genişleme kabı bağlanabilir. Bu uygulamada kazanlara bağlı tanklar, sadece bağlı oldukları kazandaki genişlemeleri alacak şekilde seçilir. Sisteme bağlananlar ise kazan hariç, sistemdeki genişlemeleri karşılamalıdır.

Genişleme tankına giden hatta kesinlikle emniyet açısından vana olmamalıdır. Fakat bu durumda kapalı genişleme tankına yapılacak her serviste sistemdeki tüm suyun boşaltılması gerekebilecektir. Bu yüzden kazan - kapalı genişleme tankı hattında bir adet kilitli vana kullanılması yararlıdır. Bu kilitli vana sayesinde genişleme tankındaki hava basıncı her zaman kontrol edilip ayarlanabilir, genişleme tankı değiştirilebilir. Kilitli olduğu için de yetkili kişiler haricinde yanlışlıkla vananın kapatılması durumu söz konusu olmayacaktır. Dolayısıyla, kazanın kapalı genişleme tankı ile irtibatının kesilip kazana zarar gelmesi olasılığı ortadan kalkacaktır. Emniyet ventili de tank üzerinde olmak yerine dönüş borusu üzerinde kazana yakın olmalıdır.

16.4.2.3. Değişken Basıncı Kapalı Genişleme Tankları

Kapalı genişleme tankları emniyet ventili ile birlikte kullanılır. Sistemdeki statik basınca ek olarak yaklaşık 2 bar basınç getirir. Statik su basıncı, yani bina yüksekliği 40 m'yi geçen yapılarda sistemdeki işletme basıncı 60 mSS (6 bar) değerine ulaşacağı için sistemde doğrudan sıcak su kazanına bağlantı yapılması standartlara göre yasaktır. Bu nedenle yüksek bloklarda bir plakalı eşanjör kullanılması doğrudur.

Kapalı genişleme kabı, Şekil 16.45'te görüldüğü gibi üstünde basınçlı azot gazı bulunan bir diyafram içerir. Altındaki su genişleyince diyafram yukarı doğru açılır ve azot gazını sıkıştırır. Gaz tarafından sisteme uygulanan basınç artar. Su devresi üzerindeki bir emniyet valfi basıncın herhangi bir şekilde istenmeyen değerlere ulaşmasını önler. Sistemdeki su soğurken su

büzüldükçe diyafram aşağı toplanır ve basınç azalır. Dolayısıyla tanktaki ve sistemdeki basınç sürekli alt ve üst limitler arasında değişmektedir.

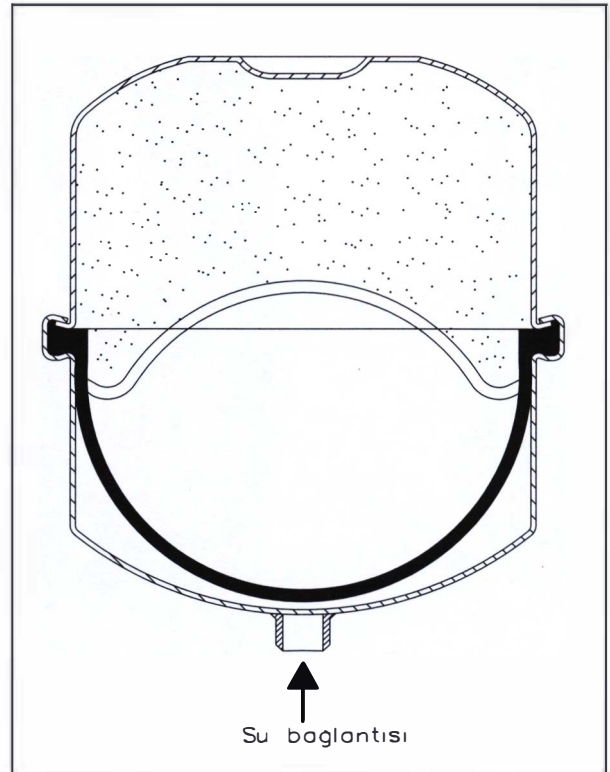
Genişleme tanklarının hacmi büyük ölçüde ısıtıcı ve kazan tipine bağlıdır. Döküm radyatör yerine panel radyatör konulması tank hacmini küçültecektir. Ayrıca dökme dilimli kazanların da su hacminin az olması, döküm kazan kullanımını avantajlı kılmaktadır.

16.4.2.4. Sabit Basıncı Sistemler

Isıtma ve soğutma tesisatlarında, yüksek statik basınçlar (yaklaşık 50 m ve üstü) söz konusu ise, sistem çalışma basınçlarının yükselmesini önlemek amacıyla küçük basınç aralıklarında çalışmak gündeme gelebilir. Bu durumda değişken basınçlı kapalı genişleme tanklarının nominal hacimlerinin faydalı hacimlerine oranla aşırı büyümesi nedeniyle hem ilk yatırım maliyetlerinin artması, hem de yerleşim sorunları ortaya çıkar.

Kaynar sulu sistemlerde ise yüksek sıcaklıktaki (> 100°C) suyun üzerindeki basınç değişimlerinin buharlaşma yoluyla ciddi sorunlara yol açma tehlikesi vardır.

Ayrıca sabit basınçlı kapalı genişleme tanklarının faydalı hacimlerinin her şart altında, tank nominal hacminin %80'i olması, bu tankların büyük su hacmine sahip tesisatlarda kullanım alanı bulmasını sağlar. Bu gibi durumlarda, sistem basıncının sabit olarak tutulduğu genişleme sistemlerine ihtiyaç doğar. Sabit basınçlı kapalı genişleme tankları, sistemdeki su



Şekil 16.45. MEMBRANLI KAPALI GENİŞLEME TANKI



Şekil 16.46. DEĞİŞKEN BASINÇLI KAPALI GENLEŞME TANKI İLE KOMPRESÖRLÜ KAPALI GENLEŞME TANKI UYGULAMA KARŞILAŞTIRMASI

sıcaklığına göre değişen su hacminden bağımsız olarak, sistem basıncının sabit şekilde tutulmasını sağlayan sistemlerdir. Bir butil kauçuk membran (değişebilir) ile birbirinden ayrılan su ve gaz hacimlerinin, sistemde bir basınç değişimine yol açmayacak şekilde değiştirildiği sabit basınçlı kapalı genleşme tankları, iki sınıfa ayrılır.

- Kompresör kontrollü kapalı genleşme tankları
- Pompa kontrollü kapalı genleşme tankları

16.4.2.4.1. Kompresör Kontrollü Kapalı Genleşme Tankları

Kompresör kontrollü kapalı genleşme tankları, sistemde ısınma yoluyla artan su hacminin, tankın gaz hacmini sıkıştırıp basıncını arttırmasını engelleyecek şekilde tanktan gaz boşaltılmasını sağlayan bir manyetik ventil ile soğuma yoluyla azalan su hacminin, tankın gaz hacminde genişleme yoluyla basınç düşüşlerini engelleyen bir kompresör (veya kompresör grubu) ve bu iki üniteyi yöneten bir kumanda paneline sahiptir.

Avantajları:

- Çok daha az yer kaybı (*Şekil 16.46*)
- Tank nominal hacminin %80'i oranında faydalı hacim
- Sabit sistem basıncı
- Mikroprosesör kontrolü kumanda paneli
- Altı ayrı kompresör sınıfı ve çoklu bağlantı imkanı
- Dijital gösterge (Anlık basınç ve istem su seviyesi değerleri okunabilir)
- Bina otomasyon sistemlerine bağlantı imkanı
- Otomatik su besleme cihazlarına kumanda imkanı

16.4.2.4.2. Pompa Kontrollü Kapalı Genleşme Tankları

Pompa kontrollü kapalı genleşme tankları, sistemde ısınma yoluyla artan su hacminin sistem basıncının artmasına yol açmasını engelleyecek şekilde, bu suyu atmosferik basınca sahip bir genleşme tankına alan bir manyetik ventil ile soğuma yoluyla azalan su hacminin sistem basıncını düşürmesini engelleyecek şekilde tanktan sisteme ayarlanan basınçta su basan bir pompa ve bu iki üniteyi yöneten bir kumanda paneline sahiptir.

Avantajları:

- Tank nominal hacminin %80'i oranında faydalı hacim
- Sabit sistem basıncı
- Mikroprosesör kontrollü kumanda paneli
- Farklı pompalar ve çoklu bağlantı imkanı
- Dijital gösterge (anlık basınç ve istem su seviyesi değerleri okunabilir)
- Bina otomasyon sistemlerine bağlantı imkanı
- Otomatik su besleme cihazlarına kumanda imkanı

Sabit sıcaklıktaki suyun basıncını düşürerek hava (gaz) atma imkanı da pompa kontrollü kapalı genleşme tanklarının bir ek fonksiyonudur. Bilindiği üzere Henry Kanunu'na göre birim hacimdeki suyun içinde tutabileceği

eriyik haldeki hava miktarı bellidir ve bu artan sıcaklıklar veya azalan basınçla düşer. Buna göre, pompalı kapalı genleşme tankının atmosferik basınçta olması nedeniyle, tesisattan yüksek basınçla gelen sıcak su, aniden atmosferik basınca düşünce içerdiği eriyik haldeki hava açığa çıkacaktır. Bu hava bir otomatik pürjör vasıtası ile tanktan dışarı atılacaktır.

16.5. TORTU, PİSLİK VE HAVA AYIRICILAR

16.5.1. TESİSATTA HAVA

Tesisat suyunun içinde eriyik halde bulunan hava su sıcaklığının artmasıyla gaz haline geçerek sistemdeki suyla birlikte dolaşmaya başlar. Bu hava, tesisattaki metal malzemelerde (boru, armatür, kazan, kombi vb) korozyona sebep olduğu gibi, ses, dolaşım bozuklukları, pompalarda kavitasyona neden olur. Radyatörlerin hava yapması nedeniyle ısınamama sorunlarını da beraberinde getirir. Özellikle oksijen bariyersiz plastik boru kullanılan yerden ısıtma tesisatlarında sisteme sürekli hava girişi olduğundan bu sorun daha da büyür.

16.5.2. TESİSATTA PİSLİK

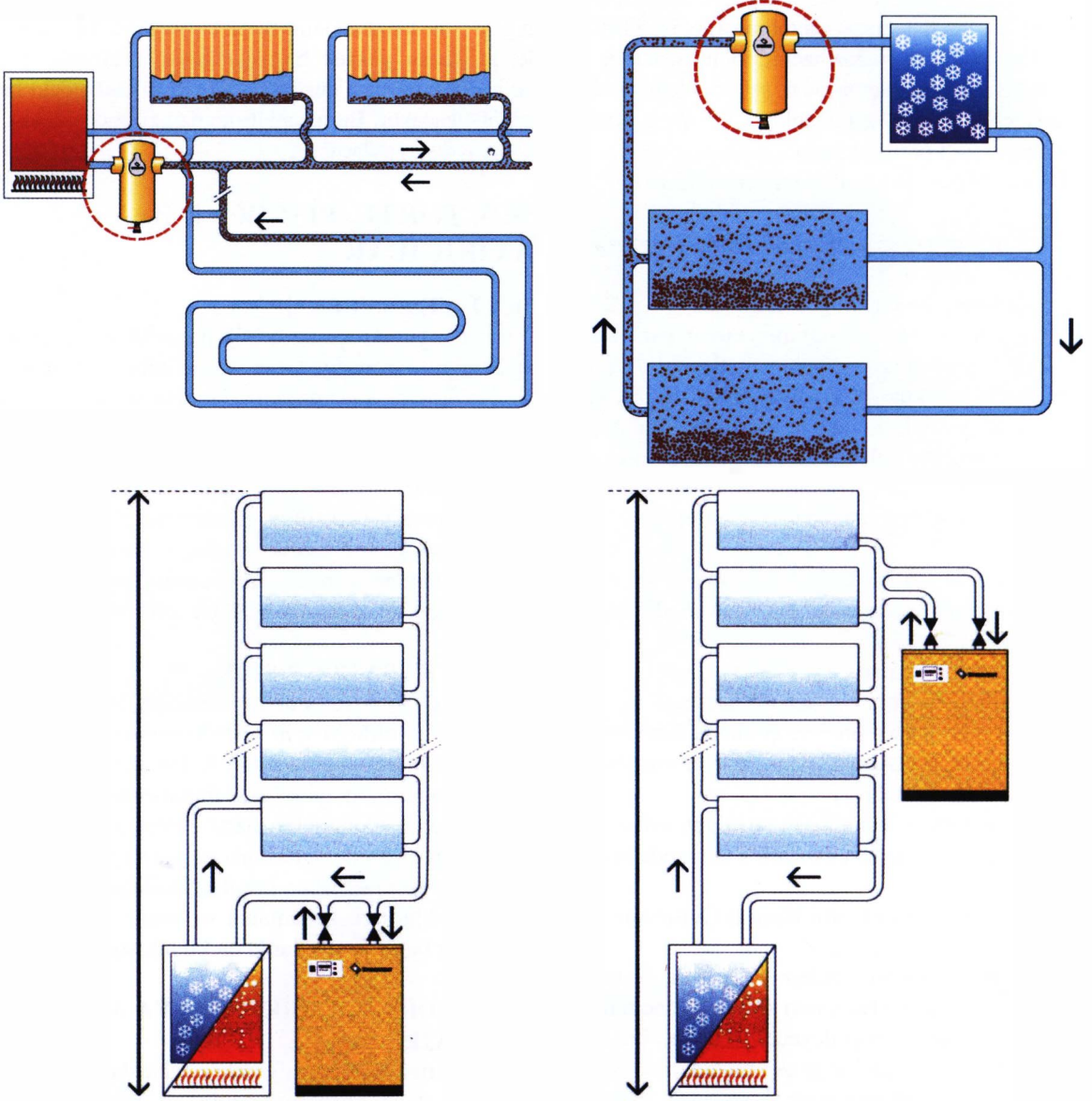
Klasik tip pislik tutucularında temizlik ve bakım zahmetli bir iş olduğu için teknik personel tarafından yapılır. Kullanıcı tarafından kolayca yapılamaması nedeniyle temizlik genellikle ihmal edilir. Bu yüzden de filtrelerde tıkanmalar, hatta filtrenin doğrudan su geçiş yolu üzerinde olması nedeniyle su geçişini tamamen bloke etmesi sıkça görülür; dolayısıyla sirkülasyon bozuklukları, ısınamama ve işletmenin kesintiye uğraması bu tip tesisatlarda en büyük sorunlardır.

16.5.3. TORTU, PİSLİK VE HAVA AYIRICI MONTAJI

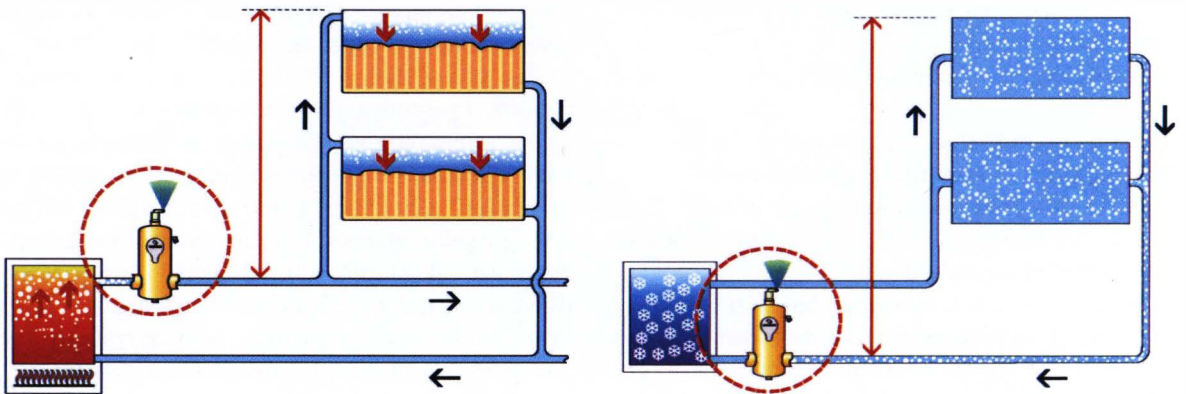
Pislik ayırıcı korunması gereken cihazdan önce kullanılırken, hava ayırıcı sistemin en sıcak noktasına konur. Isıtma sistemlerinde ayrı iki cihaz kullanılması gerekir. Ama bir soğutma sisteminde bu iki nokta aynı yerde olduğundan ayrı ayrı iki cihaz kullanılması yerine kombi tip cihaz kullanılabilir (*Şekil 16.47*).

Statik yüksekliğin 15 metreyi geçtiği ısıtma ve 5 metreyi geçtiği soğutma tesisatlarında veya yüksek su hacminin bulunduğu yatay tesisatlarda ise özel hava ayırıcılar kullanılır. Bu cihazlar sistemin dönüş hattı üzerine bağlanır. Cihaz temel olarak bir tank, tank girişinde manyetik kapama ventili ve tank çıkışında ise yüksek basınçlı pompadan oluşur. Manyetik ventil açarak tank içine tesisat suyunu alır ve sonra kapanır. Yüksek basınçlı pompa, vakum etkisi yaratarak tesisat suyu içindeki havayı ayırır. Açığa çıkan hava tank üzerinde bulunan otomatik pürjör ile atılır. Havası alınmış su tesisata verilir ve bu işlem tesisattaki hava tahliye edilene kadar sürer.

HAVA AYIRICI MONTAJI



TORTU VE PİSLİK AYIRICI MONTAJI



Şekil 16.47. HAVA AYIRICI VE PİSLİK AYIRICI MONTAJI

XVII. BÖLÜM

ISITMA TESİSATININ MİMARİ TASARIMA ETKİSİ

Bir kazan dairesinde aşağıdaki elemanlar için yer ayrılmalıdır.

- a. Isıtma kazanları
- b. Yakıt deposu (sıvı yakıt kullanılacaksa)
- c. Baca
- d. Tesisat elemanları (pompalar, boyler, eşanjör, su deposu, su temizleme cihazı, hidrofor, kolektörler, fanlar vb)

Mimari proje aşamasında bu elemanları alacak büyüklükte bir kazan dairesi yeri ayrılmalıdır. Kazan cinslerinin ve tesisat düzenlemesinin çeşitliliği nedenleriyle önceden genel olarak bütün tesisler için geçerli olacak kazan dairesi boyutları vermek mümkün değildir.

Kazan dairesinin yeri alışkanlıkla binaların bodrum katı olarak seçilir. Ancak sıvı ve gaz yakıtlı ısıtma sistemlerinde kazan dairesi çatıda da oluşturulabilir. Bodrum katı içinde de genellikle binanın ortalarında bir bölüme kazan dairesinin yerleştirilmesi öğütlenir. Böylece hem baca uygun bir noktaya inşa edilebilir, hem de yatay tesisat boru boyları nispeten kısa olur. Kazan dairesinin yeri seçiminde bacaya yakınlık ve tesisatın ağırlık merkezinde olma kriterlerinin yanında bir başka önemli kriter de yakıt girişidir (gaz veya sıvı yakıt). Bu arada havalandırma, güvenlik ve aydınlatma da dikkate alınması gereken önemli konulardır. Bütün bu kriterlerin bir arada sağlanabilmesi özellikle büyük tesislerin bodrum katında meydana getirilecek kazan dairelerinde güçtür. Bu gibi durumlarda bina dışında ayrı bir kazan dairesi yapmak iyi bir çözümdür. Bu çözüm özellikle grup halinde binaların merkezi ısıtmasında geçerlidir.

17.1. KAZAN DAİRELERİNİN YAPIMI VE ISITMA MERKEZİ PLANLAMASI

Kazan daireleri öncelikle yakıt cinsine bağlı olarak boyutlandırılır.

Kazanlar döşeme rutubetinden ve çevre yıkama sularından korunmak üzere bitmiş döşemeden 10-15 cm yükseklikte bir kaide üzerine oturtulmalıdır. Beton kaide yüksekliği ayrıca brülör kazana monte edildiğinde, brülör fanının yerden toz emmemesi için, brülörün altı yerden en az 30 cm yukarıda olacak şekilde yapılmalıdır.

Kazan dairesinde çevre sularını toplayan büyük boy bir döşeme süzgeci bulunmalıdır. Ayrıca kazan dairelerinde 15 x 15 cm boyutlarında bir çevre kanalı (su toplama kanalı) yapılmalıdır. Büyük boy kazan dairelerinde 50 x 50 x 60 cm ölçülerinde toplama çukuru bulunmalıdır (kanalizasyon kotu kurtarıyorsa).

Kazan daireleri biri bina içine, biri dış ortama açılan iki adet kapısı olacak şekilde düzenlenmelidir. Kazan dairesinin kapıları ateşe karşı dayanıklı olmalı ve içerdenden dışarı doğru açılmalıdır. Kazan dairesi kapısı doğrudan merdiven boşluğuna açılmamalıdır. Kazan dairesine küçük bir giriş odasından geçilmeli ve bu odanın kapıları sızdırmaz olmalıdır. Böylece kazan dairesindeki kokuların ve yangın halinde dumanın merdiven boşluğunu doldurması önlenmiş olur. Eğer kazan dairesinden doğrudan bina dışına bir kapı açılması mümkün ise, bu en uygun çözümü oluşturur. Kazan dairesinden bina içine açılan kapılarda en az 10 cm yükseklikte bir eşik bulunması önerilir.

Kazan dairesinin doğal olarak aydınlatılması mümkün ise, aydınlatma açıklıklarının, binanın diğer pencerelelerinin altına rastlamamasına dikkat edilmelidir. Yapay aydınlatma yapılıyorsa, göz kamaştırmayan fakat daireyi iyice aydınlatan bir sistem kurulmalıdır. Kazan dairesine ait ana şalter giriş kapısı dolaylarına yerleştirilmeli ve sızdırmaz tip olmalıdır. Kazan dairelerinde yangın tüpü bulundurulmalıdır.

17.1.1. ISITMA MERKEZİ PLANLAMASI

Isıtma merkezinin yerleşiminde, bacalara en yakın mesafeye kalorifer kazanları yerleşir. Kullanılan yakıtın, yerinde depolanan LPG, LNG, CNG gibi gazlar veya sıvı yakıtlar olması durumunda, yakıt deposunun yeri de kazan dairesi planlanmasında atlanmamalıdır. Sıvı yakıt depoları için, kazanlara en yakın mesafede duvarlarla ayrılmış bir hacim bırakılmalıdır. LPG, LNG, CNG gibi yakıtların depoları ise bina dışında olacağı için, kazan dairesine en kolay ve kısa yoldan ulaşımı planlanmalıdır.

Su depoları, hidrofor ve boyler de yakın mesafede ayrı bir grup gibi yerleştirilmelidir. Boru bağlantısı ve ekonomik yerleştirme açısından sıra ile, yakıt deposu, kalorifer kazanı, boyler, hidrofor-su deposu yer almalıdır.

17.1.1.1. Kazanların Yerleşimi

Buhar kazanları, buhar jeneratörleri ve kaynar su kazanları söz konusu olduğunda, 3. Sınıf ruhsat almak ve bina altına kazan dairesi yerleştirebilmek için kazan su hacmi V_s [m³] olmak üzere,

$$V_s \cdot (t_s - 100) < 50 \text{ şartını sağlamalıdır.}$$

Burada t_s buharın doyma sıcaklığıdır.

Kazan daireleri yüksekliği en az 2,5 metre olmalıdır. Kazan üst noktası ile tavan arasındaki mesafe çeşitli hallerde en az aşağıdaki gibi olmalıdır:

150 kW'ın üstünde en az 1,5 metre

350 kW'ın üstünde en az 1,8 metre

Özellikle büyük kapasiteli kazanların boyutları, kazan dairesine yerleşim ve kazan dairesinde gerekli olan hacim açısından çok önemlidir. Aynı kapasiteyi küçük boyutlarda verebilen kompakt kazanlar önemli bir avantaj sağlarlar. Buna bir örnek olarak, *Şekil 17.1*'de ise, türbülatsız ve entegre yoğunlaşma eşanjörlü modern bir kazan ile, harici ekonomizörlü klasik bir kazanın yerleşim karşılaştırması görülebilir.

Kazan dairelerinde duman kanalı baca bağlantıları için rezervasyonlar bırakılırken, duman kanallarının kazana doğru %10'dan fazla eğimli olduğuna dikkat edilmeli, beton kaide yüksekliği de unutulmamalıdır. İki kazan aynı bacaya bağlanabilir. Ancak biri atmosferik brülörlü, diğeri üflemlü brülörlü gibi ayrı cinsten olamazlar. Aynı şekilde farklı yakıt yakan iki kazan da aynı bacaya bağlanamaz. Fakat her halde, baca bağlantıları yerel şartnamelere uygun olarak gerçekleştirilmelidir.

Kazan dairelerinde farklı örnek kazanlar için gerekli olan beton kaide detayları *Şekil 17.2*'de verilmiştir.

Yoğuşmalı kazanlarla kaskad uygulamasında ise, gerek kazanların düşük boyutları, gerekse de duvara yerleştirilebilir olması sayesinde, benzer kapasitelerde, yer tipi kazanlara göre çok daha küçük kazan dairesi yer ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bununla ilgili örnek kazanlar için yerleşim detayları *Şekil 17.3*'te verilmiştir.

17.1.2. CİHAZ YERLEŞİMİ VE HAVALANDIRILMASI

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

A Tipi Cihazlar

Yakma havasını ortamdaki alışı yanma ürünlerini ortama verirler. Bir başka anlatımla açık alevli cihazlardır. Bunlardan sadece yemek pişirme amaçlı ocaklara doğal gaz bağlanmaktadır.

B Tipi Cihazlar

Yakma havasını buldukları ortamdaki alışı yanma ürünü gazları bacaya veren 60 kW gücündeki cihazlardır. Bu cihazlar atmosferik veya üflemlü brülörlü olabilir (örneğin şöfben veya duvar tipi kombi cihazı).

C Tipi Cihazlar (Hermetik)

Yakma havasını dışarıdan alışı yanma ürünlerini tekrar dışarı veren cihazlardır. Bu cihazların yanma odaları, cihazın içinde bulunduğu ortamdaki (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 gücündeki özel bir kazan dairesine gereksinim gösterirler.

17.1.2.1. A Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması

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

Açık yanmalı radyant ısıtıcılar için tesis hacmi kurulu gücünü 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, vb 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.

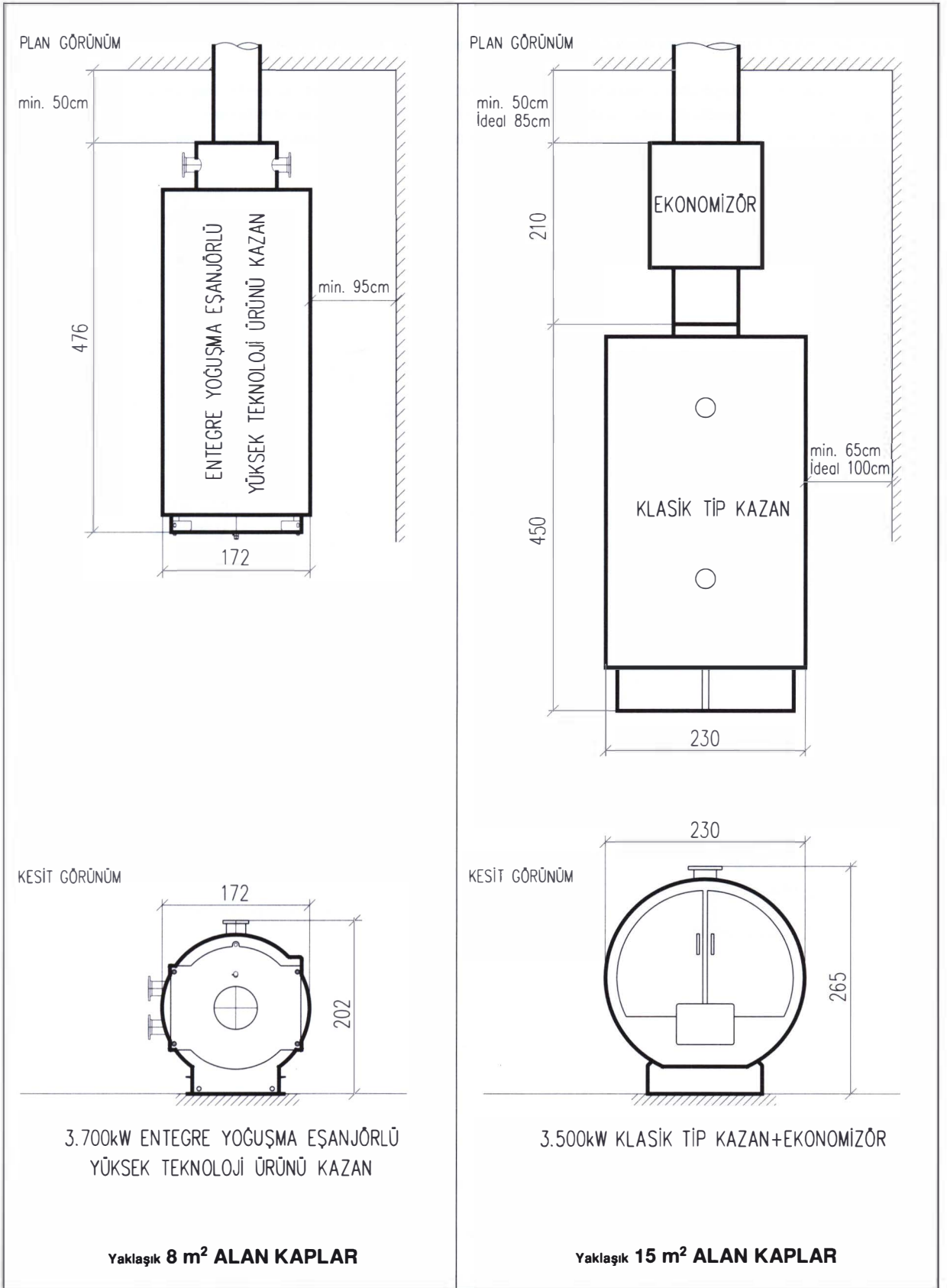
17.1.2.2. B Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması

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-WC gibi yerlere yerleştirilemez. Yatak odası, banyo-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.

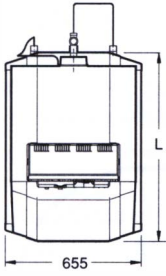
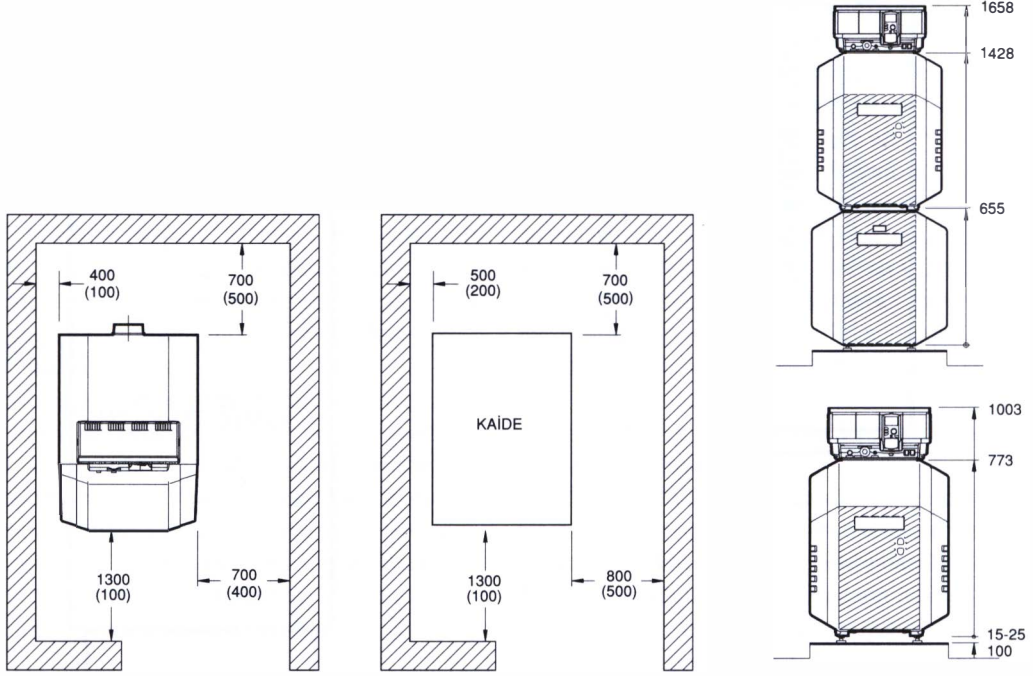
Havalandırma ile odaya her 1 kW ısı gücü için 1,6 m³/h hava temin edilmelidir. Bunun için cihazın monte edileceği odanın hacmi cihaz/cihazların toplam ısı gücünün her 1 kW'ı için 1 m³ olmalıdır. Montaj odasında bu hacim sağlanamıyor ise, yanma havası, cihazın monte edileceği odaya bitişik bir veya birden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



Şekil 17.1. TÜRBÜLATÖRSÜZ, KÜÇÜK BOYUTLU, ENTEGRİ YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ MODERN BİR KAZANIN, KLASİK, HARİCİ EKONOMİZÖRLÜ BİR KAZAN İLE YERLEŞİM KARŞILAŞTIRMASI

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	L (mm)
21 kW	780
21 kW Boylerli	922
28 kW	900
28 kW Boylerli	922
34 kW	1.020
34 kW Boylerli	1.077

AB = Brülöre ait uzunluktur.

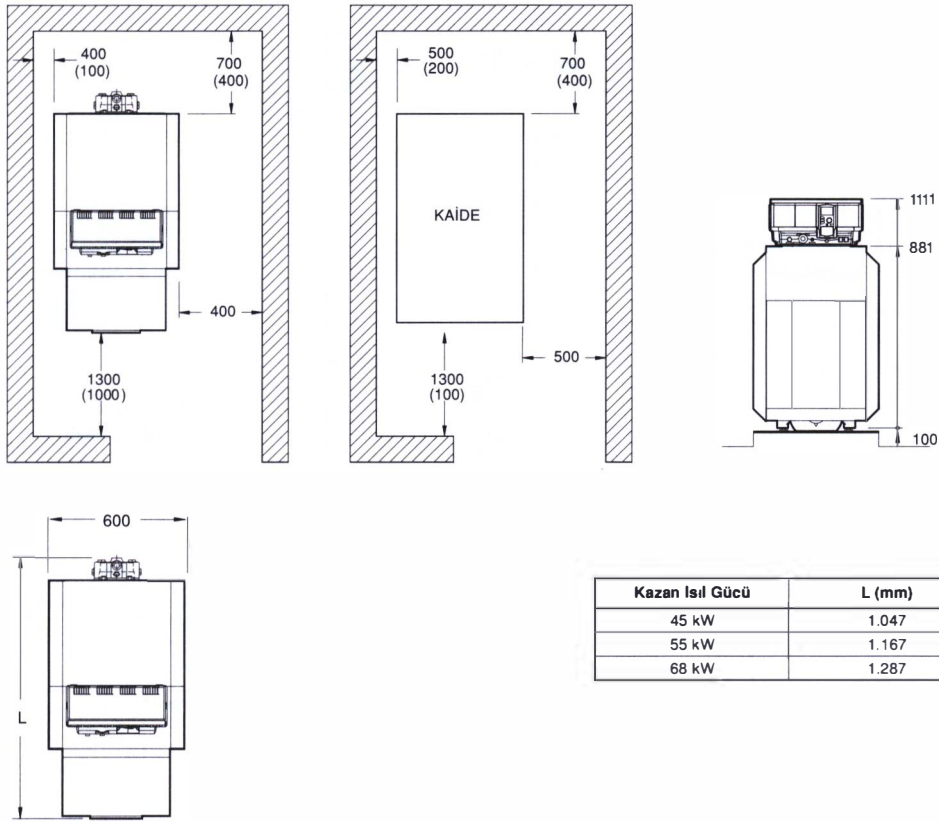
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Susturucu kullanıldığı durumda kazanın arka duvara olan mesafesi minimum 700 mm olmalıdır.
- 3) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 4) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2A. BUDERUS LOGANO G 115 ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



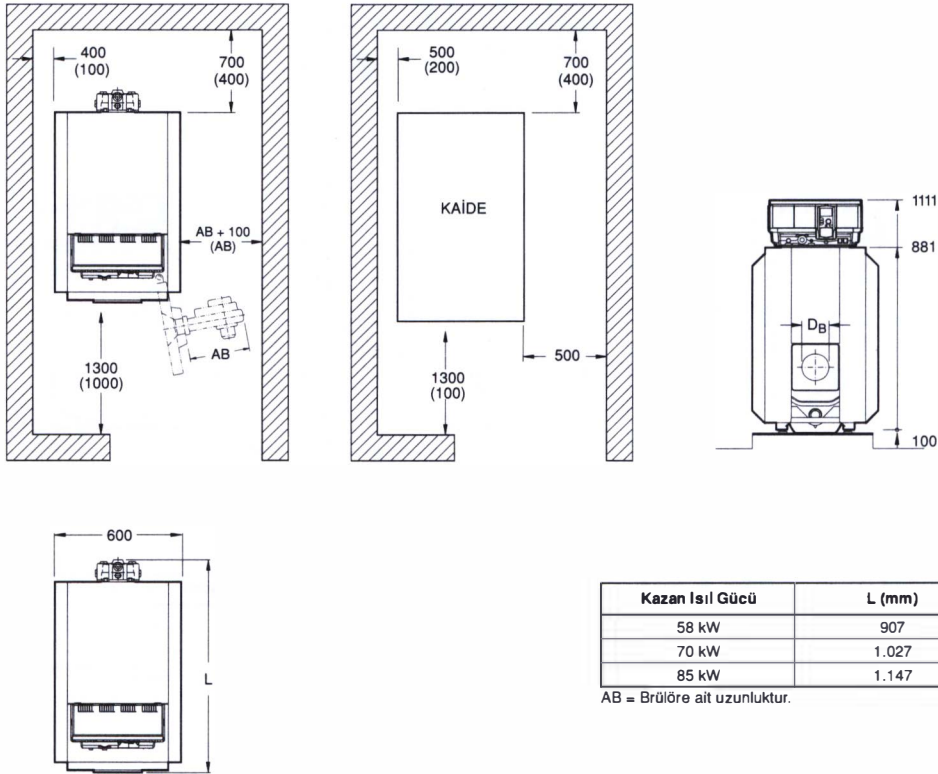
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Susturucu kullanıldığı durumda kazanın arka duvara olan mesafesi minimum 700 mm olmalıdır.
- 3) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 4) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2B. BUDERUS LOGANO G 215U MAVİ ALEVLİ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



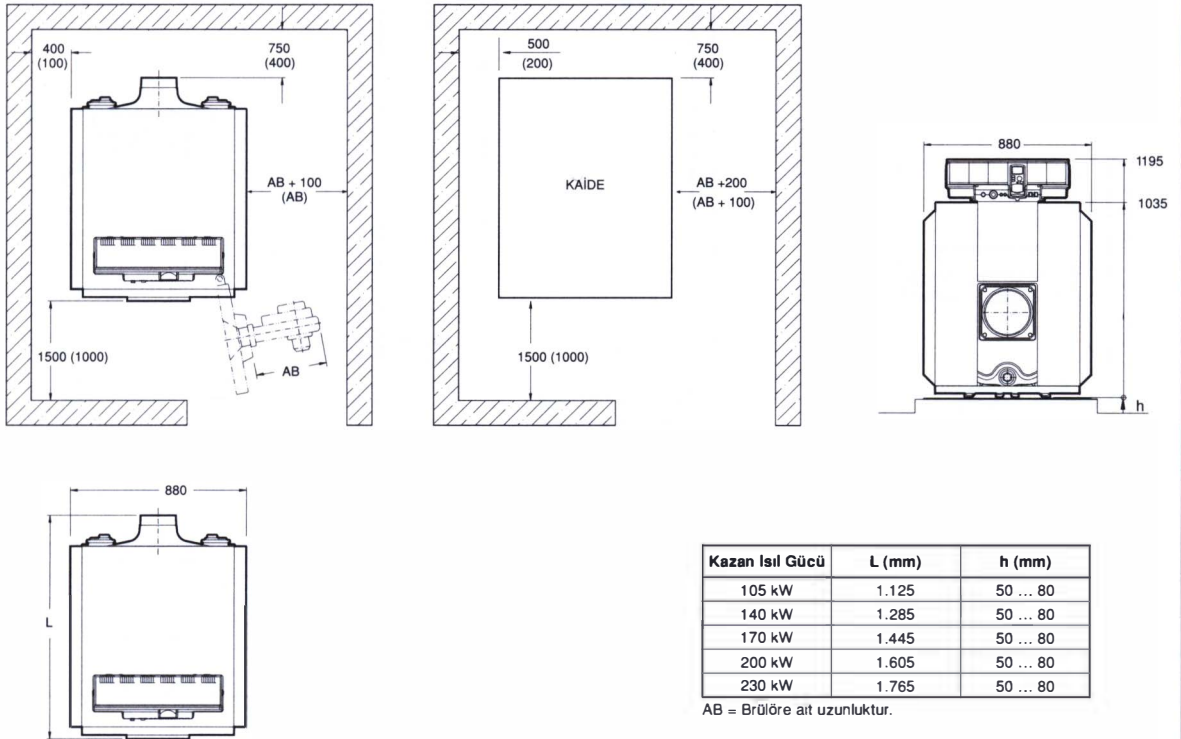
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Susturucu kullanıldığı durumda kazanın arka duvara olan mesafesi minimum 700 mm olmalıdır.
- 3) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 4) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2C. BUDERUS LOGANO G 215 ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



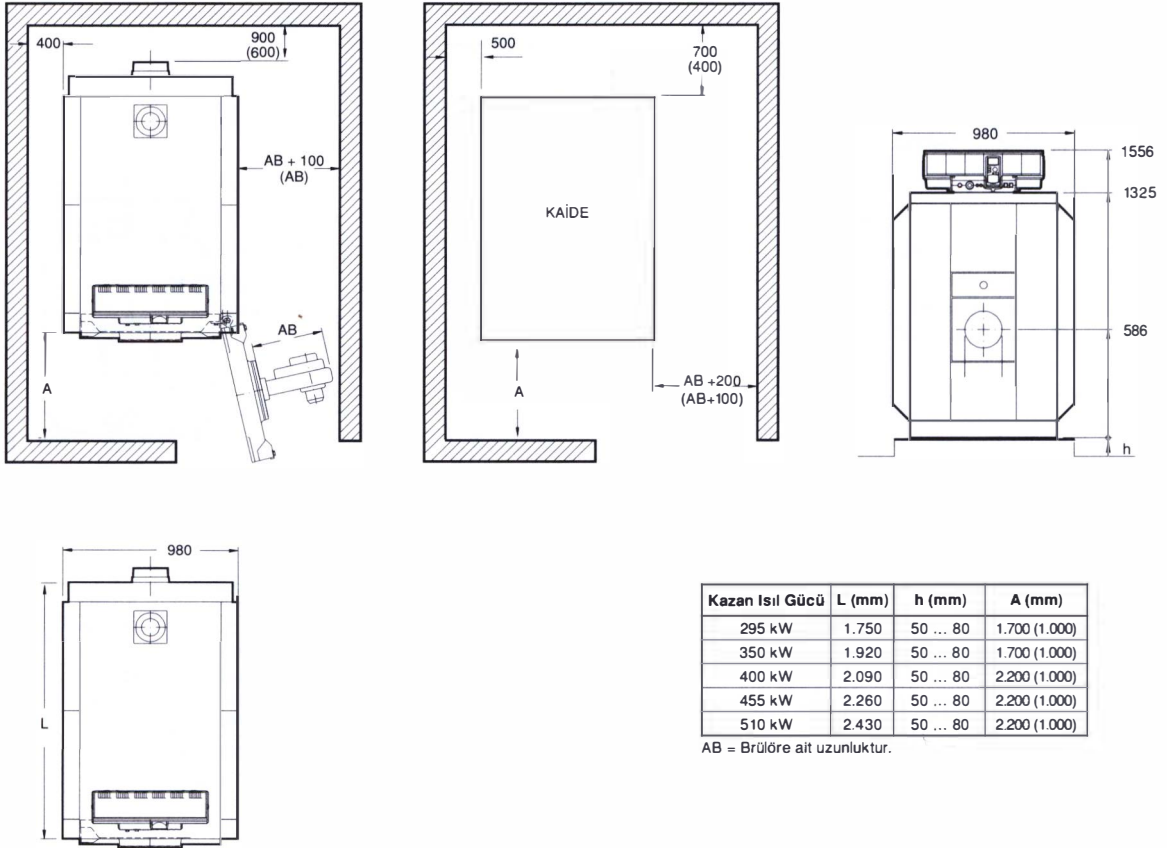
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2D. BUDERUS LOGANO GE 315 ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



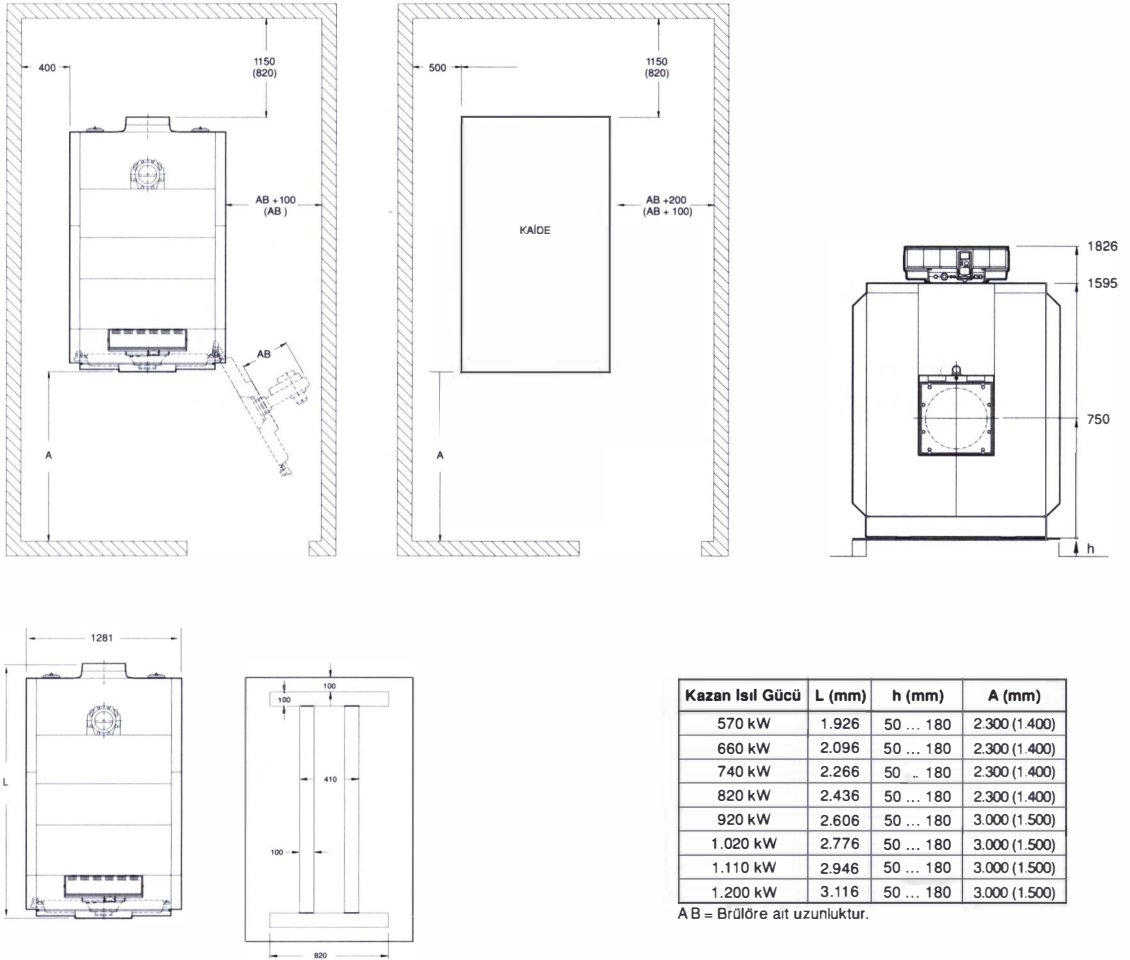
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Susturucu kullanıldığı durumda kazanın arka duvara olan mesafesi minimum 700 mm olmalıdır.
- 3) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 4) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2E. BUDERUS LOGANO GE 515 ECOSTREAM ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



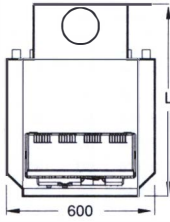
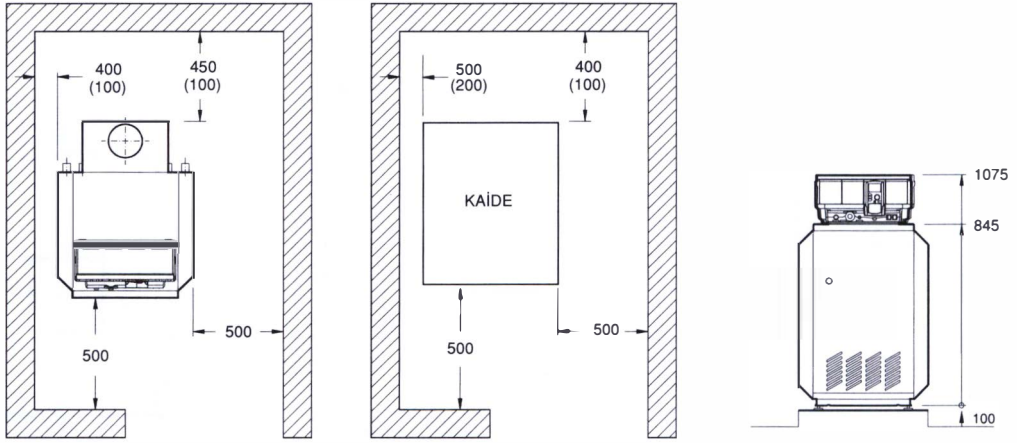
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2F. BUDERUS LOGANO GE 615 ECOSTREAM ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	L (mm)
24 kW	768
32 kW	788

AB = Brülöre ait uzunluktur.

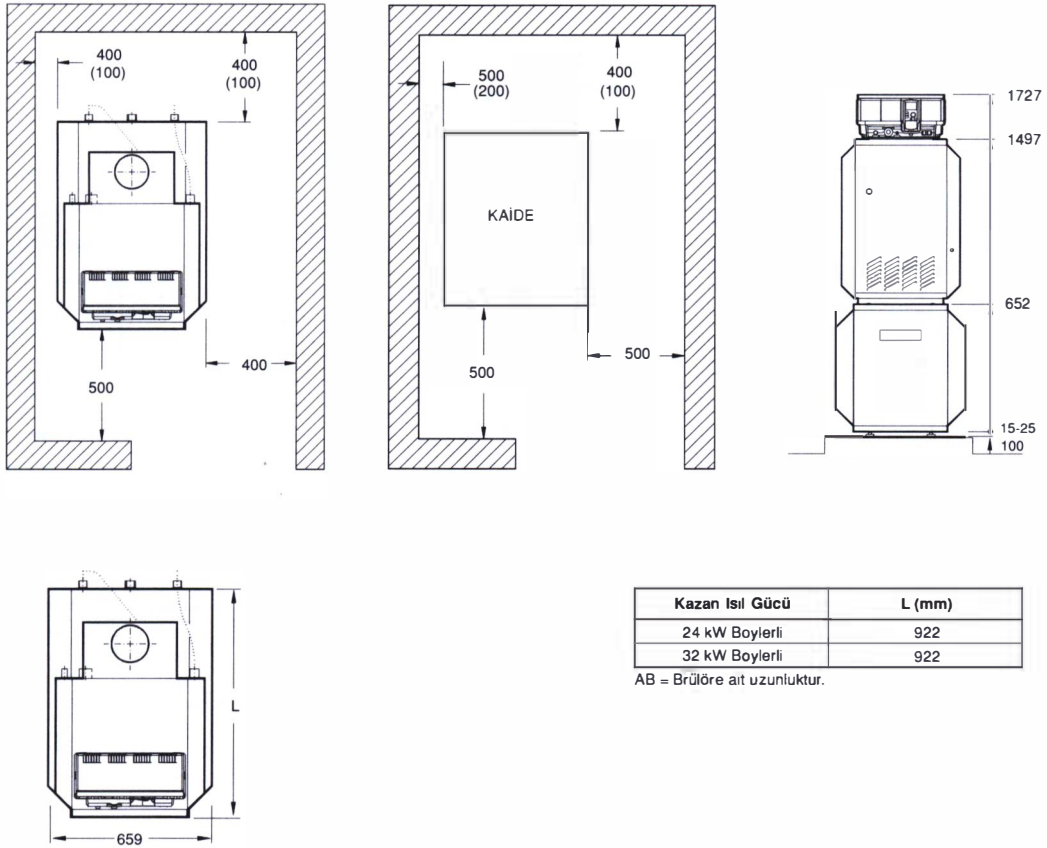
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2G. BUDERUS LOGANO G 124 ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



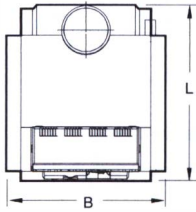
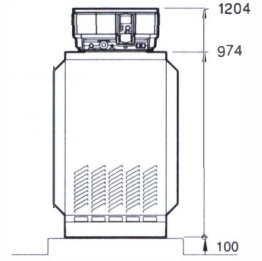
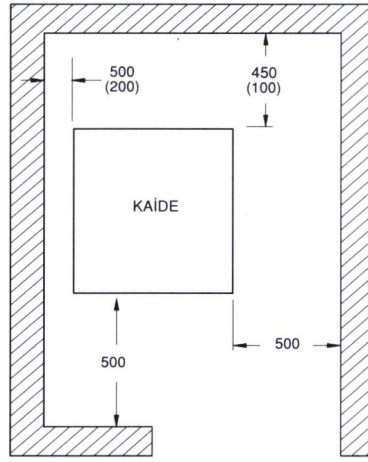
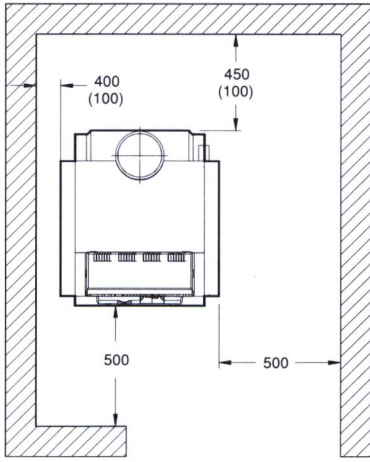
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2H. BUDERUS LOGANO G 124L ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	L (mm)	B (mm)
44 kW	786	650
50 kW	786	740
60 kW	786	830

AB = Brülöre ait uzunluktur.

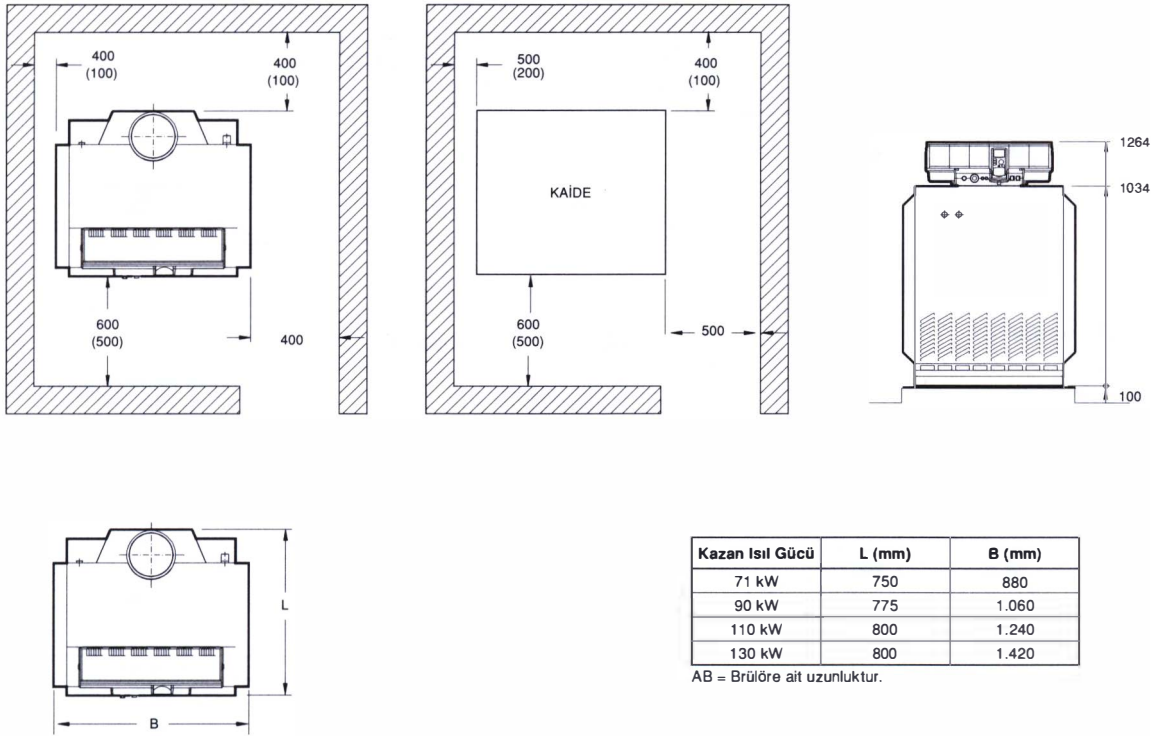
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.21. BUDERUS LOGANO G 234 ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



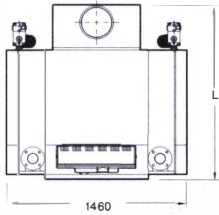
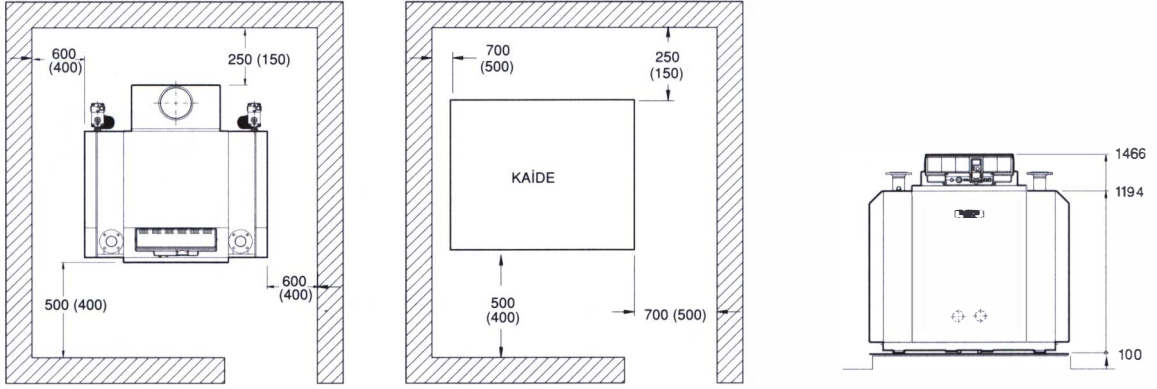
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kazan dairesi yüksekliği yaklaşık 2400 mm olmalıdır.

Şekil 17.2J. BUDERUS LOGANO G 334 ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	L (mm)
150 kW	1.427
175 kW	1.582
200 kW	1.687
225 kW	1.792
250 kW	1.957
275 kW	2.062
300 kW	2.167
325 kW	2.312
350 kW	2.417
375 kW	2.522

AB = Brülöre ait uzunluktur.

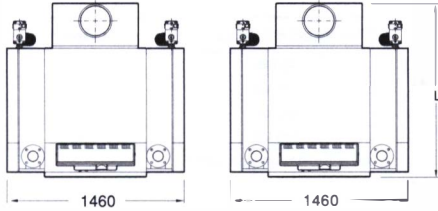
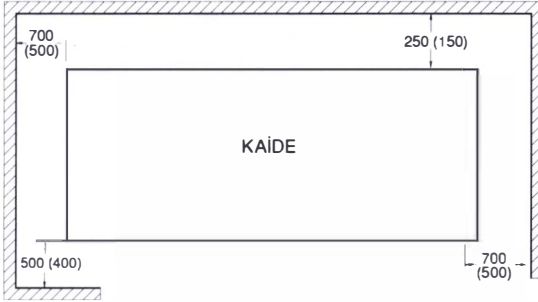
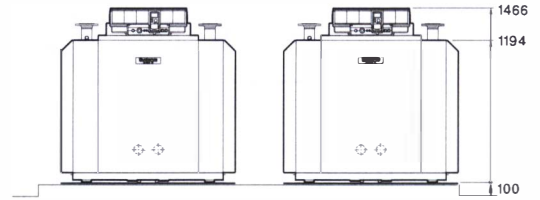
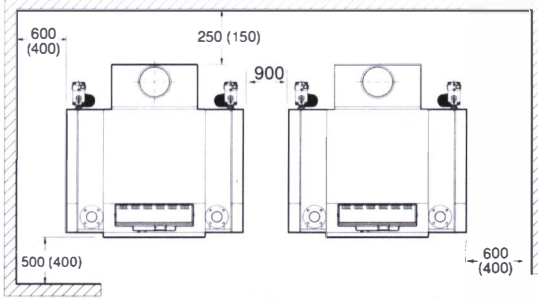
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2K. BUDERUS LOGANO GE 434 ECOSTREAM ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	L (mm)
400 kW	1.687
450 kW	1.792
500 kW	1.957
550 kW	2.062
600 kW	2.167
650 kW	2.312
700 kW	2.417
750 kW	2.522

AB = Brülöre ait uzunluktur.

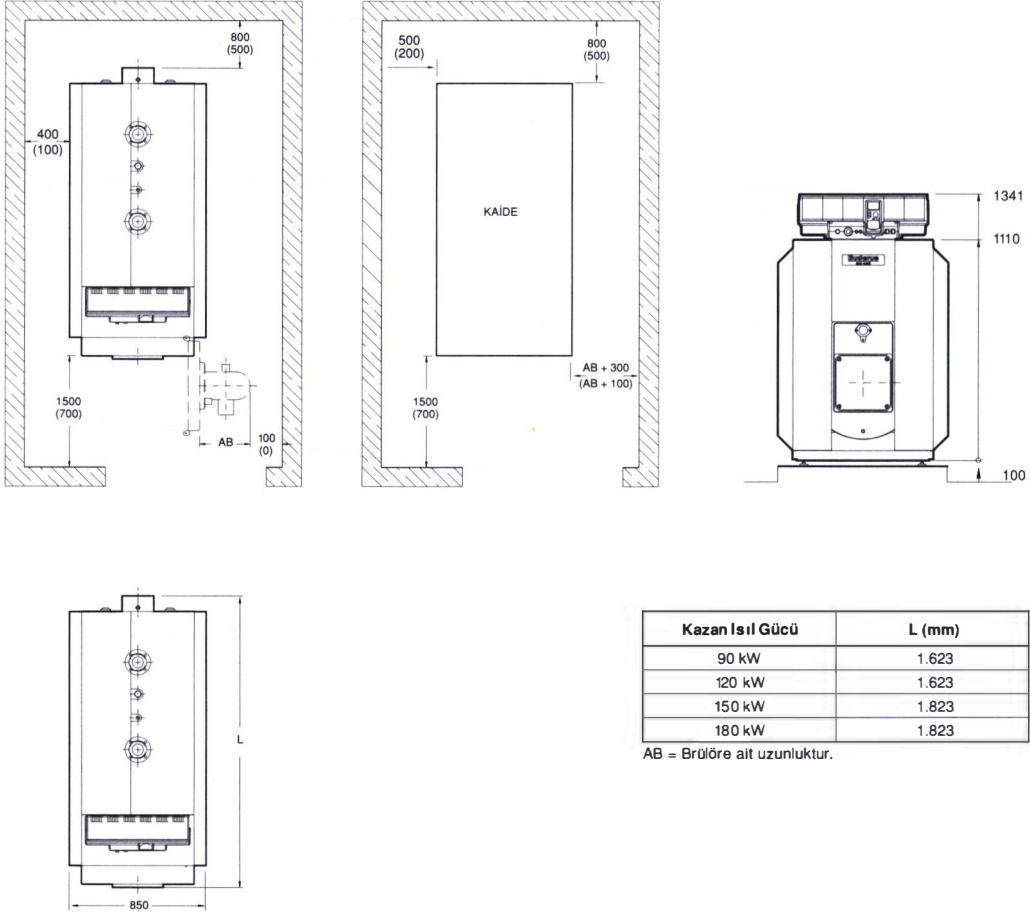
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.

Şekil 17.2L. BUDERUS LOGANO GE 434D (534) ECOSTREAM ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ ESNEK DÖKÜM KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



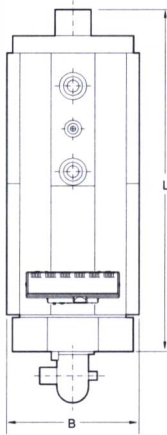
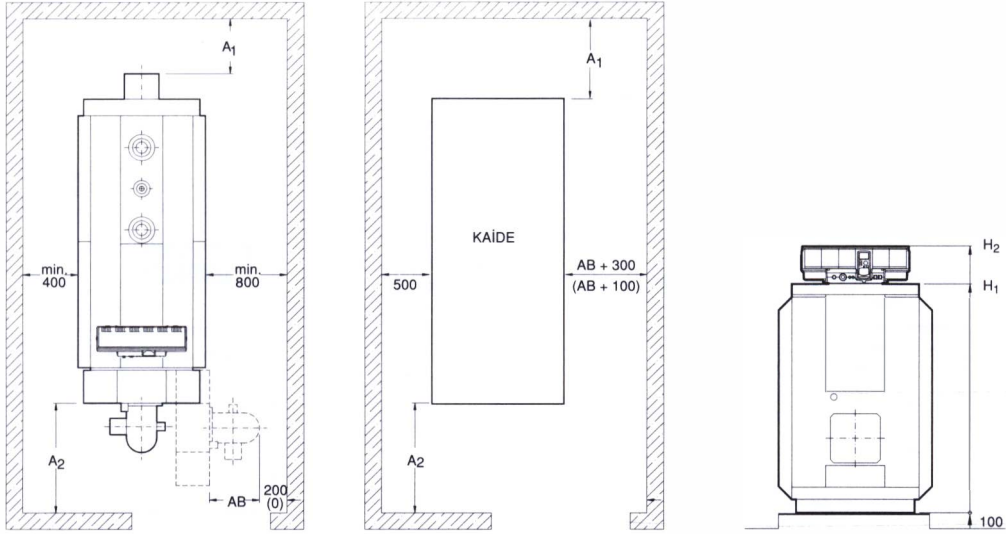
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kazan dairesi çok iyi havalandırılmalıdır ve yanma havasına kömür tozu veya halojen maddelerin girmesi engellenmelidir.

**Şekil 17.2M. BUDERUS LOGANO SK 425
SÜPER ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ**

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	230kW	310 kW	410 kW	530 kW	690 kW
L (mm)	2.396	2.396	2.615	2.615	2.651
B (mm)	920	920	1.015	1.015	1.100
A ₁ (mm)	900 (600)	900 (600)	900 (600)	900 (600)	1.000 (700)
A ₂ (mm)	2.000 (700)	2.000 (700)	2.000 (800)	2.000 (800)	2.000 (900)
H ₁ (mm)	1.385	1.385	1.483	1.483	1.820
H ₂ (mm)	1.615	1.615	1.713	1.713	2.050

AB = Brülöre ait uzunluktur.

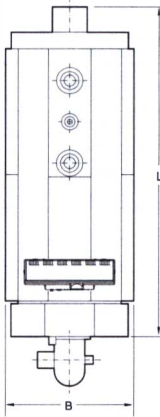
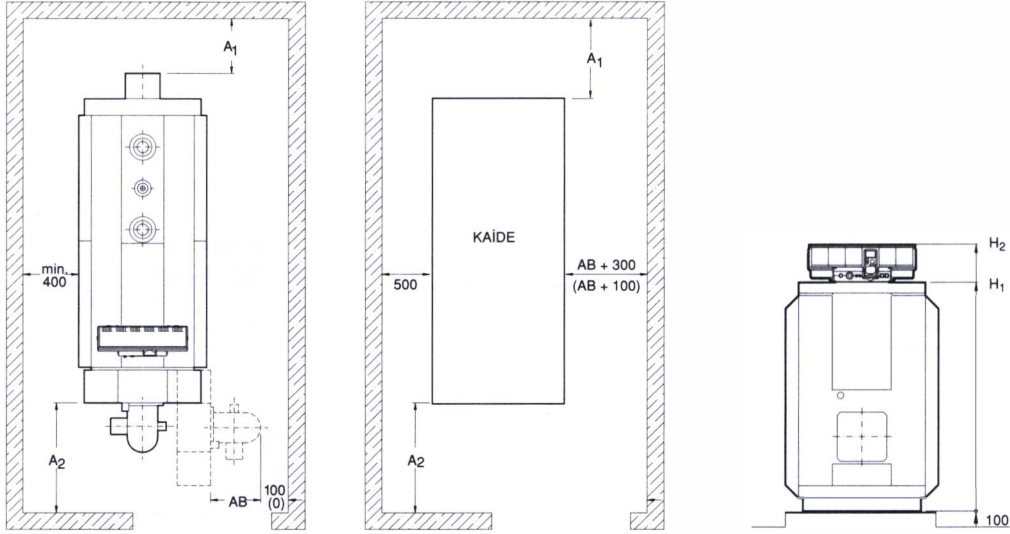
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kazan dairesi çok iyi havalandırılmalıdır ve yanma havasına kömür tozu veya halojen maddelerin girmesi engellenmelidir.

**Şekil 17.2N. BUDERUS LOGANO SK 625
SÜPER ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ**

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	870 kW	1.070 kW	1.320 kW	1.600 kW
L (mm)	2.873	3.013	3.013	3.140
B (mm)	1.100	1.275	1.275	1.345
A ₁ (mm)	1.000 (700)	1.100 (800)	1.100 (800)	1.100 (800)
A ₂ (mm)	2.500 (900)	2.500 (1.100)	2.500 (1.100)	2.500 (1.150)
H ₁ (mm)	1.820	2.115	2.115	2.235
H ₂ (mm)	2.050	2.345	2.345	2.465

AB = Brülöre ait uzunluktur.

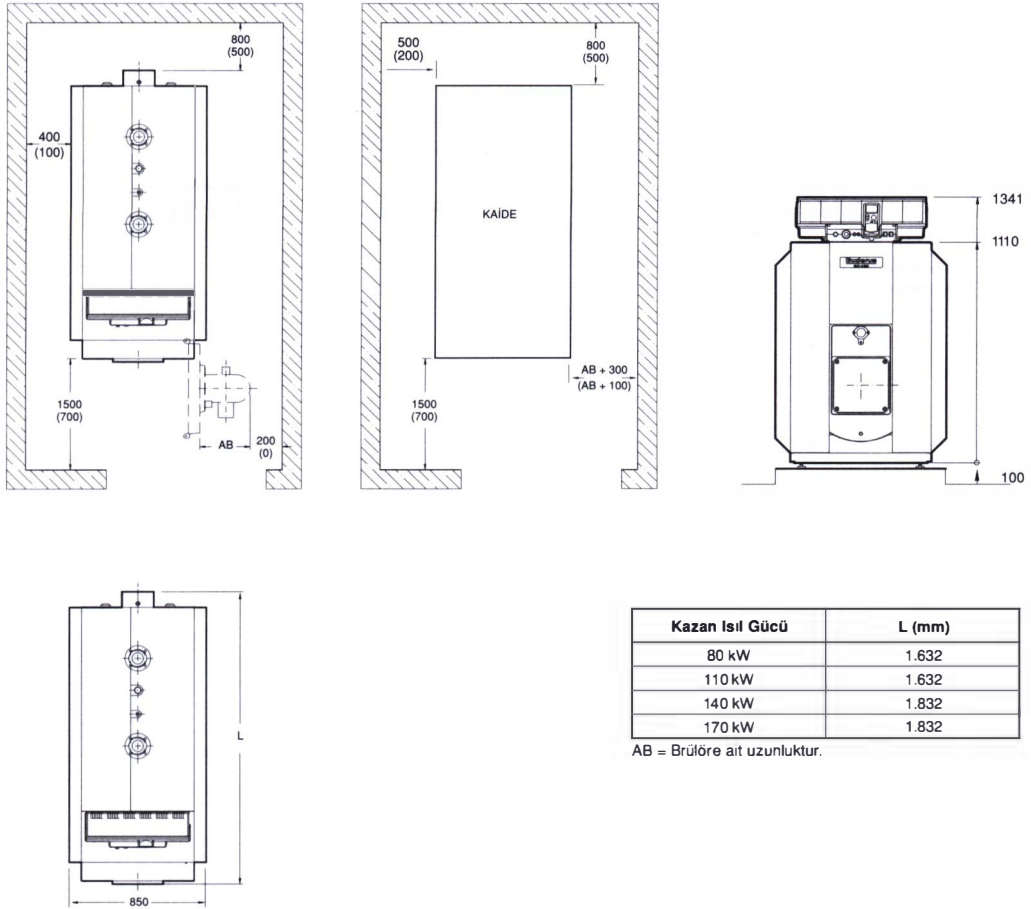
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kazan dairesi çok iyi havalandırılmalıdır ve yanma havasına kömür tozu veya halojen maddelerin girmesi engellenmelidir.

**Şekil 17.20. BUDERUS LOGANO SK 725
SÜPER ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ**

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



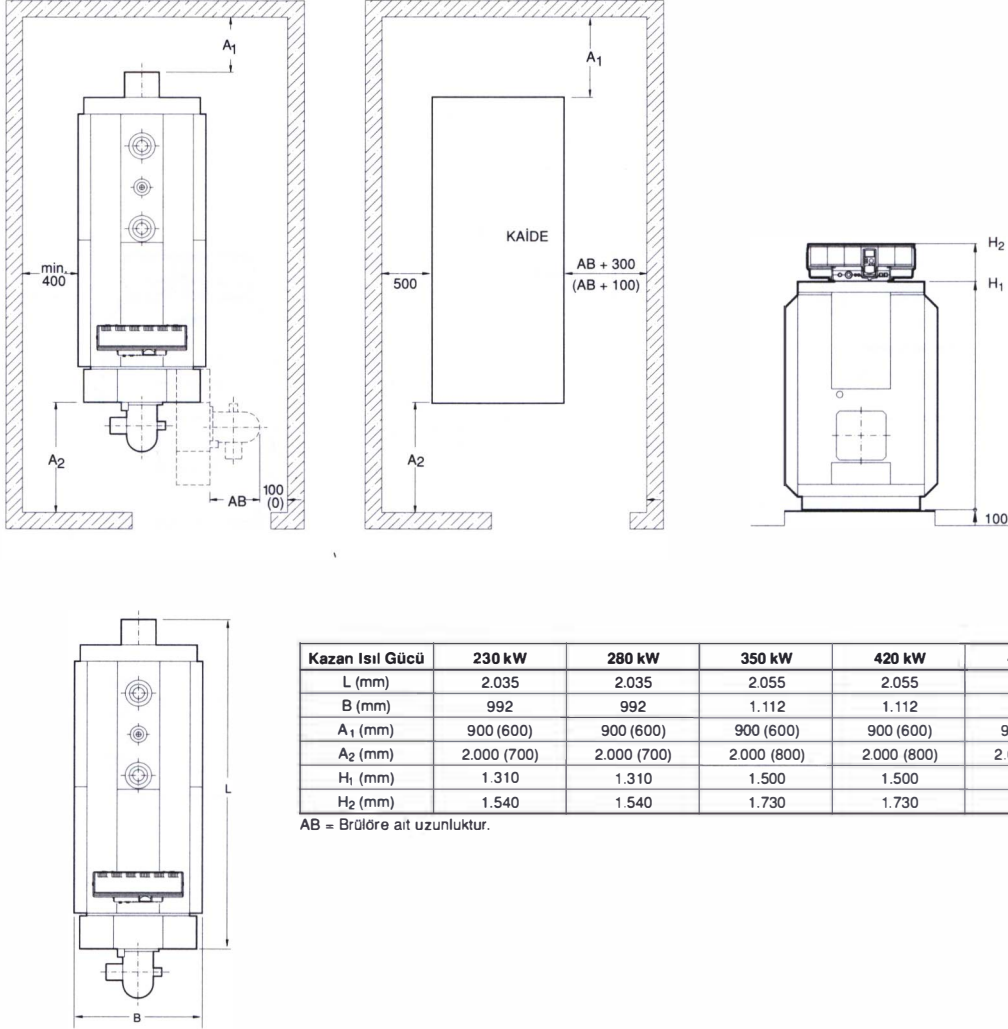
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kazan dairesi çok iyi havalandırılmalıdır ve yanma havasına kömür tozu veya halojen maddelerin girmesi engellenmelidir.

Şekil 17.2P. BUDERUS LOGANO SE 425 ECOSTREAM ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



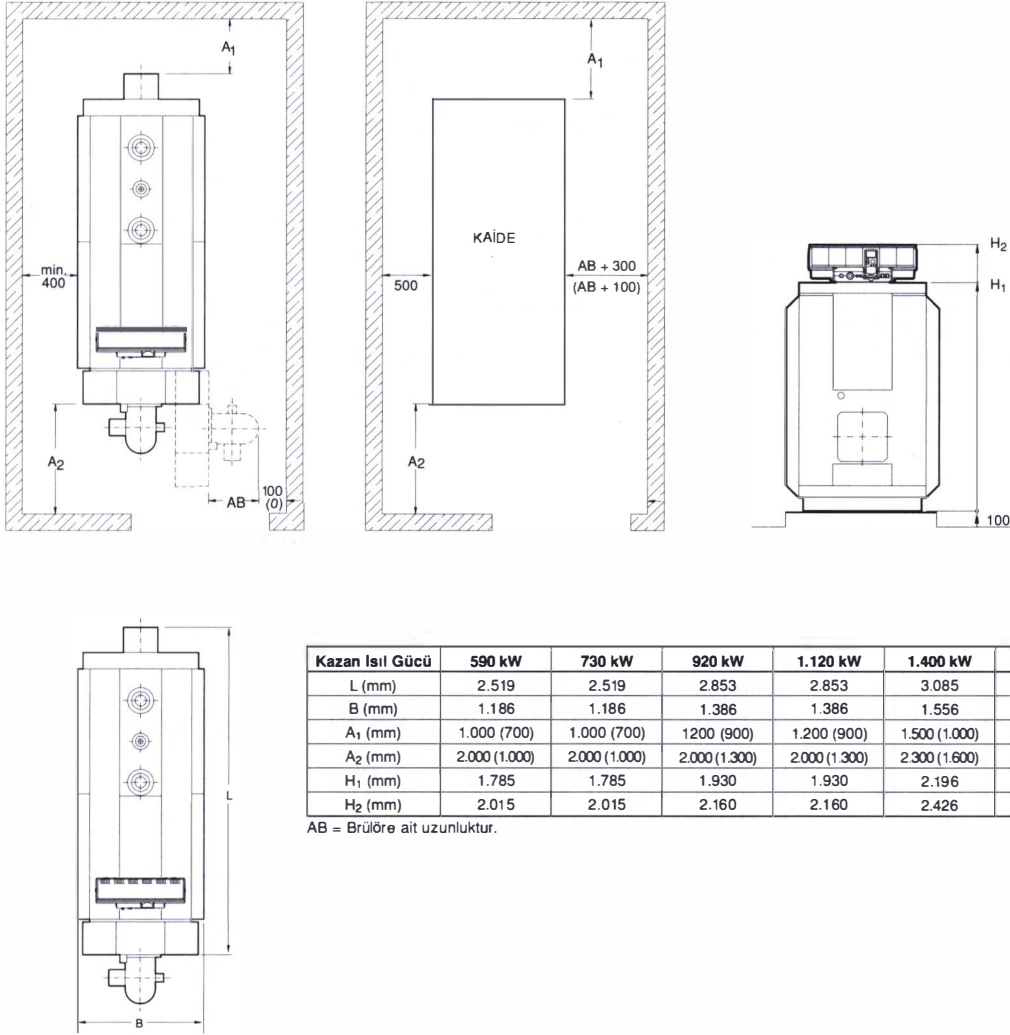
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kazan dairesi çok iyi havalandırılmalıdır ve yanma havasına kömür tozu veya halojen maddelerin girmesi engellenmelidir.

Şekil 17.2R. BUDERUS LOGANO SE 635 ECOSTREAM ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



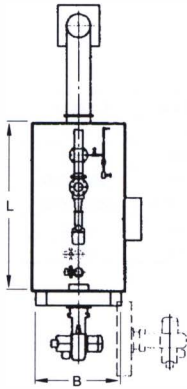
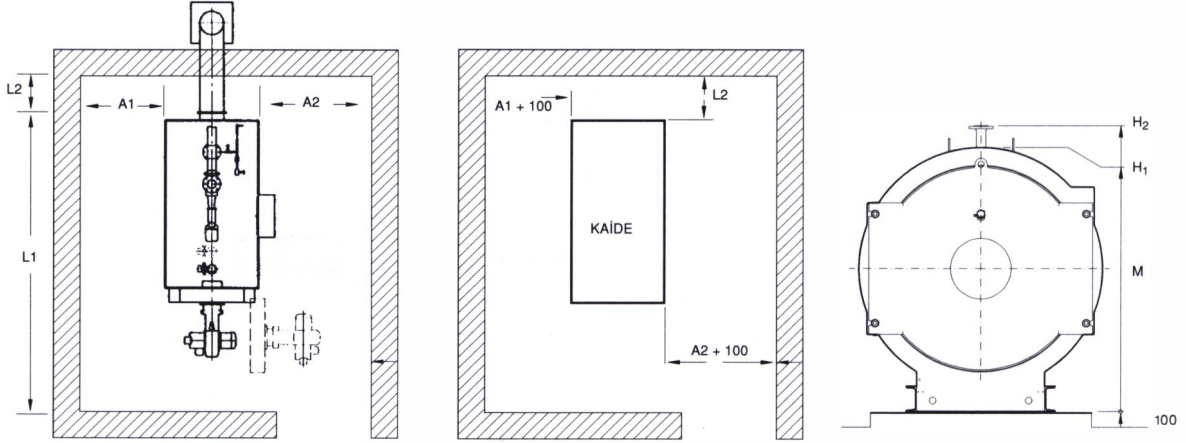
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kazan dairesi çok iyi havalandırılmalıdır ve yanma havasına kömür tozu veya halojen maddelerin girmesi engellenmelidir.

Şekil 17.2S. BUDERUS LOGANO SE 735 ECOSTREAM ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	1.000 kW	1.350 kW	1.900 kW	2.500 kW	3.050 kW	3.700 kW
L (mm)	2.680	2.950	3.220	3.675	3.725	4.075
B (mm)	1.324	1.424	1.524	1.574	1.674	1.724
A ₁ (mm)	500					
A ₂ (mm)	1.100	1.100	1.300	1.300	1.300	1.600
H ₁ (mm)	1.615	1.715	1.815	1.865	1.965	2.015

Kazan Isıl Gücü	4.200 kW	5.200 kW	6.500 kW	7.700 kW	9.300 kW	11.200 kW
L (mm)	4.570	4.700	5.090	5.320	5.220	5.980
B (mm)	1.824	1.924	2.124	2.274	2.424	2.574
A ₁ (mm)	500					
A ₂ (mm)	1.600	1.800	2.050	2.050	2.050	2.350
H ₁ (mm)	2.115	2.210	2.410	2.560	2.710	2.900

Kazan Isıl Gücü	12.600 kW	14.700 kW	16.400 kW	19.200 kW
L (mm)	6.315	7.050	7.530	7.980
B (mm)	2.724	2.924	3.224	3.424
A ₁ (mm)	**			
A ₂ (mm)	2.350	*	*	*
H ₁ (mm)	3.025	3.270	3.570 mm	3.770

* Brülör tipine göre değişiklik gösterebilir.
** Projeye özel olarak belirlenmelidir.

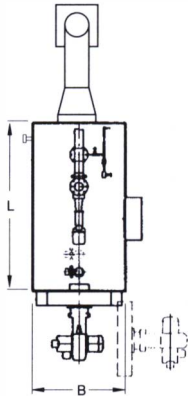
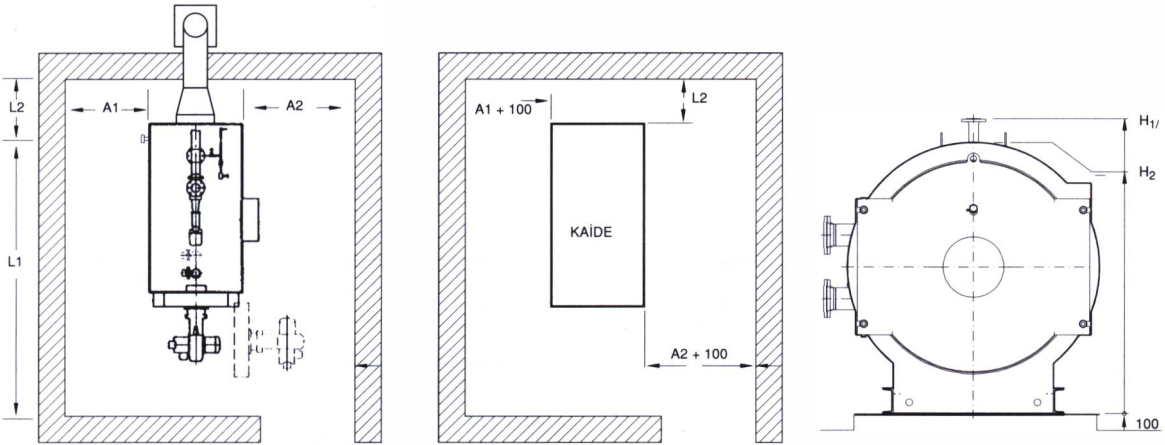
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kaide zeminine düşenecek olan titreşim yutucu altlık detayı için firmamıza danışınız.

Şekil 17.2T. BUDERUS LOGANO S 825L TÜRBÜLATÖRSÜZ ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kazanın etrafında kazan ve brülör montaj, demontaj ve bakım işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için tavsiye edilen kazan-duvar boşluğu ölçüleri seçilmelidir.



Kazan Isıl Gücü	1.000 kW	1.350 kW	1.900 kW	2.500 kW	3.050 kW	3.700 kW
L (mm)	3.370	3.640	3.910	4.365	4.415	4.765
B (mm)	1.324	1.424	1.524	1.574	1.674	1.724
A ₁ (mm)	500					
A ₂ (mm)	1.100	1.100	1.300	1.300	1.300	1.600
H ₁ (mm)	1.615	1.715	1.815	1.865	1.965	2.015

Kazan Isıl Gücü	4.200 kW	5.200 kW	6.500 kW	7.700 kW	9.300 kW	11.200 kW
L (mm)	5.260	5.390	5.780	6.010	6.210	6.670
B (mm)	1.824	1.924	2.100	2.250	2.450	2.550
A ₁ (mm)	500					
A ₂ (mm)	1.600	1.800	2.050	2.050	2.050	2.350
H ₁ (mm)	2.115	2.210	2.410	2.560	2.710	2.900

Kazan Isıl Gücü	12.600 kW	14.700 kW	16.400 kW	19.200 kW
L (mm)	7.005	7.740	8.220	8.670
B (mm)	2.700	2.900	3.200	3.400
A ₁ (mm)	**			
A ₂ (mm)	2.350	*	*	*
H ₁ (mm)	3.025	3.270	3.570	3.770

* Brülör tipine göre değişiklik gösterebilir.
** Projeye özel olarak belirlenmelidir.

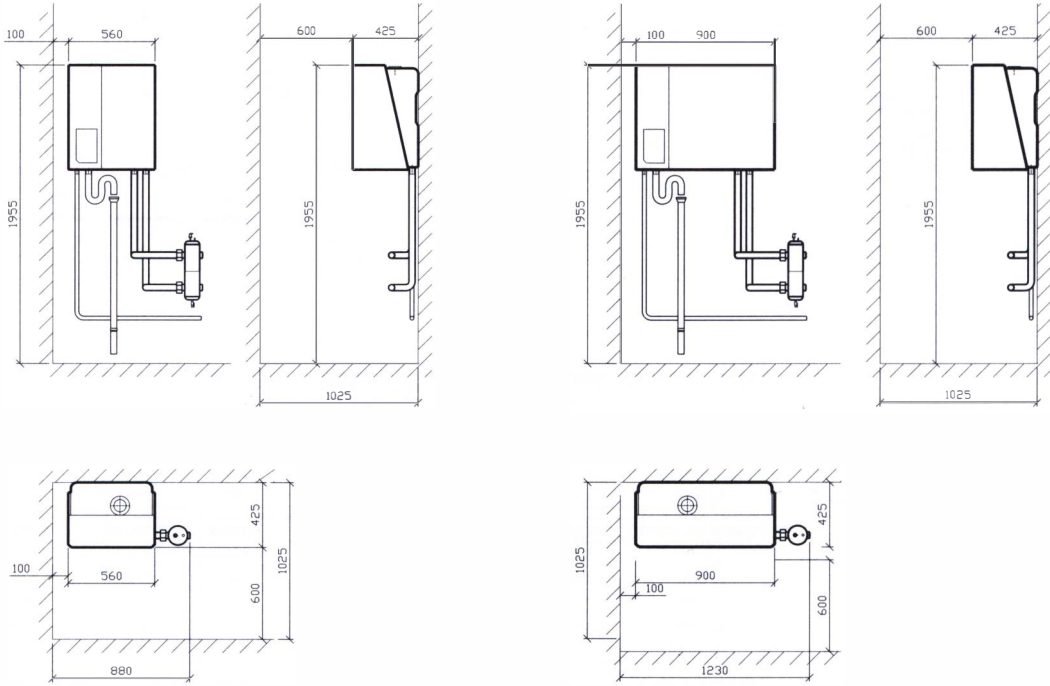
Notlar:

- 1) Normal yazılan ölçüler rahat bir işletme için gerekli mesafeleri, parantez içindekiler ise minimum mesafeleri göstermektedir.
- 2) Kaideler BS 25 betondan imal edilmelidir.
- 3) Kaide üzeri hiçbir şekilde seramik veya benzeri kaygan malzeme ile kaplanmamalıdır.
- 4) Kaide zeminine düşenecek olan titreşim yutucu altlık detayı için firmamıza danışınız.

Şekil 17.2U. BUDERUS LOGANO SB 825L TÜRBÜLATÖRSÜZ ENTEGRE YOĞUŞMA EŞANJÖRLÜ ÇELİK KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

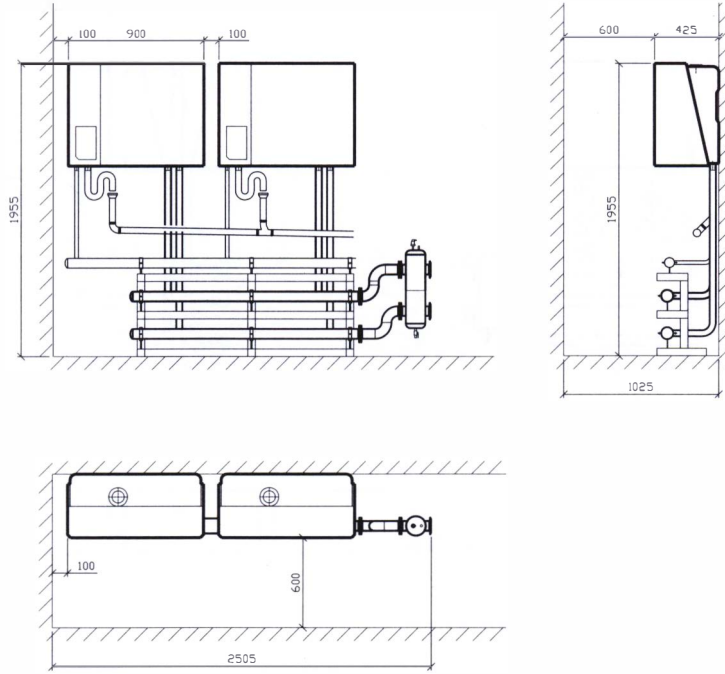
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.
- Tek kazanlı uygulamalarda denge deposu ancak ikinci bir pompa kullanımı halinde gerekli olmaktadır. Burada bilgi amaçlı olarak çizilmiştir.



Şekil 17.3A. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

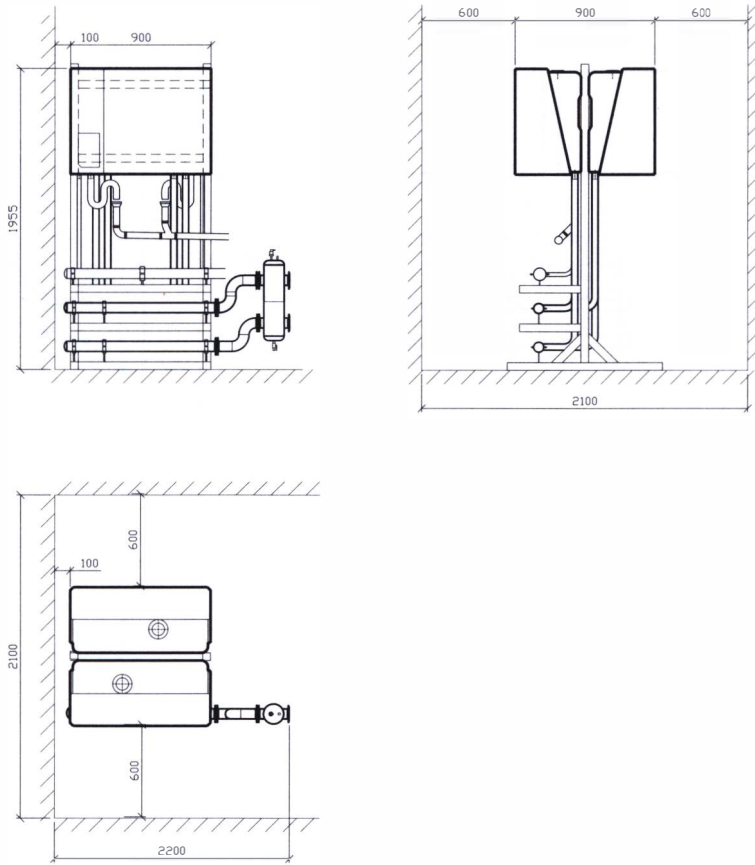
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3B. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 2'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 120 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

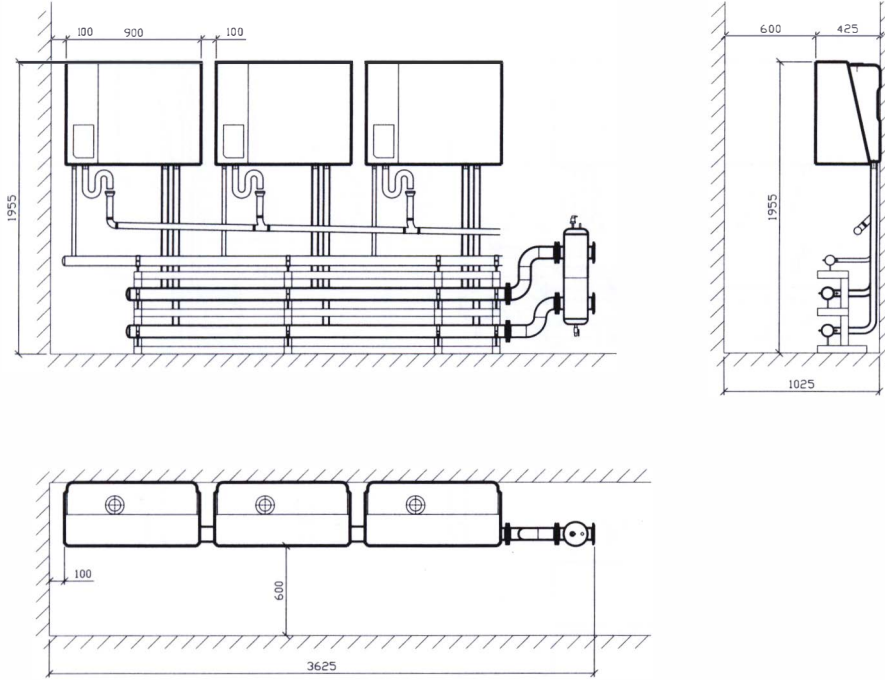
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3B. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 2'Lİ KASKAD SIRT SIRT YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 120 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

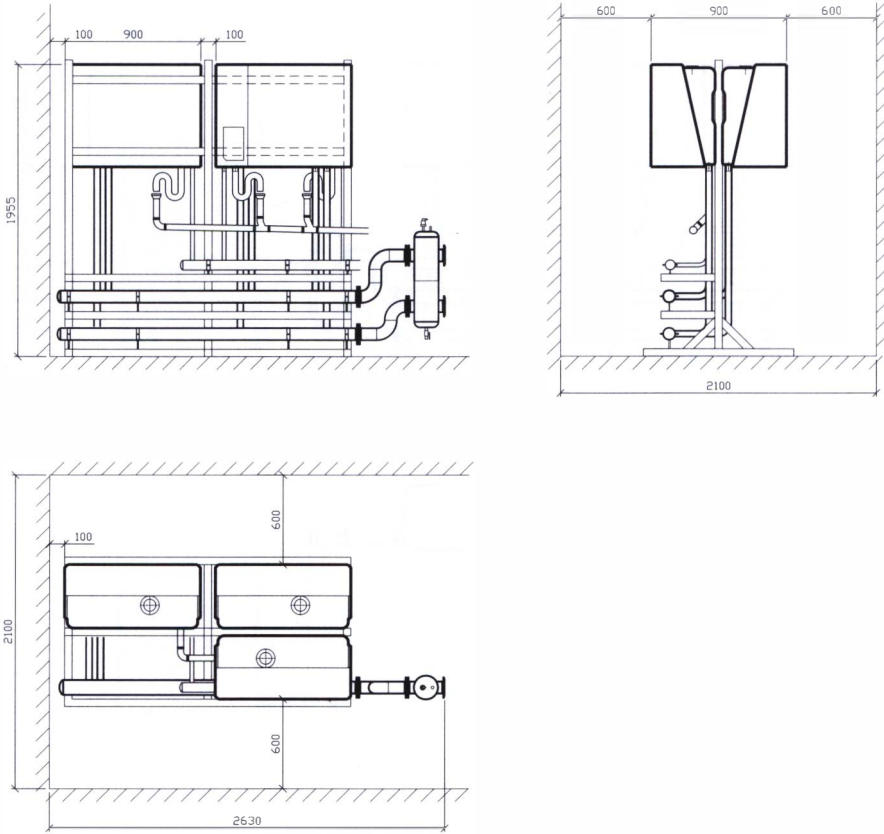
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3C. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 3'LÜ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 180 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

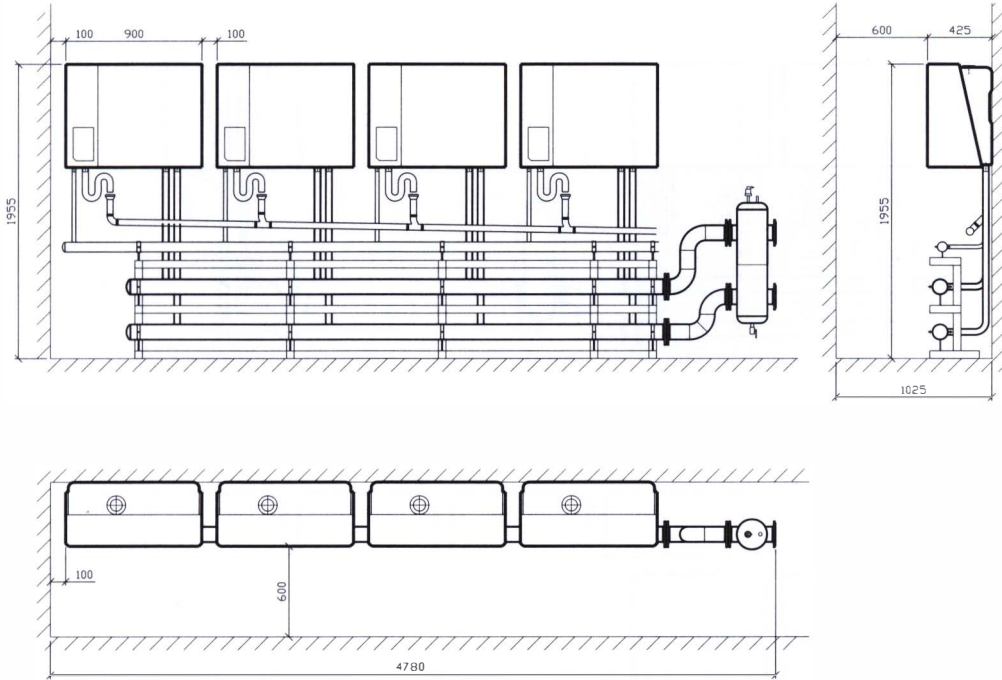
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3C. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 3'LÜ KASKAD SIRT SIRT A YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 180 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

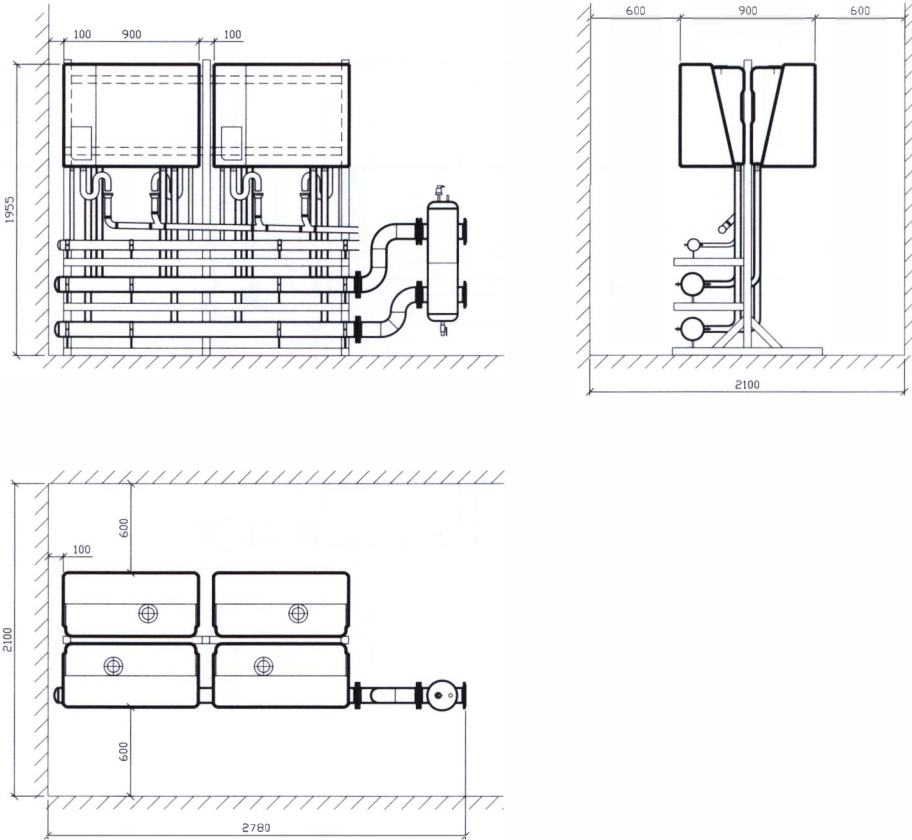
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3D. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 4'LÜ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 240 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

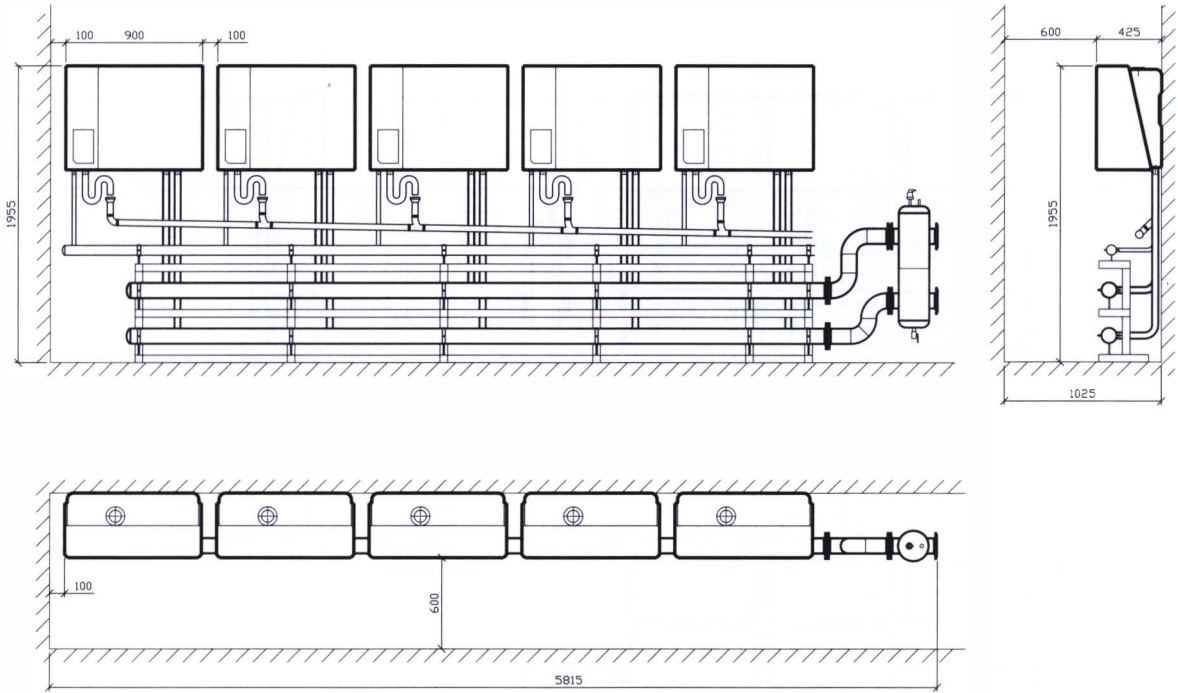
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3D. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 4'LÜ KASKAD SIRT SIRT A YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 240 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

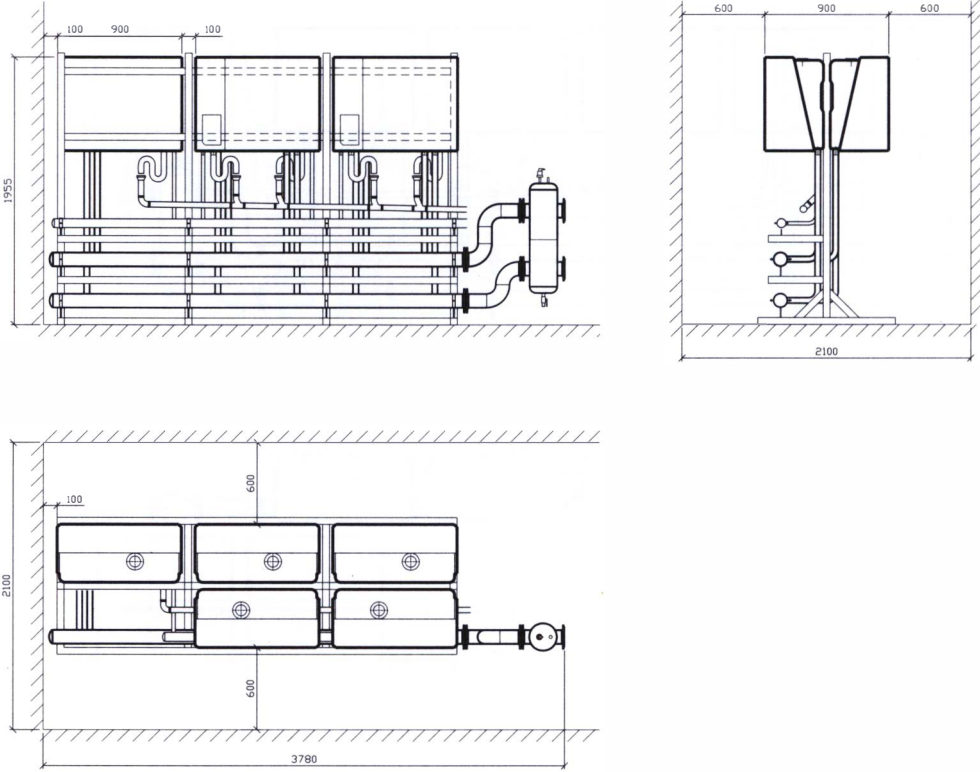
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3E. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 5'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 300 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

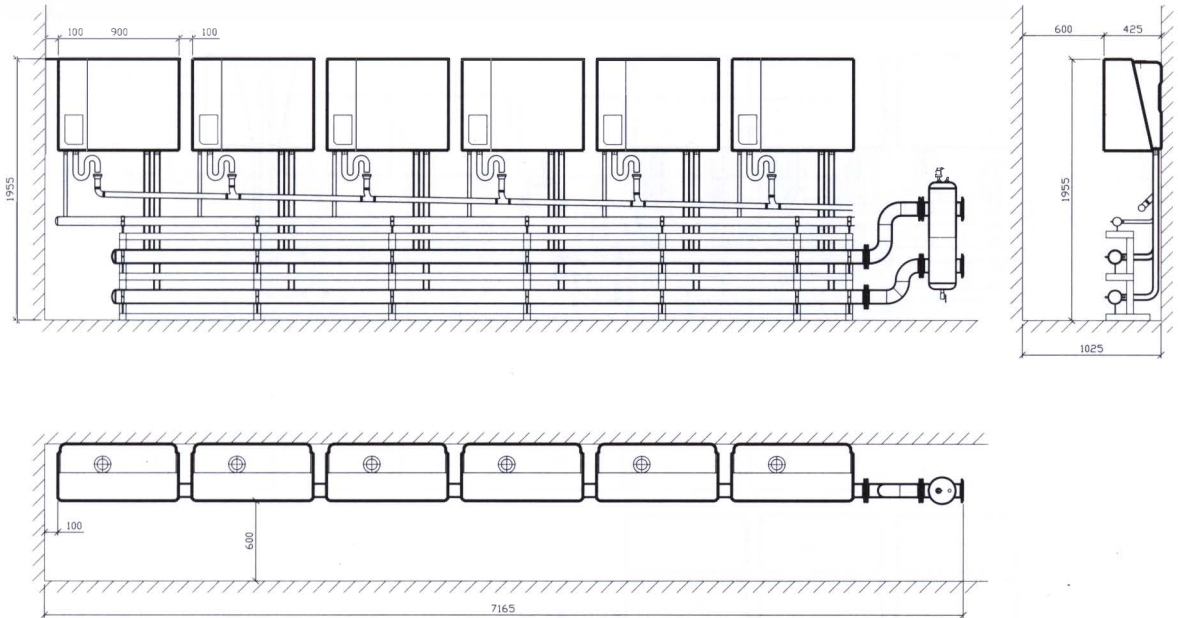
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3E. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 5'Lİ KASKAD SIRT SIRT YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 300 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

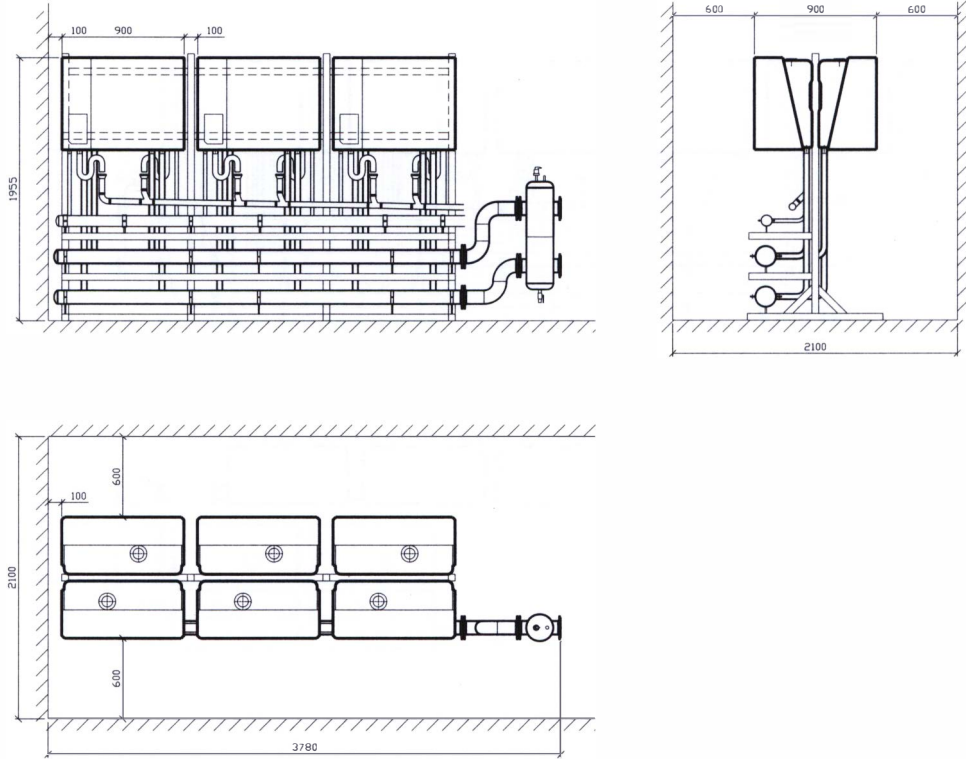
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3F. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 6'LI KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 360 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

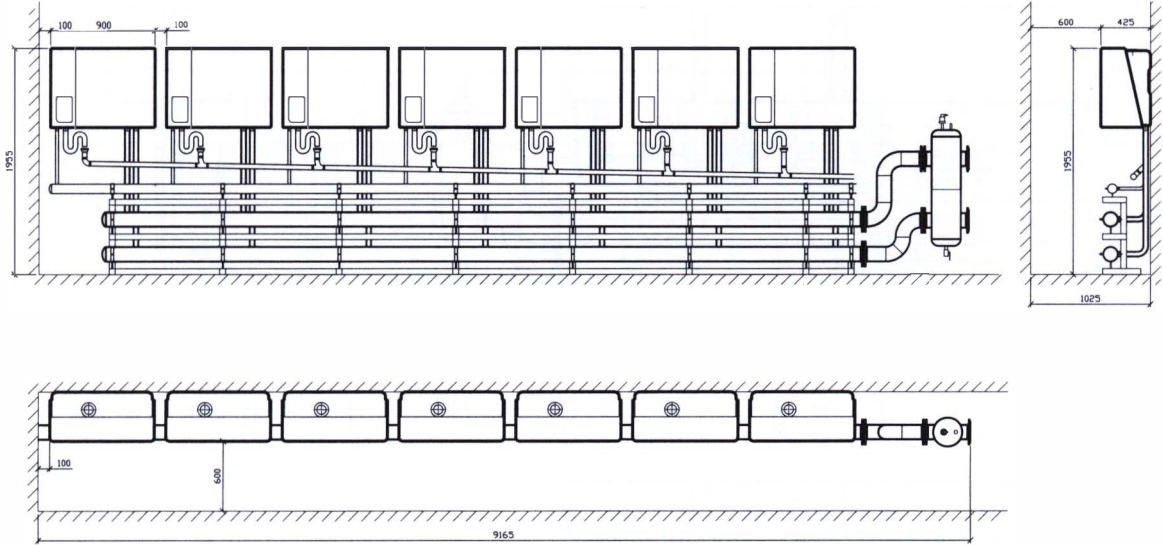
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3F. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 6'LI KASKAD SIRT SIRT YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 360 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

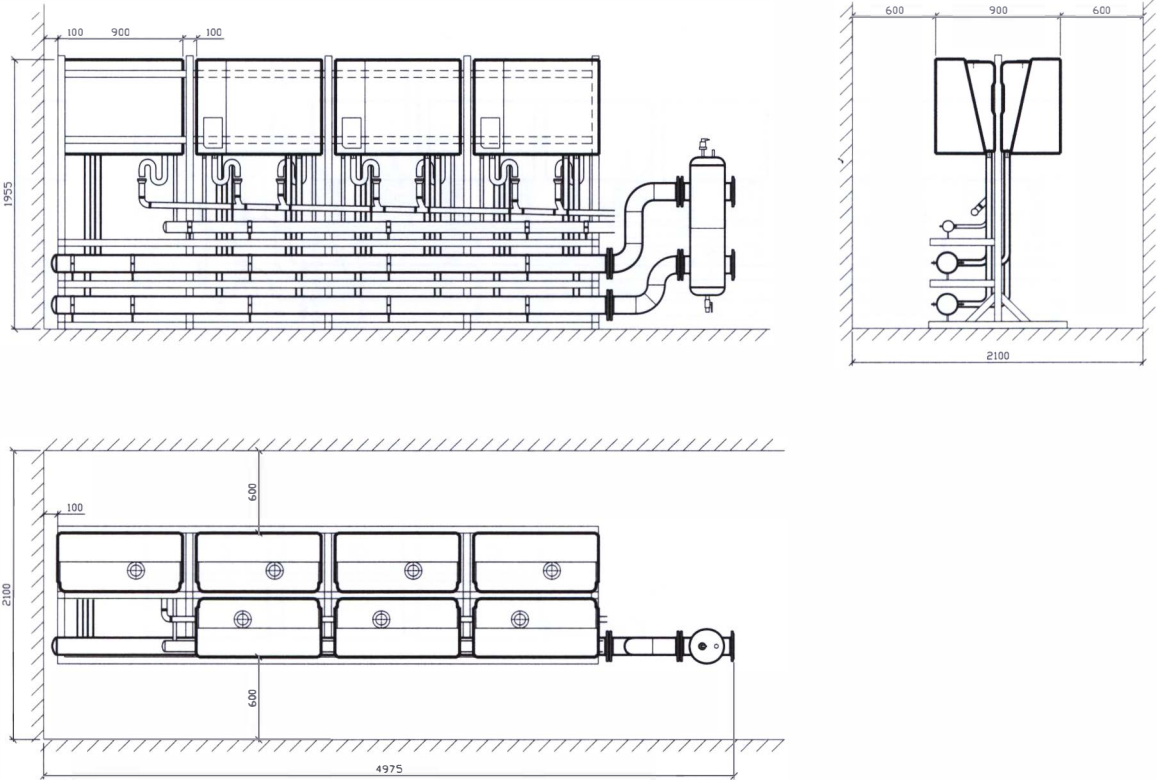
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3G. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 7'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 420 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

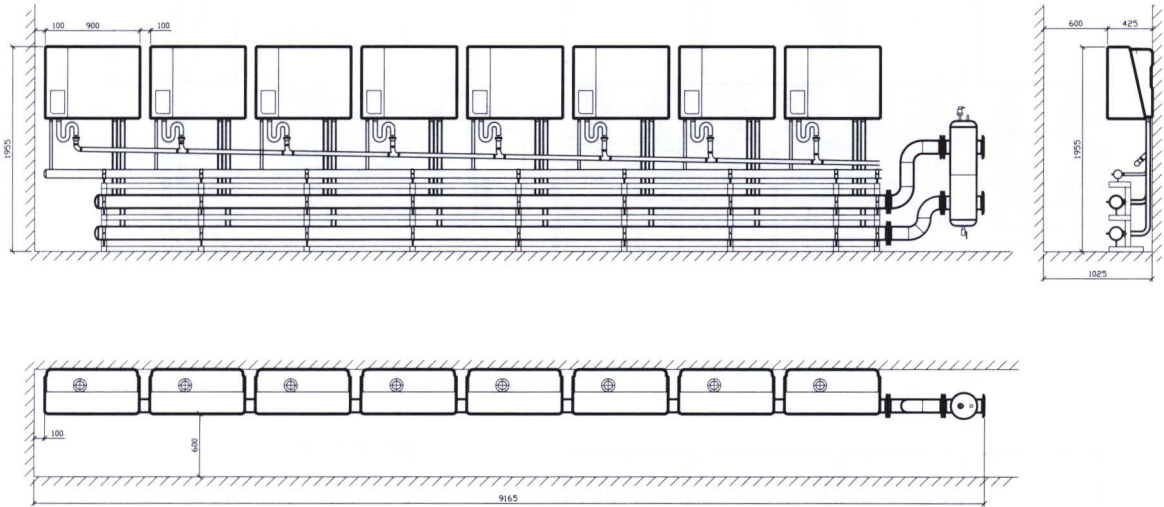
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3G. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 7'Lİ KASKAD SIRT SIRT A YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 420 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

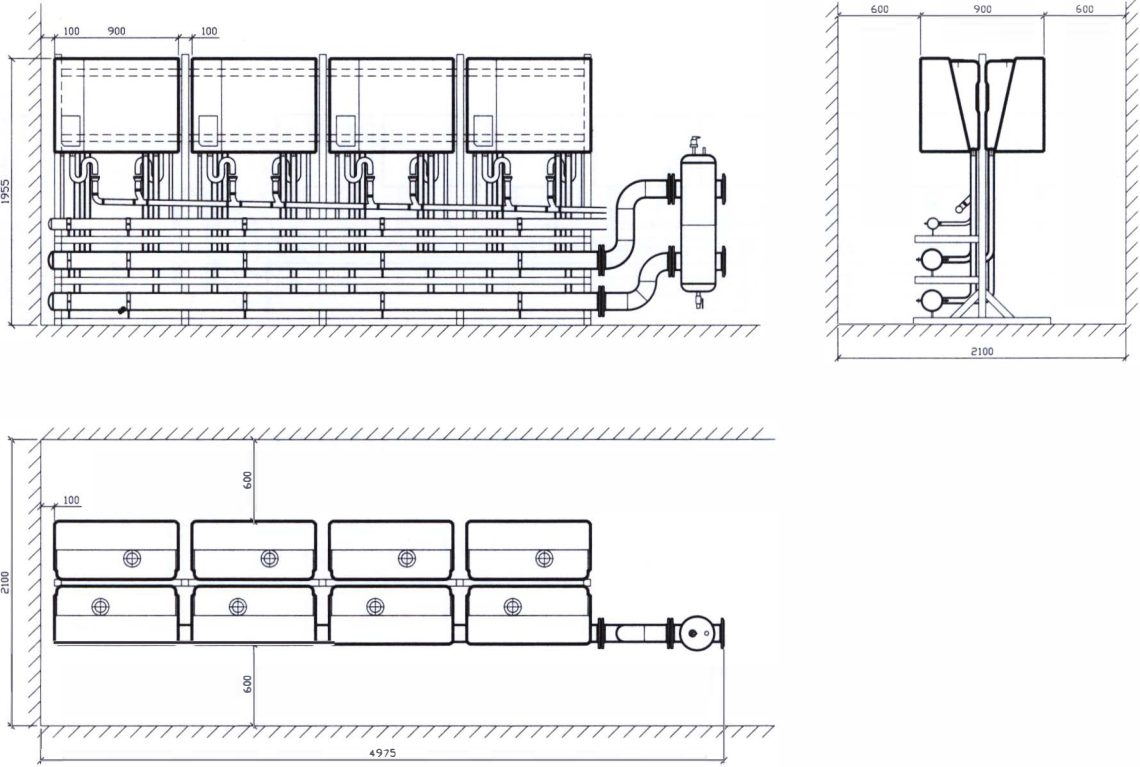
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3H. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 8'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 480 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

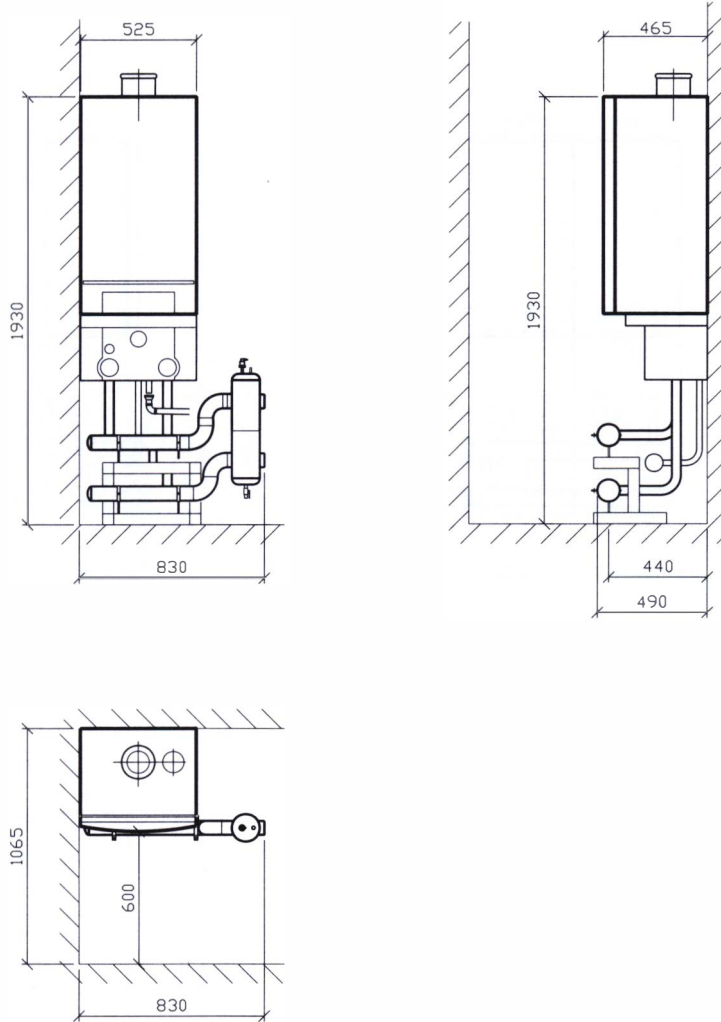
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3H. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 8'Lİ KASKAD SIRT SIRT YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 480 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

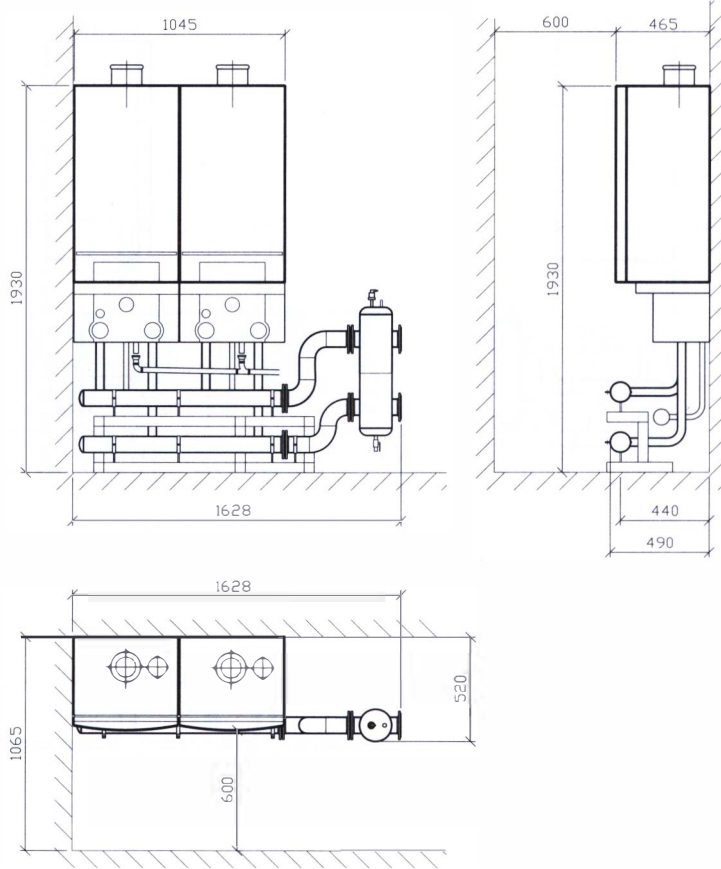
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.31. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

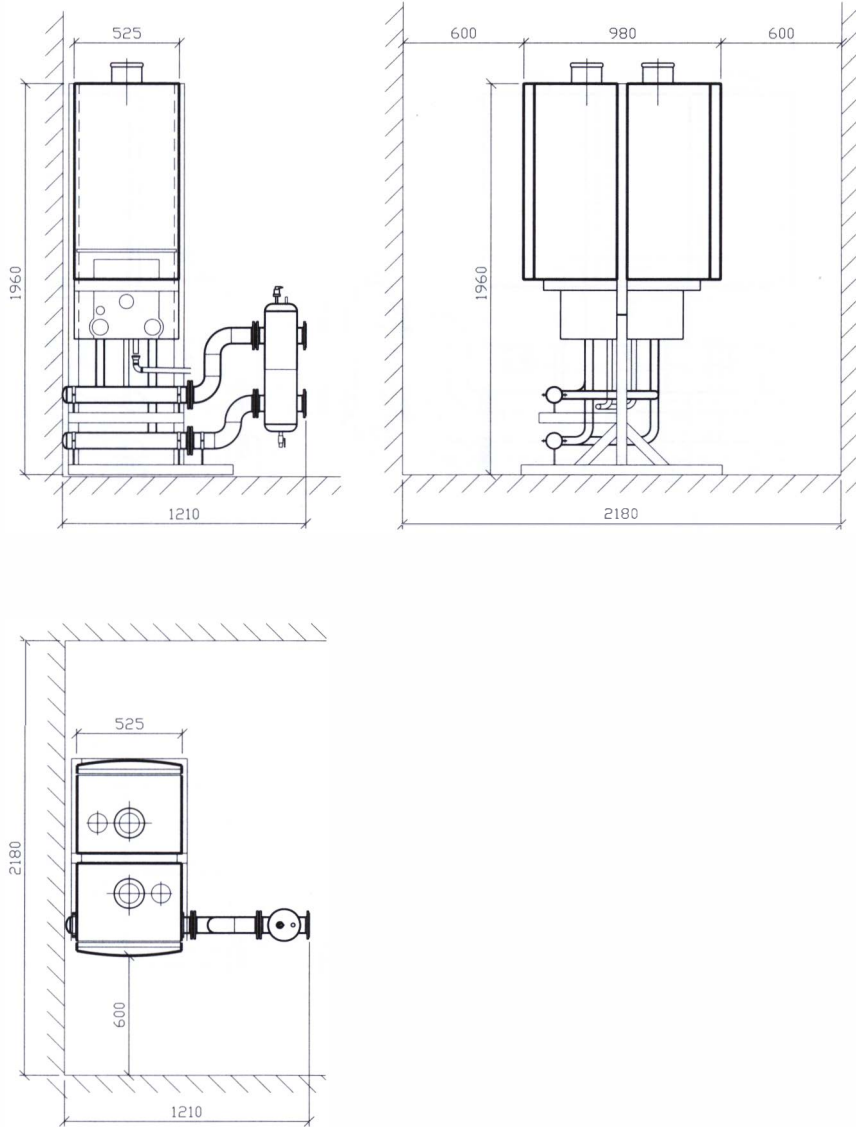
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3J. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 2'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 200 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

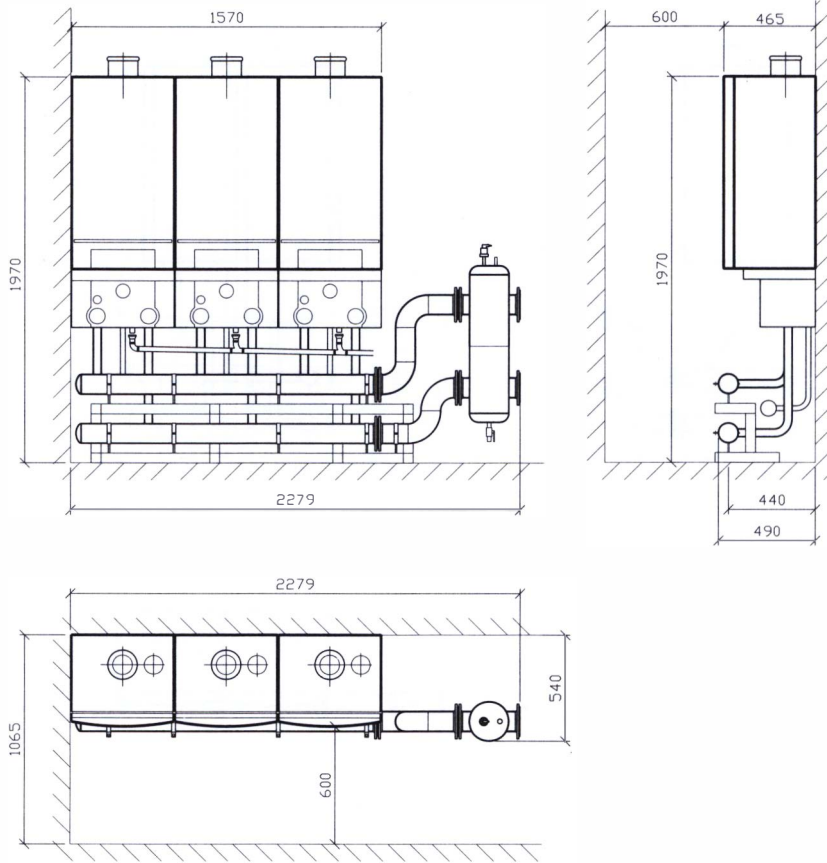
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3J. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 2'Lİ KASKAD SIRT SIRT A YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 200 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

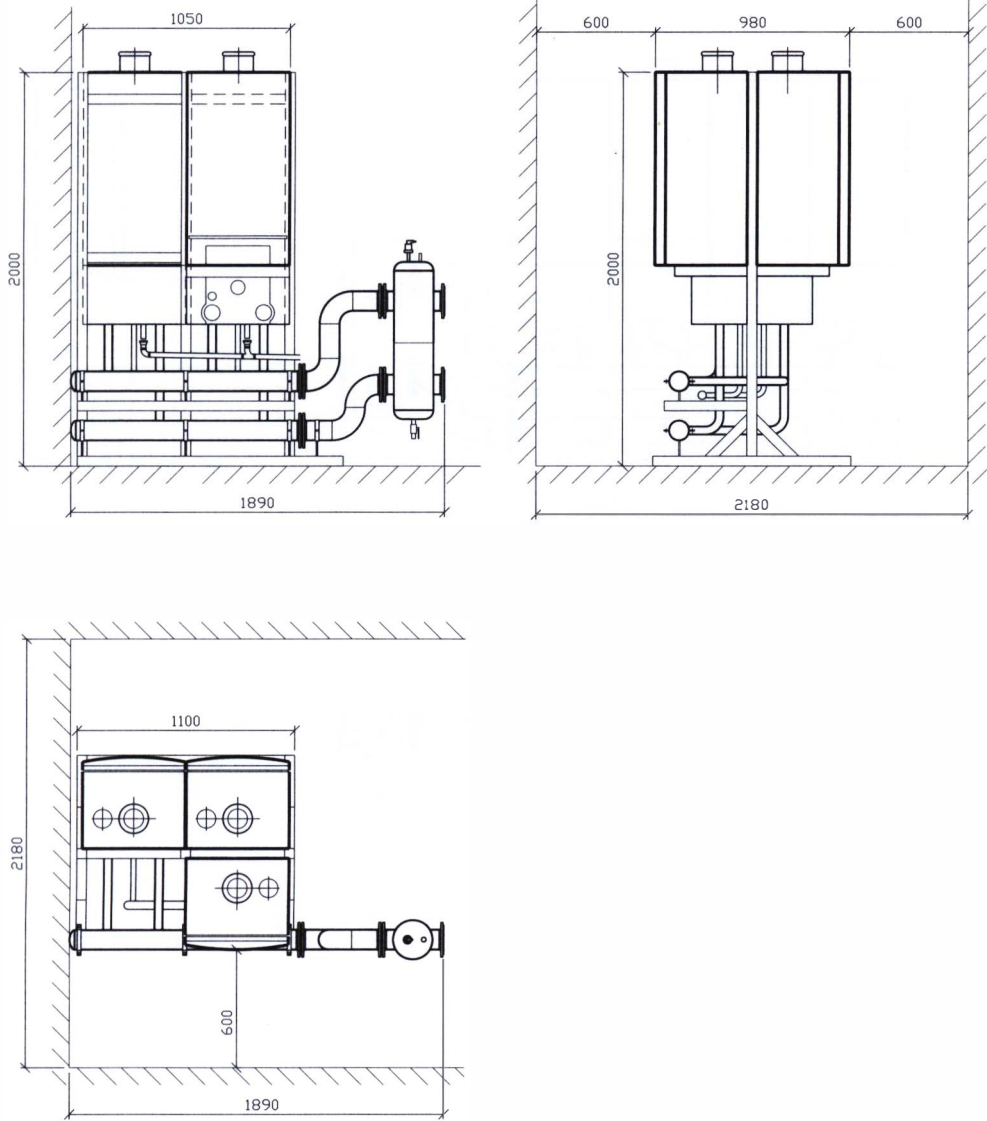
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3K. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 3'LÜ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 300 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

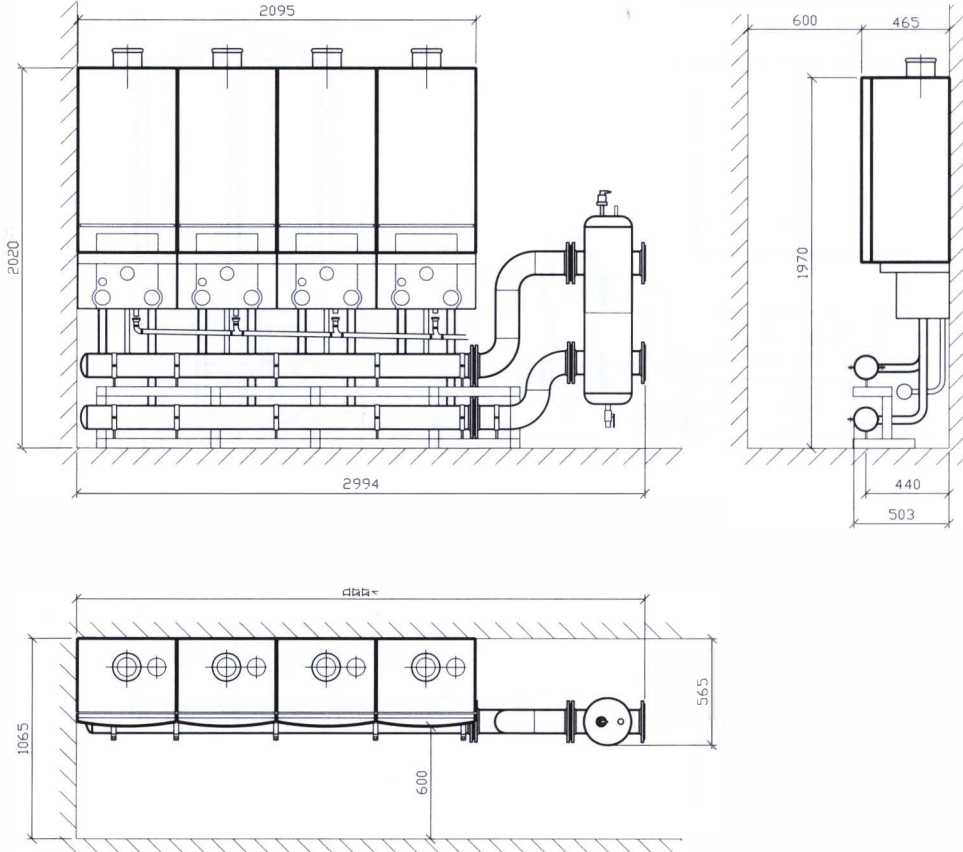
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3K. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 3'LÜ KASKAD SIRT SIRT A YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 300 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

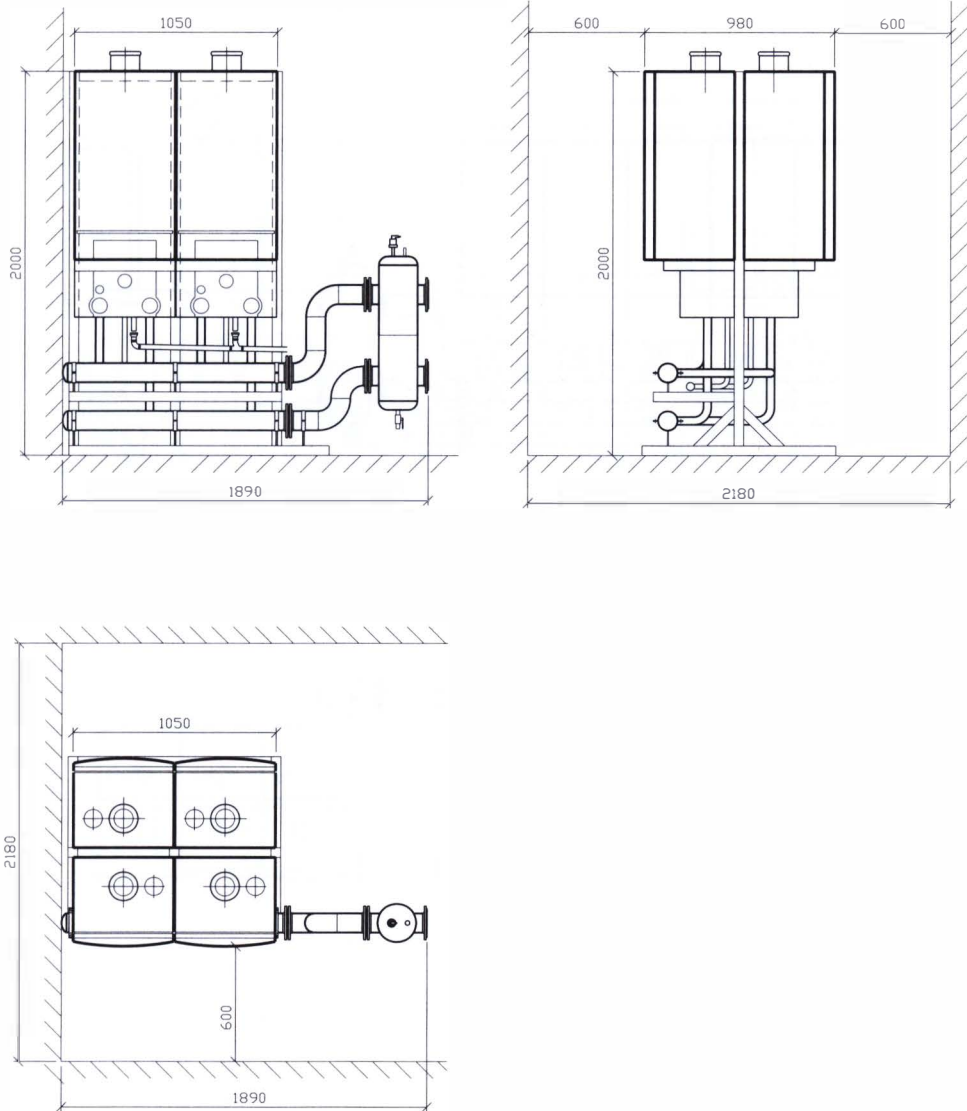
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3L. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 4'LÜ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 400 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

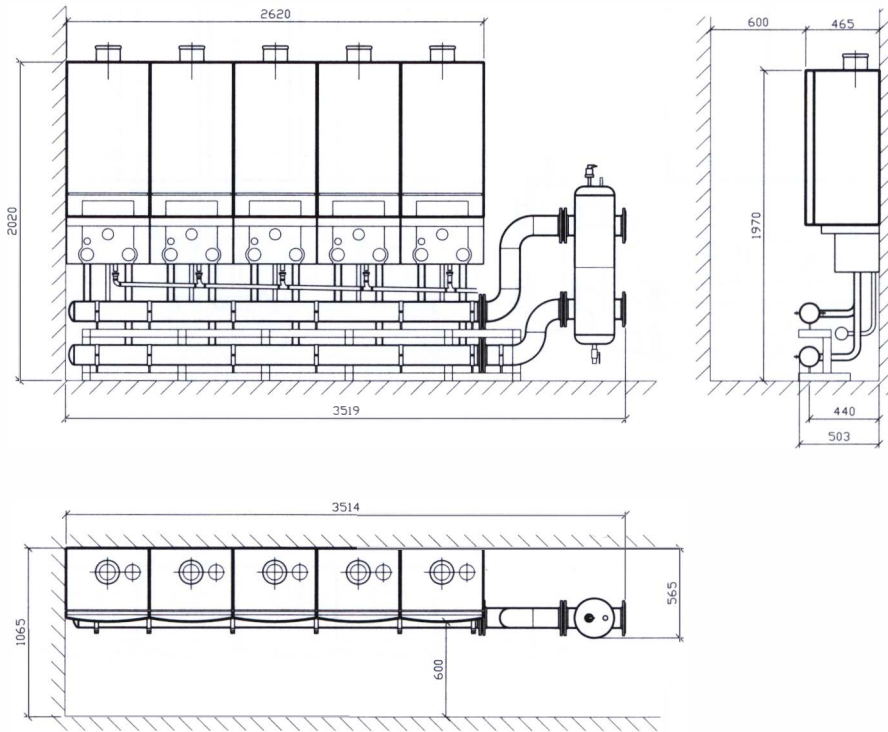
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3L. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 4'LÜ KASKAD SIRT SIRT YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 400 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

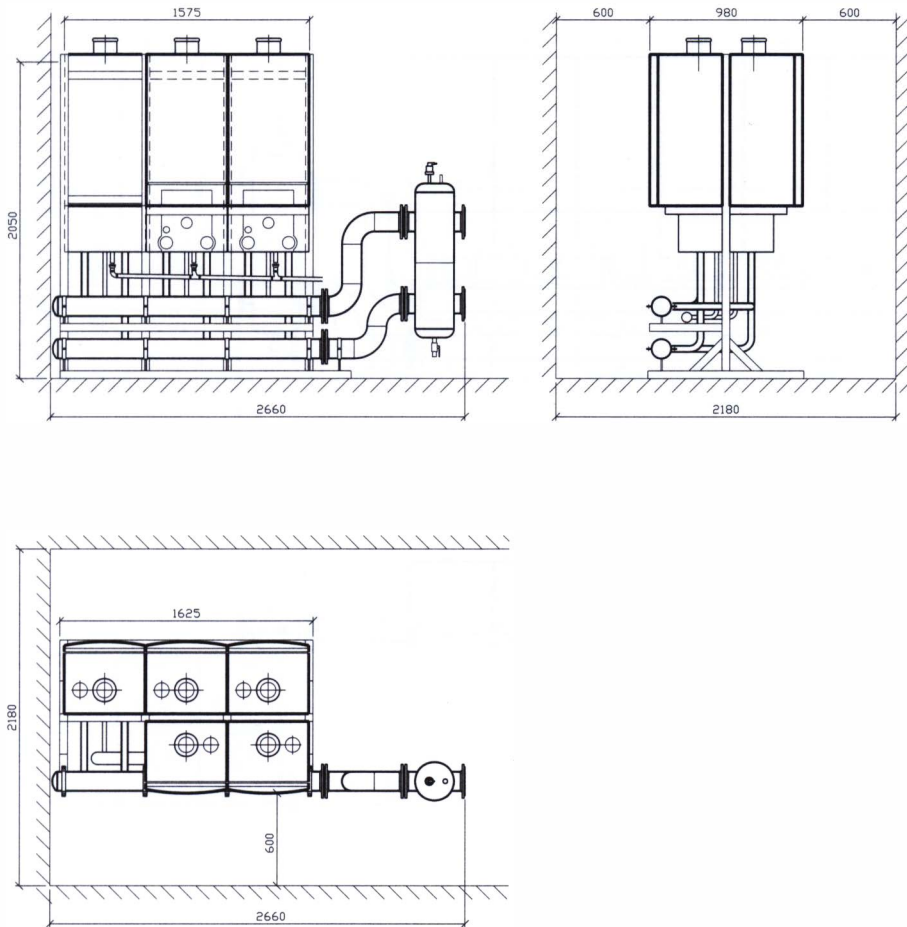
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3M. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 5'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 500 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

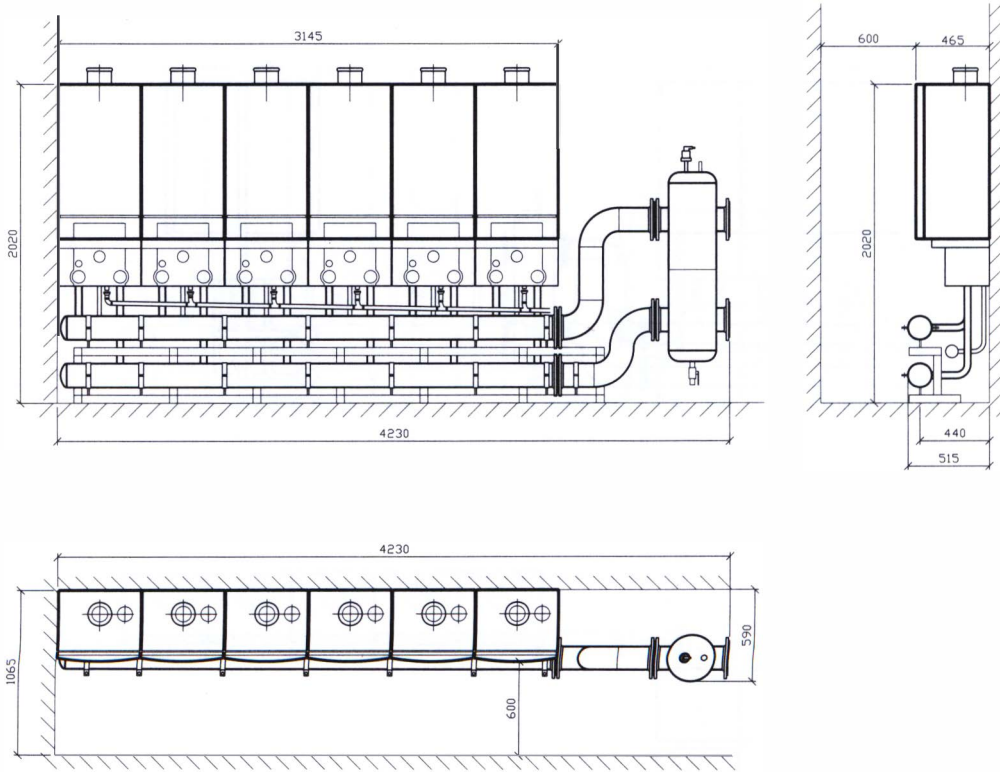
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3M. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 5'Lİ KASKAD SIRT SIRT A YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 500 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

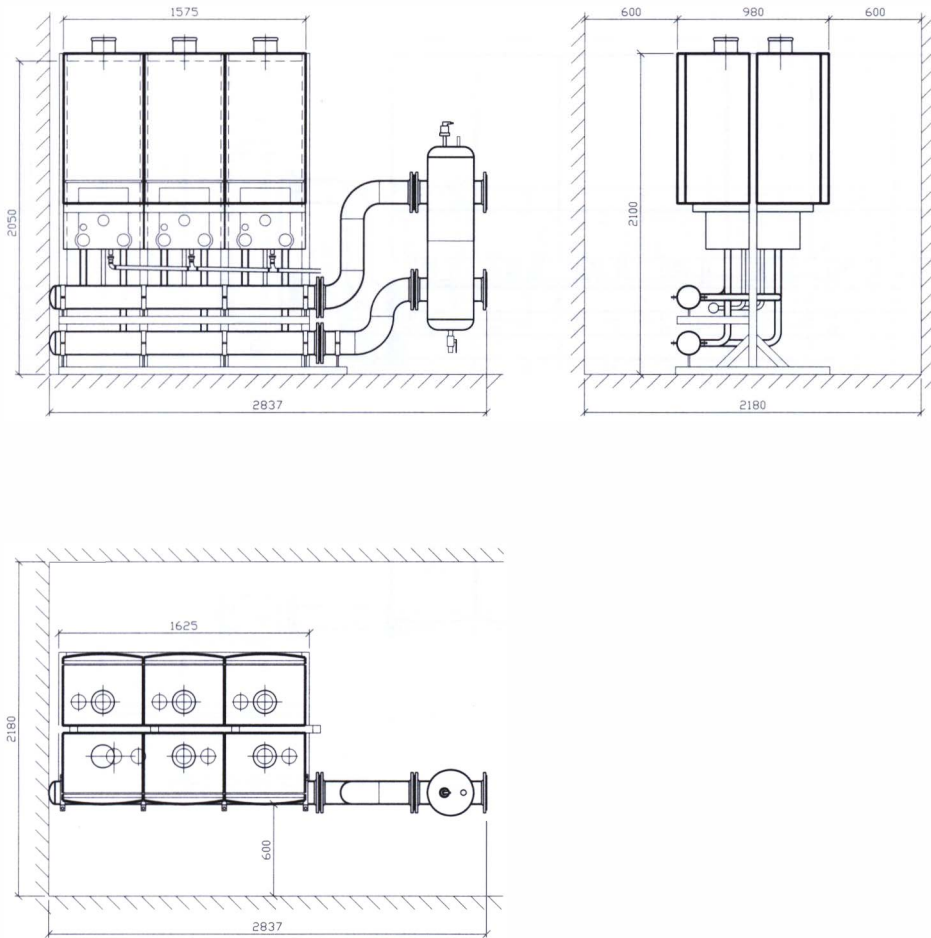
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3N. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 6'LI KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 600 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

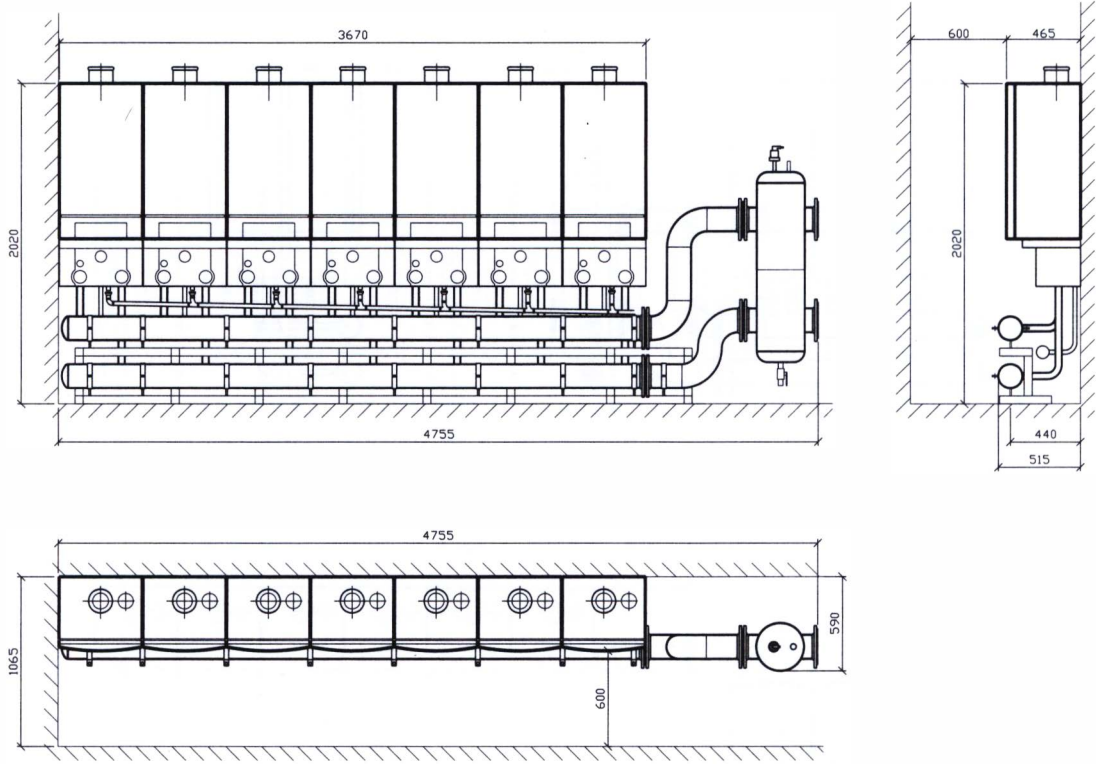
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3N. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 6'LI KASKAD SIRT SIRT YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 600 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

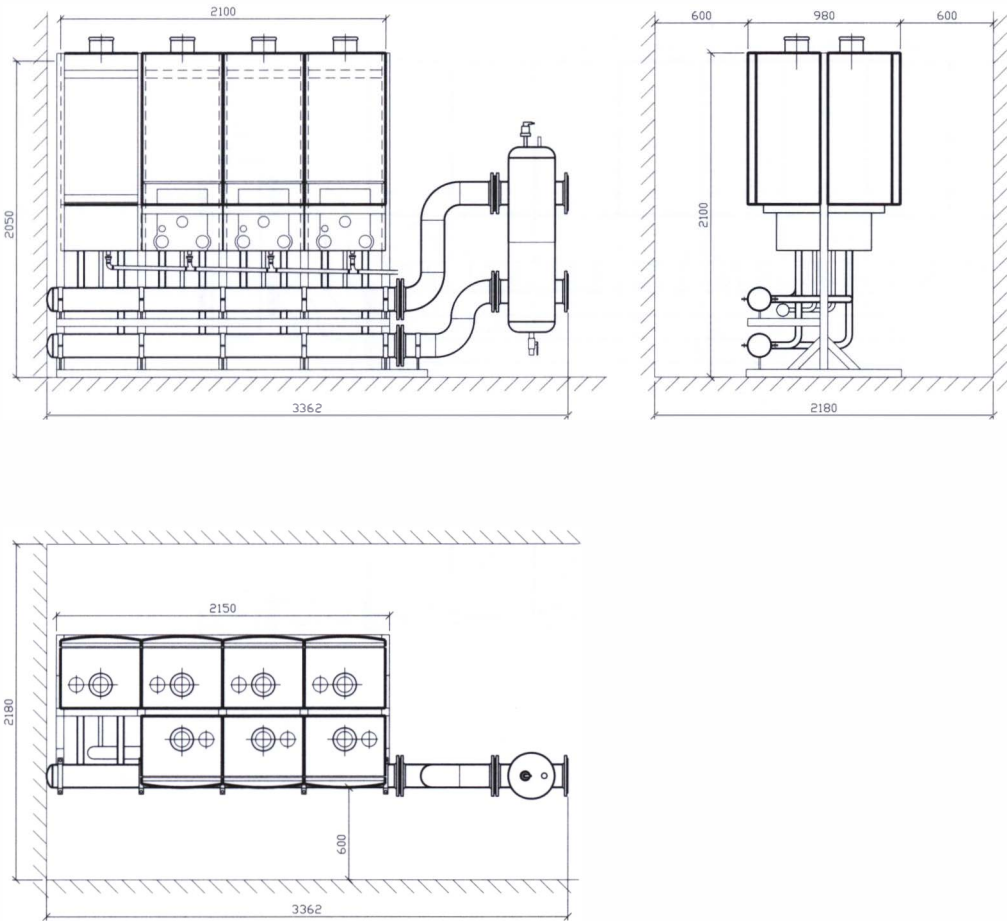
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.30. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 7'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 700 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

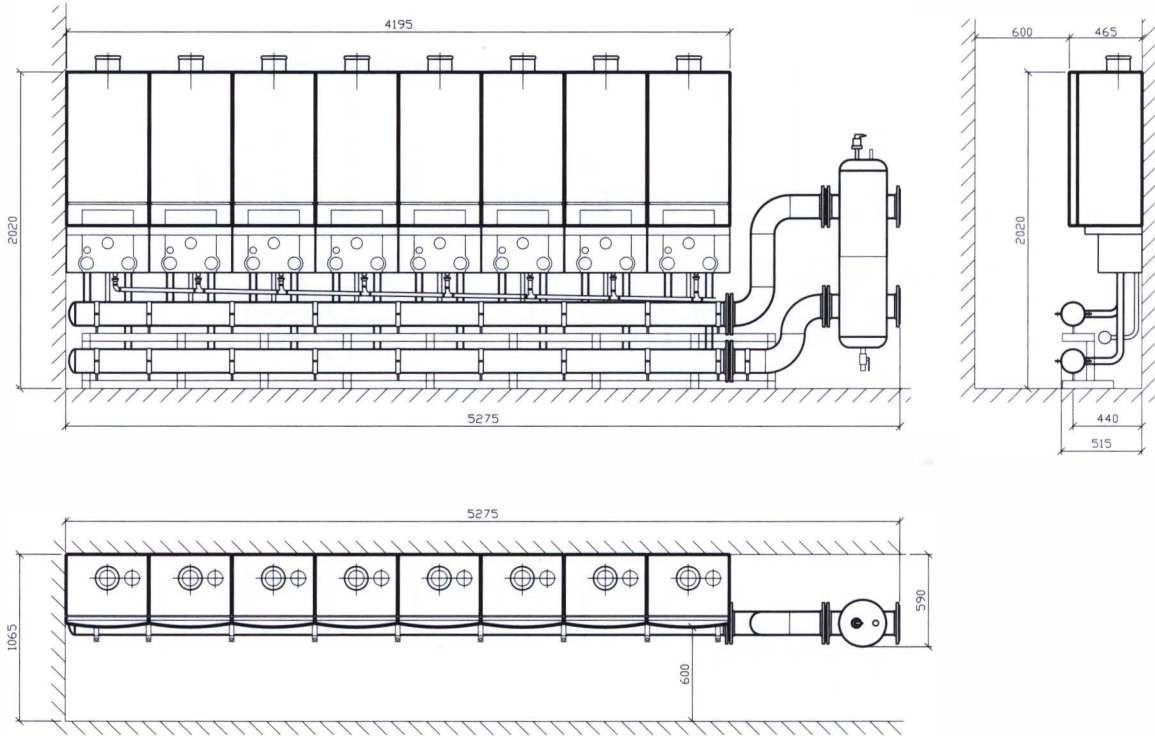
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.30. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 7'Lİ KASKAD SIRT SIRT A YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 700 kW) (Devamı)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

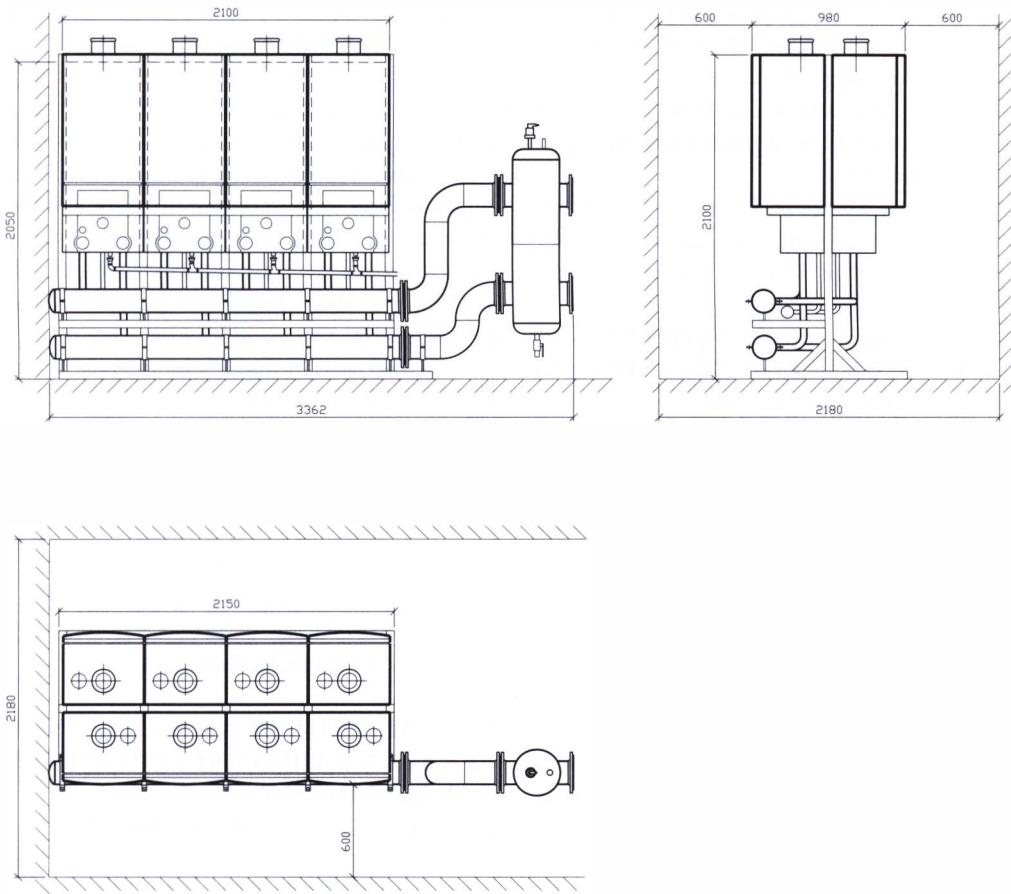
- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3P. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 8'Lİ KASKAD SIRALI YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 800 kW)

Kazan dairesinde kullanılacak olan ekipmanlar için ayrıca yer bırakılmalıdır.

- Kazan dairesi yerleşiminde, kaskad kazanların etrafında bakım ve servis işlerinin yapılabilmesi için belirtilmiş olan minimum yerleşim ölçülerine mutlaka riayet edilmelidir.
- Montaj, bakım ve servis çalışmalarını kolaylaştırmak için burada belirtilenlerden daha büyük boşluklara kesinlikle gerek yoktur. Özellikle kazanlar arasında daha geniş mesafe bırakmak herhangi bir avantaj sağlamadığı gibi, yer kaybına yol açacaktır.



Şekil 17.3P. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI 8'Lİ KASKAD SIRT SIRT YERLEŞİM ÖLÇÜLERİ (Maksimum 800 kW) (Devamı)

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 17.4*). 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 eşdeğer uzunluğu en fazla 4 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 da yararlanılabilir. Bunun için komşu ile en az 300 cm² kesitli bir delikle bağlantı bulunmalıdır.

17.1.2.3. 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.

17.1.2.4. C Tipi (Hermetik) 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 cihazlarda baca çıkışı yatay veya düşeyde yapılabilir.

Yatay bağlanabilen cihazlar en fazla 70 kW gücünde olabilirken, düşey bağlantı daha yüksek güçte de yapılabilir. Yatay bağlanan cihazlar dış atmosfere duvarı olan mutfak gibi bölümlere yerleştirilebilir. Düşey bağlanan cihazlar ise dış duvar şartına sahip olmaksızın, çatıya ulaşacak bir saftı kullanır.

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.

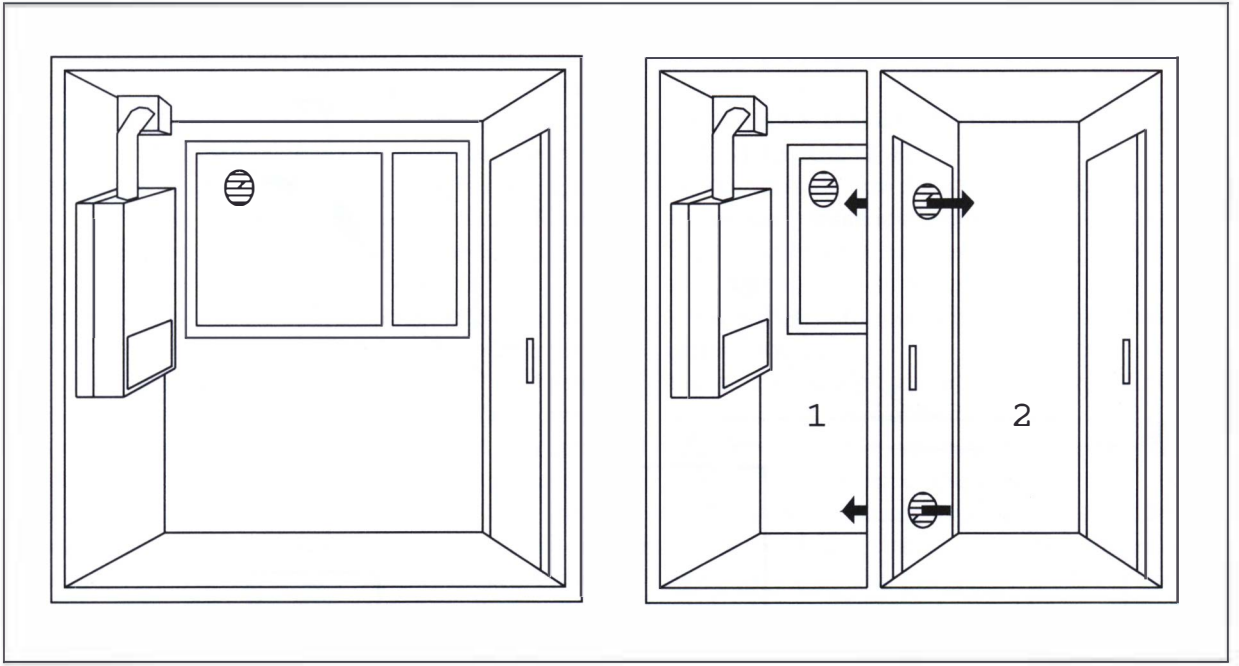
Bunların çıkışları mutlaka atmosfere açık hava sirkülasyonu olan yerlere bağlanmalıdır. Hermetik cihazların atık gazları kapalı balkona verilemez. Genişliği en az 1 m olan açık balkonlara verilebilir. Gaz cihazlarının ısınan dış yüzeyleri ile yanabilen veya kolayca tutuşabilen yapı elemanları ve kullanılan eşyalar arasındaki açıklık en az 50 cm olmalıdır. Bacanın çıkış ağzı ile karşısındaki bina/duvar ile olan mesafesi, baca atış doğrultusunda en az 3 m olmalıdır. Açık alanlarda hermetik cihazların baca çıkış borularının yerden minimum yüksekliği borunun alt kenarından ölçülmek üzere en az 0,3 m olmalıdır. İnsanların geçtiği yerlerde, 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 17.5*). Hermetik bacaların çatıdan çıktığı durumlarla ilgili kurallar da *Şekil 17.6'* da görülmektedir.

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.

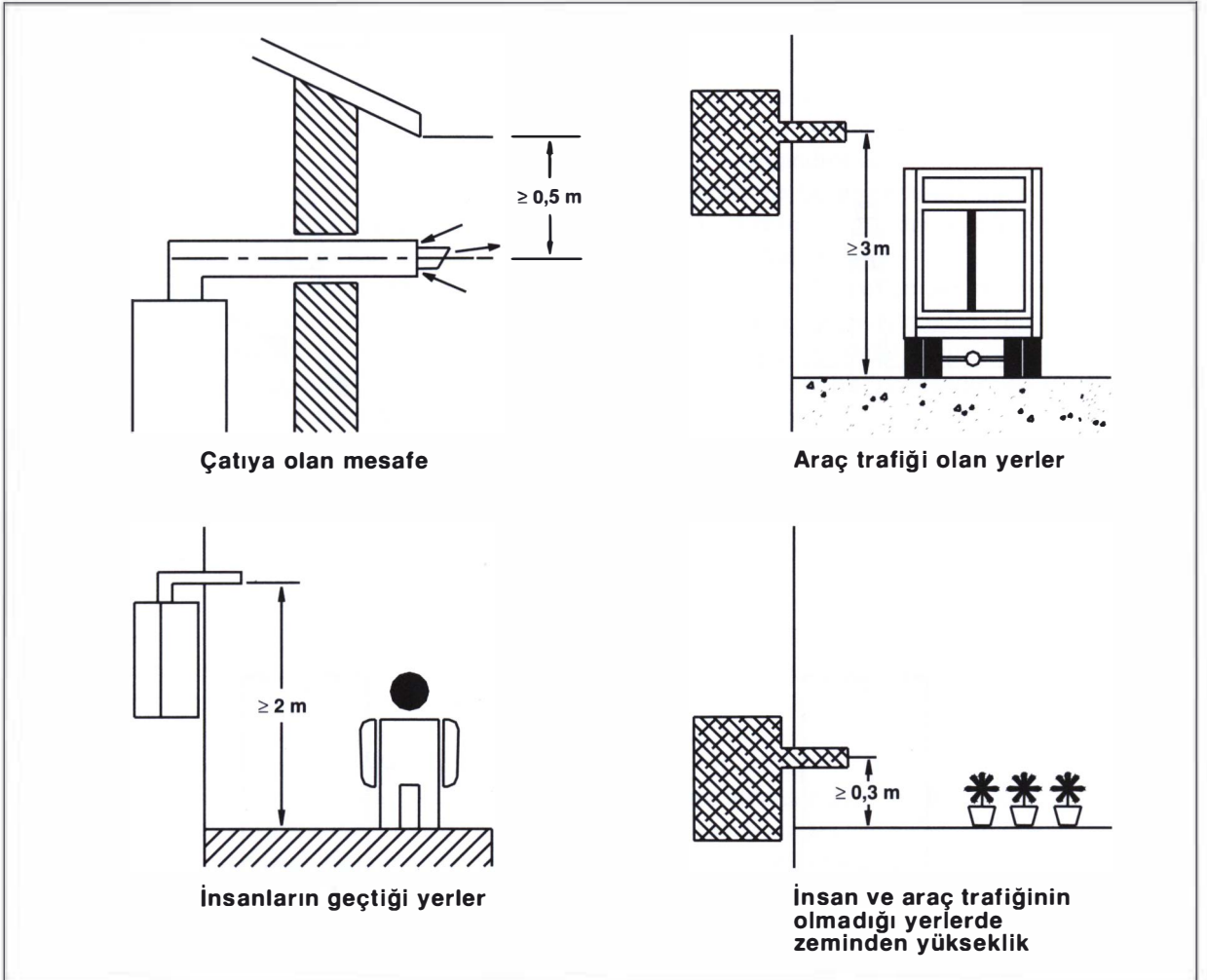
17.1.3. MERKEZ SICAK SU KAZANLARI VE KAZAN DAİRELERİ YERLEŞİMİ VE HAVALANDIRMASI

17.1.3.1. Doğal Gazlı Kazan Daireleri

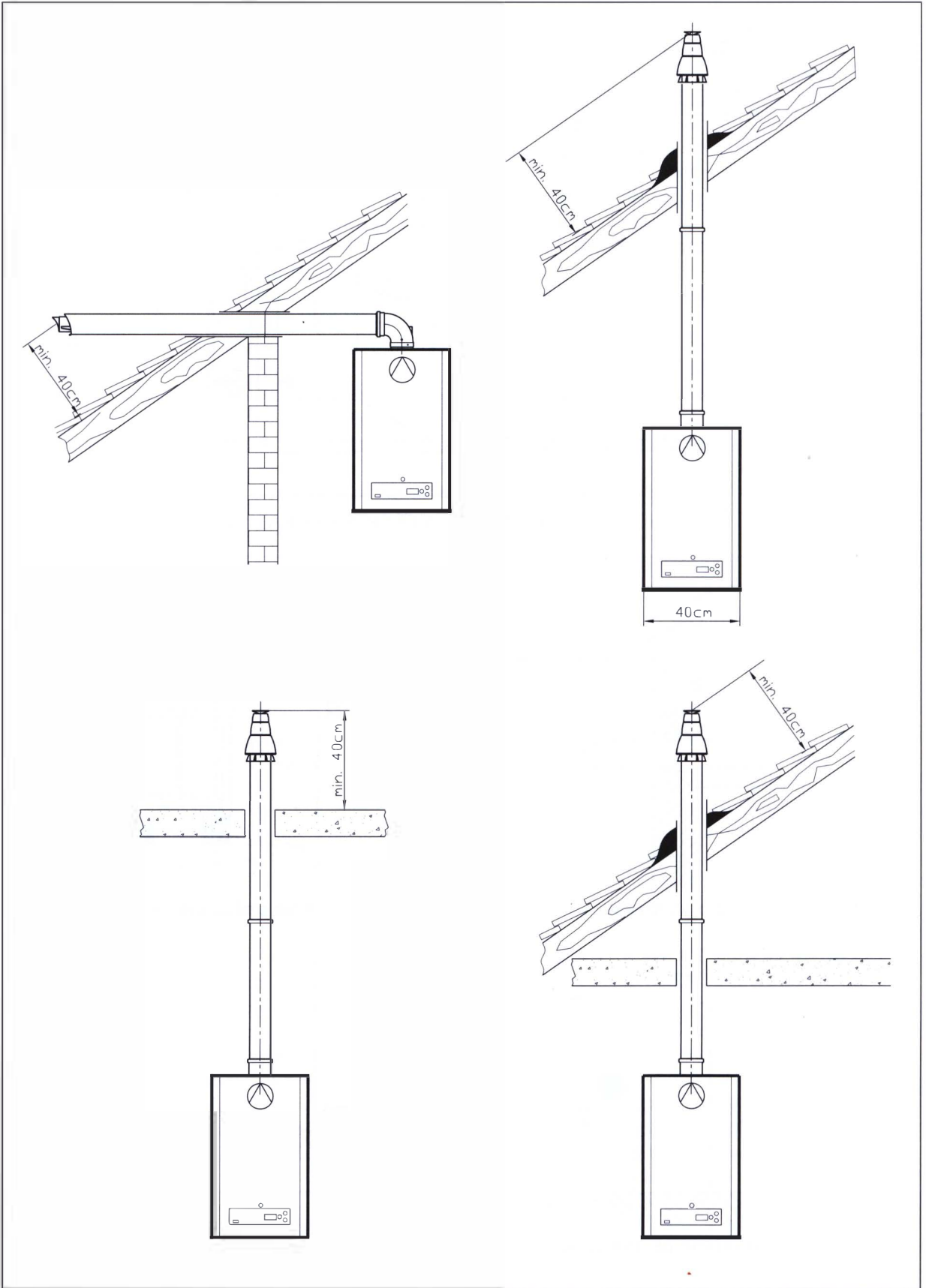
Anma ısı gücü 60 kW değerinden fazla olan cihazlar kazan dairesine yerleştirilmelidir. Kazan daireleri, doğal gazlı kazan kullanılması halinde güvenlik ve havalandırma tekniği ile ilgili bazı şartları yerine getirmelidir. Kazan dairesi yüksekliği 2,5 m.'nin altında olmamalıdır. Kazan üst noktasıyla tavan 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



Şekil 17.4. B TİPİ CİHAZLARIN YERLEŞİM KURALLARI



Şekil 17.5. HERMETİK CİHAZ (C TİPİ) BACALARININ DIŞARI AÇILAN KURALLARI



Şekil 17.6. HERMETİK (YOĞUŞMALI/YOĞUŞMASIZ) CİHAZLARIN BACALARININ ÇATIDAN ÇIKIŞ KURALLARI

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 dışa 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 oturmalıdırlar. 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.

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 detektörü bulunmalıdır. Bu detektör 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 detektör tehlike sınırının %20'sine karşı gelen 1. kademede uyarı sinyali verir ve ex-proof emniyet fanını devreye sokar. Tehlike sınırının %40'ına karşı gelen 2. kademede ise gaz kesilir, ex-proof 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.

17.2. KAZAN DAİRELERİ HAVALANDIRMA TEKNİĞİ

17.2.1. KAZAN DAİRELERİNDE TAZE DIŞ HAVA GEREKSİNİMİ

Kazan dairelerinde taze dış hava üç amaçla kullanılır:

- 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 yapılmıyorsa ikinci yöntem fanlarla gerçekleştirilen mekanik havalandırma. 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 (4 Pa), daha büyük kazan için 5 mmSS (50 Pa)'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 (döşemeden en fazla 50 cm yukarıya) yerleştirilmelidir.

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

17.2.2. KONUT KAZAN DAİRELERİNİN DOĞAL HAVALANDIRILMASI

(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;

$F_{alt} = 540 + (Q - 60) \times 4,5$ cm² 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;

$F_{üst} = F_{alt} / 2$ cm² 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 17.7'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 17.8'de ise pis hava bacası kullanılması halinde, kazan gücüne bağlı baca kesit alanları verilmiştir.

17.2.3. KONUT KAZAN DAİRELERİNİN MEKANİK HAVALANDIRILMASI

(1.000 kW Gücün Altında)

Fan kullanılması halinde üflemlerli brülörlü kazan dairelerinde gerekli hava debileri,

Temiz hava vantilatörü için; $P = 3,24.Q$ (m³/h)
Pis hava aspiratörü için; $P = 2,16.Q$ (m³/h)
şeklinde bulunabilir.

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

Atmosferik brülörlü kazan dairelerinde ise

Temiz hava vantilatörü; $P = 3,96.Q$ (m³/h)

Pis hava aspiratörü; $P = 1,62.Q$ (m³/h)

debisindedir.

17.2.4. BÜYÜK KAZAN DAİRELERİNİN HAVALANDIRILMASI

(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.

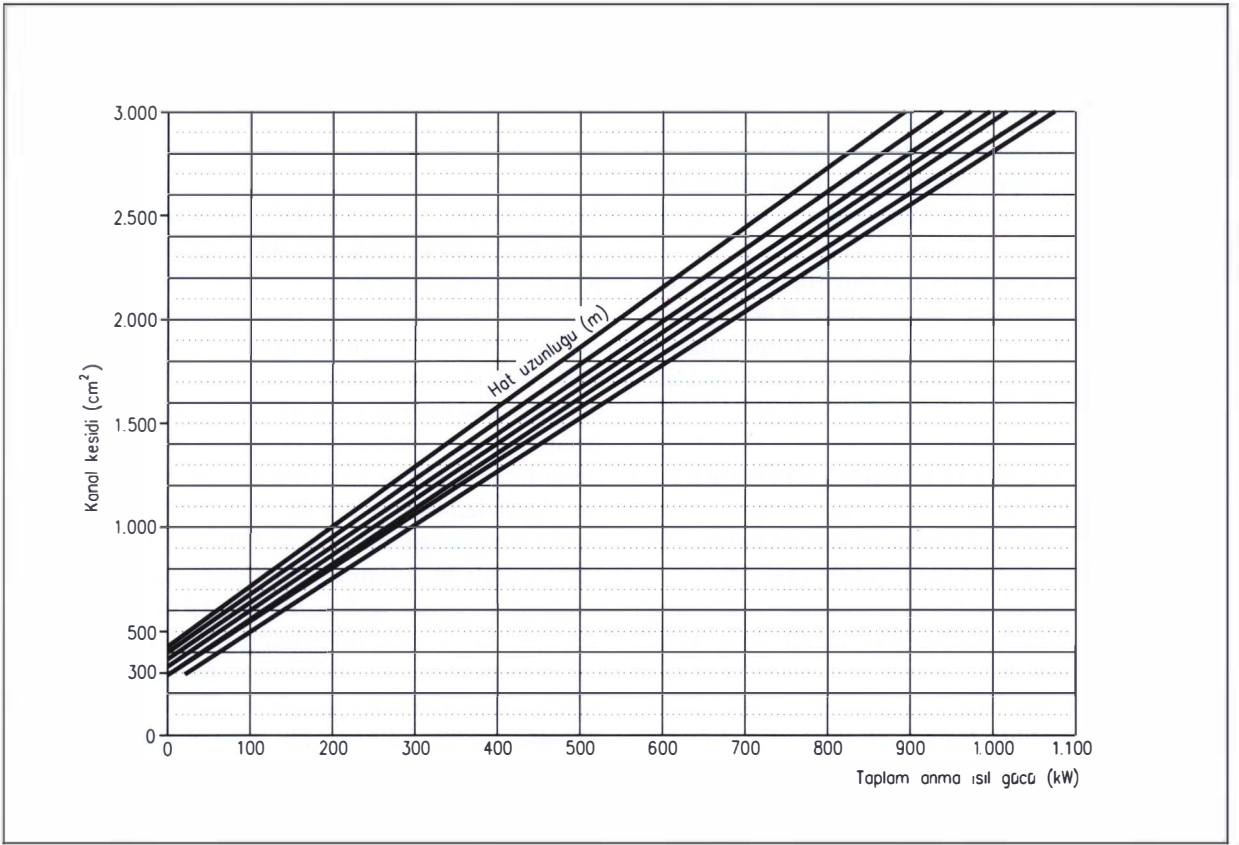
Sıcaklık kontrolü amaçlı havalandırmada, kazanlardan kazan dairesine olan ısı kazancı esas alınır. Günümüz kazanlarında izolasyonların çok iyi yapılması nedeniyle kazan dış yüzeylerinden olan ısı kayıpları (kazan dairesi için kazanç) önemsiz mertebelere inmiştir. Kazan dış yüzeylerinden olan kayıp %0,5 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:

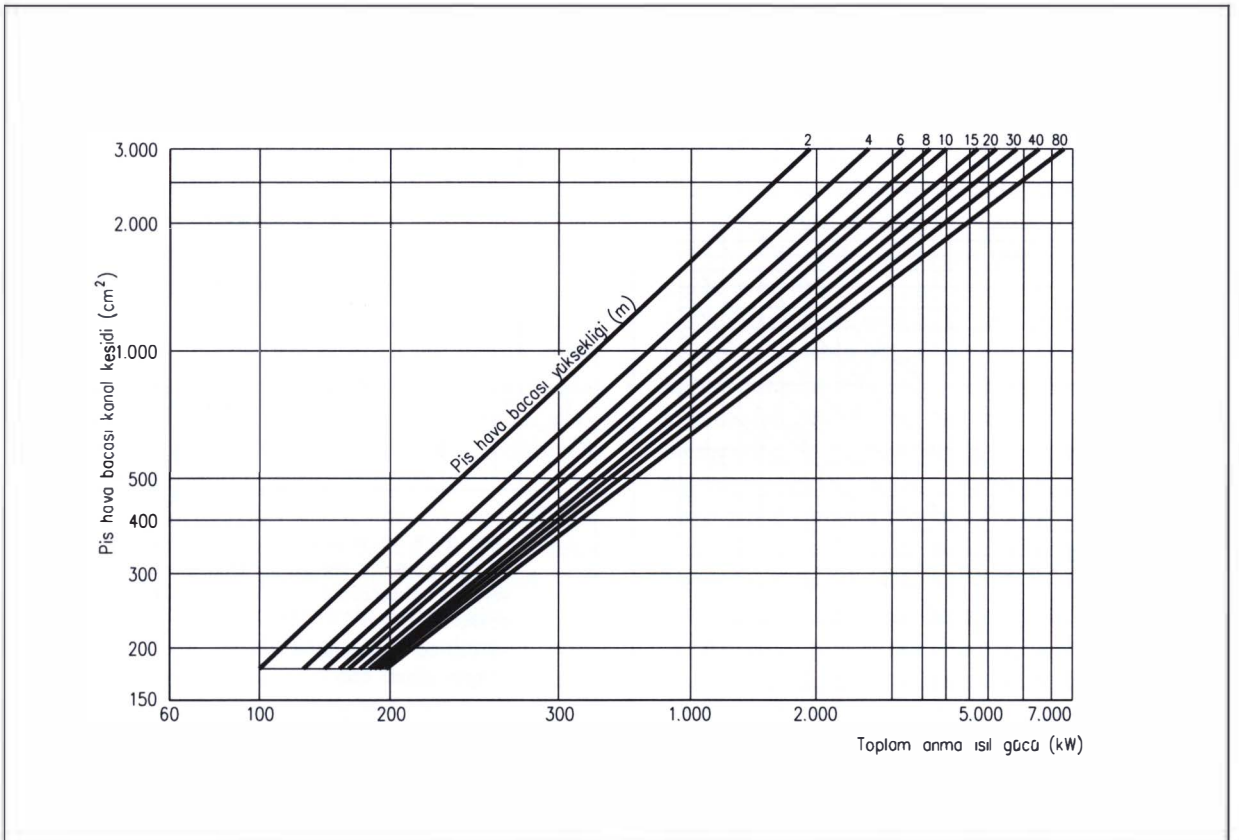
Kışın çalışan bir kazan dairesinde temiz hava debisi her kW kazan gücü başına = 2,6 m³/h

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 17.9'dan havalandırma açıklıkları seçilebilir. Bu şekildeki h.(thh-to) terimi açıklıklar arasındaki mesafenin iç-dış sıcaklık farkıyla çarpımına karşı gelmektedir.



Şekil 17.7. DAR KESİTLİ VE DÜZ HAVALANDIRMA KANALLARININ ÖLÇÜLERİ



Şekil 17.8. PİS HAVA BACASI BOYUTLANDIRMASI

17.3. 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.

17.3.1. 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,

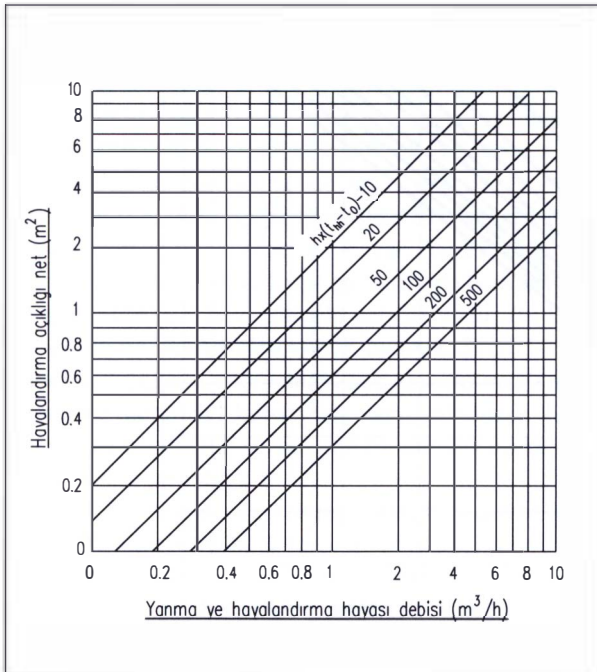
$$A = 2,5 (\Sigma Q + 70) \text{ cm}^2$$

ifadesi ile bulunabilir. Burada,

ΣQ kazan dairesinde kurulu toplam ısı kapasiteyi (kW) ifade etmektedir.

Net serbest alanı A olan menfezin alanı, $F = 1,5 A$ olarak alınabilir. Bulunan bu değer 300 cm² değerinden daha küçük ise, minimum değer olan 300 cm² değeri alınmalıdır.

Eğer hava bir kanalla kazan dairesine ulaşıyorsa bu kanalın kesit alanı da F kadar olmalıdır.



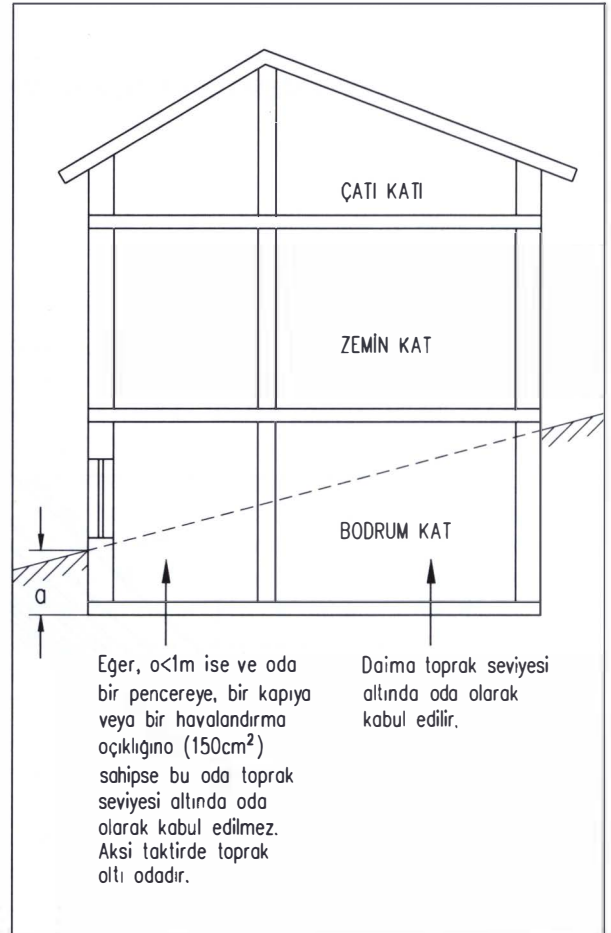
Şekil 17.9. DOĞAL HAVALANDIRMA İÇİN HAVALANDIRMA AÇIKLIĞI

Kirli hava çıkışı için tavana yakın bir egzoz 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.

17.3.2. TOPRAK SEVİYESİNİN ALTINDAKİ HACİMLERDE OLUŞTURULAN KAZAN DAİRELERİ

Yer altındaki hacimler (kazan daireleri), tanım olarak Şekil 17.10'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.

LPG yakıtlı kazanların toprak seviyesinin altındaki kazan dairelerine yerleştirilmesi, LPG'nin havadan ağır olması ve kaçak halinde döşemeye çökmesi nedeniyle istenmez. Bu konuda Alman Standartları'nda (TRF 1996'da) belirli koşullar yerine getirildiğinde kazanların bodruma yerleştirilmelerine izin



Şekil 17.10. YER (KOT) ALTI KAZAN DAİRESİ TANIMLAMALARI

verilmektedir. TRF 1996'ya göre bu gibi mahallerde gaz cihazları ancak aşağıdaki koşullar yerine getirildiğinde kullanılabilirler:

- Gaz cihazları bir "alev gözetleme düzenine" sahip olmalıdır.
- Cihazın çalışmadığı zamanlarda mahal içinde bulunan borulardan tehlikeli olabilecek miktarda sıvılaştırılmış gazın çıkmayacağı veya çıkan gazların mekanik havalandırmayla dışarı atılacağı garanti edilmelidir.

Bunun için brülör sustuğunda kazan dairesine gelen gaz bir selenoid vana ile otomatik olarak kesilmeli ve kazan dairesindeki boru uzunluğu ve hacmi sınırlı olmalıdır.

İngiliz BS standartlarında ise kesin yasaklayıcı hüküm bulunmaktadır. BS 6644 Madde 4.12 ve Madde 5.8 ile BS 6798 Madde 5.3 üçüncü gaz ailesi gaz yakıt (yani LPG) kullanan kazanların toprak seviyesi altında bodrum, kiler gibi yerlere yerleştirilemeyeceğini söylemektedir.

Türk standartlarında zaten LPG'nin ısıtma amacıyla kazanlarda kullanılması konusu hiç yer almamaktadır. Buna karşılık LPG'nin ısıtmada kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Kazanlar ise çoğunlukla bodrumdaki kazan dairelerinde yer almaktadır. Uygulayıcı firmalar tarafından toprak seviyesi altında oluşturulan kazan dairelerinde LPG kullanımıyla ilgili geliştirilen ve mutlaka uyulması gereken önlemler *Şekil 17.11*'de görülmektedir.

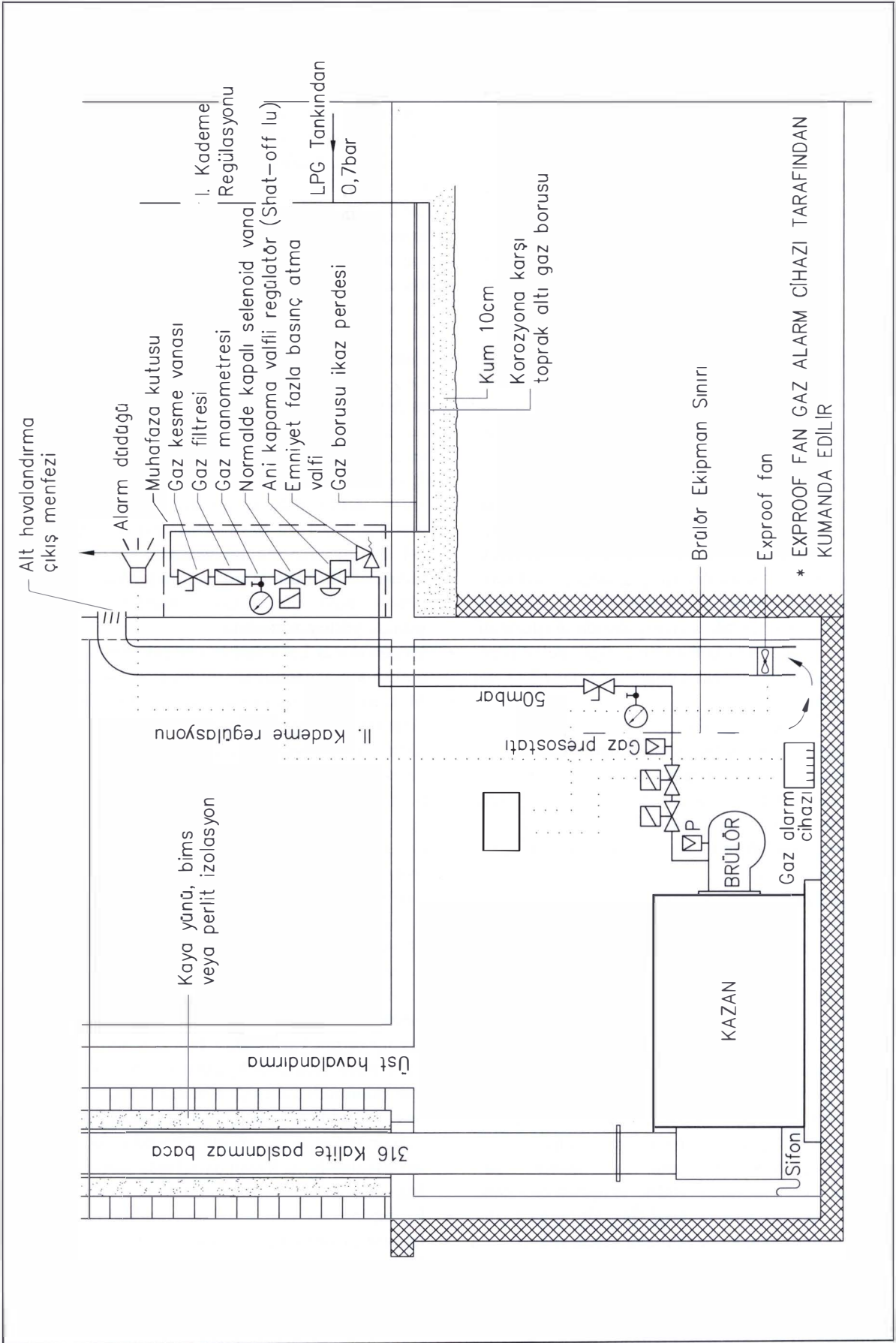
Bu önlemler şöyle sıralanabilir:

- Kazan dairesinde hiç bir çukur olmamalıdır. Kazan kaide üzerine yerleştirilerek yükseltilmelidir.
- Kazan dairesinde pis su çukuru, bodrum süzgeci, kanal gibi yerler olmamalıdır. Zorunlu olarak varsa buraları mutlaka su ile dolu bulundurulmalı ve havalandırılmalıdır.
- Bina girişinde devre üzerine normalde kapalı ve manuel kumandalı tipte bir selenoid valf bulunmalıdır. Bu valf tavana yerleştirilen bir yangın ihbar detektöründen kumanda alınmalıdır. Aynı zamanda 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 detektörü), 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, tavandan 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 minimum 1,6 m³/h olmalıdır. Egzoz hava debisi ise kurulu ısıl 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 ex-proof olması şart değildir.
- Mekanik havalandırmada egzoz alt döşeme seviyesinden yapılıyorsa veya egzoz fanı gaz konsantrasyonundan alınan kumandayla çalışmaya başlıyorsa fanın ex-proof olması gerekir.



Şekil 17.11. KOT ALTI KAZAN DAİRESİ

XVIII. BÖLÜM

AKILLI BİNALAR VE OTOMATİK KONTROL

18.1. ISITMA SİSTEMLERİNDE OTOMATİK KONTROL NİÇİN GEREKLİDİR?

Bir ısıtma tesisatının kapasitesinin belirlenmesinde, en kötü mevsim şartlardaki ısıtma ihtiyacının karşılanması esas alınır. Ancak sistem, yılın büyük bir kısmında daha düşük kapasitelerde çalışmaktadır. Bu tip durumlarda ısıtma sisteminin gücünü, otomatik olarak kendiliğinden düşürmek ve sistemin kendi kendine çalışmasını sağlamak otomatik kontrol cihaz ve sistemlerinin görevidir. Bir ısıtma sisteminin gerçek verimini belirleyen, bu kontrol sisteminin mükemmelliğidir. Sistemin yıllık toplam verimi olarak tanımlanan bu kavram, ısıtma mevsimi boyunca sistemin gerçek ihtiyacı olan kapasite ile, kazana yakıtla gönderilen enerji arasındaki orandır. Otomatik kontrol sistemleri basitten karmaşığa doğru farklı gruplara ayrılabilir. Burada inceleme; ısıtıcı kontrolü, kazan kontrolü ve sistem kontrolü olarak üç ana başlık altında yapılacaktır.

18.1.1. ISITICI VEYA TEKİL ODA SICAKLIĞI KONTROLÜ

Burada göz önüne alınan bir odanın sıcaklığının kontrol edilmesidir. Isıtıcıların yaydığı ısı kontrol edilerek, ayarlanan bir değerde sabit tutulur.

18.1.1.1 Termostatik Radyatör Vanaları

Bu uygulamada radyatörden önce termostatik bir vana bulunur. Termostat genellikle vananın kafasındadır. Oda sıcaklığından alınan kumanda ile radyatöre giden su debisi ayarlanarak, radyatör ısı gücü değiştirilir. Böylece oda sıcaklığı sabit tutulur. Montajda, musluk kafasının (termostatın), niş içinde kalmamasına dikkat edilmelidir. Vana yere paralel monte edilmelidir. Özel uygulamalarda vana kafasındaki termostat bölümü uzatılabilir ya da oda içinde başka bir yere taşınabilir. Bu vanalarda kontrol duyarlılığı oldukça azdır. Genellikle villa tipi tek aileli evlerde ve küçük çaplı ısıtma uygulamalarında kullanılırlar. Bu tip sistemlerin apartman tarzı çok aileli binalarda da mutlaka kullanılması gerekir. Bu sayede her kullanıcı oda sıcaklığını lokal bazda ayarlayabilir. Binada bu sayede dengeli bir sıcaklık dağılımı yapılabilir. Termostatik radyatör vanaları, oda içindeki harici enerji kaynaklarının sebep olduğu sıcaklık değişimlerini de hissedeceğinden, ideal bir oda sıcaklığı ayarı yapabilir. Çoğu zaman bu, kullanıcıya yakıt tasarrufu olarak geri döner. Örneğin, günün belli saatlerinde güneş ışığı alan bir oda da termostatik vanalar kapatır ve bu sayede kazan/kombi tarafından gelen enerjiden tasarruf yapılmış olur.

Kazan veya kombinin oda içinde harici bir oda kumandası varsa, bu oda da bulunan termostatik vanalar sürekli açık konumda bırakılmalıdır. Bu sayede kazan/kombi kumandasının tam doğru olarak ölçüm yapması sağlanabilir.

18.1.1.2. Yardımcı Güç Kullanan Isıtıcı Kapasite Kontrol Elemanları

Bu gruptaki kontrollerde dışarıdan ayrı bir yardımcı güce ihtiyaç vardır. Duyar elemandan alınan uyarı bir kontrol panelinde değerlendirilerek, bir motorlu vana ya kumanda edilir. Pnömatik veya elektrikli motorlu vana belirlenen programa göre ısıtıcı girişindeki debiyi ayarlar. Santral, eşanjör vs. gibi büyük güçlü cihazların kapasite kontrollerinde kullanılır. Bu tip kontrol vanaları ve kontrol uygulamaları üzerinde, ayar vanaları ve zon kontrolü bölümlerinde daha geniş durulacaktır. Günümüzde bu tip kontrol komple bir BMS (Bina otomasyon sistemi) altında toplanmaktadır.

18.1.1.3. Üfleli Konvektörlerin Kapasite Ayarı

Üfleli konvektörlerde (fan coil tipi ısıtıcılarda), devri elle kademeli olarak değişen fanlar kullanılır. Büyük sıcak hava apareylerinin ise su girişine monte edilecek bir, iki veya üç yollu vana ile kontrol edilmeleri ideal çözümdür. Oda termostatı ile vantilatöre kumanda etmek daha ucuz olmakla birlikte, ortam sıcaklığındaki değişim fazla olduğu için işletmede daha pahalı ve az konforlu çözümdür. Durup çalışan fan sesi rahatsız edicidir. Oysa sıcak su tarafının kumanda edilmesi halinde sürekli çalışan fan sesi arka planda kalacak ve daha az rahatsız edici olacaktır. Fan durduğu anda da odaya konvektör etkisi ile ısı kazancı olması; ara mevsimde aşırı ısınma sorunu yaratabilir.

18.1.2. ISITMA SİSTEMLERİNDE KAZAN/KOMBİ CİHAZLARI OTOMATİK KONTROLLERİ

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde, kazan/kombi su çıkış sıcaklığının kontrol edilmesi en önemli parametrelerden biridir.

Kontrol sistemi,

- Su sıcaklığını sınır değerinin üzerine çıkarmaz.
- Değişen ısıtma yüküne göre cihazın su çıkış sıcaklığını düzenler.
- Cihazın en verimli şartlarda yanmasını sağlar.
- İşletmede yakıt tasarrufu sağlar.
- Cihazın emniyetli işletme şartlarında çalışmasını sağlar.
- Sabit ve konforlu bir oda sıcaklığı sağlar.
- Cihazın çevre dostu olarak çalışması sağlar.

18.1.2.1. Kombi (Bireysel Isıtma) Sistemlerinde Otomatik Kontrol

Kombiler sadece tek bir kullanıcıya hitap eden ve sıcak su ile ısıtmanın tek cihaz üzerinden sıcak su öncelikli olarak sağlandığı cihazlardır.

18.1.2.2. Standart Kombilerde Otomatik Kontrol

Standart tip kombi cihazlarında oda içinden ölçüm yapılmaz. Isıtıcılara gidecek su sıcaklığı kombi üzerinden ayarlanır. Kullanıcının dış hava sıcaklığının her değişiminde, kombi üzerinden ayarladığı sıcaklığı değiştirmesi gerekir. Bu tip cihazlarda genel olarak oda içinde sabit bir sıcaklık yakalanamaz. Cihaz aç-kapa mantığı ile çalıştığından ve kapasite kontrolü yapamadığından yakıt sarfiyatı yüksek olur ve cihaz içindeki komponentler daha çabuk yıpranır. Bu cihazlara harici bir timer eklenerek belirli bir saat programına göre çalıştırılabilir.

a. Oda Termostatı ile Kontrol: Bu tip kontroller kombi cihazına oda içine bağlanan bir termostat aracılığı ile yapılır. On-off çalışan bu termostat oda sıcaklığını ayarlanan değere $\pm 1^\circ\text{C}$ hassasiyetle ayarlar. Yani 20°C 'ye set edilen bir oda sıcaklığımız $19-21^\circ\text{C}$ arasında değişir. Burada oda termostatının montajının yapıldığı yer çok önemlidir. Oda termostatı mutlaka sıcaklığı düzgün hissedebileceği bir yere takılmalıdır. İç duvar ve geniş hacimler, bu montaj için uygun yerlerdir. Oda termostatı monte edildiği yere yakın harici ısı kaynakları (şömine, klima, TV vb) olmamalıdır. Bu cihazlara harici bir timer eklenerek belirli bir saat programına göre çalıştırılabilir.

b. Modülasyonlu Oda Kumandaları: Kombi kontrollerinde en üst seviyede konfor ve yakıt ekonomisi sağlayan bu kumandalar sadece bilgisayar kontrollü gelişmiş kombi cihazlarında kullanılır. Oda içinde uygun yere yerleştirilen oda kumandası ölçtüğü oda sıcaklığına göre kombinin kapasitesini sürekli ayarlar. Örnek olarak oda soğukken kombi cihazı maksimum kapasitede çalışır; oda sıcaklığı belli bir dereceye ulaştığında kapasitesini %20'lere kadar düşürebilir. Bu sayede kombi sürekli dur-kalk yapmaz ve sabit bir oda sıcaklığı yakalanmış olur ve şalt sayısının azlığından dolayı da kombi ömrü daha uzun olur. Modülasyonlu oda kumandaları aynı zamanda öğrenbilme yeteneğine de sahiptir. Oda içindeki sıcaklık değişimlerini sürekli ölçerek ortalama bir sıcaklık hesap eder. Bu sayede ani sıcaklık değişimlerine çok hızlı şekilde cevap verilebilir. Bu tip kumandalı cihazlarda yüksek yakıt ekonomisi sağlanabilir. Bu cihazlar modülasyonlu çalışmaları sayesinde aynı zamanda çevre dostudur. Bu tip cihazların programlanabilir ve kablosuz tip olanları da mevcuttur.

c. Dış Hava Kontrollü Kumanda Sistemleri: Oda içindeki sıcaklığın ölçülmesinin önemi kadar dış hava sıcaklığındaki değişimlerinde bilinmesi çok önemlidir.

Bu sayede kombi en optimum noktada çalışabilir. Dış hava kontrollü sistemlerde kombi kumandası dış hava sıcaklığına bağlı bir çalışma eğrisi hesap eder. Kumanda aynı anda hem oda sıcaklığını hem de dış hava sıcaklığını ölçerek en ideal gidiş suyu sıcaklığını hesap eder.

Aynı zamana dış hava sıcaklığı belirli bir derece üzerinde iken kombiyi yaz konumuna geçirir. Bu sistemlerde dış havayı ölçen bir sensör bulunmaktadır. Bu sensör binanın kuzey cephesine ve direk güneş ışığı görmeyecek ve harici ısı kaynaklarından etkilenmeyecek bir yere monte edilmelidir. İlave bazı modüller ile modern kombi otomatik kontrollerinden oda içindeki nem, dış hava durumu ve kombinin servis ile ilgili pozisyonları sürekli takip edilebilir.

Yine gelişmiş kombi sistemlerinde güneş enerjisi ile ortak çalışmayı sağlayacak kontrol modülleri, tesisattaki karıştırıcı üç yollu vanayı ayarlayabilecek kontrol modülleri veya kaskad (birden fazla kombinin ortak çalışması) çalışmayı sağlayacak modüller bağlanabilir.

Modern cihazları kullanılarak kombi cihazı telefon veya bilgisayar yardımı ile uzaktan çalıştırılıp kapatılabilir. Ayarları değiştirilebilir ve herhangi bir arıza durumunda kombinin bunu gerekli yerlere faks yada SMS ile bildirmesi sağlanabilir.

Aynı zamanda bilgisayar kumandalı kombiler kullanıcı ile diyalog sağlayabilir. İşletme durumu, arızalar kullanıcıya detaylı olarak rakam ve harften oluşan kodlar ile bildirilebilir. Bu sayede kullanıcılar çoğu zaman servis çağırma gereksinimi olmadan problemlerini çözebilirler.

Servis teknisyenleri bu tip kombilere özel el bilgisayarı ile bağlanarak detaylı servis işlemlerini yapabilirler.

18.1.2.3. Sıcak Su Kazanlarında Otomatik Kontrol

a. Standart Kazan Termostatı ile Kontrol: En basit kontrol yöntemi olan bu sistemlerde kazanlar her zaman ayarlanan sabit sıcaklıkta çalışır. Kazan üzerinde bu ayarın yapıldığı bir kazan termostatı bulunur. Standart kazan termostatları 4°C diferans ile çalışır. Bu sistemlerde dış hava sıcaklığındaki değişiklikler dikkate alınmadığından yakıt ekonomisinden ve oda içerisinde sabit sıcaklıktan söz edilemez. Kazan her zaman sabit sıcaklıkta çalıştığından iyi havalarda kazan üzerindeki termostat düşürülmelidir. Bu değer çok düşürülürse (doğal gazda 55°C , motorinde 45°C) kazan içinde yoğunlaşma meydana gelebilir. Bu durumda kazan ömrünün kısılması söz konusu olur. Kalorifer kazan termostatını manuel olarak dış hava sıcaklığına uygun ayarlamak mümkün olmadığı için, genelde termostat gerekenden daha yüksek sıcaklığa ayarlanır. Ayrıca ısıtma sezonunda İstanbul'da dış hava sıcaklığının günde ortalama 7°C değiştiği kabul edilebilir.

İstanbul'da dış hava sıcaklığı ısıtma mevsiminde (-3°C) ile (+17°C) değerleri arasında değiştiğine göre günlük hata payı manuel işletmede $7/20 = \%35$ değerine ulaşmaktadır. Konutlarda manuel işletmede, oda sıcaklığında gün içerisinde 6°C'ye varan değişimler olmaktadır. Bu sebepten bu tip manuel işletmelerde yakıt harcaması yüksek olur.

b. Oda Termostatı ile Kazan Kontrolü: Bu kontrol şekli genelde kat kaloriferi tarzı tek kullanıcıli bireysel sistemlerde yapılır. Oda içine yerleştirilen bir oda termostatı ile kazana dur-kalk verilir. Bu kontrol yönteminde de sabit bir oda sıcaklığı yakalamak güçtür. Çünkü oda termostatları $\pm 1^\circ\text{C}$ hassasiyet ile çalışır. Aynı zamanda kazan sürekli dur-kalk yaptığından daha çabuk yıpranır ve arıza yapma riski artar.

Bu tip sistemlerde tam bir oda sıcaklığı kontrolü yapılmadığından yakıt ekonomisi sağlanamaz.

c. Dış Hava Sıcaklığı Kompanzasyonlu Kazan Su Sıcaklığı Kontrolü: Modern kazan kontrollerinde dış hava kontrollü otomatik ayar panelleri kullanılmaktadır. Gün içinde dış hava sıcaklığı sürekli değiştiğinde kazan suyu sıcaklığının da buna uyum göstermesi çok önemlidir.

Bu kontrol panelleri kazan için bir çalışma eğrisi belirler ve dış hava sıcaklığı değiştikçe kazan gidiş suyu sıcaklığı otomatik olarak değişir. Bu sayede sistem her zaman gerçek ihtiyaç kadar çalışır. Sabit ve konforlu bir oda sıcaklığı ve yakıt ekonomisi sağlar. Kazan sürekli dur-kalk yapmadığı için ömrü daha uzun olur.

Dış hava kontrollü kazan sistemlerinde gelişmiş bir kontrol paneli ile beraber, manuel kontrollü sistemlere göre %25-50 arasında yakıt tasarrufu sağlanabilir.

18.1.2.4. Logamatic Panel ile Otomasyon

18.1.2.4.1. Binanın İzolasyon Durumuna Göre Kazanın Çalışması

Logamatic Panel'e binanın izolasyon durumu ile ilgili bilgiler girilebilir. Bu sayede Logamatic Panel binanın ısı depolama kapasitesi ile ilgili bilgi sahibi olur ve özellikle yaz/kış zamanlarında yaşanan evin sıcak, dış havanın soğuk olması ya da evin soğuk, dış havanın sıcak olması gibi durumlarda meydana gelen sıcaklık dengesizliklerini önler. Bina izolasyonu panel üzerinden kötü, orta ve iyi olarak seçilebilir.

Eğer bina izolasyonu kötü seçilmiş ise Logamatic Panel dış hava sıcaklığındaki değişimleri yaklaşık 1 saat daha geç takip eder. Örneğin saat 11:00'de dış hava sıcaklığı 17°C olsun.

Logamatic Panel'de kötü izolasyon seçilmiş ise panel bu sıcaklığı saat 12:00'de 17°C olarak algılayacaktır. Bu sayede hava soğuduğu anda devreye girmeyecek, evin ısı depolama kabiliyetinden de faydalanacak ve yaklaşık 1 saat sonra devreye girerek hem tasarruf hem de konfor sağlayacaktır (Şekil 18.1).

Klasik otomasyon panellerinde dış hava sıcaklığı yaz/kış geçiş sıcaklığı altına düştüğü anda sistem kış konumuna geçer. Bu durumda özellikle ev hala sıcak olduğundan aşırı ısınma meydana gelir ve konfor bozulur, yakıt sarfiyatı artar. Aynı şekilde kışın birden güneş çıktığında sistem hemen yaz konumuna geçer ve bu sefer de ev soğur ve konfor bozulur.

Bina izolasyonu "orta" seçildiğinde, Logamatic Panel mevcut dış hava sıcaklığını yaklaşık olarak 3 saat gecikme ile hisseder. Örnek olarak saat 11:00'de dış hava sıcaklığı 17°C olsun. Logamatic Panel dış hava sıcaklığını saat 14:00'de 17°C olarak hissedecektir. Bina izolasyonu orta derecede olduğundan evin ısı tutma kabiliyeti daha iyidir ve Logamatic Panel bunu kullanacaktır.

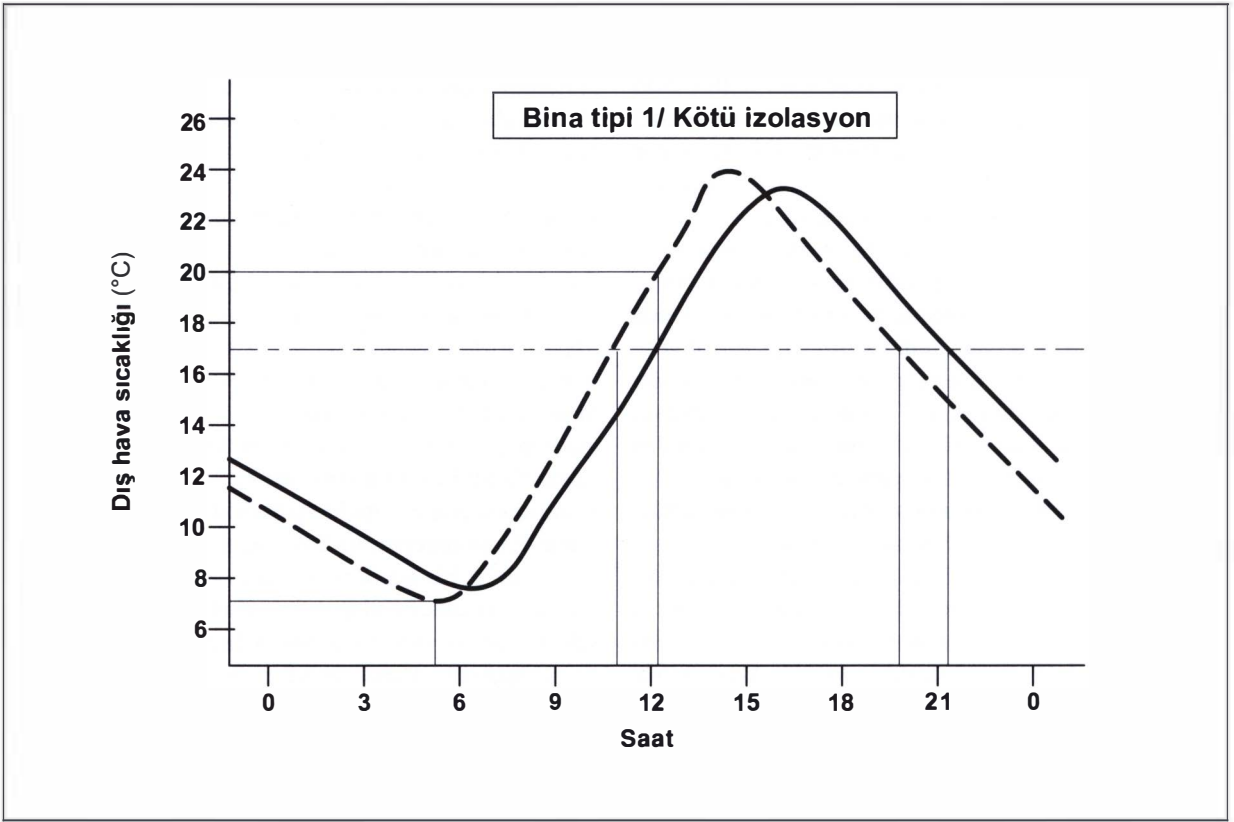
Bina izolasyonun "iyi" seçildiği durumda ise, Logamatic Panel mevcut dış hava sıcaklığını yaklaşık olarak 5 saatlik bir gecikme ile takip edecektir. Bina izolasyonu iyi olduğundan evin ısı tutma kabiliyeti yüksektir. Yani hava soğusa bile ev hemen soğumayacaktır. Logamatic Panel bundan dolayı kazanı hemen devreye sokmaz ve gecikmeli olarak çalıştırır.

18.1.2.4.2 Isıtma Sistemine Göre Kazanın Çalışması

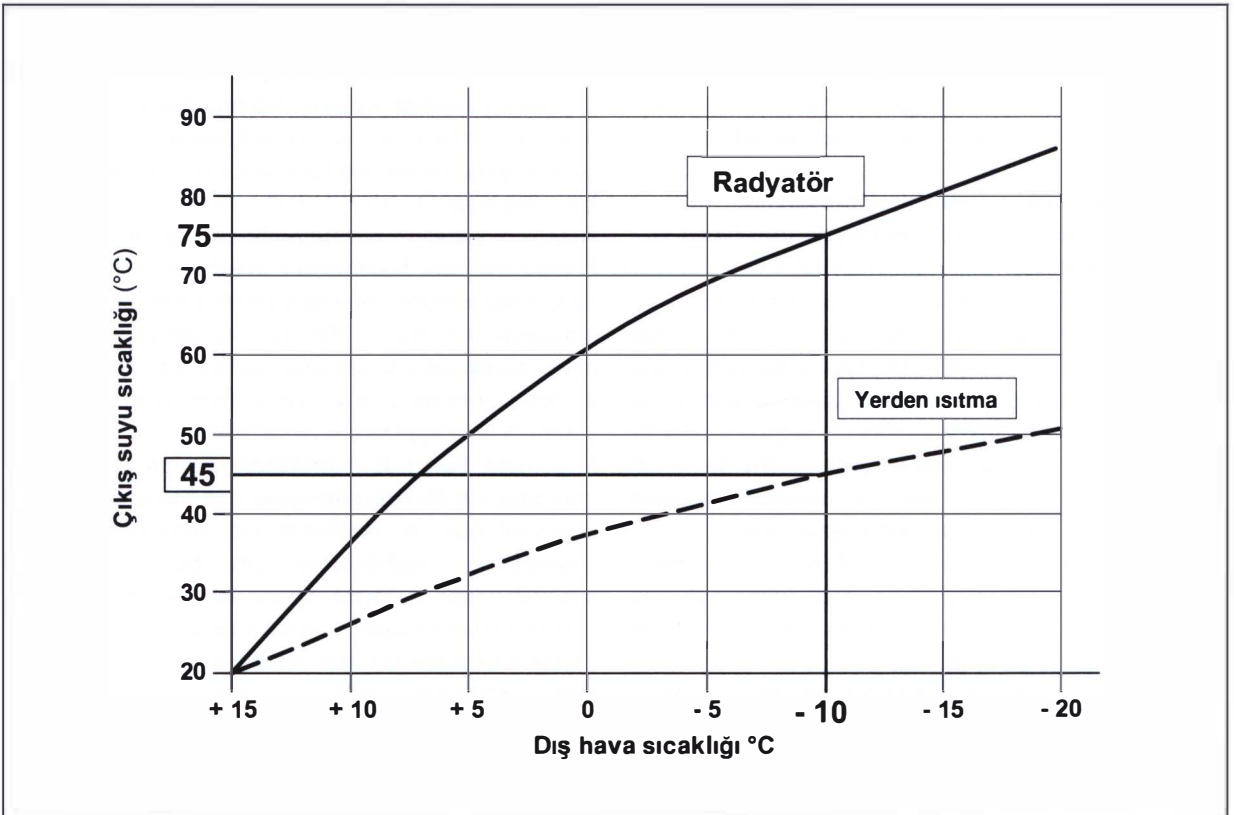
Logamatic Panel'de ısıtma eğrisi değişik ısıtma sistemlerine göre hazır olarak tanımlanmıştır. Radyatör, yerden ısıtma, konvektör, sabit, oda termostatı ve kendi eğrimiz şeklinde değişik ısıtma sistemleri alternatifleri için yılların tecrübeleri ve bilgisayar desteği ile tasarlanmış ideal ısıtma eğrileri tanımlanmıştır (Şekil 18.2). Bu sayede kullanıcı ısıtma eğrisi seçimini yaparken sadece sistemin tanımını girmesi yeterlidir. Böylece ısıtma sistemimizde optimum ısıtma eğrisi ve çok iyi bir konfor ile çalışmak mümkün olacaktır.

Klasik otomasyon panellerinde bu tip bir ayırım söz konusu değildir. Sisteme uygun eğrinin seçimi için ya bu konuda tecrübeli ve uzman bir kişinin seçimi, ya da kullanıcının belirli bir süre deneme yanılma ile uygun eğriyi tespit etmesi söz konusudur. Bu süre zarfında da hem gereksiz yere enerji sarfiyatı olacak hem de yeterli konfor sağlanamayacaktır.

Logamatic Panel'de tanımlanmış ısıtma eğrileri kullanıcının isteği doğrultusunda çok basit bir şekilde değiştirilebilir. Bu değişiklik oda sıcaklığının değiştirilmesi ile yapılabileceği gibi (bu durumda oda sıcaklığındaki değişim oranında Logamatic Panel ısıtma eğrisini düşürür veya artırır) manuel olarak da, eğrinin tepe noktasını artırıp-azaltmakla da yapılabilir. Örneğin fabrikasyon ayar -10°C dış hava sıcaklığında ısıtma devresi sıcaklığı 75°C'dir. Gerekirse bu 75°C sıcaklık artırılıp düşürülebilir. Bu sebepten ısıtma eğrisinin eğimi değişirken, diğer dış hava sıcaklıklarındaki ısıtma suyu sıcaklıkları da değişmiş olur (Şekil 18.3).



Şekil 18.1. LOGAMATIC PANEL'DE DIŞ HAVA SICAKLIĞINA GÖRE DEVREYE GİRME PRENSİBİ
BİNA İZOLASYONU: KÖTÜ



Şekil 18.2. LOGAMATIC PANEL'DE ÇALIŞMA EĞRİLERİ

Klasik otomasyon panellerinde ısıtma eğrisi değiştirilmek istenirse sadece tanımlı eğriler seçilebilir. Örnek olarak otomasyon panelinde 5 tane eğri tanımlanmış ise bunların ara değerlerini ayarlamak mümkün değildir. Sadece 5 eğriden biri seçilebilir. Ara ihtiyaçlarda ya bir üst eğri ya da bir alt eğri seçilmek zorundadır. Sabit ve Kendi Eğrini Seçebilme Özelliği (Şekil 18.4): Logamatic Panel’de her türlü ısıtma tesisatına uyum sağlayacak eğriler tanımlanmıştır. “Sabit” eğri seçildiğinde dış hava sıcaklığından bağımsız olarak istenilen sabit sıcaklıkta ısıtma suyu elde edilebilir. Örneğin havuz ısıtmasında ya da sanayide herhangi bir proses uygulamasında, yaz kış 75°C sabit sıcaklık istenebilir. Bu durumda Logamatic Panel’den sadece eğri tipini “Sabit” seçmek ve çalışma sıcaklığını belirtmek yeterli olacaktır. Bazı durumlarda ısıtma sisteminin çalışma eğrisinin tamamen özel olarak dizayn edilmesi gerekebilir. Özellikle sanayide bazı proseslerde ya da sıcak sulu hava perdesi, hava apareyi gibi ısıtma elemanlarının bulunduğu sistemlerde ısıtma eğrisinin taban ve tavan noktalarının tanımlanması gerekebilir. Bu durumda Logamatic Panel’de “Sıcaklık Eğri Başlangıç Noktası” seçilerek bu eğri tanımlanabilir. Örnek olarak dış hava 20°C iken 48°C gidiş suyu sıcaklığı, dış hava -10°C iken 73°C gidiş suyu sıcaklığı gibi bir tanımlama rahatlıkla yapılabilir. Klasik otomasyon panellerinde standart eğriler dışında özel isteklere cevap verecek ısıtma eğrileri tanımlanamaz. Bundan dolayı ihtiyaçtan daha yüksek değerlerde eğriler tanımlanabilir. Bu da gereksiz yere enerji sarfiyatına sebep olur.

18.1.2.4.3. Oda Sıcaklığına Göre Kazanın Çalışması (Şekil 18.5)

Logamatic Panel ile ısıtma sistemine, dış hava sıcaklığından bağımsız olarak sadece oda içerisindeki sıcaklık değişimlerine bağlı olarak da kumanda etme imkanı vardır. Bu tip ısıtma eğrisine “Oda termostatı” adı verilir ve bu fonksiyon için oda içerisinde MEC2 oda kumandasının bulunması gerekir. Örnek olarak oda kumandasından istediğimiz oda sıcaklığını 20°C olarak ayarlayalım. Mevcut oda sıcaklığı ile ayarladığımız oda sıcaklığı arasındaki fark 1,5°C’den daha büyük ise ısıtma tesisatı yüksek sıcaklıkta çalışır (Bu sıcaklık tarafımızdan Logamatic Panel’e girilebilir. Yukarıdaki diyagramda 75°C olduğu görülmektedir.). Mevcut oda sıcaklığı ile ayarlanan oda sıcaklığı arasındaki fark 1°C altına düşmeye başladığı anda gidiş suyu sıcaklığı da düşmeye başlar. Mevcut oda sıcaklığı ayarlanan oda sıcaklığını 1,5°C geçtiği anda sirkülasyon pompası durur (üç yollu vana da kapanır). Oda soğumaya başlar ve mevcut oda sıcaklığı ayarlanan oda sıcaklığına düşerse pompa ve üç yollu vana devreye girerek ısıtma eğrisine göre ihtiyaç olan sıcaklıktaki suyu tesisata gönderir. Bu sayede mevcut oda sıcaklığı, ayarlanan oda sıcaklığını altına hiçbir zaman düşmez ve sabit olarak

tutulur. Klasik oda termostatlı sistemlerde termostatın çalışma diferansı minimum $\pm 1^\circ\text{C}$ ’dir. Bundan dolayı oda içerisindeki sıcaklık dalgalanması daha yüksek olur ve gereksiz yakıt sarfiyatı söz konusudur.

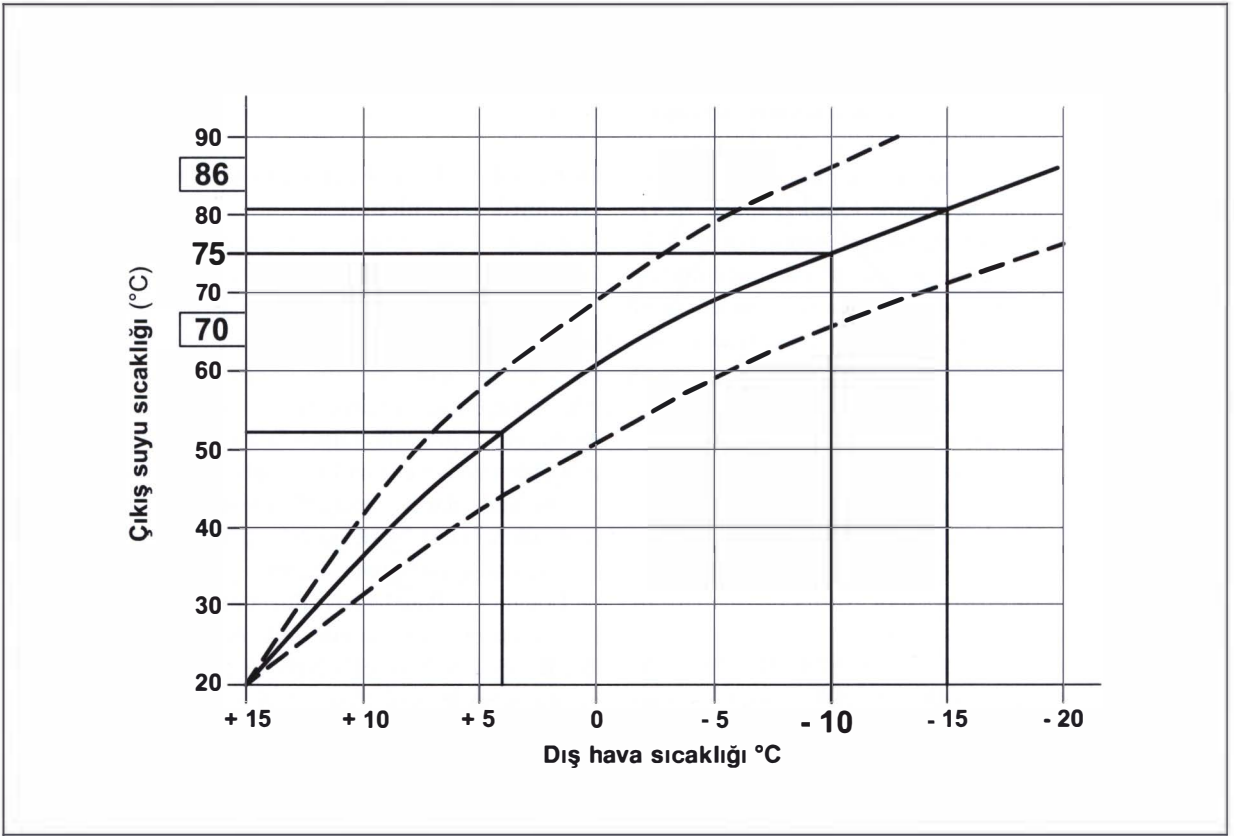
18.1.2.4.4. Çalışma Eğrisinin Oda Sıcaklığına Göre Otomatik Düzenlenmesi

Logamatic Panel binanın ısıtma eğrisini, oda içerisindeki sıcaklık değişikliklerine veya müşteri isteklerine bağlı olarak sürekli değiştirebilme özelliğine sahiptir. Isıtma sistemi için Logamatic Panel’de sadece bir eğri tipi seçmek çözüm değildir. Aynı zamanda oda içerisinden de ölçümler alınarak eğride bir takım düzeltmeler yapılabilir. Eğer oda kumandası var ise (tek aileli sistemlerde tavsiye edilir) Logamatic Panel bu düzeltmeyi otomatik olarak yapar. Eğer oda kumandası yok ise (çok aileli evler) bu değer oda içerisinden manuel olarak ölçülerek Logamatic Panel’e girilebilir ve bu sayede Logamatic Panel eğriyi düzeltebilir.

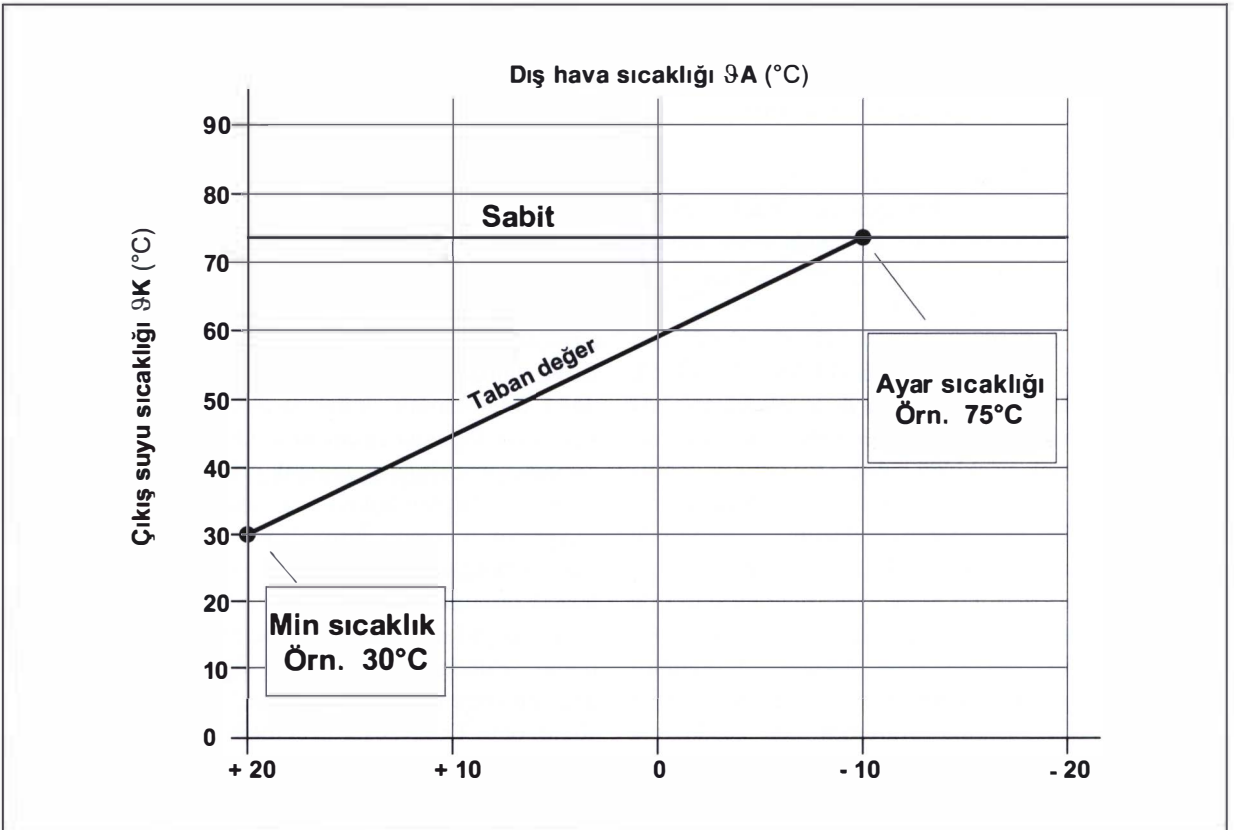
Klasik otomasyon panellerinde bu tip düzeltmeler bir düşük veya bir yüksek eğriyi seçmek şeklinde yapılır ve ara değerlerde eğriler olmadığından hiçbir zaman ideal sıcaklıklar yakalanamaz.

Örnek bir çalışma yaparsak, dış hava sıcaklığı 0°C iken mevcut oda sıcaklığına göre ihtiyaç olan ısıtma suyu sıcaklığı 60°C, oda ayar sıcaklığı da 21°C olsun (Şekil 18.6). Logamatic Panel mevcut oda sıcaklığını 22°C olarak ölçerse ısıtma eğrisini 3K düşürecek. Böylece sistem 60°C yerine 57°C sıcaklık ile çalışacaktır. Eğer tam tersi bir durum söz konusu ise yani oda 20°C ise Logamatic Panel ısıtma eğrisini 9K arttıracak, dolayısıyla 60°C yerine 69°C ısıtma suyu ile çalışacaktır (Şekil 18.7). Buradaki farkın sebebi, sistemin soğumasını engellemek daha önemli olduğunda Logamatic Panel eğriyi arttırırken mevcut sıcaklık ile ayar sıcaklığı arasındaki farkı 9K ile çarpmasıdır. Amaç oda sıcaklığını çok çabuk bir şekilde yükseltmektir (Bu durumda diğer odaların aşırı ısınmasını engellemek için mutlaka termostatik vana kullanılması tavsiye edilir.).

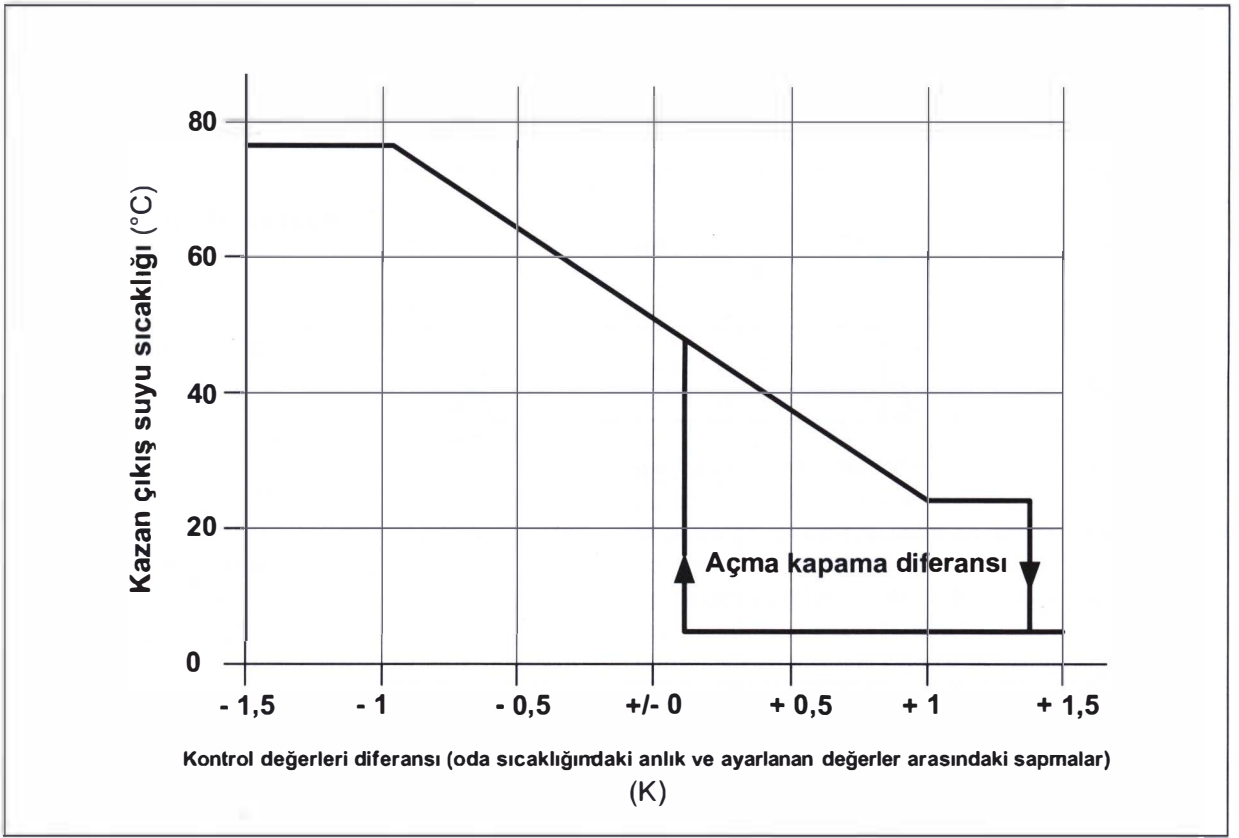
Böyle durumlar genellikle oda kumandasının bulunduğu ortamlardaki lokal sıcaklık değişiklikleri söz konusu olduğunda yaşanabilir. Örneğin şöminenin yakılması, pencerelerin açılarak odanın havalandırılması vb bu sebepten dolayı oda kumandasının konulacağı yer çok iyi tespit edilmeli ve ev içindeki diğer ısıtma elemanlarında termostatik vana kullanılmalıdır. Klasik otomasyon panellerinde oda sıcaklığı düştüğünde ya da yükseldiğinde ısıtma eğrisinde bir değişiklik olmaz. Bundan dolayı ısıtma eğrisi evdeki sıcaklık değişimlerine uyum sağlayamaz. Ev ya çok ısınır ya da soğuk olur. Dolayısıyla genellikle yüksek eğri ayarları yapılır ve ev çok sıcak olduğunda radyatörler kapatılır ya da pencereler açılır. Bu durumda yakıt sarfiyatı artar. Oda ayar sıcaklığı ile oda sıcaklığı arasında 3K fark olduğu durumu incelersek, yani oda ayar sıcaklığı



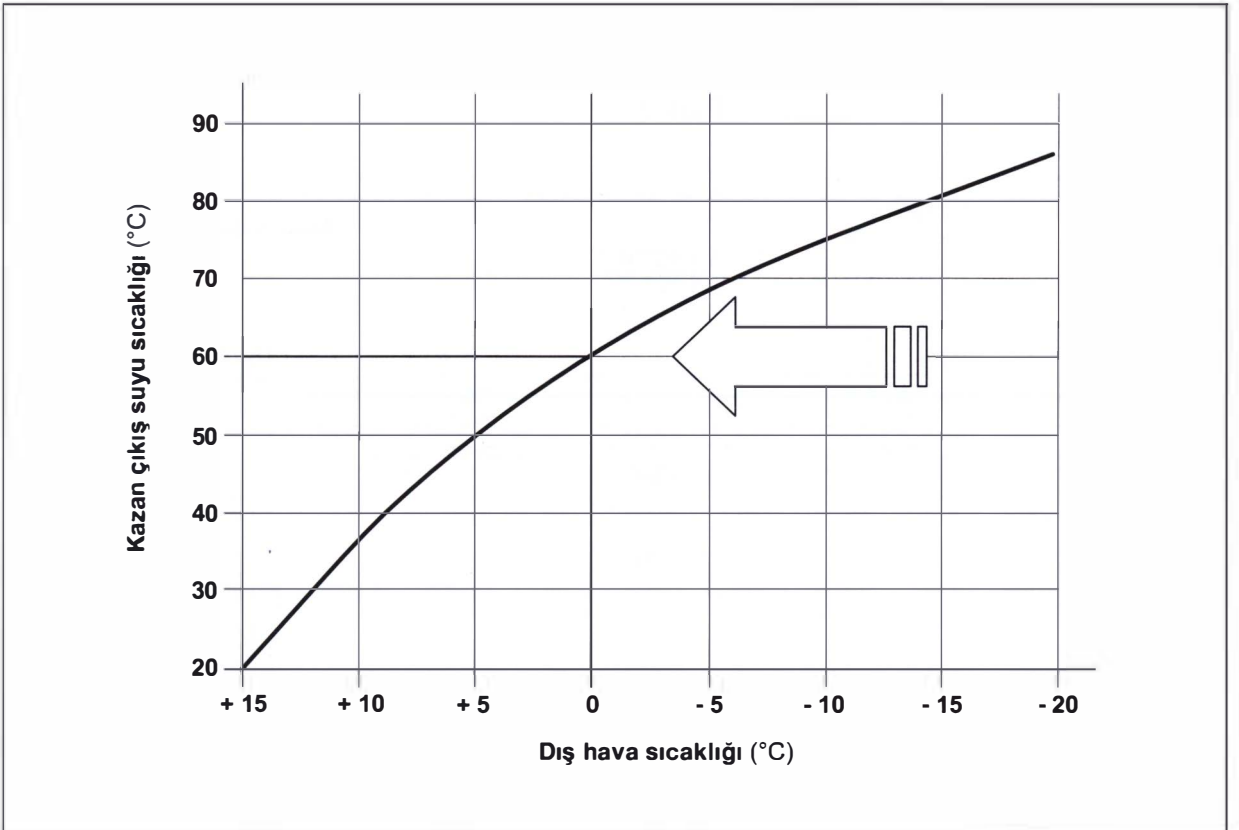
Şekil 18.3. LOGAMATIC PANEL'DE ÇALIŞMA EĞRİSİ AYARI



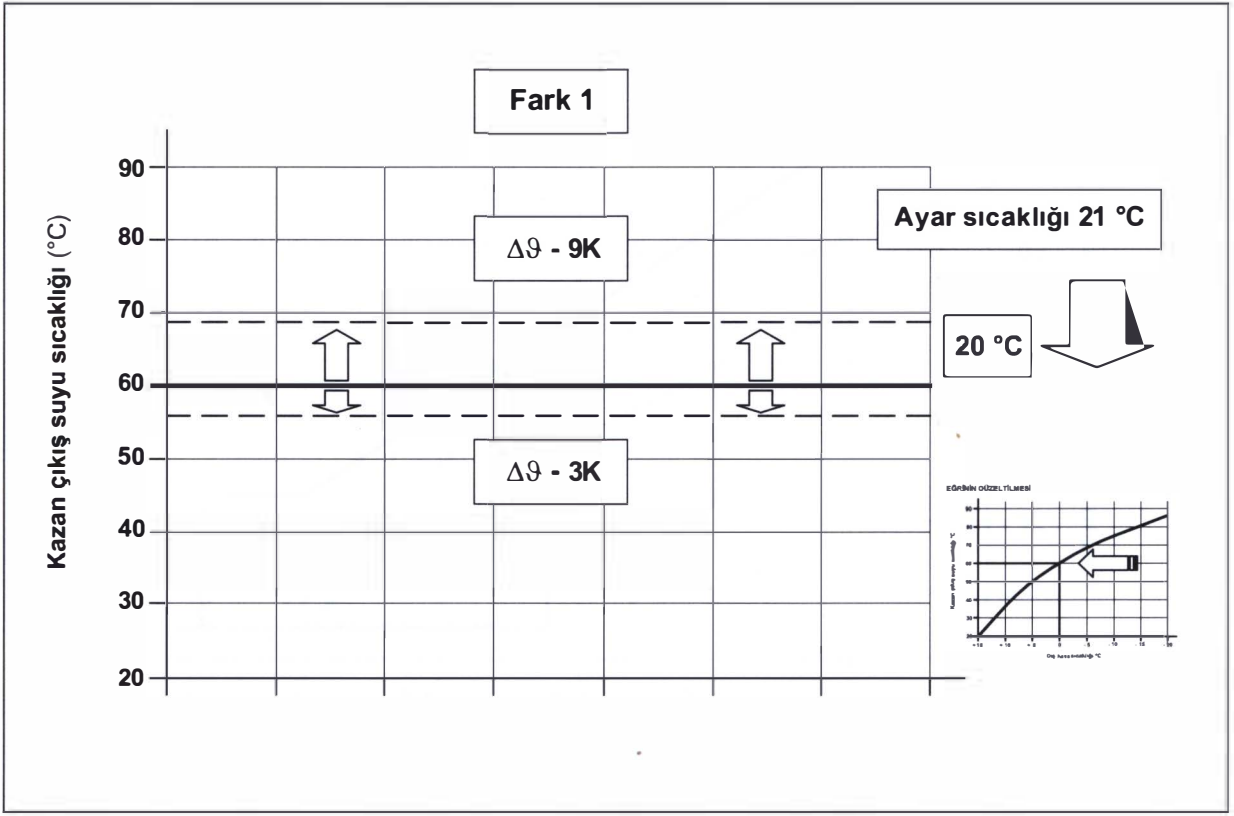
Şekil 18.4. LOGAMATIC PANEL'DE SABİT EĞRİ VE KENDİ EĞRİNİ SEÇEBİLME ÖZELLİĞİ



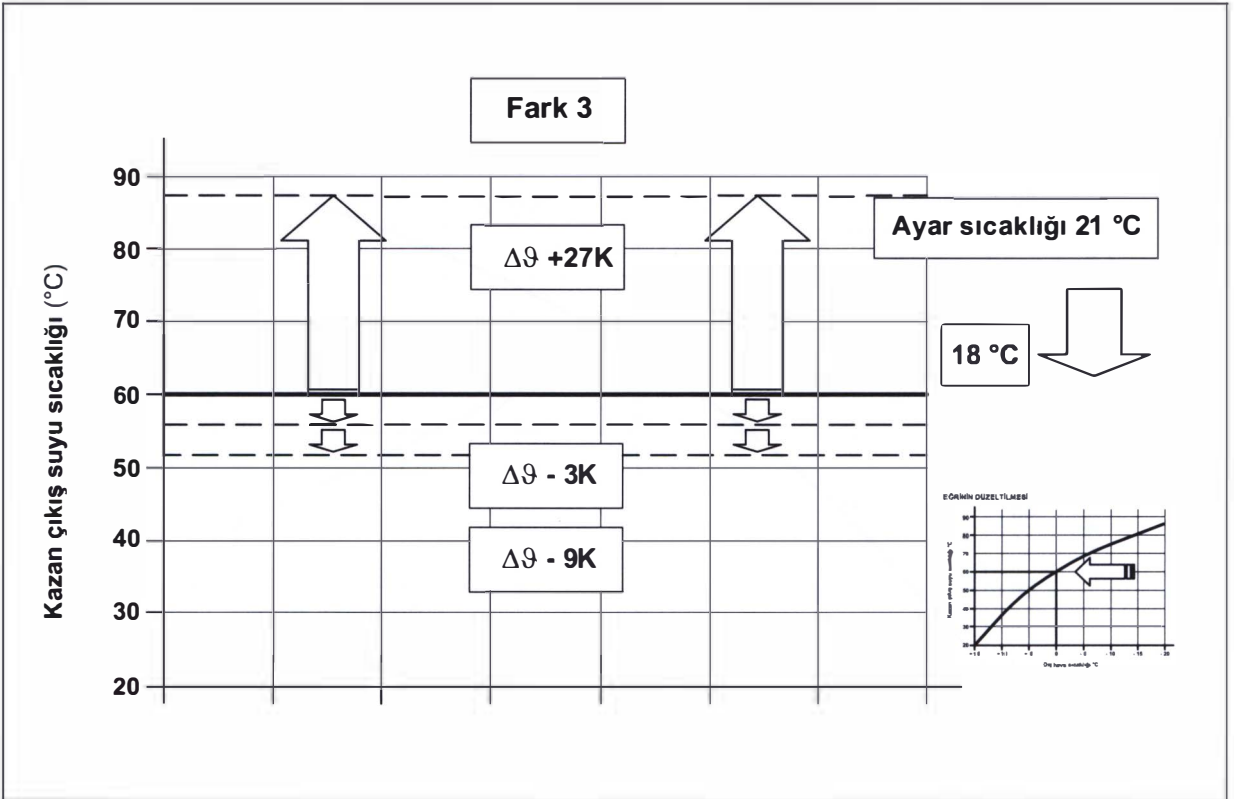
Şekil 18.5. LOGAMATIC PANEL'DE ODA SICAKLIĞINA GÖRE ÇALIŞMA



Şekil 18.6. ÖRNEK - ÇALIŞMA EĞRİSİ



Şekil 18.7. ÖRNEK - ODA SICAKLIĞI AYAR SICAKLIĞINDAN 1K DÜŞÜK VEYA YÜKSEK OLURSA



Şekil 18.8. ÖRNEK - ODA SICAKLIĞI AYAR SICAKLIĞINDAN 3K DÜŞÜK VEYA YÜKSEK OLURSA

21°C ve mevcut sıcaklık 18°C olsun. Bu durumda Logamatic Panel ısıtma suyu sıcaklığını 27K arttıracaktır ($3 \times 9 = 27K$). Bu durumda tesisat suyu sıcaklığı 60°C değil 87°C olacaktır. Tam tersi bir durum söz konusu olduğunda, yani ayar sıcaklığı 21°C fakat ölçülen oda sıcaklığı 24°C iken Logamatic Panel ısıtma suyu sıcaklığını 9°C düşürecek (3 x 3 = 9K). Yani 60°C yerine 51°C tesisat suyu sıcaklığı elde edilecektir (Şekil 18.8). Bu şekilde eğer sadece oda kumandasının olduğu odada bir sıcaklık artışı olursa bile tüm ev tamamen soğumayacaktır.

Son olarak oda ayar sıcaklığı ile oda sıcaklığı arasında 10K fark olduğu durumu incelersek; yani oda ayar sıcaklığı 21°C iken, ölçülen oda sıcaklığı 11°C olsun. Bu durumda ise Logamatic Panel tesisata giden suyun sıcaklığını 90°C'a arttıracaktır. Tam tersi durumda ölçülen oda sıcaklığı 31°C olduğunda ise tesisata giden suyun sıcaklığını 30 K düşürecek (Şekil 18.9). Bu ayar sistemi özellikle evin soğuk olması durumunda hızlı bir şekilde ısıtılmasını sağlayacaktır (Özellikle hafta sonu evlerinde gerekli olacaktır.). Klasik otomasyon sistemleri sürekli standart bir eğri ile çalıştıklarından bu türlü bir adaptasyon sağlayamaz. Bu yüzden ev çok geç ısınır. Aynı zamanda sadece oda kumandasının olduğu yerde bir sıcaklık artışı olursa, evin diğer odalarının tamamen soğuması engellenecektir. Klasik otomasyon sistemlerinde

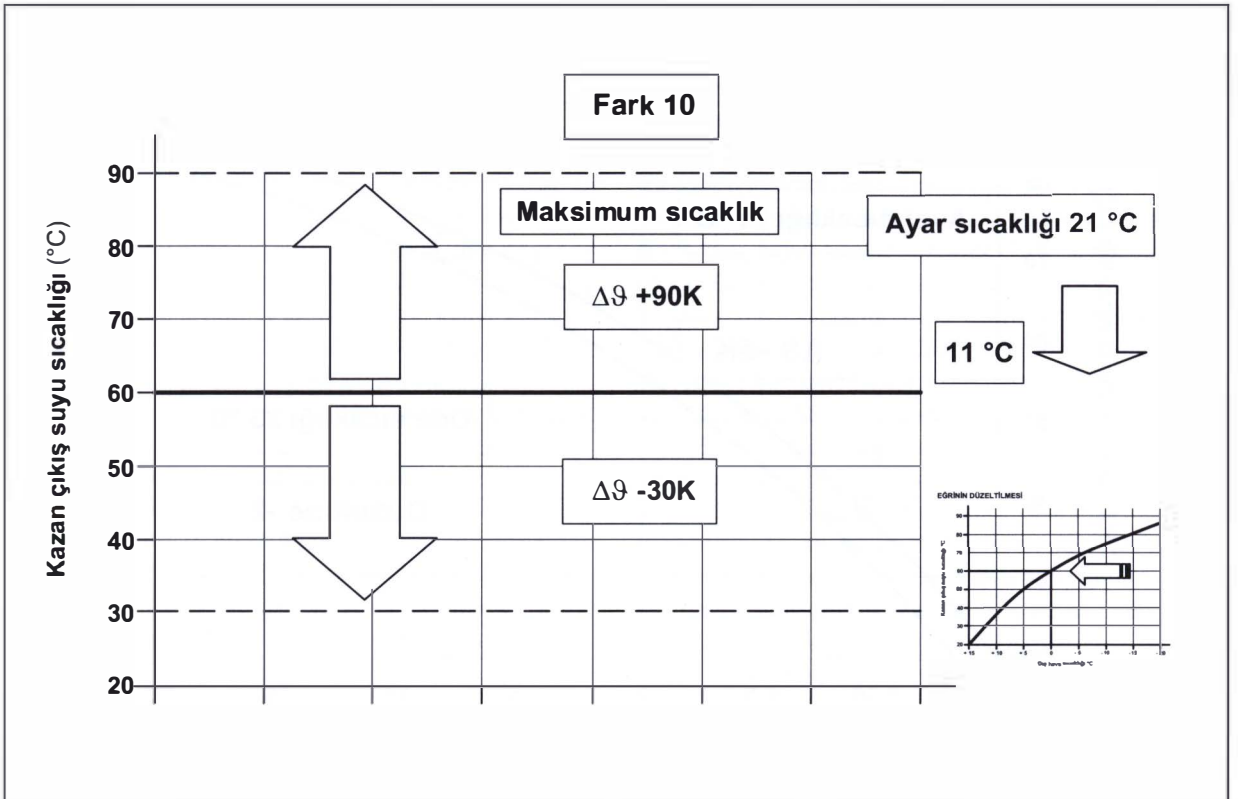
oda kumandası kazanı tamamen kapatacak ve ölçüm değeri ayar değeri altına düşene kadar çalıştırmayacaktır. Dolayısıyla evin diğer odalarında soğuma olacaktır.

18.1.2.4.5. Çalışma Eğrisinde Manuel Düzeltme

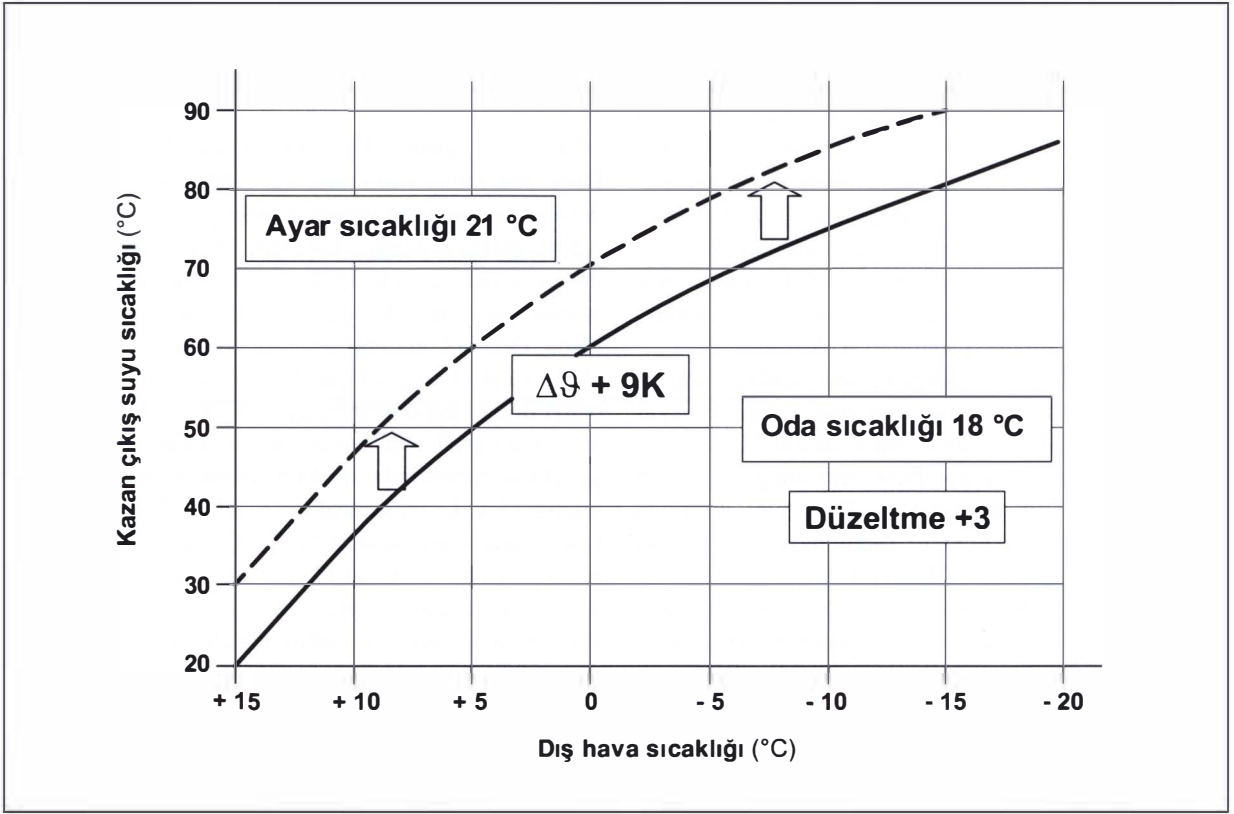
Düzeltilme fonksiyonu, oda kumandası kullanılmadığı durumlarda manuel olarak panele girilen değere göre ısıtma eğrisini paralel kaydırır. Örnek olarak -10°C dış hava sıcaklığında 75°C ısıtma suyu ile çalışan bir ısıtma eğrisinde, oda içinde istediğimiz sıcaklık 21°C olsun. Odaya konan bir termometre yardımı ile odada 18°C sıcaklık ölçüldüğünde eğriyi düzeltmek için, panel üzerinden düzeltme ayarı +3K verilir, böylelikle ısıtma eğrisi +9K yukarıya doğru paralel kayacaktır. Bu durumda oda sıcaklığı istendiği gibi yaklaşık olarak +3°C kadar artacaktır (Şekil 18.10).

Oda içinde istenen sıcaklık 21°C fakat oda içindeki termometrede 23°C ölçülüyor ise, Logamatic Panel üzerinden düzeltme fonksiyonu -2K verildiğinde ısıtma eğrisi 6 aşağıya doğru paralel kayacaktır. Bu durumda oda sıcaklığı yaklaşık olarak 1,5-2°C kadar düşecektir (Şekil 18.11).

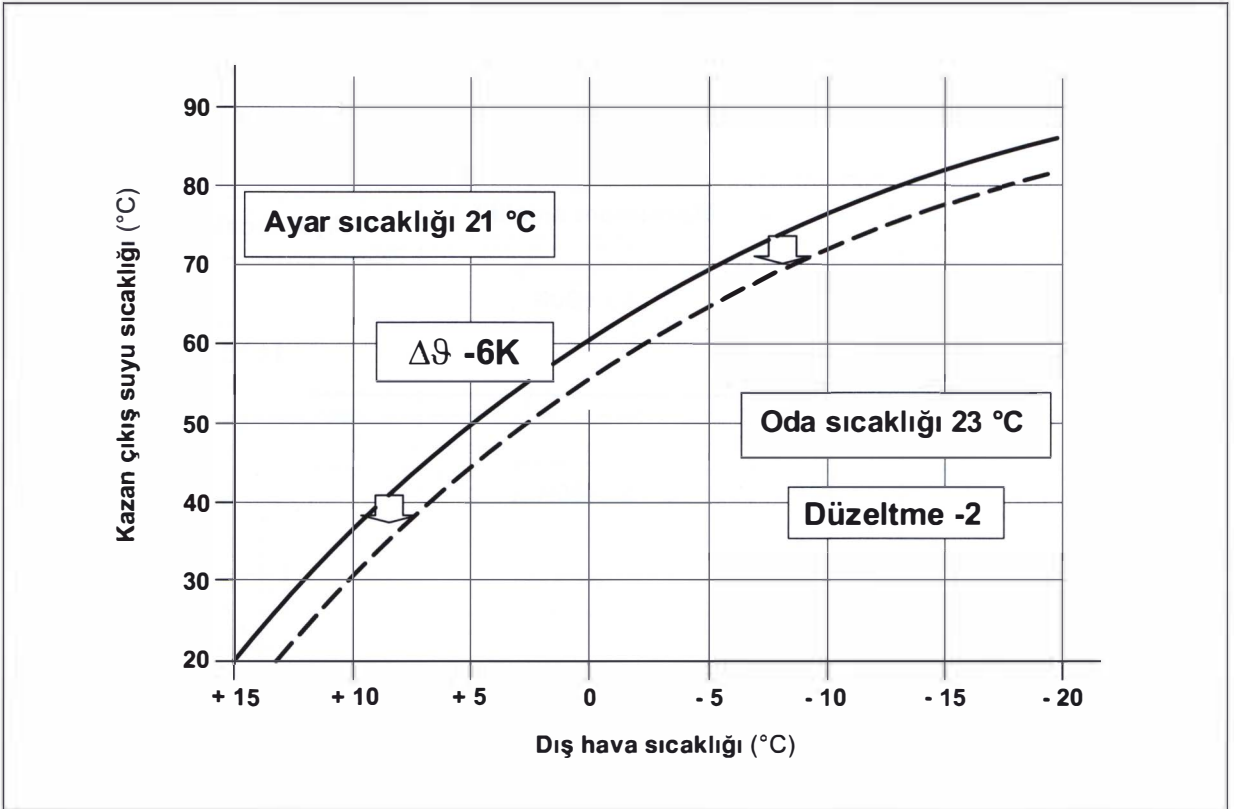
Klasik otomasyon panellerinde oda içinden alınan bir ölçüm ile eğrinin ne kadar arttırılıp düşürülmesini gerektiğini bilmek tecrübe, uzun süreli bir deneyim istemektedir. Bu tip durumlarda uzman kişilerin panelle müdahale etmesi gerekmektedir.



Şekil 18.9. ÖRNEK - ODA SICAKLIĞI AYAR SICAKLIĞINDAN 10K DÜŞÜK VEYA YÜKSEK OLURSA



Şekil 18.10. LOGAMATIC PANEL'DE ÇALIŞMA EĞRİSİNİN MANUEL DÜZELTME ODA SICAKLIĞI AYAR SICAKLIĞINDAN DÜŞÜK İSE



Şekil 18.11. LOGAMATIC PANEL'DE ÇALIŞMA EĞRİSİNİN MANUEL DÜZELTME ODA SICAKLIĞI AYAR SICAKLIĞINDAN YÜKSEK İSE

18.1.2.4.6. Düşük İşletme Şekilleri

Logamatic Panel üzerinden normal çalışma süreleri dışında düşük sıcaklıkta çalışma eğrisi de seçilebilir. Özellikle geceleri veya gündüzleri belirli saatler arasında ısıtma sisteminin daha düşük sıcaklıkta çalışması istendiğinde bu fonksiyonlar kullanılabilir.

- Kapama
- Oda sıcaklığına göre düşük işletme
- Düşük
- Dış hava sıcaklığına göre düşük işletme

şeklinde dört tip fonksiyon mevcuttur.

Şekil 18.12'de görülen "KAPAMA" fonksiyonunda gündüz çalışma sıcaklıkları dışında sistem komple kapanacaktır. Gece boyunca ısıtma olmayacaktır. Bina izolasyonu çok iyi olan ya da yumuşak iklimli bölgelerde veya kullanıcı isteği doğrultusunda bu fonksiyon seçilebilir. Düşük işletme fonksiyonunda kapatma saatinden sonra sirkülasyon pompası devreden çıkmaz ve devamlı çalışır. Logamatic Panel düşük işletme için yeni bir ısıtma eğrisi hesaplar. Bu eğri hesaplanırken gündüz ile gece istenen sıcaklıklar arasındaki fark 3 ile çarpılır ve ısıtma eğrisi çıkan değer kadar aşağıya kaydırılır. Bu durumda yeni bir düşük işletme eğrisi hesaplanmış olur. Eğer sistem sıcaklığı gece boyunca bu eğrinin altına düşerse kazan devreye girer ve eğriye göre sistemi ısıtır (Şekil 18.13). Örnek olarak gündüz 21°C, gece ise 17°C istenen bir sistemde düşük işletme eğrisi gündüz eğrisinden 12°C daha düşük olur (21-17 = 4 K; 4 x 3 = 12 K). Düşük işletme fonksiyonu özellikle yerden ısıtma tesisatı gibi geç cevap veren sistemlerde seçilmelidir. Çünkü pompa sürekli devrededir ve tesisattaki sıcaklık düşüştüğü anda kazan devreye girecektir.

Oda sıcaklığına göre düşük işletme özellikle tek ailenin yaşadığı sistemlerde ve oda kumandası var ise seçilmelidir. Bu fonksiyonda oda kumandası üzerinden gündüz ve gece sıcaklığı verilir. Sistem düşük işletmeye geçtiği anda pompa kapanır. Oda sıcaklığı ayarlanan gece sıcaklığı altına düşene kadar kazan ve pompa kapalı kalır. Oda sıcaklığı, ayar gece sıcaklığının 1 K altına düştüğü anda kazan ve pompa devreye girer ve sistem düşük işletim eğrisine göre oda sıcaklığını ayarlar (Şekil 18.14).

Dış hava sıcaklığına göre düşük işletme özellikle çok aileli evlerde ve oda kumandası kullanılmadığı durumlarda tercih edilmelidir. Bu fonksiyonda Logamatic Panel üzerinden bir gece dış hava sıcaklığı verilir. Kapatma zamanından itibaren pompa ve kazan devre dışı kalır. Eğer kapatma süresi içerisinde, dış hava sıcaklığı ayarlanan dış hava sıcaklığı altına düşerse kazan ve pompa devreye girer ve sistem düşük işletme eğrisine göre çalışır (Şekil 18.15).

Klasik otomasyon sistemlerinde bu şekilde alternatifli düşük işletme fonksiyonları bulunmaz. Genellikle gece için bir eğri tanımlanır ve kazan gece boyunca bu eğriye göre çalışır. Oda içinden veya dış hava sıcaklığından

bağımlı bir başlangıç noktası bulunmaz. Oda içinde gece aşırı ısınmalar meydana gelebilir. Bu da hem konforu bozar hem de fazla yakıt sarfiyatına sebep olur.

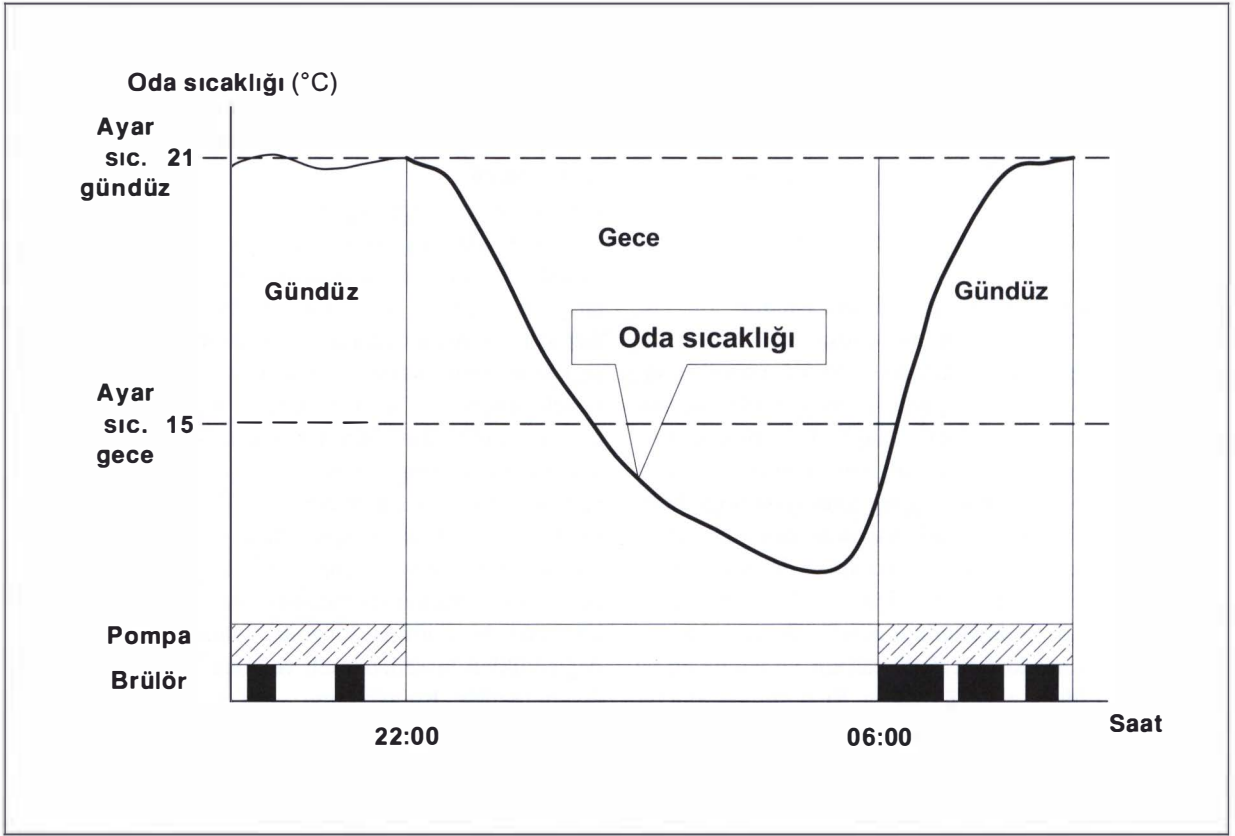
18.1.2.4.7 Eğrinin Otomatik Adaptasyonu (Şekil 18.16)

Isıtma sistemi doğru eğriye göre çalışmazsa, istenilen oda sıcaklıkları sağlanamayacak ve cihaz verimsiz çalışacaktır. Ya gidiş suyu sıcaklığı düşük olduğundan odalar ısınmayacak ya da sıcaklık gereğinden fazla olduğundan aşırı ısınma meydana gelecektir. Baca gazı sıcaklığı ve kazan ısınım kayıpları artacaktır. Bu yüzden kontrol paneli, sistemi dış hava sıcaklığına bağlı bir eğriye göre çalıştırılmalıdır. Bu eğrinin karakteristikleri ise binanın konumuna, yerleşimine ve izolasyon durumuna göre; yani ısı durumuna göre belirlenir. Binanın bu karakteristik özellikleri zaman içinde değişebilir. Örneğin binaya sonradan izolasyon yapılabilir. Açık bir alanda olan bir binanın etrafına sonradan binalar yapılabilir ve bina korunaklı bir duruma dönebilir. Isıtma eğrisi de bu tür değişiklikleri hissedebilmeli ve buna göre kendini ayarlayabilmelidir. Bu ayarlama, yani ısıtma eğrisinin binanın ısı durumuna göre sürekli değişimi "adaptasyon" olarak tanımlanır. Adaptasyon özelliği için dış hava sıcaklığının ve oda sıcaklığının ölçülebilmesi şarttır.

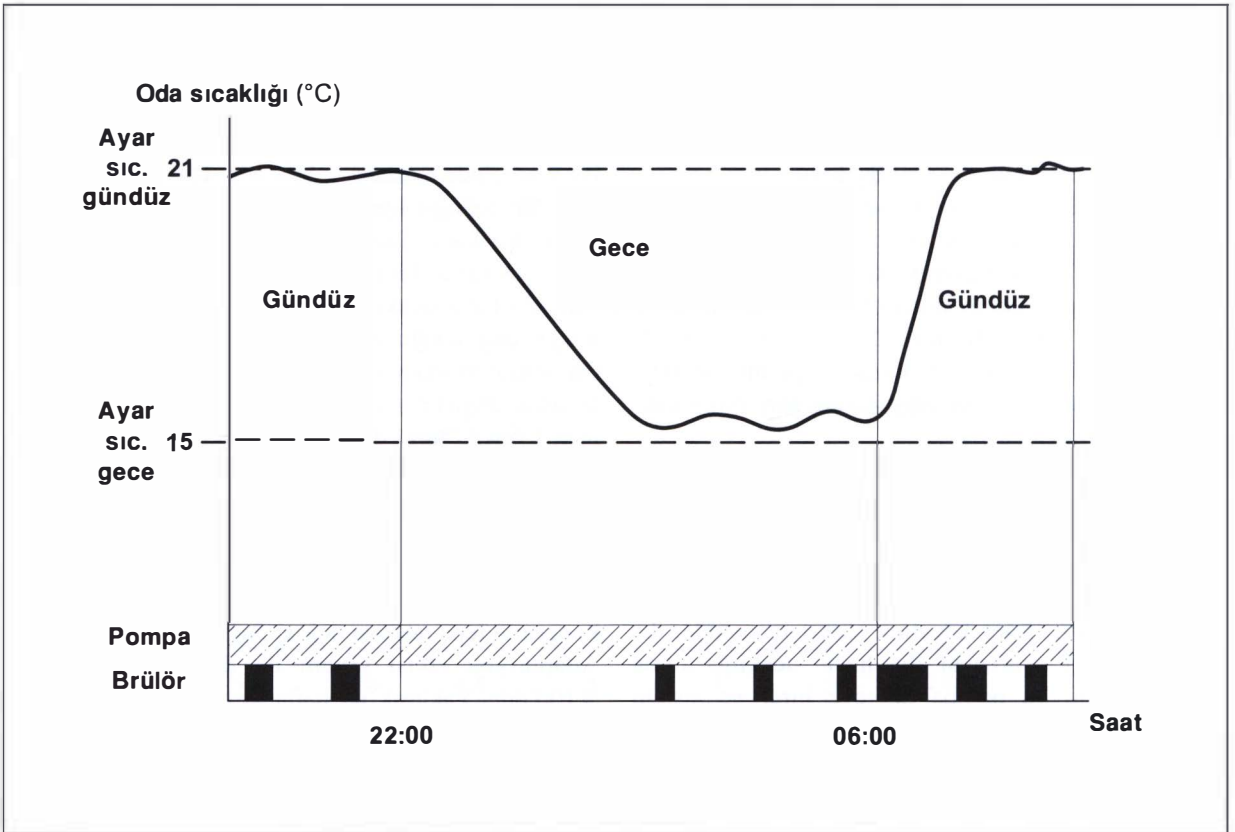
Oda kumandası, oda sıcaklığını sürekli ölçerek Logamatic Panel'e iletir. Logamatic Panel oda sıcaklığı ile beraber güncel dış hava sıcaklığını ve mevcut ısıtma devresi gidiş sıcaklığını hesaplar. Bu değerler oda kumandası gündüz konumunda iken ölçülür. Logamatic Panel, bir saat boyunca hedef gidiş suyu sıcaklığı ve oda sıcaklık sapmalarını kontrol eder. Oda sıcaklığında $\pm 0,7$ K bir değişiklik olursa adaptasyon devreye girer. Bir saat içinde mutlaka 4 defa oda sıcaklığında bu aralıkta bir değişim olmalıdır. Aksi takdirde adaptasyon devre dışı kalır. Saat 11:00 ile 15:00 arasında güneş etkisi çok fazla olduğundan adaptasyon devrede olmaz. Yine dış hava sıcaklığı +6°C üzerinde olduğunda eğri açısı küçük olduğundan adaptasyon devrede olmaz.

Oda içinde bir saatte yapılan ölçümlerde oda sıcaklığında ki sapmalar ya hep "+" yönde ya da hep "-" yönde olmalıdır. Eğer iki türlü değişim varsa adaptasyon çalışmaz. Tüm bu şartlar sağlandığında adaptasyon devrede olur ve ölçülen oda sıcaklığına göre sistem gidiş suyu sıcaklıkları hesap edilir. Bunların bir saat içerisindeki ortalaması alınır ve her gün saat 24:00 günün ortalaması hesaplanır. Böylece -10°C dış hava sıcaklığında ki eğrinin tepe noktası değeri değiştirilir.

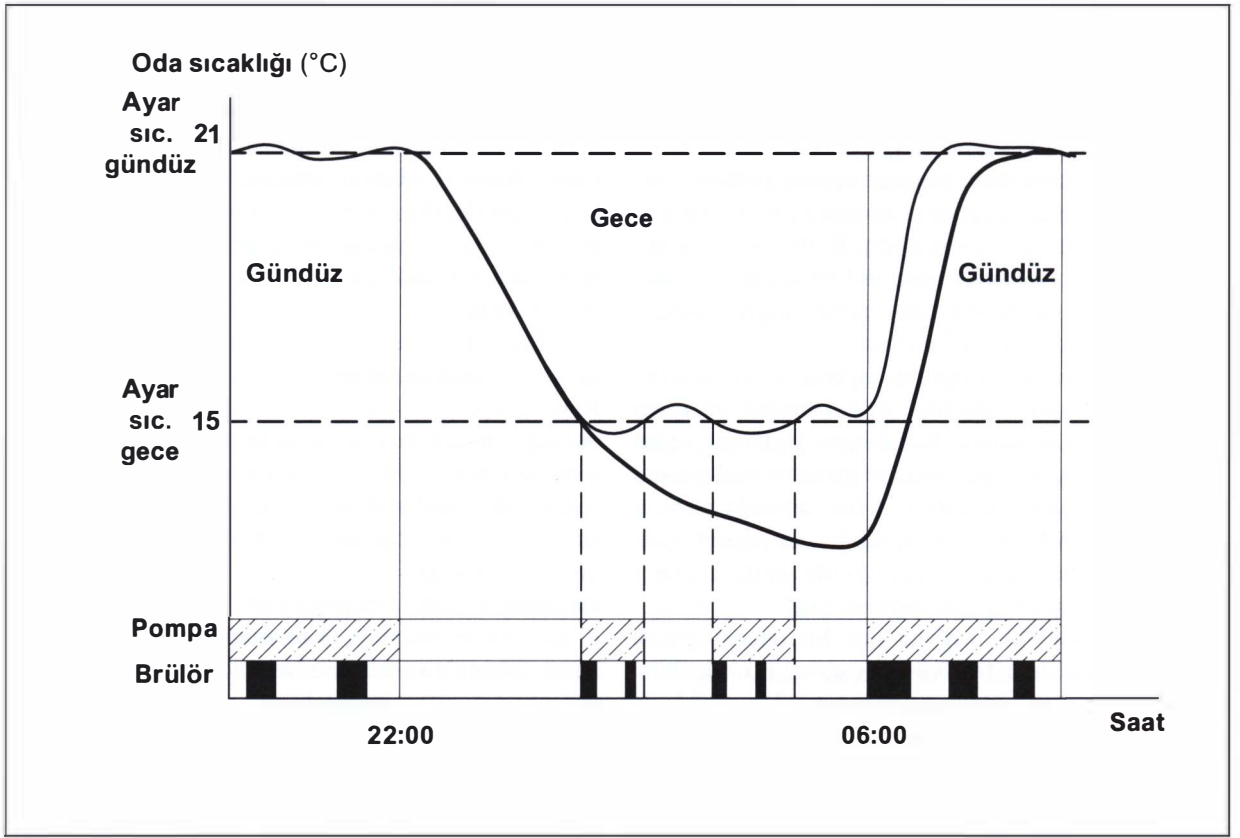
Adaptasyon etkisi sistem ilk devreye alındığında %100'dür. Yaklaşık iki hafta içerisinde %14'e düşer. Doğru ısıtma eğrisine ulaşıncaya adaptasyon etkisi azalır. Bu süreye Logamatic Panel'in binayı tanıma süresi denir. Logamatic Panel sürekli kendini kontrol ettiğinden, eğer binada bir değişiklik olursa sistem bunu fark edecek ve adaptasyon etkisi tekrar devreye girecektir.



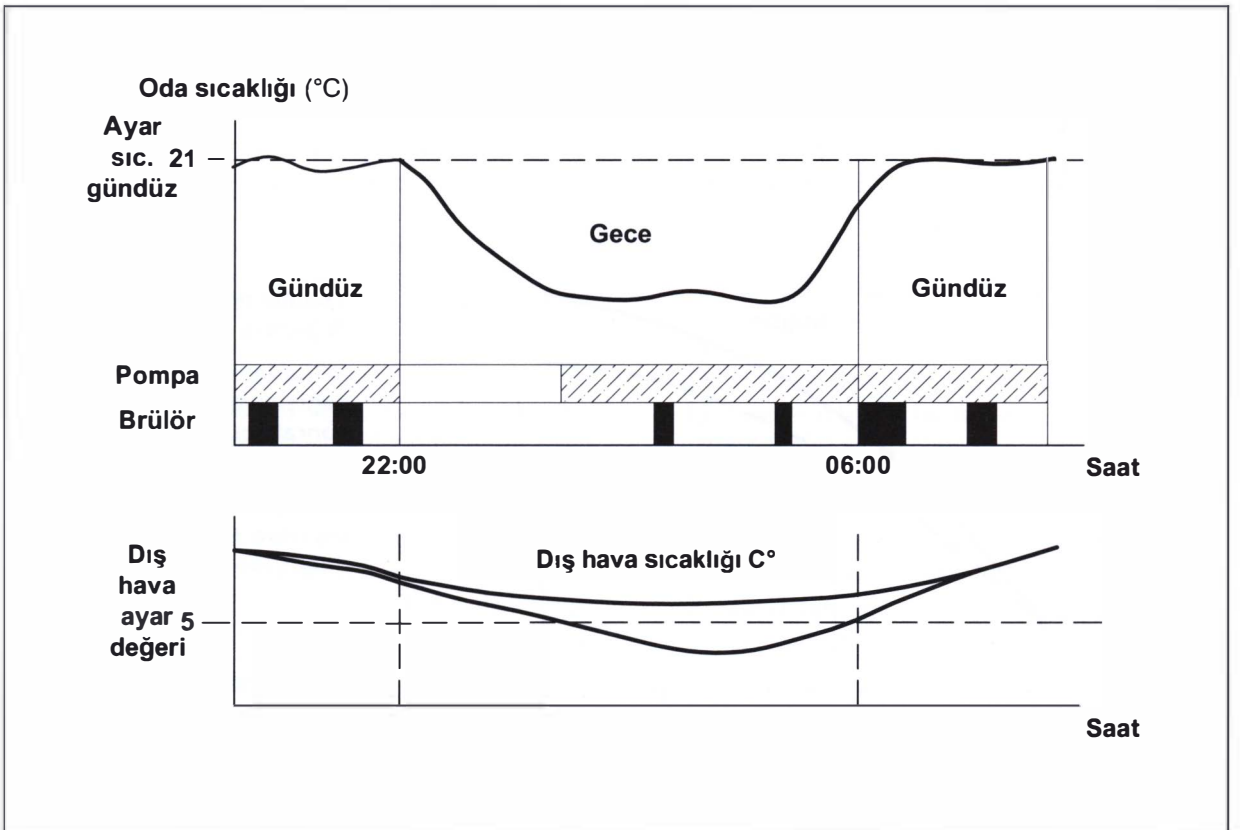
Şekil 18.12. LOGAMATIC PANEL'DE DÜŞÜK İŞLETME ŞEKİLLERİ - KAPAMA



Şekil 18.13. LOGAMATIC PANEL'DE DÜŞÜK İŞLETME ŞEKİLLERİ - DÜŞÜK İŞLETİM



Şekil 18.14. LOGAMATIC PANEL'DE DÜŞÜK İŞLETME ŞEKİLLERİ - ODA SICAKLIĞINA BAĞLI



Şekil 18.15. LOGAMATIC PANEL'DE DÜŞÜK İŞLETME ŞEKİLLERİ - DIŞ HAVA SICAKLIĞINA BAĞLI

18.1.2.4.8. Optimizasyon

(Açma - Kapama Zamanları Ayarlanması)

Klasik kontrol sistemlerinde gündüz/gece işletmesi için program noktalarını kullanıcı belirler ve sistem bu program noktalarına göre çalışır. Fakat gündüz işletmesine geçildikten sonra tesisatın rejime girme süresini kullanıcının tahmin etmesi gerekir ve bu tahminine göre program noktası girilmelidir. Rejime girme süresi de dış hava etkenlerine göre sürekli değişmektedir. Logamatic Panel'de binanın rejime ulaşma süresi, kontrol paneli tarafından belirlenir.

Panel üzerinden açma optimizasyonu "evet" seçilirse, program saati geldiğinde oda istenilen sıcaklığa ulaşmış olur. Logamatic Panel bunu yaparken açma saatinden bir saat önce devreye girer ve maksimum gidiş suyu sıcaklığı hedefler. Aynı zamanda mevcut oda sıcaklığı ve dış hava sıcaklığını kaydeder. Oda sıcaklığı istenen değere geldiğinde ısıtma işlemi sona erer ve toplam geçen süre ölçülür.

Logamatic Panel bir sonraki gün, bir önceki günkü süreyi bir düzeltme faktörü ile çarpar. Bu düzeltme faktörü için o günkü mevcut ve istenen oda sıcaklığı ile aktüel dış hava sıcaklığı dikkate alınır (Şekil 18.16). Buradaki amaç istenen saatte istenen oda sıcaklığının sağlanmasıdır.

Logamatic Panel bir süre bu şekilde çalışarak, ölçümler yaparak hangi dış hava sıcaklığında ne kadar önceden

çalışmaya başlanması gerektiğini hesaplar ve sonrasında buna göre çalışır.

Yerden ısıtılmalı sistemlerde su hacmi büyük olduğundan ve rejime girmesi de uzun zaman aldığından açma optimizasyonu tavsiye edilmemektedir.

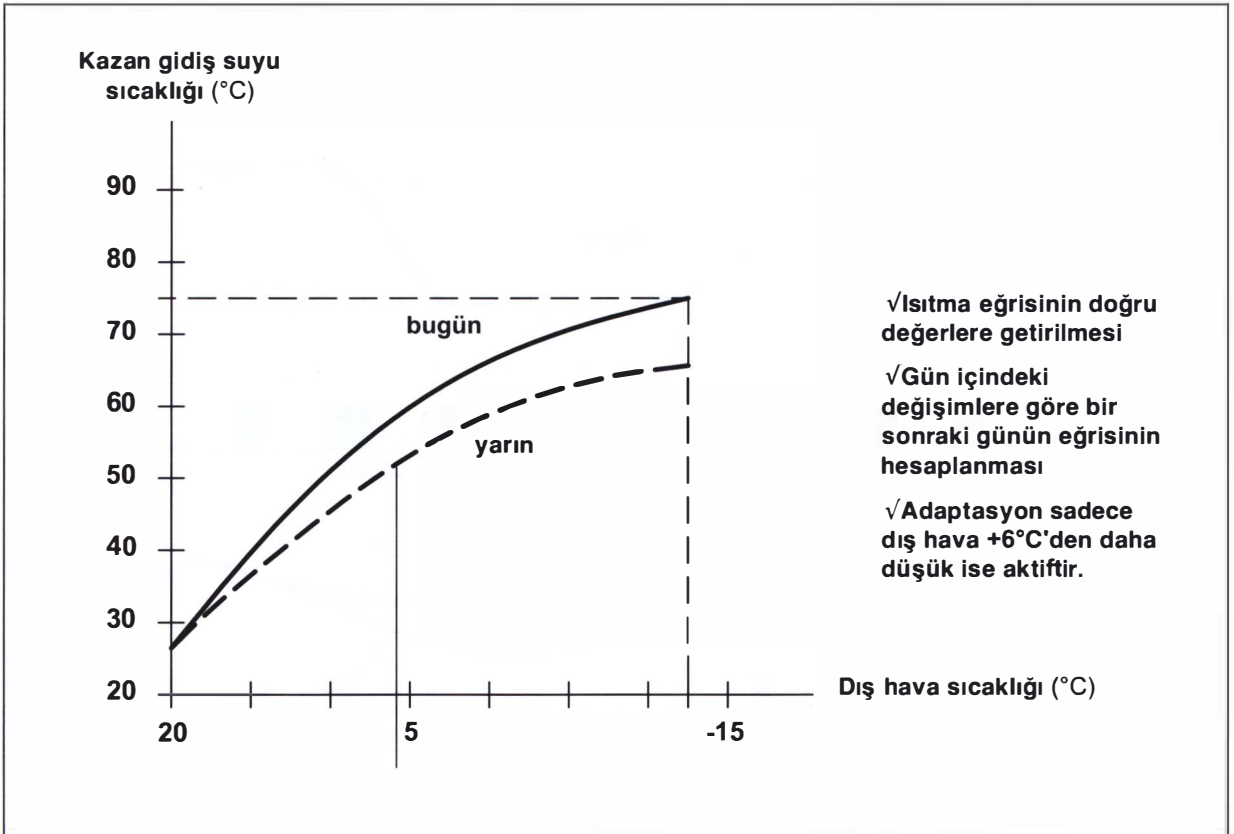
Eğer referans odadaki termostatik vanalar sonuna kadar açık değilse, ısıtma süreci uzun sürecek ve ertesi gün açma optimizasyonu çok erken başlayacaktır (maksimum 4 saate çıkabilir). En kısa açma süresi ise 10 dakikadır.

Logamatic Panel üzerinde kontrol kısmından optimizasyon süresi görülebilir.

Kapama optimizasyonu için ise oda içerisindeki sıcaklık değişimi sürekli takip edilir. Eğer çok yavaş bir sıcaklık düşüşü varsa kapatma zamanı gelmeden önce sistem kapatılabilir (maksimum 60 dakika). Eğer bu süre içinde oda sıcaklığı aniden düşerse, ısıtma tekrar devreye girecektir.

Boylerdeki sıcak su da programındaki açma saati geldiği anda hazır olmalıdır. Logamatic Panel boylerin ne kadar zamanda ısınacağını hesap eder ve açma saatinden o kadar zaman önce çalışarak sıcak suyu hazır eder. Buna da boyler optimizasyonu denir.

Klasik otomasyon panellerinde olmayan bu özellik ile kazan oda içindeki veya boylerdeki sıcaklığı tam istenildiği zamanda hazır eder ve bu sayede konfordan vazgeçilmeden yakıt ekonomisi sağlanır.



Şekil 18.16. EĞRİNİN OTOMATİK ADAPTASYONU

18.1.2.4.9. Baca Gazı Sıcaklığı Kontrolü (Şekil 18.17)

Logamatic Panel, baca gazı sensörü ile baca sıcaklığını sürekli ölçer. Logamatic Panel'e maksimum baca gazı sıcaklığı servis tarafından girilir. Eğer sensörün ölçtüğü baca gazı değeri, sınır değerin üzerinde ise panel hata sinyali verir. Easycom cihazı aracılığı ile de bu hata sinyalini yetkili servise iletebilir. Bu sayede kazanın içerisinde bir kirlenme var ise anında müdahale etmek mümkün olur ve kazan verimi düşmez, yakıt tasarrufu sağlanır.

18.1.2.4.18. Sirkülasyon Pompası Kontrolü (Şekil 18.18)

Logamatic Panel'den boyler sıcak su sirkülasyon pompasına kesintili işletme programı vermek mümkündür. Sıcak su sirkülasyon pompaları boyler sistemlerinde genellikle sürekli açık tutulur veya boyler programına paralel çalıştırılır. Oysa boyler kullanılmadığı zamanlarda bu pompanın sürekli çalışması boyler içindeki sıcak suyun sirkülasyon hattında soğumasına neden olur. Bu durumda kazan gereksiz yere boyleri ısıtmak için devreye girer. Bu durum ilave yakıt sarfiyatına neden olur. Logamatic Panel'deki kesintili işletme fonksiyonu ile sıcak su sirkülasyon pompası saatte 6 defa, 5 defa, 4 defa, 3 defa, 2 defa veya 1 defa devreye girer. Her devreye girdiğinde 3 dakika açık kalır ve kapatır. Bu sayede borulardaki su sıcak kalır ve hem pompa çalışmadığından dolayı elektrik tasarrufu, hem de boyler gereksiz yere soğumadığından yakıt tasarrufu sağlanır.

18.1.2.4.11. Dinamik Brülör Şalt Diferansı

Logamatic 4000 Panel'lerde brülör diferansı sürekli değişkendir. Çünkü ideal brülör diferans eğrisi, sürekli sistemi tanıyıp bu sisteme adapte olabilen eğridir. Logamatic 4000 Panel'lerdeki brülör diferansı sisteminin patenti Buderus tarafından alınmıştır. Bu sisteme göre sistem ilk çalıştığında suyun ısınma hızı düşük olacağından brülör diferansı da küçük olur ve brülör sık devreye girerek sistemin çabuk ısınmasını sağlar. Sistem rejime girmeye başladıkça suyun ısınma hızı da artar. Bu durumda Logamatic Panel brülör diferansını açmaya başlar ve dur-kalk sayısı düşer. Minimum brülör diferansı 4K, maksimum ise 15K'dır. Bu aralıkta brülör diferansı sistemi karakteristik özelliklerine bağlı olarak sürekli değişmektedir. Buderus bu sistem sayesinde brülör şalt sayısını yıllık olarak 12.000'e kadar düşürülmüştür. Bu sistem çalışan otomasyon paneli şu anda sadece Logamatic 4000'dir ve dünyada tektir.

18.1.2.5. Kaskad (Birden Fazla Kazanlı) Sistemlerde Otomatik Kontrol

Duvar tipi yoğunlaşmalı kazanların her geçen gün yaygınlaşmasından dolayı kaskad sistemlerin önemi artmaya başlamıştır.

25 adet duvar tipi yoğunlaşmalı kazanı beraber çalıştırmak mümkündür. Bu sayede çok esnek bir kazan kontrol sistemine sahip olunabilir. Örnek olarak 800 kW kazan kapasitesi olan bir binaya 8 tane 100 kW duvar tipi yoğunlaşmalı kazan konularak bu sistem 20-800kW arasında her kapasitede çalıştırılabilir.

İyi havalarda ihtiyaç yok iken sadece tek kazan çalışır. Aynı zamanda her kazan kendi içinde kapasitesini %0-100 arasında ayarlayabilir. Böylece kazan sistemimiz gerçek ihtiyacımız ne ise tam o kapasitede çalışır.

Kazanların yüksek verimli olması yanında otomasyon ile de bu esnek kapasite çalışması sağlandığından kaskad sistemlerde standart sistemlere göre çok yüksek mertebelerde yakıt ekonomisine ulaşılabilir.

Kaskad kontrol panelleri her 24 saatte bir kazanların sıralamasını değiştirir ve her kazanın eşit zamanda çalışmasını sağlar.

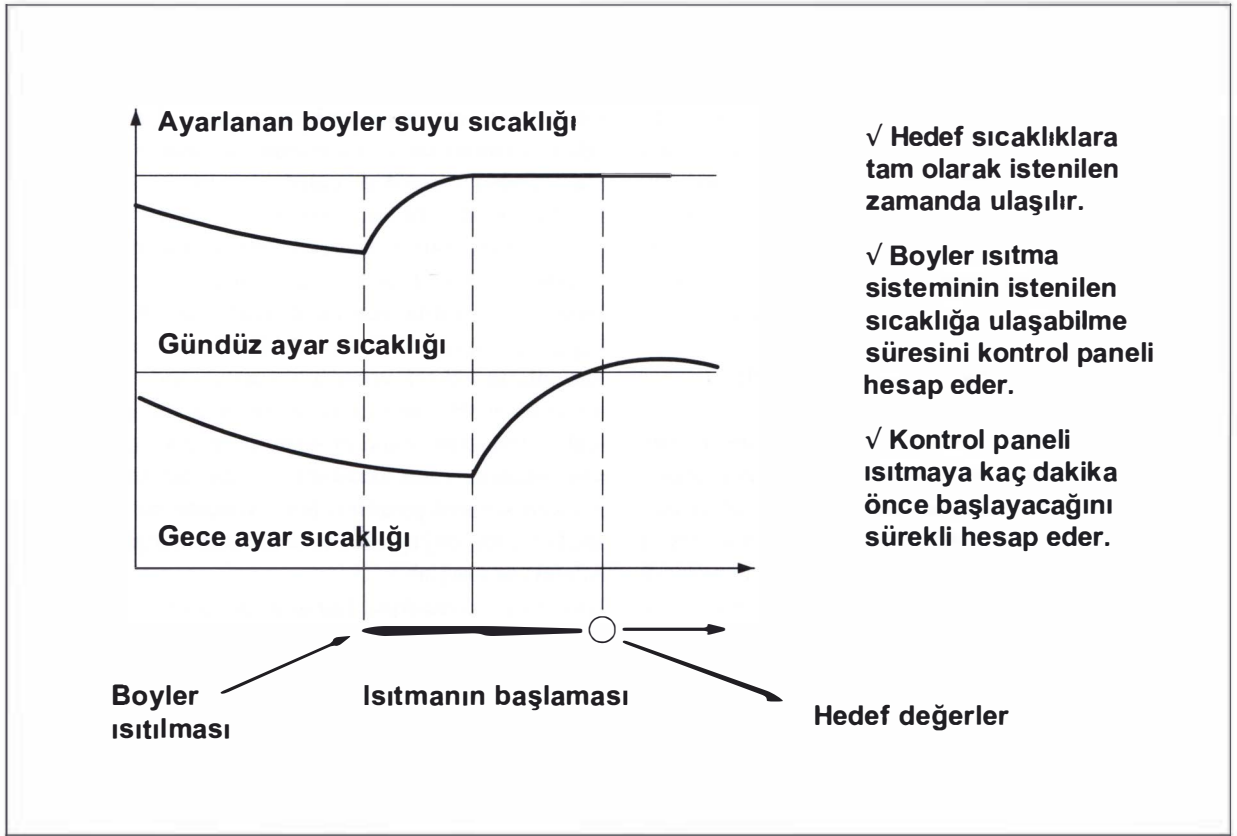
Duvar tipi yoğunlaşmalı kazanlarda kullanılan sirkülasyon pompaları frekans kontrollüdür. Bu sayede elektrik enerjisinden de tasarruf sağlanmış olur.

Duvar tipi yoğunlaşmalı kazanlarda 8'li kaskada kadar, Logamatic Kontrol Paneli kullanılarak, yukarıda anlatılan özelliklerden de yararlanır.

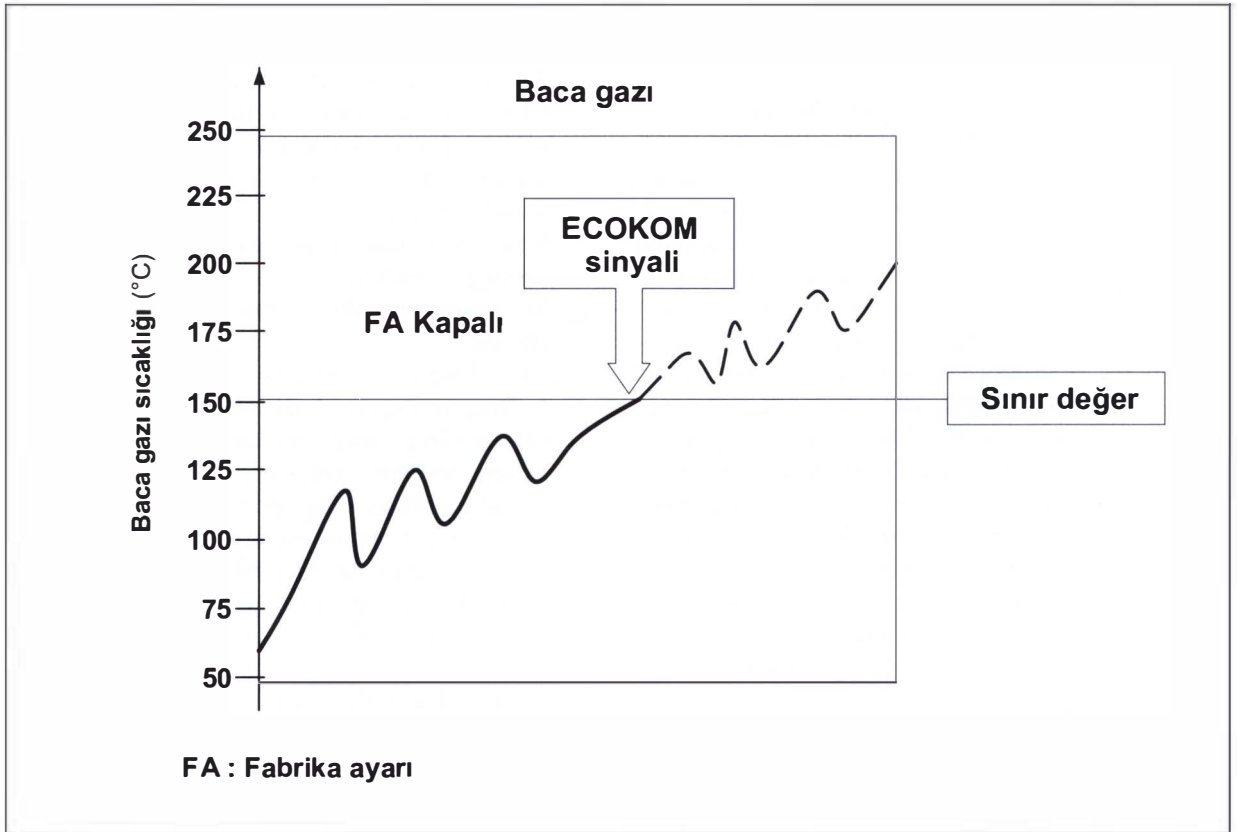
18.1.3. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ KONTROL PANELLERİ

Güneş enerjisi kontrol panellerinde aranılan özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- Tam otomatik kontrol imkanı sağlanmalıdır.
- Tesisatta bulunan ısıtma sisteminden destek alabilecek veya ısıtma sistemine destek verecek şekilde sistemin kontrol paneli ile veri alışverişi yapabilecek ve uyumlu biçimde çalışabilecek yapıda olmalıdır.
- Sistemde kullanılan pompa düşük enerji ile ve sessiz çalışmalıdır.
- Montaj/devreye alma ve bakım işlemleri basit olmalıdır.
- Panel kasası izole edilmiş olmalıdır.
- Işınım ve ihtiyaca bağlı olarak kademeli çalışma özelliğine sahip olmalıdır.
- Sistem verileri (kolektör, boyler sıcaklıkları, kolektör doluluk oranı, pompa çalışma kapasitesi, sistem çalışma süresi) kontrol paneli üzerinde bulunan kumanda ekranında görülebilmelidir.
- Kompakt bir yapıya sahip olmalı, duvara veya modül olarak kontrol kazan paneline monte edilebilmelidir.
- Uzaktan kumanda mümkün olmalıdır.
- Otomatik veya manuel çalışma seçenekleri olmalı, arıza halinde ikaz sinyali verilebilmelidir.
- Sistem "Solar Optimizasyon" özelliğine sahip olmalı, anlık güneş enerjisi yararlanma durumuna göre kazana aç/kapa komutu verebilmelidir.



Şekil 18.17. OPTİMİZASYON



Şekil 18.18. BACA GAZI SICAKLIĞI KONTROLÜ

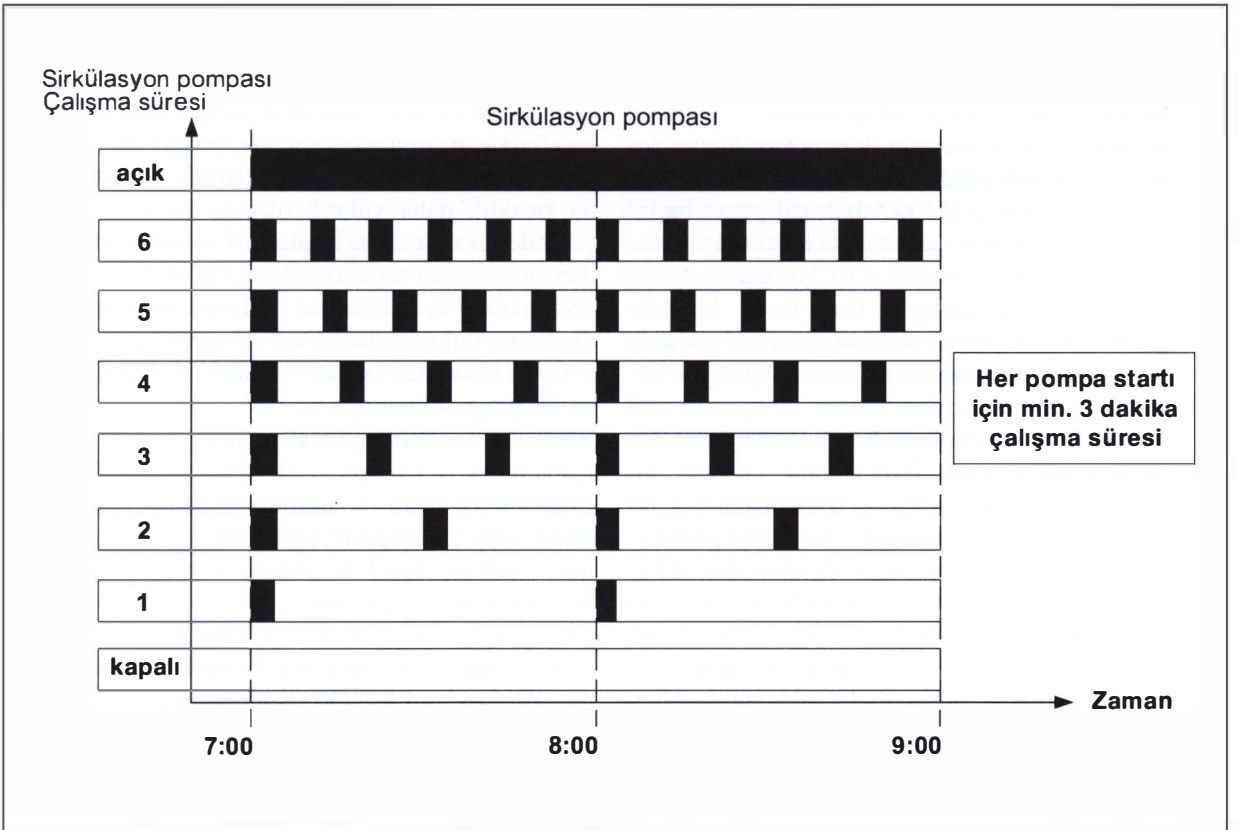
Güneş enerji sistemleri, otomatik kontrolün duyar elemanlar yardımı ile yapılması ve sistem pompasının kendi debisini ayarlayabilme (modülasyon) özelliği sayesinde belirli sıcaklık farkları ile çalışma mantığını uygulamaya getirmiştir. Güneş enerji sisteminin beraber çalıştığı ısıtma sisteminin otomatik kontrolü ile iletişim içinde çalışabilmesi, sistemin daha uzun süre devrede kalmasını, aç-kapa olmaksızın pompa çalışmasını ve sistem ekipmanlarının dayanımını ve servis-bakım sıklığının azalması yanında, güneş enerjisi sisteminden elektrik harcamaları dahil en yüksek düzeyde verim alınmasını sağlar (Şekil 18.19).

Yeni nesil otomatik kontrol mantığı güneş enerjisinden en yüksek verimi alabilmemizi sağlayan çok noktadan sistem sıcaklıklarının kontrol edilebilmesi, sistemin ölçülen sıcaklıkların farklarına göre aç-kapa alması ve değişen sıcaklık farklarına göre hep yüksek ısı transferi sağlayacak şekilde pompa debisinin kontrolüne dayanmaktadır. Bunun yanında kullanıma bağlı olarak güneş enerjisi sisteminin devrede olduğu zamanlarda soğuk ama güneşli bir kış gününün sabahında dahi sıcak kullanma suyunun kazan tarafından ısıtılmasını önleyici kontrol senaryoları mümkündür. Güneş enerjisinden en yüksek oranda faydalanabilmek için depolama hacimleri büyük tutulmaktadır. Böylece depolanan enerji miktarı da artmaktadır. Ancak depo hacminin büyük olması klasik boylerlerde

dezavantaj olabilmektedir. Bu yüzden güneş enerjisi boylerleri çok iyi izolasyona sahip olmalı, özellikle boylerin üst kısmında artırılmış izolasyon kullanılmalıdır. Aksi takdirde boylerden istenen sıcaklıkta (konfor sıcaklığında) su alınması güçleşmekte, boyler soğumaktadır ve sistemde boyler ayar sıcaklığına ulaşamadığı zaman kazan desteği devreye girmekte ve boyler kazan tarafından ısıtılmaktadır. Klasik sistemlerde güneşten elde edilen enerji büyük olan su kütlelerinin sıcaklığını kimi zaman ancak birkaç derece yükseltebilmektedir, özellikle kullanımın yoğun olabileceği sabah saatlerinde veya kış aylarında zaten düşük miktarlarda olan güneş ışınımından verimli şekilde faydalanabilmek zorlaşmaktadır.

Az ama artan miktarda güneş ışınımı olan sabah saatlerinde eğer boyler sıcaklığı belli bir hızla yükseliyor ise bile kazanın devreye girmesi önlenememektedir. Oysa debi kontrollü bir sistemde ışınım miktarı ve boyler yükü dikkate alınarak debi en uygun seviyede tutulmakta, gerektiğinde kolektör ile boyler sıcaklık farkına bağlı olarak düşürülen debi sayesinde yüksek sıcaklıkta su serpantine yollanmakta ve boylerin üst katmanlarında en zor şartlarda bile hazır sıcak su sağlanabilmektedir.

Güneş enerji sistemleri yeterli miktarda kolektör ve uygun depolama hacimleri ile ısıtmaya destek için kullanılmaktadır.



Şekil 18.19. BASİT GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ŞEMASI

Bu sistemler sıcak kullanma suyu üretimi ve ikincil olarak ısıtmaya destek için kazana dönen su sıcaklığını artırmak mantığıyla çalışırlar. Bunun yanında ısıtma desteği yerine ikincil devre bir havuz ısıtması da olabilir. Bu tip uygulamalarda ikincil devrenin ısıtma sistemi otomatik kontrolü ve bu sistemin güneş enerjisi sistemi ile uyumlu çalışması verim artırıcı bir etkidir. Bunun yanı sıra hafta sonu ve yazlık ev olarak kullanılan mekanlarda iki veya üç adet kolektör ile sıcak kullanma suyu üretimi için kurulmuş düşük maliyetli sistemlerin, binanın kullanılmadığı zamanlarda, harici bir pompa ve güneş enerji sistemine ilave edilmiş bir eşanjör yardımıyla, binanın ısı sığasını artıracak şekilde nem alma amaçlı kullanımı, binanın gerek yıpranmaması, gerekse ısıtma devreye alındığında evin çok hızlı bir şekilde konfor sıcaklığına getirilmesini sağlar.

18.1.3.1. Güneş Enerjisi Sistemlerinde Optimizasyon

Bir güneş enerjisi sisteminden (G.E.S.) maksimum fayda sağlayabilmek için, sistem komponentleri arasında ve bunların konvansiyonel bir ısıtma sistemi ile olan eş çalışması durumunda solar optimizasyon mantığında geliştirilmiş ileri düzeyde bir otomasyon kontrolü gerekmektedir.

G.E.S. ile birlikte mevcut ısıtma kazanı da aynı panelden kontrol almakta, böylece hem yatırım maliyetleri azalmakta hem de iki sistem (G.E.S. ve ısıtma kazanı) arası maksimum uyuma ulaşılmaktadır. Optimizasyon özellikli bir G.E.S.'inde;

- G.E.S. açma-kapama komutu kolektör ve boyler sıcaklık farklarına göre oluşmaktadır.
- Boyler alt duyar elemanı ile kolektör duyar elemanı arasındaki sıcaklık farkı $dT = 10K$ olduğunda sistem pompası %100 debide çalışmaya başlanmaktadır. Boylerin ortasında bulunan duyar elemanın algıladığı sıcaklık $45^{\circ}C$ 'ye gelene kadar pompa debisini azaltarak (low flow), kolektör grubundan en yüksek sıcaklıkta suyun boylerin güneş enerjisi serpantinine girişini sağlar. Böylece güneş enerjisi boyleri (sistem ile uyumlu özel termosifon boyler) düşük debili akışla yukarıdan aşağıya doğru ısıtılır. Termosifon boylerdeki silikon klapelerin de yardımıyla boyler içerisinde bir sıcaklık dengesi oluşmaktadır. Üst kısım ısıtıldıktan sonra boyler orta duyar elemanından aldığı komut ile sistem pompası yüksek debide (high flow) çalışarak boylerin alt kısmını da ısıtmaktadır. Bu şekilde boyler içerisinde su hareketi en aza indirilmekte, su öncelikle yukarıda depolanmakta ve kullanılabilir. Eğer sistemde iki boyler var ise (kullanım suyu ve ısıtma destek boyleri) bu iki boyler arasında da bir optimizasyon yapılmaktadır. İki boylerli bir sistemde kullanım suyu boyleri öncelikli boylerdir.

Eğer 1. boyler ayar sıcaklığına ulaşmış ise veya güneş enerji sistemi artık 1. boyleri ısıtacak su sıcaklık değerleri ile çalışmıyor ise, otomasyon 2. boyleri ısıtılmasını sağlayacak şekilde kumanda verir ve 30 dakika süreyle ikinci boyler ısıtılır. 30 dakikada bir otomasyon 1. boylerin tekrar ısıtılabilme imkanı olup olmadığını duyar eleman ölçümleri ile kontrol eder. 1. boylerin ısıtılması mümkün ise 1. boyler ısıtılır, değil ise 2. boylere enerji aktarımına devam edilir. Burada öncelikli amaç sistemin enerji aktarabileceği boylere çalışmasıdır.

- Bu otomasyonda çalışma prensibi; eğer 1. boyler ayar sıcaklığının altında ise ve kolektörde sıcaklık artışı 120 saniyede $2 K$ ve üzerinde ise sistem tekrar 1. boylere çalışır. Sıcaklık artışı bu değerin altında ise sistem 2. boylere çalışmaya devam eder. Bu çalışma mantığında uygun boyler tercih edilerek güneş enerjisinden maksimum oranda verim elde edilir.
- Sistem pompası %30 kapasite ile çalışırken, kolektör sıcaklığı ile boyler alt duyar elemanının algıladığı sıcaklık arasındaki fark $dT = 5K$ olduğunda sistem kapama komutu alır.

“Solar Optimizasyon” adı verilen özel uygulama ile G.E.S devrede ve boyler alt ve orta duyar elemanlarındaki sıcaklık artışı istenilen değerin üzerinde ise, kazanın boyleri ısıtmak için devreye girmesi boyler istenilen sıcaklıkta değilse bile önlenir.

Örneğin ayar sıcaklığı $45^{\circ}C$ ise, bu şartta kontrol paneli ayar sıcaklığını kullanıcının izin verdiği değere kadar düşürerek, kazanın devreye girmesini engeller. Başka bir optimizasyon ise; boyler alt kısmında sıcaklık $30^{\circ}C$ 'ye ulaşmış ise boylerin üst kısımlarında sıcaklık daha yüksek olacağı kabulünden yola çıkarak kazanın devreye girmesi otomasyon tarafından önlenir. Her iki durumda da kullanıcının sıcak su konforunun bozulmaması için duyar elemanların ölçümleri doğrultusunda, ani ısı gereksiniminde otomasyon kazana aç komutu verecek şekilde bir senaryo ile programlanmıştır.

Böylece kısa sürede güneş enerjisi en verimli şekilde kullanılarak ve kazanın gereksiz yere devreye girmesi engellenerek sıcak su konforu sağlanmış olur. Klasik sistemlerde bu koşulda kazan devreye girip boyleri ısıtacaktır. Bu durumda güneş enerjisinden yeterince faydalanılmamış olacaktır.

Güneş enerjisi sistemi (G.E.S.) düşük sıcaklık uygulamalarında her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Bireysel ve küçük sistemler yanında orta ve büyük ölçekli sosyal tesis ve otel vb uygulamalar hızla artmaktadır. Güneş enerji sistemlerinin mevcut konvansiyonel ısıtma sistemleri ile iletişim halinde çalışması mümkün olmuş ve böylece sistem verimliliği artmıştır.

Güneş enerjisi sistemlerinin fizibilitesi yapıldığında yüksek teknoloji ürünü cihazlar ile oluşturulan sistemlerin kullanılan yakıta bağlı olarak geri ödeme süreleri büyük ölçekli sistemlerde 2-4 yıl, evsel uygulamalarda 7-10 yıl aralığındadır. İklim şartları, sistem sıcaklıkları, otomasyon ve sistemi oluşturan ekipmanların uyumu bu geri ödeme süreleri ciddi şekilde etkilemektedir.

18.1.4. UZAKTAN KONTROL VE BİNA OTOMASYONLARI İLE UYUM

Günümüzde BMS (Bina Yönetim Sistemleri) uygulamalarının yaygınlaşmasından dolayı kazan kontrol sistemlerinin de bu otomasyonlar ile uyumu aranmaktadır. Bu sistemlerde bina otomasyonunun genel kontrol bilgisayarı üzerinden kazan verileri izlenebilir ve bazı veriler değiştirilebilir.

Logamatic Panel'de birkaç tip uzaktan izleme ve bina otomasyonu haberleşme kontrolleri bulunmaktadır.

a. Easycom Uzaktan Kazan Kontrol Modülü: Logamatic Easycom paneli ile kazan/kombi ve kaskad sistemler uzaktan izlenebilir, ayarları değiştirilebilir ve bazı raporlamalar alınabilir. Gelişmiş bir modem cihazı olan Easycom ile Logamatic panel bir kablo yardımı ile birbirine bağlanır. Easycom cihazına da bir telefon hattı bağlanır. Bu telefon hattı yardımı ile herhangi bir bilgisayara yüklenmiş olan LOGASOFT programı yardımı ile uzaktan Logamatic panele bağlanır. Tüm ayarlar değiştirilebilir ve izlenebilir. Kazan çalışma sıcaklıkları ile ilgili grafik raporlar alınabilir.

Aynı zamanda kazanda herhangi bir arıza olduğunda Easycom bunu kullanıcının belirlediği bazı numaralara faks çekebilir. Bu sayede çok hızlı bir servis hizmeti verilmiş olur.

b. EIB Haberleşme Modülü: EIB protokolü genelde bireysel kullanım için tasarlanmış küçük ölçekli bir ev otomasyon protokolüdür. Logamatic panellere EIB FM446 modülü konulduğunda böyle bir ev otomasyon sistemi ile haberleşebilir. Otomasyon üzerinden kazan değerleri görülebilir ve bazı değerler değiştirilebilir. Kazan arıza ve işletme durumu otomasyon üzerinden takip edilebilir.

c. LONBUS Haberleşme Modülü: Daha büyük ölçekli bina otomasyon sistemlerinde LONBUS protokolü kullanılır. Logamatic panellere ilave takılacak bir LONBUS modülü ile bu protokole uyumlu BMS sistemler ile haberleşilebilir.

d. ECOPORT Haberleşme Modülü: Bazı büyük ölçekli BMS sistemlerde MODBUS protokolü kullanılır. Logamatic paneller ECOPORT modülü yardımı ile bu tip otomasyon sistemleri ile de haberleşebilir.

e. RS232 Haberleşme Modülü: Logamatic panellerine RS232 modülü eklenerek bir bilgisayara bilgi gönderilebilir ve alınabilir.

18.2. AKILLI BİNALAR

18.2.1. BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ

Binada çalışan ve binanın çeşitli gereksinimlerini karşılayan ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme, su dağıtım, aydınlatma, güvenlik, asansör, yangından korunma ile ilgili pek çok sistem ortaya çıkmış insan ihtiyaçları geliştikçe de bu sistemler karmaşık hale gelmiştir.

Bu kadar karmaşık sistemlerin insanlar tarafından yönetilmesinin kusursuz olarak gerçekleştirilmesi olanaklı değildir. Güvenilir ve sağlıklı bir bina yönetimi için bilgisayarların kullanımı ortaya çıkmıştır. Bu sistemlere de bina otomasyon sistemleri ismi verilmiştir. Özellikle iklimlendirme, havalandırma ve klima sistemlerinin ihtiyaçlara uygun halde çalıştırılması artık otomasyon sistemleri ile gerçekleştirilmektedir.

Otomasyon sistemleri denetlenen sistemlere ilişkin raporlamalar yapar. Analizlerini değerlendirmeye sunar. Sonuçları grafik haline getirir. Alarm gereken durumlarda uyarılar yapar. Bilgisayar başındaki uzman personel tüm sistemi bilgisayar başından yönetebilir.

Bina otomasyon sistemleri büyük iş merkezleri, hastane, otel, okul gibi çok sayıda insanın bulunduğu yerlerde olduğu kadar villalarda da kullanılabilir. Sistemde, bilgisayar ile saha elemanları sürekli bilgi alışverişinde bulunur.

Binanın değişik yerlerinde bulunan tesisat ve sistemlere yerleştirilen hissediciler damper motoru, vana gibi aç kapa türü çalışan kontrol cihazlarından ve elektrik motor kontrol panolarından alınan bilgiler değerlendirilir. Yazılımda verilen direktifler doğrultusunda (ortam sıcaklığı, nemi gibi) damper, vana motoru gibi saha kontrol elemanlarının kontrol edilmesi sağlanır.

18.2.1.1. Otomasyon Sistemlerinin Yararları

- Çeşitli otomatik kontrol programı ile enerji giderlerinin azaltılması sağlanır. Örneğin; ev sahibi eve gelmeden yarım saat önce ısıtma sistemi çalıştırılmaya başlanır ya da bir iş merkezinde toplantı salonunun kullanılacağı saatler programlanarak toplantı salonu sadece o saatlerde ısıtılır ya da soğutulur. Akışkan sıcaklıkları da iç ve dış sıcaklıkla kontrol edilerek optimum şekilde belirlenir. Daha hassas ve zamanında kontrol, enerji harcamalarını azaltır.
- Personel giderleri azaltılır. Çok sayıda personelin yapabileceği izleme, kontrol, cihaz çalıştırma, cihaz durdurma, raporlama işlemleri daha az personel tarafından gerçekleştirilebilir. Merkezi kontrol, daha az işgücü kullanarak daha fazla iş yapılabilmesini sağlar.

- İşletme hataları minimuma iner. Sistem tek bir merkezden kontrol edildiğinden daha kolay bir işletme sağlanacak, insandan kaynaklanan hatalar minimuma inecektir.
- Kullanılan ekipmanların ömrü arttırılır. İşletme hatalarının minimuma inmesi oluşan hataların kısa zamanda saptanarak hızlı bir şekilde düzeltilmesi ve sistemlerin kullanım ömrünü arttıracaktır.
- Elektrik kesintilerinde cihazları sıra ile devreye alır. Elektrik kesilmelerinde tekrar yükler devreye alınırken, sistemin aşırı yüklenmesinin önlenmesi için, cihazlar belirli bir sıraya göre devreye alınır.
- Yedekli cihazları sıra ile çalıştırır. Pompa ve kazan gibi yedekli çalışan cihazları sıra ile çalıştırarak aynı miktarda çalışma süresi sağlanır.
- Aynı koşullarda hep aynı şekilde tekrarlanan işler, programlanabileceği için daha basit bir işletme sağlar.
- Uyarı ve arızalardan anında haberdar olunması bakım ve onarımı çabuklaştırır.
- Koruyucu bakım yapılır. Cihazlar sürekli kontrol edilerek periyodik bakımları bir sistematığe bağlanır. Periyodik bakım işlemlerinin bu sayede daha düzgün yapılmasıyla sistemin verimi ve ömrü artar. Zamanında bakım yapılması sağlandığından arızalar azalır ve kesintisiz hizmet sağlanır. Bu durum bakım işlerini yapan personel sayısından da tasarruf sağlar.
- Geçmişe dönük kayıtlar, alarm raporları ve bakım programları sayesinde daha etkin bir işletme sağlanır.
- Esnek programlanabilme ve genişleyebilme özellikleri, değişen ihtiyaçların karşılanmasını ve sisteme ekler yapılmasını kolaylaştırır.
- Yangın algılama, aydınlatma kontrolü gibi diğer sistemlerle entegrasyon, binada bulunanlar için daha güvenli ve konforlu bir ortam sağlar.
- Bina otomasyon sistemleri sağladığı enerji, bakım ve personel tasarrufu ile kendisini 2,5-3 yılda geri ödeyebilmektedir.
- Bina otomasyon sistemleri yaşadığımız binaların iyi yönetilmesini sağlamış ve akıllı bina sistemleri ortaya çıkmıştır.
- Bina içinde bulunan mekanların kontrol işlemleri için aşağıdakiler söylenebilir.
- Farklı saatlerde çalıştırılıp durdurulma işlemleri. Örneğin, 08:00-18:00, 18:00-24:00, 24:00-08:00 saatleri arasında farklı çalışma sıcaklıkları sağlanabilir. Ya da otellerde müşterileri resepsiyonda kayıt yaptırdığı sırada ısıtma sistemi devreye girer, ayrıldığında devreden çıkar.

- Bir toplantı odasının aydınlatma ve ısıtma sistemi o odanın kullanılacağı saatlerde çalışır olması sağlanarak enerji tasarrufu sağlanır.

18.2.2. YANGIN ALGILAMA VE ALARM SİSTEMLERİ

Bina otomasyon sisteminin önemli bir parçası da yangın algılama ve söndürme sistemleridir. Öncelikli olarak binada yangın çıktığında hemen algılayacak sistemler söz konusudur. En çok tercih edilen sistem duman detektörleridir.

Duman detektörleri yangın çıktığında oluşan dumanı tespit eder ve BMS'e haber verir. Burada devreye binanın yapısına göre yazılmış senaryolar devreye girer. Bina otomasyon sistemi, yangının bulunduğu bölümü diğer bölümlerden havalandırma açısından ayırır. Ve tüm binada alarm verir.

Amaç yangını belli bir bölgede sınırlı tutmak, mümkünse söndürmek, ve bu arada insanların binayı terk etmelerine olanak vermektir.

(Bakınız XII. Bölüm; Yangın Tesisatı)

18.2.3. KARTLI GEÇİŞ SİSTEMİ VE ASANSÖRLER

Kartlı geçiş sistemi ile kontrol edilen kapılar ve asansörler bu sisteme özel donanıma sahiptir. Kart sahipleri giriş-çıkış yapacakları ortamlar ve zaman dilimleri bakımından sınıflandırılabilen, belli bölümlere sadece yetkilendirilmiş belli kişilerin girmesi sağlanabilmektedir.

Kart sahiplerinin sahip olduğu çeşitli ortamlara giriş yetkileri zamanla değiştirilebilmektedir.

Bu sistemle personelin hangi saatte girip çıktığının yanı sıra belirli zaman dilimlerinde binada bulunan personelin tespiti de mümkündür. Binaya birden fazla noktadan giriş-çıkış olması bu kontrole engel olmamaktadır. Oluşturulan bir güvenlik sistemi ile kişi kartını geçirdikten sonra kart sahibinin kimlik bilgileri ve fotoğrafı ekrana çıkmakta ve kartın gerçek sahibi kontrol edilebilmektedir.

Kartlı geçiş sistemi bina otomasyonu ile birleştirilerek daha yüksek seviyede kontrol ve güvenlik sağlanabilmektedir. Eğer bir personel Pazar günü ofise gelmişse kapıdan giriş yaparken odası mevsime göre ısıtılmakta ya da soğutulmaktadır. Böylece çalışma konforu yanı sıra enerji tasarrufu da sağlanmaktadır. Mesai dışı saatlerde kimin hangi saatlerde gelip çalıştığı bu şekilde tespit edilmektedir. Kartlı geçiş sistemi ile birlikte çalışan kapalı devre televizyon sistemi kart kontrolü ile birlikte görüntü kontrolü de sağlamaktadır.

Gelen ziyaretçilere verilen kartla da gelen kişinin ancak ziyaret edebileceği kişinin katına ve odasına geçiş yapması sağlanır. Bu kart ile diğer kat ve odalara geçilmesine izin verilmez.

Benzer durum asansör kullanımı için de geçerlidir. Örneğin; yönetim katına sadece yetkili kimselerin geçişine izin verilmesi ya da ziyaretçilerin ziyaret edeceği kişiye bağlı olarak asansörü kullanabilmesi gibi.

18.2.4. GÜVENLİK VE ALARM OTOMASYON SİSTEMLERİ

Konut güvenliği, kişisel güvenlik ve mal güvenliğine yönelik olarak binalarda ve komplekslerde çeşitli güvenlik otomasyon sistemleri kurulabilmektedir. Güvenlik otomasyon sistemlerinin, bir komplekste en dıştan içe doğru koruma seviyesinin artırılması prensibine göre projelendirilir. Projelendirmede bina mimari açıdan incelenir. Kullanım senaryoları hakkında bilgiler alınır ve zayıf noktalar değerlendirilir. Belirlenen bilgiler değerlendirilerek mimari ve kullanım senaryolarına göre en uygun sistem seçilir. Dıştan içe doğru bir kompleksin korunmasında kullanılabilecek sistemler şu başlıklar altında incelenebilir.

a. Çevre Güvenlik Sistemleri: Çevre güvenlik sistemleri dış sahadan iç mahale doğru korumanın her aşamada yapılabilmesi için kompleks çevrenin iyi analiz edilmesi ve birbirleriyle uyumlu sistemlerin seçilmesi için gereklidir. Dış çevre korumada bilinen en yaygın uygulama fiziksel engellemeye yöneliktir. Yüksek duvar, tel çit en yaygın uygulananlardır. Bazı uygulamalarda tel çit ve duvar geçişi fiber optik algılama sistemleri gibi sistemlerle algılanabilmekte ya da hareket algılamalı kapalı devre televizyon sistemleri ile tespit edilebilmektedir.

a. Hırsız Alarm Sistemleri: Hırsız alarm sistemlerinde bazı dış saha güvenlik sistemi elemanları ile birlikte bina içi uygulamalara yönelik algılama cihazları kullanılabilmektedir. Hareket algılamaya yönelik detektörler, sınırlı bölümlerinde özellikle giriş katlarında kullanılan cam kırılma sesini algılayan cam kırılma tipi detektörler, matkap ile delme kırma gibi olayları algılamada kullanılan sismik detektörler, kapı ve pencerelerin kapalı olup olmadıklarının kontrolünde kullanılan manyetik kontaklar örnek olarak verilebilir.

b. Geçiş Kontrol Sistemleri: Geçiş kontrol sistemleri; kapı, turnike ve bariyer gibi geçiş noktalarında pinli ve şifreli tip cihazlar, kart okuyucuları, parmak izi okuyucuları, göz iris okuyucuları, yüz tanıma cihazları gibi cihazlarla geçiş izninin kontrollü olarak verildiği sistemlerdir. Kullanıcıya özel tanımlanmış şifre, kart, parmak izi veya göz iris kayıtları veri izleme ve kontrol merkezinde, kullanıcının gireceği zaman dilimleri gibi çeşitli bilgilerle göre programlanır. Bu sayede kullanıcının istenmeyen bir zamanda istenmeyen bir bölgeye girmesi engellenir. Kapalı devre televizyon sistemleri ile

entegre çalışarak kullanıcı görüntüsü de sürekli olarak kaydedilir.

c. Kapalı Devre Televizyon Sistemleri (CCTV): Kapalı devre televizyon sistemleri diğer güvenlik sistemleri ile entegre edilerek kullanılır. Sistem siyah-beyaz veya renkli, sabit veya hareketli gibi çeşitli tiplerde kullanılabilir. Kameralar, kullanıldıkları yere göre ışık, uzaklık, açı gibi parametreler kontrol edilerek seçilir. Bu sistemler ağırlıklı olarak sürekli görüntü izleme, sürekli kayıt veya alarm anından kayıt işlevleriyle olayların yakından takip edilmesini sağlayan sistemlerdir.

d. İzleme ve Kontrol İstasyonları: Güvenlik yönetim sistemleri birçok güvenlik sisteminin tek bir merkezden veya dağıtılmış noktalardan izleme ve kontrolüne yönelik olarak geliştirilmiş sistemlerdir. İzleme ve kontrol istasyonları bu işlevleri üstlenen çeşitli cihazlardan oluşmaktadır.

18.2.5. KAPALI DEVRE TELEVİZYON SİSTEMLERİ

Kapalı devre televizyon sistemleri bir veya birden fazla yeri, bir veya birkaç noktadan izlemek ve görüntüleri kaydetmek için kullanılan sistemlerdir. İzlenecek noktalara kameralar yerleştirilir. Kontrol noktasına, kameralardan gelen sinyallerin toplandığı seçici monitörler ve video kayıt cihazları yerleştirilir. İzlenecek yere göre kameralara lens seçilir. Kapalı devre televizyon sistemleri erken uyarı sistemleri ile desteklenmesi durumunda saldırıları önlemede yararlı olurlar. Çünkü kontrol odasındaki güvenlik görevlisi sürekli olarak monitörleri izleyemeyebilir.

18.2.5.1. Kapalı Devre Televizyon Sisteminin Yararları

- Risk ve tehlikeleri tanımlama ve yerini tespit etme olanağı sağlar.
- Risk ve tehlikeyi önlemek için önlem alınmasını sağlar. Ortaya çıkacak zararların en aza indirilmesini sağlar.
- Herhangi bir olayın belgelenmesi ve standart dışı olayların tespitini sağlar.
- İnsan ve eşyaların korunmasını sağlar. Tehlike durumunda veya sıra dışı olaylarda daha hızlı müdahale olanağı sağlar.
- Alarm sistemleri sayesinde önlemler alınır.

18.2.5.2. Kapalı Devre Televizyon Sistemleri Kullanım Alanları

- Garaj ve giriş kapılarının gözlenmesi
- Müze, galeri ve sergilerdeki değerli eşyaların gözlenmesi
- Personel girişlerde kimlik kontrolü
- Bankalarda gözetleme ve koruma

- Alışveriş merkezi, şirket merkezi, fabrika, otogar, metro, tren istasyonu, futbol stadyumu, akaryakıt istasyonu, otobüs terminali, otopark, hastane, havayolu gibi binalarda gözetleme ve koruma
- Bunların dışında merkezi kavşak ve köprülerde, tünellerde, trafik denetleme ve yönlendirmede, personel takip ve kontrolünde, kimyasal ortamlarda, matbaa ve tekstil sanayiinde

18.2.6. AYDINLATMA OTOMASYONU

Aydınlatma otomasyonu insan ihtiyaçları ile enerjinin etkin kullanımını bir denge içine oturtmayı amaçlayan, bunu yaparken de binanın tasarımı ve işlevini göz önünde bulunduran bir sistemdir. İyi tasarlanmış mekanlar iyi bir aydınlatma otomasyonu ve enerji kontrol sistemleri ile konforun yanında %30-70'lere varan enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Aydınlatma sistemi sadece gerekli olduğu zamanlar kullanılmalıdır. Genellikle ihtiyaç anında aydınlatma açılır ancak ihtiyaç olmadığına çoğu kez kapatılması ihmal edilir. Bu durumda otomatik kontrol sistemi aydınlatmanın gereksiz yere açık tutulmasını en aza indirebilir. Örneğin; pek çok otelde koridor ve tuvalet aydınlatmaları tamamen insan geçişine bağlı hale getirilmiştir. Kartlı geçiş sistemi ile entegre çalışan aydınlatma sistemlerinde ise, personel girerken odası aydınlatılmakta, personel odasından çıkarken ışığı kapatmasa bile kartlı sistemle şirket dışına çıktığı anda, ofisinin ışığı sönmektedir.

18.2.7. EV OTOMASYONU

Ev otomasyonu, kullanılan teknoloji ile ev sakinlerinin ihtiyaçlarına cevap verebilen onların hayatlarını kolaylaştıran ve daha güvenli, daha konforlu, daha tasarruflu bir yaşam sunan bir sistemdir.

Son yıllarda terör ve adi suç olaylarındaki artış, elektronik teknolojisindeki gelişme ile birlikte, elektronik güvenlik sistemlerinin günlük yaşamın bir parçası haline gelmesini sağlamıştır.

Daha konforlu ve güvenli yaşama arzusu, ev otomasyon ve güvenlik sistemlerini gündeme getirmiştir. Ev otomasyon ve güvenlik sistemi hırsıza, yangına, gaz kaçağına ve su baskınına karşı etkili bir koruma sağlarken odadaki sıcaklığı ve elektrikli cihazları kontrol ederek konforlu bir yaşam sağlamaktadır.

Ev otomasyon ve güvenlik sistemi uygulama sahasının ve kullanıcının taleplerine göre çeşitli modüler yapılarda tasarlanabilmektedir.

Ev otomasyonu ile ışıklandırma, ısıtma, iklimlendirme, güvenlik, telekomünikasyon, görüntü sistemleri tek bir kontrol mekanizmasına bağlanabilir ve tüm bunların kontrolü evin içindeki veya dışındaki bir noktadan sağlanabilir. Ya da önceden belirlenmiş bir programa bağlı olarak çalışması sağlanabilir.

Ev otomasyonuna sahip akıllı bir ev aşağıdaki yetenekleri yerine getirebilir:

- Gece saatlerinde ışıklar evde oturanların bulunduğu yerlerde otomatik olarak yanar, bulunulmayan yerlerde söner.
- Evin ve kullanım suyunun sıcaklığı, sabah saatinde ya da işten eve dönme saatinde kullanıma hazır gelir.
- Bahçedeki çimlerin belirli aralıklarla ve yağmur yağmışçasına sulanması sağlanır.
- Yapılan programlamaya göre, kullanıcı yatarken tüm ışıklar ve cihazlar kapatılır, ısıtıcı ekonomi moduna alınır, korunması istenilen bölgelerde alarm sistemi devreye girer.
- Tek bir komutla örneğin, perdeler inebilir, ışıklar kısılıp, mısır patlatma makinası çalıştırılıp, telefon sessiz konuma alınıp ev sineması sistemi çalıştırılabilir.
- Duman sensörü ile yangın algılanıp alarm çalıştırılır.
- Yangın durumunda, evde bulunulması durumunda iç sirenle haber verir. Dışarıda bulunulması durumunda telefonla konut sahibini ve itfaiyeyi arar, gaz vanaları ve havalandırma sistemi kapatılır.
- Sabah evden çıkarken örneğin, tek tuşla bazı cihazlar ve ışıklar kapatılır. Isıtıcı ekonomik moda geçer. Konut sahibinin evden çıktığı sekreterine telefon ile bildirilir ve çıktuktan kısa bir süre sonra alarm sistemi devreye girer.
- Örneğin, çocuklar okuldan eve geldiğinde anne ve baba telefonla bilgilendirilebilir.
- Evdeki cihaz ve ışıklar uzaktan kumanda ile kontrol edilebilir.
- Evin içinde ve dışındaki ışıklar gün batımı ve doğumu saatlerine göre ayarlıdır.
- Konuttakiler tatilde iken çeşitli aralıklarla ya da eve yaklaşan birisi olduğunda evin dolu olduğu izlenimi verilebilir (Televizyon ya da radyo çalıştırılabilir, mutfak ya da salonun ışığı belirli kısa aralıklarla yanıp söndürülebilir.).
- Uzun seyahatlerde panjur ve pencerelerin açılarak evin güneşlendirilmesi veya havalandırılması sağlanabilir, bahçe sulama sistemi çalıştırılabilir.
- Çamaşır makinası gibi fazla elektrik tüketen cihazların akıllı sayaçlarla indirimli saatlerde çalışması sağlanabilir.
- 24 saat boyunca evin çeşitli bölümlerinde hareketlerin kaydedilmesi sağlanabilir.
- Evdeki cihazlardan kaynaklanan problemleri tespit ederek elektrik veya suyun kesilmesi sağlanabilir.
- Ev otomasyonu ile gelişen teknolojiler ve hayal gücü kullanılarak değişik pek çok aktivite gerçekleştirilebilir.

XIX. BÖLÜM

ISI YALITIMI

19.1. ISI YALITIMININ ÖNEMİ VE ETKİLERİ

Ülkemizde tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %35-40'ı konutlarda tüketilmektedir. Konutlarda ise enerji tüketiminin yaklaşık %80'i ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Kişi başına yalıtım malzemesi tüketimi açısından Türkiye'nin alt sıralarda yer aldığı dikkate alınırsa bina yalıtımı konusunda yapılacak çok şey olduğu açıktır.

Türkiye'nin kişi başına yalıtım malzemesi tüketimi iklim açısından benzer ülkeler ile karşılaştırıldığında 10 ile 20 kat arası daha azdır.

Binalarda çeşitli ısı yalıtımı önlemleri ile binanın durumuna bağlı olarak %20-70 arasında enerji tasarrufu yapmak mümkündür. Binanın başlangıçta ısı yalıtımlı olarak tasarlanması tesisatın ilk yatırım giderlerinde de azalma sağlamaktadır. Kazan kapasiteleri düşmekte, odalara yerleştirilecek radyatör miktarları azalmakta, boru çapları düşmektedir. Yalıtıma yapılan yatırım bu nedenle kısa zamanda kendini geri ödemekte, daha sonra yıllar ve yıllar boyu tasarruf yapılabilmektedir. Yakıt ödenen bedelin büyük bir kısmının ithalat yoluyla yurt dışına gittiği düşünülürse yalıtım yoluyla yapılacak yakıt tasarrufu, döviz tasarrufu anlamına da gelmektedir. Binalarda yalıtım yaparken ısının en çok dışarıya kaçtığı yerlere özel önem verilerek çeşitli noktalarda yalıtım önlemleri alınmalıdır. Yalıtımın ortaya çıkarabileceği çeşitli etkiler bulunmaktadır:

a. Enerji Tasarrufuna Etkisi: Isı yalıtımı kullanılan enerjiden önemli boyutta tasarruf sağlanmakta bu da parasal tasarruf ortaya çıkarmaktadır. Termodinamiğin ikinci yasasına göre, ısı yüksek sıcaklıklı ortamdan düşük sıcaklıklı ortama gitmektedir. Yani ısınan iç ortamdan soğuk olan dış ortama doğru bir ısı geçişi olmaktadır. Aynı binanın yalıtımlı ve yalıtımsız haldeki ısı ihtiyacında 1/2 ile 1/3'e varan azalmalar sağlanabilmektedir.

b. Hava Kirliliğine Etkisi: Isı yalıtımı sonucunda daha az yakıt ve daha az baca gazı nedeniyle hava kirliliğini azaltıcı yönde bir etkisi bulunmaktadır. Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması sonucunda karbondioksit ve kükürt dioksit gibi büyük miktarlardaki atık gaz hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu atık gaz, özellikle karbondioksit, dünyanın geri yansıttığı güneş ışınlarını da tutarak, sera etkisiyle, dünya sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda gelecekte dünyada iklim değişiklikleri beklenmektedir. Kükürt esaslı baca gazı atıkları havadaki su ile birleşerek sülfürik

asit oluşturarak asit yağmurlarına neden olmaktadır. Asit yağmurları bitki örtüsü ve yapıları tahrip etmektedir. Dünyanın geleceğini tehdit eden bu zararlı emisyonlar konutlarda enerji tasarrufu sağlanarak azaltılabilir.

c. Isıl Konfora Etkisi: İnsanların bulunduğu ortamda kendilerini konforlu hissetmesinde ısı yalıtımının önemli bir etkisi bulunmaktadır. İnsanların çalışma verimlerini buldukları ortam önemli ölçüde etkilemektedir. Çalışma ortamının ısı şartları insanların bedensel ve zihinsel üretim hızını önemli ölçüde etkilemektedir. Isıl konfor ve iç hava kalitesi, kişinin bir ortamdaki ısı şartları içerisinde kendisinin rahat hissetmesi ve bu şartlardan doğan sağlık sorunları ile karşılaşmayacağı bir ortamın özellikleridir. Isıl konforu aşağıdaki faktörler etkilemektedir:

- Ortam sıcaklığı
- Ortam sıcaklığı ile dış duvarın iç yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı
- Hava hızı
- Havadaki nem miktarı

Ortam sıcaklığı ile duvarın iç yüzeyi sıcaklığı arasındaki fark konfor hissini yakından ilgilendirmektedir. Duvar iç yüzeyi sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark ne kadar fazla ise konforsuzlukta o kadar fazla olur. Duvar iç yüzey sıcaklığının ortam sıcaklığından uzaklaşmasının en önemli etkisi duvarın yalıtımsız oluşudur. Konforlu bir mekanda duvar iç yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark en fazla 3°C olmalıdır.

Hava hızı pencere ve kapıların yeterince hava sızdırmaz olmasından ve duvarın yalıtımsızlığından kaynaklanmaktadır. Konfor ortamını sağlamada, odanın sıcaklık, nem ve hava hızı için aşağıdaki değerler verilmektedir:

- Sıcaklık: 18-22°C
- Nem: %35-70
- Hava Hızı: 0,25 m/s

d. Terleme ve Yoğuşmaya Etkisi: Pek çok binada ortaya çıkan terleme ve yoğuşma problemleri farklı nedenlere (dışarıdan su sızması gibi) bağlanırken, bunun esas nedeni duvardaki yalıtımdır. Terleme, hava içindeki su buharının temas ettiği yüzeyin sıcaklığı yoğuşma noktası sıcaklığının (çığ noktası sıcaklığının) altına düştüğü zaman yüzeyde su zerreçiklerinin oluşmasıdır. Binalarda ısı kayıp hesapları yapılırken terleme olmayacak bir malzeme kalınlığı ve ısı geçiş direnci belirlenmelidir. Yalıtım malzemesi konulan duvarda, ısı geçirme katsayısı tayininde yoğuşma kontrolü yapılmaması durumunda, duvarlarda küf, mantar üremesi gibi sorunlar ortaya

çıkabilmektedir. Duvar iç yüzey sıcaklığı içerideki havanın çığ noktası sıcaklığı üzerinde ise terleme görülmez. Terleme, yapı elemanının ısı geçirme direncinin yeterli seçilmesiyle önlenir. Yalıtım malzemesi seçilirken, yalıtım malzemesinin kalınlığı ve tipi terlemenin önlenmesi bakımından önemlidir. Ayrıca yalıtım malzemesi ile birlikte yalıtım malzemesinin sıcak olan iç yüzeyine buhar kesicinin yerleştirilmesi buhar geçişinin yapıya zarar vermemesini sağlayacaktır. Yapı elemanlarının içinde yoğunlaşma oluşması, yapı elemanının her iki tarafındaki farklı sıcaklıklar ve farklı nem yüzdesi sonucu oluşan farklı buhar basınçları, her elemandaki çok küçük gözenekler yardımıyla su buharının hareket etmesine neden olur. Yapı fiziği açısından mekanların iç taraftan yalıtılması sakıncalıdır. Eğer iç taraftan yalıtılması kaçınılmaz ise bu durumda ısı yalıtımının sıcak tarafına uygun bir buhar kesici kullanılması önerilmektedir.

e. İnsanları Koruma: Yüzey sıcaklıklarını kontrol altında tutulduğundan temasla oluşan yanıklar önlenir.

f. Proses Kontrolü: Hassas kontrolün gerekli olduğu yerlerde proses sınırlarındaki sıcaklık değişimlerini en aza indirilebilir.

g. Donma Koruması: Isı izleme sistemlerindeki enerji gereksinimini en aza indirmek ve/veya sistem arızası durumunda donma süresini uzatmak için kullanılır.

h. Ses Seviyesi Kontrolü: Aynı zamanda ses izolasyonu görevi görür.

i. Yangın Güvenliği: Kritik yapı elemanlarını korumak ve yangının bina içinde yayılmasını yavaşlatmak için de mekanik izolasyon yapılır.

19.2. ISI YALITIM MALZEMELERİ VE ÖZELLİKLERİ

19.2.1. ISI YALITIM MALZEMESİNDEN İSTENEN BAŞLICA ÖZELLİKLER

Isı yalıtım malzemeleri, bitişik yapı malzemelerinin ısı iletim direncini artırmak ya da dışarıya kaçan ısı miktarını azaltmak amacıyla kullanılır. Isı yalıtım malzemeleri kullanılırken birçok özellik de istenmektedir. En çok istenilen özellikler kısaca aşağıda açıklanmıştır.

a. Isı İletim Katsayısı (λ): Yalıtım malzemelerinden istenen en önemli özelliktir. Isı iletim katsayısı λ değerinin olabildiğince küçük olması (sıfıra yakın), ısıyı o kadar az geçirdiğini gösterir. Ayrıca, laboratuarda ölçülen değer değil, pratik λ değeri verilmelidir.

b. Neme Karşı Duyarlılık: Sudan direkt olarak etkilanmemeli ve higroskopiklik veya kapilarite yoluyla dolaylı olarak ıslanıp λ değeri yükselmemelidir (kötüleşmemelidir).

c. Sağlığa Etkileri: Üretim, uygulama ve kullanım sırasında sağlığa zarar vermemelidir.

d. Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı (μ): Buhar difüzyon direnç katsayısı yüksek olmalıdır.

e. Çeşitli Kuvvetlere Dayanıklılığı: Kullanım yerine göre basınca, çekmeye, gerilmeye mukavemeti, elastikiyeti, kırılabilirliği ve sarsıntıya dayanıklılığı verilmelidir.

f. Direnci: Korozyon, çürüme, küflenme, haşarat barındırma gibi etkenlere karşı direnci olmalıdır.

g. Şekil Değiştirmezliği: Fiziksel etkiler ve ısı değişiklikleri sonucu boyut ve şekil değiştirmemesi, küçülmemesi ve büyümemesi istenir. Aksi halde değişiklik değerleri verilmelidir. Ayrıca ıslanma sonucu boyut değiştirmesi istenmez.

h. Sıcaklığa Dayanma ve Yanma Durumu: Isı yalıtım malzemesinin hangi sıcaklıklar arasında kullanılacağı belirtilmeli, alev ve yanmaya karşı dayanıklı olmalıdır.

i. Kullanılabilirliği: Boyutları taşınmaya ve uygulamaya müsait, işçiliği kolay olmalıdır.

j. Gözenek Yapısı: Açık veya kapalı gözenekli veya hem açık hem kapalı gözenekli olup olmadığı belirtilmelidir.

k. Yoğunluğu: Kullanım yerine göre olabildiğince az yoğunlukta olmalıdır.

l. Genel Özellikler: İçerdiği malzemeler, hücre yapısı, yoğunluğu, piyasaya arz şekli ve boyutları verilmiş olmalıdır.

m. Ekonomikliği: Yalıtım malzemesi, benzerleriyle karşılaştırıldığında ekonomik bir fiyata sahip olmalıdır. Seçilen yalıtım malzemesinden, yalıtım yapılacak yerin gerektirdiği şartlara uyması, yalıtımın maliyeti başına en büyük ısı geçirgenlik direncini göstermesi beklenmektedir. Yer şartları açısından en önemli faktör, yalıtımın çalışma sıcaklığı içinde tam işlevini yerine getirebilmesi için, yalıtım malzemesinin katalogunda verilen uygun yerlerde kullanılmasıdır.

19.3. BİNADA ISI YALITIMI UYGULAMALARININ DETAY ŞEMALARI VE DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR

19.3.1. ISI YALITIMINA İLİŞKİN DETAY NOTLAR

Duvarların yalıtımı ısı kaybı hesabında önemli bir yer tutmaktadır (*Şekil 19.1*). Çünkü yapının %20-30'u dış duvarlardan oluşmaktadır. Duvarlarda ısı yalıtımı, duvarın ısı geçirgenlik direncini arttırmak ısı kaybını azaltmak amacıyla yapılır. Özellikle kuzey rüzgarlarına açık duvarlarda ısı yalıtımı zorunlu uygulamalardan birisidir.

Klasik yapı elemanları ile (normal delikli tuğla, beton, vb) inşa edilen dış duvarlarda yalıtım uygulanmadığında ısı kaybı çok fazla olur. Ayrıca bu tür duvarlara sahip binalar yaz mevsiminde (özellikle güneş alan cephelerinde) oldukça sıcak olur.

İlman iklim bölgesine sahip yerlerde yalıtım çoğunlukla uygulanmamaktadır. Bu bölgelerde yoğun klima kullanımı nedeniyle elektrik enerjisinin kullanımı büyük parasal karşılıklara gelmektedir. Bu nedenle sadece soğuk iklim bölgesinde değil, sıcak iklim bölgesinde de dışarıdan yalıtım önemlidir.

Dıştan yalıtımın avantajları:

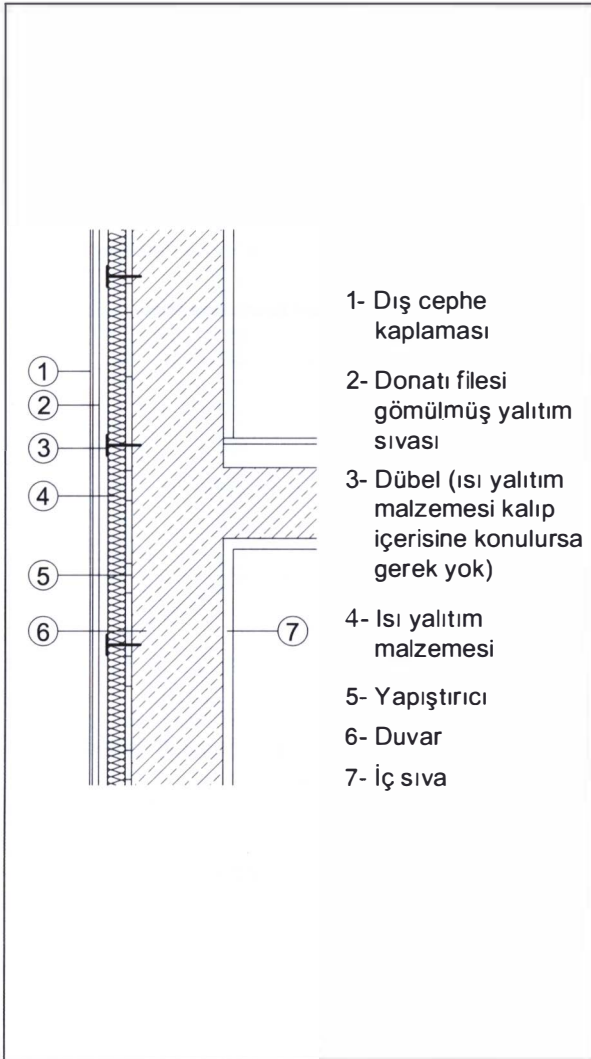
- Yapıyı dıştan bir manto gibi sardığından kuvvetli sıcaklık değişimleri ve duvarın oluşturan ana malzemelerde arzu edilmeyen iç gerilmeleri, çatlakları ve yapı hasarlarını önler.
- Dıştan yalıtım yapıya yeterli bir ısı depolama yeteneği sağlar. Bu durum yaz ve kış iç ortam sıcaklığının dengede tutulmasını sağlar.
- Dıştan yalıtımla bina dış cephesinde yer alan betondan yapılmış her türlü kolon, kiriş, hatıl, ısıtıcı nişi gibi ısı köprüleri eksiksiz izole edilmiş olur.
- Isı yalıtımı optimum kalınlıkta olur (Şekil 19.2).

- Yapının dış kaplaması bozulduğu zaman tamirinde dıştan ısı yalıtımı daha kolay uygulanır.
- Yapının ömür ve dayanıklılığı artar.
- Yoğuşma olmaz.

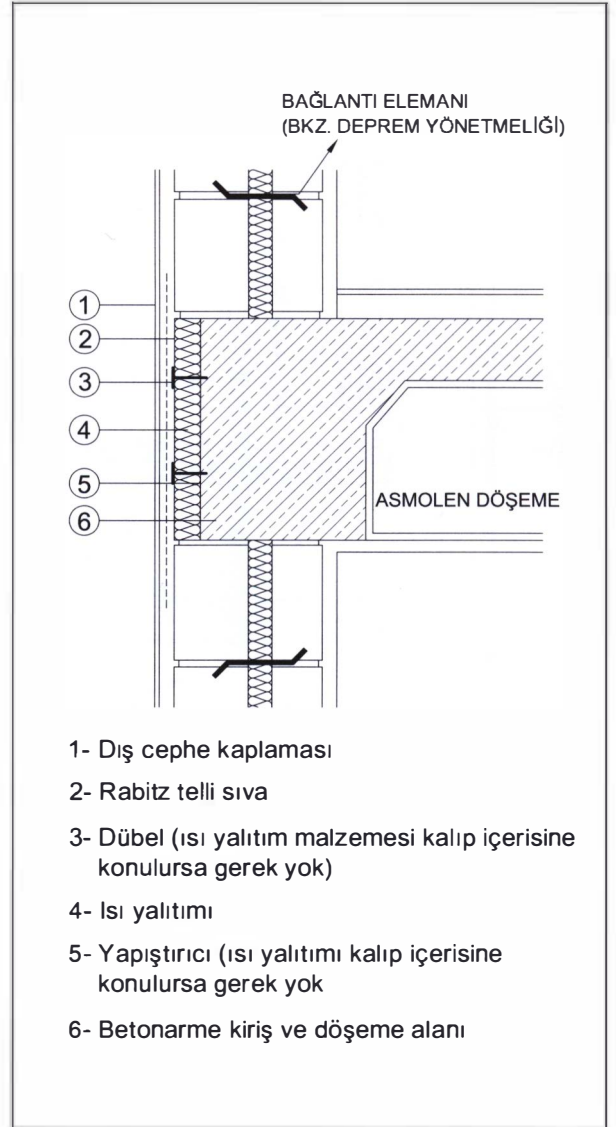
Bu sistemin faydası yapı fiziğine çok uygun olmasının yanı sıra binayı bir manto gibi kaplayarak ısı köprülerinin oluşmasına izin vermemesidir. Manto-lama uygulamasının bir diğer avantajı yeni binaların yanı sıra eski binalara da uygulanabilmesidir.

Dıştan yalıtımda, standartlara ve TS 825 hesaplarına uygun kalınlıkta olmak kaydıyla kullanılan başlıca ısı yalıtım malzemeleri şunlardır:

EPS ısı yalıtım levhaları ve yoğunluğu en az 15 kg/m³ olan kapalı ortamda boyutsal kararlılığı oluşuncaya kadar blok halde dinlendirilmiş, yangın dayanımı B1 olan, genişletilmiş (expanded) polistiren köpük levhalar kullanılabilir.



Şekil 19.1. DUVARLARDA ISI YALITIMI



Şekil 19.2. SANDVIÇ DUVARLARDA ISI KÖPRÜLERİNİN DIŞTAN YALITIMI

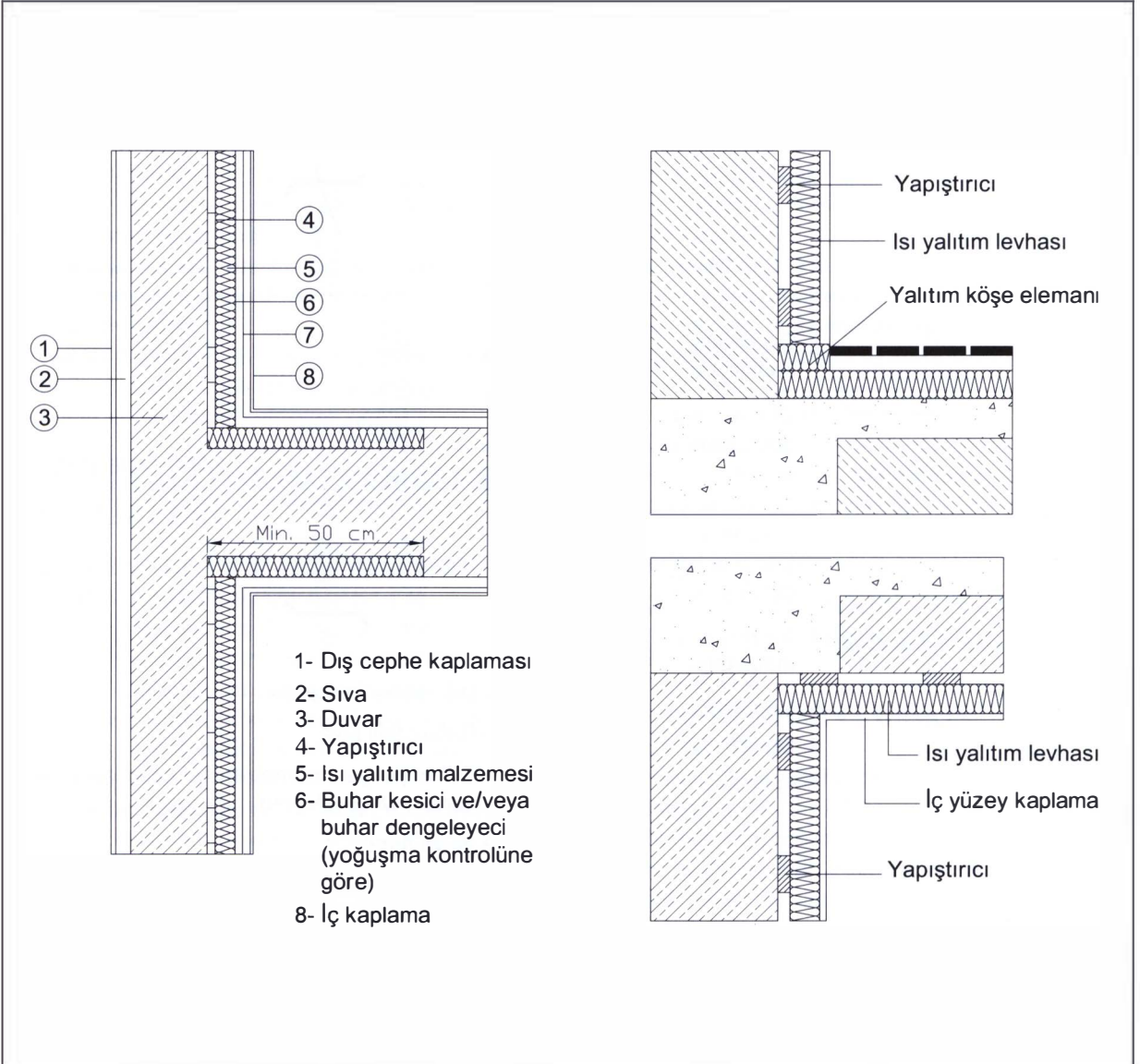
- XPS ısı yalıtım levhaları: Yanmazlık sınıfı B1 olan, pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı yüzeye sahip extrude polistiren köpük levhalar kullanılabilir.
- Taş yünü ısı yalıtım levhaları: yoğunluğu 150 kg/m³ ve üzeri olan, üretici tarafından sıva altı uygulamaları için özel olarak üretilen taş yünü ısı yalıtım levhaları uygulanabilir.

Duvarların içeriden yalıtımı başlangıçta önerilmeyen ancak zorunlu durumlarda yoğuşmaya karşı hesap ve tedbirlerin dikkate alınmasıyla uygulanabilir (Şekil 19.3).

Dışarıdan herhangi bir işlem yapılmasına izin verilmeyen tarihi binalarda içeriden yalıtım uygulanır. Binanın dışarıdan yalıtımı için toplu karar alınamayan apartman sakinleri bireysel olarak ancak içeriden yalıtım yapabilirler.

Dış duvarın içeriden yalıtımı için şunlar ifade edilebilir:

- Dıştan yalıtımın aksine burada arzu edilmeyen ısı köprüleri açıkta kalmaktadır (döşeme ve iç duvarlar).
- Şekil 19.3'te görülen uygulama ile bu ısı köprülerinin kısmen yalıtılması mümkündür.
- Kat döşemeleri ile birleşimlerde ısı köprülerini yok edecek şekilde duvar bünyesinde bulunan kolon, kiriş, hatıl gibi tüm ısı köprüleri öncelikle dış yüzeyden, zorunluluk durumlarında tavan-döşeme iç yüzeyine 50 cm dönülerek yalıtılmalıdır. Buhar kesici tabakalar mümkünse tavan ve döşemeler döndürülmelidir.
- Duvar-tavan bileşim detayı ile duvar-döşeme bileşim detayı alttaki iki şekilde görülmektedir.
- İçeriden yalıtılmış duvarların düşük ısı depolama yeteneği olmaktadır. Isıtma sistemi çalışınca mekan çabuk ısınır, ısıtma kesilince çabuk soğur. Bu nedenle kısa süreli kullanılan mekanlar için (sinema, tiyatro, konferans salonu, vb) uygun bir sistemdir.



Şekil 19.3. DIŞ DUVARIN İÇTEN YALITIMI

- İçeriden yalıtım cephenin korunması gerektiği hallerde, örneğin eski eser yalıtımlarında, çabuk ısıtılması gereken yapılarda önerilmektedir.
- İçeriden yalıtım yapılması halinde içeriden dış tarafa doğru olan buhar akımı, yalıtım malzemesinin arkasındaki masif duvarın soğuk olan iç yüzüne temas edince terleme derecesinin altına düşer ve yoğuşur. Yoğuşan su hem duvarı ıslatır hem de döşemeye inerek hasara neden olur. Bu nedenle içeriden yalıtımda prensip olarak ısı yalıtım malzemesinden önce bir buhar kesici uygulanmalıdır.
- İçeriden yalıtımın diğer bir avantajı ucuz ve pratik olmasıdır.
- İçeriden yalıtımda ısı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalı, ısı köprüsü oluşturacak profil gibi tespit elemanlarından kaçınılmalıdır.

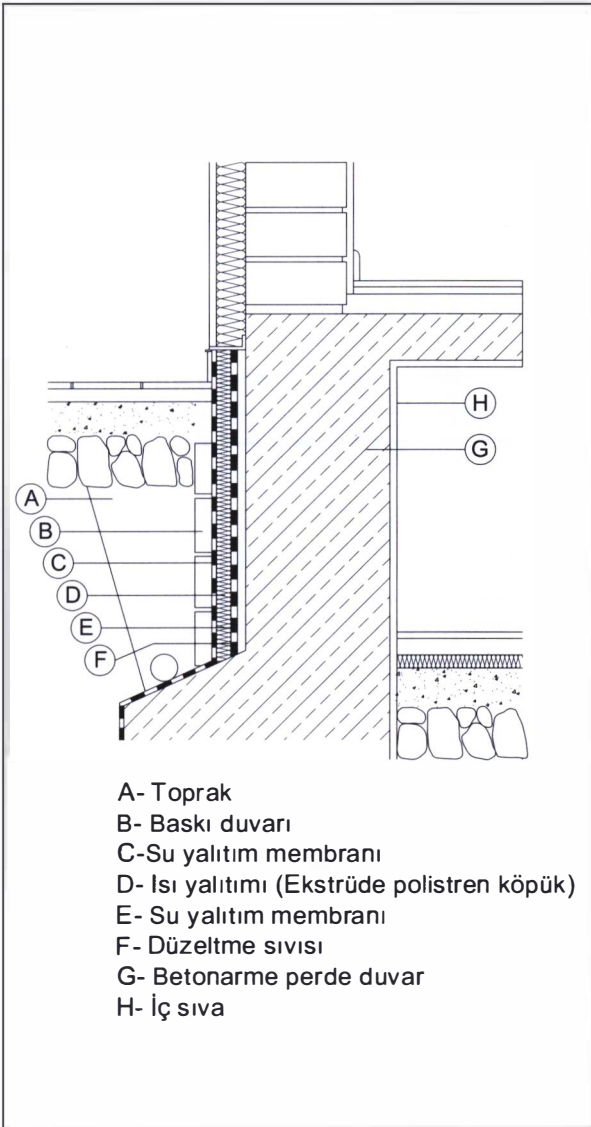
- Mutfak ve banyo gibi yüksek buhar üretilen hacimli yerlerde kaynağa yakın noktada su buharının pasif bir baca veya mekanik havalandırma ile dışarı atılması sağlanmalıdır.

İçeriden yalıtımda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

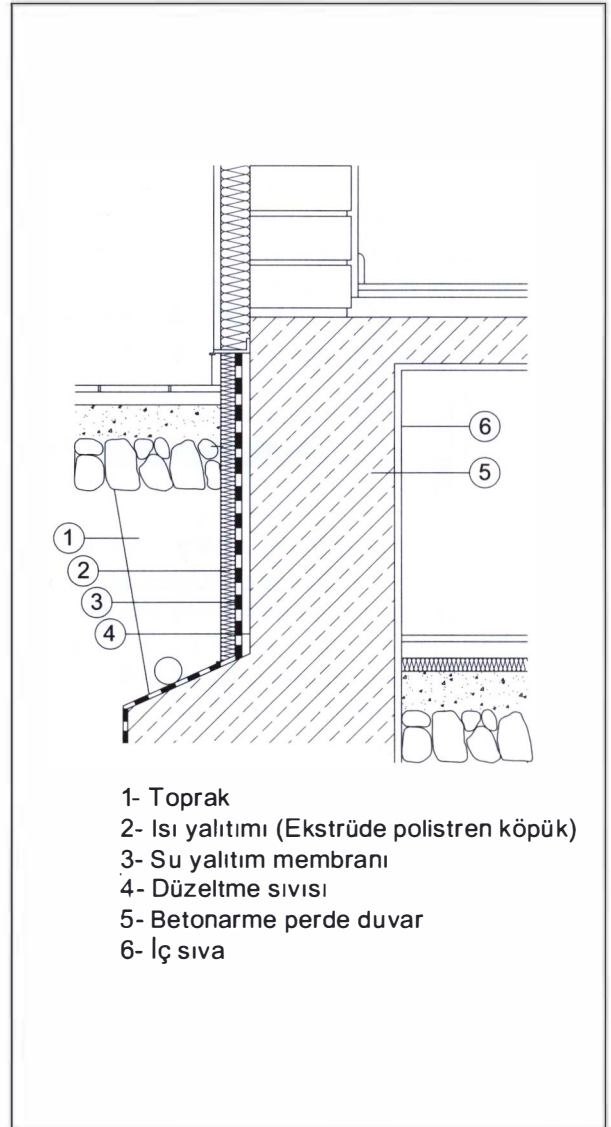
- EPS ısı yalıtım levhaları
- XPS ısı yalıtım levhaları
- Taş yünü ısı yalıtım levhaları
- İki yüzü ahşap yünü arası EPS ısı yalıtım plakası
- Camyünü ısı yalıtım levhaları

19.3.2. TOPRAK ALTI DIŞ DUVARLARDA VE TEMELLERDE ISI YALITIMI

Isı yalıtım levhaları zemin altında kullanılan hacimlerin ısı yalıtımında ve/veya su yalıtım örtülerinin toprak dolgunun yapılması sırasında mekanik etkilere karşı koruma amaçlı olarak kullanılabilir (Şekil 19.4 ve 5).



Şekil 19.4. TOPRAK TEMASLI BETON PERDE KORUMA DUVARLI



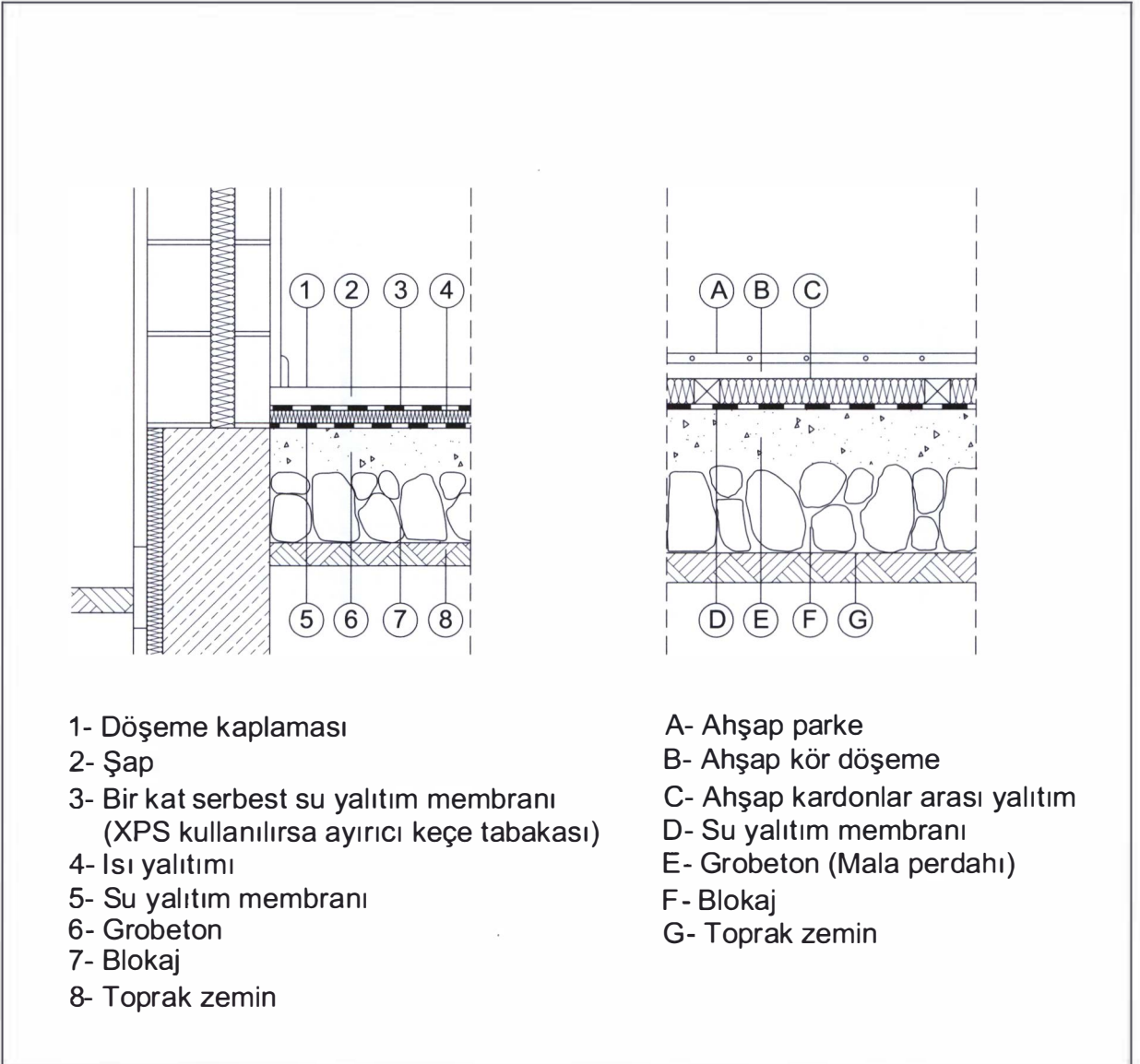
Şekil 19.5. TOPRAK TEMASLI BETON PERDE KORUMASIZ

Toprak altı dış duvarlarda yoğunluğu en az 30 kg/m³ olan, %10 deformasyonda basma mukavemeti 300 kPa olan, iki yüzü zırlı kenarları binili ve difüzyonla su emmesi %3'ün altında olan extrude polistiren köpük (XPS) levhalar kullanılır.

Toprak altı dış duvarların yüzeyi düzeltilip su yalıtımı yapıldıktan sonra, ısı yalıtım levhaları yapıştırılarak veya serbest olarak temel duvarı üzerine şaşırtmalı olarak, ek yerlerinde derz oluşmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Isı yalıtım levhalarının su yalıtım örtülerinin üzerine uygulanmasında solvent içermeyen soğuk bitüm esaslı yapıştırıcı veya çift tarafı yapışkanlı bitümlü örtüler kullanılır. Yapıştırma işlemi geçici olarak yalıtım levhalarının tespit edilmesi işlevini görmektedir.

Toprak altı dış duvarlarda ve temellerde ısı yalıtımında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar:

- Toprak altı dış duvarlara yapılan uygulamalarda amaç su yalıtım katmanını koruyarak ısı yalıtımı sağlamak olduğundan, uygulama aşamasında su yalıtım membranının zarar görmesi mutlaka engellenmelidir.
- Isı yalıtım katmanının kalınlığı toprak altı dış duvara sahip hacmin kullanım amacına bağlı olarak TS 825 standardında verilen esaslara göre hesaplanmalıdır.
- Isı yalıtım levhaları toprak altı dış duvarı üzerine şaşırtmalı olarak ek yerlerinde derz oluşmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Isı yalıtım malzemeleri duvar üzerine solvent içermeyen soğuk bitümlü yapıştırıcılarla noktasal yapıştırılmalı ve yapıştırma işleminden kısa bir süre sonra toprak dolgu yapılmalıdır. Toprak dolgu kademeli sıkıştırılmalıdır.



Şekil 19.6. TOPRAĞA BASAN DÖŞEME DETAYI

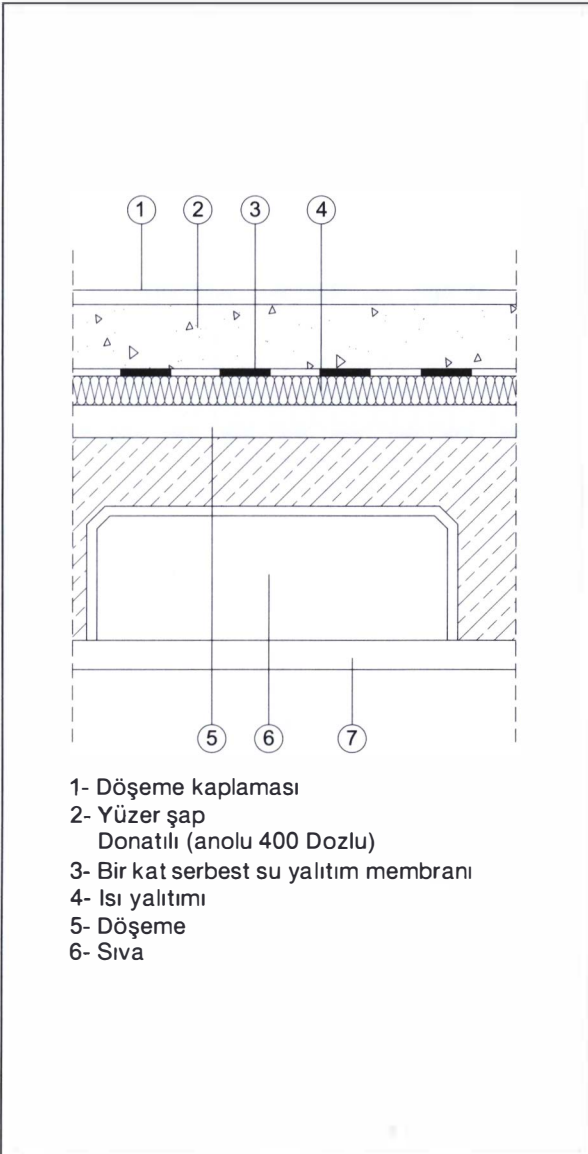
- Su basman seviyesinde ısı yalıtımının bittiği seviyede, su yalıtım sisteminin arkasına su almayı ve levhaların ayrılmasını engelleyici bitiş detayı uygulanmalıdır.

Toprak altı dış duvarlarda ve temel yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

- EPS ısı yalıtım levhaları
- XPS ısı yalıtım levhaları
- Taş yünü ısı yalıtım levhaları

19.3.3. ZEMİNE OTURAN DÖŞEMEDE ISI YALITIMI

Toprak zemine oturan döşemelerde blokaj ve grobeton yapıldıktan sonra su yalıtım membranı serilir. Bunun üzerine döşenen ısı yalıtım tabakasının ıslanmasını önlemek amacıyla naylon gibi bir malzeme ile örtülür. Üzerine en az 5 cm şap dökülür (Şekil 19.6).



Şekil 19.7. ARA KAT DÖŞEME DETAYI

Zemine oturan döşemelerdeki ısı yalıtımında göz önüne alınması gereken diğer noktalar:

- Döşeme betonu ısı yalıtımında oluşabilecek deformasyonlardan etkilenir. Isı yalıtım malzemesi, bünyesine ısı emmeyen ve bu nedenle deforme olmayan tipte olmalıdır.
- Isı yalıtım malzemesi yeterli basma ve uzun süreli yüklere karşı sünme mukavemetine sahip olmalıdır. Öngörülen tüm döşeme ve hareketli yükler göz önüne alınmalıdır.
- Isı yalıtım levhaları ve su yalıtım membranı uzun süre serili olarak bırakılmamalıdır. Döşeme betonu dökülmeden hemen önce serilmelidir.

Zemine oturan döşeme yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

- XPS ısı yalıtım levhaları

19.3.4. ARA KAT DÖŞEMEDE ISI YALITIMI

Döşeme yalıtımı için çeşitli uygulamalar vardır. Döşemenin altından ya da başlangıçta planlanıyorsa Şekil 19.7'de detayı görüldüğü gibi yalıtım gerçekleştirilebilir. Bu şekilde uygulanan yalıtım ısı ile birlikte ses yalıtımı da sağlar. Döşemeden ısıtma uygulamalarında ise ısıtıcı borulardan alt kata ısı geçişi olmaması için ısı yalıtımı yapılmalıdır.

Özellikle bireysel ısıtma sistemli apartmanlarda katlar arası ısı geçişinin önlenmesi için ara katların yalıtımı gerekli bir uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Ara katlarda döşeme yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

- EPS ısı yalıtım levhaları
- XPS ısı yalıtım levhaları
- Taş yünü ısı yalıtım levhaları

19.3.5. ÇATILARDA ISI YALITIMI

19.3.5.1. Geleneksel Teras Çatı

Binalarda ısı kayıplarının önemli bir bölümü çatılardan olmaktadır. Çatının şekline (teras, üzeri çatı ile örtülü tavan tipi) göre uygulanacak yalıtım şekli değişmektedir. Isı kaybı ve uygulama açısından üzeri çatı ile örtülü tavan (oturtma çatılar) en uygun çatı tipidir. Oturtma çatılarda uygulanan yalıtım malzemesinin ezilmemesine, ıslanmamasına ve gerektiğinde buhar kesici ile birlikte uygulanmasına dikkat edilmelidir.

Geleneksel teras çatılarda su yalıtım malzemesi ısı yalıtım malzemesinin üstünde yer almaktadır (Şekil 19.8 ve 9). Bu sistemde su yalıtım malzemesi hem üzerindeki kaplama tabakasının hem de hava sıcaklığı değişiminin doğurduğu mekanik gerilmelerle karşı karşıya kalabilmektedir.

Geleneksel teras çatı yalıtımında göz önüne alınması gereken diğer noktalar:

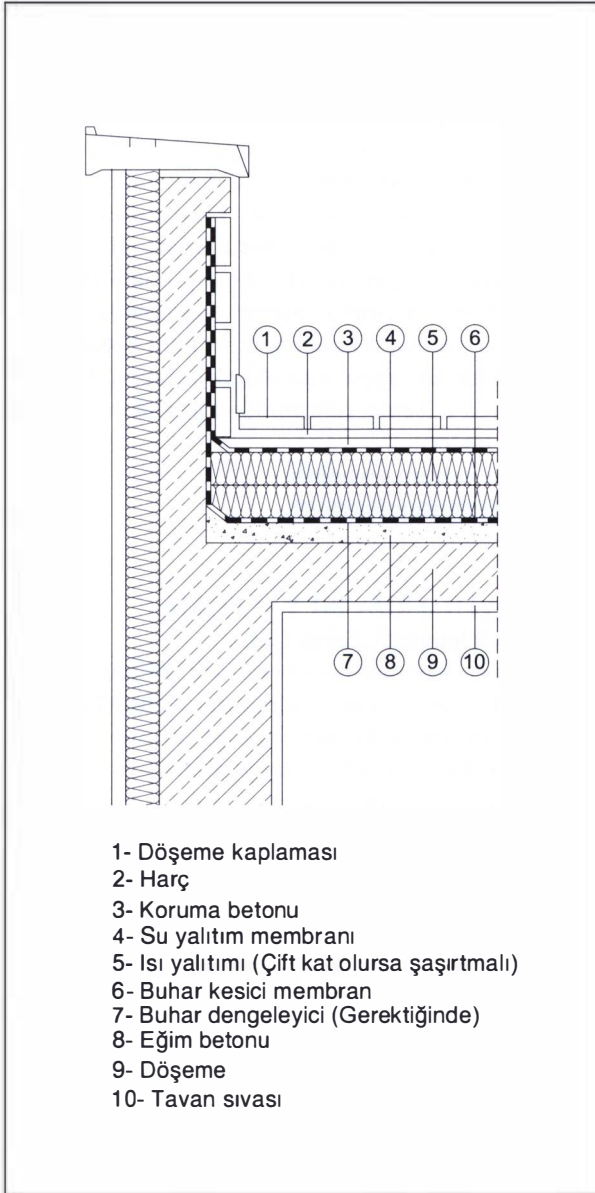
- Bu tür yalıtım uygulamasında mutlaka yoğuşma analizi yapılmalıdır.

- Sıcak çatılarda su yalıtım membranları en üstte olduğu taktirde, ısı şokları (gece-gündüz, yaz-kış sıcaklık farkları dolayısıyla) azaltmak amacıyla, güneş ışını yansıtıcı ve bir bitiş tabakasıyla korunabilir.
- Taşıma ve su birikmesini önleyecek yeterli sayıda gider bırakılmalıdır. Aksi taktirde ısıtma soğutma dönemlerinde ısı yalıtım membranı daha fazla ısı şoka maruz kalacaktır.

Geleneksel teras çatı yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

- EPS ısı yalıtım levhaları
- Taş yünü ısı yalıtım levhaları

Kullanılan su yalıtım malzemeleri ise standartlara uygun üretilmiş; polimer bitümlü örtüler, sentetik membranlar ve sürme su yalıtım malzemeleridir.



Şekil 19.8. ÜZERİNDE GEZİLEN GELENEKSEL TERAS ÇATILAR

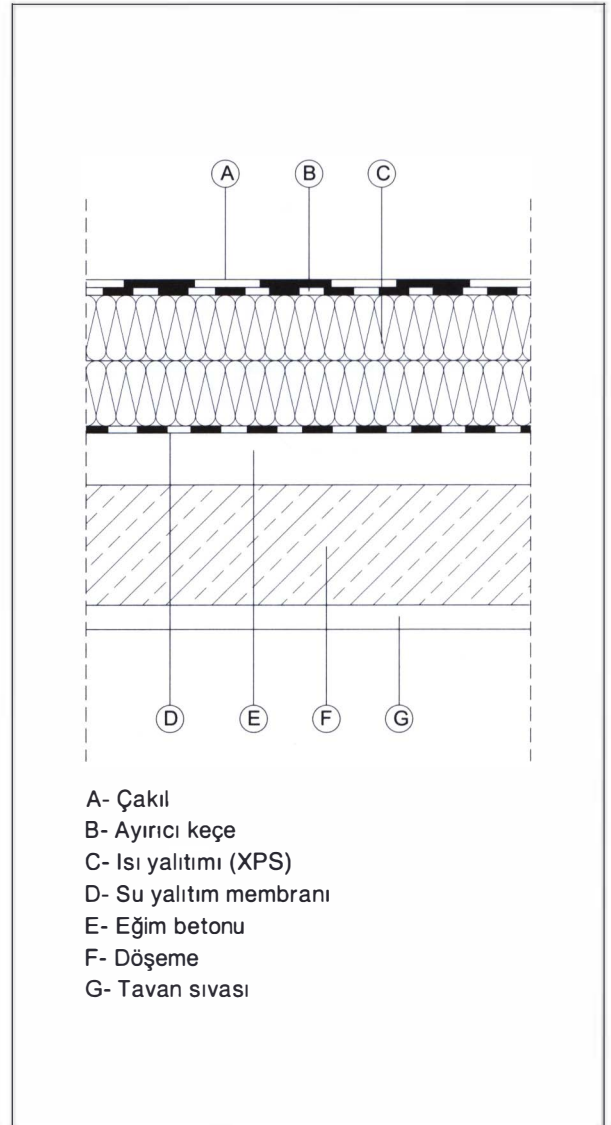
19.3.5.2. Ters Teras Çatı

Ters teras çatıda, ısı yalıtımı su membranının üzerinde yer alır. Bu nedenle kullanılacak olan ısı yalıtım malzemesi dış iklim koşullarına (sıcak, soğuk, yağmur, vb) maruz kalmaktadır.

Ters teras çatılarda, ısı yalıtım malzemesinin temel ısı özelliklerinin dışında bu detaya uygun olarak: Donma, çözülme dayanımı, basma dayanımı (yük altındaki çatılarda), uzun süreli emme değerleri aranır.

Ters teras çatı yalıtımında göz önüne alınması gereken diğer noktalar şunlardır:

- Çatıda biriken yağmur suyunun drenajı için betonarme üzerine en az %2 eğim sağlayacak şekilde eğim betonu dökülmelidir.
- Bu uygulamada bünyesinde su emmeyen kapalı gözenekli XPS ısı yalıtım levhaları kullanılmalıdır.



Şekil 19.9. ÜZERİNDE GEZİLMİYEN GELENEKSEL TERAS ÇATILAR

Ters teras çatı yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

- XPS ısı yalıtım levhaları

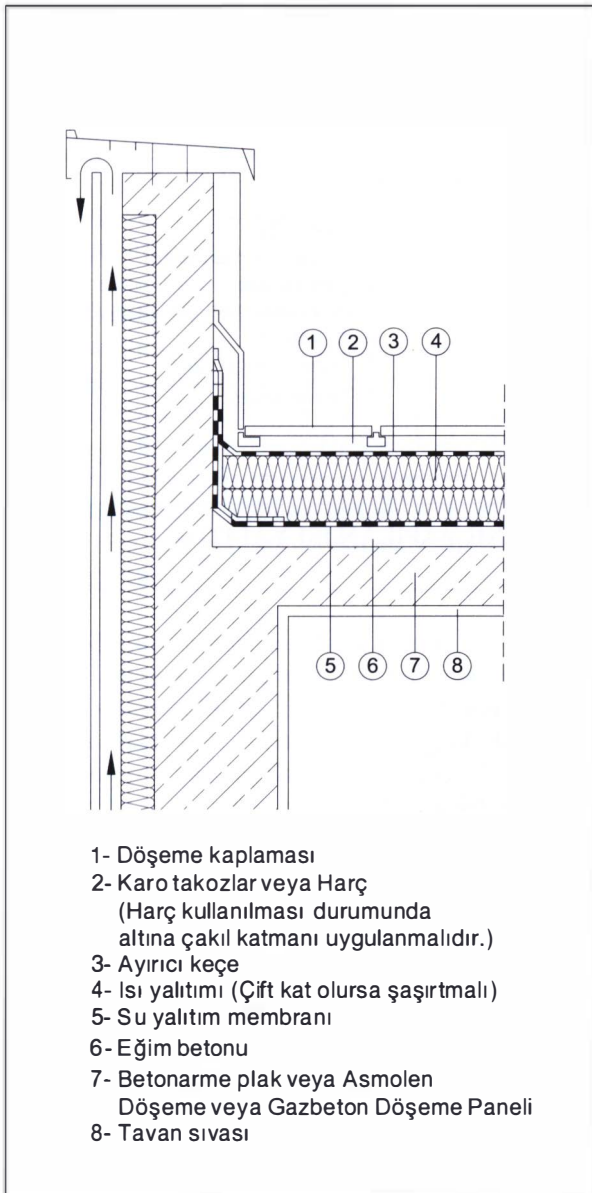
Kullanılan su yalıtım malzemeleri ise standartlara uygun üretilmiş. Polimer bitümlü örtüler, sentetik membranlar ve sürme su yalıtım malzemeleridir.

19.3.5.3. Kıрма Çatılarda Isı Yalıtımı

19.3.5.3.1. Çatı Arası Kullanılmayan

Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı (Şekil 19.12)

Bu tür uygulamada mineral yün esaslı çatı şilteleri hafif olmaları nedeniyle de kolaylıkla çatıya çıkarılıp kesilerek uygulanabilir. Bu uygulamada çatı ve ısı yalıtımı arasında havalandırma sağlanması önerilmektedir. Tavan arası yalıtımı mevcut binalarda da kolaylıkla uygulanabilir.



- 1- Döşeme kaplaması
- 2- Karo takozlar veya Harç
(Harç kullanılması durumunda altına çakıl katmanı uygulanmalıdır.)
- 3- Ayrıcı keçe
- 4- Isı yalıtımı (Çift kat olursa şaşırtmalı)
- 5- Su yalıtım membranı
- 6- Eğim betonu
- 7- Betonarme plak veya Asmolen
Döşeme veya Gazbeton Döşeme Paneli
- 8- Tavan sıvası

Şekil 19.10. ÜZERİNDE GEZİLEN TERS TERAS ÇATILAR

Kırma çatı yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

- EPS ısı yalıtım levhaları
- XPS ısı yalıtım levhaları
- Taş yünü ısı yalıtım levhaları
- Camyünü ısı yalıtım levhaları

19.3.5.3.2. Çatı Arası Kullanılan

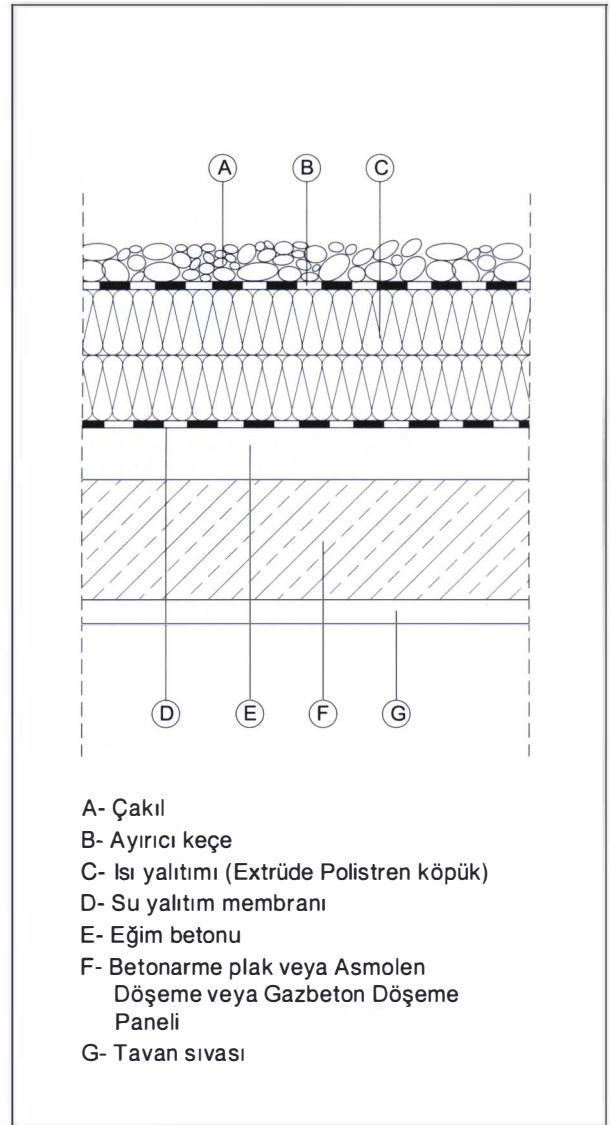
Kırma Çatılarda Isı Yalıtımı (Şekil 19.13)

Meyilli çatılarda yalıtım için mertek altında, mertek arasında ve mertek üstünde olmak üzere çeşitli uygulama tipleri bulunmaktadır.

Bu tür çatı yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri:

Mertek altı uygulamasında,

- EPS ısı yalıtım levhaları
- XPS ısı yalıtım levhaları
- Taş yünü kompozit ısı yalıtım levhaları



- A- Çakıl
- B- Ayrıcı keçe
- C- Isı yalıtımı (Extrüde Polistren köpük)
- D- Su yalıtım membranı
- E- Eğim betonu
- F- Betonarme plak veya Asmolen
Döşeme veya Gazbeton Döşeme Paneli
- G- Tavan sıvası

Şekil 19.11. ÜZERİNDE GEZİLMİYEN TERS TERAS ÇATILAR

Mertek arasında,

- Taş yünü ısı yalıtım levhaları
- Camyünü ısı yalıtım levhaları

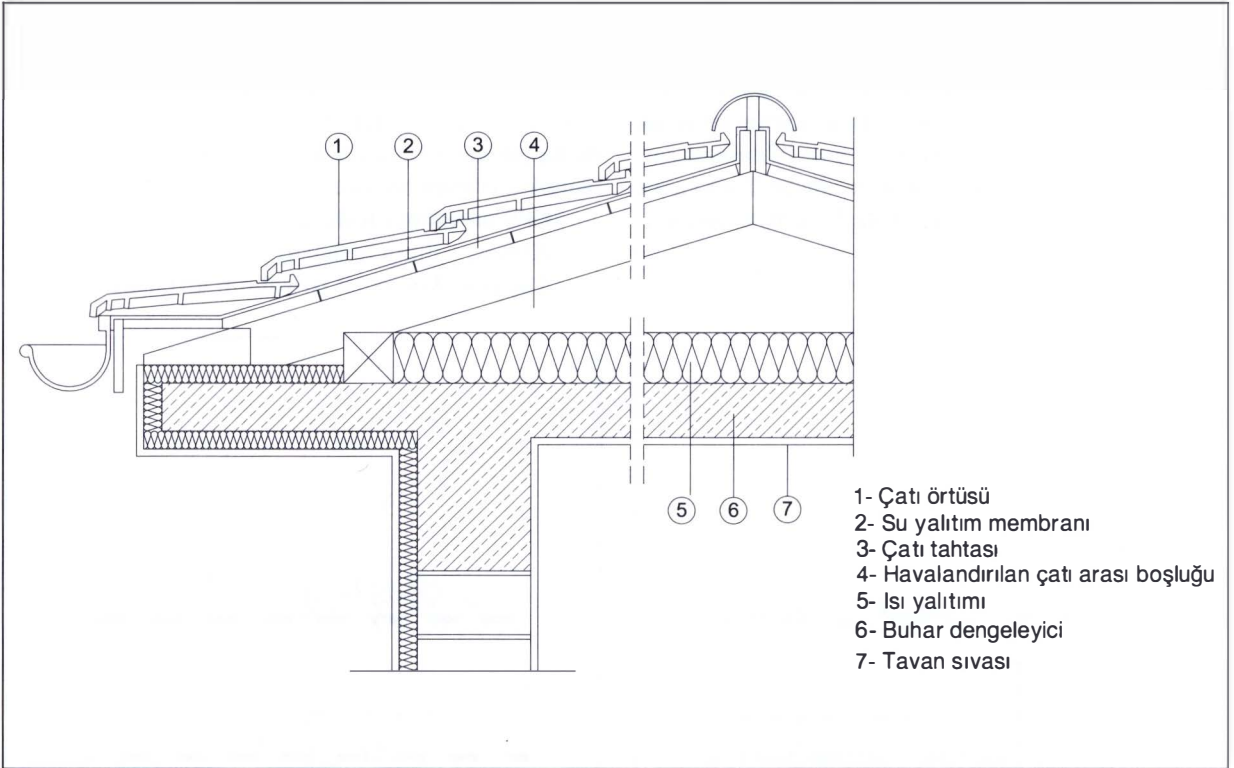
Mertek üstünde,

- EPS ısı yalıtım levhaları
- XPS ısı yalıtım levhaları
- Taş yünü ısı yalıtım levhaları

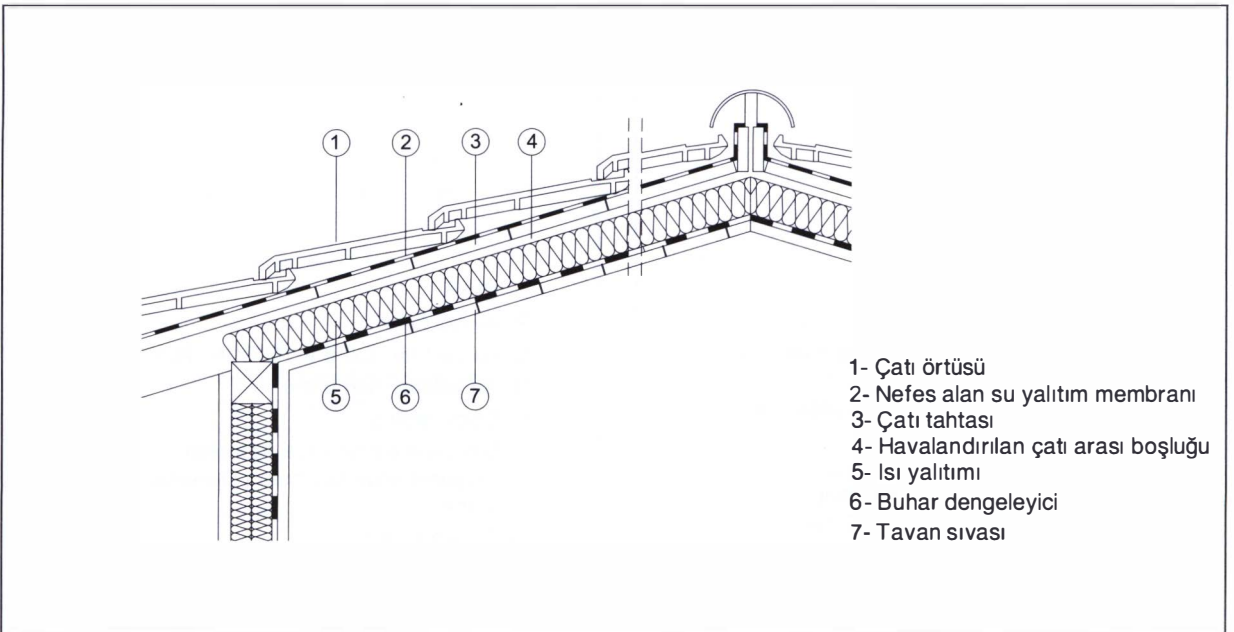
19.3.5.4. Pencere ve Camlı Dış Kapılarda

Isı Yalıtımı

Isı kaybı açısından en yüksek değere sahip yapı elemanları pencere ve camlı dış kapılardır. Bina projelendirilirken pencerelerin olabildiğince küçük yapılması enerji tasarrufu açısından dikkate alınması gereken önemli bir nokta olarak görülmelidir.



Şekil 19.12. TAVAN ARASI DÖŞEMESİ ÜZERİNE YAPILAN ISI YALITIMI



Şekil 19.13. MERTEK ARASINDA YAPILAN ISI YALITIMI

Kış aylarında birim alandan en çok ısı kaybı pencere-lerden olmakla birlikte güneşli günlerde bir ısı kazan-cı da söz konusu olabilmektedir.

Çift cam ya da özel cam uygulamalarıyla pencereler-den kaçan ısı en aza indirilebilir. Ahşap ve plastik çer-çevelerin metal çerçevelere göre ısı iletimi bakımın-dan daha uygun olduğu bilinmektedir. Pencerelerin açılan kısımlarından hava sızıntısı yoluyla olan ısı kaybının azaltılması için fitil ve conta tipi uygulama-lar yapılmalıdır. Pencerelerin akşam saatlerinde bir panjur ile kapatılması da ısı kaybını büyük ölçüde azaltmaktadır.

Kapılar hava sızıntısı ya da hava değişimi yoluyla bü-yük miktarda ısı kayıplarının olduğu yerdir. Kapılardan olan ısı kaybı kapıların açılan kısımlarının yalıtı-mıyla ve kapıların açık kalma süresiyle ilgilidir. Sızın-tıyla olan ısı kaybının azaltılabilmesi için ahşap çerçe-velerde fitil uygulamaları önerilmektedir. Plastik doğ-ramalı camlarda ise sızdırmazlık sağlayıcı contalar de-ğiştirilmeye gerek duyulmadan uzun süre kullanılabil-mektedir. Metal kapılarda ise esnek silikon lastiklerle sızıntı ile ısı kaybı azaltılabilir. Ayrıca kapı altlarına yerleştirilebilecek fırçalar ve keçeler ile kapı altından olan ısı kaybı azaltılabilir.

Uygun yer olması durumunda ikinci bir hol bırakıla-rak, iç kısma açılan ikinci bir kapı (rüzgarlık) ile soğuk havanın içeri girmesi engellenebilir. Dış kapıla-ra kendiliğinden kapanan mekanizmalar yerleştirilme-si veya döner kapı sistemi yapılması kapının açık kal-masını engellemesi bakımından yararlı olmaktadır. Bu uygulama hava değişimi ile ısı kaybının azaltmada yararlı olmaktadır. Kapının üstüne aşağı sıcak hava üfleyen bir ısıtıcı yerleştirilerek kapıda bir hava siperi oluşturulabilir.

19.3.5.5. Radyatör Arkası Isı Yalıtımı

Odanın en sıcak olduğu bölüm radyatör arkasıdır. Odanın sıcaklığı 20°C civarında iken radyatör arka-sında bu değer 45°C'ye kadar çıkabilmektedir. Estetik nedenlerle radyatörün önünün kapatıldığı veya koltuk gibi ev eşyalarının konulduğunda bu sıcaklık daha da artmaktadır. Termodinamik kuralları gereği bir odada ısının en çok ve en çabuk kaçtığı bölgeler-den birisi radyatör arkalarıdır. Bu nedenle radyatör arkasının yalıtılması önemli bir ısı kaybını ortadan kaldırebilmektedir. En ideali daha inşaat aşamasında

radyatör arkasındaki duvara yalıtım tabakası konul-malıdır. Ancak mevcut binalarda radyatör arkası yalıtı-mı prefabrik folyo kaplı polietilen levhalarla kolay-ca yapılabilmektedir. Bu uygulama ile bireysel sis-temde yakıt giderlerinde %5-10'luk bir azalma, mer-kezi sistemle ısınan dairelerde ise oda sıcaklığında 3°C civarında bir artış sağlanabilmektedir.

19.4. TESİSATTA ISI YALITIMI

19.4.1. TESİSATTA KULLANILAN ISI YALITIM MALZEMESİ ÖZELLİKLERİ

Yapılarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ile tes-iyat ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri birbirlerinden çok farklı özellik göstermektedir.

Tesisat ve endüstriyel uygulamalarda, tesisat içinden geçen akışkanın sıcaklığına göre üç ayrı hat tanımla-ması ayrılmaktadır.

- Soğuk Hat: Akışkan sıcaklığı +6°C'den düşük olan hat
- Ilık Hat: Akışkan sıcaklığı +6°C ile +100°C ara-sındaki hat
- Sıcak Hat: Akışkan sıcaklığı +100°C den daha yüksek olan hat

Tesisatta ısı yalıtımı, sıcak hatta ısı kayıplarını, soğuk hatta ısı kazancını önlemek amacıyla yapılır. Tesisat ve Endüstriyel Uygulamalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinden istenilen çeşitli özellikler bulunmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanarak kısaca açıklanmaktadır.

19.4.1.1. Tesisatta Kullanılan Isı Yalıtım Malzemesinde Aranması Gereken Temel Özellikler

a. Isı İletim Katsayısı (λ)

Isı yalıtım malzemelerinin seçiminde en belirleyici özellik ısı iletim katsayısıdır. Çünkü ısı iletim katsa-yısı ne kadar düşüğe sistemler o derece yüksek ısı yalıtım direncine sahip olmaktadır. Burada, yalıtım malzemesi kalınlığının seçimi çok önemlidir. Seçimde ilk yatırım maliyeti ile elde edilen enerji kazanım oranlarından uygun olan seçilmelidir. Örneğin, 22°C oda sıcaklığı 90°C akışkan sıcaklı-ğındaki bir kalorifer tesisatında boru çaplarında uygulanan yalıtım kalınlığına bağlı olarak, yalıtım-sız boruya göre sağlanan enerji tasarrufu yüzde ola-rak *Tablo 19.14*'deki gibidir.

Boru Ölçüsü	20 mm Yalıtımda	30 mm Yalıtımda
60 mm (2")	% 83,3	% 87,0
89 mm (3")	% 83,9	% 87,7
114 mm (4")	% 84,1	% 88,0
169 mm (6")	% 84,1	% 88,3

Tablo 19.14. YALITIM KALINLIĞINA BAĞLI OLARAK YALITIMSIZ BORUYA GÖRE SAĞLANAN ENERJİ TASARRUFU

Sonuç olarak, tesisatta kullanılacak ısı yalıtım malzemesi ve kalınlığı seçilirken mutlaka ısı kayıp hesapları yapılmalı ve optimum yalıtım kalınlığı hesaplanmalıdır.

Pratikte genel olarak ısı kayıpları az olan küçük çaplarda 20 mm; ısı kayıplarının küçük çaplara göre daha çok olduğu büyük çaplarda ise 30 mm ekonomik bir yalıtım kalınlığı olmaktadır. Kullanma soğuk su boruları için de terlemeye karşı çapa göre yukarıdaki tablo 1 cm daha ince yalıtım kalınlıkları için uygulanabilir.

Not : Donma riski varsa ısı yalıtım kalınlıkları donmayı önleyecek şekilde seçilmelidir.

b. Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)

Isı her zaman yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğru geçer. Benzer şekilde, su buharı da sıcaklığa ve bağıl neme bağlı olarak, kısmi buhar basıncı yüksek olan taraftan az olan tarafa doğru ilerler. İlerleme sırasında da buhar difüzyon direnci ile karşılaşır. Her yapı malzemesi kalınlığına bağlı olarak buhar difüzyonuna karşı koyar. Buhar difüzyon direnç katsayısı, buhar difüzyon direncinin havanın buhar difüzyon direncine oranı olarak tanımlanmaktadır. Su buharının tamamen geçmesi durumunda $\mu = 1$, hiç geçmemesi durumunda ise $\mu = \infty$ olarak ifade edilmektedir.

İçinden düşük sıcaklıkta akışkan geçen boru hatlarının (Örneğin fan coiller - klima kanalları) dış yüzey sıcaklığı, genelde ortam sıcaklığının çok altında olmaktadır. Boru hattının bulunduğu ortamın sıcaklığına ve bağıl nemine göre bulunan öyle kritik bir sıcaklık vardır ki bu sıcaklığa "Terleme Sıcaklığı" denir. Boru hattının dış yüzey sıcaklığı terleme sıcaklığının altına düştüğü zaman boruda yoğuşma ortaya çıkacaktır.

- Isı yalıtımı hiç yapılmaz ise boru hattının yüzeyinde yoğuşma olacaktır.
- Yatılımın yetersiz olması durumunda (yoğuşmayı önleyecek kalınlıktan daha az ise) yalıtım malzemesinin dış yüzeyinde, yoğuşma ortaya çıkacaktır.

Soğuk hatta kullanılan ısı yalıtım malzemesinin buhar difüzyon direnç faktörü (μ) değerinin büyük önemi bulunmaktadır. Buhar difüzyon direnç faktörü düşük olan yalıtım malzemesi kullanılması durumunda yalıtım malzemesinin yüzeyinde yoğuşma görülmemesine rağmen, yalıtım malzemesinin içine su buharı girmekte ve malzemenin içinde yoğuşarak su haline gelmektedir. Bazı durumlarda ise donarak buz haline gelebilmektedir.

Isı yalıtım malzemesinin içine su girmesi ısı yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısını artırarak yalıtım özelliğini düşürmektedir. Ayrıca, ısı yalıtım malzemesinin içindeki su korozyona neden olmaktadır.

Bu sorunları ortadan kaldırmak için özellikle soğuk hatta kapalı gözenekli malzemeler (buhar difüzyon direnç faktörü yüksek) kullanılması önerilmektedir. Soğuk hatta açık gözenekli malzemelerin kullanılması durumunda (buhar difüzyon direnç faktörü düşük) iyi bir buhar kesici konulması gerekmektedir. Ancak, bu işlem işçilik açısından sorunlar ortaya çıkarmaktadır.

Sonuç olarak; soğuk hatta kapalı gözenekli malzemelerin kullanılması önerilmektedir.

c. Yangın Dayanımı

Tesisat hatlarında, yangın dayanımı değerleri normlara uygun olan yalıtım malzemeleri seçilmelidir.

d. Korozyon Riskinin Az Oluşu

Korozyon, yalıtım malzemesinin bünyesine giren su veya su buharının çeşitli agresif klorlarla tepkimeye girmesiyle oluşur. Bu sebeple korozyon dayanımı için, yalıtım malzemesinin;

- Olabildiğince nötr olup, suda çözünür klorları bünyede bulundurmaması
- Hacimce su emme oranı fazla olmamalı ve buhar difüzyon direnç katsayısının (μ) olabildiğince yüksek olması gerekmektedir.

e. Uygulama Kolaylığı

Yalıtım malzemesi ısı köprülerini oluşturmayacak şekilde, tam sızdırmaz olarak ve kolay uygulanmalıdır.

f. Ekonomiklik

Yalıtım malzemesinin uygulanmış halinin maliyetinin az olması gerekmektedir. Tesisat ve endüstriyel uygulamalarda genel olarak, polietilen, kauçuk, cam yünü, poliüretan, cam köpüğü ve kalsiyum silikat kullanılır. Akışkan sıcaklığına göre tanımlanmış olan hatlara göre kullanılan yalıtım malzemeleri ise aşağıdaki gibidir:

- Soğutma ve fan coil hatlarında, buhar difüzyonuna yüksek direnç gösterebilmesi içine elastometrik kauçuk köpüğü kullanılır.
- Sıcak hatta, yüksek sıcaklık dayanımı nedeniyle cam yünü ve kaya yünü seçime bağlı olmaksızın kullanılmak zorundadır.
- Ilık hatta ise tüm yalıtım malzemeleri kullanılabilir. Olmasına karşın genellikle polietilen, cam yünü ve kauçuk köpüğü kullanılmaktadır.

19.4.2. VANA VE ARMATÜRLERDE YALITIM

Isıtma ve soğutma tesisatında vana, çek valf, pislik tutucu ve flanşlar toplam tesisat içinde dikkate değer bir oranda ısı kaybı yüzeyi oluşturmaktadırlar. Söz konusu tesisat elemanları ileri teknolojilerin kullanıldığı binalarda çeşitli uygulamalarla yalıtılmakta fakat maalesef çoğunlukla çıplak bırakılmaktadır. Amaca uygun olarak vana ceketleri kullanılmalıdır. Vana ceketleri; sıcak su ve buhar gibi ısıtma sistemlerinde vana yüzeyinde oluşan ısı kaybını; soğutma sistemlerinde ise ısı kazancını ve yoğuşmayı önlemek amacıyla kullanılır.

19.4.3. KLİMA TESİSATINDA YALITIM

Havalandırma ve klima kanallarının yalıtımlarını şu başlıklar altında inceleyebiliriz.

a. Isı Yalıtımı

Dikdörtgen kesitli kanalların ısı yalıtımı için levha tipi folyo kaplı polietilen köpük, kauçuk köpüğü, camyünü kullanılır. Folyo kaplamalı olan malzemeler ek yerleri alüminyum-folyo bant ile yapıştırılarak 0,8 mm galvaniz tellerle yaklaşık 1 metrede bir bağlanarak sağlamaştırılmalıdır. Bina dışında olanlara alüminyum veya galvaniz saç yapmak gerekir.

b. Yoğuşmaya Karşı Yalıtım

Sıcak hacimlerden geçen soğuk hava kanallarındaki kondensasyonu önlemek için bir yüzü alüminyum folyo kaplı polietilen levha veya kauçuk köpüğü ile dıştan uygulanarak ek yerleri kendiliğinden yapışan bantlarla kapatılır.

Yüksek olmayan konut yapıları hariç, bütün yeni yapılacak klima hava dağıtım kanallarının izole edilmesi gerektiği ASHRAE 90.1 nolu standardı ile şart koşulmuştur. Yeni yüksek olmayan konutlardaki hava kanalı izolasyonları, ASHRAE Standart 90.2 tarafından tanımlanmıştır. Mevcut binaların hava kanalı izolasyonu ise, ASHRAE Standart 100 koşullarını sağlamalıdır. Bu standartlardaki izolasyon kalınlıkları, minimum değerlerdir. Ekonomiklik hesapları sonucu daha kalın izolasyon değerleri gerekebilir.

Isı yalıtımında bir diğer önemli konu da, ısı köprüleridir. Isı köprülerinden umulmayacak ölçüde büyük miktarda ısı kaybı olur. Isı köprüleri boru ve kanalların yapıya mesnetlenmesinde ortaya çıkar. Isı yalıtımı ile ilgili akışkan sıcaklığına bağlı tercih; sıcak hatlarda (100°C'den yüksek) cam veya kaya yünü malzeme, soğuk hatlarda (10°C'den düşük) polietilen köpük veya elastomerik kauçuk köpüğü malzeme, ikisi arasındaki ılık hatlarda ise her iki tür malzeme şeklinde olmalıdır.

c. Konstrüksiyon ve İzolasyon

Kanal sızdırmazlığı ve sızdırmazlık testleri; kanalların ve boruların izolasyonları mecburidir. İzolasyon iklime ve yerleşime bağlıdır. İzolasyon uygulaması, ilgili standartlara göre yapılmalıdır. Dış tesisatın izolasyonu, dış havada çalışmaya uygun olmalıdır. Alüminyum, saç, plastik, vb gibi koruyucu bir tabakayla kaplanmalıdır.

Soğutulmuş su, soğutucu akışkan borularını veya soğutulmuş hava kanallarını kaplayan ısıl izolasyon üzerine, bir nem izolasyonu uygulanmalıdır. Nem izolasyonunda bütün birleşmeler ve sızma noktaları, contalanmalı ve sızdırmaz olmalıdır.

19.4.4. MERKEZİ SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN SİRKÜLASYON BORULARINDA ISI KAZANCI VE POMPALAMA ENERJİSİ

Merkezi soğutulmuş sulu klima sistemlerinde,

örneğin fan coil sistemlerinde, büyük miktarda su sistemde sürekli dolaşmaktadır. Şartlandırılmamış hacimlerden geçen borulara çevreden ısı kazancı olur. Eğer boru yüzeylerinde yoğuşma olursa aynı zamanda dış havadan boruya nem transferi de gerçekleşir. Bu sirkülasyon borularında ısı ve nem geçişine karşı yalıtım yapılmakla birlikte, ısı geçişi tamamen önlenemez. Dolaşımın sürekli olduğu da dikkate alındığında toplamda gerçekleşen ısı kazancı ve bunu karşılamak üzere soğutma grubunda harcanan elektrik enerjisi önemli boyutlardadır.

Uygulamada ve tasarımda genellikle sıcak su ve buhar borularında yapılan yalıtıma daha fazla önem verilir. Standartlarda ve literatürde bu konuda geniş bilgi bulunabilir. Halbuki soğutulmuş su halinde, belki de sıcaklık farkının az olması nedeniyle, yalıtım üzerinde fazla durulmaz. Yalıtım kalınlığı, genellikle dış yüzeylerde yoğuşmanın önlenmesine yönelik olarak belirlenir. Halbuki soğutma enerjisi en pahalı enerji cinsidir. Buradaki kayıplar, parasal boyutuyla çok önemlidir. Bu nedenle soğutulmuş su borularında da ekonomik izolasyon kalınlığı dikkate alınmalı ve izolasyon kalınlıkları artırılmalıdır.

Üzerinde durulması gereken bir başka konu, yalıtımın cinsidir. Kullanılacak yalıtımın aynı zamanda nem geçirmemesi gerekir. Eğer ısı yalıtım tabakası içinde nem difüzyonu gerçekleşiyorsa, tabaka içinden difüzyonla boru yüzeyine ulaşan su buharı burada yoğuşur ve izolasyonu ıslatır. Bu yoğuşma olayı, yalıtım tabakasının geçirgen olması halinde sürekli olacaktır. Bu nedenle ısı yalıtımıyla birlikte, yalıtımın dışına bir nem yalıtımı uygulanmalıdır. Daha iyisi ısı yalıtımı, nem geçirmeyen plastik esaslı kapalı hücreli tipte olmalıdır.

Merkezi soğutulmuş sulu klima sistemlerindeki sirkülasyon borularındaki kazancın ve sirkülasyon pompalarında harcanan elektrik enerjisinin ve bu enerjinin tekrar sisteme yük olarak dönen bölümünün boyutlarının tartışılması amacıyla bir otel binası örneği ele alınmıştır.

Otel için işletme verileri otel işletmecilerinden alınmış ve otel binası tesisatı metrajı için yapılmış bir projeden yararlanılmıştır. Ele alınan örnek otel binası çok katlı, kompakt bir yapıdır. Otel 4 bodrum, 1 zemin, 1 galeri ve 8 normal kattan oluşmaktadır ve 43 yatak odası bulunmaktadır. Merkezi fan coil sisteminde çatıya yerleştirilmiş hava soğutmalı 155 kW kapasiteli 2 adet çiller bulunmaktadır. Burada üretilen soğutulmuş su, fan coil devresinde ve klima santralleri devrelerinde dolaştırılmaktadır. Fan coil devresinde hesap yükü 184 kW ve klima-havalandırma santralleri devresi hesap yükü 151 kW değerindedir. Çiller devresinde ve fan coil devresinde suyun dolaşımı için pompalar kullanılmaktadır.

Odalardaki fan coil cihazları önünde üç yollu kontrol vanaları bulunmakta ve kapasiteyi ayarlamaktadırlar. Su, 24 saat sürekli olarak sistemde dolaşmaktadır.

19.4.4.1. Borulardaki Isı Kazancı

Göz önüne alınan yapıdaki tesisat projesi üzerinden metraj yapılarak soğutulmuş su borularının farklı çaplardaki uzunlukları belirlenmiştir. Buna göre binadaki toplam boru uzunluğu 1.441 m değerindedir.

Göz önüne alınan sistemde borularda dolaşan soğutulmuş suyun sıcaklığı 7/13°C seçilmiştir. Buna göre boru içindeki ortalama su sıcaklığı 10°C olarak ele alınmıştır. Buna karşılık, boruların geçtiği ortam, iklimlendirilmemiş bina içi boşluklar ve şaftlar olarak düşünülmüştür. Buna göre bu ortamların koşulları sabit değerler olarak alınabilir. Boru dışındaki hava 25°C sıcaklıkta ve %60 bağıl nemde kabul edilmiştir.

19.4.4.2. Boru Isı Kazançlarının Yıllık Maliyeti

Borulardan olan ısı kazancı, sistem çalıştığı süre boyunca günde 24 saat, ayda 30 gün ve yılda 6 ay boyunca sürekli meydana gelecektir. Bu durumda hesaplanan saatlik kazanç, toplam çalışma süresiyle çarpılarak mevsimlik ısı kazancı bulunabilir.

Yetersiz yalıtım halinde,

Borulardan Mevsimlik Isı Kazancı = $24.281 \times 24 \times 30 \times 6 / 1.000 = 105.000$ kWh olarak bulunur.

Çiller COP değeri katalogda tam yükte 2,6 olarak verilmiştir. Bu durumda borulardan olan ısı kazancının çillerde neden olduğu mevsimlik elektrik enerjisi tüketimi, Elektrik tüketimi = $105.000 / 2,6 = 40.000$ kWh olarak hesaplanır.

Yeterli yalıtım yapılması halinde,

Borulardan Mevsimlik Isı Kazancı = $8.860 \times 24 \times 30 \times 6 / 1.000 = 38.000$ kWh değerine düşer.

Bu durumda borulardan olan ısı kazancının çillerde neden olduğu mevsimlik elektrik enerjisi tüketimi, $38.000 / 2,6 = 14.700$ kWh olarak hesaplanır.

19.4.5. TESİSAT YALITIMINDA GÖRÜLEN HATALAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

19.4.5.1. Kritik Boru Çapı Hesabının Yapılmaması

Tesisatta ısı yalıtımında kritik boru çapı hesabının yapılmaması kullanılan yalıtım malzemesinin istenilen performansı göstermemesine neden olabilmektedir.

19.4.5.2. Yoğuşma Problemi Dikkate Alınarak Doğru Malzeme ve Uygun Yalıtım Kalınlığı Seçilmemesi

Optimum yalıtım kalınlığının hesaplanmaması seçilen malzemenin beklenen yalıtım görevini görmemesinin yanı sıra yoğuşma problemi de ortaya çıkabilecektir. Yanlış malzeme seçimi, özellikle soğuk hatlarda kapalı hücreli ve buhar difüzyon direnç katsayısı yüksek olan malzeme seçilmemesi sorun yaratmaktadır.

19.4.5.3. Akışkan Sıcaklığına Uygun Malzeme Seçilmemesi

Isı yalıtım malzemesi seçilirken akışkan sıcaklığı ve çevre sıcaklığının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan akışkan sıcaklığına uygun malzeme seçimi yapılmalıdır. Örneğin; bir buhar tesisatına polietilen prefabrik boru kullanıldığında yalıtım malzemesinin yanarak kullanılamaz hale geldiği bir süre sonra görülür.

19.4.5.4. Boru veya Armatürlerde Donmaya Karşı Gerekli Isı Yalıtım Kalınlığının Dikkate Alınmaması ya da Hiç Yalıtım Yapılmaması

Sıcaklığın sıfırın altına düştüğü durumlarda yalıtım yapılmamış boru ve armatürlerdeki hareketsiz kalan su donma tehlikesiyle karşı karşıya kalabilir. Donmaya karşı tesisatın ve armatürlerin ısı yalıtımı yapılmasına özen gösterilmelidir.

19.4.5.5. Mesnet ve Boru Geçişlerinde Titreşim ve Isı Köprülerine Dikkat Edilmemesi

Sıcak veya soğuk akışkan taşıyan borular çoğu zaman doğrudan konsollar üzerine oturtulmaktadır. Bu durum hem ısı köprüsü oluşturarak ısı kaybına neden olmakta, hem de soğuk su taşıyan borularda yoğuşma problemi ortaya çıkarmaktadır. Bu tür sorunlarla karşılaşmamak için mesnetlerin ısı yalıtım özelliği olan sert tür malzemelerle yapılması gerekir. Bu tür malzemelerle yalıtım aynı zamanda borudaki titreşim yoluyla yayılacak ses geçişine de engel olmaktadır.

19.4.5.6. Beton ve Toprak İçerisinde Kalan Soğuk veya Sıcak Su Borularının Yalıtımına Dikkat Edilmemesi ya da Hiç Yalıtılmaması

Beton içerisinden geçen kalorifer tesisatı boruları yalıtılmadığı zaman ısı kaybının yanı sıra korozyondan dolayı hasar görüp patlama problemleri ortaya çıkarmaktadır. Bu tür sorunlarla karşılaşmamak için toprak altından geçen hatların da hesaplara uygun şekilde yalıtılması gerekmektedir.

19.4.5.7. Vana ve Armatürlerin Yalıtılmaması

Tesisatta genelde boru yalıtımı yapılsa bile vana ve armatürler için herhangi bir yalıtım yapılmamaktadır. Söz konusu vana ve armatürler kapalı alanların dışında bulunuyorsa iklim şartlarına göre ısı kayıpları daha da artmaktadır. Yalıtımsız vana ve armatürler yıl boyunca, yakıt masraflarında da kayda değer artışlara neden olmaktadır. Bunların dışında yalıtımsız vanalar bakım personelinde yanıklara neden olabilir. Ayrıca vana içinden soğuk akışkan geçmesi durumunda dış ortam sıcaklığına bağlı olarak buzlanmaya neden olabilirler. Bu tür sorunların çözümünde vana veya armatürlere prefabrik olarak sökülüp takılabilen pratik vana ceketleri kullanılabilir.

XX. BÖLÜM

SES YALITIMI

20.1. SES VE TİTREŞİM YALITIMI

20.1.1. KAZAN DAİRESİNDE SES YALITIMI

Kazan daireleri ve makine dairelerinin mahal planlamasında sese duyarlı alanlardan mümkün olduğunca uzakta olmalarına dikkat edilmelidir.

Kazan dairelerinde izin verilen ses seviyeleri *Tablo 20.1*'de verilmiştir.

Bir kazan dairesinde algılanan ses doğrudan kazan, pompa vs kaynaktan gelen ses ve duvarlardan yansarak gelen ses olarak iki kısma ayrılabilir. Buna göre kazan dairesindeki ses basıncı düzeyi ses kaynaklarının gücüne, kazan dairesi büyüklüğüne, kazan dairesi yüzey malzemesi cinsine ve kazanın yerleştirilme biçimine bağlıdır. Kazan dairelerinde sesin azalması için alınabilecek önlemler ses kaynakların izole edilmesi, duvarların yutucu malzemelerle kaplanması ve uygun yerleşim olarak özetlenebilir.

Kazan Gücü	Ses Seviyesi db(A)
<100 kW	65 - 70
100 kW < <500 kW	70 - 75
500 kW < <1.000 kW	75 - 80

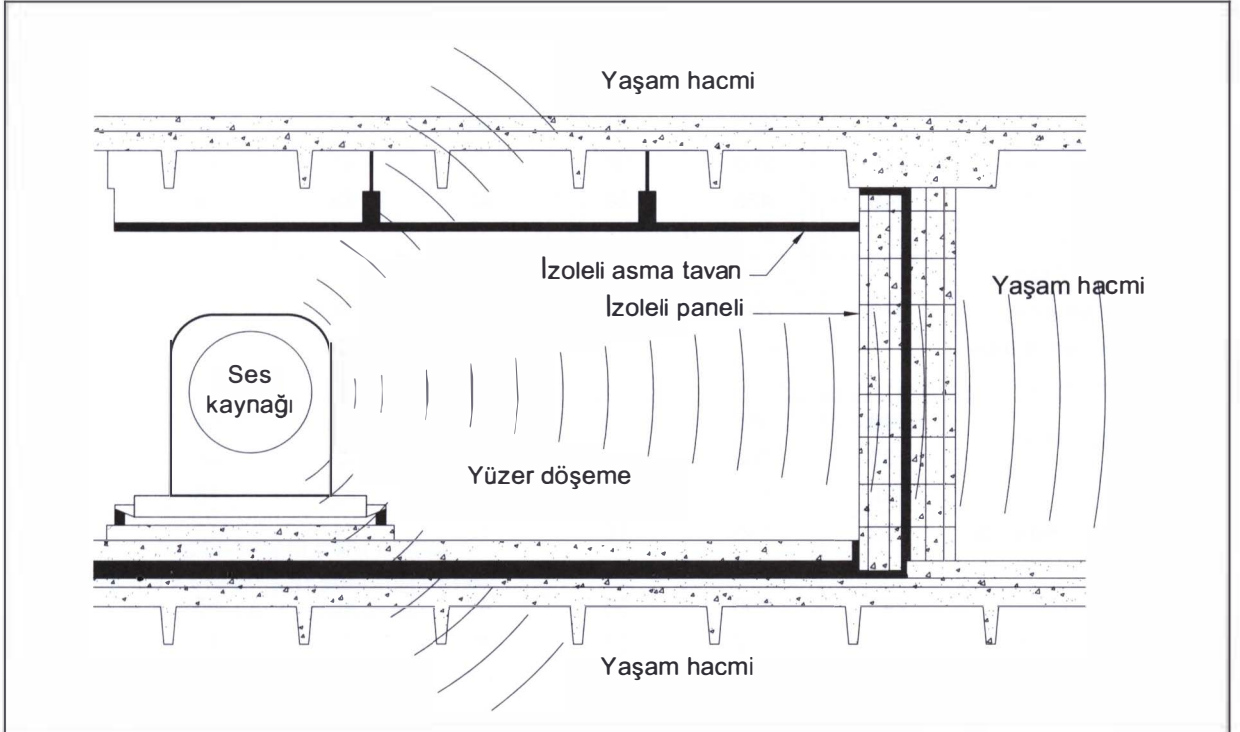
Tablo 20.1. KAZAN GÜCÜNE GÖRE KAZAN DAİRELERİNDE İZİN VERİLEN SES SEVİYELERİ

Taş yünü, cam yünü ve çeşitli köpük malzemeleri ses yutucu malzemeler olarak bilinir. Bu malzemeler içindeki hava boşlukları sesin sönümlenmesinde önemli rol oynarlar. Ses yutucu malzeme kalınlığı arttıkça yutulan ses miktarı artar. Öte yandan düşük frekanstaki seslerin dalga boyu büyük olduğundan yutulmaları için yutucu kalınlığının fazla olması gerekir. Yutucu kalınlığını artırmadan düşük frekanslı seslerin yutumunu artırmak için, malzemenin sert ve düz (yansıtıcı özelliği fazla) duvar yüzeyinden, arada hava boşluğu bırakılarak, belirli bir mesafeye monte edilmesi tavsiye edilir.

Ses yutumunun istendiği bir hacimde, yüzeylerin ses yutum özelliği kadar, yüzey miktarı da önemlidir. Prensipten ne kadar fazla sönüm isteniyorsa, aynı ölçüde yüzey oluşturmak gereklidir. Ses yutum özelliği kanallarda da istenir. Bunun için kanal iç yüzeyleri yutucu malzemeyle kaplanır.

Ancak esas önemli olan kazan dairesindeki sesin komşu yaşam mahallerine geçmesinin önlenmesidir. Bu amaçla gerektiğinde kazan dairesi duvar, tavan ve döşemesini ses yutucu elemanlarla kaplanması gerekir. Bununla ilgili çok ideal bir örnek konstrüksiyon *Şekil 20.2*'de verilmiştir. Komşu hacimlerde ses basınç düzeyi 40 dB(A) değerini genelde geçmemelidir.

Bir ortamdan diğer ortama sesin az geçmesi için, aradaki duvar malzemesinin yoğunluğunun ve kalınlığının fazla



Şekil 20.2. SES KAYNAĞI VE GEÇİŞ YOLLARI

olması gerekir. Kazan dairesi duvarları delikli tuğla yerine dolu tuğladan, kapılar çift cidarlı sacdan yapılmalıdır. Ses geçirgenliğinin daha fazla azaltılması için çok katmanlı duvarlar kullanılması daha büyük avantaj sağlar. Farklı özelliğe sahip katmanlar bütün frekans aralığında geçirimi azaltır. Özellikle iç yüzeyin ses yutucu malzeme ile kaplanması ses iletim kaybını artırır. *Tablo 20.3*'te farklı konrüksiyonların ses iletim kayıpları verilmiştir.

20.1.2. ISITMA TESİSATINDA SES VE TİTREŞİM

Isıtma tesisatında kullanıcı açısından ses, en azından iyi ısınma kadar önemlidir. Hele ısı merkezine komşu hacimlerde ve iyi yapılmamış bir tesisatta ses, iyi ısınmamaktan daha rahatsız edici olabilir. Isıtma tesisatında ses problemi esas olarak kazan-brülör-baca sistemi kaynaklıdır. Diğer önemli bir kaynaksız ısınma sıcak suyu devresidir. Bu devredeki dolaşım pompası, genişmeler nedeniyle boru ile yapı arasındaki hareket ve borularda suyun akışı diğer ses ve titreşim kaynaklarıdır. Ana ses kaynağı kazan olarak görülse de ortada bir sistem vardır ve bu sistemin elemanları tek tek farklı üreticilerin ürünüdür. Brülör, kazan, baca ve baca bağlantıları üreticileri

veya yapımcıları farklıdır. Elemanların birbirine bağlantısında çok sayıda kombinasyon çıkmaktadır. Sonuçta problemin çözümü, yapıyı ve tek tek elemanların birbiriyle uyuşumunu birlikte ele almaktır.

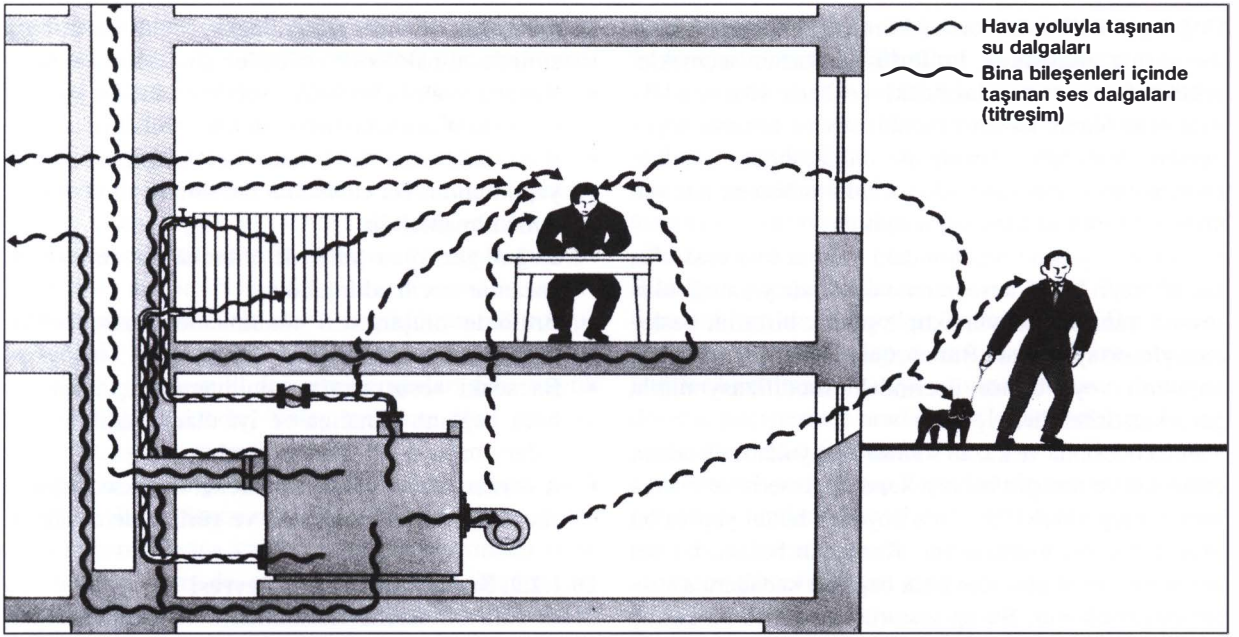
20.1.2.1. Kazan-Brülör-Baca Sistemi

Bir sıcak su kazanında ana ses kaynakları; Brülör, Yanma odasındaki yanma, Yanma sonrası gaz akışının yarattığı ses ve titreşimlerin, baca bağlantısı-baca sistemiyle ve yapıyla akuple olması olarak sayılabilir. Kazan sistemi tipik ses-titreşim geçiş yolları *Şekil 20.4*'te görülmektedir.

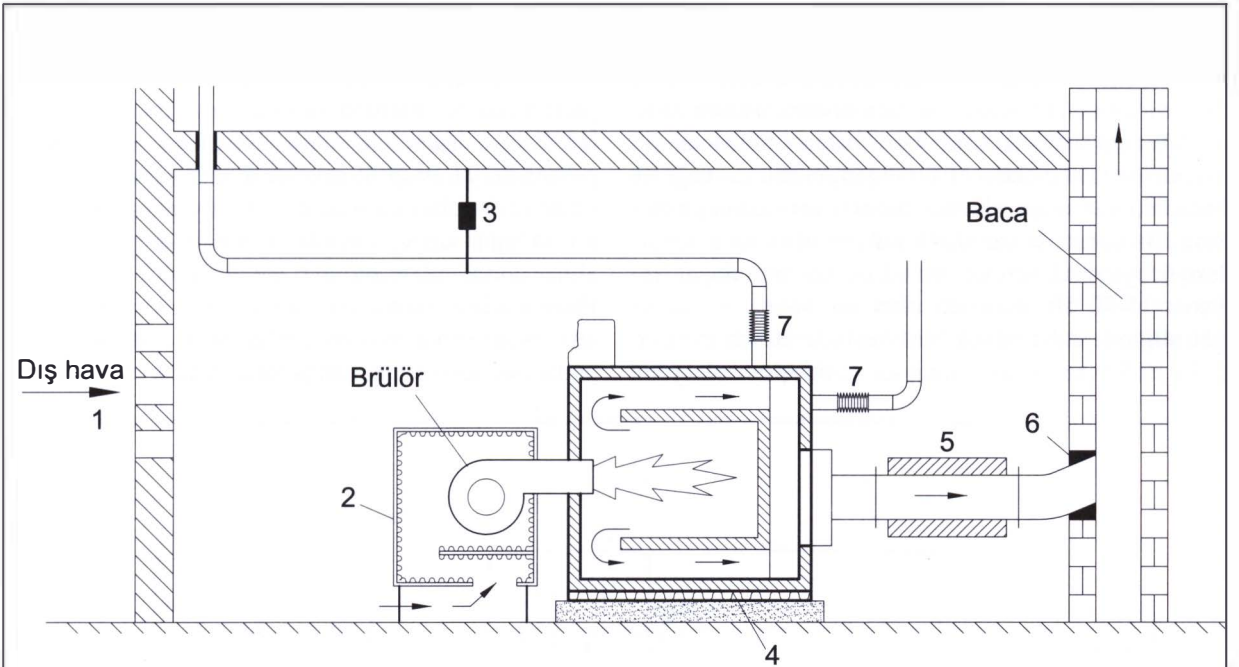
Üfleli tip brülörlerde motor devir sayısı, fan kanat sayısı ve pompanın dişli sayısı sesin karakterini belirler. Brülör mümkün olduğu kadar düşük devir sayılı olmalı, mümkünse hücre içine alınmalı, bu hücreler hava girişindeki labirent dışında hava sızdırmaz olmalı, içi yutucu madde kaplı olmalıdır. İyi bir brülör hücresinde kazan dairesine geçen ses düzeyinde 7-15 dB(A) düşüm elde edilebilir. *Şekil 20.5*'te 2 numara ile gösterilen brülör susturucusu, brülörü tamamen kapayan bir kabin oluşturur. Hava girişi için labirent biçiminde bir ağız bırakılmıştır.

Duvar Cinsi	Duvar		Ses Yutum Değerleri (dB)				
	Kalınlığı	Ağırlığı	Frekans				
	mm	kg/m ²	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz
Masif beton duvarlar Gözeneksiz ve sıvasız beton	190	430	39	43	50	55	62
	150	350	38	42	47	54	61
	120	300	34	38	43	53	60
	70	170	32	33	37	44	51
	40	95	30	32	37	39	43
Kireçli kum taşı duvar Her iki tarafı sıvalı Her iki tarafı sıvalı Her iki tarafı alçı kartonpiyer	240	480	41	45	51	57	62
	120	260	38	39	41	49	57
	240	455	38	40	43	46	48
Her biri 17 cm çift kat beton+ arada 3 cm cam yünü+ sıvalı duvar	370	660	46	56	64	70	72
Dolu tuğla duvar Her iki tarafı sıvalı	240	480	40	46	51	54	59
	120	260	34	40	43	48	54
	70	170	31	37	42	46	49
Bimsli beton - dolu taş duvar sıvasız	120	145	10	10	11	13	20
Delikli tuğla duvar Her iki tarafı sıvalı	240	390	36	42	48	55	56
	120	210	34	40	42	46	51
Bims - boşluklu taş ve iki tarafı sıvalı	250	290	40	42	47	51	56
	170	245	33	35	40	47	52

Tablo 20.3. BAZI YAPI ELEMANI DUVARLARIN SES YUTUM DEĞERLERİ



Şekil 20.4. KAZAN SİSTEMİ TİPİK SES-TİTREŞİM GEÇİŞ YOLLARI



Not: Klasik uygulamada yapılan titreşim önleyiciler, Baca ve brülör susturucuları ancak özel istek üzerine monte edilir. Standart uygulama yapılmaz.

- 1- Dışa karşı ses damperi
- 2- Brülör susturucusu (10-15 dBA sönüm)
- 3- Titreşim absorberli boru askısı
- 4- Baca ve kazan için yalıtımlı temel
- 5- Baca bağlantısı susturucusu
- 6- Baca ses izolasyonu
- 7- Kompansatör (Boru bağlantısı için)

Şekil 20.5. KAZANLAR İÇİN ALINABİLECEK SES İZOLASYONU ÖNLEMLERİ

Doğal gaz kullanılan kazan dairelerinde üfleli brülör yerine atmosferik brülörlü tip kazan seçmekle, brülördeki, yanma odasındaki ve baca sistemindeki yani esas olarak kazan kaynaklı ses ve titreşim sorunundan tamamen kurtulmak mümkündür. Pratikte karşılaşılan kazan kaynaklı sorunların hemen tamamı üfleli brülörlü kazanlarla ilgilidir.

Kazanlarda yanma odalarındaki yanma sesi esas olarak üfleli brülörlerin yanma odasında yarattığı akış sesinin yanma odasıyla akuple olarak birbirini beslemesiyle ortaya çıkar. Bunun önlenmesi yanma odası boyutları veya brülör üzerindeki modifikasyonlarla gerçekleştirilebilir.

Yanma odasında ve kazan sonrası akış yollarında ortaya çıkan ses ve titreşim bacada kendini gösterir ve binaya baca vasıtasıyla iletilir. Baca boyunca bütün yapıya bu sesin iletilmesi mümkündür. Kazandan bacaya bu ses iletiminin önlenmesi için baca bağlantı kanallarına susturucu konulabilir. Bu tip susturucular 10-50 Pa basınç düşümüne neden olur. Buna karşılık susturucularda 10-15 dB(A) ses düzeyi düşümü hedeflenir. Ancak bu susturucularda düşük frekanslı seslerin sönümlenmesi zordur. Şekil 20.6'da baca susturucusu (dikdörtgen kesitli) ölçüleri verilmiştir. Kazan boyutlarına göre H, B ve D_A belirlenmelidir. Kazan ile baca susturucu arasında en az 400 mm uzunlukta düz boru parçası bulunmalıdır. Bacalarda rastlanabilecek bir diğer gürültü kaynağı ise bacadaki gaz akış seslerinin bacayla rezonansa girmesidir. Bu durumda gaz akış karakteri veya baca boyutlarıyla oynamak gerekir. Bu durum bacanın doğal frekansı 15-40 Hz arasında olan bir sistem meydana getirdiğinde daha büyük bir olasılıkla meydana gelir. Şekil 20.5'te kazan sisteminin ses ve titreşim izolasyonu

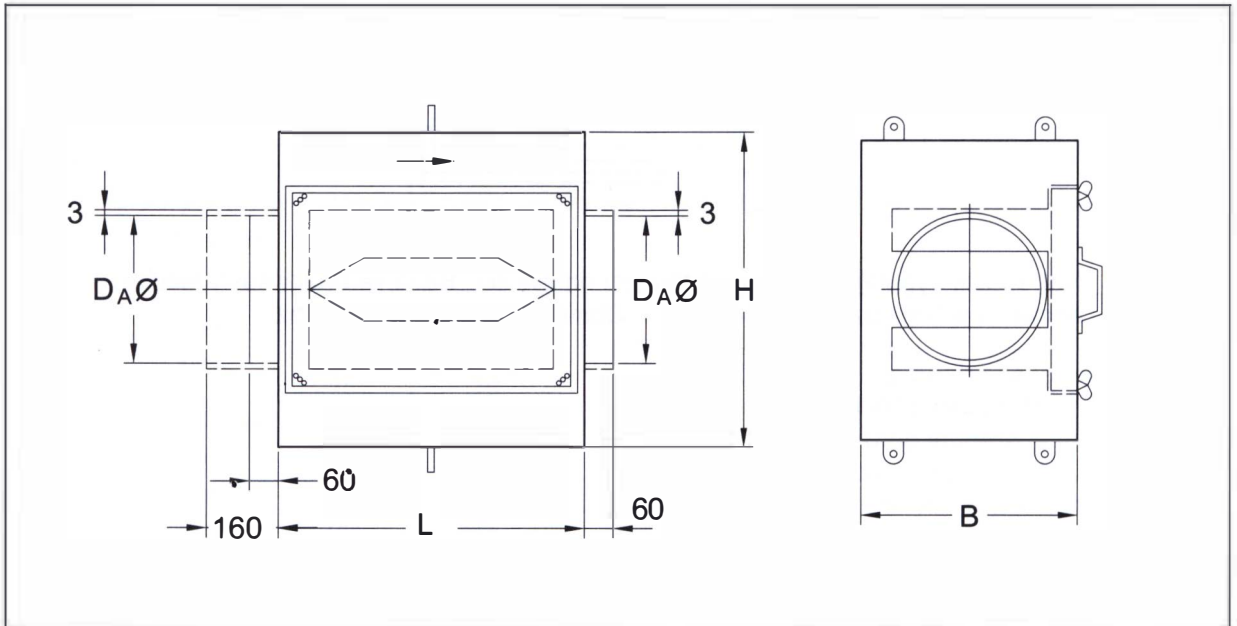
ile ilgili çeşitli önlemler gösterilmiştir. Brülör-kazan-baca sisteminde alınabilecek önlemler şöyle sıralanabilir:

- Kazana uyumlu bir brülör seçilmelidir. Bu konuda kazan üreticilerinin tavsiyelerine uyulabilir.
- Baca bağlantısı ve kanalı baca tekniğine uygun yapılmalıdır. Bu elemanlar dar olmamalı ve dirsek kullanılmamalıdır.
- Doğal gaz olan yerlerde mümkünse atmosferik kazanlar tercih edilmelidir.
- Brülörde oluşan sesi sönümlemek üzere brülör hücresi kullanılabilir.
- Bacadaki sesin etrafa yayılmaması için iyi bir baca bağlantı kanalına ve iyi dizayn edilmiş çift cidarlı bacaya gereksinim vardır.
- Kalorifer kazanı gaz tarafı direnci düşükse, çalışma sırasındaki titreşim, sarsıntı ve gürültü de düşüktür.

20.1.2.2. Sıcak Sulu Isıtma Devresi

Sıcak sulu bir ısıtma tesisatında boru çapları uygun seçilmişse, su akış sesi rahatsız edici değildir. Kazan dairesinde oluşan ses ve titreşim iki ana yolla komşu hacimlere ulaşır ve rahatsız eder. Bunlardan birincisi hava yolu ile, kazan dairesindeki dolaşım pompaları ve brülörlerden kaynaklanan ses kazan dairesini çevreleyen duvarlardan, döşeme veya tavandan geçerek komşu hacimlere ulaşır. İkinci yol ise özellikle pompanın yarattığı titreşimlerin bina yapısı ve tesisat sıcak su boruları vasıtasıyla ile bütün yapıya dağılmasıdır. O halde ses ve titreşimi ayırmalı ve her ikisi için alınacak önlemleri ayrı ayrı ele almalıdır.

Pompalarda ise motor devir sayısı, motor ve rulman kalitesi ses açısından en önemli etkenlerdir. Kaliteli pompalardaki ses seviyesi normal pompalara göre çok düşüktür.



Şekil 20.6. DİKDÖRTGEN BACA SUSTURUCULARI

Isıtma tesisatında sesten daha önemlisi, titreşimlerin izole edilmesidir. Tesisattaki en önemli titreşim kaynağı dolaşım pompalarıdır. Eğer ısıtma tesisatında boruya monte edilen cinsten pompalar kullanılıyorsa, doğru montaj yapıldığında bu pompaların yarattığı ve boru tesisatına geçen ses ve titreşim genellikle önemsizdir. Esas problem büyük tesislerde kullanılan ve bir kaideye monte edilen santrifüj dolaşım pompalarındadır. Pompa ile motor arasındaki kavrama ve milin yataklanmasında olabilecek eksen kaçıklıkları ve pompa çarkındaki balanssızlıklar ana titreşim kaynaklarıdır. Bu açıdan düşey millil dolaşım pompaları daha büyük avantaj sağlamaktadır. Yatay millilere göre daha az ses ve titreşim yaratmaktadır.

Pompanın yarattığı titreşimlerin yapıya geçmemesi için yapıyla bağlantısında izole edilmesi gerekir. Bu amaçla hem pompa kaidesi yapı döşemesinden izole edilmelidir, hem de pompa ile boru bağlantısı ve boruların yapıya bağlantı noktaları izole edilmelidir. Bu konuda örnek Şekil 20.7'de görülebilir.

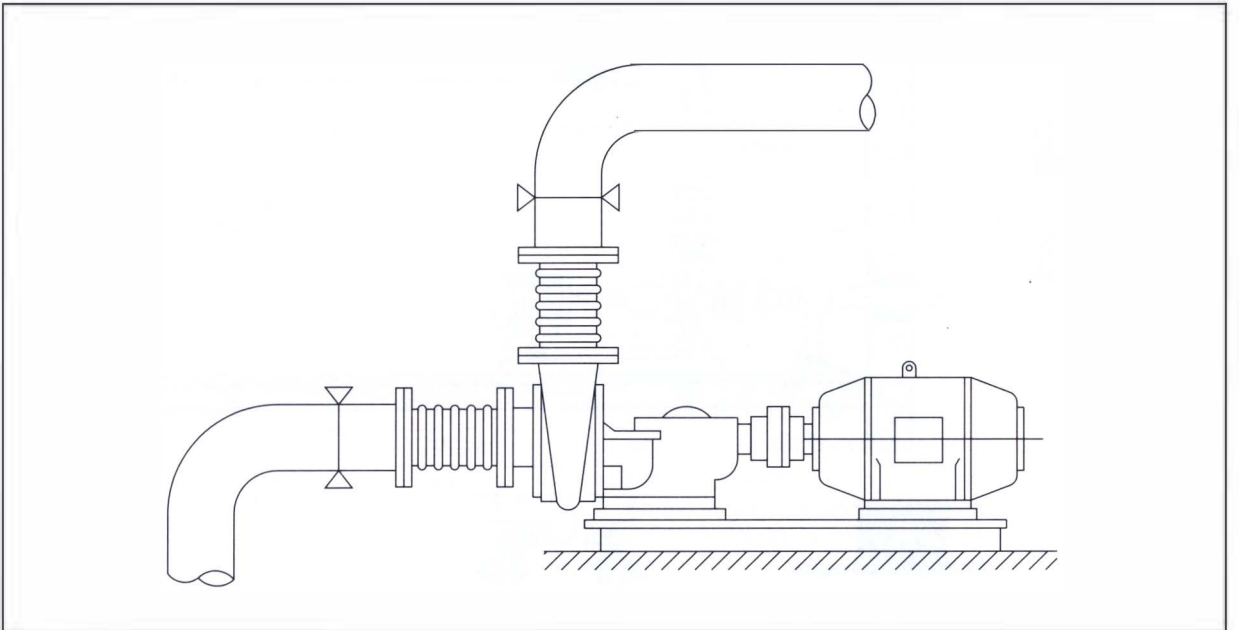
Pompaların döşemeden izolesinde beton yüzer kaide kullanılması tercih edilmelidir. Profil ve beton kullanarak dökülecek kaide, tercihen yay izolatörler üzerine monte edilmelidir veya özel yastık malzemesi kullanılmalıdır. Pompa ise bu kaideye bağlanır. Kaide boyutlandırması ve izolatör seçimi için örneğin ASHRAE Handbook HVAC Application Volume kullanılabilir. Minimum kaide kalınlığının 22 kW güce kadar 15 cm, 55 kW güce kadar 20 cm, 75 kW ve daha üzerinde ise 30 cm yapılması önerilir. Herhangi bir hesap yapılmaksızın beton kaidenin altına belirli kalınlıkta mantar konulması sureti ile yapılan izolasyon etkisiz olabilir ve çoğu zaman yetersizdir.

Pompaların borulara bağlanmasında kompensatör veya esnek boru bağlantıları kullanılmalıdır (Şekil 20.7). Kompensatör seçiminde ve montajında pompa çıkışındaki basınca ve uygun yataklamaya dikkat edilmelidir. Küçük güçlü pompalarda lastik hortum bağlantıları da kullanılabilir. Şekil 20.8'de pompa ve boru tesisatının titreşim yalıtım uygulamasının bir örneği görülmektedir.

Boruların yapıya bağlantısında ise çeşitli tipte izoleli boru askıları ve manşetleri kullanılabilir. Daha basit çözüm ise boru ile kelepçe arasında lastik, vb gibi izolatörler konulmasıdır. Ayrıca yine boruların duvar ve döşeme geçişlerinde aradaki boşluğun esnek malzeme ile doldurulması faydalıdır.

Tesisatta ses ve titreşim köprülerinin oluşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Ses köprüsünün olmaması için kazan, pompa, soğutma grubu, hidrofor, aspiratör gibi cihazların giriş ve çıkışlarında ve kaide detaylarında ses yalıtımı yapılması önerilmektedir. Tank, kazan gibi üniteler için tutucu olarak kullanılan malzemelerin doğrudan kaplama sac ile vidalanması ısı köprülerine neden olmaktadır. Bu tür durumlarda mesafe tutucu ile sac arasında yüksek sıcaklığa dayanacak ve ısı yalıtım özelliği olan contalardan yararlanılması önerilmektedir.

Pis su borularının ve içeriden geçen yağmur iniş borularının gürültü ve kondenzasyon açısından yalıtımına dikkat edilmelidir. Bu tür sorunlarla karşılaşmamak için borular, bünyesine su almayan ve ses yutma katsayısı yüksek olan malzemelerle sarılarak veya bandajlanarak kullanılabilir. Son yıllarda tüm bu özellikleri taşıyan yekpare borular da bulunabilmektedir.



Şekil 20.7. SANTRİFÜJ POMPAYA TİTREŞİM ABSORBERİ MONTAJI

20.1.3. BİNA İÇ HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE GÜRÜLTÜ KONTROLÜ

İklimlendirme tesislerinin binadaki akustik çevre üzerine önemli bir etkisi vardır. Klima sayesinde binada tamamen kapalı ve sızdırmaz pencereler kullanmak mümkündür. Böylece dış gürültünün içeri girmesi önlenmiş olur. Hatta bazı binalarda klima-havalandırma sistemi yapılmasının esas nedeni tamamen kapalı camlar veya tamamen sızdırmaz giydirilmiş cephe yapmak gereksinimidir. HVAC sistemi sayesinde dıştan gelen gürültü azaltılırken veya önlenirken HVAC sisteminin kendisi bir gürültü kaynağı olarak iyi kontrol edilmelidir. Yani HVAC sistemi akustik ve titreşim tasarımı iyi yapılmalıdır. Genel olarak havalandırma tesisatında ses ve titreşim problemleri önemli bir tasarım parametresidir. İyi bir mühendislik tasarımı ve akıllıca yapılacak cihaz seçimleriyle binadaki HVAC sistemi kaynaklı gürültü ve titreşim kontrol edilebilir, müsadelenen düzeylere indirilebilir. Klima ve havalandırma sistemi dolayısıyla yaşam mahallerinde izin verilen ses basınç düzeyleri örnek olarak *Tablo 20.9*'da verilmiştir. Bu kapsam içinde mimari ile birlikte ele alınması gerekli çok çeşitli konular bulunmaktadır. Ses kontrolü daha binanın ilk planlamasında dikkate alınmalıdır.

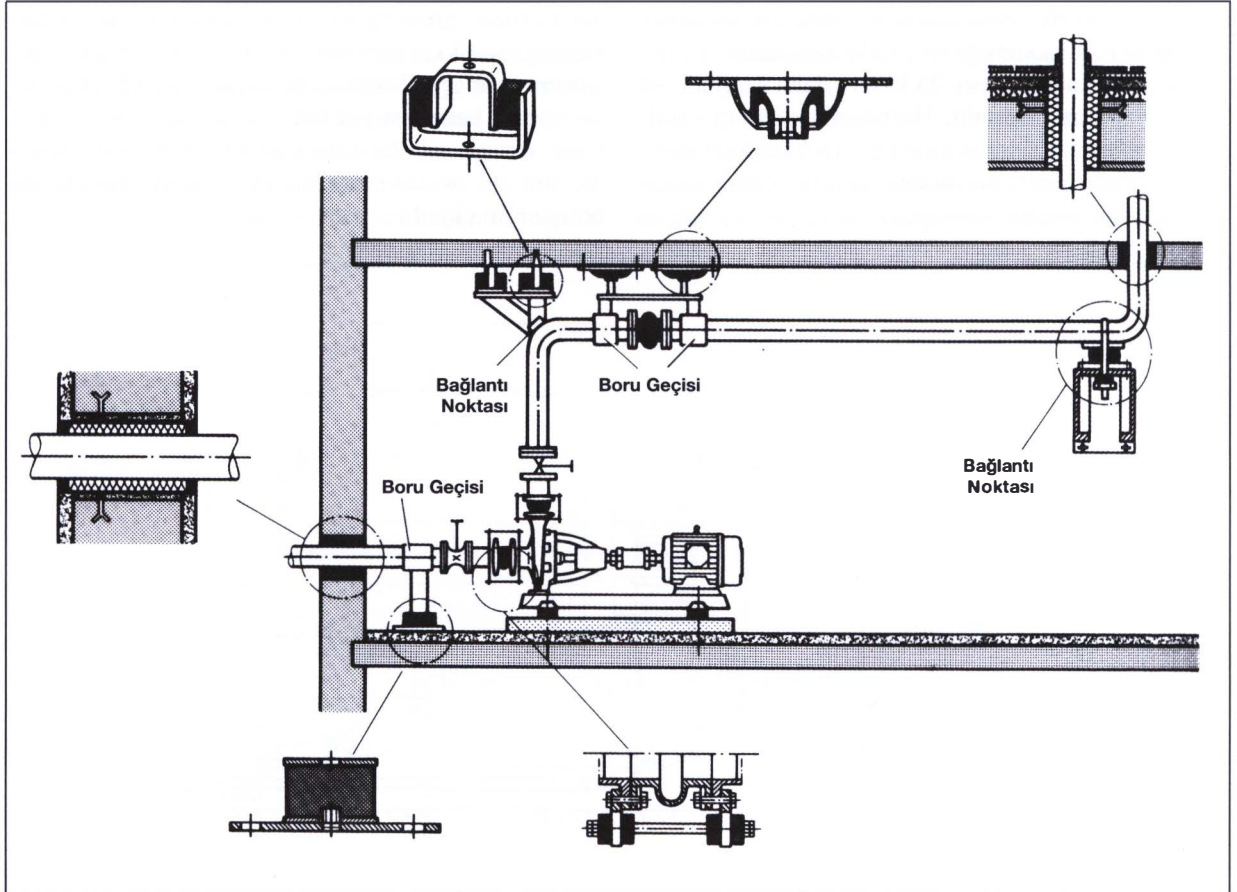
Konferans salonu gibi sese duyarlı alanlar, mutfak, tesisat odası gibi ses kaynaklarından yeterince uzakta tasarlanırsa ses ve titreşim kontrolü maliyeti baştan aşağı çekilir. Bu hacimlerin yerleşimi mimar tarafından dikkate alınmalıdır.

Bina içi ses ve titreşim kontrolünde farklı tipik problemler tanımlanabilir. Bunlar,

- Oda içindeki fan coil, vb cihazlardan yayılan gürültünün kontrolü,
- Tesisat dairesindeki klima ve havalandırma cihazlarından kanallar vasıtasıyla taşınan gürültünün kontrolü,
- Odadan geçen ve üzerinde bir açıklık olmayan kanallardan odaya yansıyan gürültü
- Odalar arasında geçen gürültü
- Titreşim yalıtımı olarak sayılabilir.

20.1.3.1. Oda Terminal Ünitelerinin Seçimi

Bağımsız bir fan coil ünitesinden, bir split klima iç ünitesinden doğan ses doğrudan iklimlendirilen odaya yayıldığı için sönümlendirilmeleri imkanı kısıtlıdır. Bu nedenle böyle cihazlar yeterince düşük gürültü düzeyinde seçilmelidir. İkinci imkan ise oda hacminin büyük olması ve yüzeylerinin yutucu olmasıdır. Ses kaynağının odada yerleştirildiği yer de önemlidir. Köşeye yerleştirilen cihaz en etkilidir.



Şekil 20.8. POMPA VE BORU TESİSATININ TİTREŞİM YALITIM UYGULAMA ÖRNEĞİ

20.1.3.2. Kanal Sistemi Tasarımı

Bina içi gürültü kontrolünde kanal tasarımı en önemli konulardan biridir. Kanal tasarımıyla doğrudan ilgili üç ana problem bulunmaktadır. En önemli problem klima veya havalandırma santralindeki gürültünün kanallar yolu ile yaşanan mahallere taşınmasıdır. İkinci problem, yaşanan bir mahalden geçen ve üzerinde menfez bulunmayan bir kanaldan bu mahalle yayılan sestir. Son hal ise iki mahal arasında kanallar tarafından taşınan sestir. Ses açısından kanal dizayn ve konstrüksiyonunda dikkat edilmesi gerekli genel kurallar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- VAV sistemlerinde fan kontrollü karıştırma kutuları (kontrol kutuları) sese duyarlı odaların üstüne yerleştirilmemelidir.
- Aynı şekilde çatı üstü santralleri (roof top units) sese duyarlı hacimlerin üstünde olmamalı ve ilk menfezden önce en az 7-8 m kanal bulunmalıdır (Ayrıca titreşim izolasyonu çok iyi yapılmalıdır.).
- Sese çok duyarlı hacimlere yaklaşırken kanal kesitleri artırılarak hız düşürülebilir. Böylece potansiyel ses kaynaklarının gücü azalır.
- Menfezler, anemostatlar gibi çıkışlar, dirseklerden ve kol ayrılmalardan olabildiğince uzak yerleştirilmelidirler.
- Klima kanallarının akustik yalıtımında yağdan, kirden, tozdan etkilenmeyen ve parçalanarak partiküller halinde menfez veya anemostatlardan gelmeyen çağdaş ürünler kullanılmalıdır.

Oda veya Mekan Cinsi	Müsade Edilen Ses Basınç Düzeyi db (A)
Bürolar	35
Açık Büyük Büro Hacimleri	45 - 50
Opera ve Konser Salonları	25 - 30
Sinemalar	30 - 35
Konferans Odaları	35 - 40
Yatak Odaları	30
Otel Odaları	30 - 35
Dershane Sınıfları	35 - 45
Hastane Odaları	30
Ameliyathaneler	40
Laboratuvarlar	52
Alışveriş Merkezleri	45 - 60
Müzeler	35 - 40
Lokantalar	40 - 55
Spor Salonları	45 - 50

Tablo 20.9. DIN 1946'YA GÖRE ÇEŞİTLİ MEKANLARDA ISITMA, KLİMA VE HAVALANDIRMA SİSTEMİ KAYNAKLI MÜSADE EDİLEN SES BASINÇ DÜZEYLERİ

20.1.3.3. Oda Etkisi

Bir odaya açılan menfezden yayılan ses enerjisi odada bulunan kişiye aynen ulaşmaz. Oda içinde ses enerjisinde bir yutulma meydana gelir. Bu yutulma oda hacmine, yüzeylerdeki kaplamanın cinsine, eşyanın durumuna, menfezle kişi arasındaki mesafeye bağlıdır.

20.1.3.4. Susturucular veya Paket Tipi

Sönümleyiciler

Paket tipi sönümleyiciler, klima ve havalandırma santralinde üretilen ve kanallarla taşınan gürültüde geniş bir frekans aralığında yüksek bir sönüm gerektiğinde ve sönüm için kullanılabilecek kanal uzunluklarının kısıtlı olduğu hallerde özellikle elverişlidirler. Bu tür sönümleyiciler dikdörtgen veya yuvarlak formda olabilirler.

20.1.3.5. Kanallardan Odaya Ses Yayımı

Bir kanalın içindeki sesin cidarlarından etrafındaki hacme geçişine kanal ses yayımı denilebilir. Genellikle bu olay düşük frekanslarda etkilidir. Kanaldan yayılan sesin iki ana kaynağı vardır. Birincisi kanalda taşınan sesin (genellikle fan sesidir) dışarı yayılması, ikincisi ise kanal içindeki türbülanslı akışın kanal cidarlarını titreştirmesidir. Özellikle santral yakınlarında her iki kaynak da etkili olmaktadır. Kanaldan ses yayımının azaltılabilmesi için kanal yüzeyleri mümkün olduğu kadar az olmalıdır ve kanalın ses geçiş kaybı fazla olmalıdır. Kanalın ses geçiş kaybı kanal saçının kalın ve yoğun olması, dıştan izole edilmesi ile artırılabilir. Dış izolasyonun dışında kaplama malzemesi olmalıdır. İzolasyon tabakasının dışı geçirgen olmayan daha rijit, örneğin metal sac tabaka, alçı tabaka, kurşun levha veya kalın vinil gibi bir tabaka ile kaplanır. Metal sac rijit kaplamaların kanal cidarındaki titreşimlerle rezonansa gelme tehlikesi vardır. Ayrıca kanalın asma tavan içi gibi bir bölme içinde olması yararlıdır.

20.1.3.6. VAV Kutularından Çevreye Yayılan Ses

VAV kutularında iki türlü ses problemi vardır. Birincisi kutuda doğan sesin kanal ve menfez yolu ile odaya ulaşmasıdır. Bu kutuların kataloglarında bu yolla üretilen ses değerleri verilir. Çoğu zaman bu problem önemsizdir. İkinci problem ise, oda içinde asma tavan üstüne yerleştirilen VAV kutuları için geçerlidir. Bu kutuların kendisinden yayılan ses asma tavanı geçerek odaya ulaşır.

Kutudan yayılan ses sadece asma tavan malzemesinin direncine bağlı olarak biraz sönümlenir ve doğrudan odaya yayılır. Hiçbir önlem alınmamış asma tavan için başka veri yoksa, sönümü bütün frekanslarda 4 dB(A) almak mümkündür. Eğer kutudan yayılan ses odada istenen ses kriterini aşıyorsa, bu durumda dıştan izoleli

kutu kullanmak gerekir. Çoğu zaman ses izoleli kutularda alternatif olarak firma tarafından sunulmakta ve bunlara ait deneysel veriler kataloglarda bulunmaktadır. Eğer odadaki tek ses kaynağı VAV kutusundan yayılan ses ise cihaz ses düzeyi değerlerinden tavanadaki sönüm ve odanın sönümü çıkarılarak kritik dinleyiciye ulaşan ses düzeyi bulunur. Bunun belirlenen ses kriterinden az olması gerekir. Eğer odada başka ses kaynakları da varsa bu durumda kutudan gelen ses ile diğer seslerin toplanması gerekecektir.

20.1.4. BİNA DIŞI HVAC CİHAZLARINDAN YAYILAN GÜRÜLTÜNÜN KONTROLÜ

HVAC kaynaklı gürültünün kontrolü açısından önemli başlıklardan biri de bina dışındaki cihazlardan yayılan gürültünün bina içinde yaşam mahallerinde rahatsızlık yaratmamasıdır. Su soğutma kuleleri, hava soğutmalı çiller grupları gibi dış cihazlar önem alınmadığı durumlarda gürültüleriyle çevreye ciddi rahatsızlık verirler. Bu tür cihazları sese duyarlı hacimlerden uzağa yerleştirmek en iyi önlemdir. Aynı şekilde çatıya yerleştirilen cihazlar ve bina içi tesisatın duvardan dışa açılan giriş veya çıkış açıklıkları komşu hacimlerde yaşayanları rahatsız etmemelidir. Göz önüne alınan bir kaynağın rahatsız edici olması, kaynağın çalışırken ve çalışmazken dinlenen noktada ses seviyesinde ortaya çıkan fark ile tanımlanır. Ses kaynağının dinleyiciye etkisinde çok sayıda faktör rol oynamaktadır. Ses kaynağını, sese duyarlı

bir binanın veya hacmin 30 m'den daha yakına yerleştirmek gerektiğinde aşağıdaki önlemler alınabilir:

- En sessiz cihazları seçilmelidir.
- Cihazları ses yansıtıcı duvar veya benzeri yansıtıcı elemanlardan en az 6 m uzağa yerleştirilmelidir.
- Cihazın daha sessiz olan yanı sese duyarlı binaya dönük olacak şekilde yerleşim yapılmalıdır.
- Cihazla sese duyarlı hacim arasına ses engelleyici bariyer inşa edilmelidir (Şekil 20.10).
- Cihaz hava giriş ve çıkışlarına cihaz performansını etkilemeyecek şekilde susturucu yerleştirilmelidir.
- Binanın cihaza bakan cepesinde açılabilen pencere gibi açıklık ve deliklerin olmamasına gayret gösterilmelidir.
- Cihaza bakan bina yüzeylerinde çift camlı pencere ve kalın duvar elemanları kullanılmalıdır. Çatı üstüne yerleştirilen cihazlarla ilgili olarak da aşağıdaki öneriler verilebilir:
- Cihazları sese duyarlı hacimlerin üstüne yerleştirmemelidir.
- Sesin yandaki bir duvardan yansıma yaparak bina açıklıklarından girmemesine dikkat edilmelidir.
- Bu cihazların yerleşiminde titreşim yalıtımının uzmanlarca dikkatli biçimde yapılması sağlanmalıdır.
- Cihaz yerleştirilen bölgede çatı yapısının esnek olmasına dikkat edilmeli, aksi halde önlem alınmalıdır.
- Cihazlara bağlanan boru ve kanalların esnek bağlantı elemanlarıyla (titreşim izolatörleriyle) bağlanmalarına dikkat edilmelidir.



Şekil 20.10. DIŞ ÜNİTEYLE YAŞAM MAHALLERİ ARASI SES YUTUCU BARIYER UYGULAMA ÖRNEĞİ

XXI. BÖLÜM

BUHAR TESİSATI

21.1. BUHAR KULLANIMI

Buhar çeşitli amaçlarla çok yaygın olarak kullanılan bir akışkandır. Buharın ana kullanım alanları;

- Endüstriyel
- Isıtma
- Termik santrallerde elektrik üretimidir.

Sadece ısıtma amacıyla buhar kullanımı artık terk edilmiştir. Günümüzde buhar tesislerinde elde edilebilen verimler, özellikle yoğuşmalı kazanların yaygınlaşması ile çok düşük kalmıştır. Artık ısıtmada düşük sıcaklıklarda, çok yüksek verimli ısıtıcılar kullanılmaktadır. Özellikle yakıt fiyatlarının artması ile öne çıkan enerji ekonomisi, buharın ancak çok özel durumlarda ısıtmada kullanılmasına yol açmıştır.

En çok karşılaşılan, endüstriyel amaçlı buhar kullanılan bir yerde, buhar kapasitesine göre çok düşük (örneğin <math><10\%</math>) ısıtma yüklerinin, bu buhar tesisi tarafından karşılanmasıdır. Ancak ısıtma yükünün daha da arttığı yerlerde buharla ısıtma ciddi oranda yüksek maliyetlere neden olmaktadır.

Benzer olarak ısıtma yapılan bölgede büyük kot farkının bulunması durumunda, kazan üzerinde statik basıncın çok yüksek olması nedeniyle bu durumlarda sıcak veya kaynar suyun kullanılamaz olması da, buharı öne çıkarmaktadır. Kot farkının fazla olduğu yerlerde kazan dairesini üst seviyelere yerleştirerek basınç sorunu sıcak (veya kaynar) sulu sistemlerde kısmen çözülebilir.

Burada esas olarak endüstride (fabrikalar, otel çamaşırhaneleri vs) buhar kullanımı üzerinde durulacaktır. Endüstride buhar kullanımında tercih nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Yüksek akışkan sıcaklıklarına çıkmak mümkündür.
- Isı geçiş yüzeylerinde sıcaklık sabittir. Buhardan ısı çekişi genellikle doymuş buharın yoğuşmasıyla gerçekleşir. Bu işlem sabit sıcaklıkta gerçekleştiğinden bütün ısıtma yüzeyi boyunca buhar tarafının sıcaklığı sabittir.
- Sıcaklık kontrolünü çok hassas biçimde gerçekleştirmek mümkündür. Söz konusu sabit yoğuşma sıcaklığı buharın basıncına bağlıdır. Basınç kontrolü yoluyla proses sıcaklığını çok hassas olarak kontrol etmek mümkündür.
- Büyük miktarda ısı enerjisini küçük bir kütle ile taşımak mümkündür.
- Buhar hijyenik, tamamen saf bir maddedir. Bu nedenle özellikle gıda endüstrisinde vazgeçilmez bir dezenfeksiyon ve proses elemanıdır. Buharsız gıda endüstrisi düşünülemez.
- Akışkanın taşınması kendi basıncıyla gerçekleşir. Pompalamaya gerek yoktur.

- Daha küçük boru çapı ile tesisat kurulabilir.
- Yukarıda sayılı nedenlerle buhar gıda, kimya, petrokimya, tekstil endüstrisinde geniş ölçüde kullanılır.

21.1.1. ÇAMAŞIRHANELERDE BUHAR KULLANIMI

Endüstriyel buhar kullanımı yerlerinden biri çamaşırhanelerdir. Örnek çamaşırhane buhar tesisatı *Şekil 21.1A* ve *Şekil 21.1B*'de birbirinin devamı olarak verilmiştir. Burada kullanılan ana makineler ütü, çamaşır yıkama ve çamaşır kurutma makineleridir.

Ütülerin verimli çalışmaları sıcaklık, dolayısıyla buhar basıncıyla orantılıdır. Eski uygulamada 3 bar mertebesinde olan buhar basınçları, modern çamaşırhanelerde 8 bar mertebelerine çıkmıştır. Ütude basınçla birlikte doyma sıcaklığı da yükselince makina hızı ve verimi artmaktadır.

Yüksek basınçlı ütü kondenslerindeki ısı kaybını azaltmak için, bu kondensler çamaşır yıkama makinelerinde kullanılan sıcak suyu ısıtmak için kullanılmaktadır. Böylece kondens soğutulurken, ısı geri kazanılmış olmaktadır.

Buharın dezavantajları ise:

- Buhar tesisatında korozyon riski daha fazladır.
- Kondens hattının oluşturulması ve işletmesi zor ve pahalıdır.
- Buhar dağıtım hatları belirli bir eğime sahip olmalı ve içinde kondens birikmemelidir.
- Buharı 1 km'den daha uzun mesafelere taşımak, teknik ve ekonomik açıdan dezavantajlıdır.
- İşletme masrafları daha fazladır (kondens kayıpları nedeniyle).

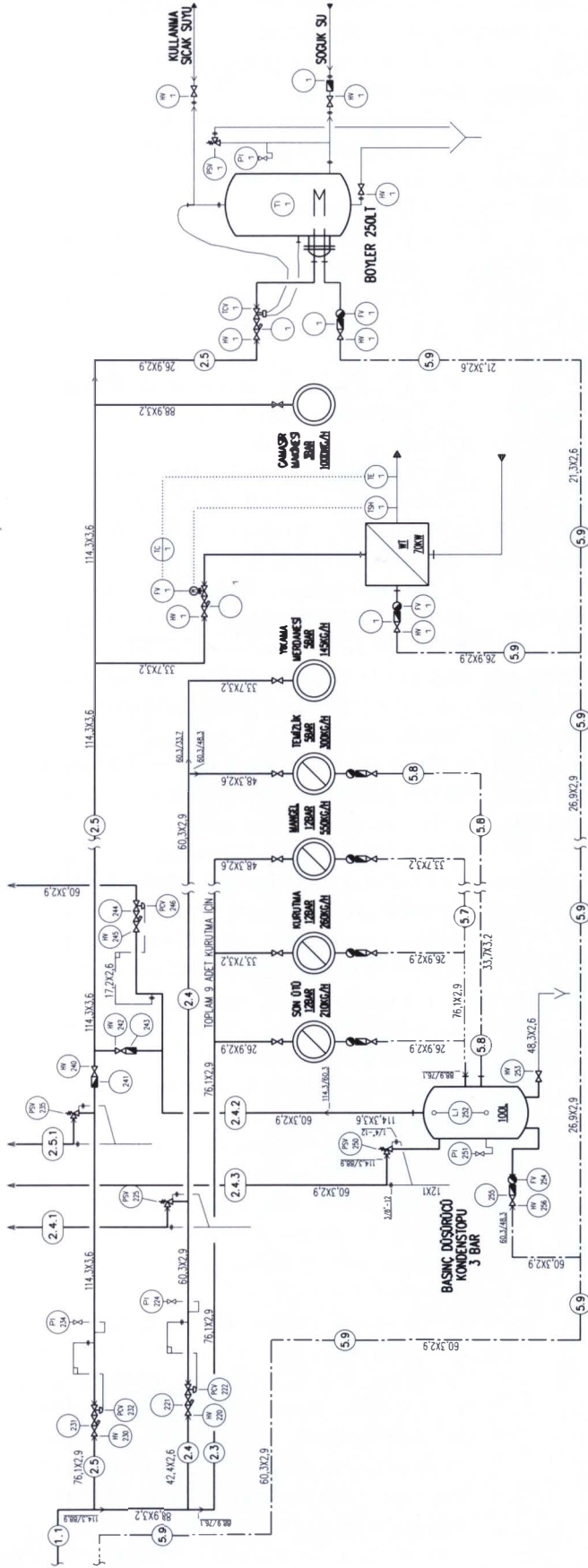
21.2. BUHAR ÜRETİCİLERİ

Avrupa Basınçlı Kaplar Direktifi 97/23/EC'ye göre buhar kazanları tehlike potansiyellerine göre dört gruba ayrılır. Burada tehlike potansiyelini belirleyen iki parametre kazan su hacmi ve işletme basıncıdır.

Bu iki parametreye bağlı olarak söz konusu dört grup *Şekil 21.2*'de belirtilmiştir. Şekilde renk koyulaştıkça, yani basınç ve su hacmi arttıkça tehlike artmaktadır. Buna göre en tehlikesiz kazanlar Grup I ve Grup II kazanlardır. En tehlikeli kazanlar ise, Grup IV kazanlardır.

Bu grupların tanımı aşağıda verilmiştir:

- **Grup I:** Su hacimleri $V < 10$ litre olan buhar ve kaynar su kazanları (örneğin ekspresso makineleri)
- **Grup II:** Su hacimleri $V > 10$ litre ve işletme basınçları $P < 1$ bar olan buhar kazanları ile $V > 10$ litre ve gidiş suyu sıcaklığı $T \leq 110$ °C olan kaynar su kazanları



1. ANA BUHAR HATTI
2. EMNİYET VENTİLİ-KAZAN EMNİYET HATTI
- 3.1 BEŞİ SUYU SERBEST AKIŞ HATTI
- 3.2 BEŞİ SUYU BASINÇ HATTI
- 3.3 BEŞİ SUYU BASINÇ HATTI
- 3.3.1 EKONOMİZÖR BOSALTIMA-HAVA ATAMA HATTI
- 3.4 DEĞAZÖR BUHAR HATTI
- 3.5 BEŞİ SUYU TANKI EMNİYET VENTİLİ BOSALTIMA
- 4.1.1 NUMUNE SU SOĞUTUCU
- 4.2 BEŞİ SUYU TANKI YUMUŞAK SUYU
- 4.4 DOZAJ HATTI
- 5.7 İZBAR KONDENS HATTI
- 5.8 5BAR KONDENS HATTI
- 2.4.1 E.V. KAZAN E.H. BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ
- 2.4.2 KONDENS-BUHAR BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ
- 2.4.3 EMNİYET VENTİLİ BOSALTIMA HATTI
- 2.5 3BAR BUHAR HATTI
- 2.5.1 E.V. KAZAN E.H. BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ
- 100 BROLÖR KUMANDASI
- 101 KAPAMA VANASI
- 102 BASINÇ ÖLÇÜM CİVİRİCİ
- 103 MONOSTAT
- 104 MANOMETRE
- 105 KİÇİN SU EMNİYET ELEKTRODU
- 106 KİÇİN SU EMNİYET ELEKTRODU 1
- 107 SİNİRLAYICI ELEKTRODU 2
- 108 SÖNÜLMÜŞ SİNİRLAYICI
- 109 BEŞİ SUYU KUMANDASI
- 110 REFLEX GÖSTERGESİ (KAZAN SU SEVİYESİ)
- 111 REFLEX GÖSTERGESİ (KAZAN SU SEVİYESİ)
- 112 ELEKTRİKLİ SU SEVİYE GÖSTERGESİ
- 113 ÜÇYOLLU KÜRESEL VANA
- 114 KAPAMA VANASI
- 115 EMNİYET VENTİLİ
- 116 KAPAMA VANASI
- 117 BOSALTIMA VANASI
- 118 ÇEVİVALF
- 119 KAPAMA VANASI
- 120 KAPAMA VANASI
- 121 MOTORLU BLOF VENTİLİ
- 122 MOTORLU BLOF VENTİLİ
- 123 LİTİKİLİK ELEKTRODU
- 124 LİTİKİLİK KONTROLÜ
- 125 ÇEVİVALF
- 126 MANTYET VENTİL
- 127 PİSKİL TUTUCU
- 128 KÜRESEL VANA
- 129 PİSKİL TUTUCU
- 130 MOTORLU VANA (POMPA YOL VERMEK)
- 131 KAPAMA VANASI
- 132 KAPAMA VANASI
- 133 EMNİYET VENTİLİ
- 134 TERMOMETRE
- 135 KAPAMA VANASI
- 136 MANOMETRE
- 137 KAPAMA VANASI
- 138 İRENC TERMOSTADI
- 139 BAĞA ÇIKI SICAKLIK KONTROLÜ
- 140 BEŞİ SUYU POMPASI
- 141 PİSKİL TUTUCU
- 142 5BAR VANA (MUFU)
- 143 MANOMETRE
- 144 ÇEVİVALF
- 145 MUFU VANA
- 146 ÇEVİVALF
- 147 KAPAMA VANASI
- 148 FİLTRE BAĞLANTISI
- 149 DOZLAMA BAĞLANTISI
- 150 GÖZLEME CAMI (SEVİYE KONTROLÜ)
- 151 MANTYET VENTİL
- 152 MANOMETRE
- 153 TERMOMETRE
- 154 5BAR VANA
- 155 HAVALANDIRMA VANASI
- 156 GAZ ÇIKIŞI
- 157 VAKUM KIRICI
- 158 ÇEVİVALF
- 159 ÇEVİVALF
- 160 BEŞİ SUYU POMPASI
- 161 BASINÇ REGÜLATÖRÜ
- 162 EMNİYET VENTİLİ
- 163 PİSKİL TUTUCU
- 164 BY-PASS VANASI
- 165 KAPAMA VANASI
- 170 MUFU VANA
- 171 MANTYET VENTİL
- 172 TERMOMETRE
- 173 TERMOSTAD
- 174 MUFU VANA
- 175 MUFU VANA
- 176 BY-PASS VANASI
- 246 EMNİYET VENTİLİ
- 250 MANOMETRE
- 252 DOLULUK GÖSTERGESİ
- 253 KAPAMA VANASI
- 254 KONDENS HATTI
- 255 ÇEVİVALF
- 256 KAPAMA VANASI

Şekil 21.1.B. ÇAMAŞIRHANE BUHAR ŞEMASI (Devamı)

- **Grup III:** Su hacmi $V = 10-50$ litre ve işletme basınçları $P > 1$ bar olan ve P (bar) x V (litre) < 1000 şartını sağlayan buhar kazanları
- **Grup IV:** Bunların dışında kalan buhar ve kaynar su kazanlarıdır.

Grup IV kazanları içinde "Produktkessel" olarak isimlendirilen özel bir kazan grubu vardır. Bu grubun sınırı aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

P (bar) x V (litre) ≤ 10.000 olan kazanlarla,
 P (bar) x V (litre) ≤ 20.000 olan fakat TRD 604 72 saat gözetimsiz işletme koşullarını yerine getiren ve $P \leq 32$ bar, $V \leq 10.000$ litre, $P \leq 2$ t/h veya 1,2 MW şartlarını da sağlayan kazanlar.

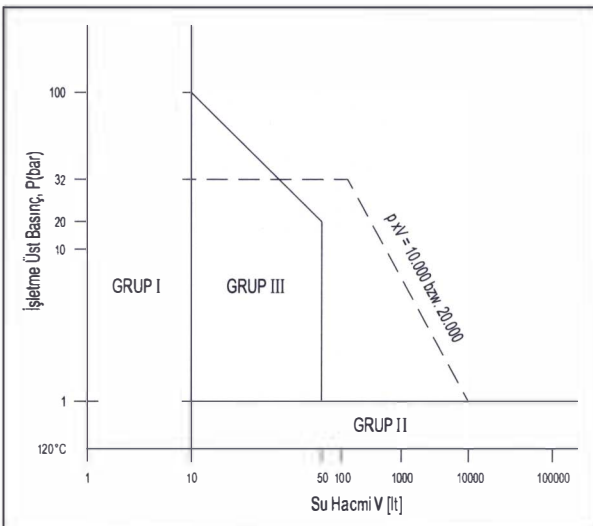
21.2.1. BUHAR JENERATÖRLERİ

Otel, çamaşırhane, küçük konfeksiyon atölyeleri, gıda ve kimya sektörü gibi alanlarda; küçük buhar üretimlerinin yerleştirme sınırlaması olmadan bina altlarında, hatta insanların çalıştığı hacimlerde yapılabilmesi istenir. Bunun için kullanılacak buhar kazanının Grup I veya III içinde olması gerekmektedir.

Su ve buharın serpantinler içinde bulunduğu ve bu nedenle de düşük su hacimli olan buhar üreteçlerine, buhar jeneratörleri adı verilmektedir. Buhar jeneratörlerinin, düşük su hacimleri nedeniyle yerleşim sınırlaması yoktur. Bu kazanların bir başka önemli özelliği ise hızlı buhar üretmeleridir. Buhar jeneratörleri 5-7 dakika mertebelerinde buhar tutmaya başlar.

Buhar jeneratörlerinin klasik büyük su hacimli kazanlara göre avantajları aşağıdaki gibi sayılabilir:

- Yerleşimle ilgili kısıtlamaları yoktur. Binaların altına, insanların bulunduğu hacimlere standartlara uygun olarak yerleştirilebilir.
- Değişken yüklerle uyum sağlayabilir.
- Soğuk starttan itibaren buhar tutmaları 5 dakikanın altındadır.



Şekil 21.2. DAMPFKV'YE GÖRE KAZAN GRUPLARI

- İlk yatırım maliyeti genellikle daha ucuzdur.
- Yer ihtiyacı azdır.
- Kurulu ağırlığı azdır.

Dezavantajları ise:

- Isı depolama kabiliyeti yoktur.
- Basınç dalgalanmaları daha büyüktür.
- Şalt sayısı daha fazladır.
- Elde edilen buhar daha yaştır.
- Uygun olmayan su kullanılması halinde kireç oluşumundan etkilenme daha hızlıdır.
- Ömürleri daha kısadır (jeneratörlerde 10-15 yıl, buhar kazanlarında 20-30 yıl).

21.2.1.1. Üç Tam Geçişli Hızlı Buhar Jeneratörü

Üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörü komple paket halinde üretilmektedir (Şekil 21.3). Brülör, kumanda paneli, pompa, kontrol elemanları, kablolama hepsi birlikte ve test edilmiş olarak teslim edilmektedir.

a. Kapasite Aralığı: Buhar üretim kapasitesi 100-2.000 kg/h aralığındadır.

b. İşletme Basıncı: Üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörlerinin işletme basıncı 32 bar'a kadar çıkmaktadır. 6,7 bar'a kadar olan basınçlar cihaz üzerinde yapılacak ayarlarla elde edilebilir. Bu değerlerin altındaki basınçlar için, buhar devresinde basınç düşürücü kullanmak gereklidir.

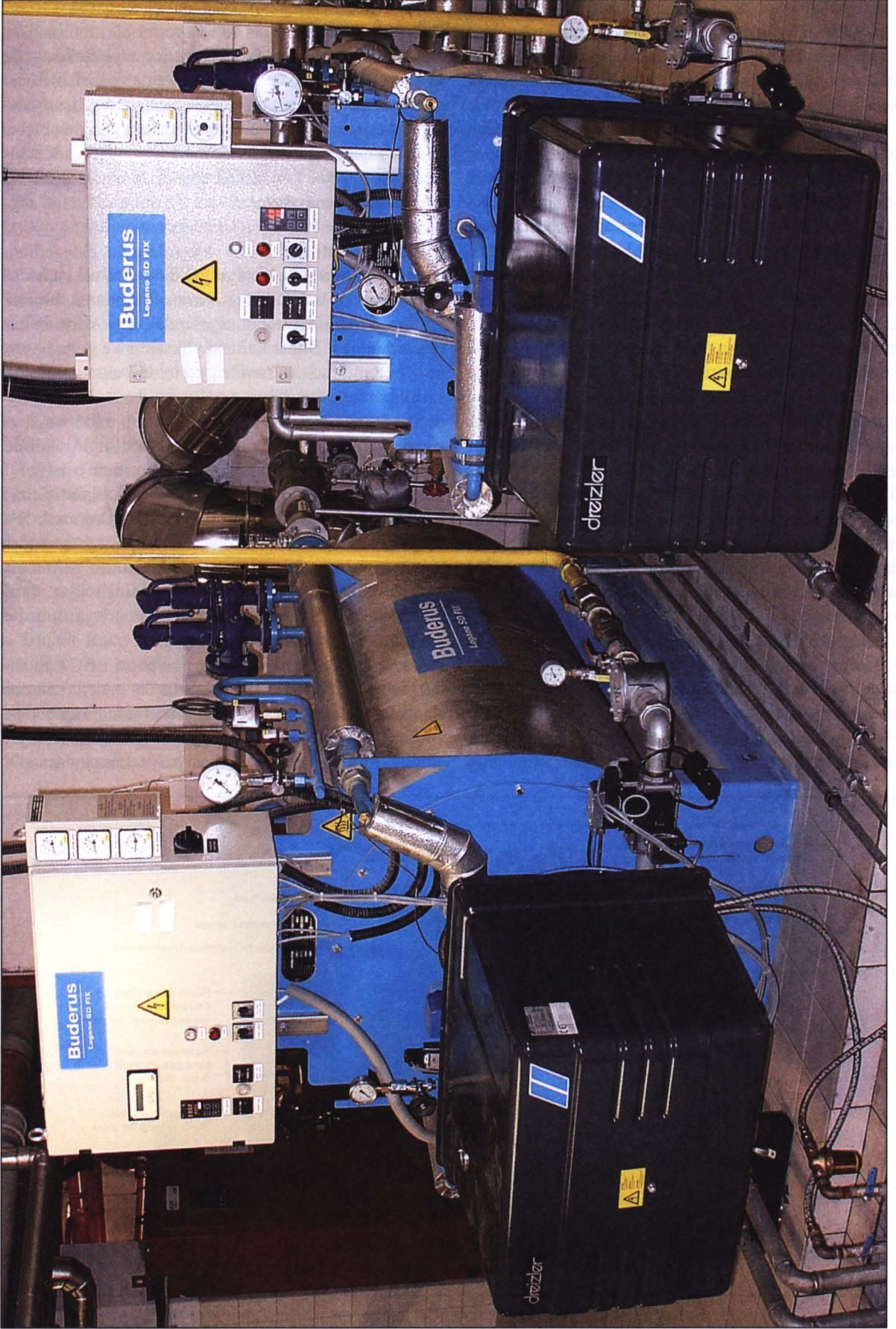
c. Kısa Sürede Buhar Eldesi: Üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörlerinin buhar tutma süresi yaklaşık 4 dakika mertebelerindedir.

d. Üç Geçişli Buhar Jeneratörü: Şekil 21.4'de üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörlerinin iç yapısı görülmektedir. Kazan ısı geçiş yüzeyleri iç içe iki serpantinden oluşmaktadır. Alev-duman ise bu iki serpantin içinde üç geçiş gerçekleştirmektedir.

e. Yüksek Verim: Üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörleri %90 ve üzerinde verimlere sahiptir. Ekonomizör kullanılması halinde, verimler %95'in üzerine çıkmaktadır.

f. Brülöre Uygun Besi Suyu Pompaları: Üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörlerinde besi suyu pompaları pistonlu tiptedir, santrifüj pompa kullanılmaz. Pompa ile brülörün uyumlu çalışması şarttır. İki kademeli brülör varsa, pompa da iki kademeli seçilir. Oransal brülörlerle, oransal pompa kullanılır. Brülör-besi suyu pompası çifti, kademeli veya frekans kontrollü olmak üzere iki alternatiflidir.

g. Otomatik Çalıştırma Durdurma Tertibatı: Üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörleri manuel olarak çalıştırılabilir. Ancak sistemin otomatik çalıştırılması, kayıpların azaltılması ve her çalışma/durmada oluşabilecek ömür azaltıcı hatalara (örneğin; korozyon) karşı Otomatik çalıştırma durdurma tertibatı geliştirilmiştir. Otomatik çalıştırma durdurma tertibatı bilgisayar kumandası altında, sensörler ve manyetik vanalar ile sistemi buhar jeneratörü ile birlikte yönetir. Otomatik çalıştırma durdurma tertibatına manuel veya otomatik



Şekil 21.3. ÜÇ TAM GEÇİŞLİ HIZLI BUHAR JENERATÖRÜ

olarak çalış/dur sinyalinin verilmesi yeterlidir. Bundan sonra bütün işlemler otomatik olarak gerçekleşir.

h. Gelişmiş Emniyet Tekniği: Üç tam geçişli hızlı buhar jeneratörlerinin kumanda paneli, buhar tarafında 1 sensör, 1 yüksek basınç presostatı ve 2 emniyet ventili ile basınç kumanda ve emniyet sistemine, su/buhar tarafında 2 ve baca tarafında 1 emniyet sensörü ile su seviyesi ve sıcaklık emniyet sistemine sahiptir. Böylece hem işletme basınç kumandası hassas bir şekilde sağlanmakta, hem de kurum oluşumu, yanlış brülör çalışması, yetersiz su beslemesi gibi hataların da önüne geçilmektedir.

21.2.2. ALEV DUMAN BORULU BÜYÜK HACİMLİ BUHAR KAZANLARI

Alev-duman borulu büyük su hacimli kazanlar, silindirik yapıdadır. Geneli itibarıyla Grup IV yani yüksek işletme emniyeti istenen buhar üreticileridir.

Kapasiteye bağlı olarak yanma odası ikiye çıkabilir. Benzer şekilde de basınca göre yanma odası formu ondüleli olabilir.

Bu kazanlar ile doymuş buhar üretilir. Kazan baca gazı çıkışında entegre veya harici ekonomizör kullanımı yaygındır. Özellikle büyük kapasiteli kazanlarda mutlaka ekonomizör kullanılmalıdır.

Buhar kazanlarının önemli ortak özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a. Yüksek Verim: Buhar kazanlarında, yakıttan elde edilen enerjinin %90'ından fazlası kullanabilmektedir. Ekonomizör kullanımında bu verim değeri %95'in üzerine taşınmaktadır.

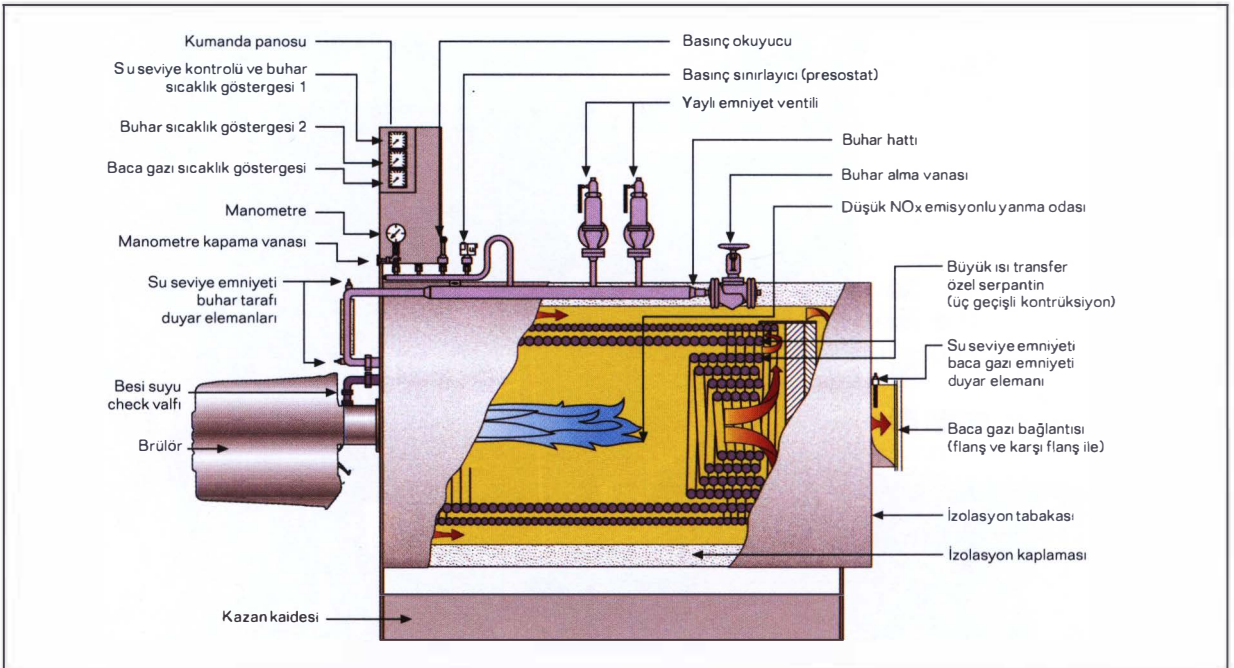
b. Gelişmiş (Elektrotlu) Su Seviye Kontrolü: Buhar kazanlarında standart olarak koruma boruları için 3 adet

elektrot ile su seviyesi kumanda ve kontrolü yapılır. Burada iki elektrot kazan su seviyesini bir minimum ve maksimum aralıkta kontrol ederken, seviye elektrotu ile su seviyesi ölçülür ve kazan kumanda paneli ile besleme suyu pompa kumandası gerçekleştirilir. Bu gelişmiş sistem sayesinde duman boruları ile yanma odasının hiçbir zaman suyun dışında kalmasına izin verilmez. Kazanlardaki elektrotlar kendilerini de sürekli olarak düşük bir akımla test ederek, hata halinde işletme emniyetini sağlayacak şekilde kazanı bloke edebilmektedir.

c. Damla Tutucu: Buhar kazanlarında elde edilen buhar büyük oranla kuruya yakındır. Buhar kazanlarında, kazan buhar alma vanasının hemen altında bulunana damla tutucu sayesinde, tam kuru buhar elde edilebilir. Buhar kalitesi yüksektir ve gıda, hastane gibi temiz buhar istenilen yerlerde kullanılacak saflıkta buhar üretilir.

d. Blöf Seçeneği: Kazanda üst ve alt blöf vanaları standart olarak bulunmaktadır. İstenildiği takdirde (örneğin; 72 saat gözetimsiz işletme için) üst blöf (köpük alma işlemi) ve alt blöf (çamur alma işlemi) işlemleri otomatik olarak yapılabilir. Otomatik üst blöfte bir iletkenlik elektrotu, kazan içi su yüzeyindeki tuz birikimini ölçer ve belirli bir sınıra gelmesi halinde yüzeyden suyun blöf edilmesini sağlar. Otomatik alt blöf ise bir zamanlayıcı (timer) yardımı ile pnömatik bir vana aracılığıyla yapılır.

e. Otomasyon: Buhar kazanlarının hepsi LBC kumanda paneline sahiptir. LBC kumanda paneli kazanın standart işletmesi için gerekli olan basınç kumandası ve kontrolü, su seviye kumanda ve kontrolü, emniyet zinciri, brülör kumandası, besleme suyu kumandası gibi



Şekil 21.4. ÜÇ TAM GEÇİŞLİ HIZLI BUHAR JENERATÖRÜ KESİTİ

fonksiyonları yerine getirmektedir. Ayrıca sabit su seviye kontrolü, otomatik üst ve alt blöf, bina otomasyonuna bağlantı, çok kazanlı işletme vb ek fonksiyonlar da LBC tarafından gerçekleştirilebilir. Su servis ünitesi, su yumuşatma ünitesi vb buhar tesisat üniteleri otomasyonları da LBC ile birlikte çalışmaktadır.

f. Ömür: Buhar kazanlarının ömrü 30 yıl metrelerinde olabilmektedir. Büyük su hacimli buhar kazanlarını, 250 kg/h'ten 50.000 kg/h kapasite aralığına göre üç grupta toplamak mümkündür.

21.2.2.1. Kompakt Duman Borulu Düşük ve Yüksek Basınçlı Buhar Kazanları

a. Paket Kazan: Paket halinde teslim edilen kompakt bir yapıya sahiptir (Şekil 21.5). Brülör, kumanda paneli, emniyet ve kontrol cihazları, kablolama hepsi birlikte ve test edilmiş olarak teslim edilmektedir.

b. Kapasite Aralığı: Buhar üretim kapasitesi 250-4.500 kg/h aralığındadır.

c. İşletme Basıncı: İşletme basınçları 0,5 ile 1 bar aralığında düşük, 1 ile 16 bar arasında yüksek seviyede olabilmektedir.

d. Kompakt Kazan Yapısı: Isı transfer yüzeyleri optimum olarak tasarlanmış, kazan boyutları emniyet tekniğinin sağlanabildiği en alt seviyelere indirilmiştir. Kazanda geri dönüşlü bir yanma odası bulunmaktadır.

e. Düşük Baca Kayıpları: Etkin bir şekilde gerçekleştirilen ısı transferi sayesinde kazanı terk eden duman gazları, kazandaki su sıcaklığının yaklaşık 60 °C üzerine kadar soğutulur. Baca gazı sıcaklığında sağlanan bu düşük sıcaklıklar, baca kayıplarının düşük olmasını sağlar.

21.2.2.2. Üç Geçişli Türbülatorsüz Yüksek Basınçlı Buhar Kazanları

a. Paket Kazan: Paket halinde teslim edilmektedir (Şekil 21.6). Brülör, kumanda paneli, emniyet ve kontrol cihazları, kablolama, bir bütün halinde ve test edilmiş olarak teslim edilir.

b. Kapasite Aralığı: Buhar üretim kapasitesi 2000-28.000 kg/h aralığındadır.

c. İşletme Basıncı: Kazanların işletme basıncı 6-30 bar aralığındadır.

d. Üç Geçişli Kazan: Kazanın yapısı Şekil 21.7 te verilmiştir. Alev ve duman kazanda üç geçiş yapmaktadır. Burada ısı transferi birinci ve ikinci geçişte etkin bir şekilde sağlanarak, ikinci geçişten ön duman sandığında üçüncü geçişe yönlenen gazların, kazan kapısında aşırı ısı yük oluşturması ve kazan kayıplarını artırması önlenir.

e. Entegre Ekonomizör: İstenildiğinde kazanda entegre ekonomizör kullanılabilir. Bu durumda çok düşük yerleşim boyutlarında yüksek verimlere ulaşmak mümkün olmaktadır.

f. Türbülatorsüz Kazan Tasarımı: Bu kazanlarda duman borularında türbülator kullanılmamaktadır. Bu sayede duman borularında tıkanmanın önüne geçilir ve sıvı yakıt kullanımında bile ömür boyu yüksek performans garantilenmiş olur.

g. Doğal Sirkülasyon: Ocak ve duman boruları tamamen su ile kaplıdır. Kazanda suyun dolaşımı ısı güçlerle doğal olarak gerçekleştirilir. Brülörün çalışmasıyla birlikte su sirkülasyonu da başlar. Sirkülasyonun daha iyi olabilmesi için ocak üzerinde duman borusu bulunmamaktadır. Borular yana alınmıştır.



Şekil 21.5. KOMPAKT DUMAN BORULU DÜŞÜK VE YÜKSEK BASINÇLI BUHAR KAZANI

h. Ani Buhar Çekişini Karşılama Yeteneği: Büyük su hacimli bu kazanlardan ani buhar almak mümkündür. 1-2 dakika içinde, nominal kapasitenin 1,6 ile 1,8 misli buhar çekilebilir.

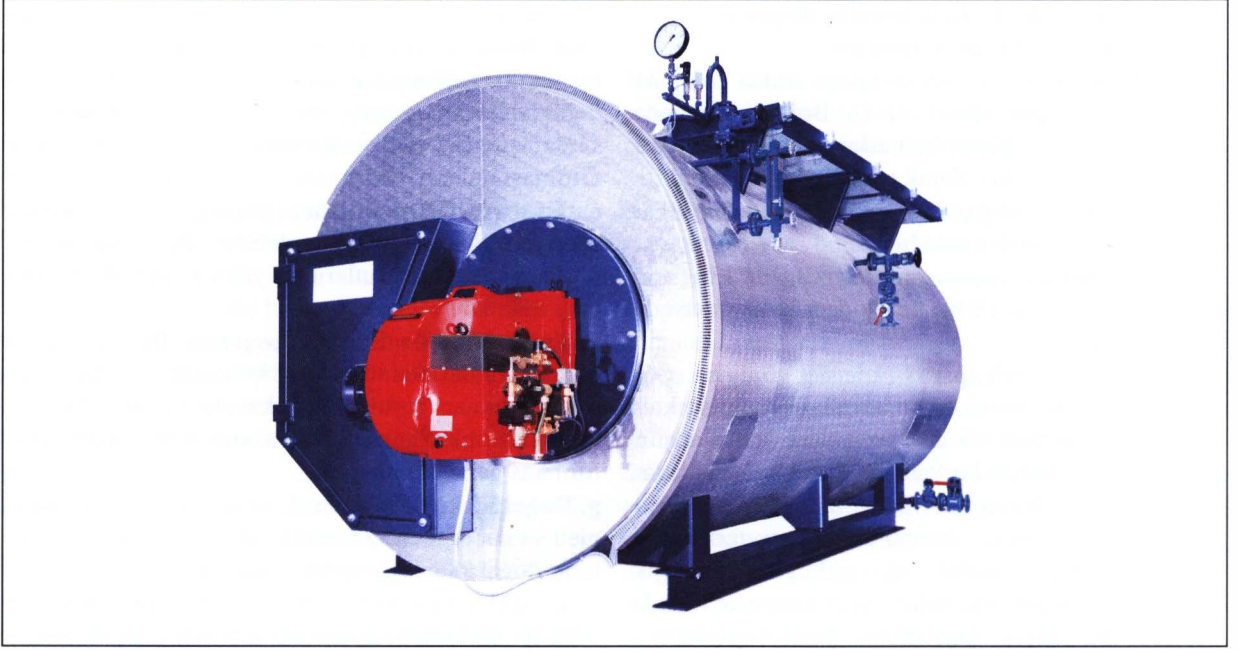
i. Kızgın Buhar Kazanı: Üç geçişli türbülantorsüz yüksek basınçlı kızgın buhar kazanının yapısı Şekil 21.8'de görülmektedir. Burada diğer tip kazandan olan fark, ön taraftaki kızdırıcı bölümüdür. 300°C sıcaklığa kadar kızgın buhar üretilir. Kızdırıcıdaki bir sıcaklık sensörü ve bir ayar klapesi ile sıcaklık kumanda edilmektedir.

21.2.2.3. Üç Tam Geçişli Çift Yanma Odalı Yüksek Basınçlı Buhar Kazanları

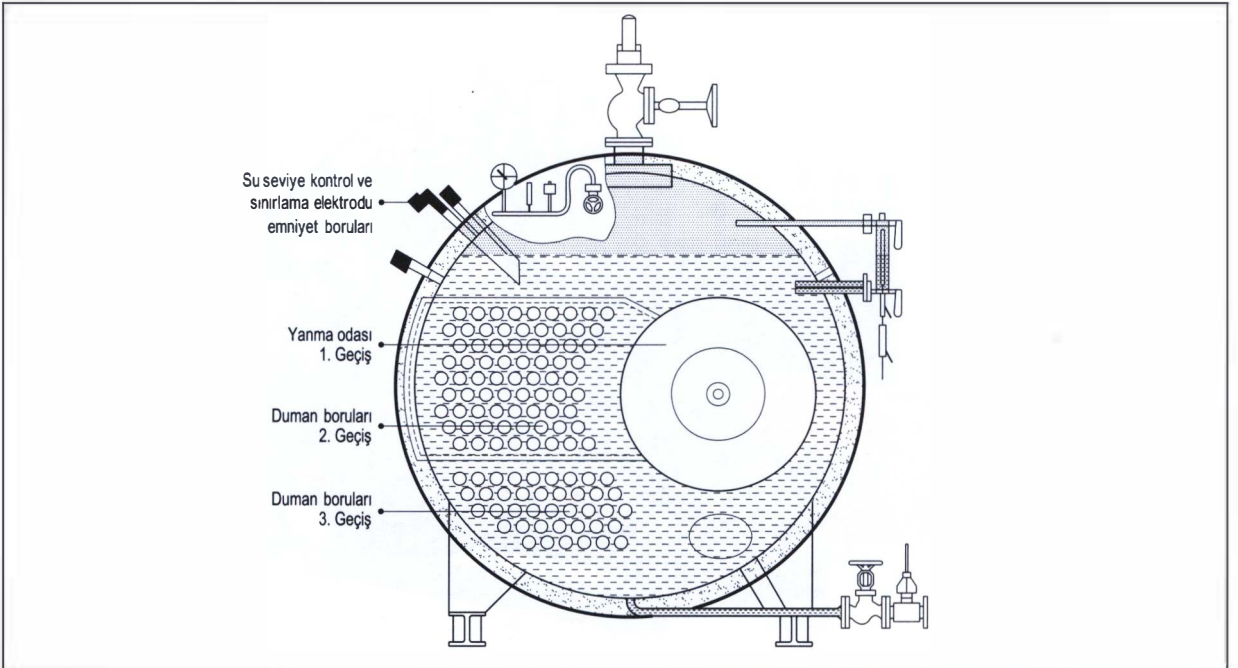
a. Paket Kazan: İki yanma odası içerir ve paket halinde teslim edilir (Şekil 21.9). Brülör, kumanda paneli, emniyet ve kontrol cihazları, kablolama hepsi birlikte ve test edilmiş olarak gelmektedir.

b. Kapasite Aralığı: Buhar üretim kapasitesi 18.000-35.000 kg/h aralığındadır.

c. İşletme Basıncı: Kazanlar 30 bar işletme basıncına kadar çalışabilmektedir.



Şekil 21.6. ÜÇ TAM GEÇİŞLİ TÜRBÜLATÖRSÜZ YÜKSEK BASINÇLI BUHAR KAZANI



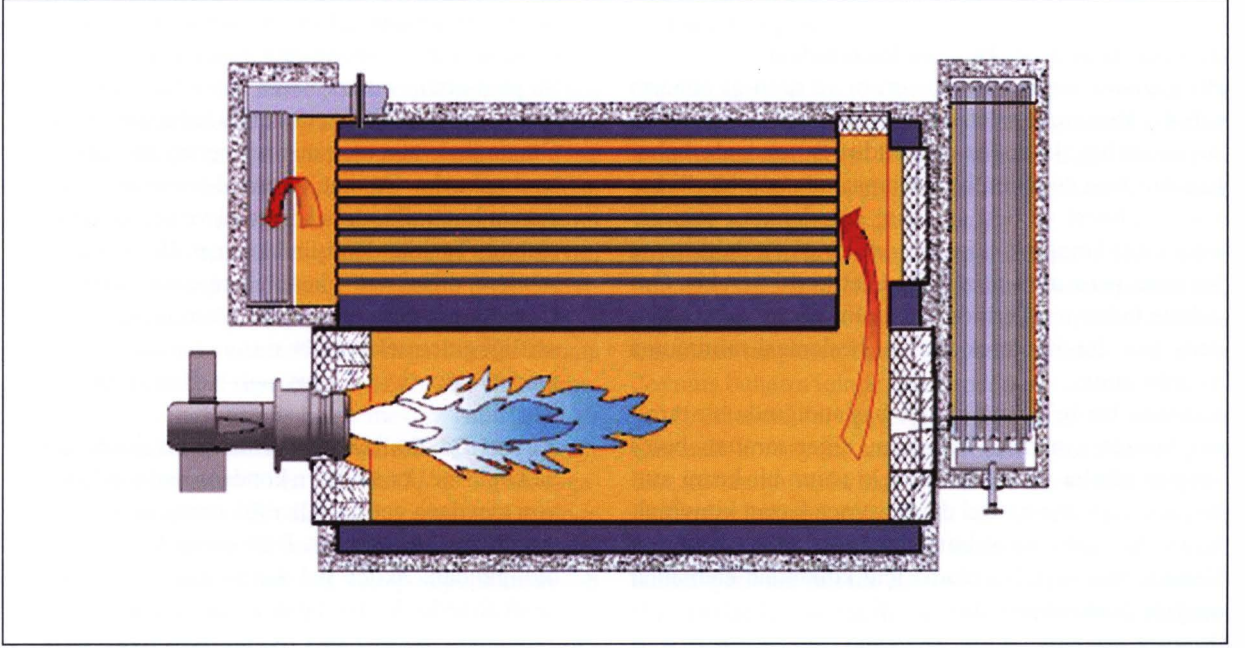
Şekil 21.7. ÜÇ GEÇİŞLİ TÜRBÜLATÖRSÜZ YÜKSEK BASINÇLI BUHAR KAZANI KESİTİ

d. Üç Geçişli Kazan: Kazan yapısı Şekil 21.10'da verilmiştir. Kazanlar üç geçiştir. Burada ısı transferi birinci ve ikinci geçişte etkin bir şekilde sağlanır. İkinci geçişten sonra ön duman sandığında üçüncü geçişe yönlenen gazların, kazan kapısında aşırı ısı yük oluşturması ve kazan kayıplarını artırması önlenir.

e. Entegre Ekonomizör: Ekonomizör kazanın entegre bir parçasıdır. Ekonomizör sayesinde kazanın verimi %95'in üzerine taşınır.

f. İki Yanma Odası = İki Kazan: Kazan alev-duman tarafı tamamen bağımsız iki ayrı blok olarak çalışır. Kazan ortadan simetrik iki parçaya bölünmüştür. Su ve buhar hacmi ortak tek bir bloktur. Kazan, kapasite gerektirdiğinde tek külhanla emniyetli bir şekilde çalışabilir. Bu yeteneği yönünden alınmış TÜV belgesi bulunmaktadır.

g. Kızgın Buhar Kazanı: Burada diğer tip kazandan olan fark, ön taraftaki kızdıncı bölümüdür. 300°C sıcaklığa kadar kızgın buhar üretilir. Kızdıncıdaki sıcaklık sensörü ve ayar klapesi ile sıcaklık kumanda edilmektedir.



Şekil 21.8. ÜÇ GEÇİŞLİ TÜRBÜLATÖRSÜZ YÜKSEK BASINÇLI KIZGIN BUHAR KAZANI KESİTİ



Şekil 21.9. ÜÇ TAM GEÇİŞLİ ÇİFT YANMA ODALI YÜKSEK BASINÇLI BUHAR KAZANI

21.2.3. BUHAR TESİSATI ELEMANLARI

Buhar tesisatında kullanılan elemanlar, buldukları devrelere göre üç ana başlıkta incelenebilir:

- Besi suyu
- Buhar
- Kondens

Bu elemanların bir kısmı vana tipleri iken, bazıları ise depolu elemanlardır. Özellikle depolu elemanlar kazan dairesi veya binanın diğer bölümünde olmalarına bağlı olarak, mimari açıdan yerleşim ve ağırlık kaynaklı etkilere sahiptir.

21.2.3.1. Besi Suyu Devresi Elemanları

Bir kazanın ömrü, işletme verimi ve ürettiği buharın saflığı, kazanın imalat kalitesinden çok içerisindeki suyun saflığı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle buhar kazanı besli suyunun hazırlanmasında çok bilgili hareket edilmesi ve besli suyunun hazırlanması için gerekli cihazların çok titizlikle seçilmesi ve daha sonra bunların gene aynı titizlik ile işletilmesi gerekir. Öncelikle buhar tesislerinde mümkün olduğu kadar kondens geri döndürülerek taze su beslemesi minimuma indirilmelidir.

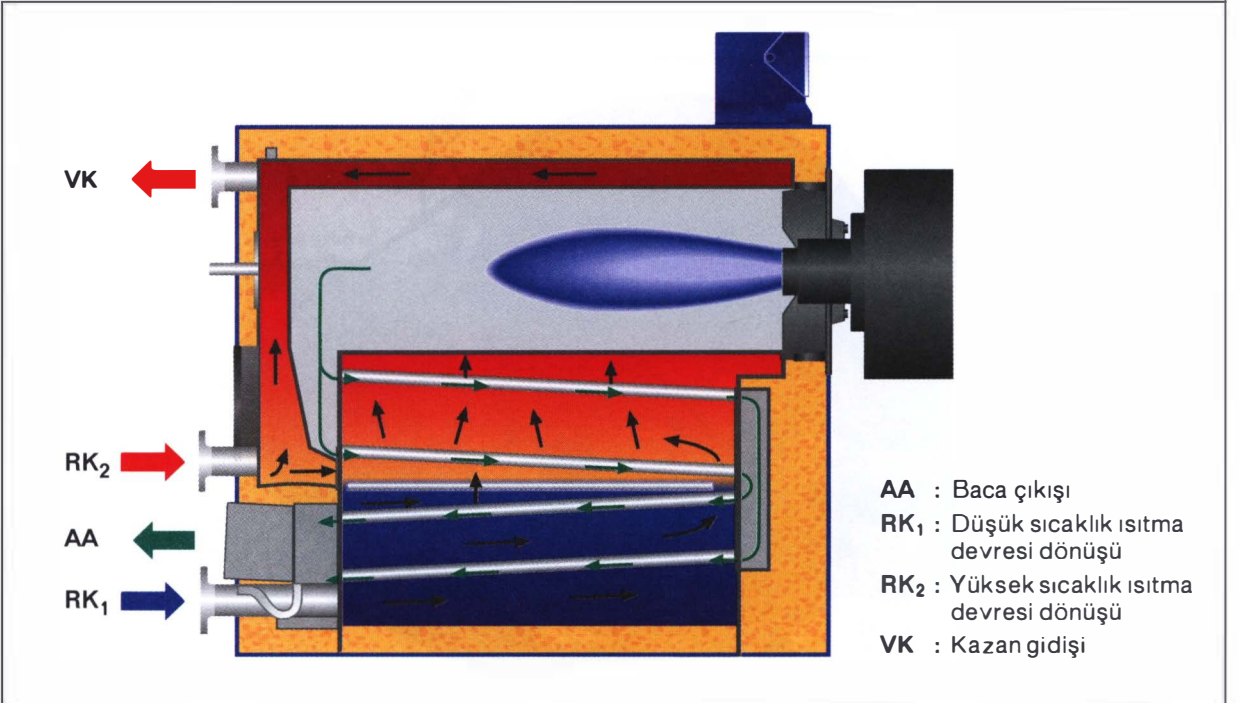
Kalitesiz bir besli suyu ile işe başlandığında bir taraftan fazlaca kimyasal kullanılır, diğer taraftan bolca yapılan blöfler ile kazan içindeki ısının bir kısmı atılmış olur, işletme verimi düşer, ayrıca kazan kimyasallarının bir kısmı da atılmış olur.

Gerekli besli suyu hazırlama için kullanılan elemanlar aşağıda özetlenmektedir:

a. Kum Filtresi: Tesisata suyun şebekeden veya başka bir kaynaktan ilk giriş noktasında, mekanik olarak partikül ve çamurdan temizlenmesi amacıyla kullanılır.

b. Kimyasal Hazırlık Sistemi: Buhar tesisatındaki suyun, sertlik, erimiş gaz içeriği, alkalinite, pH değeri, silika içeriği ve iletkenlik bakımından gerekli şartlara getirilmesi için kullanılan cihazlardır. Bu cihazların başlıcaları aşağıdaki gibidir:

- **Su Yumuşatma Cihazı:** Suyun sertliğinin giderilmesi için orta basınçlı buhar kazanlarında su filtrendikten sonra yumuşatılır ve dozajlanır. Su yumuşatma cihazından çıkan su saflaşmaz, sudan bazı mineraller alınır ve yerine başka bir mineral verilir. Su yumuşatma cihazı olarak buhar hatlarında genellikle yapay reçineli çift tanklı cihazlar kullanılır. Günümüzde tam otomatik rejenerasyonlu tipler kullanılmaktadır. Otomatik kontrol sistemleri piyasada zaman kontrollü, debi kontrollü ve sertlik kontrollü olabilir. Tanklar dönüşümlü çalışır. Biri suyu yumuşatırken, diğeri ters yıkama ile rejenere edilir.
- **Dozajlama:** Su yumuşatma işleminden arta kalan sertliği gidermek için, besli suyu kazana pompalanmadan önce içine kimyasal bağlayıcı eklenmesi işlemidir.
- **Anyon Dealkalizerleri:** Yüksek alkalinite kazan da köpürme, kazanda ve kondens hatlarında korozyon meydana getirir. Alkalilik oranının düşürülmesi için üst blöf yapılır. Blöf enerji kaybına neden olduğundan, akılcı yol kazan taze besli suyunun dealkalizerler kullanılarak arıtılmasıdır.



Şekil 21.10. ÜÇ GEÇİŞLİ ÇİFT YANMA ODALI YÜKSEK BASINÇLI BUHAR KAZANI VE KIZGIN BUHAR KAZANI KESİTİ

- **Ters Osmos:** Ham su yüksek iletkenlikte olduğunda kazan besi suyunun klasik yöntemler ile hazırlanması (su yumuşatma cihazı ve dealkalize cihazı ile) çok blöf yapılmasını gerektirir, blöflerin fazla olması ile çok miktarda ısı ve kimyasal dışarı atılır ve işletmenin verimi çok düşer. Yüksek iletkenlikte ham suyu olan işletmelerin klasik yöntemden vazgeçip Ters Osmos sistemi ile besi suyu hazırlamaları işletmeye ekonomi sağlar. Klasik cihazlara göre ilk yatırımı biraz daha yüksek olan Ters Osmos sistemi çok kaliteli su ürettiği için sonuçta çok ekonomik bir işletme sağlanmış olur.
- **Termik Degazör:** Degazörler buhar tesislerinde suyun içinde erimiş halde bulunan gazların ayrılması ve kazana gönderilen suyun ısıtılması (kısmi degazyonda 80-85°C, tam degazyonda 102-105°C'ye kadar) amacı ile kullanılırlar. Bu gazlar eğer sudan ayrılmayacak olursa, buhar ve su borularında önemli ölçüde korozyona neden olur. Kazana giren suyun ısıtılması, aynı zamanda büyük sıcaklık farkı dolayısıyla kazanda oluşabilecek termik şokları da önler ve kazanın ömrünü uzatır. Termik degazörlerde kazana gönderilecek besi suyu buharla ısıtılır. 80°C mertebelerinde su içinde erimiş halde mevcut gaz bileşenlerin büyük kısmı sudan ayrılırlar. 100°C'de ise ayırma işlemi tamamen biter. *Şekil 21.11*'de termik degazör tesisatı görülmektedir. Besi pompaları emişinde vakum ve dolayısıyla buhar oluşmaması için, degazör (veya kondens deposu) besi pompalarından 7-8 metre yukarıda olmalıdır.
- **Besi Suyu Pompaları:** Degazörden (degazör yoksa kondens tankından) suyu alıp, kazana basan pompalara, kazan besi pompası denilir. Bu pompaların sayısı, kazan sayısından bir fazladır. Fazla pompa yedektir. Besi pompaları debileri de, degazör pompası gibi, kazan buhar kapasitesinin üzerinde seçilir (Örneğin 15 t/h için 22 t/h gibi). Ancak ani buhar çekişi olan uygulamalarda pompa debisi, kazan buhar kapasitesinin iki misli seçilebilir. Bu pompaların basıncı, kazan çalışma basıncının en az %10 veya 2 bar üzerinde olmalıdır. Bu nedenle skoç tipi kazanlarda kademeli santrifüj, daha yüksek basınçlı (su borulu) kazanlarda ise, pistonlu pompalar kullanılır.

21.2.3.2. Buhar Devresi Elemanları

Kazan dairesindeki ana buhar devresi buhar kazanıyla buhar kolektörü arasındaki hattır. Her bir kazan bağımsız bir hatla ortak buhar kolektörüne bağlanmıştır. Ana buhar vanası kazan üzerinde değil, kolektör üzerinde olmalıdır. Kazan üreticisi tarafından özel bir önlem geliştirilmemiş ise, kazan üzerindeki vanaya müdahale etmek zordur.

Buhar tesisatında farklı basınçtaki buhar devrelerini ayırmak yakıt ekonomisi sağlar. En azından alçak ve

yüksek basınç devreleri ayrılmalıdır. Yüksek basınç kolektöründen bir basınç düşürücüyle buhar gerektiğinde alçak basınç kolektörüne beslenir. Bu amaçla basınç düşürücü bir basınç kontrol vanası kullanılır. Ana buhar kolektöründe buhar çeşitli kullanma yerlerine dağıtılır. Buhar öncelikle kazan dairesinde kullanılır. Buhar kullanan yerler sıvı yakıt hatları, degazör, boyler, besi suyu ısıtıcılarıdır. Kullanma yerleri çıkışında, hat boyunca ve hat sonunda kondens toplanır. Bu kondens tekrar kazana geri döndürülmelidir.

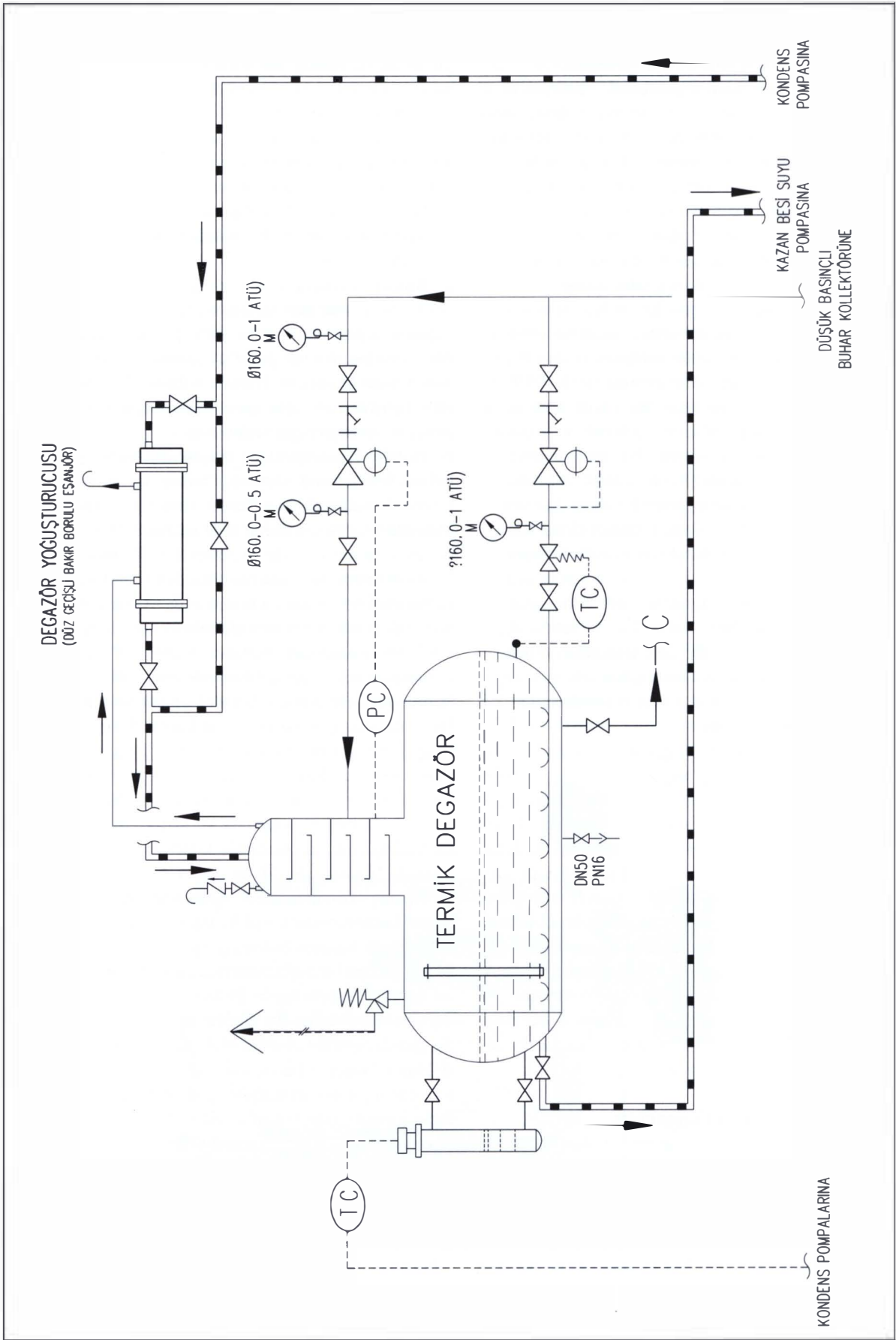
a. Buhar Sayaçları: Kazanda üretilen ve sistemde çeşitli bölgelere gönderilen buharın çeşitli nedenlerle ölçülmesi gereklidir. Öncelikle buhar satılıyorsa, bu ölçüm şarttır. Ancak genel uygulamada üretilen buhar aynı tesiste kullanılır. Burada buharın ölçülmesi sistemin belirlenmesi için gereklidir. Ölçülmeyen buhar genelde savurganlığa neden olur.

b. Buhar Kurutucuları (Seperatörler): Genellikle buhar tesislerinde doymuş buhar kullanılmaktadır. Gerek borulardaki ısı kaybı nedeniyle ve gerekse kazandan tam kuru buhar elde edilememesi nedeniyle doymuş buharın içinde su zerrecikleri bulunur. Buharla sürüklenen su, içerdiği maddeler nedeniyle aynı zamanda korozyona da neden olur. Ayrıca ütüler gibi bazı kullanma yerlerinde kesinlikle kuru buhar istenir. Ütülerde kullanılan buharın içinde su zerreciklerinin bulunması leke yaptığı için istenmez. Bir başka kullanma yeri ise hassas kontrol vanalarından öncedir. Bu vanalarda çok küçük geçiş kesitlerinde su zerrecikleri aşırı bir aşınma meydana getirir. Buharın kurutulması veya içindeki suyun ayrılması için buhar tesisatlarında seperatör (kurutucu) kullanılır. Seperatör ana buhar hattı başlangıçlarında ve kritik cihaz girişlerinde yerleştirilir. Seperatörde kondens halinde biriken zerreciler, alttan dışarı alınır.

c. Basınç Düşürücüler: Sistemde yüksek basınçlı buhar bulunmasına karşılık, bazı kullanma yerlerinde daha düşük basınçlı buhara gereksinim duyulur. Cihaza buhar istenen basınçta beslenmelidir. Bu gibi durumlarda basınç düşürücülerle buhar basıncı istenilen sabit değere indirilebilir. Bu elemanda giriş basıncı değişse de çıkışta ayarlanan aynı sabit değer sürekli korunur.

d. Hava Atıcılar: Hava, tesisatta ve cihazlarda ilk işletmeye alınma sırasında mevcuttur. Ayrıca buhar beslenmesi kesildiğinde sisteme tekrar hava girişi olur. Bu hava istenmeyen bir elemandır. Kondens suyunda eriyerek kazana geri gelir ve korozyona neden olur. Hava aynı zamanda buhar sıcaklığını da düşürür. Bu nedenle buhar cihazlarındaki hava cihaz verimini düşürür.

e. Vakum Kırıcılar: Buhar tesisatında ve buhar cihazlarında kullanım kesildiğinde soğuma nedeniyle içeride kalan buhar yoğunlaşır, basınç giderek azalır ve sonuçta vakuma geçilir. Özellikle kondensin rahat tahliyesi için bu istenilmeyen bir durumdur. Cihaza



Şekil 21.11. TERMİK DEGAZÖR

hava atıcıyla birlikte takılan vakum kırıcı, bir çek valf gibi çalışır ve cihazda vakum oluşmaya başlayınca içeri hava alarak bunu önler.

f. Buhar Akümülatörleri: Buhar kazanı, işletmenin buhar ihtiyacındaki değişimleri karşılayamadığı zaman, buhar akümülatörlerine gerek duyulur. Buhar kazanı kapasitesi ve boru çapları daha küçük değerlerde seçilebilir ve işletmenin ani yük çekişleri daha hızlı bir şekilde karşılanabilir.

21.2.3.3. Kondens Devresi Elemanları

Bir buhar tesisinin iyiliği veya kötülüğü kondensin ne kadar iyi toplandığı ile belirlenebilir. Buhar tesisatında kondens prensip olarak geri döndürülmelidir. Bu sistemin ömrü ve ekonomisi bakımından şarttır. Kondensin geri döndürülmeyip dışarı atılması halinde, dışarı atılan sıcak ve saf suyla birlikte,

- Enerji kaybı
- Su kaybı
- Besi suyu tasfiye etmek için kullanılan enerji ve kimyasal kaybı meydana gelir.

Aynı zamanda dışarı atılan kondens kadar sisteme yeni su geleceğinden, bu yeni su (ne kadar iyi tasfiye edilirse edilsin) kazanda korozyon ve kireçlenme problemlerine neden olur.

Kondensin geri döndürülmesi buhar tesisatlarında büyük bir sorundur. Kondensi çeşitli geri döndürme yöntemleri vardır. Küçük sistemlerde kondens kendi basıncıyla geri döner. Büyük sistemlerde ise, bir yerde toplanan kondens pompa ile kazan dairesine döner. Kondens Deposu: Esasen tesisatta yoğuşan tüm buhar, kondens halinde kazan dairesindeki kondens deposuna toplanır. Ancak sistemde kullanılan buharın tamamını kondens şeklinde geri döndürmenin mümkün olmadığı durumlarda aradaki fark su yumuşatmadan geçen şehir şebekesi suyu ile tamamlanır. Kondens, tanka doğrudan beslenirken yumuşatılmış su, bir seviye kontrolüne bağlıdır. Özellikle kondensin büyük kısmı geri döndürülebiliyorsa, depoda soğuma olmayacağından, bu buhar kazan dairesine yayılır. Hem buharın ortamda yarattığı rahatsızlık, hem de enerji kaybı açısından, bu istenmeyen bir durumdur. Bu olayın önlenmesi için en ucuz ve pratik çözüm flaş buhar tankı veya kondens deposundan önce boyler kullanılmasıdır. Bu boylerde, tesisin başka bir amaçla kullandığı su ısıtılabilir (Örneğin; çamaşırhanelerde taze su ısıtılabilir.).

21.2.4. ÜNİTE TEKNİĞİ

Buhar kazanı emniyet ve kontrol elemanları, su hazırlama, yakıt hazırlama, yakma, ısı geri kazanma gibi yardımcı sistemlerle birlikte bir bütündür. Kazan dairesinde birçok parça, çok fazla sayıda bağlantı noktasıyla bir araya getirilmelidir. Buhar kazanıyla birlikte bu sistemlere ait her parçanın ayrı ayrı hesaplanıp, projelendirilmesi, yapımı ve işletilmesi gerekir. Buhar

kazanı sistem tasarımı bu görevi içerir. Kazanı ve sistem elemanlarını ayrı ayrı satın almayı hedeflemenin tasarımında, uygulamada ve işletmede çeşitli zorlukları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Bu sorunların üstesinden gelmek üzere ünite tekniğini geliştirmiştir. Buhar kazanı sisteminde gerekecek alt sistemler birer ünite haline getirilerek hazır paket sistemler oluşturulmakta ve pazarlanmaktadır. Fabrikada üretilen, monte edilen ve test edilen üniteler paket halinde müşteriye sunulmaktadır. Böylece gerekli üniteleri seçmek suretiyle hatasız, kolay kurulan ve verimli işletilen bir buhar sistemi ortaya çıkmaktadır. Başlıca avantajlar:

- Birçok ürünün ayrı ayrı tasarımı ortadan kalkar.
- Uygulama ve planlama hatası riski ortadan kalkar, süreler azalır.
- Önemli oranda düşük ek yeri sayısı sağlar.
- Eksik veya unutulmuş malzemeden kaynaklanacak gecikmeler ortadan kalkar.
- Montaj öncesi ve sırasında daha az çalışma ihtiyacı vardır.
- En üst kalitede ekipmana sahiptir.
- Toplam maliyetler düşüktür.
- Doğru boyutlandırılmış ve birbirine uyumlu sistem komponentlerine sahiptir.
- Borulaması ve kablolaması tamamlanmış hazır üniteler halinde teslim edilir.
- İşletme ve bakımı kolay cihazlardır.
- Daha az yer ihtiyacı ve kısa bağlantı uzunluğuna sahiptir.
- Toplam montaj ve yedek parça garantisine sahiptir.

21.2.4.1. Tam Degazyonlu Su Servis Ünitesi

Klasik sistemde böyle bir ünite çelik profillerden gövde üzerine yüksekte yerleştirilmiş degazör, izolasyonu, altta besli suyu tankı, izolasyonu, besli suyu pompaları, dozajlama, numune soğutma, drenaj suyu basınç düşürücüsü, soğutma düzeneği, armatür ve boru bağlantıları, elektrik panosu ve kablolama içerecektir.

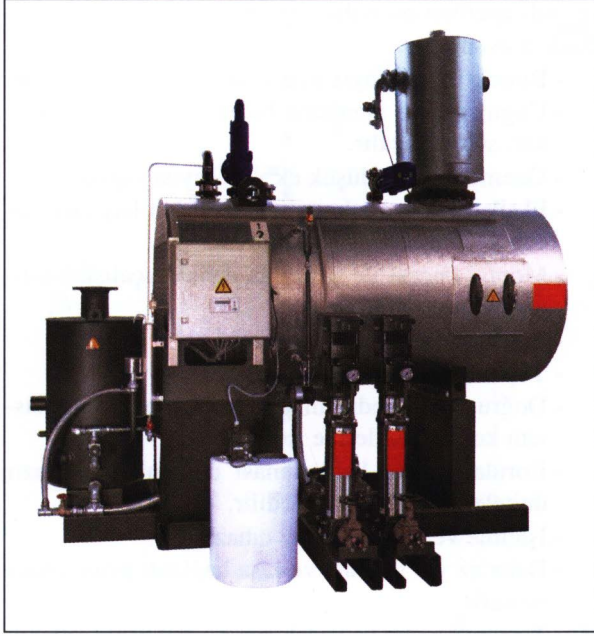
Örnek olarak, 8 m³/h kapasiteli bir klasik termik degazör, besli suyu pompasında kavitezyon olmaması için gerekli şekilde, 5.700 mm yükseklikte olacaktır. Cihaz maliyeti ise 30.000 EUR ve montaj maliyeti 3.000 EUR olacaktır.

Tam degazyonlu su servis ünitelerinde, yapı yükseklikleri sırasıyla, 2.765-3.930 mm olacaktır. Cihaz maliyeti ise 32.000 ile 35.000 EUR arasında olacaktır. Montaj maliyeti ise sistemin tek bir gövde üzerinde, hazır olarak sevk edilmesi sayesinde 1.000 EUR'u geçmeyecektir.

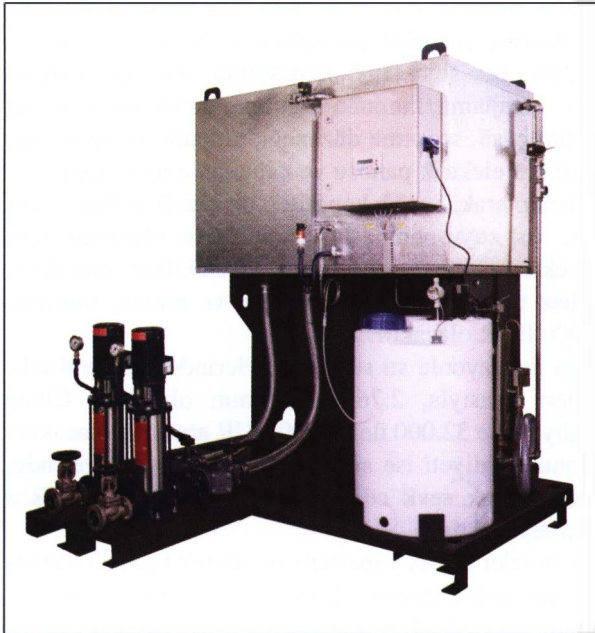
Bu üniteler büyük kapasiteli ve yüksek basınçlı kazanlar için geliştirilmiştir. Şekil 21.12'de görülen bu sistemde su fiziksel ve kimyasal olarak şartlandırılır ve hem yumuşatılmış besli suyu, hem de kondens aynı tankta gaz alma işleminden geçirilir. Ünite kullanılan

besi pompaları özel olarak geliştirilmiştir. Klasik uygulamada olduğu gibi, kavitasyonu önlemek için tankın pompalardan belirli miktarda daha yüksekte olmasına gerek yoktur. Bu nedenle her şey aynı yatay çelik kaideye monte edilmiştir.

Paketin içinde degazör tankı, WSMVR modelinde termik degazör, besi pompaları, seviye kontrolü, basınç kontrolü, kimyasal dozajlama, atık drenaj suyu soğutma ve basınç düşürme ünitesi, numune su soğutma, modüler elektrik panosu, basınç emniyeti bulunmaktadır.



Şekil 21.12. TAM DEGAZYONLU SU ŞARTLANDIRMA ÜNİTESİ



Şekil 21.13. KISMİ DEGAZYONLU SU ŞARTLANDIRMA ÜNİTESİ

21.2.4.2. Kısmi Degazyonlu Su Servis Ünitesi

Şekil 21.13'te görülen bu ünite buhar jeneratörleri ve 2.000 kg/h kapasiteye kadar bütün buhar kazanları için geliştirilmiştir. Bu sistemde su fiziksel ve kimyasal olarak şartlandırılır, kısmi gaz alma işleminden geçirilir ve depolanır. Tank içine kondens ve taze besi suyu pülverize olarak püskürtülür. Degazör tankına buhar verilir ve buhar miktarı tanktaki sıcaklıkla kontrol edilir. Tanktaki su seviyesi otomatik olarak kontrol edilir. Ünite de kullanılan besi pompaları özel olarak geliştirilmiştir. Klasik uygulamada olduğu gibi, kavitasyonu önlemek için tankın pompalardan belirli miktarda daha yüksekte olmasına gerek yoktur. Paketin içinde kombi degazör tankı, modüler elektrik panosu, filtreleme ve su yumuşatma ünitesi, kimyasal dozajlama, besi pompaları, numune su soğutma bulunmaktadır.

21.3. BUHAR TESİSATININ MİMARİ PROJE ÜZERİNE ETKİLERİ

Buhar tesisatı, diğer ısıtma, klima veya sıhhi tesisattan farklı olarak, mimariyi sadece borulama, şaftlar vb elemanlar için bırakılan rezervasyonlar nedeniyle etkilemez. Buhar tesisatı, kazan dairelerinde istenilen özel şartlar nedeniyle tüm bina tasarımını etkileyebilir ya da ek bina ihtiyacı doğurabilir özelliktedir.

Yukarıda anlatıldığı gibi Grup IV kazanları, Türk Standartları'nda ve Belediye Yönetmelikleri'nde belirtildiği üzere otel, işyeri, alışveriş merkezi veya konut gibi binaların içine, üstüne, bitişiğine veya altına koymak yasaktır. Mutlaka ayrı bir binada olmalıdır. Bu bina patlama sırasında enerjisinin boşalacağı şekilde inşa edilmeli ve en az bir serbest dış yapı elemanı olmalıdır (dış duvar, tavan vb). Bu eleman diğer yapı elemanlarına göre önemli derecede zayıf olmalıdır.

Buna göre buhar kazanları ile buhar jeneratörleri arasında yerleşim açısından çok önemli bir fark doğmaktadır. Buhar jeneratörleri, düşük tehlike sınıfında olduğundan (Grup III), binaların alt veya üst katında yani içinde bulunabilir. Bu özellikle düşük kapasitelerde buhar jeneratörü ile yatırım maliyetini düşüren önemli bir faktördür. Buhar kazanları termik degazörlerle beraber kullanılır. Tam degazyonlu termik degazörler, yukarıda bahsedildiği gibi belirli bir ön basınç yaratacak yüksekliğe monte edilirler. Bu klasik tip degazör kullanılan kazan dairelerinin tavan yüksekliğine 5-6 m mertebelerine çıkartan en önemli faktördür.

Ancak gelişmiş su servis üniteleri kullanılan kazan dairelerinde, su servis ünitesinin kazan ile aynı kotta bulunması, kazan dairesi tavan yüksekliğinin çok azalmasına imkan vermektedir.

Benzer olarak birçok ekipmanın fonksiyonunun bir arada yerine getiren bu üniteler, kazan dairesinin yatay boyutlarını da azaltmaktadır.

XXII. BÖLÜM

DOĞAL GAZ, LNG, CNG ve LPG TESİSATI

22.1. GAZ YAKITLAR

22.1.1. DOĞAL GAZ

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. İlk olarak Ankara, daha sonra Bursa ve İstanbul'un yoğun doğal gaz kullanan bölgeleri kış mevsimindeki insan hayatı için tehlike boyutlarında bulunan hava kirliliğinden kurtulmuştur. Doğal gaz bugüne 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 alışılmadık dışında bir konfor oluşturmuştur. 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. Gaz yakıtın ekonomikliği, temizliği ve kolaylığı anlaşıldıktan sonra, doğal gazın ulaşmadığı bölgelerde LPG için yeni bir pazar oluşmuştur.

22.1.2. LPG

LPG (liquefied petroleum gas-sıvılaştırılmış petrol gazı) çoğunlukla 3 ve 4 karbonlu (C3 ve C4) hidrokarbonları içeren ve düşük basınçlarda sıvılaşabilen gazları tanımlamakta kullanılan bir terimdir. Doğal haliyle LPG renksiz, kokusuz, toksik özelliği bulunmayan bir maddedir. Havadan daha yoğundur ve basınç altında sıvı halde depolanır. Kaçak oluşması durumunda kolayca fark edilmesi için içerisine kokulandırıcılar eklenerek kullanıma sunulur.

Son yıllara kadar domestik alanda pişirme ve kullanma sıcak suyu üretiminde ve sınırlı ölçüde sanayide kullanılan LPG ısıtma sektöründe yeni bir pazara kavuşmuştur. Dökme LPG kullanımı 2000'li yılların

başlarına kadar hızla artmıştır. Bu tarihe kadar doğal gazın rekabeti ile domestik alanda azalan talebin çok üzerinde ısıtma sektöründe LPG talebi oluşmuştur. LPG yaygın şekilde taşıt yakıtı olarak kullanılmaktadır. Doğal gazın belirli disiplin ve standartlar çerçevesinde kullanılmasına karşılık, merkezi LPG tesisatında bir standart, kural ve otorite boşluğu yaşanmaktadır.

22.1.3. CNG VE LNG

Son yıllarda LPG'nin fiyatında vergi payı çok artmıştır ve LPG ısıtma sektöründe tercih edilir bir yakıt olma özelliğini kaybetmiştir. LNG (liquefied natural gas-sıvılaştırılmış doğal gaz) ve CNG (compressed natural gas-yoğunlaştırılmış doğal gaz) pazarda daha fazla yer bulmaya başlamıştır.

Doğal gaz atmosferik basınçta yaklaşık olarak -125°C sıcaklığına kadar soğutulduğunda sıvı hale geçer ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak adlandırılır. Bir birim hacim LNG buharlaştırıldığında yaklaşık olarak 600 birim hacim doğal gaz elde edilir. LNG su yoğunluğunun yarısından daha düşük bir yoğunluğa sahiptir. LNG doğal haliyle kokusuz, renksiz, korozif olmayan ve zehirleyici bir özelliği bulunmayan bir sıvıdır. Buharlaştırıldıktan sonra kolayca fark edilmesi için içerisine kokulandırıcılar eklenerek kullanıma sunulur. Yaklaşık olarak 2000-3600 psi basınçta kadar sıkıştırılarak basınçlı kaplarda saklanan ve kullanıma sunulan "yoğunlaştırılmış" doğal gaz da CNG denir. CNG geliştirilerek basıncı düşürüldükten sonra doğal gazın kullanıldığı her yerde ve şekilde kullanılabilir. CNG benzin ile kıyaslandığında daha düşük emisyon değerlerine sahip olduğundan yaygın olarak taşıt araçlarında kullanılır.

22.2. DOĞAL GAZ

Doğal gaz milyonlarca yıl önce yaşamış ve yeryüzü kabukları arasına gömülmüş bitki ve hayvan artıklarının basınç ve sıcaklık etkisiyle kimyasal değişikliğe uğramasıyla oluşmuştur. Genel olarak doğal gazda sıra dağ yamaçlarında, petrol yataklarıyla birlikte veya serbest olarak rastlanmaktadır.

22.2.1. DOĞAL GAZIN VE DOĞAL GAZLI ISITMA SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE ÜSTÜNLÜKLERİ

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 gaz hemen 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 gazı yakıt olarak avantajlı ve cazip kılan özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir:

a. En ucuz yakıttır. Doğal gaz özellikle yer tipi veya duvar tipi yoğunlaşmalı kazan gibi yüksek verimli kazanlar ile kullanıldığında kömür ve fuel-oil’e göre çok daha ekonomik ısıtma imkanı sağlar.

b. Temiz bir yakıttır. Kalorifer kazanı ısıtma yüzeylerinde kül ve kurum tabakası oluşturmaz. Kazan dairesini kirletmez, tesis edildiği yerde kirlilik kaynağı oluşturmaz. Bu nedenle mutfak gibi havalandırılabilen yaşam mahallerinde bile doğal gazlı cihazlar kullanılabilir. Cihazların bakımı kolaylaşmakta ve servis gereksinimi çok azalmaktadır.

c. Havadan daha hafif bir gazdır. Dolayısıyla hava içinde yükselme eğilimine sahiptir. Herhangi bir gaz kaçağı olursa havalandırma bacalarından veya üst menfezlerden kolaylıkla dışarı atılabilir ve bu yüzden emniyetlidir.

d. Kuru bir gazdır. İçinde su buharı bulunmaz. Doğal gazın kuru olması özelliğinden dolayı dişli bağlantılarda teflon özel sızdırmazlık malzemesi kullanılmalıdır. Ancak yanma ürünü baca gazları içinde su buharı oranı bütün yakıtlardan daha yüksektir (yaklaşık %19 mertebesindedir). Bu nedenle bacalar izolasyonlu olmalı ve baca içerisine paslanmaz çelik baca borusu yapılmalıdır.

e. Zehirli değildir. Bu gaz solunduğunda zehirlenme ve öldürme etkisine sahip değildir. 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 gibi mahallere yerleştirilebilir.

f. Kokusuz bir gazdır. Şehirde dağıtım yapılmadan önce içine özel olarak koku verici katılmaktadır.

g. Çevreyi kirletmez. Yandığında çevreye zararlı olan kül, yanmamış hidrokarbonlar, kükürlü bileşenler gibi emisyonlar oluşmaz. Zararlı karbonmonoksit ve azotoksit emisyonları diğer yakıt türlerine göre daha düşüktür. Sera etkisine neden olan karbondioksit emisyonu da diğer yakıtlara göre düşüktür. Doğal gazın alev sıcaklığının yüksek olmasına bağlı olarak, en önemli emisyon azotoksittir. Azotoksit emisyonlarının azaltılması için kazanlarda özel önlem alınması gerekir. Düşük azotoksit (Low NOx) emisyon

değerlerine sahip doğal gazlı cihazlar üstün cihazlardır ve doğal gazlı cihazlarda bu özellik aranmalıdır.

h. Depolama ve ön hazırlama gerekmez. Doğal gazda herhangi bir depolama ihtiyacı olmadığından kazan dairesi küçülmektedir. Yakıt depolama gerekeceğinden ve gazın havadan hafif olması nedeniyle, uygun olan her yere kazan monte edilebilir. Kazan dairesini çatıda oluşturmak ve yakıtı buraya kolayca ulaştırmak imkanı vardır.

i. Patlayıcı değildir. Hava ile karıştığında patlayıcı özelliğe sahip olabilmesi için havanın içinde %5 ile %15 oranları arasında olması gerekir. Bu aralığın dışında bir oranda havada bulunması halinde patlamaz. Patlayıcı karışım oluştuğunda, küçük bir kıvılcım ile tutuşabilir.

j. Doğal gaz kullanımında 21 mbar ve 300 mbar olmak üzere iki basınç değeri imkanı vardır. Büyük miktarda gaz kullanımlarında 300 mbar tercih edilmelidir. Kazan dairesini besleyen doğal gaz boru hattı çapı küçük tutulmamalıdır. Aksi halde oluşacak büyük basınç kayıpları kazan çalışmasını yoğun gaz kullanım dönemlerinde, özellikle sabah ve akşam saatlerinde, zora sokacaktır.

22.2.3. DOĞAL GAZIN YANMA ÖZELLİKLERİ

Doğal gaz kömür ve fuel-oil’le karşılaştırıldığında yanma özellikleri açısından mükemmel bir yakıttır.

a. Doğal gaz ısı değeri yüksek bir gazdır. Doğal gaz 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.

b. Ocak yükü fazla, gerekli ocak hacmi küçüktür. Alev boyu fuel-oil’e göre daha kısadır. Yanmayı tamamlamak için gereken zaman 0.4-0.6 s. mertebesinde olup kısadır. Bu nedenle ocak hacmi küçük kazanlar yapılabilir.

c. 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 is radyasyonu olmadığı için mavi renklidir. Bu alevden ocağı çevreleyen soğutucu cidarlara geçen ısı nispeten azdır. Daha az soğutmaya bağlı olarak da ocak sıcaklıkları daha yüksektir. 1.500°C mertebelerine ulaşabilen ocak sıcaklıkları nedeniyle kazan konstrüksiyonda bazı önlemler alınmalıdır.

d. Doğal gazlı kazanlarda asıl ısı geçişi 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.

e. Duman gazları içinde su buharı oranı yüksektir. Yakıt içinde su bulunmasa da, hidrojen yanması sonucu

duman gazı içinde yüksek oranda su buharı bulunur. Bu su buharının yoğuşması nedeniyle hem çelik yüzeylerde korozyon, hem de bacada ve komşu duvarlarda kirlilik ve rutubet oluşur. Yoğuşmanın önlenmesi için kazan ve baca konstrüksiyonunda gerekli önlemler alınmalıdır.

f. 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.

Yukarıda belirtilen özellikler dışında doğal gaz kullanımında yangın güvenliği ile ilgili sistem tercihi yüksek bloklar seçim kriterlerindedir. Yüksek bloklarda kullanma sıcak suyu merkezi boylerle elde edilmeli, bireysel şofben kullanılmamalıdır. 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 kapasite kazanda mükemmel yakılabilme özelliğinden dolayı, kogenerasyon 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 sağlması 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. Örnek olarak yoğuşmalı bir kombi ve standart bir kombi karşılaştırılması *Tablo 22.1*'de verilmiştir.

Doğal gazın maliyeti ham petrol fiyatlarına endeksli- dir. Ham petrol fiyatları 1,5 yılda dolar bazında %95 artmıştır. Aynı dönemde dolar da YTL karşısında %12 değer kazanmıştır. Doğal gaz maliyetini belirleyen bu iki kriterde bu şekilde bir artma olduğu halde doğal gaz dolar bazında sadece %19 artmıştır (*Tablo 22.2*). Bunun temel sebebi doğal gazın avantajları nedeniyle devlet tarafından özendirilmeye çalışılmasıdır.

Fakat artan döviz kurları ve uluslararası anlaşmalara bağlı doğal gaz fiyatları da artacaktır. Bu artışlar hiçbir zaman doğal gazın en ucuz yakıt olmasını değiştirmeyecektir. Ama artan fiyatlarla amortisman süreleri hesaplanan sürelerden daha kısa olacaktır.

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

Standart Bina (*)	Isı Yalıtımlı Bina (**)	Tahmini Yıllık Tüketim Farkı (***)	İki Yıllık Farkı Geri Ödeme Süresi
70 m ²	120 m ²	150	4 yıl 3 ay
110 m ²	160 m ²	200	3 yıl 2 ay
160 m ²	220 m ²	300	2 yıl 1 ay

* Büyük camlar, çift cam, ısı yalıtımsız duvarlar (13,5 cm tuğla)
 ** Cam ebatları normal, ısı yalıtımlı dıştan boğçalama (5 cm izolasyon)
 *** Yoğuşmalı kombi - standart kombi tahmini yıllık tüketim farkı (Ortalama bir rakamdır. Kullanım şartlarına bağlı olarak değişebilir.)

Tablo 22.1. AMORTİSMAN SÜRELERİ

	Birim	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak	1 Ocak	27 Mayıs	Artış Yüzdeleri *			
		1999	2001	2003	2006	2007	2008	1999-2001	1999-2003	1999-2006	1999-2008
Ham Petrol	USD/Varil	10	25	33	61	63	133	150	230	510	1.230
Dolar	YTL/USD	0,32	0,67	1,65	1,35	1,42	1,25	109	416	322	291
Doğal Gaz	USD/m ³	0,22	0,25	0,24	0,31	0,37	0,46	14	9	41	109
Fuel-oil (No.4)	USD/kg	0,25	0,34	0,49	0,97	0,97	1,42	36	96	288	468
Motorin	USD/kg	0,56	0,79	0,98	1,27	1,82	2,48	41	75	127	343
LPG (Dökme)	USD/kg	0,44	0,64	0,95	1,44	1,52	2,20	45	116	227	400

* Artış oranları 1 Ocak değerlerine göre hesaplanmıştır. Sadece 2008 yılı için 27 Mayıs 2008 değeri alınmıştır.

Tablo 22.2. YAKIT FİYATLARI VE ARTIŞLARI KARŞILAŞTIRMA TABLOSU

Not: Bu tablo yakıt maliyetlerinin karşılaştırılmasına bir fikir oluşturmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

22.2.4. DÜNYADAKİ DOĞAL GAZ REZERVLERİNİN DAĞILIMI

Dünyada bilinen doğal gaz rezervleri 100 trilyon m³ mertebesinde olup (Şekil 22.3), geleceğe yönelik olarak yapılan tahminlerde bu rezervin artan enerji gereksinimleri de göze alınarak en az 60 yıl yeterli olduğu hesaplanmaktadır.

Türkiye’de tüketime sunulan yıllık doğal gaz miktarı yapımı süren hatlarla ve imzalanan anlaşmalarla 2005 yılında yaklaşık 27 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu miktarın 2010 yılında 51 milyar m³ mertebesine ulaşması beklenmektedir. Özellikle evsel kullanımda doğal gazın kesilmesi riski yoktur. Gazın büyük bir kısmı elektrik üreten doğalgaz çevrim santrallerinde ve sanayide kullanılmaktadır. Gaz dağıtım firmaları adı geçen tesisler ve sanayi-deki aboneleri ile özel bir sözleşme yaparak olası bir gaz arzı sıkıntısında sanayiye verdiği gaz miktarını azaltıp bunu konutlara vermeyi garanti etmektedir. Böyle bir durum, bugün için bile çok uzak bir ihtimaldir, çünkü ülkemizde gaz arzı talepten fazladır (Tablo 22.4).

Şu an itibariyle BOTAŞ toplam yaklaşık 50 milyar m³ doğal gaz arzı yapabilecek durumdadır.

Türkiye’de de sınırlı miktarda doğal gaz çıkmakta ve kullanıma sunulmaktadır. Türkiye doğal gazı esas olarak Rusya ve İran’dan boru hatlarıyla, Cezayir ve

Nijerya’dan sıvılaştırılmış (LNG) olarak deniz yoluyla satın almaktadır. Ayrıca Azerbaycan ve Türkmenistan ile doğal gaz temini için anlaşmalar yapılmıştır.

22.2.5. DOĞAL GAZIN MALİYETİ

Doğal gaz bugünkü Türkiye koşullarında verimli ve ucuz yakıt olma özelliğini korumaktadır. 1.000 kcal’lik ısı kapasiteye bağlı olarak yakıt fiyatları karşılaştırıldığında Tablo 22.2’de belirtildiği gibi doğal gaz en ucuz yakıt olarak görülmektedir (Mayıs 2008 İstanbul fiyatları ile).

22.2.6. DOĞAL GAZ TESİSATI

Doğal gaz tesiatı dağıtımçı firmalar tarafından hazırlanan şartnameler ışığında yapılmaktadır. Türkiye’de bir çok ilimizde artık doğal gaz kullanılmaktadır. Her ilde farklı özel firmalar bu dağıtımı yapmaktadır. Şehirden şehre tesiatı istenen özellikler değişiklik gösterebilmektedir. EPDK bu şartnameleri teke indirilmeye çalışmaktadır.

Fakat günümüzde her şehir için küçük de olsa değişiklikler gösteren şartnameler halen uygulanmaktadır. Ayrıca uygulamada yaşananlar neticesinde bu şartnameler her gün güncellenmektedir. Bu yüzden doğal gaz tesiatını bulunan şehrin gaz dağıtımçı firmasının şartnamesine bakarak yapılması en doğrusu olacaktır.



Şekil 22.3. DOĞAL GAZ REZERVLERİNİN DAĞILIMI
(REZERVLERİN YAKLAŞIK %70’İ KOMŞU ÜLKELERDE)

22.3. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG)

22.3.1. 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 boyutları 0,5 ile 10 m³ arasında değişmektedir. Büyük tanklı sistemler ise yakıt tüketimi yüksek sanayi tesislerinde kullanılmaktadır. Tank boyutları 35 ile 180 m³ arasında değişmektedir.

22.3.1.1. Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

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. Çok karbon atomlu hidrokarbonlarda CH grupları düz ve dallanmış zincirler teşkil edecek şekilde değişik biçimlerde yapılanmış 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 fark edilebilmesi için etil merkaptan ile kokulandırılır.

Yıllar	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
Toplam Talep (*)	29.526	31.647	34.154	37.771	42.813	52.982	61.779
Kontrata Bağlanmış Miktarlar							
Rusya Federasyonu	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	0	0
LNG M.Ereğlisi CEZAYİR	4.444	4.444	4.444	4.444	4.444	0	0
LNG M.Ereğlisi NİJERYA	1.338	1.338	1.338	1.338	1.338	1.338	1.338
İran	8.600	9.556	9.556	9.556	9.556	9.556	9.556
Rusya Fed. (İlave)(Batı)	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Rusya Fed. (Karadeniz hattı)	8.000	10.000	12.000	1.000	16.000	16.000	16.000
Türkmenistan (**)	0	0	0	0	0	0	0
Azerbaycan (***)	0	0	2.000	3.000	5.000	6.600	6.600
TOPLAM ARZ	35.766	40.638	43.587	47.519	51.058	40.791	40.791

* Ülkelerle yapılan anlaşmalardaki miktarlar kontrat m³ olup, "TOPLAM TALEP" ve "TOPLAM ARZ" rakamları kontrat miktarlarının standart m³e çevrilmiş halidir.

** Doğalgaz alımı belirsizliğini korumaktadır.

*** Yıllık kontrat miktarları gaz teslimatlarının başlangıç tarihine göre değişebilecektir.

(Kaynak: BOTAŞ)

Tablo 22.4. DOĞAL GAZ ARZ - TALEP SENARYOLARI (milyon m³)

22.3.1.2. Yanma Özellikleri

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.

22.3.2. 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 verebilir. Buharlaşma yükleri teorik olarak hesaplanabileceği gibi, hazır tablolar ve diyagramlar yardımı ile de belirlenebilir. *Tablo 22.5* ve *Şekil 22.6*'da 33 kg'lık bir propan tüpü için buharlaşma yükü verileri görülmektedir.

Şekil 22.7'de ise 11 kg'lık tüp için gaz alma diyagramı verilmiştir. *Şekil 22.8* ve *9*'da miks gaz için, %20 ve %80 doluluk oranlarında farklı büyüklükteki tüplerin gaz verme kapasiteleri gösterilmiştir. *Şekil 22.10* ve *11*'de ise yine miks gaz için, *Şekil 22.12* ve *13*'te ise propan için %20 ve %80 doluluk oranlarında farklı büyüklükteki depoların gaz verme kapasiteleri gösterilmiştir. *Tablo 22.14*'de 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 22.14*'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 oranı arttıkça alınabilecek gaz debisi de artmaktadır.

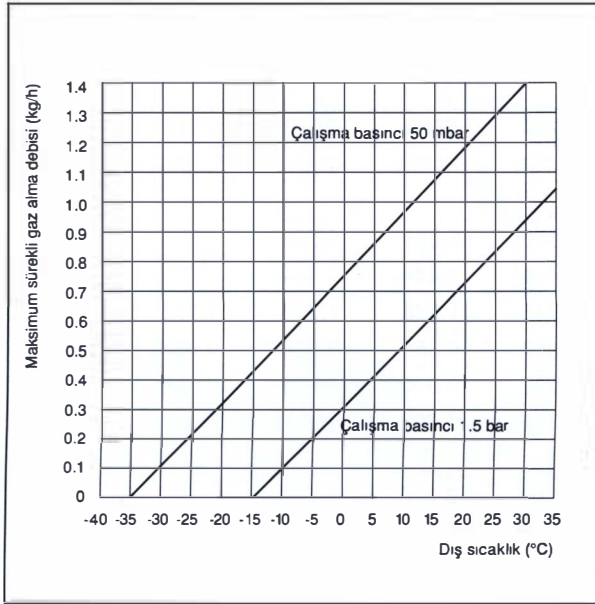
Maksimum gaz alma debisinin hesaplanmasında tüm işletilen ve rezerv tüpler dikkate alınmalıdır.

Propan için normal sıcaklık ve aralıklı gaz almada buharlaşma yükü aşağıdaki gibi alınabilir:

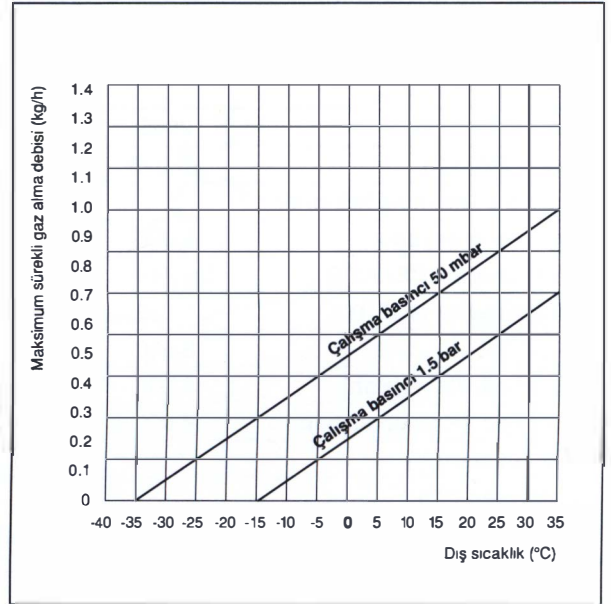
- 200 kg'lık depoda 7 ila 8 kg/h
- 300 kg'lık depoda 10 ila 15 kg/h

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 22.5. OTOMATİK KESME SİSTEMLİ 33 kg'LIK BİR TÜPÜN kg/h BİRİMİNDE MAKSİMUM BUHARLAŞMA YÜKÜ (Propan)



Şekil 22.6. OTOMATİK KESME SİSTEMLİ 33 kg'LIK TÜPTE MAKSİMUM SÜREKLİ GAZ ALMA (Propan)



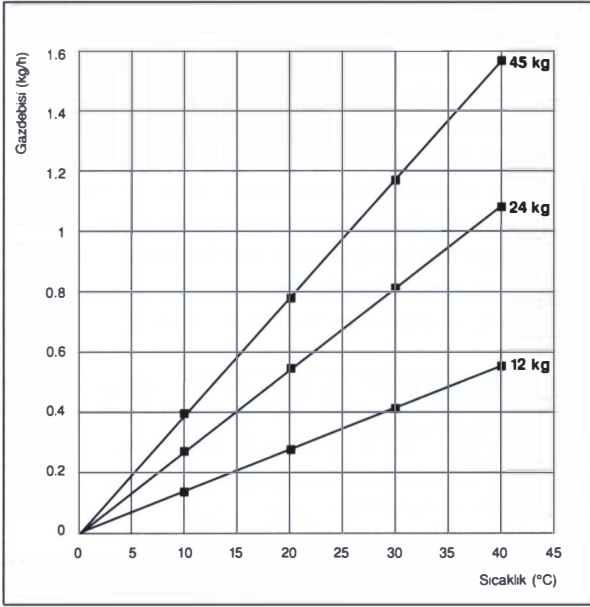
Şekil 22.7. OTOMATİK KESME SİSTEMLİ 11 kg'LIK TÜPTE MAKSİMUM SÜREKLİ GAZ ALMA (Propan)

Daha önce açıklandığı gibi, buharlaşma için gerekli ısıyı sıvı önce kendisinden çeker. Bu bakımdan sıvı 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

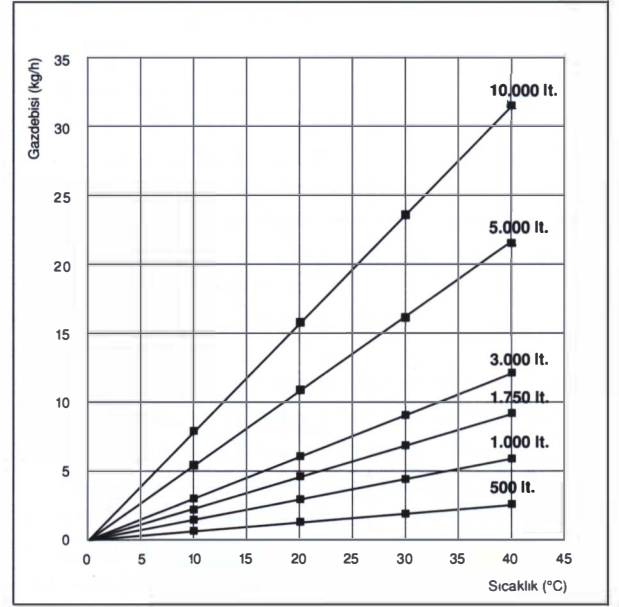
ısı geçişinin etkisi yoktur ve ihmal edilebilir. Özellikle sürekli çalışmada buharlaşma yükünün hesaplanması için emniyet bakımından düşük sıvı miktarı ve düşük sıcaklık işletme şartları dikkate alınmalıdır.

22.3.3. BUHARLAŞTIRICILAR

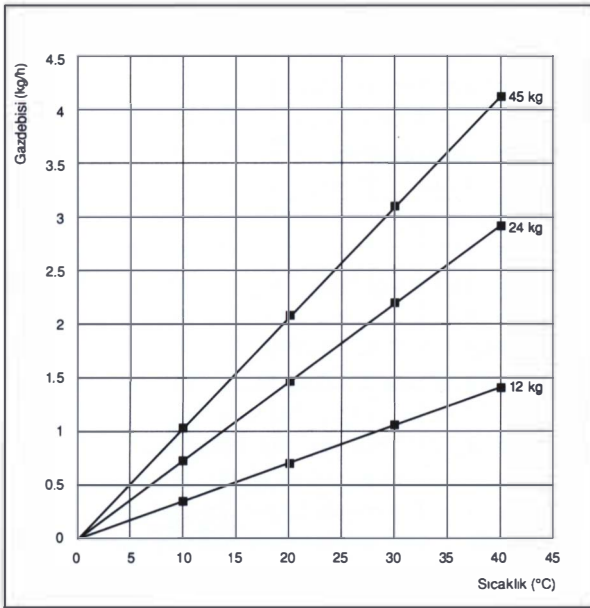
Tüp ve depolardan buharlaşma yükünün gerektiğinde artırılması, su banyosu veya sıcak hava ile sağlanabilir. Tüpteki sıvılaştırılmış gaz 40°C'nin üstüne ısıtılmamalıdır. Patlamaya karşı önlem alınmış 3-4 kW'lık



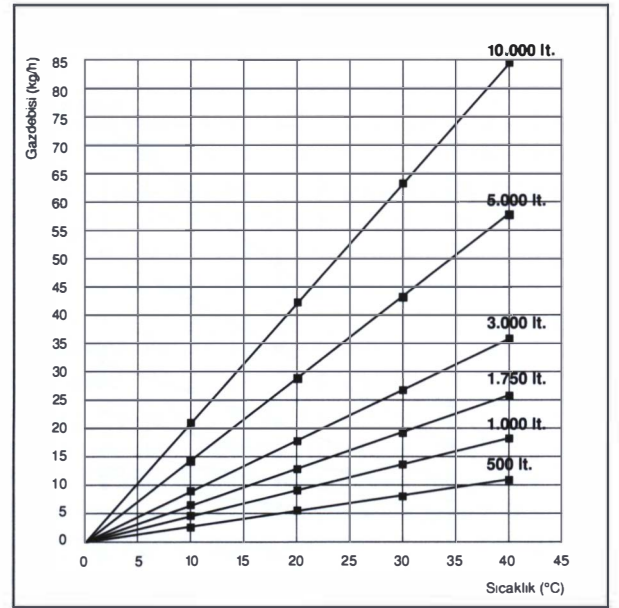
Şekil 22.8. TÜPLERİN
GAZ VERME KAPASİTELERİ
(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %20)



Şekil 22.10. TANKLARIN
GAZ VERME KAPASİTELERİ
(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %20)



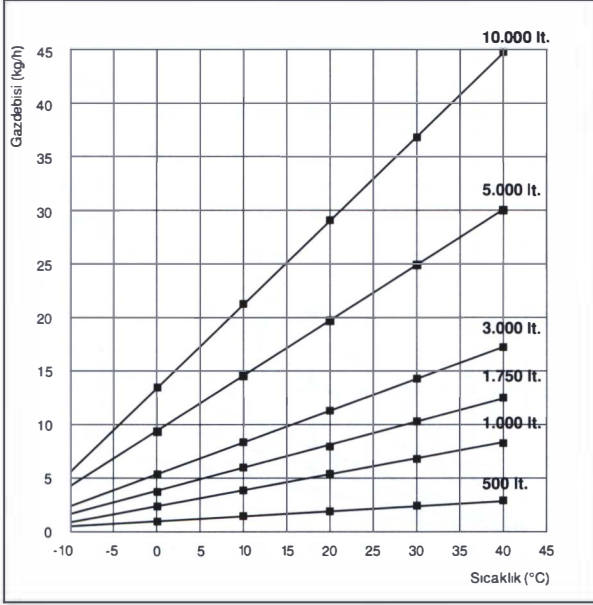
Şekil 22.9. TÜPLERİN
GAZ VERME KAPASİTELERİ
(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %80)



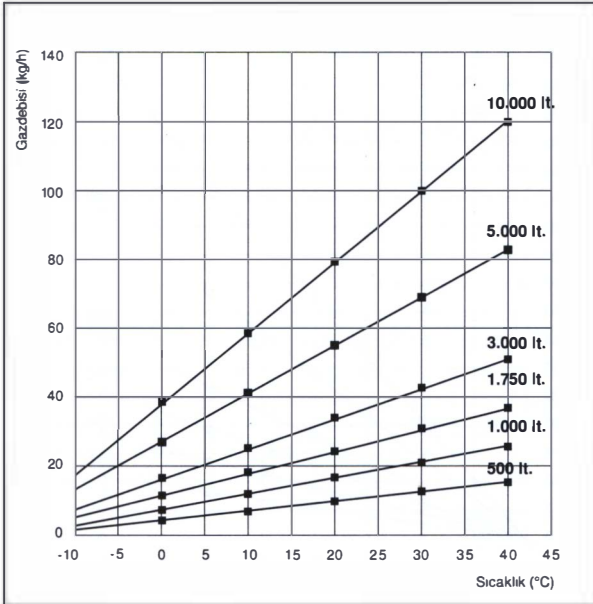
Şekil 22.11. TANKLARIN
GAZ VERME KAPASİTELERİ
(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %80)

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.



Şekil 22.12. TANKLARIN GAZ VERME KAPASİTELERİ (Propan; min. sıcaklık -18°C; doluluk %20)



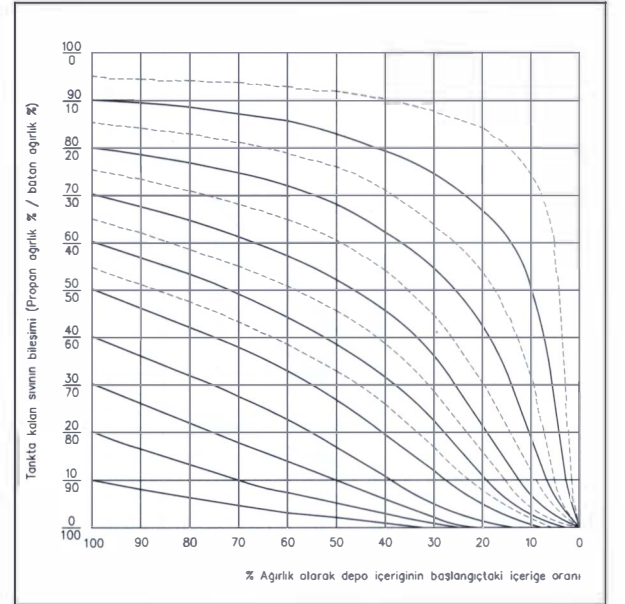
Şekil 22.13. TANKLARIN GAZ VERME KAPASİTELERİ (Propan; min. sıcaklık -18°C; doluluk %80)

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 için 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 22.15'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'e ulaşır.

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 22.14. KAPLARDAN GAZ ALMA YÜKÜ (Gaz Formunda)



Şekil 22.15. TANKIN BUHAR KISMINDAN GAZ ALINMASINDA PROPAN - n-BÜTAN KARIŞIMININ BİLEŞİMİNDEKİ DEĞİŞME

22.3.3.1. 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 gazın sürekli beslenmesi gerektiği işletmelerde bu sınırlandırmalar geçerlidir. Örnek olarak kalorifer kazanlarında veya metalin ısı işleminde 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. Avrupa'nın 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 ve 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 22.16* ve *Şekil 22.17*'de verilmiştir. Sistemin en büyük özelliği ise, herhangi bir elektrik kesintisi veya arıza durumunda belirli bir süre tüp gibi çalıştırılabilmesidir. *Şekil 22.16*'da 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

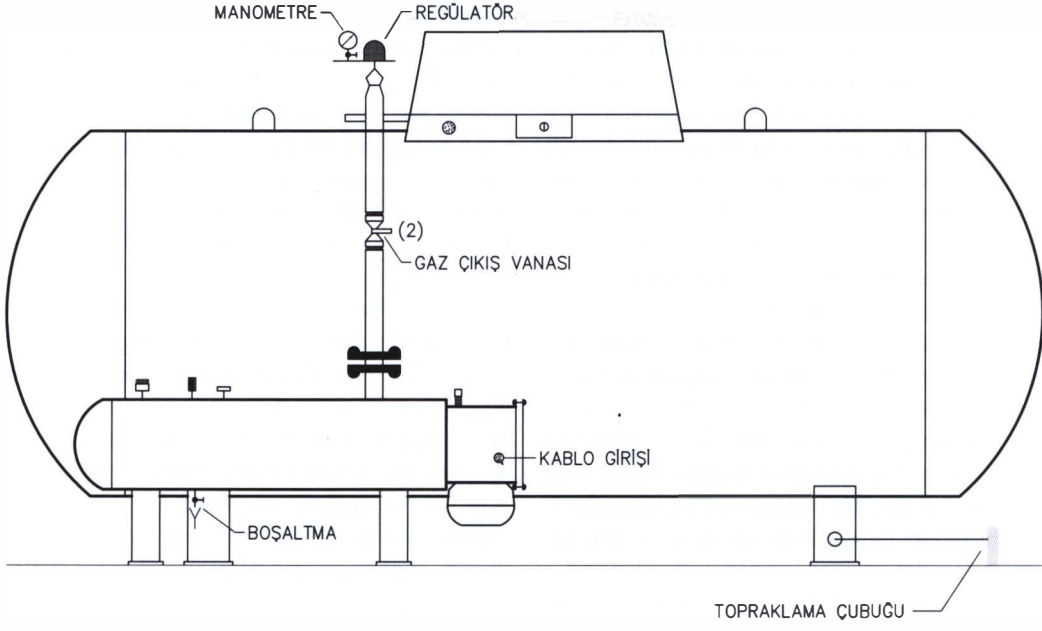
bir sıcak su devresi ile beslenir. Seviye ve sıcaklık kontrollerine sahiptir. Sıcak su devresi yine LPG devresinden aldığı gazla çalıştığı için işletme maliyetleri azaltılabilmektedir. DIN 30696 da belirtildiği gibi buharlaştırıcıdan çıkan gazın sıcaklığı 40°C'nin altında ve 80°C'nin üstünde olmamalıdır. Sıcaklık ayarı termostatik veya elektronik kontrolle yapılır. Elektronik kontrol yüksek kapasite dalgalanmalarında da gaz çıkış sıcaklığının sabit tutulmasını garanti eder. Bakım gerektirmez ve yıpranmaz.

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 değişmesini sağlamak için buharlaştırıcının yalıtımı daha kalın tutulmalıdır.

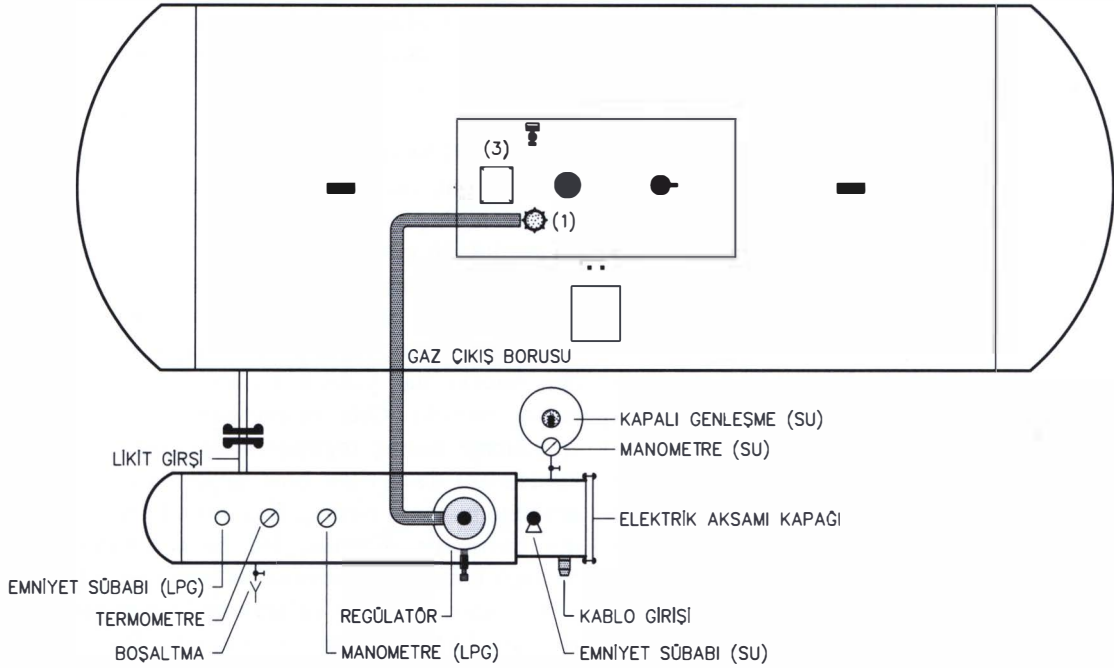
Bütanın buharlaşması için özel özene gerek vardır. Bir basınç yükseltici pompa-pompa basıncı yaklaşık 3 bar-sıvılaştırılmış gazı, şayet tüpün üstünden veya altından ventil yardımı ile alınmıyorsa, depodan buharlaştırıcıya aktarır. Gaz basınç regülatörü buharlaştırıcı çıkışına bağlanmalıdır. Regülatörden gaz cihazına olan boru hattı bütan veya gaz karışımı kullanımında yalıtılmalıdır. Boru hattındaki basınç tekrar yoğunlaşma olmayacak şekilde seçilmelidir. Artan propan oranı ve düşük regülatör çıkış basıncı ile tekrar yoğunlaşma tehlikesi azalır.

22.3.4. LPG SİSTEMİ

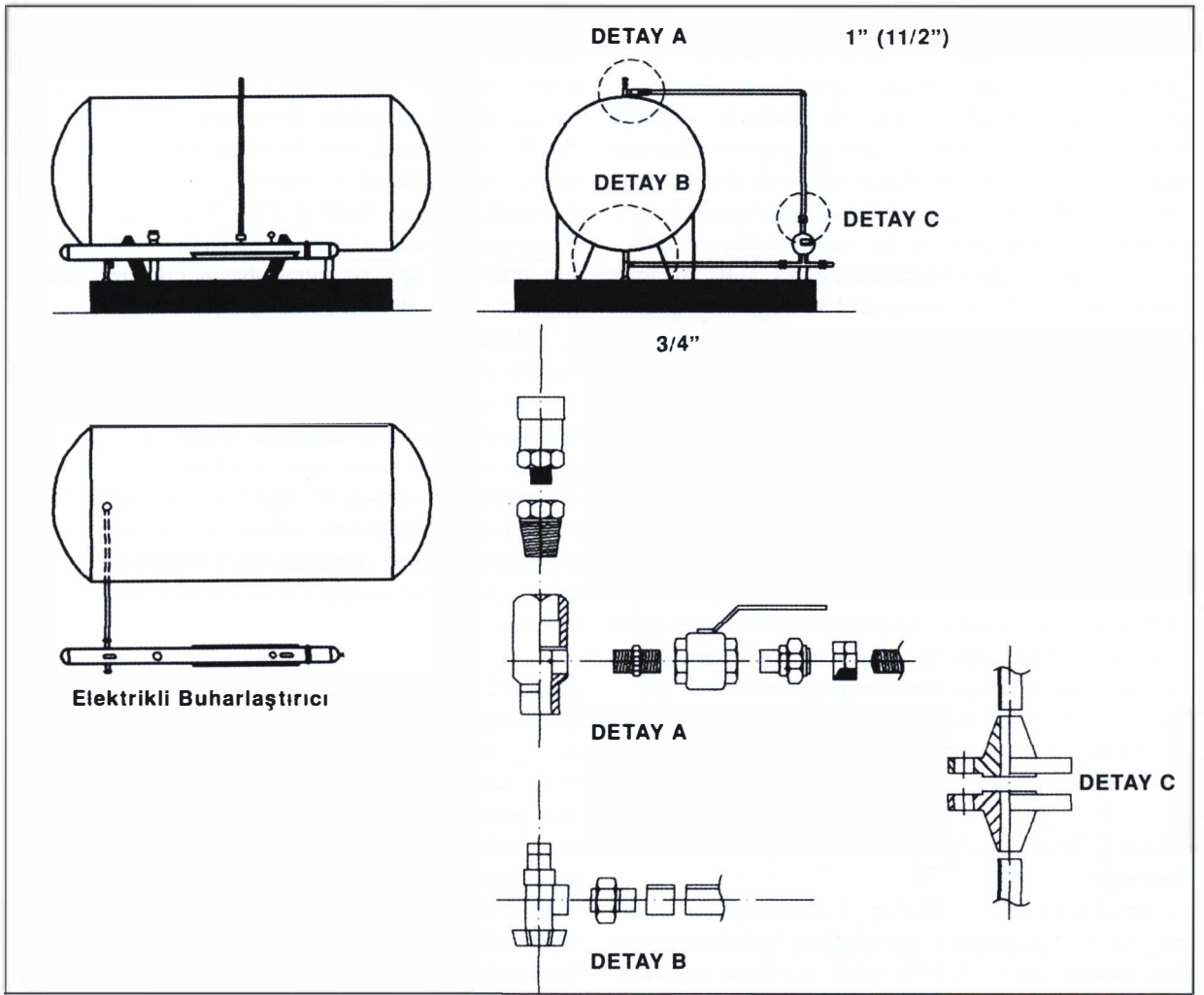
LPG sistemi, tüketim cihazları ve gaz kaynağı sisteminden oluşur (*Şekil 22.18*). Bu prensip şemasında görüldüğü gibi merkezi sistem iki farklı basınçta boru hattından oluşur. Depoda basınç genellikle maksimum 16 bar olmaktadır. Depodan çıkan gaz 1. kademe basınç regülatörüne ulaşır. Bu regülatörden 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.



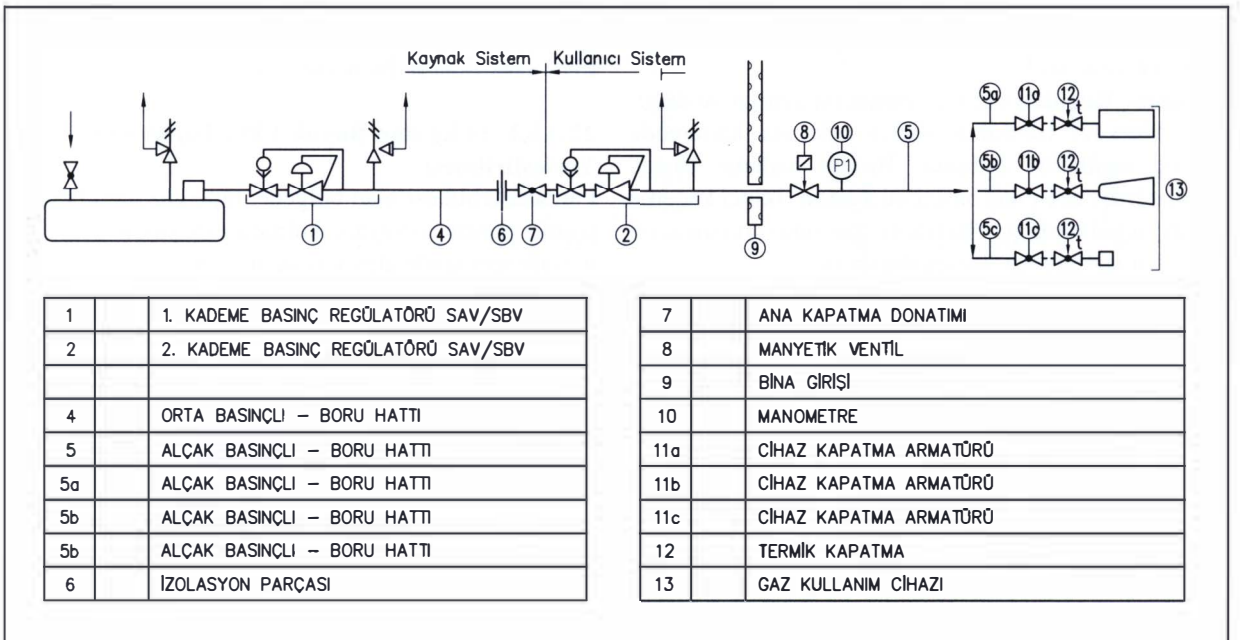
TANK + BUHARLAŞTIRICI ÜSTTEN GÖRÜNÜŞ



Şekil 22.16. PAKET TİP BUHARLAŞTIRICILARIN TANK İLE BAĞLANTISI



Şekil 22.17. PAKET BUHARLAŞTIRICILI DÖKME GAZ SİSTEMİ MONTAJ DETAYLARI



Şekil 22.18. SIVI GAZ DEPOLU LPG SİSTEMİ

Şekil 22.19, 20, 21, 22 ve 23'te 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 görülmektedir. Türkiye uygulamasında özellikle miks gaz kullanımından kaynaklanan likit ayırıcı elemanların kazan veya kombi önünde kullanma gereksinimi çok önemli bir noktadır. Kazana likit yürümemesi 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.

22.3.4.1. Tesisat Bölümlerinin ve Elemanlarının Tanımları

a. Orta Basıncılı Boru Hatları: Donanımlarının (örneğin; basınç regülatörleri, ventilleri, ve izolasyon parçaları) işletme üst basıncı $>0,1$ bar olan boru hatlarıdır.

b. Alçak Basıncılı 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.

c. Basınç Regülatörü: Gaz basıncını ayarlar ve düşürür. Merkezi (depolu) sistemlerde iki kademede 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.

d. Büyük Tüp Basınç Regülatörü: 14 kg'a eşit veya daha fazla ağırlıktaki tüplerin basınç regülatörüdür.

e. Küçük Tüp Basınç Regülatörü: 14 kg'dan daha az ağırlıktaki tüplerin basınç regülatörüdür. Tüp çıkışındaki gaz basıncını ayarlar.

f. Ana Kapatma Vanası: Bina girişindeki servis kutusunda bulunur ve gaz kaynağını tüketim hattından (bina içi tesisattan) ayırmaya yarar.

g. İzolasyon Parçası: Boru hattının elektrik iletkenliğini ortadan kaldırmak için kullanılan bir elemandır. Bina içi tesisatta olacak bir elektrik kaçığının bina dışı hatta geçmesini önler. Bina içi ve dışı tesisat borularının her ikisinin de metal olması halinde gereklidir.

h. 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.

i. 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.

j. Tüketim Hattı: Ana kapatma vanasından başlayarak boru hattı da dahil olmak üzere bütün gaz cihazlarını ve bunların yedek aksamalarını kapsar.

k. 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.

l. Toprak Seviyesi Altındaki Bina Bölümleri: Zeminleri toprak seviyesinin 1,0 m daha altında bulunan hacimlerdir.

22.3.5. 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.

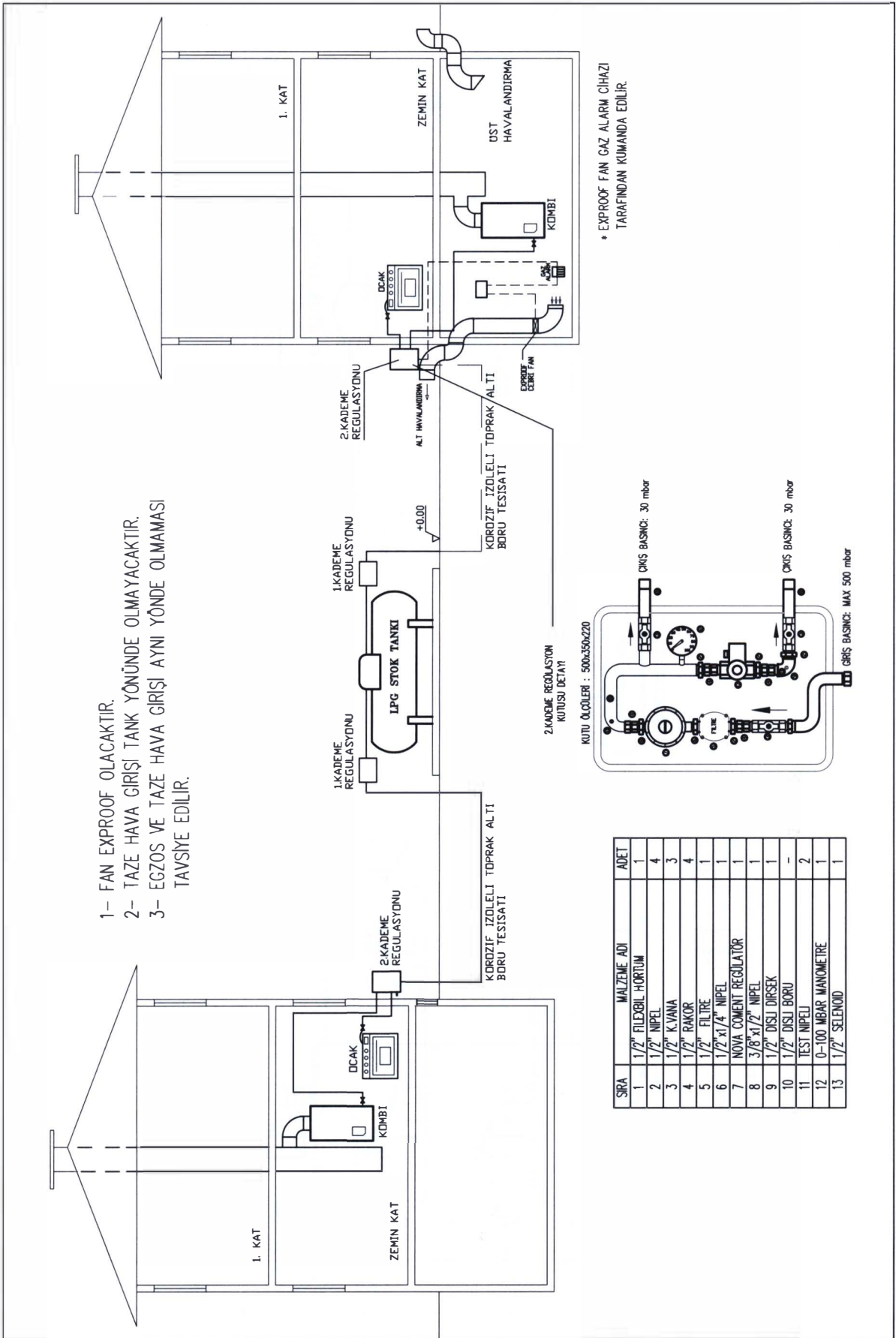
Mesken içinde, boş tüpler de dahil olmak üzere, maksimum 2 LPG tüpü, her mahal için maksimum 1 LPG tüpü bulunabilir.

LPG tüpleri ısı kaynağından, içindeki LPG 40°C'den daha fazla ısınmayacak şekilde, *Tablo 22.24*'de belirtilen uzaklıklarda bulunmalıdır.

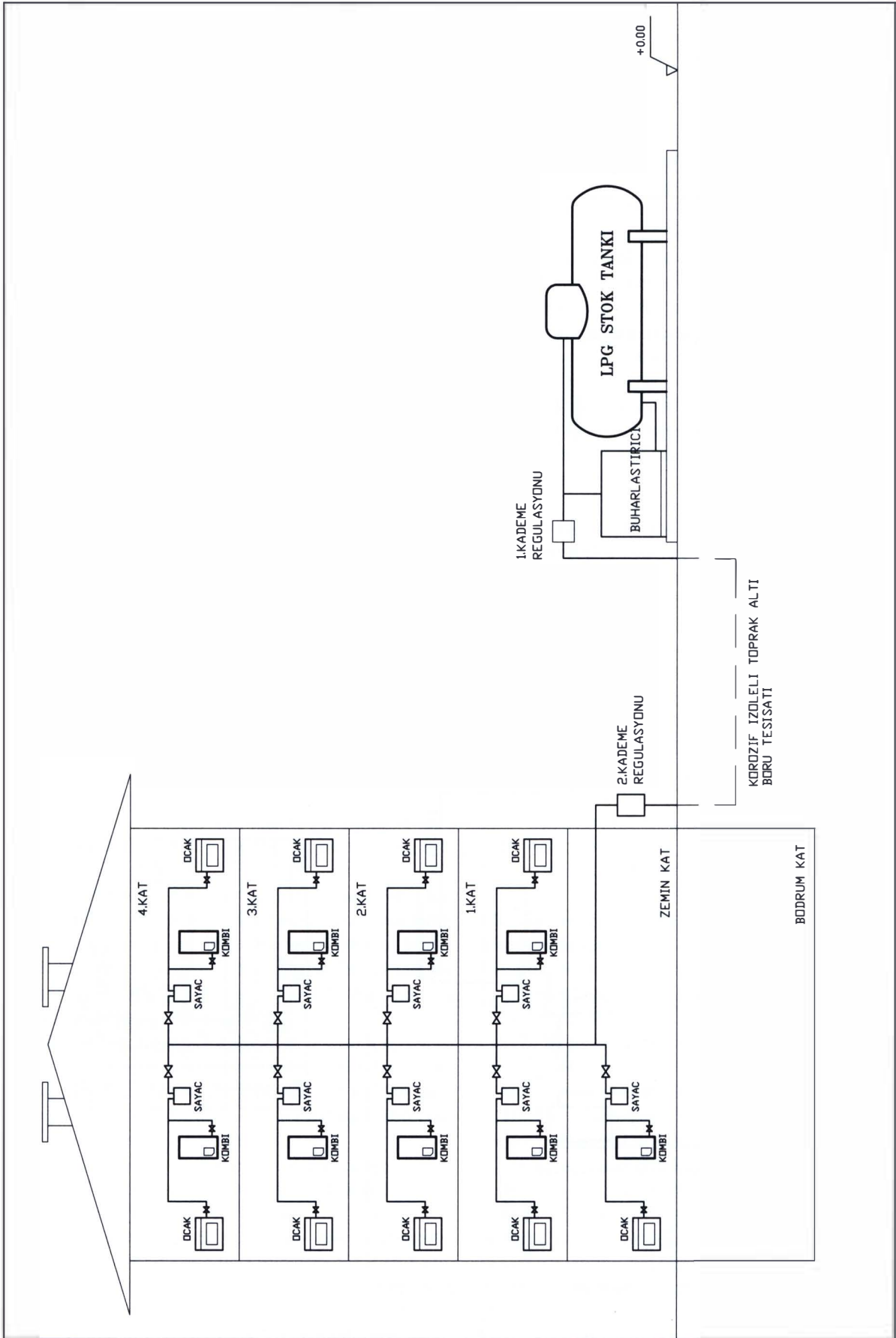
22.3.5.1. 14 kg'dan Büyük LPG Tüplerinin Yerleştirilmesi

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 *Şekil 22.25*'de verilmiştir.

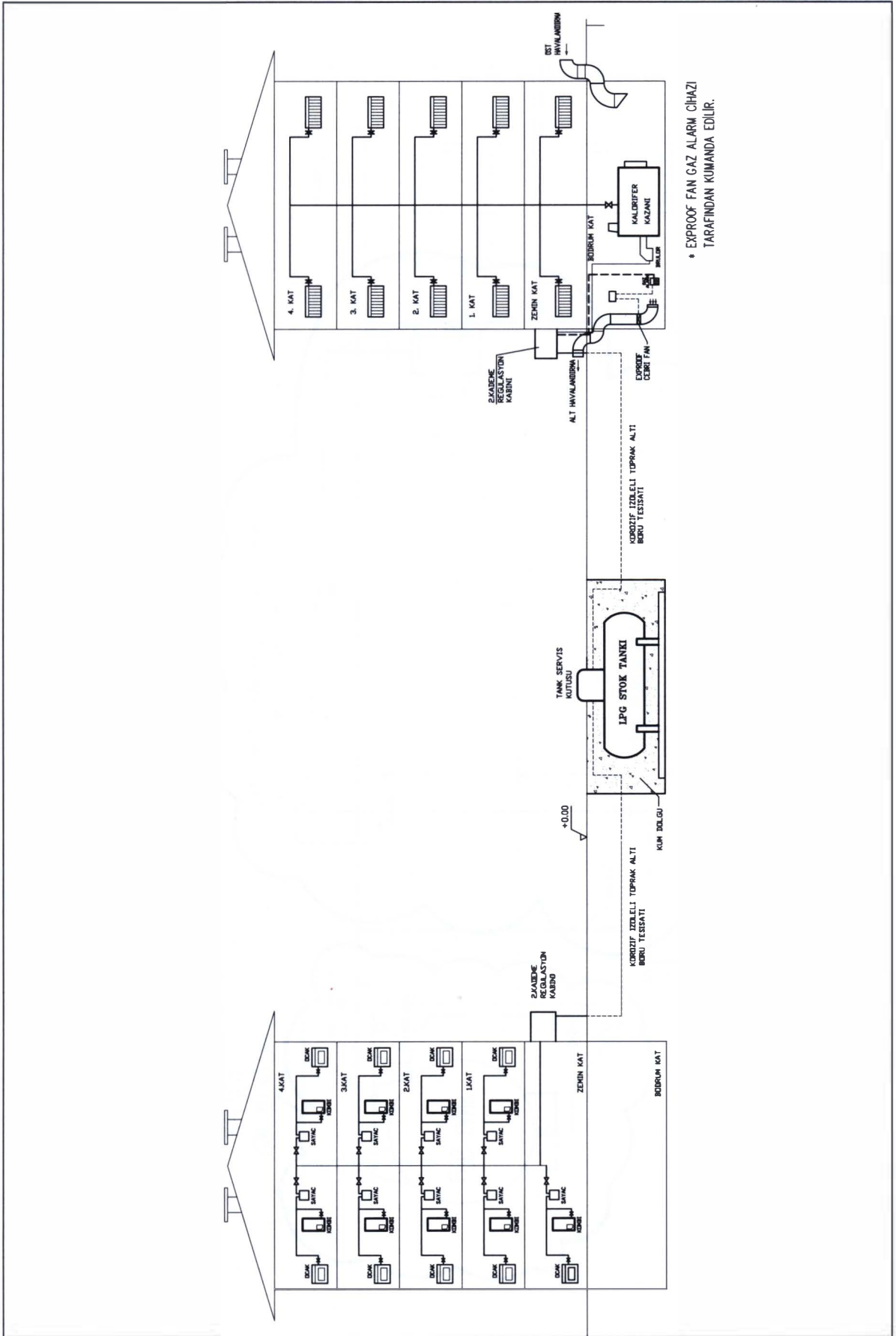
Patlama tehlikesi olan bölge en az 2 metre yükseklikte, en fazla iki tarafından özel yanmayan malzemedan yapılmış koruma duvarı ile korunmalıdır. Bu duvarın bir tarafı açıklığı olmayan bina duvarı olabilir. Patlama tehlikesi olan bölge içinde hiçbir yanıcı madde olmamalıdır. *Şekil 22.25*'de belirtilen 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 kaçaklara karşı emniyete alınmalıdır.



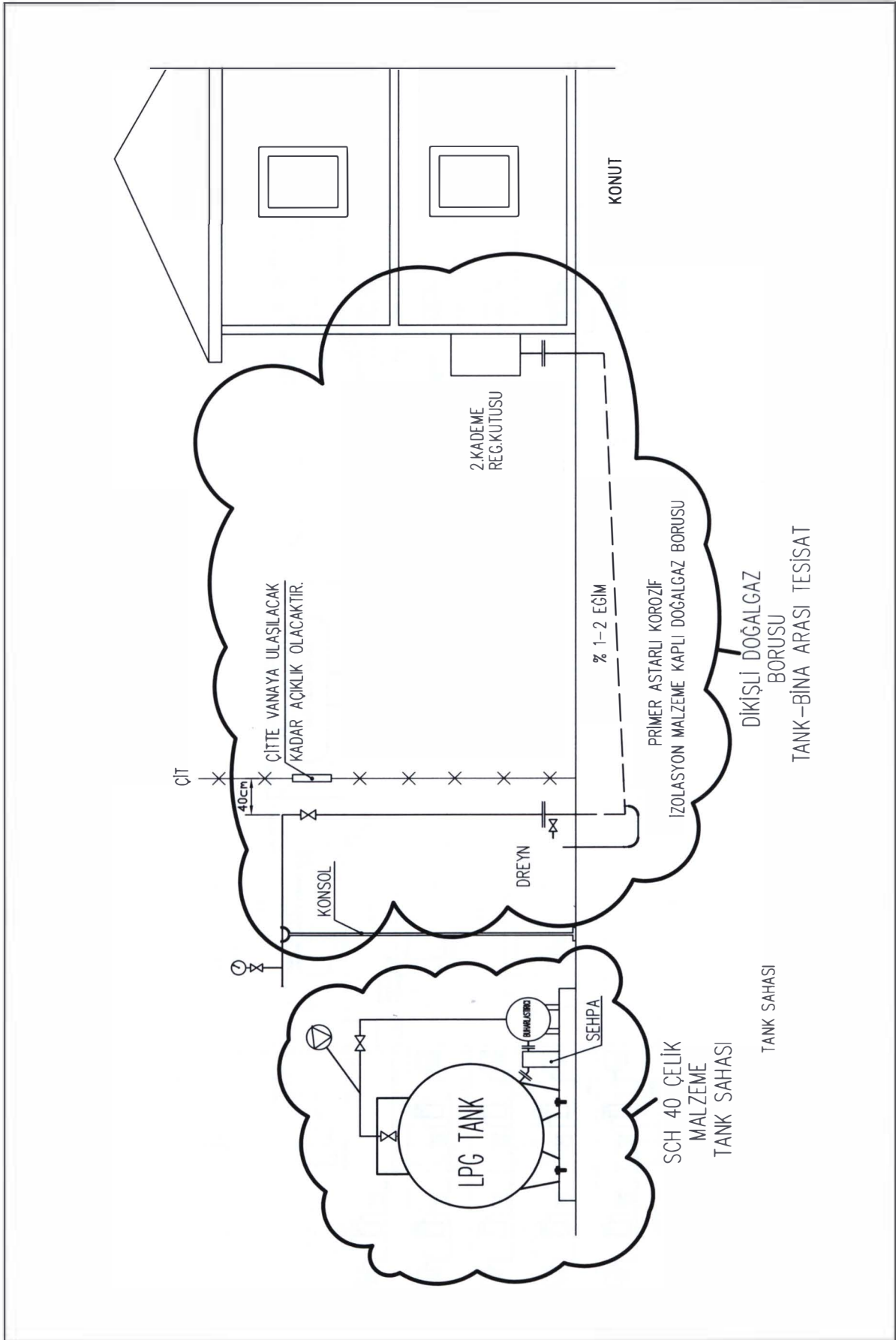
Şekil 22.19. YER ÜSTÜ TANK, KAZAN DAİRESİ BODRUMDA LPG TESİSATI ÖRNEĞİ



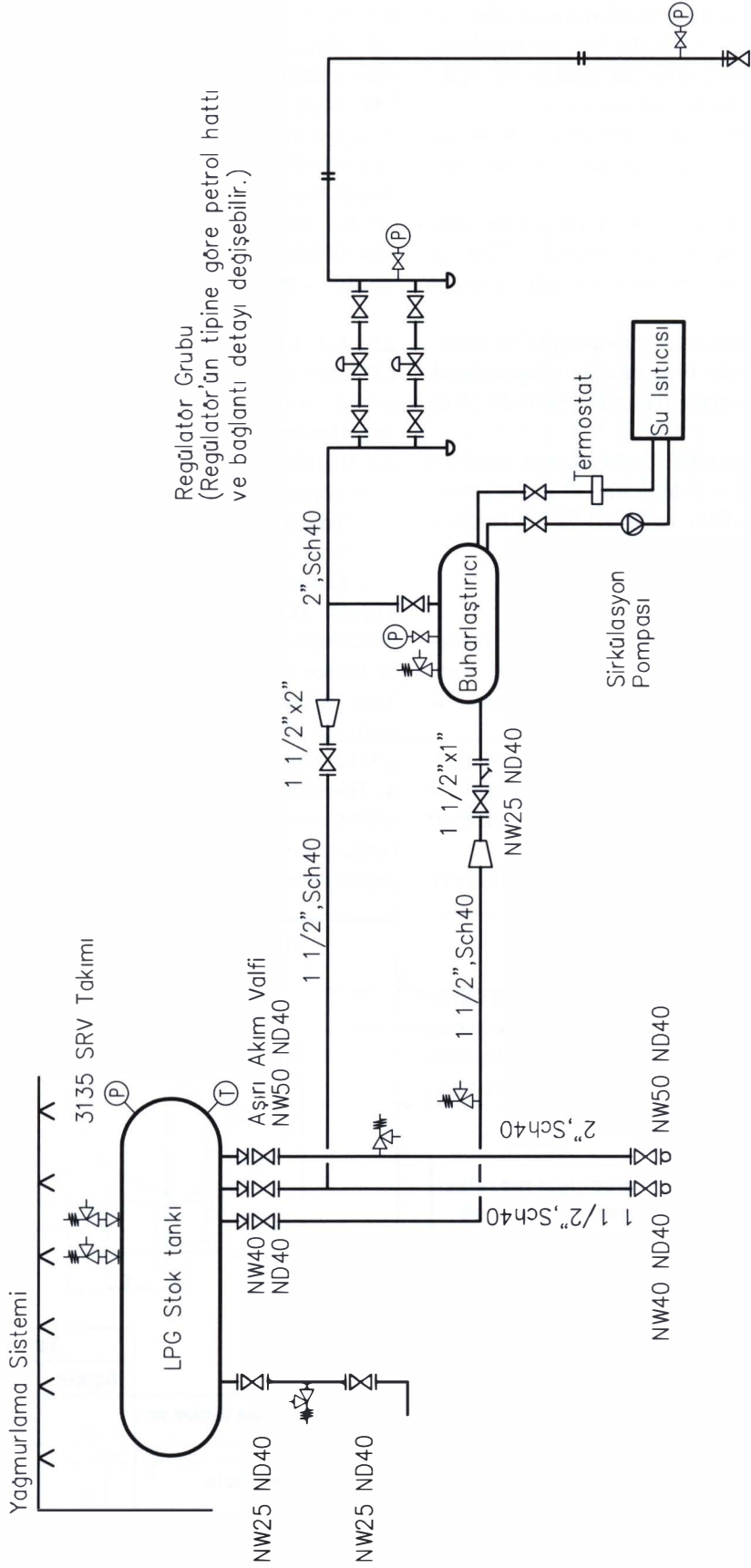
Şekil 22.20. YER ÜSTÜ TANK BİREYSEL SİSTEM UYGULAMASI



Şekil 22.2.1. YER ALTI TANK – MERKEZİ VE BİREYSEL SİSTEM UYGULAMASI



Şekil 22.22. KÜÇÜK DÖKME GAZ (Konut) TESİSAT DETAYI



(TÜKETİM HATLARI KULLANIMINA GÖRE TASARLANACAKTIR.)

Şekil 22.23. DÖKME GAZ TESİSATI (Büyük Tanklı Sistem)

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, geliş güzel yerleştirilmemelidir.

Tüplü tesislerin çeşitli kuruluş örnekleri şematik olarak Şekil 22.26'da gösterilmiştir. Şekil 22.27'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 22.28'de gösterilmiştir.

LPG tüplerinden oluşturulan bataryalarda istenilen hızda gaz alınabilmesi için tüplerin ısıtılması gerekmektedir. Tüp ısıtıcısı detay resimleri ve tüp bataryası tip projesi Şekil 22.29'da verilmiştir.

22.3.5.2. İşletme Talimatları

İşletme talimatında belirtilmesi gereken, boş sıvı tüplerinin de koruma altında tutulması gerektiğidir. Ventiller ventil koruma kapağı ile ve kapatma somunu ile kapatılmalıdır.

Yangın anında dolu olan LPG tüpleri yangın mahalinden 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.

22.3.6. 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 22.30'da belirtilen işletme değerlerine uygun olmalıdırlar.

Isı kaynağı hattı	İşin mesafesi korumasız minimum mesafe (cm)	İşin 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 22.24. ISI KAYNAĞINDAN MİNİMUM UZAKLIK

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 göz önüne alınarak bir ekonomiklik hesabı ile depo kapasitesi belirlenmelidir.

22.3.6.1. LPG Depolarının Yerleştirilmesi

LPG deposu bulunan bölgeler ve mekanlar açık bir şekilde gazın adı, tehlike işareti ve sembolü ile işaretlenmelidir.

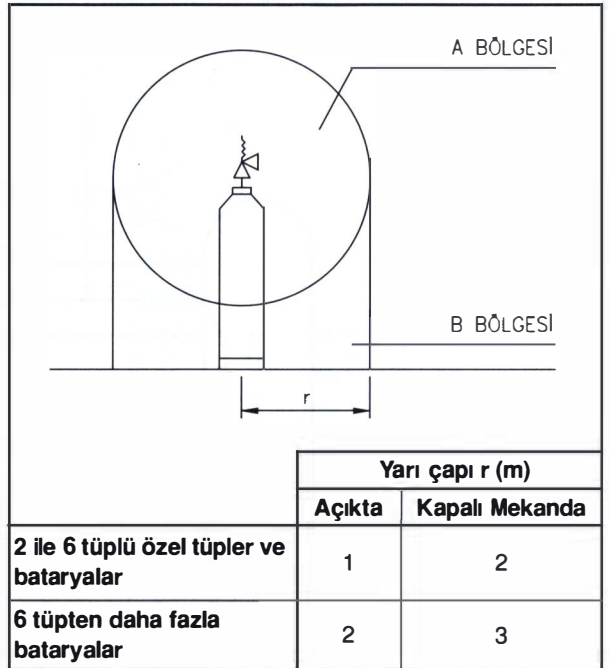
Sınılaştırılmış gaz depoları 4 şekilde yerleştirilebilir.

- Toprak üzerine açıkta
- Toprak altına açıkta
- Yarı toprak içinde açıkta
- Kapalı bir mekan içinde

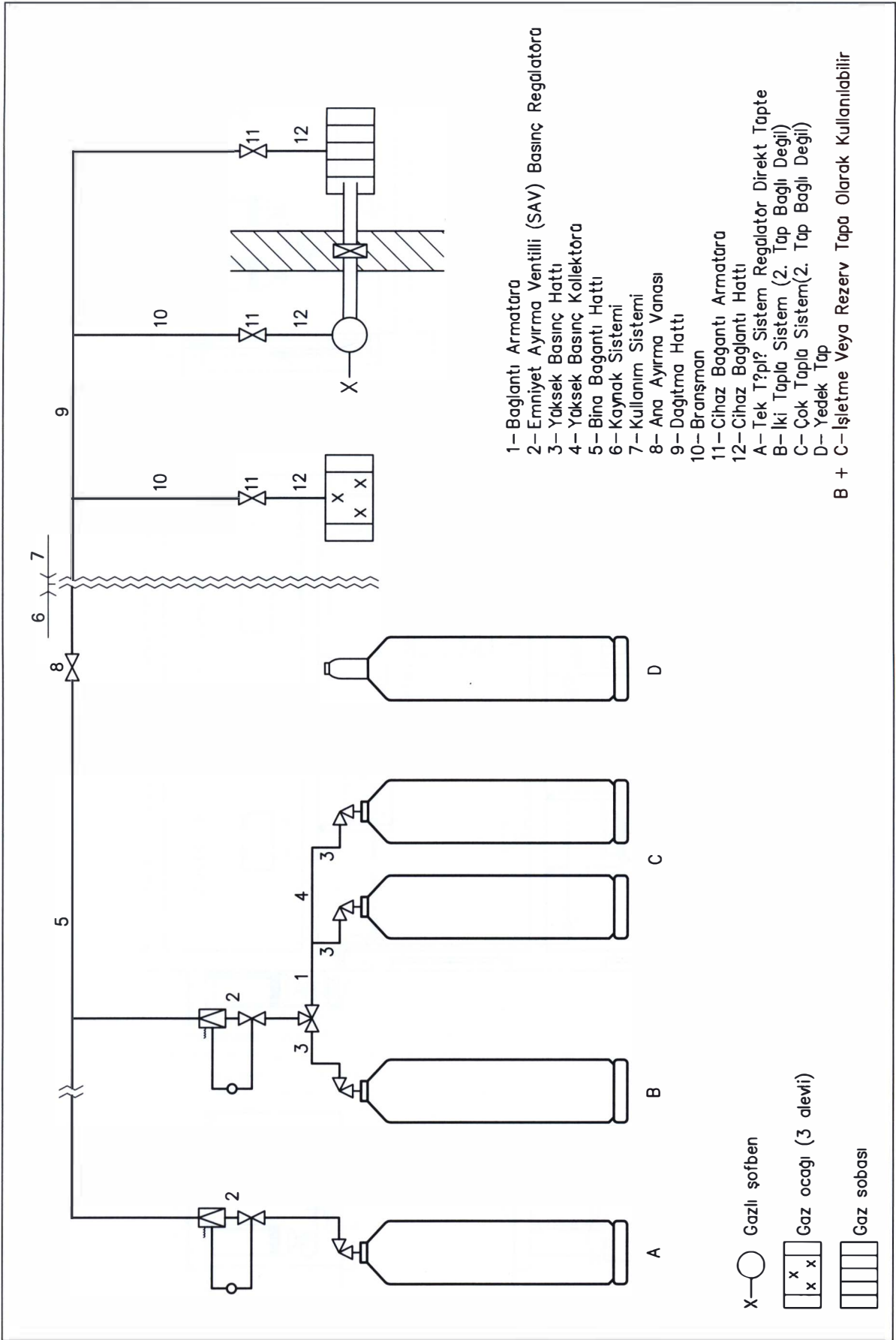
Toprak altına yerleştirilmiş depolar Şekil 22.31'de görüldüğü gibi, her taraftan en az 0,5 m olacak şekilde toprak ile örtülmüş olmalıdır.

Yarı toprak altına yerleştirilmiş olan LPG depoları, Şekil 22.32'de gösterildiği gibi, yere paralel olacak şekilde yarı yarıya toprak içine gömülür.

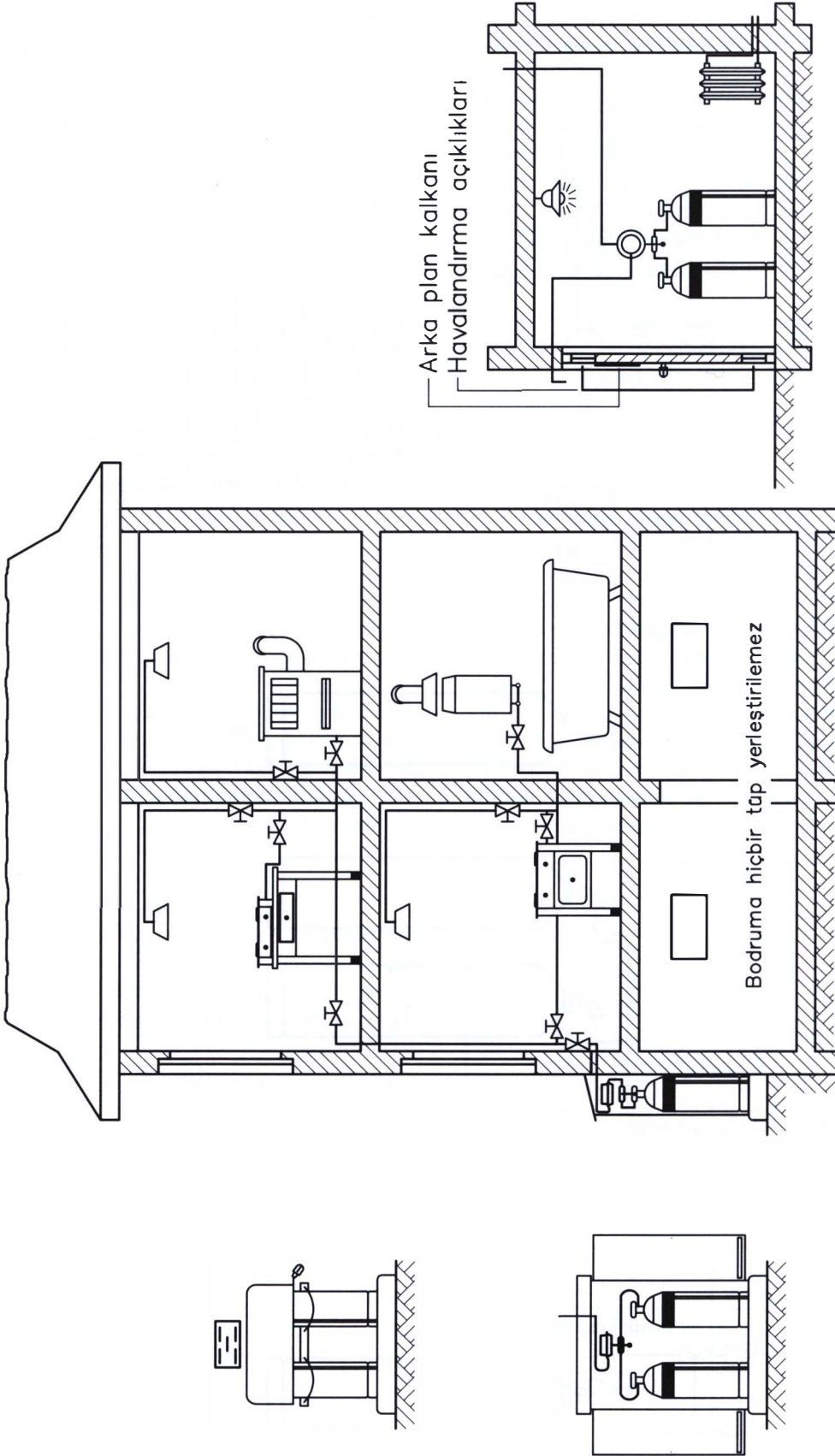
a. Havalandırma: Eğer deponun etrafındaki aşağıda tariflenecek olan B tehlike bölgesi, ikiden daha fazla taraftan kısıtlanmamış ise dış ortama yerleştirme ile yeterli havalandırma koşulları kendiliğinden gerçekleşir.



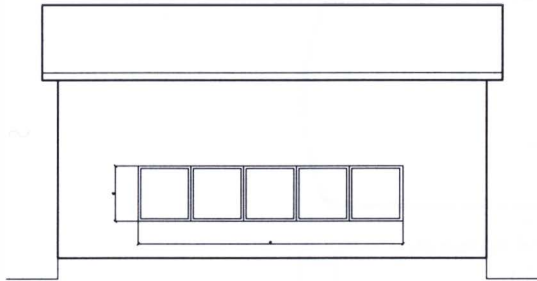
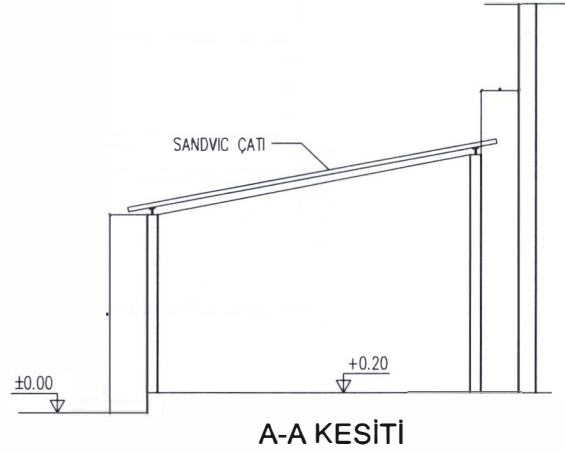
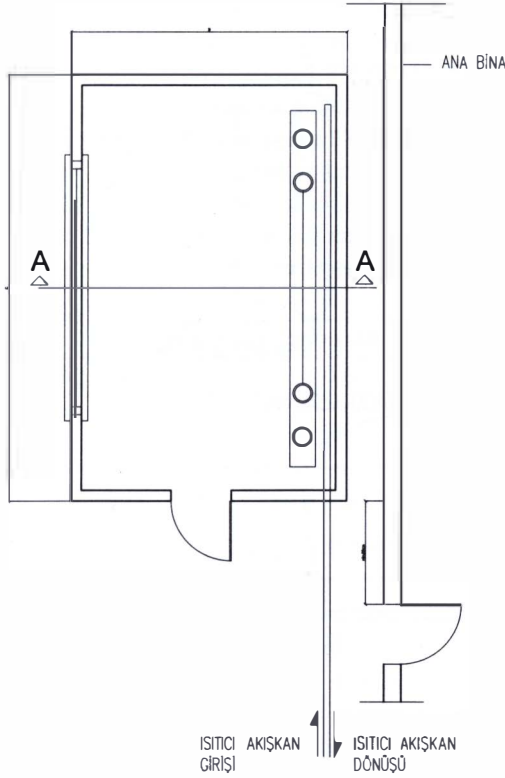
Şekil 22.25. LPG TÜPLERİ PATLAMA TEHLİKE BÖLGELERİ



Şekil 22.26. TÜPLÜ SIVI GAZ SİSTEMİ



Şekil 22.27. LPG TÜP GRUPLARININ BİNA DIŞINDA ÇEŞİTLİ YERLEŞTİRME İMKANLARI

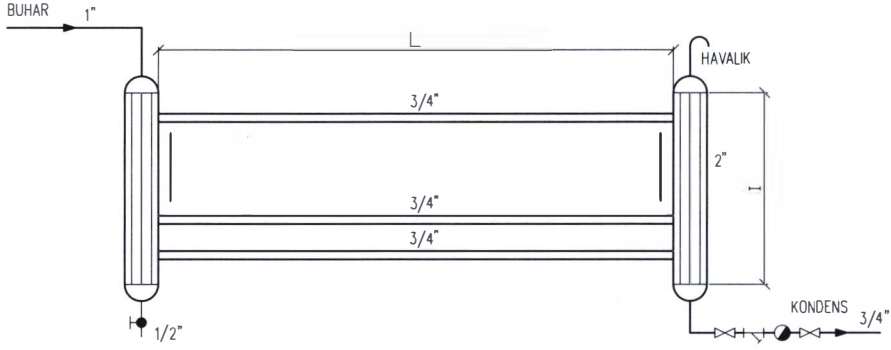


NOTLAR:

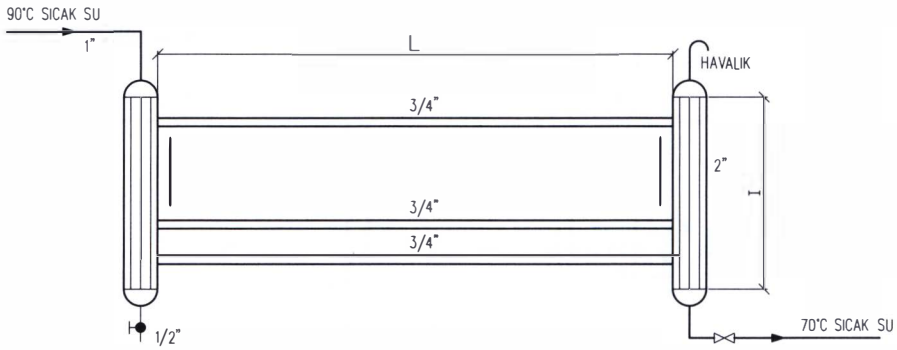
- 1- BİNANIN DIŞ DUVARINDA AÇILACAK PENCERE ALANI $d_{xe} = [(2B + 2C) \times H \times B \times C] \times \frac{10}{100}$ ŞARTINI SAĞLAMALIDIR.
- 2- LPG TESİSAT MAHALİ ANA BİNANIN DUVAR VE DÖŞEMESİ ÜZERİNDEKİ KAPI PENCERE HAVALANDIRMA MENFEZİ, PİS SU SÜZGEÇİ, RÖĞAR GİBİ BOŞLUKLARINDAN EN AZ 2.00 m (YATAY 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 PROFİL SACDAN İMAL EDİLECEK, ALTTA 0,40 cm BOŞLUK BIRAKILACAKTIR.
- 7- DÖŞEME YERİNDE DÖKME MOZAIK 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

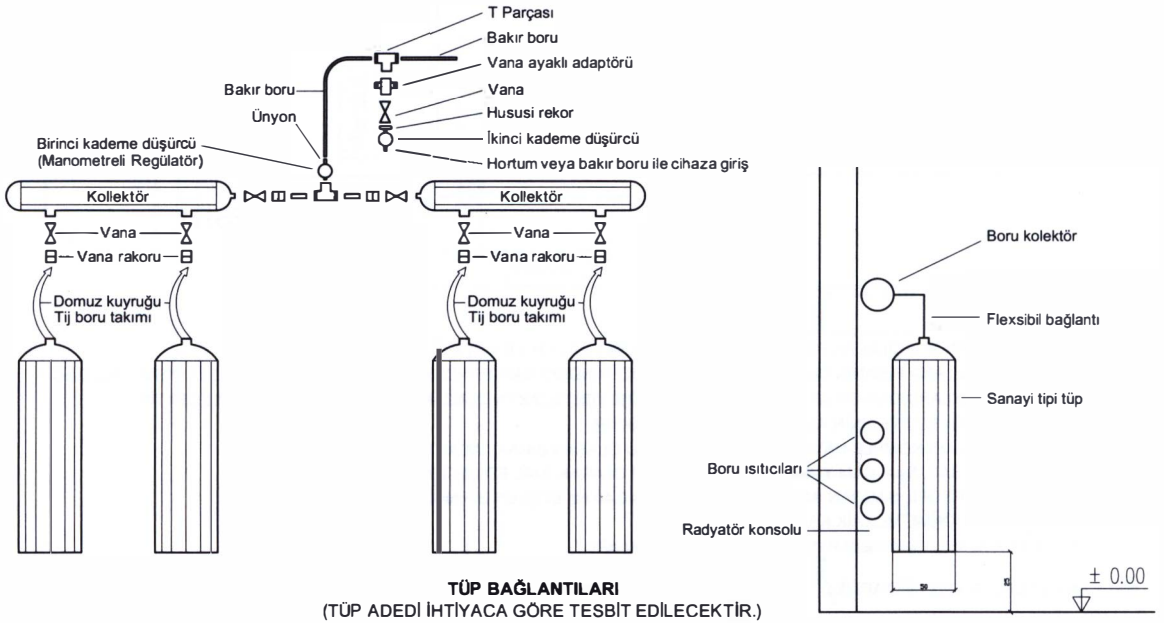
Şekil 22.28. LPG TÜP DEPOLAMA YER HACMİ



TÜP ISITICISI
(LH ve 3/4 lük BORULARIN MIKTARI İHTİYACA GÖRE HESAPLANACAKTIR.)



TÜP ISITICISI
(LH ve 3/4 lük BORULARIN MIKTARI İHTİYACA GÖRE HESAPLANACAKTIR.)



TÜP BAĞLANTILARI
(TÜP ADEDİ İHTİYACA GÖRE TESBİT EDİLECEKTİR.)

SANAYİ TİP LPG TÜPLERİNİN BİRBİRİNE BAĞLANTILARINA VE TÜP MAHALİNE ISITICILARIN YERLEŞTİRİLMESİNE AİT DETAYLAR

Şekil 22.29. LPG TÜP BAĞLANTILARI

İki taraftan daha fazla tarafta kısıtlama olduğunda havalandırma tedbirlerinin alınması öngörülür.

b. Ulaşılabilirlik: LPG depoları temizleme bakım ve aynı zamanda ulaşılabilirlik için etrafında yeterli mesafe olacak şekilde yerleştirilmelidir.

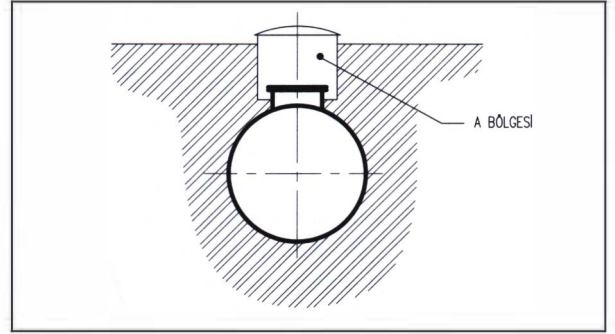
c. Patlama Tehlikesi Olan Bölgeler: Patlayıcı atmosfer oluşum tehlikesi olan bölgelerin önlenmesi gerekir. Bu bölgelerde gaz sızma tehlikesi olan ağızlar vardır. Bu bölgelerin boyutları belirlenmeli ve buralara hiçbir şekilde ateşle yaklaşıma izin verilmemelidir.

Patlama tehlikesi olan bölgelerin ölçüleri ve geometrik tanımları Şekil 33, 34, 35 ve 36'da verilmiştir. Buna göre patlama riski olan bölgeleri sürekli ve geçici olarak tanımlamak mümkündür. Doldurma işlemi sırasında tesisat ile ilgili çıkış noktaları (seviye ventili, doldurma ağızı) civarı geçici olarak riskli bölgelerdir.

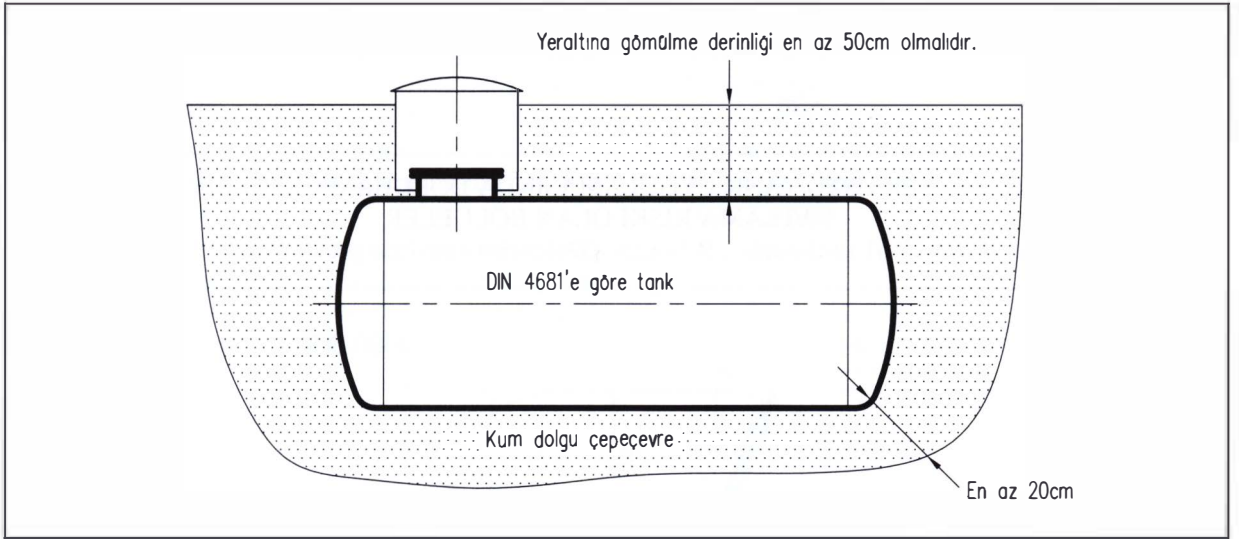
Yerleştirme	Toprak Üstü	Toprak Altı	Mekan İçi
Toprak kalınlığı (m)		≥ 0,5	
Uygun işletme sıcaklığı (°C)	40	40 (30)*	40
Uygun işletme üst basıncı (bar)	15,6	15,6 (12,1)*	15,6

* Alternatif olarak mümkündür.

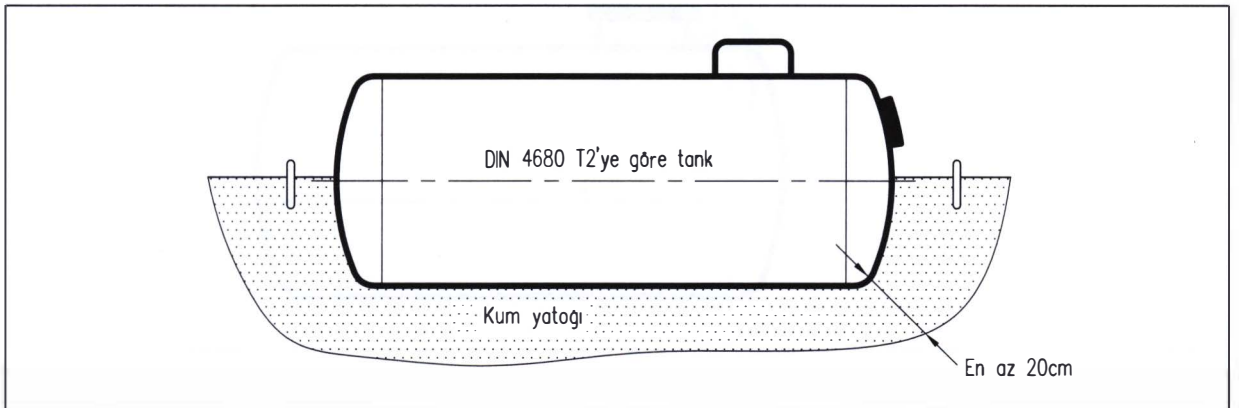
Tablo 22.30 LPG TANKLARI İŞLETME ŞARTLARI



Şekil 22.33. YER ALTI TANK UYGULAMASINDA İŞLETME ESNASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELER A Bölgesi (Zon1 şartlarında)



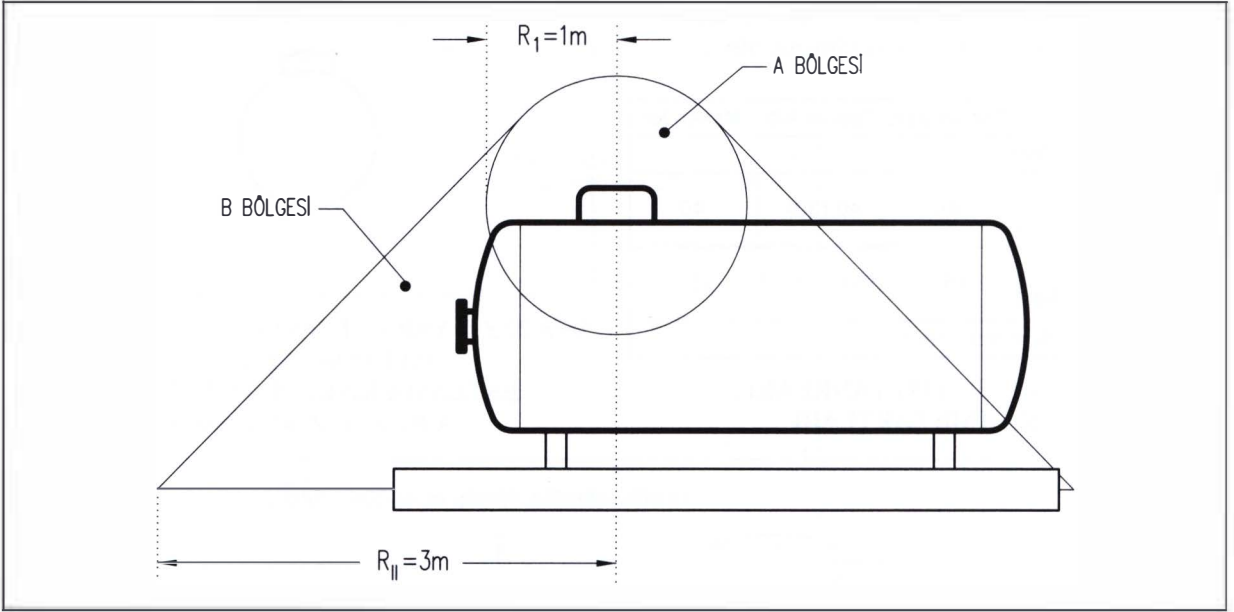
Şekil 22.31. YER ALTI LPG DEPOLARI



Şekil 22.32. YARI YER ÜSTÜ LPG DEPOLARI

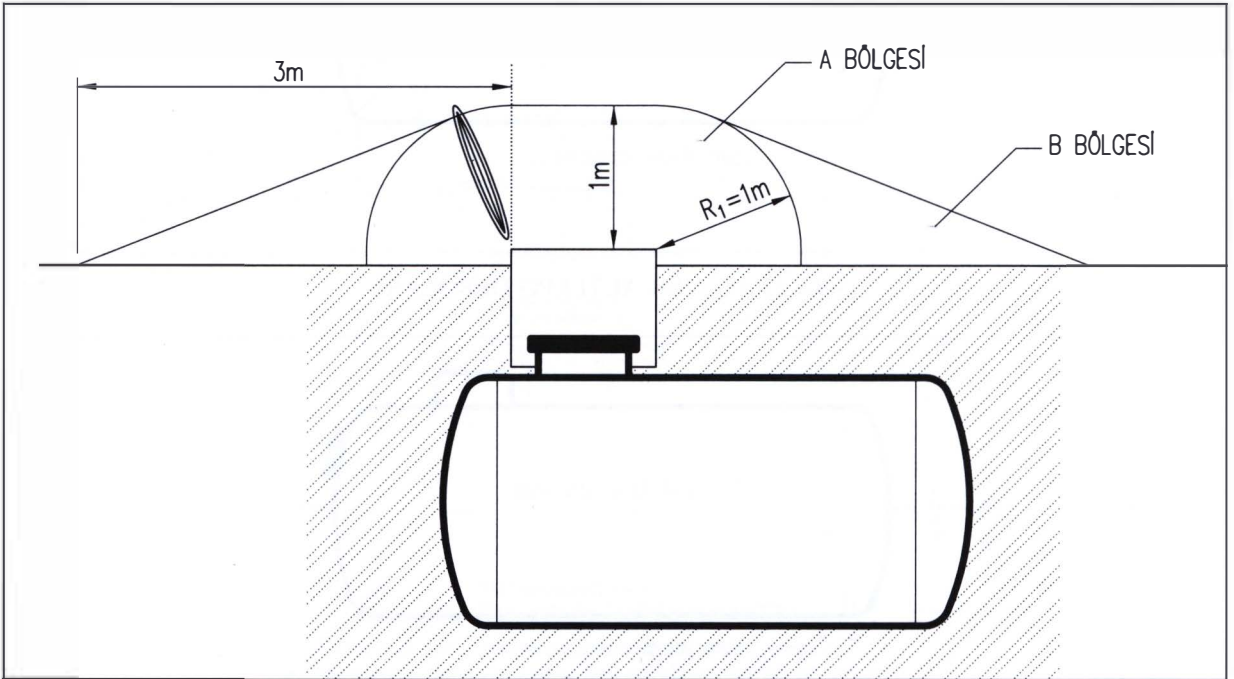
Bu bölgeler patlama zonu 2 (B bölgesi) olarak tanımlanır. Sürekli olarak patlama riski olan bölgelerse zon 1 (A bölgesi) olarak isimlendirilir. Patlama riski olan bölgeler mutlaka görünür ve kalıcı olacak şekilde dikkat patlayıcı gaz ikaz levhası ile işaretlenmelidir. Doldurma işlemi esnasında B bölgesine 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 22.34. YER ÜSTÜ TANK UYGULAMASINDA DOLDURMA ESNASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELER

A Bölgesi (Kalıcı olarak Zon1 şartlarında), B Bölgesi (Doldurma sırasında geçici olarak Zon2 şartlarında)



Şekil 22.35. YER ALTI TANK UYGULAMASINDA DOLDURMA ESNASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELER

A Bölgesi (Zon1 şartlarında), B Bölgesi (Zon2 şartlarında)

d. Patlama Riski Olan Bölgelerin Tecridi: Patlama riski olan alanların konstrüktif önlemlerle tecridi mümkündür.

Konstrüktif önlemler tecrit 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. İkidenden fazla taraftan sınırlama yapılacaksa ek havalandırma önlemleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Açık havada konstrüktif önlem olarak madeni levha, tuğla, elyafli çimento gibi yanmaz malzemelerden oluşturulan deliksiz duvarlar örnek verilebilir. Bu duvarların yükseklikleri ve enleri Şekil 22.37, 38 ve 39'tan hesaplanabilir.

22.3.6.2. Kapalı Hacim LPG Deposu Uygulamaları LPG depoları kapalı hacimlere yerleştiriliyorsa bu hacimler özel hacimler olarak düşünülmemelidir. LPG depoları, tabanı hacmi çevreleyen toprak seviyesinden alçakta olan hacimlere yerleştirilmemelidir.

a. 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 direnci sınıfına uygun bir tecrit yeterli olacaktır.

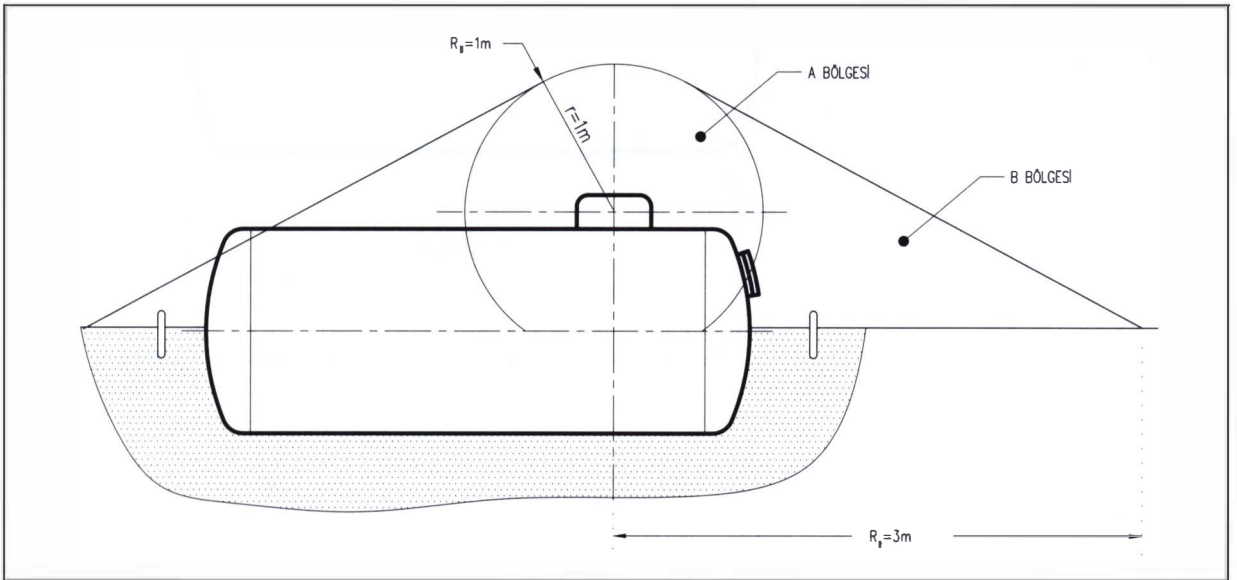
İnsanların dinlenme amaçlı kullandıkları hacimler, gaz depolanan yerlerin yanı, altı veya üstünde olması durumunda hacimler deliksiz, gaz geçmez ve F90 yangın direnci sınıfına uygun olacak şekilde projelendirilmelidir.

b. 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.
- Yanıcı sıvılar, tahta, talaş, kağıt, saman, yapıştırıcı gibi yanıcı/patlayıcı madde bulundurulmamalıdır.

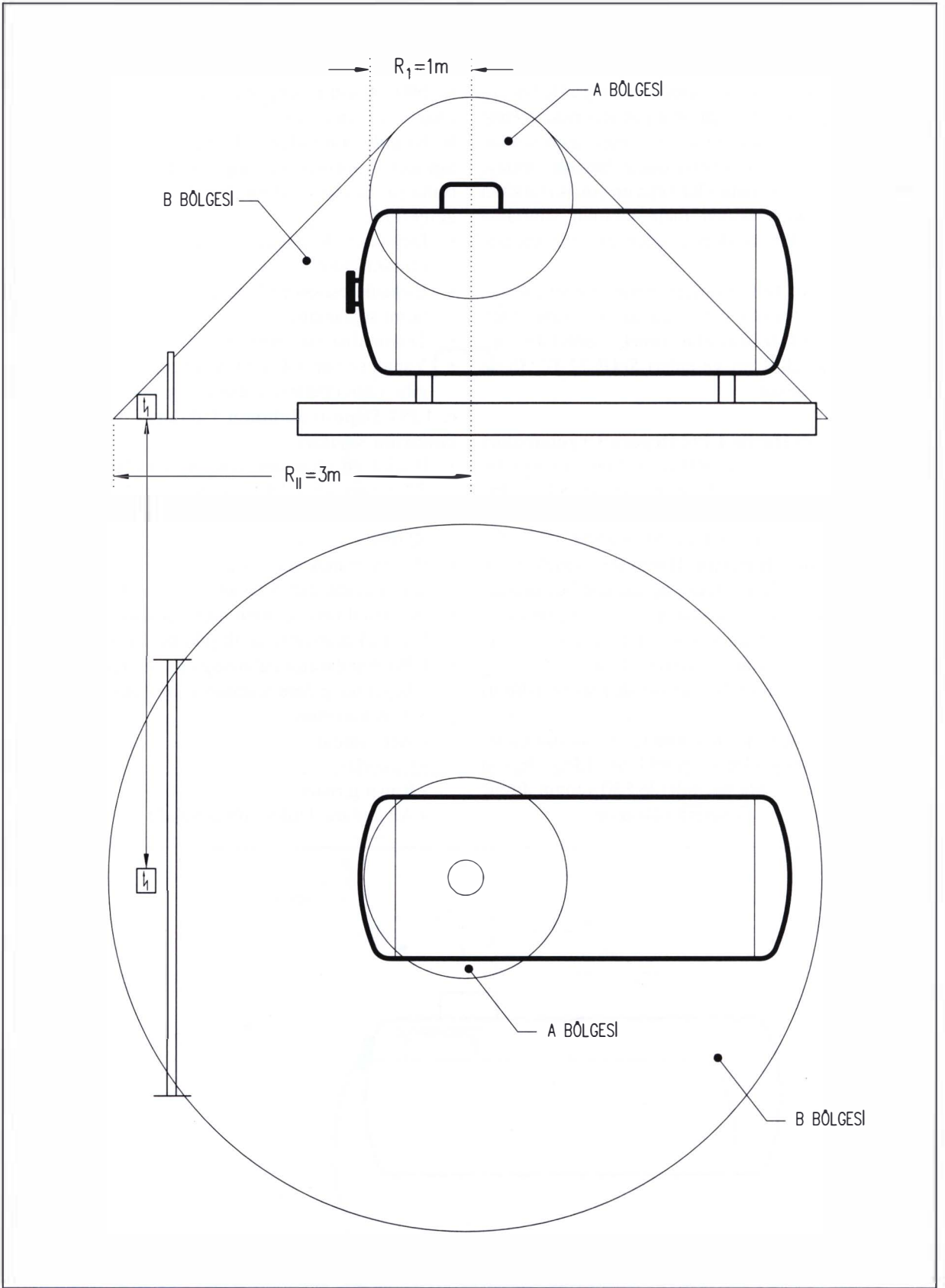
c. LPG Deposu Bulunan Odaların Yeterli Havalandırma Şartları:

- Hacim yüzölçümünün 1/100'ü kadar yüzölçümlü 2 havalandırma deliği bulunmalıdır.
- 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.



Şekil 22.36. YARI YER ÜSTÜ TANK UYGULAMASINDA DOLDURMA ESNASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELER

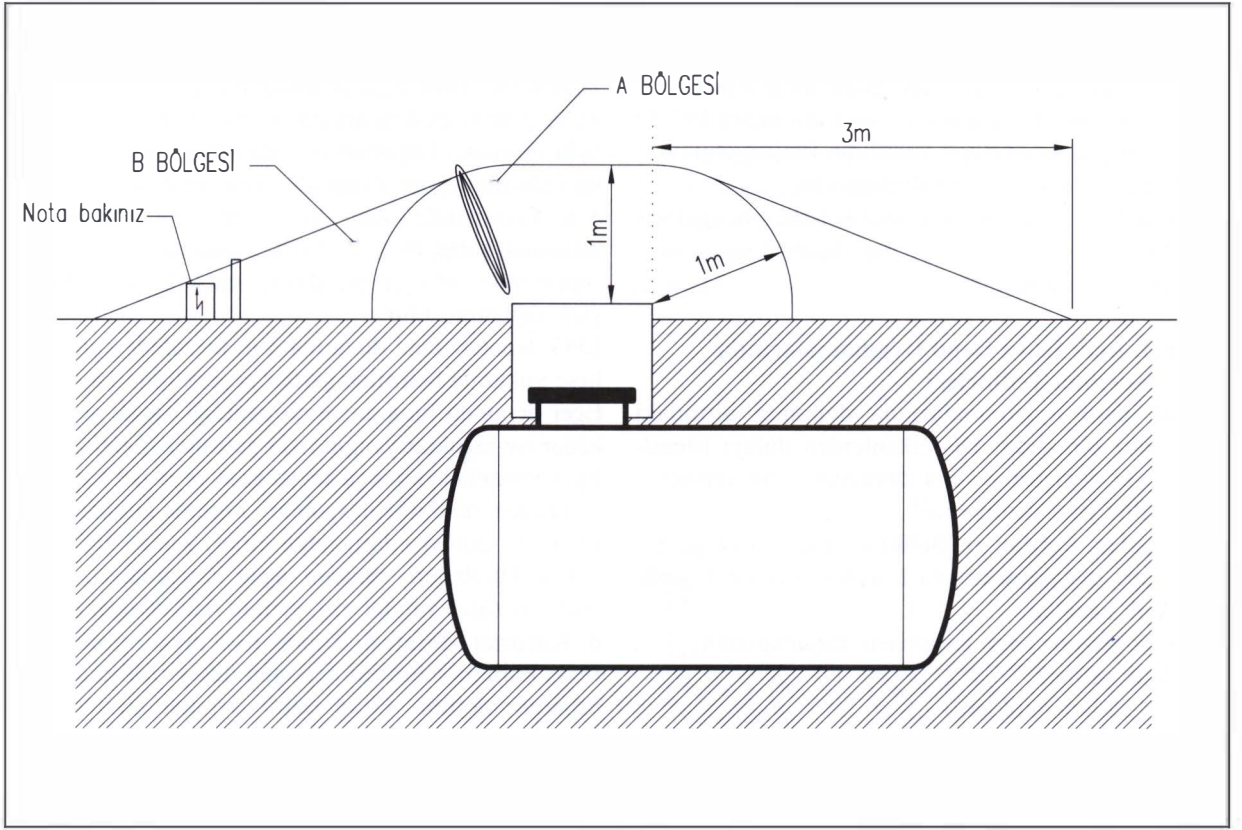
A Bölgesi (Kalıcı olarak Zon1 şartlarında) B Bölgesi (Doldurma sırasında geçici olarak Zon2 şartlarında)



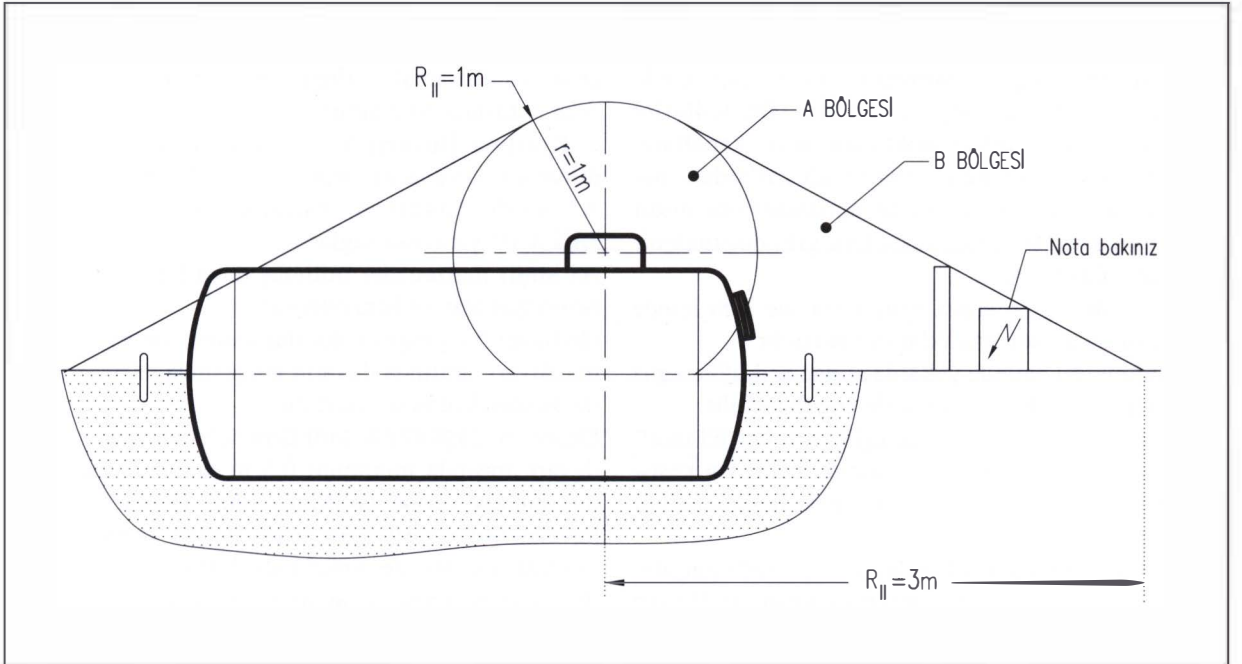
Şekil 22.37. YER ÜSTÜ TANK UYGULAMASINDA

PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELERİN TECRİT EDİLMESİ

A Bölgesi (Kalıcı olarak Zon1 şartlarında) B Bölgesi (Doldurma sırasında geçici olarak Zon2 şartlarında)



Şekil 22.38. YER ALTI TANK UYGULAMASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELERİN DOLDURMA ESNASINDA TECRİT EDİLMESİ
A Bölgesi (Kalıcı olarak Zon1 şartlarında) B Bölgesi (Doldurma sırasında geçici olarak Zon2 şartlarında)
Not: Tutuşma kaynağı / cihaz eğer kapatılamıyorsa koruma duvarı konulmalıdır.



Şekil 22.39. YARI YER ÜSTÜ TANK UYGULAMASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELERİN DOLDURMA ESNASINDA TECRİT EDİLMESİ
A Bölgesi (Kalıcı olarak Zon1 şartlarında) B Bölgesi (Doldurma sırasında geçici olarak Zon2 şartlarında)
Not: Tutuşma kaynağı / cihaz eğer kapatılamıyorsa koruma duvarı konulmalıdır.

d. 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 fonksiyonu etkilenmeyecek şekilde ölçülendirilmelidir.

Deponun yerleştirdiği hacimde bir basınç dengeleyici ventil olduğu sürece, cihazdan dışarıya giden tesisatta bir ventil gerekmez.

22.3.6.3. Açık Hava Depo Uygulamalarında Depo Koruma Tedbirleri

Toprak üstü uygulamalarında deponun altındaki zemin düz olmalıdır. Dış etkenlerden dolayı istenilmeyen yer değiştirme veya kaymalara izin vermeyecek şekilde yerleştirilmelidir.

a. 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.

Bu 3 m'lik mesafe sac, elyaflı çimento veya duvar gibi yanmaz malzemelerden oluşturulan konstrüktif tedbirlerle azaltılabilir. Bu önlemlere ilişkin boyutlar *Şekil 40*'a göre belirlenebilir. Bu perdeler patlamaya karşı dayanıklı olmak zorunda değildir.

Depo doldurma esnasında bu girişlerin geçici olarak kapatılması yönünde ek tedbirler alınmalıdır.

b. Eğimli Arazi: Deponun çevresinde 30°'den fazla eğimli arazi varsa, doldurma ağızı, seviye ventili gibi tesisatın çıkış ağızlarından 5 m'lik çap içinde yukarıdaki tedbirler geçerli olabilir. Bu tedbirler deponun yerleştirildiği noktadan açık kanallara, kutulara, hava emiş ağızlarına ve alt katlardaki hacimlere gaz girişini engelleme açısından önemlidir (30° eğim 1 m'de 0,6 m 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 0,5 m olarak veya yukarıda belirtilen kesişme noktaları gözönüne alınarak hesaplanabilir (*Şekil 22.41*).

c. Yangın Koruması: LPG depoları çevrede oluşabilecek yangın riskine karşı korunmuş olmalıdır. Bu şart alev yalamasından veya ışıınımdan 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
- Işıınıma karşı koruma kalkanı

Toprak üstü depo uygulamalarında eğer *Şekil 22.42* ve *43*'te 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 getirmez (*Şekil 22.44*). Eğer yanabilecek parça sayısı azsa veya ısıl kapasitesi düşükse (kablo izolasyonları, koruma kutuları, tesisat boru izolasyonları, tahta çitler, saman balyaları, köpek kulübeleri, binanın ağaç kaplamaları, duvar örülmüş kafes yapılar vb), yangın riski oluşmaz.

d. 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 ışıını etkisi altında koruma mesafesi maruz kaldığı ısı yüküne bağlıdır. Bu ısı yükü ise depolanmış madde ve muhtemel bir yangında oluşabilecek alev genişliğine, çapına bağlıdır. En az 5 m'lik bir koruma mesafesi esas olarak bırakılmalıdır.

Deponun ısı ışıını 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.

e. Koruma Duvarı: Yangın yükü tarafında koruma duvarları, korunacak depoya göre ölçülendirilmiş ve A1 sınıfı yanmayan malzemenin inşa edilmişse DIN 4102 şartlarını sağlar.

A1 sınıfı malzemeler örülmüş duvarlar, çelik saclar, beton plakalar ve benzerleridir.

Herhangi bir yangın yükü durumunda deponun koruma duvarı tarafında duvarın gölgesinde kalacak şekilde ölçülendirilmesi yeterlidir.

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 değildir.

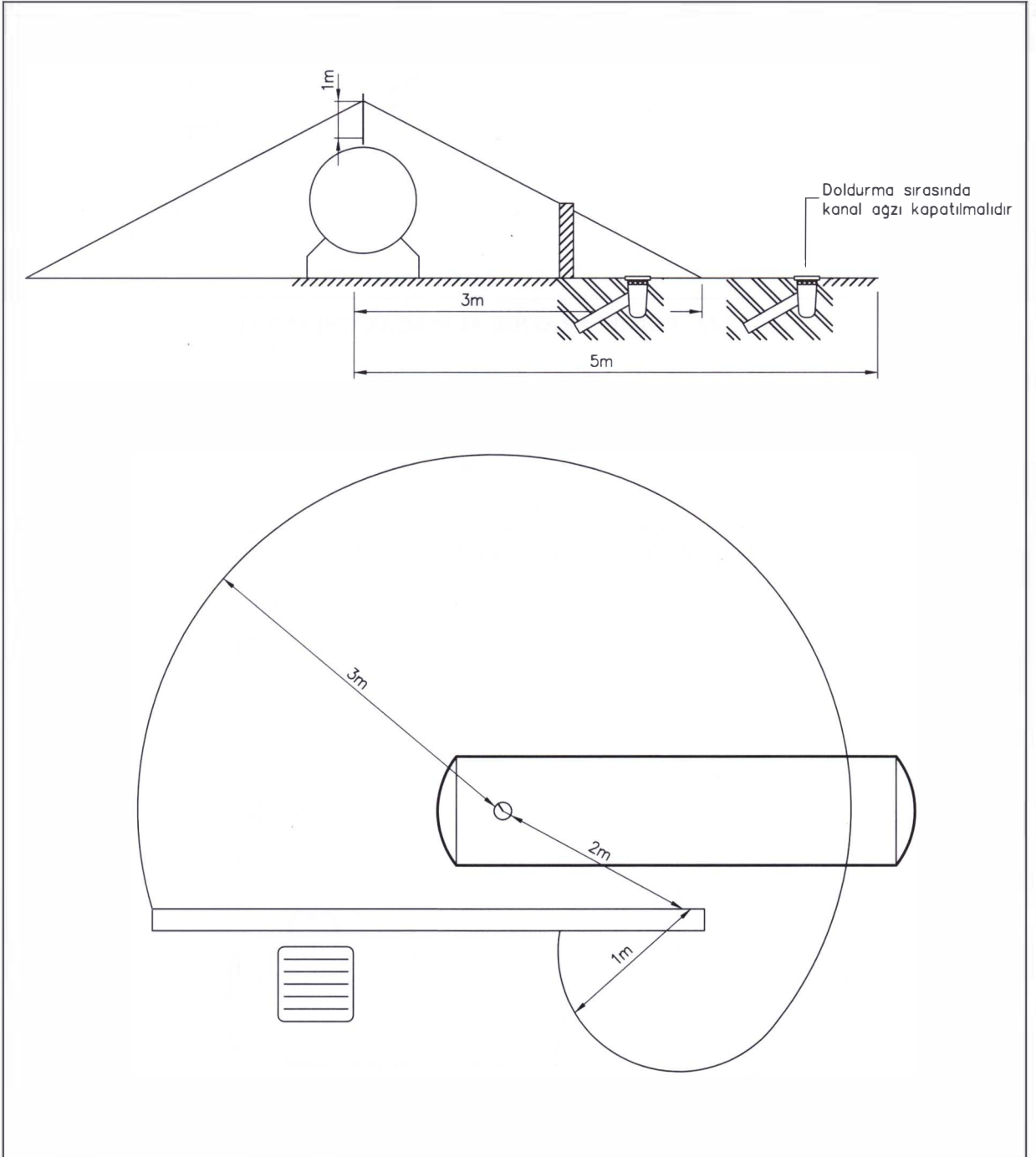
İşıını koruma sacları 1 mm kalınlığında çelik sacdan yapılır ve yangın yükü tarafına yaklaşık 1 m mesafede yerleştirilir. Toprak üstü depo uygulamalarında depoların kendi aralarında ve diğer depo grupları ile aralarında 1 m mesafe bırakılması yeterlidir.

22.3.6.4. Toprak Altı Depoları

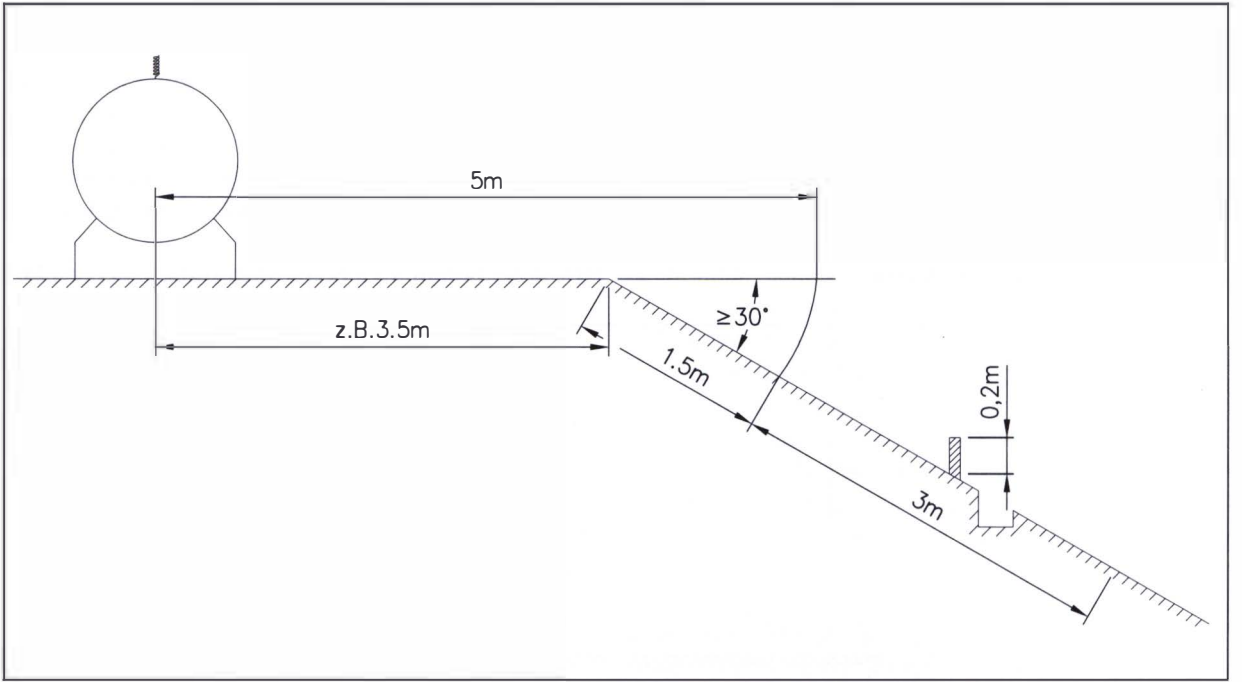
Toprakla örtülmüş LPG depoları DIN 4681 normuna uygun olmalıdırlar. Depolar korozyona karşı korunmuş ve test edilmiş bir kaplama ile kaplanmalıdırlar. Bu kaplama su sızdırmaz, çelikle reaksiyona girmeyecek bileşimde ve topraktan gelebilecek zararlı etkilere karşı dayanıklı olmalıdır.

Korozyona karşı önlem olarak özel etkili bir korozyon koruması kullanılmalıdır. Bunlar;

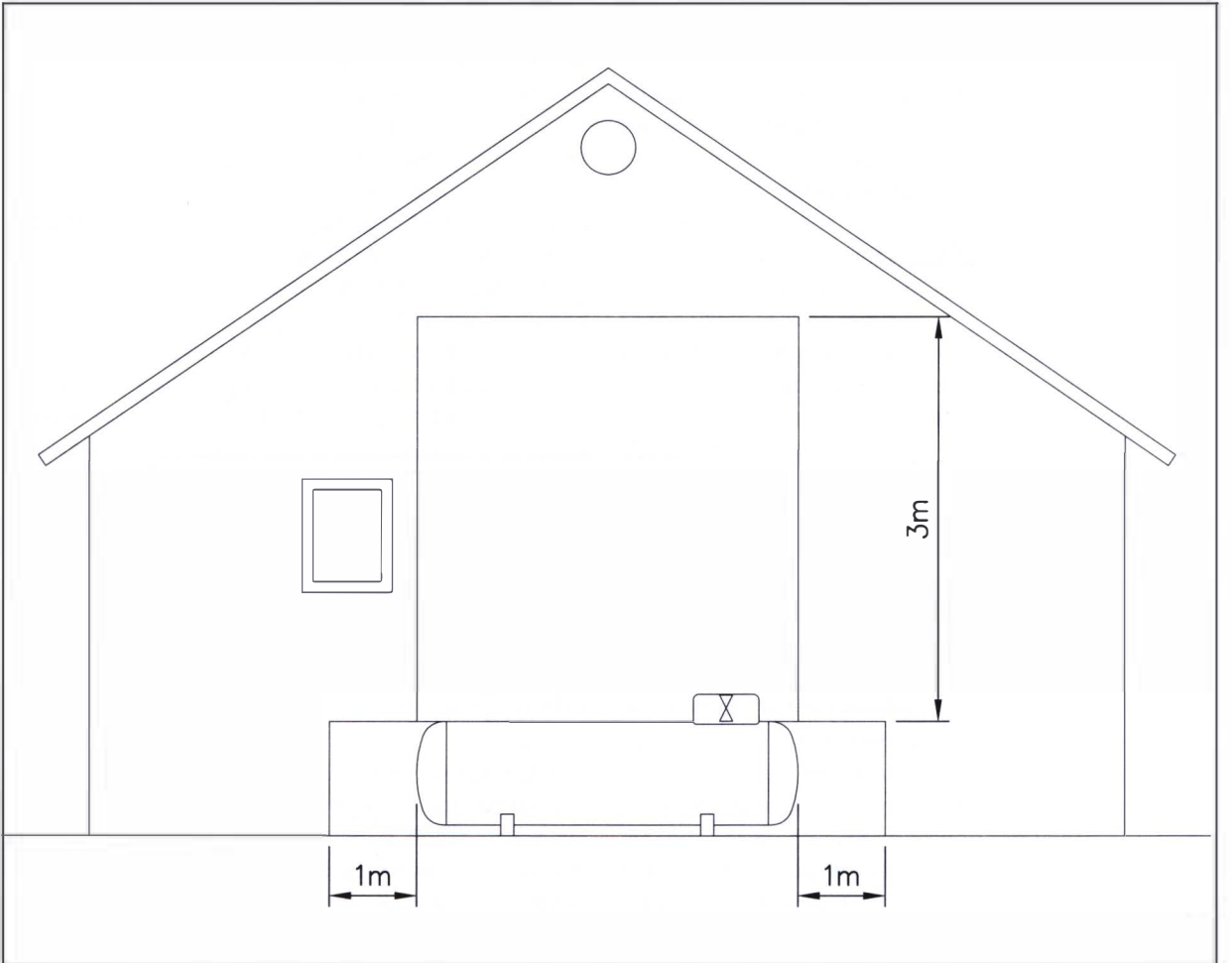
- DIN 4681 bölüm 1 normuna uygun katodik koruma uygulanan bitum kaplama
 - DIN 4681 bölüm 2 normuna uygun dış kaplama
 - DIN 4681 bölüm 3 normuna uygun kimyasal ve mekanik dış etkilere dayanıklı dış kaplama
- Kılıfın sağlamlığı depo yerine yerleştirilmeden önce mutlaka teknik bir kişi tarafından test edilmiş ve belgelenmiş olmalıdır.
- DIN 4681 bölüm 1 ve bölüm 2 normlarına göre LPG



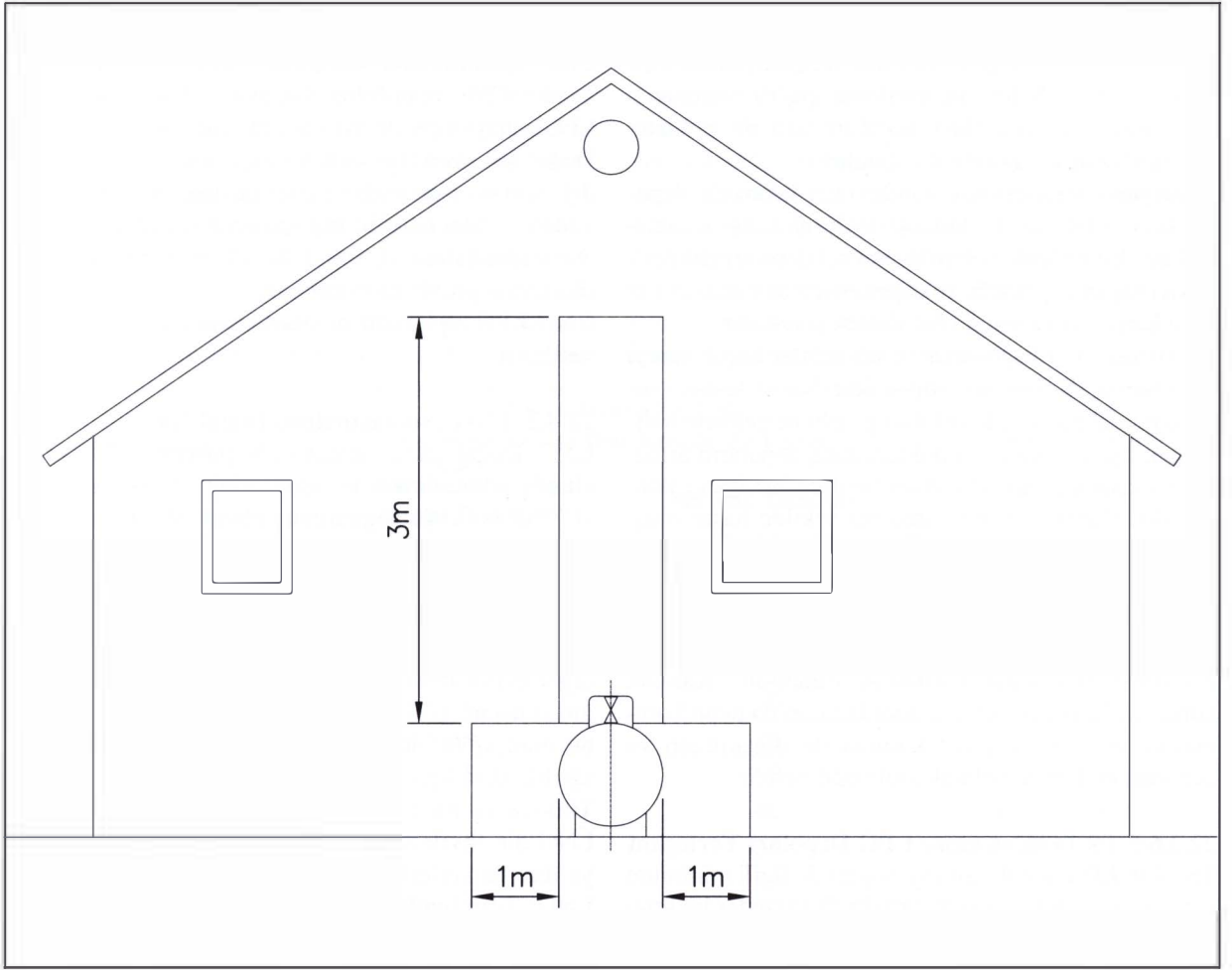
Şekil 22.40. KANALA, ŞAFTLARA VE AÇIKLIKLARA OLAN UZAKLIĞIN AZALTILMASI İÇİN YAPISAL ÖNLEMLER



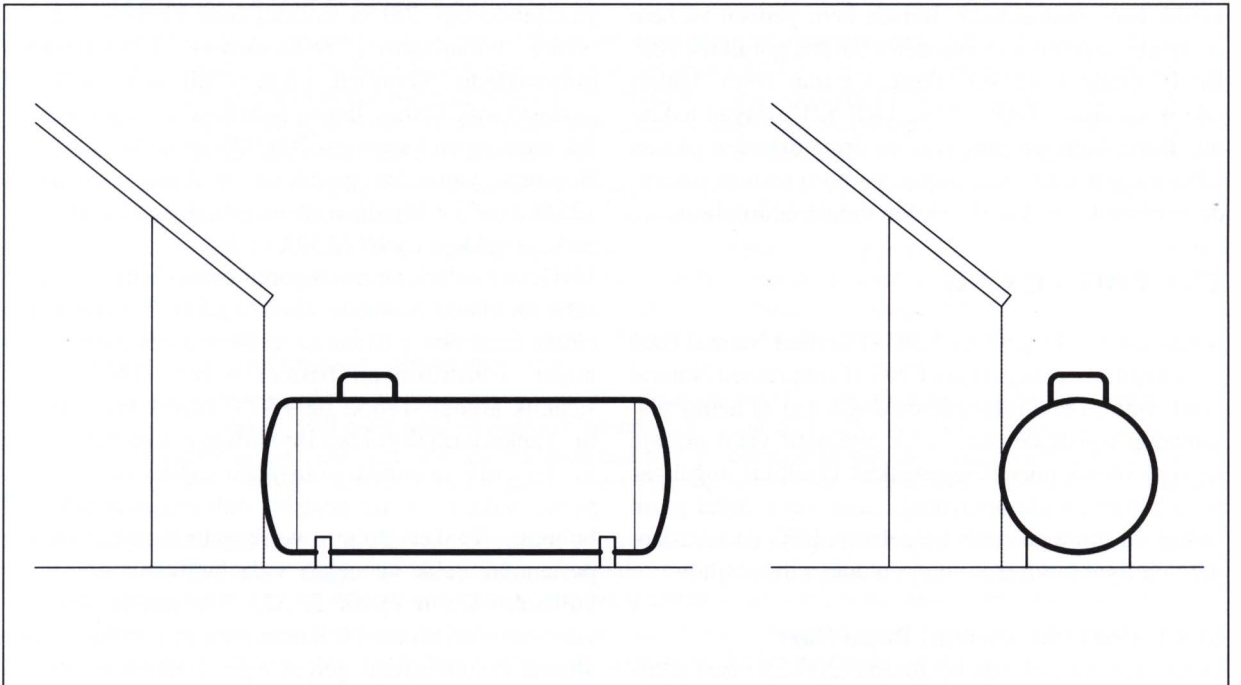
Şekil 22.41. EĞİMLİ ARAZİDE ALINACAK ÖNLEMLER



Şekil 22.42. PARALEL YERLEŞİMDE BİNA DUVARINDAKİ SINIRLAMALAR



Şekil 22.43. DİK YERLEŞİMDE BİNA DUVARINDAKİ SINIRLAMALAR



Şekil 22.44. 0,5 m'YE KADAR ÇATI SAÇAKLARI ALTINA YERLEŞİM

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 önce 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 değerlerde korozyona karşı korunmuş olmalıdır. Katodik korumalı LPG depolarının dom kutuları da depo korumasına eş değerde pasif koruma ile donatılmalı ve depodan elektriksel olarak izole edilmelidir.

22.3.6.5 TS 1446'ya Göre LPG Depoları Yerleşimi
TS 1446 LPG depolarının yerleşimi ile ilgili minimum emniyet mesafelerini vermektedir. Bu standardın koyduğu mesafeler özetle *Tablo 22.45* ve *Şekil 22.46*'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. 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.

22.4. LNG VE CNG

Sıvılaştırılmış Doğal Gaz LNG (Liqified Natural Gas) ve Sıkıştırılmış Doğal Gaz CNG (Compressed Natural Gas) önümüzdeki dönemlerde doğal gaz'ın henüz ulaşmadığı tesislerde önemli bir alternatif yakıt olacağı için çok büyük önem kazanacaktır. Özellikle doğal gaz boru hatlarının ulaşamayacağı uzak veya doğal gazın birkaç yıl sonra geleceği bölgelerde, LPG ile kıyaslandığında fiyat farkından dolayı oldukça avantajlıdır.

22.4.1. CNG (Sıkıştırılmış Doğal Gaz)

Doğal gaz, yüksek basınç altında (200-250 bar) sıkıştırılarak depolanabilir (CNG). Burada kullanılan depolama tüpleri 345 bar basınçta test edilir, 12 adet

tüp galvanizli çelik bir taşıyıcı aksam ile birleştirilerek CNG manifoldunu oluşturur (*Şekil 22.47A* ve *B*). 1 adet CNG manifoldu yaklaşık 2,5 adet 45 kg'lık LPG sanayi tüpü ile aynı oranda ısıl enerjiye sahiptir. Doğal gaz sürekli yüksek basınçta gaz fazında saklandığı için özel yerlerde ve özel şartlarda kullanılır. Havadan daha hafiftir, tüp içersindeki gaz sonuna kadar kullanılabilir ve soğuk havalarda boru hatlarında likitleşme problemi yaşanmaz. CNG-LPG tüplerinin karşılaştırılması *Tablo 22.48*'de verilmiştir.

22.4.2. LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)

LNG Doğal gazın atmosferik şartlarda -162°C'nin altında soğutulması ile elde edilir. Yaklaşık olarak -170°C sıcaklığa soğutulmuş olarak Marmara Ereğlisi'ne getirilmektedir. Özel ısı izolasyonlu tanklarda ağırlıklı olarak sıvı (%85-90) ve gaz fazında depolanır ve taşınır. Temel olarak %90 oranında metan (CH₄) ve daha düşük oranlarda etan (C₂H₆), propan (C₃H₈) ve diğer hidrokarbonlardan meydana gelir. LPG sıvılaştığında hacmi 1/270 oranında küçülürken, Doğal gazda bu oran 1/600'dür. Sıvılaştığında (likit fazda) özgül ağırlığı 0,46 kg/l olmaktadır.

Türkiye'ye ithal edilen doğal gazın yaklaşık %25'i LNG'dir. Sıvılaştırılmış Doğal Gaz, Cezayir ve Nijerya'dan tankerlerle gelip, BOTAŞ Marmara Ereğlisi LNG Terminallerinde depolanmaktadır. Marmara Ereğlisi LNG Terminali (*Şekil 22.49*) 1989-1994 yılları arasında inşa edilmiştir. 66 hektarlık bir alan üzerine kurulu, her biri 85.000 m³ olan 3 adet LNG depolama tankı, 40.000-130.000 m³ kapasiteli gemilerin yanaşabileceği 300 m uzunluğunda bir iskele, kompresör, buharlaştırıcı, re-kondenser vb ünitelerden oluşmaktadır. Terminal, yılda 6 milyar m³ LNG'yi gazlaştırarak Ulusal İletim Şebekesi'ne enjekte eder. Pik enjeksiyon kapasitesi 700.000 m³/h'dir.

Boşaltma yapabilen gemilerin ortalama kapasitesi 125.000 m³'dir. Boşaltma işlemi ortalama 10.000 m³/h hızla gerçekleşir (*Şekil 22.50A* ve *B*).

LNG, çift cidarlı ve izolasyonlu tankerlerde taşınır ve sabit tanklarda depolanır (*Şekil 22.51*). Tankerlerin iç cidarı tamamen paslanmaz çelik malzemeden yapılmıştır, konstrüksiyon basıncı 6 bar, çalışabileceği sıcaklık aralığı -196°C ile +50°C olarak tasarlanmıştır. Tankerlerin dış cidarı ise karbon çelikten imal edilir. İki cidar arasında izolasyonu sağlamak amacıyla perlit, vakum ve ısı geçişini önleyen özel takozlar bulunur. Tanker dolmuş ve boşaltma işlemlerinde, paslanmaz çelik ve uçları vida bağlantılı hortumlar kullanılmaktadır (*Şekil 22.52*). Terminalin sirkülasyon hattından alınan bir hattan ortalama 15 bar basınç altında dolmuş işlemi gerçekleşir. Tankerlerin dolmuş süreleri kapasitelerine bağlı olarak 15 ile 30 dakika arasında değişir, ancak kantar tartımı, kontrol, dolmuş

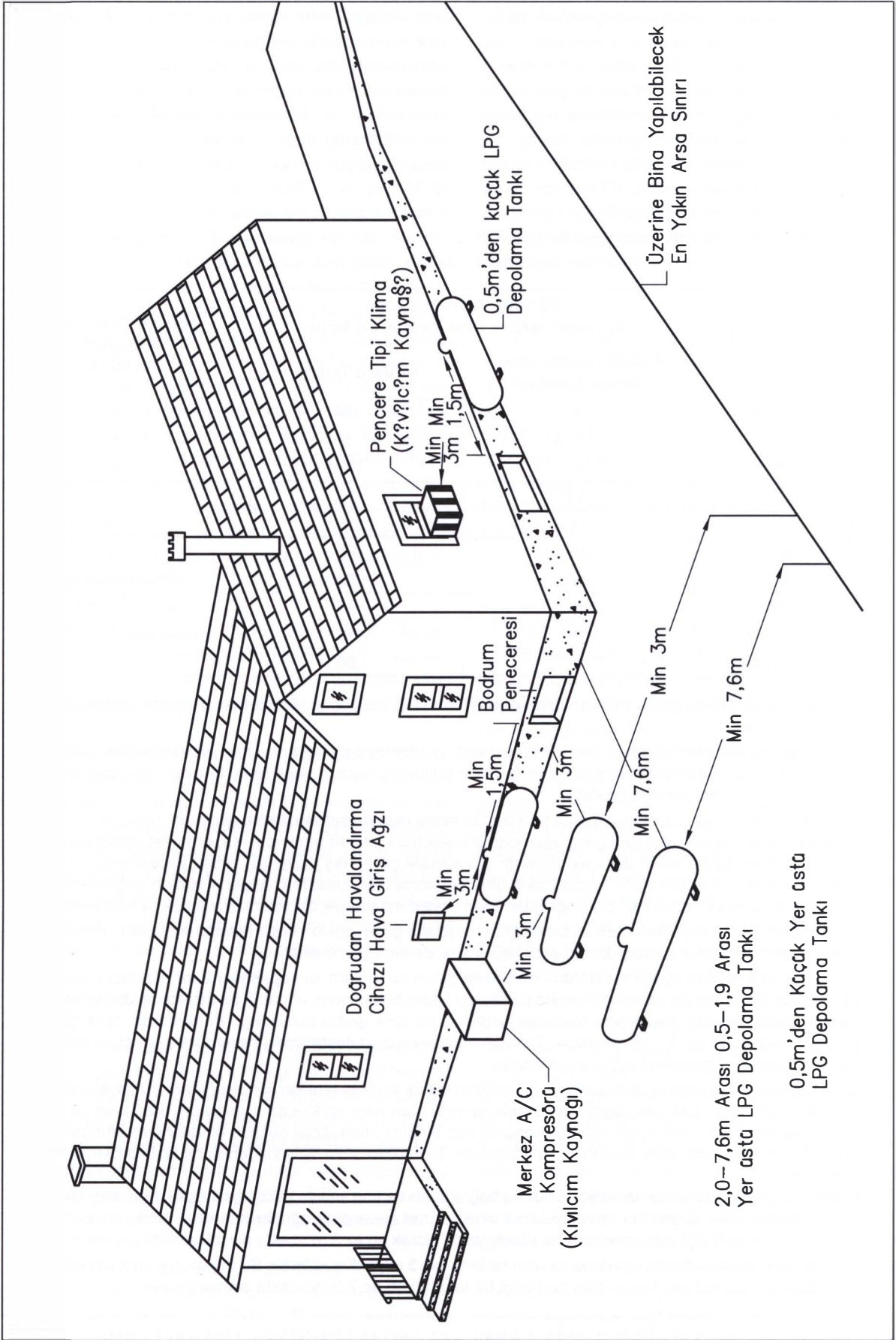
hazırlığı, dolun, kantar ve irsaliye gibi işlemlerle tankerin terminale giriş ve çıkışı ortalama 1 saat sürer. Tankerler gidecekleri mesafeye bağlı olarak %85-90 oranında doldurulur. Tankerin üst kısmındaki boşluk taşıma süresince genişleme için gerekli olabilecek bir hacim olarak işlev yapar. Tankerlerin içindeki basınç 300 mbar'dır. LNG buharlaşma açısından tembel bir gazdır. Uzak mesafelere taşıma sürecinde LNG tankının basıncı çok yükselmez. Örneğin: Marmara Ereğli'sinden çıktığında 300 mbar olan kara tankerinin içindeki basıncın tanker Antalya'ya vardığında 300 mbar'dan biraz daha

fazla olduğu, hiçbir zaman (iki günlük yolculukta) 500 mbar'a ulaşmadığı görülmüştür. Tankerlerin üzerinde pompa yoktur. Terminalden dolun yapan tankerler, müşteri tanklarına boşaltım yaparlarken, gaz basıncını arttırmak için, sıvılaştırılmış doğal gazı üzerlerindeki atmosferik buharlaştırıcıdan geçirip gaz fazına dönüştürürler (Şekil 22.53A ve B). Böylece gaz basıncı 300 mbar'dan 4 bar'a yükselir ve boşaltım yapılır. Müşteri tankı işletme basıncı genellikle 2-3 bar civarındadır. Bu işlem ortalama 2-2,5 saat sürer.

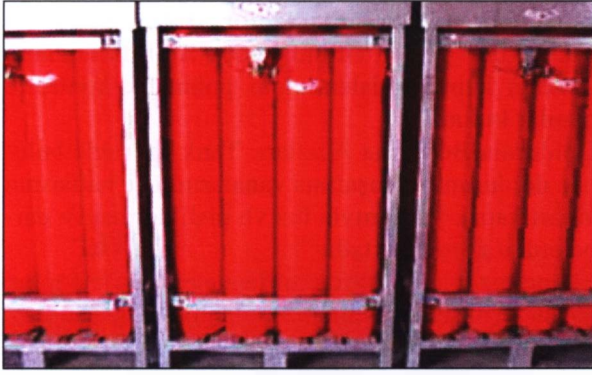
Tank Su Kapasitesi (m ³)	TS 1446 Madde 2.1.1.'de Belirtilen Yerlere Olan Mesafe, En Az (m)		Tanklar Arasındaki Mesafe ⁴⁾ En Az (m)
	Örtülü Tanklar veya Yeraltı Tankları ²⁾	Yerüstü Tankları ³⁾	
0,5'den küçük ⁵⁾	3	0 ⁶⁾	0
0,5 - 3,0	3	3	1
3,1 - 10,0	5	7,5 ⁷⁾	1
10,1 - 50,0	7,5	10	1
50,1 - 120,0	10	15	1,5
120,1 - 250,0	15	25	Birbirine komşu tankların çapları toplamının 1/4'ü kadar
250,1 - 600,0	15	35	
600,1 - 1200,0	15	40	
1200,1 - 5000,0	15	50	
5000'den büyük	15	80	

- 1) Bu standartın yürürlüğe girdiği tarihten önce inşa edilen LPG depolama tesislerine çizelgede verilen emniyet mesafeleri uygulanır.
- 2) Yeraltı tankları ile ilgili emniyet mesafeleri, emniyet valfi, doldurma ağızı veya sıvı seviyesi göstergesi blöfünden ölçülmelidir. Bu durumda yeraltı tankının herhangi bir kısmının, binaya veya üzerine bina yapılabilecek arsa sınırına uzaklığı 3 m'den az olmamalıdır.
- 3) Su kapasitesi 0,5 m³ veya daha büyük olan tankların binalara olan mesafesi dikkate alınırken, binadan 1,5 m'den fazla çıkıntı yapan ve emniyet valfi çıkış ağızından yüksek bina kısımları mevcut ise, emniyet mesafesi çıkıntı mesafesinin en az %50'si kadar daha az olmalıdır. Bu mesafe çıkma dış yüzey ile, tankın yerleştirildiği noktanın dikeyine, yatay olarak ölçülmelidir. Hiçbir halde bina duvarına olan mesafe çizelgede verilen değerden küçük olmamalıdır. Bu husus emniyet valfi çıkış ağızından 15 m veya daha yüksek olan çıkmalı binalara uygulanmamalıdır.
- 4) Su kapasiteleri 0,5 m³ veya daha büyük tanklardan meydana gelen çoklu yeraltı tanklarının uçları ve kenarları, vinç ve benzeri makinalarla kolaylıkla ulaşılabilir şekilde yerleştirilmelidir.
- 5) Su kapasitesi 0,5 m³'den küçük tanklardan meydana gelen ve toplam su kapasitesi 2 m³'den fazla olan tank gruplarına, her bir tankın su kapasitesi yerine toplam su kapasitesi dikkate alınarak bu çizelgede verilen emniyet mesafesi uygulanmalıdır. Depolama alanında birden fazla tank grubu bulunduğu durumlarda, tank grupları arasındaki mesafe en az 7,5 m olmalıdır. Tankların bu şekilde yerleştirilmesi durumunda gruptaki tanklara, tanklar arası emniyet mesafesi uygulanmamalıdır.
- 6) Binalarla yanyana inşa edilmiş su kapasitesi 0,5 m³'den küçük yerüstü tankları için aşağıdaki şartlar aranmalıdır.
 - a. Emniyet valfi çıkışı, valf çıkış ağızı seviyesinin altında olan bina açıklıklarından yatay olarak en az 1,5 m uzağa yerleştirilmelidir. Tankın bulunduğu mahalde gaz birikimi olmayacak şekilde havalandırmanın mümkün olmadığı durumlarda tank, bina altında yer almamalıdır. Tank çevresinin %50'sinden daha fazla bir kısmı kapalı olmamalıdır.
 - b. Bulunduğu yerde doldurulan tanklar, doldurma bağlantıları ve sıvı seviye göstergesi blöf, herhangi bir harici kırılcım kaynağından, doğrudan havalandırma cihazlarının hava giriş ağızlarından mekanik havalandırma sistemlerinin hava giriş ağızından herhangi bir yönde yatay olarak en az 3 m uzakta olacak şekilde yerleştirilmelidir.
- 7) Bu mesafe, su kapasitesi 5 m³ veya daha az olan bir tank için 3 m'ye düşürülebilir. Bu tankın, tek tank sayılabilemesi için su kapasitesi 0,5 m³'den büyük olan herhangi bir tanktan en az 7,5 m uzakta olması gerekir.

Tablo 22.45. LPG DEPOLAMA TANKLARI ASGARİ EMNİYET MESAFELERİ¹⁾



Şekil 22.46. LPG DEPOLAMA TANKLARININ BİNALARLA YAN YANA DEPOLANMASI (Şematik Gösterim)



Şekil 22.47A. CNG MANİFOLDU



Şekil 22.47B. CNG KAMYONU

	CNG	LPG Tüp
Depolama Fazı	%100 Gaz	%90 Sıvı
Emisyon Oranları (CO ₂ , CO, NO _x , SO _x)	Düşük	Yüksek
Gaz Basıncı	200 - 250 bar	2 - 4 bar
Test Basıncı	345 bar	25 bar
Havadan	Hafif	Ağır
Gaz Çekişi	Tamamen	Tamamen Değil
Likitleşme	Sorun Yok	Soğuk Havalarda Riskli

Tablo 22.48. CNG - LPG KARŞILAŞTIRMASI



Şekil 22.49. MARMARA EREĞLİSİ LNG DEPOLAMA TERMİNALİ



Şekil 22.50A. LNG TANKERİ



Şekil 22.50B. LNG TANKERİ



Şekil 22.51. LNG KARA TANKERİ



Şekil 22.52. DOLUM HORTUMU

LNG taşıyan kara tankerinin Boğaz köprülerinden geçişi yasaktır. Deniz taşımacılığı feribotlarla yapılmaktadır.

LNG tankları düşey (Şekil 22.54) veya yatay tip (Şekil 22.55) olarak imal edilir.

İç içe geçmiş kreyojenik tanklar kullanılır:

- İç Tank: Paslanmaz Çelik
- İzolasyon: Perlit ve Vakum
- Dış Tank: Karbon Çeliği

Genellikle 60 m³'den küçük kapasiteli tanklar düşey, 60 m³'den büyük tanklar yatay olarak konumlandırılırlar. Yatay tanklarda montaj ve iç tankın desteklenmesi daha kolaydır ve maliyeti daha düşüktür, buna karşın dikey tanklar yer kaybının az olmasından dolayı ve güvenlik mesafeleri yönünden daha avantajlıdır. Tanklar betonarme, demir teçhizatlı temel kaideler üzerine oturtulur (Şekil 22.56).

LNG depolama tanklarının büyüklüğü genellikle kullanıma bağlı olarak belirlenir (Tablo 22.57) ve sadece toprak üstü tanklarda depolanır. Tablo 22.58'de LNG ve LPG tankları karşılaştırılmıştır. Renklerinin beyaz ve parlak olması ısı kazancını azaltacağı için daha uygundur. Gölgeleme elemanları kullanmaya ihtiyaç yoktur. Emniyet yönünden üst kotta bulunması daha iyidir. Herhangi bir basınç artışı durumunda üzerinde bulunan emniyet ventili açar ve doğal gaz tahliye edilir.

NFPA normlarına göre en az güvenlik mesafeleri Tablo 22.59'da verilmiştir. Bu mesafeler minimumlardır. Daha uzak güvenlik mesafelerinin sağlanması daha uygun olabilir.

Sabit tankların işletme basıncı 3 bar'dır. LNG çok tembel bir ürün olduğu için çekiş olmaması halinde basınç artışı çok yavaş gerçekleşir. Normal oranlarda doldurulmuş bir tankta basınç artışı günde 0,15 ila 0,20 bar arasındadır.

LNG tankının yanında sıvılaştırılmış doğal gazı ortam ısını kullanarak gazlaştıran atmosferik buharlaştırıcılar vardır (Şekil 22.60). Geniş transfer yüzeyleri olan buharlaştırıcılar alüminyum malzeme yapılmıştır, bakım gerektirmezler.

22.4.2.1. LNG Tankının Üzerindeki Ekipmanlar (Şekil 22.61)

Basınç Göstergesi: Bar cinsinden tank basıncını gösterir.

Seviye Göstergesi: mmSS cinsinden tankın seviyesini gösterir.

Emniyet Sistemi: Emniyet vanaları ve patlama disklerinden oluşur. Çift olarak konulmuştur, her zaman bir adedi devrede olacak şekilde tasarlanmıştır. Tank işletme basıncının 0,1 ila 0,3 bar üstüne ayarlanır (Tank işletme basıncı genellikle 3 bar'dır.).

Kreyojenik Vanalar (Çok düşük sıcaklıklarda kullanılabilen vanalar): Uzatılmış milli paslanmaz

çelik ve bronz vanalar kullanılır. -160°C'de çalışacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Acil durumlarda uzaktan kapatma işlemi için pnömatik kontrollü olanlar kullanılır.

Doldurma-Boşaltma Ağızları: Tank üzerinde bulunan doldurma ve boşaltma vanalarının ve hatlarının uçları kapak yardımıyla toz vb pisliklerden ve darbelerden korunmaktadır.

Ekonomizör (Üst basıncın dengelenmesi): Tankın basıncı yükseldiği zaman, kullanımı likit vanasından değil gaz vanasından yaparak tank basıncını düşürür. Sadece gaz kullanımının olduğu sürelerde çalışarak üst çalışma basıncını dengeler.

Regülatör (Alt basıncın dengelenmesi): Tankın basıncı düştüğü zaman açılarak likit LNG'nin buharlaştırıcıdan geçip, gaz fazında tanka üst kısmından geri dönmesini sağlar. Bu sırada gaz basıncı yükselir. İstenilen değere ulaşıncaya otomatik olarak kapanır.

22.4.2.2. LNG Tankının Kapasitesinin Belirlenmesi

LNG tanklarının kapasitesini belirlerken temin süresine bağlı olarak maksimum kullanım kapasitesinde yaklaşık 1-2 haftalık, minimum kullanım kapasitesinde ise yaklaşık 4-5 haftalık ihtiyacı karşılayacak şekilde depolamak uygun olabilir. Ancak, özellikle minimum kullanım miktarlarındaki bekleme süreleri ve gaz basıncındaki değişim hesaplanarak tank kapasitesi belirlenmelidir. Daha uzun süre kullanılmadan beklemesi durumunda tankın içindeki gaz basıncı artar ve emniyet ventili açmak durumunda kalır.

22.4.2.3. LNG Maliyeti

LNG (Doğal gaz) toptan satış ve LNG iletim lisansları EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) tarafından verilmektedir. Birçok firmanın iletim lisansı olduğu halde, henüz dağıtım lisansı verilmemiştir, yakın zamanda verilmesi beklenmektedir.

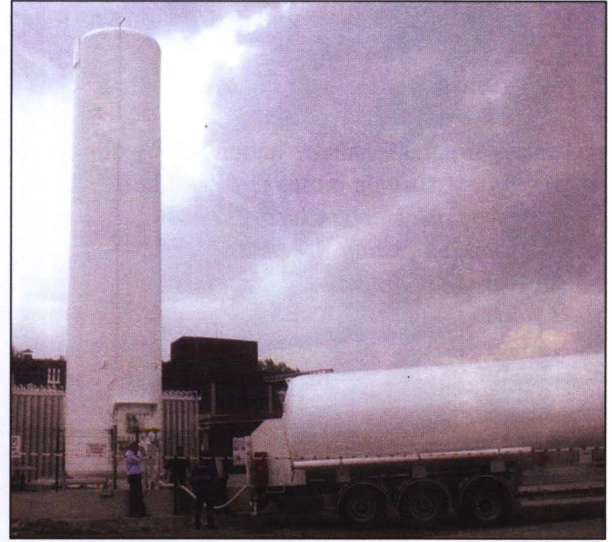
İnşaatı tamamlanmış olan Aliğa'daki 2. LNG terminali henüz devreye alınmadı. LPG'nin % 80'i ithal ediliyor, % 20'si rafinerilerde üretiliyor. LNG'nin satın alma fiyatı, ÖTV hariç LPG'den % 30 daha ucuzdur.

LNG birim fiyat olarak boru hattındaki doğal gazdan 1,6-2 kat daha pahalı, LPG'den ise yaklaşık %50 oranda daha ucuzdur.

Alt yapısı doğal gazı uygun olduğu için, gazın henüz gelmediği yerlerde kurulan LNG ile çalışan sistemler, gaz geldikten sonra herhangi bir değişikliğe gereksinim duymadan doğal gaza dönüştürülebilirler. LNG, kullanım olmadığı zaman buharlaşacağı için yedekleme anlamında pek uygun bir alternatif değildir. Çünkü doğal gazı göre daha pahalıdır ve uzun süre (aylarca) sıvı halde kullanılmadan bekletilemez.



Şekil 22.53A. LNG KARA TANKERİ DEPOLAMA TANKINA DOLUM YAPIYOR.



Şekil 22.53B. LNG KARA TANKERİ DEPOLAMA TANKINA DOLUM YAPIYOR.



Şekil 22.54. DÜŞEY TİP LNG TANKI



Şekil 22.56. LNG TANKI TEMELİ

Kapasite	52,5 m ³
Yükseklik	14,5 m
Çap	2,6 m
Ağırlık	18.500 kg

İç tank sıcaklık farkından dolayı 30-100 mm arasında kısılalıp uzayabilmektedir.

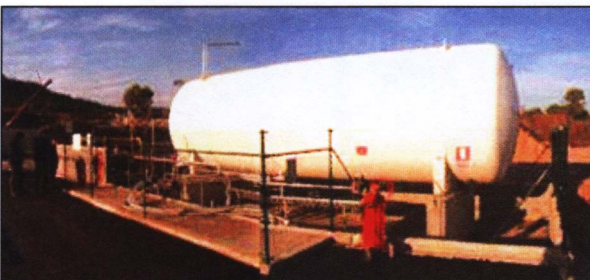
Tablo 22.57. ÖRNEK LPG TANKI

	LNG	LPG
Depolama Tankı Hacmi	52 m ³	45 m ³
Maksimum Doluluk Oranı	% 90	%90
Dolu Ağırlık	21.500 kg	22.500 kg

Tablo 22.58. LNG - LPG TANKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

56 m³'den Küçük Tanklarda	52,5 m ³
56 m³'den Büyük Tanklarda	14,5 m
Emniyet Standardı	NFPA 59-A

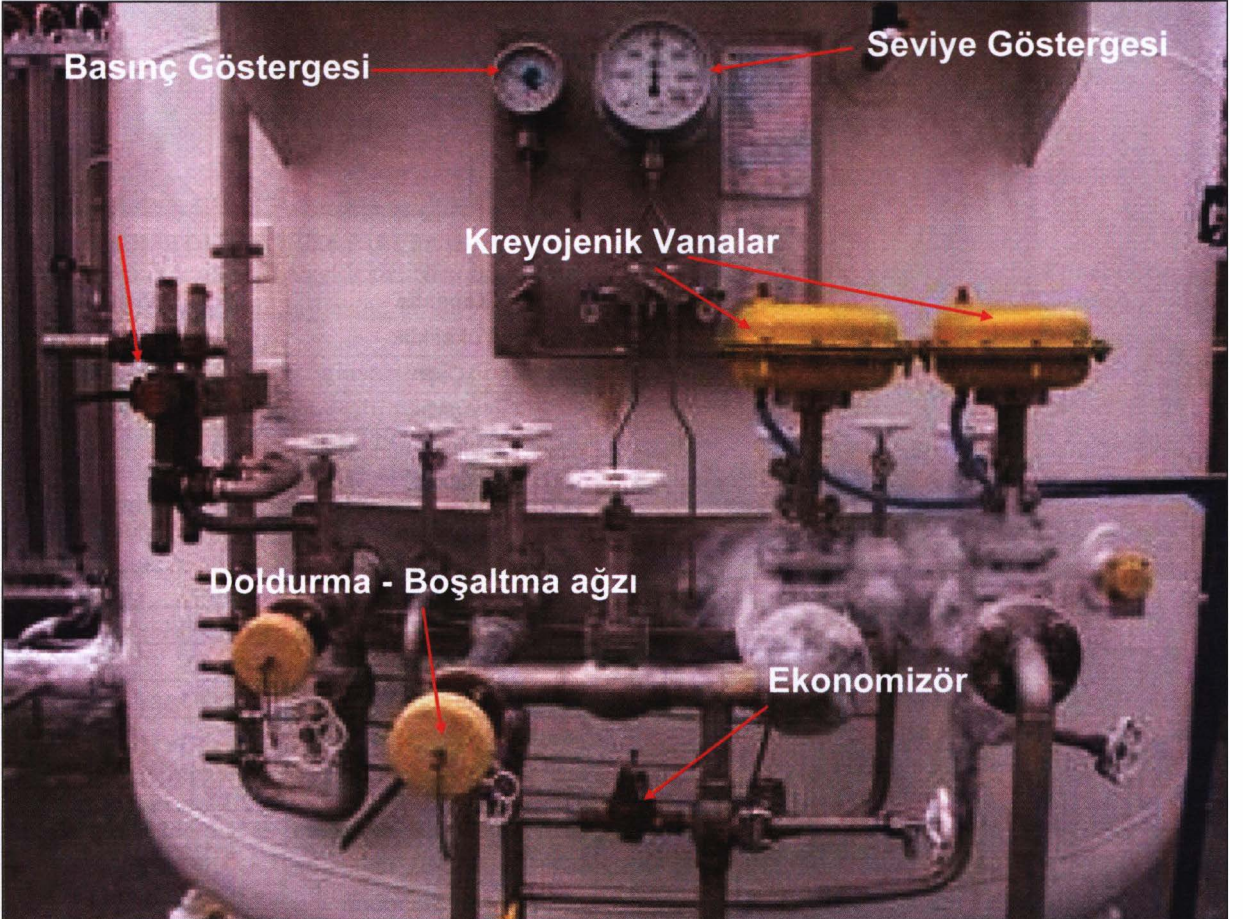
Tablo 22.59. GÜVENLİK MESAFELERİ



Şekil 22.55. YATAY TİP LNG TANKI



Şekil 22.60. ATMOSFERİK BUHARLAŞTIRICI



Şekil 22.61. LNG TANKININ ÜZERİNDEKİ EKİPMANLAR

XXIII. BÖLÜM

BACALAR

23.1. BACALAR

23.1.1. TARİHÇE

Teknolojinin gelişiminde en önemli adımlardan bir tanesi, ateşin bulunuşu ve kullanımı olmuştur.

Tarih öncesi dönemlerde yaşayan insanlar, (500.000 - 750.000 sene önce) ateşi barınaklarının içinde yemek pişirmek, ısınmak ve ateşin ışığından faydalanmak için kullanmaya başlamışlardır. Ancak bununla beraber, ateşin dumanının kendilerini rahatsız ettiğinin farkına varmışlardır. Dumanın kendilerini rahatsız ettiğini hissedilen insanlar, dumanı bir şekilde dışarı atabilmek için ilkel barınaklarda; ilk olarak çadır tepelerinde boşluklar bırakmış, daha sonra bir duman deliği yapmışlardır. 10-11. yüzyıl arası tek katlı evlerin, alt ve üst kat olarak ikiye ayrılmasıyla, bacanın doğuşu başlamıştır.

Duman yoğunluğu sebebiyle bacaları daha yüksek ve geniş yapmaya başlamışlardır.

Teknolojinin de gelişmesiyle odanın ortasında ateş yakma yerine; 15. yüzyılda kapalı ocak, 16. ve 23. yüzyıllarda ise şömine hayatımıza girmeye başlamıştır. Bunun sayesinde tuğla ile örülmüş duman yolu yani baca kullanılmaya başlanmış hemen hemen dumsansız bir oda, daha iyi bir ısı enerjisi kullanımı sağlanmıştır. Çatı sisteminde de etkileyici değişiklikler olmuştur.

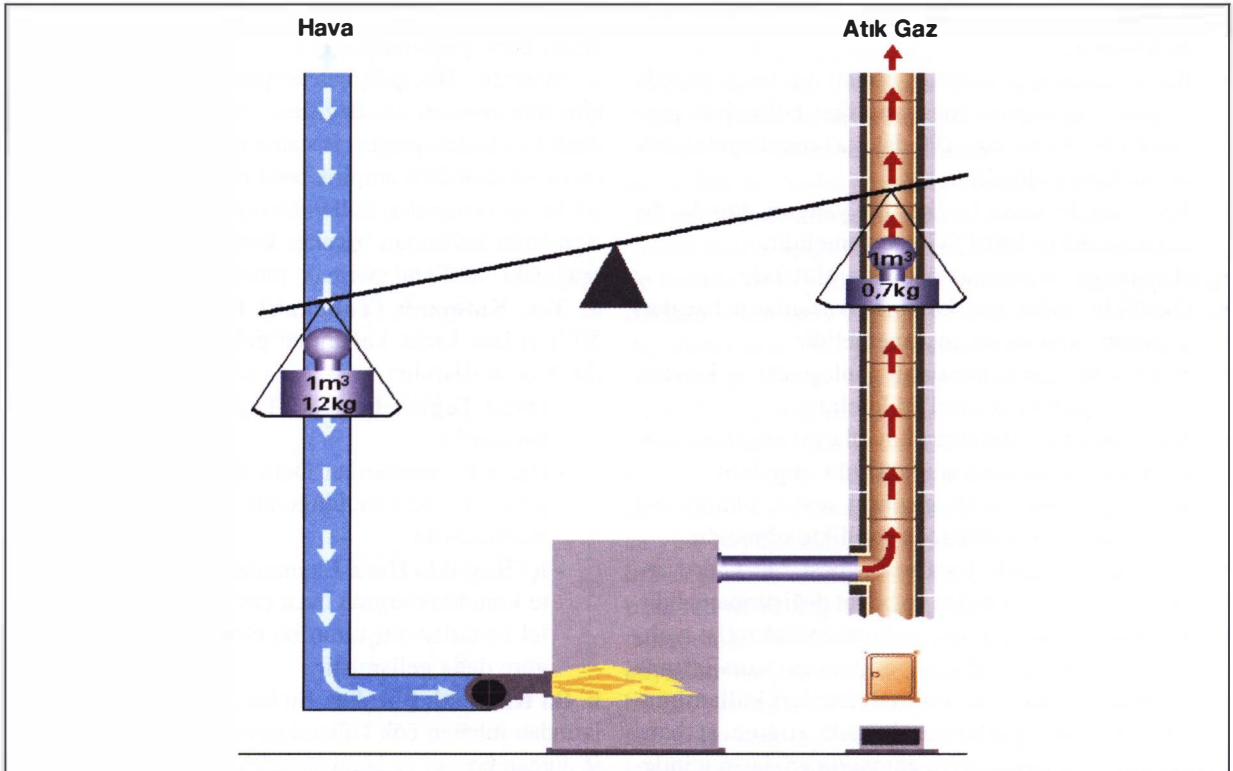
Kamıştan ve padavradan yapılan damların yerini taş, arduaz ve tuğla ile kaplı çatılar almıştır.

Bacanın görevi kazandan çıkan dumanları çevreye zarar vermeyecek bir şekilde dışarı atmak, kazanın ve/veya yakıcının (brülör) dahili bir fanı olmadığı durumlarda sıcak gazların kazan içerisinde istenilen hızda dolaşabilmesi için gerekli doğal çekişi sağlamaktır.

TS 11386’da bacanın tanımı şu şekilde yapılmıştır; “Ocaklardan çıkan atık gazları, dam üstünden açık havaya atmaya yarayan, bina içinde veya binaya bitişik olarak silindirik veya dikdörtgen prizma biçiminde inşa edilmiş içi boş bir bina bölümüdür.” Bu tanım özellikle günümüzde yaygın olarak kullanılan gaz yakan duvar tipi yoğunlaşmalı ve yoğunlaşmaz cihazların uygulanabilecek hermetik baca sistemlerini kapsamamaktadır.

23.1.2. BACA NASIL ÇALIŞIR? (Şekil 23.1)

Bacanın sağlıklı bir şekilde işlevini yerine getirebilmesi yani bacanın atık gazları tahliye edebilmesi için, baca içindeki hava yoğunluğunun dış ortamın yoğunluğundan daha az olması ile mümkündür. Bu da bacanın iç kısmının, dış ortama göre daha sıcak olması anlamına gelir. Sıcak hava bacadan dışarı çıkma eğilimi gösterirken, peşinden atık gazları da beraberinde götürür.



Şekil 23.1. BACA NASIL ÇALIŞIR?

23.1.3. KULLANIMA GÖRE BACA ÇEŞİTLERİ
Bacalar konutlarda ve ısı merkezlerinde üç ana gruba ayrılabilir.

a. Adi Bacalar: Tek kolon halinde zeminden çatıya kadar yükselen, birden fazla birimin kullanabileceği şekilde tasarlanmış bacalara adi baca denir. Bu tip bacalara doğal gaz cihazları bağlanmaz.

b. Ortak (Şönt) Bacalar: Zeminden çatıya kadar yükselen ana baca ve buna bağlanan her birime ait bransmanlardan meydana gelen bacaya ortak (şönt) baca denir. Bu tip bacalara doğal gaz cihazları bağlanmaz.

c. Müstakil (Ferdî) Bacalar: Tek kolon halinde hitap edeceği birimden çatıya kadar yükselen ve sadece bir birimin kullanımına göre tasarlanmış bacalara müstakil baca denir.

Batı standartlarına göre bir ev duman bacasında aranan başlıca özellikler şunlardır:

- Baca yeterli kesitte olmalıdır.
- Kazan tipine uygun yeterli yükseklikte, mahyadan 1 m daha yüksek olmalı ve yağmur girişini önlemek amaçlı şapkası bulunmalıdır.
- Baca yüksekliği baca hidrolik çapının çelik bacalarda 187,5 katını tuğla bacalarda ise 150 mislinden fazla olmamalıdır. Hidrolik çap aşağıdaki bağlantı ile verilir.

$$D_h = 4.A/U \quad D_h = \text{Hidrolik Çap}$$

$$A = \text{Alan} \quad U = \text{Çevre}$$

- Baca kesiti zorunlu olmadıkça dairesel olmalıdır.
- Bacanın içinde meydana gelebilecek kurum yanmalarına karşı dayanıklı olmalıdır. Özellikle sıvı ve katı yakıt kullanımında malzeme seçimine dikkat edilmelidir.
- Baca malzemesi yanmaz olmalı ve baca dışında oluşan yangınların, bacadan diğer bölümlere geçmesini belirli bir süre (90 dakika) engelleyebilecek dayanıklılıkta olmalıdır.
- Baca içinde olası bir kurum yangını anında dış cidar sıcaklığı 160°C'yi geçmemelidir.
- Bacalar gaz sızdırmaz özellikte olmalıdır.
- Özellikle doğal gaz kullanan kazanların bacaları yoğuşan suyu dışarı geçirmemelidir.
- Yüksek binalarda bacaların genleşmesi ve kendini taşıması şartları kontrol edilmelidir.
- Baca yüzeyleri sürtünme kayıplarını azaltmak üzere mümkün olduğu kadar düzgün olmalıdır.
- Baca iç yüzeyi sıcak gazların neden olduğu ısı gerilmelere dayanabilecek özellikte olmalıdır.
- Özel haller dışında baca malzemesi 740°C'de yanmaz olmalı, kalıcı biçim ve boyut değiştirmemelidir.
- Bacada duman gazları soğumamalıdır (Isı yalıtımlı olmalıdır). Baca ve duman kanallarında TS 901'e uygun yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Duman gazlarının bacada soğuması baca çekişini azaltırken aynı zamanda gazların içindeki nemin ve asitlerin yoğunlaşmasına neden olur.

Yoğuşma özellikle korozyon ve temizlik açısından son derece zararlı olup, gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin başında ısı yalıtım gelir. Bacaların tavsiye edilen ısı direnci en az 0.12 m²K/W değerinde olmalıdır.

- Kazan bacalarına, şofben, kombi, kat kaloriferi ve jeneratör gibi başka cihaz bacalarının bağlantısı yapılamaz.
- Bacalar, mümkünse bina içinde olmalıdır. Zorunlu hallerde, bacanın bina dışında yapılması halinde, soğumaması için gerekli ısı yalıtımı ve dış koruması yapılmalıdır.
- Doğal çekişli bacalar mümkün olduğunca dik yapılmalı, zorunlu hallerde ise yatayla en az 60° açıda tek sapmaya izin verilmelidir.
- Bacalarda gaz geçirgenliği, iç yüzeyden dış yüzeye doğru en fazla 0,003 m/s olmalıdır (40 Pa'lık statik üst basınçta, 20°C).
- Temizlenebilme ve kontrol edilebilme imkanı olmalıdır.
- Baca çekişi komşu yüksek binalardan etkilenmeyecek şekilde en yakın binaya 6 m uzaklıkta yerleştirilmelidir.

23.1.4. MALZEMESİNE GÖRE BACA TİPLERİ

Son yıllarda yakıt kullanan cihazlarda meydana gelen gelişmeler sonucu hem dışarı atılan duman miktarı azalmış ve hem de duman gazlarının sıcaklıkları azalmıştır. Bunun sonucu özellikle doğal gaz gibi yakıtların yanma ürünlerini dışarı taşıyan bacalarda daha önce karşılaşılmayan sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunların başında doğal baca çekişinin azalması; yoğuşma gibi sorunlar sıralanabilir. Bu gelişmelere paralel olarak bacaların konstrüksiyonları da değişmiş; bacalardan beklenen özellikler fazlaşmıştır. Bacanın tasarımına önem vermeye ve tasarımda ampirik basit ifadeler yerine; karmaşık hesap yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Yapılarda kullanılan bacaları konstrüksiyonlarına göre aşağıdaki sınıflara ayırmak mümkündür (Şekil 23.2).

a. Tek Katmanlı (Tabakalı) Bacalar: Bu bacalar 50'li yıllara kadar kullanılan geleneksel baca tipleridir. Üçe ayrılabilir:

- Örne Tuğlalı Bacalar: Tuğla veya taştan örme bacalardır.
- Hazır Elemanlardan Dolu Bacalar: Beton briket gibi üst üste konulduğunda baca oluşturan hazır elemanlardır.
- İçi Boşluklu Hazır Elemanlardan Bacalar: Üst üste konulduklarında baca çevresinde bacaya paralel kenarlar oluşturan bu elemanlar bir öncekine göre daha gelişmiştir.

b. İki Katmanlı Bacalar: Bu bacalar 60'lı yılların ortalarından itibaren çok kullanılmaya başlanmıştır. Burada iç duman borusu ve bunu çevreleyen bağımsız bir ikinci kabuk tabakası mevcuttur. İki tabaka arasında çepeçevre

bir hava boşluğu kalacak şekilde dizayn edilirler. Bu hava tabakası ısı ve nem yalıtımı açısından önemlidir.

c. Üç Katmanlı Bacalar: 1970'li yılların ortasından itibaren kullanılmaya başlanan bu üç katmanlı bacalarda; iç ve dış tabaka arasında cam yünü gibi bir ısı yalıtım malzemesi bulunmaktadır.

Serbest hareketli iç katman hafif beton, şamot, seramik, cam, plastik vs gibi malzemelerden mamul hazır duman borusudur. Ara katman cam yünü gibi ısı yalıtım malzemesidir. Dış katman ise tek katmanlı bacalarda olduğu gibi örme tuğla, hazır hafif beton elemanlar, gaz betonu vs gibi malzemelerden yapılabilmektedir.

d. Metal Bacalar: Genellikle paslanmaz çelik veya alüminyumdan yapılan bu bacalar iki şekilde olabilir:

- Yukarıda tarif edilen çok katmanlı bacalarda sadece iç borunun metal olması hali.
- İç ve dış katmanın metal, arada ısı yalıtımı olması hali.

e. Diğer Baca Malzemeleri: Özellikle son 30 yıl içinde gaz yakıtların yoğun kullanımının başlaması ile klasik kazanlar yerlerini düşük baca gazı sıcaklıkları ve yüksek verimli yoğunlaşmalı kazanlara bırakmaya başlamıştır. Bu gelişime paralel olarak bacalar, düşük baca gazı sıcaklıklarında çalışabilecek ve yoğunlaşma suyuna dayanıklı malzemeler olan cam, seramik hatta plastik malzemelerden imal edilmeye başlamıştır.

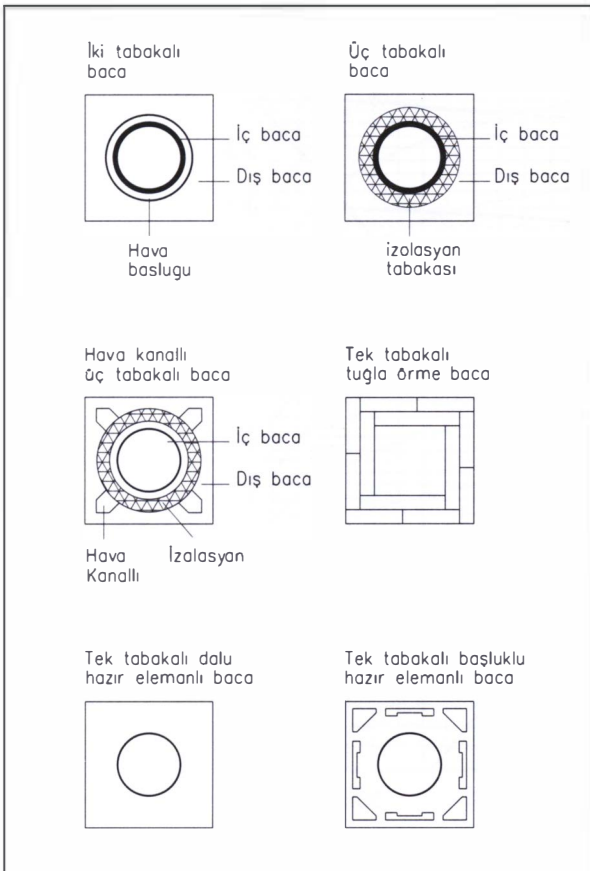
23.2. BACA HESABI

Doğal çekişli bacaların hesabı, gerekli baca yüksekliği ve kesintinin belirlenmesi anlamına gelir.

Burada söz konusu olan kesit net baca kesiti olup, baca konstrüksiyonunda sıva vs payları göz önüne alınmalıdır. Baca yüksekliği ise efektif yükseklik olup, duman kanalının bacaya bağlandığı nokta ile baca şapkası arasındaki mesafedir. Tabandan kanal bağlantısına kadar olan yükseklik hesaba girmez.

Modern kazanlarda baca gazı sıcaklıkları eski kazanlara göre yaklaşık %75 oranında azalmıştır (özellikle yoğunlaşmalı kazanlarda). Aynı şekilde baca debileri %35-50 oranında azalmıştır. Duman gazları içindeki CO₂ oranları artmış, su buharı yoğunlaşma sıcaklıkları yükselmiştir. Ayrıca farklı yakıtlar, kazanlar ve brülörler ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bugün kullanılan modern kazanlar için baca hesabında basit ampirik ifadeler yetersizdir. DIN 4705 standardında modern kazanların baca hesabında kullanılacak son derece detaylı ve gelişmiş bir yöntem verilmektedir. Bu standardın hemen hemen birebir tercümesi şeklinde yeni bir Türk standardı da hazırlanmıştır. Bu standarda göre, kazan bağlantı kanalı-baca sistemindeki basınç kayıpları ve ısı kayıpları hesaplanmakta ve bu durumda ortaya çıkan doğal çekişin yeterli olup olmadığına bakılmaktadır. Teorik çözüm deneme-yanılma yöntemine dayanmaktadır. Bu arada sistemin, anma yükleri dışında, düşük yüklerdeki durumu analiz edilebilmektedir. Bu yöntemle göre baca hesabının elle yapılması son derece zor ve yorucudur. En iyi yol bu standarda göre hazırlanmış bilgisayar programları kullanmak veya çeşitli durumlar için standartta verilmiş hazır diyagramların birinden yararlanmaktır.

Ayrıca bu yöntemin uygulanması ile ilgili Türkiye açısından bir başka engel, baca malzemeleri ile ilgili verilerin eksik olmasıdır. Bu nedenle hesabı basitleştirmek üzere, aşağıda verilecek baca hesabı yönteminde bacada ısı kayıpları ihmal edilmiş ve izotermal hal dikkate alınmıştır. Hesap sadece basınç kayıplarına dayanmaktadır. Bu yol Almanya'da birçok firmanın hazırladığı baca boyutlandırma diyagramlarında da kullanılmaktadır. Burada verilen hesap yöntemine göre bulunan baca kesiti DIN 4705'e uygundur. Bu kesitten çok daha büyük kesit seçilirse, düşük yüklerde bacanın ısıl olarak çekmeme tehlikesi vardır. Ayrıca yine büyük baca kesitlerinde 2 m/s mertebesindeki hız değerinin altında ters rüzgar basıncı nedeni ile baca tepmesi olayı ortaya çıkabilir. Bulunan kesitten daha küçük bir kesit seçilmesi durumunda ise basınç kayıpları karşılanamayacağından baca çekişinde zorluklar, özellikle ilk devreye girişlerde ses ve sarsıntı halleri ile karşılaşılabilir. DIN 18160'a göre bacada en küçük tasarım gücünde hız 0,5 m/s değerinin altına kesinlikle düşmemelidir.



Şekil 23.2. BACA TİPLERİ

23.2.1. HAZIR DİYAGRAMLAR VE TABLOLAR YARDIMI İLE BACA BOYUTLANDIRILMASI

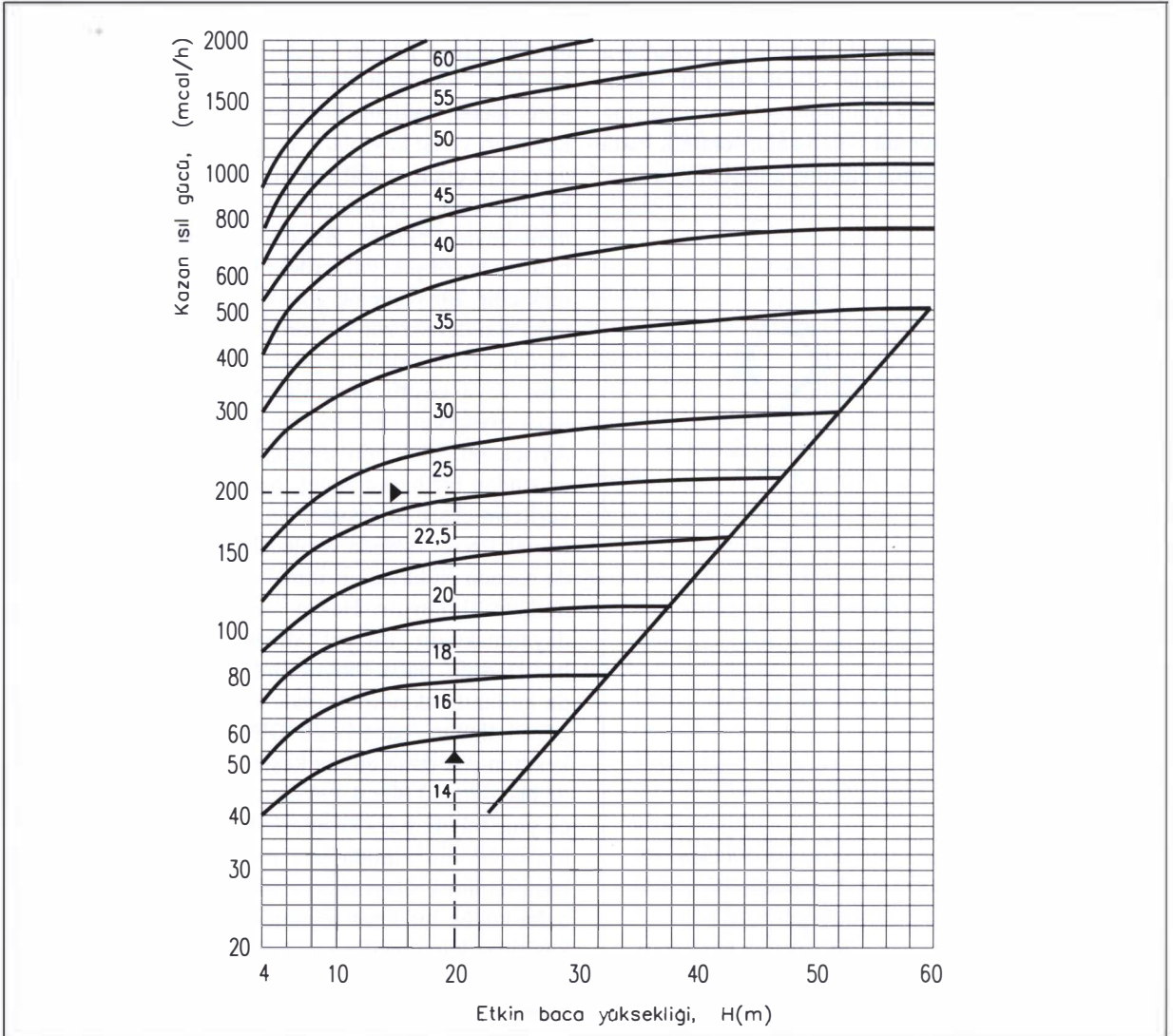
DIN 4705'e dayanan baca hesabı oldukça uzun olduğundan, bazı özel durumlar için yine DIN 4705'e göre hazırlanmış baca çapı seçim tabloları kullanılmaktadır. Şekil 23.3 ve 4'te sırası ile üflemlü brülörlü sıvı veya gaz yakıtlı ve atmosferik doğal gaz brülörlü kazanlar için baca seçim diyagramları verilmiştir. Bu diyagramlar hazırlanırken bağlantı kanalı kesiti, baca kesitine eşit alınmış ve toplam özel kayıp katsayıları değeri 2,8 bağlantı kanalı uzunluğu baca yüksekliğinin $1/4$ 'ü ve baca gazı sıcaklığı 220°C kabul edilmiştir.

Modern sıcak su kazanlarında baca sıcaklıkları daha düşüktür ve özellikle doğal gaz kazanlarında paslanmaz çelik baca kullanılmaktadır. Baca gazı sıcaklığı 160°C için doğal gaz ve sıvı yakıtlı modern kazanların paslanmaz çelik baca ölçüleri Tablo 23.5'te verilmiştir.

23.3. BACA KONSTRÜKSİYONU

Özellikle doğal gazın gündeme gelmesi ile birlikte, bacalar konusunda geniş bir standart çalışması başlatılmıştır. DIN 18160 standardının tercümesi olan baca yapım kuralları çok önemlidir.

Domestik bacalarda baca duvarlarının et kalınlığı bir tuğladan az olmamalıdır. TS 2165 bacada kullanılacak malzeme olarak yüzeyleri pürüzsüz, düzgün ve 500°C sıcaklık farklarına dayanabilen kalıplaşmış ateş tuğlası vb prefabrike elemanlar tavsiye etmektedir. Sürtünme kayıplarının azaltılması bakımından baca iç yüzeylerinin düzgünlüğü çok önemlidir. Ayrıca dışarıdan içeri hava sızmasının da önlenmesi gerekir. Bayındırlık Bakanlığı yönetmeliklerinde yukarıdaki amaçlarla baca iç ve dış yüzeyinin sıvanması veya kaplanması önerilmektedir. Kullanılacak sıvanın zamanla dökülmemesi gerekir. Bu nedenle bacalarda normal sıva yerine şamot sıva kullanılmalıdır.

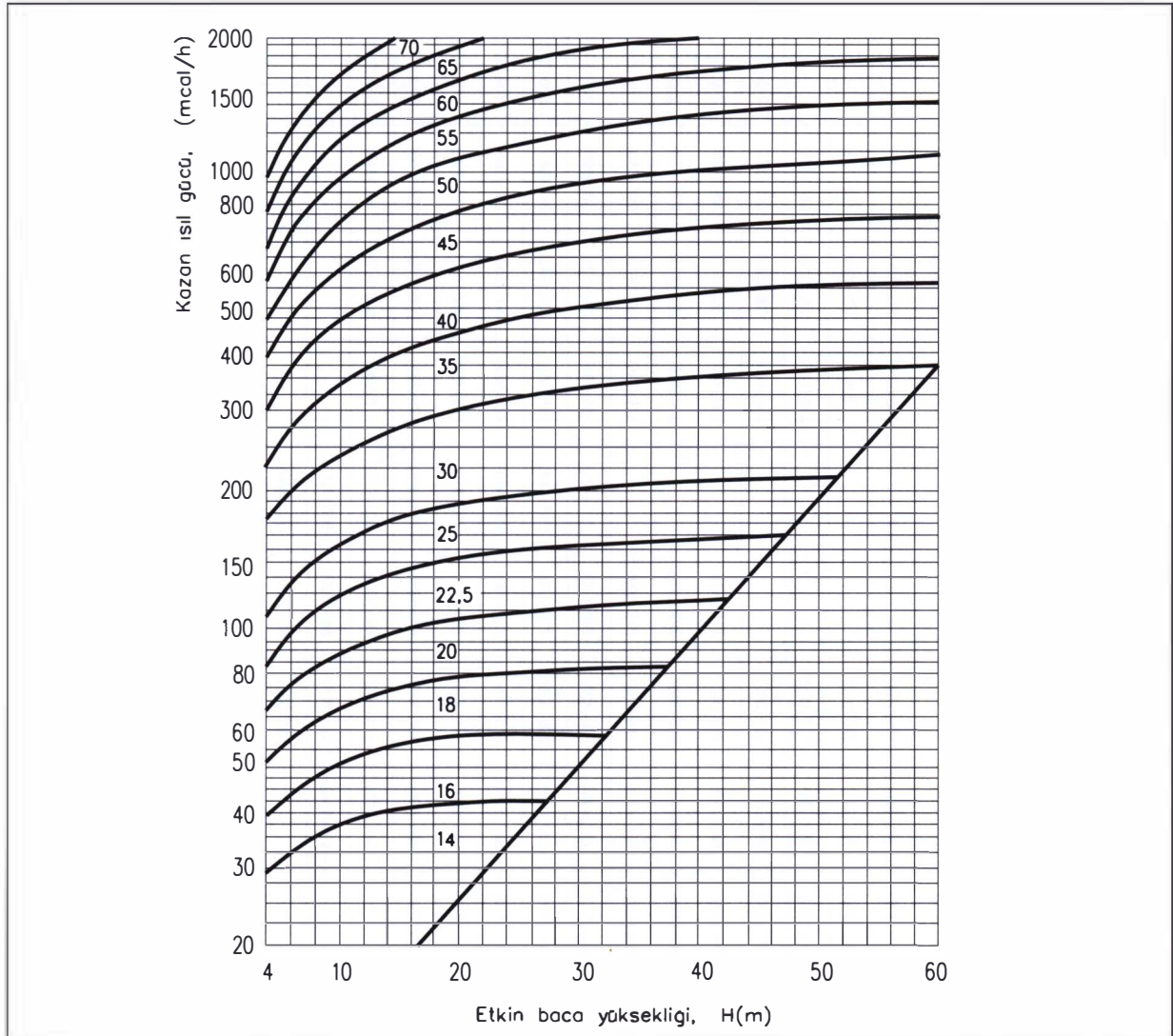


Şekil 23.3. SIVI VEYA GAZ YAKITLI ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLARIN BACA ÇAPLARI

Bacalar arasındaki ara duvar kalınlığı sızdırmazlığı sağlamak şartı ile en az 1/2 tuğla kalınlığında olmalıdır. Isı kaybının önlenmesi amacı ile teknik zorunluluk olmadıkça duman bacaları bina dış yüzeyine konulmayacaktır. Eğer baca dış duvara konulmuş ise ısı izolasyonu yapılmalıdır. Ayrıca binanın ana duvarları da baca duvar elemanları olarak kullanılmalıdır.

Eğer sistemde birden fazla kazan varsa yönetmelik her kazana ayrı bir duman bacası yapılmasını şart koşmaktadır. İki veya daha fazla sayıda kazanın aynı bacaya bağlanması tavsiye edilmez. Ancak zorunlu hallerde aynı kapasitede birbirinin aynı iki kazan aynı bacaya bağlanabilir. Birbirinden farklı kapasitede iki kazan (kış ve yaz kazanları) aynı bacaya ancak özel güvenlik tedbirleri ile bağlanabilir. Farklı yakıt yakan veya farklı tip-te, örneğin üfleme ve atmosferik brülörlü iki kazan kesinlikle aynı bacaya bağlanmamalıdır. İki kazanın aynı bacaya bağlantısında ya ortak bağlantı kanalı kullanılmalı veya her kazan kendi bağımsız bağlantı kanalı

ile bacaya bağlanıyorsa kanallar, aralarında en az 60 cm olacak şekilde farklı seviyelerden bacaya girmelidir. Özellikle duvar tipi yoğunmalı kazanların kaskad (çoklu) kullanımında ortak baca uygulamaları mümkün olmaktadır. Bu tip bacalar özel baca hesap programları ile dizayn edilmekte ve çalışan kazanların adetlerine ve kapasitelerine göre değişen çalışma şartlarına uygunluk sağlanmaktadır. Şekil 23.6'da atmosferik brülörlü iki kazanın aynı bacaya bağlantısında tavsiye edilen ortak bağlantı kanalı konstrüksiyonu verilmiştir. Kalorifer bacalarına kesinlikle soba, şofben vs bağlanmamalıdır. Bacalar mümkün olduğu kadar yön değiştirmeyecek şekilde yapılacak, yön değiştirmelerin zorunlu olduğu hallerde ise yön değiştirmede yatayla en az 60° açı olacaktır. Bacaların en alt kotunda, saçtan ve hava sızdırmayacak şekilde yapılmış, contalı bir temizleme kapağı yapılacaktır. Yatay duman kanalları bacaya en az %5'lik yükselen bir eğim ile bağlanacak ve uzunluğu hiç bir suretle baca yüksekliğinin 1/4'ünü aşmayacaktır.



Şekil 23.4. GAZ YAKITLI ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ KAZANLARIN BACA ÇAPLARI (cm)

Kazan Gücü kcal/h	Doğal Gaz veya Sıvı Yakıt Yüksek Basınçlı 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 (265)			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		
250000	265 (415)	245 (400)	235 (358)	225 (375)		310 (510)	285 (435)	275 (425)	265 (415)	260 (410)	200	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 23.5. PASLANMAZ ÇELİK BACA İÇ ÇAP VE BACA REZERVASYONU (KAYA YÜNÜ İLE İZOLASYON KALINLIĞI DAHİL) ÖLÇÜLERİ

Duman kanallarının temizlenmelerine imkan verecek sızdırmaz, ısı yalıtımlı, kolay açılıp kapanabilen ve yeteri sayıda temizleme kapağı bulunacaktır.

Duman kanalları bacaya doğrudan veya zorunlu durumlarda yuvarlak dirseklerle bağlanacak, 90°'lik keskin dirsek kullanılmayacaktır. Şekil 23.7'de kazanın bacaya bağlantısı görülmektedir.

Doğal gaz bacalarında yoğuşan suların toplanması için baca tabanında bir hazne oluşturulmalıdır. Şekil 23.8'de görüldüğü gibi bu haznede toplanan sular bir sifon yardımı ile dışarı alınabilmelidir.

Duman gazlarının çevreye zarar vermemesi için baca, beşik veya kırma (piramit) çatılı binalarda, mahyadan veya komşu yüksek binaların en yüksek noktasından en az 800 mm tek yönde eğimli düz teras çatılı binalarda ise çatının en yüksek noktasından en az 1 m daha yüksek olmalıdır. Bacalar, komşu yüksek binaların çekişi bozan etkilerini azaltmak amacı ile, mümkünse bu binalardan en az 6 metre uzaklıkta bulunmalıdır. Baca başı yağmur ve kar sularının baca ısı yalıtımına zarar vermemesi için paslanmaz çelikten veya bakırdan genişleme rozeti ile veya asbest conta ile donatılmalıdır. Yağmur ve kar sularının baca içine sızması için saçtan veya betondan şapka yapılabilir.

Ancak bu kapak, baca kesitini kapatmamalıdır. Duman çıkışı için en az baca kesiti kadar serbest geçiş kesiti bulunmalıdır (Şekil 23.9).

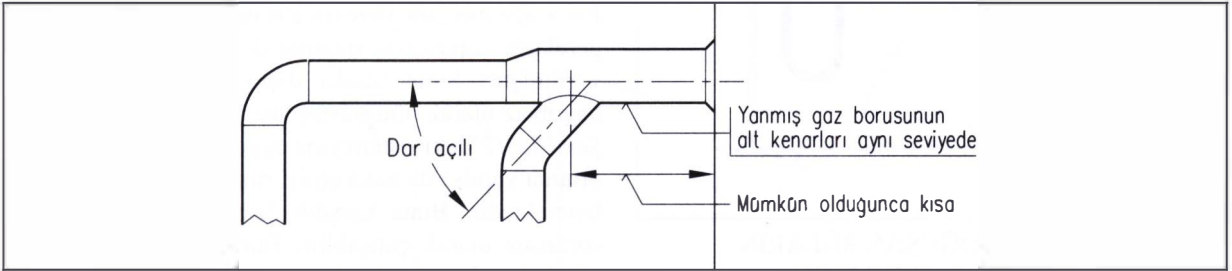
Yüksek yapılarda bacaların ısıl uzaması dikkate alınmalıdır. Metal bacalar halinde, eğer varsa özel genişleme parçaları kullanılmalıdır. Eğer hazır genişleme parçası yoksa, baca yapıya sabit olarak mesnetlenmeli veya özel genişleme parçası yapılmalıdır.

23.4. BİNA ETRAFINDAKİ RÜZGARIN YARATTIĞI BASINÇ DAĞILIMININ BACA YERLEŞİMİNE ETKİSİ

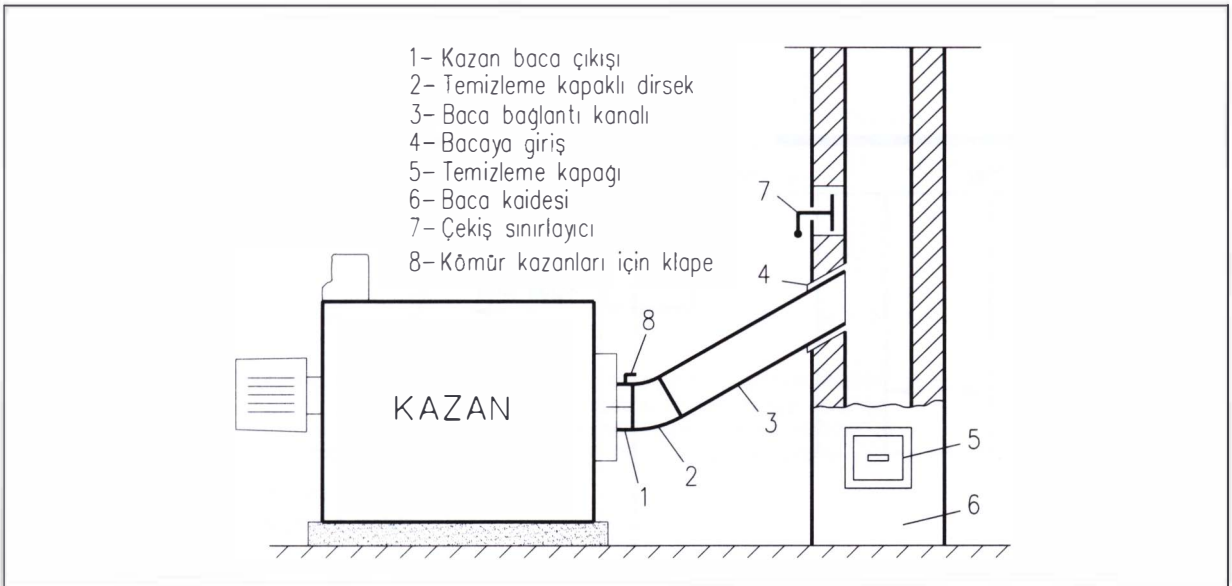
Günümüzdeki baca sistemlerini üç ana grupta tanımlamak mümkündür:

- Doğal çekişli 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.



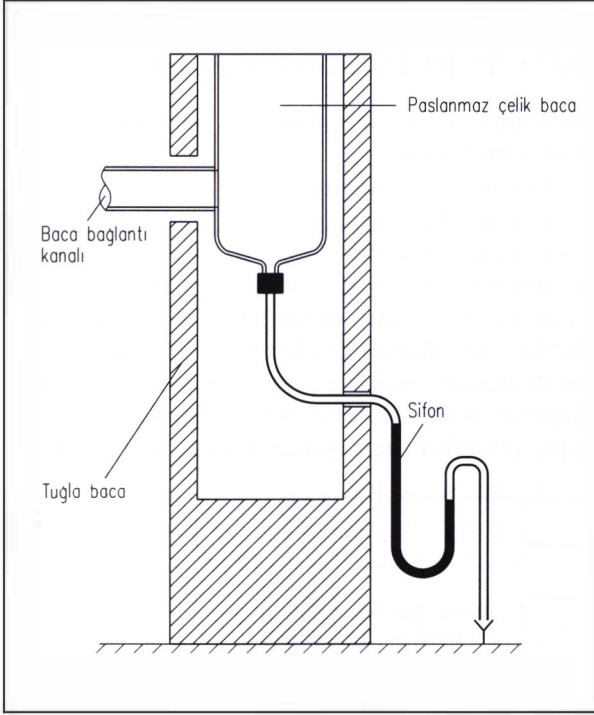
Şekil 23.6. ORTAK BACA BAĞLANTISI



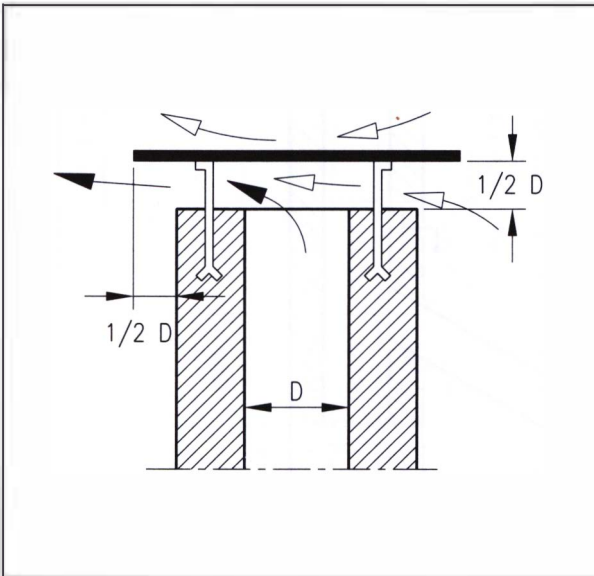
Şekil 23.7. KAZANLARIN BACAYA BAĞLANTISI

Şekil 23.10'da farklı tipteki binalar etrafındaki rüzgar basınç dağılımları verilmiştir. Baca çıkışı bina çevresindeki bu basınç dağılımına göre tasarlanmalıdır (Şekil 23.11).

Buna göre Şekil 23.12'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 23.8. YOĞUŞAN SULARIN SİFONLA ALINMASI



Şekil 23.9. BACA ŞAPKASI ÖRNEĞİ

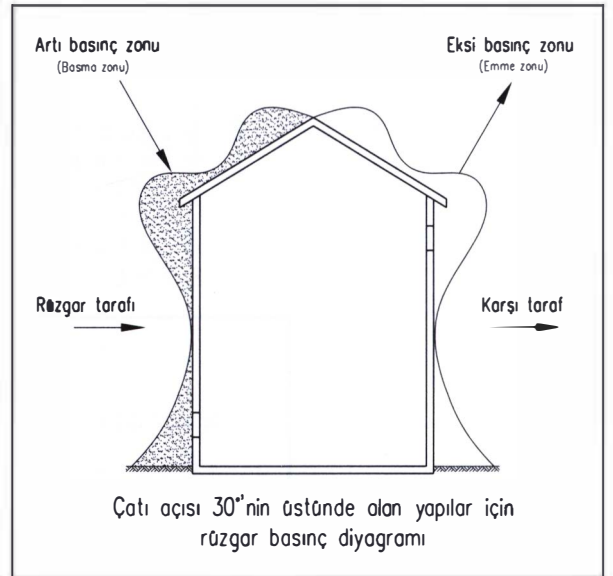
Şekil 23.13'teki uygulama yukarıdaki yanlıştın benzeridir. Bu durumda kullanılan cihaz fanı havayı yanma odasından alıp dumanı bir kurangleze basmaktadır. Bu yönde esen bir rüzgar kuranglezde artı basınç yaratacak ve bu basınç duman gazlarını cihaza geri basmaya çalışacaktır. Yine bu durumda yanma ürünü 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 (hermetik bağlantı). Bu durumda bu cephedeki rüzgar basıncı giriş ve çıkışı birlikte etkilediğinden toplam etki sıfır olacaktır. Şekil 23.14'te görülen bağlantıda iç içe borular kullanılmıştır. Bu durumda rüzgarın basıncı hem egzoz hem de emişe karşı geleceği için emiş ile egzoz arasında basınç farkı oluşmayacaktır. Dolayısıyla bir sorun yaşanmaz. Ayrıca duvarda tek noktadan çıkış yapıldığından montajı daha kolaydır.

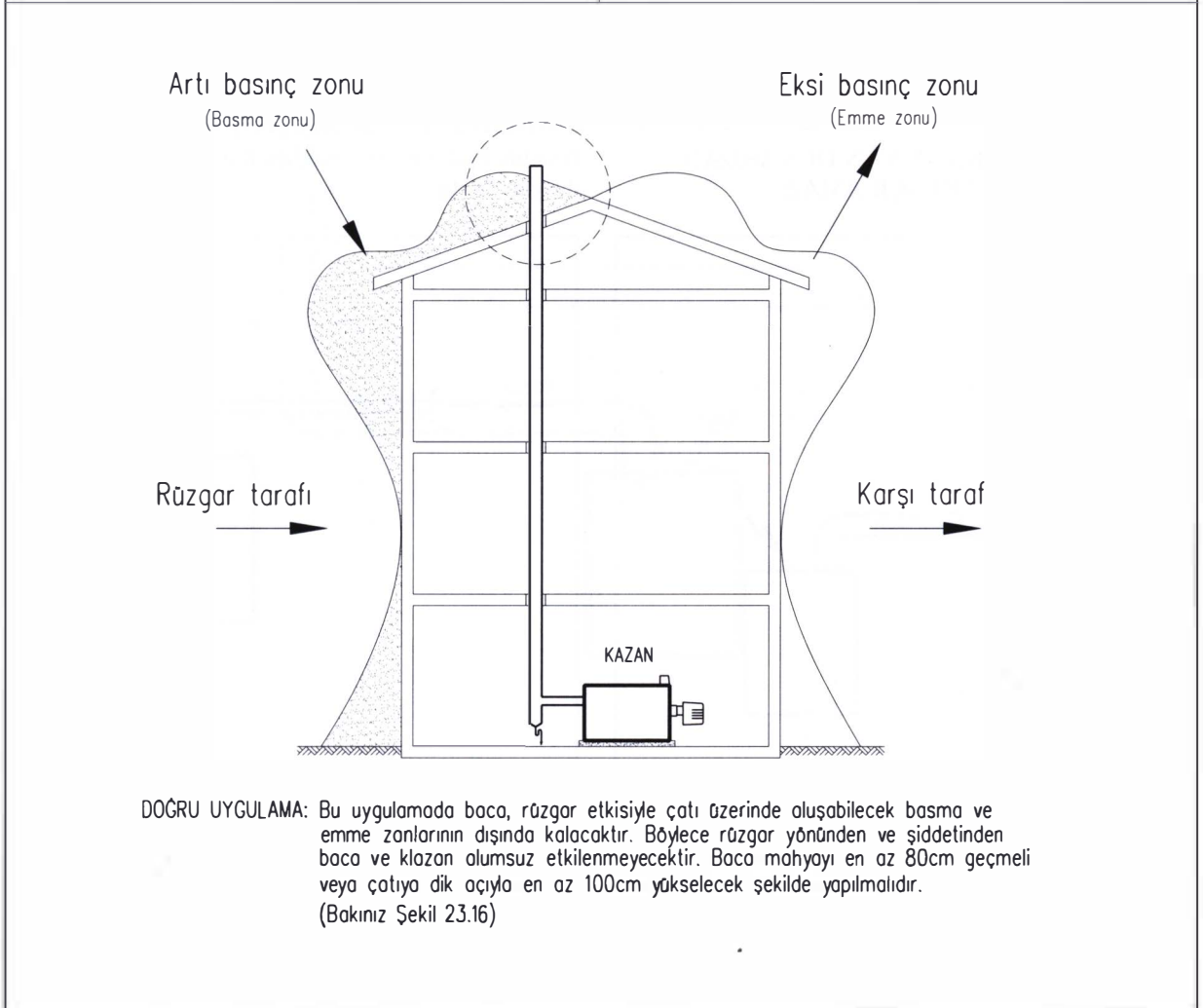
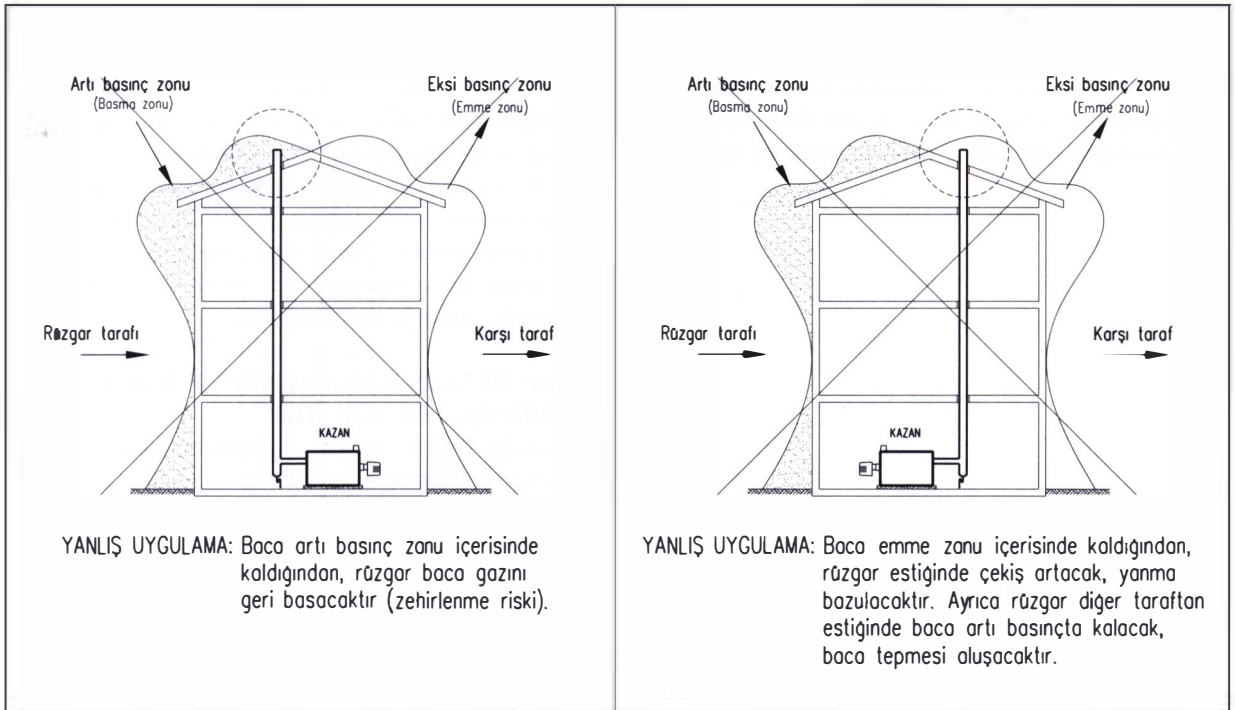
Şekil 23.15'te de uygun bir baca sistemi görülmektedir. Burada baca çıkış ağzının çatı üzerindeki sınır tabakanın (basınç alanının) dışında bir noktaya açılması halinde rüzgarın bacaya hiç bir etkisi görülmeyecektir. Nötr basınçta emilen hava nötr basınçtaki dış havaya açılmaktadır.

Baca ağzının çatı yüzeyinden ne kadar yükseltilmesi gerektiği konusunda standart değerler Şekil 23.16'da verilmiştir. Sınır tabaka dışında rüzgar yönünden bağımsız olarak nötr basınç söz konusudur.

Şekil 23.17'deki sistem yine uygun değildir. Çıkış nötr ortama yapılsa da hava emişi rüzgar basıncından etkilenecektir. Buna karşılık Şekil 23.18'deki sistem sorunsuz olarak çalışabilir. Burada hava emişi yine nötr ortamdan olmaktadır.

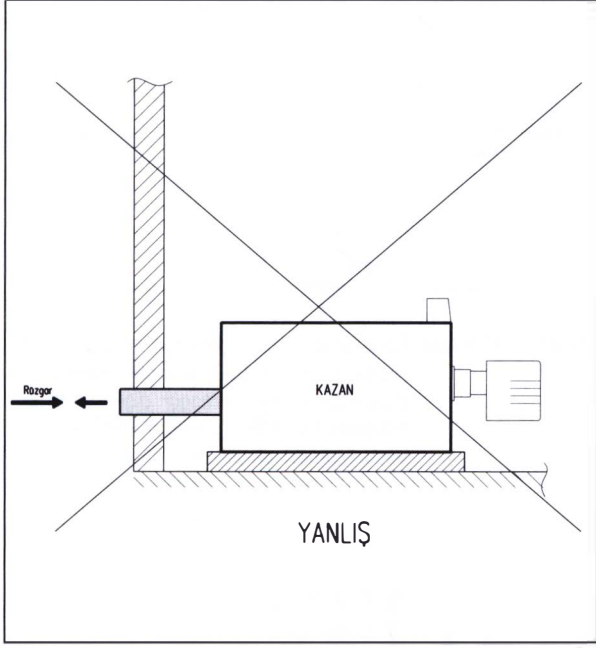


Şekil 23.10. BİNA ETRAFINDA RÜZGARIN YARATTIĞI BASINÇ DAĞILIMI

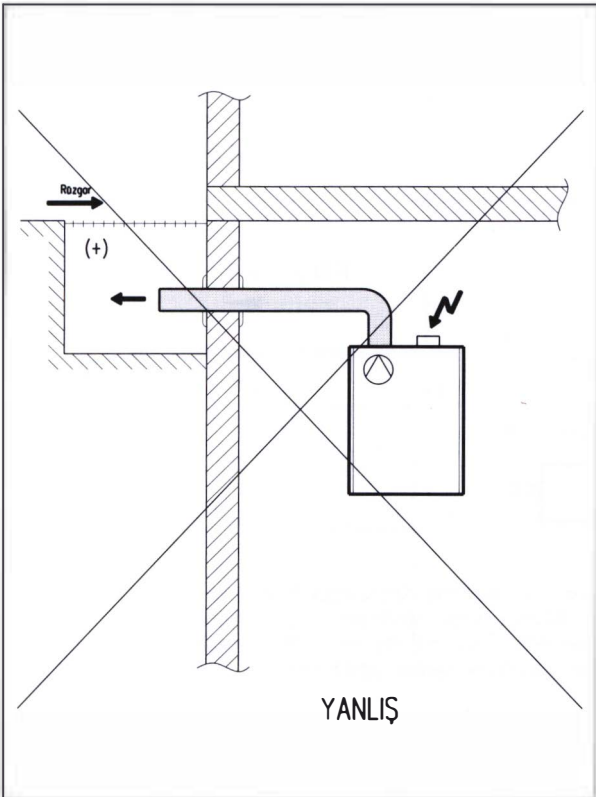


Şekil 23.11. BİNADA BACA YERLEŞİMİ

Daha iyi baca sistemlerinde aynı zamanda kazan dairesinin havalandırılması da gerçekleştirilmelidir. Şekil 23.19'da görülen sistemde üst havalandırma açıklığından pis hava emilerek çatı üzerinden dışarı atılmaktadır. Taze hava girişi için kazan dairesinde



Şekil 23.12. BACA YAN DUVARDAN DIŞARI AÇILAMAZ.



Şekil 23.13. BACA KURANGLEZE AÇILAMAZ.

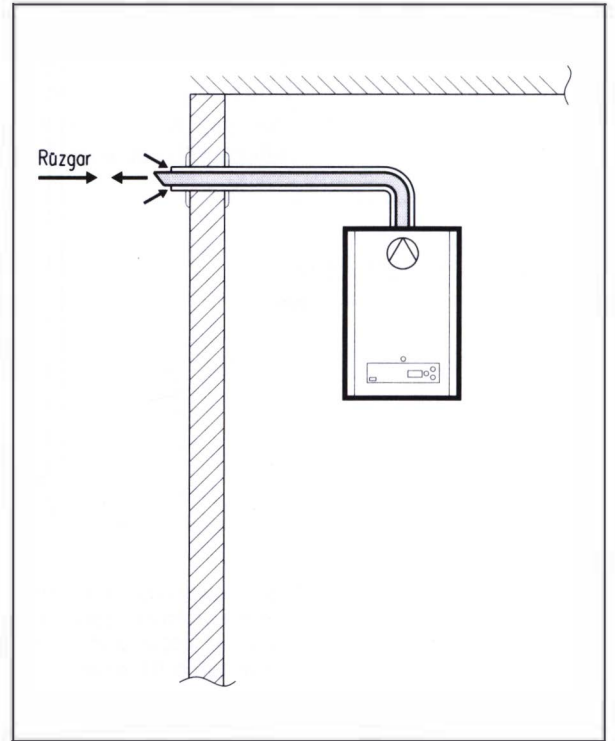
dışa açılan bir delik bulunmalıdır. Doğal gazlı kazan dairelerinde olası gaz kaçağı da üst havalandırma kolayca tahliye edilebilir. Bu tür sistemlerde havalandırma havası sirkülasyonu yüksekliğe bağlı olarak çok kuvvetlidir. Yaz koşullarında dış hava, kazan dairesinden daha sıcaksa bu durumda hava sirkülasyonu yönü değişir. Şekil 23.20'de döşeme tipi kazan yerine duvar tipi yoğuşmalı bir kazan bulunmaktadır. Bacanın ve havalandırmanın aynı prensiple çalıştığı görülmektedir.

23.4.1. DUMAN KANALLARI VE BACALAR SIZDIRMAZ OLMALIDIR

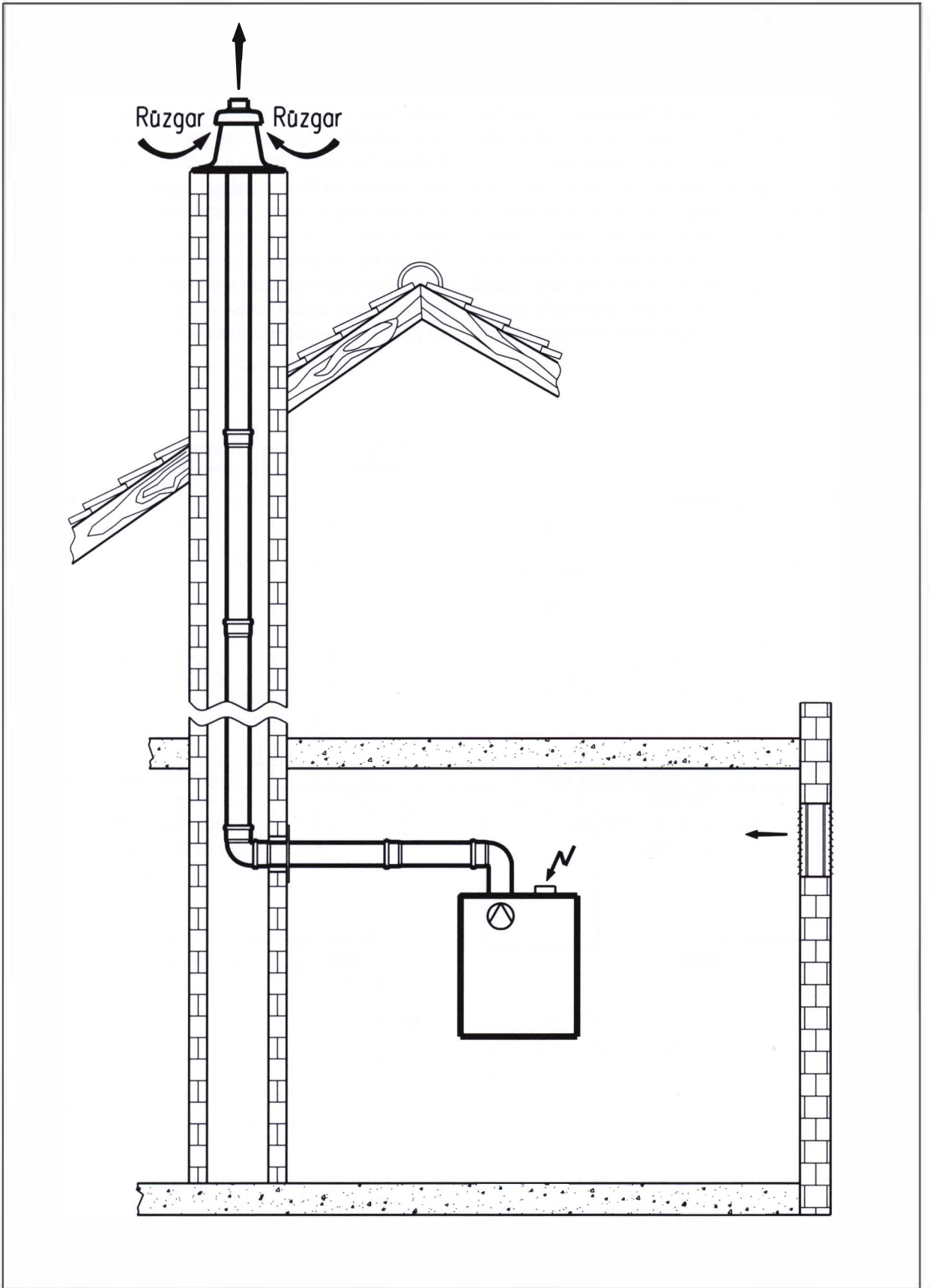
Kullanılan brülör cinsine ve yoğuşma durumuna göre kazanları ve bunların bacalarını aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür:

- Atmosferik brülörlü kazanlar
- Üfleli brülörlü kazanlar
- Yoğuşmalı kazanlar

Atmosferik brülörlü kazanların gaz dolaşımı ve baca çekişi tamamen doğal çekişle gerçekleştirilir. Üfleli doğal gaz kazanlarında gaz hareketinin bir kısmı üfleli 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.



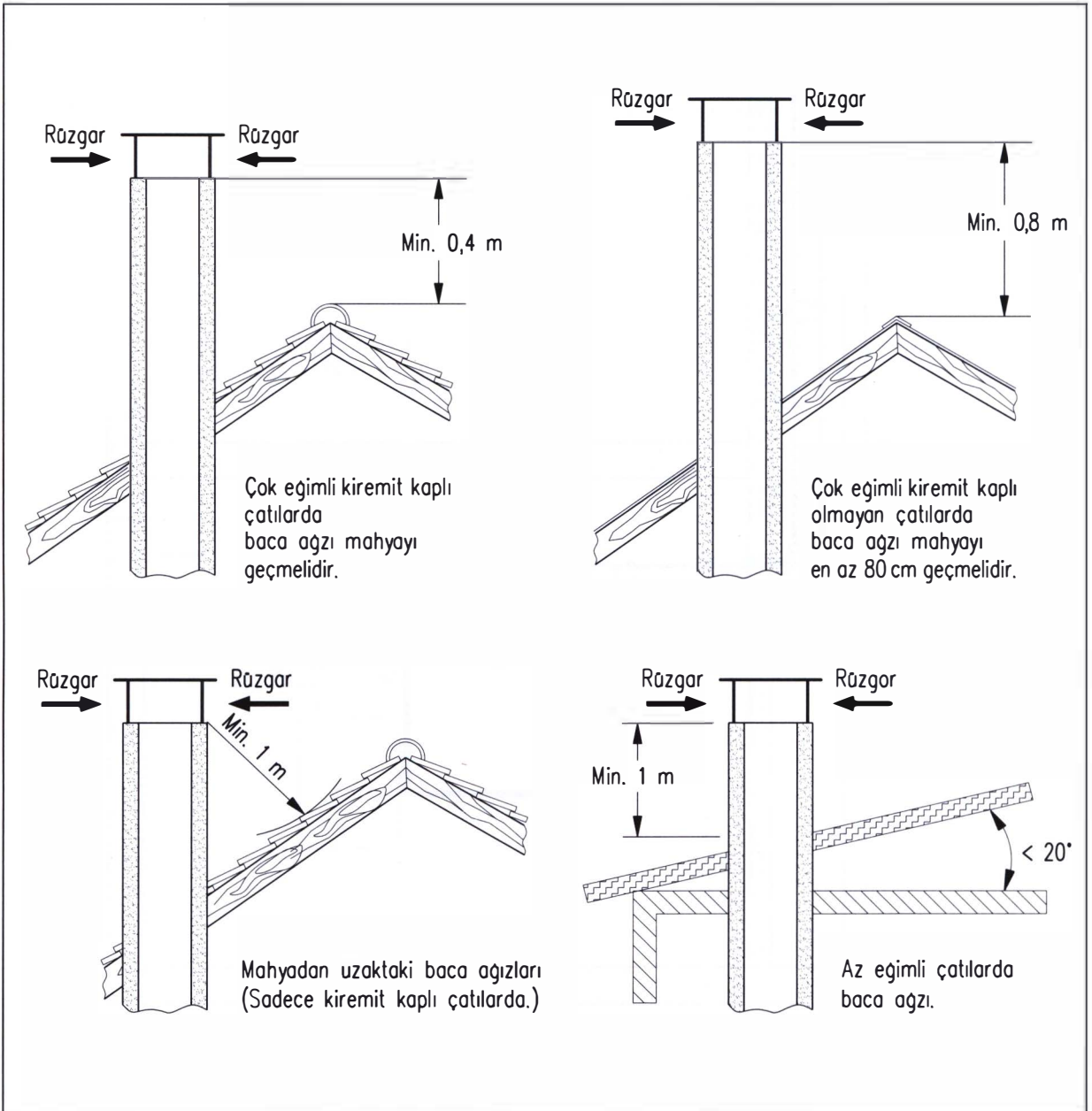
Şekil 23.14. KONSANTRİK BACALI HERMETİK CİHAZLAR YAN DUVARDAN DIŞARI BAĞLANABİLİR.



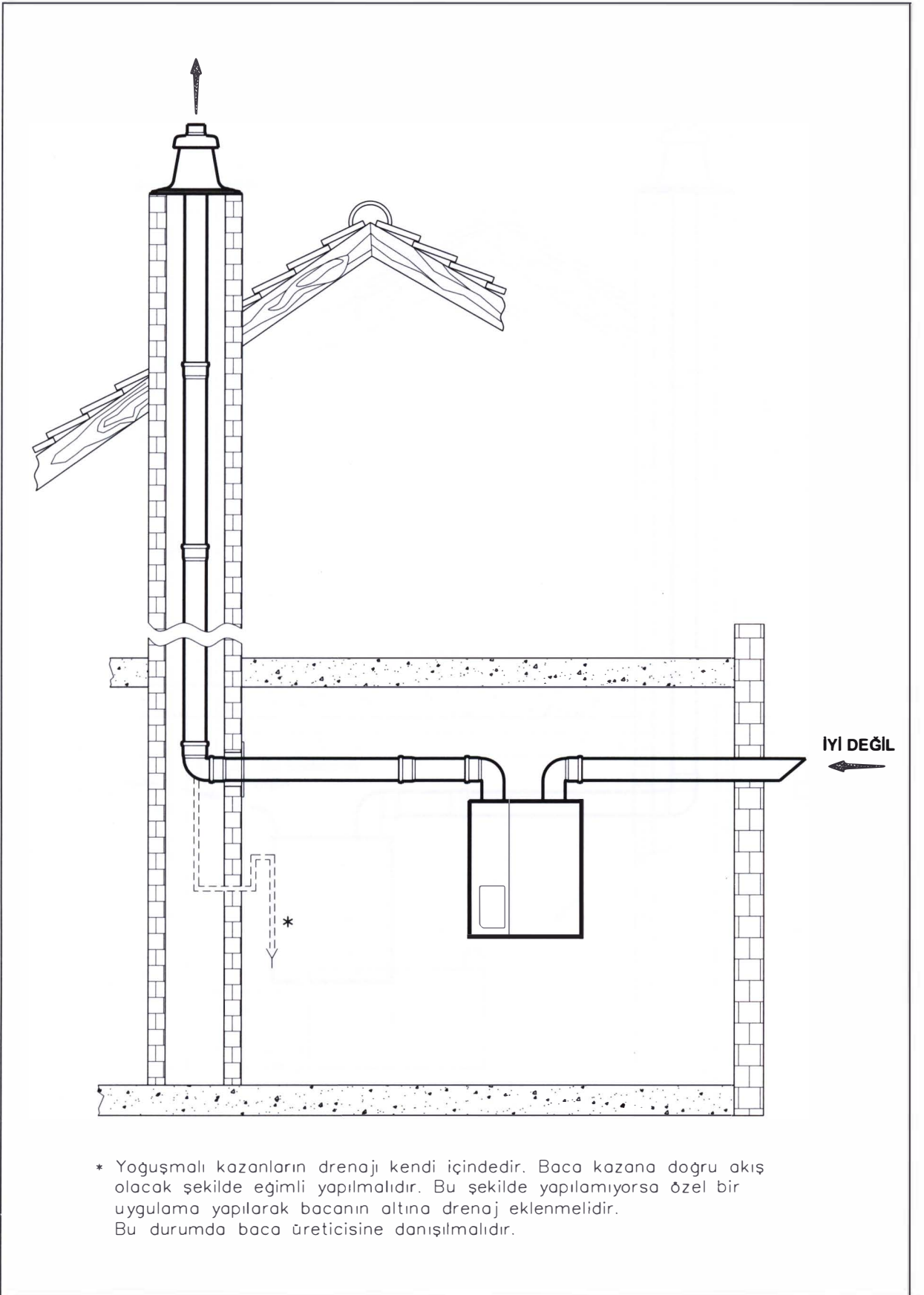
Şekil 23.15. FANLI CİHAZ HAVAYI KAZAN DAİRESİNDEN ALIP DUMANI ÇATI ÜZERİNDEN ATABİLİR.

Bütün bacalarda ve duman kanallarında sızdırmaz bir bağlantı gerekir. Bunun amacı duman gazlarının yaşadığı ortamlara sızması ve bacada oluşan yoğunlaşma nedeniyle kirli suların baca yapısına ve kazan dairesine sızması ve akmasıdır. Bacalarda ve bağlantı kanallarında vakumda dışarıdan hava emilmemeli, 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. Yoğunlaşmanın azaltılması ve önlenmesi için bacanın ısı izolesi gerekir. Kaliteli bacalarda dumanla temas eden iç yüzeyler kondensat 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.

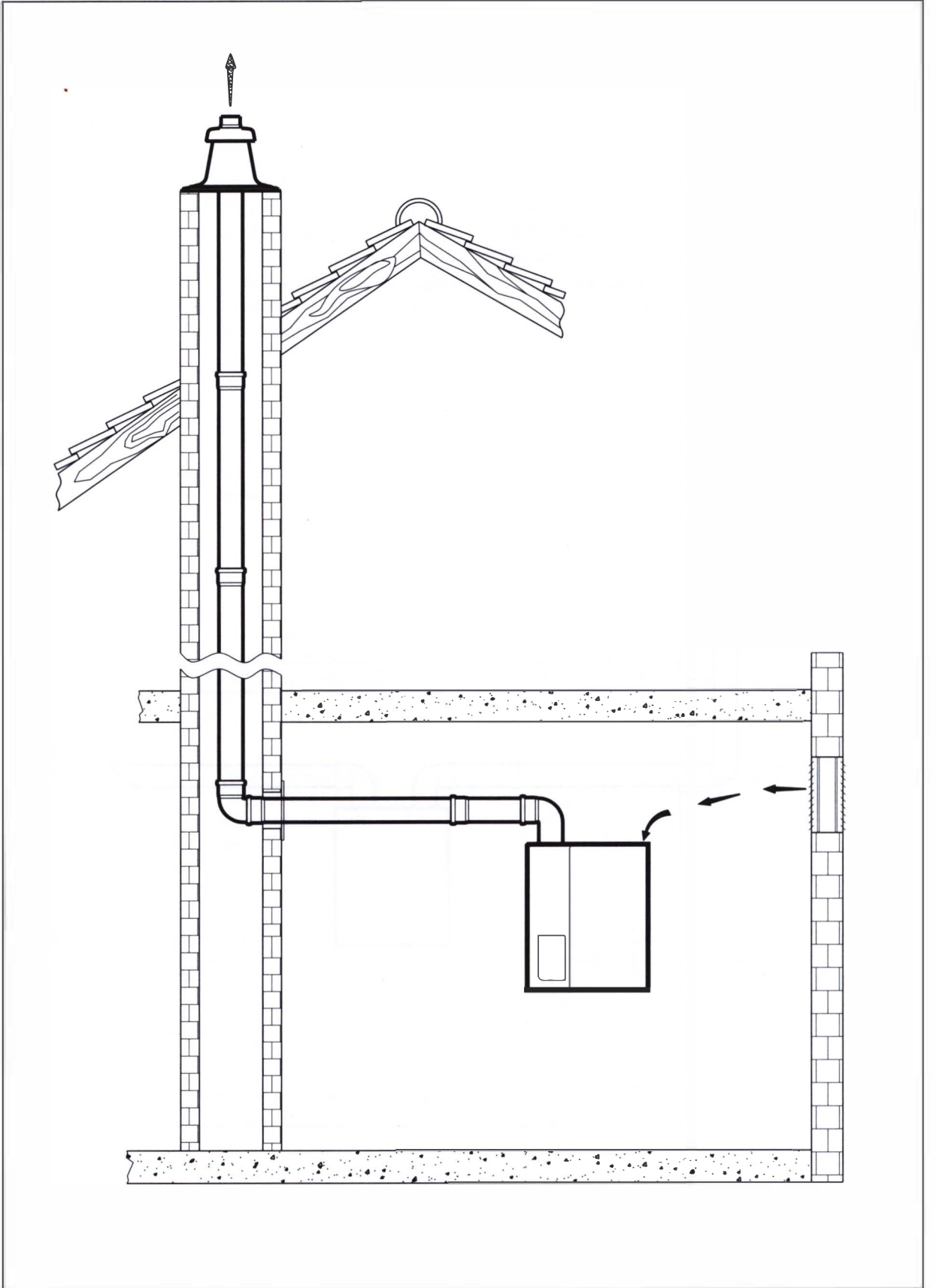


Şekil 23.16. BACA AĞZI ÇATI ÜZERİNDE SINIR TABAKANIN DIŞINA AÇILMALIDIR.

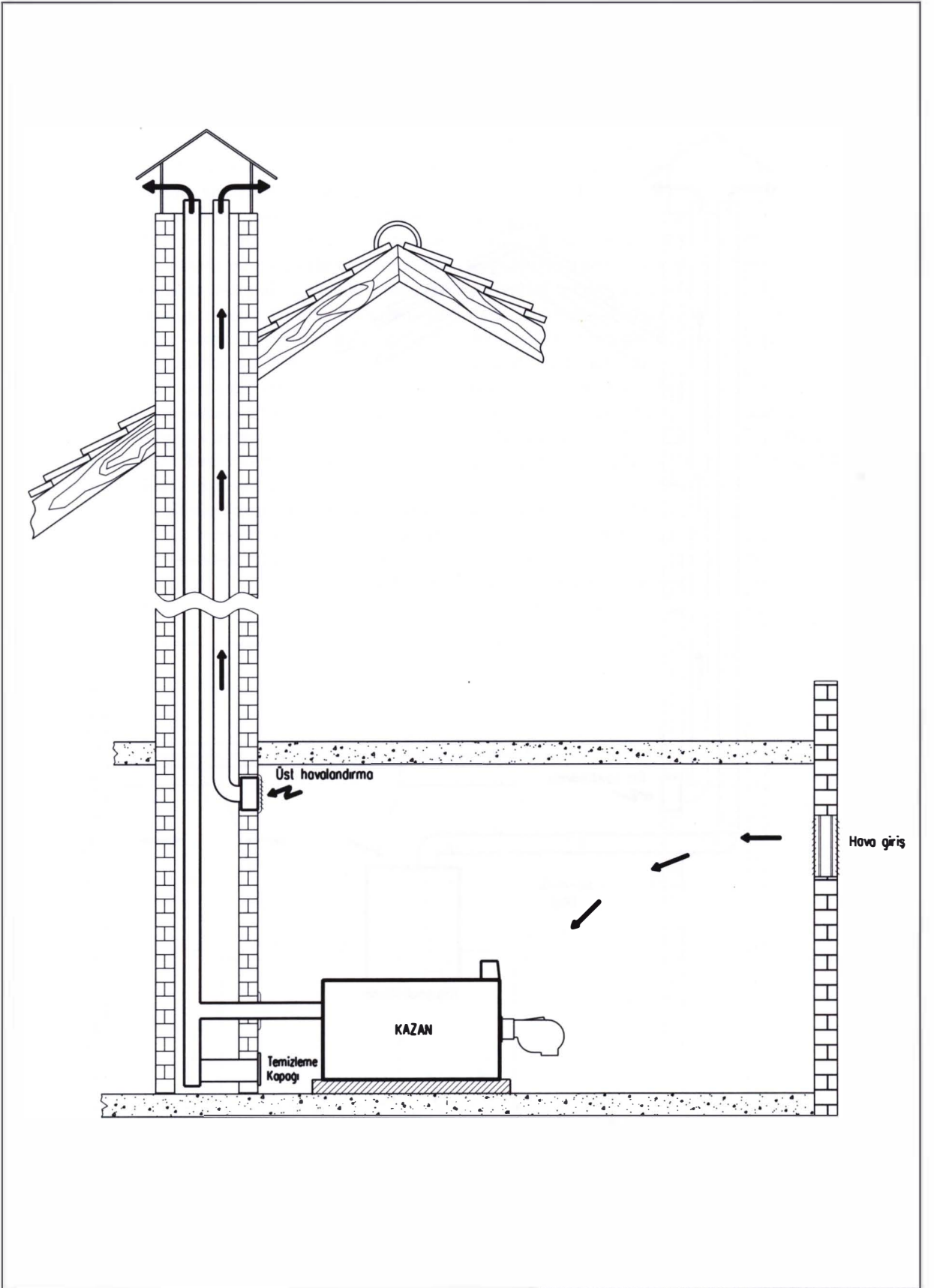


* Yoğuşmalı kazanların drenajı kendi içindedir. Baca kazana doğru akış olacak şekilde eğimli yapılmalıdır. Bu şekilde yapılamıyorsa özel bir uygulama yapılarak bacanın altına drenaj eklenmelidir. Bu durumda baca üreticisine danışılmalıdır.

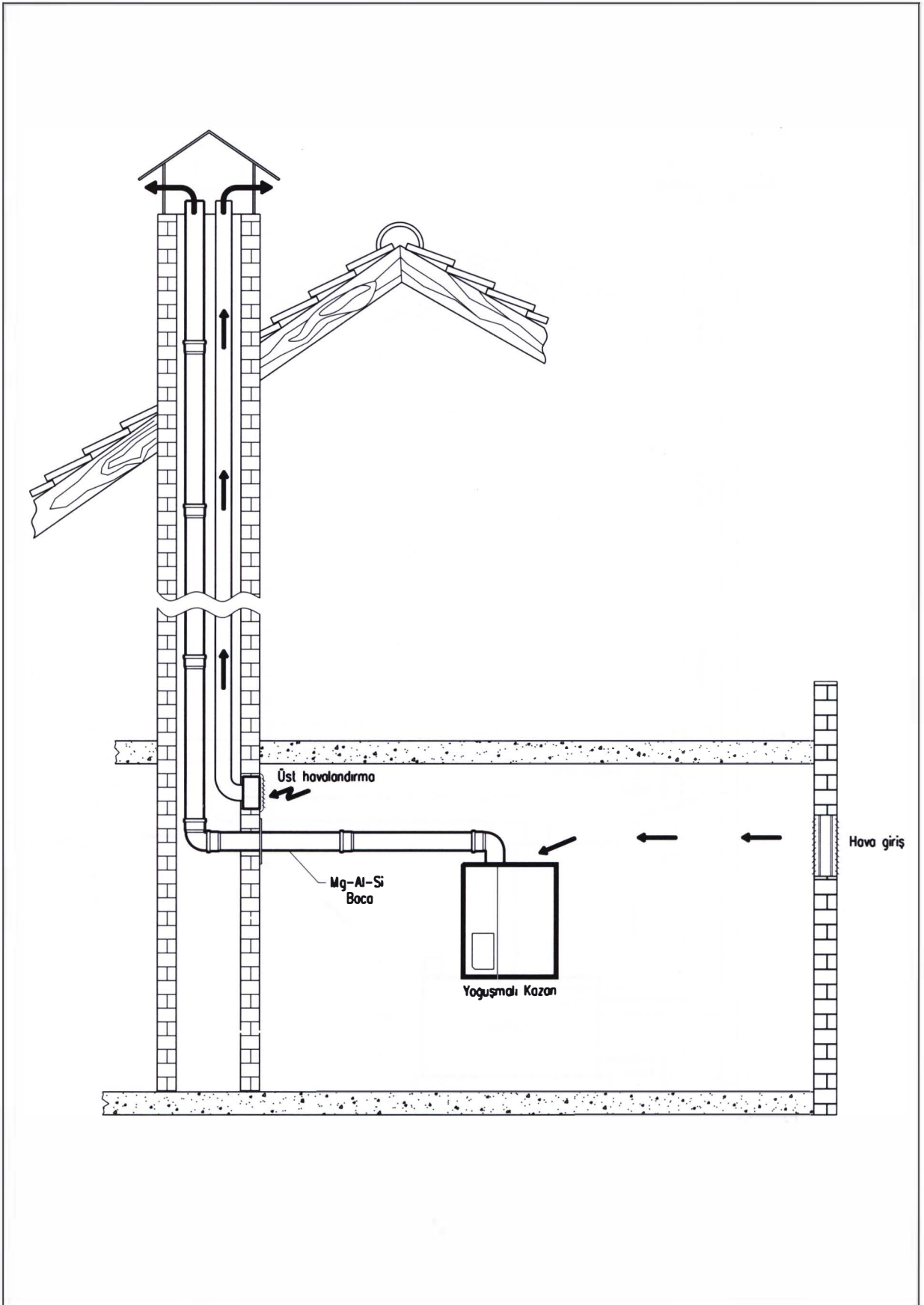
Şekil 23.17. HAVA DIŞ DUVARDAN ALINDIĞINDA RÜZGAR NEDENİYLE YANMA ETKİLENİR.



Şekil 23.18. HAVA İÇ ORTAMDAN ALINIRSA
HER HANGİ BİR SORUN YAŞANMAZ.



Şekil 23.19. PİS HAVA BACA KULLANILMASI
KAZAN DAİRESİNİN HAVALANDIRMASI İÇİN ÇOK YARARLIDIR.



Şekil 23.20. DUVAR TİPİ CİHAZLARDA DA PİS HAVA BACASI YAPIMI TAVSİYE EDİLİR.

23.4.1.1. Atmosferik Brülörlü Kazan Bacaları

Atmosferik brülörlü kazanlarda sekonder hava girişi tamamen termik yolla ve baca çekişi ile gerçekleşir. Dolayısıyla baca çekişindeki değişimler yanmayı büyük ölçüde etkiler. Bu etkinin önlenbilmesi için atmosferik brülörlü kazanlarda baca bağlantısında davlumbaz (baca akım sigortası) kullanılır. Davlumbaz (baca akım sigortası) ve çalışma prensibi Şekil 23.21’de basitçe gösterilmiştir. Bacada, rüzgar vs nedenleri ile bir basınç bile olsa, bunun yanma odasını etkilemesi bu parça ile önlenmektedir. Gaz davlumbazdan normal çalışma sırasında emilen hava, baca gazında yüksek orandaki su buharı derişikliğini daha seyreltik hale getirir. Böylece duman içindeki su buharının yoğuşma sıcaklığı düşer ve yoğuşma ihtimali daha azalır. Doğal gaza dönüşüm yapıyorsa, 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.

23.4.1.2. Doğal Gazlı Şofben ve Kombi Bacaları

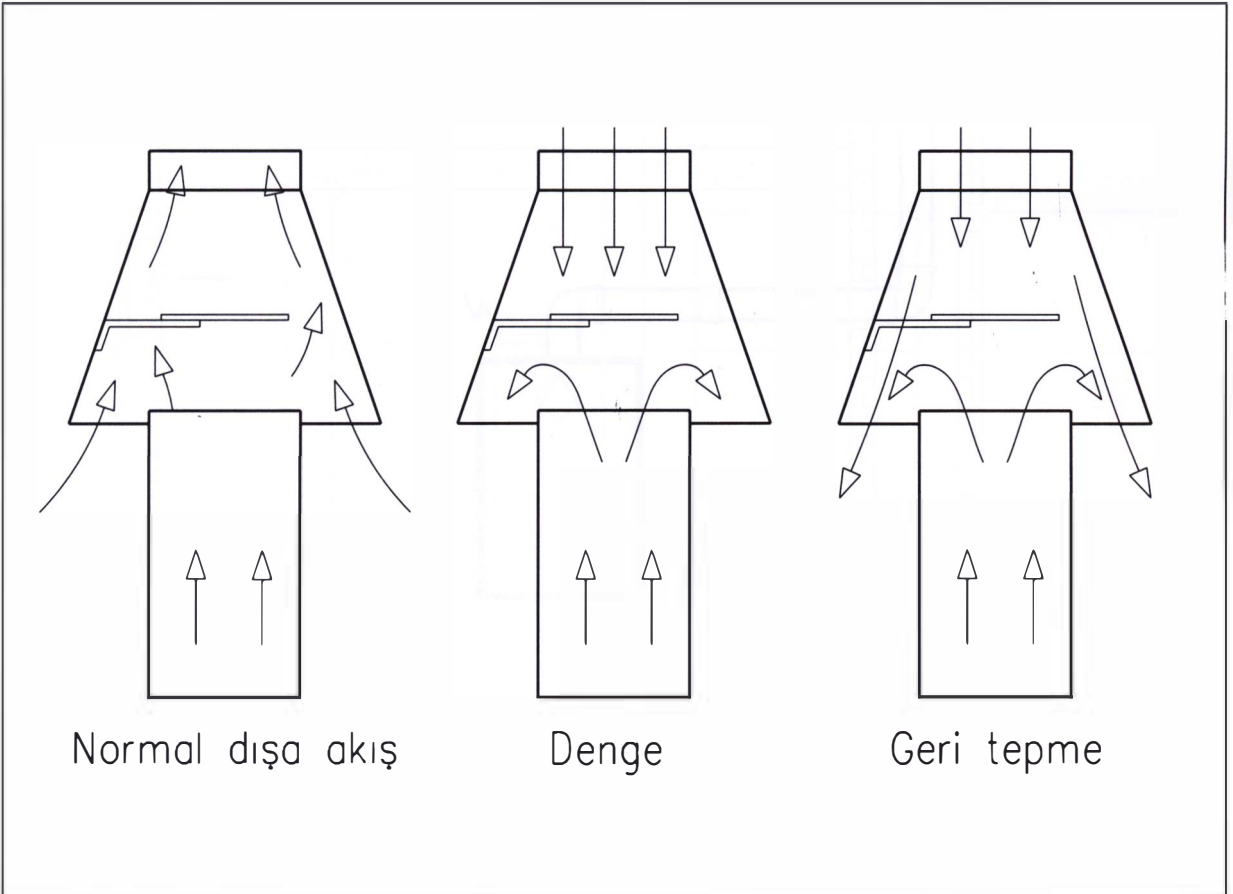
Doğal gazlı şofben ve kombiler için dört baca tipi söz konusudur.

- Bağımsız Baca (Şekil 23.22)
- Havalandırılmalı Bağımsız Baca (Şekil 23.23)
- Ortak Şönt Baca (Şekil 23.24 ve 25)
- Ortak Havalandırılmalı Şönt Baca

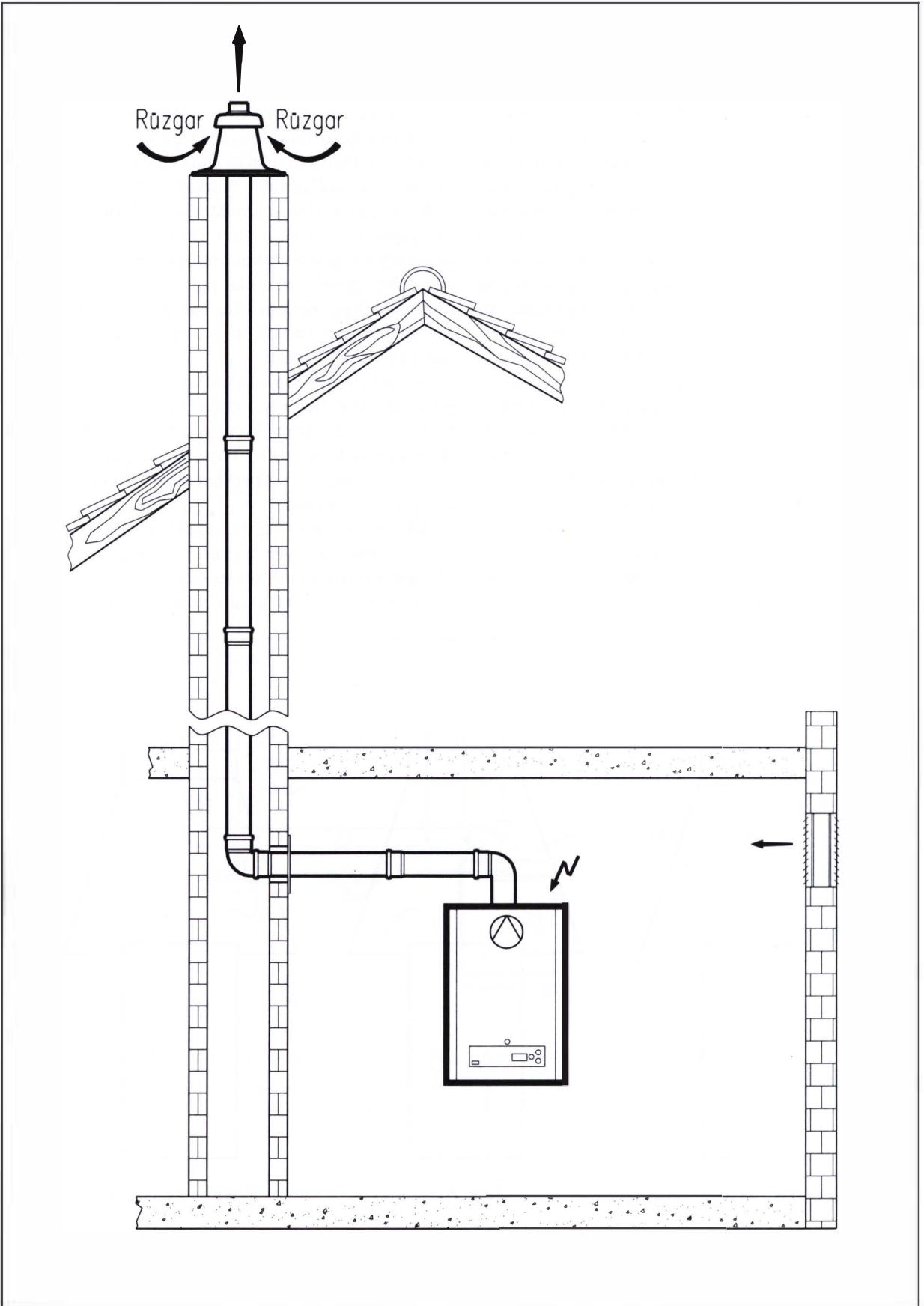
Doğal gaz kullanımında Türkiye’de gaz firmaları farklı uygulamalar yapmaktadırlar. Mimari planlama yapılırken bölgesel gaz firmasının izin verdiği uygulamalar göz önüne alınmalıdır. Bacalı kombi ve şofbenler genel anlamda mevcut ortak bacaların uygunsuzluğu nedeni ile kabul görmemektedir. Avrupa’da izin verilen uygulamalar hakkında bilgi aşağıda verilmektedir.

Havalandırılmalı baca bağlantı detayı Şekil 23.26’da gösterilmiştir. Bağımsız doğal gazlı şofben ve kombi bacalarının yapım kuralları, kalorifer bacası ile ilgili bölümde anlatılan kurallara uygundur. Tablo 23.27’de bağımsız şofben bacaları için tavsiye edilen çaplar verilmiştir.

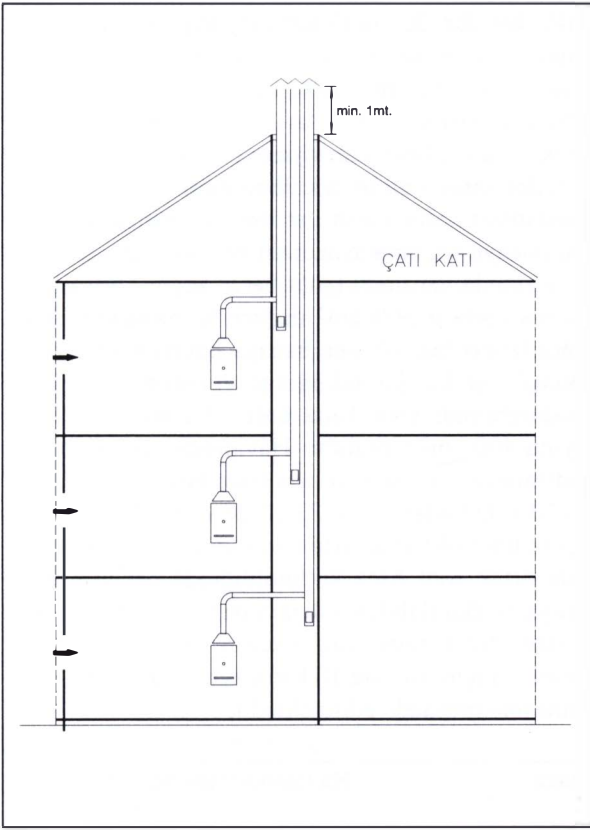
Çok katlı yapılarda bağımsız şofben ve kombi bacaları çözümü fazla yer kapladığı ve maliyeti yüksek olduğu için tercih edilmemektedir. Genellikle ortak baca veya ortak şönt baca çözümüne gidilmektedir.



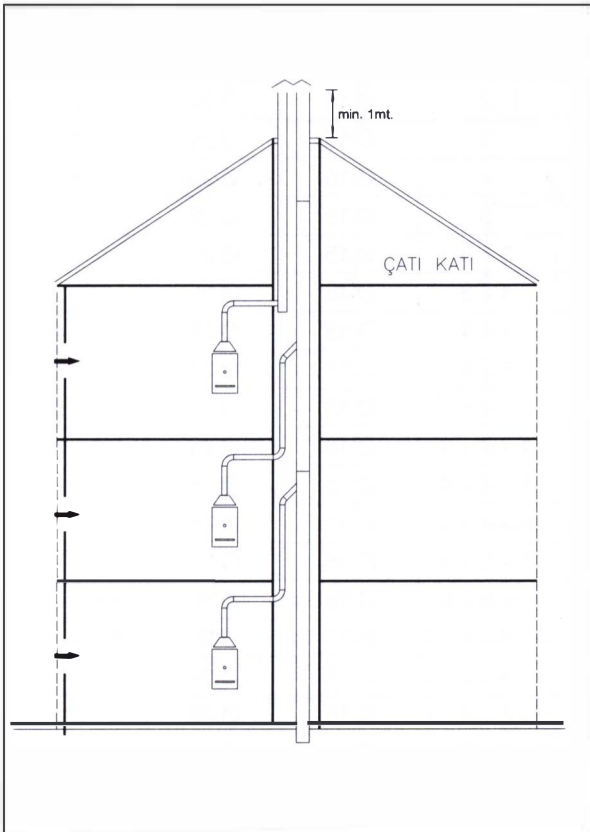
Şekil 23.21 FONKSİYON ÖRNEKLERİ İLE BACA AKIM SİGORTASI



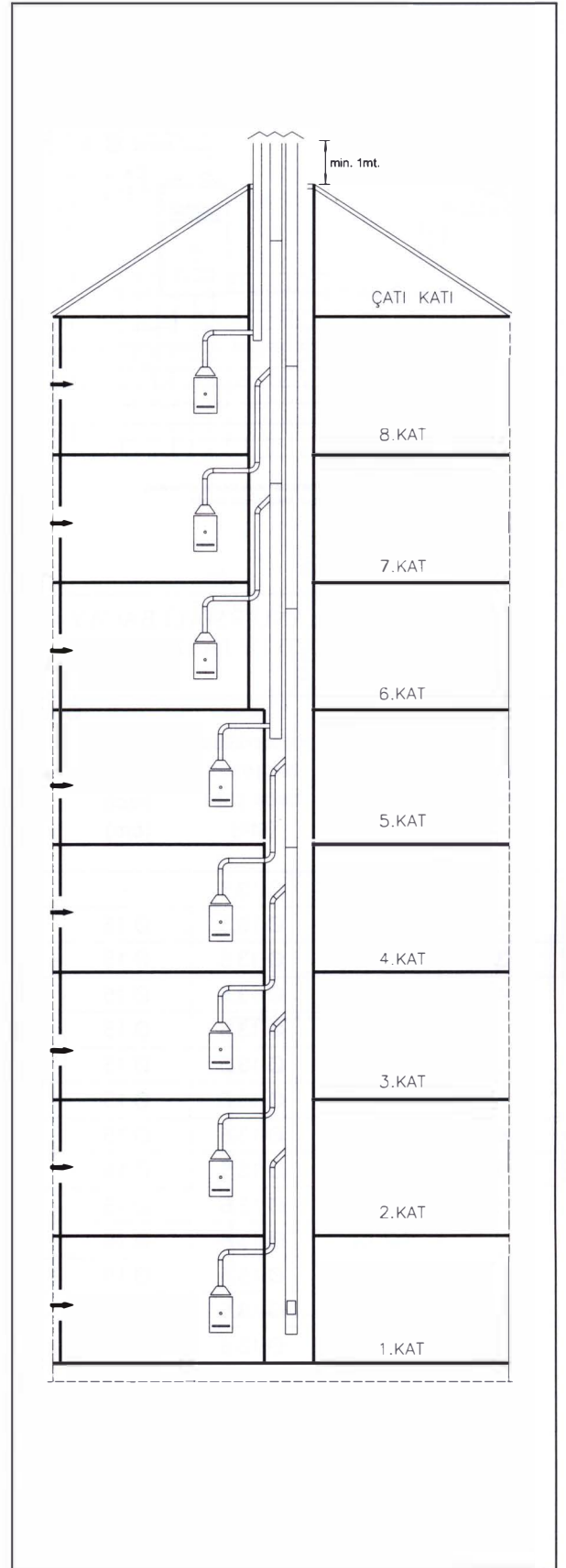
Şekil 23.22. BAĞIMSIZ BACA



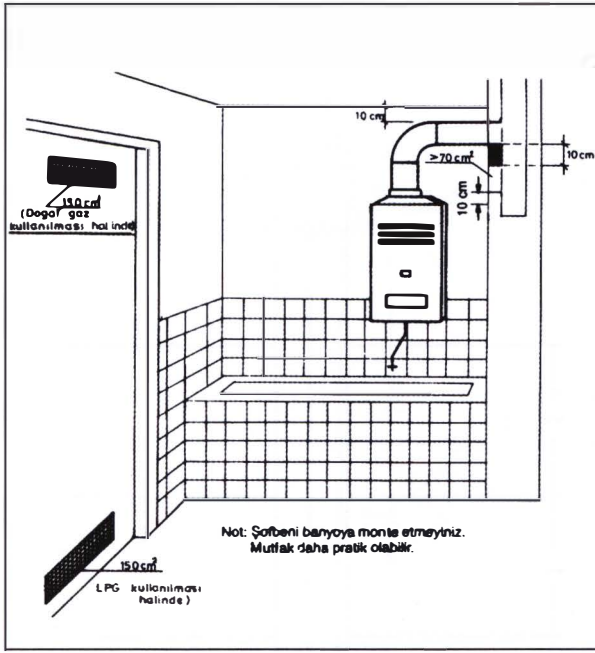
Şekil 23.23. HAVALANDIRMALI BAĞIMSIZ BACA



Şekil 23.24. ŞÖNT BACA



Şekil 23.25. KATLI ÖRNEK
ŞÖNT BACA UYGULAMASI



Şekil 23.26. HAVALANDIRMALI BACAYA BAĞLANTI DETAYI

Ortak bacalar ile ilgili henüz yürürlükte bir Türk Standartı mevcut değildir. Yabancı standartlarda ortak baca temel olarak benzer kuralları içermekle birlikte aralarında küçük farklılıklar vardır.

Ortak baca bağlantısı tavsiye edilmemektedir. Tavsiye edilen ortak şönt baca kullanılması halinde Alman Standartları şofben için üst üste 5 katın aynı ortak şönt bacaya bağlanmasına izin vermektedir.

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 havalandırmalı şönt baca kullanılacaksa ana baca boyutu 400 cm² olmalıdır. Havalandırmalı ve havalandırmaz şönt baca ve ana baca boyutları ve sayıları 20 kata kadar Tablo 23.27’de verilmiştir.

İngiliz BS 5440 Standartında ise doğal gazlı şömine-lerde ortak şönt baca kullanıldığında üst üste aynı bacaya bağlanabilen cihaz sayısı yine 5 olmakla birlikte, diğer doğal gaz tüketim cihazları (şofben, kombi vs) için üst üste 10 katın aynı ana bacaya bağlanmasına müsaade edilmektedir.

Kat sayısı	Bağımsız baca çapı (cm)	Havalandırmalı bağımsız baca çapı (cm)	Ortak şönt baca			Havalandırmalı şönt baca		
			Şönt baca (cm)	Ana baca çapı (cm)	Ana bacaya bağlanan kat adedi	Şönt baca (cm)	Ana baca çapı (cm)	Ana bacaya bağlanan kat adedi
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 23.27. BAĞIMSIZ BACA, ŞÖNT BACA VE HAVALANDIRMALI ŞÖNT BACA ÖLÇÜLERİ

23.5. HERMETİK BACA SİSTEMLERİ

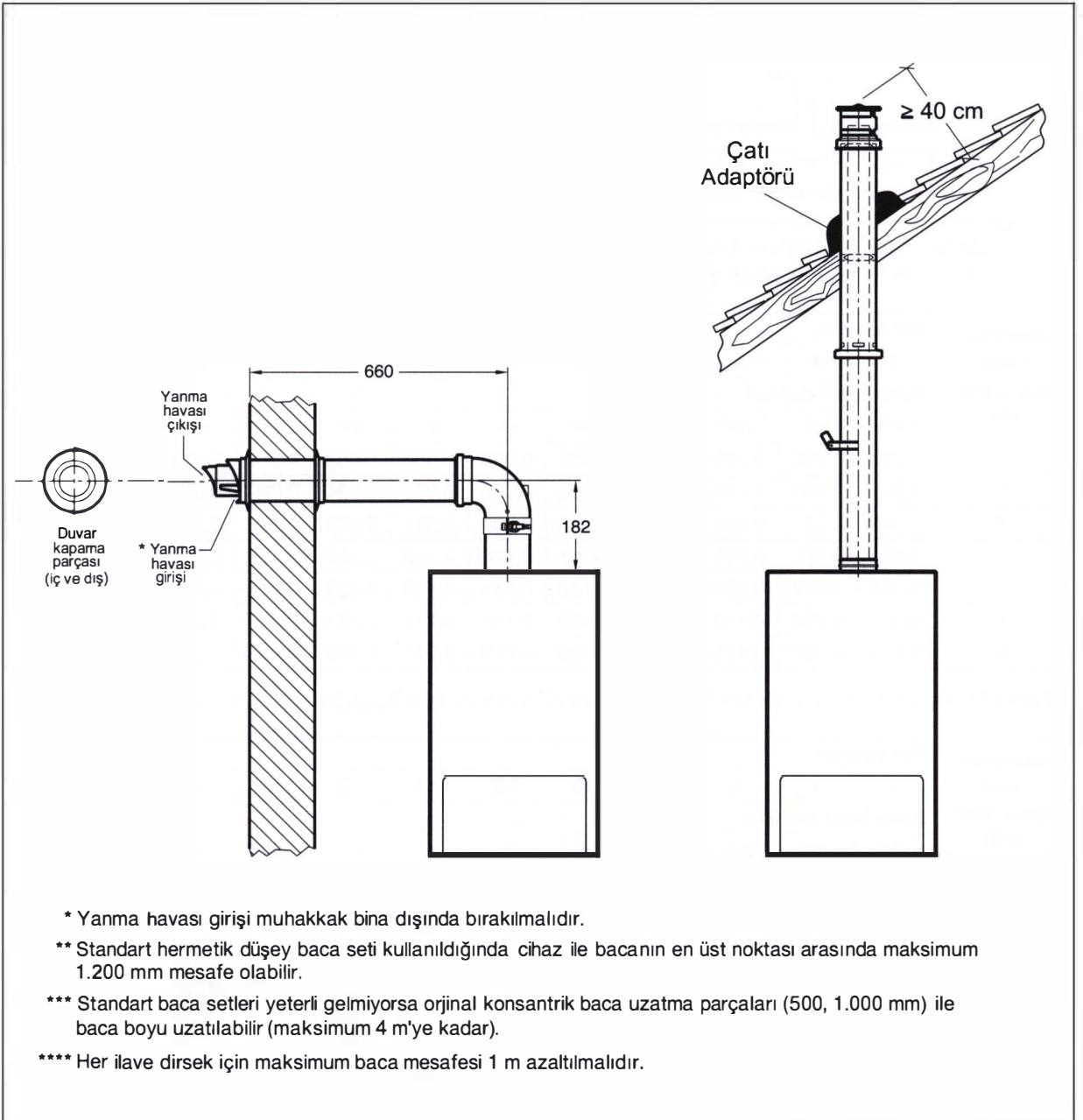
23.5.1. HERMETİK KOMBİLER VE ŞOFBENLER

Kapalı yanma odalı (hermetik) tip kombiler genellikle dış duvara monte edilir ve yanma için gerekli havayı iç içe iki boru yardımı ile dış havadan alır ve yanma ürünlerini yine aynı borudan dış havaya atarlar. Dolayısıyla bu cihazlar için bacaya gerek yoktur (Şekil 23.28).

Bu açıdan mevcut binaların doğal gaza dönüşümünde baca problemleri ile karşılaşıldığında bu cihazlar çok iyi bir çözümdür. Ancak Şekil 23.29'da görüldüğü gibi hermetik cihazlarda dış duvarı olmayan iç

odalara monte edilecekse bir ortak hava yanmış gaz bacasına gereksinim vardır.

Uygun sistemler EN 13387-2'ye göre 10 adet cihazın tek bacaya bağlanmasına imkan vermektedir. Bu ortak hava atık gaz bacalar Şekil 23.29'da verilen S tipi dışında U tipi biçiminde de oluşturulabilir. Ortak baca boyutları için Tablo 23.30 ve 31 kullanılabilir. Tablo 23.30 ısıtma cihazları için ve Tablo 23.31 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.



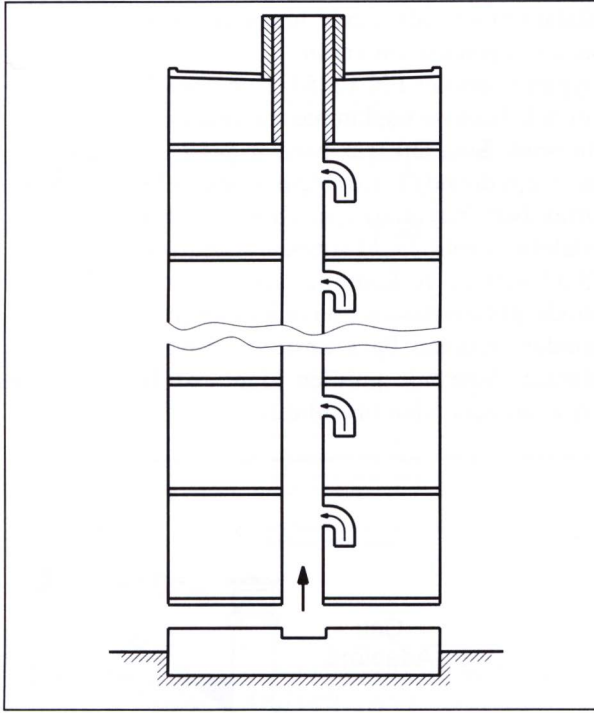
* Yanma havası girişi muhakkak bina dışında bırakılmalıdır.

** Standart hermetik düşey baca seti kullanıldığında cihaz ile bacanın en üst noktası arasında maksimum 1.200 mm mesafe olabilir.

*** Standart baca setleri yeterli gelmiyorsa orjinal konsantrik baca uzatma parçaları (500, 1.000 mm) ile baca boyu uzatılabilir (maksimum 4 m'ye kadar).

**** Her ilave dirsek için maksimum baca mesafesi 1 m azaltılmalıdır.

Şekil 23.28. HERMETİK KOMBİ BACA MONTAJI



Şekil 23.29. ORTAK HAVA-YANMIŞ GAZ BACA SİSTEMİ PRENSİP ŞEMASI

23.5.2. YOĞUŞMALI KOMBİ VE KAZAN BACALARI

Yoğuşmalı kombiler ve kazanlar yüksek verim değerlerine ulaşırken çok düşük baca gazı sıcaklıklarında çalışırlar. Döşeme tipi ve duvar tipi yoğuşmalı kazanlarda ve yoğuşmalı kombilerde baca malzemesi öncelikle yoğuşma suyuna mukavim olacak malzemeden yapılmalıdır. Alüminyum, paslanmaz çelik, cam, seramik ve plastik baca kullanımı mümkündür. Döşeme tipi kazanlarda baca hesabında baca gazı sıcaklığı en önemli faktör olarak irdelenmelidir, diğer açıdan hesaplamalar üflemlü brülörlü kazanlara benzer şekilde yapılmaktadır.

Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ise fanlı cihazlar olduklarından dolayı daha farklı kriterler ile göz önüne alınmalıdır. Baca gazı ve yoğuşma suyu açısından sızdırmazlık en önemli kriterdir. Duvar tipi yoğuşmalı kazanlarda tek veya çoklu olarak bağlantıları yapılabilir.

Bir adet duvar tipi yoğuşmalı kombi ve kazanda hermetik baca veya tek cidarlı baca uygulaması yapılabilir. Hermetik baca uygulamaları 70 kW kapasiteye kadar yan duvardan veya çatıdan yapılabilir. 70 kW üstü duvar tipi yoğuşmalı kazanlarda ise baca gazı

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 23.30. 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 23.31. ŞOFBEN VE KOMBİ CİHAZLARININ BAĞLANDIĞI L.A.S. BACA ÖLÇÜLERİ

debisi yüksektir ve sadece çatıdan hermetik baca uygulamasına izin verilmektedir. İzin verilen baca mesafeleri, cihazların fanlarının cihaz dışı statik basınçlarına ve baca sisteminde kullanılan her parçanın basınç düşümüne göre hesaplanır. Yatık veya dik olmak üzere cihazların özel hermetik baca setleri bulunmaktadır (Şekil 23.32).

Duvar tipi yağışmalı kombi ve kazanlarda tek cidarlı baca uygulaması hermetik baca sistemlerine göre daha uzun baca atış mesafeleri sağlar. Cihazların çıkışlarında kullanılacak adaptör parçaları ile yüksek çaplara geçiş ve daha uzun mesafelere atış mümkün olabilmektedir. Baca mesafelerinin hesabı kullanılan cihazın fan basıncı ve kullanılan baca parçalarının basınç düşümü ile hesaplanır (Şekil 23.33).

Çoklu (kaskad) duvar tipi yağışmalı kazan uygulamalarında tüm bacalar yukarıda anlatıldığı gibi tek tek hermetik veya tek cidarlı baca ile projelendirilebilir. Kaskad sistemlerde yapılabilecek diğer bir uygulama baca sistemin ortak olarak planlanmasıdır. Kaskad baca sistemi birden fazla cihazın hızlandırma parçalarının, yatayda oluşturulacak kolektör ile ortak bir duman kanalına bağlanması ve baca gazlarının atmosfere atılmasının ortak bir baca ile yapıldığı sistemdir. Bu tip uygulamalarda baca boyutlandırılması onaylı baca hesap programları ile yapılmalıdır. Kaskad baca sistemleri pozitif veya negatif basınç adı verilen iki farklı şekilde hesaplanabilir.

23.6. ŞÖMİNE BACALARI

Şömineler, günümüzde açık ve kapalı olmak üzere iki tipe üretilmektedir. Açık şömine isminden de anlaşılacağı üzere yanmanın olduğu alan açıkta olmaktadır. Yanma için gerekli hava, şöminenin bulunduğu ortamdan temin edilir. Kapalı şöminelerde ise yanma, kapalı bir hazne içinde olur. Günümüzde kapalı şöminler daha çok tercih edilir hale gelmiştir. 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.

Şöminenin baca bağlantısındaki bir klape bulunması gereklidir. Bu klape hem çekişi ayarlamaya hem de şömine yanmıyorken 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 üst üste şömine aynı ana bacaya bağlanabilir.

Açık şöminelerde baca kesitini belirleyen kriter, yanma alanı büyüklüğü ve etkili baca yüksekliğidir. Bu parametrelerin değişimi baca çapını değiştirir. Şöminelerde etkili baca yüksekliği en az 4 metre

olmalıdır. Şömine bacalarının kesiti, şöminenin açık yüzünün büyüklüğüne bağlıdır. Şömine baca kesiti belirlenmesi için Şekil 23.34'teki diyagram verilmiştir. Bu diyagramda şömine açık yüzey miktarı (m^2) ve etkin baca yüksekliği (metre) değerlerinden tavsiye edilen baca çapı okunabilir.

Şömineler için kullanılan diyagramlar, açık ve kapalı şömineler için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Bu tip konstrüksiyonlarda, yine baca kesiti seçiminde diyagramlar kullanılmaktadır.

Çatı katlarına ya da apartmanların en üst katlarına koyulan şömineler, etkili baca yüksekliği yeterli olmadığından ötürü çoğu zaman çekmez ve şömine sahibine problemler yaşatır.

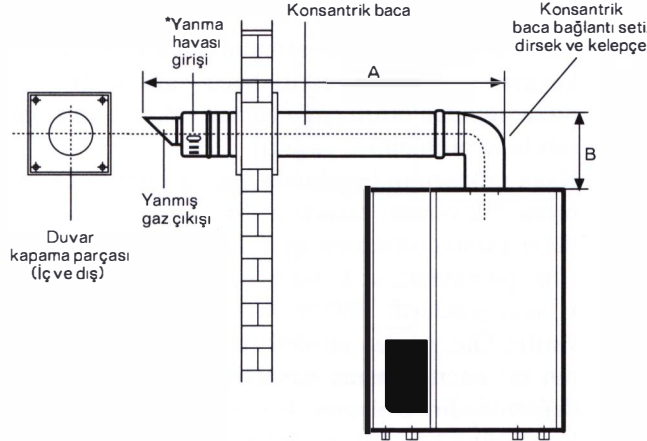
Hava miktarının hesabında baca çıkışında CO oranının %2 olması tasarıma esas alınır. Dolayısıyla diğer yanma odalarına göre daha fazla hava gönderilir. Şöminenin açık olan yüzünün her metre karesi için yaklaşık $360 m^3/hm^2$ havaya gereksinim vardır. Öte yandan normal sızdırması olan bir odanın m^3 hacmi başına havalanma miktarı $0,4 m^3/h$ değerindedir. Dolayısı ile $0,5 m^2$ açık yüzeyi olan bir şömine için $180 m^3/h$ havaya veya $450 m^3$ oda hacmine ihtiyaç vardır.

Şömine bacalarında atık gaz sıcaklığı $60-400^\circ C$ arasında değişir. Şöminelerde ısı verim düşüktür. Bunu artırmak için de şömine çevresinde oda havası zorlanmış ya da doğal olarak dolaştırılır. Bu sayede ısının yayılımını sadece ışınlama değil, taşınım ile ısıtılacak alana yayılabilir. Bu yolla ısı verimi %50 mertebelerine yükseltmek mümkündür. Ülkemizde, katı yakacak yakılarak kullanılan şömineler, fuel oil ya da doğal gaz kullanarak çalışan şöminelere nazaran çok fazladır. Katı yakacakların (odun, kömür, vs) yanması sonucunda açığa çıkan atık gazlar içinde asidik karakterli bir çok gaz vardır. Bu durumda bacalardan asite karşı ekstra bir dayanıklılık beklenir.

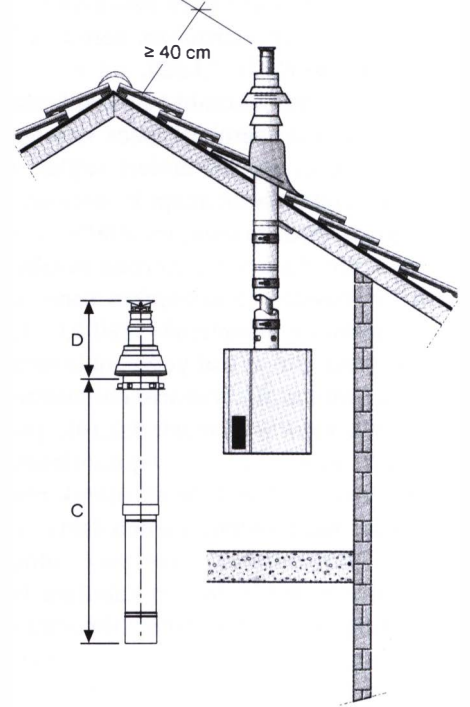
23.7. BACA KUSMASI

Ülkemizdeki bir çok bacada, bacanın baş kısmından başlayarak, çatı arası ve daha aşağılara doğru inildikçe, baca ve bacaya yakın bina duvarlarında sarı, kahverengi, kimi zamanda siyah lekeler görülür. Baca kusması diye tanımladığımız bu olayın ana sebebi soğuyan bacalardır. Yoğuşmanın etkisiyle baca gazındaki uçucu partiküller, baca iç cidarına tutunur ve baca iç cidarının yapısını pürüzlü bir hale sokar. Sürtünme kayıplarının daha da artması ile de basınç düşüşü ve baca duvarlarındaki ısı kaybı artar, bu sebeplede baca fazlasıyla soğur ve baca çekişi azalır. Özellikle, katı yakıtlarda ve fuel oilde kükürt oranı fazla olduğundan yanma sonucu oluşan SO_2 yoğuştuğunda su ile birleşir

Yatay Hermetik Baca Seti



Dikey Hermetik Baca Seti

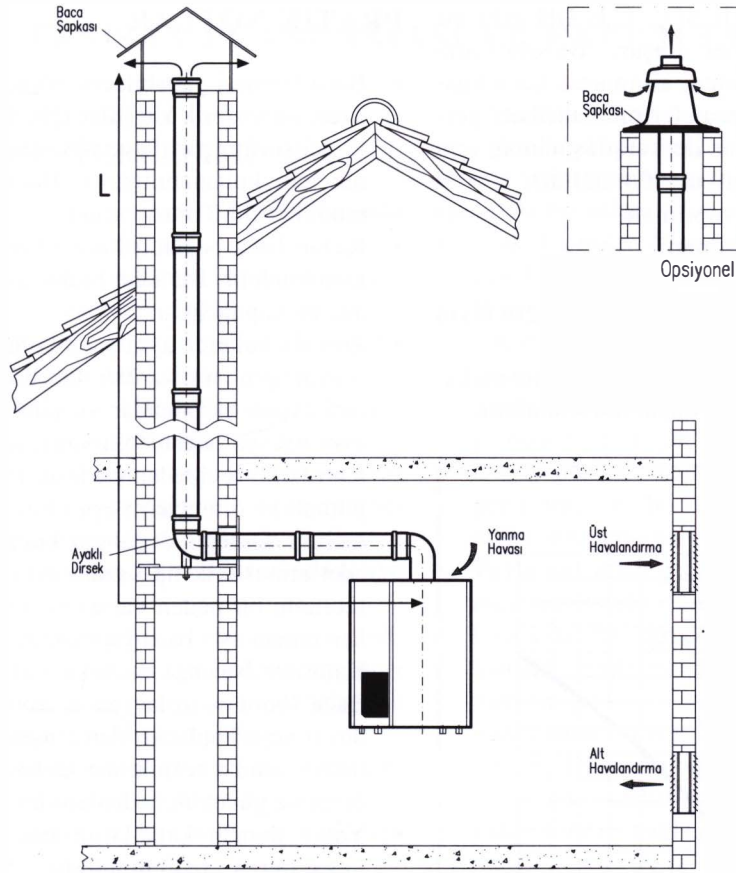


* Yanma havası girişi mutlaka bina dışında bırakılmalıdır.

		Yoğuşmalı Kombi		Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar				
Kapasite	(kW)	24	24	29	43	60	80	100
A (Baca Seti Uzunluğu)	(mm)	750	750	750	750	750	-	-
B (Baca Seti Dirsek Uzunluğu)	(mm)	170	290	290	290	290	-	-
C (Baca Seti Uzunluğu)	(mm)	760	1.240	1.240	1.240	1.240	1.195	1.195
D (Baca Seti Şapka Uzunluğu)	(mm)	510	365	365	365	365	355	355
Baca Çapı	(mm)	60/100	80/125	80/125	80/125	80/125	100/150	100/150
Kombi/Kazan Fan Basıncı	(Pa)	75	70	70	140	140	125	220
45° Dirsek Direnci	(Pa)	3,5	1,4	2	3,7	6,3	4,5	8,6
90° Dirsek Direnci	(Pa)	7,5	2,2	3,3	6	1	7,8	15
Düz Baca (1 m) Direnci	(Pa)	5,3	1,5	2,3	4	6,7	3,7	7,1
Dirseksiz Maksimum Dikey Mesafe	(m)	12	40,5	24	28	11	20	14
Kombi/Kazan Dirseğinden Sonra Maksimum Yatay Mesafe	(m)	10,5	41	24	29	13	-	-
Yatay Duvar Geçiş Parçası Direnci	(Pa)	17,7	6,5	12	22	50	-	-
Dik Çatı Geçiş Parçası Direnci	(Pa)	24,2	11	18	34	75,7	50	115
Her İlave Dirsek İçin Maksimum Mesafedeki Azalma	(m)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	2,1

Not: 70 kW üstü cihazlarda yatay hermetik baca çıkışına izin verilmemektedir. Baca çatıda dik olarak bitirilmelidir.

Şekil 23.32. YOĞUŞMALI KAZAN HERMETİK BACA MONTAJI



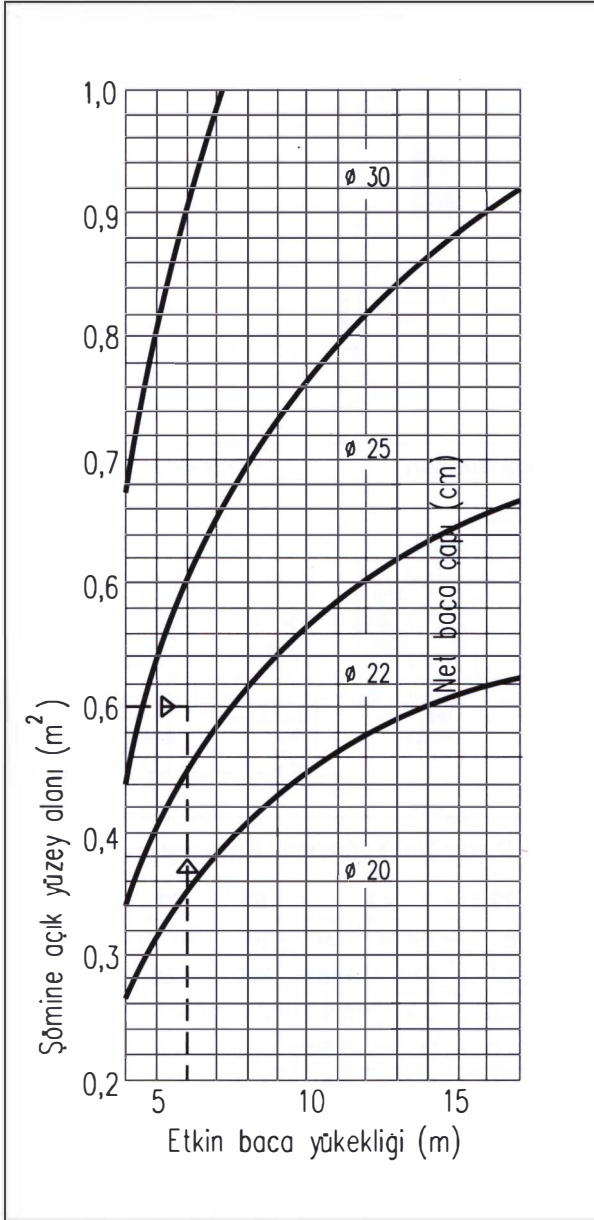
Ayaklı Dirsekler	Baca Şapkaları	Baca Boruları	Dirsekler																											
<table border="1"> <tr> <th>DN</th> <th>A (mm)</th> </tr> <tr> <td>80</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>95</td> </tr> </table>	DN	A (mm)	80	95	100	95	<table border="1"> <tr> <th>DN</th> </tr> <tr> <td>80</td> </tr> <tr> <td>100</td> </tr> </table>	DN	80	100	<table border="1"> <tr> <th>DN</th> <th>A (mm)</th> </tr> <tr> <td>80/100</td> <td>250/500/1.000/2.000</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th>DN</th> </tr> <tr> <td>80/100</td> </tr> </table>	DN	A (mm)	80/100	250/500/1.000/2.000	DN	80/100	<table border="1"> <tr> <th>DN</th> <th>A (mm)</th> </tr> <tr> <td>80</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>105</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th>DN</th> <th>A (mm)</th> </tr> <tr> <td>80</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>76</td> </tr> </table>	DN	A (mm)	80	95	100	105	DN	A (mm)	80	72	100	76
DN	A (mm)																													
80	95																													
100	95																													
DN																														
80																														
100																														
DN	A (mm)																													
80/100	250/500/1.000/2.000																													
DN																														
80/100																														
DN	A (mm)																													
80	95																													
100	105																													
DN	A (mm)																													
80	72																													
100	76																													

		Yoğuşmalı Kombi		Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar						
		24	24	29	43	60	80	100		
Kapasite	(kW)	24	24	29	43	60	80	100		
Baca Çapı	(mm)	60	80	80	80	80	100	100	100	
Kombi/Kazan Fan Basıncı	(Pa)	75	75	70	70	140	140	140	125	220
45° Dirsek Direnci	(Pa)	3,9	1,6	1,2	1,8	3,7	0,9	2,0	2,3	5,0
90° Dirsek Direnci	(Pa)	6,4	5,2	4,0	6,0	11,7	3,5	7,2	8,2	18,5
Düz Baca (1 m) Direnci	(Pa)	3,3	1,0	0,8	1,2	2,2	0,8	1,7	1,9	4,2
Dirseksiz Maksimum Mesafe (L)	(m)	22	75	87	58	63	175	82	65	52
Her İlave Dirsek İçin Maksimum Mesafedeki Azalma	(m)	1,9	5,2	5,0	5,0	5,3	4,4	4,2	4,3	4,4

Şekil 23.33. Mg-Al-Si ALAŞIMI TEK MUFLU VE CONTALI SIZDIRMAZ BACA KULLANIMI

ve H_2SO_3 oluşur. Bu kimyasal reaksiyonlar birbirini takip eder ve H_2SO_3 , H_2SO_4 , C_6H_5OH gibi bir çok zararlı kimyasal gazlar oluşur. Bu olumsuzluklar sonucunda, eğer önlem alınmazsa baca kumması olayı ve baca malzemelerinin tahribatı gerçekleşir. Bu olumsuzluklar ile karşılaşmamak için şu hususlar göz önüne mutlaka alınmalıdır.

- Kazan seçimi doğru yapılmalı,
- Baca kesiti doğru seçilmeli,
- Bacada ısı yalıtım yapılmış olmalı,
- Bacanın çatı üzerindeki yüksekliği doğru tayin edilmeli,
- Baca malzemesi, tam sızdırmaz, yangına mukavim, ve yığılmaya karşı dayanıklı olmalıdır.



Şekil 23.34. ŞÖMİNE BACA BOYUTU SEÇİM DİYAGRAMI

23.8. BACALARLA İLGİLİ PRATİK NOTLAR

- Baca tepmesi yapabilecek bölgelerde kullanılmak üzere atmosferik kazanlar için baca tepme modülü geliştirilmiştir. İlave aksesuar olarak emniyetiniz için kullanabilirsiniz. Baca tepmesi anında, modül brülörü durduracaktır.
- Kazan baca bağlantı kanalı üzerine 1/2" kör tapa konulmalıdır. Buradan brülör ayarı için baca gazı analizi yapılacaktır.
- Zorunlu hallerde aynı yakıt kullanılan ve brülörleri aynı tip olan kazanları (farklı kapasitede de olsalar) uygun ekipmanlar ve güvenlik önlemleri ile aynı bacaya bağlayabilirsiniz. Ancak bacaya bağlantı farklı seviyeden yaklaşık 1 m kot farkı ile yapılmalı ve dirençlerin eşit olmasına özen gösterilmelidir. Örneğin doğal gaz kullanılan sistemde iki adet atmosferik tip kazanı aynı bacaya bağlamak (zorunlu bir neden varsa) mümkündür. ideal olan her zaman ayrı baca yapmaktır.
- Kalorifer bacaları mutlaka çift cidarlı olmalıdır. Baca (boru + izolasyon + hava boşluğu + tuğla duvar veya kaplama)'dan oluşmalıdır (Isı yalıtımı, brülör yanma sesinin üst katlardan duyulmaması, ömür ve güvenlik nedenleriyle).
- Yatay duman kanallarını bacaya doğru %5-10 yükselterek bağlanmalıdır. Mümkün olduğu kadar az dirsek kullanılmalıdır. Dirsek gerekirse 45° dirsek ile bağlanmalıdır. Dönüşlerde mutlaka yaklaşık 300 x 300 mm temizleme kapağı bırakılmalıdır. Bu durum kanalları taş yünü ile izole edip, üzeri galvanizli sac veya alüminyum folyo ile kaplanmalıdır.
- Yanlış ve riskli bir uygulama olan tuğla bacalar ve tek cidarlı bacaların diğer bir sorunu da kazandaki yanma sesini üst katlara çok fazla iletmesidir. Çift cidarlı veya baca borusu + hava boşluğu + 135 mm tuğla duvar ile yapılan bacalarda brülör yanma sesi de üst katlarda duyulmayacaktır.
- Almanya'da, hermetik kombilerin egzozlarının cepheden bina dışına verilebilmesi, 11 kW (9.500 kcal/h) kapasite ile sınırlandırılmıştır. Daha büyük kapasitelerde, kombilerin yazın da kullanma sıcak suyu üretimi için çalıştıkları düşünülürse, bütün bir yıl üst katları rahatsız eden önemli bir emisyon kaynağı haline gelmektedirler.
- Baca şaftı ölçüleri belirlenirken baca çapına en az 5+5=10 cm cam yünü izolasyon kalınlığı ilave edilmelidir. Kazan ile baca arasındaki yatay duman bağlantı kanalı baca yüksekliğinin 1/4'ünden uzun olmaz. Bu uzunluk hesaplanırken, her 90° dirsek için 1,5 metre boru mesafesi ilave edilmelidir.
- Baca çatının en üst noktasından 800 mm daha yüksek olmalıdır.

XXIV. BÖLÜM

SIHHİ TESİSAT PLANLAMASI VE ENERJİ EKONOMİSİ

24.1. SIHHİ TESİSATIN PLANLANMASI, YERLEŞİMİ

SiHHİ tesisatın ve yapının mimari planlanmasında bazı kriter ve kurallara uyulmalıdır:

- Aydınlatma ve havalandırma: Aydınlatma dış hacimlerde pencerelerden doğal olarak ve iç hacimlerde yapay olarak yapılmalıdır. İç hacimler yapay olarak havalandırılmalıdır. Banyo ve WC hacimleri yaklaşık 100 m³/h kapasiteli aspiratörler kullanılarak havalandırılmalıdır. Banyonun bina dışına açılan penceresi olsa dahi, banyo yaparken cam açılmadığı için aşırı rutubet oluşmaktadır. Sonuçta ayna ve boya rutubetten bozulmakta ve mantar hastalıklarına davetiye çıkartılmaktadır.
- Sese karşı koruma: Mutfak ve banyo gibi siHHİ tesisat armatürlerinin yer aldığı mekanların, oturma odası ve yatak odası gibi yaşam mekanları ile bitişik olmamasına dikkat edilmelidir.
- İnsan sirkülasyonuna dikkat edilmelidir. (Örneğin; misafir tuvaletinin kabul bölgesinde olması, villa tipi konutlarda mutfağın aynı zamanda bahçeden de kullanımının olması gibi.)
- Mekan özelliğine dikkat edilmelidir. Oturma, çalışma odaları vb yatak odalarından ayrı düzenlenmelidir.
- Görünüş ve şekle önem verilmelidir. (Örneğin; yerden ısıtma yapılacak yer karosu döşemeye sahip bir banyoda bütün borular gömülmelidir.)
- İzolasyon prensibi: (Örneğin; döşeme, tavan ve duvarlar izole edilmelidir.)
- SiHHİ tesisat projesinin uygulama safhalarında aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir:
 - Dairelerdeki su kullanım miktarları dikkatli bir şekilde seçilmelidir.
 - Tesisat borusu çapları, su tüketim miktarı ve dairedeki tesisat basıncı dikkate alınarak hesaplanmalıdır.
 - Gereksiz birleşme veya bağlantı elemanı kullanımından kaçınılmalıdır.
 - Dirsek kullanımında asgari değerlerde kalmaya özen gösterilmelidir.
 - Basınç, debi gibi faktörler dikkate alınmadan seçilen boru çapı muhtemelen su akış hızının artmasına ve dolaylı olarak da gürültüye neden olacaktır.
 - Herhangi bir sebeple armatürde veya tesisatın bir bölgesinde oluşabilecek bir gürültü, tesisat boruları ve oradan da duvarlar vasıtasıyla yaşam mekanlarına kolayca iletilebilecektir.

- Yüksek hidrofor basıncının tesisat içerisindeki gürültüyü arttıracığı bilinmektedir.

Ayrıca siHHİ tesisatın mimari açıdan planlanmasında aşağıdaki hususlara mümkün olduğunca uyulmalıdır:

- Islak hacimler düşey doğrultuda üst üste, yatay planda da yan yana getirilmelidir.
- Banyo ve helalar yapının özelliğine göre 250 ila 400 mm düşük döşeme olarak yapılmalı veya asma tavan oluşturularak bir üst katın tesisatına yer oluşturulmalıdır. Asma tavan yapılması, servis kolaylığı nedeniyle düşük döşemeye tercih edilmelidir.
- Düşey borular, kolayca ulaşılacak shaftlardan geçirilmeli ve bunun için yeterli ölçüde (en az 400 x 400 mm) shaft bırakılmalıdır.
- Tuğla duvardan geçen borular için yatay kanallar oluşturulmalıdır. Özellikle tünel-kalıp ile yapılan binalarda ise, beton perdede borular için düşey kanallar bırakılmalıdır (beton perdeye zarar vermemek için).
- Banyolarda döşeme içinden çelik boru geçirilmemelidir. Düşey kalorifer boruları ise, banyo hacmine bitişik odadan geçirilip, banyodaki radyatöre yatay boru ile bağlanmalıdır.

24.1.1. KONUTLARDAKİ ISLAK VE KURU HACİMLER

Islak hacimler olarak, siHHİ tesisatın (soğuk veya sıcak temiz su ve pis su) yer aldığı hacimler ifade edilmekte olup, bu hacimlerde elektrikli ev aletleri ve makineleri (fırın, bulaşık makinesi, çamaşır makinesi) için bağlantılar da söz konusudur.

Hacimlerin, makinelerin ve gereçlerin doğru planlanması ve düzenlenmesi %27'ye kadar zaman ve %60'a kadar yürüyüş mesafesi tasarrufu sağlayabilir. Çalışma yerlerinin ve dolapların iyi düzenlenmesi halinde mutfak büyüklüğünün hiç bir önemi yoktur.

Aşağıda sırası ile ıslak hacimler, burada mevcut gereç ve donanımlar ve fonksiyonları verilmiştir.

a. Mutfak

Esas olarak mutfak evyesi ve ocak (fırın) bulunur. Ayrıca, bulaşık makinesi, buzdolabı, kahve makinesi, mikser, kızartma makinesi gibi cihazlar yer alır. Aşağıdaki fonksiyonlar ve yerler oluşturulmalıdır:

- Hazırlık: Oturarak veya ayakta çalışma tezgahı, kullanma dolapları, çöp kutusu
- Yıkama/Temizleme: Mutfak evyesi, damlalık, bulaşık makinesi, sabunluk
- Pişirme: Ocak, fırın, çalışma tezgahı, kullanma tezgahı, havalandırma
- Depolama: Yiyecek dolapları, buzdolabı
- Derin dondurucu

- Mutfak eviyelerine çöp öğütücü montajı, organik çöp taşımayı azaltmakla birlikte, kanalizasyon sistemi için zararlı olduğu söylenebilir. Ayrıca kapağı açık kaldığında (çıkışında sifon yoksa) pis koku kaynağıdır. A.B.D.'de yaygın olarak kullanılmaktadır.

b. Çamaşır Odası

Çamaşır odası esas olarak, dış tarafta düşünülmeli, fakat mutfaka yakın olarak düzenlenmelidir. Ev aletlerinin konulduğu, çamaşır yıkanan ve belirli ölçüde yiyecek saklanan bir hacim olmalıdır. Çamaşır odasındaki bölümler:

- Yıkama: Eviye, çamaşır makinesi, kurutma makinesi, ütü, ütü makinesi, çalışma tezgahı, dikiş makinesi
- Ev eşyası saklama: Temizlik cihazları, süpürge, temizlik malzemeleri dolabı
- Hobi Odası

olarak sıralanabilir.

c. Tuvalet

Banyodan ayrı olarak, özellikle misafirlerin kullanımı için düşünülmeli ve çok iyi havalandırılmalıdır. Yaklaşık 80 m³/h kapasitede aspiratör kullanılmalıdır. Radyal fanlı aspiratörler daha sessizdir.

- **Klozet:** Depolu rezervuarlı klozet kullanımı tavsiye edilir.
- **Lavabo:** El yıkama için gereklidir ve mümkünse sıcak su bağlantısı olmalıdır. Ayna ve raf bulunmalıdır.
- **Yer Süzgeci:** Klozetin yakınında, taharet musluğunun altında veya yakınına planlanmalıdır. Yer süzgecinin en az 60 mm koku fermetürü olması gerekir. Yer süzgeci ve koku fermetürü toplamı yaklaşık 80 mm yüksekliktedir.
- Kağıtlık, sabunluk, havluluk

d. Banyo

- Banyo küveti 1.700 x 750 mm boyutlarında olmalı ve duş imkanı vermelidir. 1500 x 700 mm küvet yetersiz kalmaktadır. Küvet önüne kabin veya duş perdesi planlanmalıdır.
- Lavabo: En az 550 x 450 mm olmalıdır.
- Dolap hacmi: Banyo ve sağlık malzemeleri için dolap hacmi gereklidir.
- Ayna ve tuvalet tezgahı.
- **Yer Süzgeci:** Küvet ile klozet arasına monte edilmelidir. Planlamada küvet ve klozet arası mesafe fazla ise, yer süzgeci küvetin banyo bataryasının olduğu tarafa veya klozetin taharet musluğu civarına monte edilebilir. Koku fermetürü en az 60 mm olan (toplam yükseklik 80 mm) yer süzgeci tercih edilmelidir.
- **Havalandırma:** yaklaşık 100 m³/h kapasitede radyal fanlı (daha sessiz olduğu için) banyo aspiratörü mümkün olursa küvet hacminin içerisinde veya klozet üzerinde bir yere monte edilmelidir. Küvet hacminin içerisine monte edilmesi, su buharının dağılmasını önlemek, azaltmak için daha yararlıdır.
- Kağıtlık, sabunluk, süngerlik, havluluk

Ekstra isteğe bağlı olarak,

- Bide
- Pisuar
- Ayak yıkama yeri (özellikle çocuklar açısından çok yararlıdır)
- Sağlık ve spor geçeri yeri

24.1.2. SIHHİ GEREÇ SAYILARININ BELİRLENMESİ VE YERLEŞİMİ

Yapıların özelliklerine göre gerekli sıhhi gereç sayısı değişmektedir. Konutlarda sıhhi gereç ihtiyacı banyo için 1 banyo küveti veya duş teknesi, 1 el yıkama lavabosu, 1 klozet ve isteğe bağlı olarak 1 bide ve ayak yıkama yeri şeklinde belirlenir.

60 m² üzerindeki konutlarda ayrıca bir tuvalet bulunmalıdır. Burada ise 1 klozet veya hela taşı, 1 el yıkama lavabosu ve isteğe bağlı olarak 1 bide bulunabilir. Konut dışı uygulamalarda ise gerekli sıhhi gereç sayısı *Tablo 24.1*, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir.

Genel tuvaletlerde verilen klozet sayılarının bir kısmı hela taşı olarak kullanılabilir.

Alaturka tuvaletlerde ayakkabı ile basılan yerlerdeki pisliğin dışarıya taşınması riski de vardır.

Klozet seçiminde ankastre taharet borulu tip seçilmesi ve genel hacimlerde klozet kapağı üzerine konabilecek kağıt için, duvara bir klozet kapağı kağıtlığı monte edilmesi gerekir.

24.1.2.1. Sıhhi Gereç Yerleşim Ölçüleri

Sıhhi tesisatta kullanılan çeşitli sıhhi gereçler için bırakılması gerekli alanlar *Tablo 24.8*'de şematik olarak verilmiştir. Burada ölçüler minimum, konfor ve tavsiye edilen olmak üzere üç grupta verilmiştir. *Tablo 24.9*'da ise çeşitli gereçler arasında bırakılması gerekli mesafeler görülmektedir.

Klozet ve lavabolar seramikten yapılmış olmalıdır. Mermer vb lavabo ve klozetler hijyenik değildir.

Mutfak eviyeleri, seramik, paslanmaz çelik veya emaye kaplı olabilir. Banyo küvetleri ise döküm veya çelikten yapılmış emaye kaplı olmalıdır.

Hacim	Gerekli Gereç Sayısı
Erkek çocuk tuvaletleri	20 çocuk için 1 klozet
	10 çocuk için 1 pisuar
	40 çocuk için 1 lavabo
Kız çocuk tuvaletleri	10 çocuk için 1 klozet
	40 çocuk için 1 lavabo
Öğretmen tuvaletleri (kadın)	10 öğretmen için 1 klozet
	20 öğretmen için 1 lavabo
Öğretmen tuvaletleri (erkek)	20 öğretmen için 1 klozet
	10 öğretmen için 1 pisuar
	20 öğretmen için 1 lavabo

Tablo 24.1. OKULLARDAKİ GEREKLİ SIHHİ GEREÇ SAYISI

24.2. SİHHİ TESİSATTA YENİ KONULAR

24.2.1. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMLERİ

İçme suyunun tatmin edici soğukluk derecesi kullanımlara göre farklılıklar gösterir. 5°C'deki su genelde oturarak iş yapan insanlar için tatmin edici olabilir. Buna karşılık gün boyunca fiziksel aktivite gösteren insanlara 10°C'deki su aynı ferahlık hissini verebilir. Bir kişi genel sağlık koşullarını sağlayabilmek için yapmış olduğu fiziksel aktiviteye bağlı olarak günde 2 ile 9 litre arasında içme suyuna ihtiyaç duyar. Genel olarak musluk suyu sıcaklıkları kullanıcıya ulaştıkları noktalarda 10°C'nin üzerindedir. Bunun için ofislerde, fabrikalarda, restoranlarda, okullarda ve tiyatrolarda kullanılacak olan içme sularının soğutulması istenir. İçme suyunun soğutulmasının insanlar üzerinde birçok olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Örneğin, soğutulmuş olan içme suyunun bir işyerinde çalışan işçilerin verimini arttırdığı, restoranlarda yemekten alınan zevki arttırdığı, okullarda öğrencilerin daha dikkatli olmalarını ve tiyatrolarda gösterinin seyirciler tarafından daha zevkle izlenmesini sağladığı gözlenmiştir.

Oturma Yer Sayısı	Erkek Tuvaletleri			Kadın Tuvaletleri	
	Klozet	Pisuar	Lavabo	Klozet	Lavabo
30	1	2	1	1	1
60	2	3	2	2	1
80	2	4	2	3	2
120	3	5	3	4	3
170	4	6	3	6	3
230	5	7	4	8	5
330	6	10	5	12	6
430	8	12	6	16	7

Tablo 24.2. LOKANTALAR, TİYATRO VB
BÜYÜK SALONLU YAPILARDAKİ
GEREKLİ SİHHİ GEREÇ SAYISI

Erkek işçi Sayısı	Klozet	Pisuar	Kadın işçi Sayısı	Klozet	Bide	Açıklama
10	1	1	10	1	1	Bir tuvalette en fazla 10 klozet bulunabilir. Her 5 klozet için 1 lavabo öngörülmektedir.
25	2	2	20	2	1	
50	3	3	35	3	1	
75	4	4	50	4	2	
100	5	5	65	5	2	
130	6	6	80	6	2	
160	7	7	100	7	3	
190	8	8	120	8	3	
220	9	9	140	9	3	
250	10	10	160	10	3	

Tablo 24.3. İŞ YERLERİ VE FABRİKALARDAKİ GEREKLİ SİHHİ GEREÇ SAYISI

Hacim	Gerekli Gereç Sayısı	
Kadın tuvaleti	Her 10 kadın için	1 klozet
	Her 5 klozet için	1 lavabo
Erkek tuvaleti	Her 15 erkek için	1 klozet
	Her 15 erkek veya	
	her 150 m ² kullanım alanı için	1 pisuar
Büro	Her 5 klozet için	1 lavabo
	Her 10 çalışan için veya	
	her 100 m ² kullanım alanı için	1 lavabo

Tablo 24.4. BÜRO YAPILARINDA
GEREKLİ SİHHİ GEREÇ SAYISI

Hacim	Gerekli Gereç Sayısı	
Kadın tuvaleti	10 yatak için	1 klozet
	5 klozet için	1 lavabo
Erkek tuvaleti	15 yatak için	1 klozet
	15 yatak için	1 pisuar
	5 klozet için	1 lavabo
Banyo	1 banyo küveti (veya duş)	1 klozet
		1 lavabo

Tablo 24.5. OTELLERDE
GEREKLİ SİHHİ GEREÇ SAYISI

Hacim	Gerekli Gereç Sayısı
Ziyaretçi tuvaleti	Her 36 yatak için
Kadın	2 klozet, 1 lavabo
Erkek	1 klozet, 2 pisuar, 1 lavabo
Hasta tuvaleti	
Kadın	10 yatak için 1 klozet, 1 lavabo
Erkek	10 yatak için 1 klozet, 1 pisuar, 1 lavabo
Personel tuvaleti	
Kadın	10 kadın için 1 klozet, 1 lavabo
Erkek	10 erkek için 1 klozet, 1 pisuar 20 erkek için 1 lavabo

Tablo 24.6. HASTANELERDE
GEREKLİ SİHHİ GEREÇ SAYISI

24.2.1.1. İçme Suyu Soğutucuları ve Elemanları
İçme suyu çeşmeleri içme suyu soğutucuları ile karıştırılmamalıdır.

Bu ikisi arasında belirgin bir fark vardır. Bir içme suyu çeşmesi, hiçbir soğutma işlemi yapmadan suyu, şebeke suyu sıcaklığı ile aynı sıcaklıkta kullanıcıya ulaştırır. İçme suyu soğutucuları ise, yapılarında mekanik soğutucu üniteler bulundurulur. Bu mekanik soğutma ünitelerinin amacı, soğutulmuş içme suyunu ya direkt olarak hemen ünitenin dışında ya da bu ünitenin uzağında başka bir noktada kullanıcıya ulaştırmaktır. Başlıca üç çeşit su soğutucu vardır:

a. Şişeli Tip Su Soğutucuları: Şişeli tip su soğutucuları, soğutulacak suyu depolayarak soğutmak için 20 litrelik bir su şişesine sahiptir. Su bardağını doldurmak için musluk ile donatılmış ve bardaktan taşan veya musluktan damlayan suyu toplamak için bir atık su kabına sahip olan sistemlerdir. Bu tip su soğutucularına herhangi bir su besleme veya drenaj hattı bağlantısı yapılması gerekli değildir.

b. Basınçlı Tip Su Soğutucuları: Basınçlı tip su soğutucuları, şebeke basıncında soğuk içme suyu hazırlayan sistemlerdir. Bu tip içme suyu sistemlerinde su, soğutucu cihazın içinde yer alan bir soğutma ünitesi ile soğutulur. Toplanan atık su, drenaj sistemine bir boru vasıtası ile aktarılır. Basınçlı tip su soğutucularında musluk, bir su bardağı veya su kabını doldurmak için kullanılabilir. Bunun dışında su soğutucu sistemi bardak kullanım ihtiyacını ortadan kaldıran bir fışkırtmalı pınar ile donatılabilir ve pınardan fışkıran su miktarı, sisteme yerleştirilen bir kontrol vanası ile sınırlanabilir.

c. Paket Tipi Uzağa Dağıtım Yapabilen Su Soğutucuları: Paket tipi uzağa dağıtımli su soğutucuları, içme suyunu soğutan mekanik bir soğutucu sistemi içeren ve birbirinden bağımsız ve su soğutucunun uzağına monte edilmiş olan fıskiyelelere soğuk içme suyu dağıtan sistemlerdir.

Su soğutucularının su soğutmalı veya hava soğutmalı modelleri mevcuttur.

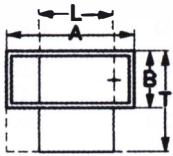
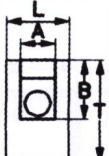
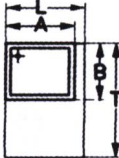
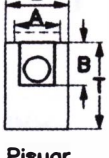
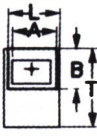

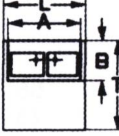

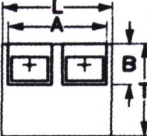
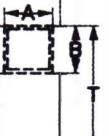
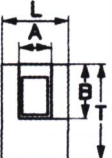

a. Bürolarda	Yüksek kademedeki idareciler dışındaki personel için	
	Erkek personel için	Kadın personel için
Klozetler	1 - 15 kişi için 1 adet 16 - 35 kişi için 2 adet 36 - 65 kişi için 3 adet 66 - 100 kişi için 4 adet 100 kişiden çok personel durumunda artan insan sayısının %3'ü kadar eklenecektir.	1 - 2 kişi için 1 adet 13 - 25 kişi için 2 adet 26 - 40 kişi için 3 adet 41 - 57 kişi için 4 adet 58 - 77 kişi için 5 adet 78 - 100 kişi için 6 adet 100 kişiden çok personel durumunda artan insan sayısının %5'i kadar eklenecektir.
Pisuarlar	20 kişiye kadar 1 adet 21 - 45 kişi için 2 adet 46 - 70 kişi için 3 adet 71 - 100 kişi için 4 adet 101 - 200 kişi için artan insan sayısının %3'ü kadar eklenecektir. 200 kişiden çok personel durumunda artan insan sayısının %2,5'u kadar eklenecektir.	
Lavabolar	1 - 15 kişi için 1 adet 16 - 35 kişi için 2 adet 36 - 65 kişi için 3 adet 66 - 100 kişi için 4adet 100 kişiden çok personel durumunda artan insan sayısının %3'ü kadar eklenecektir.	1 - 2 kişi için 1 adet 13 - 25 kişi için 2 adet 26 - 40 kişi için 3 adet 41 - 57 kişi için 4 adet 58 - 77 kişi için 5 adet 78 - 100 kişi için 6 adet 100 kişiden çok personel durumunda artan insan sayısının %5'i kadar eklenecektir.
Eviyeler	Her kat için 1 adet	
b. Konutlarda	Bütün konutlarda hesaplamaya esas olmak üzere en az bir banyo, bir lavabo, bir klozet ve bir de eviye göz önüne alınmalıdır. Yalnız bir klozet bulunduğundan banyo ve klozet kullanma sayısına ayrı ayrı girilmelidir. Üçten çok odalı konutlarda WC elemanları sayısı uygun bir şekilde artırılmalıdır.	

Tablo 24.7. TUVALET ELEMANLARININ İNSAN SAYISINA GÖRE ADETLERİ

Ayrıca aşağıda sıralanan özel su soğutucuları vardır;

- **Patlama Emniyetli Tip Su Soğutucuları:** Bu tip su soğutucuları tehlikeli bölgelerde güvenli bir işletim sağlayabilmek için imal edilmişlerdir.
- **Kafeterya Tipi Su Soğutucuları:** Bu tip su soğutucular temiz kullanma suyu sisteminden suyun basınçlı olarak temin edildiği ve özellikle restoran ve kafeterya gibi soğuk suyun çabuk bir şekilde temin edilmesinin istendiği yerlerde kullanılır. Bu tip soğutucularda atık su drenaj sisteminden dışarıya atılır.

- **Soğutulmuş Bölmeli Tip Su Soğutucuları:** Su soğutucularda bir soğutulmuş bölme bulunabilir. Bu bölmede buz üretilebilir veya üretilmeyebilir. Soğutma kompartımanlı su soğutma sistemlerinde, soğutma bir su soğutucu kompartıman içinde gerçekleştirilir.
- **Sıcak Su Elde Edilebilen Su Soğutucuları:** Bu tiplerde sıcak su temin edebilmek de mümkündür. Bu tip cihazlar aynı zamanda hazır çorba, kahve vb sıcak içecekler elde etmek için kullanılırlar.

Sihhi gereç	Ölçü (cm)			Sihhi gereç	Ölçü (cm)			
	EM	NM	KM		EM	NM	KM	
1. Banyo kaveci normal	A = 170 B = 75	160 70	180 80	7. Klozet	A = 40 B = 65	38 60	45 75	
	L = 110 T = 130	100 120	120 150	a) Açık rezarvaruarlı	L = 60 T = 130	55 120	75 155	
2. Duş teknesi	A = 90 B = 90	80 75	100 100		b) Gömme rezarvaruar	A = 40 B = 60	38 55	45 65
	L = 90 T = 150	80 130	100 170		L = 60 T = 125	55 115	75 145	
3. Tekli lavabo	A = 60 B = 50	55 40	70 55	8. Pisuar	A = 40 B = 40	35 35	45 45	
	L = 75 T = 115	60 95	90 130		L = 65 T = 120	60 100	75 140	
4. Çiftli lavabo	A = 115 B = 55	90 50	130 60	9. Evye	A = 40 B = 60	35 55	45 60	
	L = 130 T = 130	105 110	150 145		L = 60 T = 125	55 115	60 140	
5. 2 Tekli lavabo	A = 125 B = 50	115 40	145 55	10. Fırın, bulaşık makinası	A = 60 B = 60	55 60	60 65	
	L = 140 T = 125	120 100	175 140		L = 60 T = 170	55 160	60 180	
6. Bide	A = 40 B = 65	38 60	45 70	11. Hareketli, arabalı hacimlerde	Her bir aparat için			
	L = 65 T = 130	60 120	70 150		T = 115 T ₁ = 60	95 95	130 75	

Tablo 24.8. SIHHİ TESİSAT GEREÇLERİ İÇİN BIRAKILMASI TAVSİYE EDİLEN ALANLAR
EM: Tavsiye edilen ölçü, NM: Minimum ölçü, KM: Konfor ölçüsü

Su soğutucuların tesisatları dört ana tipte olabilir:

- Serbest tip
- Duvardan çıkmalı tip
- Duvara asılı tip
- Duvar içinde gömülü tip

d. Ön Soğutucular (Precoolers): Ön soğutucular su soğutucularının enerji tasarrufu sağlayan elemanlarıdır. Bunlar şebeke suyunun sıcaklığının soğuk atık suya aktarılmasını, dolayısı ile şebeke suyunun soğutulmasını sağlarlar.

Su soğutucularında fişkırtmalı pınar kullanılması soğutulmuş suyun %60'ının atılmasına sebep olur. Atılan bu %60'lık yüzde, atık hattından drenaj sistemine

bağlanır. Bir ön soğutucu, soğutucu içine giren suyu, drenaj hattından atılan soğutulmuş su ile soğutur.

Bir başka ön soğutma ise, soğutulmuş atık suyun, sıvı haldeki soğutucu akışkanın aşırı soğutulması için kullanılması ile gerçekleşir.

Fiskiye yerine bardak veya kap doldurucu sistemler ile donatılmış olan su soğutucularda ön soğutucu bulunmaz. Çünkü bu soğutucularda önemsenecek miktarda atık su çıkışı yoktur.

e. Akış Regülatörleri: Bir fiskiyeli pınarda optimum akış debisi 2 l/dak değerindedir. Bir su soğutucu sistemde, her zaman bu akışı elde edebilmek için, sistem bir regülasyon vanası ile donatılmalıdır.

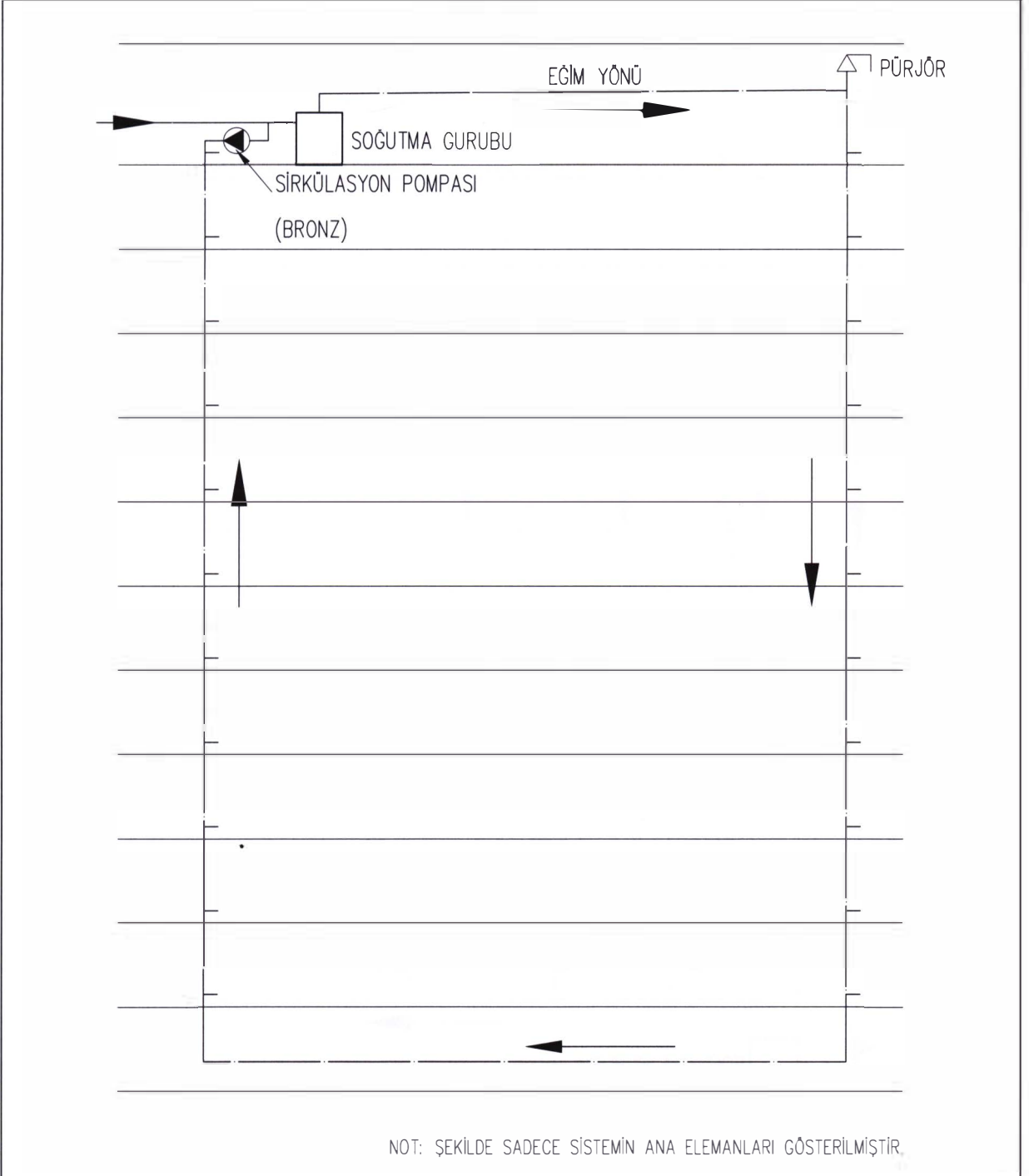
SIHHİ GEREÇLERİN DÜZENLENMESİ		Ölçü (cm)		
		EM	NM	KM
		M ₁ = 115 M ₂ = 210 M ₃ = 135	110 190 120	125 240 150
		M = 45 MM = 65 MM ₁ = 65	40 60 55	55 75 75
		M = 45 MM = 60	40 55	55 75
		M = 45 MM = 60 M ₁ = 45 M ₂ = 55 M ₃ = 110	40 55 40 50 100	55 75 50 60 120
		M = 45 MM = 60	40 60	55 75

Tablo 24.9. SIHHİ GEREÇLERİN EKSENLERİ ARASINDA VE DUVARLAR ARALARINDA BIRAKILMASI GEREKEN MİNİMUM MESAFELER
EM: Tavsiye edilen ölçü, NM: Minimum ölçü, KM: Konfor ölçüsü,
M: Bitmiş duvarla gereç eksenleri arası, MM: Gereç eksenleri arası

24.2.1.2. Merkezi ve Bireysel Sistemler

İnşa edilecek olan bir binada her ne kadar su soğutucuların avantajları ve gereklilikleri kabul edilse dahi, bu soğutucuların miktarları ve montaj planları binanın kesin yerleşim planları yapıncaya kadar belirlenemez. Yerleşim planları, su soğutucuların ebatlarını ve özelliklerini belirlemede de önemli rol oynar. Yerleşim planları merkezi su soğutma sistemleri veya tekil su soğutma sistemlerinin seçilmesinde belirleyici

faktördür. Eğer binanın yerleşim planı soğuk içme suyu sistemlerinin birçok katta alt alta yerleştirilmesine imkan tanıyorsa, içme suyu soğutma sistemi olarak merkezi su soğutma sistemlerinden faydalanma imkanları analiz edilmelidir. Su kaynağı hattı aynı hat üzerindeki bir grup fışkiyeyi besler ve dönüş hattı bir başka grup fışkiyeyi besler. ise sistemin verimliliği artar. Bu amaçla geliştirilmiş örnek bir sistem uygulama Şekil 24.10, 11, 12 ve 13'te sıra ile verilmiştir.

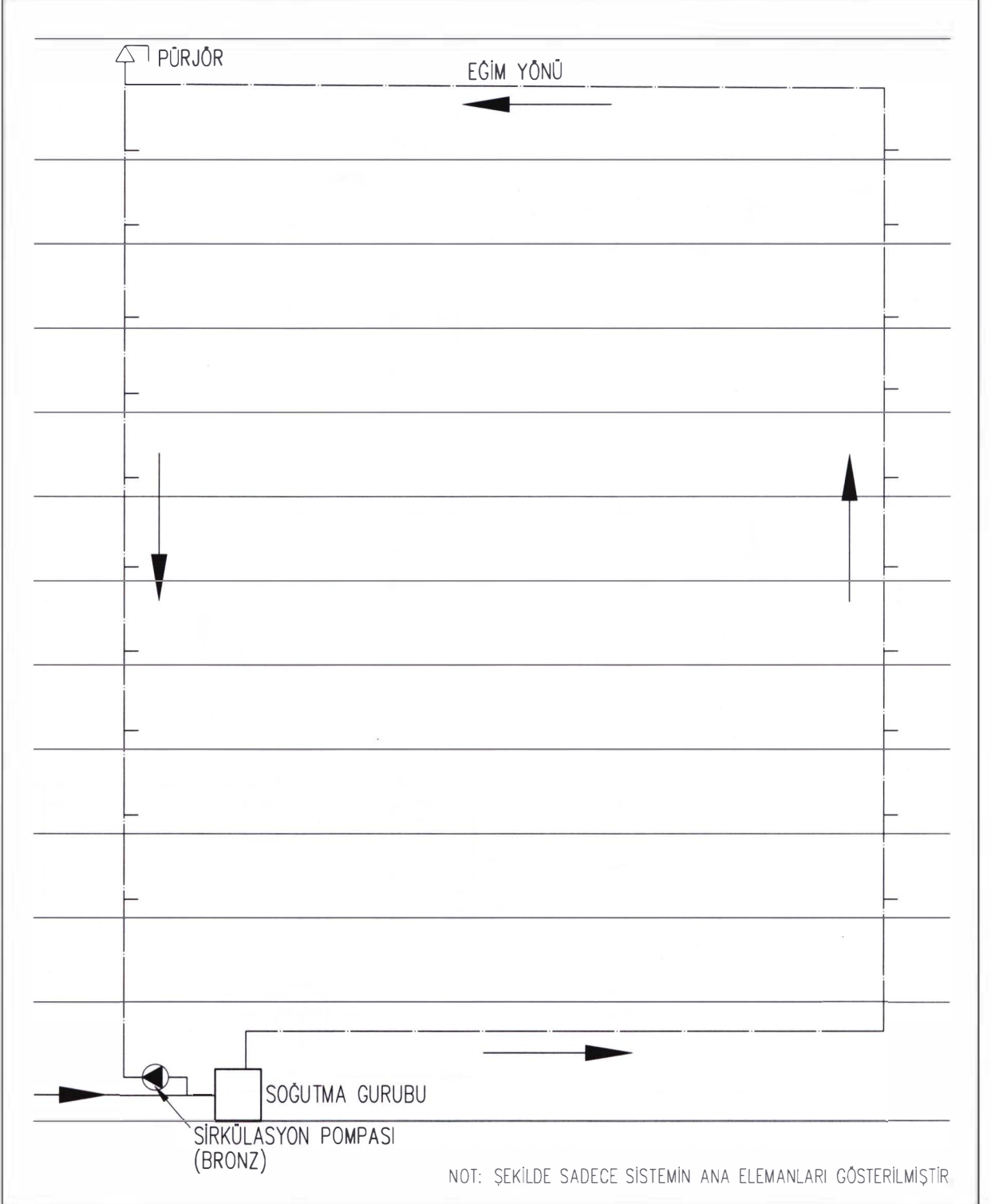


Şekil 24.10. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ (ALTTAN DOLAŞIMLI ÇEVİRİM)

Bütün merkezi ünitelere filtre konulmalıdır. Merkezi bir sistemde, bakımın sadece sistemin belirli bir parçasına uygulanmasına rağmen tamir gerekli olduğu zamanlarda, eğer cihazlar etrafına bir by pass hattı kurulmamışsa tamir işlemi boyunca sistemin hiçbir yerinden soğuk su temini mümkün olamayacaktır.

Bunun için merkezi su soğutma sistemlerinde by pass hattı kullanılmasına özen gösterilmelidir.

Binada kullanılacak su soğutucusu olarak tekil su soğutucuları tercih edilmişse, mimar, yerleşim planlarını gerçekleştirirken çok büyük esnekliğe sahip olacaktır. Ancak bunun dezavantajı da daha fazla kompresör

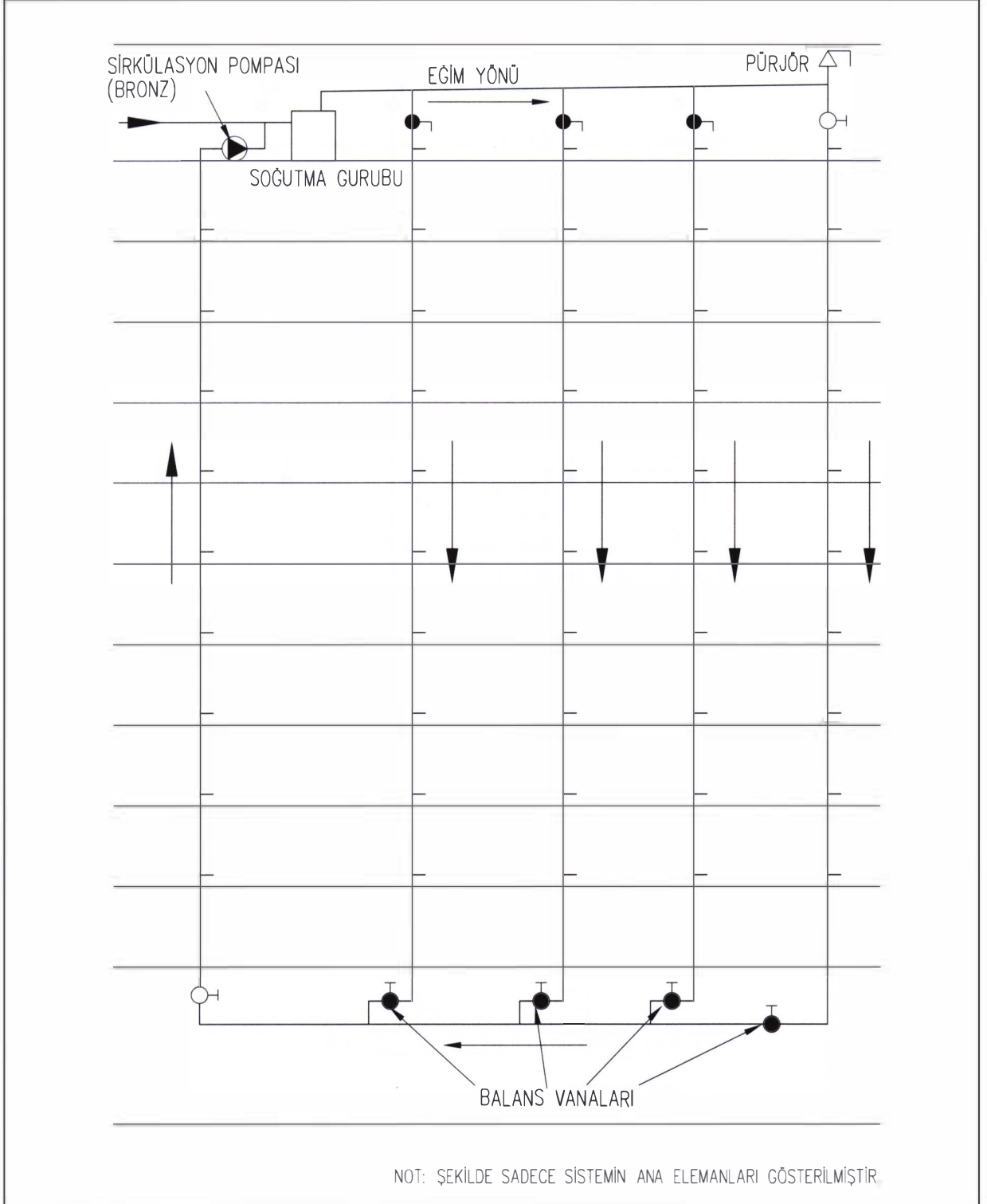


Şekil 24.11. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ (ÜSTTEN DOLAŞIMLI ÇEVİRİM)

ve soğutma grubuna ihtiyaç duyulması olacaktır. Mekanik su soğutma ünitelerinin sayısını azaltmak için uygun kapasitede seçilmiş olan tek bir ünite üç ayrı kattaki üç ayrı fiskiye için kullanılabilir. Eğer cihaz orta kata yerleştirilmişse sirkülasyon pompası kullanılması gerekmeyebilir. Cihazdan

fiskiye kadar olan maksimum uzaklık 5 metre ile sınırlanmalıdır.

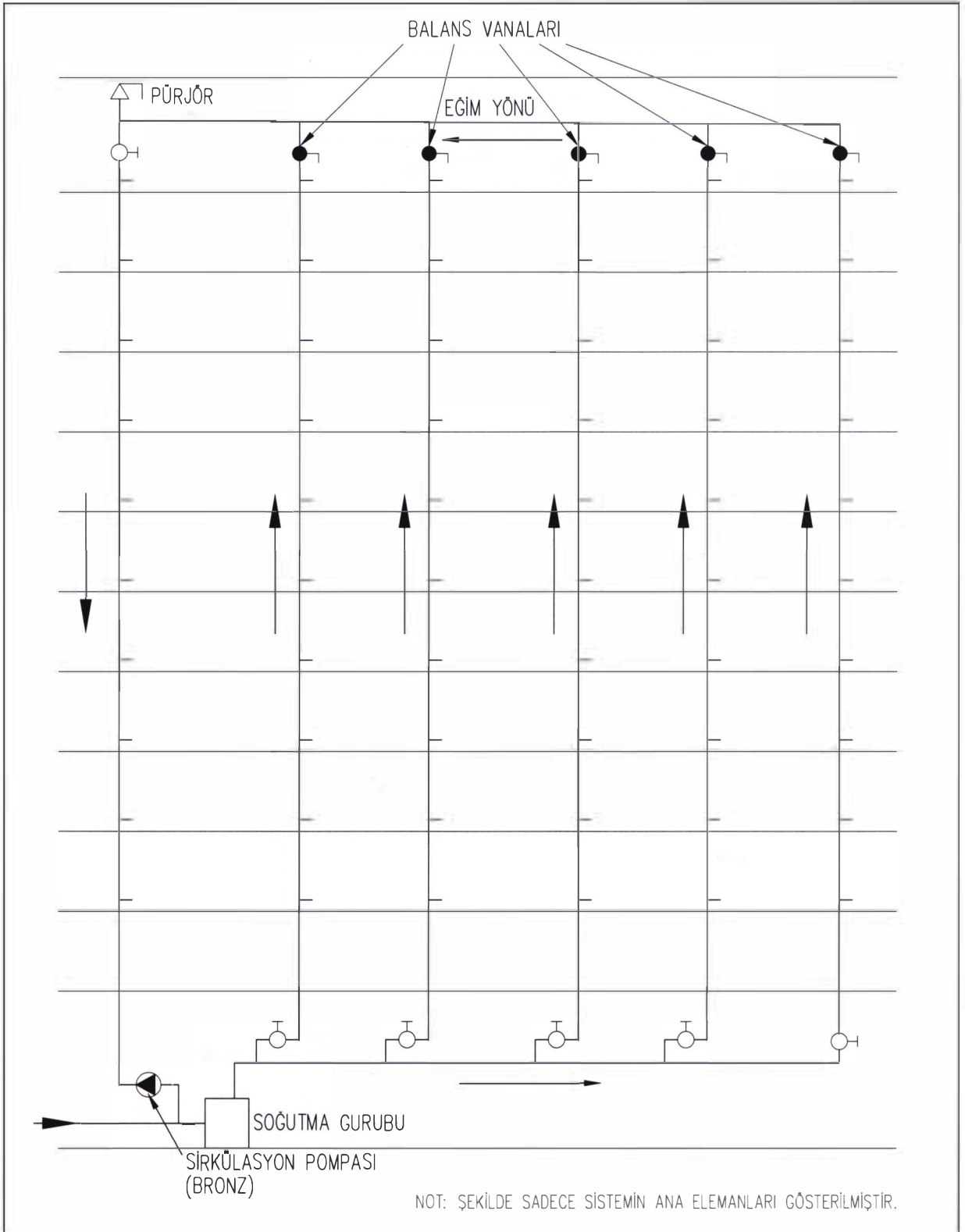
Basınçların oldukça yüksek olduğu çok katlı yüksek bir binada, kabul edilebilir basınç sınırlamalarını sağlayacak tedbirler alınmazsa soğutulmuş su, süt kıvamını alabilir. Süt kıvamı hali havanın su ile



Şekil 24.12. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ (ÇOK KOLONLU ALTTAN DOLAŞIMLI SİSTEM)

karışması neticesinde meydana gelir. Suyun görüntüsü kullanıcıyı endişelendirebilir, fakat suyun bu durumu hiçbir zaman sağlık açısından zararlı değildir. Eğer suyun durgun halde kalmasına müsaade

edilir ise, sütümsü görüntü kısa sürede kaybolur. Düzenli basınç kontrolleri gerçekleştirilir ve tesisatın hava alması önlenebilirse bu problem ortadan kalkacaktır.



Şekil 24.13. SOĞUTULMUŞ İÇME SUYU SİSTEMİ (ÇOK KOLONLU ÜSTTEN DOLAŞIMLI SİSTEM)

24.2.1.3. Merkezi Soğutulmuş İçme Suyu Sistemi Tasarımı

Herhangi bir binanın soğutulmuş içme suyu ihtiyacını tespit için önce aşağıdaki noktaların belirlenmesi gerekir:

- Bina tipi (ofis binası, okul binası, hastane binası vb)
- Pik zamanlarda toplam kullanıcı sayısı.

Soğutma yükü aşağıdaki şekilde belirlenir:

a. Kullanım Yükü: Bina koridorlarında ve ofis içi kullanımlar için her su fıskiyesi başına 20 l/h değeri kullanılır. Diğer kullanımlar için gerekli bilgi *Tablo 24.14*'te verilmiştir. Soğutma yükü için ise *Tablo 24.15* kullanılabilir.

b. Sirkülasyon Hattı Kayıpları: Sirkülasyon hattı kayıpları için *Tablo 24.16* verilmiştir, toplam uzunluğu

hesaplarken bütün branşman uzunluklarını hesaba katılmalıdır.

c. Sirkülasyon Pompasından Meydana Gelen Isı Kazancı: *Tablo 24.17*'de görülmektedir.

d. Toplam Soğutma Yükü: Yukarıda a, b ve c maddelerinde elde edilmiş olan yük değerleri toplanır ve bu değere %15'lik bir emniyet faktörü eklenir. Bu emniyet faktörü gelecekte soğutma sisteminde meydana gelebilecek olan artışlar veya artacak olan kullanıcı sayısını göz önüne almaktadır.

Toplam soğutma yükü kondenserin kapasitesini belirlemek için kullanılır.

• **Sirkülasyon Pompasının Kapasitesi:** Sirkülasyon kapasitesini belirlemek için *Tablo 24.18*'e bakınız.

Servis tipi	Verilen su sıcaklığı	Su ihtiyacı litre / kişi saat	Tüketilen ve drenaj hattına atılan su miktarı litre / kişi saat	Tüketilen su miktarı litre / kişi saat	Her gallon su ile hizmet verilen kişi sayısı
Ofis (bardakla)	7-10 °C	0,1	0,1	0,1	30
Ofis (pınarla)	7-10 °C	0,3	0,3	0,1	12
Hafif iş	7-10 °C	0,54	0,5	0,2	7
Ağır iş	10-13 °C	0,75	0,7	0,3	5
Sıcak ve ağır iş	13-15 °C	0,95	1,0	0,36	4
Restoran*	7-10 °C	0,38	litre / kişi		
Kafeterya*	7-10 °C	0,3	litre / kişi		
Soda fıskiyesi	7-10 °C	1,89	litre / kişi		
Tiyatro*	10-13 °C	3,8	litre / 100 kişilik sürekli kapasite		
Okullar	10-13 °C		Ofisler ile aynı		
Hastaneler					
a- Yatak başına	10-13 °C	0,3	litre / kişi		
b- Ziyaretçi başına	10-13 °C	0,3	litre / kişi		
Oteller	10-13 °C	0,3	litre / oda saat		
Halkın kullanımına açık pınarlar (Parklar, fuar alanları, eğlence yerleri)	10-13 °C	75 ile 130	litre / saat		
Alışveriş merkezleri, otel ve ofis binaları lobileri	10-13 °C	15 ile 19	litre / saat pınar		

* Bu yerlerde pik kullanım zamanları, pik yükler dikkate alınmalıdır.

Tablo 24.14 İÇME SUYU İHTİYAÇLARI

5 °C'ye kadar soğutulmuş bir litre su için kJ cinsinden						
Su giriş sıcaklığı	18 °C	21 °C	24 °C	27 °C	29 °C	32 °C
kJ / l	46	58	70	81	93	104

Bir litre için soğutma yükünü toplam l / h ile çarpın
Toplam kJ / h kullanma yükü (*Tablo 18.14* x *Tablo 18.15*) *Tablo 18.16* ve *Tablo 18.17*'deki kJ / h değerleri toplamı ile %15'lik emniyet faktörünün toplamı

Tablo 24.15. SOĞUTMA YÜKÜ

Sirkülasyon pompası her branşman hattında minimum 720 l/h sirküle ettirecek veya maksimum sıcaklık artışını 5°C ile sınırlayacak şekilde seçilmelidir. Pompa, dönüş hattına suyu soğutucuya basacak şekilde yerleştirilir. Takviye suyu bağlantısı ise pompa ile soğutucu arasına yapılır. Böylece besi suyu ile donuş suyu karışarak soğutucuya girer.

- **Şebeke Suyu Karışımı:** Şebeke suyu ve sirkülasyon suyunun sıcaklığı hesaplanır. Bu karışımın miktarı ve sıcaklığı su soğutma ünitesinin belirlenen kapasitesi olarak kullanılır.
- **Depolama Tankı:** Su depolama tankı, saatteki maksimum soğuk su kullanımının %50'sini karşılayacak şekilde seçilmelidir.
- **Boru Tesisatı:** Boru tesisatı, her 30 m eşdeğer boru uzunluğu için sürtünme kayıpları 3 mSS değerinin altında olacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

24.2.1.4. Örnek Hesap

Bir ofis binasında 60 adet soğuk su pınarı bulunmaktadır. Ortam sıcaklığı 27°C, soğutucu giriş suyu sıcaklığı 24°C, istenilen soğuk su sıcaklığı 7°C'dir. Toplam 5 sirkülasyon hattından oluşan mevcut boru tesisatı hattının 183 metresi 1", 60 metresi 1 1/4", 30 metresi 1 1/2" borudan oluşuyor ve sistemde 0,55 kW'lik sirkülasyon pompası kullanılıyor.

- **Kullanım Yüğü**
60 adet pınar x 19 l/h x 70 kJ/l = 79125 kJ/h
(24.895 kcal/h)
- **Sirkülasyon Kaybı (Isı Kazancı)**
183 m uzunlukta 1"lik boru x 517 kJ/h = 3.100 kJ/h
60 m uzunlukta 1 1/4"lik boru x 580 kJ/h = 1.160 kJ/h
30 m uzunlukta 1 1/2"lik boru x 643 kJ/h = 643 kJ/h
- **Sirkülasyon Pompasından Kaynaklanan Isı Kazancı** 0,55 kW = 2.013 kJ/h
Toplam kJ/h = 86.046 kJ/h
%15 emniyet faktörü = 12.906 kJ/h

TOPLAM 98.950 kJ/h

- Depolama Kapasitesi $0,5 \times 1.135 = 568 \text{ l}$
- Sirkülasyon Pompası Kapasitesi
- (Tablo 24.18'den veya sirkülasyon hattı başına 11 l/dak)
5 adet sirkülasyon hattı x 11 l/dak = 55 l/dak veya
183 m uzunlukta 1"lik hat için, $48 \times 6 = 290 \text{ l/h}$
60 m uzunlukta 1 1/4"lik hat için, $55 \times 2 = 110 \text{ l/h}$
30 m uzunlukta 1 1/2"lik hat için, $59 \times 1 = 59 \text{ l/h}$ 459 l/h
%15 emniyet faktörü 69 l/h

TOPLAM 528 l/h

528 / 60 dakika = 8,8 l/dak. Buna göre bulunan iki değerden büyük olanı 55 l/dak kullanılmalıdır.

Motor gücü HP	kJ / h
1/4	671
1/3	897
1/2	1342
3/4	2013
1	2685
1 1/2	4025
2	5370

Tablo 24.17. SİRKÜLASYON POMPASI ISI KAZANCI

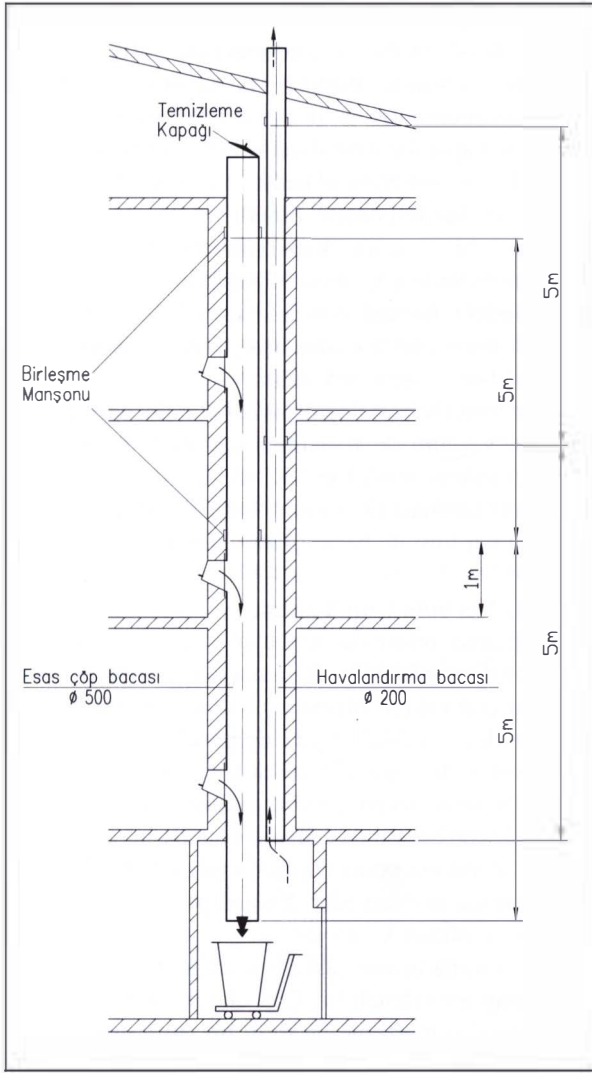
Oda sıcaklığı	21 °C	27 °C	32 °C
Boru çapı 1/2"	30,3	42	54,1
Boru çapı 3/4"	31,8	44,7	57,5
Boru çapı 1"	34,4	48,5	62,5
Boru çapı 1 1/4"	39,4	55,3	70,8
Boru çapı 1 1/2"	42,4	59,4	76,5

Tablo 24.18. SİRKÜLASYON POMPASI ISI KAPASİTESİ

(Branşmanları da içeren 30 metrelik boru hattında 7°C'lik soğuk suda sıcaklık artışını 2,8°C ile sınırlayabilmek için gerekli sirkülasyon hızı (l/h))

Boru çapı	Her 30 metrelik hat için kJ / h cinsinden (Sirkülasyon suyu 7°C)			
	m olarak hat uzunluğu ve °C olarak sıcaklık farkı başına kJ ısı kazancı	Oda sıcaklığı		
		21 °C	27 °C	32 °C
1/2"	0,650	295	411	527
3/4"	0,703	316	443	570
1"	0,821	370	5174	664
1 1/4"	0,915	411	580	738
1 1/2"	1,028	464	6433	833
2"	1,181	527	738	950
2 1/2"	1,346	600	844	1086
3"	1,589	717	992	1276

Tablo 24.16. SİRKÜLASYON SİSTEMİ KAYBI (ISI KAZANCI) (Yaklaşık 1"lik izolasyon için)



Şekil 24.19. ÇÖP BACASI SİSTEMİ BOYUTLARI

24.2.2. ÇÖP BACALARI, ÇÖP ÖĞÜTME VE YOK ETME

Çöp bacalarının yerleşimi ve sayısı aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- Binanın planı
- Toplama ve depolamanın tipi
- Çöp hacmi
- Çöp arabasının yanaşımı

Çöp bacaları oturma mekanından uzakta olmalı ve dairelerin her birinden yatayda 30 metreden uzak olmamalıdır. Çöp toplama hacminin geniş tutulması, çok sayıda çöp bacası yapmaktan daha ucuzdur.

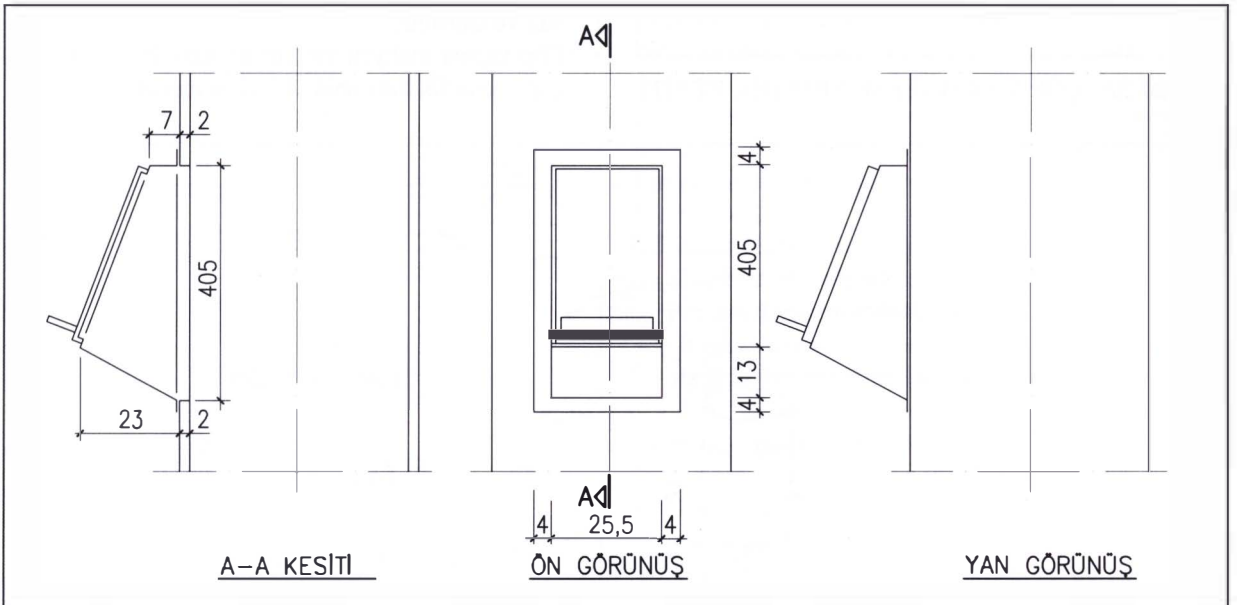
Çöp bacasının iç yüzeyleri düzgün olmalı ve nem geçirmemelidir. Aynı zamanda refrakter malzemeden yapılmalı ve en az 1 saat yangın dayanımı olmalıdır. Çöp toplama odası da refrakter malzeme olmalı ve en az 1 saat yangın dayanımı olmalıdır. Çöp bacası sistemi boyutları Şekil 24.19'da gösterilmiştir.

Çöp bacası en alt katta çöp toplama odasında son bulur. Çöp bacası, çöp toplama odası tavanından en fazla 1 metre kadar sarkar. Ağız açıktır ve altına çöp arabası sürülebilir. Dolan çöp arabası dışarı alınırken yerine boş araba sürülür.

Hijyenik açıdan çöp bacasının bina ortak hacimlerinden geçirilmesi daha uygundur.

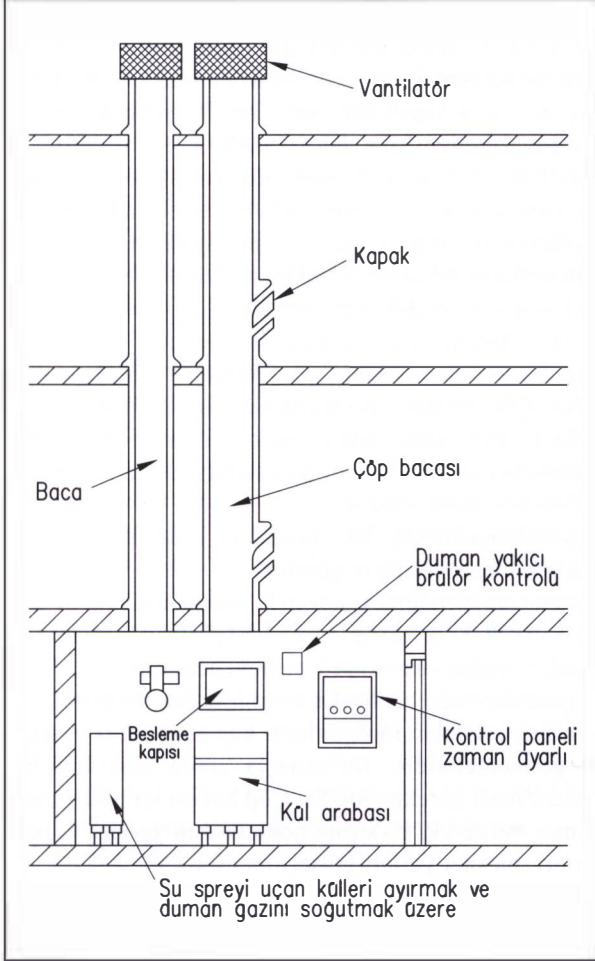
Bacanın projelendirmesi sırasında bacaya her katta detayları Şekil 24.20'de verilen metal bir kapak açılmalıdır. Bu kapağın yerden yüksekliği 1 metreyi geçmemelidir.

Projelendirmede bir başka önemli nokta ise boruların birleşim yeri olan manşonların kapak açılacak noktaya gelmemeleridir. Bu amaçla arada kısa borular kullanılması gerekmektedir. Çöp bacası için bir kolon şeması verilerek, birleşme noktalarının yerleri, kapak yerleri, mesnet yerleri gösterilmelidir.



Şekil 24.20. BLOK TİP KAT ÇÖP BACASI KAPAK DETAYI

Çöp bacası çatı üstünden, dışarı açılmalı ve yabancı maddede girişine karşı bir şapkası olmalıdır. Bacanın mesnetlenmesi daha önce duman bacalarında anlatıldığı gibi kat betonlarına kelepçelerle oturtulmak suretiyle yapılmalıdır. Çöp bacaları çatı üzerinden dışarı açılır. Çöp bacası mahyadan en az 500 mm daha fazla yükseltilmelidir.



Şekil 24.21. ÇÖP YAKMALI SİSTEM DİK KESİTİ

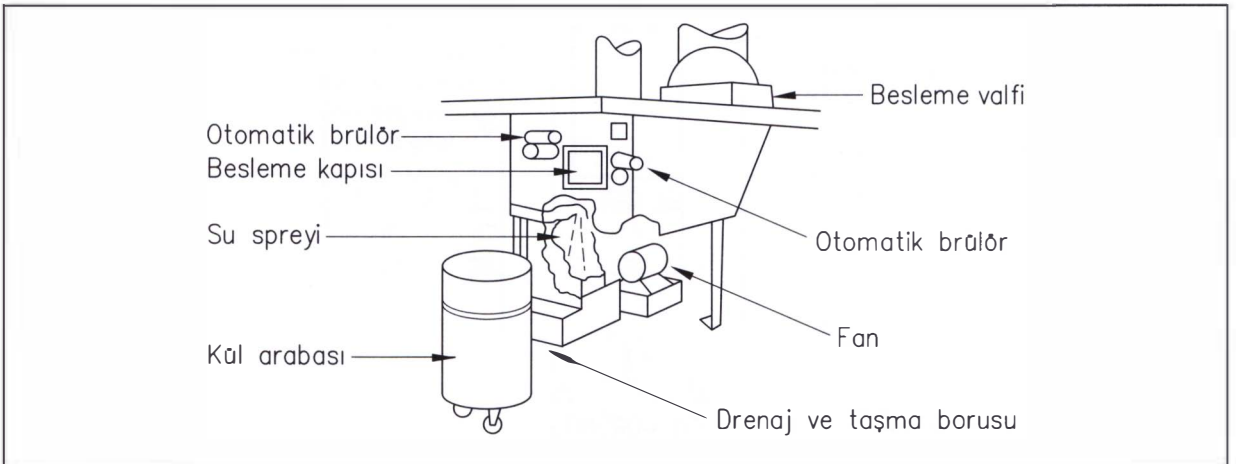
Çöp bacalarının havalandırılması için bir başka yöntem Şekil 24.19'da görülmektedir. Burada esas çöp atma bacasından başka bir de havalandırma bacası bulunmaktadır. Esas bacanın üstü bir temizleme kapağı ile kapalıdır. Havalandırma bacası ise çatı üzerinden dış havaya açılmaktadır. Çöp toplama odacığının kapısı lastik contalı olmalı ve tamamen hava sızdırmaz bir şekilde kapanmalıdır. Bu durumda katlardan birinde çöp atma kapağının açılması halinde, dairedeki normal basınçlı hava baca tarafından emilerek önce esas bacadan aşağı iner ve sonra havalandırma bacası ile dışarı atılır.

Havalandırma bacası doğal çekişli olabileceği gibi, bir aspiratör yardımı ile zorlanmış çekişli de yapılabilir. Çöp bacasının temizliği bu uygulamada temizlik kapağının açılması ile yapılır. Fırçalı ağırlık ve duşla yıkanma yardımı ile baca içi temizlenir.

24.2.2.1. Yerinde Çöp Yakma

Çöp toplama odasında toplanan çöplerin yakılarak azaltılması mümkündür. Bu amaçla çöp toplama odasında bir çöp yakıcı (insinatör) bulunur. Böyle bir sistemin şekli Şekil 24.21 ve 22'de görülmektedir.

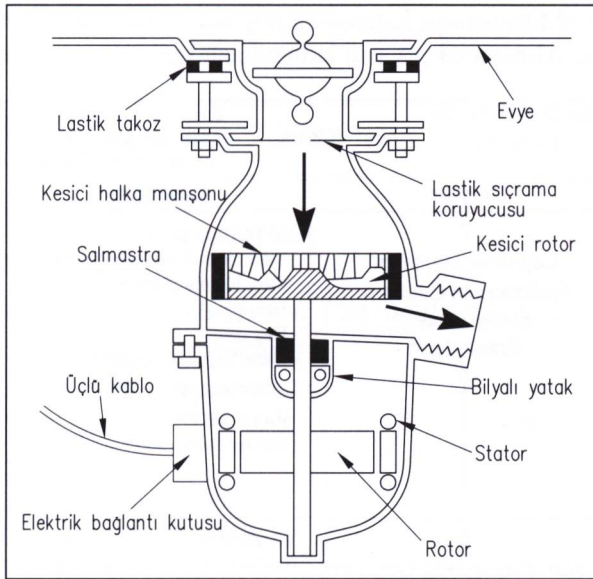
- Bu sistemde yanma ürünü atık gazlar baca ile çatıdan dışarı atılırken, çöp bacası üzerindeki fan cebri çekişle çöp bacasında duman toplanmasına engel olur.
- Büyük yakma odası çöpleri, otomatik brülör ateşlenene kadar depo eder. Yanma periyotları termostatik ve zaman kontrollüdür.
- Atık yanma ürünü gazlar bacadan atılmadan önce yıkanıp temizlenebilir. Çöp olarak yanma odasına gönderilen malzeme ile ilgili bir sınırlama yoktur. Atıklar kuru, yağ, cam, metal veya plastik olabilir.
- Çürümüş çöplerin taşıdığı sağlık riski tamamen elimine edilmiştir. Çünkü geri kalan küller kokusuz ve sterildir.
- Çöp taşıma maliyeti ve zamanı azaltılmıştır. Çünkü çöp hacmi ilk hacminin %7-12'si mertebesine düşer.



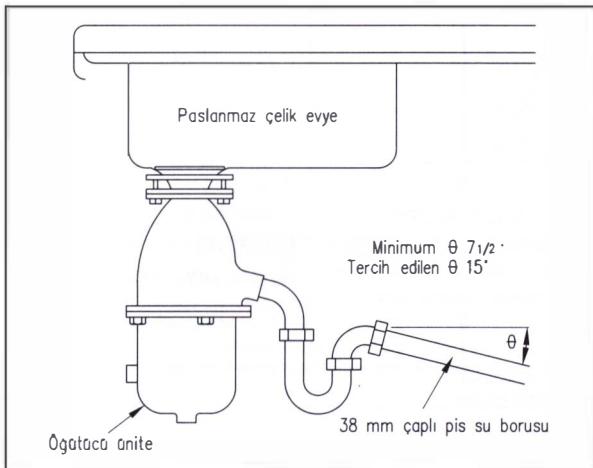
Şekil 24.22. ÇÖP YAKICI GÖRÜNÜŞÜ

24.2.3. ÇÖP ÖĞÜTÜCÜ ÜNİTELER

- Apartman dairelerinde ve kantin mutfaklarında organik yiyecek artıklarının öğütülmesi amacıyla tasarlanmışlardır. Bu öğütücülere cam metal, plastik ve bez atılmamalıdır.
- Çöp bacalarının olmadığı, çöpün çöp torbaları veya çöp konteynerleri ile toplandığı sistemlerde verilen servisi kolaylaştırır.
- Yiyecek artıkları mutfak eviyesi giderine bağlı cihaza beslenir. Şekil 24.23'te kesit resmi verilen cihaz bir elektrik motoru ile tahrik edilir ve çöpi küçük parçalara keserek öğütür. Bu parçalar su ile birlikte yıkanıp, sürüklenerek pis su tesisatına gider.
- Kısmen akışkan haline gelen çöplerin atıldığı pis su tesisatında eviyeye bağlı pis su borusu çapı en az 380 mm olmalıdır. Cihaz eviye bağlantısı Şekil 24.24'te görülmektedir.
- Sistemdeki elektrik tesisatı mutlaka topraklanmalıdır.



Şekil 24.23. CİHAZ KESİTİ



Şekil 24.24. PİS SU BORU DÜZENLEMESİ

24.3. LEJYONER HASTALIĞI VE SİHHİ TESİSATTAN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Lejyoner hastalığının bulaşma yolunun bakteri taşıyan aerosol hale gelmiş (1 ile 5 mikrometre çapında) su taneciklerinin solunması olduğu tespit edilmiştir.

Legionella Bakterisi yutulduğunda herhangi bir risk oluştuğuna ya da insandan insana bulaştığına dair herhangi bir bulgu yoktur (Tablo 24.25).

Kullanım suyu tesisatında Legionella Bakterisi kontrolü, suyun binaya girdiği noktadan itibaren; su depoları, su ısıtıcıları, vanalar, musluk ağızları ve dağıtım borularının tüm çıkış noktalarına kadar olan bir bölgeyi kapsar. Mikroorganizma oluşumunun engellenmesi için belediye suyu klorlamaktadır. Ancak Legionella Bakterisi, klorla diğer bakterilerden daha dayanıklıdır ve belediye tesisatında her zaman düşük konsantrasyonlarda bulunduğu kabul edilir.

Legionella Bakterisinin kolonileşmesini önlemek için birçok yol vardır;

- Termik dezenfeksiyon,
- Yüksek sıcaklıkta çalıştırma,
- Bakır-gümüş iyonizasyon sistemi,
- Klor dioksit gaz enjeksiyonu (domestik sıcak su sistemlerinde kullanılabilir),
- UV radyasyon yöntemi,
- Ozon,
- Aşırı klorlama,
- Filtreleme ve yeniden klorlama yöntemi,
- Filtreleme yöntemine ek olarak, haftada iki kere dördü amonyum biocide kullanılabilir.

24.3.1. KULLANMA SICAK SUYU TESİSATINDA LEJYONER HASTALIĞI

Lejyoner hastalığının en fazla karşılaşıldığı yerlerden biri kullanma sıcak suyu tesisatıdır. Bu hastalığa karşı önlem olarak suyun boylerde 60°C'de depolanması istenirken; enerji tasarrufu için suyun boylerde 45°C'de depolanması önerilmektedir. Bu iki koşulu birden sağlamanın tek yolu termik dezenfeksiyondur (Tablo 24.26).

Lejyoner hastalığına karşı kullanma sıcak su tesisatında alınabilecek önlemler;

a. Termik Dezenfeksiyon (Yalnız 30 dakika için)

- Termik dezenfeksiyon, periyodik olarak (örneğin haftada bir kere) kullanma suyu sıcaklığını en az 70°C'ye (tavsiye edilen 70-77°C'ye) çıkarılmasıdır.
- Kullanma suyu sirkülasyon dönüş suyu sıcaklığı ise minimum 51°C ve üzerinde olmalıdır.
- Termal şok yıkama süresi en az 30 dakika süreyle yapılmalıdır.
- Termik dezenfeksiyon sırasında suyun sirküle edilerek bütün boruların dezenfekte edilmesi (yüksek sıcaklıkta yıkama yapılması) gereklidir.

- Kullanma sıcak suyu sirkülasyonu, son kullanım yerlerinin tamamına ulaşmıyorsa; buralarda sıcak su akıtılarak en az 5 dakika yıkama yapılmalıdır.
- Termik dezenfeksiyonun yapıldığı sürede sirkülasyon dönüş suyu sıcaklığı 51°C ve üzerinde olacak şekilde sistem projelendirilmeli ve buna göre boruların ısı yalıtımı yapılmalıdır.
- Bu işlemin konutlarda ve otellerde gece yarısı veya işyerlerinde hafta sonunda insanların en az olduğu zamanlarda ve kullanım yokken (ya da en az olduğu zaman) yapılması uygundur.
- Otellerde termik dezenfeksiyonun yapıldığı gün ve saat, müşterilere önceden bildirilmeli ve bu saatlerde banyo yapılmaması önerilmelidir.
- Sirkülasyonun yeterli olmadığı bölgelerde, termal şok yapılan saatlerde 5 dakika suyun akıtılması dezenfeksiyon için yeterli olacaktır.

b. Boyler

- Boyler iç yüzeyleri kir tutmayan ve temizlenebilen bir malzemeyle kaplı olmalıdır. En mükemmel olanı cam kaplı boylerdir (Şekil 24.27).

- Boyler içinde termik dezenfeksiyonun tam yapılması için ısıtıcı serpantin, boyler alt yüzeyine en yakın olacak şekilde monte edilmiş (veya buna göre dizayn edilmiş) olmalıdır. Soğuk su girişi de alttan olduğu için yüksek sıcaklığın sağlanabilmesi için bu bölüm kritik bölge olmamalıdır.
- Boyler deposunun tamamen boşaltılabilme ve temizlenebilme imkanı olmalıdır. Boylerlerde ısıtıcı serpantin mümkün olduğu kadar alt seviyede bulunmalı, böylece suyun hareketi sağlanmalıdır.
- Boyler tesisatlarında genişleme deposu olacaksa, içinde durgun su olan depolar kesinlikle kullanılmamalıdır. İçinde suyun hareketli tutulduğu genişleme depoları kullanılmalıdır.

c. Musluk ve Armatürler

Miks batarya kullanılıyorsa;

- Bu bataryalarda sıcak ve soğuk su birbirine karışmakta ve sıcak su, soğuk su hattına kaçabilmektedir (önlem alınmalıdır).
- Miks batarya kullanıldığında daire girişlerinde her iki hatta da çek valf kullanılmalıdır.

Çevresel		Klinik	
Faktörler	Olaylar	Olaylar	Faktörler
<p>Sıcaklık (5 - 68°C yaşam aralığı) pH (5 - 8,5) 6,9 Maks. Çoğalma Değeri Besleyiciler (Nutrients) (Ölü veya canlı mikroorganizmalar, mantar veya diğer bakteriler, ölü dokular, vücut losyonları ve yağları Legionella bakterisi için ideal üreme ortamını oluşturur.) Mikrobik Birliktelik (Bakterilerin birbirlerinin yaşamını destekler davranışı, ortak davranış)</p>	<p>1 Doğadaki Rezervuarlarda Yaşam (Su veya nemli ortam)</p>	<p>7 Lejyoner Hastalığı Belirtilerinin Çıkması (Zatüre benzeri) Enfeksiyon</p>	<p>Etkin ilaç: Erifromisin Antibiyotik: Ritompin Uzman Doktora Danışınız.</p> <p>Semptomlar - Kuru öksürük solunum sıkıntısı - Ateş, titreme (Belirtileri) - Halsizlik - Baş ağrısı - Mide, bağırsak sorunları Laboratuvar Testleri Surveillance (Yaşamı devam ettirme)</p>
<p>Çoğalma Aralığı: 25 - 45°C Maks. Çoğalma Sıcaklığı: 37°C Mikrobik Birliktelik Besleyiciler (Nutrients) (Ölü veya canlı mikroorganizmalar, (mantar veya diğer bakteriler) ölü dokular, vücut losyonları ve yağları Legionella bakterisi için ideal üreme ortamını oluşturur.) Biyosidler (Biyolojik temizleme) Sistem Temizliği</p>	<p>2 Çoğalma</p>	<p>6 İnsan Vücudunda Çoğalma (2 - 10 Günlük kuluçka dönemi var.)</p>	<p>Virulence (Bakterilerin hastalık yapma gücü)</p>
<p>Sıcaklık Nem Zerrecik Üretimi (Duş başlıkları, sprey başlıkları, sert yüzeye çarpıp dönen su gibi durumlarda 1 + 5 mikrondan küçük su zerrecikleri üretir.)</p>	<p>3 Yayıma</p>	<p>5 Duyarlı Kişinin Legionella Bakterisiyle teması (Sprey halinde su tanecikleri ile birlikte solunumla alınır.)</p>	<p>Yaş Hastalıklı Olma Muhafiyet Eksikliği Sigara Tiryakiliği</p>
<p>4 Geçiş Nem Damla çapı < 5 mikron (Akciğere geçer) Mesafe Temas süresi</p>		<p>Riskin Azaltılması (Önleme)</p>	

Tablo 24.25. LEGIONELLA BAKTERİSİNİN TAŞINMASI VE İNSAN VÜCUDUNA GEÇİŞİ

d. Su Depoları

- Su deposundaki suyun sıcaklığı 20°C ve altında depolanmalıdır.
- Su depoları toprak altında olmalı, sıcak kazan dairesine yakın olmamalıdır (Kazan daireleri sıcak ise ısı yalıtımları kötü yapılmış, enerji kaybediyor demektir.).
- Su depolarının iç yüzeyi kolay temizlenebilir olmalıdır. Betonarme depoların iç yüzeyi derzsiz havuz seramiği kaplanabilir.
- Su depolarının altındaki tortu alınmalı ve depo yüzeyleri belirli periyotlarda temizlenmelidir.
- Temiz bir su deposu ve tesisat, Legionella Bakterisinin ihtiyaç duyduğu besin dolu ortamı barındırmaz.

24.3.2. LEGIONELLA BAKTERİSİ KONTROL YÖNTEMLERİ

a. Yüksek sıcaklıkta çalıştırma; sistem sıcaklıklarını 60°C ve üzerinde tutarak gerçekleştirilmektedir. Bu tercih edilen bir yöntemdir. Ancak bu uygulama

büyük ve eski tesisatlarda pratik olmamakta ve duş başlıklarındaki termostatik olmayan vanaların değiştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

b. Termik dezenfeksiyon metodunda; sistem sıcaklıkları 30 dakika boyunca 70°C ya da daha üstüne çıkmakta ve sıcak su, tesisattaki tüm açıklıklardan akıtılmaktadır. Herhangi bir Legionella Bakterisi salgınının belirtisi olduğunda, su sıcaklıkları 70-77°C sıcaklıklara kadar yükseltilmelidir. Günümüzde bu metod, bir çok kullanma suyu tesisatlarında bakterileri öldürmek amacı ile kullanılmaktadır. Tesisatlardaki büyük miktarlarda bio-film, temas süresini arttırmaktadır.

- Bu uygulamanın avantajı, fazla bir harcama yapılmaması ve hızlı bir şekilde uygulanmasıdır.
- Dezavantajı ise, kaynar su boşaltılırken büyük tesisatlarda koordinasyonun zorluğu ve kullanıcıların haşlanma riskinin olmasıdır.
- Legionella Bakterisi riskinin aşırı olmadığı bölgelerde bu sistem, en ekonomik işletme şartlarını sağladığı için tercih edilmektedir.

Sıcaklık Standartları	CDC	ASHRAE	SIPC	CCBC	ASPE	FREIJE	ASHE/ JCAHO
Soğuk Kullanma Suyu Depolama Sıcaklığı (Maksimum) (Su Deposu)	-	20°C	-	-	-	20°C	-
Üreme için Uygun Sıcaklıklar	32 - 41°C	25 - 42°C	-	-	-	20 - 50°C	14 - 42°C
Boylar Sıcaklığı (Maksimum)	-	60°C	-	-	-	60°C	60°C
Kullanma Sıcak Suyu Sirkülasyon Dönüş Sıcaklığı (Maksimum)	-	51°C	-	-	-	50°C	51°C
Normal Alanlarda Kullanma Suyu Sıcaklığı (Maksimum)	-	-	38°C	-	-	-	-
Hastaların Bulunduğu Alanlarda Kullanma Suyu Sıcaklığı (Maksimum)	-	-	43°C	46°C	46°C	-	-
Bakterinin Öldüğü Sıcaklık	-	60°C	-	-	-	55°C	55°C
Termal Şok için Gerekli Minimum Zamandaki Sıcaklık	5 dakika için 65°C	5 - 30 dakika için 71 - 77°C	-	-	-	5 - 30 dakika için 70°C	5 dakika için 70°C
Kısaltmalar CDC - Center for Disease Control and Prevention ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers SIPC - State of Illinois Plumbing Code CCBC - City of Chicago Building Code ASPE - American Society of Plumbing Engineers ASHE - American Society of Healthcare Engineering JCAHO - Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations FREIJE - Kaynak; Matthew FREIJE							

Tablo 24.26. KULLANIM SUYU TESİSATLARINDA LEJYONER HASTALIĞININ KONTROLÜ İÇİN ÇEŞİTLİ ORGANİZASYONLARIN VE AJANSLARIN YAYINLADIĞI SICAKLIKLAR

c. Bakır-gümüş iyonizasyon sistemi; bakır-gümüş elektrotların bulunduğu bir iyonlaşma odasının sisteme monte edilmesini gerektirir. Elektrotlara elektrik akımı gönderildiğinde pozitif bakır-gümüş iyonlar sistemdeki suda çözünecektir. Pozitif iyonlar mikroorganizmalara bağlanacak ve onların ölmesine neden olacaktır.

Bakır-gümüş iyonlarının optimum konsantrasyonları: Bakır için 400 ppb (milyarda bir) ve gümüş için 40 ppb(milyarda bir)'dir.

- Bu alternatifin avantajları, ekipmanın kolayca monte edilebilmesi, bakımının kolay olması ve kalıcı bir dezenfeksiyon sağlamasıdır.
- Dezavantajı ise, bu yöntemin ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetidir. Bakır-gümüş iyonlaşma yöntemi, genelde küçük sistemler için kullanılır.



Şekil 24.27. İÇTEN SERPANTİNLİ DİK TİP İÇİ CAM KAPLI HİJYENİK BOYLER

Daha çok bağışıklığın önemli olduğu hasta bakım alanlarında kullanılan domestik sıcak su sistemlerinde kullanılması tavsiye edilir. Sisteme bakır-gümüş iyonları ekleyerek iyonlaşma metoduna bir alternatif teşkil edecek uygulama ise, bakır-gümüş iyonlarının direkt olarak bir kimyasal besleme pompası yardımıyla sisteme enjekte edilmesidir. Düşük dozaalarda olsa bile bakırın direkt olarak kullanımı, düzgün bir şekilde yerleştirilip korunmadığı takdirde, çevre yetkililerinde bir takım şüpheler uyandıracaktır.

Bu sistemlerin uygulanması açısından, eğitimli ve dikkatli bir personel kadrosu gerekir.

d. Domestik sıcak su sistemlerinde kullanılabilir klor dioksit gaz enjeksiyonu; klor dioksit, bio-film tabakası içine girer ve bakteriyi büyüme yerinde öldürür.

- Bu yöntemin avantajları:
 - Uzun süre çözültide kalması,
 - Düşük konsantrasyonların yeterli olması ve
 - Klor korozyonunun minimize edilmiş olmasıdır.
- Dezavantajları:
 - Ekipmanın daha çok, küçük ve orta boyutlu uygulamalara uygun olması,
 - Ekipmanın pahalı olması ve
 - Her sıcak su sistemi için bir tane klor dioksit gaz jeneratörünün gerekli olmasıdır.
- Kullanma Yerleri:

Daha büyük uygulamalarda birkaç enjektörün kullanılabilmesi mümkündür. klor dioksit, bağışıklığın önemli olduğu hasta bakım alanları için gerekli olan, domestik sıcak su sistemlerinde kullanılması tavsiye edilen bir yöntemdir.
- Dozaj aralıkları 0,3-1 ppm arasında değişen halojenlerin (klor, brom, iyot) kullanılması, suyun pH'ı kontrol edildiği takdirde uygulanabilir bir seçenektir. Suyun pH'ı düştüğünde halojenin etkisi de düşecektir.

Son olarak, önemle üzerinde durulması gereken bir diğer husus, su kanallarına boşaltılan kanserojen halojenli bileşimlerdir. Suyun klorlanmasıyla oluşan TTHM, muhtemel kanser risklerini önleyecektir. Risk küçük derecelerde ise, EPA US su sistemlerindeki TTHM konsantrasyonunu azaltmayı denemektedir.

e. UV radyasyon yöntemi; sistemde bir nokta boyunca akarak yalnızca bakteriyi öldürmede etkili bir yöntemdir.

- Kullanma Yerleri: Yalnızca küçük uygulamalarda ve kısa boru tesisatlarında etkilidir.
- Dezavantajı: Büyük sistemlerde etkisizdir ve sistemin diğer bölgelerinde var olan kolonilerin büyümesini engelleyemez. UV'nin, Legionella Bakterisinin tek hücreli kesecikleri üzerindeki etkisi de bilinmemektedir.

- f. Ozon: Yakınlarındaki bakteriyi öldürmede etkilidir.
- Avantajları:
 - Ozonun sistemde çabuk çözünmesi bakteriyi öldürmeye yetecek konsantrasyonların elde edilmesini sağlar.
 - Su arıtma maliyetleri %85 azaltılır.
 - Kimyasal depolama ve atıkların depolanmasına gerek kalmayacaktır. Bir başka avantajı bu uygulamada TTHM'nin üretilmemesidir.
 - Dezavantajları:
 - Eski tesisatlarda korozyona neden olabilir.
 - Büyük sistemlerde etkisiz kalmakta ve kolonilerin oluşmasını engelleyememektedir.
 - Pahalı bir uygulamadır.
 - g. Aşırı Klorlama:
 - Avantajları:
 - Bakteriyi öldürmede etkili bir yöntemdir.
 - Dezavantajları:
 - Bakteriyi öldürmek için yüksek klor konsantrasyonları gereklidir. Klor kullanılması sonucu oluşan ürünler, potansiyel kanserojen maddelerdir. Klor, koroziftir ve boru tesisatında bir hata sayılabilecek aşınmaya neden olur. Bu nedenle, özellikle bir çok hastane uygulamasında pek tavsiye edilen bir yöntem değildir.
 - h. Filtreleme ve yeniden klorlama yöntemi; Yeniden klorlama sistemiyle birleşmesiyle birlikte, 5 mikronluk filtrelerin kullanımını gerektirir. Bu yöntem, sisteme filtrelenmemiş su beslemesi olması halinde, boru tesisatı içerisinde oluşacak yabancı maddeleri filtreleyip sistemi arındırmak amacıyla kullanılmaktadır. Böylelikle, bio-filmin yayılabileceği yerlerde oluşacak çökelti miktarı azaltılmış olacaktır. Tekrar klorlama, bio- film tabakasının büyümesini engellemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Klor konsantrasyonları, fazla klorlaşmayı önlemek amacıyla kontrol altında tutulmalıdır.
 - i. Filtreleme yöntemine ek olarak haftada iki kere ya da daha temel olarak her gece yarısı kimyasal besleme pompası yoluyla dörtlü amonyum biocide kullanılabilir. Bu bileşiğin, tercihen bakterinin bu bileşiğe karşı bağışıklık kazanmasını engellemek adına ve bir başka bileşiğin bakterinin gelişimine karşı daha farklı bir yöntemle karşı koyması adına, farklı bir biocide ile değiştirilmesi gerekir. İyi bir biocide alternatifi olarak tiokarbonat verilebilir; ancak farklı örnekler de mevcuttur.

24.3.3. LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROLÜ İÇİN TAVSİYELER

a. Yüksek oranda risk faktörü taşıyan (ameliyathaneler, ICU, AIDS ve kanser tedavi alanları vb) alanların, domestik sıcak su besleme sistemlerine, klor dioksit veya bakır-gümüş iyonizasyon ekipmanı monte edilmelidir.

- b. Nebulizasyon araçlarının dönemsel durulanması ve doldurulması için, düzenli olarak steril su kullanılması gerekmektedir.
- c. Hastane personelinin eğitilmesi gereklidir.

24.3.4. LEGİONELLA BAKTERİSİ KONTROL LİSTESİ

Kullanımda olan bir domestik sıcak su sisteminde Legionella Bakterisinin yayılmasını minimize edecek bir kontrol listesi aşağıda çıkarılmıştır.

- Domestik sıcak su sistemlerindeki ölü bölgeleri kaldırın. Gereksiz boru tesisatını kaldırmak için bir politika belirleyin.
- Fazla büyük duş kafalarını değiştirin.
- Tüm sistemde sirkülasyon olduğuna emin olmak için, sıcak su sirkülasyon hattını en uzak noktaya kadar uzatın.
- Tüm yeni boruların bakırdan yapılmış olması tavsiye edilmektedir, çünkü galvanizlenmiş demir borulara nazaran, korozyona karşı dayanımı artmış olacaktır.
- Yukarıdaki metotlar genellikle termik dezenfeksiyonla ilgili tavsiyelerdir. Bu yöntem daha az bir yatırımla gerçekleştirilebildiği için hemen uygulanabilir ve uygulama tamamlandığında ise bakteri kolonilerinin yok edilmesinde etkili olacaktır.
- Dezenfeksiyondan sonra, boru tesisatı içerisindeki bakteri seviyesini kontrol edebilmek için bir program uygulanmalıdır.

24.3.5. LEGİONELLA BAKTERİSİ VE TEMİZLİK

- Açık dolaşımli bir sistemin kontrolündeki en önemli nokta suyun temizliğidir.
- Kullanım suyunun filtrelenmesi kaydıyla su temizliği, kabul edilebilir bir seviyeye getirilebilir: 30-40 mikron.
- Bu da kum filtreleri veya torba filtreler kullanarak sağlanabilir.
- Çamur oluşumundan dolayı kum filtreleri, ayda bir kabartılmalıdır.
- Torba filtreler ise temizlik gerektirmediklerinden, en iyi filtrelerdir.
- Klasik su tasfiye yöntemlerindeki sorun, Legionella Bakterisini etkin bir şekilde önleyecek "büyülü kurşunların" bulunmamasıdır. Eğer suyun temizliği sağlanmış ve borulardaki çamur oluşumu engellenmesi gerçekleşmiş ise, bu sistemde filtreleme kullanılmıştır.
- Bazı kimyasalların petri-kolonileri (laboratuarda yetiştirilen Legionella Bakterisi) üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Ancak saha etkinliği testleri, bu patojenik grubu kontrol etme iddialarını çürütür (**Bakınız XXX. Bölüm; Lejyoner Hastalığına Karşı Mekanik Tesisatta Alınabilecek Önlemler**).

24.4. SIHHİ TESİSATTA ENERJİ EKONOMİSİ

Ekolojik dengelerin korunması, azalan temiz su kaynaklarına sahip çıkılması ancak kullanma suyunun dikkatli harcanması ile mümkündür.

Kullanma soğuk ve sıcak su tüketimini konforu düşürmeden azaltmak, su maliyetlerinde ciddi tasarruflar sağlayacaktır. Su tüketimini azaltarak pompalama ve ısıtma için harcanan enerjiden de ciddi tasarruflar sağlanacaktır. Suda yapılacak tasarruf, hem su maliyetlerinde hem de ısıtma ve basınçlandırma enerjisi maliyetlerinde tasarruf anlamına gelir ki birim su tasarrufu, maliyetlerde iki misli veya daha fazla azalmaya neden olur.

Konu, 5 ana başlıkta yoğunlaşmaktadır:

- Su tüketimini ve maliyetini azaltmak
- Su dağıtım ve basınçlandırma sistemlerinde enerji ekonomisi
- Sıcak su tesisatında enerji ekonomisi
- Hijyen
- Lejyoner hastalığı riskini önlemek

Amaç: Kullanmadan tüketmeyi önlemek, konforu artırmak ve hijyen koşullarını sağlamak.

Sonuç: Su ve enerji tasarrufu, daha hijyenik koşullar ve en önemlisi de ekolojik dengenin korunması.

24.4.1.1. Temiz Su Tesisatında Su Tüketimini Azaltmak

- Su, dünyanın en kıymetli kaynaklarından biridir.
- Su, gün geçtikçe daha değerli hale gelen doğal bir kaynaktır.
- Dünyanın su kaynakları zaman içinde artmayacak, tam tersine tüketim artacaktır.
- Su kaynaklarının artmayacağı ve daha çok kirleneceği de dikkate alınır, su daha da kıymetli bir kaynak olacak ve değeri çok daha fazla artacaktır.
- Enerji maliyetlerindeki artış da (petrol, elektrik vb) su maliyetini arttıran diğer bir etkidir.
- Nüfus artışı ve refah düzeyinin yükselmesi, suya olan talebi artıracaktır.
- Ayrıca su tüketimi, sadece evsel kullanımla da sınırlı değildir. Mekanik tesisatın, endüstriyel ve tarımsal amaçlarla büyük ölçekte su tüketimi konusudur.
- Bu çalışmada binaların, özellikle de ticari binalarla ofis binalarının su kullanımı üzerinde durulmuştur.
- Su, tuvaletlerde kullanılan bir numaralı doğal kaynak olmakla birlikte, tek tüketim de değildir. Tuvaletlerdeki toplam tüketim, aydınlatma ve havalandırma için kullanılan elektrik enerjisi ile kağıt kullanımı dolayısıyla orman ürünleri gibi diğer doğal kaynakları da kapsamaktadır.

24.4.1.1.1. Mimari Tasarım Önlemleri

a. Mimaride banyo, WC gibi ıslak hacimler olabildiğince düşey doğrultuda üst üste, yatay doğrultuda da yan yana yerleştirilmeli ve mümkün olduğunca mekanik tesisat merkezine yakın olmalıdır.

Bu hacimlere hizmet veren tesisat şaftları oluşturulmalı ve her banyodaki tesisat şaftının yeri, şaft ile son armatür arasındaki mesafe en az olacak şekilde tasarlanmalıdır (*Şekil 24.28A, B ve C*). Böylece boru uzunluklarını minimumda tutmak mümkün olur. Bu, enerji kayıplarının ve boru maliyetinin azalması anlamına gelir. Böylece;

- Boru maliyeti,
- Pompalama, elektrik enerjisi maliyeti,
- Kullanma sıcak suyu ve sirkülasyon borusundan ısı kaybı azalır.

b. Tesisat şaftları (boşlukları) yeterli büyüklükte, ulaşılabilir ve boruların montajının, izolasyonunun ve bakımlarının kolay yapılmasını sağlayacak şekilde planlanmalıdır. Otel, iş merkezi vb yerlerde şaft kapakları yerine, şaft kapıları yapılmalıdır.

c. Donma riskini azaltmak için, kullanma suyu borularını soğuk bölgelerde dış duvar içinden geçirilmemelidir.

d. Kullanma sıcak su ve sirkülasyon boruları da (olabildiği kadar) ısı kaybını azaltmak için dış duvar içinden geçirilmemelidir (*Tablo 24.29*).

e. Su depoları:

- Mutlaka toprak altında olmalıdır. Toprak üstünde (ve özellikle güneş alan) depolarda bakteri üremesi çok hızlı gerçekleşmektedir. (Her suda bakteri vardır. İçilebilir veya kullanılabilir sularda bakteri oranı çok düşüktür. Suyun sıcaklığı, bu düşük orandaki bakterilerin hızla çoğalmasına olanak sağlar.)
- Su depolarının iç yüzeyi olabildiğince pürüzsüz olmalıdır. Kargir depolar da derzsiz havuz seramiği kaplanabilir.
- Binalara dağıtımı yapılan su, su depolarında ve tesisatta kirlenmelerden korunmalıdır.

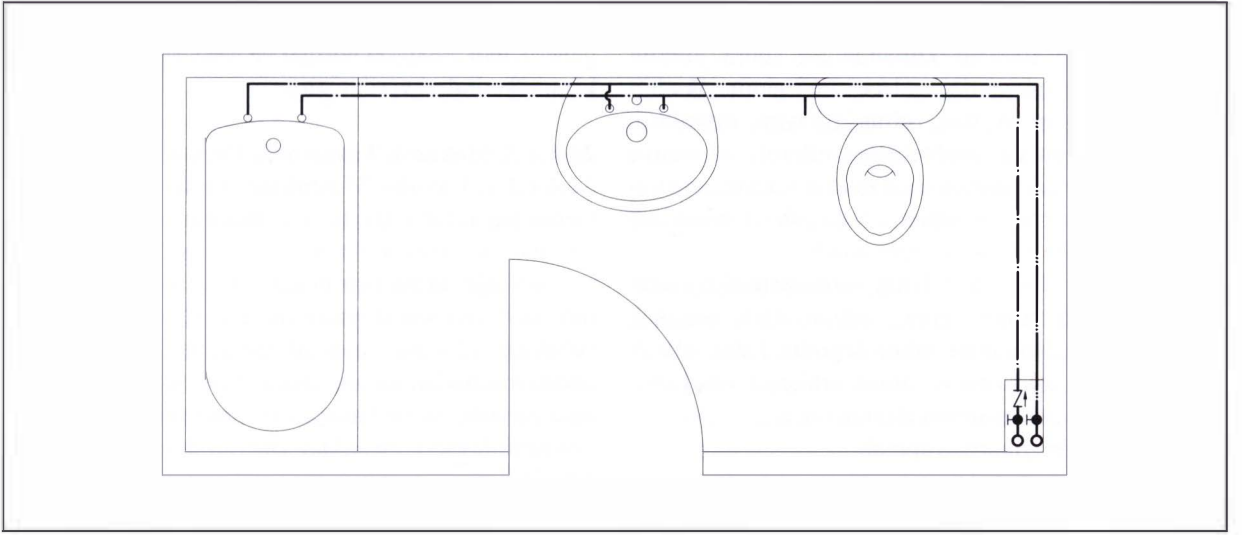
24.4.1.2. Daha Az Su ile Daha İyi El Yıkama

Hijyen uzmanlarına göre elleri yıkamak hastalıkların yayılmasını önleyen en önemli unsurdur. El yıkama, solunum yolu enfeksiyonlarına, bağırsak hastalıklarına ve özellikle Türkiye’de çok yaygın olan sarılık da dahil olmak üzere pek çok bulaşıcı hastalığa karşı savunmanın birinci basamağıdır.

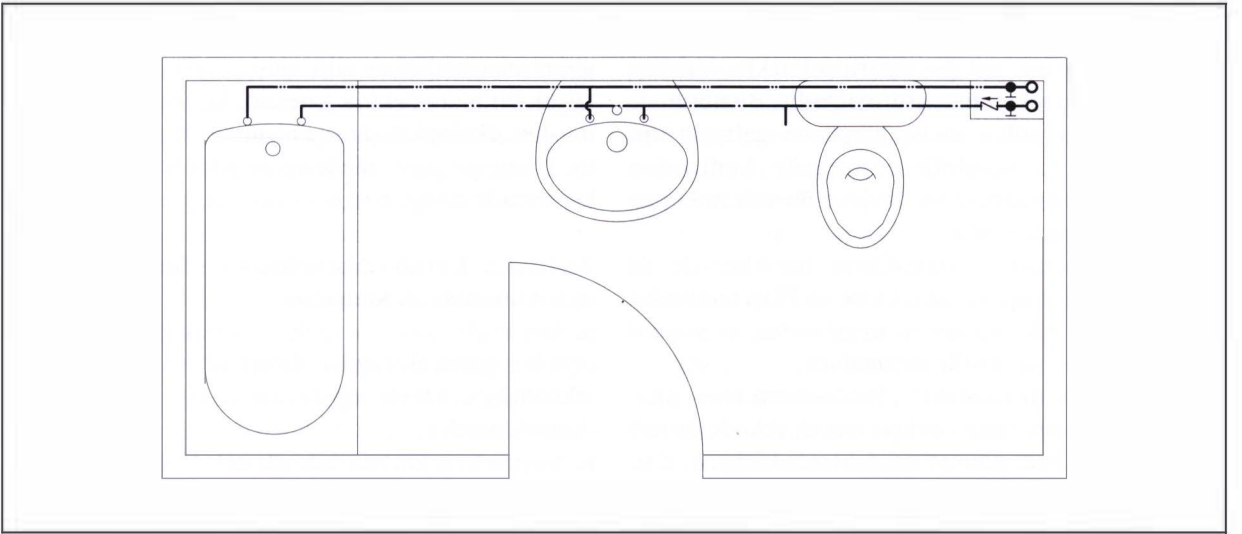
Hapşırma, öksürmek ve hayvanlara dokunmak gibi eylemlerden ve özellikle tuvalete gittikten sonra, eller mutlaka yıkanmalıdır. Bu, genelde bilinmesine rağmen, pratikte pek uygulanmamaktadır.

Türkiye’de;

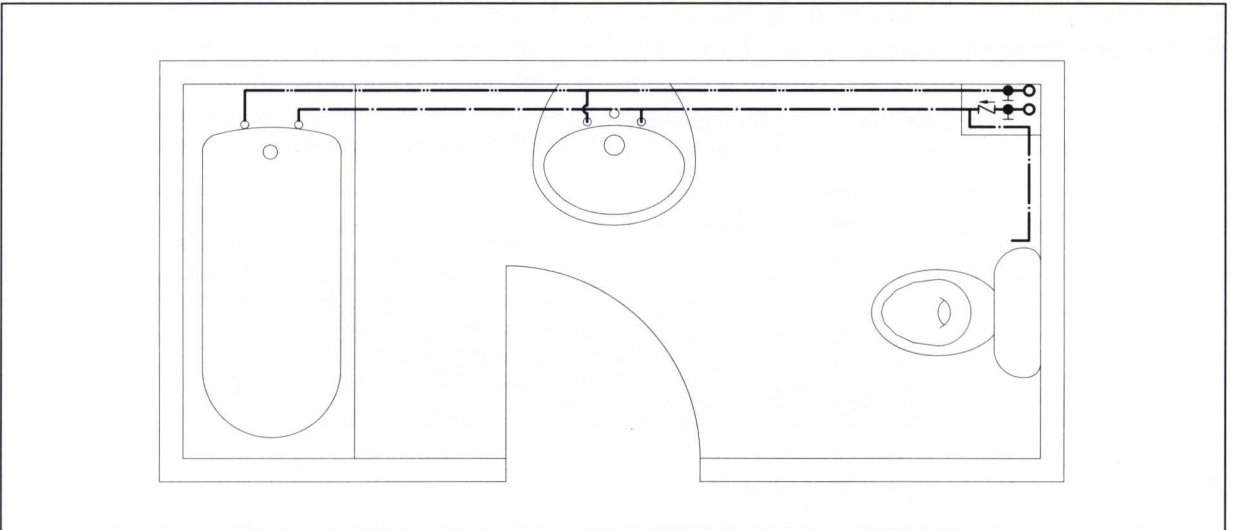
- Taharetlenme alışkanlığı vardır. Bu yüzden eller çok daha iyi yıkanmalıdır.
- Sarılık (hepatit) hastalığı çok yaygındır ve çok yüksek risk oluşturur.
- Hayvanlar ile temas da her zaman risktir.



Şekil 24.28A. TESİSAT ŞAFTI UZAK, BORU ÇOK DOLAŞIYOR



Şekil 24.28B. DOĞRU MİMARİ VE TESİSAT DÜZENLENMESİ (Boru uzunluğu daha az)



Şekil 24.28C. DOĞRU MİMARİ VE TESİSAT DÜZENLENMESİ (Boru uzunluğu az)

2000 yılında yapılan bir ankete göre; Amerikalı yetişkinlerin %95'i tuvaleti kullandıktan sonra ellerini yıkadıklarını söylese de, sadece %67'sinin yıkadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, elini yıkayan insanların büyük bir kısmı da, muhtemelen ellerini 20 saniye sabunla ovamamaktadır. Ayrıca ellerin yıkanması sırasında, özellikle parmak aralarının da çok iyi sabunlanmasını çok daha az insan yapmaktadır.

Halbuki FDA (Food and Drug Administration) tarafından yapılan tanıma göre, sadece elleri ıslatmak veya hafifçe sabunlamak etkili değildir. Etkili olarak elleri, parmak aralarını ve tırnak aralarını yıkayabilmek için elleri, akan suyun altında önce:

- 4 saniye ön yıkama yapmak,
- 20 saniye sabun ile ovalamak ve
- 4 saniye durulamak gerekir (Açma-kapama için de ayrıca 5 saniye gerekir.).

(Sabunun kirleri absorbe etmesi için 20 saniye süre gereklidir.)

Öte yandan el yıkama sıklığını ve ovma süresini arttırmak, hijyen gereği yararlı olmakla birlikte, kullanma suyu tüketimini artırmaktadır. Bu durumda suyun verimli kullanılması gündeme gelmektedir. Örneğin genel tuvaletlerde sensör kumandalı musluklar kullanılabilir ve böylece önemli miktarda su tasarrufu sağlanabilir.

Normal ve sensörlü muslukların her ikisinde de 8,3 l/dak akış olduğu kabul edilirse ve FDA tarafından tanımlanan el yıkama işlemi uygulanırsa, el yıkama başına 4 litre su tasarrufu sağlanabilir.

Sensör kumandalı musluklar, kullanıcının elleri aktif bölgede olmadığı zaman çalışmayacak şekilde dizayn edilmiştir. Halbuki normal musluklarda kullanıcı ellerini ovarken önemli miktarda su harcanmaktadır.

Aynı zamanda sensör kumandalı musluklara alışkın kullanıcılar normal muslukları açık bırakıp gidebilmektedir. Örneğin, 1.000 kişinin haftada beş gün çalıştığı bir ofis binasında, ortalama her kişi günde üç defa sensörlü musluğa sahip lavaboda ellerini yıkasa, bu, haftada

Boru Çapı Ø	Su Sıcaklığı 45°C		Su Sıcaklığı 60°C
	Ortam Sıcaklığı 20°C	Ortam Sıcaklığı 15°C	Ortam Sıcaklığı 15°C
15 (1/2")	43	77	136
20 (3/4")	61	95	160
25 (1")	75	109	178
32 (1 1/4")	89	123	197
40 (1 1/2")	101	134	212
50 (2")	111	145	226

Tablo 24.29. DUVARA 3 cm GÖMÜLÜ 1 m BORUDAKİ ISI KAYBI (W/m)

15.000 el yıkamaya ve 60.000 litre su tasarrufuna karşılık gelir. Tablo 24.30'da normal ve sensörlü musluklardaki su tüketimleri verilmiştir.

24.4.1.3. Mekanik Tasarımda Önlemler

24.4.1.3.1. Lavabo Muslukları ve Duş Bataryaları

Genel hacimlerin lavabo musluklarında su kullanımı, 10 l/dak'nın altında olmalı veya otomatik musluklarda (her açıldığında belli bir miktar su akıtanlarda) su kullanımını 0,95 litre/kullanımdan daha az olmalıdır. Daha az su akıtan (2 l/dak veya 10 saniyede 0,4 litre) genel hacim muslukları da mevcuttur. Musluk uçlarında mutlaka perlatör (su ile havayı karıştıran parça) olmalıdır. Sensörlü lavabo muslukları önemli derecede su tasarrufu sağlarken, sensörle çalışmak için enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bu ürünlerden bazıları alternatif akımla çalışan kablolu ürünlerdir. Ama pilli olanlar daha yaygındır. Pilleri modellerin montajı daha ucuzdur. Çok sık kullanılmayan yerlerde, bu pillerin ömrü 3 yıla kadar uzayabilir. 2002 yılının sonunda Amerika piyasasına giren mangandioksit pilli musluklarda, pili şarj eden küçük bir hidroelektrik jeneratör kullanılmaktadır. Bu musluk, ekolojik tasarım anlamında harika bir örnektir. Üreticiye göre, günde en az 5 kullanım için 10 yıl boyunca herhangi bakım ihtiyacı duymaz.

24.4.1.3.2. Lavabo Muslukları ve Duş Bataryaları için Alınabilecek Önlemler

- a. Armatürler tüketimi azaltmaya teşvik edici, kullanıcıya hoş gelen elemanlar olmalıdır. Armatür seçerken teknolojiyle birlikte sağ duyuyu da göz önünde bulundurmak gerekir.
- b. Suyun basıncı, musluk ağzında yüksek ve değişken olmamalıdır (5-10 mSS akma basıncı genellikle yeterlidir).
- c. Uygulamada aynı su sisteminde basınçlı duş başlıkları veya farklı basınçta çalışabilen duş başlıkları kullanılmamalıdır.
- d. Olabildiği kadar kaliteli armatürler seçilmelidir.
- e. Kullanma suyunun tüketiminin azaltılmasında en başta, daha verimli armatürlerin kullanılması gerekmektedir. Daha verimli armatürden kastedilen:

Ölçümler	Normal Musluk	Sensör Kumandalı Musluk	Tasarruf (Fark)
1 el yıkama işleminde kullanılan su miktarı (litre)	4,6	0,6	4,0

Tablo 24.30. NORMAL VE SENSÖR KUMANDALI MUSLUKLARDAKİ SU TÜKETİMLERİ (Bir kullanım için)

- Yeterli su debisini sağlayan,
- Duş başlığı suyu iyi pülverize eden,
- Duş bataryası su sıcaklığını ve debisini kolayca kontrol imkanı veren,
- Lavabo, eviye, duş alt musluğu ise ucunda perlatör (aeratör) olan,
- Salmastrası kaliteli (kapatıldığında suyu damlatmayan) olan,
- İyi bir yıkamaya olanak sağlarken, gereğinden fazla suyu akıtmayan bataryalardır.

f. Duşun günde bir kere kullanılmasında, 40°C'lik tüketim sıcaklığı ayarlanana kadar ortalama 35 saniye süresince faydalanılmadan su akıtılır. Bu durumda yılda 1.680 litre su kaybı ve 29 kWh enerji kaybı oluşur.

g. Duş başlıkları genel duşlarda küçük boyutlu seçilmelidir.

h. Lavabo musluklarının "Aç-Kapa" diye tarif edilen miks tipte olması genellikle kullanımı kolaylaştırır. Kapatıp açıldığında aynı sıcaklıkta su kullanılır, sıcaklık ayarı için boşa su akıtılmaz, konfor ve tasarruf sağlanır. Ancak yanlış konumda kullanıldığında ise duş yaparken veya mutfak eviyesinde ya da lavabolarda musluğun her açılışında gereksiz şekilde sıcak su sarfiyatına sebep olmaktadır. Bunların yerine sıcak ve soğuk su musluklarında ayrı ayrı olan armatürlerin kullanılması, sıcak su sarfiyatında tasarruf sağlayacaktır. Ya da sıcaklık kontrol ayarı olan, istenirse kol kaldırıldığında yalnız soğuk su akıtan tip miks bataryalar kullanılabilir.

i. Miks batarya kullanıldığında önlem alınmazsa soğuk su, sıcak suya veya sıcak su, soğuk suya karışabilir. Su sıcaklığında dalgalanmalar olur. Örneğin birkaç bataryada soğuk su kullanılırken, soğuk su borusunda basınç düşer. O anda kullanılmayan bir miks bataryada sıcak su (sıcak su borusundaki basınç daha yüksek kaldığı için) soğuk su devresine girer veya musluklar kapalıyken, doğal sirkülasyon ile soğuk su-sıcak su borularındaki su birbirine karışabilir.

Çözüm için iki önlem alınabilir.

- Miks bataryalar kullanılmadığı sürelerde tam sağ veya sol konumda tutulabilir. Ancak kullanıcılar-dan sürekli bu dikkati göstermesi beklenemez.

- Her WC veya banyo hacminin soğuk ve sıcak su girişlerinde çek valf kullanılması ters akımı önleyeceği için istenmeyen karışımlar da önlenmiş olur.
- j. Musluklarda sudan tasarruf etmek için anahtar çözüm, su akış debisinin ve süresinin kısıtlanmasıdır. Bu amaçla özellikle genel lavabolarda sensör kumandalı musluklar kullanılmalıdır.

24.4.1.3.3. Klozet Seçimi

a. Klozette üç özelliğe dikkat edilmelidir:

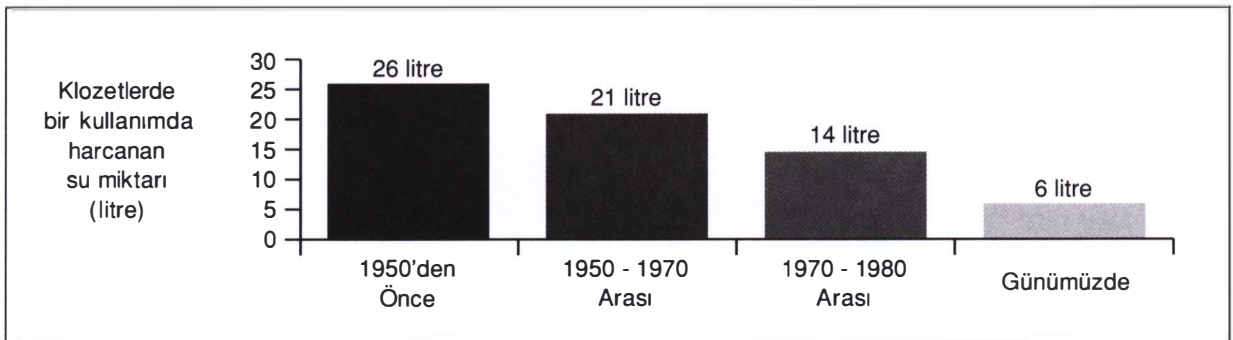
- Yüzey yıkama yeteneği (tam yıkama)
- Temizleme kapasitesi (rezervuar su hacmi)
- Rezervuar iç takımı kalitesinin rezervuara uyumu (rezervuarda su kaçacağı riski olmaması)

b. Klozetlerdeki su tüketiminde büyük gelişme olmuştur. 1950'den önce ilk klozetlerde her sifon çekişinde 26 litre su tüketilmekteydi. 1950-1970 yılları arasında gelişen tiplerde tüketim 19-21 litre mertebelerine inmiştir. 1980'lerden bugün geçerli standartların kullanılmasına başlandığı 1997 yılına kadar da 12-15 litre su kullanılmaktaydı. 1 Ocak 1997'den bu yana ABD'de ticari binalardaki tuvaletlerde klozet yıkamada 6 litre/kullanım değerinden daha fazla su kullanılması yasaklanmıştır. Bu standart, her yıl milyonlarca litre su tasarrufu sağlamaktadır. Bazı tip klozetler daha da fazla tasarruf yapabilmektedir. Hatta bazı basınç kontrollü klozet tipleri 1,9 litre/kullanım değerinden de az su ile çalışabilmektedir. Bazı klozetler vakum pompası veya hava kompresörünü çalıştırmak için elektriğe ihtiyaç duysa da, diğerleri havayı sıkıştırmak için su besleme hattını kullanmaktadır (Şekil 24.31).

Çift akışlı klozetler, sıvı ve katı atıkları yıkamada farklı su miktarları sağlar. Sifon kolu, bir yöne bastırıldığında 3,8 litre; diğer yöne bastırıldığında 6 litre su kullanılır. Böylece sadece idrar halinde daha az bir suyla yıkama imkanı verilmiş olur.

c. 6 litre su ile tam yıkama ve temizlemeyi sağlayan tip klozet-rezervuar ikilisi, bugün için ideal klozet tipidir.

d. Tasarruflu rezervuar, hacmi optimum büyüklükte olan rezervuardır. Çok küçük rezervuar kullanılması her zaman su tüketimini azaltmaz. Çünkü bu durumda tek kullanışta istenilen temizleme sağlanamayacak,



Şekil 24.31. YILLARA GÖRE KLOZETLERDE SU KULLANIMI

rezervuar bir kaç kez çekilecektir. Klozet ve rezervuar birbirine uyumlu olmalıdır.

e. Klozetlerde taharet amacıyla içilemeyen su (arıtılmış atık su) kullanımı:

Binalardaki tuvaletlerde, atık su arıtma tesislerinden elde edilen arıtılmış su kullanılabilir. Arıtılmış su, kimyasal arıtmayla atık sulardan elde edilir ve binalara ayrı besleme hatlarıyla ulaştırılır.

Arıtılmış su, çamaşırhane, duşlar ve lavabolardan gelen ve gri su diye adlandırılan atık sudan çok farklıdır. Gri su genellikle evlerdeki tuvaletlerde klozet yıkamada kullanılır Arıtılmış suyun mevcut olduğu yerlerde, tuvaletler için mutlaka arıtılmış su kullanımı düşünülmektedir. Halen arıtılmış su yoksa; fakat ileride arıtılmış su kullanıma sunulabilecekse, bina sahipleri arıtılmış suya kolay bir geçişi sağlayabilmek için, ikili boru tesisatını inşaat esnasında düşünmelidir.

24.4.1.3.4. Pisuarlar ve Pisuar Muslukları

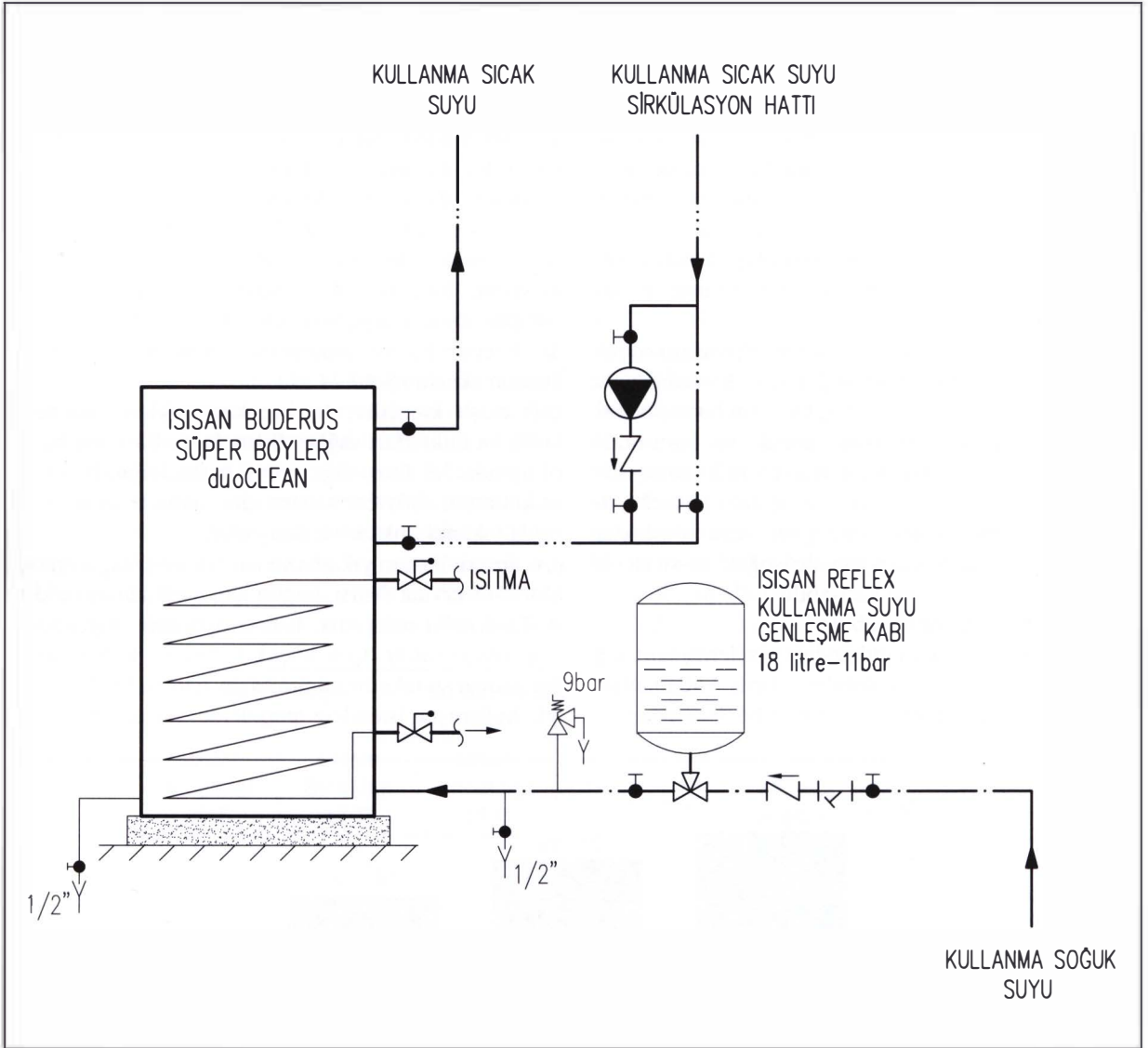
a. Pisuarlarda yüzey yıkama yeteneğinin iyi olması koku sorununu önler.

b. Klasik tip pisuar muslukları kullanılmamalıdır.

c. Otomatik pisuarlar genel hacimler, büyük otel ve işletmeler için uygundur. Ancak her pisuarın su kontrolünün ayrı yapılması, su tüketimini azaltacaktır.

d. Bas tipi pisuar musluklarının maliyeti düşük olduğu için, kullanımı daha yaygınlaştırılmalıdır. Küçük işletme ve ofisler için daha pratik çözüm olabilir. Ancak projede boru çapları buna göre yapılmalıdır.

e. Otomatik pisuarlar bir kullanımda 4 litreden daha fazla su tüketmemelidir. Bununla birlikte su tüketmeyen yeni tip pisuarlar geliştirilmiştir. Bu ürünlerde sifon yapmayı sağlayan, idrardan daha hafif sıvılardan faydalanılmaktadır.



Şekil 24.32A. KULLANMA SUYU HİJYENİK GENLEŞME TANKI BAĞLANTI ŞEMASI (ÖZEL BAĞLANTI ELEMANI İLE SUYU SİRKÜLE EDEN TİP)

24.4.1.3.5. Genel

a. Boylerlerin soğuk su girişine genleşme deposu monte edilmelidir (Şekil 24.32A ve B). Genleşme deposu, içindeki suyu sirküle eden, hijyenik tipte olmalıdır. Türkiye’de bu alışkanlık olmadığı için emniyet ventilleri akıtmakta veya damlatmaktadır. Bu, hem emniyet açısından risk oluşturmakta, hem de su kaybına neden olmaktadır.

b. Radyatörlere dönüş musluğu takılmalıdır. Aksi takdirde binalarda, her daire boyanırken sistemdeki su boşaltılmakta ve tekrar doldurulmaktadır. Bu şekilde çok önemli miktarlarda su tasarrufu mümkün olur.

24.4.1.4. Uygulamada Yapılabilecekler

a. Musluk, duş başlığı, batarya imalatçıları hangi basınçta hangi debinin alınabildiğini vermelidirler.

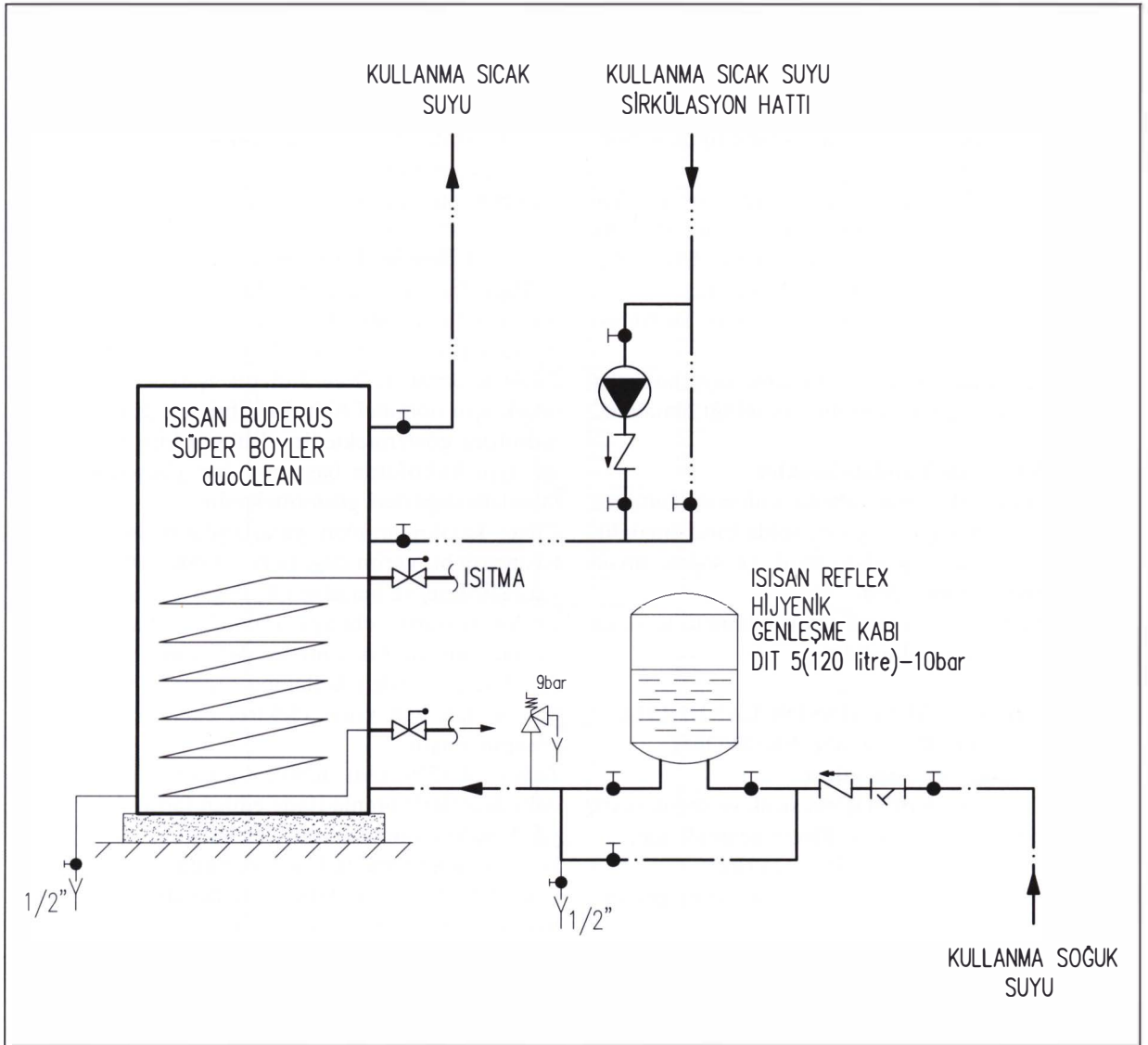
b. Musluk uçlarındaki havalandırıcılar perlatör (aerator)

olan tipler kullanılmalıdır. Bunlar akışı kısıtlarken, su ile havayı karıştırarak akıttığı için su hacmini daha fazla gösterirler. Su tüketimini azaltırlar.

c. Su sıcaklığında ve basıncında dalgalanma olmamalıdır. Miks tipi banyo bataryalarında soğuk su basıncındaki (başka yerlerdeki kullanımla ilgili) değişimler, su sıcaklığının değişmesine neden olur. Bu durumda haşlanma riski bile oluşabilir. Klozetlerin taharet musluklarından zaman zaman sıcak su akan birçok bina vardır.

d. Duş başlıkları küçük ve ince delikli ise su tüketimi azalır. Ancak su kireçliyse delikler çabuk tıkanabilir.

e. Şantiye, spor salonu gibi yerlerde duşlarda mümkünse kurna ağzı olmayan duş bataryaları seçilmelidir. Sadece duş başlığına su veren tip bataryaların seçilmesi ile daha az su tüketilecektir. Duşa ilk girildiğinde kurna boşaltma ağzından su akıtılarak sıcaklık ayarı yapılırken;



Şekil 24.32B. KULLANMA SUYU HİJYENİK GENLEŞME TANKI BAĞLANTI ŞEMASI (KONSTRÜKTİF OLARAK İÇİNDE SU SİRKÜLE EDEN TİP)

- Fazla su dökülür,
- Yandaki duşlarda suyun sıcaklığı değişir (boru çapları yeterli büyüklükte değilse),
- Diğer duşakilerin de sıcaklık ayarını değiştirmek istemeleri sonucu:
 - Duşta kalma süreleri artar. Konfor bozulur.
 - Daha fazla soğuk ve sıcak su (enerji) tüketilir. Suyun doğrudan duş başlığından akması su tüketimini azaltacaktır.
- f. Genel duşlarda duş başlıkları küçük seçilmelidir.
- g. Genel duşlarda ve tuvaletlerde verimli su kullanımını teşvik eden kullanım kılavuzları asılmalıdır.
- h. Bulaşık makinesi kullanımı (elde yıkamaya göre)
 - Daha az soğuk su tüketir,
 - Daha az sıcak su tüketir,
 - Daha temiz ve hijyenik yıkama yapar,
 - Tabak, bardak kırılma riski azalır.
- i. Filtreler
 - Su filtreleri pislik tutmaya başladığında direnç yaratarak enerji kaybına neden olur.
 - Filtreler tıkanmaya başladığında ise enerji kaybı çok artar ve konfor bozulur.
 - Filtre ve pislik ayırıcılar, olabildiğince boru çapından büyük seçilmelidir.
 - Büyük tesislerde ana su girişlerinde veya hidrofor çıkışlarında, işletilmesi ve bakımı zor pislik tutucular yerine, katı tutma hacmi büyük olan sanayi tipi su filtreleri kullanılmalıdır.
- j. Su yumuşatma cihazları öncesinde yine su filtresi kullanılmalıdır.
- k. Su ve buz pınarlı buzdolabı ve içme suyu tesisatlarındaki filtrelerde parazitleri tutma özelliği olmalıdır.

24.4.1.5. İşletmede Yapılabilecekler

- Tek kollu miks bataryalarda kullanım bittikten sonra, kol en sağda veya en solda bırakılmalıdır. Böylece kullanım yokken sıcak ve soğuk suyun karışması önlenmiş olur.
- Musluklar düzenli olarak tamir edilmeli, tesisatın sürekli bakımı yapılmalıdır.

24.4.2. SU DAĞITIM VE BASINÇLANDIRMA (Hidrofor) SİSTEMLERİNDE EKONOMİ

24.4.2.1. Su Dağıtım Sistemleri

- a. Su dağıtım sistemlerinin işlevi sıcak ve soğuk suyu,
 - Binanın her yerindeki kullanım apareyelerine,
 - Uygun basınç ve sıcaklıkta iletme.
- b. Bu sistemlerin aşağıdaki temel amaçları gerçekleştirmesi gerekir:
 - Suyu, uygun bir hacimsel debi, minimum basınç kaybı ve maksimum akış koşulları ile en uzakta-ki apareye ulaştırılmalıdır.
 - Maksimum ve minimum basınç koşullarında, en uzak ve en yakındaki apareyde gereksinimleri karşılamaya yeterli basınç aralığında su sağlanmalıdır.

- Sistem aşırı basınçlardan korunmalıdır.
- Yüksek yapılarda çok önemli olduğu bilinen basınç kayıpları en az olacak şekilde tesisatın projelendirilmesi ve uygulaması konusundaki deneyimler, en küçük yapılar ve villalar için de geçerli olmalıdır.

24.4.2.2. Su Basınçlandırma Sistemleri

a. Yüksek yapılarda, sistemi basınç kademelerine ayırarak, her kademeye özel hidrofor kullanmak daha doğrudur. Yaklaşık olarak her 35 m statik yükseklik, bir basınç zonu olmalıdır (*Şekil 24.33*).

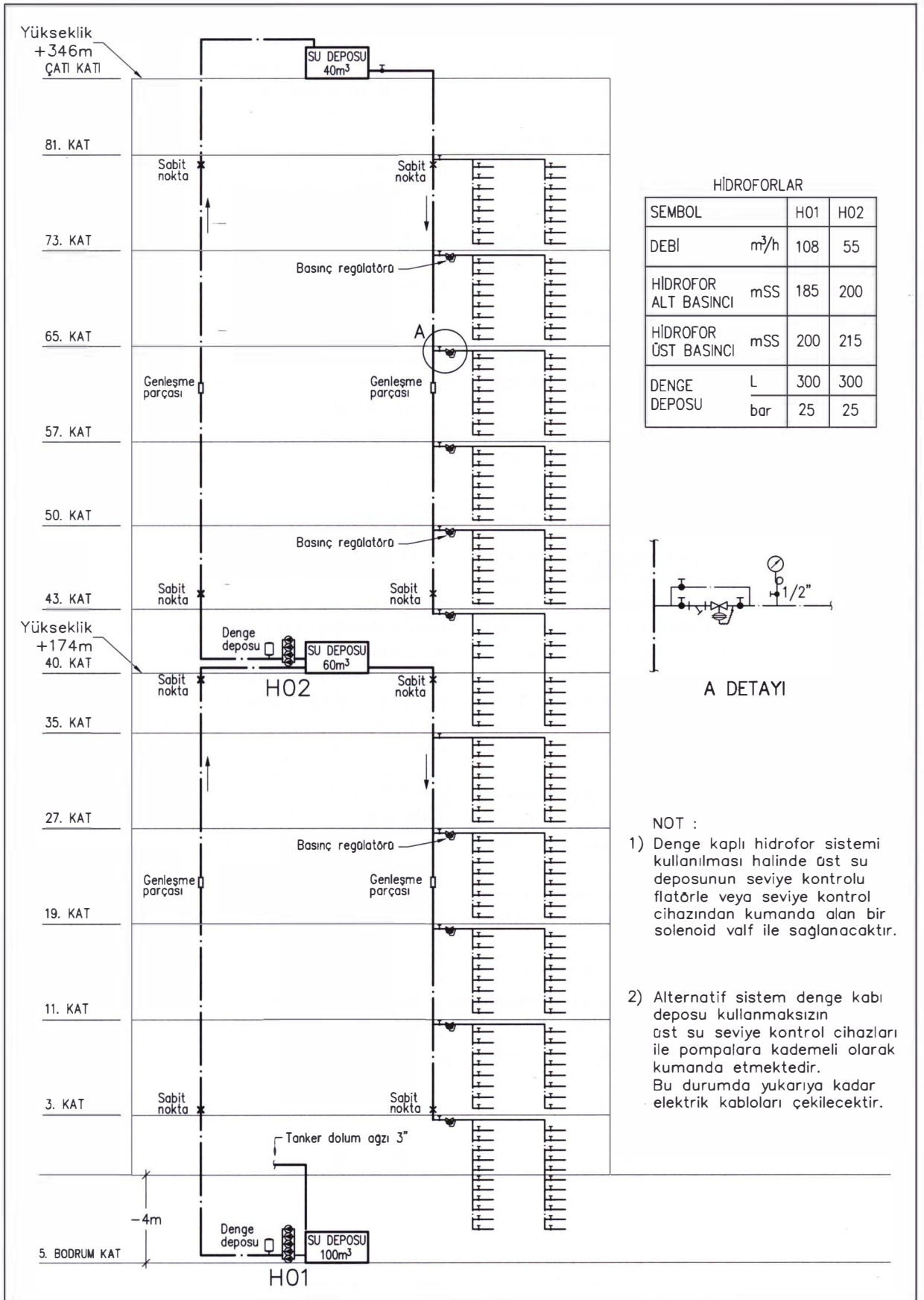
- b. Gereksiz yere hidrofor basıncı yükseltildiğinde,
 - Pompa verimi düşer.
 - Hidrofor pompalarındaki elektrik enerjisi tüketimi artar. Fazla enerji, sürtünmelerle kaybedilir.
 - Musluktan akan su debisi artar. Dolayısıyla basınç artışı aynı zamanda gereksiz su tüketimine neden olur.
 - İhtiyaçtan daha fazla olan basınç nedeniyle sıçrama, ses, şiddetli akış oluşur, konfor bozulur.
 - Borulardaki su hızı 2 m/s'nin altında olmalıdır. 3 m/s değerini geçerse aşırı akış oluşur ve gürültüye neden olur.
 - Boru tesisatı ile bataryaların bakır borularının bağlantı noktaları ve bunun gibi tesisatın zayıf noktalarından kaçaklar oluşabilir.

c. Hidrofor basıncının gereksiz yere artırılmasının neden olduğu enerji kaybını değerlendirmek üzere, üç farklı hidrofor ele alınmıştır. Bunlar *Tablo 24.34*'te örnek 1, 2 ve 3 olarak işaretlenmiştir. Her örnek için nominal hidrofor, ihtiyaca göre seçilmiş hidroforu göstermektedir. Yükseltilmiş basınç hali ise aynı hidroforda basıncı 1 bar yükseltme durumundaki değerleri göstermektedir.

Cihaz kataloglarından yararlanılarak her hal için basınç, debi, verim değerleri okunup *Tablo 24.34*'e yerleştirilmiş ve buradan güç değerleri hesaplanmıştır. Muslukların debi ayarlı olduğu ve basınç artımına rağmen su tüketiminin değişmediği ve *Tablo 24.35*'te gösterilen kullanma rejimi kabul edilerek her bir hal için yıllık elektrik enerjisi tüketimleri hesaplanmıştır.

Tablo 24.35'te tam debiye (nominal hidroforların debi değerleri) oranla ifade edilen farklı debilerdeki yıllık su kullanım süreleri verilmiştir.

Buna göre nominal hal ile yükseltilmiş basınç halindeki elektrik tüketim farkları ve bunun nominal elektrik tüketimine bölünmesiyle bulunan artış oranları *Tablo 24.34*'te son satırlarda görülmektedir. Buna göre hidrofor basıncını 1 bar artırmakla (çalışma basınçları ve hidrofor pompasının karakterine bağlı olarak) yıllık elektrik tüketimi %20 ile %52 oranında artabilmektedir. Nominal basınç değerleri düşüğe, 1 bar basınç artışı daha fazla etkili olmaktadır.



Şekil 24.33. TEMİZ SU DAĞITIM SİSTEMİ PRENSİP ŞEMASI

d. Hidrofor çıkışında basınç regülatörü kullanılmalıdır. Böylece basınç dalgalanmaları önlenir, konfor artar, tesise istenen sabit basınçta su gönderileceği için su tüketimi azalır.

e. Kullanma suyu için yaklaşık 5 m³/h debiden sonra çok pompalı (kademeli) hidrofor kullanılmasını tavsiye ediyoruz. Azalan enerji tüketiminden olan kazanç, fiyat farkını bir veya birkaç yılda amorti eder ve kısmen yedekleme imkanı oluşur.

f. Şehir şebekesindeki basıncı mümkün olduğunca kullanmak gerekir (Şekil 24.36). Ancak çek valflerden önce pislik ayırıcı kullanılmalıdır. Özellikle by pass hattındaki çek valfin arasına pislik girerse şebeke suyunun, geri kaçma riski oluşur.

g. Büyük tesislerde değişken devirli pompalı hidrofor kullanılmalıdır (Genellikle gerekli basınç sabit kaldığından değişken devirli tek pompa kullanımı hidrofor uygulamalarında uygun değildir. Bunun için çok pompa kullanmak ve pompalardan birini değişken devirli yapmak uygundur.).

h. Basınçlandırma sistemlerinde bütün bina tek pompa ile beslenirse (Amerika'da eskiden yapıldığı gibi):

- Değişen debi dolayısıyla pompa maksimum verim noktasında çalışmaz. Zamanın büyük kısmında kısmi yüklerde ve verimsiz noktada çalışır.
- Sistemdeki basınç kademeleri nedeniyle düşük basınç ihtiyacı olan yere de yüksek basınçla su gönderilir.
- Basınç enerjisi, basınç düşürücülerde veya musluklarda boşa harcanır.
- Motor verimleri de kısmi yüklerde önemli ölçüde düşer.

i. Tek pompalı sisteme göre, optimize çok pompalı basınçlandırma sistemlerinin sağlayacağı ekonomiyi hesaplamak üzere 18 hp gücünde pompa kullanılan bir uygulama seçilmiştir. Hesaplar Tablo 24.37'de gösterilmiştir. İlk iki sütunda saat bazında yıllık yük oranı dağılımı verilmiştir. Bu dağılım kabul edilmiştir.

Buna göre her iki alternatifin tükettiği enerji miktarları ve toplam enerji tasarrufu hesap sonuçları tabloda görülmektedir. Optimize edilmiş çok pompalı sistemde yıllık elektrik enerjisi tasarrufu 32.537 kWh mertebesindedir ki, bugünkü maliyetlerle 5.000 USD mertebesinde para tasarrufu anlamına gelir.

j. Basınca duyarlılığın en önemli nedenlerinden biri, soğuk su boru çaplarının küçük seçilmesidir. Su tesisatında basınç dalgalanmalarının olmaması için boru çapları, doğru ve yeteri kadar büyük seçilmiş olmalıdır.

k. Duvar içine monte edilen kullanma soğuk suyu, sıcak su ve sirkülasyon borularına, terlemeye ve ısı kaybına karşı ısı yalıtımı yapılmalıdır. Bu ısı izolasyonunun buhar kesici ile birlikte yapılması ve kelepçe, konsol detaylarında, soğutulmuş su tesisatlarındaki detayların kullanılması gerekir.

l. Dış duvar geçişlerinde, temiz su borusunun, bütün duvar kalınlığı boyunca koruma borusu (kovan) içinden geçirilmesi tavsiye edilir. Koruyucu kovan uzunluğu duvardan (sıva kalınlığı da dikkate alınarak) en az 10 mm daha fazla olmalıdır. Çapı ise boru çapından 20 mm daha fazla olmalıdır. Aradaki boşluk dolgu maddesi ile doldurulmalıdır.

m. Açıktan geçen veya donma tehlikesi olan yerlerde borular donmaya karşı izole edilmelidir.

n. Az kullanılan veya donma tehlikesi olan hatların bir ayırma vanası ve bir boşaltma musluğu olmalıdır.

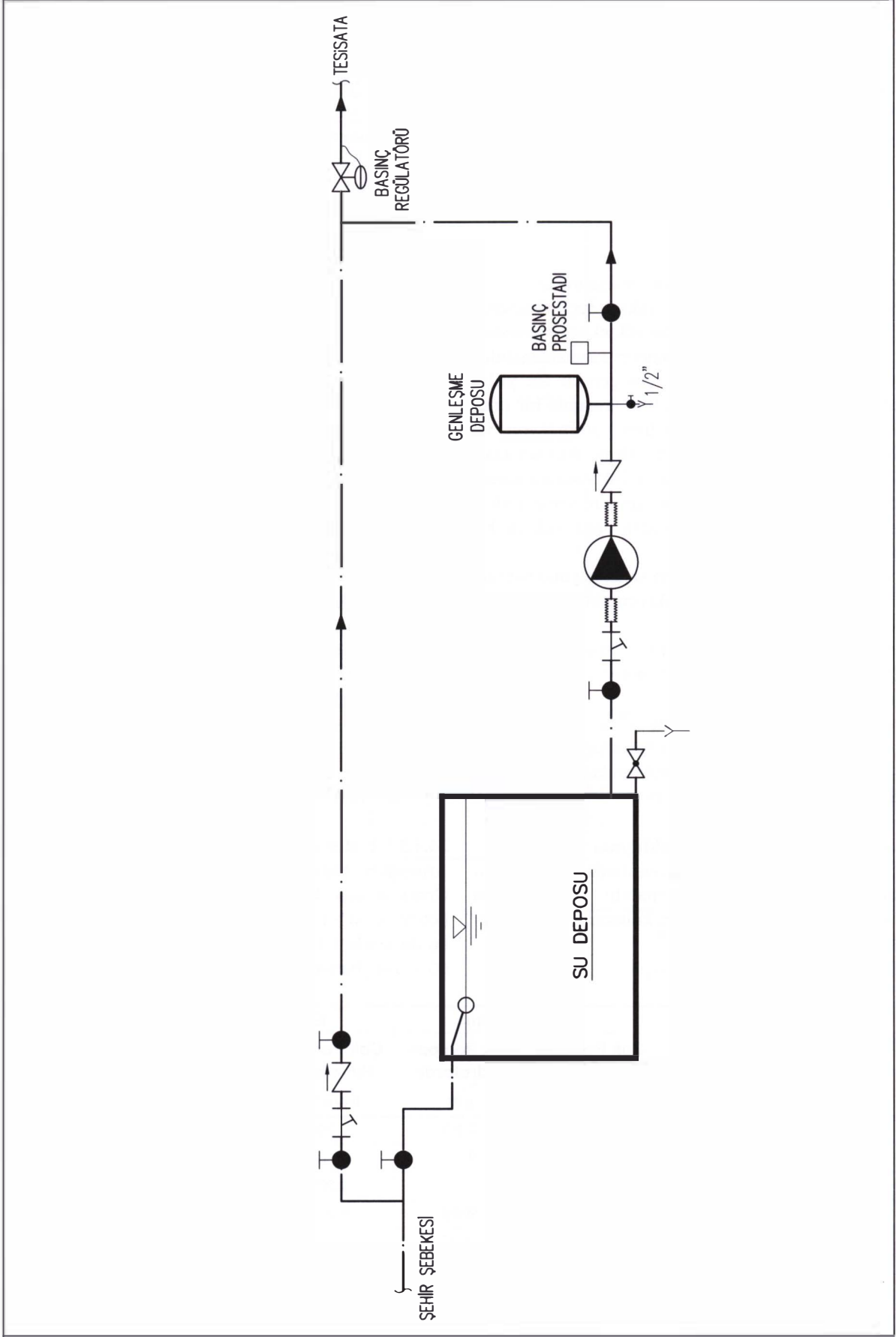
o. Çelik boruların sıva, harç, alçı vb malzeme ile temas etmemesi sağlanmalıdır. Aksi durumda önemli korozyon problemleri yaşanır.

Çalışma Süresi (h)	300	600	768	960	1.224	2.880
Debi Oranı (yük)	0,53	0,45	0,40	0,32	0,25	0,13

Tablo 24.35. YILLIK TOPLAM ÇALIŞMA SÜRESİ 6.732 SAAT OLAN BİR HİDROFORUN YÜKE GÖRE ÇALIŞMA SÜRELERİ

		Örnek 1		Örnek 2		Örnek 3	
		Nominal Hidrofor	Yükseltilmiş Basınç Hall	Nominal Hidrofor	Yükseltilmiş Basınç Hall	Nominal Hidrofor	Yükseltilmiş Basınç Hali
Basınç	(mSS)	60	70	50	60	40	50
Debi	(m ³ /h)	12,6	10,0	23,0	16,0	5,60	3,00
Verim	(%)	55	54	57	54	55	45
Güç	(kW)	3,72	3,55	5,50	4,90	1,10	0,90
Tüketim	(kWh)	6.405	7.718	9.485	12.105	1.903	2.885
Elektrik Tüketimindeki Fark	(kWh)	1.313		2.620		982	
Elektrik Tüketimindeki Artış	(%)	20		28		52	

Tablo 24.34. HİDROFOR BASINCININ 1 bar ARTIRILMASININ YILLIK ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ



Şekil 24.36. ŞEHİR ŞEBEKESİ KULLANMA SUYUNUN BASINCINDAN FAYDALANILMASI

24.4.3. KULLANMA SICAK SUYU TESİSATINDA EKONOMİ

Su ısıtma önemli bir enerji tüketim kalemidir. Kullanma suyu ısıtma sistemi yıl boyunca genellikle sürekli çalışır ve sürekli enerji tüketir. Kullanma sıcak su tüketiminin azaltılması aynı zamanda ısıtma enerjisinden tasarruf anlamına da gelir.

Sıcak su tesisatındaki verimsizlikler:

- Kazanlardan (seçilen kazan tipi ve yıllık kullanma verimi),
- Boylerlerden,
- Dağıtım ve sirkülasyon boru tesisatından,
- Boylerdeki su sıcaklığının yüksek seçilmesinden,
- Hidrofor sisteminin basıncının yüksek seçilmesinden,
- Musluk ve batarya tiplerinden kaynaklanabilir.

Konutlarda sıcak su ısıtması için gerekli ısı, yıllık ısıtma ihtiyacının %10 ile %20'si arasında bir oran oluşturur. Binalarda ısı yalıtımı, otomasyon vb önlemlerle, ısı kayıpları ve bina ısıtma ihtiyacı azaltılınca kullanma sıcak suyunun yıllık enerji ihtiyacı içindeki payı (oranı) daha yükselmiştir. Önlem alınmazsa bazı binalarda iki katından daha yüksek bir orana ulaşılır.

Büyük ticari binalarda kullanma sıcak suyunu ısıtmak için gerekli ısı, yıllık enerji tüketiminin %4'ü mertebelerinde olabilir.

Otelde ise bu değer, yıllık ısıtma ihtiyacının %20-35'i (ısı yalıtımı ve coğrafi bölgelere göre değişken) oranındadır.

Birçok otelde, otel %80 kapasite ile dolu iken kullanma sıcak suyu hazırlamak için harcanan enerji kadar ısı, sıcak su ve sirkülasyon borularında kaybedilmektedir (Tablo 24.29 ve Şekil 24.49).

24.4.3.1. Kullanma Suyu Sıcaklığının Seçimi

a. Ekonomik seçim olarak konutlarda boyler suyu sıcaklığı 45°C değerine ayarlanabilir. Son kullanım yerlerinde ise 42°C kadar olan kullanma suyu sıcaklıklarına izin verilir.

b. Lejyoner hastalığı riskine karşı;

- Isıtma sisteminin periyodik termik dezenfeksiyon yapabilme yeteneği olmalıdır. (Boyer su sıcaklığı 45°C ayarlanır. Haftada bir defa 70°C'ye yükseltilerek, 30 dakika süreyle termik dezenfeksiyon yapılır.)

- Lejyoner hastalığı riski olan bölgelerde ise sürekli olarak su gidiş sıcaklığı 60°C olmalı, sirkülasyon dönüş sıcaklığı 52°C değerinin altına inmemelidir.

- Kullanma suyu ve sirkülasyon borularında eşit direnç sağlanarak, sirkülasyonun tam olarak sağlanması gerekir.

- Sirkülasyonun yapılmadığı kör noktalar kalması gerekir.

- Eşit direnç uygulanamayan yerlerde termal balanslama (pahalı bir yöntem) yapılabilir.

- Boruların izolasyonu mutlaka çok iyi yapılmalıdır. Dezenfeksiyon sırasında su sıcaklığı 70°C'ye kadar çıkacağı için ısı kayıpları çok daha fazla olacaktır.

(Bakınız XXX. Bölüm; Lejyoner Hastalığına Karşı Mekanik Tesisatta Alınabilecek Önlemler)

c. Çamaşırhanelerde;

- Çamaşırhane için ayrı bir boyler seçilmelidir.

- Sıcaklığı 55-60°C değerine ayarlanmalıdır.

- Çamaşırhane cihazlarından dönen kondens ise ayrıca bir ön boylerden geçirilip, ön ısıtma yapılmalıdır (Bununla hem ısı geri kazanımı sağlanır, hem de kondens tankına giren kondensin buharlaşması sonucu oluşacak ısı ve su kaybı, kireçlenme riski vb sorunlar önlenir.).

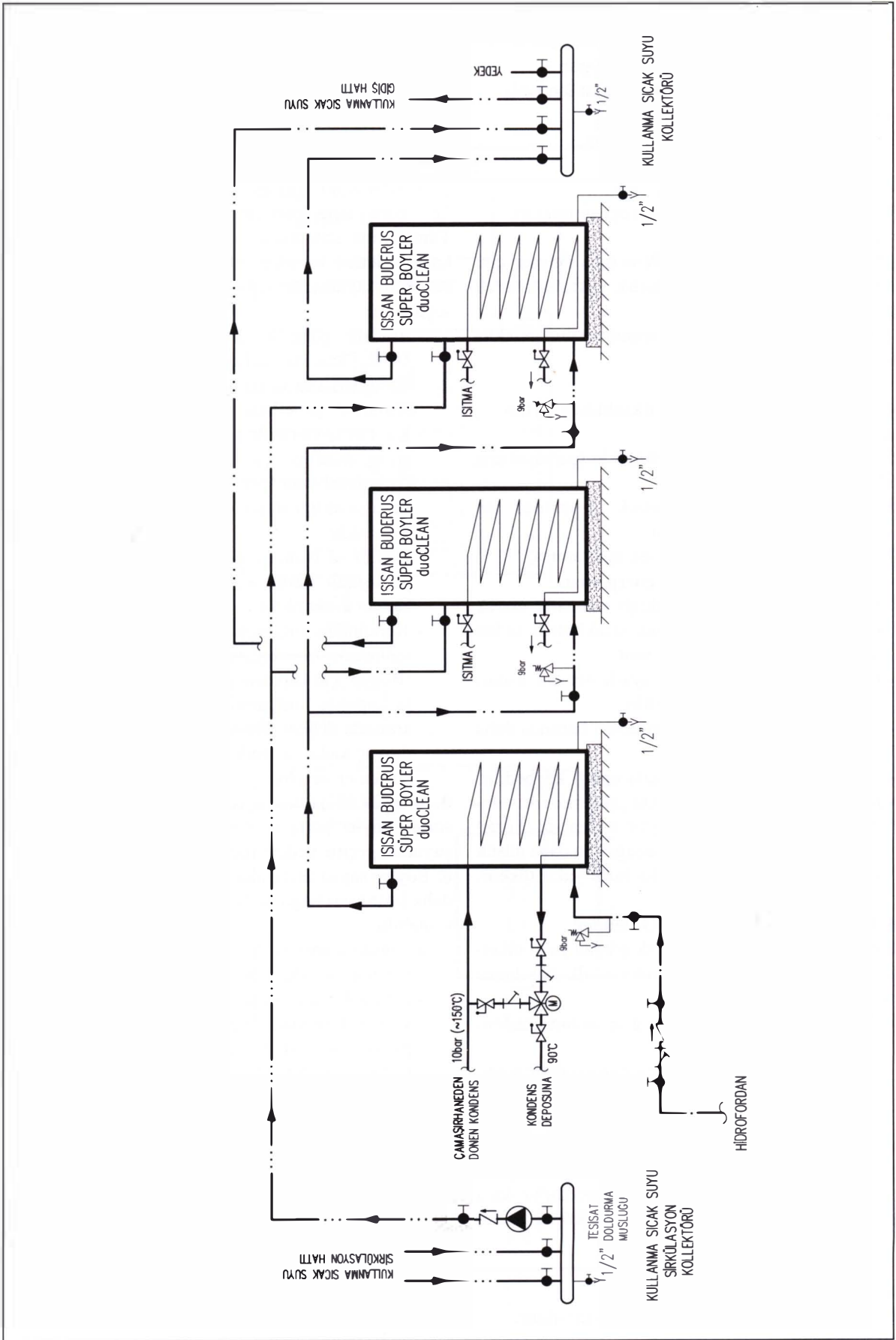
- Bu ön boyler, çamaşırhanenin boylerine (veya boylerlerine) seri olarak bağlanmalıdır (Şekil 24.38).

24.4.3.1.1. Buhar Jeneratörleri Kondens Sisteminde Atmosfere Atılan Buharın Geri Kazanımı

Örnek olarak 150°C sıcaklıkta ve basınç altındaki kondens, soğutularak 90°C'de su haline getirilir ise, bu durumda 1 kg buhar kondensinden elde edilen ısı 60 kcal/kgbuhar olacaktır.

Yıllık Çalışma Süresi	Yük Oranı	Güç Kullanımı		Enerji Tüketimi		Elektrik Tasarrufu Miktarı
		Çok Pompalı Hidrofor	Tek Pompalı Hidrofor	Çok Pompalı Hidrofor	Tek Pompalı Hidrofor	
Saat		kW	kW	kWh/yıl	kWh/yıl	kWh/yıl
2.880	0,13	1,49	7,08	1.295	20.403	16.107
1.224	0,30	3,35	8,57	4.107	10.497	6.389
960	0,39	4,47	9,32	4.295	8.949	4.653
768	0,48	5,59	9,69	4.295	7.445	3.150
600	0,63	7,45	11,18	4.474	6.711	2.237
Toplam =						32.537

Tablo 24.37. TEK VE OPTİMİZE ÇOK POMPALI HİDROFOR İÇİN YILLIK ENERJİ TÜKETİMİ ÖRNEĞİ



Şekil 24.38. ÇAMAŞIRHANELERDE KONDENSİN SOĞUTULARAK ISI GERİ KAZANIMINDA KULLANILMASI

600 kg/h buhar kapasiteli bir buhar jeneratörü kondensinden elde edilecek günlük ısı:

$$Q = 600 \times 60 \times 8 \text{ h/gün} = 288.000 \text{ kcal/gün}$$

Bu enerjiyi kullanma suyunu ısıtmada kullanırsak;

$$\text{Şebeke sıcaklığı: } T_1 = 15^\circ\text{C,}$$

$$\text{Kullanma suyu sıcaklığı: } T_2 = 45^\circ\text{C için}$$

$$DT = 45 - 15 = 30\text{K}$$

$$Q = 288.000 \text{ kcal/gün enerjinin,}$$

15°C sıcaklıktan 45°C'ye ısıtılabilen su miktarı:

$$V = 288.000 / 30 = 9.600 \text{ l/gün}$$

Kişi başına 40°C'de 80 litre yıkanma suyu ihtiyacı için:
 $9.600 / 80 = 120$ kişinin günlük yıkanma suyu karşılanacaktır.

Bu atık enerjinin mutlaka geri kazanılmasının gerektiği açıkça görülmektedir.

24.4.3.2. Boyler Su Sıcaklığı Yükseldikçe Artan Enerji Kayıpları

- Boyler suyu sıcaklığı 45°C olmalıdır (çamaşırhane vb hariç).
- Kullanma yerlerinde (musluk girişinde) ise 42°C'nin altında olmamalıdır.
- Boyler su sıcaklığı daha yüksek ayarlanırsa:
 - Birim su kütlesiyle taşınan enerji artar.
 - Kullanım sırasında su sıcaklığı otomatik olarak kontrol edilemiyorsa, yüksek sıcaklıktaki sudan daha fazla enerji tüketilmiş olur.
 - Kullanımda su sıcaklığını ayarlayıncaya kadar, daha fazla su ve enerji tüketilir.
 - Su dağıtım hattında ve sirkülasyon hattında daha fazla enerji kaybedilir.
 - Boyler yüzeyinden daha fazla enerji kaybedilir.
 - Kazan, daha yüksek sıcaklıkta çalışmak zorundadır. Kazan verimindeki düşme nedeniyle (kazan daha yüksek sıcaklıkta çalışacağı için daha düşük verim ile çalışır) kazan daha fazla yakıt tüketir.

24.4.3.3. Mekanik Tasarımda Önlemler

Kullanma sıcak suyu üretiminde doğrudan yakıt tüketmek yerine, atık ısıdan yararlanmak ilk bakılması gereken konudur. Örneğin;

- Ticari yapılarda su soğutma gruplarının kondenserlerinden veya,
- Çamaşırhanelerde buhar sisteminin kondens dönüşü ısı değiştiricilerinden (ön boylerden) atık ısı kullanma sıcak suyu ısıtmasında değerlendirilebilir.

Konutlarda yazın daha az sıcak su kullanılır, boyler ısıtması için de daha az enerji gerekir. Boylere giren soğuk su sıcaklığı yaklaşık 20°C değerindedir ve daha az su kullanılır. Yazın çok büyük kazan, küçük yükler için çalıştırılır.

24.4.3.4. Kazan Seçimi

a. Su hacmi az olan kazan kullanımı avantajlıdır.

- Kısa sürede rejime girer.

- Daha az atık ısı oluşur.

- Durma kayıpları genelde daha azdır.

b. Mümkünse kullanma sıcak suyu için ayrı ısıtma kazanı kullanılmalıdır. Boylerin kazanı ayrı olursa daha az yakıt tüketilir. Ara mevsimde boyler için bina ısıtma kazanı yüksek sıcaklıklarda çalıştırılıp, daha fazla yakıt tüketmez.

c. "Boylere ısıtma kazanında su sıcaklığı 90/70°C seçilir." kuralı tartışılmalıdır.

Tüm ısıtma sisteminde su sıcaklığının düşürülmesi, kazan işletme verimini artıracığı için ısıtmada ciddi ekonomi sağlanacaktır. Boyler ısıtma sistemi 90/70°C seçilse de;

- Boylere giren suyun sıcaklığı kışın yaklaşık 10°C, yazın da yaklaşık 20°C olduğu için ısıtma dönüş suyu sıcaklığı genelde 70°C olarak gerçekleşmez ve genellikle buna ihtiyaç da olmaz.

- Kaliteli boylerlerde ısıtma serpantini boylerin altına oturduğu için (Bu Legionella Bakterisinin dezenfeksiyonu için de zorunludur.) ısıtma dönüş suyu sıcaklığı düşer ve en yüksek kazan verimi elde edilir.

- Boyler ve ısıtma için yüksek verimli kendinden yoğuşmalı kazan kullanımı hemen hemen her zaman avantajlıdır.

- Kendinden yoğuşmalı kazanlarla kaskad sistem kullanımı ile enerji tüketimi daha da azalacaktır (Bugün için kapasite sınırı 2.500 kW). Boylerdeki kapasite kullanımı gün içinde %0 ile %100 arasında değişir. Kaskad sistemde kazan, oluşan ihtiyaç kadar devrede olacağı için, durma kayıpları da en az olur.

d. Şekil 24.39'da boyler ısıtmasında çok rastlanan bir sorun, boyler pompası durduğunda boylerden ısıtma suyunun geçme nedeni incelenmiştir.

e. Boyler sayısı fazla olan sistemlerde bir adet (veya daha fazla) seri bağlı ön boyler kullanmak daha yararlı olabilir.

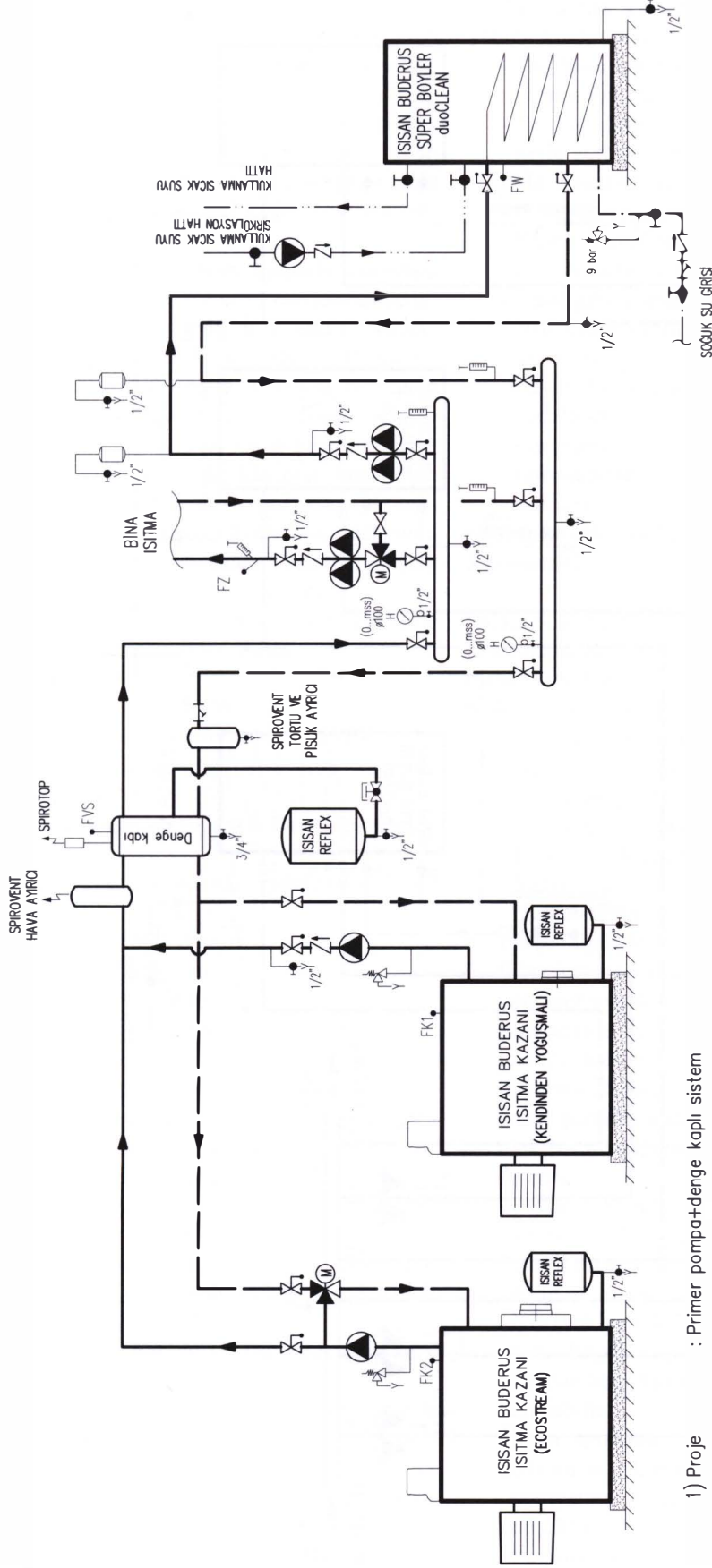
- Soğuk su önce bu boylere girer, çıkışta ön ısıtması yapılmış su, diğer boylerlere verilir (Şekil 24.40).

- ısıtma devresi tek kolektör ile yapılır.

- ısıtma devresinde diğer boylerlerin ısıtma pompasının dönüşü ve karışım suyu aynı kolektöre bağlı ön boyler ısıtma pompasına verilir.

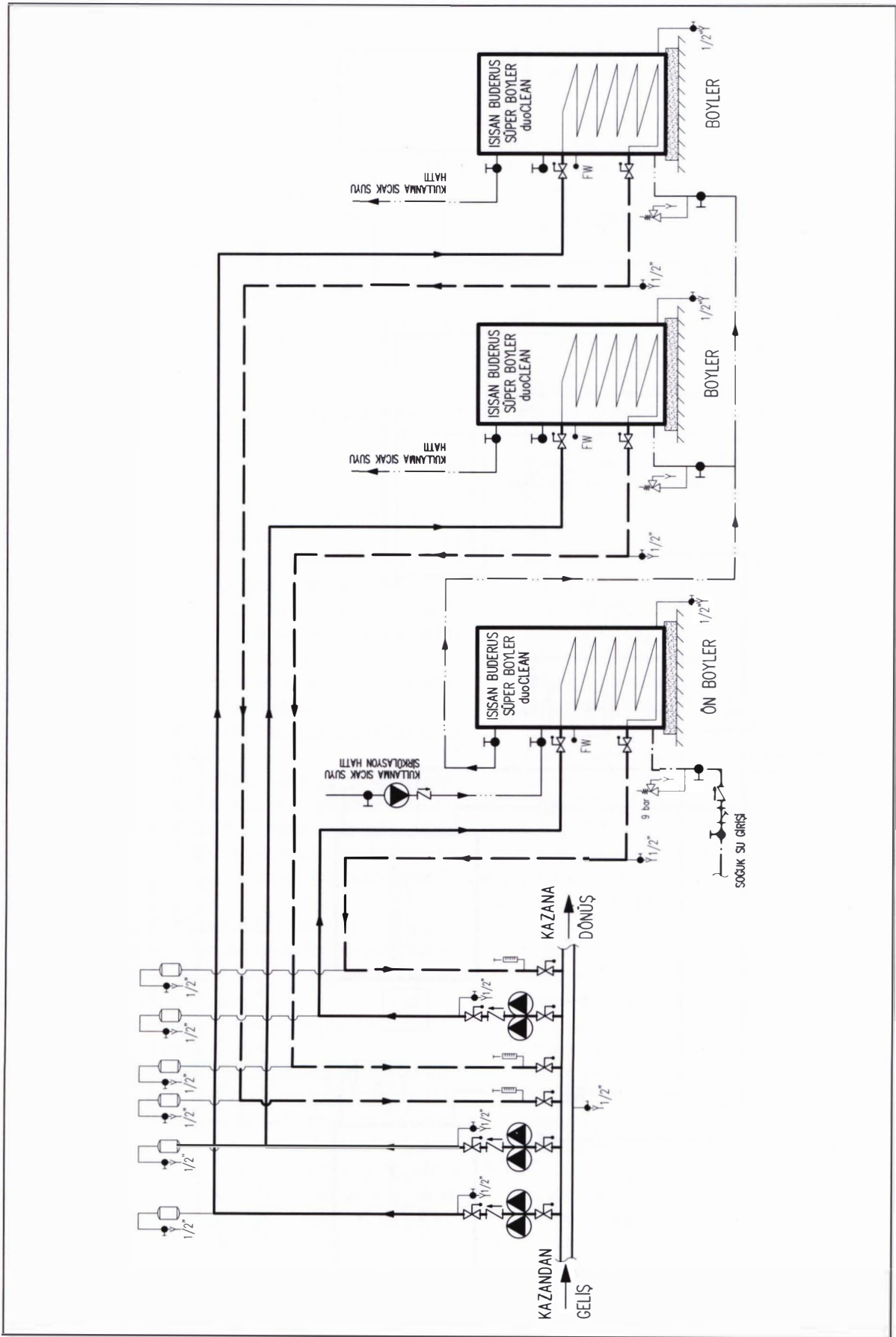
- Buradan daha fazla soğumuş olarak çıkan su, yoğuşmalı kazana geri döndürüldüğünde, yoğuşmalı kazanda tam yoğuşma süresi uzar, verim artar.

- Paralel bağlı boylerlerde kullanım anında soğuk su, tüm boylere girdiği için, tüm boylerde ısıtma için büyük kapasiteli sirkülasyon pompası çalışır ve borularda sıcak ısıtma suyu dolaşır. Oysa ön boyler kullanımı ile özellikle düşük kapasite kullanımında sadece ön boyler ısıtılır, küçük kapasiteli ısıtma sirkülasyon pompası çalışır, daha az boruda ısıtma suyu dolaşır ve enerji kaybı azalır.



- 1) Proje : Primer pompa+denge kaplı sistem
Isıtma+boiler zonları var
- 2) Boiler kontrolü : On-off pompa kumandası
- 3) Görülen sorun : Boiler pompası durduğunda boilerden ısıtma suyu geçiyor!
- 4) Bilgi : Doğru yapılan tesisatlarda boiler ısıtma pompası durduğunda, Boiler ısıtma devresinde kazan suyu dolmaz!
Boyer pompalar çok büyük (ayrıca da gereksiz enerji tüketiyor) ise ve (veya)
b) Denge kabı küçükse boilerden ısıtma suyu, pompa durduğunda da döler.

Şekil 24.39. BOYLERİN ISITMA SUYU İLE GEREKSİZ ISITILMA SORUNU



Şekil 24.40. ISITMA TESİSATINDA ÖN BOYLER KULLANIM ŞEMASI

Sıcak su tüketiminin çok fazla olduğu otellerde bile gece yarısından sonra (24:00-06:00 saatleri arasında tüketim) sıcak su tüketimi çok azdır, günün üçte biri gibidir.

- Kullanma suyu sirkülasyonu dönüşü birinci boylere girer, ikinci boyler grubundan çıkar. Böylece kullanma suyunun ısıtması da genelde birinci boylerde gerçekleşir. Diğer boylerin ısıtması devreye girmez.

f. Kazanla boyler arasında boru hattında aşağıdaki öremekte yıllık ısı kaybı 45 kWh/yıl mertebesindedir. (Bu, ısı yalıtımı çok iyi yapılmış bir tesisattır. Gerçekte kayıplar bunun çok üzerinde gerçekleşir.) Bu kayıp, esas olarak kesintili çalışma dolayısıyla borularda soğuyan sudan kaynaklanır. Kazan ile boyler arasındaki boru uzunlukları olabildiği kadar kısa olmalıdır.

g. Boyleri besleyen kazandaki kayıplar kışın aynı zamanda ısıtma olduğundan, kazan ısı verimiyle ilgilidir. Ancak yazın kazan sadece kullanma sıcak suyu üretiminde kullanılır. Bu durumda kesintili çalışma sonucu kazanda bekleme kayıpları oluşur.

Ayrıca büyük kapasiteli kazan küçük ısı yüklerde çalıştığı için ilave verimsizlikler oluşur.

4 kişilik müstakil ev için,

Yazın durma kayıpları = 314 kWh

Yazın çalışma sırasındaki kayıplar = 107 kWh

Kışın kullanma suyu ısıtması sırasında kazanda kaybolan ısı = 304 kWh

Buna göre 4 kişi yaşayan müstakil bir evde yapılan örnek hesapta,

Kullanma sıcak suyu için gerekli faydalı ısı = 2.640 kWh/yıl

Depolamada kayıp = 330 kWh/yıl

Boru hatlarında = 222 kWh/yıl

Isının verilmesinde = 45 kWh/yıl

Isı üretiminde = 724 kWh/yıl hesaplanmıştır.

Sistemin kullanma ısı verimi:

Fayda / (fayda + kayıplar) = %67 değerindedir.

(Not: Tesisatın çok iyi yapıldığı bir sistem için geçerlidir.)

h. Alınabilecek önlemleri özetlersek:

- Boyler su sıcaklığı düşürülmeli,
- Daha yüksek sıcaklıkta su gerektiren yerler için, ayrı bir boyler ve tesisat kullanılmalı,
- Kalorifer kazanları yüksek verimli ve düşük enerji maliyetli (yoğuşmalı, mümkünse kaskad) olmalı,
- Kazan sisteminin bakımı ve temizliği periyodik olarak yapılmalı,
- Boylerdeki kireç tabakası periyodik olarak temizlenmelidir.

İlave önlemler:

- Çiller kondenserlerinden elde edilen sıcak su kullanma sıcak suyu olarak değerlendirilebilir.
- Kullanma sıcak suyu için ayrı kazan kullanılmasının avantajlı olup olmadığı incelenmelidir.

i. Kazanlarda kurum yapmayan brülör (pnömatik yanma kontrolü yapan) kullanılması:

- Dış hava ısındığında kurum yapma riskini önler (Kurumun maliyeti çok yüksektir.).
- Dış hava soğuduğunda ise fazla hava girişi nedeniyle gereksiz enerji kaybı oluşmaz.
- Hava fazlalık katsayısı daha düşüktür.
- Hava yakıt karışımı ve yanma sürekli mükemmeldir. Klasik oransal brülörlerde mekanik ayar tam yapılamaz ve zamanla bozulur.
- Basit gibi görünen yapay zeka kullanımı, klasik sistemlerle karşılaştırıldığında, yakıttan %2- %10 arasında avantaj sağlayabilir. Brülör bedeli, büyük kapasitelerde (örneğin 3.000 kW) yakıt bedelinin yaklaşık %10'u mertebesindedir.
- Pnömatik kontrol CO₂ oranını hep yüksek tuttuğundan, yoğuşmalı kazanlarda yoğuşma miktarı artar.

(Bakınız XV. Bölüm; Isıtma Tesisatı ve Enerji Ekonomisi)

24.4.3.5. Boylerler

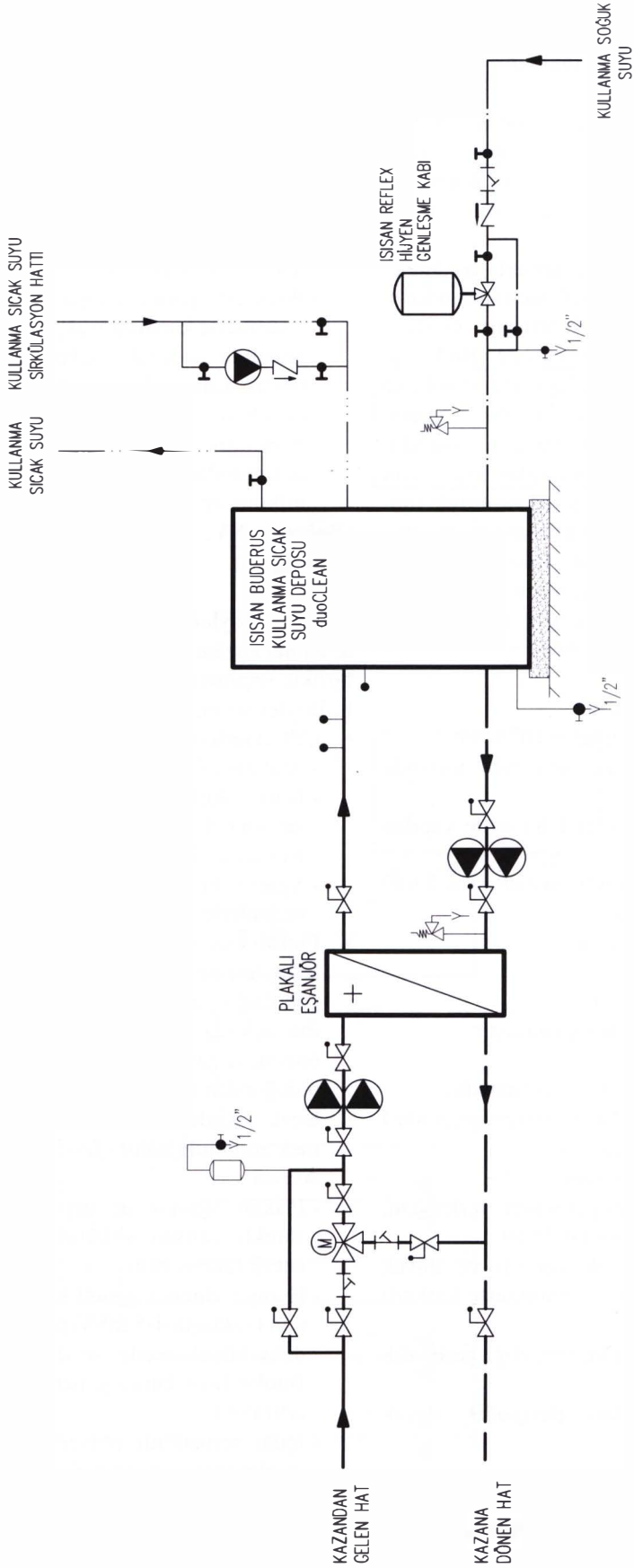
a. Isıtma kazanı ile boyler birbirine uyumlu olmalı ve birlikte seçilmelidir.

b. Boyler seçiminde

- Çift cidarlı boylerler,
 - Ataletlerinin çok fazla olması,
 - Isıtıcı, akışkan dış yüzeyde olduğu için ısı kayıplarının çok fazla olması,
 - Isı yalıtım kalitesinin düşük olma riski,
 - Yeterli hijyen şartlarının sağlanamaması gibi nedenlerle artık kullanılmamaktadır.
- Plakalı eşanjör + depolama tankı (dıştan serpantinli boyler) ise kullanımın kesintisiz (sürekli) olduğu çok özel uygulamalarda ve 30-40 m³/h dan büyük ihtiyaçlarda kullanımı avantaj kazanmaktadır. En önemli dezavantajları ise; depolama hacmi küçük olduğundan (pik yüklerdeki ihtiyaca cevap verebilecek şekilde) kazan kapasitesini çok büyük seçmek zorunluluğudur (*Şekil 24.41*).

Ayrıca;

- Plakalı eşanjör ile depolama tankı arasındaki sürekli çalışan sirkülasyon pompası fazladan enerji tüketecektir.
- Eşanjör direnci genellikle daha yüksek olduğu için (yaklaşık 4-5 mSS) primer ısıtma pompası da daha büyük seçilir ve daha fazla enerji harcar. Bunlar hem kuruluş, hem de işletme maliyetini artırabilir.
- İçten serpantinli boylerler genellikle optimum çözüm olarak görünmektedir. Kuruluş ve işletme maliyetleri (yan faktörlerle birlikte) çok daha düşüktür. Ayrıca hijyen şartlarını sağlaması ve Legionella Bakterisi dezenfeksiyonuna uygun olması da küçük avantajlar olarak eklenebilir.



Şekil 24.41. PLAKALI TIP EŞANJÖR İLE KULLANMA SICAK SUYU HAZIRLAMA ŞEMASI

c. İyi izole edilmiş kaliteli boylerlerde ısı kaybı çok düşüktür. Örneğin, 120 litrelik boylerlerde 1,5 kWh/gün, 600 litrelik boylerlerde 3 kWh/gün mertebelerinde ısı kaybı gerçekleşir. Bu değer içerideki su sıcaklığına ve deponun izolasyon kabiliyetine bağlı olarak değişir.

d. Dıştan serpantinli boylerde (plakalı eşanjör + depolama tankı) ise ısı kaybı hem depodan hem de dışarıdaki eşanjörden olacaktır. Plakalı eşanjörler genellikle izole edilmedikleri için 100 kW gücünde plakalı eşanjörde, bu kayıp 20 kWh/gün mertebelerine kadar yükselir.

- e. Boyler su sıcaklığını düşürmek (= daha az enerji ve su tüketimi)
- Boylerden, kullanma sıcak suyu ve sirkülasyon borularından olan ısı kaybı azalır.
 - Kullanma sıcak suyu tüketimi azalır. Kullanıcı musluğu açtığı anda suyu istediği sıcaklığa daha kısa sürede ayarlar. Böylece sıcak su boşa daha az akıtılır. Su ve enerji kaybı azalır.
 - Isıtma kazanı düşük sıcaklıkta çalışacağı için daha az yakıt yakılır. Özellikle kendinden yoğuşmalı kazan kullanıldığında (boyler su sıcaklığı 60°C den, 15°C azaltılıp, 45°C'ye getirilerek) yakıttan çok daha büyük oranda tasarruf edilir.
 - Musluk açıldığında haşlanma riski oluşmaz.

Soru: Boyler su sıcaklığı ne olmalı? (Lejyoner hastalığı riskine önlemler almak kaydı ile)

Konut, iş yeri ve otellerde boyler su sıcaklığı: 45°C Kullanma yerinde: 42°C olarak tavsiye edilir. Sistemde daha yüksek sıcaklıkta su gerektiren (çamaşırhanelerde boyler suyu sıcaklığı 55-60°C) veya benzeri yerler varsa ayrı bir boyler ve tesisat kullanılması daha uygundur.

f. Boyler yüzeyinden olan ısı kaybı dikkate alınarak (çok iyi izoleli boylerler olsa bile) 8 x 1.000 litre hacimli boyler yerine 2 x 3.000 litre (üst üste monte edilen) seçilmesi avantajlı olabilir (Şekil 24.42).

- Daha az ısı kaybı
- Daha az yer kaybı (Kaybedilen yerin bedeli çok daha fazla olabilir.)

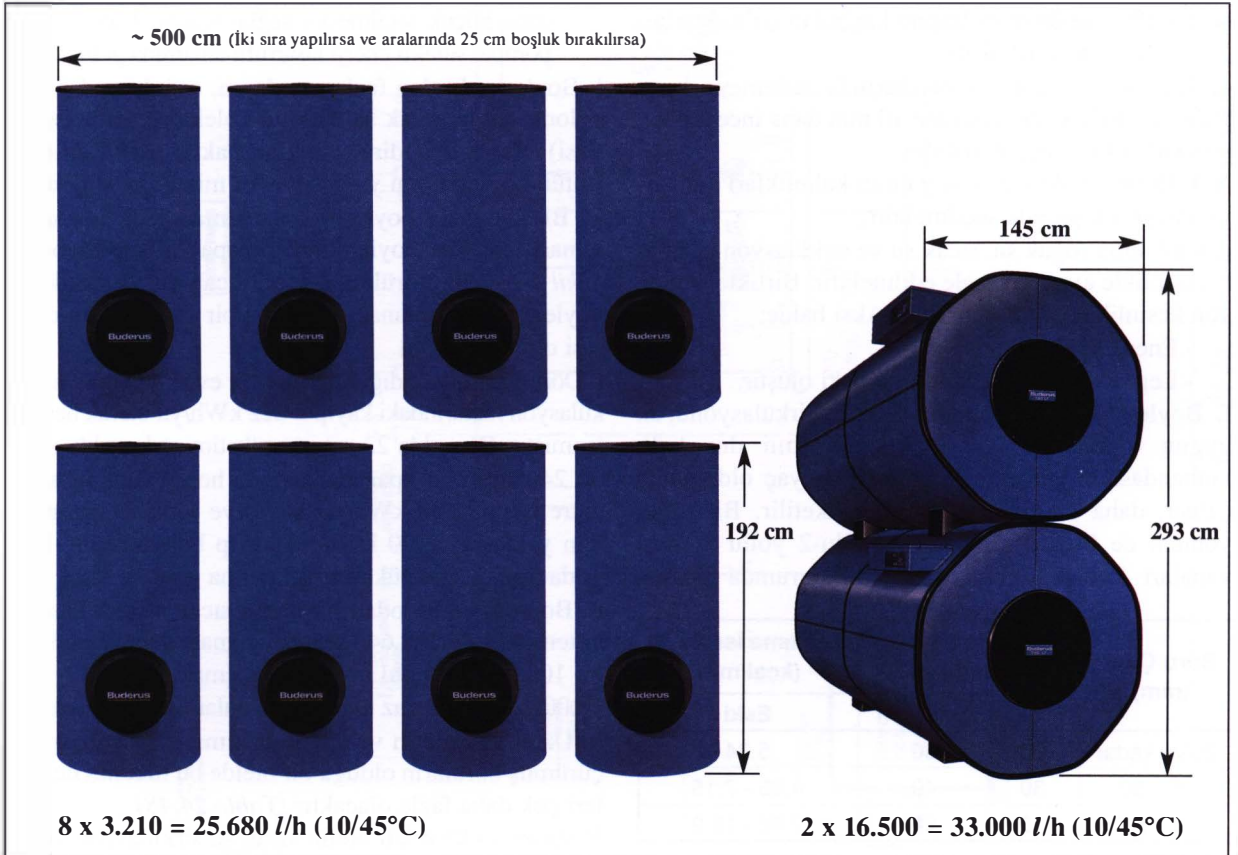
g. Binalarda genellikle 45°C sıcak su kullanılır; fakat sadece küçük kapasiteli birkaç ekipman için yüksek sıcaklıkta su gerekiyorsa bunlar için küçük elektrikli ısıtıcılar kullanılabilir.

24.4.3.6. Dağıtım ve Sirkülasyon Boru Tesisatı

Hollanda standartlarına göre;

Boyer ile en uzaktaki son kullanım yeri arası 12 m ve daha fazla ise, kullanma sıcak suyu dağıtımında sirkülasyon hatları kullanılmalıdır.

Amerikan standartlarında ise; (Standart Code Regulations, Plumbing Design and Installation Book) 4 kat-tan daha yüksek binalarda ve boyler ile en uzaktaki



Şekil 24.42. İÇTEN SERPANTİNLİ DİK TİP BOYLER VE YATIK TİP BOYLER KARŞILAŞTIRILMASI

kullanım yeri arası 35 m ve daha fazla ise, kullanma sıcak suyu dağıtımında sirkülasyon hatları kullanılmalıdır.

Konutlarda bir dairede sıcak suyun kullanıldığı süre, günde toplam 1 saatin altındadır. Oysa kullanma sıcak su ve sirkülasyon borularında su gün boyu sirküle edilirken ısı kaybı oluşmaktadır.

Bazı yapılarda boyler yüzeyinden ve sıcak su borularından kaybedilen günlük ısı, kullanılan faydalı ısıdan çok daha fazladır. Bu nedenledir ki apartmanlarda merkezi sistemin kullanma sıcak su tesisatları uygulamada sonradan (%95'ten fazla oranda) iptal edilmiştir.

a. Boylerde kullanılan (yararlanılan) enerji kadar enerji (Türkiye'de genellikle daha fazlası), kullanma sıcak suyu dağıtım ve sirkülasyon borularında tüketilir.

b. Sirkülasyon hatlarındaki kayıplar tesisatın büyüklüğüne, boru çaplarına, su sıcaklığına ve izolasyon değerine bağlıdır. Genel bir değer vermek mümkün değildir. Her bina için ayrıntılı bir hesap yapılmalıdır. Bu hesapta soğuk boru bölümlerindeki su ve boru malzemesinin ısınması için harcanan enerji de dikkate alınmalıdır.

c. Sıcak su borularında tavsiye edilen yalıtım kalınlıkları, standartlara göre farklılık göstermektedir. Özellikle son yıllarda yaygınlaşan köpük türü malzemeler 6 mm gibi düşük et kalınlıklarında kullanılmaktadır. Tarafımızca tavsiye edilen cam yünü eşdeğeri izolasyon kalınlıkları ve bu durumda boru içindeki 50°C sudan 20°C çevreye m başına kaybolan ısı miktarları *Tablo 24.43*'te verilmiştir.

d. Kullanma soğuk su borularında terlemeye karşı *Tablo 24.43*'teki değerlerden 10 mm daha ince izolasyon kalınlıkları uygulanabilir.

Not: Donma riski varsa ısı yalıtım kalınlıkları donmayı önleyecek şekilde seçilmelidir.

e. Kullanma soğuk su, sıcak su ve sirkülasyon boruları kesinlikle ayrı ayrı izole edilmelidir. Birlikte izolasyon kesinlikle yapılmamalıdır. Aksi halde;

- Enerji kaybı,
- Legionella Bakterisi üreme riski oluşur.

f. Boylerle kazan arasındaki sıcak su sirkülasyonu, en uygun olarak sirkülasyon pompasının dur kalk kumandasıyla gerçekleşir. Pompa ihtiyaç olduğunda çalışır, daha az elektrik enerjisi tüketilir. Bir diğer yöntem de boyler girişinde 3 yollu-2 yollu kontrol vanaları kullanmaktır. Ancak bu durumda pompa

Boru Çapı (mm)	İzolasyon Kalınlığı (mm)		Ortalama Isı Kaybı (kcal/mh)
	Eski	Önerilen	Eski
20'ye kadar	20	30	5,34
25 - 50	30	40	4,85 - 7,15
10 - 100	40	50	7,20 - 10,2

Tablo 24.43. BORU ÇAPINA GÖRE İZOLASYON KALINLIKLARI VE ISI KAYIPLARI

sürekli çalışarak enerji tüketecek ve kazan-boyler arasındaki borularda sıcak akışkandan sürekli ısı kaybı olacaktır (*Şekil 24.44 ve 45*).

g. Kazan ile boylerler arasındaki boru mesafesi, olabildiğince kısa olmalıdır. Arada minimum sayıda dirsek kullanılmalıdır.

- Direnç azalacağı için daha küçük güçte ısıtma sirkülasyon pompaları kullanılır.
- Borulardaki ısı kayıpları azalır.
- Kuruluş maliyetleri de azalır.
- Fikir vermek amacıyla bir örneği ele alırsak; boru çapı 1 1/2" ve kazan ile boyler arasındaki mesafe 1,4 m olan bir kazan dairesinde, boru hatında yıllık ısı kaybı 45 kWh/yıl mertebesindedir. Bu kayıp, esas olarak kesintili çalışma dolayısıyla borularda soğuyan sudan kaynaklanmaktadır.

h. Kullanım sıcak suyu dağıtım ve sirkülasyon boruları da en az basınç kaybına neden olacak şekilde projelendirilmelidir.

Ayrıca ısıtma tesisatında yapıldığı gibi kritik devre oluşmayacak şekilde projelendirme ve uygulama yapılmasına özen gösterilmelidir.

i. Tesisatta daha az direnç oluşması:

- Mimari tasarımda uygun yerleşim yapılması,
- Boru uzunluğunun azaltılması,
- Dirsek ve fittingsin en aza indirilmesi vb gibi önlemlerle sağlanmalıdır. Bu, sirkülasyon pompasının daha küçük seçilmesini sağlayacaktır. Daha küçük pompa, sürekli enerji tasarrufu anlamına gelir.

j. Boylerler birden fazla sayıdaysa, soğuk su dağıtım kolonu sağda, sıcak su dağıtım kolektörü solda (veya tersi) olursa eşit direnç sağlanacaktır (*Şekil 24.46*). Bütün boylerlerden yaklaşık aynı miktarda su çekilir.

k. Birden fazla boyler varsa ısıtmanın da homojen olması için (her boylere ayrı pompa kullanılmıyorsa) *Şekil 24.47*'de görüldüğü gibi, sıcak su ilk verildiği boylerden ilk toplanacak şekilde bir Tichelmann devresi oluşturulur.

l. Dört kişinin yaşadığı müstakil bir evde dağıtım ve sirkülasyon hatlarındaki kayıp = 222 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu, yılda 22 m³ gaz tüketimine karşılık gelir.

m. 24 daireli bir apartmanda aynı hesap yapıldığında, daire başına 208 kWh/yıl kayıp ve toplam apartman için yaklaşık 5.000 kWh/yıl kayıp bulunmuştur. Bu, yılda 500 m³ gaz tüketimi anlamına gelir.

n. Bodrum'da 85 odalı bir otelin sıcak su sirkülasyon sisteminde, yılda 8.640 saat çalışması halinde ısı kaybı, 100.000 kWh/yıl değerine ulaşmaktadır. Bu, yıllık 10.000 m³ doğal gaz tüketilmesi anlamına gelmektedir.

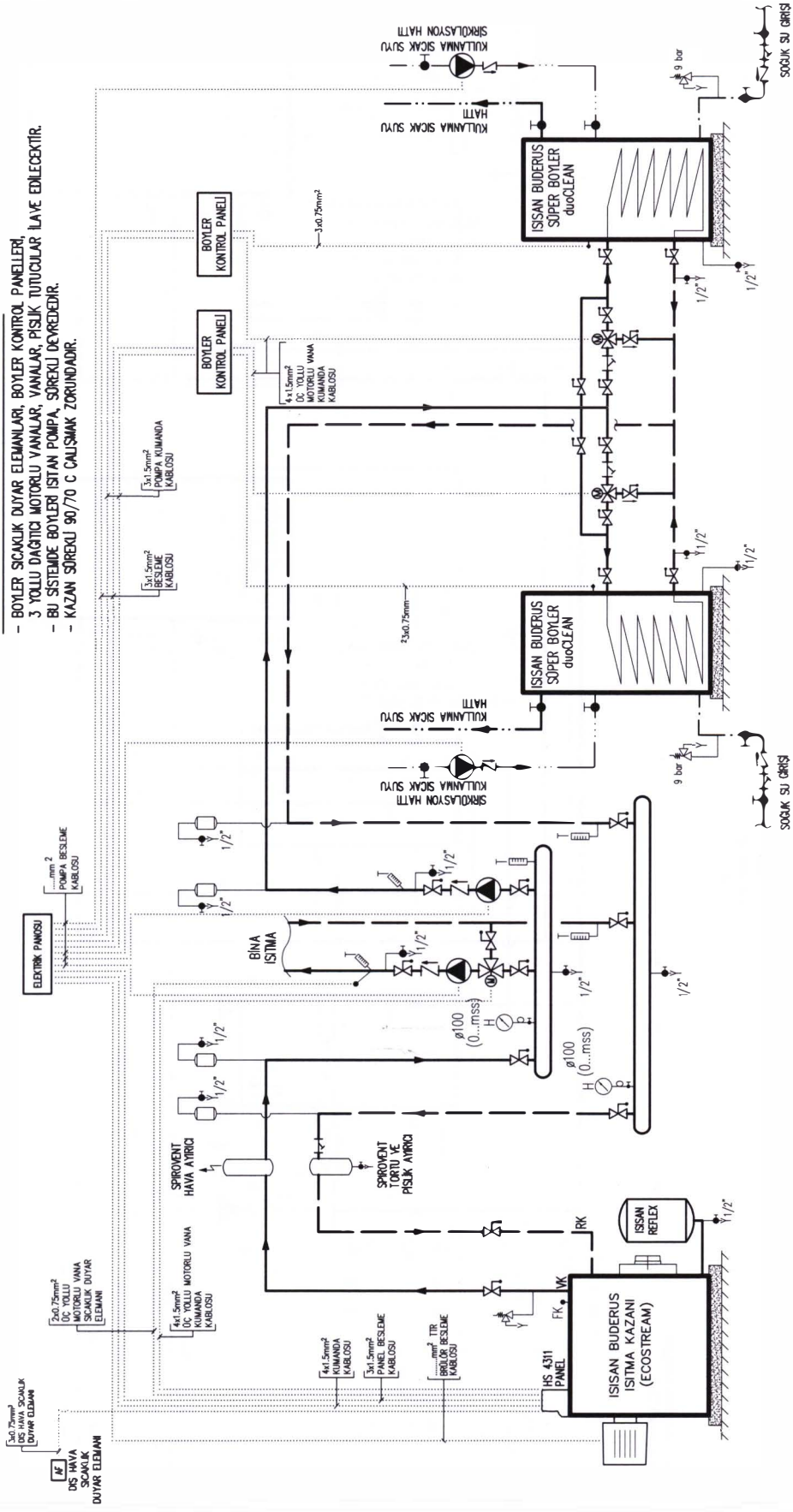
o. Uzun galerilerin ve içinde bakımsız, ısı yalıtımları çürümüş boruların olduğu bir otelde bu tüketim değerleri çok daha fazla olacaktır (*Tablo 24.48*).

Bodrum'da 85 odalı otelin sıcak su sirkülasyon sisteminde 2 m³/h su dolaştığı ve sistemde sıcaklık kaybının 5°C olduğu görülmüştür.

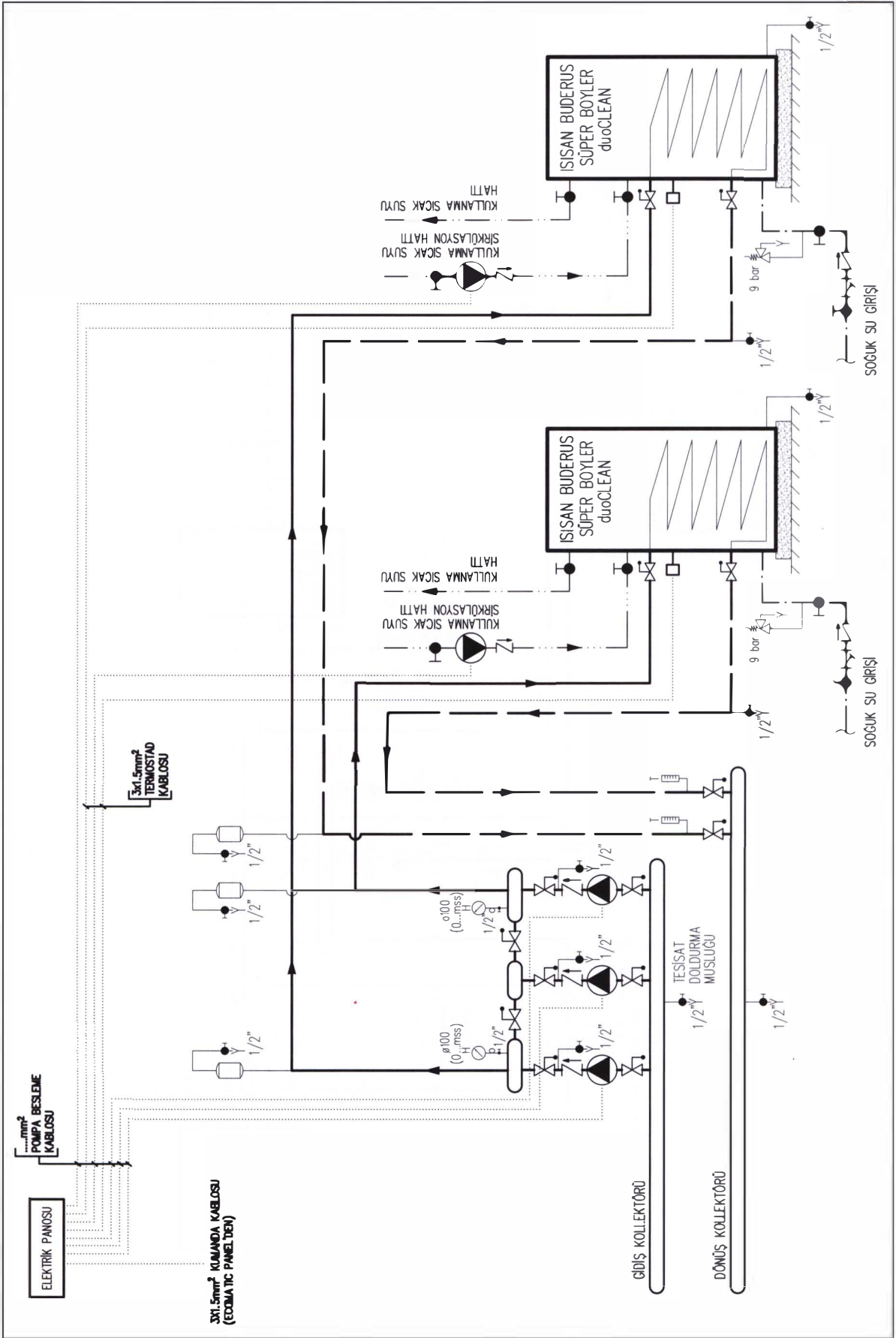
İKİ BOYLERİN İSTİMA TESSATI KONTROLÜ;

BOYLERLER HARİCİ PANELLER İLE KONTROL EDİLİYOR İSE;

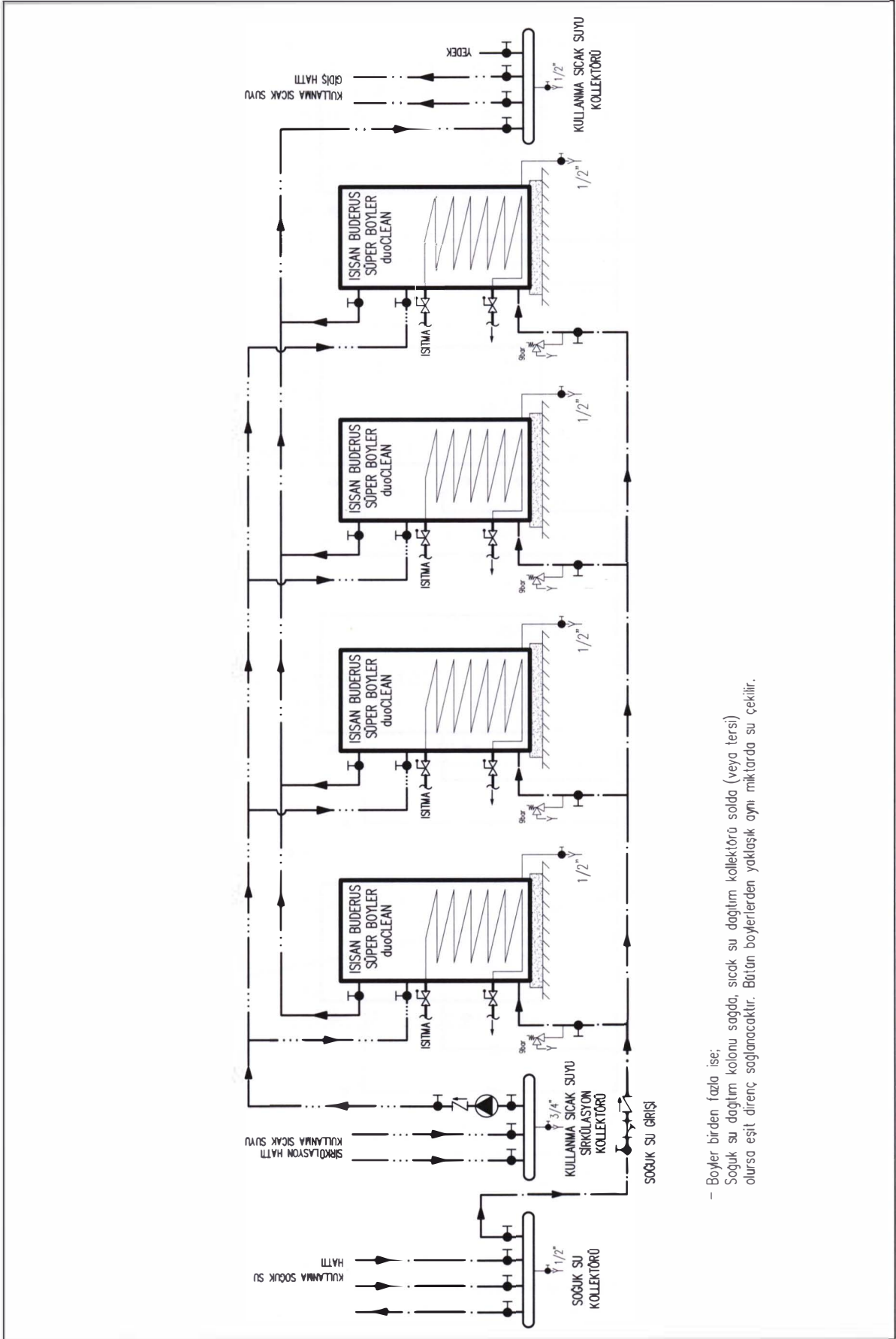
- BOYLER SICAKLIK DUYAR ELEMANLARI, BOYLER KONTROL PANELLERİ
- 3 YOLLU DAĞITICI MOTORLU VANALAR, VANALAR, PİSİK TUTUCULAR İLAVE EDİLECEKTİR.
- BU SİSTEMDE BOYLERİ İSTAN POMPA, SÖREKÜ DEYREDEDİR.
- KAZAN SÖREKÜ 90/70 C ÇALIŞMAK ZORUNDADIR.



Şekil 24.44. HARİCİ PANELLER İLE İKİ BOYLER KONTROLÜ (Eski Sistem)

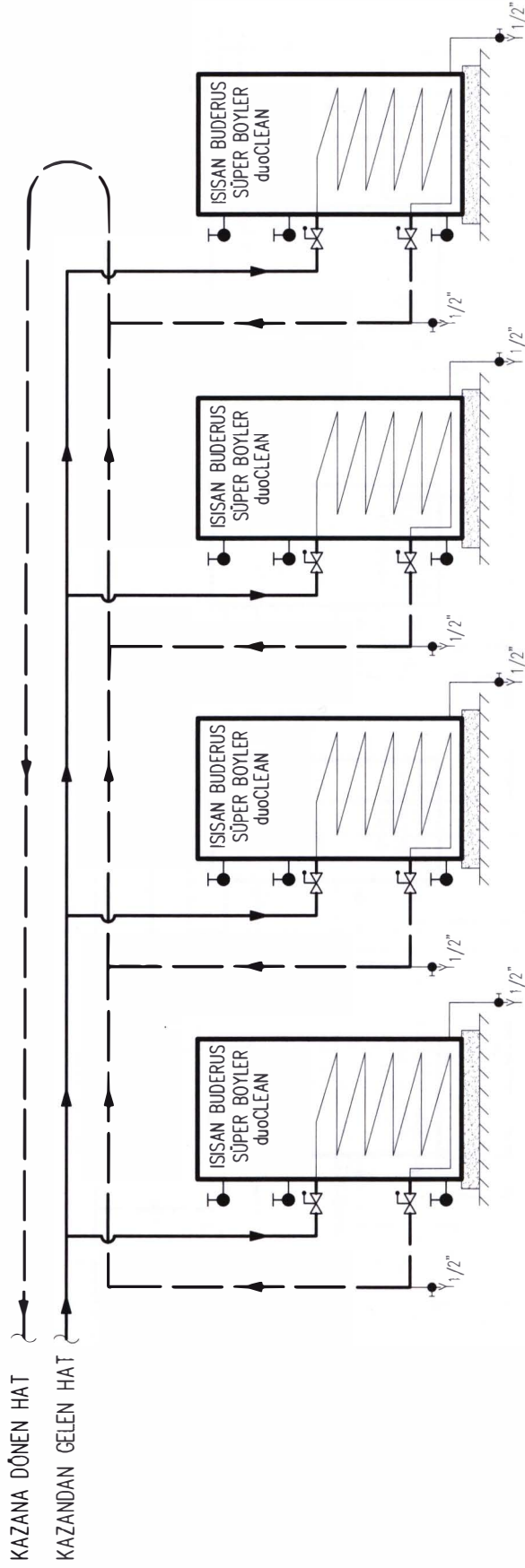


Şekil 24.45. İKİ BOYLERLİ, BOYLER TESİSAT AÇINIM ŞEMASI



- Boyler birden fazla ise;
Soğuk su dağılım kolonu sağda, sıcak su dağılım kolonunu solda (veya tersi) olursa eşit direnç sağlanacaktır. Bütün boylerden yaklaşık aynı miktarda su çekilir.

Şekil 24.46. BOYLERLERDEN EŞİT ORANDA SU GEÇİŞİ (Eşit Direnç)



- Sistemde birden fazla boiler varsa; Isıtmanın homojen olması için kazan dairesinin de eşit direnç yöntemi ile (Tichelmann devresi) yapılmalıdır.

Şekil 24.47. BOYLERLERİN ISITMA DEVRESİNDE EŞİT DİRENÇ UYGULAMASI

24.4.3.7. Kullanma Sıcak Suyu Sirkülasyon Pompalarında Ekonomi

Sıcak su tesisatında kullanılan ısıtma ve kullanma suyu sirkülasyon pompaları, küçük olmalarına karşın, sürekli çalıştıkları için, elektrik enerjisi tüketimleri oldukça fazladır (Şekil 24.49).

a. Kullanma sıcak suyu sirkülasyon pompasının çalışmasına:

- Su tüketiminin fazla olduğu saatlerde,
- Su tüketiminin olmadığı saatlerde ihtiyaç yoktur. Bu nedenle ihtiyaç olmayan zamanlarda, pompanın durdurulması faydalı olacaktır.

Bina tipi	Dağıtım ve sirkülasyon hatlarındaki kayıplar	Doğal gaz tüketimi		LPG tüketimi
	kWh/yıl	m ³ /yıl	\$/yıl	\$/yıl
Villa (4 kişi)	222	22	7	28
Apartman (24 daireli)	5.000	500	150	598
Otel (85 odalı)	100.000	10.000	3.000	11.783

Tablo 24.48. İYİ PLANLANMIŞ, ISI YALITIMI ÇOK İYİ YAPILMIŞ BİNALARIN DAĞITIM VE SİRKÜLASYON HATLARINDAKİ KAYIPLAR

b. Kullanma suyu sirkülasyon pompasının çalışma sürecinde, borularda kaybedilen ısı maliyeti de yüksektir.

c. Kullanma sıcak suyu sirkülasyon pompası çalışma saatleri kesinlikle belirlenmeli, ilave ısı kayıplarına izin verilmemelidir.

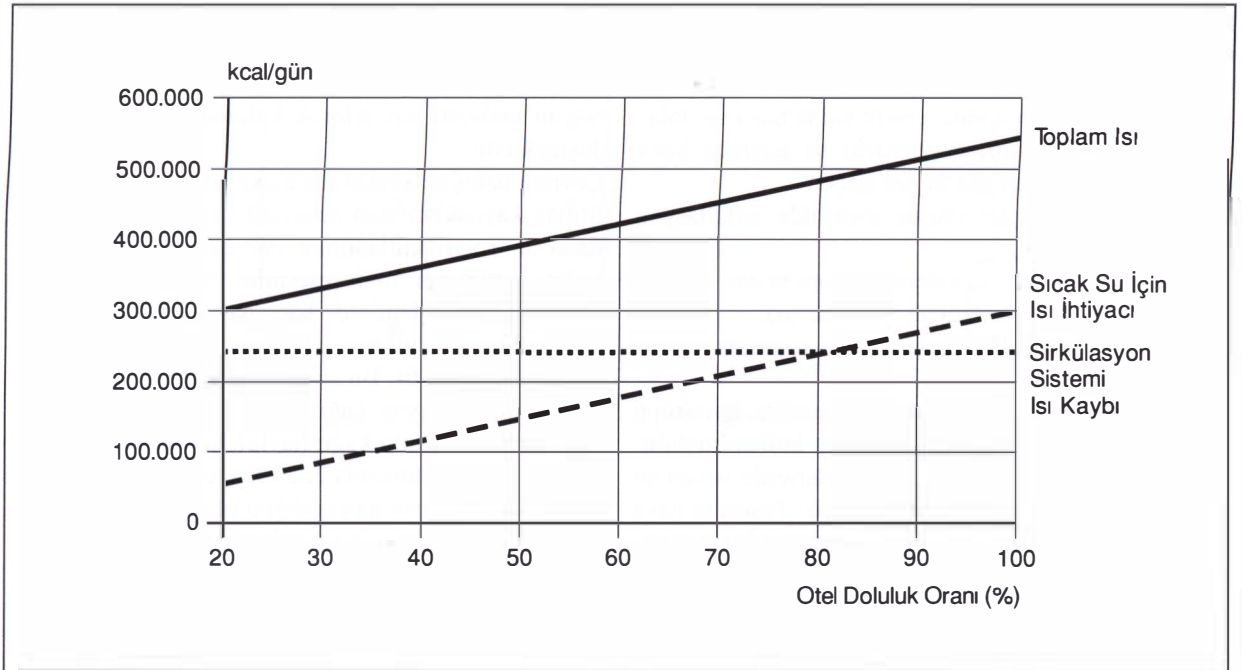
Sıcak su sirkülasyon pompası musluk açıldığında sıcak suyun çok kısa sürede akmasını sağlamalı, su tüketimini sınırlandırılmalıdır. Sistemde sıcak su sirkülasyonunun sürekli yapılması, borulardan ısı kaybı ve ilave pompa enerjisi nedeniyle sakıncalıdır.

Kullanımın sürekli olduğu yerlerde, sıcak su sirkülasyon pompaları kullanımın başlayabileceği saatten 30 dakika önce çalıştırılmalıdır. Böylece musluk ve batarya kullanımında anında sıcak su sağlanacağından su ve elektrik enerjisi tüketimi minimum olacaktır. Yaklaşık yarım saat çalıştıktan sonra pompa durdurulabilir. Çünkü artık yapıda kullanım başlamış, her an sıcak su hazır hale gelmiştir.

Çok büyük enerji kayıpları olan otel uygulamalarında sirkülasyon suyu dönüş sıcaklığı 35°C'nin altına düştüğünde sirkülasyon pompası çalıştırılarak 35°C sıcaklık sağlanabilir.

d. Çözüm, kullanma suyu sirkülasyon pompasının kazan kumanda panelinden kumanda almasıdır. Örneğin konutlarda bu pompa gece 11 ile sabah 6 arasında durdurulabilir. Müstakil evlerde ve işyerlerinde, kullanılmayan gündüz saatlerinde bile, kullanma suyu sirkülasyon pompası çalıştırılmayabilir.

e. Sıcak su sirkülasyon hattı, minimum pompa enerjisi ihtiyacı oluşacak şekilde projelendirilmeli ve



Şekil 24.49. SICAK SU SİRKÜLASYON SİSTEMİ KAYIPLARI (Örnek olarak incelenen bir projede, 85 odalı sıcak ve sirkülasyon sisteminde 2 m³/h su dolaştığı ve sistemde sıcaklık kaybının 5°C olduğu görülmüştür.)

uygulanmalıdır (Sirkülasyon pompaları küçük pompalardır ve çektikleri enerji genelde çok düşüktür. Ancak sürekli çalışmaları nedeniyle toplamda enerji tüketimleri çok fazladır.).

f. Pompanın kontrolü için, kolon sonundan alınan sıcaklık uyarısı özel durumlarda kullanılabilir. Kolon hattı sonunda sıcaklık düşmüşse, pompalar çalışmaya başlayabilir veya zaman saati kullanarak belirli saatlerde çalışma durdurulabilir.

24.4.3.8. Uygulamada Yapılabilecekler

a. Sıcak su dağıtım ve sirkülasyon boruları gibi sirkülasyon pompaları da ısı olarak izole edilmelidir.

b. Özellikle sıva altındaki boruları izole etme alışkanlığı olmadığından, ısı kaybı oluşmakta ve korozyon nedeniyle boru çabuk delinmektedir. Kışın yaklaşık 10°C su geçen borular, duvar içinde terlemeye neden olmakta ve geçtiği duvarlarda az da olsa küf oluşumuna neden olabilmektedir. Öneri; Sıva altındaki galvaniz boruların doğal gaz borularında kullanılan koruyucu bant ile sarılıp üzerine ısı yalıtımı yapılmasıdır.

c. Aynı şekilde soğuk su boruları da terlemeye karşı izole edilmelidirler (Kışın su sıcaklığı yaklaşık 10°C'dir.).

d. Çok kolonlu sistemlerde her bir kolona *Şekil 24.50'* deki gibi ayrı bir sirkülasyon hattı çekmek yerine, uygulanabilir olduğu takdirde *Şekil 24.51'*deki gibi alttan dağıtım sistemi kolonları, en üstteki branşmanın bulunduğu tavanın altından çekilen yatay bir boruyla irtibatlandırılırken, kolonlar alttan da birbirine bağlanır. Böylece, ilk kolondan çıkan su, diğer kolonlardan sirkülasyon pompasına geri döndürülür. *Şekil 24.52'*de görüldüğü gibi kombine sistem de oluşturmak mümkündür.

e. Aynı prensip, kazan dairesi çatıda oluşturulduğunda da uygulanabilir (*Şekil 24.53 ve 54*).

f. Boylerdeki suyun içinde, eriyik halde hava ve dolayısıyla oksijen vardır. Boylerdeki su ısınınca hava ayrışır, eriyik halden gaz haline geçer:

- Tesisatta tıkaçlar oluşur (özellikle sirkülasyon hatlarında).
- Musluk açılınca su sıçrar, konforu bozar.
- Su tüketimi artar (soğuk ve sıcak su).
- Oksijen korozyonu, kısa vadede sorun oluşturur.
- Çözüm:

Sıcak su kolonunun en üst seviyesinde, hava tüpü ve otomatik hava tahliye cihazı kullanılmalıdır.

g. Kullanımın olmadığı anlarda boylerde ısınan su da kalorifer sistemindeki gibi genleşir. Tesisatta hava cepleri yoksa (ki hava cepleri istenmeyen bir durumdur) genleşme sonucu emniyet ventilini açar ve dışarıya su akıtır veya damlatır.

- Çözüm:

Boylere de genleşme deposu (içinden su dolaşan, hijyen tip) monte edilmeli, emniyet ventili son güvence olarak gerekirse açmalıdır (*Şekil 24.32A ve B*).

24.4.3.9. İşletmede Yapılabilecekler

a. Kazan sisteminin bakımını ve temizliğini periyodik olarak yapmak gerekir.

b. Sıcak su sirkülasyon pompalarında, ihtiyaç olmadığı saatlerde, pompaların çalışması durdurulmalıdır.

c. Pompanın kontrolü için, kolon sonundan alınan sıcaklık uyarısı kullanılabilir. Kolon hattı sonunda sıcaklık düşmüşse, pompalar çalışmaya başlayabilir veya zaman saati kullanarak belirli saatlerde çalışma durdurulabilir.

d. Boruların ısı yalıtımlarının çok iyi durumda olup olmadığı her sene kontrol edilmelidir.

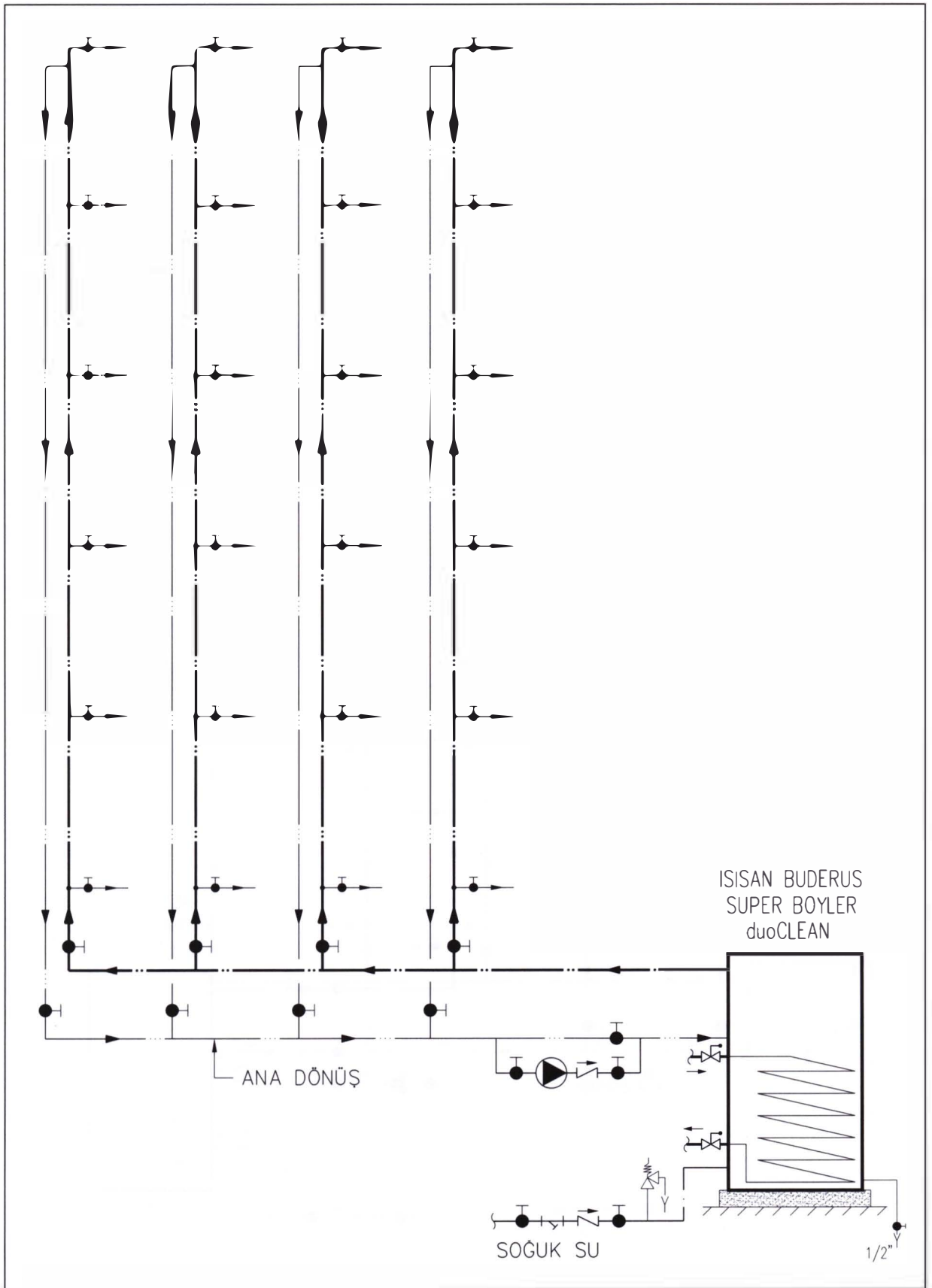
24.4.3.10. Elektrikli El Kurutucuları ve Diğer Çevreci Uygulamalar

Elektrikli el kurutucularının kullanımı artmaktadır; çünkü bu cihazların ömür boyu maliyetleri, alternatif olan atılabilir kağıt havlulardan daha ucuzdur. EBN (Environmental Building News) tarafından toplanan bilgilere göre, genel tuvaletlerde her kullanımda iki kağıt havlunun kullanıldığı düşünülerek bin kullarıdaki maliyetin 23 USD olduğu hesaplanmıştır. Standart bir elektrikli kurutucunun maliyeti ise bin kullarımda, kWh 0,80 USD'den 1,47 USD'dir. Diğerinin %7'sinden bile azdır. Elektrikli el kurutma cihazları ile ilgili problem, bunlar ile kurutmanın yaklaşık 30 ile 45 saniye gibi uzun zaman almasıdır. Çoğu kullanıcı bu kadar sabırlı değildir.

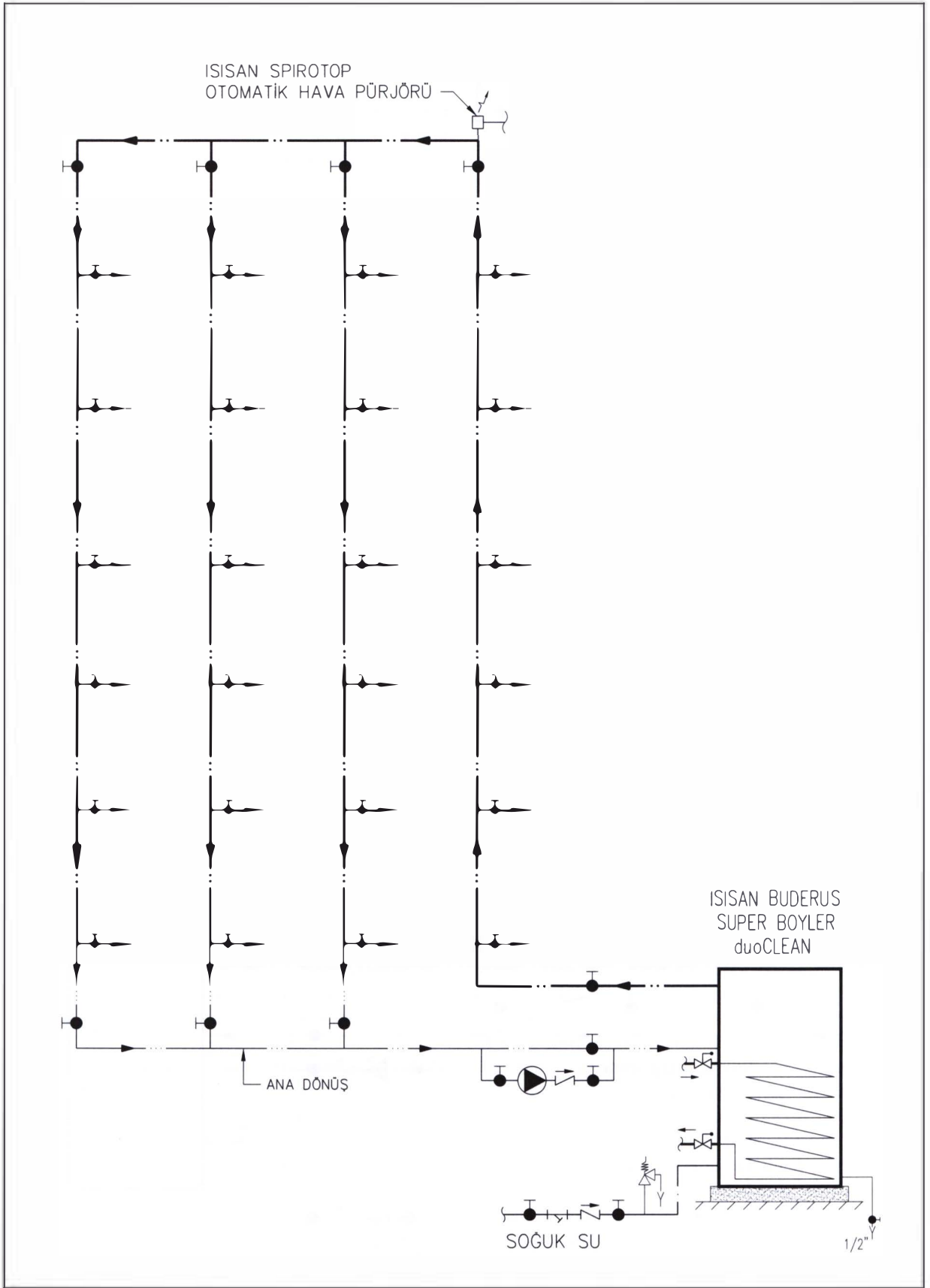
Eldeki su taneciklerini yüksek hızda hava jetinden yararlanarak uzaklaştıran yeni bir cihaz geliştirilmiştir. Bu cihaz kurutma süresini 12 ile 15 saniyeye indirmektedir. Bu da kağıt havlu kullanarak el kurutma süresine eşittir. Ayrıca cihaz daha az elektrik kullanır (2.200W yerine 1.500W). EBN kayıtlarına göre, operasyon maliyeti bin seferlik kullanımda 0,5 USD'ye düşmektedir.

Çevreci bakış açısından, bu elektrikli kurutucu sadece orman kaynaklarından tasarrufu değil, aynı zamanda daha az enerji kullanımını da sağlamaktadır. EBN, kağıt havluların malzemesinin işlenmesi, üretimi, taşınması gibi işlemlerde harcanan enerjiyi incelemiş ve elektrikli el kurutma cihazlarında kullanılan enerji ile karşılaştırmıştır. Bu araştırmaların sonucunda, geri dönüşümü olmayan kağıt havlularda 743 kJ, yüzde yüz geri dönüşümlü kağıt havlularda 460 kJ, standart bir elektrikli kurutucuda 222 kJ ve çevreci kurutucuda sadece 76 kJ enerji harcandığını hesaplamıştır.

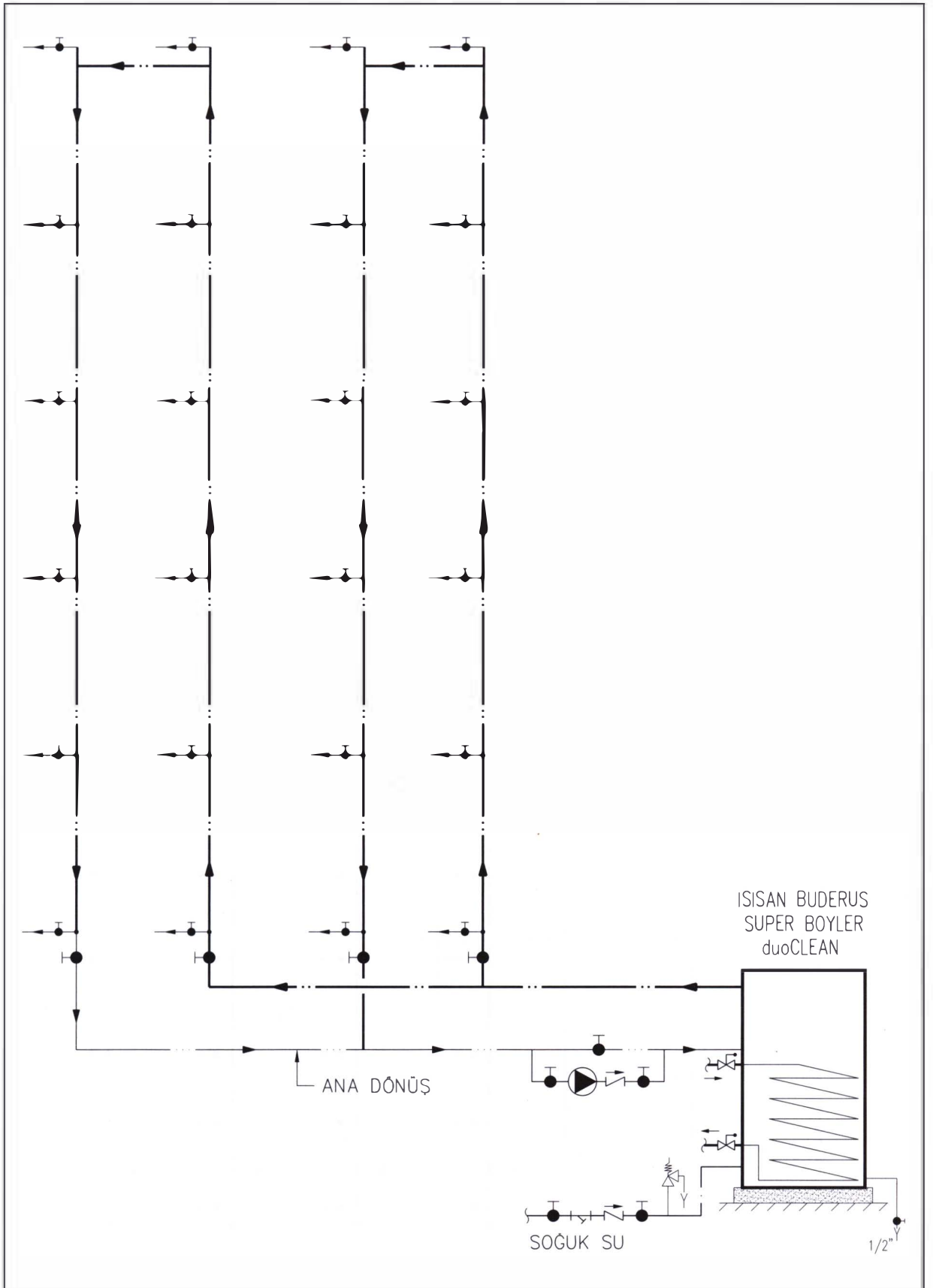
Genel tuvaletlerde kullanılabilecek diğer çevreci uygulamalar; enerji tasarruflu aydınlatma armatürlerinin kullanımı, genel tuvaletlerde belirli saatlerden sonra lambaların insan girince aydınlatmalarını sağlayan sensör kontrolleri, enerji tüketimini azaltan ve ısı geri kazanımlı gelişmiş havalandırma sistemlerinin kullanımı, zararlı kimyasal maddelerin kullanımının azaltılması sağlayan temizleme işlemleri olarak gösterilebilir.



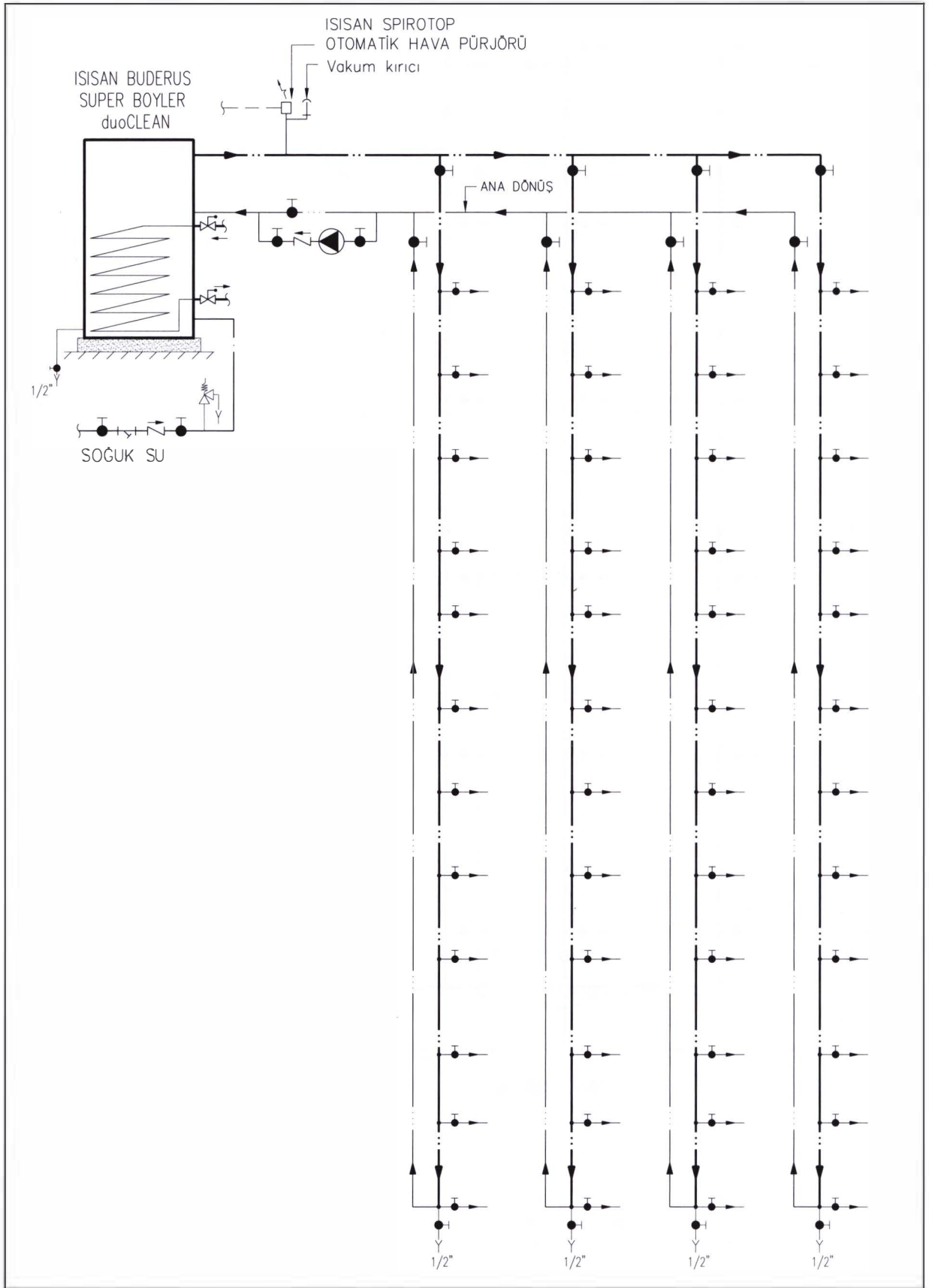
Şekil 24.50. KLASİK SİSTEM KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON HATTI
ALTAN DAĞITMA - ALTAN TOPLAMA



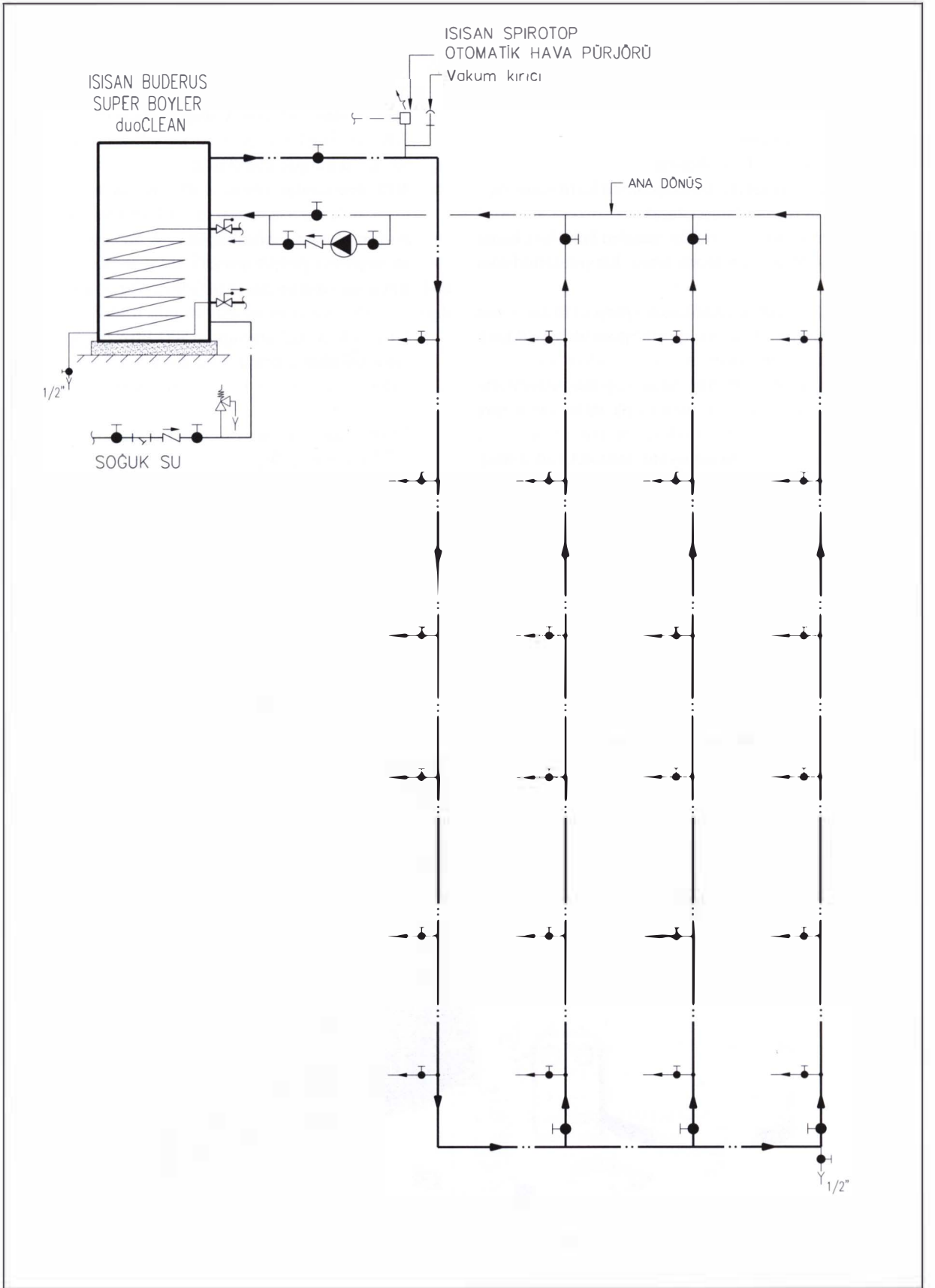
Şekil 24.51. KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON HATTI
ÜSTTEN DAĞITMA - ALTTAN TOPLAMA Daha az boru ve ısı yalıtım malzemesi, borularda daha az enerji kaybı



Şekil 24.52. KULLANMA SICAK SUYU VE ŞİRKÜLASYON HATTI
ALTTAN VE ÜSTTEN DAĞITMA



**Şekil 24.53. KLASİK SİSTEM ÇATI KAZAN DAİRESİ
ÜŐTĐEN DAĞITMA - ÜŐTĐEN TOPLAMA**



Şekil 24.54. ÇATI KAZAN DAİRESİ

ÜSTTEN DAĞITMA - ALTTAN TOPLAMA Daha az boru ve ısı yalıtım malzemesi, borularda daha az enerji kaybı

24.4.3.11. Güneş Enerjisi Kullanımı

a. Kullanma sıcak suyu ısıtmada güneş enerjisinden olabildiğince yararlanılmalıdır (Şekil 24.55).

Yapılan çalışmalar sonucunda;

- Bölgeye,
- Uygulama alanına,
- Kullanılan kolektör alanına,
- Kullanılan kolektör ve ekipmanın kalitesine ve
- Sistem verimine bağlı olarak

yıllık kullanma suyu ısıtma ihtiyacının %90'ına kadar güneş enerjisinden yararlanılarak, karşılanabildiğini göstermiştir.

b. Yoğuşmalı kazan kullanılması enerji ekonomisinin önemini daha iyi fark edilip enerjinin daha dikkatli kullanılmasını sağlamıştır.

Güneş enerjisinden yararlanılarak yapılan sistemlerin kullanılması ile enerjinin önemi çok daha fazla fark edilmiştir. Böylelikle, para ödeyerek kullanılan diğer enerjilerde de ekonomik maliyete daha dikkatli bakılmaya başlanmıştır.

Güneş enerjisi de verimli kullanılmalıdır. Öncelikle konvansiyonel tedbirler alınmalı sonra da güneş enerjisini verimli kullanmaya çalışılmalıdır.

c. Boyler kapasitesinin uygun boyutlandırılması, yatırım maliyetlerinin azaltılmasında önemli bir faktördür.

- 200 litre günlük gereksinime göre iki kolektör öngörülmuş bir konut uygulamasında, sistemde 300 litre boyler kapasitesi ile yıllık gereksinimin %85,3'ü karşılanmaktadır.

- 300 litre boyler yerine 400 litre boyler kullanılması halinde ise yıllık %86,2 oranına çıkıldığı görülmektedir ve bu küçük fark daha büyük boyler seçmeyi gerektirmez (Tablo 24.56).

d. Günlük su tüketiminin 2.000 litre olarak kabul edildiği otel, fabrika veya apartman gibi mahallerde,

- 10 kolektör kullanımında 500 litre boylerli tesisatta karşılama oranı %62,7

- 1.000 litre boylerli tesisatta karşılama oranı %73,5 ve

- 2.000 litre boylerli tesisatta karşılama oranı %77,1 olmaktadır.

Örneklerde tüm boyler kapasitelerinde, ışıının düşük olduğu soğuk aylarda sıcak kullanım suyu gereksiniminin yaklaşık %40'ının karşılanabildiği görülmektedir. Sıcak yaz aylarında ise 1.000 litre boylerli sistem



Şekil 24.55. ÖRNEK GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ

500 litre boylerli sisteme göre çok daha fazlasını (tüm gereksinimin ortalamada %90'ı) karşılamaktadır (Tablo 24.57).

e. Domestik uygulamalarda günlük toplam su tüketiminin, yaklaşık 1,5 katının boyler hacmi olarak seçilmesi uygundur.

Kullanımda kendinden ısıtmalı çamaşır ve bulaşık makinesi olmaması durumunda, günlük gereksinime makine başına 50 litre eklenebilir.

f. Güneş enerjisi uygulamalarında, kullanılan sirkülasyon pompalarının tükettikleri elektrik enerjisi de dikkate alınmalıdır. Sürekli çalışan pompaların değişken devirli seçilmesi çok daha uygundur.

Boyer kapasitesi (litre)	Karşılama oranı (%)
300	85,3
400	86,2

Tablo 24.56. 200 LİTRE GÜNLÜK GEREKSİNİM OLAN ÖRNEKTEKİ KARŞILAMA ORANI

Boyer kapasitesi (litre)	Karşılama oranı (%)
500	62,7
1.000	73,5
2.000	77,1

Tablo 24.57. 2.000 LİTRE GÜNLÜK GEREKSİNİM OLAN ÖRNEKTEKİ KARŞILAMA ORANI

Gürültü çeşidi	Ses basınç düzeyi dB(A)
Ortalama ev gürültüsü	30 - 40
Klozetlerin dolma gürültüsü	30 - 50
Ortalama sokak gürültüsü	45 - 70
Musluğun akış sesi	50 - 75
Klozet sifonun çekme gürültüsü	50 - 75
Bas klozet yıkama gürültüsü	65 - 80

Tablo 24.58. ÇEŞİTLİ GÜRÜLTÜLERİN SES BASINÇ DÜZEYLERİ

Gürültü kaynağı	Oturma ve yatak odası	Çalışma odası ve diğer odalar
Su tesisatı Pis su tesisi	≤ 35 ¹⁾	≤ 35 ¹⁾
Özel ev cihazları ve makineleri	≤ 30 ²⁾	≤ 35 ²⁾

1) Kısa süreli sesler, sifon çekilmesi vs. için geçerli değildir.
2) Sürekli çalışan havalandırma cihazlarında 5 dB (A) daha yüksekliğine izin verilir.

Tablo 24.59. İZİN VERİLEN SES SEVİYELERİ dB(A)

24.5. SIHHİ TESİSATTA GÜRÜLTÜ

24.5.1. SIHHİ TESİSATTA GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI VE TANIMLARI

Sihi tesisat kaynaklı ses, hava yolu ile ve yapı yolu ile olmak üzere iki yolla insanlara ulaşır. Hava yolu ile gelen sesin yüksekliği belirli değerleri aşmamalıdır. Bu sınır değerler sesin frekansına bağlı olarak verilir. Hava ile taşınan sesin yüksekliği ses basınç düzeyi olarak bilinir ve bu ölçülebilen bir düzeydir. A-ağırlık ortalaması olarak (duyulabilir frekans aralığında) verilen çeşitli kaynaklardan gelen sesin limit basınç düzeyleri Tablo 24.58'de verilmiştir. Yapıdan gelen ses ise, çoğu zaman yine hava ortamı ile kulağımıza ulaşır. Tablo 24.59'de Alman standartlarına göre belirlenen tesisat ses düzeyi sınırları verilmiştir.

24.5.1.1. Armatür Gürültüsü

Armatürlerdeki gürültü, vana oturma yüzeyi yakınındaki girdaplar ve rahatsızlıklardan kaynaklanır. Özellikle yüksek hızlarda ve geri kapamalarda ses yükselir. Armatürlerdeki sesin azalması için, akışın düzeltilmesi ve uygun hale getirilmesi gerekir. Düz geçişli vanalar ve musluklar, daha düşük akış hızları tavsiye edilen çözümlerdir. Tablo 24.60'da ise armatürlerde müsaade edilen gürültü düzeyleri görülmektedir. Bazı binalarda tıkırtı, vızıltı veya uğultu sesi önemli mertebelere ulaşır ve özellikle geceleri rahatsız edici olur. Bunun nedeni gevşek bir conta olabilir. Suyun akışı ile titreşerek gürültü oluşturur. Musluklardaki basınç ve debi sınırlandırılmalıdır. Musluktan önce bir basınç düşürücü (regülatör) kullanımı tavsiye edilir.

24.5.1.2. Dolma Gürültüsü

Rezervuar içindeki suya yukarıdan veya yandan püsküren veya dökülen suyun gürültüsüdür. Bu amaçla suyun püskürdüğü duvarın karşısındaki duvara kaplama konması, kalın duvarlı rezervuar kullanımı, hava emici bir püskürme düzenleyicisi kullanımı, gürültüyü azaltır. Özel şamandıralı valflerde su çıkışında bir ses tutucu parça bulunur. Eğer su yeteri kadar hızlı boşalamaz ise rezervuardan boşalma sesi de yayılır.

Cihaz bağlantı armatürleri, şofbenler, duş süzgeci	≤ 20 l. Sınıf armatür grubu için
Basınçlı yıkama, bulaşık makinesi ayırma vanası, köşe ventili çek valf, basınç düşürücü	≤ 30 II. Sınıf armatür grubu için
Akış regülatörü, küresel mafsal, havalık	≤ 15 l. için ≤ 25 II. için

Tablo 24.60. ARMATÜRLERDE İZİN VERİLEN SES SEVİYELERİ (dB(A))

24.5.1.3. Akış Sesi

Bu ses uygun boyutlandırılmamış dar kesit boru hatlarında ortaya çıkar. Boru cidarlarındaki sürtünme sesi, ani kesit genişlemesi ve daralması, keskin dönüş noktalarındaki sesler boru tesisatındaki akış seslerine örnektir. Akış sesi suyun hızı ile artar.

24.5.2. SESE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER

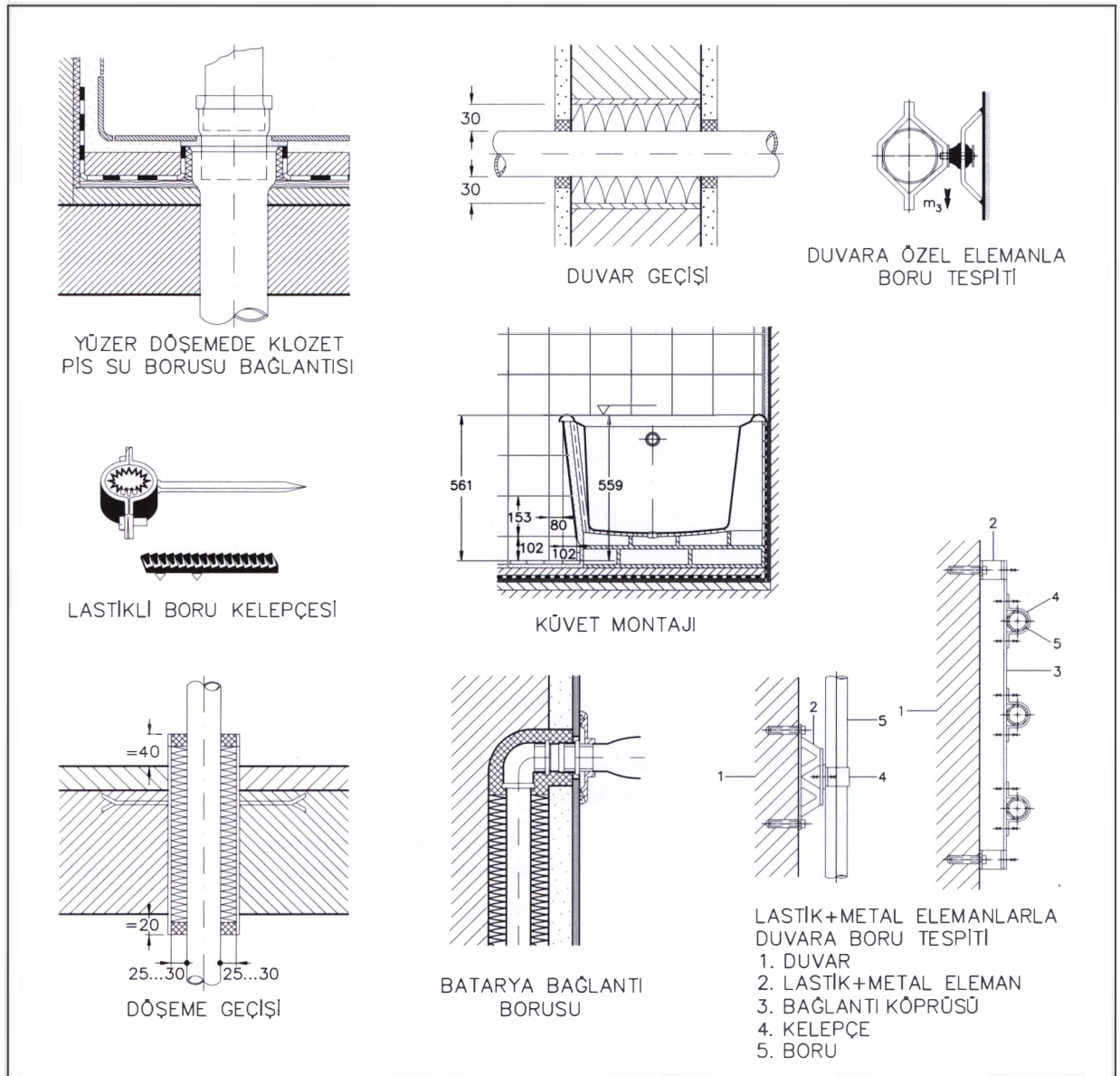
Tesisatta gürültünün sınırlanması için öncelikle su hızının kolon ve dağıtım hatlarında 2 m/s değerini aşmaması gerekir. Ayrıca boru et kalınlığı ve kütlelerinin büyük olması istenir.

Yapıdan sesin yayılmaması için Şekil 24.61'de örnekleri görüldüğü üzere, ses ve titreşim kaynakları yapıdan yalıtılmalıdır. Boru ile mesnet arasında en az 3 mm kalınlıkta

esnek malzeme konulmalıdır. Tesisatın döşemeyi geçtiği yerlerde boru ile döşeme arası esnek malzeme ile doldurulmalıdır. Tesisat shaftları katlar arasında gürültü geçişini önleyecek şekilde ses yutucu malzeme ile izole edilmelidir. Küvet vs gibi sıhhi tesisat gereçleri yapıya doğrudan bağlanmamalı, arada lastik takoz bulunmalıdır.

Pompalar vb hem döşemeden hem de boru tesisatından izole edilmelidir.

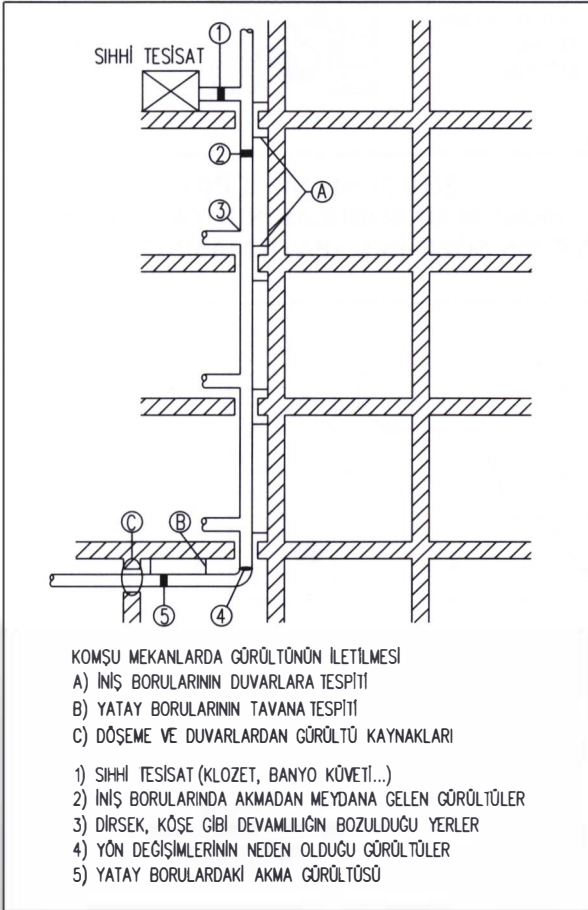
Özetle ifade edilecek olursa, temiz su tesisatında oluşan sesin ana nedeni, su basıncının fazla olmasıdır denilebilir. Yüksek basınçlı su, kesitin daraldığı yerlerde su hızını artırır. Hidrofor basıncının ayarlanması, hidrofor çıkışına basınç sabitleyici montajı, sistemdeki basınç kademelerinin doğru düzenlenmesi ve daire girişlerine basınç düşürücü montajı bu yönde alınabilecek en gerekli önlemlerdir.



Şekil 24.61. YAPIDAKİ SES VE TİTREŞİM KAYNAKLARININ YALITILMASI

24.5.3. PİS SU TESİSATINDA GÜRÜLTÜ

Pis su tesisatındaki gürültü kaynakları, genellikle banyo küveti, duş teknesi, klozet, lavabo gibi gereçlerdir. Bu gereçlerden çıkan suyun borular ve dirsek, çatal gibi bağlantı parçalarından akarken hava ve kitle tesirli ses çıkarmasıyla gürültü meydana gelir. Ayrıca tesisatın ana yapıya bağlantısı ses yalıtım önlemi alınmadan yapılmışsa, meydana gelen kitle tesirli sesler katı malzemeden katı malzemeye kolayca geçerek istenmeyen seslerin ana yapıya iletilmesine neden olur (Şekil 1.62). Zira bilindiği gibi katı malzemeler sesi havadan ve sudan çok daha hızlı iletirler. Metallerde bu hız daha da artar. Üst katlardan çıkan su, düşey kolonlardan aşağı doğru akarken suyun miktarına ve hızına bağlı olarak boruların cidarlarında direkt olarak hava sesi meydana getirir. Aynı zamanda kitle tesirli ses olarak tespit elemanları, duvar ve döşeme yardımıyla komşu mekanlara geçer. Akış yönünü değiştiren açık ve kapalı dirsekler, çatal vb gibi parçalar mevcut sesin artmasına neden olur. Aynı durumlar yatay boru sisteminde de oluşur ve aynı yollarla komşu mekanlara iletilir. Sistemi etkileyen faktörlerin çokluğu ve iletimin çeşitliliği konunun karmaşık gibi algılanmasına neden olur. Fakat aslında karmaşık



Şekil 24.62. PİS SU TESİSATINDAKİ GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI VE GÜRÜLTÜYÜ İLETEN TESİSAT SİSTEMLERİ

gibi görünen bu sistem, ses kurallarına uyulduğu takdirde kolayca çözülebilecek bir sistemdir. Bunun için şu basit ses kurallarını hatırlamakta yarar vardır. Hava sesinin yayılmaması için ya ağır malzeme kullanılmalı veya kaliteli ses yutucu malzemeyle kaplanmalıdır. Bu açıdan özen gösterilen pis su tesisatlarında PVC boru yerine pik döküm duktil boru kullanılması tavsiye edilir. Kitle tesirli sesin iletilmesini önlemek üzere katı malzemenin katı malzeme ile direkt temas etmemesi için araya ses yutucu nitelikte fakat belirli basınca dayanımlı esnek bir malzeme konulmalıdır. Buradaki esnek malzemeden kasıt kesinlikle lastik olmayıp, dinamik sertliği çok düşük ($<30 \text{ MN/m}^3$) olan cam yünü-taş yünü gibi mineral elyafli malzemeler ile polietilen veya kauçuk esaslı kopuk prefabrik malzemelerdir (esnek malzemeler). Dinamik sertliği düşük olan bu malzemeler adeta bir amortisör gibi görev yapar ve sesi yutarak iletmezler. Oysa lastiğin dinamik sertliği çok yüksek olup, amortisör vazifesi yapamaz.

24.5.3.1. Borulara Ses Yutucu Kılıf Geçirilmesi

Pis su tesisatındaki rahatsız edici gürültülerin çoğunluğu, tesisatın döşenmesi sırasında akustik kurallarına uyulmadan bilgisizce yapılan montaj işleminden kaynaklanmaktadır. Borunun döşemeyi veya duvarı delip geçtiği yerdeki boşluklar montajdan sonra betonlanarak kapatılmakta, böylece gürültünün olduğu katı malzeme olan boru, yine katı malzeme olan betonla temas ettirilmiş olmaktadır. Bu teması önlemek için borunun döşeme veya duvar kalınlığı kadar olan kısmına dinamik sertliği düşük ses yutucu prefabrik boru kılıf geçirilmelidir. böylece kitle sesi iletimi önlenmiş olur. Eğer pis su borusu tamamen kaplanırsa ayrıca mekan içine yayılan hava sesi de azaltılmış olur. Pratikte 10-20 mm kalınlığındaki prefabrik kılıf yeterli olmaktadır.

24.5.3.2. Ses Emici Tesisat Bacası Yapılması

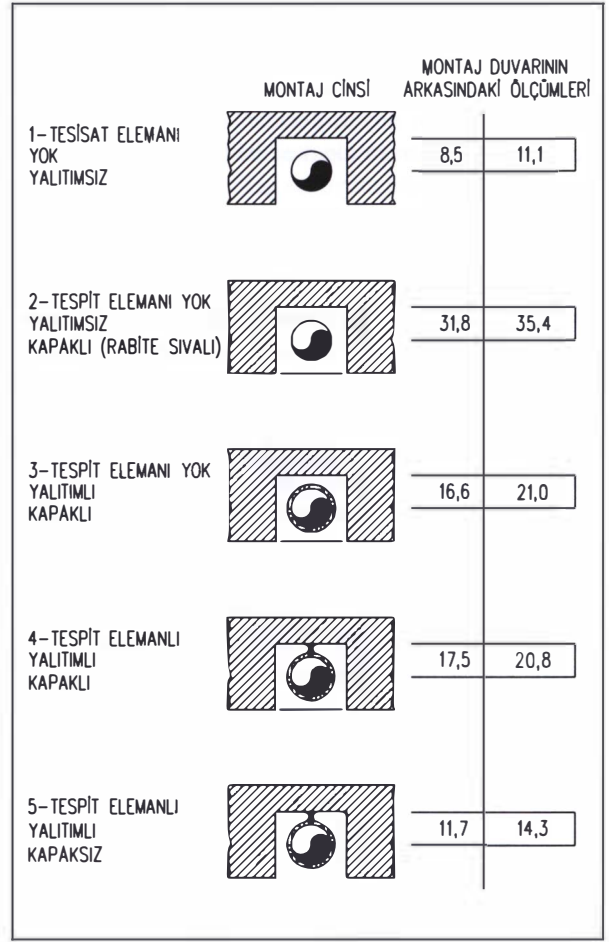
Pis su borusunu tek olarak yalıtım mümkün olduğu gibi, tesisat bacasının iç duvarlarını yalıtarak da sonuca ulaşmak mümkündür. Bu yöntemle kuşkusuz daha iyi sonuç alınır. Şekil 24.63'de açıktan geçen yalıtımsız pis su borularındaki gürültü seviyeleri görülmektedir. Ses emici baca içindeki gürültü seviyesi diğerine oranla yaklaşık 25 dB(A) daha düşüktür. Duvar önüne yapılan tesisat bacalarının avantajı bacanın boruların montajından sonra istenen yeterli büyüklükte yapılabilmesidir.

Gürültü olması istenmeyen mekanlardan geçen pis su boruları çift katlı alçı-karton levhalarıyla ve arkası yalıtımlı olarak teşkil edilebilir. Tesisatın monte edildiği duvarın arkasındaki mekana iletilen sesin seviyesi, boruların montaj kalitesine, duvarın ağırlığına ve kalınlığına göre değişebilir. Duvar içinde bırakılacak nişlere yapılan pis su tesisatında ise DIN 4109'a göre herhangi bir kanıtlamaya ihtiyaç duymaksızın duvar ağırlığının en az

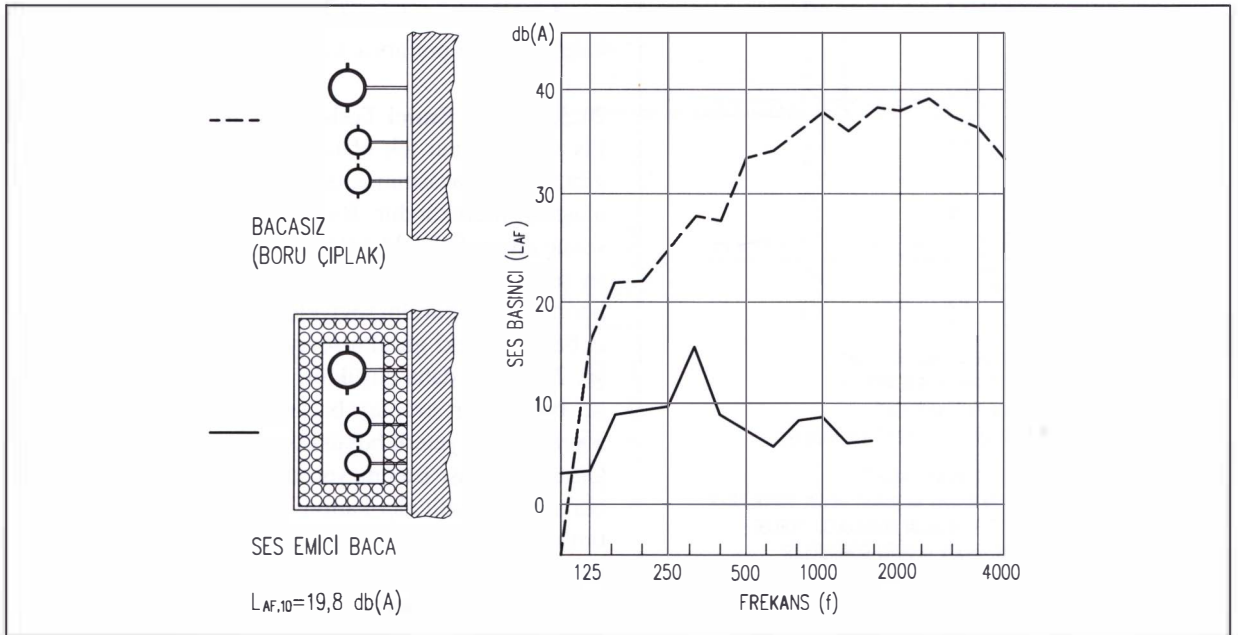
220 kg/m² olması yeterlidir. Ancak nişin arkasında incelen duvarın kalınlığı en az 100 mm olmalıdır. Eğer bu kalınlığın altına inmek kaçınılmazsa o taktirde duvarın arka yüzüne komple ses yalıtım tabakası uygulanmalıdır. Nişin on mekana bakan ağzı genellikle rabbitz sıva ve alçı-karton levhalar ile kapatılır. Bu tabakanın herhangi bir nedenle açılması durumunda mekana istenmeyen seslerin geleceği kuşkusuzdur. Bunun önlenmesi için boruların boydan boya ses yutucu prefabrik boru kılıfları ile kaplanması yeterli olacaktır. Laboratuar testleri yalıtımlı borulardaki gürültü seviyesinin yalıtımsız olanlara göre yaklaşık 15 dB(A) daha az olduğunu göstermektedir (Şekil 24.64).

24.5.3.3. Düşey Pis Su Borusu Taşıyıcıları ve Keleпçeleri

Yukarıda açıklanan önlemlerin etkisi, tesisatı duvarlara bağlayan tespit elemanlarının kalite ve uygulanmasına bağlı olduğu görülmektedir. Kitle sesini olduğu gibi ana yapıya ileten çıplak basit keleпçeler yerine, boruların hem statik yükünü taşıyacak hem de sesin iletilmesini önleyecek keleпçeler kullanılmalıdır. çok katlı binalarda sıkça görülen, boruların tüm ağırlığını sadece bodrum katında taşıyan tek bir desteğe taşıtmak doğru değildir. Doğru olan, her katta bir destek uygulanarak yükün dağıtılmasıdır. Ayrıca tek vidalı keleпçelerin seçilmesiyle sesin ana yapıya taşınımı azaltılmış olur. Borularda sesin azaltılmasını sağlayacak bir başka önlem, keskin köşelerden kaçınılmasıdır. Suyun akış hızını azaltmak için düşey borularla yatay boruların birleştiği noktalarda 90°'lik dirsek yerine iki adet 45°'lik dirsek kullanılmalıdır.

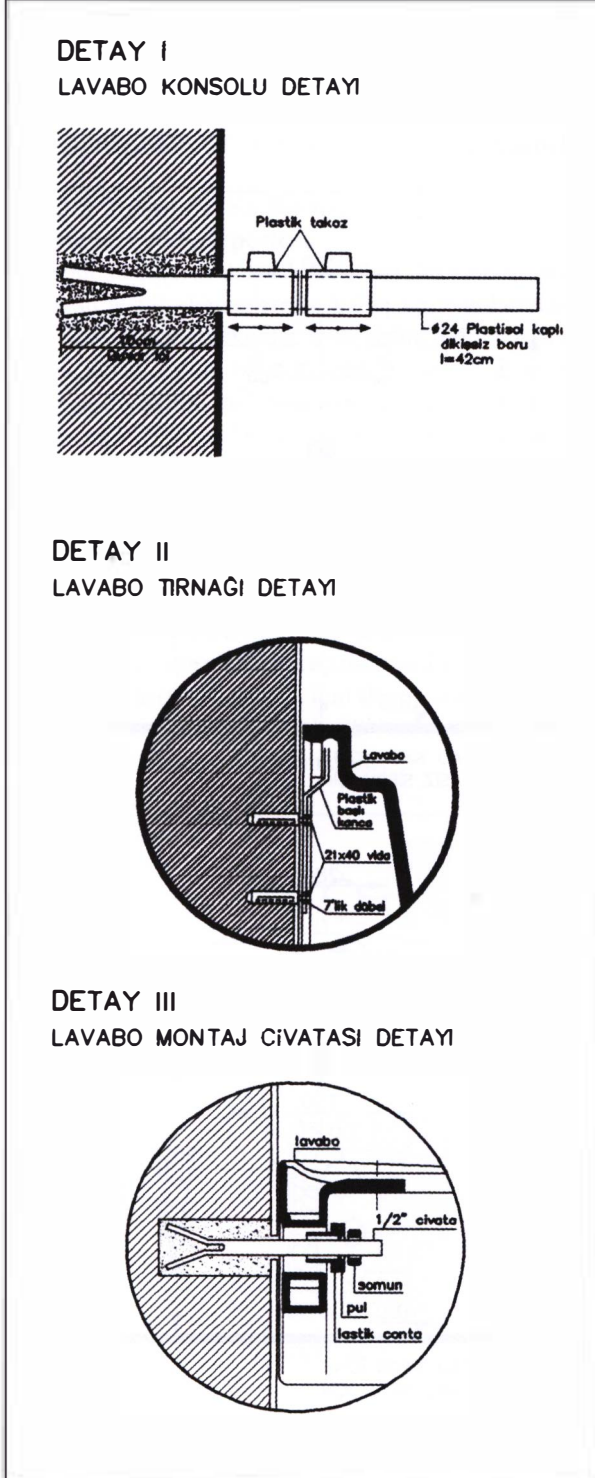


Şekil 24.64. NİŞ İÇİNDEKİ DÖKÜM SU BORULARININ YALITILMASI VE NİŞ AĞZININ KAPATILMASININ ETKİLERİ



Şekil 24.63. AÇIKTAN GEÇEN YALITIMSIZ PİS SU BORULARI İLE İÇ DUVARLARI YALITILMIŞ BACA İÇİNDEN GEÇEN PİS SU BORULARINDAKİ GÜRÜLTÜ SEVİYELERİ

Lavabo duvar tespiti için, lavabo montaj civatası, lavabo montaj tırnağı ve lavabo konsolu olarak lavabo cinsine bağlı üç ayrı tespit şekli vardır. Bu montaj detayları Şekil 25.2'de gösterilmiştir. Konsollu ve civatalı montajda konsol ve civatanın kaba inşaat aşamasında yerleştirilmesi gerekmektedir. Bunların zedelememesi için gerekli önlemler alınmalıdır.



Şekil 25.2. LAVABO MONTAJ DETAYLARI

25.1.1. LAVABO MONTAJ CİVATASI

Arkası montaj delikli tüm lavabolarda kullanılacak civata, TS 605'te verilen lavaboların yüklemeye ağırlığına eşit dayanma ağırlığına sahip olmak üzere, 16 cm boyunda ve 12 mm kalınlığında olmalıdır. civata aksesuarları çelik pul, somun ve lastik takozdur. Lastik takoz deformasyona ve çürümeye karşı dayanıklı olmalıdır.

25.1.2. LAVABO MONTAJ TIRNAĞI

Tırnak 4 mm kalınlıkta, kadmiyum kaplı sac'tan yapılmış olmalıdır. Aksesuarları iki adet lastik kılıf, dört adet vida ve dübeldir.

25.1.3. LAVABO KONSOLU

Konsol 420 mm boyunda 1,5 mm kalınlığında 16 mm çapında dikişli veya dikişsiz borudan yapılmış olmalıdır. Konsolun dış yüzeyi çürümeyi önlemek amacı ile plastik veya benzeri malzeme ile kaplanmalıdır. Konsol üzerinde aksesuar olarak hareketli tırnak ve plastik vb malzemeden yapılmış tıpa bulunmalıdır.

Lavabo montajında dikkat edilmesi gerekenler aşağıda sıralanmıştır:

- Tespit deliklerinin yerinin belirlenmesi için gerekirse 1/1 ölçeğinde kağıttan şablon çıkararak yerleri işaretlenmelidir.
 - Civata ve konsol yerleştirildikten sonra harcın donması beklenmelidir.
 - Lavabo ayakları tam veya yarım ayak şeklindedir. Yarım ayaklar vidalı montaj biçiminde bitmiş duvar üzerine monte edilmelidir. Tam ayak hiçbir zaman ne lavaboya ne de döşemelere herhangi bir şekilde tespit edilmemelidir. Ayak döşeme ile lavabo arasında hafif sıkışmış vaziyette bulunmalıdır. Ayağın hiçbir taşıyıcılık görevi olmadığı unutulmamalıdır.
 - Ankastr lavabo bataryasının bağlanması için lavabo üzerinde bağlantı delikleri açık veya kapalı biçimde bulunmaktadır. Kapalı bulunan kısımların açılması için şu yol izlenmelidir:
 - Lavabo, düzgün ve esnek bir zemine, lavabonun kullanım yüzeyi üste gelecek şekilde oturtulmalıdır.
 - Açılması gereken deliğin yeri alttan el teması ile belirlenmelidir.
 - Sivri uçlu bir çekiçle, bir el, açılacak deliğin altında bulunmak suretiyle sırlı yüzeyde kısa, keskin fakat sürekli darbelerle önce sırt delinmelidir. Vurma işlemine deliği kapatan pulun açılmasına kadar devam edilmelidir.
 - Bu işlemler sırasında lavabonun çizilmemesine özen gösterilmelidir.
 - İmalat esnasında pul biraz kalın düşmüş olabilir. Dolayısıyla bu durumda sabırla yukarıda anlatılan işleme devam etmelidir. Deliğin hiçbir zaman alttan vurularak açılmaması gerektiği unutulmamalıdır.
- Toplu işler için lavabo siparişi verilirken, kullanılacak batarya tiplerine göre deliklerin fabrikada açılmış

olarak sevk edilmesi daha akılcı bir yoldur. Fire oranı azalacak, işçilikten tasarruf sağlanacak, zaman kazanılacak ve kalite artacaktır.

- Lavaboların monte edildikleri duvar yüzeyi ve tezgah ile temas eden yerlerinde silikon kullanılmalıdır.

25.1.4. ARMATÜRLER

25.1.4.1. Tek Gövdeli Ankastr Lavabo Bataryası
Bu tip batarya örneği ve ölçüleri *Şekil 25.3*'te görülmektedir. Burada sıcak su ve soğuk su alttan bataryaya ait 2 ayrı esnek boruya bağlanır. Bu boruların birer muslukla tesisata bağlanması tavsiye edilir. Batarya lavaboyu bir delikle geçer ve lavabonun kendisine tespit edilir. Tek kolla kumanda edilen karıştırma vanası ile veya *Şekil*deki gibi iki ayrı muslukla su sıcaklığı ayarlanır.

25.1.4.2. Üç Gövdeli Ankastr Lavabo Bataryası

Sadece üç delikli lavabolara ankastr olarak monte edilebilir. Sisteme bağlantısı şematik olarak *Şekil 25.1*'de görülmektedir.

25.1.4.3. Duvar Bataryası

Şekil 25.4'te görülmektedir. Doğrudan soğuk ve sıcak su borularına bağlanır. Avantajlı tarafı çabuk ve kolay temizlenmesi ve lavaboda daha büyük kullanım alanı yaratmasıdır.

Bataryaların lavaboya bağlantılarında ve akış ağzının konumunun belirlenmesinde esas, musluktan akan suyun tam debide lavabonun ortasına dökülmesi ve sıçrayan suların etrafa yayılmaması ve tekrar çıkış ağzına ulaşmamasıdır. Musluktan lavaboya akan suyun konumları *Şekil 25.5*'te görülmektedir.

Lavabo çıkış musluğu, lavabo çıkışındaki kapama organı olup, kapatıldığında suyun lavaboda birikmesini

sağlar. Daha ziyade batı toplumlarının yıkanma geleneğine uygun olan bu düzenek, elle kumandalı kaldırma sistemi ile, zincir-tıkaç ile çalışır.

Lavabo bataryası seçerken ve sonrasında:

- Tek gövdeli batarya, lavabo temizliği ve montaj kolaylığı nedeniyle tercih edilmelidir.
- Lavabo bataryasının su boşaltma ağzı ile lavabo arasında el yıkamaya yeterli mesafe olup olmadığı araştırılmalıdır.
- Miks tipi (karıştırmalı) bataryalarda genel olarak sıcak suyun soğuk suya karışabilme riski olduğu hatırlanmalıdır.
- Kromajlı malzemenin montajının mutlaka lastik kaplı bir anahtar ile yapılması gerektiği hatırlanmalıdır.
- Kullanıcıya, kromajlı malzemenin temizliğinin deterjan ile yapılmaması (deterjan kromajı çizer), sabun ile yapılması hatırlatılmalıdır.

25.1.5. SİFON BAĞLANTISI

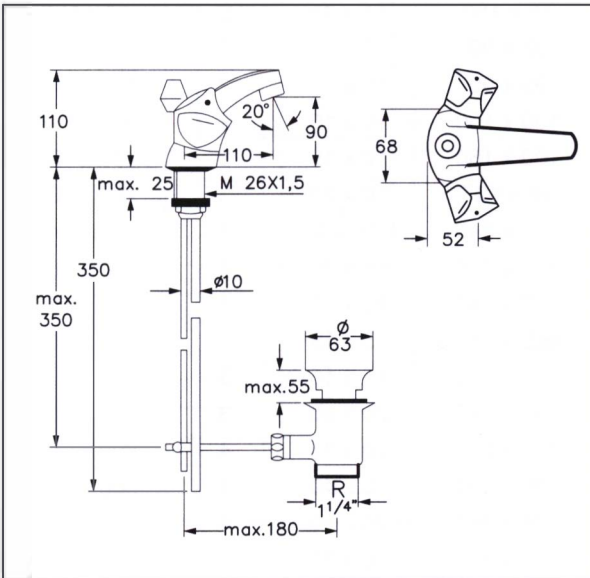
- Boru tipi sifonla,
- Çanak tipi sifonla gerçekleştir.

25.1.6. AYNA

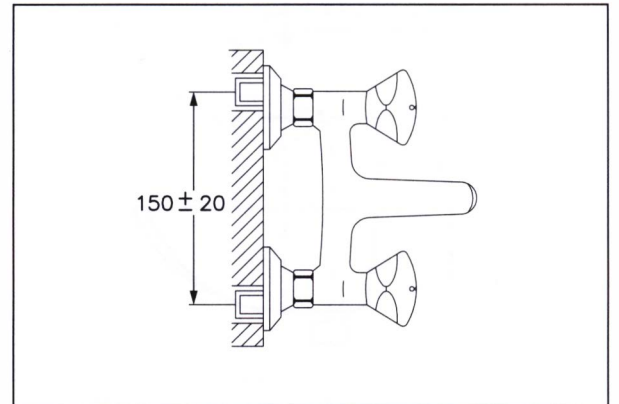
Yaklaşık lavabo ölçüsünde (Örneğin 600 mm x 450 mm) olabilir ve duvara klemenslerle tutturulur.

25.1.7. FAYANS DÖŞEMESİ

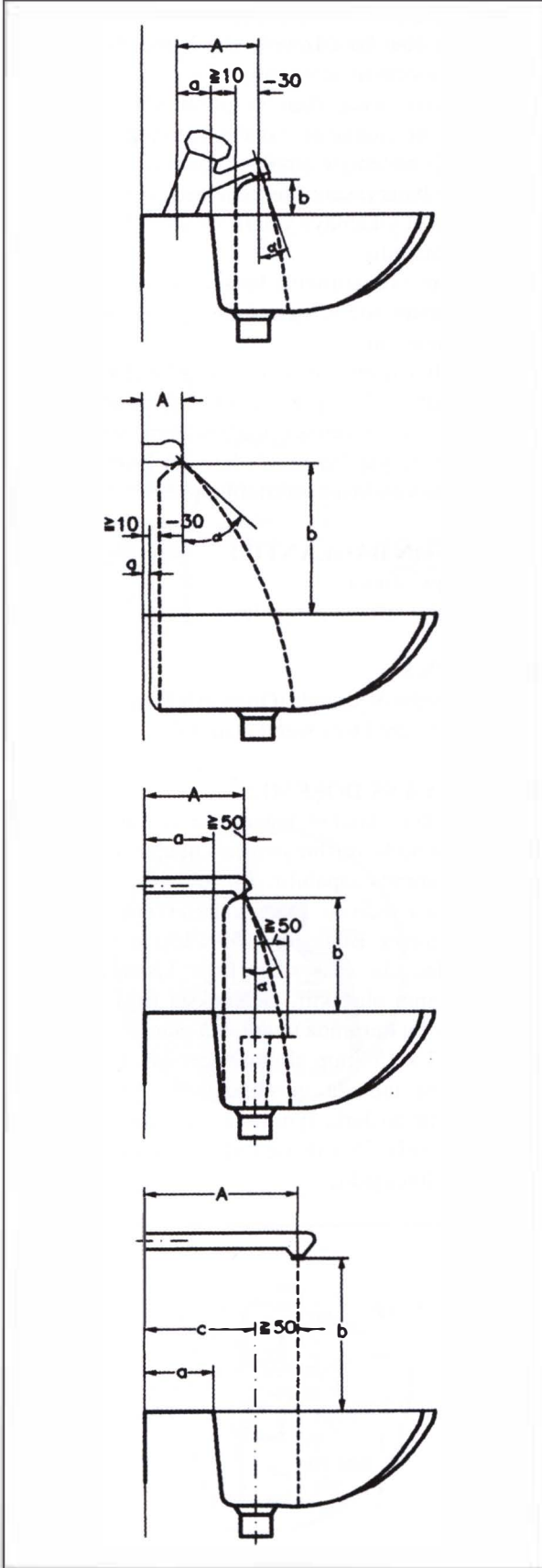
Fayans ölçüleri standart değerlerdir ve *Tablo 25.6*'nın ilk iki sütununda verilmiştir. Ölçüler bu değerlerden %1 oranında sapabilir. Bu tolerans uygulamada fuga aralığına yedirilir. Fuga aralıkları standart olarak 2 mm verilmiştir. Buna göre 150 x 150 mm bir fayans için uygulamada esas olan fuga kenarları ölçüsü 152 x 152 mm olacaktır. Geleneksel fuga aralığı ise 3 mm olup, bu durumda uygulama planlanırken kenar ölçüleri 153 x 153 mm alınması gerekir. Fuga aralıkları da aynı tabloda görülmektedir. *Şekil 25.7*'de çeşitli boy fayanslarla aynı işe ait uygulama örnekleri verilmiştir. *Şekil 25.8*'de ise farklı bir lavabo yerleşim detayı görülmektedir.



Şekil 25.3. TEK GÖVDELİ ANKASTRE LAVABO BATARYASI



Şekil 25.4. DUVAR BATARYASI



Şekil 25.5. MUSLUKTAN LAVABOYA SU AKIŞ KONUMLARI

25.2. KLOZETLER (HELALAR)

Konutlarda, iş yerlerinde vb yerlerde su ile yıkamalı helalar kullanılır. Hijyen birinci planda olduğundan malzeme seramikten yapılmış olmalıdır. Alafranga helalar (klozetler) ve alaturka helalar (hela taşları) olarak ikiye ayrılırlar.

25.2.1. ALAFRANGA HELALAR (Klozetler)

Ayaklı-ayaksız, kendinden (takım klozet rezervuarı) veya dıştan rezervuarlı, alttan çıkışlı-üniversal çıkışlı olarak gruplara ayrılır. Her grup ayrı montaj özellikleri taşır. Bu nedenle öncelikle montajı yapılacak klozet seçilmeli, pis ve temiz su tesisatı buna göre projelendirilmelidir.

25.2.1.1. Ayaklı Klozetler (Yere Oturan Klozetler)

Ayaklı klozetlerin alttan ve üniversal çıkışlı olarak iki tipi vardır. Türkiye’de üretilen ayaklı klozetlerin pis su bağlantı borularının alttan veya arkadan çıkışlı

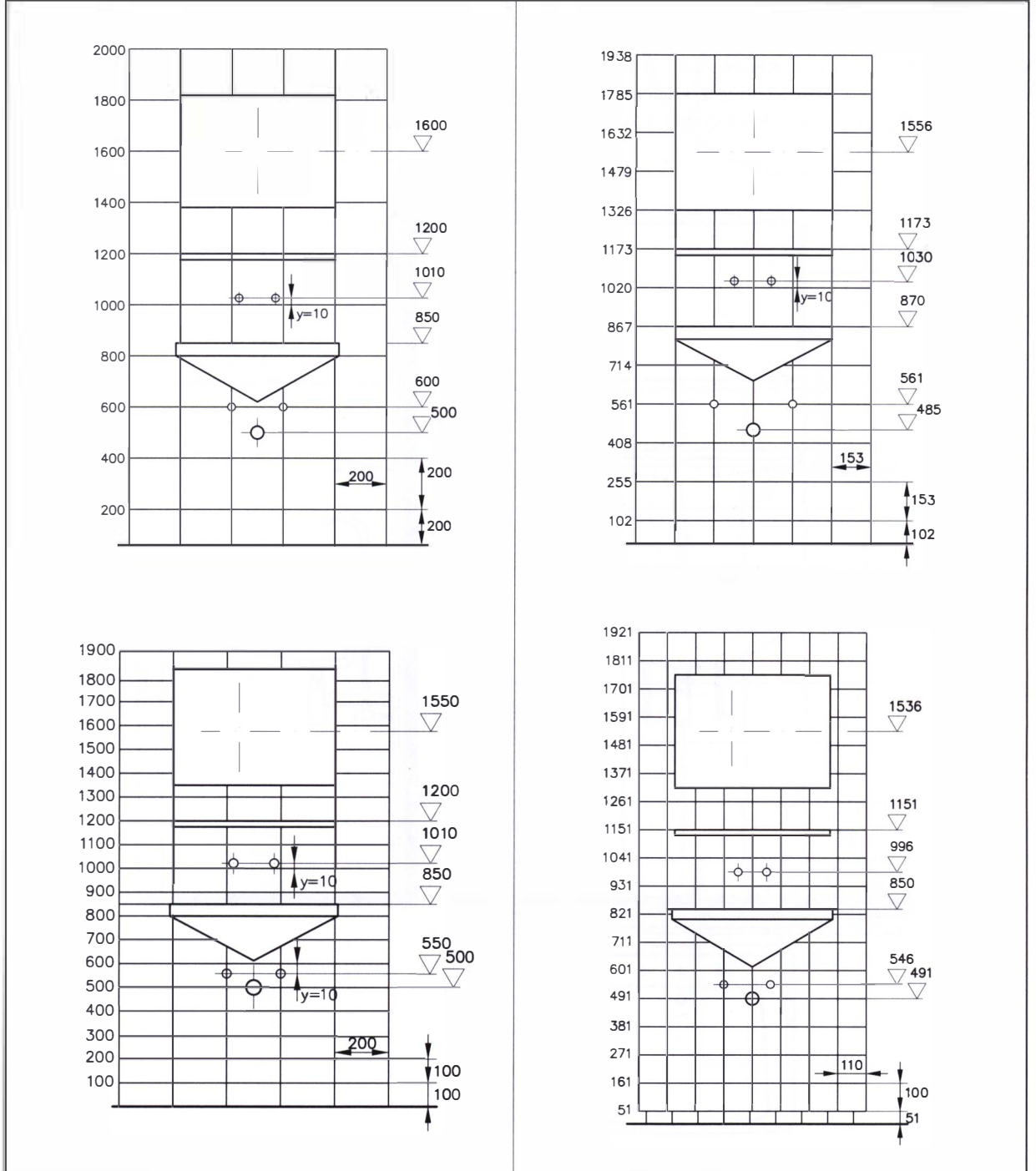
1 Adet Fayans Ölçüsü (mm x mm)	Anma Ölçüsü (cm x cm)	Fuga Aralığı (mm)	Fuga Ölçüsü (mm x mm)
Keramik Fayans			
75 x 150	7,5 x 15	2	77 x 152
98 x 198	10 x 20	2	100 x 200
108 x 108	10,8 x 10,8	2	110 x 110
108 x 218	10,8 x 21,8	2	110 x 220
150 x 150	15 x 15	2	152 x 152
150 x 150	15 x 15	3	153 x 153
148 x 198	15 x 20	2	150 x 200
198 x 198	20 x 20	2	200 x 200
150 x 300	15 x 30	3	153 x 303
Seramik Fayans			
75 x 150	7,5 x 15	2	77 x 152
98 x 99	10 x 10	2	100 x 100
99 x 99	10 x 10	2	100 x 100
100 x 100	10 x 10	2	100 x 100
100 x 150	10 x 15	3	103 x 153
97 x 197	10 x 20	3	100 x 200
120 x 245	12,5 x 25	4	124 x 249
146 x 296	15 x 30	4	150 x 300
147 x 147	15 x 15	3	150 x 150
148,5 x 148,5	15 x 15	3	151,5 x 151,5
150 x 150	15 x 15	3	153 x 153
197 x 197	20 x 20	3	200 x 200
196 x 296	20 x 30	4	200 x 300
196 x 396	20 x 40	4	200 x 400
246 x 246	25 x 25	4	250 x 250
296 x 296	30 x 30	4	300 x 300

Tablo 25.6. DN 18155’e GÖRE SERAMİK FAYANS ÖLÇÜLERİ

olmasına göre duvar ve döşemeye olan mesafeleri Tablo 25.9'da verilmiştir. Ancak üretici kataloglarına mutlaka bakılmalıdır.

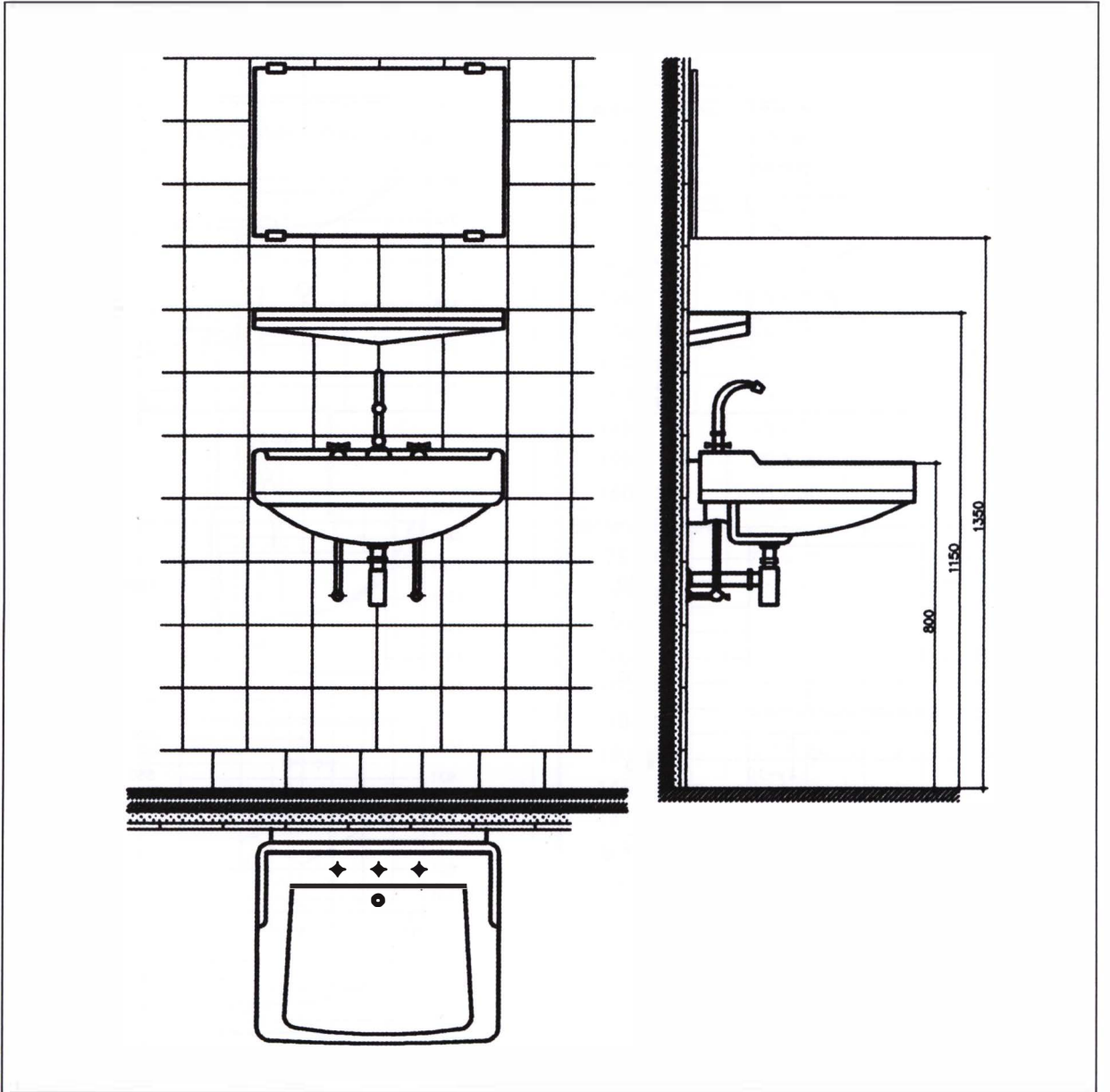
- Klozet seçerken;
 - Ankastré taharet musluk tip seçilmelidir.
 - Rezervuar su hacmi,
 - Kaç defada temizlenebildiği,
 - Temizleme kapasitesi,
 - Yüzey temizliğini tam olarak yapıp, yapamadığı,

- Rezervuar iç takımının kalitesi, arıza oranı ve ömrü dikkate alınmalıdır.
- Bas rezervuar seçildiğinde ise; ses probleminin hangi boyutta olduğu araştırılmalıdır. Ayrıca tesisat yapılırken boru çapları buna göre hesaplanmalıdır. Aksi halde bas rezervuar kullanıldığında, başka bir banyoda duş yapan bir kişi soğuk suyun basıncı düştüğü için aşırı oranda sıcak suyun altında kalabilir.



Şekil 25.7. FARKLI FAYANS DÖŞENMESİ HALİNDE LAVABO MONTAJ ÖRNEKLERİ

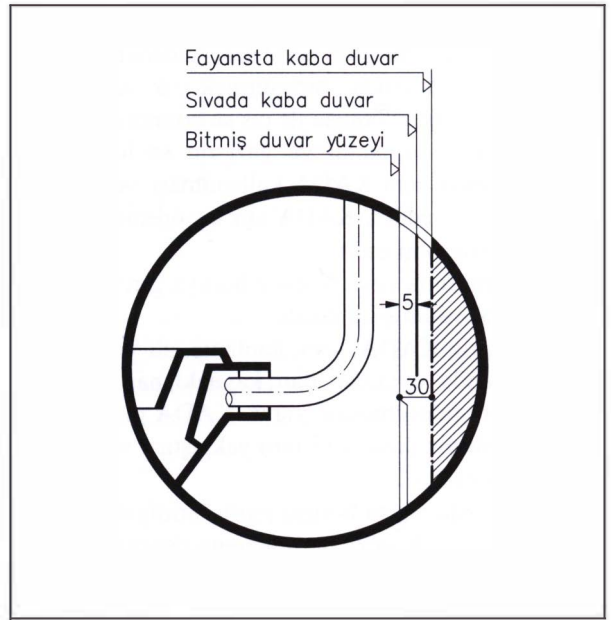
- Klozetlerin tespit işlemlerinde beyaz çimento, çimento, alçı kullanılması yanlış ve sakıncalıdır.
 - Klozetlerin döşemeye tespit işlemlerinde TS 800 esaslarına uyulmalıdır. Klozet yere tespit delikleri önce belirlenmeli ve Şekil 25.10'a uygun tespit gerçekleştirilmelidir.
 - Klozetlerin montajında iyi bir görüntü için, döşeme ile temas eden kısımlara silikon uygulaması tavsiye edilir.
 - Klozetler montajdan sonra inşaat dolayısıyla olabilecek darbelerden ve boya badana gibi kirlenmelerden korunmalıdır.
 - Rezervuar asma yükseklikleri verilen ölçülere uygun gerçekleştirilmeli, yıkama borusu, klozete montajında Şekil 25.11'de gösterilen biçimde bükülmelidir.
- Yıkama borusunun herhangi bir yerinde kesit daralmasına neden olunmamalıdır.
- Takım klozet rezervuarlarında her takım için kendine ait iç takım kullanılmalı ve iç takım montaj talimatına kesinlikle uyulmalıdır.
 - Ağız döşemenin üzerinde kalan gizli çıkışlı klozetlere de "klozet adaptörü KADA"nın bitmiş döşemeden yüksekliğinin 30-35 mm olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir (Şekil 25.13).
 - Arkadan çıkışlı klozetlerde kullanılacak açık veya kapalı dirsek ve KADA'ların kullanılmasında klozetler bölümünde çıkış ağızı eksenine bitmiş duvar arası olarak verilen montaj ölçülerine kesinlikle uyulmalıdır (Şekil 25.12).



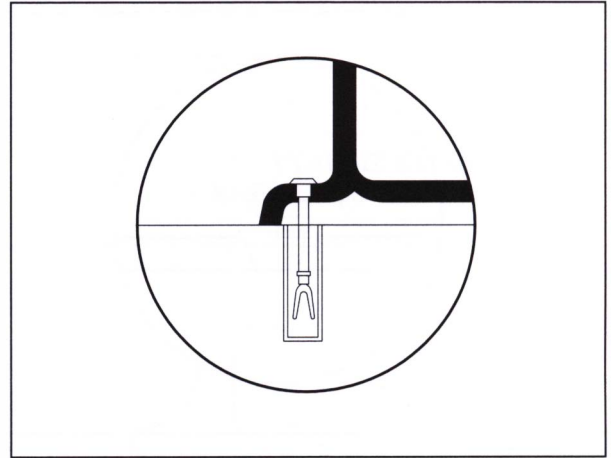
Şekil 25.8. LAVABO DETAYI

Klozet Cinsi	Alttan Çıkışlı L (mm)	Arkadan Çıkışlı H (mm)
VİTRA		
Truva	235	185
Bergama	240	190
Terme	230	180
Efes	235	185
Düden	245	185
Ihlara	230	180
Kapadokya	260	185
Kemer	250	175
Riva	225	185
Yeni Akdeniz	200	185
Toskana	230	190
Chartwell	225	190
Chelsea	225	190
6041 Klozet	180	-
6061 Klozet	-	180
SEREL		
Nilüfer	250	170
Lale	250	170
Damla	250	170
İnci	250	170
Yasemin	250	170
Klasik	250	170
Kristal	250	-
Orkide	250	170
Mimosa	250	170
Manolya	-	170
Kardelen	250	170
Krisantem	210	180
Gelincik	210	180
Ece	250	170
Palmye	250	-
Şebnem	300	-
Metro	210	180
Leylak	250	170
Meltem	250	170
Nergis	250	170
0602 Klozet	180	-
0902 Klozet	-	180
TOPRAK		
Antik	370	185
Fiesta	235	185
Koral	235	185
Vega	220	190
Lara	245	185
Mito	235	190
Topkapı	215	185
Perla	230	180
Yeni Olimpiya	225	180
Dorika	230	190
Hera	230	190
Talya	240	185
Fripya	230	-
Lidya	230	185
4325 Klozet	-	185
4305 Klozet	150	-
ÇANAKKALE		
Gelibolu	220	175
Truva	220	175
Assos	220	175
Saros	200	-
Biga	225	170
İda	225	170
74201 Klozet	-	170
74101 Klozet	180	-

Tablo 25.9. KLOZETLERİN
PİS SU BAĞLANTI BORULARININ
DUVAR VE YERE OLAN MESAFELERİ



Şekil 25.10. KLOZET VE BİDE
MONTAJ VİDASI DETAYI



Şekil 25.11. KLOZET MONTAJ DETAYI
YIKAMA BORUSU BÜKLÜM ŞEKLİ



Şekil 25.12. YAN ÇIKIŞLI
KLOZET MONTAJI DETAYI

- Klozet sifon borusu adaptörünün (KADA) kullanılması: Klozetlerin sifon borularını (giderlerini) pis su boruları ile doğrudan birleştirmek çok sakıncalıdır. Klozetlerin sifon borusu ile pis su borularının birleştirilmesinde su, koku ve gazların sızdırmazlığını temin etmek için KADA kullanılması şarttır. Özel olarak imal edilen KADA'nın en önemli özelliği;
 - Eksantrik olmasıdır.
 - Boru mufuna veya mufuz boruya girecek şekilde imal edilmiş olmasıdır.
 - Eksantrik KADA, sıva, kaplama, alt yapı, pis su borusunda uygulamadan kaynaklanan hataların kısmen giderilmesine yarar. KADA pis su borusunu bitmiş duvara 15 mm yaklaştırır veya uzaklaştırır (Şekil 25.14).
 - Alt yapıda pis su borusu mufu bitmiş döşeme ile aynı seviyede veya boru ucunun döşeme üstünde bırakıldığı durumda pis su borusunun içine girecek şekildedir.
- Şekil 25.15'te ayaklı klozet-rezervuar komple montaj detayı verilmiştir.

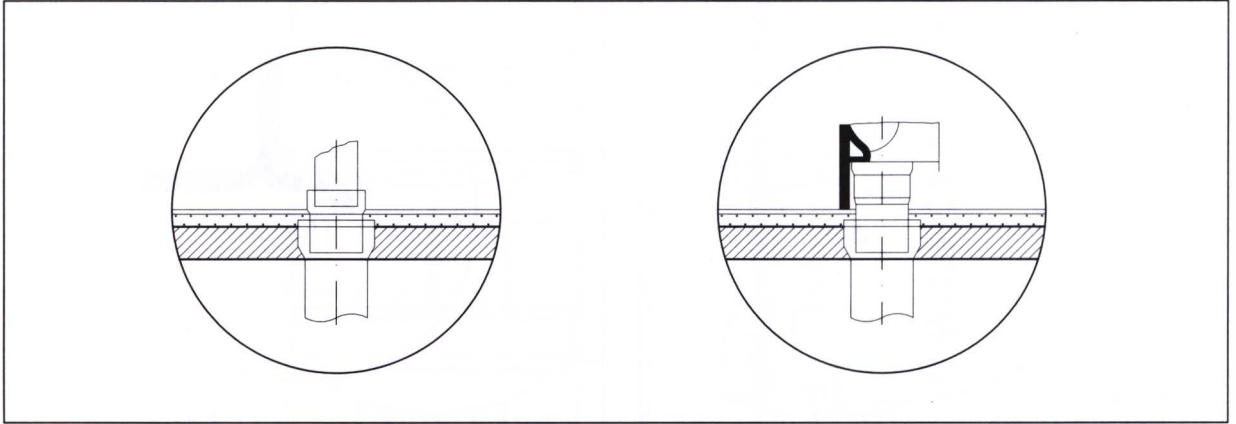
25.2.1.2. Duvara Asılı (Ayaksız) Klozetler (Asma Klozet)

Bu klozetler doğrudan duvara monte edilir. Örnek montaj ölçüleri Şekil 25.16'da verilmiştir (İmalatçı kataloguna ayrıca bakınız).

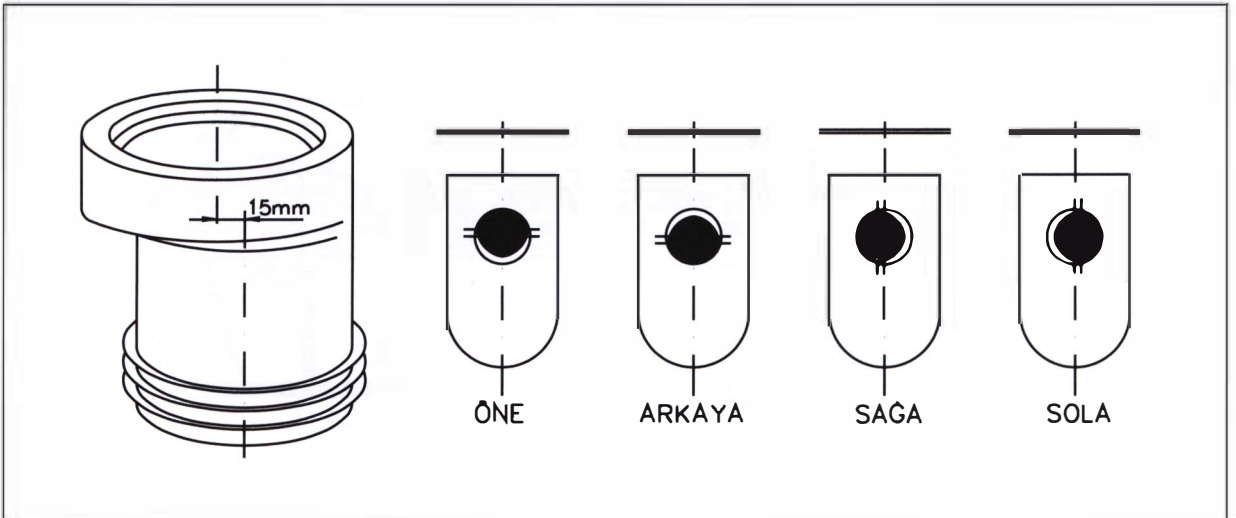
25.2.1.3. Duvara Asılı (Ayaksız) Klozetlerin Montajı

Asma klozetler döşeme ile ilgisi olmadan duvara tespit edilirler.

- Asma klozetlerin rezervuarları duvar içerisinde (gömme tip rezervuar) veya duvarın dışında (klozet üzerinde) bulunan tipleri vardır. Gömme tip rezervuar kullanabilmek için normalde 150 mm duvar kalınlığına ihtiyaç vardır. Bunun 15 mm'si izolasyon amacı ile kullanılır. 135 mm ise rezervuar montajı için kullanılır.
- Her iki tip klozetin duvara tespiti özel klozet konsolu ile yapılacağından, döşeme kaplaması ile duvar kaplamasının alacağı kalınlık ölçüsü öncelikle bilinmelidir.

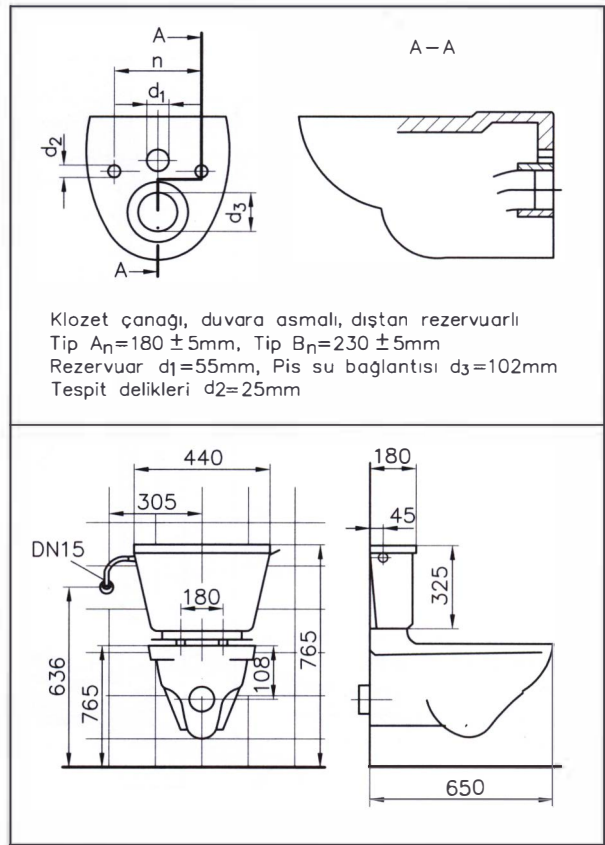


Şekil 25.13. KADA UYGULAMA ŞEKİLLERİ

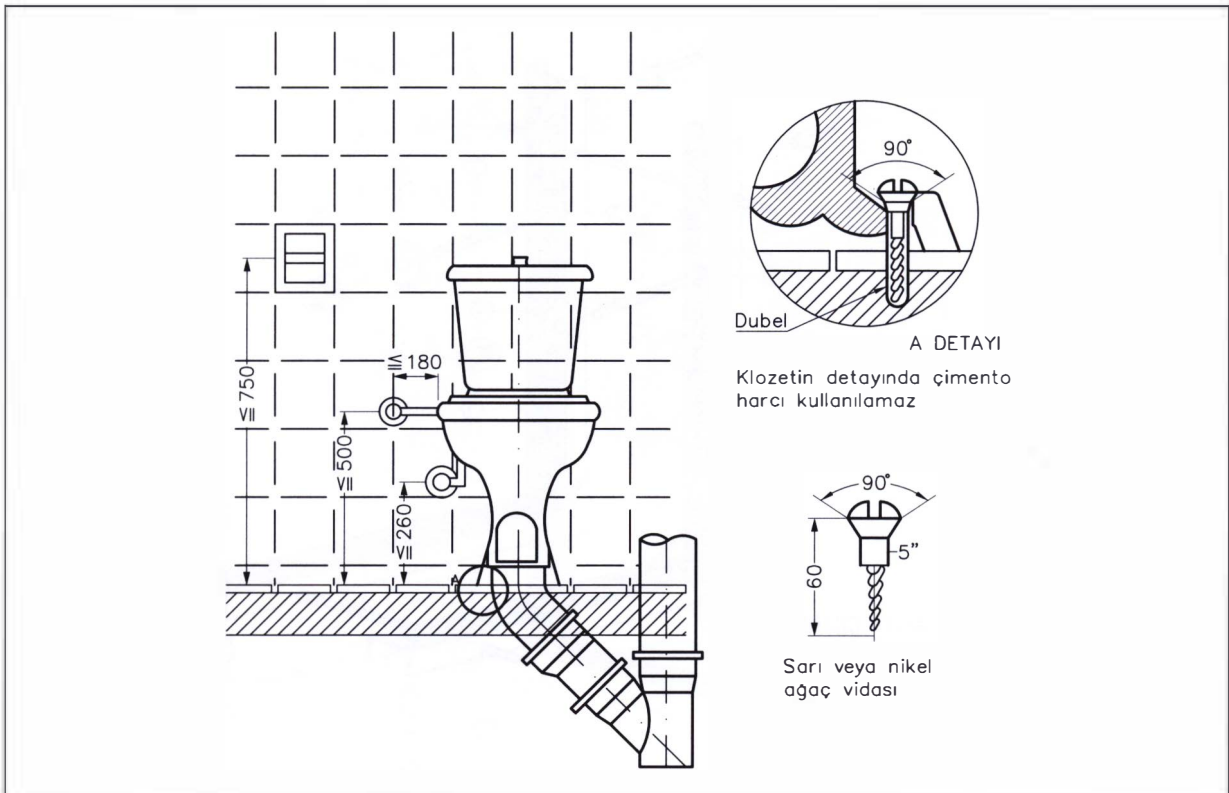


Şekil 25.14. EKSANTRİK KLOZET ADAPTÖRÜ (KADA) KONUMLARI

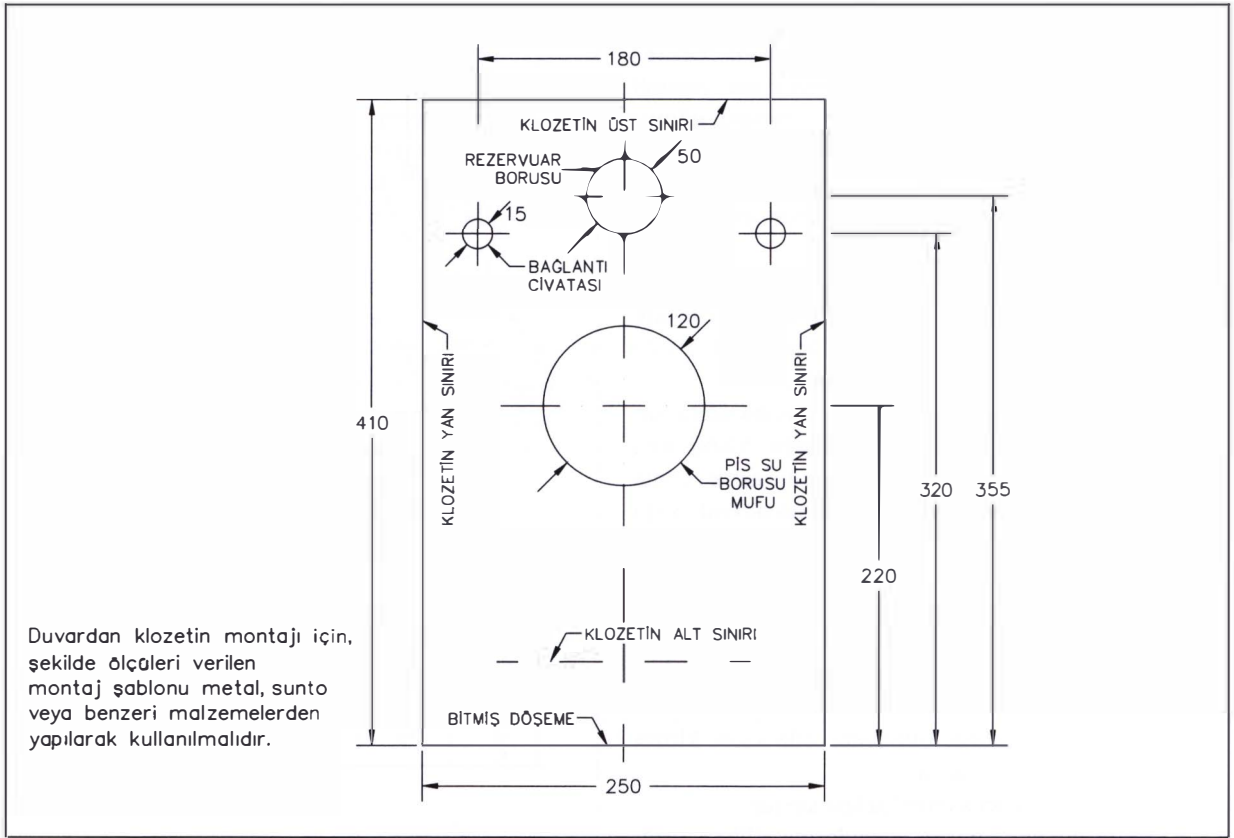
- Duvardan klozetin hatasız montajı için şablon kullanılmalıdır (Şekil 25.17). Şablon pis su borusunun, klozet tespiti civatalarının rezervuar yıkama borusu ve buna bağlı olarak da rezervuarın gömüleceği yerlerin belirlenmesinde (rezervuar duvar içinde ise) çok önemli rol oynar. Rezervuar klozetin üzerinde ise şablondaki rezervuar iniş borusu deliği dikkate alınmaz.
- Konsol, ham duvar ile ham döşeme sırasında bitmiş kodları dikkate alınarak şablon ile birlikte monte edilir. Çimento harcı veya tespit vidaları ile sabitleştirilir (Şekil 25.18, 19 ve 20).
- Rezervuar, şekilde verilen ölçüde duvara gömülür. Yıkama borusu şablondaki yerinden 50-60 mm dışarı çıkarılır. Pis su borusunun lastik conta yuvası şablonun dışında kalacak şekilde alt yapı ile birleştirilir.
- Şablon yerinden alınır. Bu işlemten sonra duvar ve döşeme kaplaması yapılır.
- Kaplamadan sonra klozet, civatalardan geçirilip sıkma payı hesap edilerek, civataların fazlası kesilir.
- Bu klozete eksantrik olmayan, düz olan klozet adaptörü (KADA) takılır.
- Rezervuar iniş borusunun fazlası kesilir.
- Klozetin duvara çakışan yüzeylerine silikon sürülerek duvara montajı yapılır.
- Ara muslukları ve taharet borusu yerlerine takılır.



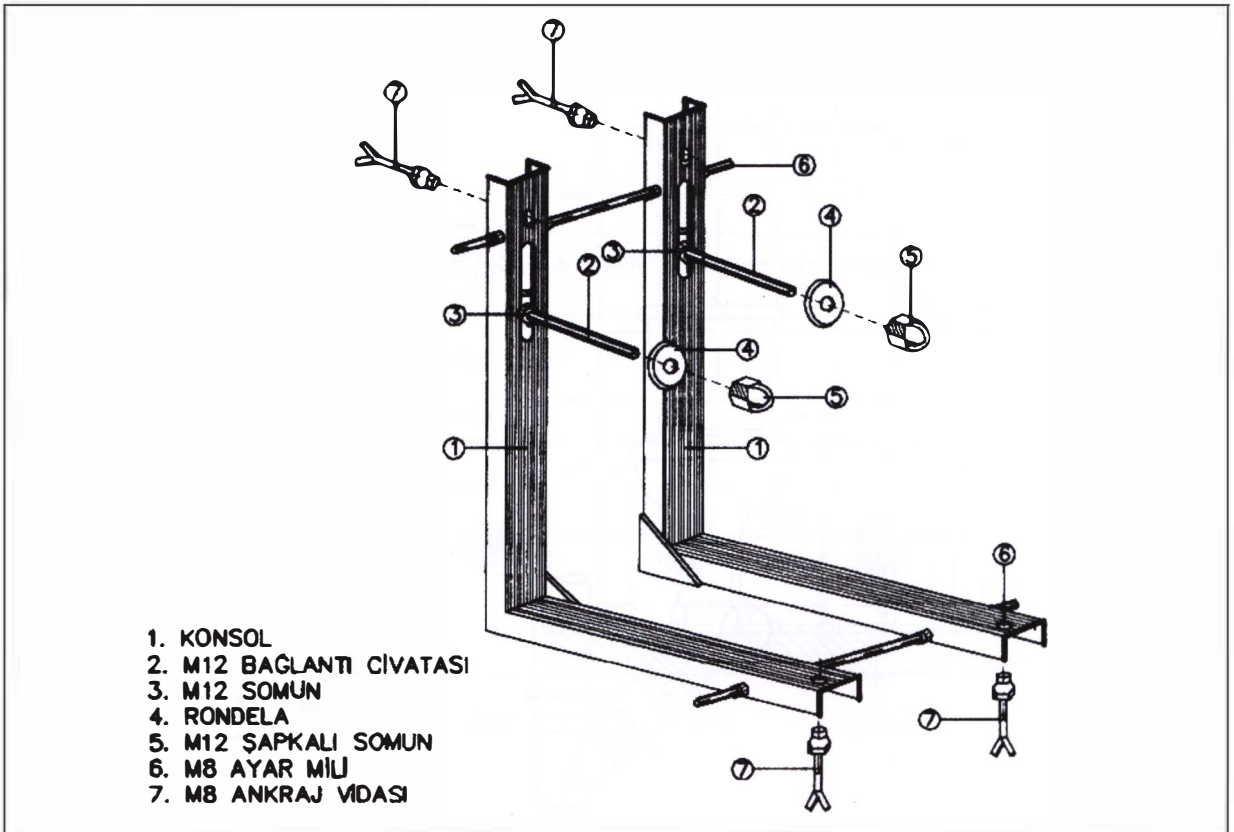
Şekil 25.16. AYAKSIZ KLOZET ÖRNEK ÖLÇÜLERİ



Şekil 25.15. ALAFRANGA HELA (KLOZET) DETAYI

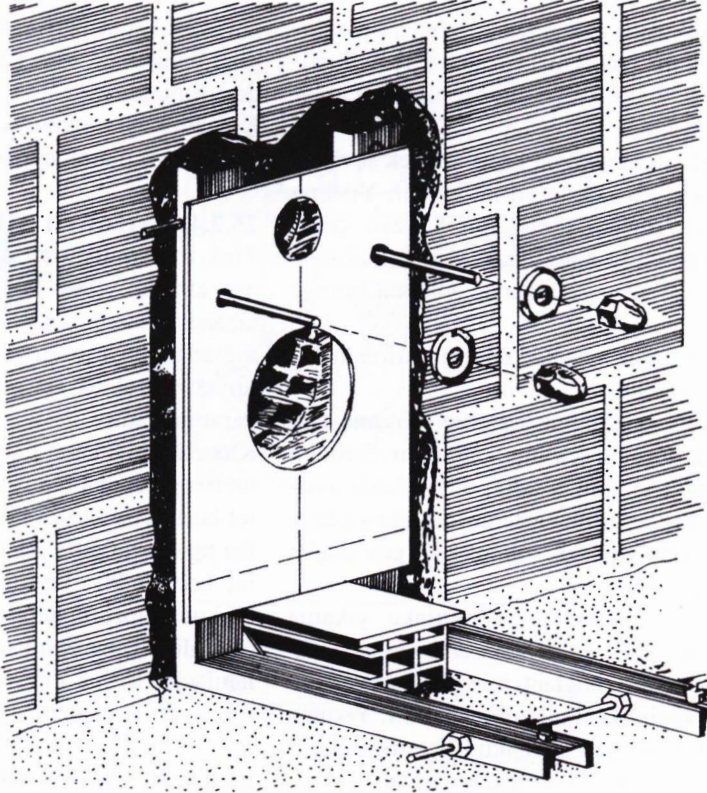


Şekil 25.17. DUVARDAN KLOZET MONTAJ ŞABLONU ÖRNEĞİ



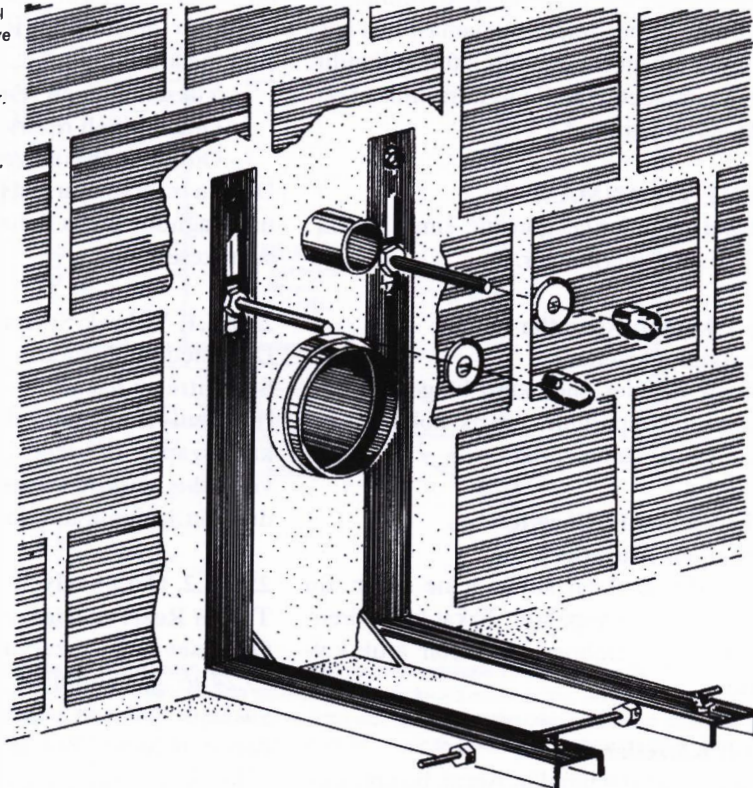
Şekil 25.18. DUVARDAN KLOZET VE BİDE MONTAJINDA KULLANILAN TAŞIMA KONSOLU

- Konsolun tespitinde işlem sırası;
- Konsol duvarla aynı seviyeye gelecek şekilde gömülmelidir.
- Konsol ayakları arasına bitmiş döşemeyi temsilen kaplama düzleme hazırlanmalıdır.
- Klozet şablonu bu düzleme çakıştırılarak klozetin bağlanacağı civataların yüksekliği ve açıklığı belirlenir, şablon somunla sabitlenir.
- Konsol, hem döşemeye ve hem duvara tespit edilir.



Şekil 25.19. DUVARDAN KLOZET KONSOLUNUN ŞABLON YARDIMIYLA MONTAJI

- Tespiti yapılmış konsol üzerindeki şablona göre pis su yıkama suyu borusu (alt yapı) hazırlanıp sabitleştirilir.
- Şablon civatalardan sökülür, gerekli olan diğer alt yapı yapılarak, duvar ve döşeme kaplaması yapımına geçilir.



Şekil 25.20. DUVARDAN KLOZET KONSOLUNUN ŞABLON YARDIMIYLA ALT YAPISININ HAZIRLANMASI

25.2.2. HELA TAŞLARI

Hijyen düşünülerek daha çok genel tuvaletlerde kullanılır. Konutlarda daha çok ikinci tuvaletlerde kullanılmaktadır. Bu tip helaların kullanımı özellikle çocuklar ve yaşlılar için zordur.

Alaturka hela taşlarında yıkama işleri yüksek seviyeli rezervuarlar veya bas rezervuarlar ile yapılır. Yıkama sularının hela taşlarında dağılışı, direk veya çevre yıkamalı (içten yıkamalı) olarak düzenlenir.

- Hela taşları, üstten veya arkadan yıkama borusu bağlantılıdır.
- Hela taşları yerleştirilmesinde döşeme sifon ilişkisine dikkat edilmelidir.

Sifonun açıkta kalıp kalmamasına göre, döşeme tam veya yarım düşük döşeme şeklinde olmalıdır. Sifonun mutlaka gizlenmesinin arzu edildiği durumlarda ayrıca asma tavanla bu gerçekleştirilebilir. Alaturka hela taşının montajı için yaklaşık olarak 40 cm düşük döşemeye ihtiyaç vardır.

- Yıkama borusu bağlantısında mutlaka yıkama borusu adaptörü *Şekil 25.21*'deki detayda gösterildiği gibi kullanılmalı, bağlantı için çimento ve benzeri malzeme kesinlikle kullanılmamalıdır. Yıkama borusu bükülmeleri çap değişikliği içermemelidir. Genellikle 1 1/4" yıkama borusu kullanılır.
- Hela taşları tam veya yarım düşük döşemeye oturtulmadan önce, döşeme suya karşı iyice yalıtılmış olmalı, hela taşı kum dolgu üzerine oturmalı, bitmiş döşeme ile çevresi itina ile doldurulmalıdır.
- Koku ve gazların iç hacimlere sızması için hela taşlarında lastik adaptörlü standart sifon kullanılır.

Hela taşlarının montaj detayları ile ilgili resimler *Şekil 25.21* ve *22*'de verilmiştir.

25.2.3. KLOZET YIKANMASI

Klozetler çalışma biçimlerine göre üç sınıfa ayrılır. Bu tipler *Şekil 25.23*'te verilmiştir.

25.2.3.1. Flaş Yıkamalı Klozetler

(Düşük Su Seviyeli Klozetler)

Bu tip klozetlerde dışkılar önce kuru bölgeye düşer, sonra flaş yıkama ile süpürülür. Ancak koku oluşturmaları, buna karşılık az su harcarlar.

25.2.3.2. Derin Yıkamalı Klozetler

(Yüksek Su Seviyeli Klozetler)

Klozette su derindir. Dışkılar suyun içine düşer. Bu nedenle üste su sıçraması yapabilir. Fakat koku üretimi azdır. Rezervuarın çekilmesi ile hiçbir artık kalmaz, hijyeniktir.

25.2.3.3. Emişli Klozetler

Bu bir derin yıkamalı klozet türüdür. Ancak bu tipte dipteki su hacmi ve yüzeyi artırılmıştır. Klozet havuzundaki su bir boğazla çıkışa bağlanmıştır. Su boşalırken bir

sifon oluşur ve bu sifon havuzda biriken pis suyu emer. Yıkama performansı iyidir. Ancak diğerlerine göre daha uzun olan ve daha çok yer kaplayan yapısı dezavantajdır.

Klozetler ayrıca kendisinden rezervuarlı ve duvar tipi rezervuarlı olarak ayrılırlar.

25.2.4. TAHARET MUSLUKLARI

Türk toplumunda klozetlerde taharet musluğu kullanılmaktadır. Batı kalıpları ile üretilen klozetlerde taharet musluğu çıkış ağzı için bir bağlantı bulunmadığından, bakır borudan ayrı bir hat çekilmekte, bu ise hijyen ve estetik açısından uygun olmayan bir durum yaratmaktadır.

Klozetlerde taharet hattı bağlantı ağzı olmalı ve musluktan gelen hat buraya bağlanmalıdır. Ankastre taharet borulu tip klozet kullanılması önerilir.

Bu tip klozetlerde, klozetle birlikte verilen özel taharet borusu 90° kıvrılmış kısmından tutularak diğer eğri ucu klozetin taharet deliğinden geçirilip yuvasına oturtulur. Taharet musluğu ile özel boru arasında kullanılacak 10'luk krom kaplı bakır boru, birlikte verilen nipel ile bağlanır.

25.2.5. REZERVUARLAR

Hela rezervuarları elle ve ayakla çalışabilir. Normal olarak elle çalışan rezervuarlar kullanılır. Rezervuarlar takım klozetlerde klozetin arkasına oturur ve bir bütün oluşturur. Bunlara kendinden rezervuarlı klozetler de denilir. Rezervuarsız klozetlerde ve hela taşlarında,

- Yüksek seviyeli rezervuar
- Orta seviyeli rezervuar
- Otomatik (bas) rezervuar kullanılır.

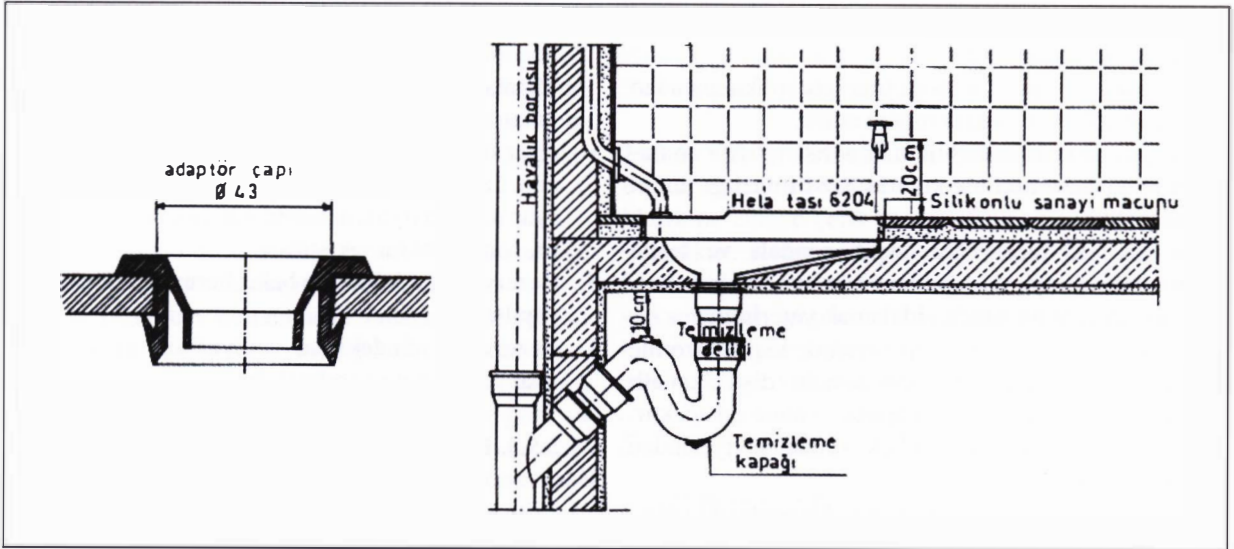
Depolu rezervuarlar bir şamandıralı vana ile su tesisatına bağlıdır. Depo dolunca şamandıralı vana (flatör) suyu keser.

25.2.5.1. Yüksek Seviyeli Rezervuarlar

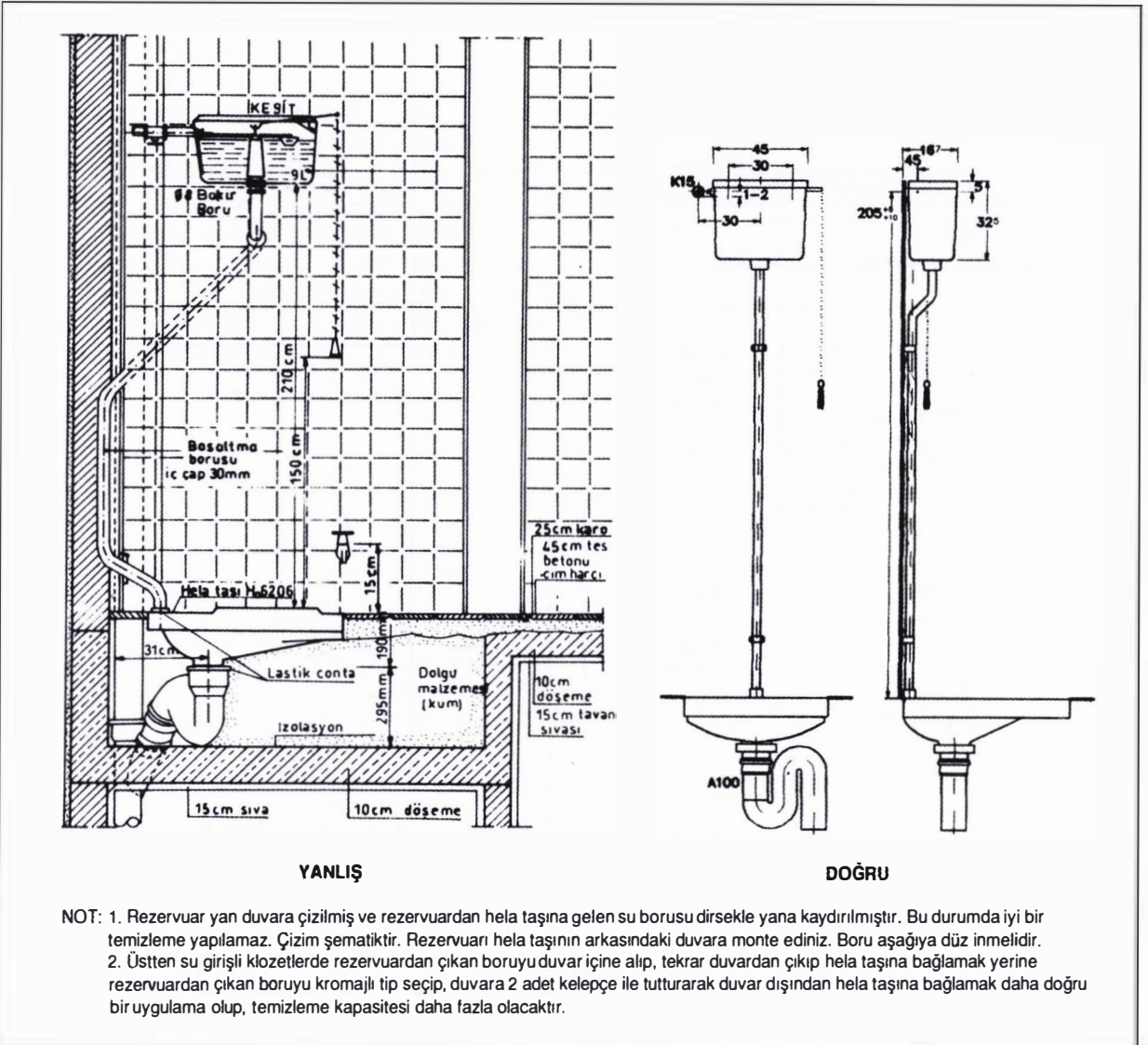
Döşemeden 2 metre yukarıda yerleştirilirler ve 6-12 litre su hacmine sahiptirler. Yüksekte olmaları nedeniyle az miktarda basınçlı su ile gayet iyi yıkama yapar. Böylece daha az su harcar. Fakat kuvvetli akış gücüne sahiptir ve dolma süresi uzundur. Bu nedenle kullanımı sınırlıdır.

25.2.5.2. Orta Seviyeli Rezervuarlar ve Takım Rezervuarlar

Orta seviyeli rezervuar yerleşim ölçüleri *Şekil 25.24*'te gösterilmiştir. Bu tip rezervuarlar yerden yaklaşık 800 mm yüksektedir ve 20 litreye kadar su hacmi bulunur. Bol akan su iyi bir yıkama yapar. bDüşük su basıncı az gücüne neden olur. Su bağlantı kesitleri küçük olabilir. Konutlarda, otellerde vb yerlerde bu tip tercih edilir.



Şekil 25.21. ÜSTTEN SU GİRİŞLİ HELA TAŞI MONTAJI (Asma Tavan)



YANLIŞ

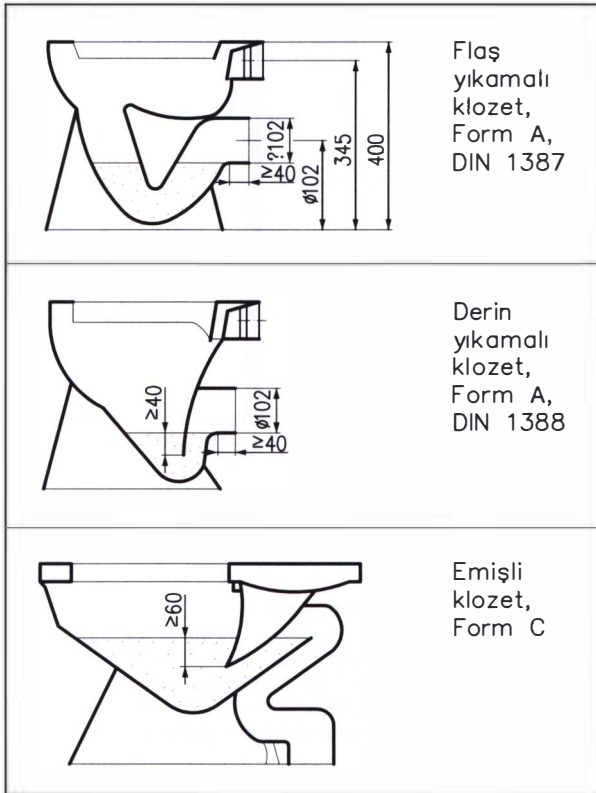
DOĞRU

NOT: 1. Rezervuar yan duvara çizilmiş ve rezervuardan hela taşına gelen su borusu dirsekli yana kaydırlılmıştır. Bu durumda iyi bir temizleme yapılamaz. Çizim şematiktir. Rezervuarı hela taşının arkasındaki duvara monte ediniz. Boru aşağıya düz inmelidir.
2. Üstten su girişli klozetlerde rezervuardan çıkan boruyu duvar içine alıp, tekrar duvardan çıkıp hela taşına bağlamak yerine rezervuardan çıkan boruyu kromajlı tip seçip, duvara 2 adet kelepçe ile tutturarak duvar dışından hela taşına bağlamak daha doğru bir uygulama olup, temizleme kapasitesi daha fazla olacaktır.

Şekil 25.22. ÜSTTEN SU GİRİŞLİ HELA TAŞI MONTAJI (Düşük Döşeme)

Basmalı sistem iç takımların montajı için aşağıdaki adımlar takip edilmelidir:

- Basmalı iç takımın boşaltma grubu kutusundan çıktığı gibi rezervuara monte edilir.
- Boşaltma grubunda bulunan delikli gövde conta-sı rezervuarın içinde kalarak sızdırmazlığı temin edecektir.
- İç takımın rezervuara tespiti rondela ve tespit somunu ile yapılacağından, somunu anahtar kullanmadan el ile sıkıca vidalamak yeterlidir.
- İç takımın tespiti yapılıp seramik kapak üzerine kapatıldığında, kapak tespit çubuğu (dişli), kanatlı basma çubuğu seramik kapağın üstüne çıkacaktır. Bu durumda her iki çubuk kapak seviyesinden kesilecektir.
- Seramik kapak yerinden alınıp, kapak tespit çubuğu 150-280 mm ölçülüp vidalı olmayan boğumdan tekrar kesilecek, basma çubuğu kanat aşağıda olmak üzere yuvasına yerleştirilecektir. Seramik kapak kapatılıp basma düğmesi kapak tespit çubuğuna vidalanıp kapak kilitlenecektir.
- Doldurma grubunun montesinde ise dikkat edilecek husus, şamandıranın rezervuar içinde dik konumda bulunmasıdır.
- Klozet ve rezervuar montajında sapmalar, doldurma grubunu ve şamandıranın dikliğini etkileyebilir. Bu durumda;
 - Şamandıra kalkmaz veya geç kalkar.

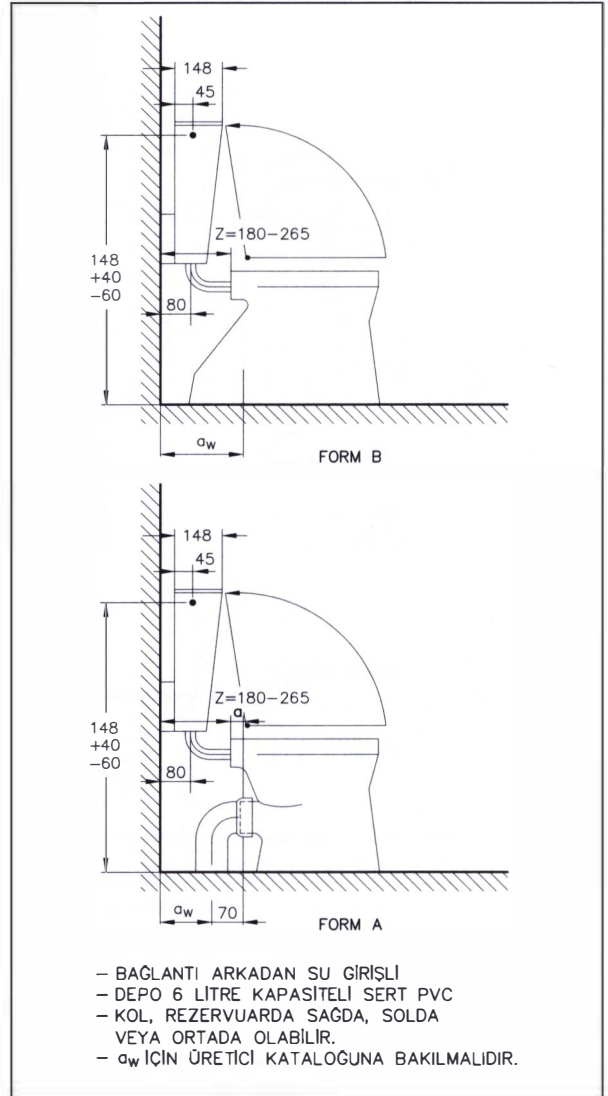


Şekil 25.23. KLOZET CİNSLERİ

- Şamandıra aniden kalkmaz, su seviyesi ile beraber yavaşça yükselir.
- Şamandıranın dikliğini ve normal kalkışını sekman şeklindeki plastik ayar rondelası sağlar.
- Ayar rondelası rezervuarın altında, tespit somununun üzerinde bulunmalıdır. Bu somun gevşetilir, ayar rondelası diklik temin edilinceye kadar çevrilir, somun tekrar sıkıştırılır.
- Rezervuar su doldurma bakır borusunun bağlantısı yapılır.
- Rezervuar içindeki su seviyesinin ayarlanması ayar somunu ile yapılmalıdır.

25.2.5.3. Bas Rezervuar

Bas rezervuar temiz su ve klozet bağlantıları ise Şekil 25.25'te verilmiştir. Tesisattaki suyun basıncı doğrudan yıkamada kullanılır. Kafaya uygulanan basınç ile



Şekil 25.24. UNIVERSAL KLOZETLER FORM B ve A (Flaş veya Derin Yıkamalı) ORTA SEVİYELİ REZERVUAR YERLEŞİMİ

çıkış ventili açılır ve su akmaya başlar, tekrar yay basıncı ile geri kapanır. Süpürme süresi kısadır. 9 ila 15 litre su kullanılır. Gürültü düzeyi çok yüksektir. Kullanım yeri daha çok okullar, oteller, tiyatrolar, toplantı hacimleridir. Alman standartlarına göre aşağıdaki şartların sağlanması gerekir:

- Su basıncı yeterli olmalıdır.
- Kendinden önceki tesisat fazla yüklü olamaz ve bu tesisattaki cihazlar tehlikeye atılamaz.
- Bas rezervuar kullanılacak binalarda, soğuk su borusu çapı bas rezervuara göre hesaplanmalıdır. Bu yapılmazsa, rezervuar verimli çalışmaz ve kullanım anında komşu banyolarda soğuk su basıncı düşeceği için, duş yapan bir anda aşırı sıcak suya maruz kalabilir.

25.2.5.4. Ayakla Kumandalı Rezervuarlar

Bunlar pnömötik ve elektromanyetik prensiple çalışır. Hijyenik nedenlerle genel (açık) tuvaletlerde kullanılır.

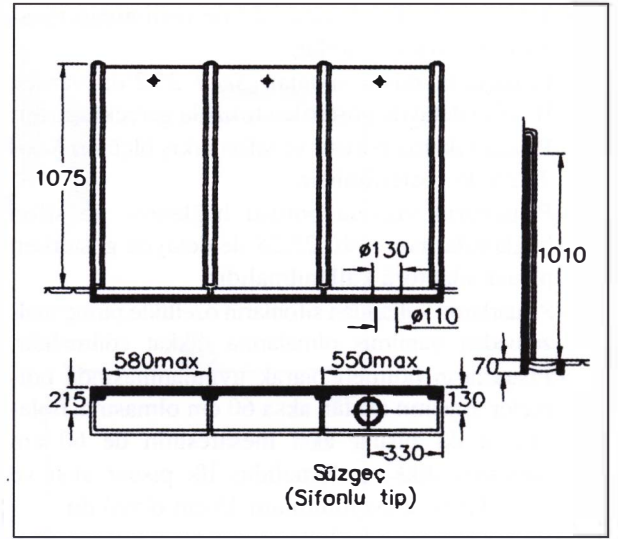
25.3. PİSUARLAR

Pisuarlar genel erkek tuvaletlerinde kullanılırlar. Kullanım yerleri arasında genel tuvaletler, okullar, bürolar, alışveriş merkezleri, fabrikalar sayılabilir. Klozetlerde olduğu gibi iyi bir yıkama gereklidir. Burada gerekli su miktarı 3 ila 6 litre mertebesindedir. Pisuarlarda yıkama sırasında oluşan su sıçraması rahatsız edicidir. İçten yıkamalı pisuar kullanılması halinde, su yüzeyden akacağı için hem temizlik daha iyi yapılır, hem de sıçrama olmaz. Otomatik yıkama

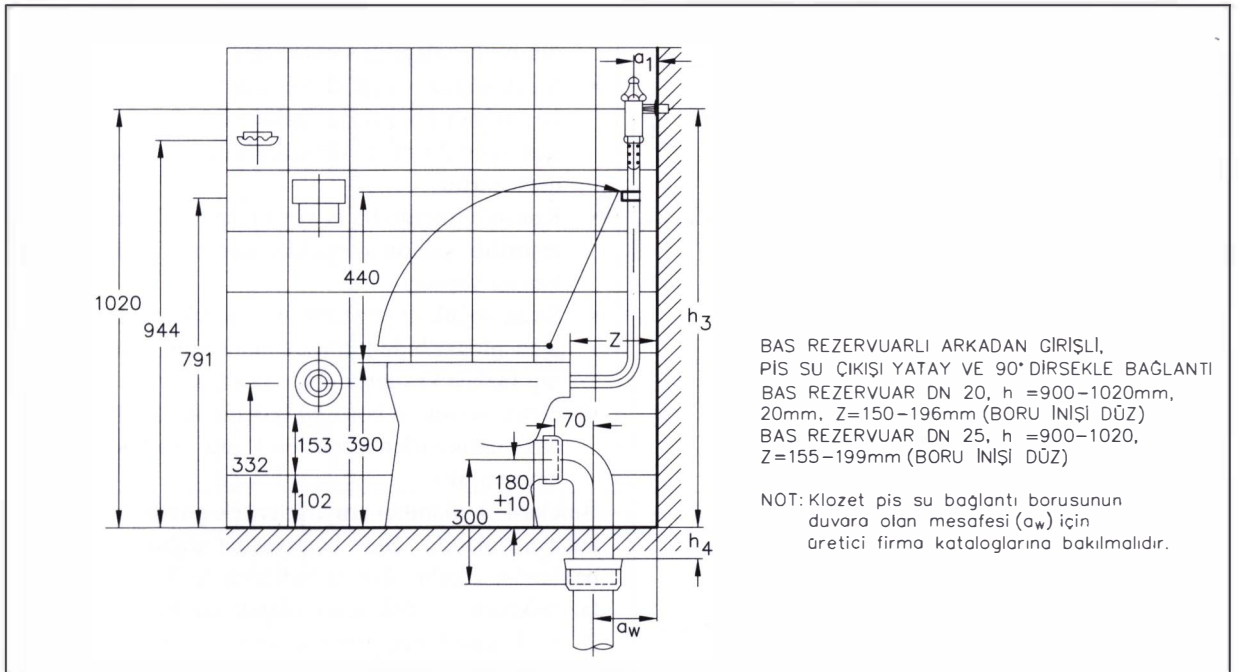
sistemi yapılmayacaksa, bas rezervuar kullanılabilir. Pisuarlar kullanım biçimlerine göre iki tipte olabilir: Sıra ve çanak pisuarlar.

25.3.1. SIRA PİSUARLAR (Şekil 25.26)

Bunlar oluk, arka duvar ve ara perdelerden oluşur. Malzeme emaye çelik saç, paslanmaz çelik saç veya seramiktir. Kolay temizlenebilen özellikte olmalıdır. Seramik pisuarlar tercih edilmelidir. Sıra pisuarlar hijyen açısından iyi olmasa da, az su kullanılarak yıkabilme özelliğine sahiptirler. Çevresinin temizlenebilmesi için yer süzgeci ve akıntılı döşeme gereklidir.



Şekil 25.26. SIRA PİSUARLAR



BAS REZERVUARLI ARKADAN GİRİŞLİ,
PİS SU ÇIKIŞI YATAY VE 90° DİRSEKLE BAĞLANTI
BAS REZERVUAR DN 20, h =900-1020mm,
20mm, Z=150-196mm (BORU İNİŞİ DÜZ)
BAS REZERVUAR DN 25, h =900-1020,
Z=155-199mm (BORU İNİŞİ DÜZ)

NOT: Klozet pis su bağlantı borusunun duvara olan mesafesi (a_w) için üretici firma kataloglarına bakılmalıdır.

Şekil 25.25. BAS REZERVUARLI ARKADAN GİRİŞLİ,
PİS SU ÇIKIŞI YATAY VE 90° DİRSEKLE BAĞLANTI

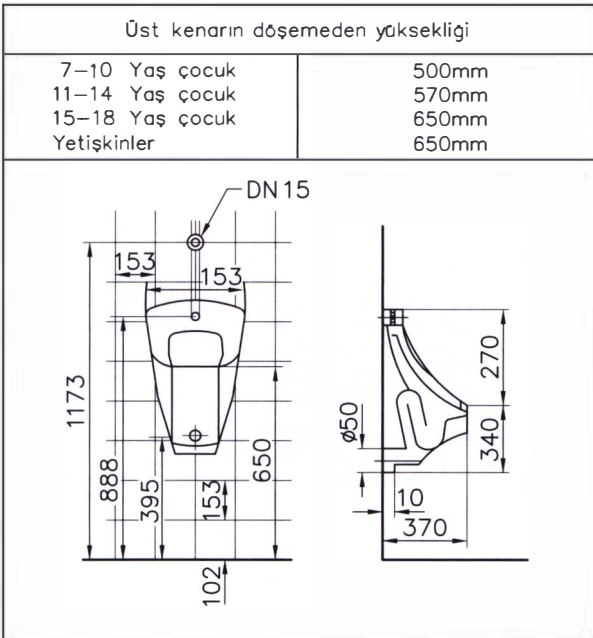
25.3.2. ÇANAK PİSUARLAR

Seramik çanak ve kendinden form verilmiş emmeli sifondan oluşur. çevrenin temizliği için döşeme süzgeci ve akıntılı döşeme tavsiye edilir. Yıkama elle veya ayakla kontrol edilen basınçlı yıkayıcı ile gerçekleşir. Merkezi, otomatik çalışan manyetik ventilli veya elektronik kumandalı yıkama sistemleri de mevcuttur. Pisuar tipine bağlı olmakla birlikte her yıkamada 3-4 litre su kullanılır. Su hızı 0,3-0,5 litre/saniye mertebesindedir. Genel hacimlerde, kullanıcı ayrıldıktan sonra suyu akıtıp temizleme yapan ve suyu kapatan tipte otomatik pisuar sistemi kullanılması konfor ve su ekonomisi sağlayacaktır.

Çanak pisuar ölçüleri Şekil 25.27'de verilmiştir. Pisuar montajında önemli notlar:

- Pisuarların duvar montajı Şekil 25.2'de verilen II no'lu detayda gösterilen tırmakla gerçekleştirilir.
- Pisuar yıkama borusu ve sifon çıkış ölçüleri Şekil 25.28'de gösterilmiştir.
- Pisuarların yıkama borusu bağlantısı ile sifon bağlantılarında Şekil 25.28'de detayda gösterilen pisuar adaptörü kullanılmalıdır.
- Pisuarlarda kullanılan sifonların özellikle pirinç malzemedan yapılmış olmalarına dikkat edilmelidir.
- Pisuarların bölmeli olarak uygulanmasında bölmeler arasının akstan aksa 60 cm olmasına, dolayısıyla iki pisuar aksı mesafesinin de 60 cm olmasına dikkat edilmelidir. İlk pisuar aksı ve köşe duvarı arası minimum 45 cm olmalıdır.
- Pisuar ve pisuar ara bölmesinin duvara temas eden yüzeylerine silikon kullanılması tavsiye edilir.

Farklı fayans ölçülerine göre pisuar yerleşim detayları Şekil 25.29'da görülmektedir.



Şekil 25.27. PİSUAR MONTAJ YÜKSEKLİKLERİ

25.4. BİDELER

Batı toplumlarında vücudun alt tarafını yıkamak ve taharet almak üzere bide kullanılmaktadır. Türk toplumunda klozete ilave edilen taharet musluğu ile, benzer fonksiyon yerine getirilmektedir. Bide bu yüzden daha ziyade lüks otellerde ve konutlarda kullanılmaktadır. Bide ayaklı veya duvara monte edilen tipte olabilir. Bide montajı genel olarak klozet montajına benzer. Ayaklı bide montajı Şekil 25.30'da verilmiştir. Buna göre;

- Bide montajı bitmiş döşeme üzerine yere tespit delikleri belirtilerek gerçekleştirilmelidir.
- Bidenin tespitinde kesinlikle çimento ve benzeri malzeme kullanılmamalıdır.
- Bide montajında montaj şekillerine kesinlikle uyulmalıdır. Daha kolay montaj için izlenmesi gereken aşamalar şunlardır:
 - Yapışkan bir şeride tutturulmuş takozları bulunan montaj şablonu üzerine bide oturtulur.
 - Takozlar tespit delikleri seviyesinde bide kenarına iyice temas edecek biçimde yanlara doğru basılır.
 - Bide şablonla birlikte bidenin yerleştirileceği yere oturtulur ve şablonun zemine yapışması sağlanır.
 - Bide şablondan çıkarılır. Takozlar zemine tespit edildikten ve şablon da alındıktan sonra bide tekrar yerine oturtularak tespit deliklerinden takozlara vidalanır.

25.4.1. AYAKSIZ BİDE MONTAJI

- Ayaksız bidelerde yalnız tek gövdeli batarya kullanılır.
- Ayaksız bide montajı konsol ile yapılacağından, konsolun gömüleceği döşeme ve duvar kaplamasının iyi hesap edilmesi gerekir.
- Sıcak-soğuk su musluklarının, pis su merkezinin ve taşıyıcı civataların yerlerini hatasız belirlemek için Şekil 25.31'de örneği görülen şablon kullanılması şarttır.
- Konsol çimento harcı veya tespit vidaları ile sabitleştirilip, şablon konsoldan çıkartılır, döşeme kaplaması yapılır.
- Sıcak-soğuk su yerlerine ara muslukları monte edilir.
- Konsoldaki bide tespit civatalarının ölçüsü belirle-nip fazlası kesilerek, bide duvara monte edilir.
- Sıcak, soğuk su boruları bidenin arka sağ ve solundaki deliklerden geçirilerek ara musluklarla bağlantı yapılır.

Bidelerde kullanılan armatürler tek gövdeli üç gövdeli ankastre olabilir. Bide bataryasına soğuk ve sıcak su bağlantısı yapılır. Ayrıca bidelerde kullanılan bataryalar fiskiye ve fiskiyesiz olarak da ayrılabilir. Şekil 25.30'da görüldüğü gibi fiskiye tiplerde alttan fiskiye şeklinde püskürtülen su ile yıkama yapmak mümkündür. Şekil 25.31'de görülen tek gövdeli fiskiyesiz bataryada ise batarya ağız yönlendirilerek yıkanılabılır.

25.5. BANYO KÜVETLERİ

25.5.1. YATMALI BANYO KÜVETLERİ

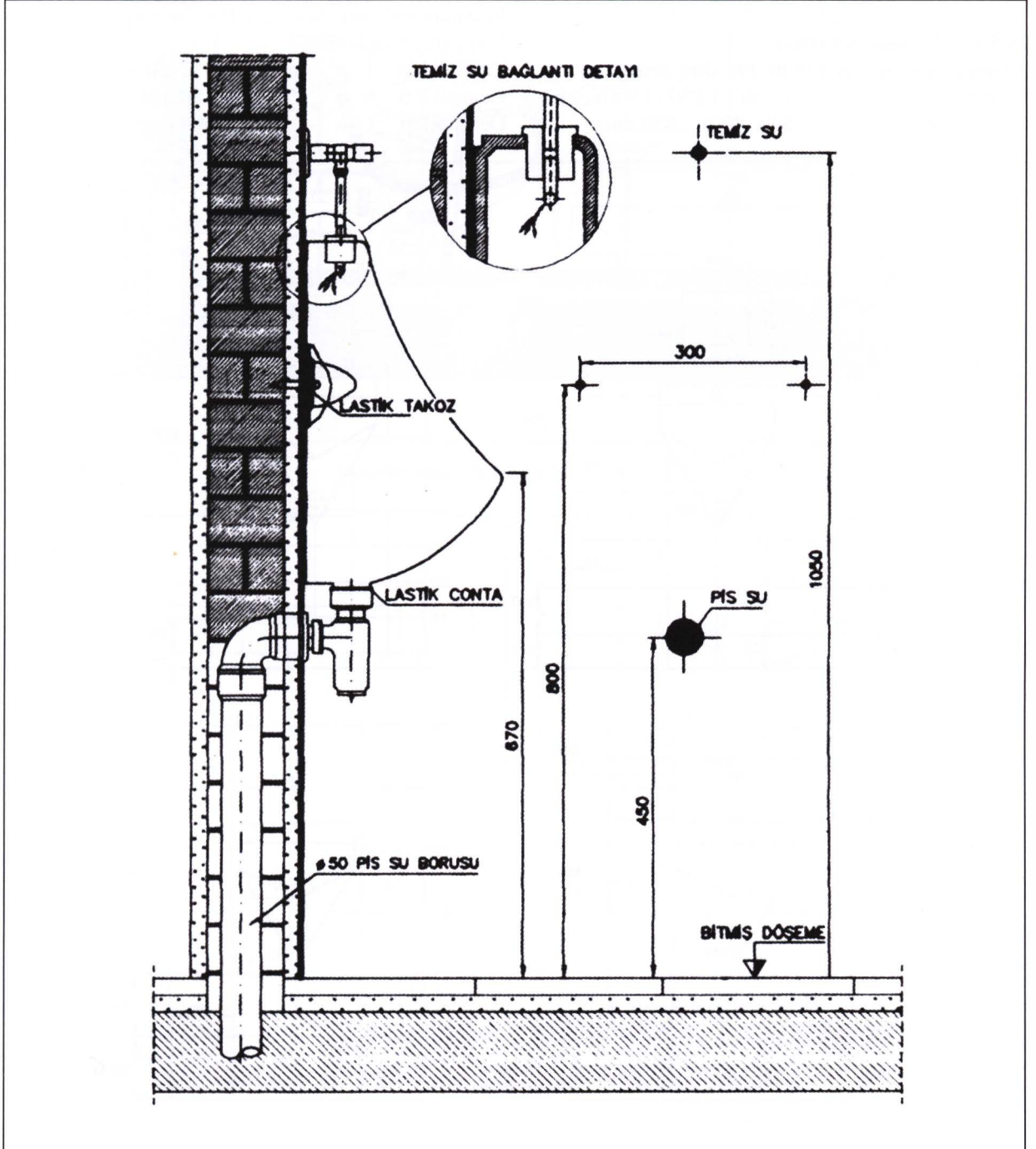
(Boy Küveti)

Bütün vücudun biriktirilen su içinde yıkanması amacı ile Şekil 25.33'te örneği görülen boy küvetleri kullanılır. Küvetler dökme demirden veya çelik saçtan üretilir ve içi emayelenir. Son yıllarda plastik küvetler de üretilmektedir. Genellikle boyları 1,4 ile 2,1 m arasındadır (DIN 18022 tavsiyesi 1,7 m).

Küvetler formlarına göre normal ve vücut formunda olarak ikiye ayrılabilirler. Vücut formunda olanlar daha az su ile dolarlar. Ayrıca diyagonal tip küvetler de vardır. Banyo küvetlerinin standart ölçüleri belirli aralıklar olarak verilir. Üretici bu aralıklar içinde küveti boyutlandırır.

Almanya'da üretilen küvetlerden örnek ölçüler Tablo 25.34'te verilmiştir. Buradaki ölçüler için Şekil 25.33'e bakılmalıdır.

Türkiye'de üretilen normal küvet ölçüleri ise Şekil 25.35'te görülmektedir.



Şekil 25.28. PİSUAR MONTAJ VE TESİSAT BAĞLANTI DETAYLARI

Montaj biçimine göre yatmalı banyo küvetlerini üçe ayırmak mümkündür.

25.5.1.1. Serbest Duran Küvetler

(Dolma kapasiteleri 105 ile 135 litre arası)

Uzunlukları $L = 1.500 - 1.850$ mm
(Normal 1.700 mm)
Genişlikleri $b = 650 - 800$ mm
(Normal 750 mm)
Derinlikleri $t = 420 - 460$ mm
Kullanış = Nispetleri küçüktür.

25.5.1.2. Gömme Küvetler

(Dolma kapasiteleri 135 ile 190 litre arası)

Uzunlukları $L = 1.350 - 1.850$ (1.900) mm
Genişlikleri $b = 650$ (700) - 850 mm

Derinlikleri $t = 46 - 520$ mm

Küvet banyo duvar içine monte edilir. Dış yüzey fayans malzeme ile kaplanır.

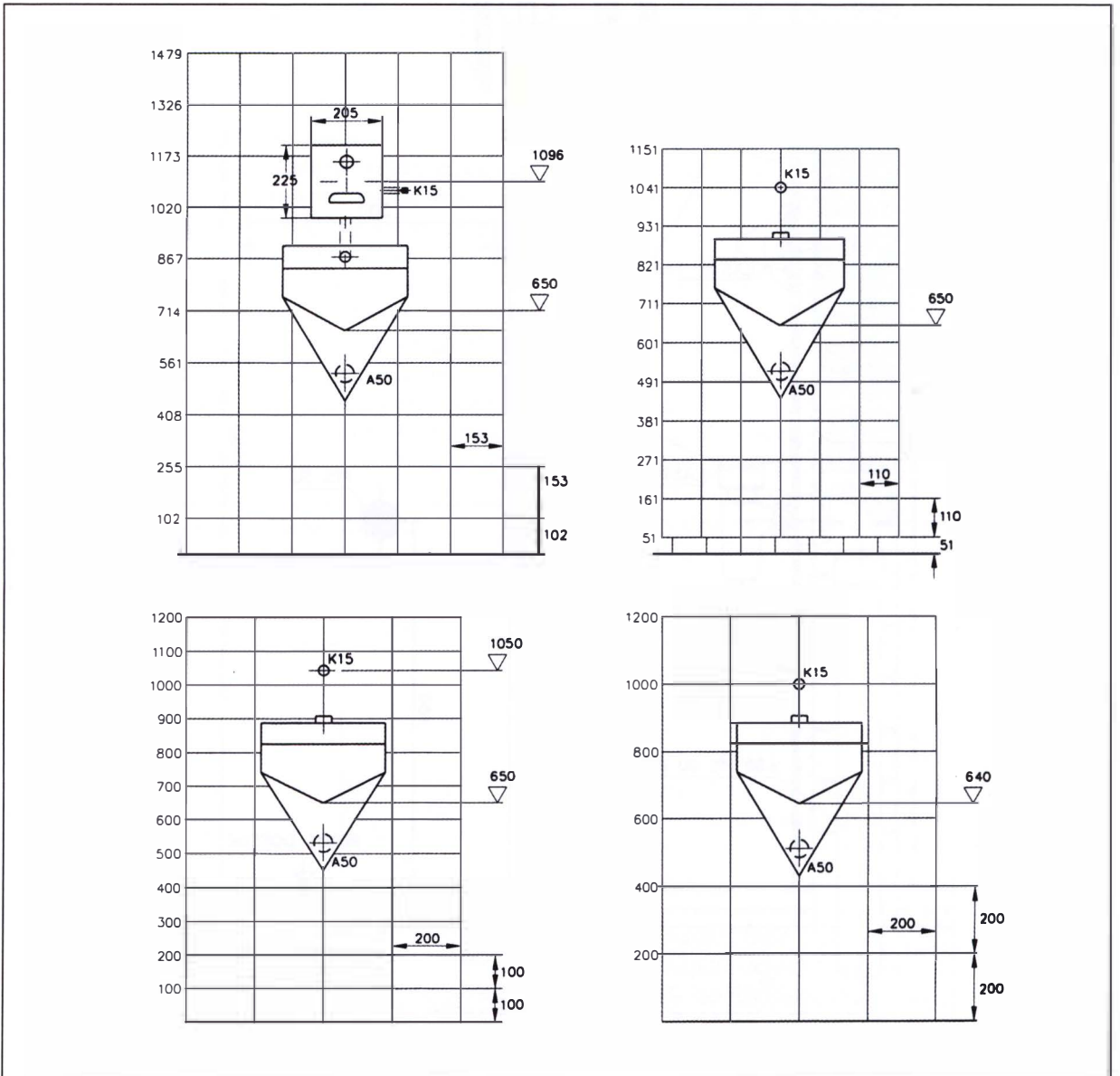
25.5.1.3. Kabin Küvet

Uzunlukları $L = 1.700 - 1.870$ mm
Genişlikleri $b = 700 - 850$ mm
Derinlikleri $t = 420 - 460$ mm

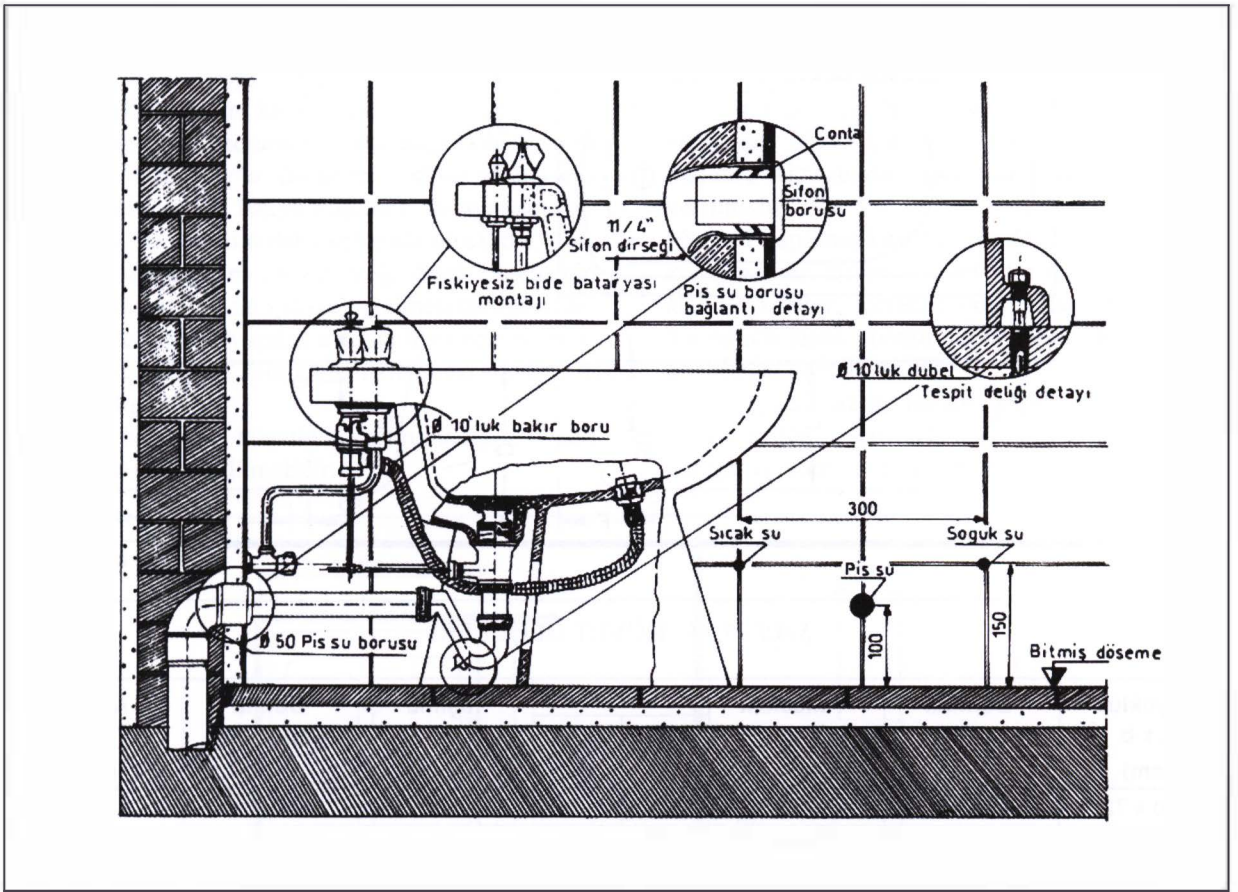
25.5.1.4. Oturmalı Banyo Küvetleri

Oturularak yıkanmaya uygundur ve içinde bir basamak bulunur (Şekil 25.36). Dolma kapasiteleri 130 litreye kadardır.

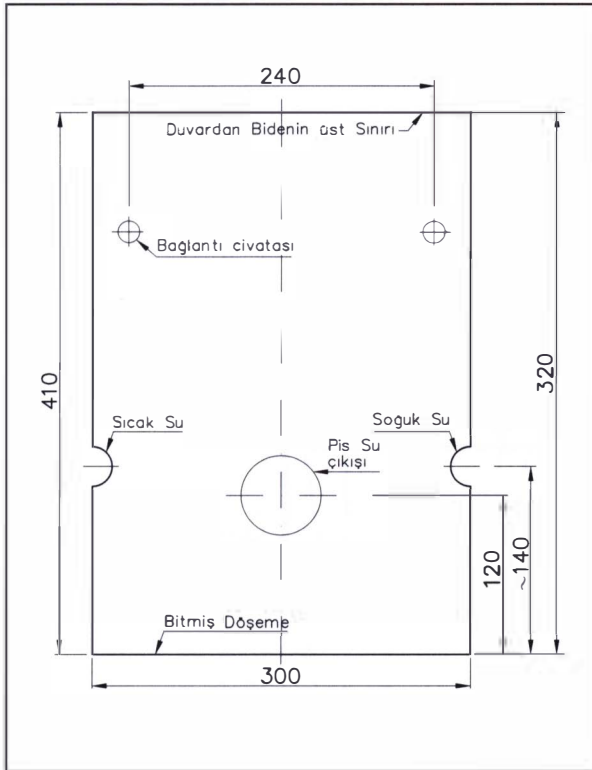
Uzunlukları $L = 1.000 - 1.150$ mm
Genişlikleri $b = 700 - 750$ mm
Derinlikleri $t = 400 - 600$ mm



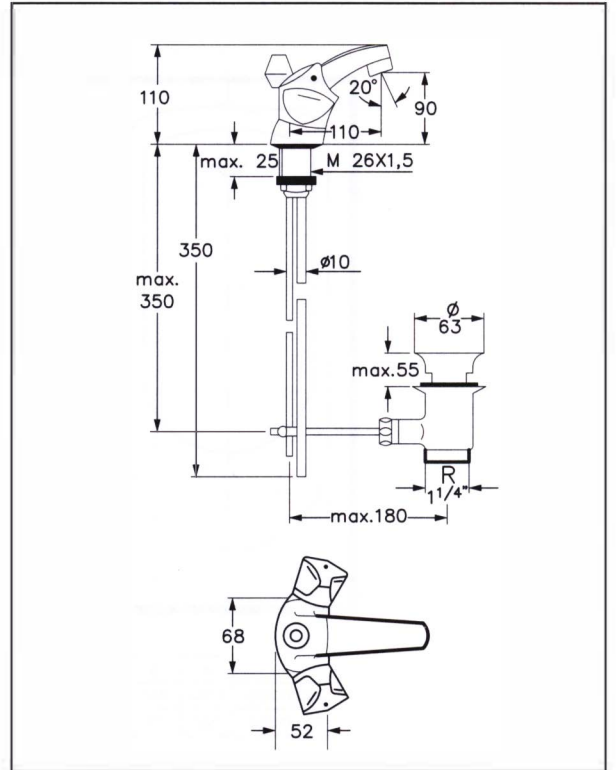
Şekil 25.29. FARKLI FAYANS ÖLÇÜLERİNE GÖRE PİSUAR YERLEŞİM DETAY ÖRNEKLERİ



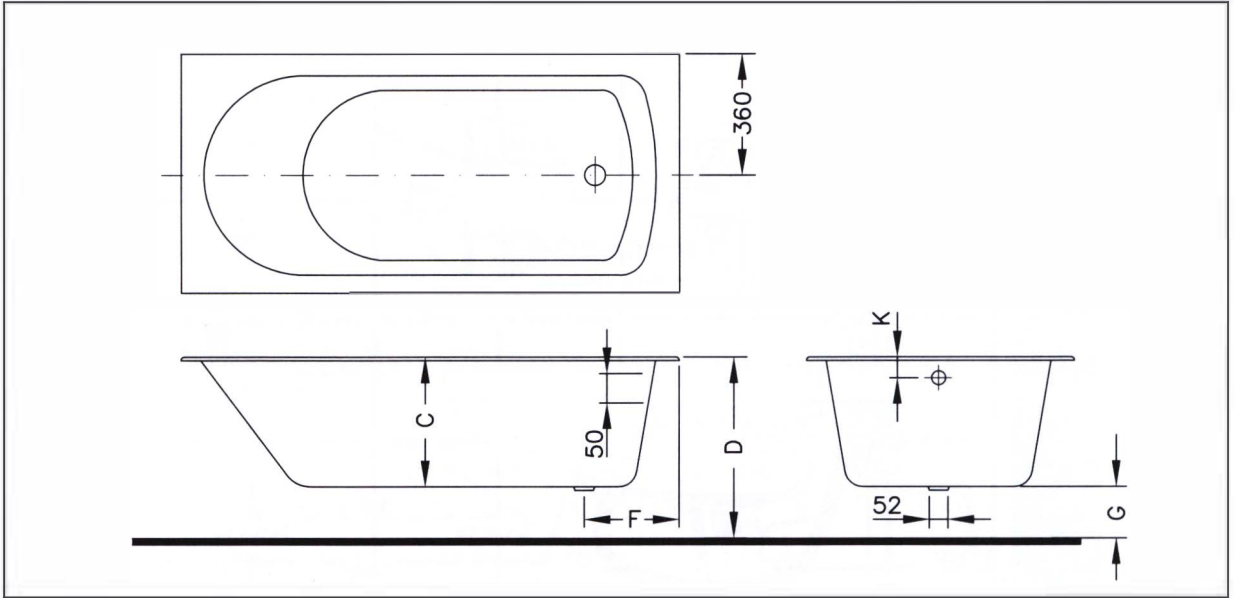
Şekil 25.30. AYAKLI BİDE MONTAJI



Şekil 25.31. DUVARDAN BİDE MONTAJI



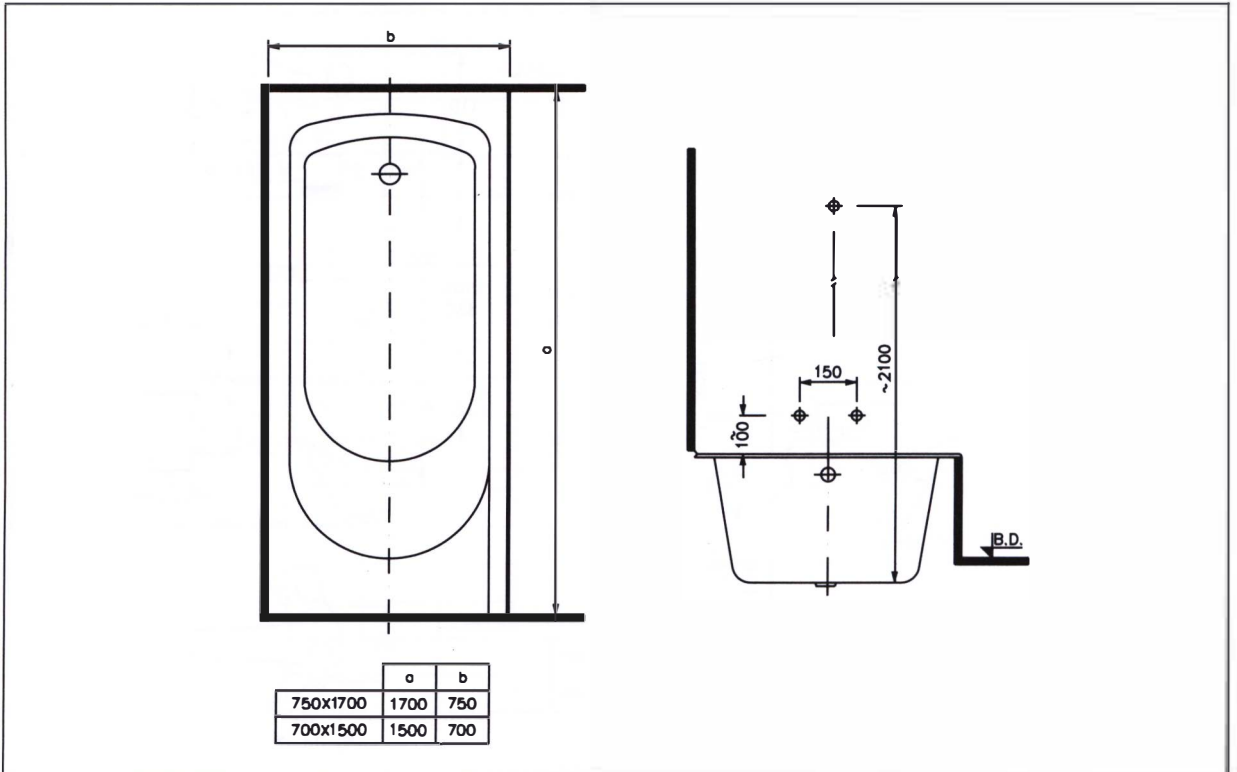
Şekil 25.32. TEK GÖVDE FİSKİYESİZ BATARYA



Şekil 25.33. KÜVET ÖLÇÜLERİ

Büyükük L x b (cm)	Derinlik t = C	Yükseklik h = D	Mesafe		Taşıma K	Dolma Kapasitesi (l)	Ağırlık (kg)
			Delik	Taban			
			F	G			
160 x 72	420	575	275	140	65	105	102
170 x 70	420	570	305	135	65	105	90
175 x 75	460	610	275	135	75	150	120

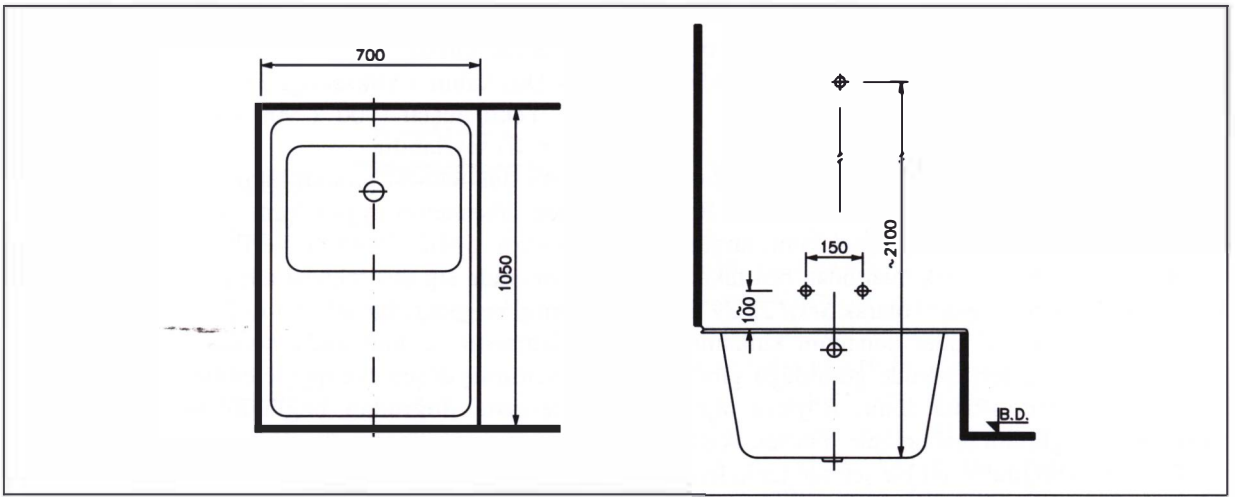
Tablo 25.34. ÖRNEK KÜVET ÖLÇÜLERİ



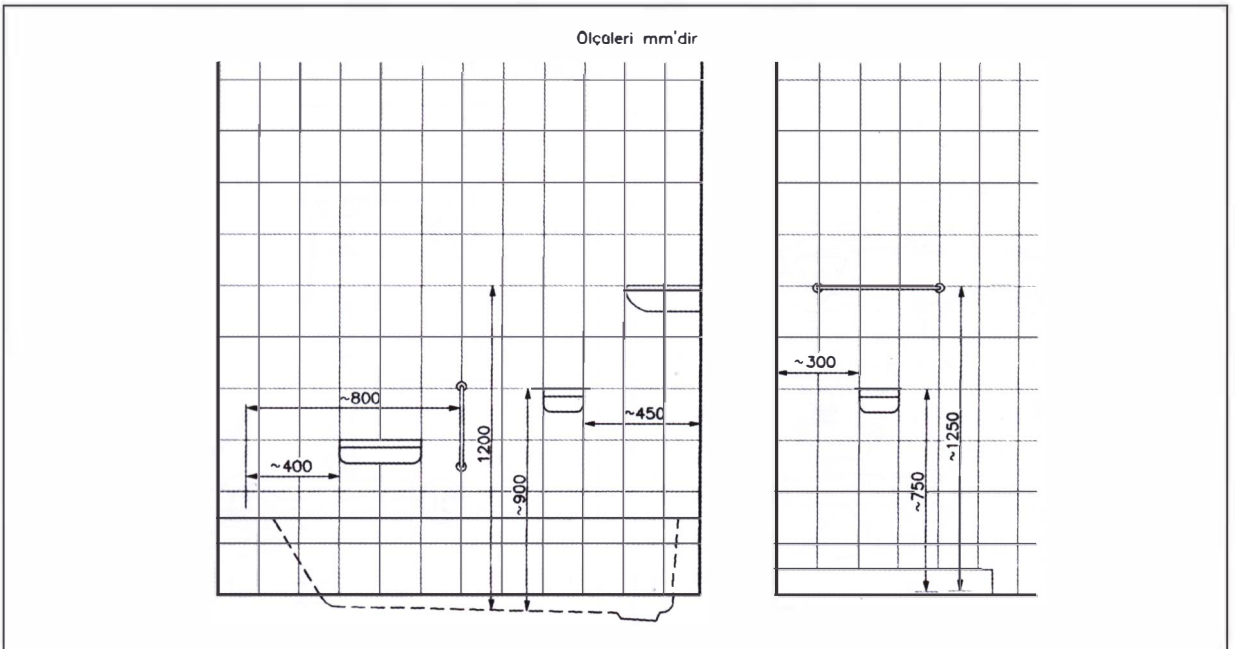
Şekil 25.35. TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN GÖMME KÜVET ÖLÇÜLERİ

25.5.2. BANYO KÜVETLERİNİN MONTAJI

- Küvet ve duş teknesinin iç yüzeyi banyo döşemesinden daha aşağı kotta olmamalıdır. Kaygan yüzey olduğu için, küvet içerisine adım atıldığında, ayak banyo kotundan daha aşağı kotta basarsa kayma olasılığı artar. Bu nedenle küvet ve duş teknesinin iç yüzeyi banyo döşemesi ile aynı seviyede veya 50-100 mm daha yukarıda olmalıdır.
- Banyo küvetinin monte edileceği düşük döşemenin sızdırmazlığını temin için izole edilmesi tavsiye edilir.
- Banyo küvetleri, yapılan ayaklar üzerine terazisinde yerleştirilmeli, sifonun temizlenmesi için önlem alınmalıdır.
- Banyo bataryası, küvetin boşaltma deliğine yakın bir yere monte edilmelidir.
- Ankastre banyo bataryası kullanıldığında, volan millerinin kısa kalmaması için sıva ve kaplama aralığı hesap edilmelidir.
- Kullanılacak batarya ve aksesuarın düzgünlüğüne ve fayans düzenlenmesine azami özen gösterilmelidir. Aksesuarla ilgili örnek Şekil 25.37'de verilmiştir.
- Montajı yapılmış küvetler inşaat döküntülerinden korunmalıdır. Bu amaçla küvetin içi sulandırılmış alçı ile sıvanır, içerisine odun talaşı doldurulur. Ya da altı lastik contalı sunta kapak ile kapamak uygulanan yöntemlerdir.
- Bunlar yapılmazsa, fayans kaplanırken küvetin içerisine düşen harç vb malzeme küvet üzerine yapışır ve temizleme sırasında emaye bozulabilir.



Şekil 25.36. OTURMALI KÜVET ÖLÇÜLERİ



Şekil 25.37. KÜVET AKSESUARININ KULLANILDIĞI YER VE ÖLÇÜLERİ

25.5.3. KÜVETLERDE KULLANILAN ARMATÜRLER

Küvet doldurma ve duş için banyo bataryası kullanılır.

25.5.3.1. Ankastrre Banyo Bataryaları

Açma kapama düzenleri ve bağlantı boruları sıva altına döşenir. Sadece kumanda mekanizmaları ile su çıkışı ve akıtma elemanları görünür (fayans üstünde kalır). Bu tür bataryalarda sıva altı elemanları montajının banyo dairesinde su tesisatı döşenirken yapılması (sıva ve fayanstan önce) şarttır. Sıva altı elemanlar nikel, fayans üstü elemanlar ise nikel ve krom kaplıdır. Duş elemanı başlıklı, sürgülü veya el duşlu olabilir.

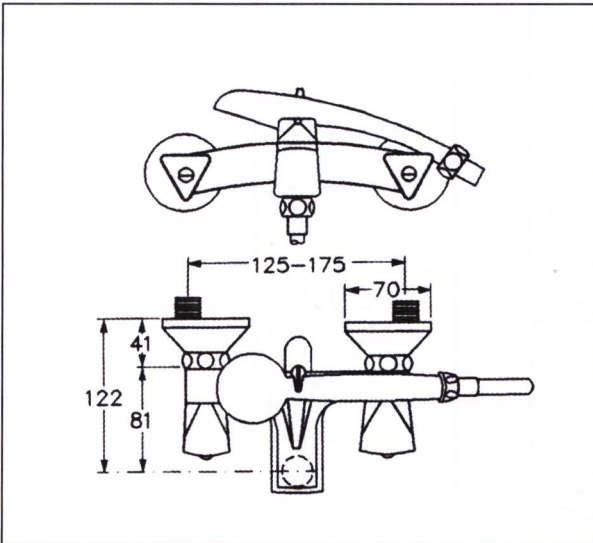
25.5.3.2. Yarı Ankastrre Banyo Bataryaları

Batarya ile duş başlığı arasındaki bağlantı borusu sıva altına döşenen, batarya gövdesi ile boru arasında özel bir dirsek ile bağlantı sağlanan bataryalardır. Görünen parçalar yine parlak krom kaplıdır. Genellikle duş başlıklıdır.

25.5.3.3. Banyo Bataryaları (Şekil 25.38)

Fayans üstünden doğrudan tesisata bağlanır. Sıcak ve soğuk suyu istenen oranda karıştırarak akıtır. Batarya gövdesine üst takım olarak, el duşu takımı, sürgülü duş takımı veya duş borusu takımlarından biri takılabilir. Küvet boşaltma ve su gideri olarak Şekil 25.39'da görülen küvet taşıma ve gider donanımı kullanılır. Bu elemanda küvet gideri, şekilde görüldüğü gibi akışa dik olarak, üstten sifonla alınır. Böylece taşmadan hava emişi ve gürültü sesi önlenir. Yüksek akış hızları sifonun kendiliğinden iyi bir şekilde temizlenmesini temin eder.

Küvetlerin önüne duş kabini veya duş perdesi yapılmalıdır. Küvet hacminde sabun ve şampuan konabilecek bir yer bırakılmalıdır. En azından süngerlik monte edilmelidir.



Şekil 25.38. BANYO BATARYASI

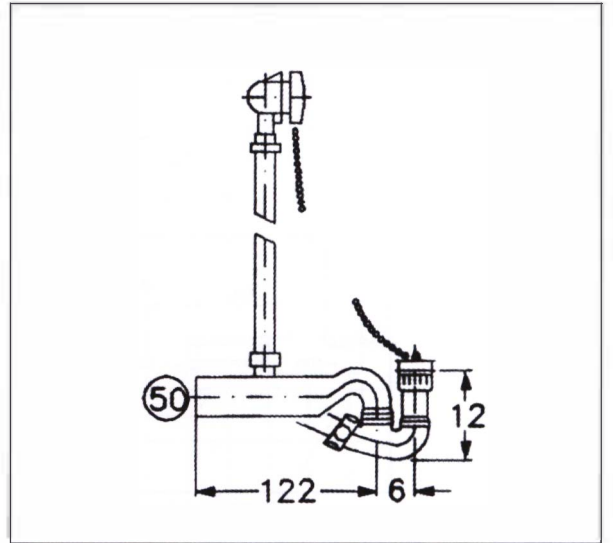
25.6. DUŞLAR

Duşlar akan su ile tam yıkanma amacı ile kullanılırlar. Duş teknesi emayelenmiş döküm veya çelik sac, plastik, seramik veya fire clay malzemeden üretilir. Fayans veya emaye kaplı duş teknelerinin tercih edilmesini öneririz. Ayak kaymaması için tekne tabanına özel form verilir. Su kullanımı 35 ila 40 litre, genellikle 60 ila 90 litre mertebesindedir. Büyüklüğü L x b = 750 x 750 ile 900 x 900 mm arası (genellikle 800 x 800 mm), derinliği t = 100 ile 280 mm (genellikle 170 mm) olmaktadır. Derin ve sığ olarak iki tipten 1.000 ve 1.850 mm söz edilebilir. Duş teknesi boyutu en az 800 x 800 mm olmalıdır. Ayrıca köşe duş diye adlandırılan ön kısmı kavisli duş tekneleri de mevcuttur.

Kullanım biçimleri olarak;

- Sıralı duşlar
- Duş kabini (Yüksekliği 2.000 ile 2.400 mm)
- Tekil duşlar (900 x 900 mm duş tekneli duş nişi) sayılabilir.

Çeşitli duş teknesi montaj biçimleri ve duş teknesi yerine döşemenin uygun form verilerek kullanılma biçimleri Şekil 25.40'ta verilmiştir. Bu şekilde 1 numarada sığ duş teknesi düşük döşemeye monte edilmiş ve gider, bir sifonla doğru pis su tesisatına bağlanmıştır. 2 numarada normal tekne basamak yükseltilmiş döşemeye monte edilmiş ve yine sifonla tesisata doğrudan bağlanmıştır. 3'te normal teknenin yer süzgeci üzerinden dolaylı bağlantısı görülmektedir. 4 numarada döşeme düşürülerek inşai duş teknesi oluşturulmuştur. En düşük seviyede bir teras süzgeci bulunmaktadır. 5 numarada ise yine inşai olarak döşemeye sadece eğim verilmiş ve dibe süzgeç konulmuştur. Çeşitli duş teknesi montaj detayları Şekil 25.41'de görülmektedir. Duş teknesi



Şekil 25.39. KÜVET TAŞMA VE GİDER DONANIMI

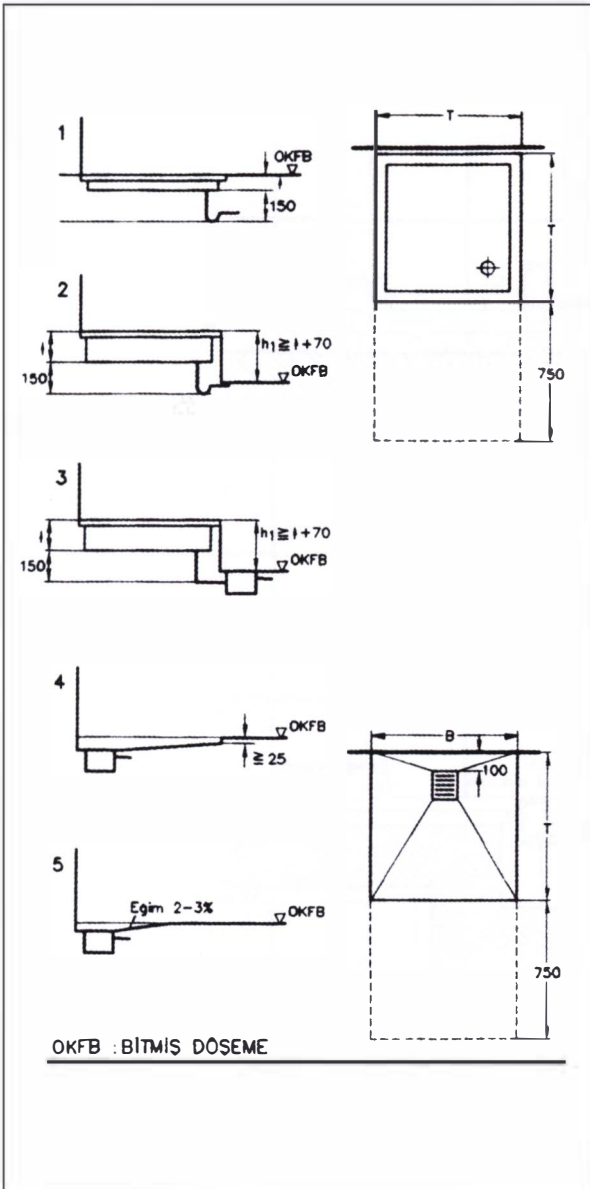
montajında en önemli nokta sifona ulaşılabilirliktir. Dolayısı ile sifon, döşemeye beton ayak veya beton harç üzerine tespit edilmelidir. Duş teknesi ile döşeme arasında kum dolgu gerçekleştirilmeli, çimento kesinlikle kullanılmamalıdır.

Duş teknesi montajında dikkat edilmesi gerekli hususlar, küvet montajı bölümündekilerle yaklaşık olarak aynıdır.

Besleme armatürü olarak duş bataryası kullanılır (Şekil 25.42). Bataryalar üç şekilde duşlu olabilir:

25.6.1. EL DUŞLARI

Örneğin çocukların yıkanması için ve saçlar ıslanmadan yıkanma için uygundur. Konutlarda, otellerde, yurtlarda, hastanelerde vb yerlerde kullanılır.



Şekil 25.40. DUŞ TEKNESİ VEYA YERİ MONTAJ ÖLÇÜLERİ

25.6.2. DUŞ BAŞLIĞI

Konutlarda, özellikle okullarda, yüzme havuzlarında, spor ve endüstriyel tesislerde kullanılırlar.

25.6.3. SÜRGÜLÜ DUŞLAR

Duş başlığı (kafa duşları) ile kombine olarak iyi havalandırılan büyük banyolarda, müstakil konutlarda ve otellerde tesis edilir.

Duş armatürlerinin yerleri ve fayans döşeme örnekleri Şekil 25.43'te dört farklı boyut için verilmiştir. Gider armatürü olarak sifon (Şekil 25.44) kullanılır. Sifona temizlik için ulaşılabilir olmalıdır.

Duş teknesinin bulunduğu yerin döşemesinde toplanan suyun gideri olarak yer süzgeci bulunmalıdır. Duş giderini yer süzgecine bağlamak ve yer süzgeci üzerinden pis su tesisatına bağlanmak mümkündür. Duş hacmine süngerlik monte edilmelidir ya da sabun ve şampuan konabilecek bir yer oluşturulması gerekir.

25.7. MUTFAK EVİYELERİ

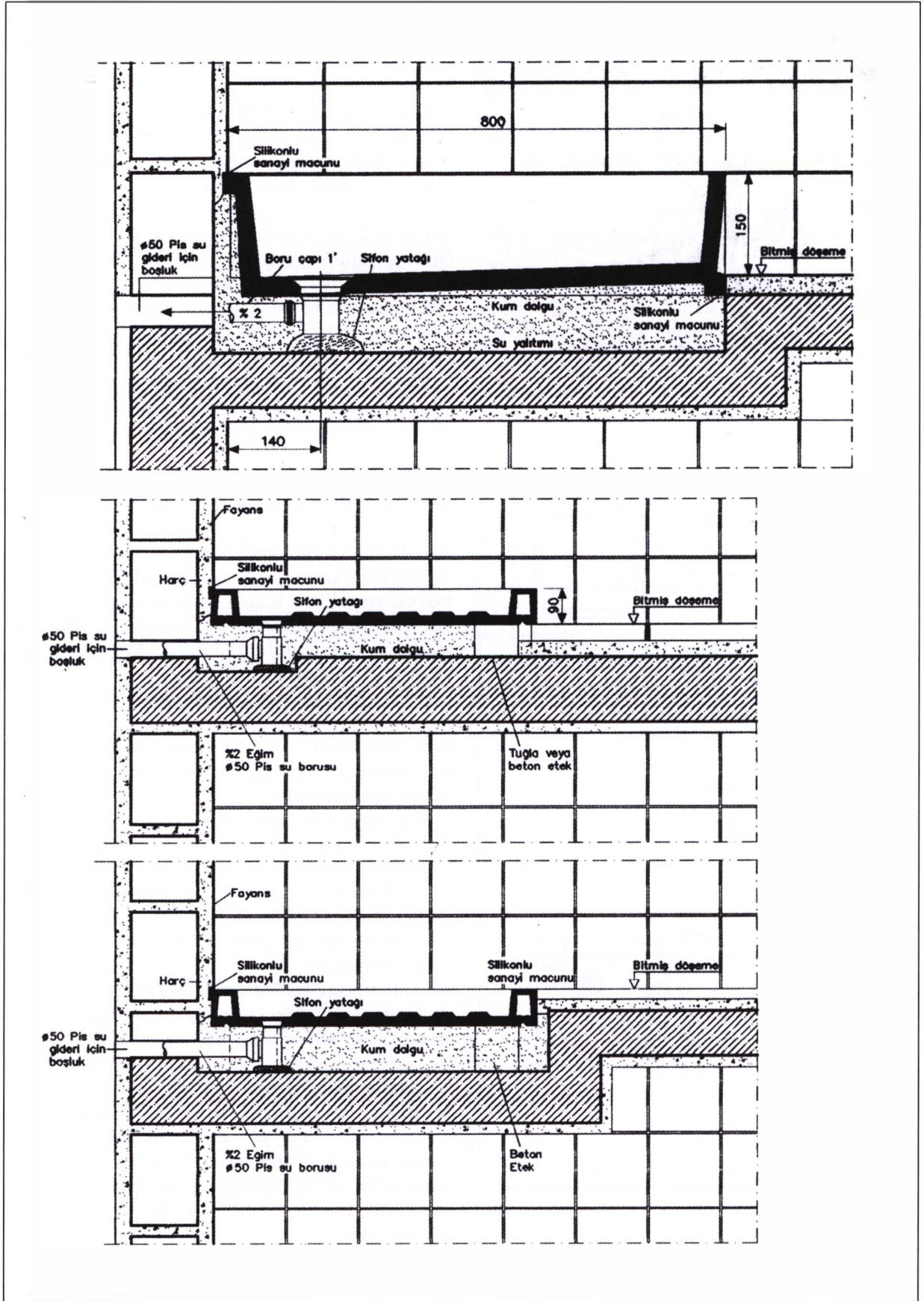
DIN 18022'ye göre mutfaklarda yiyecek hazırlama ve bulaşık yıkama için damlalıklı çift gözlü mutfak eviyesi ve çalışma tezgahı bulunması gerekmektedir. Bir bulaşık makinesi olması halinde, tek gözlü mutfak eviyesi yeterlidir. Şekil 25.45'te tek ve çift gözlü eviye ölçüleri verilmiştir.

Şekil 25.46'da ise örnek bir eviyenin montaj ölçüleri görülmektedir. Eviye malzemesi genellikle paslanmaz çelik veya fire clay olmaktadır. Fire clay mutfak eviyesi montajında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Tek veya çift gözlü, damlalıklı veya damlalığı ayrı seramik ve fire clay eviyelerde fuga doldurulması işleminde silikonlu sanayi macunu kullanılmalıdır. Çimento ve benzeri malzeme kesinlikle kullanılmamalıdır. Eviyenin tezgaha yerleştirilmesi Şekil 25.47'deki detaylarda gösterilmiştir.
- Ankastre eviye bataryası montajı için gereken işlem, lavabolar kısmında anlatıldığı gibidir. Ankastre eviye bataryası ahşap esaslı tezgahı olan bir mutfakta yapılacaksa, bataryayı eviye üzerine monte etmek daha doğru olacaktır.

Muslukta veya borusundan sızabilecek suyun ahşap tezgaha zarar vermesi kısmen önlenmiş olacaktır. Musluk montajı için ahşap tezgahı delmek zorunlu ise, delik delindikten sonra sultanın delinen yüzeyi koruyucu silikon vb malzeme ile korunması gerekir.

- Eviye sifon bağlantı ağızları standart olup lavabo sifonları bağlantı ağızları ile aynı durumdadır. Uygulamada genellikle gözlemlendiği gibi, daha büyük sifon süzgeci seçmek gereksizdir.

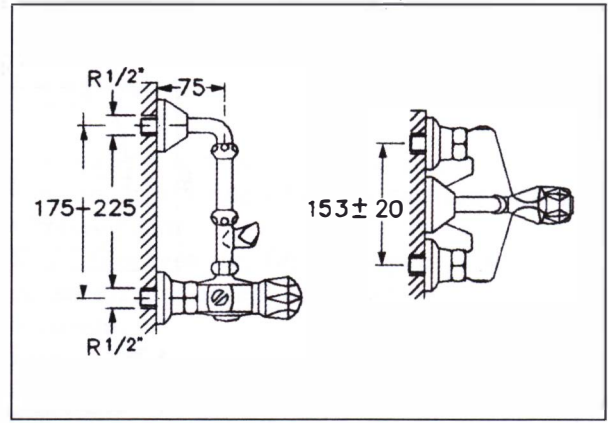


Şekil 25.41. DUŞ TEKNESİ MONTAJ DETAYI

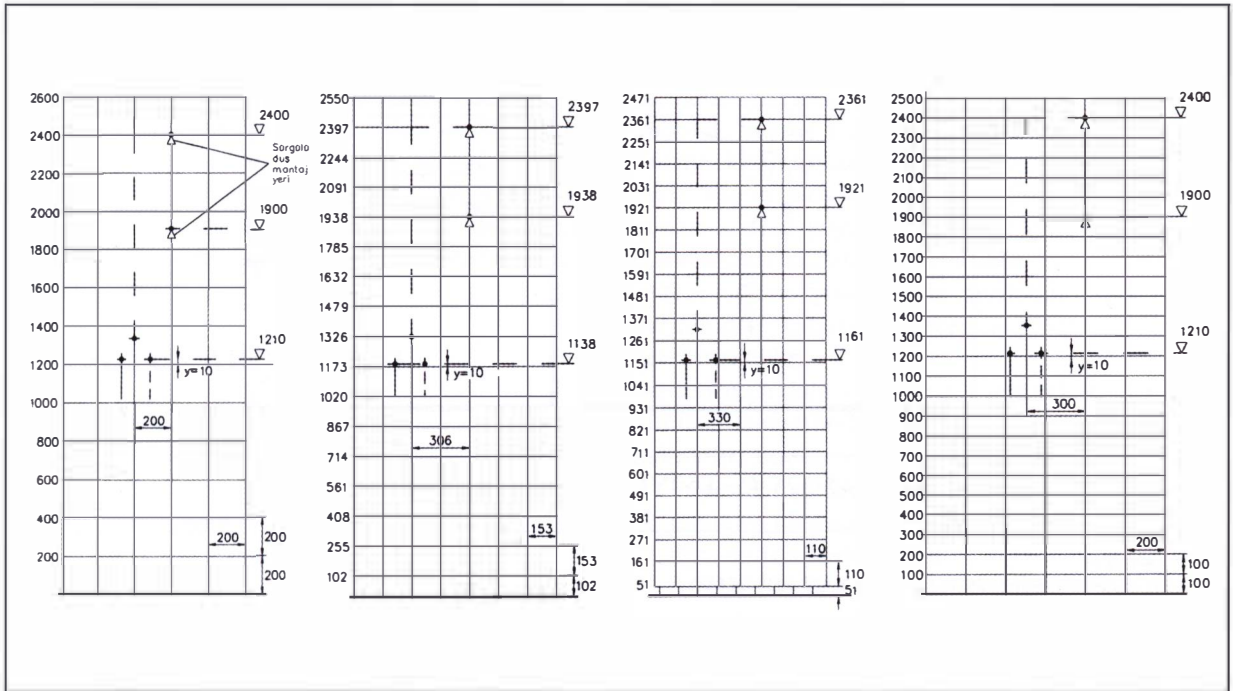
Eviyelerde genellikle duvar musluk veya bataryaları kullanılır. Batarya cinsine göre montaj yüksekliğine dikkat edilmelidir. Eviye çıkışında boru ventilli veya lastik küresel ventil (veya tıkaç) bulunur. Şekil 25.48'te çift gözlü eviye için bulaşık makinesi bağlı su gideri sistemi gösterilmiştir.

İki gözlü eviyelerde, eviyelerden birine çöp öğütücü monte etmek mümkündür. Bu uygulama Amerika'da yaygındır.

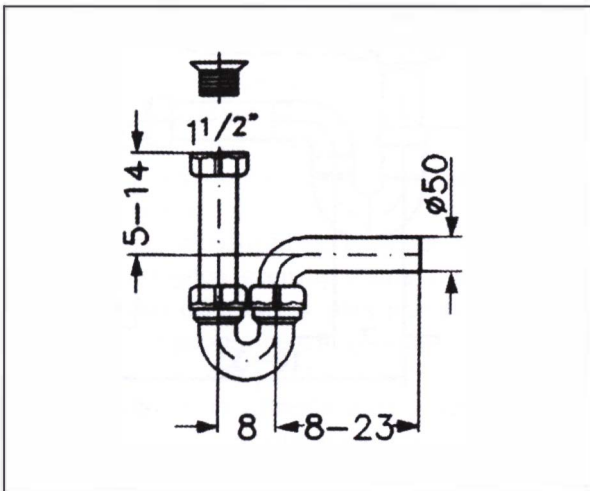
Pis su tesisatlarında tıkanma riski oluşturabileceği dikkate alınmalıdır. Türkiye şartlarında pis su tesisatlarının kaliteli olmaması ve yiyeceklerin kanalizasyona atılması düşüncesi itici geldiği için kullanımını benimsemiyoruz.



Şekil 25.42. DUŞ BATARYASI



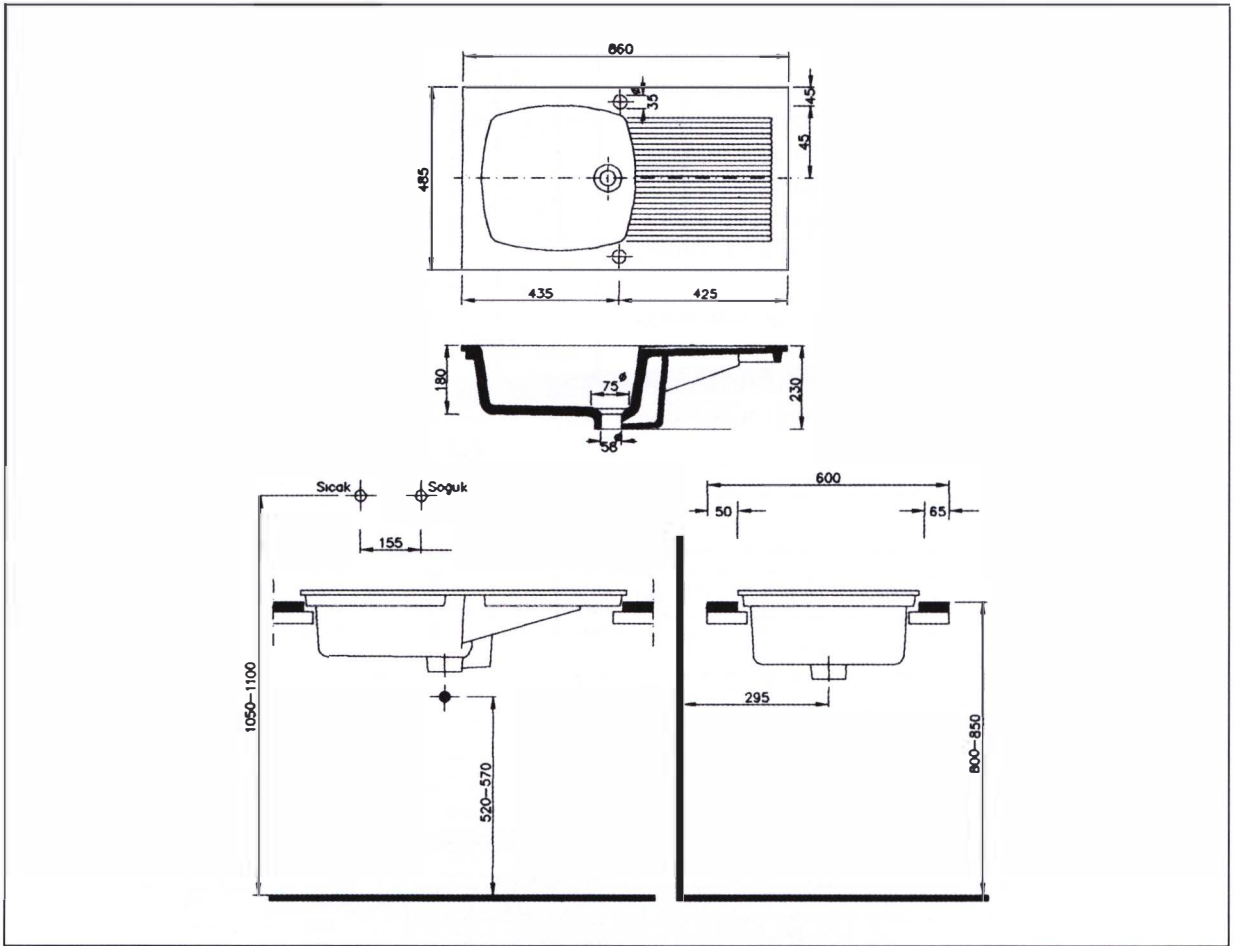
Şekil 25.43. DUŞLAR İÇİN FAYANS PLANLARI



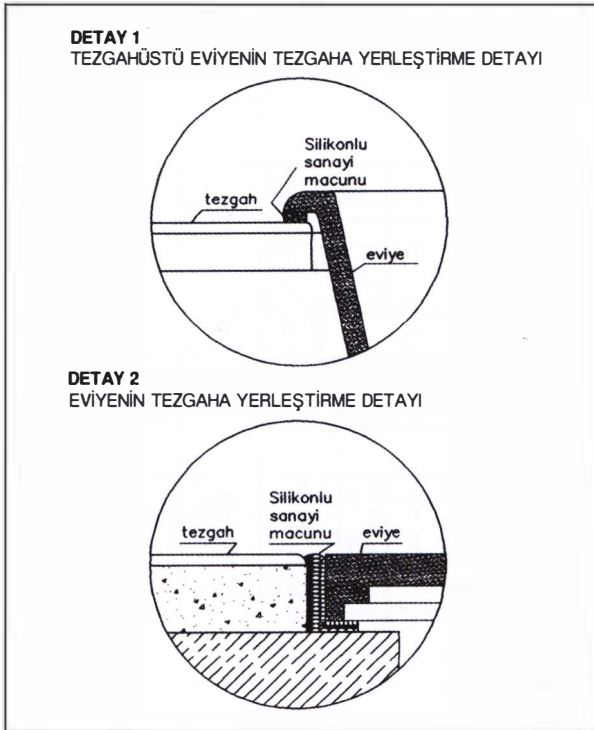
Şekil 25.44. DUŞ GİDERİ (SİFON)

Uzunluk	Genişlik	V ₁ max L	V ₁ max L
Tek gözlü			
900	600	12	-
1000	900	12	-
Çift gözlü			
1200	500	12	8
1200	600	12	8
1300	600	12	8
1200	500	12	12
1300	600	12	12
1400	600	12	12
1500	600	12	12
1600	600	12	12

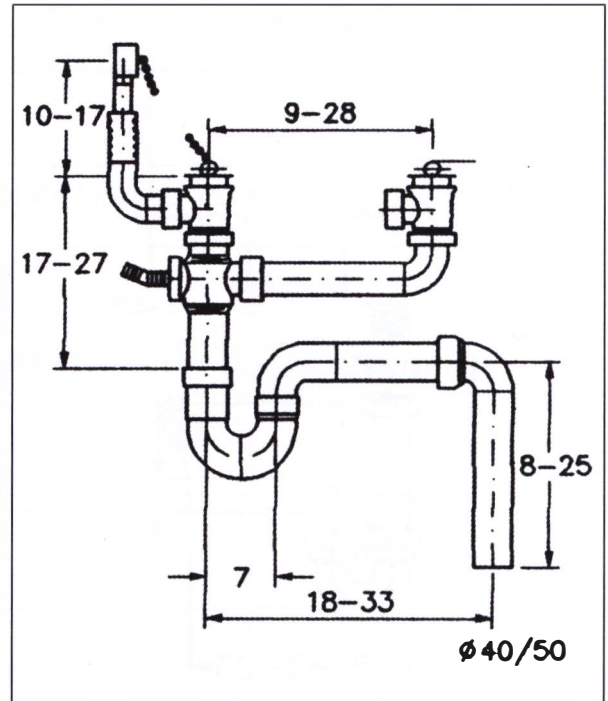
Şekil 25.45. MUTFAK EVİYESİ (DIN 4464)



Şekil 25.46. EVİYE MONTAJ ÖLÇÜLERİ



Şekil 25.47. EVİYE MONTAJ DETAYLARI



Şekil 25.48. ÇİFT GÖZLÜ EVİYE İÇİN BULAŞIK MAKİNESİ BAĞLI SU GİDERİ

XXVI. BÖLÜM

TEMİZ SU TESİSATI

Dünyanın hidrolik çevriminin temel prensibi, suyun kapalı bir sistem olması ve önemli yeni bir su girişi olmamasıdır. Dünyanın $\frac{2}{3}$ 'ü su ile kaplıdır ve bu suyun %96,8'i okyanuslardaki tuzlu su ve ancak %3,2'si taze ve tatlı sulardır. Bu taze suyun yaklaşık %75'i buzullarda donmuş olarak ve %24,4'ü yeraltı suyu olarak bulunmaktadır. Nehirler, göller ve atmosferdeki su, toplam suyun ancak %0,02'sini oluşturur.

Dolayısıyla idare etmek zorunda olduğumuz su, yer yüzündeki kullanılabilir suyun %1'inden bile azdır. Nüfusumuzun hızla arttığını göz önüne alırsak, bu, doğanın en değerli kaynağını giderek daha dikkatli kullanmak gereği kendiliğinden ortaya çıkar.

Temiz su kaynakları göller, dereler, ırmaklar, barajlar, çatılardan vs. toplanan yağmur sularıdır. Yeraltı su kaynakları ise kuyular, derin kuyular, artezyenler ve pınarlardır. *Şekil 26.1'*de yağmur çevrimi ve çeşitli su kaynakları şematik olarak gösterilmiştir.

26.1. SUYUN ARITILMASI

Temiz kullanma suyu ve içme suyunun arıtılmasında beş işlem sıralanabilir. Bunlar;

- Ön Filtrasyon
- Su Yumuşatma
- Koku ve Tat Arındırması
- İnce Filtrasyon
- Bakteriyolojik Arıtma

26.1.1. FİLTRASYON

Filtrasyon, eriyik olmayan maddelerin tamamının veya tamamına yakın miktarının elenmesidir. Kabul edilebilir ölçü limitlerindeki istenmeyen partikülleri cinslerinde göre (asılı katı maddeler, tek başına asılı katı maddeler ve koloidal maddeler) öncelikli olarak eleyerek filtrasyon olayı gerçekleştirilir. Filtrasyon, elimizdeki suyu fiziksel olarak istenilen özelliğe getirebilmeyi sağlayan cihazları seçme sanatı olarak görülebilir.

Filtrasyon berraklaştırılmak istenilen suyun gözenekli bir yüzeyden geçirilip (buna filtre diyoruz), gözeneklerden daha büyük olan partiküllerin tutulması ve suyun geçmesine izin verilmesi (gözeneklerden daha küçük olan partiküllerle birlikte) olayıdır. Eğer asılı maddeler filtrenin gözeneklerinden daha büyük boyutlarda ise filtrenin yüzeyinde tutulurlar. Buna yüzeyde filtrasyon adı verilir.

Eğer asılı katı maddeler filtrenin gözeneklerinden daha küçük boyutlarda ise, bunlardan bazıları

gözeneklerin iç yüzeylerinde tutulabilir. O zaman buna hacimde ya derinlikte ya da filtre yatağında filtrasyon denir.

Kesin filtrasyon ise, filtrasyon yüzeyindeki bütün gözeneklerin, geçen maddelerden daha küçük olmasıdır.

Eğer arıtacağımız suyun içerisindeki partiküller filtrenin iç gözenek boyutlarından daha küçük boyutlarda ise, su filtre edilir ama yüksek bir türbiditye özelliğine sahip olur.

Katı maddelerin elenmesi olayı genelde fiziksel yollardan gerçekleştirilmektedir. Bunlar süzmek ve filtreden geçirmektir.

26.1.1.1. Süzme Yöntemi ile Ön Filtrasyon

Süzme, katıların tortulaşmasını sağlayabilmek amacıyla suyun akış hızının azaltılması olayıdır. Bu çözüm sadece yoğun ve büyük ölçülü partiküllerin elenmesinde kullanılır. Daha ince katı partiküllerin sadece süzme yöntemi ile ayrılabilmesi için yarı durgun diye kabul edebileceğimiz hızlarda geçmesi gerekmektedir.

Bu sebepten dolayı süzme çözümü tek başına kullanılmaz; tamamlayıcı arıtma çözümleriyle birlikte kullanılır. Bunları sıralamak gerekirse;

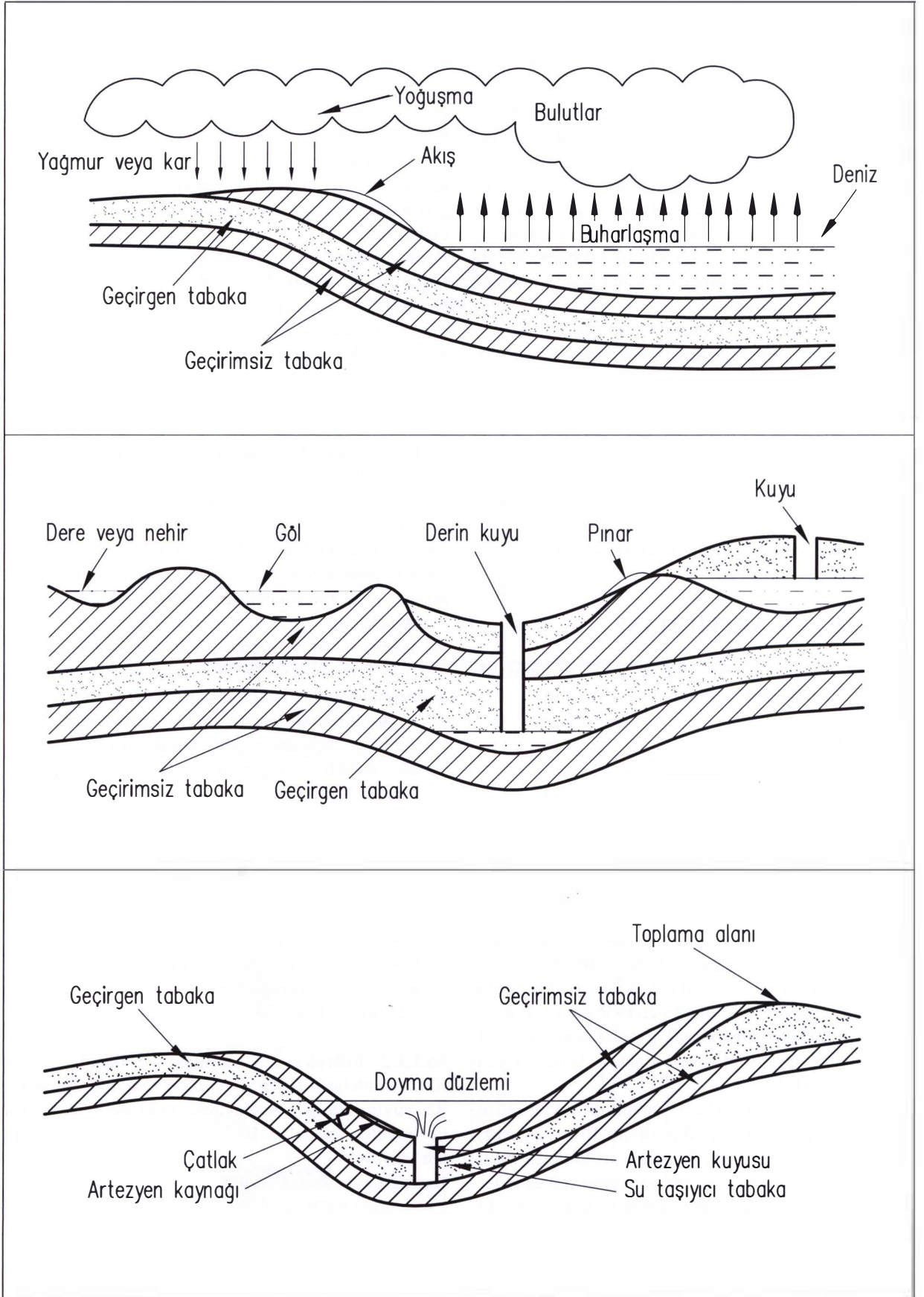
- Suyun girişinde ızgaralama ve kaba eleme: Milimetreler ölçüsünde geçiş aralıkları olan eleklerden, delikli levhalardan ve ızgaralardan su geçirilerek büyük boyutlu pislikleri eleme olayıdır (burada amaç pompaları korumaktır).
- Girişte çökertme yöntemi: Suda ince ve küçük olan partiküllerin çevresini sarıp partikülleri büyütme ve yoğunlaştırmak amacıyla suya reaktif ilavesidir. Bu durumda su daha kolay süzülebilir hale getirilir.
- Çıkışa filtre yerleştirme: Su süzüldükten sonra daha hassas yüzeylerden oluşan filtrelere alınarak filtre edilmesidir.

26.1.1.2. Filtrelerin Tıkanması ve Basınç Kaybı

Katı maddelerin filtre yüzeyinde zamanla tutulması ile, suyun geçişini sağlayacak olan delikler sayıca ve boyutça azalır. Bu olaya (kolmataj) tıkanma adı verilir.

Basınç kaybı kabul edilemeyecek düzeye gelinceye kadar artan bir biçimde yükselmeye başlar. Filtrenin kolmataj hızı doğal olarak, suyun içerisindeki tutulabilir maddelerin miktarına, bu arada fiziksel yapılarına ve boyutlarına da bağlıdır.

Bu durumda filtre edilen malzeme ya yıkanmalı, ya da değiştirilmelidir.



Şekil 26.1. ÇEŞİTLİ SU KAYNAKLARI

26.1.1.3. Bulanıklık - Berraklık

Suda erimemiş her türlü madde az ya da çok bir bulanıklık teşkil eder. Bulanıklıktan kurtulmaya berraklaştırma (limpidite) işlemi denir.

Fakat bu olay hiçbir zaman tam anlamıyla gerçekleştirilemez. Suyun her koşulda bir bulanıklığı mevcuttur. Gözle görülme bile ölçümlerle tespit edilebilir.

26.1.1.4. Hassas Filtrasyon

Hassas filtrasyonu ifade edebilmek için birim olarak mikrometreyi kullanırız. Örnek olarak 5 μm 'lik bir filtreden geçirilmiş su bulanıklık açısından oldukça zayıftır. Yani yüksek kalitede bir sudur. Fakat bu su; içindeki 5 μm 'den daha ufak kalibrasyona sahip elemanlar bakımından çok zengin bir su olabilir. Seçtiğimiz fitre edici eleman istenilen kalitenin elde edilmesini sağlar.

26.1.1.5. Elek Filtreler

Hareketli zayıf filtrasyon yüzeyli (onlarca dm^2 'lik); sentetik veya metalik iplerden dokunmuş olan elek filtreler 50 ile 100 μm 'lik filtrasyon yapma özelliğine sahiptirler. Az kirli sularda kullanılırlar. Elekler yıkanabilirler.

26.1.1.6. Kartuş Filtreler

Kartuş filtreler az yüklü sulardaki asılı malzemeleri olan zayıf harcamlı sularda (1,0-1,5 m^3/h) zayıf filtrasyon yüzeylerinin kullanıldığı (kartuş başına 5 ile 10 dm^2) filtrelerdir. Filtre eden eleman 1 adet silindir dayanak ve üzerine geçirilen kartuştan oluşur.

- Kısa tellerden dokunmamış (manşon filtre) yani bütün gözenekleri aynı boyutlu kartuştan oluşur.
- Bobin diye tabir edilen çapraz biçimde döndürülerek devamlı sarılan telden oluşurlar. Tellerin çaplarına göre delik çapları değişir.

Hassas kartuşlar piyasada 50 μm 'den 0,2 μm kadar değişmektedirler.

- Kartuş filtrelerde genelde tek veya çok (multi kartuş) kartuş aynı basınç gövdesinde kullanılır.
- Teller selüloz, polietilen, polipropilene malzemedir yapılırlar. Ayrıca antikolloid fonksiyonlu teller de kullanılır.
- Kartuş filtreler yıkanmazlar, tıkanıklıkları an filtrenin açılıp içindeki kartuşun yenisiyle değiştirilmesi gerekmektedir.

26.1.1.7. Mum Tipi Kartuşlar

Bu kartuşlar porselenden gözenekli yapıya sahiptirler. Gözenek ölçüleri 0,4 μm kadardır. Bu tip kartuşların dezenfektan özellikleri vardır. Pasteur veya Chamberland tipi kartuşlarda patojen özellikler bulunur. Debileri zayıf, basınç kayıpları yüksektir. Temizleyici özelliğe sahiptirler.

26.1.1.8. Membranlı Filtreler

Çok zayıf incelikteki gözenekli ortam, organik sentezle gerçekleştirilir. İki şekildedir.

- Mikro Filtrasyon Membranları: 0,2 ila 0,9 μm arasında gözenek boyutları değişir. İkinci bir özelliği dezenfeksiyonu sağlamasıdır. Tıkanıklıklarında geri kazanılamazlar.
- Ultra Filtrasyonlu Membranlar: Gözenek boyutları 0,001 μm 'e kadar inebilir. Geçen su büyük bir hassasiyetle arıtılmaktadır, bu tiplerde çok çabuk tıkanma ortaya çıkabilir. Bu sebepten dolayı girişte bir süpürme debisi ayarlanmalı buna ilave bir atık çıkışı (bu debiye bağlı olarak) oluşturulmalıdır. Bu da membranın üzerinde birikmeyi önler.

Atık debisi, üretim debisi ile aynı oranlara kadar çıkabilir. Ultra filtrasyon membranları sadece eriyik olmayan kirliliği engeller.

26.1.1.9. Filtre Yatakları ile Filtrasyon

Filtreler, açık, atmosfer basıncıyla kendi gravitesiyle çalışan filtreler ve kapalı basınç altında çalışan filtreler diye sınıflandırılabilirler.

Açık filtreler çok önemli debilerde kullanılırlar (şehir şebekesi arıtması gibi). Bu filtrelerde filtre edici elemanlar genelde kum veya antrasit ya da ikisinin karışımı, çok nadiren de aktif karbondur.

Filtre eden malzemelerin yıkanması, ya suyun debisinin ters çevrilmesiyle, ya da suyun dönüşüyle beraber zayıf basınçlı (0,1-0,2 bar) hava üflenmesiyle yapılır.

26.1.1.10. Basınç Altındaki Filtreler

Basınçlı filtreler, genelde metal olan silindirik bir gövdeden bu gövdenin üzerinde ve içinde su giriş ve çıkış boru bağlantılarından; bu boruların üzerlerinde otomatik veya manuel vanalardan oluşur. Bu vanaların filtrasyon, yıkama ve durulama gibi görevleri vardır. Basınçlı filtreler daha az yer kapladığından avantajlıdır.

26.1.2. SU YUMUŞATMA

Sodyum permutasyonu metoduyla yapılan su yumuşatma işlemi, kuvvetli katyonik özellikli reçinenin sodyum klorür (NaCl) ile rejenerasyonu ile gerçekleştirilmektedir.

Sert suyun bu tip reçine ile temasında, reçine Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) iyonlarını kolaylıkla üzerinde taşıdığı Sodyum (Na) iyonu ile değiştirir. Su yapısı itibariyle kalsiyum ve magnezyum bakımından fakirleşir, sodyum bakımından zenginleşir yani sert bir sudan, yumuşak su elde edilir.

Reçine doyma noktasına geldiğinde, sodyum bakımından zengin bir solüsyonun yardımıyla kendini yenilemesi yani rejenerasyonu gerçekleştirilir. Pratikte bu solüsyon, kaya tuzundan veya pastil tuzdan hazırlanır (Saf NaCl).

26.1.3. KLORDAN, RENKTEN VE KOKUDAN ARINDIRMA

Suda bazen renge, kokuya veya kötü bir tada rastlanır. Bunun nedeni aşağıdaki maddelerdir:

- Bazı Eriyik Haldeki Organik Maddeler: Fenolik bileşimler
- Bazı Gazlar: Klor, hidrojen sülfür
- Bazı Mineral Tuzlar: Demir veya mangan tuzları

Bütün bunlar için, genelde aktif karbon filtreden geçirmek veya oksidasyona uğratmak veya her ikisinin bir kombinasyonunu kullanmak gerekir.

26.1.3.1. Aktif Karbon

Aktif karbon en fazla kullanılan ve en geçerli emicilerden biridir.

Toz halde bulunan aktif karbon, içilebilir suların arıtılmasında tamamlayıcı rolü üstlenir.

Emici madde, yüzeyine, kimyasal mineralleri veya organik mineralleri çekerek emme olayını tamamlar.

26.1.3.2. Değişebilen Kartuşlu Filtreler

1 m³/h'ın altındaki debiler için kullanılır. Kısaca sökülebilir bir filtre gövdesinden ve de selüloz tellerden yapılmış aktif karbon içeren kartuşlardan oluşur. Kartuşlar tıkanıldığında yenisi ile değiştirmek gerekmektedir.

26.1.3.3. Yıkanabilir Filtreler

Kum filtrelerinin gövdeleri bu filtreler için de kullanılabilir. Bu filtreler otomatik veya manuel vana kumandaları ile düzenli ters yıkama yapılarak kullanılırlar.

Elenecek maddelerin konsantrasyonuna göre 1 m³/h suya 0,06 ila 0,2 m³ aktif karbon kullanılır.

26.1.3.4. Temel Kullanımlar

- Şebeke suyunda bulunan klor tadını almak amacıyla;
- Yiyecek endüstrisinde, fotoğraf endüstrisinde suyun rengini berraklaştırmada;
- Klorlama yapıldığında sonradan kloru elemek amacıyla kullanılır.

26.1.4. BAKTERİYOLOJİK ARITMA

26.1.4.1. Klor ve Türevleriyle Yapılan

Oksidasyon

Klor ve türevleri (hipoklorit ve klorosiyanurat) istenmeyen organik maddeleri, asitleri oksitleyerek parçalama özelliklerine sahip kuvvetli oksidantlardır. Yapılan klor dozajının etkili olabilmesi için 0,5-2 saat arası bir temas süresine ihtiyaç vardır. Bu süre sonrası istenmeyen organik maddeler parçalanmış olur. Klorun en kuvvetli olduğu pH gamı 7 ila 7,4 arasıdır.

26.1.4.2. Kritik Nokta (Break Point)

Gerekli olan klor miktarı parçalanarak maddelerin yapısına ve konsantrasyonuna göre değişir.

Genelde tutarlı bir klor dozajından sonra yapılan 1 saatlik temas, ilk etapta klor miktarını maksimum, ardından minimuma, sonra yine maksimum şeklinde bir devinime sokar. Kritik nokta serbest klor miktarının en düşük olduğu seviyededir.

Klor eklenmesi ile oluşan bileşimler (kloramin, klorofenol) sudaki istenmeyen tatları oluştururlar. Kritik noktaya uygun yapılacak dozajlama ile tat ve renk açısından minimum noktaya ulaşabiliriz. Bu kritik nokta her su için değişir. Bu sebepten yapılması gereken olay, ilave bir klor dozajı yapmaktır (kritik noktanın üzerinde). Ardından aktif karbon ile kloru geri alıp 0,4 ila 0,6 mg/l gibi bir serbest klor seviyesine indirmektir. Yapılan dozaj yaklaşık 5 g/m³ civarındadır.

26.1.4.3. Ultraviyole Cihazı

Ultraviyole cihazı insan sağlığına zararlı olabilecek bir kimyasal madde kullanılmaksızın, suya bulaşan mikropları suyun tadını bozmadan öldürmeye yarar. Bakteri, mantar, küf sporları ve virüs gibi canlılar mor ötesi ışına maruz kaldıklarında, hücre zarından içeriye nüfuz eden enerji, hücrenin DNA yapısını bozarak hücrenin çoğalmasını önler.

Bu tip cihaz alırken önce suyun ışık geçirgenliği belirlenmelidir. Buna göre ultraviyole ampulünün ışık gücü belirlenir. İstanbul için ışık geçirgenliği %12 olup, 40 MJ/cm² ampul yeterlidir. Ayrıca diğer önemli bir dizayn parametresi seçilen cihazın debisidir. Malzeme olarak paslanmaz çelik gövde kullanılmalıdır.

26.2. TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI

Temiz soğuk su tesisatı; borular, fittings armatürler, su sayaçları, temiz su deposu, hidrofor tesisatı, havallıklar ve basınç regülatörlerinden oluşur.

Şehir şebekesine suyun teminiyle ilgili iki örnek depolama ve dağıtım uygulaması şematik olarak Şekil 26.2 ve 3'te verilmiştir.

Normal olarak temiz su şehir şebekesinden beslenir. Tek boru ile kullanma yerlerine ulaşır. Gerek şehir şebekesi suyunun yeterince temiz ve gerekse yeterli olmaması nedeniyle, günümüzde su sıkıntısı olan büyük şehirlerimizde, normal temiz su tesisatında iki temel değişiklik gündemdedir:

- Şehir Şebekesinden veya Kuyudan Beslenen Suyun Arıtılması: Suyun depoya girmeden önce çeşitli yöntemlerle filtre edilip, arıtılması işlemdir. Bu işlem sonucu içilebilir kalitede elde edilen su, paslanmaz çelik depoda veya fayans kaplı kapalı betonarme depoda depolanmalıdır.

- Temiz Su Tesisatının, İçilebilir Su ve Kullanma Suyu Olarak İkiye Ayrılması: Bu durumda iki farklı kaynaktan beslenen iki soğuk su tesisatı yapılacaktır. İçilebilir su mutfak ve banyoda kullanılacaktır. Kullanma suyu ise kirli (gri ve yarı gri) suyun artırılması ile elde edilir. Arıtma işlemine tabi tutulmayan kuyu suyu da bu amaçla kullanılabilir. Bu su çelik depolarda veya betonarme depolarda depolanır ve sadece tuvaletlerde, soğutma kulelerinde ve bahçe sulamada kullanılır.

fazla kireçli ise, depolardan biri ham su deposu, diğeri yumuşatılmış su deposu olarak kullanılabilir. Temiz su depoları kağır olmalıdır. Çelik saç depolar hem sağlık yönünden, hem de ömür yönünden sakıncalıdır. Betonarme su depolarının içi derzsiz fayansla kaplanmalıdır. Su deposu girişlerine 2 adet 2" flatör, kapağa yakın bir yerde oluşturulan kolektör üzerine, monte edilmelidir (2" flatörün çıkış ağız maksimum 1/2" kapasitededir). Şebeke suyu diğer uygulamalar için de tavsiye edilmekle birlikte, özellikle lüks otel gibi uygulamalarda filtre edilip, yumuşatıldıktan sonra depolanmalıdır. Yumuşatma sonunda 5°F sertliğinde su yeterlidir. Deponun temizliği için, iki ayrı bölmeden yapılması faydalıdır.

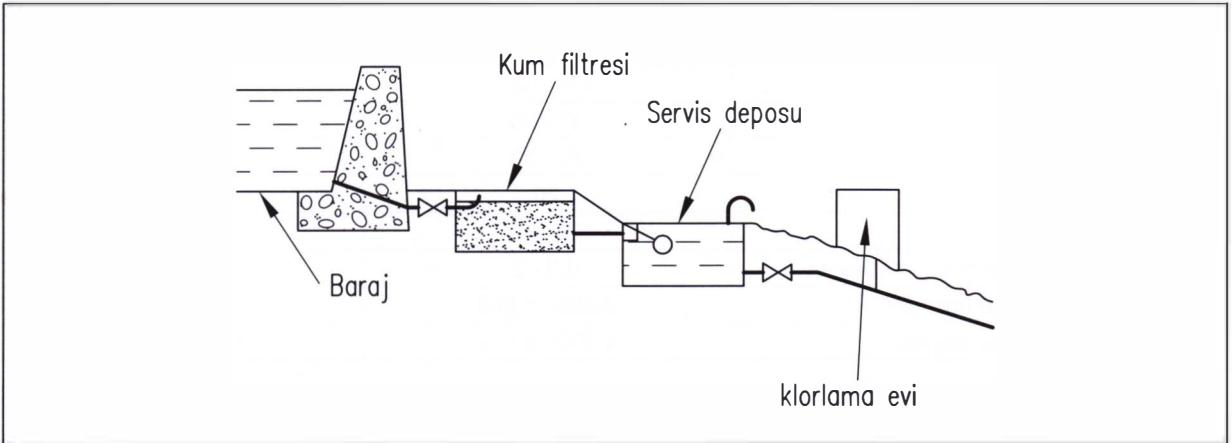
Su depolama aynı zamanda yangın rezervi olarak bazı uygulamalarda şart koşulmuştur. Yangın suyu deposu ayrı yapılabileceği gibi, kullanma suyu rezervine yangın suyu rezervi ilave edilmiş toplam su aynı depoda da saklanabilir. Bu durumda yangın suyu rezervinin başka amaçla kullanılmaması için önlem alınmalıdır. Betonarme su depoları az yer kapladıkları ve kolay temizlenebildikleri için tercih edilmelidir (Şekil 26.6).

26.2.1. SUYUN DEPOLANMASI

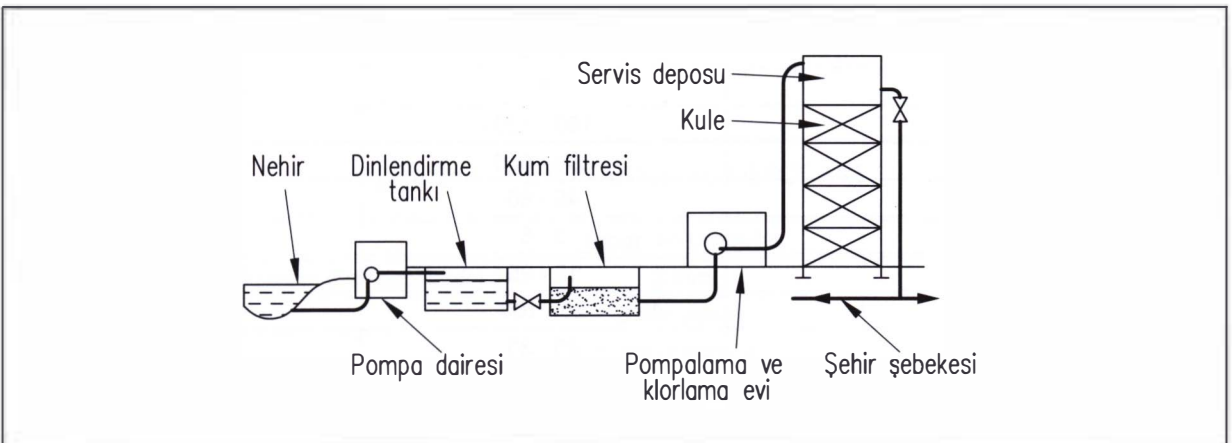
Sürekli su kesintilerinin olduğu İstanbul gibi şehirlerde temiz suyun depolanması gerekmektedir.

Depo hacminin belirlenmesi için öncelikle günlük su tüketimi belirlenmelidir. Günlük su tüketim değerleri Tablo 26.4 ve 5'te çeşitli uygulamalar için verilmiştir. Yapının günlük su ihtiyacı bu tablodan belirlenebilir. Depo hacmi binanın 2 veya 3 günlük su ihtiyacını karşılayacak büyüklükte seçilir.

Su depolarının toplam su kapasitesi yukarıda belirtilen değerde olmak kaydı ile, iki adet su deposu yapılmasında her zaman fayda vardır. Eğer şehir suyu



Şekil 26.2. CAZİBE İLE DAĞITIM



Şekil 26.3. POMPALI DAĞITIM

26.2.1.1. Depo İçi

- Su depolarının döşeme ve duvarları (hatta tavanı) gözenekli olmayan düzgün ve kolay temizlenebilir malzeme ile kaplanmalıdır. Döşeme ve duvarlar için sudan etkilenmeyen kaliteli fayansın derzsiz işlenmesi tavsiye edilir.
- Su depolarının tavanında (su buharını ve kondenzasyonu önlemek için) altta su yalıtımı, üzerinde ise ısı yalıtımı yapılması tavsiye edilir.

- Su depolarının döşemesinde su çıkış noktasının altında çökelti toplama çukuru yapılmalıdır. (500x500 mm, derinlik 200-300 mm) Su deposu tabanındaki meyil bu çukura doğru yapılmalıdır.

26.2.1.2. Pis Su Çukuru

Yaklaşık ölçüleri 600x1.000 mm, derinliği de 1.000 mm gibi olmalıdır. Su deposu taban kotunu makine dairesi kotundan yüksek tutup, pis su çukuru yerine

Kullanım Alanı	Tüketim	Birim
Kırsal alanda konutlar	40 - 60	l/gün/kişi
İşçi konutları	40 - 100	l/gün/kişi
Kaplıcalar	150 - 250	l/gün/kişi
100.000'e kadar nüfuslu kentlerdeki konutlar	100 - 250	l/gün/kişi
100.000 üzerinde nüfuslu kentlerdeki konutlar	150 - 300	l/gün/kişi
Banyolu ve tuvaletli konutlar	100 - 220	l/gün/kişi
Banyosuz ve tuvaletli konutlar	50 - 100	l/gün/kişi
Banyosuz ve tuvaletsiz konutlar	25 - 40	l/gün/kişi
1 duşlu banyo	40 - 100	l/gün/kişi
1 oturma banyo	35 - 50	l/gün/kişi
1 küvetli banyo	150 - 400	l/gün/kişi
1 bide kullanımı	15 - 20	l/gün/kişi
1 küçük çocuk banyosu	30 - 40	l/gün/kişi
1 klozet temizliği	6 - 12	l/gün/kişi
1 lavabo kullanımı	15 - 30	l/gün/kişi
İçme, yemek pişirme temizlik	20 - 30	l/gün/kişi
Bulaşık makinası	20	l/gün/kişi
Çamaşır makinası	20 - 40	l/gün/kişi
Ticari bahçelerin sulanması, m ² başına	0,3 - 3	l/gün/m ²
Sebze bahçesi, hektar başına	3.000 - 4.000	l/gün/hektar
Meyva bahçesi, hektar başına	4.000 - 6.000	l/gün/hektar

Tablo 26.4. KONUTLARDA GÜNLÜK TEMİZ SU İHTİYACI (Alman standartlarında göre Feurich'ten)

Kullanım Alanı	Tüketim	Birim
Misafirhaneler, pansiyonlar	100	l/gün/kişi
Oteller	200 - 600	l/gün/yatak
Lüks oteller	1100	l/gün/oda
Okullar	5	l/gün/öğrenci
Çocuk yuvaları	100 - 120	l/gün/çocuk
Hastaneler	250 - 650	l/gün/hasta
Bürolar	40 - 60	l/gün/kişi
Alışveriş merkezleri	3 - 5	l/gün/m ²
Kafeteryalar	15 - 25	l/gün/müşteri
Lokantalar	20 - 100	l/gün/müşteri
Spor salonları	20 - 30	l/gün/kişi
Saunalar	130 - 180	l/gün/kişi
Yüzme havuzları	50 - 150	l/gün/kişi

Tablo 26.5. TİCARİ VE ENDÜSTRİYEL BİNALARDA GÜNLÜK TEMİZ SU İHTİYACI

dışarıya süzgeç koymak (minimum $\phi 100$ çıkışlı 24x24) daha iyi çözümdür. Bu yapılamazsa pis su çukuru inşa edilmeli ancak maksimum su seviyesi su deposu içindeki çökelti çukurunun altından 200 mm daha aşağıda tutulmalıdır.

26.2.1.3. Bağlantı Nozulları

Boşaltma nozulu (Şekil 26.6)

Küçük depolarda minimum 2" (10 m³'e kadar)

Büyük depolarda minimum 4"

Su çıkış nozulu (Şekil 26.6)

1 1/2"dan küçük yapılmamalıdır. Su tüketim kapasitesine bağlı olarak hesaplanır.

Su deposu çıkışı ile hidrofor pompası arasında titreşim

önleyici elemanlar kullanılmalıdır (Su deposu çıkış nozulunun titreşimlerden etkilenip, sızdırmaması için).

Taşma nozulu (Şekil 26.6)

Küçük depolarda 2" (10 m³'e kadar)

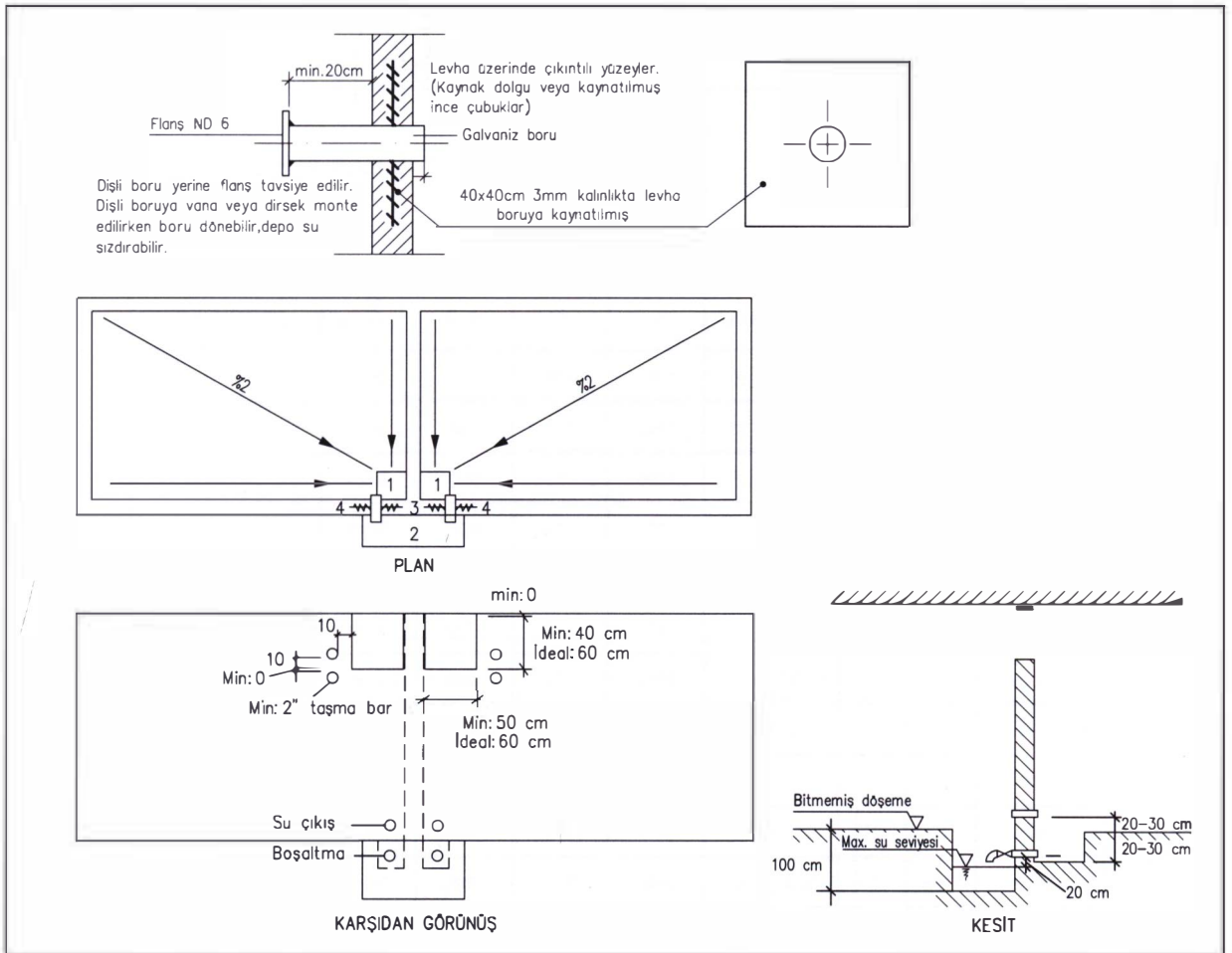
Büyük depolarda 4"

Su giriş nozulu

Su deposu kapağının yakınına monte edilmelidir (Fla-töre servis için).

Çatı katlarındaki su depolarının çıkışlarına monte edilen çek valfler, imkan bulunabilirse, depodan en az 500 mm aşağıda bulunmalıdırlar.

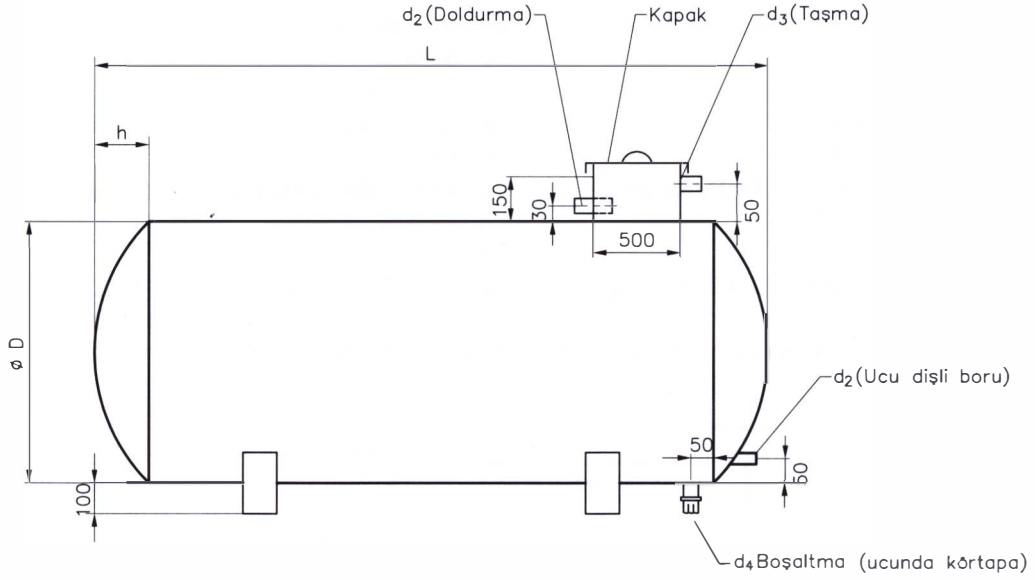
Tablo 26.7'de prizmatik depo saç kalınlıkları, Şekil 26.8'de galvanizli silindirik yatık tip, Şekil 26.9'da dik tip su depoları ölçüleri verilmiştir.



Şekil 26.6. BETONARME SU DEPOLARI

Tank Yüksekliği	Taban ve Duvarlar	Tavanlar
1,5 metreye kadar (maksimum 2 m ³ depolarda)	3 mm	3 mm
2,5 metreye kadar (maksimum 10 m ³)	5 mm (ideal) 4 mm (minimum)	4mm (ideal) 3 mm (minimum)
2,5 - 4 metre arası	6 mm (ideal) 5 mm (minimum)	5 mm (ideal) 4 mm (minimum)

Tablo 26.7. PRİZMATİK TİP SU VE YAKIT DEPOLARININ MİNİMUM SAÇ KALINLIĞI

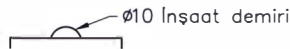


Hacim (lt)	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	L	h	ø D	Sac kalınlığı	Galvanizli fiyatı kgx1.2 x TL/kg
300	1"	1"	1 1/4"	2"	1180	140	600	3mm	
500	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	2"	1420	160	700	3mm	
800	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	2"	1700	170	800	3mm	
1000	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	2"	2100	170	800	3mm	
1500	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	2"	2050	180	1000	3mm	
2000	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	2"	1800	220	1250	3mm	
3000	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2740	220	1250	4mm	
5000	2"	2"	1 1/2"	2"	2820	260	1600	4mm	
7000	2"	2"	2"	2"	3740	260	1600	4mm	
10000	2"	2"	2"	2"	5350	260	1600	5mm	
13000	2 1/2"	2"	2 1/2"	2"	6960	260	1600	5mm	
15000	2 1/2"	2"	2 1/2"	2"	7870	260	1600	5mm	
20000	2 1/2"	2"	3"	3"	6960	320	2000	5mm	

NOT

1-AYAKLAR 2m³DEPOLARDA 3 ADET OLACAK

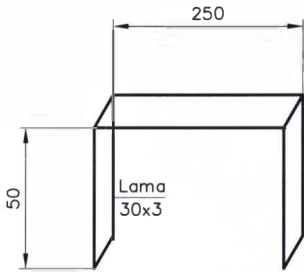
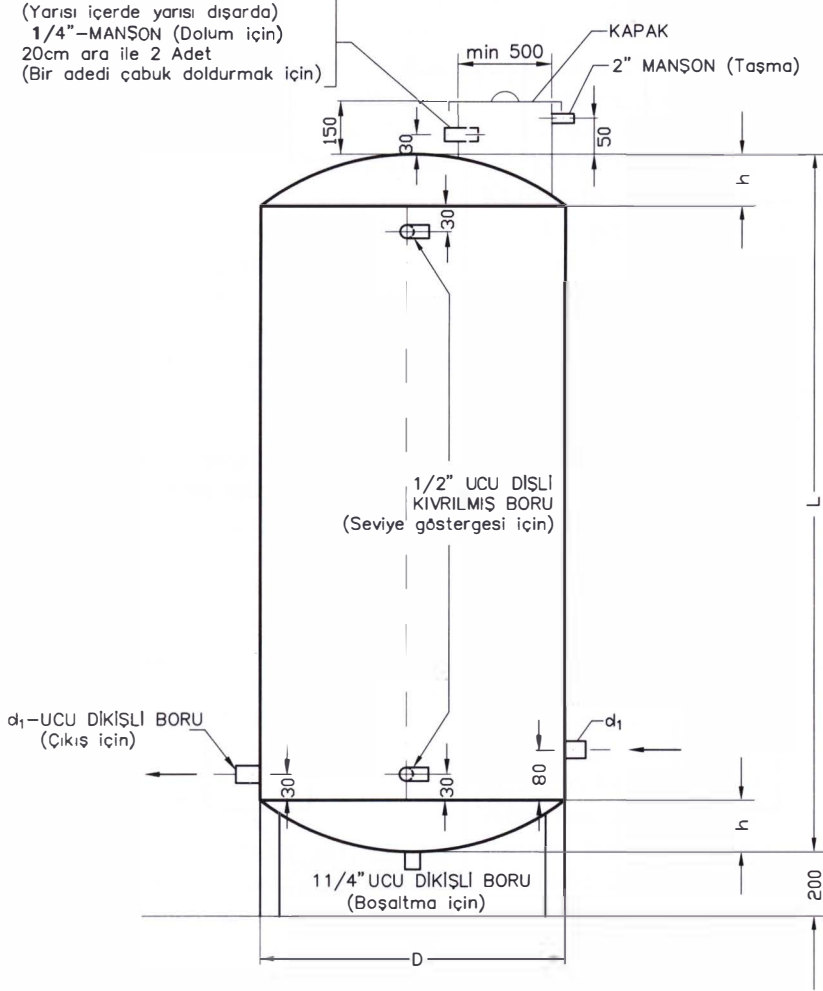
2-KAPAK DETAYI



3-DOLUM MANŞONUNUN YARISI İÇERDE YARISI DIŞARDA OLACAK

Şekil 26.8. YATIK TİP SU DEPOLARI

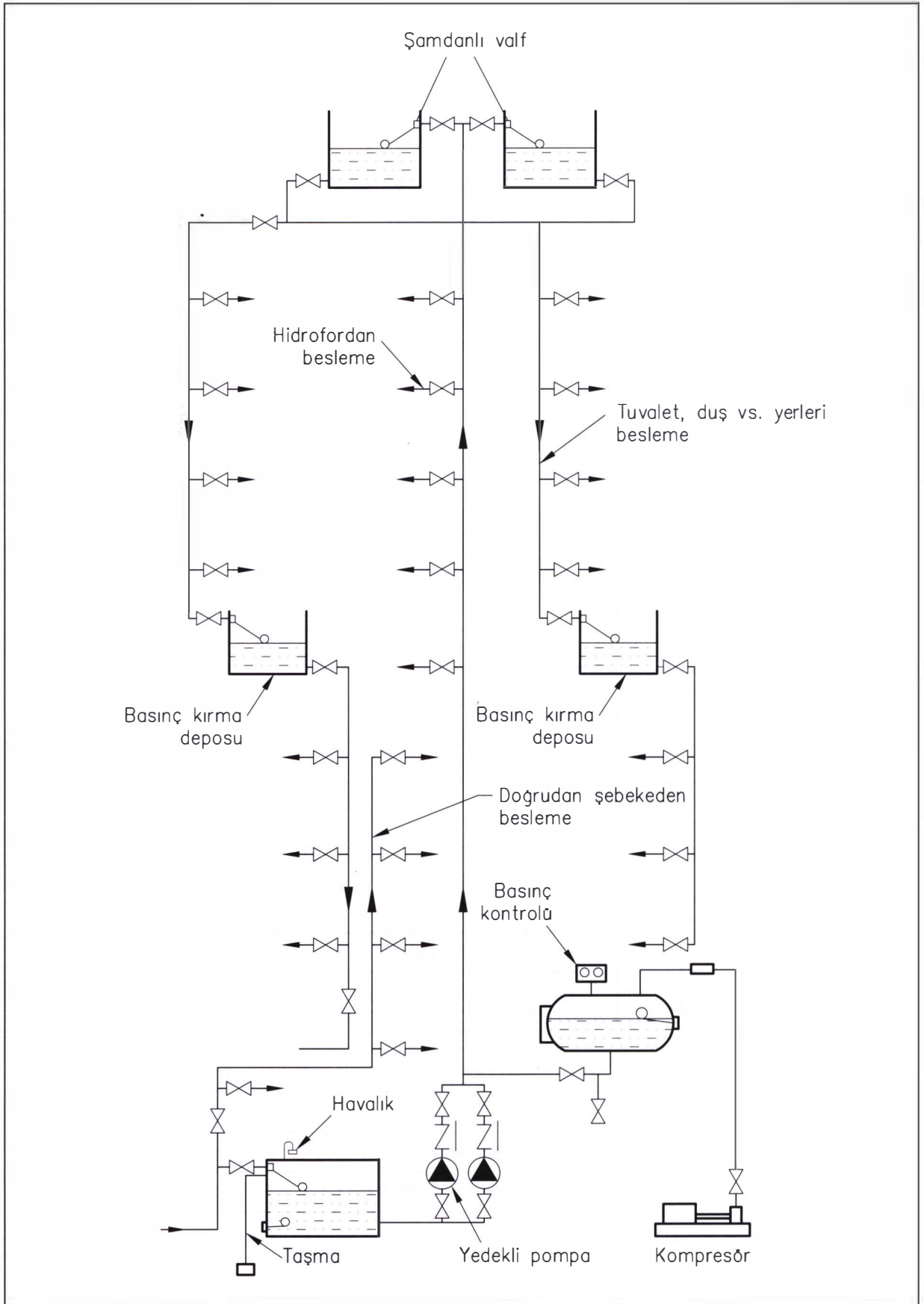
(Yarısı içerde yarısı dışarda)
1/4"-MANŞON (Dolum için)
20cm ara ile 2 Adet
(Bir adedi çabuk doldurmak için)



KAPAK TUTAMAĞI

Hacim (litre)	d ₁ mm	D mm	L mm	h mm	Saç kalınlığı mm	Ağırlık kg	Galvanizli fiyatı kgx1.2 x TL/kg
300	1"	600	1180	140	3	65	
500	1 1/4"	700	1420	160	3	90	
600	1 1/4"	700	1660	160	3	105	
800	1 1/4"	800	1700	170	4	160	
1000	1 1/2"	800	2100	170	4	190	
1500	1 1/2"	1000	2050	180	4	260	
2000	1 1/2"	1250	1800	220	4	305	
3000	1 1/2"	1250	2740	220	4	410	

Şekil 26.9. DİK TİP SU DEPOLARI



Şekil 26.10. SUYUN BASINÇLANDIRILMASI

26.2.2. SUYUN BAŞINÇLANDIRILMASI

Şebeke basıncının suyu üst katlara taşımaya yeterli olmadığı yüksek binalarda ve depolama yapılan binalarda temiz suyun bütün kullanım yerlerine ulaştırılabilmesi için hidroforlardan veya yükseğe yerleştirilen depo+pompa sistemlerinden yararlanır. Şekil 26.10'da yüksek yapılarda suyun kullanım yerlerine ulaştırılması ile ilgili çeşitli imkanlar bir arada şematik olarak verilmiştir.

- Basıncın yeterli olabildiği yerlere kadar doğrudan ana şebekeden su bağlanabilir.
- Hidrofor tankı ile yeterli sabit basınçta tutulan su kullanma yerlerine gönderilebilir.
- Yüksekteki depolara pompalanan su, buradan yer çekimi ile alt kattaki kullanım yerlerine kendiliğinden akar.
- Hidrofor tankı üzerindeki basınçlı hava sistemi basınç altında tutar. Burada depoda su seviyesi alt ve üst iki seviye arasında otomatik olarak kontrol edilirken buna bağlı olarak ta sistemdeki basınç alt ve üst iki değer arasında oynar. Alt ve üst basınçlar arasındaki fark genellikle 1,5-2 bar mertebesinde tutulur.
- Bu sistemde görülen ara basınç kırma depoları yerine günümüzde basınç düşürme (ayarlama) vanaları kullanılabilir.

26.2.3. HİDROFORLAR

Basıncı düşük bir akışkanı (genellikle su) belli bir rezervuardan veya direk şehir şebekesinden alarak gereken basınç ve debide kullanıma sunan ve işletimini kullanım şartlarına göre kendisi tamamen otomatik

olarak gerçekleştiren pompa sistemlerine tesisat mühendisliği terminolojisinde hidrofor denilmektedir. Hidrofor kullanıma amaçlarına göre;

- Kullanma Suyu Hidroforları
- Yangın Söndürme Suyu Hidroforları
- Sulama Suyu Hidroforları
- Proses Suyu Hidroforları

gibi çeşitli gruplar altında,

Kullanılan pompa sayısına göre de;

- Tek pompalı hidroforlar (Şekil 26.11 ve 12)
- Çok pompalı hidroforlar (Şekil 26.13)

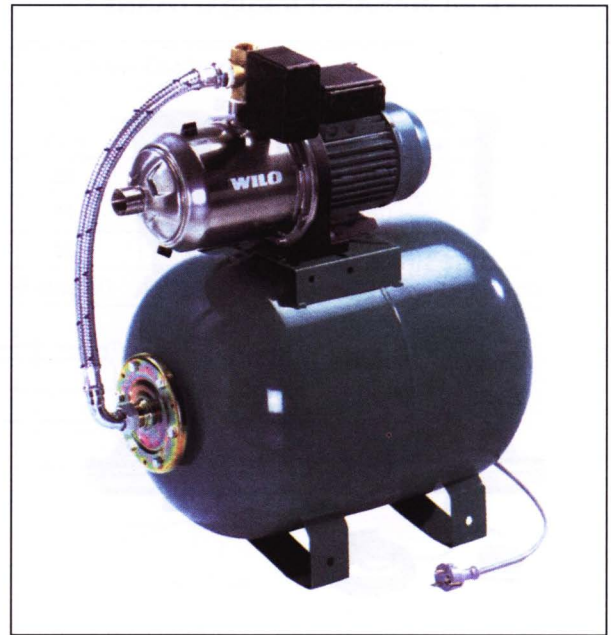
olarak isimlendirilmektedir.

İçme ve kullanma suyunun basınçlandırılmasında kullanılan hidroforlar, DIN 1988 normunun 5. bölümüne göre tam otomatik çalışan, paket tip, çok pompalı hidroforlar olarak öngörülmekte ve hidrofor kapasitesi belirlenirken asgari bir pompanın yedek pompa olarak planlanması şart koşulmaktadır (Şekil 26.14).

DIN 1988 normunun 6. bölümünde tariflenen yangın söndürme suyu hidroforları için pompa sayısı ve yedekleme fonksiyonu olarak herhangi bir zorunluluk getirilmemekte ve bu hidroforların tek pompalı olabilmesi kabul edilmektedir. Ancak yangın hidroforlarının kendi bünyesi içinde bir çeşit "otomatik test ve arıza bildirim sistemiyle" donatılması öngörülmektedir. Buna göre yangın hidroforlarının günde asgari bir kez kendi kendini belli bir süre çalıştırarak faaliyet kabiliyetini test etmesi ve bir arıza halinde bunu uygun bir şekilde sinyalizasyonla istenmektedir. Ancak hidroforların çok pompalı olarak yapılmasının DIN normunun öngördüğü otomatik yedekleme zorunluluğunun yanı sıra,



Şekil 26.11. TEK POMPALI MONOFAZE HİDROFOR (Hidromatlı Tip)



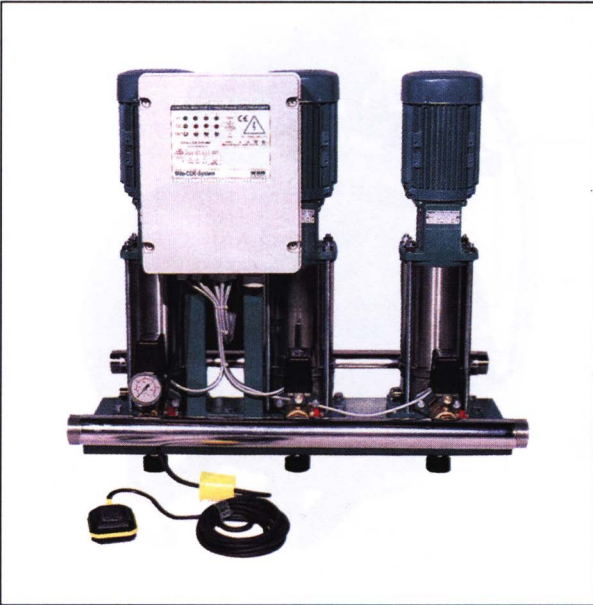
Şekil 26.12. TEK POMPALI MONOFAZE HİDROFOR (Membranlı Basınç Tanklı Tip)

- Debi artırımı gerçekleştirilmesi
 - İşletimde elektrik tasarrufu sağlanması
 - Tesisatta oluşabilecek şokların en aza indirilmesi
 - İşletim güvenilirliğinin yükseltilmesi
 - Standart tip üretimi olan malzemenin kullanılması
- gibi başka önemli teknik ve ekonomik nedenleri de vardır.

Aynı taşıyıcı şase üzerine yerleştirilmiş pompalar, bu pompaların birbirine irtibatlandığı emiş ve basma kolektör boruları, otomatik bir işletim için gerekli olan basınç veya debi algılayıcı sensörler, membranlı basınçlı tank, elektrik kontrol panosu ve emniyetli bir işletim için gerekli olabilecek her türlü diğer ekipman modern bir paket hidroforun üzerinde yer almaktadır.



Şekil 26.13. İKİ POMPALI PAKET HİDROFOR VE MEMBRANLI BASINÇ TANKI



Şekil 26.14. DIN 1988 NORMUNA UYGUN ÜÇ POMPALI PAKET HİDROFOR

Hidroforun çalışma özelliklerine bağlı olarak, paket hidroforların basınç çıkışına ayrıca, daha büyük hacimli bir membranlı basınçlı tank bağlanması gerekebilir (Şekil 26.13). Emiş ve basınç kolektörlerinin tesisata bağlanması ve elektrik şebeke hattının hidrofor panosuna girişinin yapılmasıyla birlikte paket hidrofor çalışmaya hazır konuma gelmektedir.

26.2.4. TEMİZ SU TESİSATI

Bir yapıya ait temiz su tesisatı boru şebekesi bölümleri Şekil 26.10'da gösterilmiştir. Bina dışı tesisat yeraltındadır. Bina içi tesisat ise genellikle açıktadır ve yerüstünde bulunur.

Temiz su tesisatında kullanılabilen boru cinsleri ve bağlantı elemanları Tablo 26.15'te gösterilmiştir.

Bina temiz su tesisatının üç ana bölümü;

- Bina bağlantı hattı,
- Su sayacı,
- Kullanma hattı olarak görülmektedir. Burada depolama ve basınçlandırma gösterilmemiştir.

Tesisatta kullanılan çeşitli çaptaki borulardan geçebilecek en düşük su miktarları ve aynı miktarı geçirebilmek için en küçük çaplı (DN 15) borudan en az kaç adet kullanılması gerektiği, fikir vermek açısından Tablo 26.16'da verilmiştir.

Bina içinden geçen soğuk su boruları terlemeye karşı mutlaka izole edilmelidir. Bina dışından geçen su boruları ise donmayı önlemek için izole edilir. Tablo 26.17'de farklı yerlerdeki temiz su

DIN	Malzeme	Soğuk Su	Sıcak Su
19800	Beton borular		
28600	Duktil borular	Yeraltı tesisatı	
19532	PVC - U borular		
19533	Yüksek yoğunluğu PE ve Alçak yoğunluğu PE		
2444	Galvanizli çelik	X	X
2462	Paslanmaz çelik EW 541	X	X
1768	Bakır	X	X
16892	VPE	X	X

Tablo 26.15. TEMİZ SU TESİSATINDA KULLANILAN BORULAR

Dağıtım Hattı Çapı, DIN	25	32	40	50	65	80	100
V_{min} (l/dak)*	15	25	38	59	100	151	236
Aynı debiyi geçirecek minimum DIN 15 boru sayısı	1	2	3	4	6	9	14

*En büyük çaplı borularda minimum akış hızı 0,5 m/s.

Tablo 26.16. AÇIK BORULARDA EN DÜŞÜK AKIŞ DEBİLERİ

borularında gerekli izolasyon kalınlıkları verilmiştir. Duvar ve toprak altına monte edilen borular korozyona karşı izole edilmelidir. Toprak altına döşenen borular, dış hava sıcaklığına göre değişen don seviyesinin daha altında olmalıdır. Bu seviye Türkiye için 800-1.500 mm arasında değişmektedir.

26.2.4.1. Bina Bağlantı Hattı

Doğrudan ana kanaldan alınan kol, yaklaşık 1 metre derinlikte yeraltından binaya ulaşır. Bu boru üzerine inşaat yapılamaz.

Ana kanaldan çıkış yakınında bir vana bulunmalıdır. Ayrıca bina girişinde sayaçtan önce bir ayırma vanası konulmalıdır. Yeraltındaki boru korozyona karşı korunmalıdır.

26.2.4.2. Su Sayaçları

Tablo 26.18'de konutlarda kullanılan sayaç boyutları ve debileri verilmiştir. Sayaçlar tesisata, bozuldukları zaman tamir için yerinden sökülebilecek şekilde bağlanır. Bu nedenle her iki tarafında kapama vanası olmalıdır.

Su sayacının montajı tesisat sırasında yapılmalıdır. Su sayacı bulunduğu yerde, dış etkenlerden korunmuş olması gerekir. Bina dışında bulunan sayaçlar için özel kapaklı bir çukur yapılmalı, bu çukurdan dışardan giren suyun tahliye imkanı olmalı ve donmaya karşı önlem alınmalıdır. Su sayacına ulaşım ve okuma kolay olmalıdır. Ev tipi sayaçların dışında büyük debiler için farklı tipte sayaçlar mevcuttur. Ancak bunlar üzerinde durulmayacaktır. Su sayacında basınç kaybı 0,5 bar (=5 mSS) değerini geçmemelidir.

26.3. TEMİZ SICAK SU TESİSATI

Sıcak su hazırlayıcılarını çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Burada sıcak su hazırlayıcıları sadece lokal (veya tekil)-merkezi olarak ve depolu-eşanjörlü (ani su ısıtıcı) olarak ayrılacaktır.

26.3.1. TEKİL (Lokal) SU ISITICILARI

Bu cihazlarda ısı kaynağı su ısıtıcının içindedir. Yakıt yanması veya elektrik enerjisi ile su ısıtılır. Çok çeşitli tipleri olmakla birlikte sadece gaz yakıtlı şofbenler (ani su ısıtıcısı) ve elektrikli termosifonlar (depolu su ısıtıcısı) üzerinde durulacaktır.

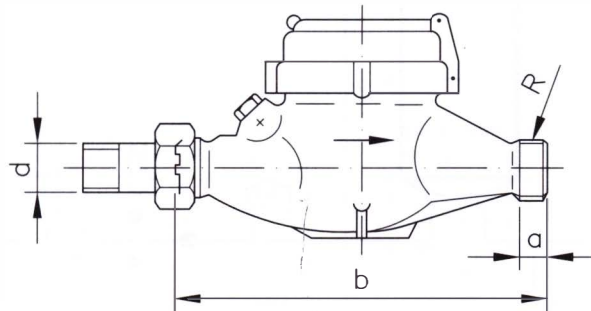
26.3.1.1. Gazlı Şofbenler

Doğal gaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı (tüp gaz) ile çalışır. Genellikle ani ısıtıcı (eşanjörlü) tipi kullanılır. Ana bölümleri; kanatlı borulu su ısıtıcı (eşanjör),

Borunun Geçtiği Hacim	İzolasyon Kalınlığı (mm)
Serbest, ısıtılmayan oda	4
Serbest, ısıtılan oda	9
Kanalda, sıcak su hattı olmaksızın	4
Kanalda, sıcak su hattı birlikte	13
Şaltta, kolon	4
Duvar geçişinde sıcak su hattı ile birlikte	14
Beton kat geçişinde	4
λ Isı iletim katsayısı = 0,040 W / (m.K.)	

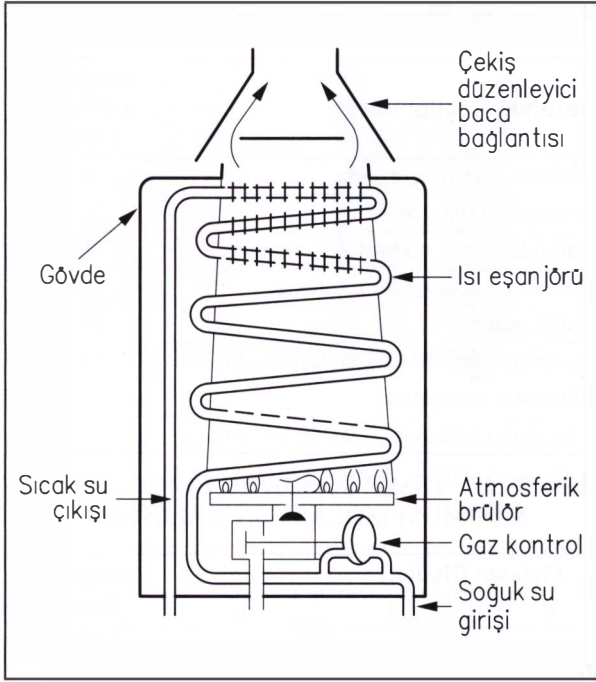
Tablo 26.17. TEMİZ SOĞUK SU BORULARINDA MİNİMUM İZOLASYON KALINLIĞI

Anma Büyüklüğü	Anma Debisi	Alt Ölçme Sınırı	Fiziksel Ölçüleri			Bağlantı Ölçüsü	
			R	d	a		b
m ³	m ³ /h	l/h		mm	mm	mm	DIN
3/5	3/5	30/50	1	25	13	190	20
7/10	7/10	65/85	1 1/4	31	13	260	25
20	20	140	2	46	15	300	40
30	30	175	Flanş 50			270	50



Tablo 26.18. KONUT TİPİ SOĞUK SU SAYAÇLARI

atmosferik brülörlü yanma odası, gaz kontrol ve güvenlik donanımı; gövde, su ve gaz boruları olarak sayılabilir. Şekil 26.19'da 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 dışarıdan, 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 (Bakınız İsisan Çalışmaları No.345 Doğal Gaz ve LPG Tesisatı).



Şekil 26.19. GAZLI ŞOFBEN

Şofben su bağlantısı Şekil 26.20'de şematik olarak verilmiştir. Şofbene bağlanan soğuk su 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.

26.3.1.2. Elektrikli Termosifonlar

Kullanma sıcak suyunun lokal olarak üretilmesinde en güvenli ve konforlu cihazlar elektrikli termosifonlardır. Bu cihazlar depolu olup, 10°C'deki soğuk su girişinde 1 kWh elektrik enerjisi ile 50°C'de 20 litre veya 37°C'de 30 litre sıcak su verebilirler.

Dolayısı ile;

Mutfak için 5, 15 veya 30 litre kapasiteli

Lavabo için 3 veya 5 litre kapasiteli

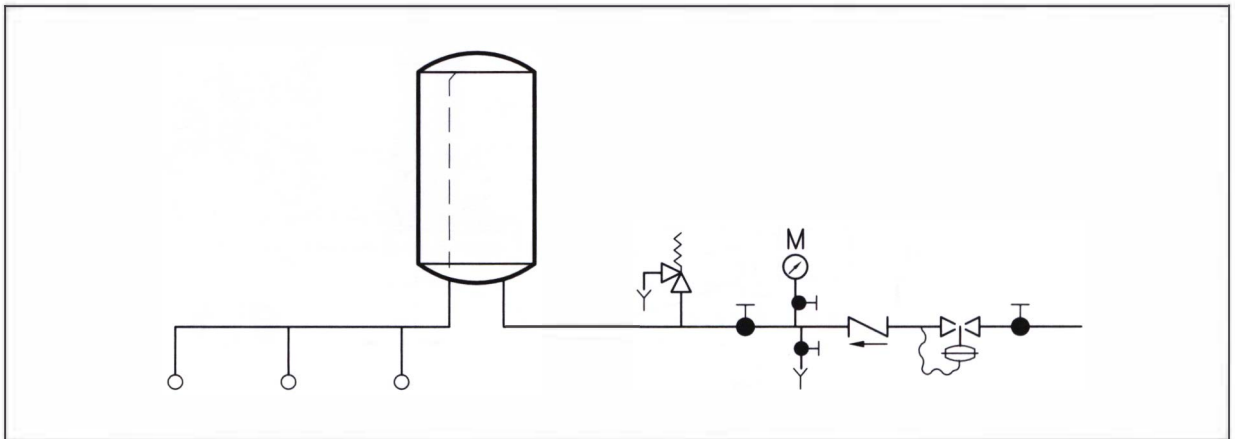
Duş için 30 veya 60 litre kapasiteli

Banyo (küvetli) için 60 veya 80 litre kapasiteli bir elektrikli termosifon yeterlidir. Isıl verimleri %98, kullanma verimleri %70-75 mertebelerindedir. 60 ve 80 litre termosifonların ısıtıcıları genelde 2-2,5 kW gücündedir.

Elektrikli termosifonların çok çeşitleri olmakla birlikte, en çok kullanılan tipi yüksek basınçlı olanıdır. Şekil 26.21'de elektrikli termosifon görülmektedir.

26.3.1.3. Kombiler

- Bireysel ısıtmanın yaygınlaştığı günümüzde kullanılan kombiler, ısıtmanın yanı sıra sıcak su temininde de kullanılmaktadır.
- Çeşitli kapasitelerde üretilen kombilerden bir duş için sıcak su alınacaksa minimum 24kW kapasiteli olanı seçilmelidir.



Şekil 26.20. TERMOSİFON, ŞOFBEN SOĞUK SU BAĞLANTI HATTI ELEMANLARI

- Duş alınırken başka bir noktada bir musluğun açılması neticesinde sıcak su konforu bozulacaktır. Eğer sıcak su konforu önemliyse tercih içinde hazır su bekleten kombi modellerinden yapılmalıdır.
- Eğer iki banyo aynı anda kullanılacaksa kesinlikle boyleri olan kombi tercih edilmez. İyi ve sürekli bir konfor için 50 litreden daha yüksek bir boyler hacmi tercih edilmez.

(Bakınız İsisan XI. Bölüm; Isıtma Tesisatı ve Enerji Ekonomisi)

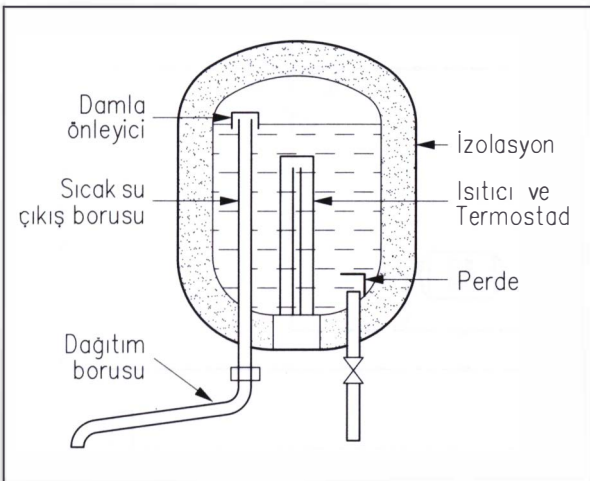
26.3.2. GÜNEŞLE SICAK SU HAZIRLANMASI

- Güneş enerjisinden yararlanarak, su ısıtma işleminde yılda %40 oranında yakıttan tasarruf sağlanabilir.
- Kolektör alanı daire başına 4-6 m² olabilir. 40° eğimle güney yöne bakmalıdır. Şekil 26.22'de düz kolektör detayı verilmiştir.
- Enerji depolamak üzere kullanılacak boyler hacmi en az 200 litre olabilir.
- Şekil 26.23'te örnek bir sistem şeması verilmiştir. Tüm borular ısı kaybına karşı izole edilmelidir.
- Sistemdeki donma olmaması için su yerine özel solar sıvı kullanılabilir.
- Güneşin yetersiz olduğu dönemlerde devreye konvansiyonel boyler girer. Modern sistemlerde her iki boyler tek depoda birleşir. Aynı depoda iki farklı devrenin beslediği alt alta iki ayrı serpantin bulunur. Konvansiyonel sistemin beslediği serpantin üsttedir.

(Bakınız İsisan XIV. Bölüm; Yenilenebilir Enerjiler ve Alternatif Sistemler)

26.3.3. MERKEZİ KULLANMA SICAK SUYU SİSTEMLERİ

Çeşitli merkezi kullanma sıcak suyu hazırlama sistemleri olmakla birlikte, bugün en yaygın kullanılan sistem boylerli sıcak su sistemleridir. Bu sistemde



Şekil 26.21. AÇIK ÇIKIŞLI ELEKTRİKLİ ISITICI

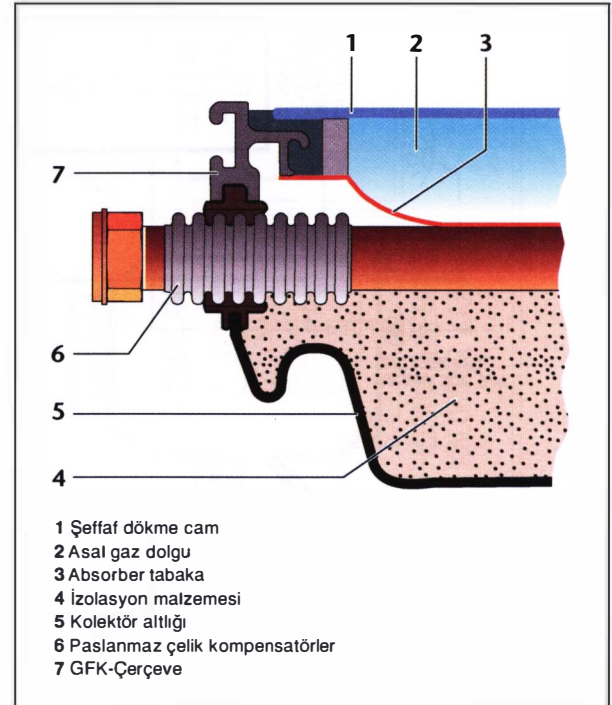
sıcak su kazanından elde edilen sıcak su ile (veya buhar kazanından gelen buharla) boylerdeki su ısıtılır ve bu kullanma suyu tesisata verilir. Dolayısı ile boylerde bir ısıtma devresi, bir de kullanma devresi bulunmaktadır (Şekil 26.24).

Günümüzdeki boylerli sistemlerde şebekeden gelen soğuk su doğrudan boylere verilir. Dolayısı ile boyler kullanma suyu tarafında genellikle, standart olarak 10 bar basınca dayanıklılık istenmektedir. Isıtma tarafı basınç dayanımı ise ısıtıcı yüzeylerin cinsine göre değişir. Çift cidarlı boylerlerde ısıtıcı tarafı basınç dayanımı düşüktür, 3 bar ile sınırlıdır. Serpantinli boylerlerde ise ısıtma tarafında 25 bar basınca kadar çıkabilmektedir.

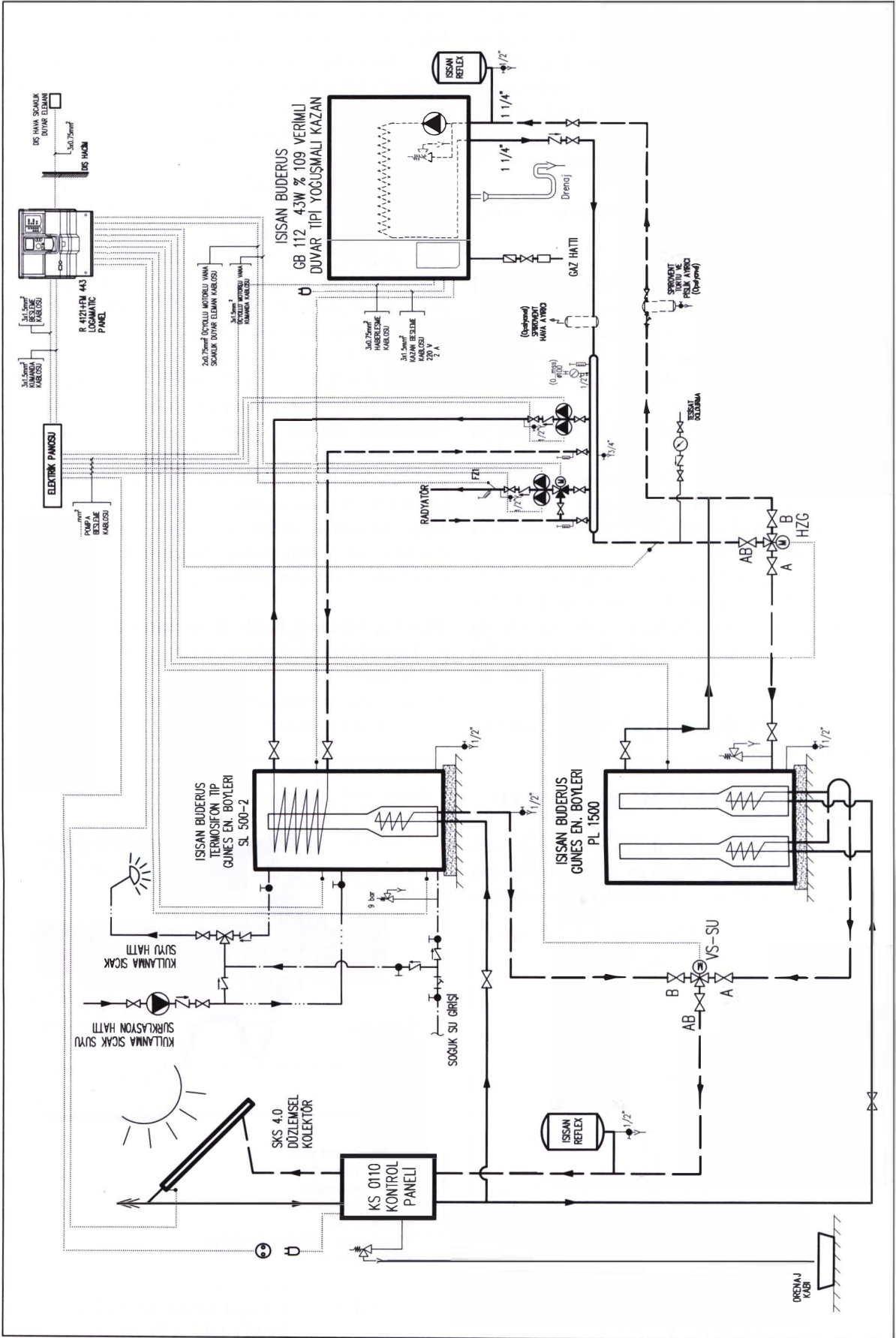
Boyerler kuvvetli korozyon etkisine maruzdurlar. Korozyona karşı suyla temasta olan yüzeylerin korunması gerekir. Bu amaçla çelik boylerlerde galvanizleme, emaye kaplama, plastik kaplama, sırlama (camla kaplama) gibi teknikler kullanılır veya malzeme olarak paslanmaz çelik veya alaşımlı çelik kullanılır. Ayrıca anodik koruma yöntemleri uygulanır. Hijyenik ortam sağlanması ve korozyona dayanıklılık yönünden kırılmaz cam kaplama yöntemi en ideal koruma yöntemidir.

26.3.3.1. Merkezi Boylerli Sistemlerin Avantajları

- Depolama dolayısıyla pik yük yaygın hale getirilmiştir.
- Kısa bir sürede tüketilebilecek büyük miktarda sıcak su kullanıma hazırdır.



Şekil 26.22. DÜZLEMSEL KOLEKTÖR KESİT DETAYI



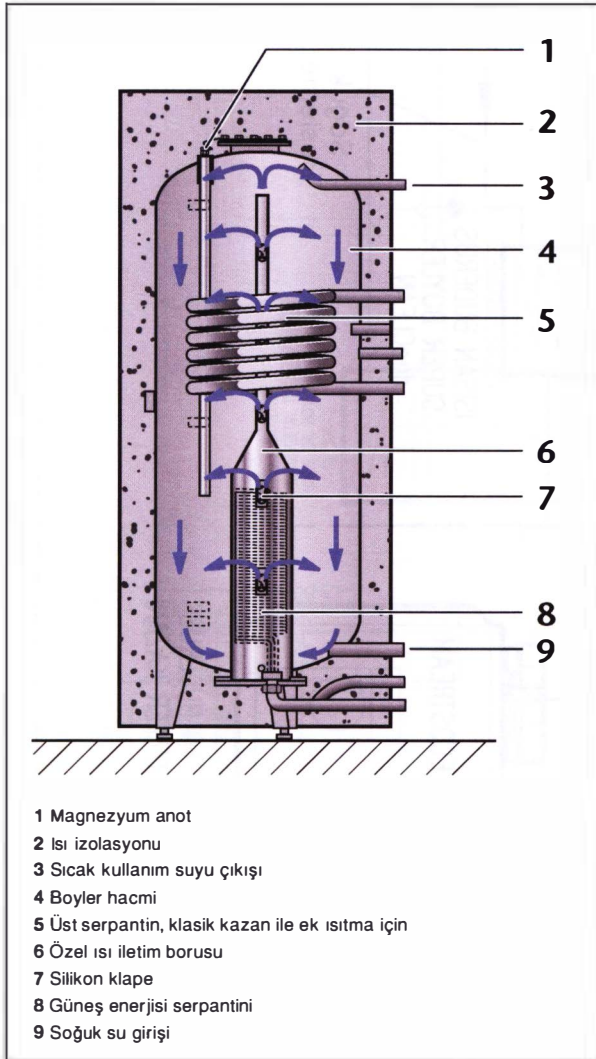
Şekil 26.23. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ ÖRNEK TESİSAT ŞEMASI TEK YOĞUŞMALI KAZANLI VİLLA UYGULAMASI

- Sıcaklık kontrolüne uygundur.
- Küçük kazan güçleri, büyük miktarda ani kullanma sıcak suyu talepleri için yeterli olabilmektedir.
- Sistem emniyetlidir.
- Lokal sistemlere göre işletme (yakıt) ekonomisi sağlar.
- Konforludur.

26.3.3.2. Merkezi Boylerli Sistemlerin

Dezavantajları

- Depoda (boylerde) korozyon ve kireç taşı birikimi oluşabilir (Cam kaplamalı boylerde kireç de oluşmaz).
- Ani akışlı sistemlere (eşanjör tipi) göre ilk yatırımı daha pahalıdır.
- Isı geçiş katsayıları daha düşük olduğundan daha fazla ısı geçiş yüzeyi kullanmak gerekir.
- Deposuz sıcak su hazırlayıcılarına göre daha fazla yer kaplar.



Şekil 26.25. TERMOŞİFON BOYLER ÇİFT SERPANTİNLİ

26.3.3.3. Boyler Tipleri

Boyerler çift cidarlı ve tek cidarlı serpantinli olarak iki temel gruba ayrılır. Ayrıca serpantinli boylerleri dik ve yatık olarak ikiye ayırmak mümkündür. Çift cidarlı boylerlerde, dıştaki gömleğe gönderilen sıcak su ile, içteki depodaki kullanma suyu ısıtılır.

Çift cidarlı boylerler yaklaşık üç kat fazla yer kaplarlar, 25 mSS statik basınçtan sonra kullanımları salık verilmez, ısı kayıpları çok fazladır.

İki cidar arasındaki galvaniz kalitesi güvenli değildir. Buna karşılık serpantinli boylerler basınca dayanıklıdır, ısıtma yüzeyi artırılarak suyun ısınma süresi kısaltılabilir, ısı kaybı azdır, galvaniz kalitesi iyidir ve ömrü uzundur, ısıtma devresi temizlenebilir. Ancak yüksekliği az olan kazan dairelerinde dik tip boyler kullanılmaz.

Boyerlerin taşınmaları sırasında, temizleme kapağı üzerine yük gelmemelidir. Özellikle indirilirken bu kısım kesinlikle yere değmemelidir. Aksi halde flanş kapakta, montajdan sonra yapılan testte, boyler su kaçırmaktadır.

Tablo 26.26'da boylerlerin karşılaştırılması verilmiştir. Boylerlerin çok iyi ısı izolasyonu gerekir. Alman standartlarına göre 24 saatlik ısı kaybı, $Q \leq 0,142 V$ (kWh) olmalıdır. Burada V litre olarak boyler hacmidir. Bu yaklaşık 50-80 mm kalınlıkta izolasyonu gerekli kılar. Ayrıca hijyen açısından boylerde yeterli büyüklükte temizleme delikleri bulunmalıdır. Genellikle büyük kapasitelerde ve değişken olmayan sıcak su taleplerinde plakalı eşanjör kullanarak (küçük bir depolama hacmiyle) kullanma sıcak suyu üretilebilir. Dış serpantinli boyler sistemi adı verilen bu sistemle, içten serpantinli boyler karşılaştırması Tablo 26.27'dedir.

26.3.4. KULLANMA SICAK SUYU DAĞITIM TESİSATI

Sıcak su tesisatı üretilen kullanma sıcak suyunu kullanma noktaları olan musluklara dağıtan hattır. Geleneksel uygulamada boyler bodrum kattadır. Bu durumda boru tesisatı alttan dağıtma ve üstten dağıtma olarak iki ana biçimde gerçekleştirilebilir. Üçüncü bir sistem de bunların karışımı kombine sistem olarak tarif edilebilir.

Genel uygulama alttan dağıtma biçimindedir. Burada ana dağıtım hattı bodrumdadır. Yatay ana dağıtım borularından kolonlara su beslenir. Kolonlarla (dik boru hatları) daire içi yatay dağıtım borularına ulaşılır. Bu sistemde en üstte biriken hava bu kolonun en üst noktasına bağlanan bir kullanma yerinin (musluk) açılması ile tahliye edilir. Aksi halde kolon sonlarına havalık konulmalıdır.

Bu sistemde üst üste olan ıslak hacimlere aynı kolondan besleme yapılmaktadır. Eğer her dairenin

sıcak su sarfiyatı ölçülmek isteniyorsa, bu durumda çok sayıda kolon yerine tek bir ana kolonla daire girişleri beslenir. Soğuk su tesisatına paralel bir biçimde, kolondan daireye ayrılan hat üzerinde bir sayaç bulunur ve daire için, bütün yatay sıcak su sistemi tek bir noktadan beslenir. Bu durumda sirkülasyon hattı da kolonla sınırlı kalacaktır. Daire içi sirkülasyon hattı olmayacaktır.

Şekil 26.28 sol tarafta veya Şekil 26.30'da şematik olarak görülen üstten dağıtım biçiminde ise, ana dağıtım hattı çatıdadır.

Hattın en yüksek noktasında havalık tüpü bulunur. Düşey dağıtım borularına su yukarıdan beslenir. Bu sistemde ısı kaybı daha fazladır.

Eğer havalık tüpü kullanılıyorsa tahliye borusu üst kattaki sıhhi tesisat gereçlerinden birine bağlanmalı ve çıkışı görülebilmelidir. Böylece sızdırma yapılıp yapılmadığını kontrol etmek mümkün olur. Veya hava tüpü yerine bu noktaya üst kat musluklarından biri bağlanabilir. Bu musluk açıldıkça biriken hava tahliye olur. Eğer su basıncı yüksek ise, sistem düşey doğrultuda zonlara ayrılarak yatay dağıtım hattı girişlerine basınç düşürücü konulabilir. Yüksek yapılarda basınç zonları yapmak daha doğru çözümdür. Bu konu yüksek bloklarda incelenecektir. Şekil 26.31'de ise alttan ve üstten dağıtımın birleştirildiği kombine bir sistem görülmektedir.

Bir çok yüksek binada ise geleneksel uygulamanın tersi büyük bir başarı ile uygulanmaktadır. Burada boyler bodrumda değil, tam tersine en üst katta, yani çatıda veya yüksekteki tesisat katındadır. Besleme yukarıdan aşağı doğru olur ve mutlaka pompalı bir sirkülasyon hattı oluşturulur. Bütün borular boylerin altındaki seviyelerde kalmaktadır. Bu sistemde de Şekil 26.32 ve 33'te gösterildiği gibi alttan besleme ve üstten besleme çözümleri olduğu gibi, kombine sistem de oluşturulabilir.

Boylerin üstte olduğu bu ters sistemlerde, depoya bir vakum kırıcı tesis etmek gerekir. Özellikle yüksek yapılarda soğuk su beslemesinin kesilmesi halinde oluşacak vakumla boylerin çökme tehlikesi vardır.

Yüksek yapılarda çatı ısı merkezi oluşturulduğunda; kalorifer kazanını çatı katına, boyleri ise bodrum kata ve galeri katlara koymak genelde daha pratik çözümdür.

(Bakınız Isısan Çalışmaları No.265 Isıtma Tesisatı)

26.3.4.1. Sirkülasyon Hattı

Kullanma sıcak suyu dağıtım hatlarında musluklar kapalı olduğu ve su kullanılmadığı zamanlarda borulardaki su soğuyacaktır. Özellikle büyük sistemlerde bu konuda bir önlem alınmazsa, musluk açıldığında sıcak su gelene kadar önemli ölçüde su boşa akıtılır. Su israfının önlenmesi ve konfor için,

sıcak su dağıtım hatlarında sirkülasyon hattı oluşturulur. Günümüzde sıcak su ve sirkülasyon boruları ısı izole edildiklerinden, sirkülasyon hattında doğal dolaşım yetersizdir. Bu yüzden küçük sistemlerde bile sirkülasyon hattı oluşturmak ve bir dolaşım pompası tesis etmek ekonomi ve konfor açısından gereklidir.

Hollanda standartlarında boyler ile kullanma yeri arasındaki mesafe 12 metreden daha fazla ise, sirkülasyon hattı oluşturulması şart koşulmaktadır.

Amerikan standartlarında ise, 4 kattan daha yüksek binalarda ve boylerden itibaren en uzak kullanma yerine sıcak su besleme hattı uzunluğu 100 ft (35 m) den fazla ise, sirkülasyon hattı oluşturmak gerekmektedir.

Sirkülasyon hatları da ısı olarak izole edilmelidir. Dolaşım pompası önüne ters yönde su akışına karşı 3 ağızlı çek valf monte edilmelidir. Aksi halde sirkülasyon hattında oluşabilecek ters yöndeki su akışı pompa motorunu yakar.

Dolaşım pompası (kullanma sıcak suyu sirkülasyon pompası) paslanmaz malzemeden özel konstrüksiyonda seçilmelidir. Su ile temas eden yüzeyler motordan ayrı olmalıdır. Aksi halde oluşacak kireç taşı çalışmayı aksatır. Dolaşım pompasının enerji tasarrufu için termostat veya zaman saati kontrollü olarak çalıştırılması mümkündür. Ancak bu hijyen açısından iyi bir çözüm değildir.

Altan dağıtım sistemlerinde sıcak su kolonunda, hava tıkaçını önlemek için sıcak su sirkülasyon hattı son kat girişi altından alınıp, geri döndürülmelidir (Şekil 26.34). Üstten dağıtım sistemlerinde ise, tam tersine su sirkülasyon hattı kolona en alttaki kat ayrımının üstünde bir noktada bağlanmalıdır. Böylece kolonda birikebilecek tortular alt kat musluklardan dışarı atılabilir. Kat içinde dağıtım hattı uzunsa ve konforlu uygulamalarda anında sıcak su isteniyorsa, sirkülasyon borusu hat sonlarına kadar götürülmelidir.

26.3.5. SICAK SU İHTİYACI VE SICAKLIĞI

Sıcak su kullanım ihtiyacı çok değişkendir. Örneğin konutlardaki sıcak su kullanımını bile, sadece kişi sayısına ve konut büyüklüğüne bağlı değildir. İnsanların yaşam düzeyi, yaşı, sistemin yapısı ve mevsime göre de değişir. Kullanım kararlı değildir. Tablo 26.35, 36 ve 37'de ve Şekil 26.38 ve 39'da ortalama su ihtiyaçları verilmiştir. Tablo 26.40'ta kişi başına sıcak su tüketimi görülmektedir. Sıcak su kullanımı Şekil 26.41'de görüldüğü gibi gün içinde önemli ölçüde değişmektedir. Şekilde görülen diyagonal, ortalama kullanım hızına karşı gelmektedir. Bu ortalama kullanım değerine göre bir su ısıtıcı tasarım düşünüldüğünde, mutlaka depolu bir ısıtıcı, yani boyler göz önüne alınmalıdır.

Karşılaştırma Kriteri	duoCLEAN Hijyenik Boylerler	Galvanizli Çift Cidarlı veya Paslanmaz Çelik Boylerler
1) Kullanma Yerleri - Kapasite Aralığı	<p>a- Değişken debili sıcak su kullanım yerlerinde (Konutlar, iş merkezleri, okullar, oteller, spor salonları vb).</p> <p>b- 1.000 l/h-33.000 l/h kapasiteler arasında dikey ve yatay modeller mevcuttur.</p> <p>c- Depolama hacimleri küçük (yer ve enerji kaybı daha az), saatlik sıcak su üretim kapasiteleri çok yüksektir.</p> <p>d- Örneğin; 5 m³ hacimli duoCLEAN Hijyenik Boylerler (2 adet LTH 3000), 33 m³ suyu tekrar ısıtma süresi bir saattir.</p>	<p>a- Değişken debili sıcak su kullanım yerlerinde (konutlar, iş merkezleri, okullar, oteller, spor salonları vb).</p> <p>b- Çift cidarlı boylerlerin depolama hacimleri büyük, saatlik üretim (sıcak su verme) kapasiteleri düşüktür.</p> <p>c- Örneğin: 5 m³ hacimli çift cidarlı boylerin, 5 m³ suyu tekrar ısıtma süresi yaklaşık 3,5 saattir.</p>
2) Isı Kaybı	<p>Isı kaybı çok azdır.</p> <p>a- duoCLEAN Hijyenik Boylerlerde 300 litre kapasiteye kadar 60 mm poliüretan, 400 litre ve yüksek kapasitelerde ise 150 mm kalınlıklara ulaşan polietilen yumuşak köpük izolasyon kullanılmaktadır. İzolasyon malzemeleri CFC içermez.</p> <p>b- Isıtıcı akışkanın dolaştığı serpantin içerde olduğu için, duoCLEAN Hijyenik Boylerlerin dış yüzey sıcaklığı daha düşük, ısı kaybı çift cidarlı boylerlere göre çok daha azdır.</p> <p>duoCLEAN Hijyenik Boylerler çok kaliteli ısı köprüleri oluşturmadan yapılan izolasyon tekniği sayesinde termos özelliği taşırlar. Isıtılan suyu çok uzun süre sıcak tutarlar. Hafta sonu evlerinde boylerdeki sıcak suyu bir hafta sonra eve gittiğinizde dahi kullanabilirsiniz.</p>	<p>Isı kaybı yüksektir.</p> <p>a- Çift cidarlı saatlik sıcak su üretimi kapasitesi düşük, depolama hacimleri fazladır.</p> <p>b- Serpantinli boylerlerde ise izolasyon malzemesine, kalınlığına ve montaj kalitesine göre boyler ısı kaybı değişir.</p> <p>c- İzolasyon genellikle şantiyede sınırlı kalitede yapıldığından, ısı kayıpları daha fazladır.</p> <p>d- Gömlekli boylerlerde, ısıtıcı akışkan dışta olduğu için ısı kaybı fazladır.</p>
3) Sıcak Su Konforu	<p>duoCLEAN Hijyenik Boylerlerde serpantin yapısı alt kısmı konikleştirilmiştir. Bu özel serpantin yapısı sayesinde;</p> <p>a- En alt noktaya kadar, su homojen olarak ısıtılmaktadır.</p> <p>b- Boyler kapasitesi tam olarak kullanılır.</p> <p>c- Konstrüktif yapısı sayesinde boylere giren soğuk su sıcak suya karıştırmaz, sıcak su tabaka halinde boylerin üst kısmına doğru yükselir.</p> <p>d- Termik dezenfeksiyon ve steril (cam) konstrüksiyon sayesinde temiz ve konforlu sıcak su temin edilir.</p> <p>e- Isıtma kapasitesi ve verim çok yüksek olduğu için sürekli ve bol sıcak su üretir</p> <p>f- İstenirse elektrikli ısıtıcı alternatif olarak kullanılabilir.</p>	<p>a- Aynı debiyi elde etmek için, daha büyük hacimde boyler kullanmak gerekir.</p> <p>b- Özellikle suyun içindeki klorun etkisi ile paslanmaz çelik ve galvanizli boylerler korozyon riski taşıdıkları için hijyenik şartlar genellikle sağlanamaz, zaman zaman musluktan paslı su bile akabilir.</p>
4) Hijyen	<p>Mükemmel!</p> <p>duoCLEAN Hijyenik Boylerlerde su ile temas eden yüzeyler, çift kat Termoglasür Teknolojisi ile (çift kat cam) kaplanmıştır. Bu cam bazlı, üst yüzey koruyucu tabaka; sert, aşınmaya dayanıklı ve içme suyuna karşı kimyasal olarak nötr olan bir malzemedir. Bu sayede duoCLEAN Teknolojisi garantili içme suyu hijyeni ve sürekli bir korozyon koruması sağlar. Yüzey düzgün ve mikro düzeyde girintisiz, çıkıntısız olduğundan bakteri üremesine uygun ortam oluşmaz. Kazan üzerindeki Logamatic Panel, haftada bir defa kazan suyu sıcaklığını bir saat süreyle yükselterek boylerde termik dezenfeksiyon yapar (Lejyoner hastalığına karşı dezenfekte ederek, steril ortam yaratır).</p>	<p>1- Paslanmaz çelik malzeme dolayısıyla oluşan riskler sonucunda;</p> <p>a- Nikel alerjisi oluşabilir.</p> <p>b- Yüzey mikro düzeyde pürüzlü olduğu için bakteri üreme riski vardır.</p> <p>c- Su ısınınca bünyesinde erimiş halde bulunan klor ayrışır ve hızlı korozyona neden olur.</p> <p>2- Çift cidarlı, galvanizli boylerlerde ise, hijyen koşulları oldukça kötüdür.</p>
5) Ömür	<p>a- 30 yıldan fazladır.</p> <p>b- Isıtılan su içinde, ayrıışan klor ve diğer korozif maddeler Termoglasür malzemeyi etkilemez.</p> <p>c- Korozyona karşı ilave bir koruma olarak magnezyum anot ile donatılmıştır. Bu sayede korozyon oluşumu engellenir.</p>	<p>Türkiye'de şehir suyunun içinde yüksek miktarda klor vardır. Soğuk su bünyesinde erimiş halde bulunan klor, su ısıtıldığında ayrışır ve serbest kalır. Klor, paslanmaz çelik ve benzeri malzemelerde kısa sürede korozyona sebep olabilir.</p>

Tablo 26.26. HİJYENİK BOYLERLER İLE GALVANİZLİ ÇİFT CİDARLI VEYA PASLANMAZ ÇELİK BOYLERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Kriteri	duoCLEAN Hijyenik Boylerler	Galvanizli Çift Cidarlı veya Paslanmaz Çelik Boylerler
6) Kazan - Boyler Uyumu ve İlk Yatırım Maliyeti	<p>Logamatic Panel, brülör ve boyler birlikte geliştirilmiştir.</p> <p>a- Boylerin ısıtma ihtiyacı olduğunda, Logamatic Panel kazanı çalıştırır.</p> <p>b- Boylerdeki su sıcaklığı istenilen değere gelmeden bir süre önce (bu süreyi Logamatic Panel belirler) Logamatic Panel brülörü durdurur, boyler ısıtma pompası çalışmaya devam eder, kazandaki ısıyı boylere aktarır, kazanda atık ısı kalmaz.</p> <p>c- Boylerdeki su istenilen sıcaklığa geldiğinde, kazandaki ısı boylere transfer edilmiş ve kazandaki suyun sıcaklığı düşürülmüştür (Enerji tasarrufu).</p> <p>d- Boylerde su ısıtıldıktan sonra, kazan dış hava sıcaklığının gerektirdiği sıcaklıkta (genellikle düşük sıcaklıkta) çalışır. Düşük sıcaklıkta çalışan kazan daha yüksek verimle çalışır ve daha az yakıt harcar.</p> <p>e- Duvar Tipi Yoğuşmalı Kaskad Sistemler kapasitelerini % 2-100 arasında ayarlayabilirler. Bu nedenle boyler için ayrı bir kazan satın almaya ihtiyaç yoktur. Örneğin; 860 kW kapasiteli Yoğuşmalı Kaskad Sistem, 8 adet 100 kW (kendi içinde de) kapasitesini ayarlayabilen Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazandan oluşur. Yazın kazanlardan sadece biri, hatta o kazanın tam ihtiyacı karşılayacak kadar kapasitesi çalışabilir.</p> <p>f- Kazanların etiket değerleri, o kazanın maksimum değeri değildir. Kazan etiket değerleri optimum değerler olup, gerekirse kazanlardan etiket değerlerinden fazla kapasiteler rahatlıkla alınabilir. Bina'nın ısı kapasitesinde kazan seçilir. Boylerin ısıtma, ihtiyacını kazan kapasitesine ilave etmeye gerek yoktur (Konutlar, ofis binaları, villalar vb yerlerde). Böylece ilave kazan kapasitesi (veya kazan), ekipmanları, boru, fittings, vana, pompa, yer kaybı vb maliyetlerden tasarruf edilir.</p> <p>g- Yukarıda açıklanan nedenler dikkate alındığında, kuruluş ve işletme maliyeti daha azdır.</p>	<p>a- Kazan, brülör, kontrol paneli ve boyler genellikle ayrı ayrı firmalarca dizayn edilmiştir ve uyumlu çalışabilme alanları sınırlıdır.</p> <p>b- c- Boylerdeki su istenilen sıcaklığa ısıtıldıktan sonra kazan içinde atık ısı kalır ve bu ısı genelde kullanılmadan çevreye yayılır.</p> <p>d- Kazanlar genellikle yüksek sıcaklıkta çalışır ve daha çok yakıt tüketir.</p> <p>e- Boyleri ısıtmak için ayrıca bir kazan kullanmak gerekebilir (Özellikle yaz ayları veya düşük kapasite çalışmaları için).</p> <p>f- Kazan seçerken boylere ayrı bir kazan seçmek veya boylerin ısıtma ihtiyacını ısı kaybına eklemek gerekir. Galvanizli çift cidarlı boylerlerde ise, çelik veya beton kaidesi, ısı izolasyonu, galvaniz saç veya alüminyum kaplama ve yer kaybı gibi maliyetler dikkate alınmalıdır.</p> <p>g- Yukarıda açıklanan nedenler dikkate alındığında, kuruluş ve işletme maliyeti daha fazladır.</p>
7) Yer Kaybı ve Ağırlık	<p>a- Dikey ve yatay kullanılacak tipleri vardır.</p> <p>b- Nakliyesi kolaydır.</p> <p>c- Az yer kaplar.</p>	<p>Çift cidarlı boylerler genellikle 2-10 kat daha büyük yere ihtiyaç gösterirler.</p>
8) Servis - Bakım Temizleme Kolaylığı	<p>duoCLEAN Hijyenik Boylerlerin içerisi iki kat cam kaplıdır. Kireç ve kir tutmaz, çok kolay temizlenir. Boylerin ön alt kısmında ve üstündeki temizleme flaşları sayesinde temizleme işlemi çok rahat bir şekilde yapılır. Pürüzsüz cam yüzeyler bu işlemi iyice kolaylaştırır.</p>	<p>Gömlekli yatık tip boylerlerde, temizleme veya bakım yapmak yüzey pürüzlülüğü ve büyük hacimler nedeniyle daha zahmetlidir.</p>
9) İşletme Maliyeti	<p>duoCLEAN Hijyenik Boylerler yüksek imalat ve malzeme kalitesiyle, yüksek yıllık verim ve uzun ömüre sahiptir. Isı kayıpları çok düşüktür. Isınma süreleri kısadır. Kazan, Logamatic Panel ve boyler tam uyumlu çalışarak işletme maliyetlerini minimum seviyeye düşürürler.</p>	<p>Boyerlerde bakım yapılamaması veya bakımın yeterli olmamasından dolayı, zamanla boylerlerin performansında önemli ölçüde düşme olur. Bu konforu azalttığı</p>
10) Özel Uygulamalar	<p>duoCLEAN Hijyenik Boylerlerde SU serisi 10 bar ısıtıcı akışkan işletme basıncında, LT serisi ise isteğe bağlı olarak sipariş üzerine 16-25 bar ısıtıcı akışkan işletme basıncı ve 160°C'ye kadar ısıtıcı akışkan sıcaklıklarında kullanılabilir. Güneş enerjisi sistemleri için tek veya çift serpantinli boylerler, ısıtmaya destek amaçlı özel combi boylerler mevcuttur. Deniz suyu ile kullanımda sipariş üzerine 3 kat Termoglasür uygulaması (3 kat cam) mümkündür. Termoglasür yüzey kısa süreli - 30°C ile + 220°C termal şoklara dayanıklıdır.</p>	

Tablo 26.26. HİJYENİK BOYLERLER İLE GALVANİZLİ ÇİFT CİDARLI VEYA PASLANMAZ ÇELİK BOYLERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

Karşılaştırma Konuları	duoCLEAN Hijyenik Boylerler (İçten Serpantinli Boyler)	Dıştan Serpantinli Boylerler (Eşanjör + Akümülayon Tankı)
1) Kullanma Yerleri	<p>a- Değişken debili sıcak su kullanım yerlerinde (konutlar, işyerleri, okullar vb)</p> <p>b- Bir zonda 20 m³/h'in altında sıcak su ihtiyacı olan yerlerde çok kullanışlıdır.</p> <p>c- Klasik tip boylerlerin ve dıştan serpantinli boylerlerin avantajlarını bir araya toplar, ayrıca hijyenik şartlar oluşturur.</p> <p>d- 920 l/h-33.000 l/h kapasiteler arasında dikey ve yatay modeller mevcuttur.</p> <p>e- Güneş enerji sistemlerinde kullanılabilir.</p>	<p>a- Sabit debili sistemlerde avantajlıdır.</p> <p>b- Büyük sıcak su ihtiyacı (30 m³/h'den fazla) olan yerlerde kullanılır.</p>
2) Kazan Kapasitesi	<p>a- Depolama hacmi nedeniyle daha küçük kapasitede kazan seçilebilir.</p> <p>b- Bina ısı kaybı için en düşük sıcaklıklar gece 01:00-06:00 saatleri arasında oluşur. Bu arada da ısıtmada gece işletmesi devrededir ve sıcak su ihtiyacı yoktur. Sabah saatinde ise emre amade sıcak su depolanmış olarak hazırdır.</p>	Küçük sıcak su depolama hacmi nedeniyle daha büyük kapasitede kazana ihtiyaç vardır.
3) İlk Yatırım Maliyeti	Daha ucuz.	Daha pahalı. Daha küçük kapasitelerde depolama hacmine karşı, daha büyük kapasiteli primer pompaya, ilave 2. pompa, boru armatür, izolasyon, elektrik tesisatı vb ihtiyaç vardır. Ayrıca kazan kapasitesindeki artış, kazan dairesi maliyetini de arttıracaktır (Daha büyük pompa, daha fazla borulama, vana izolasyon, elektrik tesisatı vb).
4) Elektrik Tüketimi	Daha az.	Daha fazla. a- Kalorifer kazanı ve plakalı eşanjör arasında daha büyük kapasiteli sirkülasyon pompası gerekir (Ani sıcak su ihtiyacını karşılayacak kapasitededir). b- Eşanjör ile depolama kabı arasındaki sekonder pompanın elektrik tüketiminin tamamı ilave elektrik maliyetidir. c- Plakalı eşanjörlerin genellikle daha büyük olan basınç kayıpları nedeniyle de, daha büyük pompalara ihtiyaç vardır.
5) Isı Kaybı	Isı kaybı çok azdır. Özel serpantin yapısı sayesinde; a- Çok daha fazla sıcak suyu çok daha küçük depolama hacmi ile sağlar (Boyerler dış yüzey ısı kaybı azalır). c- 150 mm kalınlıklara ulaşan polietilen yumuşak köpük izolasyon kullanılmaktadır. İzolasyon malzemeleri CFC içermez. d- Isıtma serpantini boylerlerin su hacminin içindedir. e- Termos özelliği taşır. Isıtılan suyu çok uzun süre sıcak tutar.	Daha fazla. Plakalı eşanjörler (90/70°C) genellikle izole edilmez. Sıcak su depolama tankının izolasyon kalitesi genellikle çok iyi değildir.
6) Yer Kaybı	Daha az.	Daha fazla. Eşanjör, boru bağlantıları ve servis boşlukları nedeniyle daha fazla yere ihtiyaç vardır.

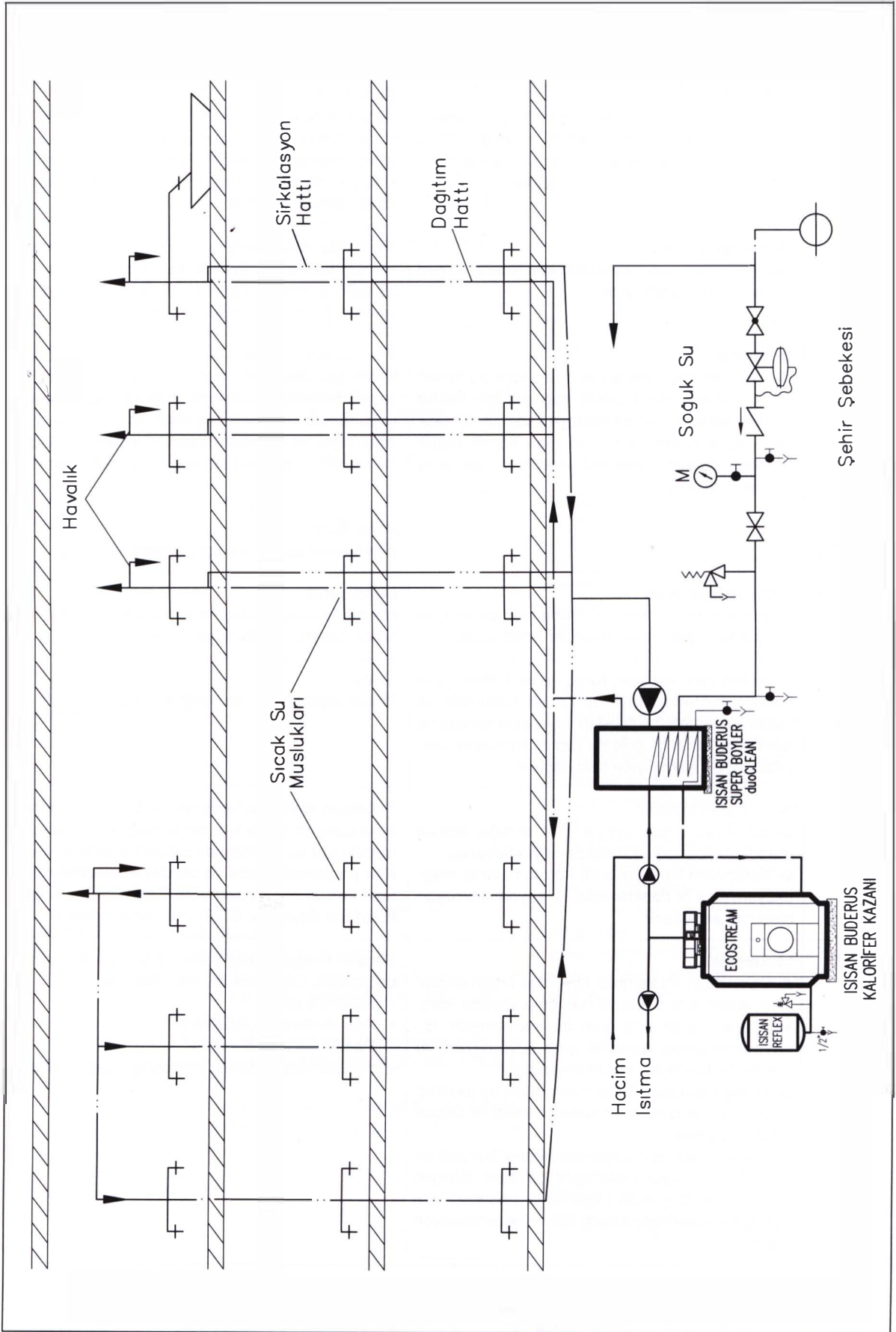
Tablo 26.27. HİJYENİK İÇTEN SERPANTİNLİ BOYLERLER İLE DİŞTAN SERPANTİNLİ BOYLERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.

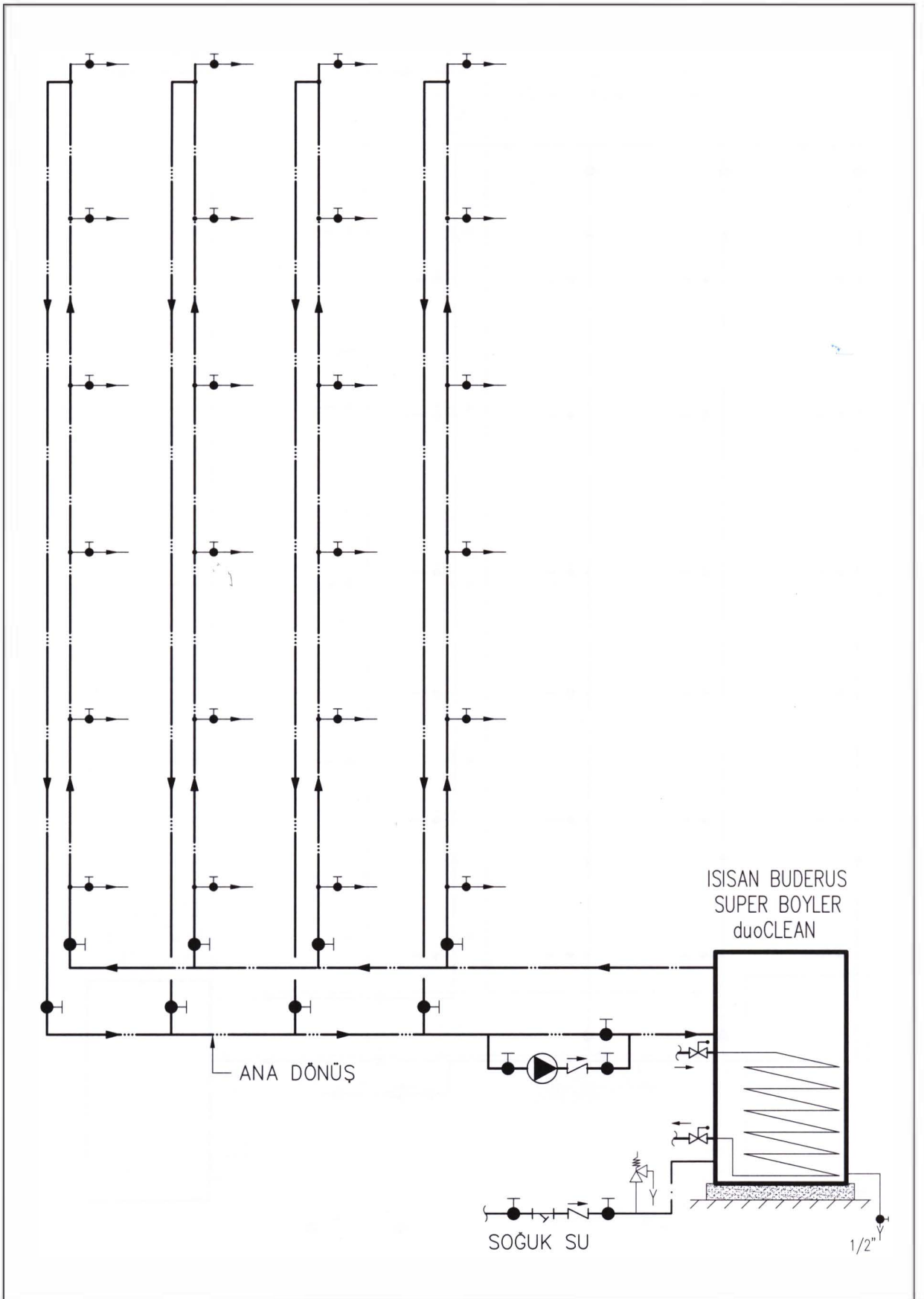
Karşılaştırma Konuları	duoCLEAN Hijyenik Boylerler (İçten Serpantinli Boyler)	Dıştan Serpantinli Boylerler (Eşanjör + Akümülyasyon Tankı)
7) Yakıt Maliyeti	Daha ucuz. Ayrıca Logamatic Panel, boylar suyu istenilen sıcaklığa gelmeden kısa bir süre önce brülörü durdurarak, kazandaki ısının tamamına yakınının boylere transfer edilmesini de sağlar.	Daha fazla. Küçük debilerdeki sıcak su ihtiyaçlarında bile, kazan devreye girer. Kazan kısa aralıklarla sık çalışır. Her durma ve çalışma sırasında kazanda kötü yanma oluşur. Brülör şalt sayısı arttığı için, yakıt sarfiyatı da artar.
8) Montaj Kalite ve Estetik	Montaj daha kolaydır. Şantiye imalatı sadece borulamadır. Montaj kalitesi ve estetik çok daha iyidir.	Montajda daha fazla borulama, vana, pompa montajı ve elektrik tesisatı var. Sıcak su deposu izolasyonu genellikle şantiyede yapıldığı için, kalite ve estetik sınırlı kalitede gerçekleşir.
9) Konfor	Mükemmel. Her zaman istenilen sıcaklıkta sıcak su temin edilir. Homojen bir sıcaklık dağılımı için boylar içindeki serpantin en alt noktaya kadar inmektedir ve kireç oluşumuna neden olan kısmi soğuk bölgelerin oluşumu engellenmektedir. Bu uygulama ek hijyen de sağlar.	Pik yüklerde sıcak suyun sıcaklığı değişebilir. Konfor bozulabilir. Ani sıcak su ihtiyacı oluştuğunda kazanı bekleme anındaysa, özellikle yazın kazan suyunun ısınması, serpantinın ısınması ve bu ısının sıcak su depolama kabına transferi süresinde depolama kabındaki sıcak su yetersiz kalabilir.
10) Servis Bakım Sıklığı	Daha az.	Daha fazla. (ilave ikinci pompa ve borulamadan dolayı)
11) Otomatik Kontrol	Daha ucuz ve basit. Logamatic Panel boylar ısıtma pompasına ve brülöre kumanda eder. Basit ve sorunsuzdur.	Daha pahalı. Motorlu vanalar, ilave kontrol panelleri maliyeti artırır. Servis ve bakım gerektirir.
12) Servis, Bakım ve Temizleme Kolaylığı	İçi iki kat cam kaplıdır. Kireç ve kir tutmaz, çok kolay temizlenir. Boylerin ön alt kısmında ve üstündeki temizleme flanşları sayesinde temizleme işlemi çok rahat bir şekilde yapılır. Pürüzsüz cam yüzeyler bu işlemi iyice kolaylaştırır.	Kolay. Plakalı eşanjörlerin temizliği kolay yapılır.
13) Ömür	a- 30 yıldan fazladır. b- Isıtılan su içinde, ayrıışan klor ve diğer korozyif maddeler Termoglasür malzemeyi etkilemez. c- Korozyona karşı ilave bir koruma olarak magnezyum anot ile donatılmıştır. Bu sayede korozyon oluşumu engellenir.	Kullanılan malzeme kalitesine bağlıdır. Türkiye'de şehir suyunun içinde klor vardır. Soğuk suda erimiş haldeki klor su ısıtıldığında ayrıışır ve serbest kalır. Klor paslanmaz çelik ve benzeri malzemelerde hızlı korozyona neden olur. Depo için genelde korozyon dayanımı düşük malzeme kullanılır.
14) Hijyen	Mükemmel. a- Cam yüzey mükemmel hijyen bir ortam sağlar. Sert, aşınmaya dayanıklı ve içme suyuna karşı kimyasal olarak nötr olan bir malzemedir. Bu sayede boylarlar garantili içme suyu hijyeni ve sürekli bir korozyon koruması sağlar. b- Yüzey daha düzgün ve mikro düzeyde girintisiz çıkıntısız olduğundan bakteri üremesine uygun ortam oluşmaz. c- Kazan üzerindeki Logamatic Panel haftada bir defa kazan suyu sıcaklığını bir saat süreyle yükselterek boylarında Legionella bakterisi gibi bakterilerin üremesine karşı termik dezenfeksiyon yapar.	Seçilen malzeme kalitesine göre hijyenik şartlar değişebilir. Oluşabilecek risklerden birkaçı; • Nikel alerjisi • Ağır metallerin çözülmesi • Paslanma ve kirli ortam • Pürüzlü yüzey (Bakteri üremesi için uygun ortam)

Tablo 26.27. HİJYENİK İÇTEN SERPANTİNLİ BOYLERLER İLE DİŞTAN SERPANTİNLİ BOYLERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI (Devamı)

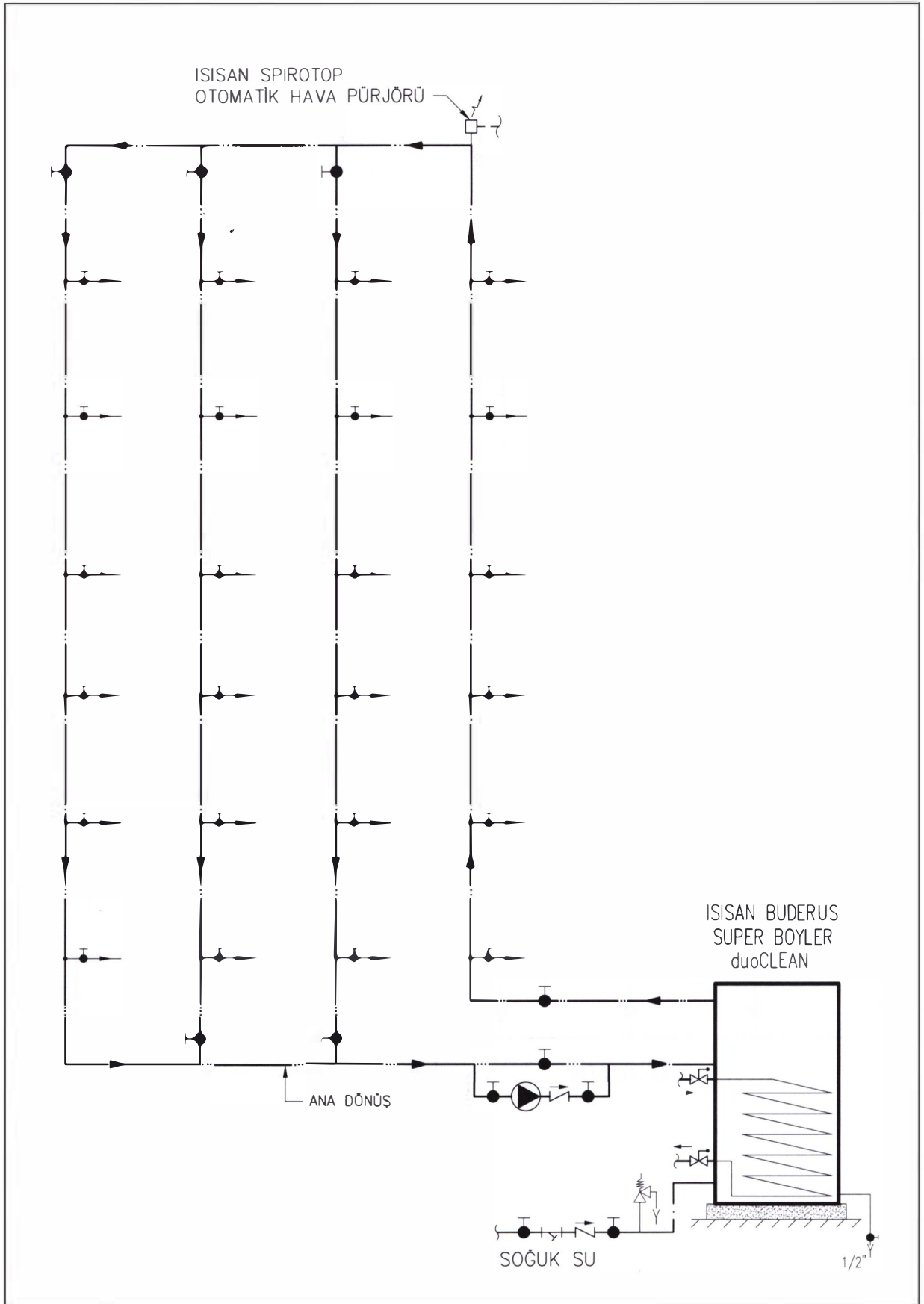
Not: Bu karşılaştırma tablosu konu hakkındaki bilgileri paylaşmak için hazırlanmıştır. Tartışmaya açıktır.



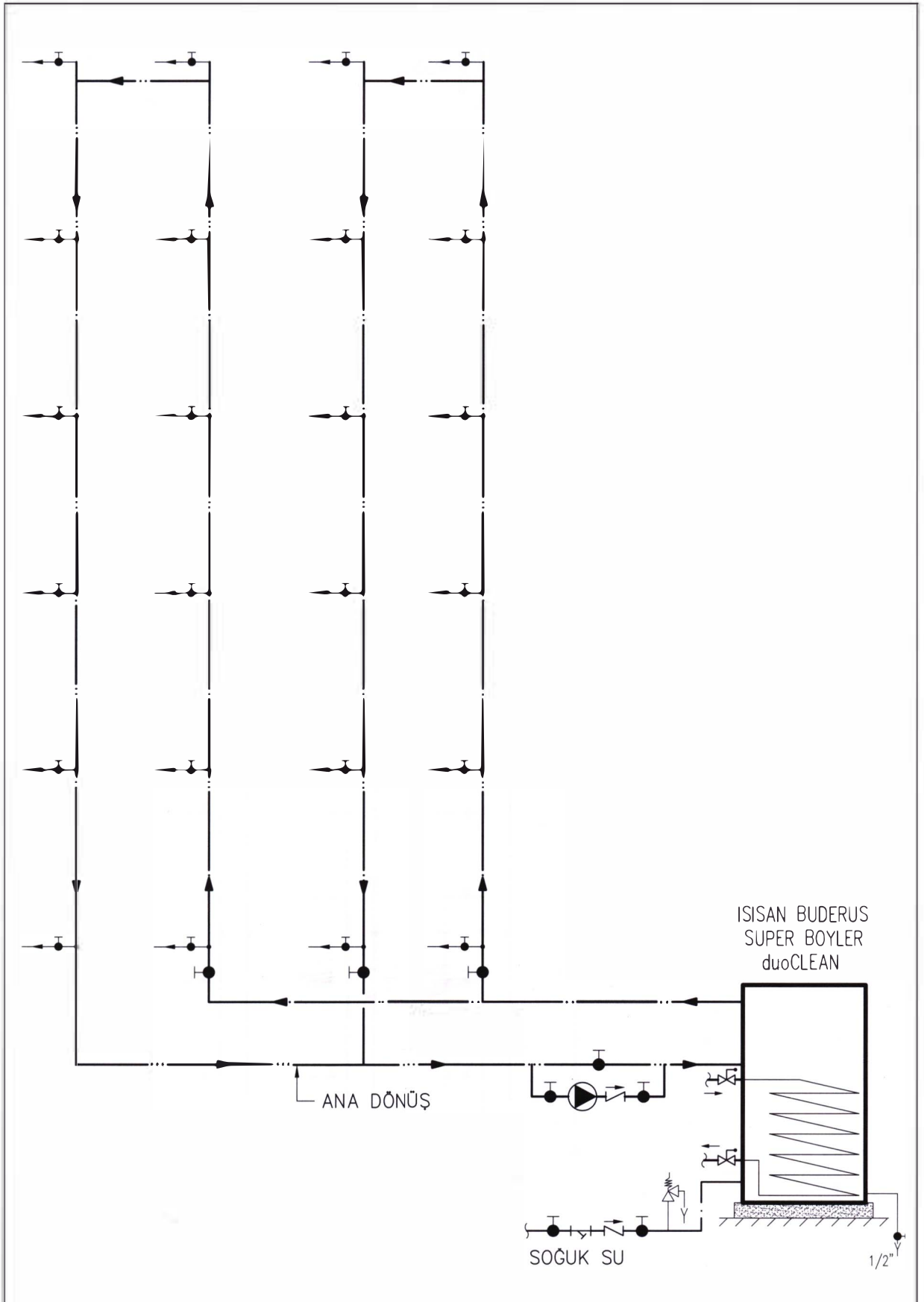
Şekil 26.28. SICAK SU TESİSATI DAĞITIM BİÇİMLERİ SOLDA: Üstten Dağıtım SAĞDA: Altıtan Dağıtım



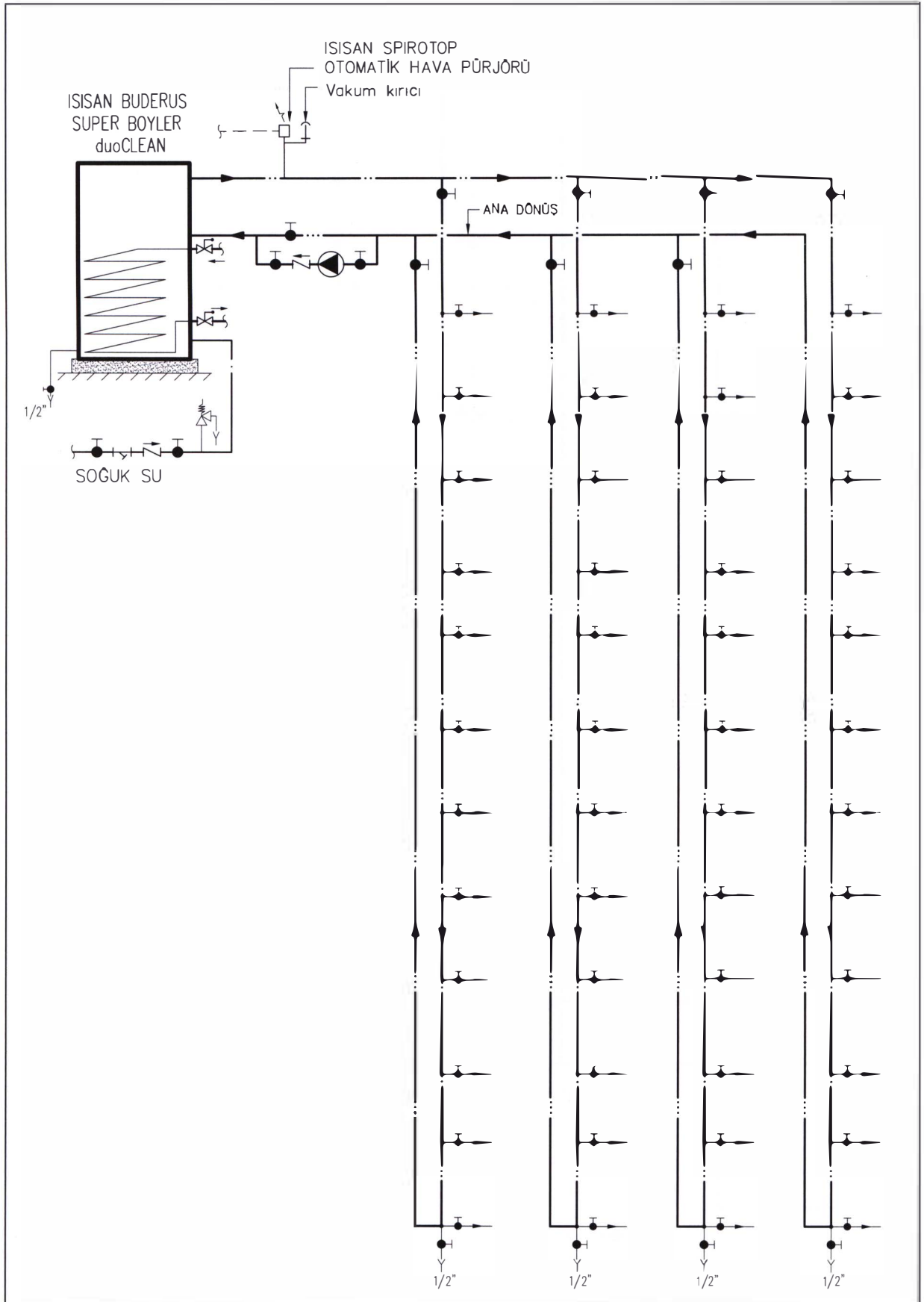
Şekil 26.29. KONVANSİYONEL ALTTAN BESELEME SİSTEMİ



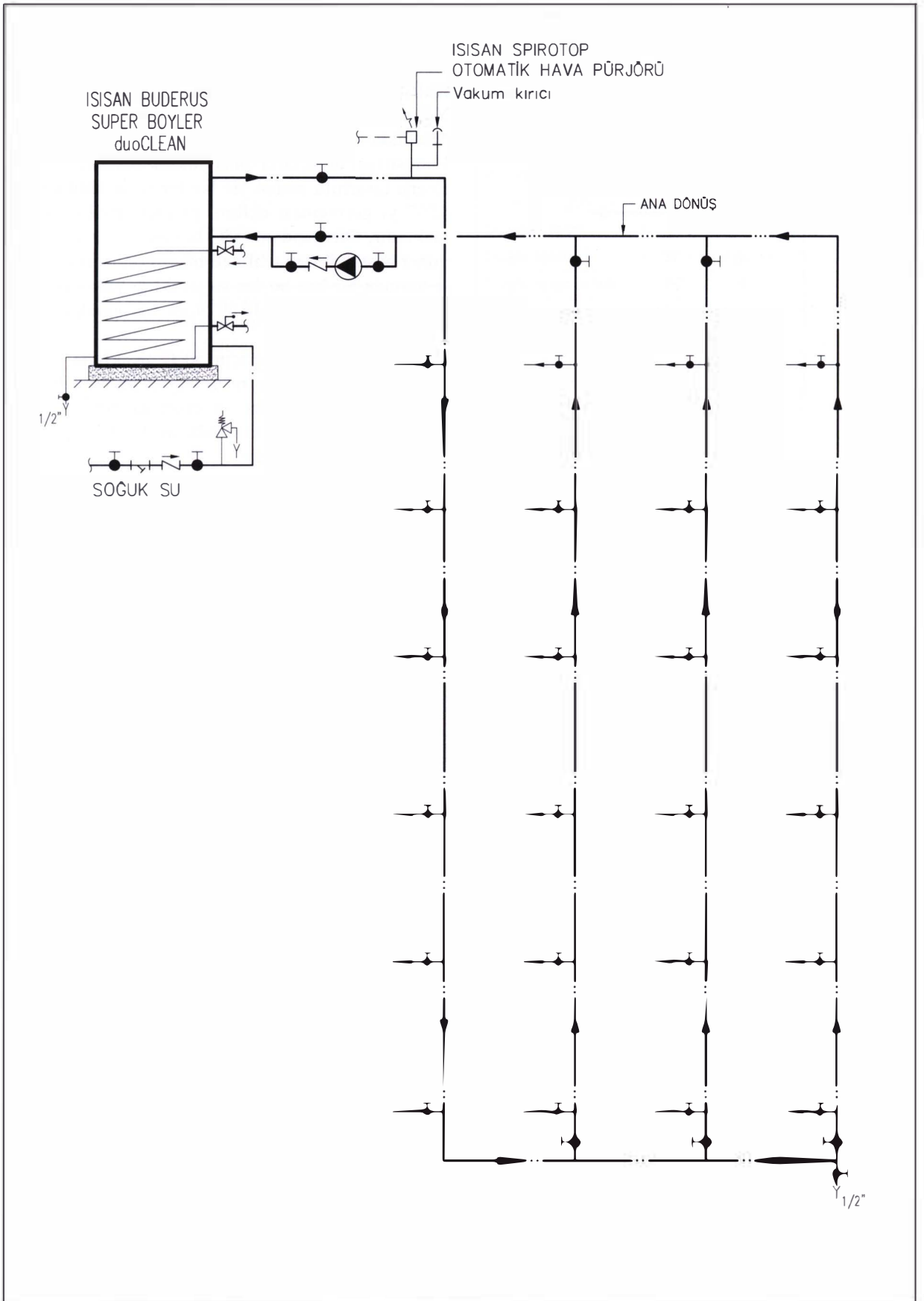
Şekil 26.30. KONVANSİYONEL ÜSTTEN DAĞITMA SİSTEMİ



Şekil 26.31. ALTTAN VE ÜSTTEN DAĞITMA SİSTEM



Şekil 26.32. ÇATI KAZAN DAİRESİ ÜSTTEN DAĞITMA SİSTEMİ



Şekil 26.33. ÇATI KAZAN DAİRESİ ALT TAN DAĞITMA SİSTEMİ

Ortalama güçteki deposuz, ani ısıtıcılar günün pik saatlerinde yetersiz kalır. Bu nedenle ani ısıtıcılar pik güçlere göre dizayn edilirler.

Sıcak su tesisatında ısıtıcıya soğuk su giriş sıcaklığı 10°C alınır. Sıcak su sıcaklığı 30-90°C arasında

değişir. Emniyet kurallarına göre sıcak su sıcaklığı 95°C ile sınırlandırılır. Boyler üzerindeki limit termostat 95°C'ye ayarlıdır.

Kullanma sıcak suyu sıcaklıkları;

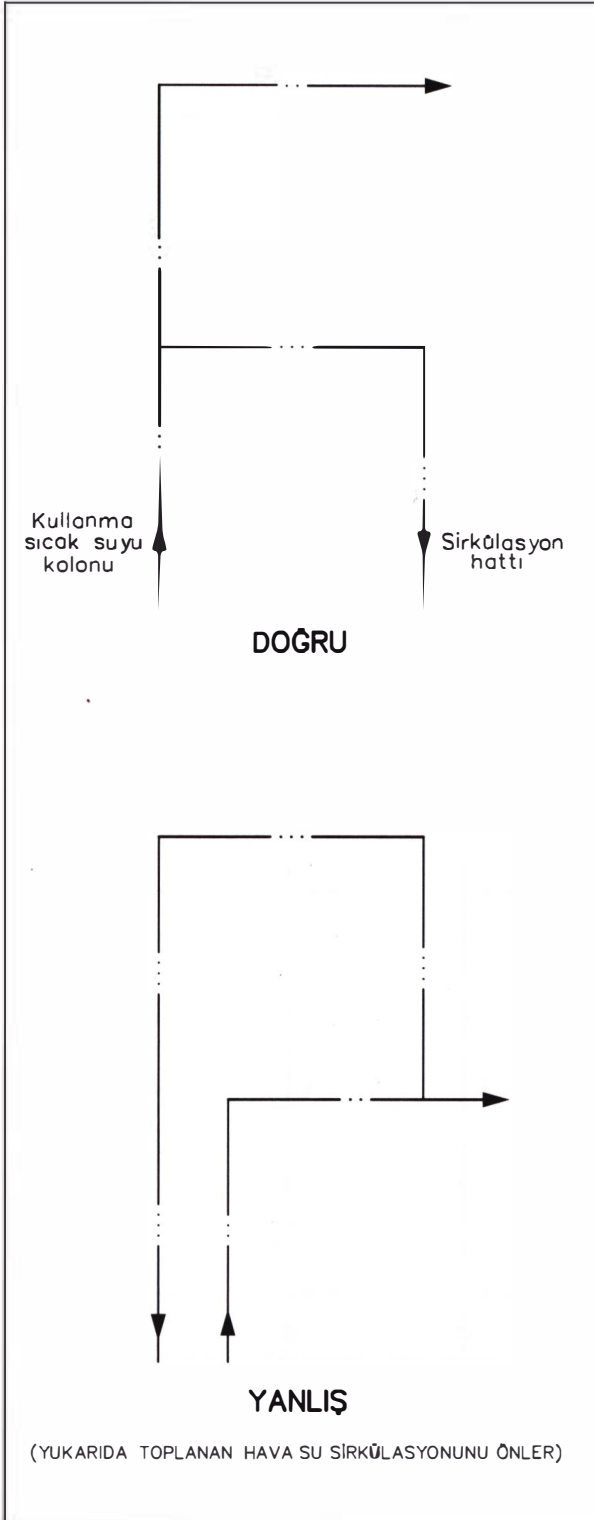
Yıkama amacı ile 35-45°C

Mutfakta kullanım amacı ile 55-60°C

Endüstriyel amaçlarla daha yüksek olabilir.

Enerji tasarrufu nedeniyle boyler su sıcaklıklarının 45°C'yi geçmemesi eğilimi giderek ağırlık kazanmaktadır. Öte yandan 45°C boyler su sıcaklığı lejyoner hastalığı için tehlikeli bir değerdir. Bu nedenle haftada bir kez boyler su sıcaklığı yükseltilmelidir. Buderus kazanlarda bu otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Otellerde çamaşırhane için 60°C sıcaklıkta sürekli sıcak su verebilecek ayrı bir boyler monte edilmesi daha yararlıdır. Odalar ve diğer kullanım yerleri için ise, 45 ile 55°C arasında sıcak su temini ayrı boyler ile sağlanmalıdır.



Şekil 26.34. EN ÜST KATTA SİRKÜLASYON HATTI BAĞLANTISI

Kullanım Yeri	Bir Seferlik Kullanım (Litre)	Sıcaklık (°C)	Süre (Dakika)
Musluk			
DN 10, Yarı açık	5	40	1
Tam açık	10	40	1
DN 15, Yarı açık	10	40	1
Tam açık	18	40	1
DN 20, Yarı açık	25	40	1
Tam açık	45	40	1
Evye			
Tek gözlü	30	55	5
İki gözlü	50	55	5
Lavabo			
El yıkama	5	35	1,5
Yıkama	10	35	2
Tek gözlü	15	40	3
İki gözlü	25	40	3
Banyo küveti			
Küçük (100)	100	40	15
Orta (160)	150	40	15
Büyük (180)	250	40	20
Duş	50	40	6
Oturma banyosu	50	40	4
Bide	25	40	8
Toplam ihtiyaç			
Basit	10 - 20 //gün.kişi		
Yüksek	20 - 40 //gün.kişi		
En yüksek	40 - 80 //gün.kişi		

Tablo 26.35. KONUTLARDA SICAK SU İHTİYACI

Musluktan akan su sıcaklığı soğumaya bağlı olarak, her zaman boylerdeki su sıcaklığından birkaç derece farklıdır. Ayrıca küvet doldurulması halinde musluktan akan su ile küvetteki su arasında bir sıcaklık farkı vardır.

Küvetteki su sıcaklığı esas alındığında musluktan akan su sıcaklığı;

Küçük küvetlerde, $T + 3^{\circ}\text{C}$

Normal küvetlerde, $T + 5^{\circ}\text{C}$

Büyük küvetlerde, $T + 7^{\circ}\text{C}$ olmalıdır.

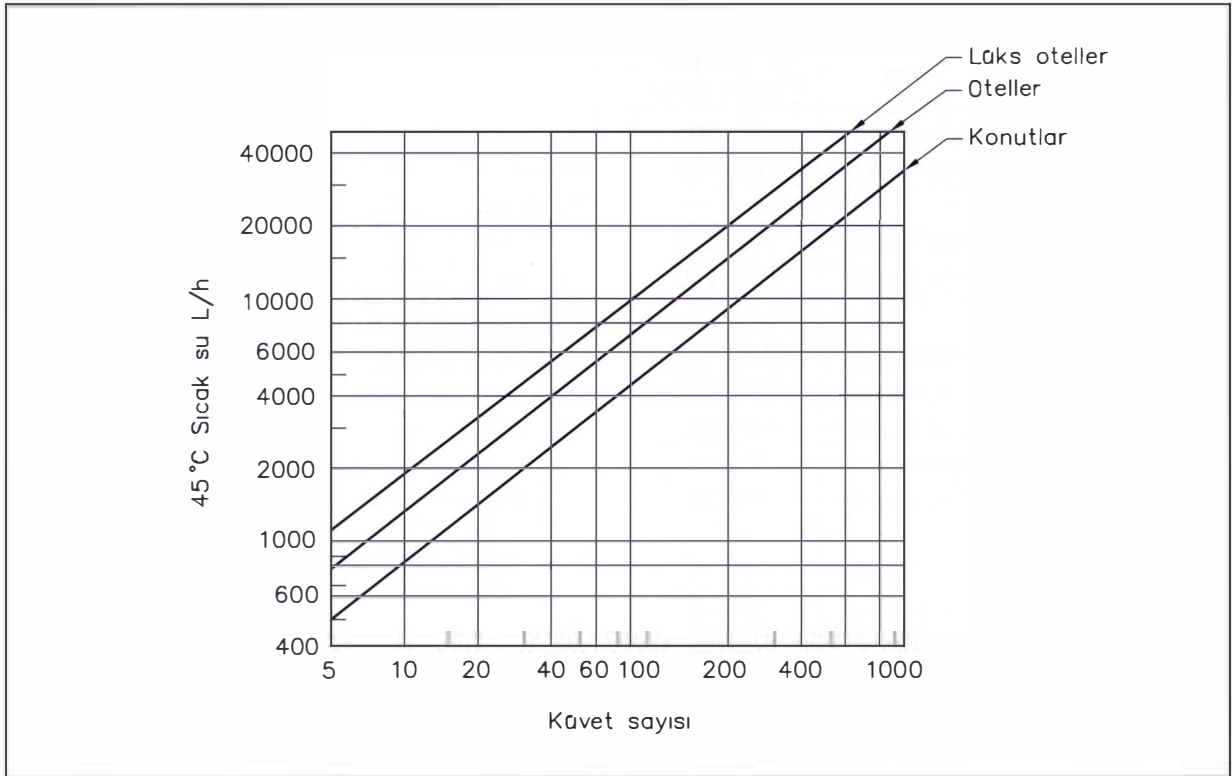
Küvetteki su sıcaklığı ise 40°C olarak verilmiştir.

Kullanım Yeri	Gün ve Kişi Başına (Litre)		Gün ve Kişi Başına Faydalı Isı (Wh)
	60°C	45°C	
Misafirhane			
Menü başına	4 - 8	6 - 12	250 - 500
Misafir başına	8 - 20	12 - 30	500 - 1.200
Otel			
Banyolu oda	100 - 150	140 - 220	6.000 - 9.000
Duşlu oda	50 - 100	70 - 120	3.000 - 6.000
Lavabolu oda	10 - 15	15 - 20	600 - 900
Yurt, pansiyon	25 - 50	35 - 70	1.500 - 3.000

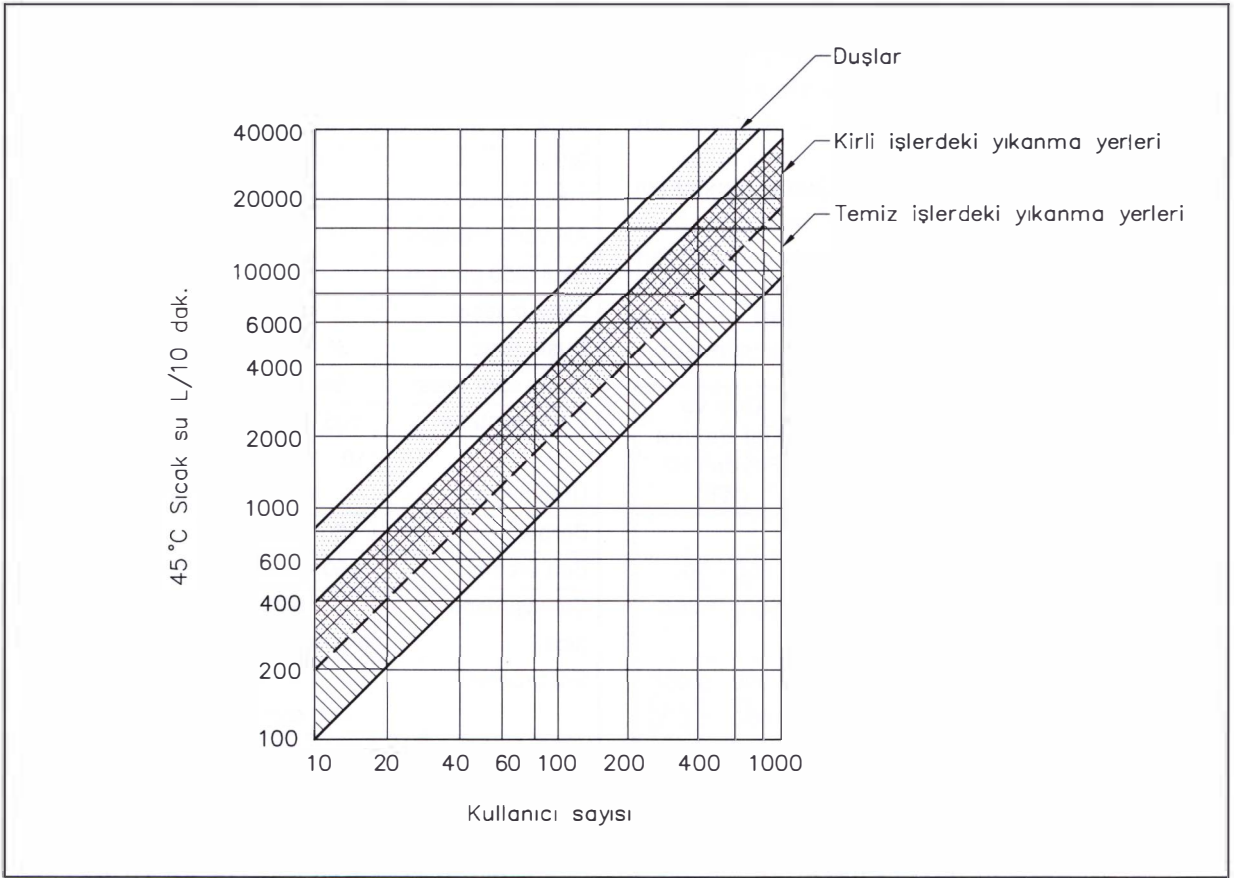
Tablo 26.36. OTELLERDE VE PANSİYONLARDA SICAK SU İHTİYACI

Kullanım Yeri	İhtiyaç	Sıcaklık (°C)
Hastane	100 - 300 l/gün.yatak	60
Kışla	30 - 50 l/gün.kişi	45
Büro	10 - 40 l/gün.kişi	45
Tıbbi banyo	200 - 400 l/gün.hasta	45
Alışveriş merkezi	10 - 40 l/gün.müşteri	45
Okul (250 gün/yıl)		
Duşsuz tesis	5 - 15 l/gün.öğrenci	45
Duşlu tesis	30 - 50 l/gün.öğrenci	45
Duşlu spor tesisi	50 - 70 l/gün.sporcu	45
Fırın, pastane	105 - 150 l/gün.müşteri	45
	10 - 15 l/gün.temizlik için	45
Üretim için	40 - 50 l/kg.un	70
Berber	150 - 200 l/gün.müşteri	45
Bira üretimi	250 - 300 l/100 litre bira	60
Çamaşırhane (ticari)	300 l/makina (makina kapasitesi=85 kg)	75
Süt ürünleri	1 - 1,5 l/litre süt I.M. 4000 - 5000 l/gün	75
Et mamülleri		
Üretimsiz	150 - 200 l/gün.müşteri	45
Üretimli	400 - 500 l/gün	

Tablo 26.37. OKULLARDA VE TİCARİ YAPILARDA SICAK SU İHTİYACI



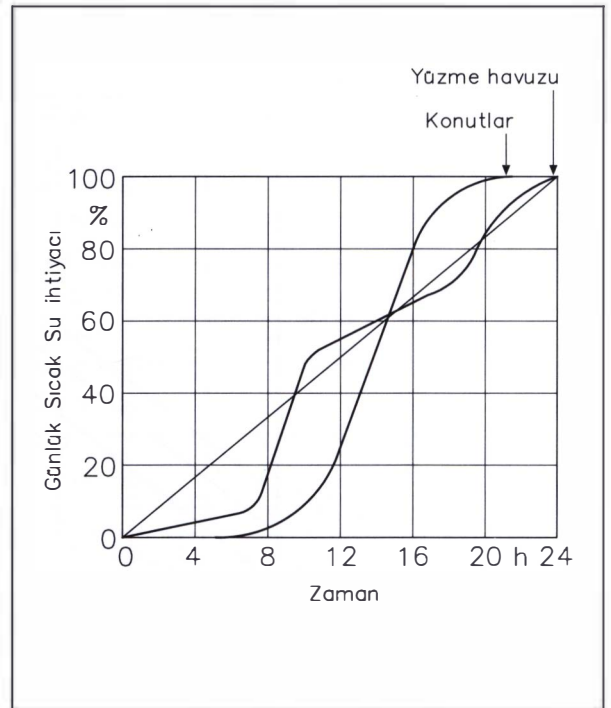
Şekil 26.38. KONUTLARDA VE OTELLERDE KÜVET SAYISINA BAĞLI OLARAK SICAK SU İHTİYACI (Duş halinde ihtiyaç %25 azalır)



Şekil 26.39. ENDÜSTRİYEL TESİSLERDEKİ YIKANMA VE DUŞ HACİMLERİNDE SICAK SU İHTİYACI

Kullanım Yeri	Birim	Su Tüketimi V (l/gün.birim)
Genel banyo	Müşteri başına	50 - 80
Sihhi banyo	Müşteri başına	200 - 400
Hastane		
300 yatağa kadar	Yatak başına	100 - 200
300 yatak üstü	Yatak başına	200 - 250
Otel, misafirhane		
Duşlu oda	Oda başına	50 - 100
Küvetli oda	Oda başına	200 - 300
Ortak mutfak	Oda başına	10 - 20
Kışla	Yatak başına	30 - 50
Büro	Masa başına	20 - 30
Endüstriyel tesis		
Yıkama	İşçi başına	10 - 15
Duş	İşçi başına	30 - 40
Sosyal konutlarda	Kişi başına	25 - 40
Genel konutlarda	Kişi başına	30 - 45
Özel konutlarda	Kişi başına	40 - 50
Villa tipi konutlarda	Kişi başına	45 - 60

Tablo 26.40. KİŞİ BAŞINA SICAK SU TÜKETİMİ



Şekil 26.41. APARTMAN BLOKLARI VE KAPALI YÜZME HAVUZLARI İÇİN SICAK SU KULLANIM DİYAGRAMI

XXVII. BÖLÜM

TEMİZ SU TESİSATI EKİPMANLARI

27.1. BORULAR

Temiz su tesisatında kullanılan borular kullanım amacına uygun, su kalitesini etkilemeyen ve korozyona dayanıklı malzemeden yapılmalıdır.

Borular, bağlantı parçaları (fittings) ve armatürler şebeke basıncına maruzsa, ancak basıncı 1 M Pa (=10 bar) değerine dayanıklı olmalıdır.

Temiz su tesisatında kullanılan borular malzemelelerine göre, galvanizli çelik boru, duktül demir boru, bakır boru ve plastik boru olarak sayılabilir.

Galvanizli çelik borular ve bağlantı elemanları ile ilgili olarak İsisan Çalışmaları No.65 Isıtma Tesisatı kitabında geniş olarak bilgi verilmiştir. Bu nedenle burada bu cins borular üzerinde durulmayacaktır. Genel olarak galvanizli borular geleneksel tesisat borularıdır. Mukavemetleri fazla, ağır, rijit ve kloza daha dayanıklı borular olarak bilinir.

Yeni malzemeler olarak bakır ve özellikle plastik korozyona dayanıklılıkları, hafif olmaları ve bazıların elastik olmaları ile tercih edilmektedir. Duktül demir borular ise uygun özellikleri dolayısıyla, özellikle şehir şebekelerinde kullanılır.

Galvanizli boru ömrü, galvaniz kalınlığına ve doğru kullanıma bağlı olarak, 10-50 yıldır. Bakır borularda ise (doğru tesis edilmiş olmak şartı ile) ömür 80 yıl mertebesinde. Plastik borular için standartlar 20°C sıcaklıkta ömrün 50 yıl olmasını öneriyor. Sıcaklık ve basınç arttığında bu ömür daha azdır. Örneğin döşemeden ısıtmada Alman normları plastik boru ömrünü en az 31 yıl olarak şart koşar. Yüksek yapılarda kullanılan plastik borunun ömrü, bir villadakinden daha az olacaktır.

Çevre açısından bakıldığında bakır %100 geri dönüşlü bir malzeme olduğu gibi, hurda değeri de çok yüksektir. Buna karşılık plastik borular bu açıdan büyük dezavantaj taşır.

27.1.1. BAKIR BORULAR

Bakır borular Türkiye’de daha çok küçük tesislerde kullanılır.

Çelik borulara göre daha pahalıdır; fakat hafif, montajları kolay ve korozyona dayanıklıdır.

Bakır Borulu Su Tesisatının Avantajları

- Hijyenik olması ve mikrop barındırmaması
- Korozyona daha fazla dayanıklılık
- Daha hafif tesisat
- Daha az ısı kapasite, dolayısıyla sıcak suyun tesisatta daha az soğuyarak hızla musluğa ulaşması
- Daha kolay tesisat yapımı

- Daha az sürtünme kaybı
- Kireç oluşumuna izin vermeme

Su tesisatlarında bakır ve çelik veya döküm malzemeyi birlikte kullanmak düşünülmemelidir.

Bu iki malzeme metal çifti oluşturur. Kullanma sıcak suyu tesisatında bakır boru ancak su akış doğrultusunda çelik ısıtıcılardan veya galvaniz borulardan önce kullanılabilir.

27.1.2. PLASTİK BORULAR

Plastik boruların tesisatta kullanımı yenidir. Isıtma tesisatında plastik borunun kullanımı daha sınırlıdır. 80°C sıcaklığın aşılması gerekir.

Bu alanda kullanım daha ziyade döşemeden ısıtmada yoğunlaşmıştır. Burada en önemli problem tesisatta bulunan cihaz ve elemanların demir ve çelik yüzeylerindeki korozyondur. Plastik boru boyunca oksijen difüzyonu, metal yüzeylerde korozyona neden olur. Bu sebeple ısıtmada kullanılacak plastik boruların oksijen geçirmez olması gereklidir. Aksi halde özel önlemler alınması gerekir.

Plastik Boruların Avantajları

- Kireç tutmaz, yabancı madde birikimine izin vermez. Dolayısıyla zamanla tıkanmaz.
- Korozyona dayanıklıdır.
- Kimyasal maddelere dayanıklıdır.
- Kolay döşenir (özellikle büyük uzaklıklarda).
- Üst yüzeyleri düzgündür.
- Güzel görünüşlüdür.
- Plastik yüzeylerde birçok cins mikro organizma ürememesine ve koku yapmama özelliği olmasına rağmen, plastik boruların hijyen açısından güvenilirliği tartışma konusudur.
- Ses ve gürültü açısından avantaj sağlar.
- Elektrik iletmez.

Plastik Boruların Dezavantajları

- Uzama katsayıları büyüktür. Örneğin bakıra göre yaklaşık olarak 10 kat daha fazla uzar. Bu nedenle tesisatta kompensatör kullanılmalı veya özel alüminyum kaplamalı plastik boru kullanılmalıdır.
- Kullanım sıcaklıkları sınırlıdır.
- Oksijen difüzyonu nedeniyle, özellikle sistemin çelik ve demir kısımları için tehlike yaratır.
- Darbelere karşı dayanıksızdır.
- Basınç dayanımı düşüktür.
- Açıkta güneş ışıklarına maruz kalınca, bazı tiplerinde ultraviyole ışınlarından etkilenme söz konusudur.
- Yangına dayanıksız olup, özellikle PVC yandığında zehirli gaz çıkarır.

PP ve PE yanma ürünleri zehirsizdir. Görüldüğü gibi plastik borularda dezavantaj oluşturan konular daha çok sıcak su ısıtma tesisatı ile ilgilidir. Bu nedenle soğuk su tesisatında plastik boru, çelik boruya göre önemli avantajlara sahiptir ve giderek daha çok kullanılmaktadır.

- Toprak altından geçen boru hatlarında, plastik boruların iç yapısında bulunan hacimsel boşluk nedeniyle, plastik boruların; hidrokarbon, sıvı ve gazları emmesi çok hızlı bir şekilde gerçekleşir. Esas tehlike ise, boru cidarı tarafından emilen bu maddelerin, boruların iç kısmına geçmesi, yani difüzyondur. Özellikle taşıma ve montaj sırasında dış kaplamaları zarar gören plastik borularda son derece hızlı bir şekilde gerçekleşen difüzyon, çok kısa sürede taşınan akışkanın kalitesinin yitirilmesine neden olur. Günümüzde alüminyum bariyerli, koruma kılışı plastik borularla difüzyonun önüne geçilebilmekte, ancak bu kez de ilk yatırım maliyetleri önemli ölçüde yükselmektedir. Bunun yerine duktül demir döküm boruların kullanılması daha iyi bir çözüm olmaktadır. Duktül demir döküm borularda gazların difüzyon ile boru içinde taşınan akışkana karışması mümkün değildir.

Plastik borular aynı anma çapında çelik boruya göre daha az iç çapa sahiptir. Bu durum boru hesaplarında dikkate alınmalıdır. Aynı debi ve anma çapında hızlar çok daha yüksek olacak ve bu pompa seçimi gibi pek çok noktayı etkileyecektir. Önemli Not: Plastik boru seçerken boru iç çapına dikkat edilmelidir.

Öte yandan plastik boru sistemlerinde kombi ve benzeri cihazlardan önce pislik tutucu konulması tavsiye edilir.

Plastik boruların ana ham maddesi polivinilklorid, polipropilen, polietilen ve polibütan olarak sınıflandırılabilir. Bir de özel plastik borular vardır.

27.1.2.1. Polivinilyclorid (PVC) Borular

PVC borular sert PVC ve yumuşak PVC şeklinde olabilir. Isıtılınca yumuşarlar. Zor tutuşur. 0°C'nin altında kırılmandır. 60°C sıcaklıklara kadar kullanılabilir.

Bu nedenle ısıtma tesisatında kullanılmaz. Daha çok temiz su ve esas olarak pis su tesisatında kullanılır. Kanserojen madde içerdiği düşüncesi ile temiz su tesisatında kullanımı giderek azalmaktadır. Isıl uzaması çok fazladır (çeliğin 7 misli). Isı geçirgenliği düşüktür. Çeşitli ticari isimlerde ve sarı, kahverengi, kırmızı ve cam göbeği gibi çeşitli renklerde. Fittings ve armatür yapılabilir. Boruların bağlantısı PVC-yapıştırıcısı, flanş ve vidalama ile yapılabilir. Bazı özellikleri *Tablo 27.1*'de görülmektedir. PVC borular hafif, orta ve ağır olarak et kalınlıklarına göre üçe ayrılır. Boru boyları 4-6 m olabilir.

27.1.2.2. Polietilen (PE) Borular

Bu borular da ısıtılıp çekilerek üretilir. Yüksek sıcaklıklarda yumuşarlar. Karbon siyahı katılarak kırılma önlenir. Sıhhi tesisatta en çok kullanılan plastik boru cinsi budur. PE borular soğuk su tesisatında, gaz tesisatında ve basınçlı hava tesisatında kullanılır. Borular kangal halinde çok büyük uzunluklarda bulunur. Böylece daha az sayıda fittings kullanımı ihtiyacı vardır, Kırılma değildir.

Yağa ve benzole karşı duyarlıdır. Yanabilir. Yumuşak ve sert PE olarak teslim edilebilir. PE-boru, özel işlemlerle moleküller arası çapraz bağlar oluşturarak, basınca dayanıklı hale getirilebilir. Buna PEX adı verilmektedir. Bu borular sıcak su tesisatında, özellikle döşemeden ısıtma uygulamalarında kullanılabilir. Müsaade edilen sıcaklık 80-85°C arasındadır. Bazı ürünler daha yüksek sıcaklıklara da dayanıklıdır.

27.1.2.3. Polipropilen (PP) Borular

Esas olarak PB borularla benzer özellikleri vardır. Özellikle ısıtma tesisatı için geliştirilmiş tipleri vardır. Buna (PPC) adı verilmektedir. Ancak soğuk su tesisatında karşılaşılan sıcaklıklarda, kırılma özelliği dolayısıyla, PP borular tavsiye edilmiştir. Avantajlı tarafı iyi kaynak yapılabilmesidir. Bağlantıları bu yüzden muşu kaynakla da yapılmaktadır. Sürekli çalışma basıncı 10 bar'dır. Sürekli çalışma sıcaklığı 60°C değerindedir ve kısa süreli çalışma sıcaklığı 95°C olmasına izin verilir. Yatay döşemede boru sac tava içinde uzatılmalı doğrudan asılmamalıdır.

Malzeme	PVC - Sert	PE - Sert
Yoğunluk (kg/dm ³)	1,40	0,92 - 0,95
Çekme Dayanımı (20°C'de bar)	500	160
Basınç Dayanımı (bar)	800	100
E - Modülü (N/cm ²)	300.000	2 - 100.000
Uzama (mm/mK)	0,08	0,15 - 0,20
Isıl Geçirgenlik (Wm/K)	0,16	0,3 - 0,4
Özgül Isı (kJ/kgK)	1,1	1,7 - 2,1

Tablo 27.1. PLASTİK BORULARIN ÖZELLİKLERİ

27.1.3. DUKTİL DEMİR BORULAR

Duktil borular sefero döküm tekniği ile üretilmiş pik borulardır.

Bu borular normal döküm pik borulara göre, yüksek mukavemet ve esneklik değerleri ile fark gösterir. Bu nedenle de 64 bar'a kadar basınçlı sıvı ve 1 bar'a kadar basınçlı gaz taşınmasına uygundur. Duktil demir boruların en belirgin özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

- Yüksek mukavemet değerine sahiptir.
- Yüksek aşınma dayanımına sahiptir.
- Uzun ömürlüdür.
- Sıcaklığa dayanıklıdır.
- Yanmaz.
- Korozyona dayanıklıdır.
- İyi bir ses yalıtımı sağlar.
- Hijyeniktir.

Duktil borular sahip oldukları bu üstün özellikleri ile geniş ölçüde aşağıda belirtilen alanlarda;

- Toprak altındaki şehir içme suyu dağıtım tesisatında
- Toprak altındaki bina temiz su tesisatında
- Bina pis su tesisatının her bölümünde (yangına karşı özel önlem almaksızın)
- Bina içi (özellikle yüksek yapılarda) yağmur suyu kolonlarında
- Toprak altı pis su tesisatında
- Toprak altı yağmur suyu kanallarında
- Endüstriyel atık suların ve korozif sıvıların taşınmasında
- Düşük ve orta basınçlı (1 bar'a kadar) gaz hatlarında kullanılırlar.

Bu kullanım alanları içinde özellikle yüksek yapılarda pis su ve yağmur suyu tesisatında basınca dayanımları, uzun ömürleri ve ses yalıtım özellikleri ile; toprak altındaki şehir içme suyu dağıtım hatları ve toprak altı temiz su tesisatında basınca dayanımları, uzun ömürlü ve hijyenik olmaları ile kullanımları rakipsizdir.

Ayrıca endüstriyel atık suların taşınmasında da korozyona dayanıklılıkları ile önemli bir avantaj sağlarlar ve çok kullanılırlar.

Duktil boruların birleşmesinde TYTON conta bağlantısı kullanılır.

Bu bağlantı emniyet yanında elastiklik sağlamaktadır. TYTON contalı muf bağlantısı 3°'ye kadar sapmalara izin vermektedir. 3° sapma 6 metre nominal boru boyunda 300 mm hat ekseninden uzaklaşma anlamına gelir.

Duktil demir boruların yüksek mukavemetli olması, daha düşük boyutlu fittings yapımına imkan verir.

Bu özellik kalabalık ve sıkışık büyük kentlerde yer tasarrufu açısından önem taşır. TYTON contalı muşu birleşme yanında şanslı birleşmeli tipleri de vardır.

27.2. ARMATÜRLER

Temiz su tesisatında kullanılan armatürler çeşitli gruplar halinde toplanabilir.

Bir armatürde aranan özellikler;

- Sızdırmaz şekilde kapanması (Damlatan bir musluktan yıllık su kaybı 8,7-149 m³ değerleri arasında olabilmektedir.)
- Büyük basınç düşümleri yaratmaması
- Gürültü doğurmaması
- Basınç şokuna neden olmaması
- Kolay servis verilebilmesi
- Korozyona dayanıklı olması
- Güzel görünüşlü olması
- Kolay montaj yapılması

gibi sıralanabilir.

27.2.1. AYIRMA VANALARI

Ayırma vanaları tesisatın bir bölümünü ayırmak, su akışını düzenlemek amaçları ile kullanılır.

Vanalar boşatmalı veya boşaltmasız, vidalı veya flanşlı bağlantılı olabilir.

Malzeme dökme demir, pirinç veya poliamid olabilir.

Vanaları aşağıdaki gibi ayırmak mümkündür:

- Sürgülü (Şiber) Vanalar
- Küresel Vanalar
- Kelebek Vanalar

27.2.2. MUSLUKLAR

Suyun kullanma noktasındaki açıp kapama elemanlarıdır. Sıcak su ve soğuk suda kullanıldığı gibi karıştırma bataryası biçiminde her iki amaçla da kullanılabilir.

Bu konvansiyonel musluk ve bataryalar dışında termik emniyetli veya termostatik bataryalar, otomatik musluk vb sayılabilir.

Termik emniyetli bataryalarda su sıcaklığı sınırlıdır ve kullananları, haşlanmaya karşı emniyete alır. Termostatik bataryalarda istenilen su sıcaklığı kafa üzerinde ayarlanır ve batarya kendiliğinden bu ayarlanan sıcaklıkta su verir.

Musluğun daha fazla veya az açılması ile sıcaklık değişmez.

Kontrol termostatik veya hidrolik olabilmektedir. Termostatik bataryaların merkezi olanları da vardır. Bu durumda merkezi olarak sıcak ve soğuk suyu karıştıran bataryadan birden fazla kullanma yeri beslenir.

Özellikle fabrikalar gibi sıra yıkanma yerlerinde kullanılır.

Musluklar ve bataryalar genelde 10 bar basınca dayanacak şekilde imal edilir.

Ancak projelendirmede akma basıncı 10-20 mm üstüne geçmemesini tavsiye edilir (Basınç düşürücü kullanarak).

27.2.2.1. Akış Kontrollü (Kendiliğinden Açılan ve/veya Kapanan Otomatik) Musluklar

Bu musluklar büyük ölçüde su kullanımının olduğu fabrika, işyeri gibi yerlerde ve genel tuvaletlerde el yıkama ve duşlarda kullanılır.

Belirli bir miktar su aktıktan sonra kendiliğinden kapanır.

Su tasarrufu sağlamaya yöneliktir.

Ayrıca hijyen amaçlı olarak (pisuvar ve klozetlerin temizliği için) tercih edilen, genel tuvaletlerde elektronik veya optik olarak kendiliğinden çalışıp, belirli miktarda su veren musluklar da bu sınıfta düşünülebilir.

Otomatik musluklar hidrolik, elektrik veya elektronik olarak kumanda edilir.

27.2.2.2. Su Akış Miktarı Regülatörleri

Lavabolarda ve duşlarda akan su miktarını sınırlamak üzere kullanılırlar.

Bu cihazlar bataryanın veya musluğun ucuna takılır. Değişen basınç değerlerinde akan su miktarının hep aynı kalmasını temin eder.

Böylece su basıncının değişken olduğu yerlerde su akışındaki düzensizlikler önlenirken; aynı zamanda su miktarı üstten sınırlandırıldığından, musluk ne kadar açılırsa açılınsın ve basınç ne kadar değişirse değişsin, musluktan daha fazla su akmaz ve tasarruf sağlanır.

27.2.2.3. Emniyet Armatürleri (Basınç Düşürücüler)

Emniyet elemanları tesisatın emniyetli çalışmasını temin ederler.

Bu armatürlerde mutlak fonksiyon güvenilirliği istenir.

Eğer sistemde veya bir bölümünde basınç yüksek ise, korunmak istenen kısmın önüne bir basınç düşürücü konulur.

Böylece bu elemandan sonraki tesisat bölümünde ayarlanan basınç sürekli korunur.

Villa tipi bağımsız yapılarda doğrudan şehir şebekesine bağlantı yapıldığında basınç düşürücü su saatinden hemen sonra monte edilir.

Yüksek bloklarda ise her katın girişinde bir basınç düşürücü kullanmak en uygun çözümdür.

Yalnız sıcak ve soğuk su girişinin ayrı ayrı olduğu merkezi uygulamalarda her iki hat üzerinde de aynı karakterde basınç düşürücüler olmalıdır.

Aksi halde bataryada dengesizlik ortaya çıkar.

27.2.2.4. Çek Valfler

Suyun tek yönde akışını sağlar ve dolayısıyla geri dönüşü engeller.

Çek valfler, sıhhi tesisatta daha çok suyun geri tesisata kaçmasını önlemek üzere kullanılır.

27.2.2.5. Havalıklar ve Vakum Kırıcılar

Tesisatın havalandırılması için kullanılırlar.

Bu elemanların tesisattaki havayı dışarı atmak için olanlarına hava atıcı (pürjör) adı verilebilir.

Tesisata hava emmek için kullanılan elemanlara ise vakum kırıcı adı verilir ve sifon olayını önlemede kullanılırlar.

Ayrıca hem hava atmak ve hem de hava almak amacıyla kullanılabilecek havalıklar bulunmaktadır.

27.2.2.6. Şok Absorberler

Temiz su tesisatında bulunan bas rezervuarlar, otomatik kapama vanaları ve küresel vanalar gibi ani kapayan musluk ve vanalar, sistemde su koçu adı verilen bir basınç dalgası yaratırlar.

Bu basınç dalgasında basınç 50 bar değerinin üzerine çıkabilir ve bunun sonucunda contaların bozulması hortumların tahribi, boru bağlantılarının oynaması, seramik disklerinin kırılması vb gibi tesisatta zararlar ortaya çıkar.

Ayrıca su koçu rahatsız edici bir darbe sesi oluşturur. Su koçunun oluşmasında ani kapayan vanalar kadar; boru uzunluğu, boru çapının küçüklüğü ve su hızı da etkilidir.

Su koçunun önlenmesi için sisteme konulan basınç düşürücüler etkili değildir.

Bu amaçla tesisatta şok absorberleri kullanılmalıdır.

27.3. TESİSATIN DOLDURULMASI VE TESTİ

- Tesisattaki bütün vanalar kapalı duruma getirilir.
- Tesisat doldurulurken önce ana vana çok az açılır. Kuvvetli basınç darbelerinden sakınmak için, boru hatlarının en yüksekte ve en uzakta bulunan kullanma yerinden dikkatlice havası alınır.
- Her zonun vanası açılarak ayrı ayrı test yapılır.
- Sistemi devreye alırken de aynı işlemler tekrarlanır.
- Binadaki bütün boru tesisatı öngörülen en yüksek basıncın en az 1,3 misli basınçta 10 dakika süre ile sızdırmazlık su basınç testine tabii tutulur. Bu süre içinde hiçbir sızdırma olmamalı ve basınç da düşmemelidir. Eğer basınç testinin izlendiği manometrede basınç düşerse, sızıntı olduğu anlaşılır. Sızıntı olan boru hattı kontrol edilip sızıntı olan yer yeniden sıkılmalı veya değiştirilmelidir.
- İşletmeye ve kullanıma başlamadan önce bütün tesisat yıkanmalı, boruların içinde bulunan yabancı maddelerden arındırılmalıdır.
- Yeni döşenmiş hatlar veya yeni kurulan tesisat hastalıklarına karşı hijyen yönünden kontrol edilmelidir.
- Kullanılmayacak hatlar kapatılmalı ve donmaya karşı boşaltılmalıdır.

XXVIII. BÖLÜM PİS SU TESİSATI

Atık suları, pis su ve yağmur suyu olarak ikiye ayırmak mümkündür. Pis su tesisatı şehir kanalizasyon şebekesine bağlanır.

Yağmur suyu ise ayrı bir tesisatla toplanıp, şehir yağmur suyu kanalizasyonuna bağlanmalıdır. Ancak Türkiye'de pek çok yerde ayrı yağmur kanalı olmadığından, yağmur suyu tesisatının da kombine sistem olarak pis su kanalizasyonuna bağlanması söz konusudur.

Pis su tesisatı kanalizasyona bağlanmadan, eğer zararlı madde içeriyorsa, önce ayırıcılardan geçilerek temizlenir (Örneğin; yağ ayırıcı, benzin ayırıcı vs) sonra kanalizasyona bağlanır.

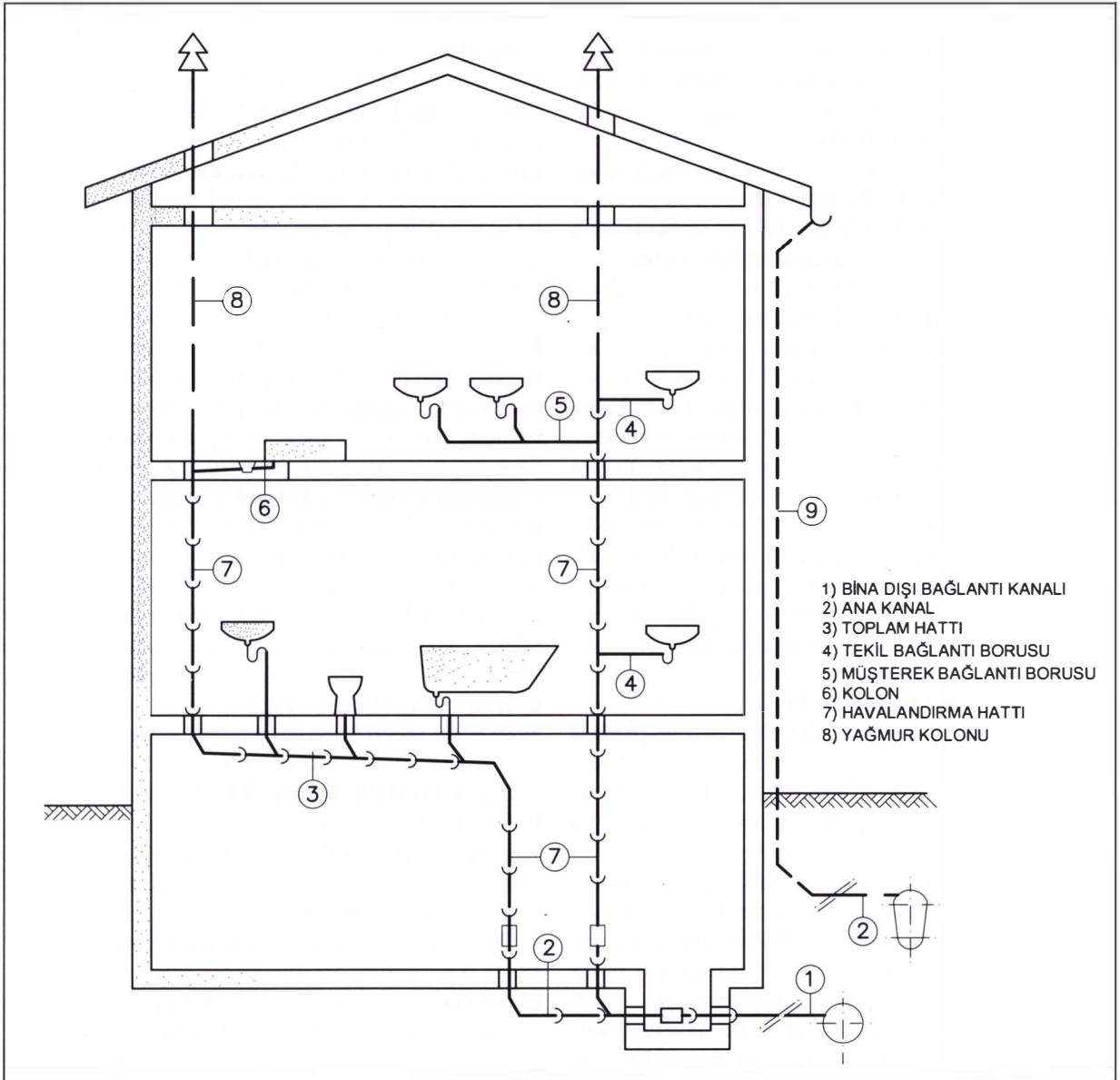
Yatay pis su borularına genel olarak akış yönünde bir eğim verilir. Böylece;

- Doğal akış mümkün olur,
- Çürümeye elverişli maddelerin yığılması ve suyunu kaybetmesi önlenir.

Yatay kanallardaki hız en az 0,4 m/s ile 1,0 m/s arasında olmalıdır.

Bina pis su tesisatı Şekil 28.1'de şematik olarak görülmektedir. Buna göre tesisatın bölümleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a. Bina Dışı Bağlantı Kanalı: Bu kanal yeraltında döşeli olup, genellikle binadaki son rögardan veya



Şekil 28.1. PİS SU TESİSATININ ELEMANLARI (DIN 1986)

bina sınırından şehir şebekesine kadar uzanır. Donma ya ve üzerinden trafik geçiyorsa basınca karşı önlem alınmalıdır.

b. Ana Kanal: Bina altında gömülü pis su boru tesisatı (kanalı) olup, binadaki pis suyu toplayıp, bina dışı bağlantı hattına taşıyan borulardır. Dondan korunması için gerekli önlemler alınmalıdır. Genellikle 0,8-1,2 metre derinlikte gömülmüştür. Temiz su bağlantı hatları kanalizasyondan en az 1 metre uzakta döşenmelidirler.

c. Toplama Hatları: Yer üstünde açıktan geçen hatlar olup, genellikle kat betonu altından ilerler. Temel etkilerinin dışındadır.

d. Kolonlar: Dikey tesisat boruları olup çatı üstünden havalandırılırlar. Bunlar pis suyu veya yağmur suyunu alır, ana kanal veya toplama hattına iletirler. Boru çapı en altta debinin en fazla olduğu nokta için belirlenir ve hiç değiştirilmeden bütün katlarda aynı kesitte yükselir. Pis su kolonlarına kesinlikle yağmur suyu bağlanmamalıdır. Kolon boruları havalandırma biçimine bağlı olarak hesaplanır.

e. Kolona Bağlantı Hatları:

f. Kolon hattına 87° kol birleşme ile bağlanırlar. Böylece yatay olan bağlantı hatları 3° akış yönünde eğime sahiptir. Bağlantı hatları tek bir gereci kolona bağlıyorsa, buna tekil veya özel bağlantı borusu hattı denir. Eğer bir kaç gereci toplayarak kolona bağlıyorsa müşterek bağlantı hattı adı verilir.

g. Temizleme Kapakları ve Rögarlar: Kolonların temizlenebilmesi ve kontrolü için bodrum kat döşemesinin yaklaşık 300-500 mm üzerinde (veya yatay boruya geçişten yaklaşık 1 metre yukarıda) düşey kolon borusu üzerine temizleme kapakları monte edilmelidir. Daha sonra tekrar ifade edileceği gibi, ayrıca, döşeme altı yatay tesisatta yön değiştirmeden önce kuru rögar (temizleme kapağı) oluşturmalı veya yön değiştirmeler yağ rögarlar yardımı ile yapılmalıdır. Uzun düz geçişlerde de yatay ana tesisatta rögar kullanılmalıdır. Temizleme kapakları gaz ve su sızdırmaz olmalıdır.

h. Havalandırma Boruları: Pis su tesisatının havalandırmasını temin ederler. İlgili bölümde geniş olarak anlatılmıştır.

i. Yağmur Suyu Kolonları: Genellikle bina dışından iner. Toplanan yağmur suyunu, yağmur suyu giderine ulaştırır.

j. Pis Su Çukuru: Eğer şehir kanalizasyon şebekesi seviyesi, binadaki en düşük seviyeli kullanım yerinden daha yüksekseyse, binada en alt seviyede (bodrumda) bir pis su çukuru oluşturulur. Kanalizasyon seviyesinin üzerinde toplanan pis sular, doğrudan kanalizasyona doğal akışla akacak şekilde bağlanır. Daha alt seviyedeki pis sular ise, çukurda toplanır ve buradan kanalizasyona pompa ile basılır.

28.1. PİS SU TESİSATI TASARIM İLKELERİ

28.1.1. GENEL

a. İlgili yerel yönetimin kanalizasyon idaresi ile temas kurarak; yağmur suyu, pis su ya da birleşik kanalizasyon şebekesinin bulunup bulunmadığı belirlenmelidir. Bütün elverişli kanalizasyonlar için; yerleri, kapasite ve derinliklerini gösteren resimler sağlanmalı, kanalizasyon bağlantıları hakkında yasa, yönetmelik ve yerine getirilmesi gereken hususlar belirlenmelidir.

b. Binalarda yağmur ve pis suyunun birleşik boru tesisatına göre tasarlanması uygun olmayıp, yağmur ve pis su tesisatı tümüyle birbirinden bağımsız olarak döşenmeli ve ayrı ayrı kanalizasyon şebekesine bağlanmalıdır.

c. Çiftli pis su pompası veya ejektorlerinden en az bir grup, mümkünse bina emniyet elektrik şebekesinden enerji alacak biçimde bağlanmalıdır. Sabit bir drenaj miktarının kritik olduğu ve emniyet elektrik tesisatının (generator) bulunmaması halinde dizel motoru ile çalışan üçüncü bir pis su pompası kullanılmalıdır.

d. Boşaltma gerektiren HVAC ekipmanlarına olanak oranında yakın yerlerde yer süzgeci bulunmalı ve boşaltma tesisatı oluşturulmalıdır.

e. Pis su boruları; mutfakların yemek hazırlama, yemek servisi ya da besin maddelerinin depolandığı alanların tavanlarından geçirilmemelidir.

f. Sistemin temizlenmesi gerek gösteren yerlerde yeteri kadar temizleme kapağı yerleştirilmeli, bütün temizleme kapakları projede gösterilmelidir. Gömme boruları temizleme kapağı olan yerde açığa almak ya da asma tavanlardan geçen boru tesisatında bulunan temizleme kapaklarını, üst kat döşemesindeki kapak plakasına kadar uzatmak yerinde olur.

g. Çatıdaki yer süzgeçleri ve havalandırma bacaları doğru işlev görebilmeleri için çatıdaki korkuluk duvarları ve bacaların 300-400 mm uzağına yerleştirilmeli, havalandırma boruları en az 100 mm çapında yapılmalıdır.

h. Isıtılmamış alanlardan geçen ve aksi halde donma tehlikesine maruz kalacak borular yalıtılmalıdır.

28.1.2. YAĞMUR TESİSATI TASARIM İLKELERİ

a. Bütün çatılar, balkonlar, teraslar vb yerler doğal akışla şehir pis su şebekesine veya diğer bir atık su sistemine boşaltılmalıdır.

b. Bütün site içi yollar ve kaldırımlar rögarlara doğal akışla boşaltılmalıdır.

c. Çatıdaki boşaltma ağızları bazen mimar tarafından yerleştirilir. Bu durumda çatı boşaltma elemanları işlev görebilmeleri açısından kontrol edilmelidir. Balkon, gölgelik gibi yerlerde bu durum son derece önemlidir. İdeal yerleri dörtte bir noktalardır. Boşaltma eleman-

larından kolonlara ve ana hatlara yapılan bağlantılar olanaklı en kısa uzunlukta olmalıdırlar. Yüksek binalarda üst kat tavanlarında daha fazla yatay boru kullanılarak kolon adedi azaltılmalıdır.

- d. Garaj sularının drenajı için öngörülen pis su çukurları sızdırmaz ve havalandırmalı düşünülmalıdır.
- e. Garaj suları yakındaki bir dereye veya göle gönderiliyorsa, giriş noktasında yağ ayırıcı bulunmalıdır.
- f. Geri akış olasılığı olan yerlerde çek valf konulmalıdır.
- g. İç mahaller ve geçit yolları için boşaltma süzgeçleri kullanılmalı ve bunlar sifonlu tip olmalıdır.

28.1.3. PİS SU TESİSATI VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ TASARIM İLKELERİ

- a. Yer seviyesinin üzerinde bulunan ve drenaj gerektiren bütün tesisat apareyleri ile ekipman doğal akışla pis su şebekesine ya da diğer bir atık sistemine boşaltılmalıdır.
- b. Yer seviyesinin altında bulunan ve drenaj gerektiren bütün tesisat apareyleri, boşaltma elemanları ve ekipman bir pis su çukuruna boşaltılmalı, buradan pompalar yardımı ile pis su şebekesine basılmalıdır.
- c. Ondan fazla katlı binalarda, bodrum kattaki aparey bağlantıları doğal akışlı sisteme değil ejektör sistemine bağlanmalıdır.
- d. Yirmi kattan fazla olan binalarda, ikinci ve üçüncü kattaki sıhhi tesisat apareyleri her biri ana kolona bağımsız olarak bağlanan alt kolonlara bağlanmalıdır.
- e. Üst ve alt katları ara katlara göre farklı yerleşime sahip binalarda, (genellikle üstte ve altta birbirinden çok farklı kolon ve bağlantı yerlerine gerek gösteren) drenaj sistemini iki ayrı zonda düşünmek gerekir. Birincisi üst kattaki apareylerin toplanarak sokaktaki pis su şebekesine bağımsız olarak verilmesini sağlayan sistem, diğeri ise, alt katlardaki apareylerin boşaltıldığı, havalık tesisatı olan ve ilgili zonun tavanından geçerek şebekeye bağlanan sistem. Bu uygulama kolon çaplarının aşırı büyümesine ve alt kolon bağlantılarına yol açmayacaktır.
- f. Apareylerin gelişi güzel dağıtıldığı bir binada, kolonların, kolon niteliğini kaybettiği bir noktaya kadar kıvrılması eğilimi vardır. Oysa kolonlar, binada olanak oranında kıvrımsız ve düz biçimde geçirilmeli, sadece mimariden kaynaklanan nedenlerle minimum sayıda dirsekle döşenmeli; aparey grupları branşmanlarla bu kolonlara bağlanmalıdır.
- g. Genellikle aşağıda belirtilen yerlerde yer süzgeci uygulanmalıdır:

- Pompalara, soğutma kompresörlerine, hava kompresörlerine, vakum pompalarına, kazanlara, su ısıtıcılarına ve klima ekipmanına yakın yerlerde
- Mutfaklarda, otomatik bulaşık makineleri, büyük buzdolapları ve buharlı tencerele yakın yerlerde ve diğer gerekli yerlerde
- Tuvaletlerde sadece mimar ve iş sahibinin talep etmesi halinde

28.1.4. GARAJ DRENAJ VE HAVALIK SİSTEMLERİ TASARIM İLKELERİ

- a. Garaj alanlarını, arabalardan akan suyu boşaltacak, sprinkler yangın suyunu alabilecek, yerlerin hortumla yıkanmasına olanak verecek kapasitede boşaltma elemanları ile donatmak gerekir.
- b. Garaj boşaltma süzgeçleri; pis su şebekesi ya da pis su çukuruna bağlanmadan önce bir yağ ayırıcıya bağlanmalıdır.
- c. Garajdaki yer süzgeçleri, ısıtılmayan ya da dış mahal garajlarında sökülebilir çökeltme kova ve cepleriyle donatılmalıdır.
- d. Garaja giriş-çıkış için kullanılan rampaların girişinde ve alt kısmında rampanın tam genişliğini kapsayan ızgaralı hendek turu boşaltma kanalları kullanılır. Iızgaralı boşaltma elemanları mimarın tercihine göre bölmeli dökme demir veya beton kanallı, demir ızgaralı türden olabilir.
- e. Döşemedeki boşaltma süzgeçleri, hortumla yıkanması halinde akışın kendiliğinden gerçekleşeceği biçimde ve mimar tarafından on görülmüş olan eğimle döşenmelidir.
- f. Garaj boşaltma süzgeçleri minimum 100 mm çapında seçilmelidir.
- g. En düşük seviyedeki iki ya da daha çok boşaltma süzgecini toplayan yatay tesisat 2 süzgeç için en az 125 mm, üç ve daha fazla boşaltma için 150 mm seçilmelidir.

28.2. PİS SU BORULARINDA HAVALANDIRMA GEREKSİNİMİ

Pis ve kirli sularda ve bunları taşıyan borularda sağlığa zararlı ve rahatsız edici gazlar ve kokular bulunur. Bu gazların yaşam mahallerine sızmalarının önüne geçilmesi gereklidir. Bu amaçla pis su tesisatında, su akıtılan bütün sıhhi tesisat gereçlerinde sifon kullanılır. Çeşitli tip sifonlar mevcuttur (*Şekil 28.2*). Sifonun temel işlevi, içinde bulundurduğu belirli yükseklikteki su kolonu tarafından gerçekleştirilir. Sifondaki su kolonu, pis su borularındaki gazları ve kokuları yaşam mahallerinden izole eder. Dolayısıyla pis su, kirli su borularındaki kokuların yaşam mahallerine sızması sifondaki bu su perdesi tarafından önlenir. Bir sifonun başarılı bir şekilde çalışmaya devam edebilmesi için sifondaki bu su, muhafaza edilmelidir. Sifondaki su tabakasının yüksekliği normal halde 50-100 mm olur. 50 mm yüksekliktekiler normal sifon, 100 mm yüksekliktekiler derin sifon olarak isimlendirilir. *Tablo 28.3*'te çeşitli kullanma yerleri için tavsiye edilen sifon boyutları verilmiştir. Uzun süre kullanılmadan dolayı su sütununun buharlaşarak azalması göz önüne alınmazsa, basit bir sifonda *Şekil 28.4*'te görüldüğü gibi, su oda tarafının uyguladığı p_1 basıncı ile pis su borusu içindeki hava ve gazların uyguladığı p_2 basıncı arasında dengededir. Normal halde $p_1 = p_2$ olacağından sifondaki su sütunu durgundur ve muhafaza edilir.

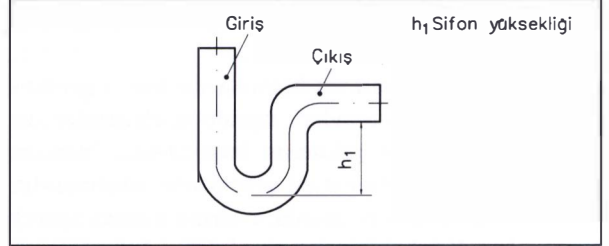
Rüzgar, kapıların hızla kapanması, çalışan aspiratör veya vantilatör gibi nedenlerle oda tarafındaki p_1 basıncı değişebilir ve bu, sifondaki suda çalkantılar yaratır. Ancak bu nedenle kaybolan su sifonun fonksiyonunda herhangi bir aksama yaratmaz.

Esas önemli basınç değişimleri pis su boruları tarafından p_2 basıncında meydana gelir ve üzerinde durulacak asıl konu da budur.

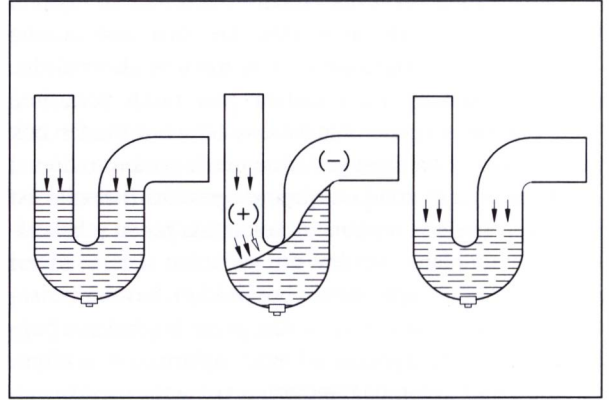
Pis su bağlantı borularında ve kolonlarda normal olarak suyun akışı bütün boru kesitini kaplamaz. Su bir taraftan akarken, boru kesitinin diğer bölümünden hava ters yönde geçerek basınç dengelemesini sağlar. Ancak özellikle hela gibi gereçlerden bir anda büyük miktarda suyun boşalması halinde ve boru kesitleri yetersizse, suyun boruda ve özellikle kolonlarda hareketi bir piston etkisi yaratır. Bu piston etkisiyle, pistonun gerisinde vakum ve pistonun önünde basınç meydana gelir. Eğer bu piston ön ve arkasından yeterli bir biçimde havalandırılmazsa, 1.000 mmSS değerlerine kadar ulaşabilen basınç değişimlerine neden olur. p_2 basıncında bu mertebelere varan basınç değişimi, rahatça takdir edilebileceği gibi, sifondaki suyu emer veya basınç halinde suyu gereçten fıskurtur. Bir başka önemli basınç değişimi ise, kolonlardan hızla inen suyun, keskin dirseklerle yatay borulara geçişinde ortaya çıkar. Yatay boruda hızın birden düşmesi ile, kinetik enerji statik basınç enerjisine dönüşerek, burada boru içindeki basıncı artırır. Bu olay kolonlardan yatay borulara geçiş bölgelerinde veya yön değiştirmelere yakın bağlanan gereçlerin sifonlarında etkili olur.

Sifondaki suyun kaybolmasına neden olan olaylar Şekil 28.5, 6, 7 ve 8'de şematik olarak gösterilmiştir. Bütün kesiti dolduracak şekilde suyun akması, sıra tuvaletlerdeki bütün kesiti dolduran müşterek borudaki suyun diğer sifonlarda yarattığı kısmi vakum, dirseklerdeki geri basınç veya sıkışma, ip parçalarının neden olduğu fitil etkisi bu şekillerde açıklanmıştır. Buna göre, sifonlardaki suyun kaydedilmemesi için pis su boruları iyi boyutlandırılmalı ve havalandırma ile ilgili gerekli önlemler alınmalıdır. Bu açıdan özellikle kritik olan bölgeler, aynı boruya bağlanan dizi halindeki kullanma yerleri ve kolonların yön değiştirdiği bölgelerdir.

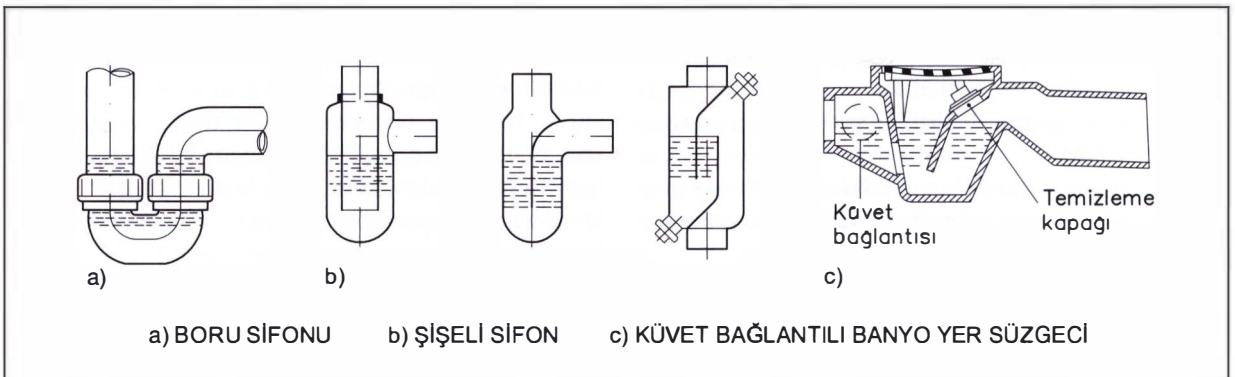
Sihhi tesisat cihazları	Q_{smax} L/s	h_1 mm	YD	Çıkış DN
Klozet	2,3	50	2,5	100
Bide	0,6	60	0,5	32/40
Duş	0,6	50	1,0	40/50
Pisuvur	1,1	60	0,5	50
Banyo kâveti	1,1	50	1,0	40/50
Eyve	1,1	60	1,0	40/50
Teras bodrum yer süzgeci	1,2	60	1,0	50
Teras bodrum yer süzgeci	1,7	60	1,5	70
Teras bodrum yer süzgeci	2,2	60	2,0	100
Banyo yer süzgeci	1,2	50	1,0	50
Banyo yer süzgeci	1,7	50	1,5	70
Yağmur suyu ızgarası		100		
Benzin ayırıcı		100		



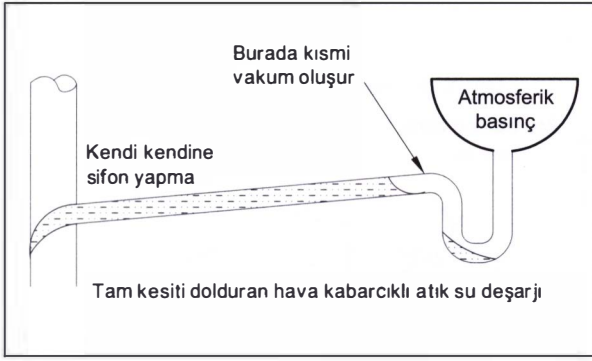
Tablo 28.3. SİFON BOYUTLARI



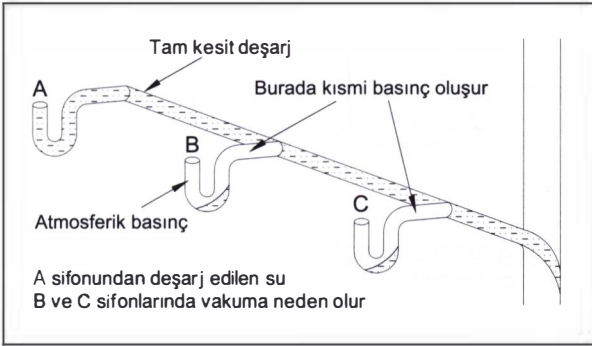
Şekil 28.4. KÜÇÜK BASINÇ DEĞİŞMELERİNDE SİFONDAKİ SUYUN DURUMU



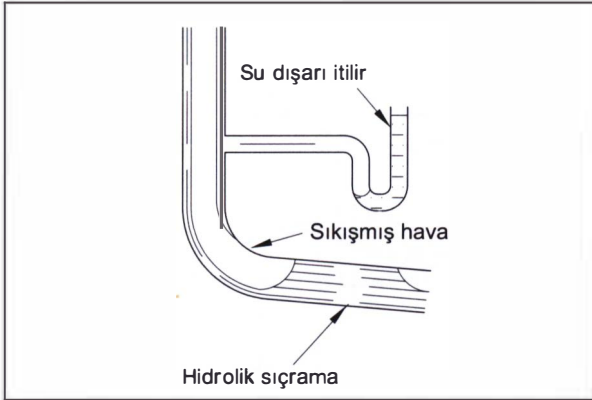
Şekil 28.2. SİFONLAR



Şekil 28.5. KENDİ KENDİNE SIFON



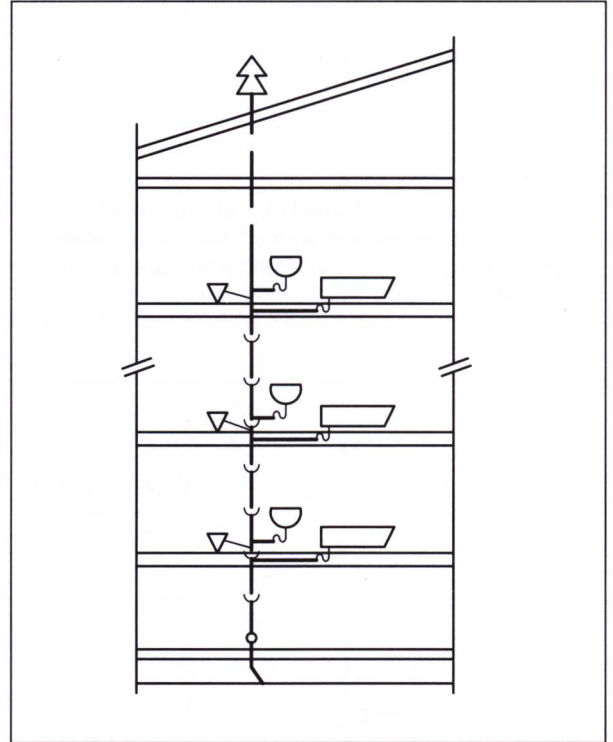
Şekil 28.6. BAŞKASI TARAFINDAN SIFON



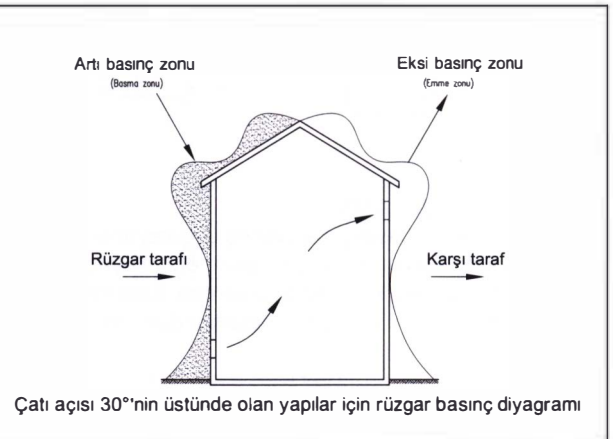
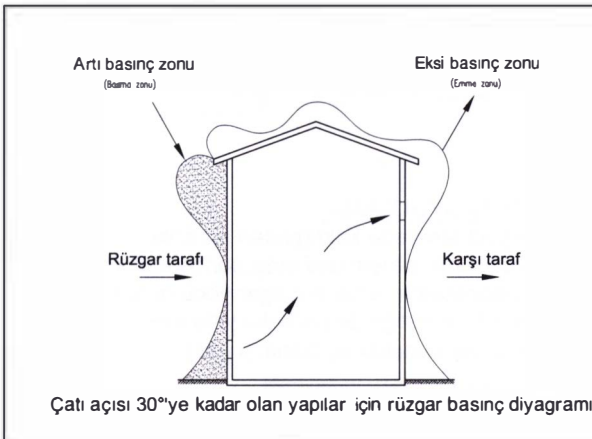
Şekil 28.7. GERİ BASMA VEYA SIKIŞTIRMA

28.2.1. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

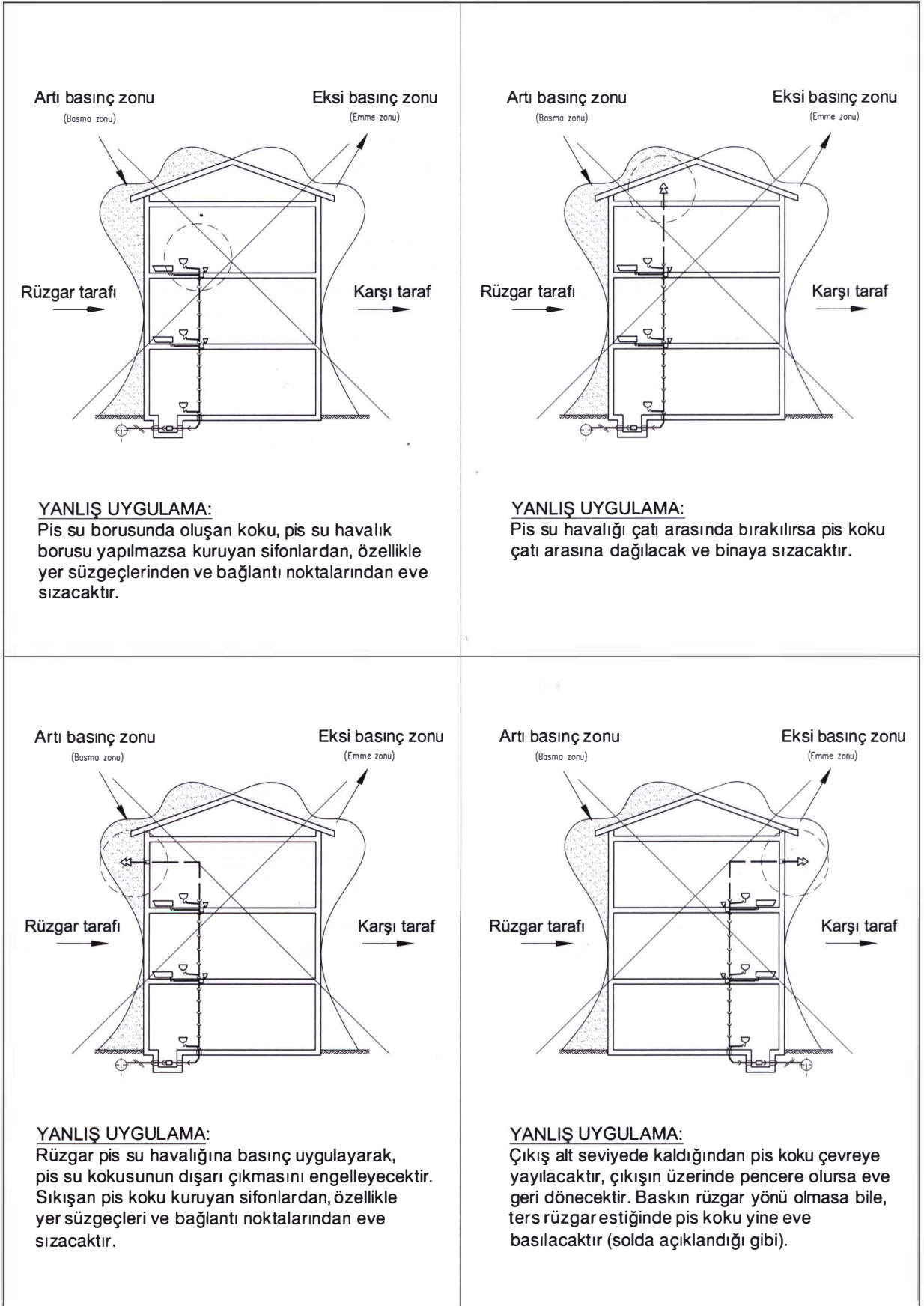
Pis su tesisatında su ile beraber hava da dolmaktadır. Bu pis havanın da dışarı atılması gerekir. Bunun için pis su tesisatının en üstünden bir havalık hattı çatıya kadar çıkarılır. Eğer bu hat çekilmez ve en üst katta tesisat bitirilirse, bu durumda tesisattaki oluşan pis koku bağlantı noktalarında, kuruyan sifonlardan ve özellikle süzgeçlerden binaya kaçacaktır. Aynı şekilde çatı arasına bırakılırsa da, çatı arasına dolacak oradan da binaya. Bu yüzden pis su havahğının çatıya kadar çıkarılması gerekir. Bina üzerindeki havahğın yerleşiminde ise bina üzerindeki rüzgar etkisi göz önünde bulundurulmalıdır (Şekil 28.9). Havahğ, rüzgarın oluşturduğu artı basınç zonu dışına çıkacak şekilde yükseltilmelidir (Şekil 28.10A ve B).



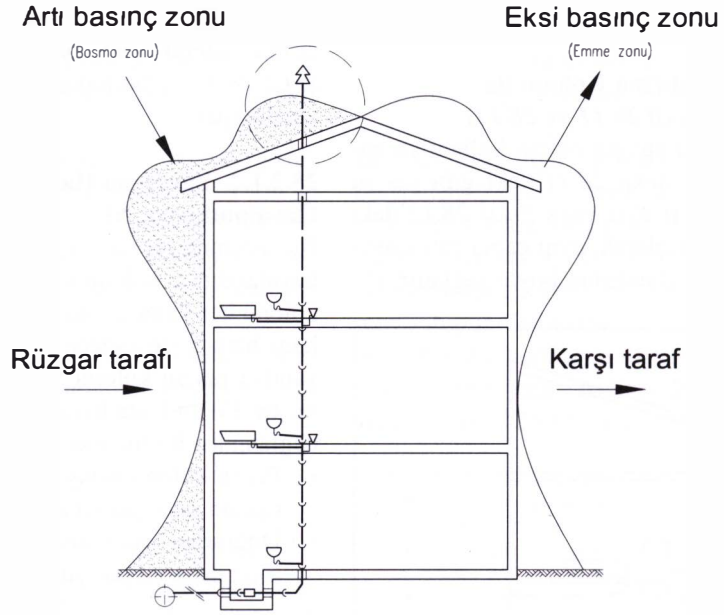
Şekil 28.8. ANA PİS KOLONU İLE HAVALANDIRMA



Şekil 28.9. BİNA ETRAFINDA RÜZGARIN YARATTIĞI BASINÇ DAĞILIMI

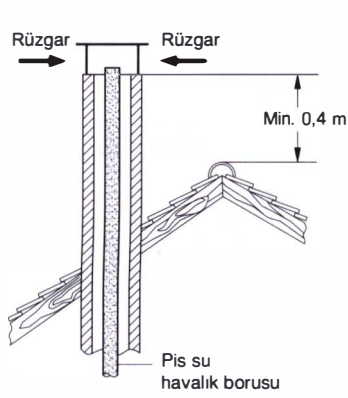


Şekil 28.10A. PİS SU HAVALIĞININ ÇATIDAKİ YERLEŞİMİ

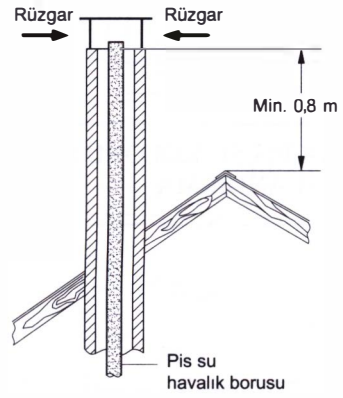


DOĞRU UYGULAMA:

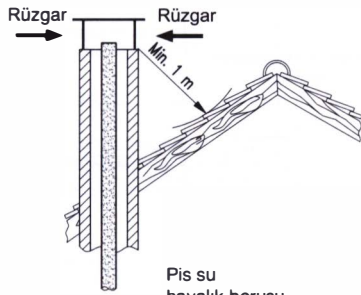
Pis su havallığı, kokunun tam tahliyesi için bina dışına çıkarılırken rüzgar etkisi göz önünde tutulmalıdır. Havalık mahyayı 80 cm geçecek şekilde veya çatıyı dik açıyla 100 cm yükselecek şekilde (kalfifer bacaları gibi) yapılmalıdır.



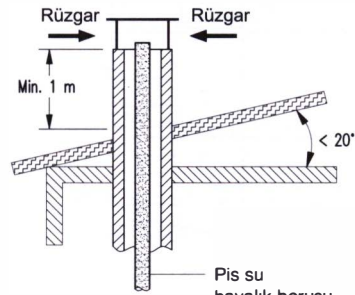
Çok eğimli kiremit çatılarda
baca ağı mahyayı geçmelidir.



Çok eğimli kiremit kaplı olmayan çatılarda
baca ağı mahyayı en az 80 cm geçmelidir.



Mahyadan uzaktaki baca ağızları
(sadece kiremit kaplı çatılarda).



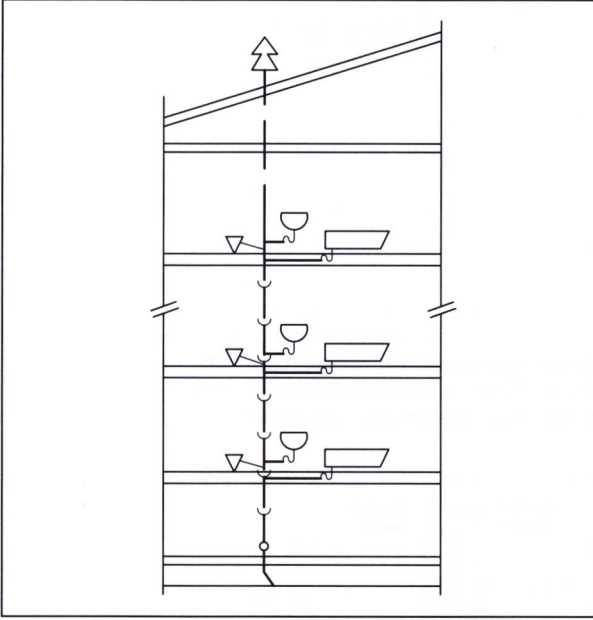
Az eğimli çatılarda baca ağı.

Şekil 28.10B. PİS SU HAVALIĞININ ÇATIDAKİ YERLEŞİMİ

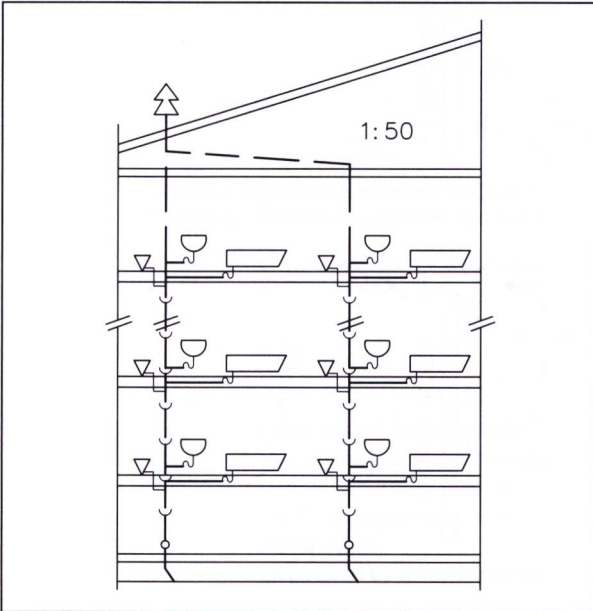
Pis ve kirli su borularının havalandırması için çeşitli tip çözümler mevcuttur. DIN 1986 sayılı Alman normunda havalandırma sistemleri aşağıdaki gibi sınırlandırılmıştır.

28.2.1.1. Ana Havalandırma Kolonu ile Havalandırma, HL (Şekil 28.11 ve 28.12)

Bu sistem ülkemizde en yaygın olarak kullanılan havalandırma yöntemidir. Şekil 28.11'deki gibi pis su kolonlarının her biri ayrı ayrı veya Şekil 28.12'deki gibi birkaç kolon birleştirilerek, aynı çatıya kadar uzatılır ve havalandırma böyle sağlanır. Pis



Şekil 28.11. ANA PİS SU KOLONU İLE HAVALANDIRMA



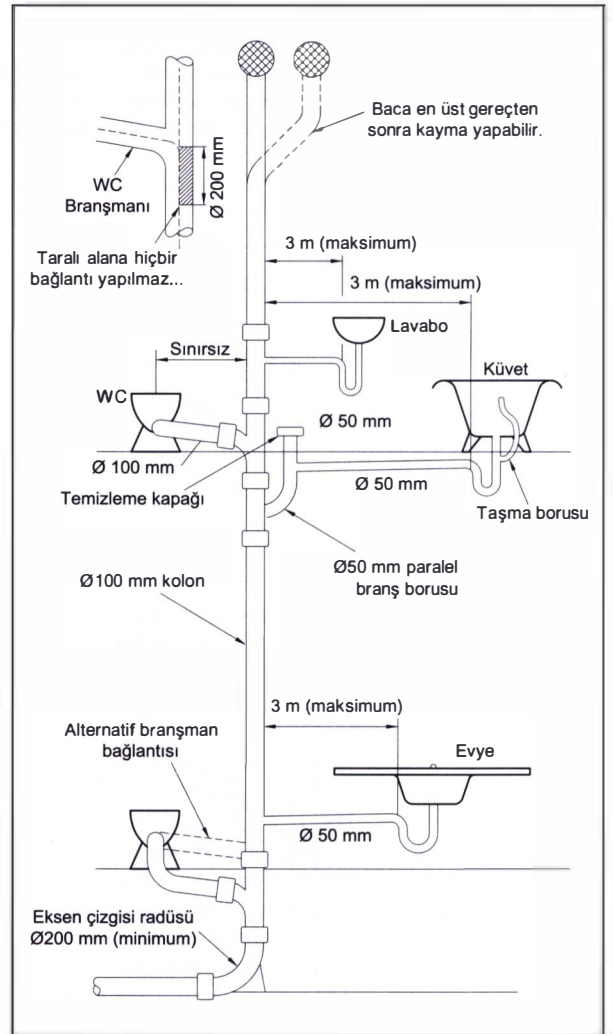
Şekil 28.12. KOLONLARIN MÜŞTEREK HAVALANDIRMASI

su boru çapları su ve havanın müşterek akışına imkan vermek için, bağımsız havalandırma boruları olan sistemlere göre daha büyüktür. En basit ve ucuz havalandırma sistemi olup, özel durumlarda yetersiz kalır. Şekil 28.13'te bu havalandırma biçimi daha detaylı verilmiştir.

28.2.1.2. Yardımcı Havalandırma Kolonu ile Havalandırma, NL

Bu sistemde pis su kolonu, yanında bulunan ikinci bir havalandırma kolonu ile havalandırılır. Havalandırma kolonu her katta pis su kolonuna bağlıdır. Pis su bağlantı hatları ise sadece pis su kolonuna bağlıdır. Öte yandan pis su kolonu yine çatı üzerine kadar uzatılmıştır. En alt katta havalık kolonunun pis su tesisatına bağlanması iki biçimde yapılır:

- Pis su kolonu yatay ana toplama borusuna bağlanmadan önce pis su kolonuna
- Doğrudan yatay ana toplama borusuna (Bu özellikle daha büyük yükler halinde tercih edilir.)



Şekil 28.13. ANA HAVALANDIRMA KOLONU İLE HAVALANDIRMA DETAYI

28.2.1.3. Müşterek Havalandırma, UL

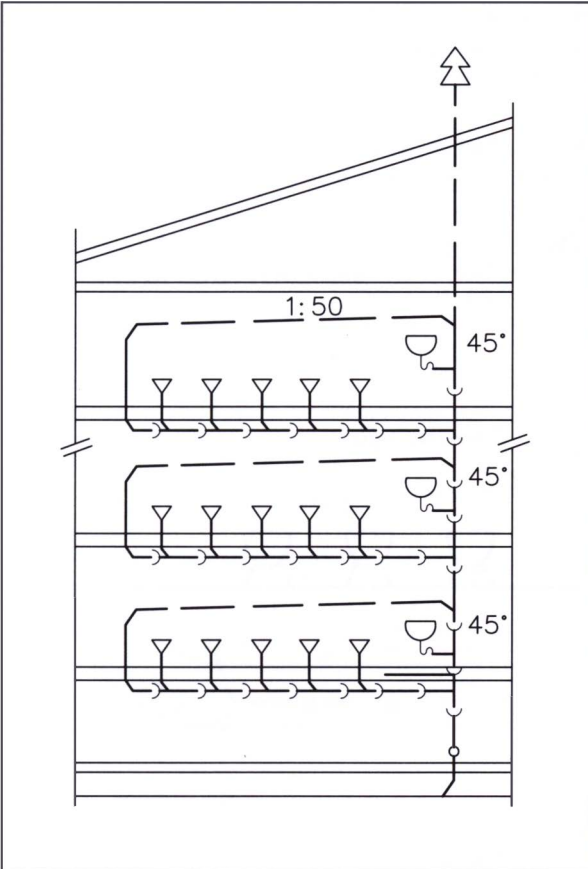
Dizi halindeki çok sayıda kullanım yeri bağlantı hattının havalandırılması için bir başka çözüm de Şekil 28.14'te görülmektedir. Burada bağlantı hattı sonu bir müşterek havalık borusu ile tekrar pis su kolonuna bağlanır. Pis su kolonu yine aynı çatı çatı üzerine uzatılmıştır. Müşterek havalandırma borusu yatay bağlantı borusuna son kullanma yerinden veya son iki kullanma yeri arasından bağlanır. Eğer dizi halindeki kullanma yeri sayısı 8'den fazla ise, müşterek havalandırma borusuna ilaveten bir yardımcı havalandırma borusu kullanmakta yarar vardır.

Burada esas olarak ana kolonla havalandırma yapılmakta, ancak dizi halindeki kullanım yerleri için de çözüm getirilmektedir.

28.2.1.4. Yön Değiştirmeler, UGL

Kolonların yön değiştirdiği veya kayma yaptığı bölgelerdeki kullanım yerleri bağlantı hatları (Şekil 28.15) ile, kolonların yatay kolektörlere veya ana yatay toplama hatlarına birleştiği bölgelerdeki kullanım yerleri bağlantı hatları havalandırılmalıdır.

Daha önce açıklandığı gibi, bu bölgelerde basınç artışı meydana gelir. Bu durum özellikle 10 ve daha üzerinde kata sahip yapılarda büyük önem kazanır. Bunun

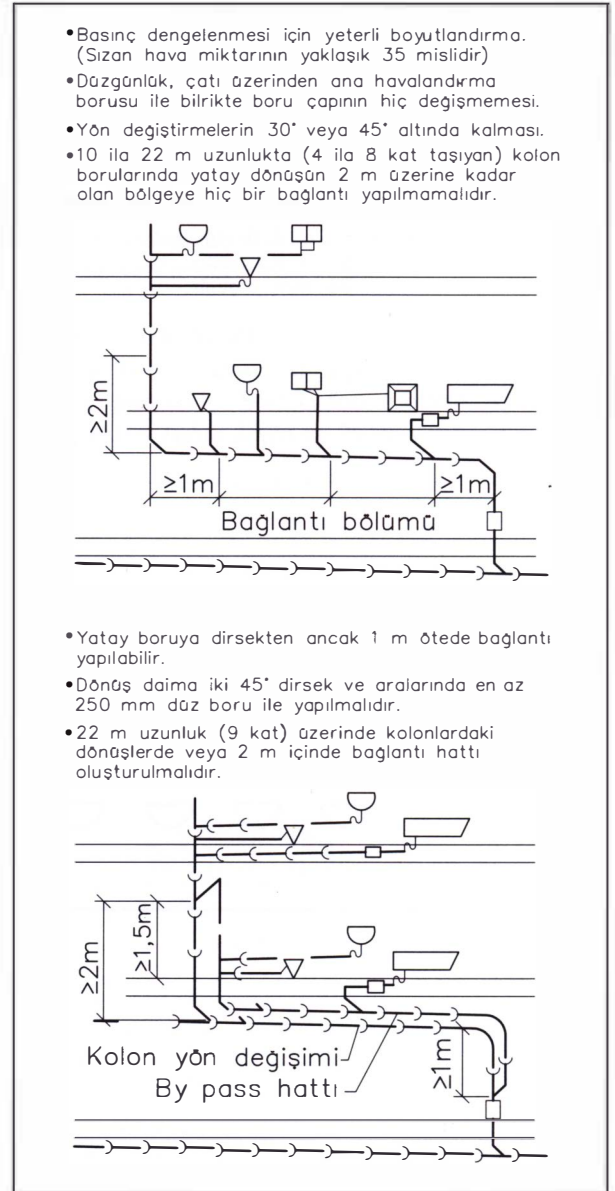


Şekil 28.14. MÜŞTEREK HAVALANDIRMA

önlenebilir için Şekil 28.15'te görüldüğü gibi, bu bölgedeki bağlantı borusu alttan basınç değişiminin azaldığı noktaya bağlanmalı ve üstten müşterek bir havalık borusu ile en az 2 m yükseklikte kolona bağlanmalıdır. Böylece basınç artışı, sifonlara etkilemeden dengelenecektir.

28.2.1.5. Bağımsız (Sekonder) Havalandırma, SEL

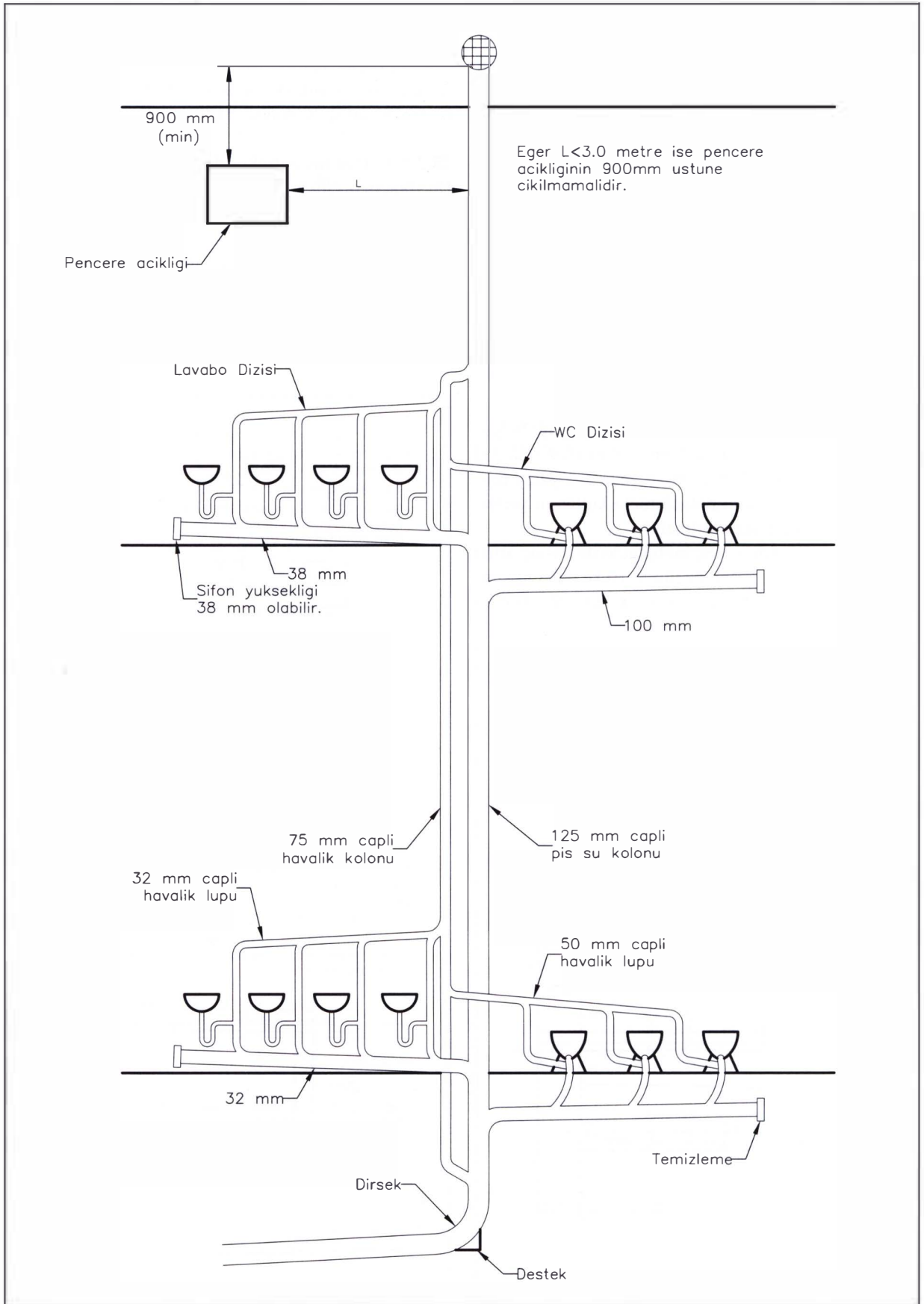
Bu yöntem özellikle Amerika'da uygulanmakta olup, en mükemmel, fakat daha pahalı havalandırma yöntemidir. Burada hela, lavabo gibi bütün su gideri olan gereçlerin sifonu tek tek Ø50 mm çapında havalandırma borusuna sahiptir. Sifonların en az iki çap ilerisinden bağlanan havalık boruları, müşterek bir havalık borusu ile birleştirilerek yatay bağımsız havalandırma kolonuna bağlanır. Şekil 28.16'da bu sistem gösterilmiştir.



- Basınç dengelenmesi için yeterli boyutlandırma. (Sızan hava miktarının yaklaşık 35 mislidir)
- Düzgünlük, çatı üzerinden ana havalandırma borusu ile birlikte boru çapının hiç değişmemesi.
- Yön değiştirmelerin 30° veya 45° altında kalması.
- 10 ila 22 m uzunlukta (4 ila 8 kat taşıyan) kolon borularında yatay dönüşün 2 m üzerine kadar olan bölgeye hiç bir bağlantı yapılmamalıdır.

- Yatay boruya dirsekten ancak 1 m ötede bağlantı yapılabilir.
- Dönüş daima iki 45° dirsek ve aralarında en az 250 mm daz boru ile yapılmalıdır.
- 22 m uzunluk (9 kat) üzerinde kolonlardaki dönüşlerde veya 2 m içinde bağlantı hattı oluşturulmalıdır.

Şekil 28.15. KOLON HATLARINDA TASARIM YÖN DEĞİŞTİRME KURALLARI



Şekil 28.16. BAĞIMSIZ HAVALANDIRMA

28.2.2. YÜKSEK YAPILARDA

PİS SU TESİSATI VE HAVALANDIRMASI

Yüksek yapıların düşey pis su kolonlarında çok yüksek hızların oluşacağı düşünülür.

Tesisat mühendisine her zaman kolonun en altındaki bu yüksek hızlardan nasıl korunacağı sorulur. En alttaki fittingslerin patlamaya veya kırılmaya karşı nasıl koruyacağı sorulur.

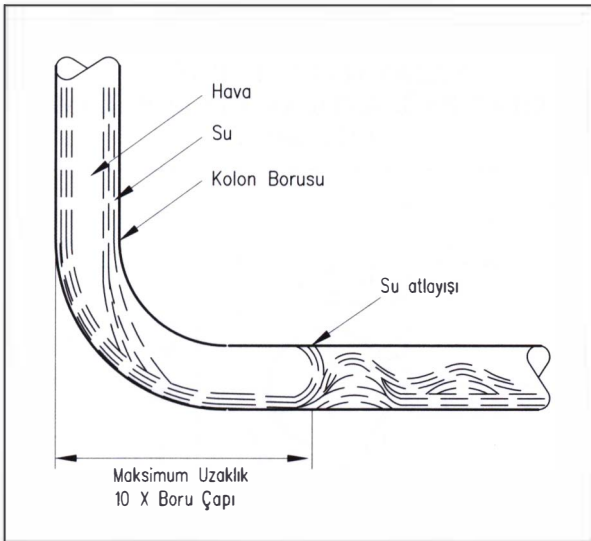
Halbuki yüksek hızlara karşı taban fittingslerini koruyacak özel önlemlere gerek yoktur. Çünkü aşırı yüksek hızlar zaten oluşmamaktadır.

3 katlı bina ile 30 katlı binanın en alttaki düşey pis su borularındaki hızlar birbirine çok yakındır. Çünkü belli bir yükseklikten sonra hızlar sabitlenir. Buna terminal hız adı verilir.

Bir kolonda 45°'den daha büyük bir açı ile yön değiştirme olursa problem yaşanır. Yatay borunun eğimi, suyun dirseğe ulaştığı andaki düşey koldaki akış hızını devam ettirmeye yeterli olmadığından, yatay borudaki su akış hızı giderek azalır.

Bu hız azalmasıyla orantılı olarak da, boru içindeki suyun yüksekliği (kalınlığı) artar. Bu hızdaki yavaş azalma ve buna karşı gelen yatay borudaki su yüksekliğindeki artış kritik bir noktaya ulaşana kadar devam eder. Söz konusu kritik noktaya ulaşıldığında suyun yüksekliği aniden artar. Yükseklikteki bu ani artışa "Hidrolik sıçrama" adı verilir. Bu yüzden kolon hattının yataya döndüğü noktada en azından boru çapının 10 katı mesafeye kadar her hangi bir bağlantı yapılmamalıdır (Şekil 28.17).

Yüksek yapıların yatay kolonların düşey hatta bağlantısı Şekil 28.18'de gösterilmiştir. Tüm yatay hatların düşeye bağlantısı ve havalandırılması Şekil 28.19 ve 20'de gösterilmiştir. Havalandırmanın genel şematik çizimi de Şekil 21'de verilmiştir.



Şekil 28.17. YATAYA YÖN DEĞİŞTİRMEDE HİDROLİK SİÇRAMA

28.3. YAĞMUR SUYU TESİSATI

Yağmur suyu tesisatı DIN 18460 tarafından tariflenmiştir. Bu standarda göre ölçülendirme aşağıda verilmiştir.

28.3.1. YAĞMUR SUYU KOLONLARI

Çatı yüzeylerinde, balkon ve teraslarda toplanan yağmur suyunu zemine ileten düşey borulardır. Bu boruların ölçüleri ve malzeme cinsine göre et kalınlıkları Tablo 28.23'te verilmiştir.

28.3.2. BORU KELEPÇELERİ

Yağmur suyu kolonlarını tespit için kullanılırlar. Formları ve ölçüleri Tablo 28.24'te verilmiştir.

28.3.3. ÇATI OLUĞU

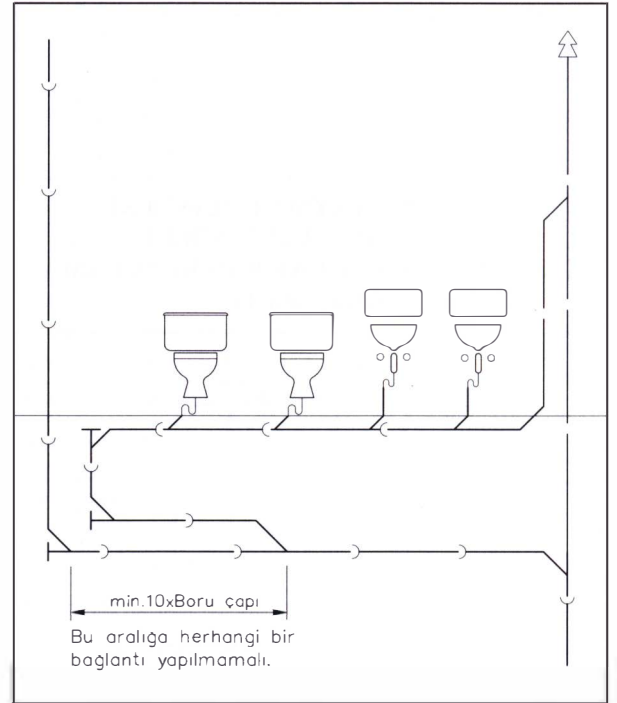
Düşen yağmuru toplayan ve kolonlara ileten açık profillerdir. Yarım daire veya dikdörtgen profilli olabilir. Yarım daire ve dikdörtgen oluk ölçüleri sırası ile Tablo 28.25 ve 26'da verilmiştir.

28.3.4. OLUK TUTUCU

Oluğun bağlandığı tespit parçasıdır. Boyutları yarım daire ve dikdörtgen oluklar için sırası ile Tablo 28.26 ve 27'de verilmiştir.

28.3.5. OLUK AĞZI

Oluk ile kolon arasındaki geçişi oluşturan oluk ağız bağlantı parçasıdır. S ve G formu olarak iki tipi vardır. Ölçüleri Tablo 28.28 ve 29'da verilmiştir.



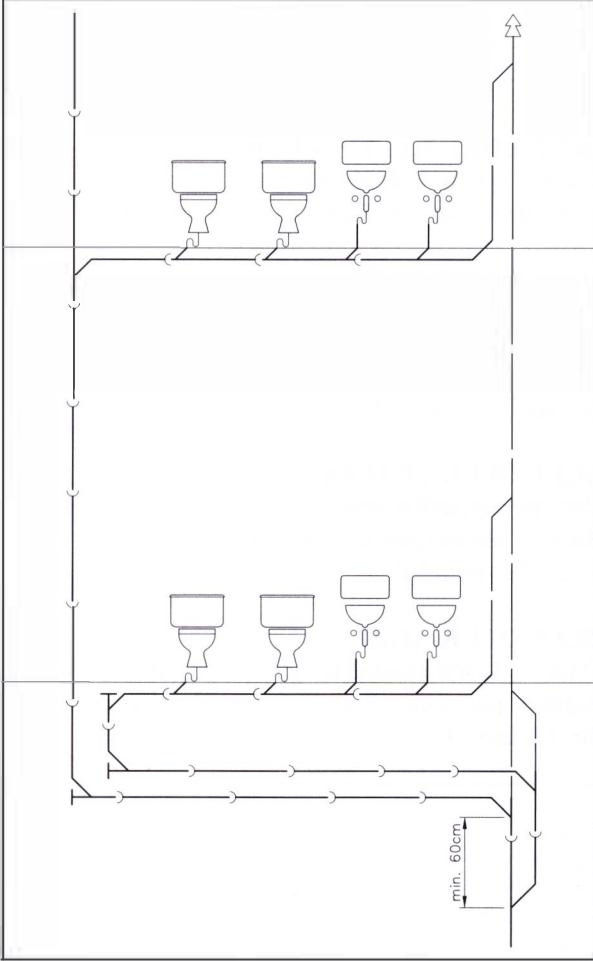
Şekil 28.18. YÜKSEK YAPILARDA DÜŞEY HATLARIN YATAY HATTA BAĞLANTISI

28.3.6. YUVARLAK DİRSEKLER

Yön değişimi gerektiğinde kullanılırlar. *Tablo 28.30'*da verilmiştir.

28.3.7. KÖŞE OLUK

Oluğun yön değiştirmesi ve dönüşlerinde kullanılır.



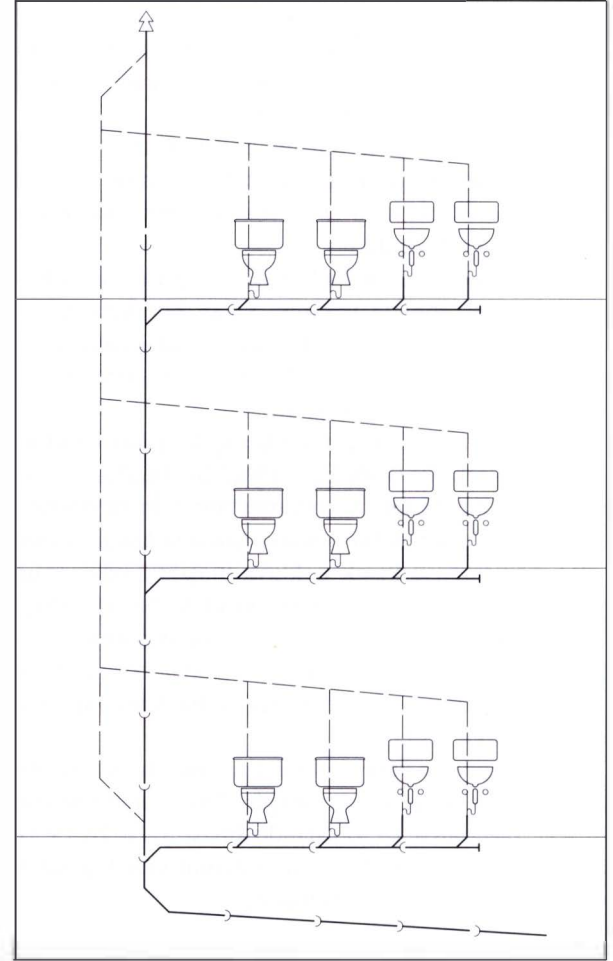
Şekil 28.19. KAYMA HALİNDEKİ YATAY HAT ÜZERİNDEKİ DİREKT BAĞLANTILAR İÇİN BORULAMA (Alternatif 1)

28.3.8. OLUK SON PARÇASI

Çatı oluklarının uçlarındaki bağlantı parçasıdır.

28.3.9. REDÜKSİYON BORU

Ağız bağlantı parçası ile kolon arasında bağlantıyı sağlayan konik boru olup, *Tablo 28.31'*de ölçüleri verilmiştir.



Şekil 28.20. KAYMA HALİNDEKİ YATAY HAT ÜZERİNDEKİ DİREKT BAĞLANTILAR İÇİN BORULAMA (Alternatif 2)

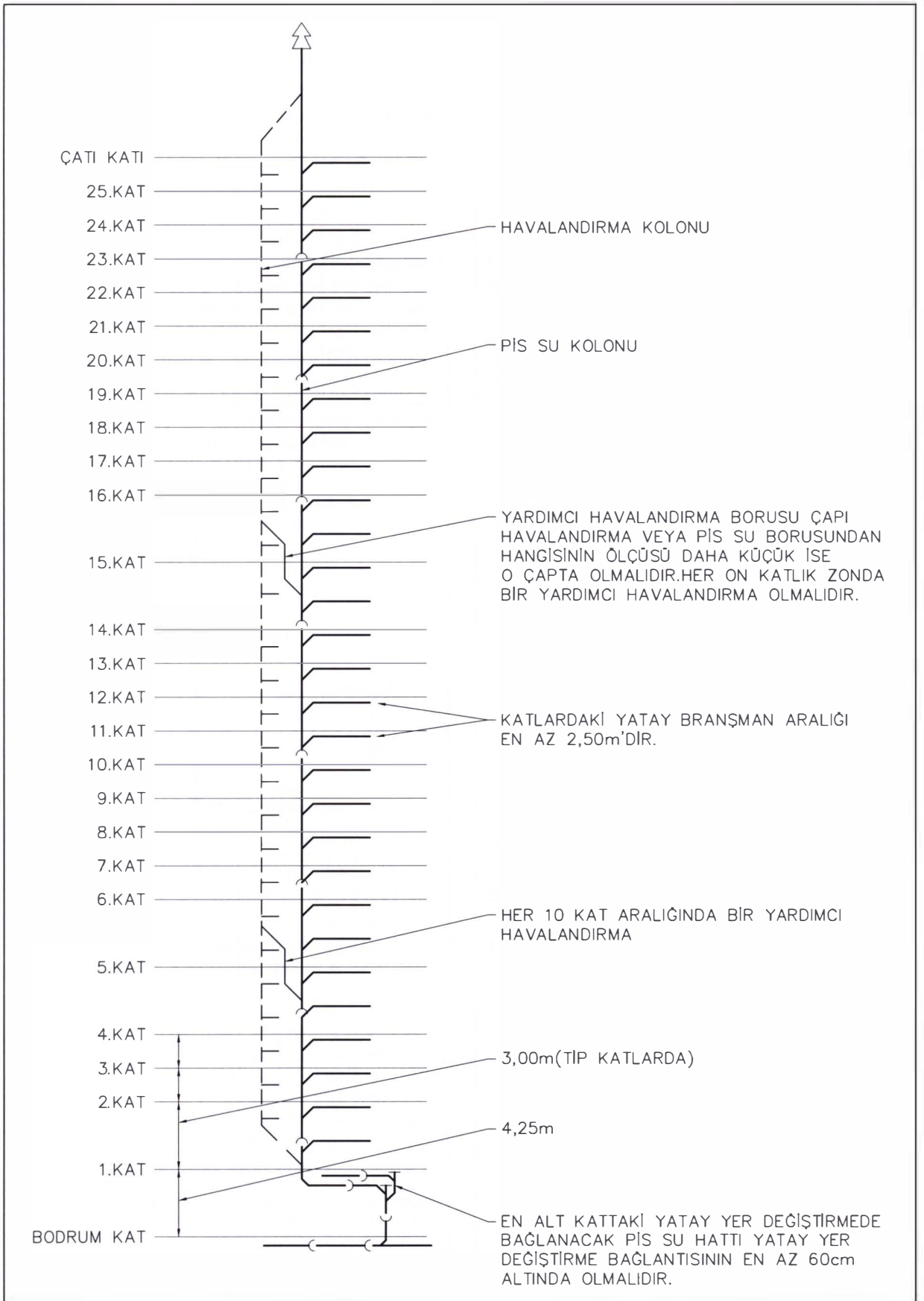
NW	d mm	s _{min} (mm)				F ₀ cm ²
		AL	Cu	St	Zn	
60	60	0,7	0,6	0,6	0,6	28
80	80	0,7	0,6	0,6	0,65	50
100	100	0,7	0,6	0,6	0,65	79
120	120	0,7	0,7	0,7	0,7	113
150	150	0,7	0,7	0,7	0,7	177

Örnek : Kolon DIN 18461-KR 100-Zn-L
Lehimli (L), Kaynaklı (S), Kenetli (F)

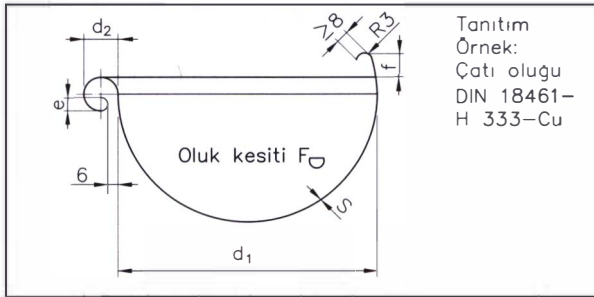
Tablo 28.22. YUVARLAK YAĞMUR KOLONU BORULARI (KR)

NW	d (mm)	L (mm)
60	60	120
80	80	120
100	100	120
120	120	140
150	150	140

Tablo 28.23. YUVARLAK YAĞMUR KOLONLARI İÇİN KELEPÇELER



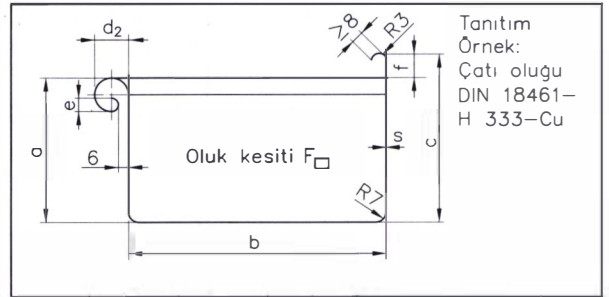
Şekil 28.21. ON KATTAN YÜKSEK KOLONLAR İÇİN HAVALANDIRMA



Tanıtım
Örnek:
Çatı oluğu
DIN 18461-
H 333-Cu

Anma boyutu	Parça	d ₁ mm	d ₂ mm	e mm	f mm	S _{min} mm				F _D cm ²
						AL	Cu	St	Zn	
200	10	80	16	5	8	0,7	0,6	0,6	0,65	25
250	8	105	18	7	10	0,7	0,6	0,6	0,65	43
285	7	127	18	7	10	0,7	0,6	0,6	0,70	63
333	6	153	20	9	11	0,7	0,6	0,6	0,70	92
400	5	192	22	9	11	0,8	0,7	0,7	0,70	145
500	4	250	22	9	21	0,8	0,7	0,7	0,80	245

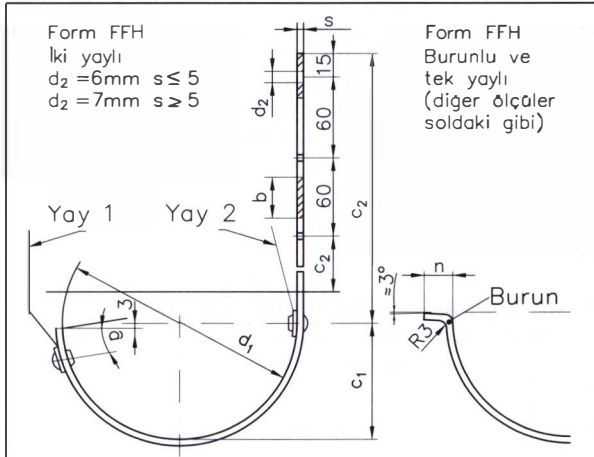
Tablo 28.24. YARIM DAİRESEL ÇATI OLUĞU



Tanıtım
Örnek:
Çatı oluğu
DIN 18461-
H 333-Cu

Anma boyutu	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	f mm	S _{min} mm				F _□ cm ²
							AL	Cu	St	Zn	
200	42	70	50	16	5	8	0,7	0,6	0,6	0,65	28
250	55	85	65	18	7	10	0,7	0,6	0,6	0,65	42
333	75	120	85	20	7	10	0,7	0,6	0,6	0,7	90
400	90	150	100	22	9	11	0,8	0,7	0,7	0,7	135
500	110	200	130	22	9	11	0,8	0,7	0,7	0,8	220
667	180	225	200	22	9	21	0,8	0,7	0,7	0,8	400

Tablo 28.25. DİKDÖRTGEN ÇATI OLUĞU



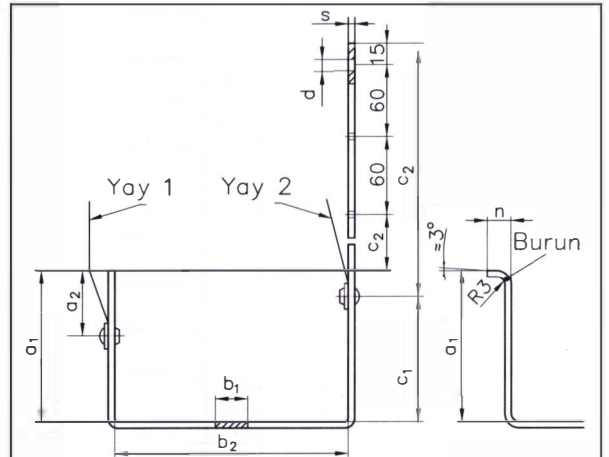
Form FFH
İki yaylı
d₂ = 6mm s ≤ 5
d₂ = 7mm s ≥ 5

Form FFH
Burunlu ve tek yaylı
(diğer ölçüler soldaki gibi)

Anma ölçüsü	c ₂ mm	bxs mm			d ₁ mm	a mm	c ₁ mm	c ₃ mm	n mm
		1 ²⁾	2 ¹⁾	3 ¹⁾					
200	200	25	-	-	80	18	40	50	12
	240	x4							
250	230	25	30	25	105	20	50	75	14
	280	x4	x4	x6					
285	230	30	30	25	127	20	60	75	14
	290	x4	x5	x6					
333	230	30	40	25	153	20	75	95	14
	300	x5	x5	x6					
400	250	30	40	25	192	20 ²⁾	95	95	14
	340	x5	x5	x8					
500	250	40	40	25	250	20 ²⁾	125	95	14
	390	x5	x5	x8					

- 1) 1. SÜTUN OLUK TUTUCULAR ARASI MESAFE 700mm'DEN KÜÇÜKSE, 2. SÜTUN BU MESAFE 700mm'DEN BÜYÜKSE, 3. SÜTUN ARA 700mm'DEN KÜÇÜK ANCAK FAZLA KAR YAĞAN VE DON İHTİMALİ OLAN YERLER.
2) 3. SÜTUN İÇİN SADECE 15mm.

Tablo 28.26. YARIM DAİRESEL ÇATI OLUKLARI İÇİN OLUK TUTUCU



Anma ölçüsü	c ₂ mm	b ₁ xs mm			b ₂ mm	a ₁ mm	a ₂ mm	c ₁ mm	c ₃ mm	n mm
		1 ²⁾	2 ¹⁾	3 ¹⁾						
200	200	25	-	-	70	31	18	34	50	12
	240	x4								
250	230	25	30	25	85	43	20	46	75	14
	280	x4	x4	x6						
333	230	30	40	25	120	62	20	65	75	14
	300	x5	x5	x6						
400	250	30	40	25	150	76 ³⁾	20 ³⁾	79	95	14
	340	x5	x5	x8						
500	250	40	40	25	200	96 ³⁾	20 ³⁾	99	95	14
	340	x5	x5	x8						
667	260	40	40	25	225	166 ³⁾	20 ³⁾	169	95	14
	390	x5	x5	x8						

- 1) 1. SÜTUN OLUK TUTUCULAR ARASI MESAFE 700mm'DEN KÜÇÜKSE, 2. SÜTUN BU MESAFE 700mm'DEN BÜYÜKSE, 3. SÜTUN ARA 700mm'DEN KÜÇÜK ANCAK FAZLA KAR YAĞAN VE DON İHTİMALİ OLAN YERLER.
2) 3. SÜTUN İÇİN SADECE 15mm.
3) 3. SÜTUN İÇİN SADECE 10mm.

Tablo 28.27. DİKDÖRTGEN ÇATI OLUKLARI İÇİN OLUK TUTUCU

28.3.10. DESTEK BORUSU

Yağmur kolonunun yatay ana boruya bağlantısında mekanik dayanımı sağlayan parçadır.

Çatı, teras ve balkona yağın yağmur, yer süzgeçleri veya çatı oluklarında toplanıp, buradan yağmur kolonlarına verilir. Yağmur suyu kolonları ile zemine indirilen su, yatay ana toplama kanalları ile toplanıp şehir yağmur suyu kanalına bağlanır veya açık araziye bırakılır. Burada birleşik veya ortak tesisat üzerinde durulmayacaktır. Pis su ve yağmur suyu rögarları da ayrı yapılacaktır. Ayrıca yağmur suyu kolonları mümkünse bina içinden geçirilmemelidir. Bina dışı alanların yağmur suyu drenajı genellikle tesisat mühendisliği kapsamı dışında kalır.

NW ¹⁾	NW	d	b	h
Ø	Ø	mm	mm	mm
285	80	105	120	80
233	100	125	140	93
400	120	140	175	113

Örnek : Ağız DIN 18461
-S 333-St-S

1) Yarım dairesel çatı oluğuna uygun

Tablo 28.28. OLUK AĞIZ PARÇASI AÇILI (S formu)

NW ¹⁾	NW	d	b	h	L
Ø	Ø	mm	mm	mm	mm
200	60	58	125	60	35
250	80	78	165	80	40
285	80	78	165	80	40
333	100	98	208	100	45
400	120	118	250	120	50

Örnek : Ağız DIN 18461
-G 333-St-S

1) Yarım dairesel çatı oluğuna uygun

Tablo 28.29. OLUK AĞIZ PARÇASI DÜZ (G formu)

d	c	s _{min} (mm)			
		AL	Cu	St	Zn
60	30	0,7	0,6	0,6	0,7
80	35	0,7	0,6	0,6	0,7
100	35	0,7	0,6	0,6	0,7
120	40	0,7	0,7	0,6	0,8
150	40	0,7	0,7	0,6	0,8

Örnek : Dirsek DIN 18461
-B 100-60-Cu-S

a=40°,60° veya 70°
r=1,75.d veya 1,35.d

Tablo 28.30. YUVARLAK YAĞMUR KOLONLARI İÇİN DİRSEKLER

NW	d ₁	d ₂
mm	mm	mm
80	78	117
100	98	136
120	118	161

Tablo 28.31. SADECE 40° DİRSEK VE S FORMUNDAKİ AĞIZLA KULLANILMAK ÜZERE REDÜKSİYON

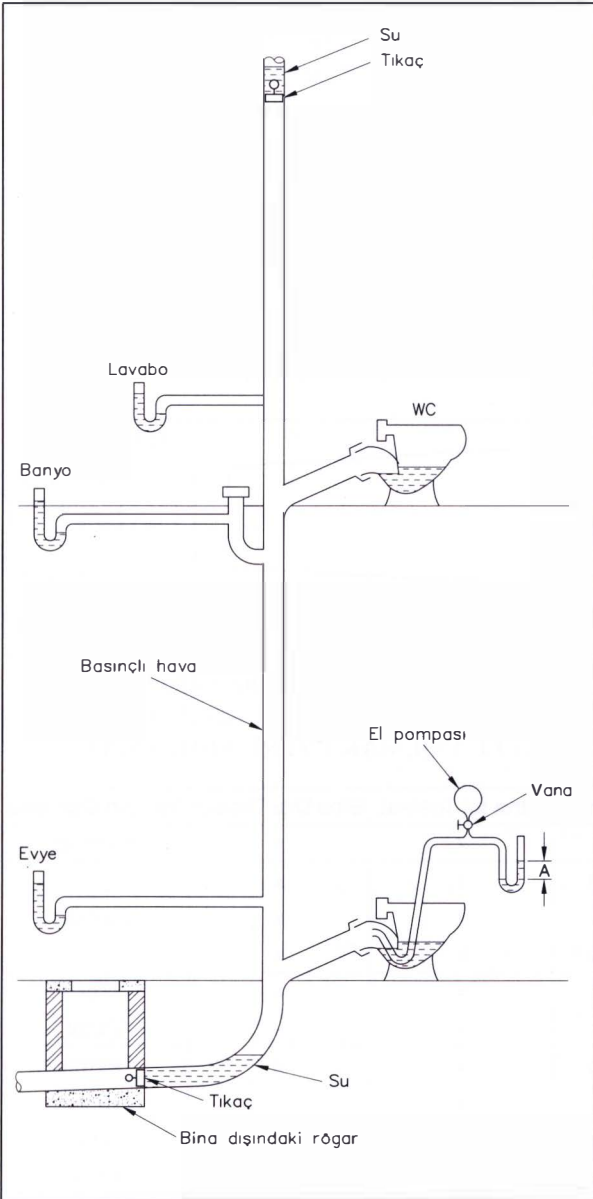
Boru Malzemesi	İlgili Norm	Bina İçi Tesisat	Bina Dışı Tesisat	Yangın Durumu
Çinko, bakır, güğanzizli çelik, paslanmaz çelik	DIN 18641	-	x	Yanmaz
Pik boru	DIN 19500	x	x	Yanmaz
Mufszuz pik boru		x	x	
Çelik boru	DIN 19530	x	x	Zor
Sert PVC	DIN 19531	x	x	
Sert PVC yeraltı		-	-	Yanar
Sert PE	DIN 19535	x	x	Normal
ABS/ASA	DIN 19561	x	-	Yanar
PVCC	DIN 19538	x	x	Zor
PP	DIN 19560	x	-	Yanar

Tablo 28.32. YAĞMUR SUYU BORULARI VE MALZEMELERİ

28.4.1. SU DENEMESİ METODU

Bu metot sıhhi tesisatın ya bir kısmına veya bütününe uygulanabilir. Sistemin bütününe uygulanmadığı halde en üst delik dışında bütün delikler, sıkıca kapanır ve sistem taşma seviyesine kadar doldurulur. Eğer tesisatın, yalnız bir kısmı deneniyorsa, bu kısmın bütün delikleri en üst delik hariç olmak üzere sıkıca kapanır ve bu kısım su ile doldurulur. Ancak hiçbir kısımda su basıncı 3 metre'den az olmamalıdır.

Birbirleri ile bağlı kısımların denenmesinde, denenmesi yapılan kısım 3 metreye kadar su doldurulur. Böylelikle 3 metrelik su basıncı her noktada sağlanmış olur. Bu su 15 dakika süre ile sistemin veya denenmesi yapılan kısmın içinde tutulduktan sonra kontrole başlanmalı ve sistemin su sızdırmadığı gözden geçirilmelidir.



Şekil 28.33. PİS SU SİSTEMİ HAVA TESTİ

28.4.2. HAVA DENEMESİ METODU

Bu deneme bir hava kompresörünün sistemin herhangi bir açıklığına bağlanması suretiyle yapılır. Denenmesi yapılan tesisatın diğer bütün çıkış ve giriş delikleri sıkıca kapanır. Gösterge 260 mm su sütunu basıncı gösterinceye kadar sistem sıkıştırılmış hava ile doldurulduktan sonra kompresör durdurulur. Tesisatın kusursuz olması halinde sıkıştırılmış hava basıncı 15 dakika kadar aynı seviyede kalmalıdır.

Şekil 28.33'te İngiliz Standartlarına göre hava testi şematik olarak görülmektedir. Bu sistemde kolonun alt ve üst uçları tıkaçla tıkanır. Bütün kullanma yerlerindeki sifonlar su ile doludur. Üstteki tıkaçın üstüne su dökülür ve bir tuvalet sifonu çekilerek alt tıkaçın önünde de su birikmesi sağlanır. Sonra herhangi bir tuvaletten el pompası ile 38 mmSS hava basılır. Basınç stabil hale geldikten sonra 3 dakika boyunca sabit kalmalıdır.

28.4.3. İŞLETME DENEMESİ

Bu deneme kirli ve pis su kaynaklarının tek tek ve birlikte çalıştırılmasıyla uygulanmalıdır. Böylece boru hatlarında serbest bir akıma bir engel varsa meydana çıkarılmalıdır.

28.5. PİS SU BORULARI VE BAĞLANTI PARÇALARI

Pis su tesisatında kullanılacak borular sızdırmaz olmalı, çökelmeye izin vermemeli; korozyona, kimyasal ve fiziksel etkilere ve 45°C sıcaklıklara dayanabilmelidir. Boru cinsi seçiminde,

- Kullanma amacına bakılmalıdır (Evsel atık sular, hastane ve laboratuvar atıkları ve endüstriyel atıklar gibi).
- Aranılan özelliklere bakılmalıdır:
 - Basınca dayanıklılık
 - Sıcaklığa dayanıklılık
 - Yanmazlık
 - Ses ve titreşim sönümleme
 - Korozyona dayanıklılık
 - Uzama katsayısının değeri

Bir tesisatta tek bir boru cinsi yerine farklı özelliklerde borular kullanılabilir. Ancak bunların birbirlerine bağlantılarına ve elektro korozyon oluşturmamalarına dikkat edilmelidir. Bu gibi hallerde izole edici bağlantı parçaları ve sızdırmazlık elemanları kullanılabilir. Tablo 28.34'te pis su tesisatında kullanılan boru cinsleri ve kullanım yerleri toplu halde gösterilmiştir. Buna göre;

28.5.1. PİK BORULAR

Korozyona dayanıklıdır, ses geçirgenliği azdır, kırılma dayanımı azdır. Bütün pis su tesisatında kullanılabilir. Muflu ve mufsuz olarak birleştirilebilir. Bugün için mufsuz pik boru kullanımı daha avantajlıdır.

28.5.2. BETON BORULAR

Sadece yer altına döşenen ana boru tesisatında kullanılır. Korozyona dayanıklıdır, ancak kırılmalıdır.

28.5.3. SERT PVC BORULAR

Korozyona dayanıklı, hafif, kırılabilir ve işlenebilir özelliktedir. Sese karşı duyarlıdır. Pis su tesisatında yaygın olarak kullanılır.

PVC yanında diğer cins plastik boruların pis su tesisatında kullanımı da giderek artmaktadır. Bunlar arasında Astolan borular ses yutma özelliğine sahiptir. Sıcaklığa dayanıklı pis su boruları ise yüksek dansiteli Polietilen (PEHD) ve Polipropilen (PP)'den üretilmektedir.

28.6. BİNA DIŞI BAĞLANTI (DRENAJ) SİSTEMLERİ

Çeşitli drenaj sistemlerini kombine, ayrı ve kısmen ayrı olarak üçe ayırmak mümkündür. Bu sistemler Şekil 3.35, 36 ve 37'de şematik olarak gösterilmiştir. Bu şekillerdeki sembollerin anlamı şöyledir:

IC = Yaş rögar

RWG = Yağmur kolonu

WG = Pis su kolonu

RG = Sokaktaki yağmur rögarı

S&VP = Havalık borusu + pis su kolonu

YG = Bahçe gideri

RP = Kuru rögar

Şekil 28.35'te görülen kombine drenaj sisteminde kullanma yerlerinden gelen pis su ve çatıdan gelen yağmur suyu tek bir hat ile kombine kanalizasyona bağlanır. Sistem ucuzdur ancak şehir kanalizasyonunun yükü fazladır.

Türkiye'de pek çok yerde yağmur drenajını pis su şehir şebekesine bağlamak yasaktır.

Şekil 28.36'da sistemler ayrılmıştır. Kullanma yerlerinden gelen pis su ayrı bir hatla pis su şehir kanalına, çatılardan ve yüzeyden toplanan yağmur suyu ise başka bir hatla şehir yağmur kanalına bağlanır. Sistem daha pahalıdır ancak şehir kanalizasyonu yükünü çok azaltır.

Şekil 28.37'deki kısmen ayrı sistemde yağmur suyunun büyük bölümü yağmur kanalına bağlanır. Buna karşılık maliyeti düşürmek için ayrı bir yağmur kolonu pis su sistemine bağlanır. Şekildeki A yağmur kolonu pis su kanalına bağlanmıştır. Böylece bu kolon için gerekli uzun drenaj hattından tasarruf yapılır. Ayrıca B'de olması gereken yaş rögarı kuru rögarı dönüşür.

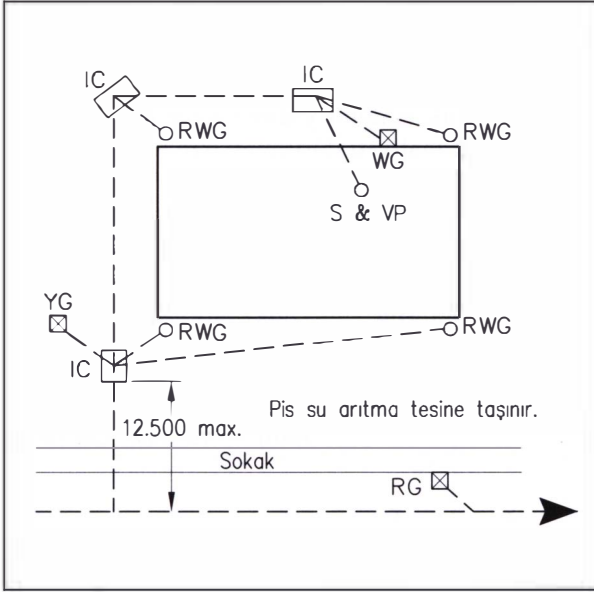
Borular DIN	Ana Kanal		Ara Kanal		Ortak Hat	Bağlantı Hattı	Havalan- dırma Hattı	Tesisat	
	Yağmur	Pis Su	Yağmur	Pis Su				Yanmaz	Zor Yanar
Elyafli Çimento Boru									
DIN 19831/41	x	x	x	x	x	x	x	x	-
DIN 19850	x	x	-	-	x	-	-	x	-
Taş Boru									
DIN 1230	x	x	-	-	-	-	-	x	-
Beton Büz									
DIN 4032/35	x	-	-	-	-	-	-	x	-
Pik Boru									
DIN 1950 1/2	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Mufsuz Çelik Boru									
DIN 19530	-	-	x	x	x	x	x	x	-
Kurşun Boru									
DIN 1263	-	-	-	-	-	x	-	x	-
Plastik PVC									
DIN 19531 PVC (N)	-	-	x	-	-	x	x	-	x
DIN 19531 PVC (V)	-	-	x	x	x	-	x	-	x
DIN 19534	x	x	-	-	-	-	-	-	x
Sert Polietilen									
DIN 19535	-	-	x	x	x	x	x	-	x
Polipropilen									
DIN 19561	-	-	x	x	x	x	x	-	x

Tablo 28.34. PİS SU TESİSATINDA KULLANILAN BORULAR

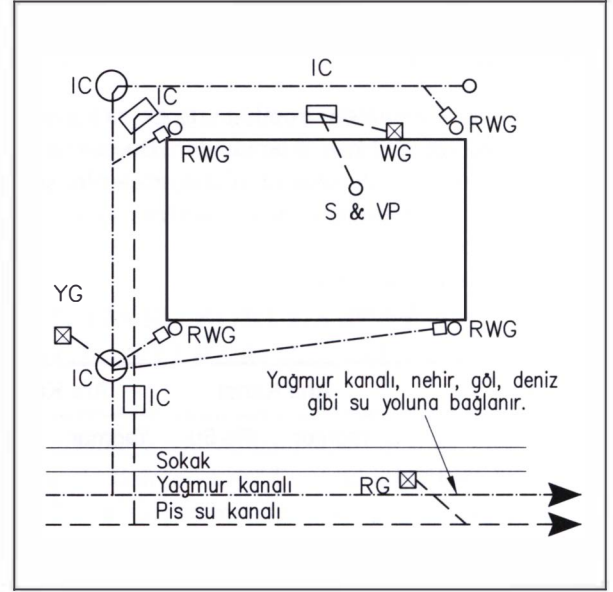
Kuru rögarlı sistemde kanaldaki tıkanıklığa müdahale imkanı vermek için yağ rögar yerine kuru rögar kullanılmaktadır. Daha ucuz olan bu sistem son zamanlarda daha fazla kullanılmaya başlamıştır. Şekil 28.38’de kuru rögarlı sistem şeması verilmiştir. Bu sistem drenaj tesisatına ilave bir yük getirmez. Yolda katı parçacıkların çökelme riski yoktur. Görünüş olarak daha nettir. Tanecikli (granüle) bir yatak malzemesi içine UPVC boru döşenerek oluşturulur. Tıkanma halinde özel esnek kılavuzlar kullanılır. Bir tümsekteki drenaj için sığ tip kuru rögar kullanılır. Eğer derin drenaj hattı söz konusu ise uzun dirsekli bir kuru rögar tavsiye edilir. Sığ ve derin kuru rögarlar Şekil 28.39 ve 40’da gösterilmiştir.

28.6.1. DRENAJIN KANALİZASYONA BAĞLANTISI

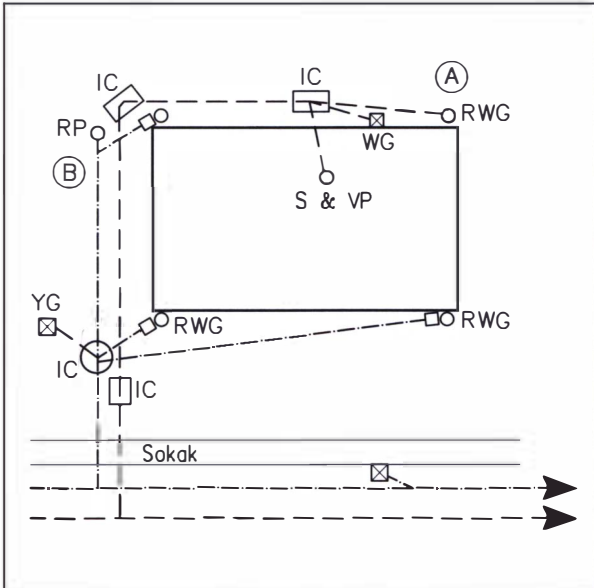
- Drenaj hatlarının birbirlerine veya şehir kanalizasyonuna bağlantısı veya özel bir kanalın, şehir kanalına bağlantısı mutlaka akış yönünde olmalıdır.
- Binaların drenajları şehir kanalına Şekil 28.41’de görüldüğü gibi ayrı ayrı bağlanabilir. Böylece her bir binanın sahibi kendi drenaj hattının bakımından sorumlu olur.
- Her bir binanın ayrı bağlantı hattı yapım maliyetinden tasarruf etmek için özel bir kanalizasyon oluşturulur ve bu ortak kanal birden çok sayıda binanın drenajını toplayarak şehir kanalına ulaştırır. Bu ortak kanalın bakımı binalar arasında paylaşılır (Şekil 28.42).



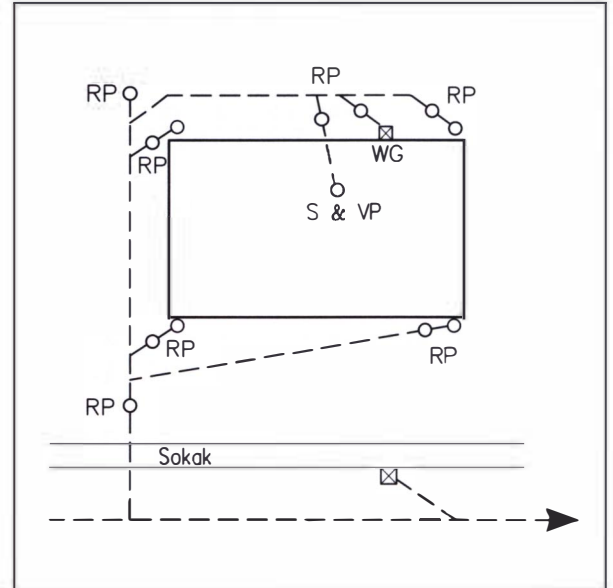
Şekil 28.35. KOMBİNE SİSTEM



Şekil 28.36. AYRIK SİSTEM

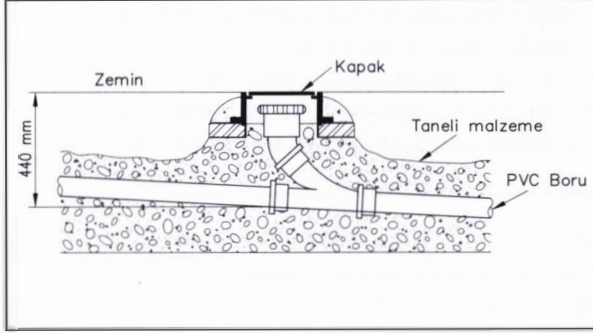


Şekil 28.37. KISMEN AYRIK SİSTEM

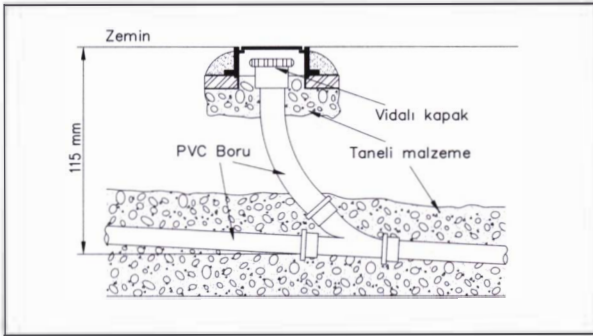


Şekil 28.38. KURU RÖGARLI SİSTEM PLANI

- Bina drenajının ana kanala bağlantısı ya kanalın içine sokulan bir birleşme parçasıyla (çatal) veya Şekil 28.43'te görülen özel ayak parçasıyla gerçekleştirilir. Şehir kanalının üst yarısında bir delik açılır ve ayak parçası buraya sokulur. Yapıştırıcı çimento ile yataklanır ve betonla kaplanır.



Şekil 28.39. SIĞ KURU RÖGAR

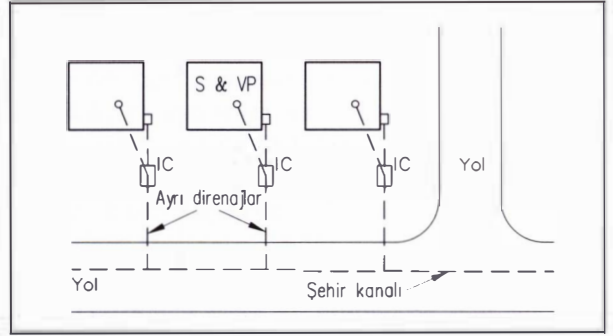


Şekil 28.40. DERİN KURU RÖGAR

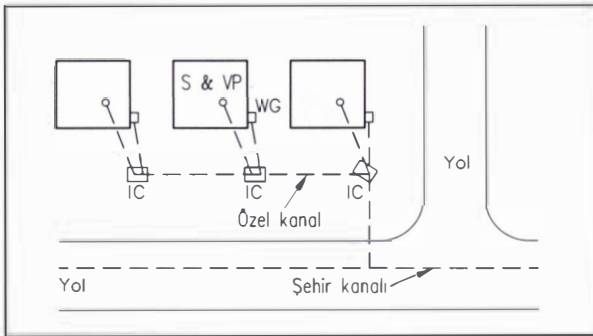
28.6.2. DRENAJ HATTININ HAVALANDIRILMASI

Pis su bina bağlantı hatlarının havalandırılması, kanalda biriken gazların uzaklaştırılması ve bağlantı hattında daima atmosferik basıncın korunması amacıyla yapılır. Eğer kanal içerisinde vakum veya sıkışma olursa, rögardaki suyla sağlanan sızdırmazlık kaybolur ve koku binaya ve dışarı yayılır.

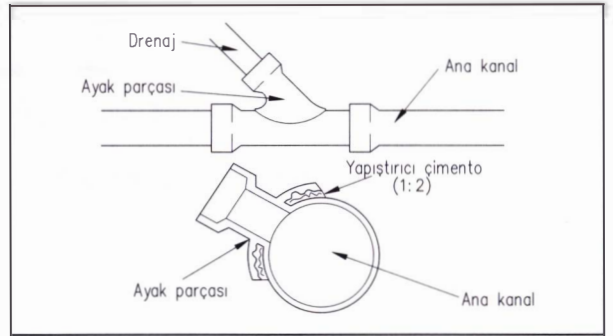
- Havalandırmanın birinci yöntemi yaş rögar kullanmaksızın kuru rögar sistemiyle binanın doğrudan şehir kanalına bağlanmasıdır. Şekil 28.44'te görülen bu sistem daha ucuz ve tıkanma riski daha az ve ana şehir kanalının da daha iyi havalandığı bir sistemdir.
- Eski şehir şebekeleri ve yaş rögarların halihazırda mevcut olduğu bölgeler için, yeni drenaj sisteminde Şekil 28.45'te görüldüğü gibi yaş rögarda bir sifon oluşturmak tavsiye edilir.



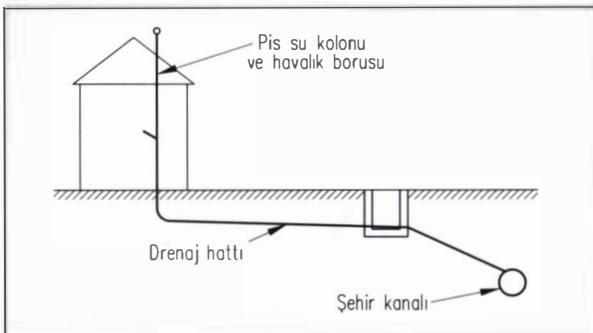
Şekil 28.41. AYRI DRENAJLAR KULLANIMI



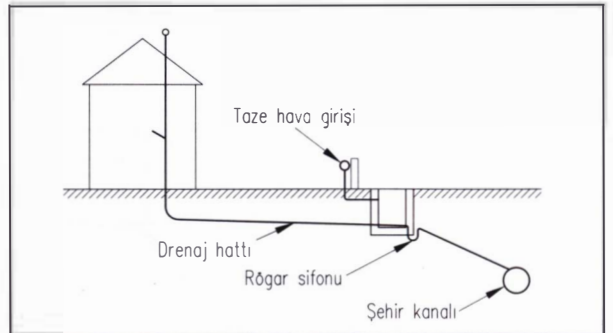
Şekil 28.42. ORTAK ÖZEL KANAL KULLANIMI



Şekil 28.43. AYAK PARÇASI İLE BAĞLANTI



Şekil 28.44. KURU RÖGARLI SİSTEM

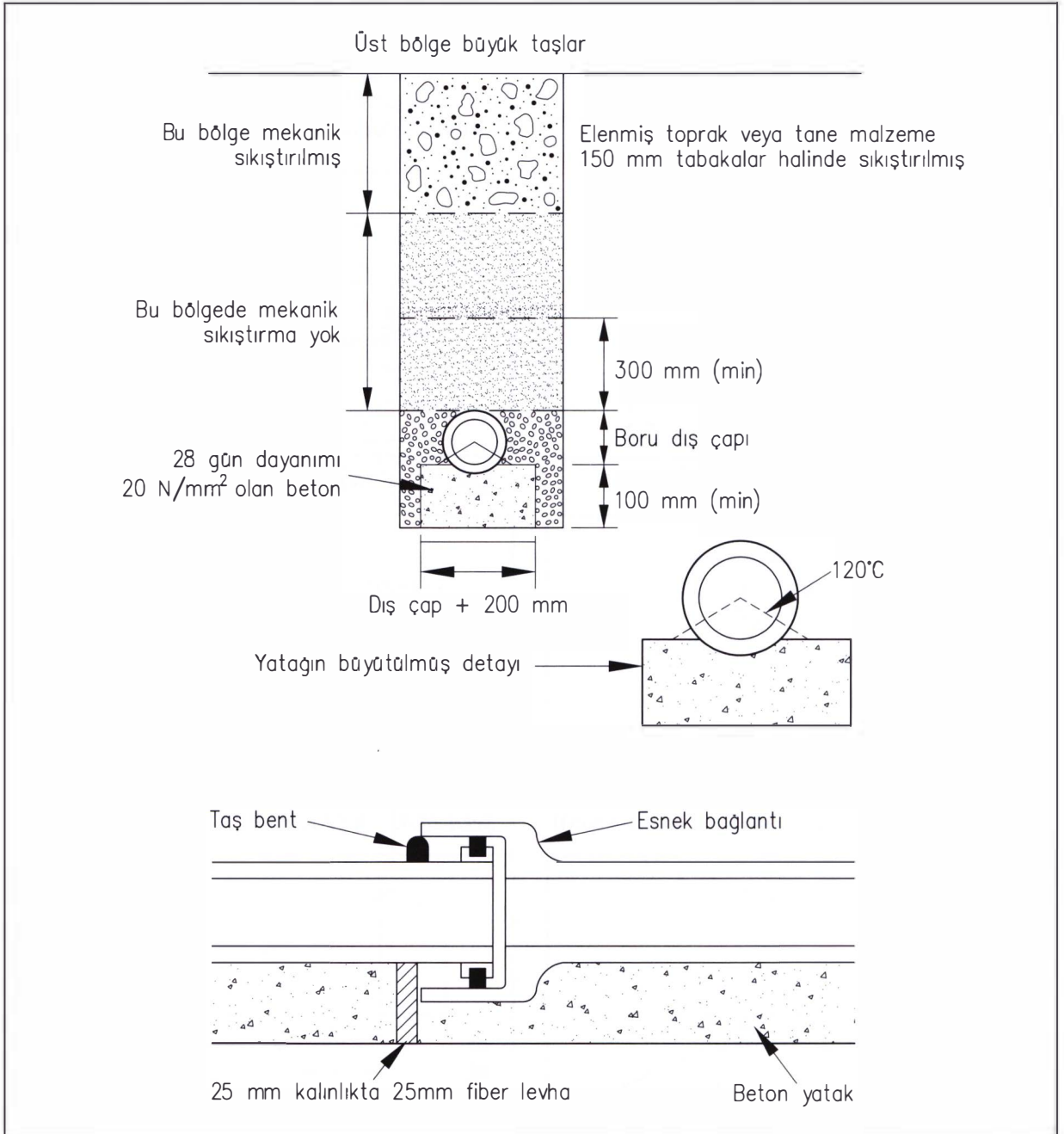


Şekil 28.45. YAŞ RÖGARLI SİFON KULLANIMI

28.6.3. DRENAJ HATLARININ YATAKLANMASI
Drenaj hatlarının yataklanmasında yataklama faktörü kullanılır. Yataklama faktörü borunun yataklandığındaki dayanımının, ilgili standartlarda verilen borunun dayanımına oranıdır.

- A sınıfı bir yataklamada yataklama faktörü 2,6 değerindedir. Bunun anlamı yataklanmış halde borunun standart dayanımının 2,6 misli yüklenebileceğidir. Bu betonun sarma etkisinden kaynaklanır. Şekil 28.46’da görülen bu yataklama çok yüksek dayanım gerektiğinde veya boru eğiminin fazla hassas olduğu hallerde kullanılır.

- Şekil 28.47’de görülen B tipi yataklama daha ucuz ve çok yaygındır. Yapımı da daha hızlıdır. Eğer plastik boru kullanılacaksa (ki bu hatlarda beton büz kullanımı tavsiye edilir) yatak ve boru etrafı taneçikli malzemeyle doldurulmalıdır. Böylece borunun zorlanmasının önüne geçilir.
- Eğer toprak sert cisimler içermiyorsa, C veya D tipi yataklama ile kanal açma ve malzeme maliyetinden tasarruf edilebilir:
 - C tipi yataklamada (Şekil 28.48) hendek dibi boruyu kucaklayacak ve küçük bir miktar sarma etkisi yaratacak şekilde biçimlendirilir.

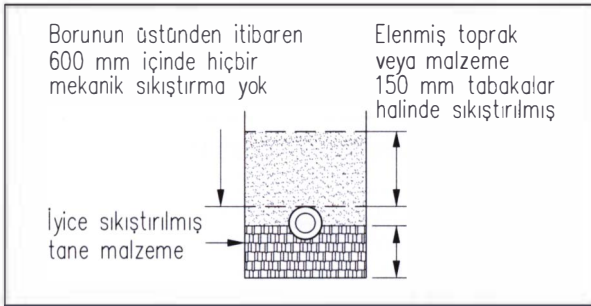


Şekil 28.46. A SINIFI YATAKLAMA FAKTÖRÜ 2,6

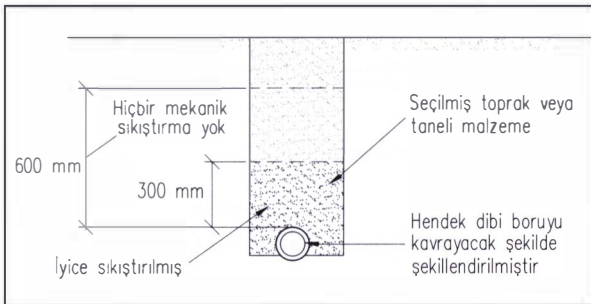
- D tipi yataklamada (Şekil 28.49) hendek dibi düzleştirilir. Boru gövdesi düz kısma otururken, boru birleşim yerlerine gelen kısımda toprak alınarak çıkıntı yapması önlenir. Bu yöntemde yataklama faktörü 1,0 olup, yataklama dolayısıyla boru dayanımında artırım etkisi yoktur.
- Eğer toprağın yapısı hendeğin binaya yakın açılmasını gerektiriyorsa, binaya yakın hendek temel stabilitesinde herhangi bir kayba neden olmayacak şekilde muamele edilmelidir. 9 metre aralıklarla genişleme önlemi alınmış bir beton dolgu şarttır. Beton blokları arasında genişleme önlemi olarak sıkıştırılabilir fiber levhalar kullanılabilir (Şekil 28.50).

28.6.4. TOPRAK ALTI DRENAJ

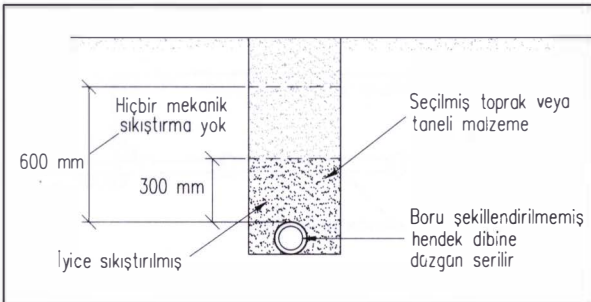
- Mümkün olan yerlerde bina, temelleri yeraltı suyu düzeyinin yeteri kadar üstünde kalacak şekilde inşa edilmelidir. Ancak bazı durumlarda doğal yeraltı su düzeyini aşağı çekmek üzere yeraltı suyu drenajı gereklidir. Böylece su seviyesi bina temellerinin altına indirilebilir.



Şekil 28.47. B SINIFI YATAKLAMA FAKTÖRÜ 1,9



Şekil 28.48. C SINIFI YATAKLAMA FAKTÖRÜ 1,1

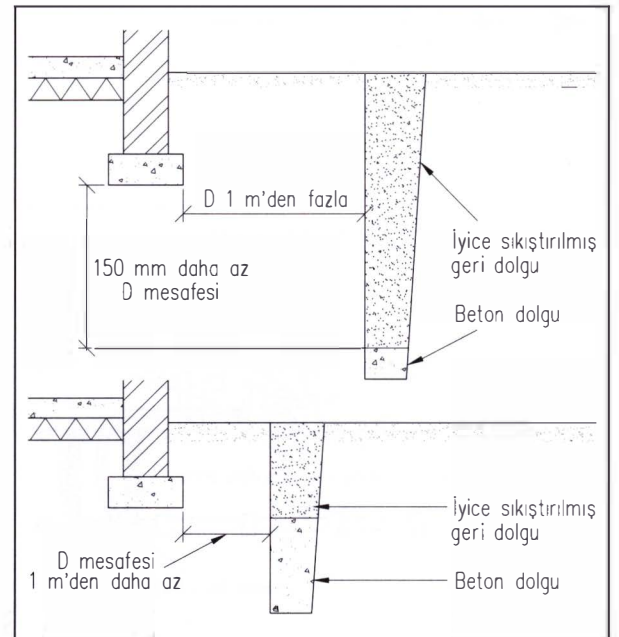


Şekil 28.49. D SINIFI YATAKLAMA FAKTÖRÜ 1,0

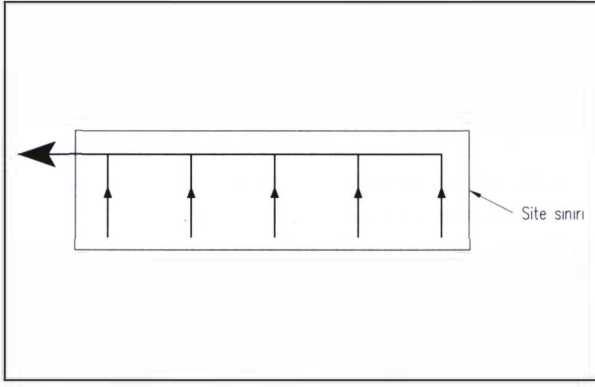
- Yeraltı drenajı için çok çeşitli sistemler mevcuttur. Kullanılacak tip sitenin koşullarına bağlıdır. Çeşitli sistemler Şekil 28.51, 52, 53, 54 ve 55'te gösterilmiştir.
- Şekil 28.51 ve 52'de görülen demir grid ve balık kılçığı sistemlerinde branşman boruları arasındaki mesafe toprağın cinsine bağlıdır.
- Drenaj hendeğinin derinliği 600 mm ile 1.500 mm arasında değişir.
- Toprak altı drenajı yüzey su kanalına veya bir akar suya verilmeden önce uygun bir sifon tertibatı ile donatılmalıdır.
- Yüzey su kanalından veya akar sudan geri taşmayı önleyici bir düzenek mutlaka kullanılmalıdır.

28.6.5. DRENAJ HATLARININ TESTİ

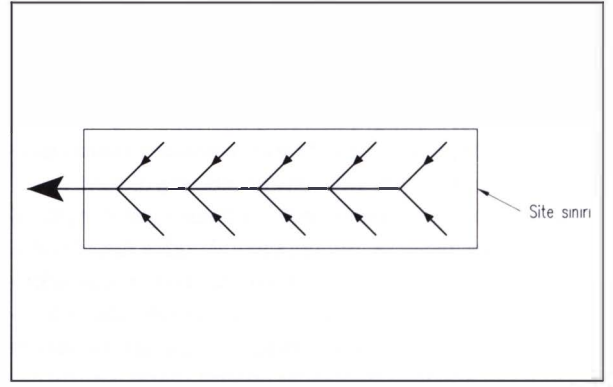
İki rögar arasındaki düz boru hattının basınçlı hava ile test edilmesi için Şekil 28.57'de görüldüğü gibi bu boru sızdırmaz şekilde izole edilir ve U manometrede 100 mmSS basınç elde edilene kadar drenaj borusuna hava basılır. İlk 5 dakika içinde su yüksekliği 25 mm'den fazla düşmemelidir. Duman testi çok yararlıdır çünkü kaçıran nokta hemen görülür. Yine test edilecek boru parçası Şekil 28.57'deki gibi izole edilir ve alt uçtan duman boruya pompalanır. Bundan sonra boru boyunca duman kaçağı olup olmadığı araştırılır. Su testinde ise (Şekil 28.58) boru ucunun tıkanıp, borunun suyla doldurulması gerekir. Birleşmelerde sıkışıp kalan hava ve emilen su için bir pay bırakmak gerekir. Normal olarak kabul edilen minimum ve maksimum su yükseklikleri sırasıyla 1,5 ve 4,0 m değerindedir.



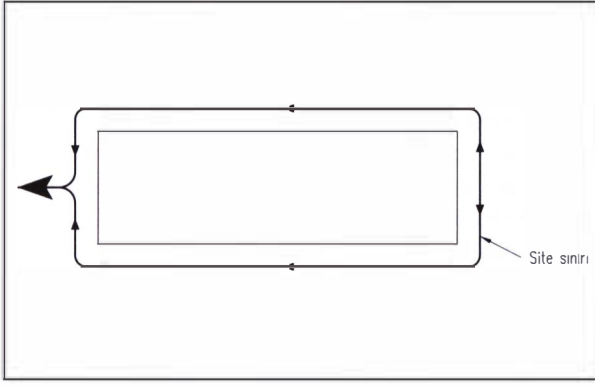
Şekil 28.50. BİNA TEMELİNE YAKIN DRENAJ HATTI TEMELLERİ



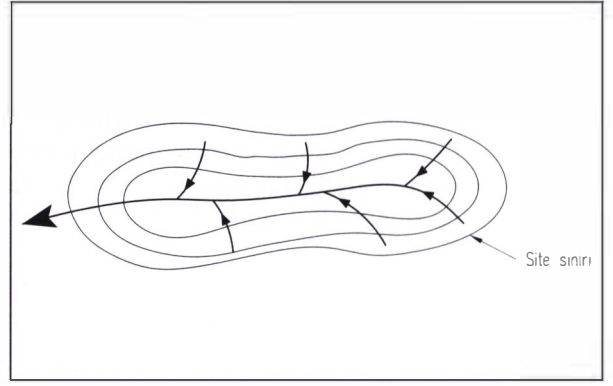
Şekil 28.51. DEMİR GRİD



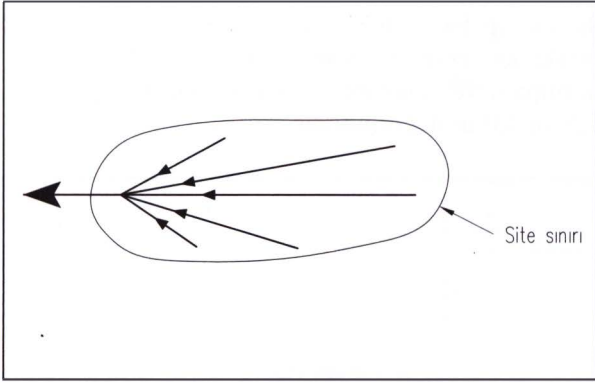
Şekil 28.52. BALIK KILÇIĞI



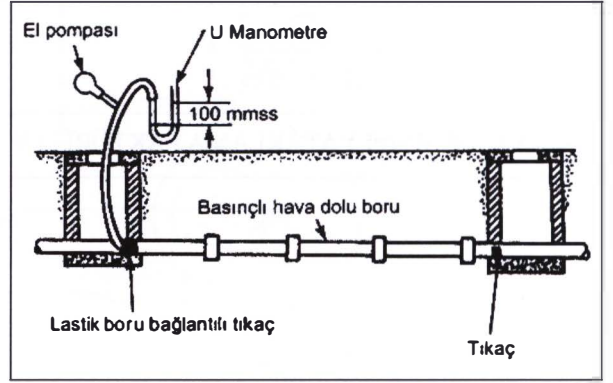
Şekil 28.53. KALE HENDEĞİ



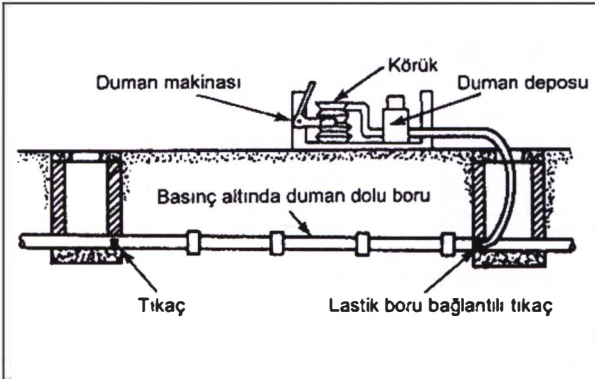
Şekil 28.54. DOĞAL



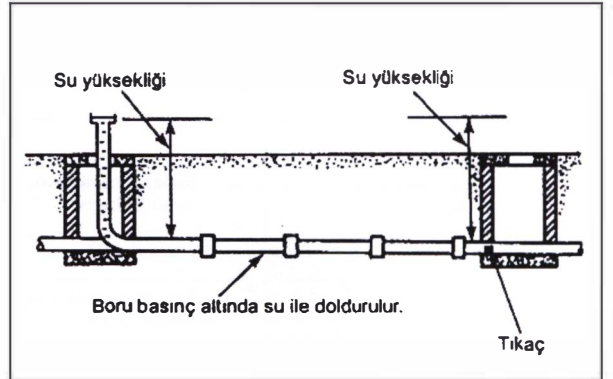
Şekil 28.55. FAN



Şekil 28.56. HAVA TESTİ



Şekil 28.57. DUMAN TESTİ



Şekil 28.58. SU TESTİ

XXIX. BÖLÜM

PİS SU TESİSATI ELEMANLARI

29.1. SÜZGEÇLER

Döşemelerdeki kirli suların tesisata akmasını sağlayan, ancak tesisattaki pis kokuların bina içine geçmesini önleyen özel sifonlara süzgeç denir.

Süzgeçler banyo, döşeme (yer), bodrum, balkon, çatı ve teras süzgeçleri gibi isimler alırlar. Malzeme pik döküm ve plastik olabilir.

Çatı ve teras süzgeçleri ile balkon süzgeçleri yağmur sularının ve yıkama sularının yağmur tesisatına akıtılmasında kullanılır. Bağımsız yağmur tesisatına bağlanan bu süzgeçlerde sifon bulunmaz. Izgaranın formuna göre dairesel, düz ızgaralı ve küresel ızgaralı tipleri, çıkış biçimine göre de, alttan ve yandan çıkışlı tipleri bulunur. Ayrıca çatıda ısı izolasyonu uygulanmış ise, izolasyonlu çatı süzgeci tipleri vardır. Üzerinde gezilen teraslarda kullanılan, gizli çatılarda veya prefabrik oluklu çatılarda kullanılan ve yatay çıkışlı çatı süzgeçleri gibi özel amaçlı çatı süzgeçleri de bulunmaktadır.

Pik malzemeden olan çatı süzgeçlerinde gövde pik döküm, ızgara pik, alüminyum veya pirinç olmaktadır. *Şekil 29.1*'de düz ızgaralı bir çatı süzgeci görülmektedir. *Şekil 29.1*'de görüldüğü gibi süzgecin hizmet verdiği alan belirlidir, seçim buna göre yapılır.

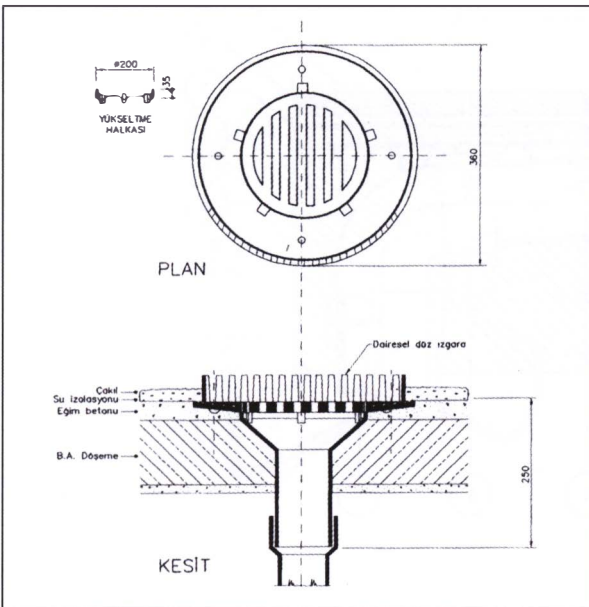
Teras süzgeçleri de izolasyonlu ve izolasyonsuz olabilir. Genel olarak çatı süzgeci karakterindedir. *Şekil 29.2*'de bir teras süzgeci örneği görülmektedir. Balkon süzgeçlerinin sifonlu ve sifonsuz tipleri vardır. Pis su tesisatına bağlanacak balkon süzgeçleri sifonlu olmalıdır. Alttan ve yandan çıkışlı olabilirler.

Şekil 29.3'te balkon süzgeci görülmektedir. ABS plastik malzemeden ve sifonlu olan bu süzgeç DN100 ve 70 olarak iki tiptedir. Doğrudan yağmur iniş borusuna bağlanır ve koku yapmaz.

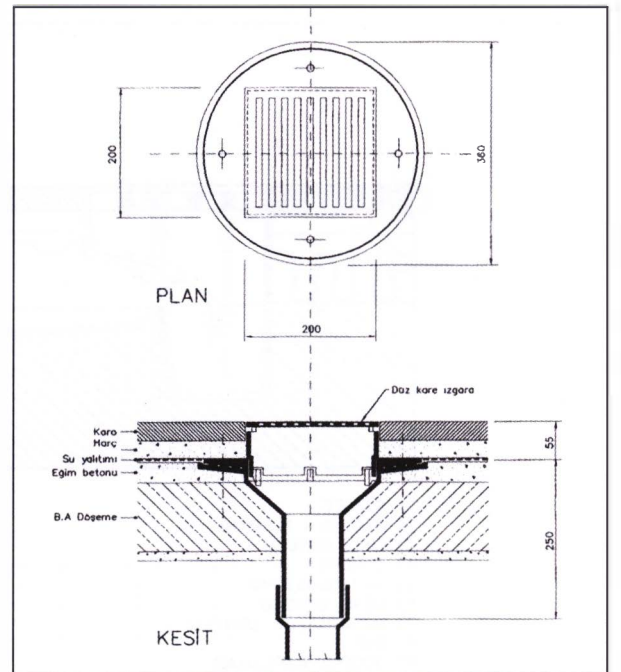
Yer süzgeçleri ıslak hacimlerdeki yıkama sularının pis su tesisatına akıtılmasında kullanılır. Banyo, mutfak, duşlar, tuvaletler, bodrum döşemesi gibi kullanılma yerlerine göre farklı tipte ve yapıdadırlar. Bunlar sifonlu, temizleme delikli, kovalı, alçak tip, yandan çıkışlı, alttan çıkışlı, büyük veya küçük olarak isimlendirirler. *Şekil 29.4*'te alçak tip küçük yer süzgeci, *Şekil 29.5*'te ise temizleme delikli, kovalı büyük tip yer süzgeci görülmektedir.

Malzeme pik döküm olup, birincisi banyo vs gibi ıslak hacimlerde, diğeri bodrum katta, döşeme süzgeci olarak kullanılabilir. *Şekil 29.6*'da ise plastik yer süzgeçleri görülmektedir. ABS üst gövde ve ızgara ve polipropilen alt gövdeden oluşur. Sifonlu ve dekoratiftir, üst çerçeve hareketli olup, seramik montajında kolaylık sağlamaktadır. Yandan ve alttan çıkışlı tipleri vardır. Izgara conta ile gövdeye sıkı oturur, koku geçirmez.

Bu yer süzgecinin en önemli özelliği, sifon yüksekliğinin 60 mm olmasıdır. Bu sayede sifon boşalması ve kuruma gibi nedenlerle banyoya koku yayılması kesinlikle önlenmiştir. Sifon yüksekliği az olan banyo yer süzgeçleri montaj açısından avantajlı gibi gözükse de, fonksiyonunu tam yerine getiremez ve banyoda kokuya neden olur. Ayrıca süzgeçte sifon içindeki su



Şekil 29.1. ÇATI SÜZGECİ (Pik döküm)



Şekil 29.2. TERAS SÜZGECİ
(Alt gövde pik döküm, Üst ızgara pik, alüminyum pirinç)

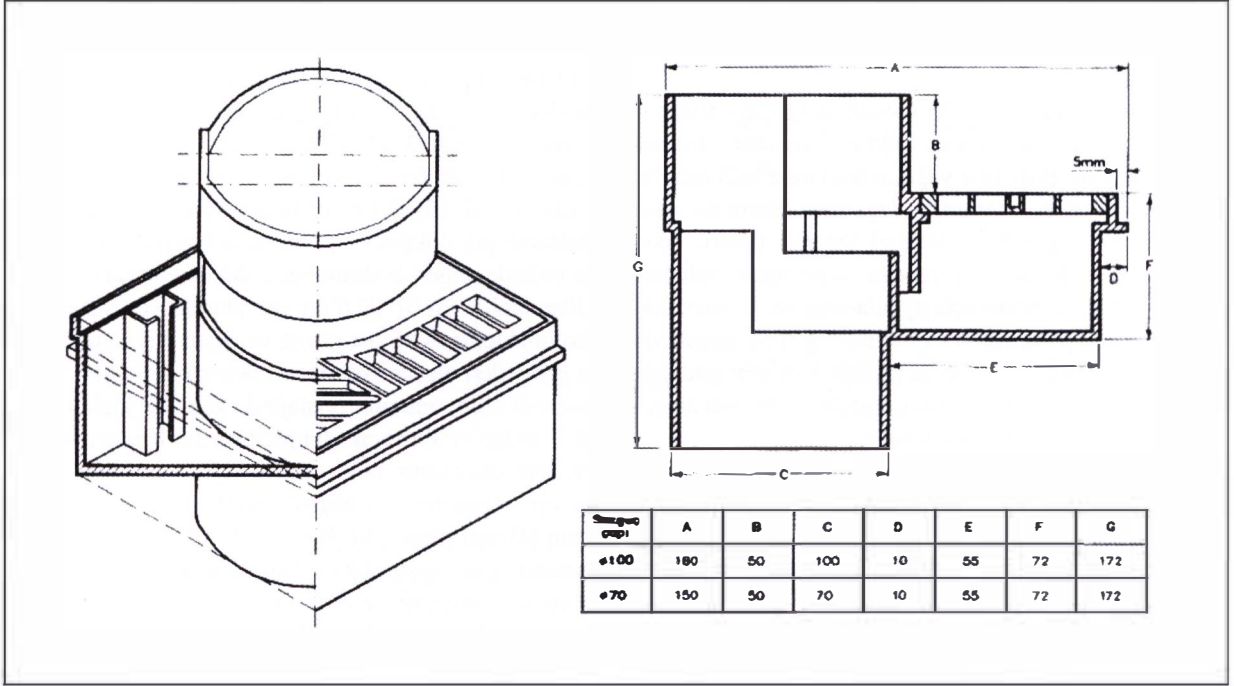
hızı yavaş olduğundan, tortuların tesisatı tıkaması sorunu ortadan kalkmaktadır.

Banyolarda yer süzgecinin monte edileceği ideal yer, genellikle klozet ile küvet arasındır. Klozetlerin taharet muslukları sık açılıp kapatıldıkları için damlatabilir. Küvet ve duş teknelerinden de dışarıya su sıçrayabilir. Banyo süzgecini duvara yakın monte etmek, üzerine basılma ve kırılma riskini azaltmak için de uygundur.

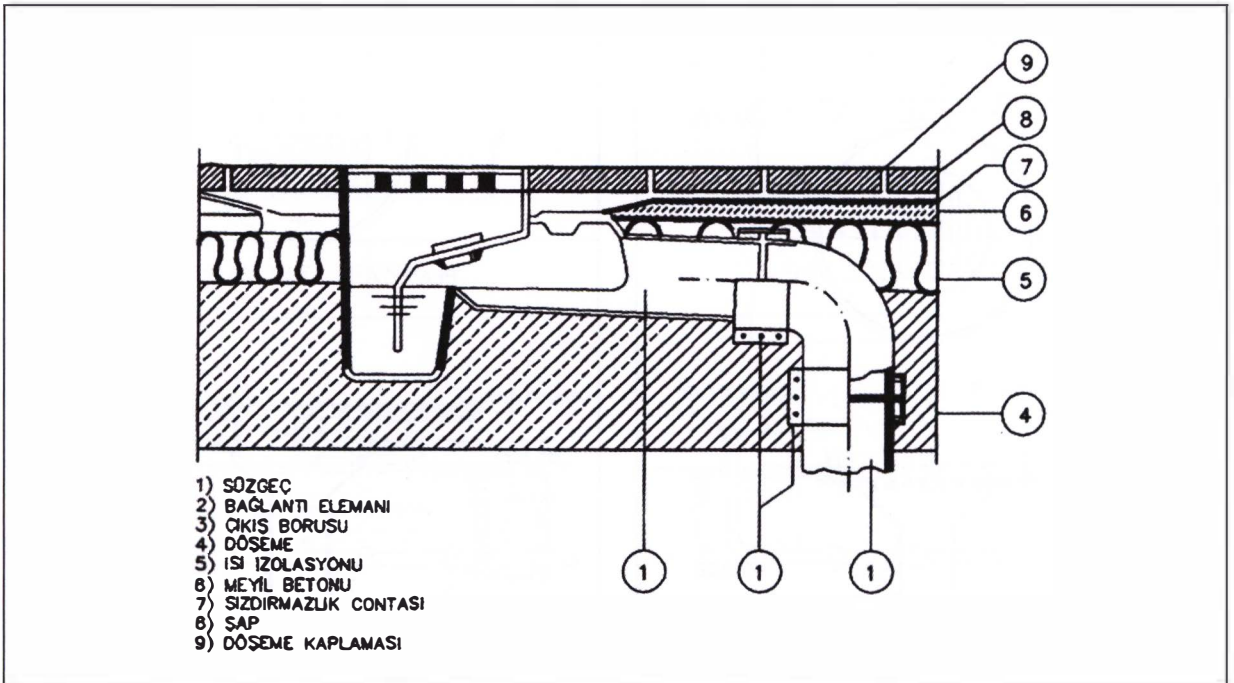
29.1.2. AVLU SÜZGEÇLERİ

Yağmur suyu kolonlarının kanalizasyona bağlantısında Şekil 29.7’de görülen süzgeçler kullanılabilir. Bu süzgeçler yaprak vb yabancı maddelerin ayrılması ve koku geçmemesi amacı ile kullanılır. Üst ve alt gövde pik döküm, kova plastiktir.

Avlu, bahçe vb yerlerde yağış sularının pis su ya da yağmur kanalına iletilmesinde genellikle kâgirden yapılan



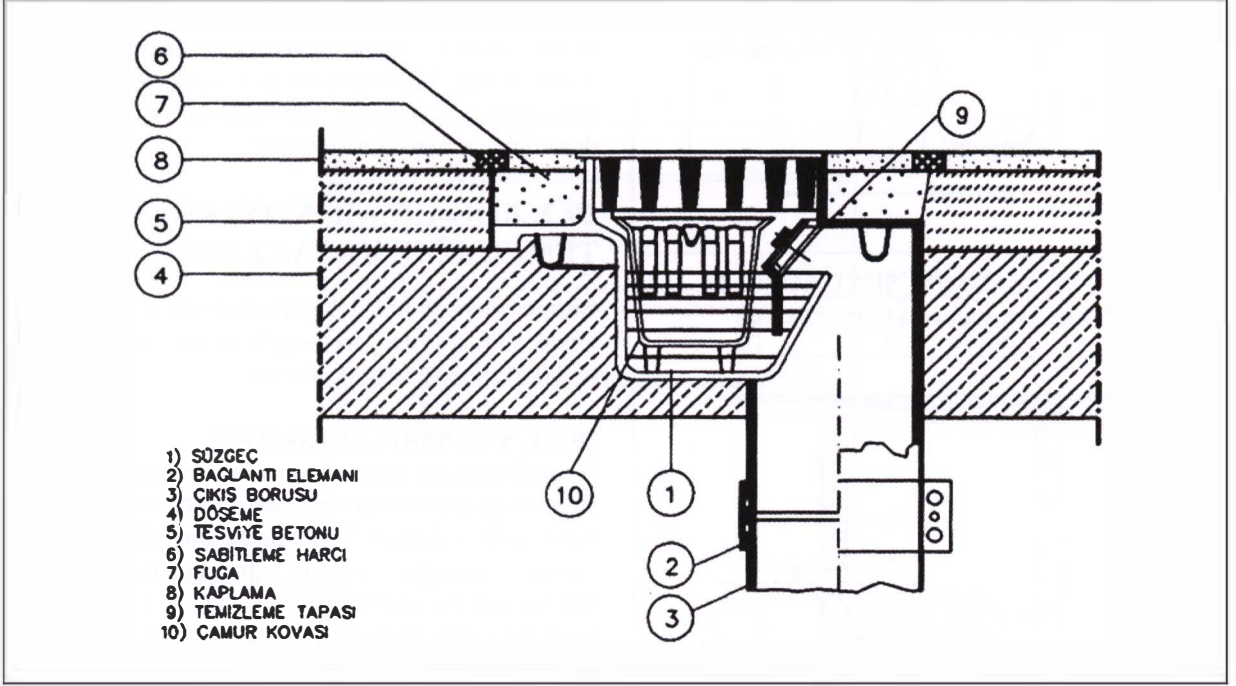
Şekil 29.3. BALKON SÜZGECİ (Yağmur iniş borusuna bağlanır. Koku yapmaz. ø100 ve ø70 iki tip mevcuttur.)



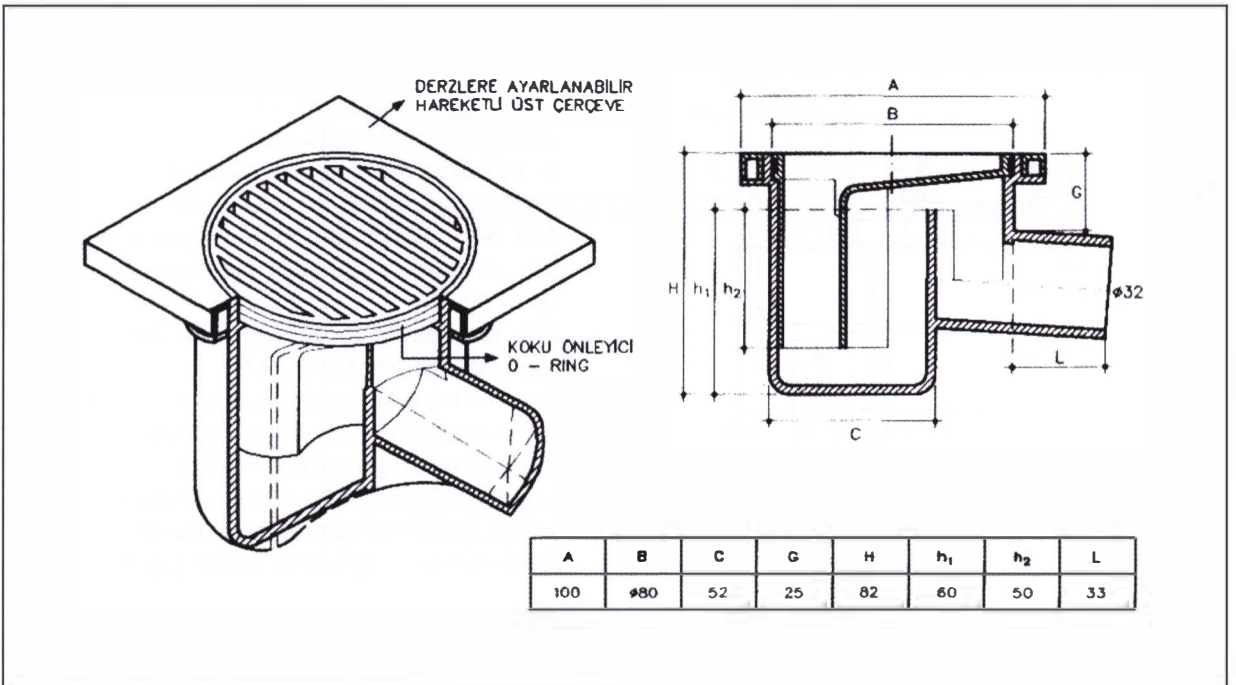
Şekil 29.4. SİFONLU YER SÜZGECİ

sulu süzgeçler kullanılır. Aynı bir şehir yağmur kanalı mevcut ise, süzgeç sifonsuz yapılabilir. Sifonsuz avlu süzgeci, ağzına zemin seviyesinde ızgara konulmuş rögara benzer. Çıkış borusu 0,40 metre kadar yüksekten alınarak, dipte çamur, kum vb katı kirlerin toplanabileceği bir hacim sağlanır. Bazı durumlarda, avlu süzgeci içine girebilecek yaprak vb. bitkisel maddelerin kanala geçmesinin önlenmesi için bir tel sepet kullanılır.

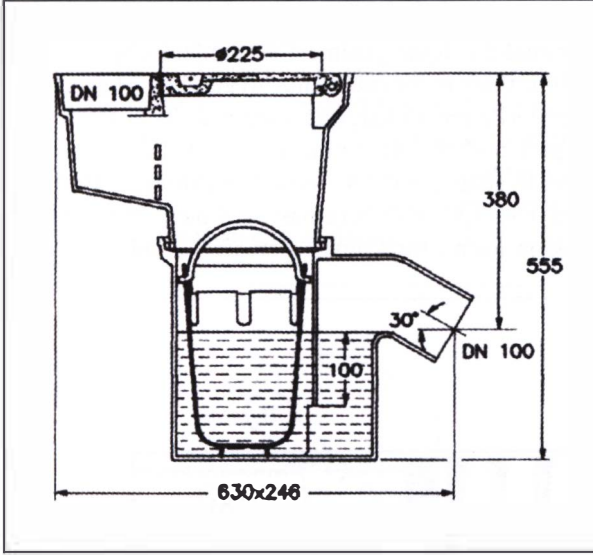
Kâgir avlu süzgeci en az 0,45 x 0,45 m boyutunda yapılmalıdır. İçine girilmesi ve temizlenebilmesi için 0,60 x 0,60 m boyutu daha uygundur. Süzgecin iç yüzeyleri çimento harcı ile sıvanmalıdır. Sifonlu avlu süzgeci bodrum süzgecine benzer. Çıkış borusu bir dirsekle süzgeç içindeki suya daldırılmıştır. Borunun suya 0,30-0,35 m daldırılması ve dipte ayrıca bir tortu birikme hacmi bırakılması gerekir. Burada birikecek



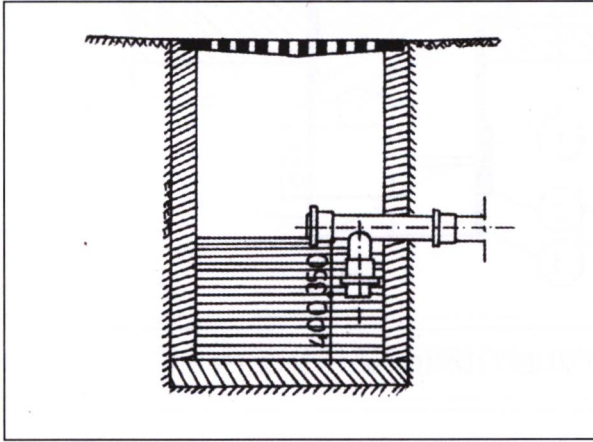
Şekil 29.5. ZEMİN TİPİ SİFONLU YER SÜZGEÇİ (DN100, servis alanı 150 m²)



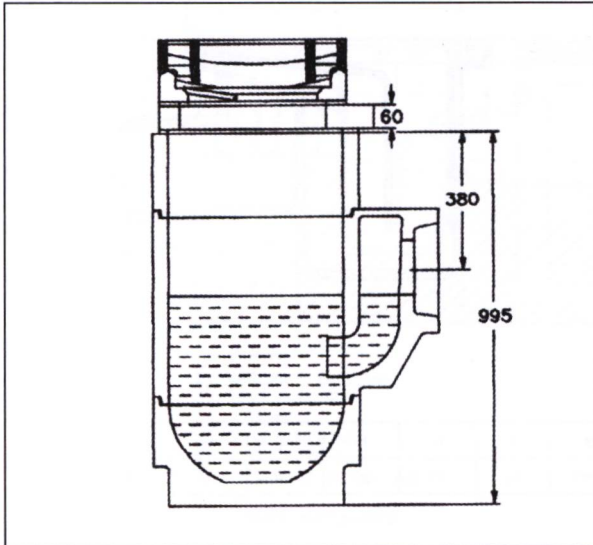
Şekil 29.6. YER SÜZGEÇİ (Sifon Yüksekliği 60 mm)



Şekil 29.7. YAĞMUR SUYU SÜZGEÇİ
(Alt ve Üst Bağlantı Çapı: DN100)



Şekil 29.8. KAGİR AVLU SÜZGEÇİ



Şekil 29.9. BETON
CADDE VEYA AVLU SÜZGEÇİ (Sifonlu)

suyun donmaması için toprak seviyesinden en az 1 m derinde olması doğru olur (Şekil 29.8).

Avlu süzgeci tuğla, beton, künk ya da dökme demirden yapılabilir. Biçimleri dörtgen, dairesel ya da oval olabilir. Şekil 29.9'da cadde veya avlu süzgeci görülmektedir. Bu süzgeç muşu parçalı bir yapıda olup sifonludur. Bu sayede kokuya neden olmaz. Bu süzgeç betondan mamuldür.

Bakımları özen ister. Çünkü sıcak aylarda içindeki su buharlaşarak eksilir ve süzgeç sifon özelliğini yitirir. İçinde bulunan durgun su, sineklerin üremesine neden olur ve kokar. Bu nedenlerle avlu süzgeçlerinin sık sık temizlenmesi, suyunun yenilenmesi ve gerekiyorsa dezenfekte edilmesi doğru olur.

29.2. RÖGARLAR, KONTROL VE TEMİZLEME KAPAKLARI

Bina içinde bodrum kat döşemesi altında ve bina dışında toprak altında giden yatay ana borularda (drenaj borularında) tıkanmaya karşı iki sistem geliştirilmiştir.

29.2.1. YAŞ RÖGARLI SİSTEM

Pis su boruları içindeki yabancı maddelerin yatay borularda tıkanmaya neden olmaması için klasik sistemlerde yağ rögarlar kullanılır. Yağ rögarlar içine ulaşılabilir sızdırmaz haznelerdir. Yön ve eğim değiştirmelerde ve belirli uzunlukta düz hatlarda yağ rögarlar oluşturulur ve yatay borular bu hazneye girer ve çıkar. Pis su bu hazne- de dinlendiği gibi, bu haznedeki borulara ulaşmak ve müdahale etmek mümkündür. Şekil 29.10'da yağ rögar detayı verilmiştir.

- Rögara kadar ve bina içinde rögarlar arasında PVC veya pik boru, rögarlar arasında bina dışında büz (beton) boru kullanılır.
- Bir binadan kanalizasyona bir bağlantı vardır. Bina içindeki rögarlarla toplanan pis su birleşerek tek hatla kanalizasyona bağlanır. Birleşme noktalarında yine yağ rögar kullanılır (Şekil 29.11).
- Ana boru tesisatında 250 mm çapın üzerinde her yön ve eğim değişiminde bir rögar konulmalıdır (Şekil 29.12).
- Düz hatlarda 90 metre üzerindeki aralıklarda bir rögar konulmalıdır (Şekil 29.13).
- Rögarlar betondan yapılmalı ve derinlikleri 0,8 m'yi geçen rögarlarda sabit demir basamak yapılmalıdır.
- Rögar tabanı, rögardan ayrılan pis ve kirli su akımının alt yüzeyinden daha derinde olmamalıdır. Taban yüzeyi suyun dağılmasına engel olacak ve bir oluk içinde akmasını sağlayacak şekilde yapılmalıdır.

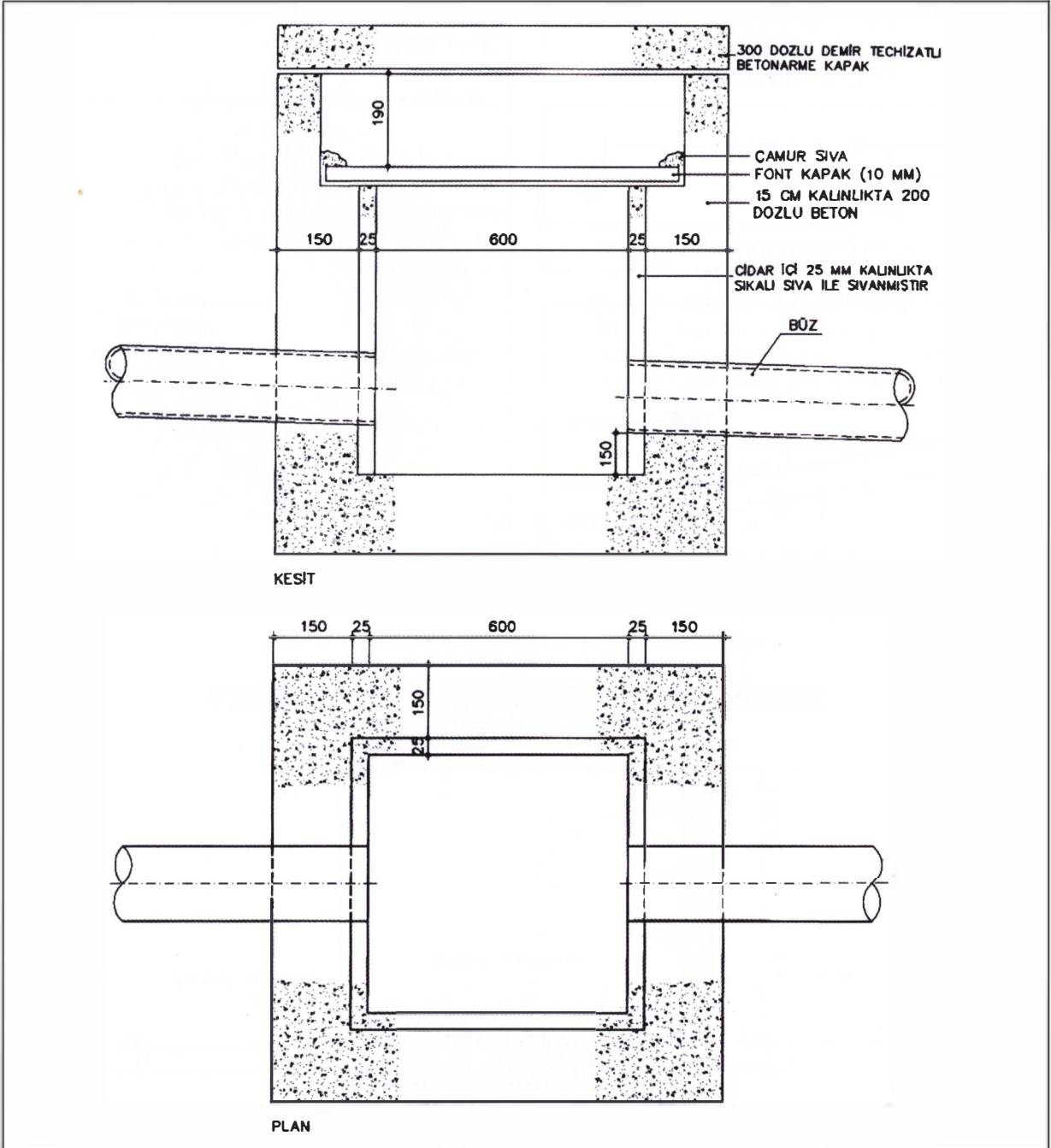
29.2.2. KURU RÖGARLI VE TEMİZLEME KAPAKLI SİSTEM

Modern yapılarda ise, bina içindeki yatay ana borular gerekli eğim verildikten sonra, herhangi bir yağ rögar

kullanılmaksızın tesis edilmekte; yaş rögar sadece bina dışında ana kanalizasyonla bina arasındaki bağlantıda kullanılmaktadır. Bu sistemde, gerektiğinde müdahale edebilmek üzere, aşağıda tariflenen noktalara sızdırmaz temizleme kapakları konulmakta ve döşeme altından giden borularda bu kapaklara ulaşabilmek için kuru rögar teşkil edilmektedir. Şekil 29.14'de böyle bir kuru rögar veya kontrol kapağı görülmektedir. Bu kapak sızdırmaz ve su geçirmez olmalıdır.

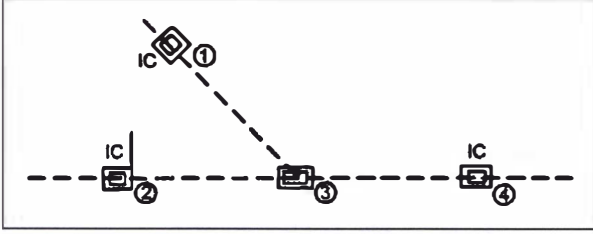
- Sıra geçişlerin müşterek bağlantı hattının üst sonuna temizleme kapağı konulmalıdır.

- Doğrudan rögara inmeyen kolonlarda ana boruya birleşmeden önce, temizleme kapağı konulması gerekir.
- Yatay ana toplama hatlarında çapı DN 150'ye kadar borularda en az her 20 metrede, daha büyük çaplı borularda ise en az her 40 metrede bir temizleme kapağı konulması gerekir.
- Yine yatay ana toplama hatlarında 45° ve daha üzerinde her yön değiştirmeden önce bir temizleme kapağı konulması gerekir. Temizleme kapakları gaz ve su sızdırmaz olmalıdır.

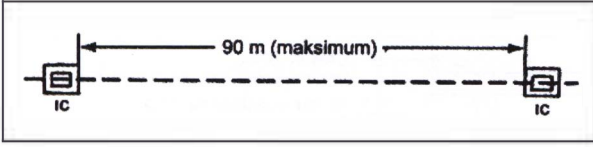


Şekil 29.10. YAŞ RÖGAR DETAYI

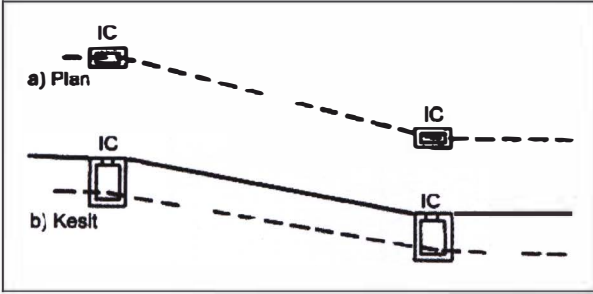
Dikdörtgen temizleme kapakları bütün hatlarda kullanılabilir. Yuvarlak kapaklar ise sadece bağlantı hattı, kolon ve toplama hatlarında kullanılabilir. Zemin altına döşenen borularda kullanılacak olan temizleme delikleri üzerinde birer kuru rögar yapılmalıdır.



Şekil 29.11. BİRLEŞTİRMELERDE YAŞ RÖGARLAR



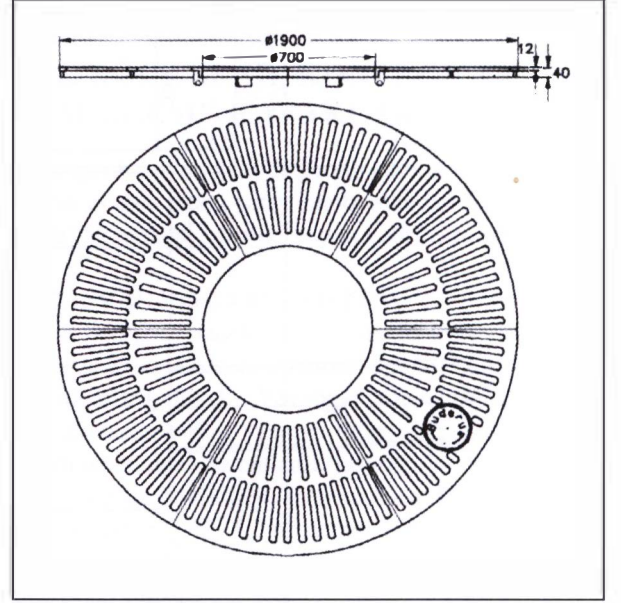
Şekil 29.12. YÖN DEĞİŞTİRMELERDE YAŞ RÖGARLAR



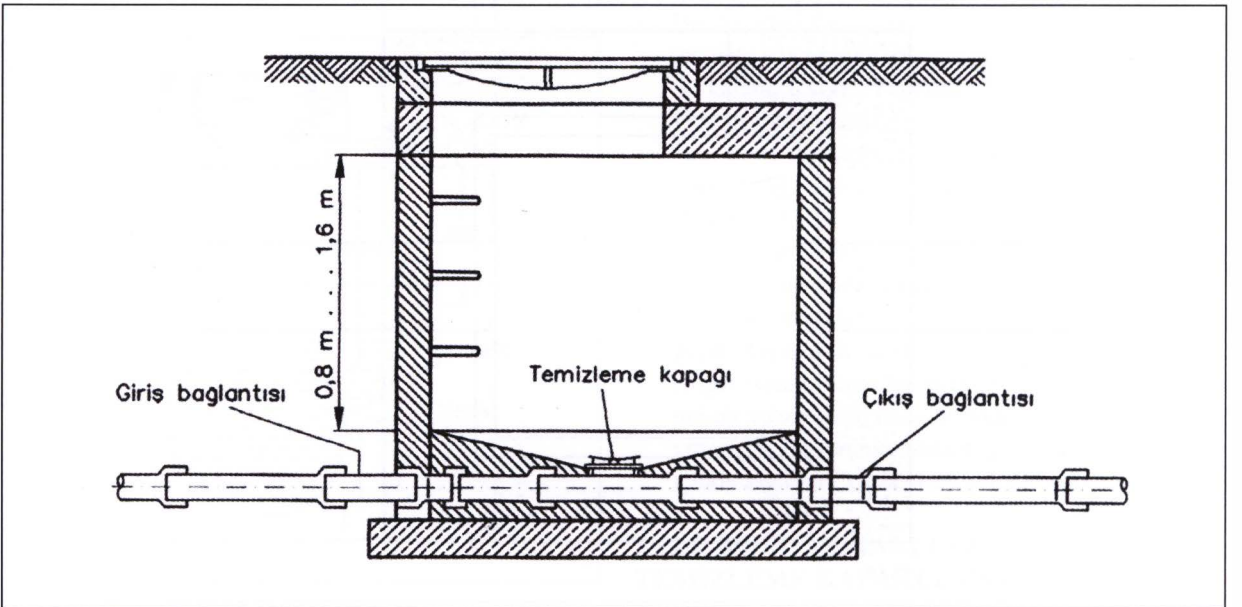
Şekil 29.13. RÖGARLAR ARASI EN FAZLA MESAFE

29.2.3. AĞAÇ IZGARALARI

Cadde kenarlarındaki ağaçların diplerinin korunması için, özel alaşım dökme demirden paslanmayan ızgaralar kullanılır. Bu ızgaralar hem toprak kaybını ve toz oluşumunu önler, hem de ağaçları korur. Ayrıca ağaç diplerinin temizliğini sağlar. Bir başka faydası da estetik açıdan katkısıdır. Şekil 29.15'te yuvarlak tip bir ağaç ızgarası örneği görülmektedir. Ağaç ızgaraları parçalı olarak dökme demirden üretilmektedir. Çok çeşitli formlarda olup, ızgara aralıkları ve dolu kısımları özel olarak tasarlanmıştır. Izgara yüksekliği 40 mm'dir.



Şekil 29.15. YUVARLAK FORMDA DÖKME DEMİR AĞAÇ IZGARASI



Şekil 29.14. KURU RÖGAR ÇAPI EN AZ 1 METRE OLMALIDIR.

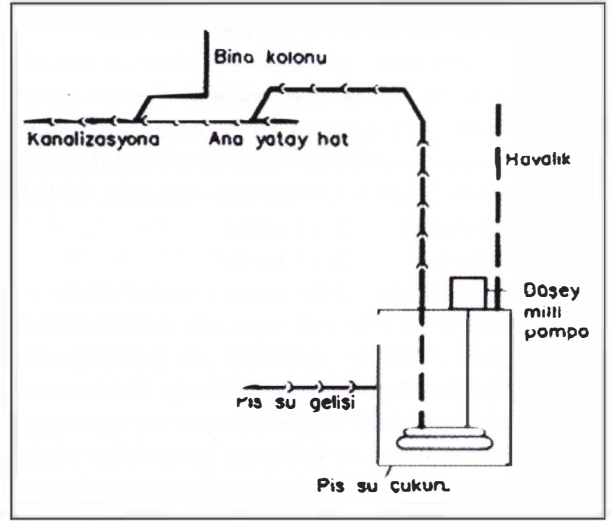
29.3. PİS SUYUN POMPALANMASI

Eğer binanın bodrum katı döşeme seviyesi, şehir kanalizasyon şebekesinin bağlanılacak noktadaki seviyesinden aşağıda ise, pis suyun kendiliğinden şehir şebekesine akması mümkün değildir. Bu durumda kanalizasyon seviyesinin altındaki pis suların bir merkezde toplanarak, pompa ile basılması gerekir. Kanalizasyon kotunun üzerindeki katların pis suları bodrum kat tavanındaki yatay toplama borusu ile toplanır. Yatay bağlantılarda çatalın hemen yakınına bir temizleme kapağı konmalıdır. Genellikle düşük seviyeli bodrum kat, makine dairesi karakterinde olup, atık sular kirli su karakterindedir. Makine dairesinde oluşturulan bir pis su çukurunda toplanan kirli su, elektrikli düşey milli pis su pompası veya el tulumbası ile yukarıdaki yatay toplama borusuna, çatalla üstten bağlanır.

Böyle hallerde kapalı pis su toplama kabı koku sızdırmaz ve korozyona dayanıklı olmalı ve çatı üzerinden DN 100 bir havalandırma borusu ile havalandırılmalıdır. Pis su çukuru betondan veya 5 mm kalınlıkta çelik saçtan oluşturulabilir. Aynı zamanda pis su toplama çukuru veya kabının bulunduğu hacim havalandırılabilir olmalıdır.

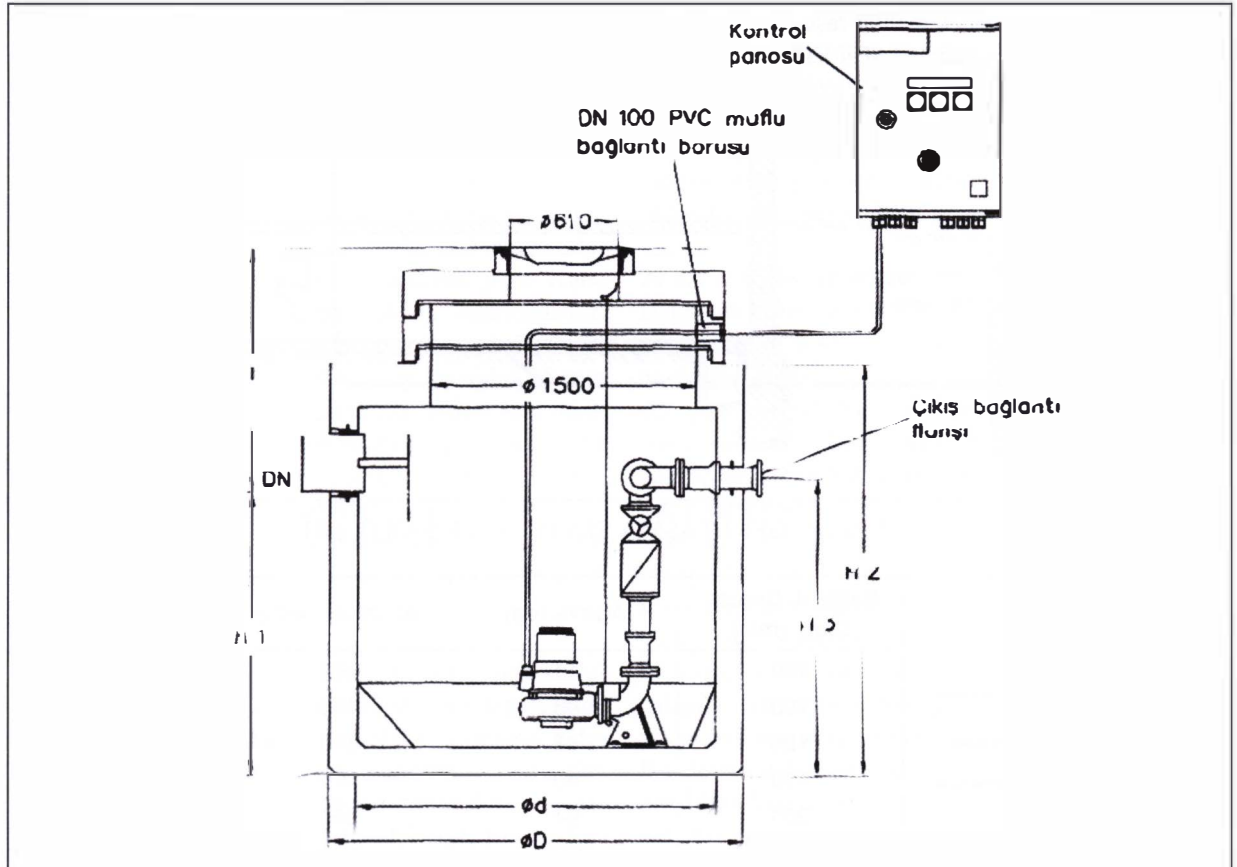
Bu amaçla iki sistem bulunmaktadır. klasik olan ve Türkiye’de yaygın kullanılan sistemde pis su çukuru

oluşturulur ve şamandıra ile kumanda alan düşey milli pis su pompası ile pis su yukarıda anlatıldığı gibi yatay ana boruya basılır (Şekil 29.16). Şekil 29.17’de ise kompakt tip beton pis su çukuru ve pis su pompası komple sistemi görülmektedir.



Şekil 29.16. POMPA İLE SUYUN BASILMASI

Not: Pompa pis su çukurunun tabanından en az 20 cm yukarıya monte edilmelidir. (Çamur tabakasının üzerinde kalmak için)



Şekil 29.17. KOMPAKT TİP PİS SU ÇUKURU VE POMPASI

Pompa ile basılan su debisi fazla ise bağlantının bina çıkışına yakın bir noktadan yapılması tercih edilir. Eğer pompa ile basılan debi kesintili ve çok fazla ise, ayrı bir boru ile bina dışındaki rögara ulaştırılması daha doğrudur.

29.3.1. GERİ TAŞMAYA KARŞI ÖNLEM

Taşma seviyesi açık bir kanalizasyonun üst seviyesi (cadde seviyesi) olarak belirlenebilir. Bunun altında kalan yerlerde geri taşmaya karşı önlem alınmalıdır. Öte yandan kanalizasyon seviyesi, binada en alt seviyedeki kullanım yerinden daha aşağıda olmalıdır. Bu fark,

- Kırsal alanda 2-1,5 metre
- Sokaklarda 2-2,5 metre
- Ana caddelerde 2,5-3 metre olarak önerilir.

Pis su veren sıhhi tesisat gereçlerinin sifonlardaki su seviyesi Şekil 29.18'de görüldüğü gibi taşma su seviyesinin altında kalıyorsa, taşmaya karşı sistem emniyete alınmalıdır. Aksi halde bodrum kat geri gelen suların yer süzgeçleri ve kullanma yerlerinden taşması sonucu pis suyla dolar.

Bunun önlenmesi için böyle yerlerde geri taşma sigortaları (önleyicileri) adı verilen cihazlar kullanılmalıdır. Bu cihazlar bir nevi çek valf gibi düşünülebilir. Akış yönünde pis su serbestçe bu elemanlardan geçebilirken, ters yönde bir akıma klapenin kapanması ile izin vermezler. Bu elemanların yapıları örnek olarak Tablo 29.19'da verilmiştir. Bu elemanlar taşabilecek gereçlerin pis su boru hattına bağlanır. Birden çok gerece bir

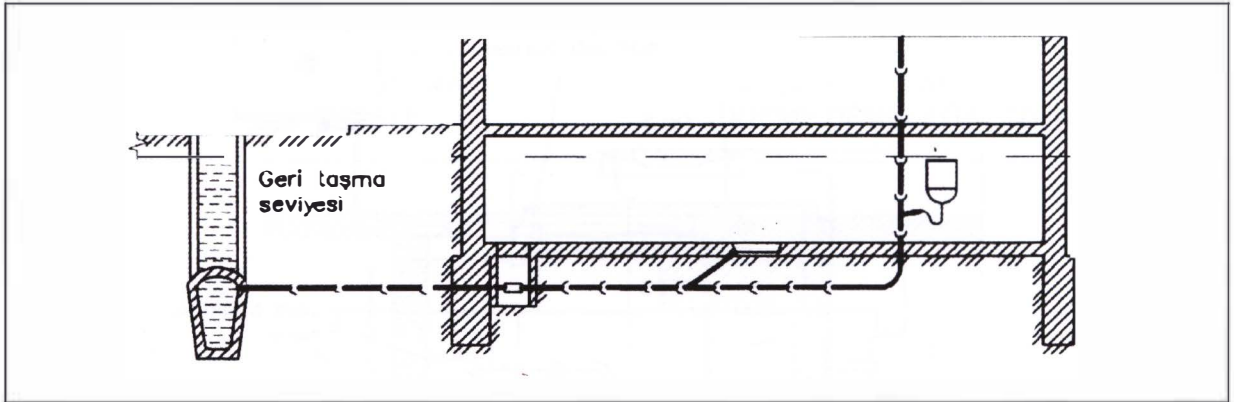
geri taşma sigortası bağlanabilir. Bu cihazlar birbirinden bağımsız çalışan iki seri kapama organı içerir. Bunlardan biri elle çalışan bir şiber vana, diğeri serbest çalışan bir klapedir. Bu elemanların dışında, kendi içinde geri taşma önlemi içeren özel bodrum süzgeçleri de vardır. Bodrumda sadece yer süzgeçleri varsa, bu tip süzgeç kullanımı geri taşmaya karşı yeterlidir.

29.4. ATIK SU ARITMA

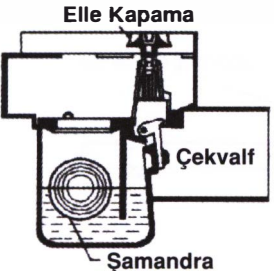
Arıtma tesislerinde uygulanan sistemleri incelemeye önce atık suyun içindeki kirletici maddelerin neler olduğuna değinmek gereklidir. Bunlar organik maddeler, inorganik maddeler, partiküler maddeler vb olarak sınıflandırılabilir. Organik maddeler BOİ5 (biyolojik oksijen ihtiyacı) ya da KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), katı maddeler AKM (askıda katı madde) TKM (toplam katı madde) vb olarak belirlenir. Atık sudaki kirleticilerin arıtılması için kullanılan metotları genel olarak üç ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar;

- Fiziksel arıtma
- Kimyasal arıtma
- Biyolojik arıtma

Atık suyun arıtılması amacıyla, atığın karakterine göre, bu başlıklar altında toplanan yöntemlerden biri ya da birkaçı, ayrı ayrı ya da birbirlerinin kombinasyonu olarak uygulanırlar. Uygulanacak proseslerin seçimi; yapılacak tesisin performansını, ilk yatırım ve



Şekil 29.18. GERİ TAŞMA SEVİYESİ VE ŞARTLARI

	Bağlantı Borusu Çapı (mm)	Ağırlık (kg)	Uzunluk (mm)	Yükseklik (mm)
		100	14	360
	100	43	445	260
	125	48	470	310
	150	60	520	345
	200	94	590	425
	250	141	630	590

Tablo 29.19. TERAS SÜZGEÇİ (Alt gövde pik döküm, Üst ızgara pik, alüminyum pirinç)

işletme giderlerini belirleyen önemli bir unsurdur. Bu nedenle seçilen prosesin yine bu prosese uygun olarak seçilmiş mekanik ekipman ve kontrol sistemleriyle (enstrüman) donatılmaları gerekmektedir.

Atık suların karakterlerinin farklı olması nedeniyle sıvı atıkların genel anlamda ikiye ayrılması yararlı olmaktadır:

- Evsel nitelikli atık sular
- Endüstriyel nitelikli atık sular

Evsel nitelikli atık suların arıtılması için yukarıda kısaca bahsedilen proseslerden Fiziksel ve Biyolojik Arıtma metodlarının kullanılması günümüzde yürürlükte olan mevzuat açısından yeterlidir. Ancak endüstriyel atık suların karakteri her üretim kolu için çok büyük farklılıklar göstermektedir. Hatta aynı endüstri kollarında bile kullanılan üretim teknolojilerinin farklı olması nedeniyle atık su miktarı ve kalitesi açısından değişiklikler görülmektedir.

29.4.1. FİZİKSEL ARITMA

29.4.1.1. Izgaralar

Özellikle evsel nitelikli atık suların, oluştuğu kaynaktan arıtma tesisine gelinceye kadar uzun bir kanal sisteminden geçmesi gerekmektedir. Bu sistemin birleşik kanal (atık su ve yağmur suyunun aynı kanalda toplanması) olması halinde dış ortamdan yağmur suları ile birlikte kum, inert partiküller ve kaba parçaların arıtma tesisine gelmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu gibi katı maddelerin bazı endüstriyel atıklarda da bulunması üretimin doğal sonucudur. O halde arıtma tesisindeki kirlilik yükünün azaltılması ve sistemde kullanılan mekanik ekipmanların (pompa, karıştırıcı vb) korunması için bu katı maddelerin arıtma tesisinin girişinde atık suyun içinden ayrılması gerekmektedir. Bu amaçla yaklaşım kanalı üzerine manuel ya da otomatik olarak temizlenebilen izgaralar konur. Bu izgaralar çubuk aralıklarına göre Kaba Izgaralar veya İnce Izgaralar olarak isimlendirilir. Evsel atık suların arıtıldığı tesislerde genel olarak Kaba Izgaralar 50 mm aralıklı, İnce Izgaralar 25 mm aralıklı olarak tasarlanır. Izgaralarda tutulan katı maddeler manuel ya da otomatik olarak izgaradan ayrılır ve konveyör yardımıyla bir çöp konteynerinde toplanır. Günümüzde bu katı maddelerin izgarada tutulduktan sonra yıkanması ve preslenmesi yapılarak uzaklaştırılması için geliştirilmiş sistemler bulunmaktadır.

29.4.1.2. Elekler

Özellikle endüstriyel atık suların arıtılmasında kullanılan ekipmanlardır. Çünkü bunlar ince izgaralarda tutulamayacak kadar küçük boyutlu maddelerin giderilmesini sağlar. Örneğin bira yapımında kullanılan arpanın kabukları, ya da tavuk kesimhaneleri ve mezbahalardan gelen kıl, tüy vb maddelerdir. Bu maddeler mekanik ekipmanlara zarar vermeyecek kadar küçük olsalar bile, atık suyun kirliliğini arttırdıkları

için en kısa yoldan atık sudan ayrılmaları gerekmektedir. Atık suyun içindeki maddelerin özelliğine göre iç akışlı ya da dış akışlı olarak seçilen elekler genelde 0,5-2,0 mm aralığında paslanmaz çelik malzemeden imal edilmiş perfore sac ya da yarıklı tamburlardır. Izgara ve eleklerin konulmasıyla atık sudaki katı maddelerin giderilmesinde %5-20 arasında verim elde edilebilir. Bu verim, seçilen eleğe ve atık suyun özelliğine bağlı olarak değişmektedir.

29.4.1.3. Kum ve Yağ Tutucular

Özellikle birleşik kanal sisteminin bulunduğu bölgelerden kaynaklanan evsel atık suların içinde önemli miktarda kum bulunur. Bunun kaynağı yağmur sularıyla yollardan toplanarak gelen malzemelerdir.

Atık su içindeki kumun giderilmesi, sistemde kullanılacak pompaların fanlarında ve diğer ekipmanların yüzeylerinde aşınmanın önlenmesi içindir. Bu amaçla kum tutucu adı verilen sistem kullanılmaktadır. Bu üniteye akış hızı öyle seçilir ki atık suyun içindeki kum ve benzer ağırlıktaki tüm maddeler kum tutucunun tabanına çökerken özgül ağırlığı sudan az olan maddeler atık suyun yüzeyine yükselirler. Genellikle uzun ve dar olarak tasarlanan kum tutucuların tabanında biriken kum, belirli periyotlarda manuel ya da otomatik olarak temizlenir. Bazı durumlarda bu ünitenin tabanından hava verilerek ağır maddelerin tabanda birikmesi sağlanırken, hafif maddelerin de (yağ vb) hava yardımıyla yüzeyde toplanması ve buradan sıyırılması sağlanır.

Bu sistemde biriken maddelerin alınması için kum tutucu boyunca gezen bir köprü ve bu köprüye monte edilmiş bir kum pompasıyla yüzey sıyrıcısı bulunur. Tabandan pompalanan kum yine gezer köprüye monte edilmiş olan siklondan geçirilerek, kum ile suyun ayrılması sağlanır.

29.4.1.4. Filtreler

Daha çok temiz su (kullanma suyu) arıtımında kullanılan filtreler deşarj standartlarının, özellikle askıdaki maddeler ve buna bağlı olan organik maddeler açısından çok sıkı olduğu endüstriyel atık suların arıtılmasında kullanılır. Buradaki temel prensip, basınçlı bir kap içine konulmuş olan belirli bir granülometreye sahip filtre malzemesi üzerinden atık suyun geçirilmesidir. Bu sırada kullanılan filtre malzemesinin tanecik boyutuyla orantılı olarak filtre edilen akışkan içindeki katı maddelerin tamamı ya da belirli bir kısmı filtrenin yüzeyinde tutulur. Tıkanan filtrede basınç kaybı artar ve sonuç olarak filtre devreden çıkarılır. Daha sonraki çalışma için basınçlı hava ve/veya basınçlı suyla ters yıkanarak tekrar işletilmek üzere hazır bekler.

Bu ünitenin kullanılması evsel nitelikli atık suların arıtıldığı konvansiyonel sistemlerde gerekli değildir. Ancak arıtma tesisinden çıkan suyun yeşil alanların sulanmasında kullanılması ya da dezenfekte edildikten sonra muhtelif amaçlarla yıkama suyu

olarak kullanılması istendiğinde uygulanması doğru olur. Bu üniteler endüstriyel atık suların arıtılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin çözülmüş kirliliği az, partiküler madde içeriği fazla olan atık suların filtre edildikten sonra geri kazanılarak yeniden kullanılmaları uygulanmaktadır. Ya da arıtma tesisinden çıkan sular filtre edildikten sonra soğutma kulelerinde yeniden kullanılmaktadır.

29.4.1.5. Yüzdürme Sistemleri

Özellikle endüstriyel atık suların arıtılmasında yağ ayrılması, ya da elyaf ayrılması (geri kazanılması) amacıyla kullanılır. İki farklı yüzdürme sistemi mevcuttur. Bunlardan ilkinde atık suyun kendisi basınçlandırma kabı içine alınarak yüksek basınç altında havaya doyurulur. Daha sonra havaya doygun olan atık su tekrar giriş noktasında havuza giren atık suyla karıştırılır. Bu durumda üzerindeki basınç kalktığı için oluşan mikronize gaz kabarcıkları atık suyun içindeki partiküler maddeleri yüzeye toplar. Yüzeyde bulunan sıyrıcı da bu maddeleri, tek bir noktadan alınmak üzere istenilen yere taşır.

Diğer metotta ise havuzun altına yerleştirilen bir ekipman yardımıyla sisteme sürekli olarak hava üşenir. Bu şekilde çalışan sistemler daha ucuzdur. Ancak verimlilikleri daha düşüktür.

Endüstriyel alandaki en önemli uygulamalar yağ fabrikaları, rafineriler, mezbahalar ve entegre et tesisleri, kağıt fabrikaları ve benzeri yerlerdir.

Yüzdürme sistemlerinin evsel atık su arıtımında kullanıldığı saha ise çamur yoğunlaştırma prosesidir. Burada amaç yaklaşık %0,8 katı madde içeriği olan atık çamurun, havanın yardımıyla yapılan yüzdürme işlemi sonucunda, katı madde içeriğinin artırılmasıdır. Bunun haricinde evsel atık suların arıtılmasında basınçlı hava ile yüzdürmenin, ya da sadece hava ile yüzdürmenin uygulaması yoktur.

29.4.1.6. Çamur Susuzlaştırma

Gerek evsel atık suların gerekse endüstriyel atık suların arıtılmasında mutlaka belli miktarda atık çamur oluşur. Bu çamur kullanılan prosese göre miktar ve kalite açısından farklılık gösterir.

Kimyasal arıtma sistemlerinden çıkan atık çamur biyolojik sistemlerden çıkan çamura göre daha kolay susuzlaştırılır. Ancak oluşan çamur kekinin herhangi bir faydalı kullanım alanı yoktur. Biyolojik arıtmadan kaynaklanan fazla çamurlar ise uygun koşullar altında stabilize edilmiş ise, susuzlaştırıldıktan sonra tarımda gübre olarak kullanılabilirler.

Geri kullanımın haricinde atık suların arıtılmasının sonucunda oluşan fazla çamurun susuzlaştırılmasının diğer ve en önemli nedeni de batılı ülkelerde bulunan çöp depolama için uygulanan bedelidir. Çünkü belediyelere ait çöp depolama tesislerine boşaltılacak katı atığın ağırlığı

oranında para alındığı ülkelerde, atık çamurların içindeki suyun ayrılmasının önemi açıkça görülmektedir. Ülkemizde henüz bu şekilde bir para alınmadığı için bazı arıtma tesislerinde çamur susuzlaştırma ekipmanlarının kullanılması uygulanmamaktadır.

Bunlara ilave olarak ister kuru kek, ister sulu çamur olarak çöpe atılan, ya da gelişigüzel araziye bırakılan arıtma tesisleri çamurları, zemin özellikleri ve yağış nedeniyle yeraltı sularının kirlenmesi için potansiyel bir tehlike olmaktadır. Bu nedenle susuzlaştırılan çamurların hacmi azaltılır ve geçirimsizliği sağlanmış alanlarda depolanır.

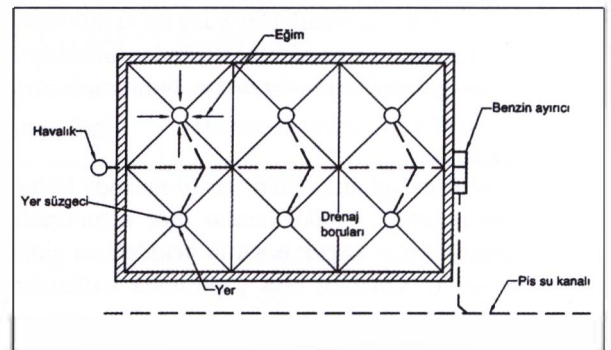
Susuzlaştırmanın yapılması için kullanılan konvansiyonel ekipmanlar Filtre Press, Belt Press, Vakum Filtre, Dekantör olarak sayılabilir. Bu ekipmanların her biri oluşan çamurun miktarına, niteliğine göre seçilir. Ayrıca işletme koşullarının sürekli ya da kesikli oluşu da seçilecek ekipmanı belirler. Ekipman seçimini en son olarak oluşan çamur kekinin kuru madde yüzdesi belirler.

Türkiye'de şu anda yürürlükte bulunan katı atık yönetmeliğine göre arıtma tesislerinden çıkan çamurların belediyenin çöplüğüne atılabilmesi için asgari %35 kuru madde içermesi gerekmektedir. Ancak özel durumlarda bu kurulum %25 olabilir.

29.4.2. BENZİN AYIRICILAR

29.4.2.1. Klasik Tip Mineral Hafif Sıvı Ayırıcılar (Benzin Ayırıcılar)

Garajlar, tamirhaneler, benzin istasyonları gibi yerlerdeki yer süzgeçlerinde toplanan kirlili su içindeki mineral hafif sıvılar, patlama tehlikesi oluşturur. Bunların kanalizasyona bağlanmadan önce ayrılması gerekir. Büyük garajlarda yıkama sularının doğrudan kanalizasyona bağlanmaması yönündeki bir uygulama örneği Şekil 29.20'de planda gösterilmiştir. Yer süzgeçleri her 50 m² alana bir adet olmak üzere düzenlenmişlerdir. Yer süzgeçlerinde toplanan su drenaj hattı ile benzin ayırıcıya gelir. Burada hafif yağlardan temizlenen atık su daha sonra şehir şebekesine verilir. Şekil 29.21'de ise garaj yer süzgeci görülmektedir.



Şekil 29.20. PLANDA GARAJ DRENAJ GÖSTERİMİ

Kirli suyun içindeki ayrılabilir hidrokarbonlar iki sınıfa ayrılır ve bunların su içinde müsaade edilen sınır değerleri,

- Dolaylı bağlı hidrokarbonlar ≤ 20 mg/L
- Doğrudan bağlı hidrokarbonlar ≤ 10 mg/L

olarak belirlenmiştir.

Bu değerlerin üzerinde hidrokarbon içeren kirli sular önce bir benzin ayırıcıdan geçirilmek zorundadır.

Şekil 29.22'de gravite yöntemi ile çalışan bir benzin ayırıcı sistemi prensip şeması görülmektedir. Sistemde önce bir çamur tutucu bulunmaktadır.

Çamur tutucuda akış, geniş kesitli (dolayısı ile daha büyük hacimli ve yüzeyle) bir çukurdan geçirilerek, su dinlendirilir ve içindeki asılı çamur oluşturan maddelerin çökmesi sağlanır. Çamur tutucu yalnız başına olabileceği gibi ayırıcının integral bir parçası da olabilir. Tablo 29.23'te demirli betondan çamur ayırıcılara ait ölçüler verilmiştir.

Ayrılma olması için ayrılacak sıvı (benzin) yoğunluğu en fazla $0,95$ gr/cm³ olmalıdır. Akış kesitinin ve sıvı

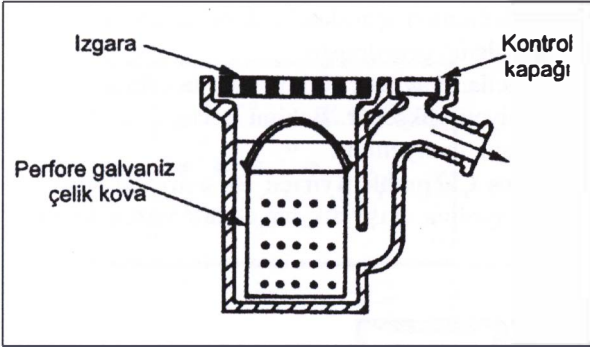
dış yüzeyinin büyütülmesi ile hafif akışkan ayrılması gerçekleştirilir. Özgül ağırlığı düşük olan hafif kısım (benzin, yağ gibi hidrokarbonlar) karışımdan ayrılarak yüzeye çıkar ve orada yüzen bir tabaka oluşturur. Bir şamandıra yardımı ile açılıp kapanan çıkış yolu, su ve yağ tabakalarını ayıran yüzeyin altından sadece suyun dışarı akmasını sağlar. Ayırıcının verimi en az %97 olmalıdır. Yani çıkan suda en fazla %3 hafif yağ kalabilir. Bu söz konusu miktarlar günümüzdeki yönetmeliklerde giderek aşağı çekilmektedir. Örneğin Almanya'da artık bu tip gravite ile benzin ayırıcılar, daha verimli olan çarpmalı ayırıcılardan önce, ön ayırıcı olarak kullanılmaktadır (Şekil 29.24).

Yukarıda açıklanan gravite prensipli benzin ön ayırıcılarda çamur ayırma işlemi de aynı gövdede kombine edilebilmektedir. Eğer benzin ön ayırıcıda alt tarafta çamur çökmesi için de yeterli hacim bırakılırsa, bu durumda çamur tutucu ile benzin ön ayırıcı aynı gövdede birleştirilebilir. Çamur alta çökerken, benzin üstte ayrılır ve orada birikir. Su gideri ise orta seviyeden, serbest temiz bölgeden alınır.

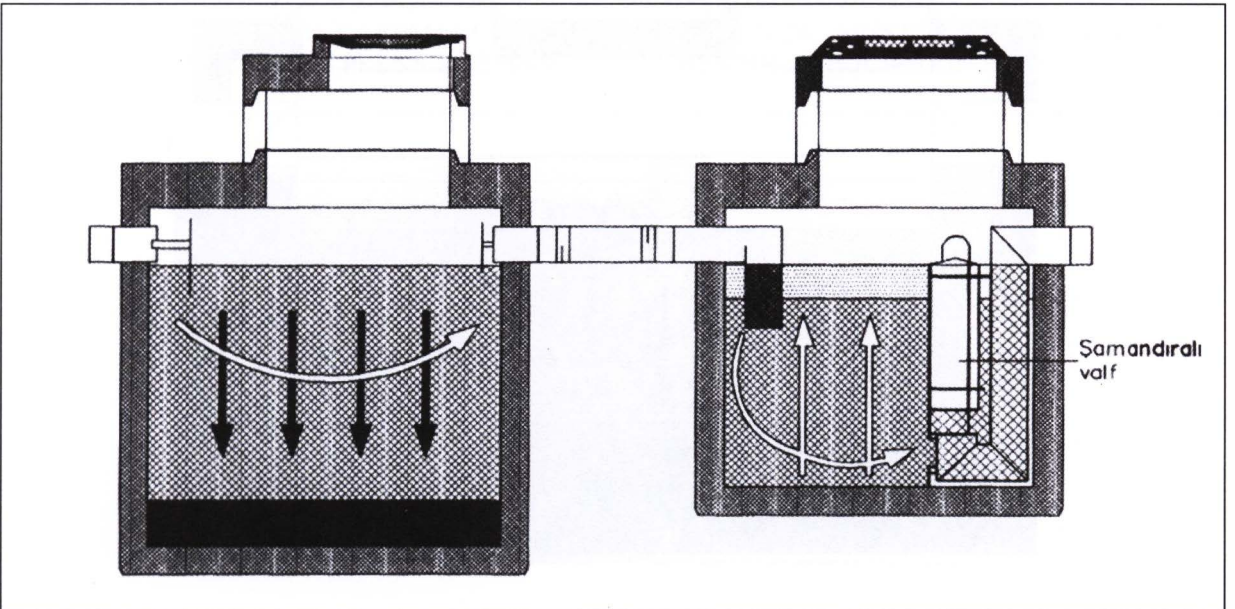
Ön ayırıcıdan sonra aşağıda açıklanacak bir çarpmalı ayırıcı gelmektedir. Böylece çamur ayırma, benzin ön ayırma ve benzin son ayırma kademeleri pratikte 2 kademeli bir ayırma düzlemesi ile sağlanabilmektedir.

29.4.2.2. Çarpmalı Ayırıcılar

DIN 1999 Kısım 1-3 gravite (ağırlık) esasına dayanan benzin/hafif yağ ayırıcıları tarif etmekle birlikte, Buderus çarpmalı ayırıcıları fiziksel absorpsiyon ve birleşme prensibine dayalıdır. Özel fonksiyonlu elementlerden geçen atık su içindeki mikroskopik büyüklükteki yayılı yakıt tanecikleri burada tutulur.



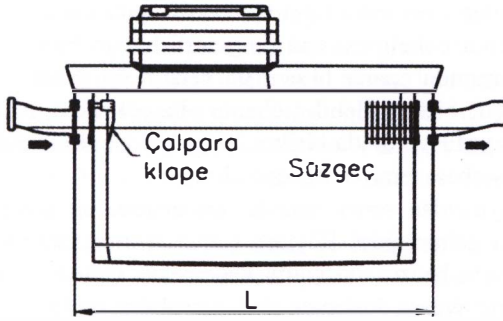
Şekil 29.21. GARAJ YER SÜZGEÇİ KESİTİ



Şekil 29.22. KOMPAKT TİP ÇELİKLİ BETONDAN GRAVİTE PRENSİBİYLE ÇALIŞAN BENZİN AYIRICI (Birinci göz çamur tutucu, ikinci göz benzin ayırıcı)

Q	Giriş ve Çıkış Borularının min Çapı (DN)	Yuvarlak		Dört Köşe		
		Ø min (mm)	V min (in L)	V min (mm)	B min (mm)	Ø min (L)
1	100	650	240			
1,5	100	650	240			
2	100	650	360	1.000	800	520
3	100	800	650	1.400	800	840
4	100	1.000	1.050	1.750	1.000	1.400
5	125	1.200	1.550	2.000	1.000	1.800
6	125	1.500	2.500	2.500	1.000	2.500

Demirli Betondan Çamur Ayırıcı



Tablo 29.23. ÇAMUR AYIRICI ÖLÇÜLERİ

Çarpmalı ayırıcı kaide olarak daima ayırma sisteminin sonunda oluşturulur. Böylece son bir emniyet elemanı gibi çalışır. Bu tip ayırıcıların kabul testleri DIN 1999 Kısım 4'e göre yapılır. Buna göre yoğunluğu 0,85 olan bir test sıvısı derişikliği çıkışta ≤ 5 mg/L olmalıdır.

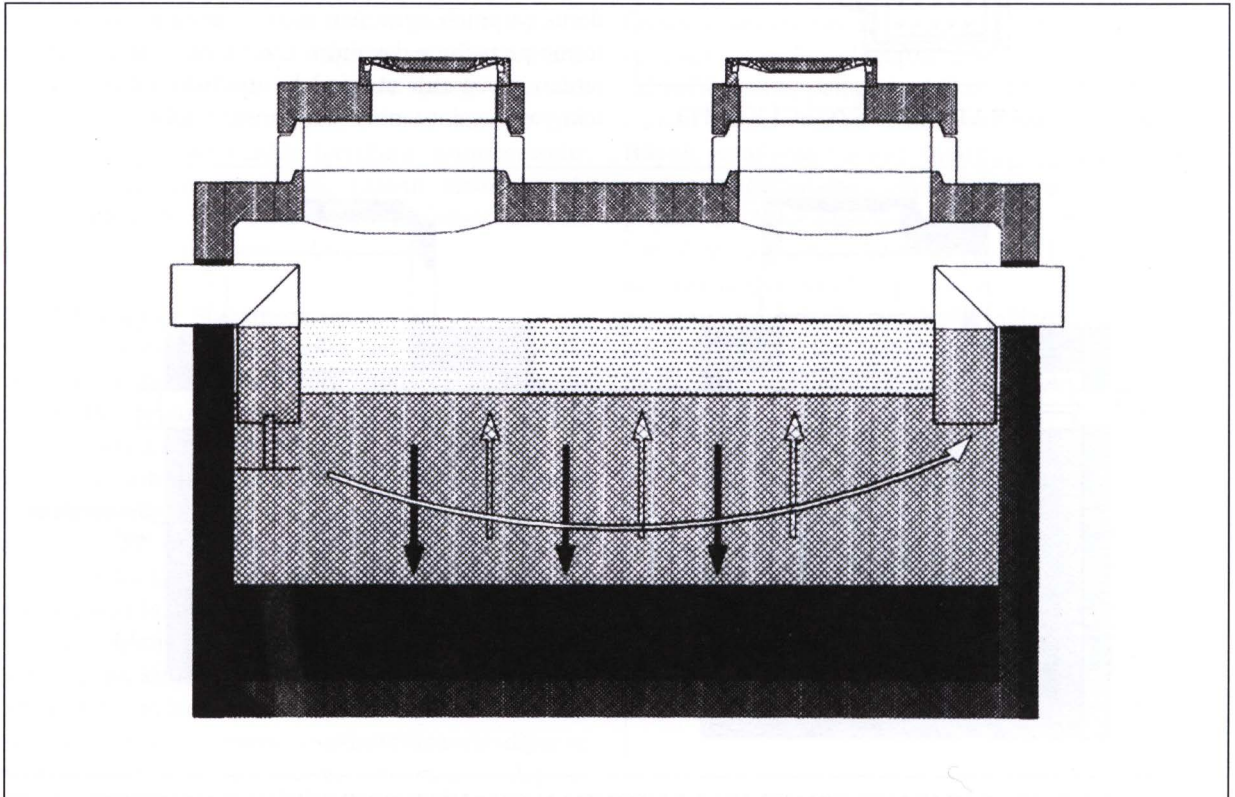
Bu ayırıcıda sadece ayrılabilir hidrokarbonlar tutulabilir.

a. Aristos Çarpmalı Ayırıcılar: Bu tip ayırıcı prensip şeması Şekil 29.25'te görülmektedir. Yayılı haldeki küçük benzin zerrecikleri içeren atık su özel bir hazneden geçer. Bu haznenin içi polypropilenden yapılmış özel dolgu maddesi ile doldurulmuştur. Bu dolgu maddesi içten ve dıştan kanatlı olup, bu genişletilmiş yüzeylerden geçen su içerisindeki benzin, dolgu maddesi tarafından yüzeyde absorbe edilerek tutulur ve bir film oluşturur. 1 litre/saniye su için 48 litre ayrılma hacmi ve yaklaşık 70 m² ayrılma yüzeyi yaratılmıştır. Yüzeylerde biriken benzin burada yoğunlaşarak ve bütünleşerek büyük parçalar halinde yüzeylerden kopar ve ayırıcının üst tarafında toplanır.

b. Aristos-S Çarpmalı Ayırıcılar: 1995 yılında yeni geliştirilen Aristos-S tipinde (Şekil 29.26) çarpma ile ayırma bölümleri için daha çok miktarda ve üst üste bir düzenleme getirilmiştir.

Bu ayırıcıların ayırma verimi, ayırma debisi ve çalışma emniyeti yüksektir. Bakımı kolay, ömrü uzun ve daha düşük maliyetlidir.

c. Kratos Çarpmalı Ayırıcı: Bu ayırıcıda absorpsiyon ve ayrılma akışa dik bir elyaflı yüzey üzerinde



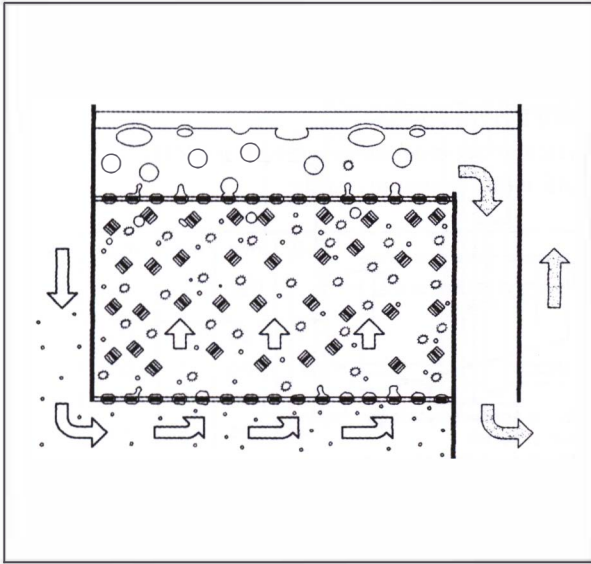
Şekil 29.24. ÇAMUR ODALI (Hacimli) BENZİN ÖN AYIRICI

yaratılır. Bu yüzey polyamid esaslı lifli malzeme ile kaplı perfore plaka ile oluşturulmuştur (Şekil 29.27). Burada da yine lifler üzerinde absorbe edilen benzin zerrelere birleşerek bir film ve örtü oluşturur. Buradan kopan büyük parçalar ise üstte toplanır. Bu filtre yüzeyinin zaman zaman yıkanması gerekir. Su içindeki asılı ince çamur tanecikleri zamanla filtreyi tıkar.

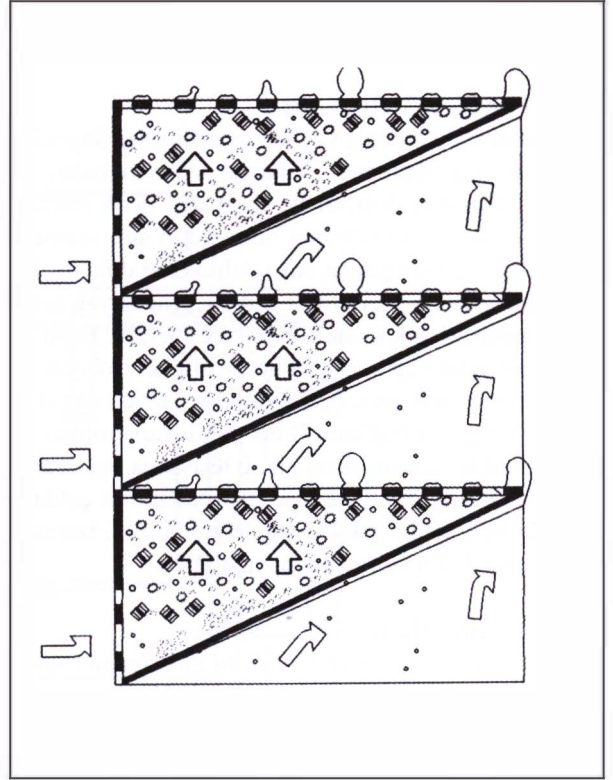
- Sistemin zaman zaman genel temizliği yapılmalıdır. Burada çamur tabakası emilir, ayırıcılar temizlenir ve bakım yapılır.
- Sistemin çalışması gözetlenmelidir. Yanlış bir çalışma halinde müdahale edilmelidir.
- DIN 1999'a göre bakım talimatlarında başka bir kayıt yoksa, ayırıcı hacminin 4/5'i ve çamur hacminin yarısı dolduğunda veya her 6 ayda bir boşaltma yapılmalıdır.

29.4.2.3. Genel İşletme Kuralları

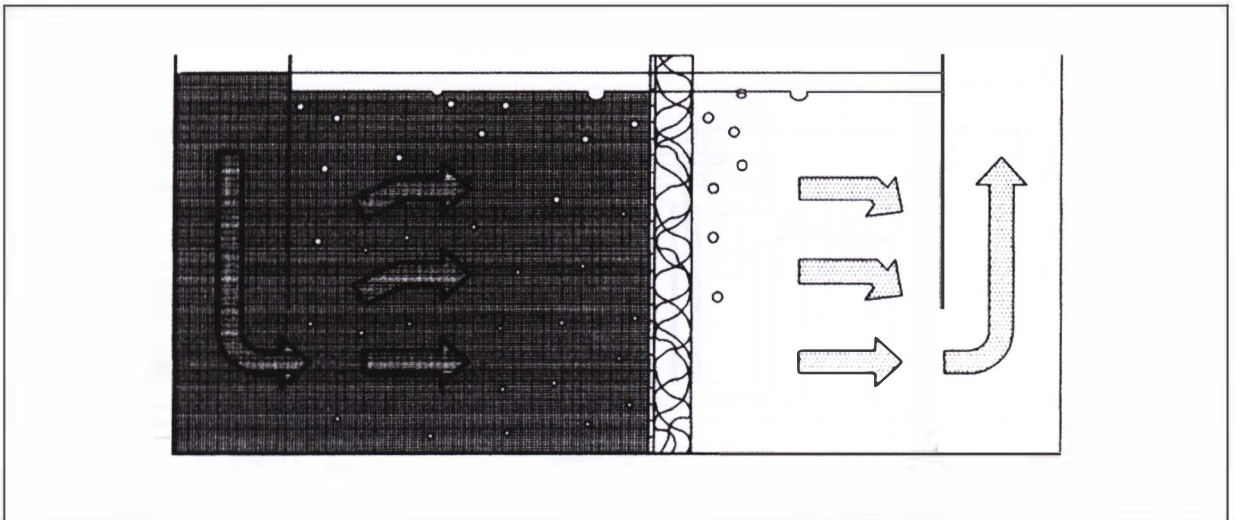
- Gerek grative prensibi ile, gerek çarpma prensibi ile çalışan ayırıcılarda belirli bir seviyede benzin tabakası birikince, ya bir alarm ile veya şamandıralı otomatik sistem ile bu kısım dışarı atılmalıdır.
- Çarpmalı ayırıcıların yıkanması (rejenerasyonu) gereklidir. İnce çamur zamanla geçişi tıkar. Bu durum bir ikaz sistemi ile belirlenip sinyal verilmelidir.



Şekil 29.25. ARİSTOS ÇARPMALI TİP BENZİN AYIRICILARIN PRENSİP ŞEMASI



Şekil 29.26. ARİSTOS-S ÇARPMALI TİP BENZİN AYIRICILARIN PRENSİP ŞEMASI



Şekil 29.27. KRATOS ÇARPMALI AYIRICI PRENSİP ŞEMASI

29.4.2.4. Kompakt Pis Su Çukuru ve Pompalı Modüler Çamur Tutma ve Benzin Ayırma Sistemleri

Modüler biçimde oluşturulan ve şematik olarak Şekil 29.28'de görülen bu sistemde son modül pis su çukurudur. Burada mevcut 1 veya 2 yaş motorlu pompa ile 200 litre/saniye debiye ve 5 metre basma yüksekliğine kadar değerlerde su pompalanır.

Bu, ayırıcıdan geçen suyun kendiliğinden şehir kanalizasyonuna akışının mümkün olmadığı hallerde kullanılır. Bu sistemde görülen yağ rögar, sistemin kontrolü ve numune alımı için kullanılmaktadır.

29.4.3. YAĞ AYIRICILAR

Hayvansal veya bitkisel yağ içeren kirli sular doğrudan kanalizasyona verilemez. Kokuya neden olmaları ve tıkkama tehlikeleri dolayısı ile mezbaha, ticari mutfak, yağlı gıda ürünleri endüstrisi vb yerlerin atık sularının kanalizasyona verilmeden önce, tehlikeleri dolayısı ile, bir yağ ayırıcıdan geçirilmesi gerekir. Ancak yağ ayırıcıya gönderilen atık su sadece yağ içermelidir. Dışkı vb içeren pis sular yağ ayırıcıya gönderilmez. Dolayısı ile yağ ayırıcılar, atık suyu önemli ölçüde yağ içeren yerlerin özel tesisatına bağlanır. Buna pis su karıştırılmaz ve buradan çıkan atık su, sonra pis su tesisatına veya kanalizasyona birleştirilir. Yağ ayırıcılar paslanmaz çelikten yer üstü ve gömme şekilde yapılabildiği gibi, betonarmeden toprak altı ayırıcıları da yapılabilir.

29.4.3.1. Giriş Hattı

Bu hat bir yer süzgecinden veya su giderinden başlar. Burada bir sifon bulunmalıdır. Bu yağlı ve çamurlu su, kirli su karakterindeki diğer tesisatla birleşebilir ve kapalı bir boru sistemi ile yağ ayırıcıdan önce çamur tutucuya bağlanır.

29.4.3.2. Çamur Tutucu

DIN 1986'ya göre yağ ayırıcıdan önce bir çamur tutucu olmalıdır. Çamur tutucu akış kesiti ve yüzey alanı

öyle tasarlanmalıdır ki, su burada durgun hale geçebilsin ve içindeki asılı ağır katı maddeler çökebilsin.

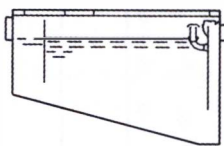
29.4.3.3. Yağ Ayırıcı

DIN 4040'da tariflenen yağ ayırıcılar yoğunluk farkı ve gravite yöntemi ile çalışır. Daha hafif olan yağ sudan ayrılarak üst yüzeyde birikir. Burada yüzen, büyüyen bir yağ tabakası oluşturur. DIN 4040'a göre yağ ayırıcı yağ depolama kapasitesi her 1 litre/saniye debi için en az 40 litre olmalıdır. Yağ ayırıcı verimi ise 0,94 g/cm³ yağ yoğunluğuna kadar en az %92 olmalıdır.

Yer Üstü Yağ Ayırıcılar: Kokusuz olarak atık su çıkışı için, DIN 4040'a göre paslanmaz çelikten yağ ayırıcı bina içinde yerleştirilmek üzere yer üstü tankı olarak tasarlanmalıdır. Bu cihazın iç yapısı Şekil 29.30'da görülmektedir.

Koku oluşturmaksızın atık suyun dışarıya taşınması, tamamen kapalı konstrüksiyonu ile gerçekleştirilmektedir. Bina içine veya dışına yerleştirilebilir. Emiş ve yıkama için dıştan yanaşacak bir vidanjöre bağlantı kaplinleri mevcuttur.

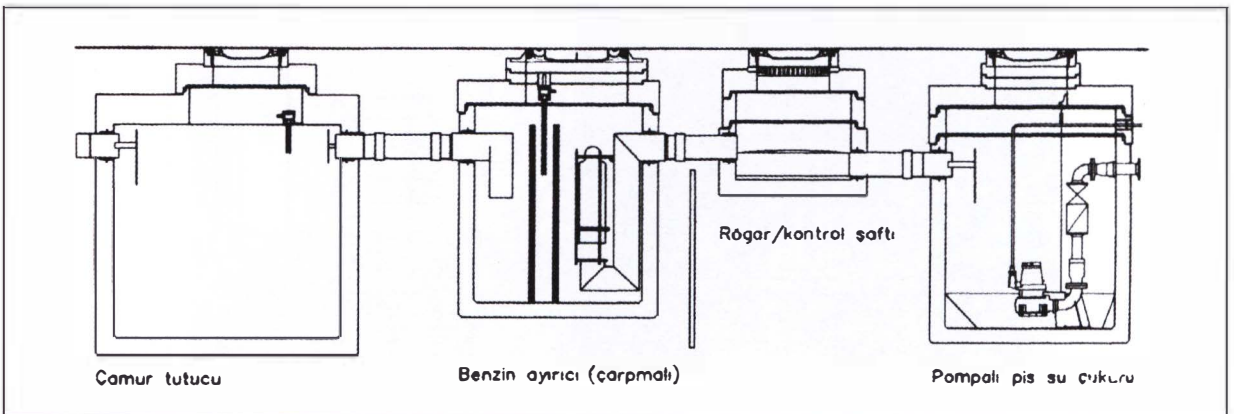
Ayrıca gözetleme camı, sıcaklık göstergesi ve zaman saatli ısıtıcı donanımı vardır.



Q _s L/s	min DN	min t	m _{max} kg	V _{max} L
1	100	3	180	150
2	100	3	200	310
3	100	3	250	690
4	125	3	360	850
5	125	3	450	1460
6	125	3	660	1610
7	150	3	730	1810
8	150	4	17600	7100
9	200	4	17600	7100
10	200	5	27500	14200
11	200	5	27500	14200

Q_s = Anma büyüklüğü
Kalış süresi
NG 9'a kadar çelik veya
dökme demir, NG 9
üzerinde beton
Lokantalar için
Q_s = 2,0 L/s 400
yemeğe kadar bundan
sonra her 100 yemek
için ilave 0,25 L/s ve
her buluşık makinesi
için ilave 1,0 L/s

Şekil 29.29. YAĞ AYIRICI (DIN 4041)

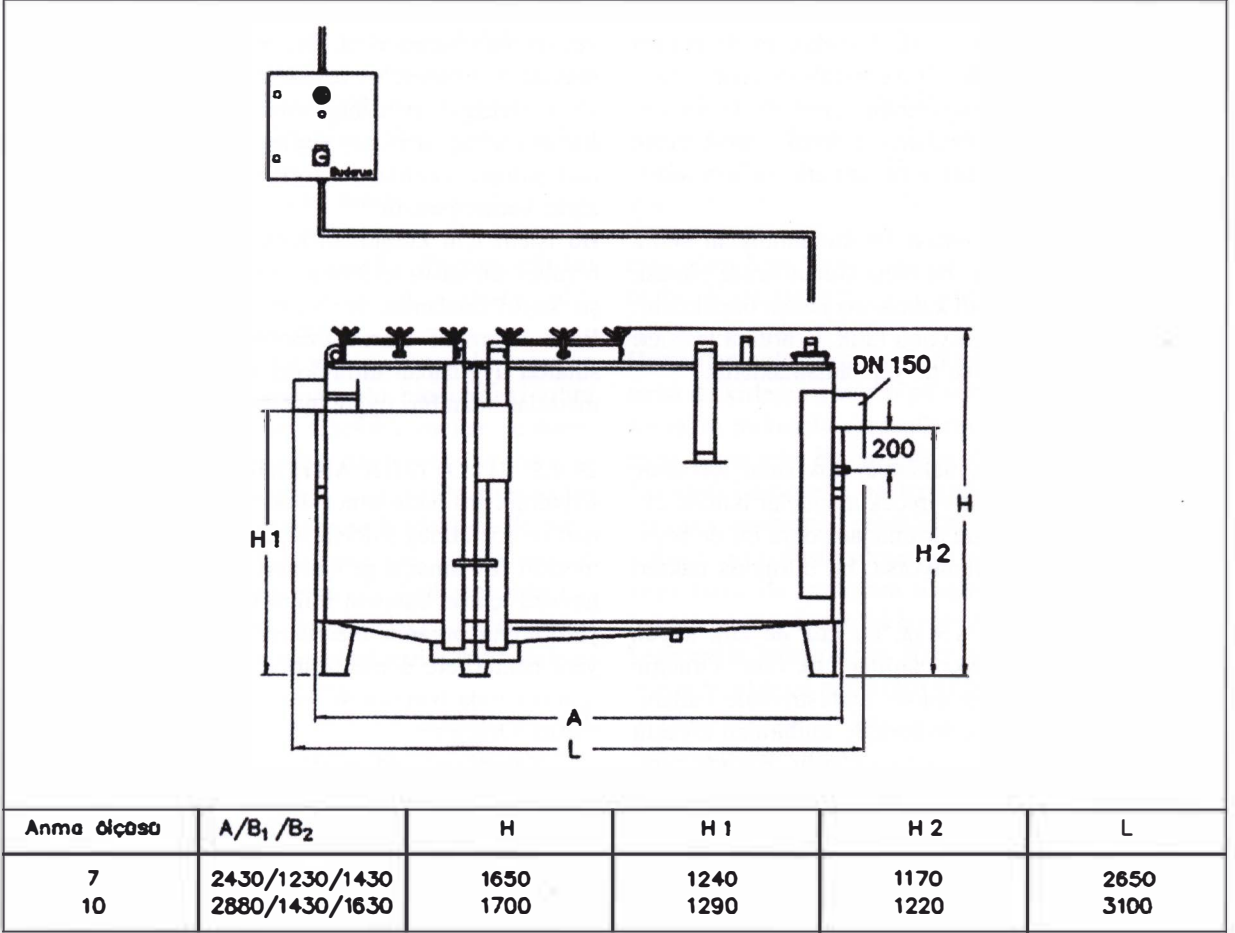


Şekil 29.28. MODÜLER KOMPAKT ÇAMUR TUTUCU, BENZİN AYIRICI VE POMPALI PİS SU ÇUKURU SİSTEMİ

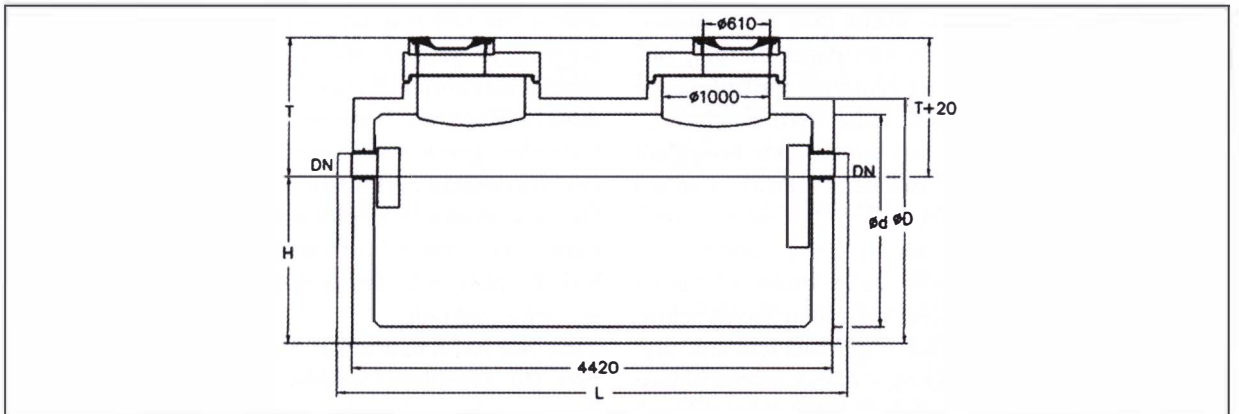
Isıtıcı, yağ emişinin yapılabilmesi için, yağın ısıtılarak sıvı hale getirilmesini sağlar. Soğukta yağ tabakası katı haldedir. Isıtma ile sıcaklık 250°C'ye kadar yükseltilebilir ve süre 0-8 saat arasında ayarlanabilir. Ayarlanacak değerler yağın cinsine bağlıdır. Paslanmaz çelikten yeraltına gömülen tip yağ ayırıcılar ve betonarme yağ ayırıcılar da mevcuttur. Şekil 29.31'de betonarme tip yağ ayırıcılar görülmektedir.

29.4.4. KİMYASAL ARITMA

Kimyasal arıtma, evsel atık suların arıtılmasında, arıtılmış suyun dezenfeksiyonu ve çamur susuzlaştırma işlemindeki şartlandırma işlemi haricinde uygulanan bir metot değildir. Kimyasal arıtma sistemleri çoğunlukla endüstriyel atık suların arıtılmasında kullanılan bir prosestir. Bu prosesin temelinde birkaç farklı yöntem vardır.



Şekil 29.30. YER ÜSTÜ YAĞ AYIRICILARI



Şekil 29.31. PROTOS TİPİ
BETONARME YAĞ AYIRICI

29.4.4.1. Adsorpsiyon

Atık su ya da su arıtmada aktif karbonun kullanım amacı uzun molekül zincirleri halinde bulunan bazı organik maddelerin giderilmesidir.

Çoğunlukla temiz suların arıtılmasında kullanılan bir yöntem olup, akışkanın içerisinde bulunan bazı maddelerin bir yüzey etrafında tutulmasıdır. Bu işlem için en çok kullanılan madde aktif karbondur. Aktif karbon adsorpsiyonunun uygulaması iki değişik yolla yapılmaktadır. Birincisi filtrasyondaki gibi basınçlı tankın içine doldurulan granüler aktif karbonun üzerinden suyun geçirilmesidir. İkinci ise biyolojik arıtma sırasında havalandırma havuzunun içine dozlanan toz aktif karbondur. Bu uygulamaya örnek olarak tarım ilaçları üreten fabrikalardan oluşan atık suların arıtıldığı tesisler verilebilir.

Bu maddenin pahalı olması ve kullanıldıktan sonra eğer rejenere edilmezse, bir daha kullanılamaz olması, uygulama alanının kısıtlı kalmasına neden olmaktadır. Aktif karbonun rejenerasyonu (atık su arıtma tesisleri için) günümüzde Türkiye’de yapılamamaktadır.

29.4.4.2. Oksidasyon

Bazı endüstrilerden kaynaklanan atık sular içerisinde biyolojik arıtmaya zarar verecek maddeler bulunmaktadır. Sistemde kimyasal arıtmadan sonra bir de biyolojik arıtma adımı bulunuyorsa, bu durumda bakteri yaşamı engellenir.

Eğer biyolojik arıtma yoksa, bu kez de atık suyun deşarj edildiği noktadaki canlılar yok olur. Örneğin metal kaplama, ya da otomotiv endüstrisinde kullanılan Cr^{+6} ya da altın madenlerinde kullanılan siyanür gibi maddeler verilebilecek örneklerdir. Burada yapılan işlem, Cr^{+6} nın Cr^{+3} indirgenmesi ya da siyanürün siyanata ve daha sonra azot gazına dönüştürülmesi sonucunda, toksik olan maddelerin canlı hayatına zarar vermeyecek hale dönüştürülmesi işlemidir.

29.4.4.3. Koagülasyon + Şokülasyon + Çöktürme

En çok kullanılan kimyasal arıtma prosesleridir. Burada amaç tanecik boyutu çok küçük olan ve bu nedenle kendiliğinden çökemeyen katı partiküllerinin birbirlerine bağlanarak tane boyutunun artırılması ve sonuç olarak çökeltiyerek atık sudan ayrılmasıdır.

Bu işlemin yapılması için atık suyun içine koagülant olarak muhtelif kimyasal maddeler verilir. Bunlara örnek olarak $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $FeSO_4$, $Ca(OH)_2$ verilebilir. Bu kimyasal maddelerin görevi taneciklerin etrafındaki elektrik yüklerini dengelemek ve bunun sonucu olarak da taneciklerin boyutunu büyütmektir. Bu işlemin verimli bir şekilde yapılması için atık suyla kimyasal maddenin homojen olarak karıştırılması gereklidir. Hızlı karıştırma işlemi belirli bir bekleme süresi olan ve mekanik bir karıştırıcıyla sürekli olarak sisteme enerji aktarılan bir hacimde yapılır.

Burada elektriksel yükleri dengelenen şokların boyutları artar. Daha sonraki adımda (şokülasyon) atık suya polimer dozlanarak ve atık suyun homojen, fakat yavaş karışımı sağlanarak, oluşan şokların büyüklüğü daha da arttırılır. Böylece çöktürme havuzunda atık su ile çamur birbirlerinden ayrılır. Elde sadece çözülmüş maddeler kalır.

29.4.4.4. Dezenfeksiyon

Atık suların arıtılmasında özel olarak bazı endüstriyel arıtma sistemlerinde dezenfeksiyon önem kazanmaktadır. Entegre et tesisleri, tavuk kesimhaneleri vb yerlerdeki arıtılmış sular dezenfekte edilirler. Burada amaç arıtılmış suyun içinde olması muhtemel patojen canlıların fabrikadaki canlı hayvanlara zarar vermemesidir.

Bu işlem için kullanılan metotlar değişken olmakla beraber, en basiti arıtılmış suyun içine NaOCl (çamaşır suyu) dozlamak ve belirli bir süre bekletmektir. Buna alternatif olarak ozonlama ya da daha temiz sularda uygulanan ultraviyole ışınına maruz bırakma metotlarından biri uygulanabilir.

29.4.5. BİYOLOJİK ARITMA

Biyolojik arıtmada temel amaç atık suyun içinde bulunan ve çözülmüş haldeki organik maddelerin giderilmesidir. Bu amaçla geliştirilen proste havalandırma havuzu içinde bulunan mikroorganizmalar, oksijenin yardımıyla organik maddeleri CO_2 gazına, suya ve yeni bakterilere dönüştürürler. Bu prosesin çalışması için ortamda bulunması zorunlu olan çevresel şartlar vardır. Örneğin;

- Yeterli miktarda oksijen bulunmalıdır.
- Organik madde miktarıyla orantılı olarak azot ve fosfor gibi maddeler bulunmalıdır.
- Sıvı ortamı canlıların yaşamı için uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Ortamın pH değeri 6-9 arasında bulunmalıdır.

Bu sistemler havalı (aerobik) ve havasız (anaerobik) olarak iki temel gruba ayrılır. Aerobik arıtma sistemleri de kendi içinde askıda gelişen kültürler ve bir yüzeye yapışık olarak yetişen kültürler olarak sınıflandırılabilir. Bu sistemlerin de kendi içlerinde modifikasyonları bulunmaktadır. Biyolojik arıtma sistemleri gerek evsel, gerekse endüstriyel atık suların arıtılmasında kullanılan en geçerli metottur. Organik maddelerin giderilmesi için en uygun (ilk yatırım ve işletme) yol olan biyolojik arıtma sistemlerinde, oksijenin temini için de muhtelif alternatifler bulunmaktadır.

Yüzeysel havalandırıcılar, hava körükleri, saf oksijen gibi. Bu sistemlerin her biri diğerine göre avantaj ve dezavantajlara sahip olup, hangi sistemin kullanılacağı, içinde bulunulan duruma ve atık suyun özelliklerine yakından bağlıdır.

XXX. BÖLÜM

LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTAN ALINABİLECEK ÖNLEMLER

30.1. LEJYONER HASTALIĞI

30.1.1. GİRİŞ

Lejyoner hastalığı son yıllarda daha çok görülür ve ya bilinir hale gelmiştir. Bu konudaki kayıtlar çok sağlıklı değildir. Bu hastalığa yakalanmış kişi sayısının, kayda geçen çok üzerinde olduğu bilinmektedir. Hastalık tanındıkça kayıtlar daha sağlıklı bir hale gelmektedir.

Örneğin, İngiltere’de yılda binin üzerinde hasta, hastane kayıtlarında yer almaktadır. Bu hastalık, Legionella bakterisi (Legionella Pneumophilla) tarafından oluşturulan ve ölüme yol açabilen ciddi bir zatüre hastalığı biçimidir.

Legionella bakterisi nemli ve sulu ortamda yaşar ve çoğalır. En yaygın bulaşma yolu binalardaki sıhhi tesisat ve klima tesisatıdır. Özellikle oteller, hastaneler, iş merkezleri ve fabrikalar gibi büyük, bir çok tesisatın birlikte olduğu karmaşık sistemlerde karşılaşılır. Solunabilen aerosolde (pülverize haldeki su ile hava karışımında), su tanecik büyüklükleri 1 ila 5 mikron çap aralığındadır. Tanecik çapı küçüldükçe tehlike riski artar. Çünkü 5 mikron ve altındaki su zerrecikleri akciğerin en derin noktalarına kadar ulaşabilir ve bunlar tekrar kolayca dışarı atılamaz.

Öte yandan küçük tanecikler hava akımları ile çok uzak mesafelere (soğutma kulelerinden 3 km mesafelere kadar) taşınabilir.

Lejyoner hastalığının oluşabilmesi için Legionella bakterisi ile kirlenmiş suyun aerosol halinde solunması gerekir. Böylece mikrop akciğere ulaşarak hastalığı oluşturabilir.

Hastalık riski, solunan mikrop sayısı ile orantılıdır. Solunan aerosol ne kadar yoğun bir biçimde Legionella bakterisi ile kirlenmişse ve bu aerosol ne kadar yoğun ise, hastalığa yakalanma riski de aynı oranda fazladır. Bir diğer önemli risk faktörü de temas süresidir. Duş yaparken temas süresi dakikalar mertebesinde. Halbuki bir terapi havuzunda veya jakuzide bu süre daha uzundur. Örneğin bir soğutma kulesinden kaynaklanarak kirlenmiş bir binada her gün 8-10 saat temas süresi söz konusudur. Hastanelerde veya evlerde karşılaşılan bazı özel durumlarda ise sürekli temas mümkündür.

Özetle Lejyoner hastalığı riski havadaki Legionella bakterisi sayısı, solunum hızı ve solunum süresiyle artmaktadır.

Hastalığın geçişiyle ilgili şema Şekil 30.1’de görülmektedir. Bu şemada çevresel kaynaktan başlayarak,

klinik duruma ulaşıncaya kadar olan olaylar ve etkiyen faktörler özetlenmiştir.

Legionella bakterisi doğada ve su kaynaklarında bulunmaktadır. Şebeke suyu ne kadar iyi şartlandırılırsa şartlandırılırsın, bu suda hastalık mikrobu bulunabilmektedir. Önemli olan bu yolla binaya ulaşan su içinde, binada bakterinin üreyip çoğalabilmesi için uygun ortamın yaratılmamasıdır. Hastalığın geçişindeki zincirin en önemli üç halkası; yani çoğalma, yayılma ve geçiş, mekanik tesisatta meydana gelmektedir. Buna göre hastalıkla mücadelenin esas alanı bina tesisatı olmaktadır. Bu üç aşama, iyi mühendislik tasarımı, doğru uygulama, iyi bakım ve işletme ile önlenir.

Hastalığın bulaşabilmesi için mutlaka Legionella bakterisi ile kirlenmiş suyun pülverize hale gelmesi, daha sonra bu mikroplu aerosollerin solunması gerekmektedir. Buna göre bu hastalıkla mücadele için; Tesisatta Legionella bakterisinin üreyebileceği uygun ortamı yaratmamak gereklidir.

Pülverize su oluşturulmamalı ve bu aerosol doğrudan veya hava ile insanlara ulaşmamalıdır. Üreyebilen bakteriler ise dezenfeksiyon ile yok edilmelidir.

Legionella bakterisinin 40’ın üzerinde çeşidi bulunmakla birlikte en tehlikelisi ve bizim açımızdan önemli olanı Lejyoner hastalığını oluşturan Legionella Pneumophilla cinsidir.

Sonuç olarak;

- Legionella bir bakteridir.
- Suda ve nemli ortamda yaşamını sürdürür.
- Suyun 5-8,5 pH değerleri yaşamı için uygun değerlerdir.
- 6,9 pH Legionella bakterisinin yaşamı için en uygun ortamı oluşturur.
- 5-68°C sıcaklık aralığı yaşamı için sınır değerlerdir.
- 25 -45°C hızlı çoğalma sıcaklık aralığıdır.
- 37°C su sıcaklığında 2 saatte 2 kat çoğalır. 48 saat sonunda sayısal olarak patlama yaparak, tehdit edici boyuta ulaşır.
- Pülverize su içinde solunum yolu ile akciğerden alınır.
- Hastalığı alma riski, solunan mikrop sayısı ile orantılıdır.
- Kirlenmiş pülverize su ile temas süresinin fazla olması risk faktörünü artırır.
- Solunum ile alınmasını takiben 2-10 günlük kuluçka döneminden sonra çoğalarak enfeksiyon yapar.
- Belirtileri; kuru öksürük, solunum sıkıntısı, halsizlik, bitkinlik, baş ağrısı, kas kasılmaları, yüksek ateş vb şeklindedir.

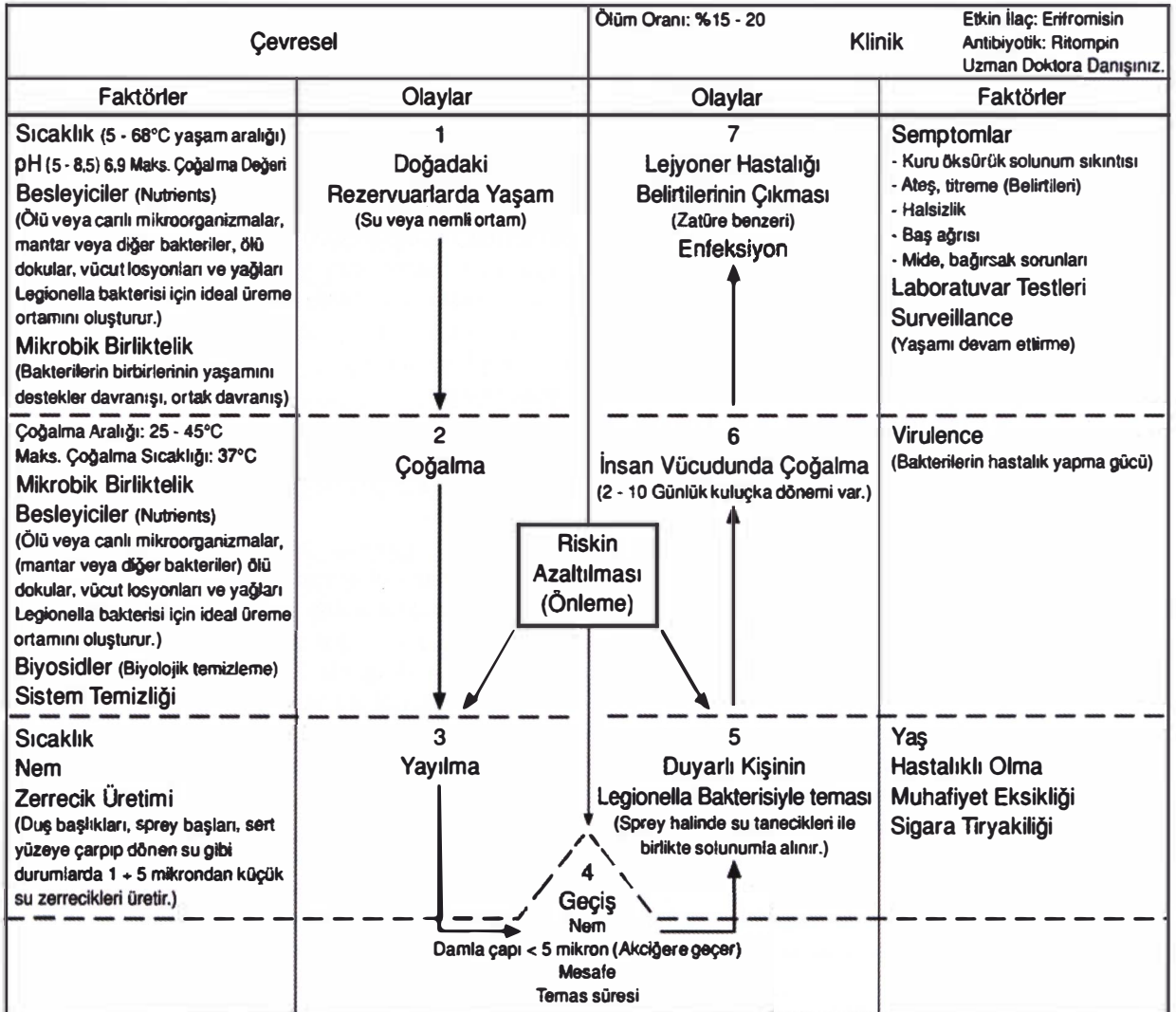
- İnsandan insana geçtiğine dair bulgu yoktur.
- Türkiye’de risk, İngiltere’den daha fazladır. Sıcak iklim riski artırır (Antalya, Adana vb).
- En etkili savaşıma yöntemi, bakterinin çoğalmasının ve yayılmasının önlenmesidir (hastalığın insana geçmesini önlemek için).
- Hastalığa yakalananlarda ölüm oranı %15-20 mertebesinde.
- Tedavi için makrolid grubu antibiyotikler (Eritromisin vb) kullanılır.

30.1.2. BİREYLERİN ETKİLENMESİ

Birçok insan Legionella bakterisi almış ve bağışıklık sistemleri sayesinde hastalığa yakalanmamış olabilir. Normal bağışıklığı olan insanların Legionella bakterisinden etkilenme olasılığı çok azdır. Lejyoner hastalığından etkilenmeyi kolaylaştıran faktörlerden bazıları;

- Çocukların bu hastalıktan çok az etkilendiği görülmüştür.

- Artan yaşla birlikte risk artar.
- Cinsiyet: Erkekler kadınlara göre 3 kat daha fazla etkilenmeye yatkındır.
- Solunumla ilgili olan mevcut hastalıklar akciğerleri Lejyoner hastalığına yatkın yapar.
- Kansere, şeker ve çeşitli böbrek hastalıklarıyla alkolizm gibi vücut yapısını etkileyen hastalıklar, özellikle de aşırı sigara tüketimi gibi akciğer fonksiyonlarını bozan faaliyetler ve bağışıklık sistemini etkileyen ilaç kullanımı hastalığa yakalanma riskini artırır.
- Bağışıklık sistemi zayıf olan insanların bu hastalığa yakalanma olasılığı daha fazladır.
- Bu hastalıkla ilgili istatistikler fazla sağlıklı değildir. Örneğin; İngiltere’de yılda yaklaşık 1.000 kişi Legionella bakterisi yüzünden hastaneye yatmaktadır. Ama bu sayı çok daha fazla olabilir. Çoğu zaman hastalık zatüre olarak kaydedilmektedir. Türkiye’de de Lejyoner hastalığına rastlanmaktadır. Ancak sayı konusunda elde sağlıklı bir veri bulunmamaktadır.



Şekil 30.1. LEGIONELLA BAKTERİSİNİN TAŞINMASI VE İNSAN VÜCUDUNA GEÇİŞİ

30.1.3. TESİSATTA LEGIONELLA BAKTERİSİ POTANSİYELİ OLAN YERLER

Legionella bakterisinin büyümesi için:

a. Sıcaklık

- 20°C'nin altındaki sıcaklıklarda üreme miktarı önemsizdir.
- En uygun sıcaklık aralığı 25 - 45°C arasındır.
- En uygun sıcaklık ise; 37°C olarak saptanmıştır. 37°C sıcaklıkta ve uygun ortamda yaklaşık 2 saat içinde iki katına çıkar. 48 saat içinde de sayısal olarak patlama yaparak tehdit edici boyuta ulaşır.
- 46°C sıcaklıkta: Üremesi durur.
- 50°C sıcaklıkta: Birkaç saat yaşayabilir.
- 60°C sıcaklıkta: Ömrü dakikalar mertebesinde.
- 70°C sıcaklıkta: Yaşam şansı sıfıra yakındır.

b. Suyun pH değeri

- 6,9 en uygun değerdir.

c. Ortamdaki demir oksit büyüme ve çoğalmayı hızlandırır.

d. Hijyen

- Kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturur.

Şekil 30.2'de binalardaki mekanik tesisatta karşılaşılan tipik tasarım sıcaklıkları verilmiştir. Buna göre Legionella bakterisi için en uygun büyüme ortamları soğutma kuleleri, duşlar, terapi havuzları ve jakuzilerdir. Buralarda biyosidal şartlandırma yapmak gereği vardır. Kullanma suyu veya springler gibi servisler ise ancak sıcak yaz mevsiminde büyüme için uygun sıcaklık koşullarına ulaşabilirler.

Buna göre tesisatta Legionella bakterisi üremesine uygun olan ve Lejyoner hastalığının çıkmasına neden olabilecek sistem ve elemanlar aşağıda sayılmıştır. Bu sistem ve elemanlardan kaynaklandığı belirlenen Lejyoner hastalığı vakaları mevcuttur.

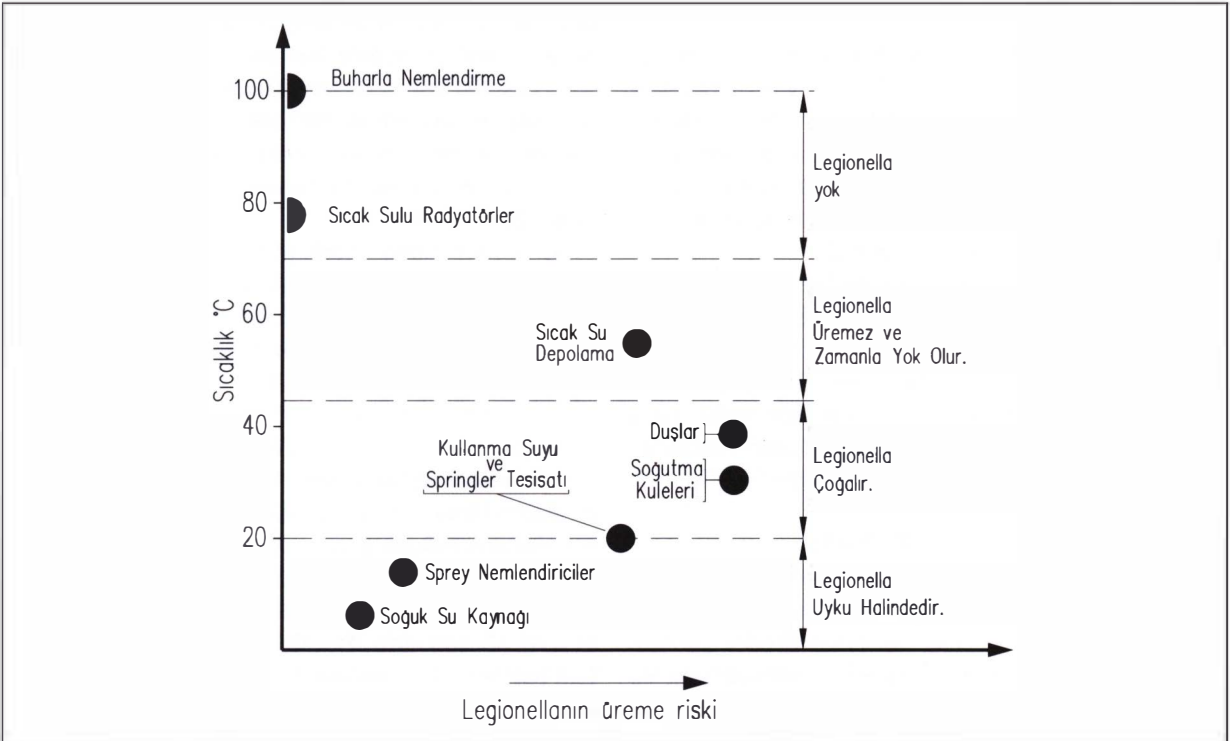
- Soğutma kuleleri
- Buharlaştırıcı kondenserler
- Duşlar
- Terapi havuzları, jakuziler
- Nemlendiriciler (özellikle sulu tip)
- Süs havuz ve çeşmeleri, fiskiyeler
- Kullanma suyu ve spreylere (özellikle yaz aylarında)
- Springler sistemi (yangın söndürme sistemleri) (özellikle sıcak iklim bölgelerinde)
- Bina dışında bulunan su depoları (plastik, metal vb) güneş ışığı ile ısındıkları için potansiyel ortam oluştururlar.

Soğutma kuleleri ve buharlaştırıcı kondenserlerden kaynaklanan aerosollerin uzun mesafelere taşınabildiği ve hastalığa neden oldukları bilinmektedir. Duş başlıkları ve musluklar da solunabilen aerosoller oluşturmaktadır ve buradan kaynaklanan hastalıklar tanımlanmıştır.

Isıtılmış havuzlar, terapi havuzları, hareketlendirilmiş banyo küvetleri de bilinen hastalık kaynaklarıdır.

Süs havuz ve çeşmeleri fiskiyelerini de bu kategoride değerlendirmek mümkündür. Sulu tip nemlendiriciler ciddi risk kaynağını oluşturabilir.

Kullanma soğuk suyu ve yangın söndürme sistemleri ise yaz mevsiminde havaların ısınmasıyla birlikte bakteri üremesi için çok uygun ortamlar haline gelir.



Şekil 30.2. DİZAYN SICAKLIKLARI VE RİSK OLUŞUMU

30.1.4. KULLANMA SUYU SİSTEMLERİ

En iyi korunan içme suyu kaynaklarında bile küçük miktarlarda mikrobiyolojik hayat formları bulunabilir. Bu bakteriler şebeke ile evlere taşınır. Ancak iyi bir şehir şebekesinde bu bakterilerin sayısı çok azdır ve zararlı düzeyde değildir. Ancak bina tesisatında uygun koşullar yaratılırsa, bu bakteriler hızla çoğalır ve ade-ta sayısal olarak patlama yaparak hayatı tehdit eden kirlenmeye yol açabilir. Su tankları, kullanılmayan boru sistemi parçaları, su filtreleri ve duş başlıkları bakteri ve virüslerin çoğalma yerleridir.

Legionella bakterisinin büyümesi için en uygun sıcaklık aralığı 25-45°C arasındadır ve bu sıcaklıklar genellikle domestik su sistemlerinde söz konusu sıcaklıklardır. Hatalı tasarım, kötü bakım ve işletme Legionella bakterisi gelişmesi ve çoğalması için uygun şartları yaratabilir. Özellikle suyun durgun kalmasına veya çeperlerde biofilm oluşmasına imkan tanınıyorsa, bu potansiyel daha fazla olacaktır. Örneğin eğer su ılıksa ve kullanım kesintili ise, su depolarında ve borularında Legionella bakterisi üreyebilir.

Evlerdeki su tesisatının Legionella bakterisi potansiyeli ve Lejyoner hastalığı ile ilişkisi konusunda İngiltere’de bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre,

- Sigara içenler bu hastalığa daha yatkın (veya daha az dirençli) bulunmuştur.
- Boylerin 60°C ve üstünde set edilmesi halinde araştırma kapsamındaki evlerin %62,5’unda hiçbir Legionella bakterisine rastlanmamıştır. Sadece %25’inde pozitif Legionella bakterisi örneklerine rastlanmıştır.
- Sıcak su cihazlarında (boyler) Legionella bakterisi bulunduğu, sıcak su musluklarının çoğunda da Legionella bakterisi bulunmuştur. Cihazda Legionella bakterisi yokken musluklarda Legionella bakterisine çok az rastlanmıştır.
- Evlerde en büyük risk faktörü kapaksız su depolarının bulunması halinde geçerlidir.
- Kirli görünüşlü su içeren depolar veya yüzeyleri kirli görülen depolar daha fazla Legionella bakterisi riski taşımaktadır.
- Eğer soğuk su sisteminde Legionella bakterisi varsa, kullanma sıcak suyu sisteminde daha fazla Legionella bakterisi riski oluşmaktadır. Ancak su sıcaklığı çok önemli bir parametredir.

30.1.5. LEGIONELLA BAKTERİSİ DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ

Legionella yeteri kadar oksijen içeren, düşük tuz oranlı ve çökelen maddeler içeren, suları tercih eder. Biofilm ve protozoa önemli bir rol oynuyor gözükmektedir. Su tanklarının özellikle akış ve hareket olmayan bölgeleri çok iyi büyüme alanları oluşturmaktadır. Boru tesisatındaki lastik parçalar (doğal kauçuk) ahşap malzeme,

bazı plastik cinsleri ve belirli demir veya çinko alaşımları organizmaların gelişmesini teşvik etmektedir. Bakır antibakteriyal bir metaldir ve büyüme koşullarına negatif etkisi vardır. Fakat tek başına bakır borular Legionella bakterisi dezenfeksiyonu için yeterli değildir.

Legionella bakterisine karşı çeşitli dezenfeksiyon yöntemleri geliştirilmiştir.

- Isıtma ve yıkama (heat and flush),
- Klorlama,
- Ozonlama,
- Yoğun ultra viyole ışığı ile uygulaması ve
- Anot oksidasyonu vb.

Bu yöntemler arasında ısıt ve yıka yöntemi en fizibil önlem olarak görülmüştür.

a. Yüksek sıcaklıkta çalıştırma; Sistem sıcaklıklarını 60°C ve üzerinde tutarak gerçekleştirilmektedir. Bu tercih edilen bir yöntemdir. Ancak bu uygulama büyük ve eski tesisatlarda pratik olmamakta ve duş başlıklarındaki termostatik olmayan vanaların değiştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

b. Termik dezenfeksiyon metodunda; Sistem sıcaklıkları 30 dakika boyunca 70°C ya da daha üstüne çıkmakta ve sıcak su, tesisattaki tüm açıklıklardan akıtılmaktadır. Herhangi bir Legionella bakterisi salgınının belirtisi olduğunda su sıcaklıkları 70-77°C sıcaklıklara kadar yükseltilmelidir. Günümüzde bu metod, bir çok kullanma suyu tesisatlarında bakterileri öldürmek amacı ile kullanılmaktadır. Bu bir yok etme prosesidir. Bütün bakterileri öldürmek mümkün değildir. Önlemlerin tekrar gelişme ve çoğalmayı önlemek üzere devam ettirilmesi gerekir. Tesisatlardaki büyük miktarlarda bio-film, temas süresini arttırmaktadır.

Sıcaklık aralığı dışında bakterinin gelişmesini teşvik eden koşullar tam bilinmemektedir. Sıcaklığın 25-45°C arasında olması büyük bir risk faktörüdür. Özellikle çökelti olan, biofilm olan ve durgun su bulunan boylerler büyük risk taşır. Optimum Legionella büyüme sıcaklığı 37°C’dir.

- Bu uygulamanın avantajı, fazla bir harcama yapılmaması ve hızlı bir şekilde uygulanmasıdır.
- Dezavantajı ise, kaynar su boşaltılırken büyük tesisatlarda koordinasyonun zorluğu ve hastaların haşlanma riskinin olmasıdır.
- Lejyonella riskinin aşırı olmadığı bölgelerde bu sistem, en ekonomik işletme şartlarını sağladığı için tercih edilmektedir.

c. Bakır-gümüş iyonizasyon sistemi; Bakır-gümüş elektrotların bulunduğu bir iyonlaşma odasının sisteme monte edilmesini gerektirir. Elektrotlara elektrik akımı gönderildiğinde pozitif bakır-gümüş iyonlar sistemdeki suda çözünecektir. Pozitif iyonlar mikroorganizmalara bağlanacak ve onların ölmesine neden olacaktır.

Bakır - gümüş iyonlarının optimum konsantrasyonları: Bakır için 400 ppb (milyarda bir) ve Gümüş için 40 ppb (milyarda bir)’dir.

- Bu alternatifin avantajları, ekipmanın kolayca monte edilebilmesi, bakımının kolay olması ve kaliteli bir dezenfeksiyon sağlamasıdır.
- Dezavantajı ise, bu yöntemin ilk yatırım maliyeti ve işletme maliyetidir. Bakır-gümüş iyonlaşma yöntemi, genelde küçük sistemler için kullanılır. Daha çok bağışıklığın önemli olduğu hasta bakım alanlarında kullanılan domestik sıcak su sistemlerinde kullanılması tavsiye edilir. Sisteme bakır-gümüş iyonları ekleyerek iyonlaşma metoduna bir alternatif teşkil edecek uygulama ise, bakır-gümüş iyonlarının direkt olarak bir kimyasal besleme pompası yardımıyla sisteme enjekte edilmesidir. Düşük dozajlarda olsa bile bakırın direkt olarak kullanımı, düzgün bir şekilde yerleştirilip korunmadığı taktirde, çevre yetkililerinde bir takım şüpheler uyandıracaktır.

Bu sistemlerin uygulanması açısından, eğitilmiş ve dikkatli bir personel kadrosu gerekir.

d. Domestik sıcak su sistemlerinde kullanılabilir klor-dioksit gaz enjeksiyonu; Klordioksit, bio film tabakası içine girer ve bakteriyi büyümeden yerinde öldürür.

- Bu yöntemin avantajları:
 - Uzun süre çözeltide kalması,
 - Düşük konsantrasyonların yeterli olması ve
 - Klor korozyonunun minimize edilmiş olmasıdır.
- Dezavantajları;
 - Ekipmanın daha çok, küçük ve orta boyutlu uygulamalara uygun olması,
 - Ekipmanın pahalı olması ve
 - Her sıcak su sistemi için bir tane klordioksit gaz jeneratörünün gerekli olmasıdır.
- Kullanma yerleri; Daha büyük uygulamalarda birkaç enjektörün kullanılabilmesi mümkündür. Klordioksit, bağışıklığın önemli olduğu hasta bakım alanları için gerekli olan, domestik sıcak su sistemlerinde kullanılması tavsiye edilen bir yöntemdir.
- Dozaj aralıkları 0,3-1 ppm arasında değişen halojenlerin (klor, brom, iyot) kullanılması, suyun pH'ı kontrol edildiği taktirde uygulanabilir bir seçenektir. Suyun pH'ı düştüğünde halojenin etkisi de düşecektir.

Son olarak, önemle üzerinde durulması gereken bir diğer husus, su kanallarına boşaltılan kanserojen halojenli bileşimlerdir. Suyun klorlanmasıyla oluşan TTHM, muhtemel kanser risklerini önleyecektir. Risk küçük derecelerde ise, EPA US su sistemlerindeki TTHM konsantrasyonunu azaltmayı denemektedir. Yapılan bir çalışmada Legionella ile kirlenmiş su tesisatının klorla dezenfeksiyonu üzerinde durulmuştur. İki klorlama standardı uygulanmıştır. Her ikisine başlarken de sistem temizlenmekte, görülür bütün kirler ve birikintiler temizlenmekte ve sistem temiz su ile durulanmaktadır. BS6700'e göre tanımlanan klorlama yöntemi daha etkilidir. Fakat her iki yöntem de tamamen

güvenilir değildir. Her iki yöntem de ilk ağızda Legionella konsantrasyonunu düşürmekle birlikte, sürekli bir etki konusunda güvenilir değildir. Sistem tekrar kirlenebilmektedir.

e. UV radyasyon yöntemi: Sistemde bir nokta boyunca akarak yalnızca bakteriyi öldürmede etkili bir yöntemdir.

- Kullanma yerleri: Yalnızca küçük uygulamalarda ve kısa boru tesisatlarında etkilidir.
- Dezavantajları: Büyük sistemlerde etkisizdir ve sistemin diğer bölgelerinde var olan kolonilerin büyümesini engelleyemez. UV'nin Legionella bakterisinin tek hücreli kesecikleri üzerindeki etkisi de bilinmemektedir.

f. Ozon: Ozon jeneratörünün yakınlarında bakteriyi öldürmede etkilidir.

- Avantajları: Ozonun sistemde çabuk çözünmesi bakteriyi öldürmeye yetecek konsantrasyonların elde edilmesini sağlar.
- Dezavantajları:
 - Eski tesisatlarda korozyona neden olabilir.
 - Büyük sistemlerde etkisiz kalmakta ve kolonilerin oluşmasını engelleyememektedir.
 - Pahalı bir uygulamadır.
 - Su arıtma maliyetleri %85 azaltılır.
 - Kimyasal depolama ve atıkların depolanmasına gerek kalmayacaktır. Bir başka avantajı bu uygulamada TTHM'nin üretilmemesidir.

g. Aşırı klorlama: Klor büyümeyi yavaşlatır, ancak Legionella bakterisinin klora karşı direnci fazladır. Dezenfeksiyon için yüksek klor yoğunluğu gereklidir.

- Avantajları: Bakteriyi öldürmede etkili bir yöntemdir,
- Dezavantajları: Bakteriyi öldürmek için yüksek klor konsantrasyonları gereklidir. Klor kullanılması sonucu oluşan ürünler, potansiyel kanserojen maddelerdir. Klor, koroziftir ve boru tesisatında bir hata sayılabilecek aşınmaya neden olur. Bu nedenle, özellikle bir çok hastane uygulamasında pek tavsiye edilen bir yöntem değildir.

h. Filtreleme ve yeniden klorlama yöntemi: Yeniden klorlama sistemiyle birleşmesiyle birlikte, 5 mikronluk filtrelerin kullanımını gerektirir. Bu yöntem, sisteme filtrelenmemiş su beslemesi olması halinde, boru tesisatı içerisinde oluşacak yabancı maddeleri filtreleyip sistemi arındırmak amacıyla kullanılmaktadır. Böylelikle, bio-filmin yayılabileceği yerlerde oluşacak çökelti miktarı azaltılmış olacaktır. Tekrar klorlama, bio-film tabakasının büyümesini engellemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Klor konsantrasyonları, fazla klorlaşmayı önlemek amacıyla kontrol altında tutulmalıdır.

ı. Filtreleme yöntemine ek olarak haftada iki kere ya da daha temel olarak her gece yarısı kimyasal besleme pompası yoluyla dörtlü amonyum biyosid kullanılabilir.

Bu bileşiğin, tercihen bakterinin bu bileşiğe karşı bağışıklık kazanmasını engellemek ve bir başka bileşiğin bakterinin gelişimine karşı daha farklı bir yöntemle karşı koyması adına, farklı bir biyosid ile değiştirilmesi gerekir. İyi bir biocide alternatifi olarak tiokarbonat verilebilir, ancak farklı örnekler de mevcuttur.

i. Anot oksidasyonu pazarda göreceli olarak yeni bir önlemdir. 1998 yılında Almanya'da yok etme ve koruma önlemi olarak kabul edilmiştir.

j. Sistemin dezenfeksiyonu iyi bakım ve işletme olmadığı sürece güvenilir bir işlem değildir.

30.1.6. SIHHİ TESİSATTA KULLANMA SICAK SUYU VE SİRKÜLASYON SICAKLIĞININ YÜKSEK SEÇİLMESİ HALİNDEKİ SAKINCALAR

60°C sıcaklığındaki sirkülasyon sisteminde ve bu sıcaklıktan daha yüksek olan hallerde, bazı riskler mevcuttur ve dikkat edilmesi gerekir.

a. Bunlardan birisi kireç oluşumudur. Kireçlenme sudaki sertlik derecesinin yanı sıra belirgin bir şekilde sıcaklıktan da etkilenmektedir.

b. Galvaniz kaplı çelik malzemede, (örneğin; galvaniz borular ve galvaniz kaplı boylerlerde) sıcaklığın yükselmesiyle birlikte korozyon riski de artmaktadır.

c. Hafife alınmaması gereken bir diğer unsur ise, haşlanma tehlikesidir. Burada da özellikle yaşlı insanlar ile küçük çocuklar büyük bir tehlike altındadır. Çünkü bu insanlar genelde çok hızlı hareket edemezler.

d. Sıhhi tesisat borularında ısı kaybı artacağından yakıt tüketimi de artar.

30.1.7. SİSTEMLERDE LEGIONELLA BAKTERİSİ RİSKİ

30.1.7.1. Güneş Enerjisi ile Su Isıtma Sistemlerinde

Güneş enerjisinden faydalanılan kullanma sıcak suyu ısıtma sistemleri Legionella bakterisi için yüksek kirlenme riski olan sistemlerdir. Yılın büyük kısmında sıcaklıklar 30 - 45°C arasında kalmaktadır. Suyu kullanım sırasında sonradan 60°C'ye kadar ısıtılması, bakterileri öldürmeyecektir. Çünkü yüksek sıcaklıkta kalma süresi ısıtıcı boylerde dakikalar mertebesinde. Güneş enerjisi ile su ısıtma sistemlerine giren suyun doğru ve hijyenik şartlarda depolanması ve pompalanması halinde güneş kaynaklı sistemler kullanılabilir. Enerji politikaları da bu kullanımı teşvik etmektedir. Hollanda, Almanya başta olmak üzere tüm dünyada, sıcak su üretiminde güneşten yararlanma çok yaygındır ve giderek de çoğalacaktır.

30.1.7.2. Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde

Sıcak su devrelerinde ısıtıcı radyatörlerde buhar ve kondens devrelerinde Legionella bakterisi riski yoktur (sıcaklık yüksek ve kapalı devre).

30.1.7.3. Soğutma Kuleleri ve Buharlaştırma Kondenserlerinde

Soğutma kulelerini kapalı devreli ve açık devreli olarak ikiye ayırmak mümkündür.

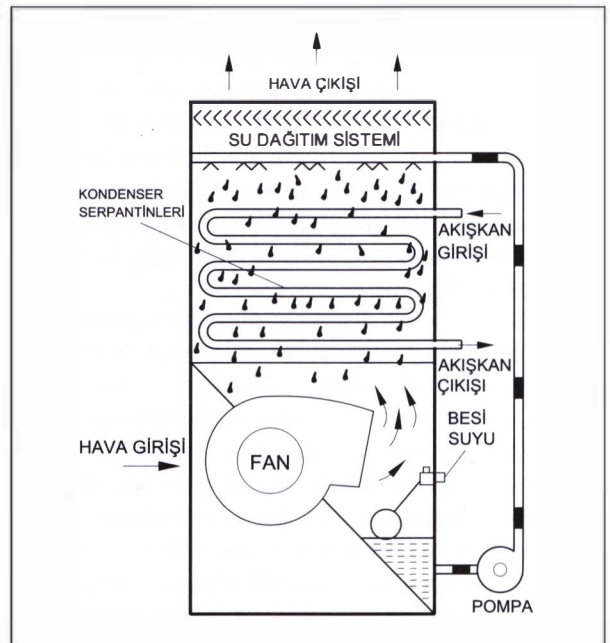
a. Kapalı devre soğutma kuleleri (ve buharlaştırma kondenserleri)

Kapalı devre soğutma kulelerinde, Şekil 30.3'te görüldüğü gibi, soğutulmak istenen proses akışkanı (çiller devresinde dolaşan su) hava ile doğrudan temasta değildir. Su boruların içindedir. Boru dışında boruları ıslatan ve hava ile temasta olan sekonder devre suyu, açık devreli soğutma kulelerine göre çok daha az miktardadır. Sekonder devrede dış borulama genellikle yoktur. Su tamamen cihaz içinde sirküle eder.

b. Açık devre soğutma kuleleri

Şekil 30.4'te görülen açık tiplerde ise, soğutma suyu tavalardan parçalanarak düşer veya fıskiye şeklinde püskürtülür. Doğrudan bu suyun üzerinden geçen hava, buharlaşmayla soğurken, bir kısım suyu aerosol şeklinde sürükler. Her ne kadar su tutucu perdelerde sürüklenen suyun bir kısmı tutulsa da, genellikle 5 mikron altındaki su zerrecikleri sürüklenerek etrafa yayılır. Damla tutucu olmadan sürüklenen su, resirküle eden suyun %1'i mertebesindedir. Kaliteli tip soğutma kulelerinde damla tutucularla bu oran %0,1 mertebelerine indirilir. Bu yüzden damla tutucular kulelerin en önemli elemanlarından biridir.

Soğutma kulelerinde Legionella bakterisinin çoğalacağı yer su haznesi (veya havuzu) olmaktadır. Su haznesinde tipik su sıcaklığı 29°C ile 35°C arasındadır. Ancak çalışma stratejisi, dış sıcaklık ve sistem ısı yüküne bağlı olarak sıcaklıklar 21°C altına inebilir veya



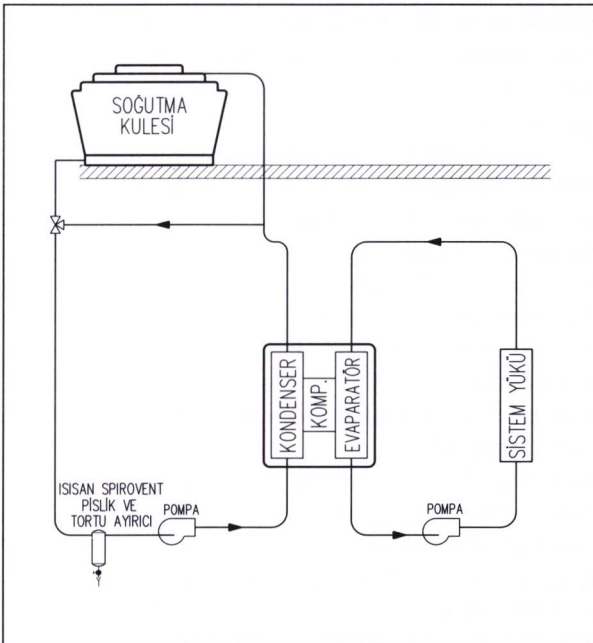
Şekil 30.3. KAPALI DEVRELİ SOĞUTMA KULESİ VEYA BUHARLAŞMALI KONDENSER

49°C üstüne çıkabilir. Özellikle durma sırasında (işyerlerinde hafta sonu ile tatil günleri gibi) ve özellikle yaz aylarında soğutma kulelerinde sıcaklık Legionella bakterisinin çoğalması için çok uygun değerlere ulaşabilir. Bu haznede biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun bir ortam yaratır. Su soğutma kuleleri kaynaklı çok sayıda Lejyoner hastalığı belirlenmiştir.

Soğutma kulelerinde Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye, sistemin temiz tutulması ve biyolojik şartlandırma yapılmasıdır. Bu konuda su şartlandırma uzmanına danışılması ve onun gözetiminde bir program uygulanması çok önemlidir.

Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin yerleştirmesinde aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- Klima santralleri, taze hava alış menfezlerinden ve açılabilen pencerelerden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidirler.
- Soğutma kulesinin klima santralinin, dış hava emiş ağızlarından ve pencerelerden, lokanta, kafeterya vb insanların yoğun olduğu yerlerde en az 10 m ve daha uzak olması, hakim rüzgar yönünde soğutma kulesinin daha ileri noktaya montajı ve soğutma kulesi drenajının hava kesicili (sifonla) drenaja bağlanması gerekir. Soğutma kulesinden 3 km uzağa kadar Legionella bakterilerinin taşınabildiği unutulmamalı ve kulenin bakım, temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri özenle yapılmalıdır.
- Mutfak egzoz fanları, bacalar gibi organik madde kaynaklarının yanına ve yakınına yerleştirilmemelidir.
- Hakim rüzgar yönü dikkate alınmalı, dışarıdaki halka açık alanların rüzgar yönünde yerleştirilmemelidir.



Şekil 30.4. AÇIK DEVRELİ SOĞUTMA KULESİ SİSTEMİ

- Soğutma kulesi yerleşimi restoran, otel odaları vb yaşam mahallerine çok yakın planlanmamalıdır. Soğutma kulelerinde kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır. Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır. Ahşap gibi bazı doğal malzemeler bu açıdan sakıncalıdır ve konstrüksiyonda kullanılması tavsiye edilmez. Cihazın genel tasarımında durağan su bölgelerinden kaçınılmalı, teknik elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilir. Soğutma kuleleri sistemi temiz tutulmalı ve iyi bakım yapılmalıdır. Gözle muayene ederek; kir, organik madde, birikinti veya çökelti olmamasına dikkat edilmelidir. Hazne zaman zaman temizlenmelidir. Mekanik filtrasyon tavsiye edilir. Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyle mücadelede önemli katkıya sahiptir. Damla tutucular belirli aralıklarla temizlenmeli ve eskijenler değiştirilmelidir.

Aynı zamanda bir su şartlandırma uzmanı tarafından yürütülecek kimyasal şartlandırma gerekecektir. Su şartlandırma bakteri çoğalmasını önleyecek katkıları içerdiği gibi; kireçlenmeyi, korozyonu ve çökelmeyi önleyici maddeleri de içerir.

Soğutma kulelerinin durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerden biridir.

Üç günden uzun süreli durdurmalarda sistemin (soğutma kulesi havuzu, borular, ısı değiştirgeçleri vs) tamamen drene edilmesi en uygun yoldur. Eğer kısa süreli durdurmalarda drenaj pratik değilse; bu durumda sistem yeniden çalıştırılmadan önce ön şartlandırma ile soğutma kulesindeki su dezenfekte edilmelidir.

Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur ve bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır. Fanlar bundan sonra çalıştırılır.

Soğutma kulelerinin ve buharlaşmalı evaporatörlerin konstrüksiyonunda ve işletiminde ise özetle aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.
- Su dağıtımı, su minimum ölçüde pülverize olacak şekilde yapılmalıdır.
- Enjektör prensibi ile çalışan soğutma kulelerinin; su yüksek basınçlı pülverize edildiği için dezavantajı; kule içinde dolgu malzemesi olmadığından temizlik kolaylığı için de avantajı vardır.
- Tepsiler temizlenebilir olmalıdır.
- Havuz direkt güneş ışıklarından korunmalıdır (az da olsa kule verimini de artırır).
- Taze su besleme hızları ve su hacmi kule üzerine işaretlenmelidir.
- Su toplama çukuru; çamuru ayıracak biçimde tasarlanmalı ve drenajı uygun çaplı boru ile en alttan gerçekleştirilmelidir.

- Bütün drenajlarda havalıklar ve süzgeçler bulunmalıdır.
- Su şartlandırma programı bütün yönleri ile düşünülmeli ve su kalitesi sürekli kaydedilmelidir.
- Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
- Filtre düzenlemesi su şartlandırma ile koordineli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.

30.1.8. SOĞUTMA KULELERİNDE OPERASYON VE BAKIM

Sistemi operasyona alacak olan elemanlar, soğutma kuleleriyle ilgili olarak eğitilmiş olmalı ve bu tarz bir sistemi çalıştırmaya yatkın olmalıdırlar. Sistem işletimi sırasında meydana çıkacak kritik değerler kaydedilmelidirler. Prosedürler normal kontrol parametrelerini ve sınırlarını belirlemelidir.

Çalışanlar normal şartlar dışında çalışma durumlarından haberdar olmalıdır ve su kalitesi üzerinde belli aralıklarla testler yapılmalıdır. Bu kontrollerin arasındaki süre bir ayı geçmemelidir ve hastane gibi bakterilere duyarlı ortamlarda bu süre daha da kısa tutulmalıdır. Bu durumlarda kullanılan mikrobiyolojik slaytlar faydalı olsa da bunlar sadece kulenin bakım kalitesiyle ilgili bilgi verir ve su içindeki Legionella bakterisiyle doğrudan alakası yoktur.

Suyun elektrik iletimindeki değişiminin belirlenmesi ise, su içindeki çözünmüş madde miktarındaki değişimin ölçümünde bir yol olarak kullanılabilir.

30.1.8.1. Bakım

Basit fakat ayrıntılı hazırlanmış bir bakım şartnamesi bu tesisatlar için çok önemlidir. Bu şartnamelerde bakım aralıkları, kontrol prosedürleri ve temizliğin hangi yöntemlerle yapılacağı açıkça belirtilmelidir.

Üreticinin isteği standart bakım dışında sistemin genel çalışması da incelenmelidir. Otomatik kontrol ünitesinin tüm kısımları test edilmelidir. Kondaktivite kontrol cihazı eğer monte edilmişse kalibre edilmelidir. Bu cihaz, su içinde çözünmüş madde miktarının değişimini belirlenmesinden dolayı çok önemlidir.

Püskürtme sisteminin ve su dağıtım sistem kontrolünde görsel bakım yapılabilir. Bu anda malzemelerin iyi durumda olup olmadığı ve kötüye gidip gitmediği kontrol edilebilir. Bu sürüklenme önleyici elemanlar için de aynı şekilde önemlidir.

Lejyoner hastalığı salgını, genelde kulelerin uzun süreli durmasından sonra devreye alınmasıyla ortaya çıkar. Bütün soğutma kuleleri senede en az bir kere tamamen temizlenmelidir. Bu hastaneler için DHS standartlarına göre senede iki keredir.

Sistemde yapılan kontrolün periyoduna, olağan kontrollerin sonucunda karar verilmelidir.

Eğer sistem sadece yaz mevsiminde kullanılıyorsa, kuleyi sistem devre dışı kaldığı ilk anda temizlemek en doğrusudur. Sistemi yazın devreye almadan önce de dezenfekte edip kontrol etmek de gereklidir.

Suda, sistemin temizlenmesinden önce temizliği yapacak kişileri korumak amacıyla, 5 ppm derişiklik olacak şekilde klorlama yapmak gereklidir. Sudaki serbest klor miktarını belirlemek için en basit ve hızlı yöntem Palin-PPD metodudur.

Bu kalorimetrik bir yöntemdir ve örnek alınan suya bir takım kimyasal tabletler eklenerek suyun sonuç rengine bakılır.

Klorlama işlemi iki basamak halinde yapılmalıdır. İlk basamak sistem suyundaki serbest klor miktarını belirlemektedir. Klor organik bileşiklerle çok çabuk reaksiyona girdiğinden dolayı muhtemelen teorik olarak hesaplanan miktardan fazlası gerekecektir.

İkinci olarak da klorun veriminin pH 7'nin üzerindeki değerlerde hızla düştüğü unutulmamalıdır. Klordan en yüksek verimi alabilmek için pH değerini 7'nin üzerine çıkarmayan maksimum dozajı vermek gerekir.

Temizleme operasyonu klorlanmış suyun sistemden atılmasıyla sona erer. Bakım, ayrıca sürüklenme önleyiciler ve dolgu malzemesinin temizlenmesini içerir. Ayrıca bu işlem sırasında hasar gören parçalar da değiştirilmelidir.

Havuz, tamamen boşaltılıp temizlenmeli, tüm organik maddeler ve tortulardan arındırılmalıdır.

Sistemdeki tüm süzgeçler, emme tarafı da dahil olmak üzere temizlenmelidir.

Sistem kış döneminde devreden çıkarılırken, sisteme inhibitör ve antifriz eklenmelidir.

Sistem tekrar devreye alınmadan önce tüm su akıtılmalı, basınçlı su ile temizlenmeli ve taze suyla doldurulmalıdır. Ve 15 ppm miktarında klorla en az iki saat reaksiyona sokulmalıdır.

Eğer 5 ppm klor kullanılacaksa bu süre 6 saate çıkarılmalıdır. Burada önemli olan önerilen konsantrasyonla uygun kontak zamanını bulmaktır.

Bütün sene kullanılan kuleler içinse; sistem temizlenip taze suyla doldurulduktan sonra 15 ppm konsantrasyonunda tutulmalı ve pH 7'yi geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. İşlemden geçirilen su, kule de dahil olmak üzere tüm sistemde en az iki saat sirküle edilmelidir. Bu sırada efektif klor konsantrasyonu da sağlanmalıdır.

Klorlu su sonra boşaltılmalı ve sistem taze suyla doldurulmalıdır ve standart kimyasal su temizleme işlemlerine devam edilmelidir.

İç bakım ve temizleme için normal koruyucu kıyafet yeterlidir. Basınçlı temizleme aerosol oluşuma neden olduğu için tavsiye edilmez. Eğer tesisatta buna gerek duyulursa özel kıyafet giyilmeli ve artı basınç maskesi bulundurulmalıdır.

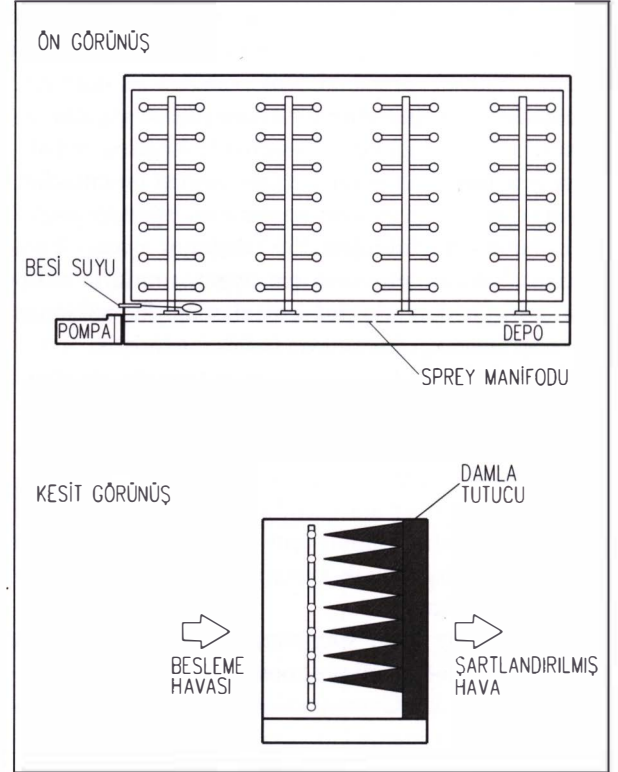
30.1.8.2. Acil Dezenfeksiyon Prosedürü

- 1- Eğer mümkünse soğutma kulesi üzerindeki ısı yükü kaldırılmalıdır.
- 2- Soğutma ekipmanı ile ilgili fanlar kapatılmalıdır.
- 3- Sistem durdurulmalı ve tamamlama suyu vanaları açık ve çalışır olmalıdır.
- 4- Temizleme prosedürü sona erene kadar binanın hava emiş menfezleri kapatılmalıdır.
- 5- Resirküle su pompalarının çalıştırılmasına devam edilmelidir.
- 6- 25-50 ppm serbest halojen kalmasını sağlamak için yeterli biyosid eklenmelidir.
- 7- Yeterli miktarda köpük önleyici ya da biodispersan eklenmelidir.
- 8- 24 saat boyunca 10 ppm'lik serbest halojen kalması sağlanmalıdır. Bu 10 ppm'in korunması için daha fazla biyosid ortama eklenebilir.
- 9- Sistem pH'ı ölçülmelidir. Yüksek pH değerlerinde halojen dezenfeksiyon hızı yavaşladığı için ortama asit ilave edilebilir ya da devir azaltılabilir. Böylece pH değeri klor bazlı biosidler için 8 ya da brom bazlı biosidler için 8,5'in altında tutulabilir.
- 10- Sistemin drenajı gidere yapılmalıdır. Eğer drenaj izin alınarak bir yüzey suyuna yapılacaksa dehalojenizasyona ihtiyaç duyulacaktır.
- 11- Sistem tekrar doldurulmalı ve 1'den 10'a kadar olan işlemler tekrar edilmelidir.

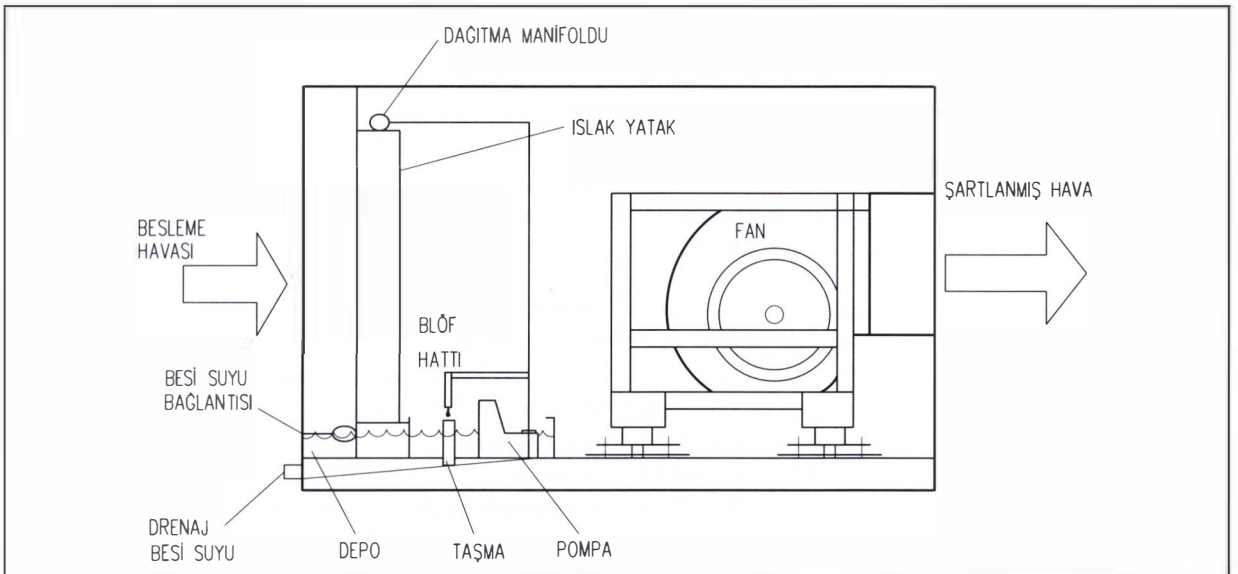
30.1.9. DİREKT BUHARLAŞMALI HAVA SOĞUTUCULAR (Evaporatif Soğutucular)

Direkt buharlaşmalı soğutucular, su ile doğrudan temasla havayı nemlendirir ve aynı zamanda soğuturlar. Bu cihazlar mekanik soğutma yapmadıklarından endüstriyel ve tarımsal (hayvan barınakları gibi) soğutma alanında ve kuru dış iklime sahip bölgelerde konfor

iklimlendirmesinde kullanılan ekonomik cihazlardır. Bu cihazlarda hava ya (bir örneği Şekil 30.5'te görülen) ıslatılmış yataklar üzerinden geçerken nemlendirilir, veya hava üzerine (Şekil 30.6'da görüldüğü gibi) doğrudan su püskürtülerek nemlendirilir. Bu sırada hava ideal durumda yaş termometre sıcaklığına kadar soğutulabilir. Her iki halde de kullanılan su resirküle edilebileceği gibi, tek geçişli de olabilir. Kullanılan sudaki kirlenme oranı blöf işleme ve taze suyun kalitesine bağlıdır.



Şekil 30.6. YIKAMALI NEMLENDİRİCİ



Şekil 30.5. EVAPORATİF SOĞUTUCULAR

Havanın ıslak yataklardan geçirilerek nemlendirilmesinde gözenekli malzemeden yapılmış yataklar kullanılır. Geniş temas yüzeylerinde havaya buharlaşma suretiyle nem geçişi olur ve bu işlem sırasında suyun yüzeyden koparak su zerrecikleri halinde havayla sürüklenmesi söz konusu olmaz. Bu nedenle bu tip cihazlarda damla tutuculara da gerek yoktur.

Bu cihazları işlem koşullarına göre zaman zaman kapatmak gerekebilmektedir. Sistemin çalıştırılmadığı koşullarda tamamen drene edilip, kurutulması şarttır. Bunun da ötesinde sürekli çalışma periyotlarında resirküle eden sistemlerde yeterli düzeyde blöf yapılmalıdır. Yüksek orandaki blöf, yabancı maddelerin, kirleticilerin ve bakterilerin birikmesini ve çoğalmasını sınırlar veya engeller. Bu şartlarda Legionella bakterisi gelişmesi çok nadirdir. Öte yandan bu cihazlarda yatak sıcaklığı yaş termometre sıcaklığı düzeyindedir ki bu değer genellikle 25°C değerini aşmaz. Yani sıcaklık, bakteri gelişmesi için uygun sınırların altındadır. Bu nedenlerle bu cihazlardan kaynaklanan Lejyoner hastalığı literatürde belirlenmemiştir.

Bu sistemlerde iyi bakım ve sürekli temizlik ve gözetim esastır. Filtreler gerektiği gibi temizlenmelidir. Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır.

Islak yataklı, direkt buharlaşmalı soğutucularda çalışmaya belirli süreler ara verildiğinde yatak malzemesi kuru tutulmalıdır. Bunun için büyük sistemlerde su kesilip fan çalıştırılarak kuruma sağlanabilir. Sistem bundan sonra kapatılır.

Suyun resirküle ettiği sistemlerde rezervuarda biriken suda yapılan blöf işlemi tuz konsantrasyonunu düşürdüğü gibi bakteri konsantrasyonunu da düşüren bir işlemdir. Ayrıca rezervuarda kimyasal şartlandırma yapılmamalıdır. Suyun durgun kalmamasına dikkat edilmelidir.

30.1.10. NEMLENDİRİCİLER

Yıkamalı nemlendiriciler, atomizörlü nemlendiriciler ve buharlı nemlendiriciler ortam havasının veya klima santralindeki şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılır. Yıkamalı nemlendiriciler günümüzde hijyen nedeniyle artık terk edilmektedir. Bu amaçla daha çok suyun resirküle edilmediği ve sadece gerekli nem ihtiyacı kadar suyun sis biçiminde havaya verildiği nemlendiricilerle, buharlı nemlendiriciler kullanılmaktadır.

Atomizörlerde ve yıkamalı nemlendiricilerde su sıcaklığı yaş termometre sıcaklığında olup, genellikle 25°C altındadır. Sis şeklinde atomizörlü nemlendiricilerde cihaz çıkışında su zerresi bulunmaz. Bütün su buharlaşır. Buharlı nemlendiricilerde zaten su söz konusu değildir. Burada kullanılan buhar sıcaklığı yüksektir. Buharlı nemlendiricilerde hiç bir hastalık riski yoktur. Atomizörlü nemlendiricilerde resirküle su kullanılmamalıdır. Nemlendirici kullanılan klima tesisatlarında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir.

Hava kanallarında yoğunlaşma olabilir. Bununla ilgili önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.

Hava kanallarının temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.

Hava kanalları belirli periyotlarda temizlenmelidir. Klima santrallerinin filtreleri kaliteli yapılmalı ve periyodik bakımı yapılmalıdır.

Bütün bu sistemlerde de iyi bakım ve sürekli temizlik ve gözetim esastır. Filtreler gerektiği gibi temizlenmelidir. Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır. Bu cihazların yerleştirilmesinde, bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirleticilerden uzakta yerleşim yapmaya dikkat edilmelidir.

30.1.11. KLİMA SANTRALLERİ VE FAN COILLER

Bu cihazlar Lejyoner hastalığı kaynağı olarak görülmemektedir. Ancak bu cihazların bakımlarının iyi yapılması ve iyi işletilmesi esastır. Öncelikle bu cihazlardaki yoğunlaşma tavalalarının eğimleri drenaj yönünde olmalı ve drenaj alt noktadan yapılmalıdır. Tavalarda su birikmemelidir. Hastane gibi hassas binalarda drenaj hatlarında cam gözetleyiciler kullanılabilir.

Klima santrallerinde sulu nemlendiriciler yerine, buharlı nemlendiriciler kullanılması tercih edilmelidir. Nemlendirici olarak, su hacmi olmayan direkt havaya sis biçiminde nemlendirme yapan nemlendirici tipleri alternatif olabilese de, buharlı nemlendiriciler riski sifıra indirdiği için tercih edilmelidir.

Cihaz filtrelerinin bakımı gereğine göre yapılmalıdır.

30.1.12. LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI MEKANİK TESİSATTA ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Lejyoner hastalığına karşı farklı aşamalarda alınabilecek önlemler gruplanabilir. Bu grupları;

- Proje,
 - Malzeme seçimi,
 - Uygulama,
 - İşletme ve bakım,
 - Dezenfeksiyon olarak ifade etmek mümkündür.
- Bina tesisatında Lejyoner hastalığı kaynakları olarak dört ana sistemde alınabilecek önlemler yukarıdaki başlıklar altında toplanmıştır.

30.1.12.1. Kullanma Suyu Tesisatı

Kullanma suyu tesisatı sıcak ve soğuk kullanma suyu tesisatları olarak ele alınabilir. Burada esas riskli olan kullanma sıcak suyu tesisatıdır. Bu tesisatta alınabilecek önlemler:

- Proje
 - Yüksek riskli yerlerde soğuk su 20°C altında depolanmalı ve dağıtılmalıdır.
 - Depo ve boru çeperlerinde biofilm oluşmasına imkan tanınmamalıdır.

- Yangın suyu ayrı depoda depolandığında hareket-siz kalacaktır. Bu durumda bakteri üremesine uygun bir ortam oluşur.
- Kullanma ve yangın suyu aynı depoda depolandığında, yangın suyu alt seviyeden, kullanım suyu üst seviyeden alınır; aynı depo içindeki durgun yangın suyu hastalığın üremesi için uygun bir ortam oluşturur.
- Su depoları:
 - Toprak altında yapılmalı, sıcak kazan dairesine yakın olmamalıdır (Kazan daireleri sıcak ise ısı yalıtımları kötü yapılmış, enerji kaybediliyor demektir.).
 - Çökeltme için alttan belirli bir mesafe bırakılmalı ve en alt kotundan boşaltma-temizleme imkanı sağlanmalı,
 - Kullanma suyu ve yangın suyu, su deposunun alt kotundan alınmalı (Boşaltma nozulunun üstünden),
 - Yangın suyu emiş borusu üzerine ayrıca çek valf monte edilmeli,
 - Kullanma suyu alt seviyesinin kontrolü için, uygun yüksekliğe seviye kontrol cihazı monte edilmelidir.
- Seviye kontrol cihazı alarm verebilir veya ayrıca kullanma suyu hidroforu emişine monte edilebilecek on-off vanayı kapatabilir.

Not: NFPA standartları seviye kontrol alarmı veya otomatik vana kullanarak alt seviyeden kullanma suyu hidroforuna bağlantı yapılmasına izin vermemektedir. Bu durumda su deposu alt seviyelerinde kalan yangın suyu rezervi günde en az iki defa sirküle edecek şekilde depo içi sirkülasyon pompası kullanılabilir.

Ancak bizim önerimiz, kaliteli bir otomatik kontrol sistemi kullanılması, işletme ve bakımın iyi yapılması kaydı ile aynı depodan alt ortak çıkış (yukarıda bahsedildiği şekilde) alınmasının daha kullanışlı, daha sağlıklı ve ekonomik olacağı şeklindedir.

- Su deposunun iç yüzeyinin derzsiz havuz seramiği (veya benzeri pürüzsüz malzeme) ile kaplanması önerilmelidir.
- Enerjinin verimli kullanılması ve tesisatlarda hijyen şartlarının sağlanabilmesi için sıcak kullanım suyu depolama sıcaklığı 45°C'de tutulmalıdır. Bunu sağlamanın yolu termik dezenfeksiyondur. Termik dezenfeksiyon ise periyodik olarak (örneğin haftada bir kere) otomatik olarak yapılmalı, sıcaklık 70-77°C'ye çıkarılmalıdır (Tablo 30.7).

Sıcaklık Standartları	CDC	ASHRAE	SIPC	CCBC	ASPE	FREIJE	ASHE/JCAHO
Soğuk Kullanma Suyu Depolama Sıcaklığı (Maks.) (Su Deposu)	-	20°C	-	-	-	20°C	-
Üreme için Uygun Sıcaklıklar	32 - 41°C	25 - 42°C	-	-	-	20 - 50°C	14 - 42°C
Boylar Sıcaklığı (Maks.)	-	60°C	-	-	-	60°C	60°C
Kullanma Sıcak Suyu Sirkülasyon Dönüş Sıcaklığı (Maks.)	-	51°C	-	-	-	50°C	51°C
Normal Alanlarda Kullanma Suyu Sıcaklığı (Maks.)	-	-	38°C	-	-	-	-
Hastaların Bulunduğu Alanlarda Kullanma Suyu Sıcaklığı (Maks.)	-	-	43°C	46°C	46°C	-	-
Bakterinin Öldüğü Sıcaklık	-	60°C	-	-	-	55°C	55°C
Termal Şok için Gerekli Minimum Zamandaki Sıcaklık	5 dak. için 65°C	5 - 30 dak. için 71 - 77°C	-	-	-	5 - 30 dak. için 70°C	5 dak. için 70°C
Kısaltmalar CDC - Center for Disease Control and Prevention ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers SIPC - State of Illinois Plumbing Code CCBC - City of Chicago Building Code ASPE - American Society of Plumbing Engineers ASHE - American Society of Healthcare Engineering JCAHO - Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations FREIJE - Kaynak; Matthew FREIJE							

Tablo 30.7. KULLANIM SUYU TESİSATLARINDA LEJYONER HASTALIĞININ KONTROLÜ İÇİN ÇEŞİTLİ ORGANİZASYONLARIN VE AJANSLARIN YAYINLADIĞI SICAKLIKLAR

Gelişmiş ve kaliteli kazan-boyler sistemlerinde bu program bulunmaktadır.

Haftada bir, ayarlanan saatte (Örneğin; 02.00) boyler su sıcaklığı 1 saat süre ile 70°C (65-75°C seçim yapılabilir) değerine yükseltilerek termik dezenfeksiyon mükemmel şekilde yapılır. Termal şok yıkama süresi en az 30 dakika olmalıdır. Termik dezenfeksiyon sırasında suyun sirküle edilerek bütün boruların dezenfekte edilmesi gereklidir. Termik dezenfeksiyon yapılamayan yerlerde, sıcak su 60°C üstünde depolanmalı ve sirkülasyon dönüşü 51°C altına düşmemelidir. Bu durumda, haşlanmayı engellemek için musluklarda termostatik karıştırma vanaları kullanılması önerilmektedir.

Sistemde su sıcaklığının mümkün olduğu kadar 25-45°C arasında olmamasına özen gösterilmelidir.

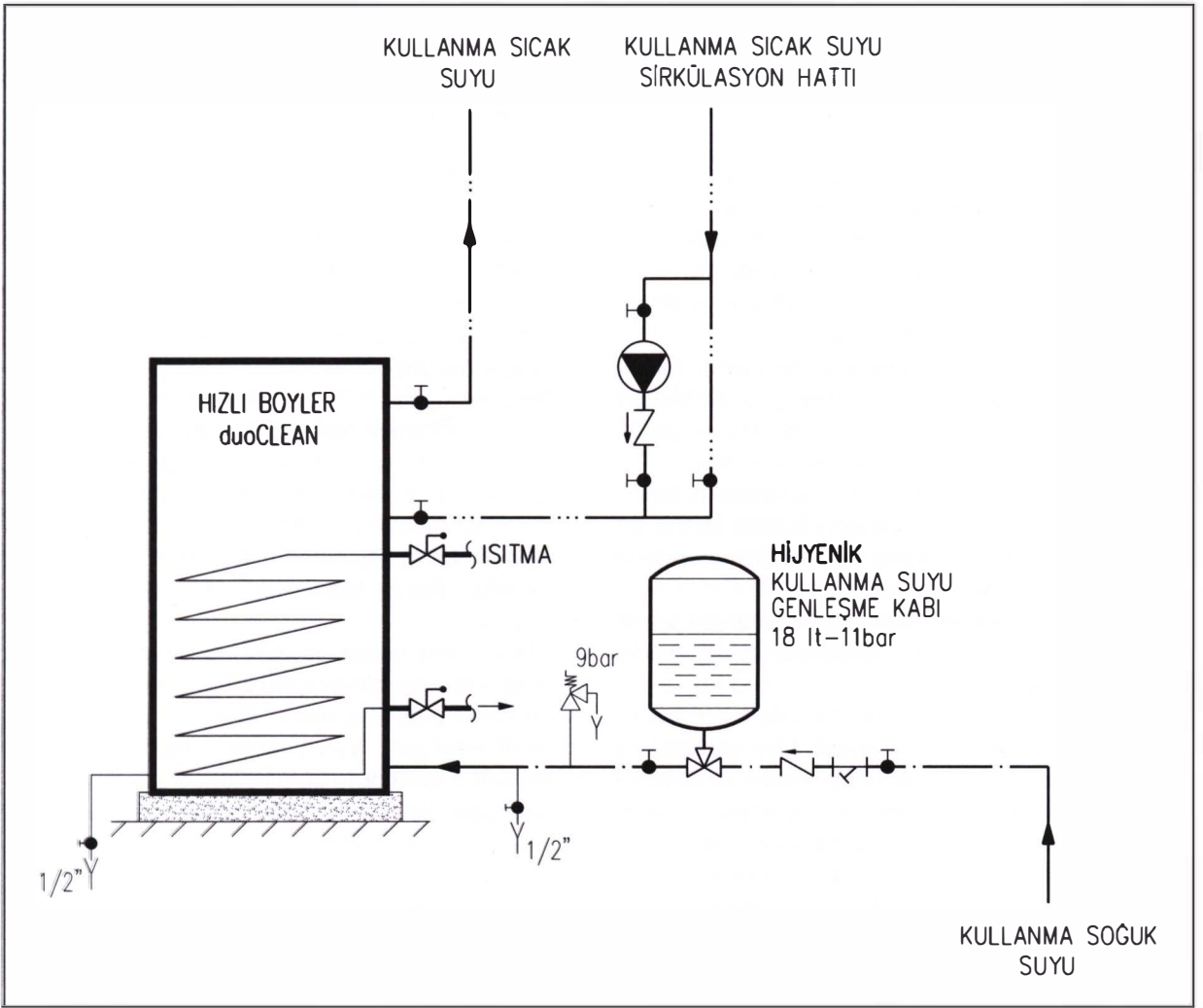
- Sistemde suyun durgun kalmasına imkan veremeyecek bir tasarım gerçekleştirilmelidir.
- Su boruları mümkün olduğu kadar sıcak bölgelerden geçirilmemelidir.
- Miks batarya kullanılmaktan kaçınılmalıdır. Bu bataryalarda sıcak ve soğuk su birbirine karışmakta ve sıcak su soğuk su hattına kaçabilmektedir. Miks batarya kullanıldığında daire girişlerinde her iki hatta da çek vana kullanılmalıdır.

b. Malzeme Seçimi

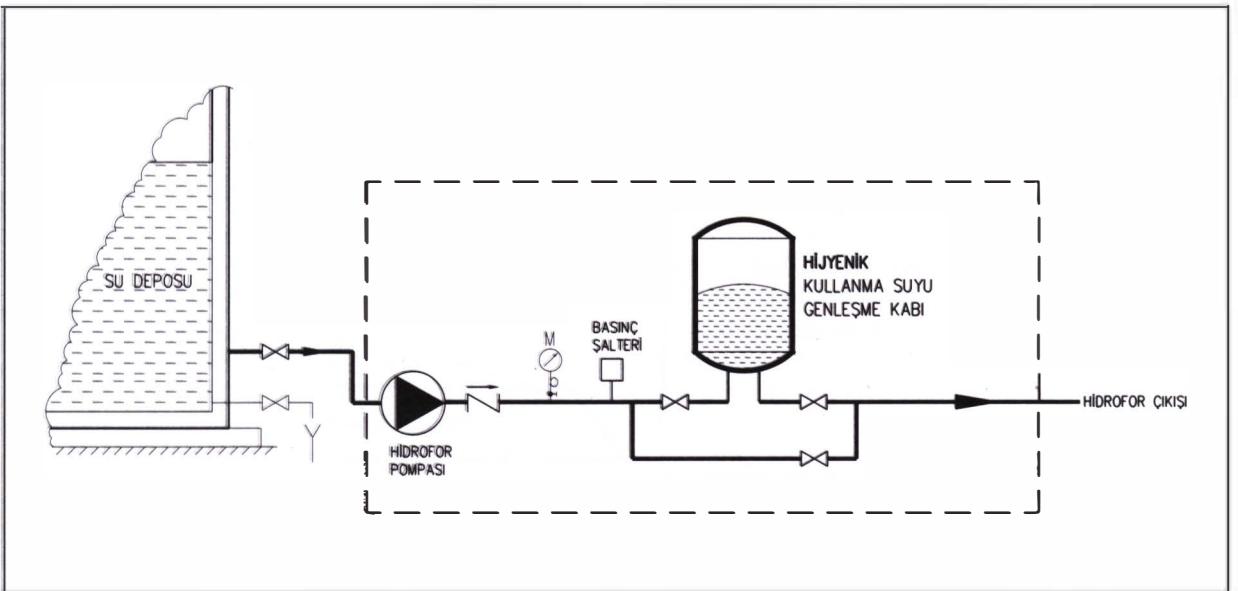
- Boru tesisatındaki lastik parçalar (doğal kauçuk), ahşap malzeme, bazı plastik cinsleri ve belirli demir veya çinko alaşımları organizmaların gelişmesini teşvik etmektedir. Kullanımından olabildiğince kaçınılmalıdır.
- Bakır antibakteriyel bir metaldir ve büyüme koşullarına negatif etkisi vardır (Sıhhi tesisat borularını bakır yapmak az da olsa avantajlıdır.).
- Boyler iç yüzeyleri kir tutmayan ve temizlenebilen bir malzemeyle kaplı olmalıdır. Cam bilinen en hijyenik malzemedir.
- Ortamdaki demir oksit büyüme ve çoğalmayı hızlandırır. Yüzeyde oluşan kir ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturur.
- Siyah saçtan su deposu yerine; betonarme içi derzsiz havuz seramiği kaplı su deposu yapmak daha doğrudur.
- Paslanmaz çelik boylerlerde, suyun içindeki klor ısınınca ayrıştığı için, paslanmaz yüzeyde agresif etki yapabilir.
- Hidrofor basınç depoları ve boyler genişleme depoları, içerisindeki su sirküle eden hijyen şartlarını sağlayan tip seçilmelidir.
- İçme suyu tesisatında da hijyen şartlarını sağlayan ve içindeki suyu sirküle eden basınç kapları kullanılmalıdır.
- Duş bataryaları ve duş başlıkları, kullanımı bittiğinde içinde su kalmayacak şekilde boşaltma yapan tipte seçilmelidir.

c. Uygulama

- Su depoları sıkı kapanan kapaklı olmalıdır. Mümkün olduğunca temiz bir mahalde ve yerden yükseltilmiş olarak bulunmalıdırlar. Depo içindeki su günde en az 1-2 kez sirküle ettirilmelidir.
- Dışarıdaki su depoları direkt güneş ışınlarına karşı korunmalı ve reflektif boya ile boyanmalıdır. Bodrumdaki tankların iyi havalandırılan bir bölgede olmasına gayret edilmelidir. Su depolarının toprak altında veya bodrum katta yapılması, içerisindeki havuz seramiği ile derzsiz kaplanması tavsiye edilir. Kaplama temizliği de kolaylaştırır.
- Su depolarının altındaki tortu alınmalı ve depo yüzeyleri belirli periyotlarda temizlenmelidir.
- İki birleşik su deposu varsa, boru sisteminin simetrik olmasına ve aynı oranda dolup, boşalmalarına dikkat edilmelidir. Tanklardan birinin daha az çalışması ve durgun kalması en tehlikeli durumlardan biridir.
- Toprak altından geçen temiz su ve yangın boruları yüzeye yakın olmamalıdır. Bu borular toprak üst kotunun en az 70 cm veya daha altına döşenmelidir.
- Yedek pompalar ve hidroforlar haftada bir değiştirilerek çalıştırılmalıdır.
- Boyler içinde termik dezenfeksiyon tam yapılması için ısıtıcı serpantin, boyler alt yüzeyine en yakın olacak şekilde monte edilmiş (veya buna göre dizayn edilmiş) olmalıdır. Soğuk su girişi de alttan olduğu için yüksek sıcaklığın sağlanabilmesi için bu bölüm kritik bölge olmamalıdır.
- Boyler deposunun tamamen boşaltılabilme ve temizlenebilme imkanı olmalıdır. Boylerlerde ısıtıcı serpantin mümkün olduğu kadar alt seviyede bulunmalı böylece suyun hareketi sağlanmalıdır.
- Boyler tesisatlarında içinde suyun hareketli tutularak sürekliliği değiştiği hijyenik genişleme depoları kullanılmalıdır (Şekil 30.8).
- Hidrofor tesisatında da içinde suyun hareketli kaldığı hijyenik kapalı genişleme depoları kullanılmalıdır (Şekil 30.9).
- Boru tesisatında çalışmayan ölü uçlar bulunmamalıdır.
- Hem soğuk su, hem de sıcak su boruları izole edilmelidir. Yoğuşmanın önlenmesi korozyon riskini azaltır, boru ömrünü artırır. Ayrıca ısı kaybı da azalır.
- Bu borulardan birbirine ısı geçiş imkanı olmamalıdır. Duvar içinden geçen sıcak ve soğuk su boruları arasında yaklaşık 300 mm mesafe olmalıdır.
- Eğer sistemde plastik boru kullanılmış ise, bu boruların deforme olmamasına dikkat edilmelidir. Plastik boru hijyen, uzama vb sorunlara neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır.
- Süzgeçler (duş bataryaları) kolayca temizlenebilecek şekilde olmalıdır.

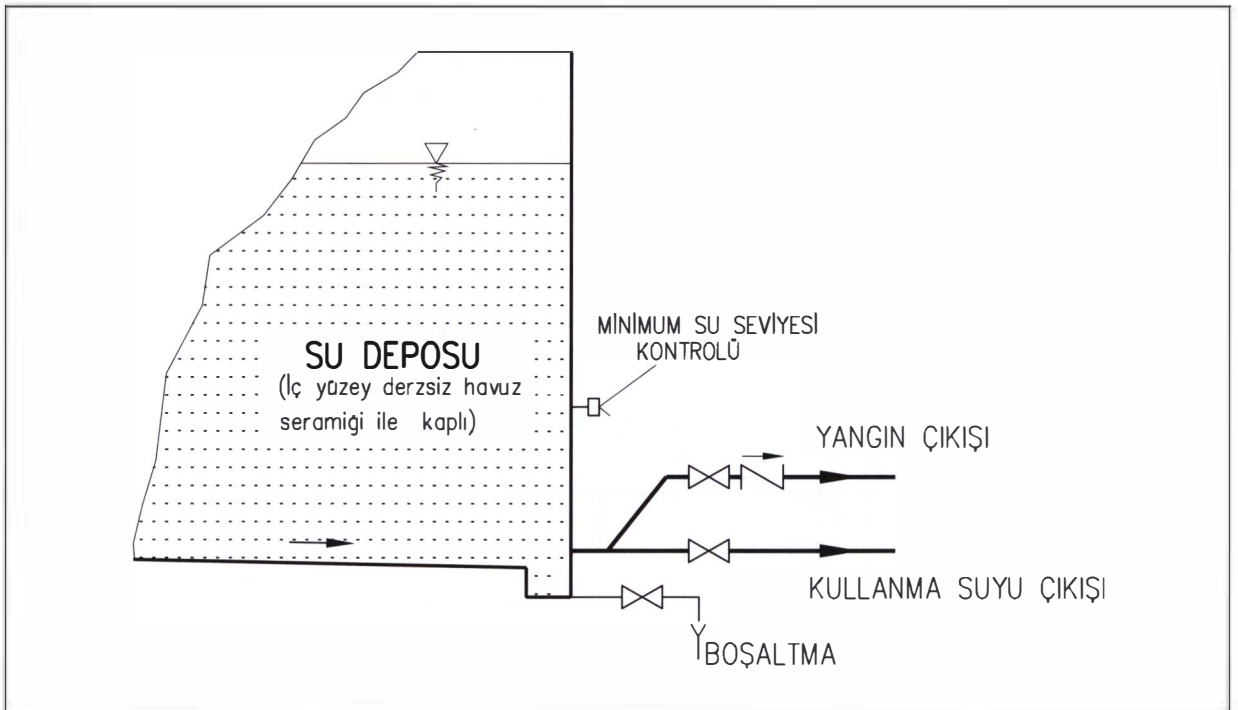


Şekil 30.8. KULLANMA SUYU GENLEŞME KABI (İçinde suyu sirküle eden tip) İLE BOYLER BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 30.9. HÜYENİK GENLEŞME KABI (İçinde suyu sirküle eden tip) İLE HİDROFOR BAĞLANTI ŞEMASI

- Kullanma suyu ve yangın için ortak su deposu seçilir. Su seviyesi, yangın için bırakılması gereken seviyeye indiğinde otomatik seviye alarmı devreye girer (Şekil 30.10).
- d. İşletme ve Bakım**
- Kullanma sıcak suyu sirkülasyonu son kullanım yerlerinin tamamına ulaşamıyorsa; borularda su akıtılarak en az 5 dakika yıkama yapılmalıdır. Bu işlemin gece yarısı (veya hafta sonunda insanların en az olduğu saatlerde veya kullanım yokken) yapılması tavsiye edilmektedir.
 - Su depoları en az yılda bir kez temizlenip, yıkanmalıdır. Su depolarındaki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortamı oluşturur. Hijyen şartlarının sağlanması ve temizlik çok önemlidir.
 - Yedek pompalar sürekli atıl bırakılmamalı, belirli bir program içerisinde (örneğin haftada bir) yedek pompalar sırayla değişmeli ve bütün pompaların böylece çalışması sağlanmalıdır.
 - Kesintili çalışmadan mümkün olduğunca kaçınılmalı ve tesisatta suyun hareketsiz kaldığı yerler bulunmamalıdır.
 - Yüksek riskli yerlerde ayda bir duş başlıkları ve musluk kafalarının çıkartılarak klor çözeltisinde dezenfekte edilmesi önerilir. Çok zor olan bu işlem yerine, duş bataryaları ve duş başlıkları, kullanım bitince içinde su kalmayan tipte seçilebilir.
 - Tamiratlardan sonra su yeniden verilirken sistem tamamen yıkanmalıdır. Tatil dönüşlerinde uzun süre kullanılmayan tesisatta su bir müddet akıtılarak yıkama yapılmalıdır.
- Bahçe sulama hortumlarının içinde, sulamadan sonra su bırakılmamalıdır. Bunun için hortumun musluğa bağlı olduğu rakoru gevşetmek (veya çıkartmak) ve sonra suyu boşaltmak gerekir.
 - Elektrikli ve gazlı termosifonlar hafta sonu evlerinde (özellikle yaz aylarında) potansiyel kaynak oluşturmaktadır. hafta sonu evine gidildiğinde (riskli bölgelerde) termostat 60°C sıcaklığa ayarlanmalı, bu sıcaklıkta yaklaşık 2 saat kaldıktan sonra borulardaki su boşaltılmalı ve sıcak su yeterince akıtıldıktan sonra musluklar kapatılıp, bir saat sonra duş alınmalıdır.
- e. Dezenfeksiyon**
- En iyi koruyucu önlem periyodik olarak sistemi çok yüksek sıcaklıktaki su ile temizlemektir. Legionella bakterisi nüfusunun %90'ı 60°C'de 25 dakikada ölmektedir. 70°C'de 10 dakika içinde %90'ı ölmektedir. Bu bir yok etme prosesidir. Bütün bakterileri öldürmek mümkün değildir. Önlemlerin tekrar gelişme ve çoğalmayı önlemek üzere devam ettirilmesi gerekir.
 - Termik dezenfeksiyon işlemi konutlarda ve otellerde gece yarısı veya işyerlerinde hafta sonunda insanların en az olduğu zamanlarda ve kullanım yokken (ya da en az olduğu zaman) yapılması uygundur. Otellerde termik dezenfeksiyonun yapıldığı gün ve saat, müşterilere verilen genel kılavuzun içinde belirtilmeli ve bu saatlerde banyo yapılmaması önerilmelidir.



Şekil 30.10. SU DEPOSU KULLANIMI

- Termik dezenfeksiyon yapılamıyorsa şok klorlama ile dezenfeksiyon yapılabilir.
- Klor büyümeyi yavaşlatır, ancak Legionella bakterisinin klora karşı direnci fazladır. Dezenfeksiyon için yüksek klor yoğunluğu gereklidir (Bu çok zor ve konforlu olmayan bir yöntem. Termik dezenfeksiyon mutlaka yapılmalıdır.).
- Büyük depolarda su birkaç gün mertebesinde kalabiliyor ise, özel olarak klorlama yapılmasında yarar vardır. Legionella bakterisinin çoğalmasını (en azından) önler.
- Anot oksidasyonu pazarda göreceli olarak yeni bir önlemdir. 1998 yılında Almanya'da yok etme ve koruma önlemi olarak kabul edilmiştir.

30.1.12.2. Soğutma Kuleleri ve Buharlaştırılabilir Kondenserler

Kapalı devre soğutma kuleleri ve buharlaştırılabilir kondenserler benzer cihazlardır ve aynı grupta ele alınmaktadır.

Bunlarda soğutulmak istenen proses akışkanı hava ile doğrudan temasta değildir. Hava ile temasta olan sekonder devre suyudur. Açık devre soğutma kulelerinde ise, proste kullanılan su doğrudan havayla temastadır. Bu su tavalardan parçalanarak düşer veya fıskiye şeklinde püskürtülür. Bu tesisatta alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Bu cihazlar taze hava alışı menfezlerinden ve açılabilen pencerelerden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidirler.
- Soğutma kulesinin klima santrallerinin dış hava emiş ağızlarından ve pencerelerden, lokanta, kafeterya vb insanların yoğun olduğu yerlerde en az 10 m ve daha uzak olması hakim rüzgar yönünde soğutma kulesinin daha ileri noktaya montajı ve soğutma kulesi drenajının hava kesicili (sifonla) drenaja bağlanması gerekir.
- Mutfak egzoz fanları, bacalar, gibi organik madde kaynaklarının yanına yerleştirilmemelidir.
- Hakim rüzgar yönü dikkate alınmalı ve dışarıdaki halka açık alanların rüzgar yönünde önüne kule yerleştirilmemelidir. Soğutma kulesinden 3 km uzağa kadar Legionella bakterilerinin taşınabildiği unutulmamalı ve kulenin bakım, temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri özenle yapılmalıdır.
- Soğutma kulesi yerleşimi restoran, otel odaları vb yaşam mahallerine çok yakın planlanmamalıdır.
- Soğutma kulelerinde Legionella bakterisinin çoğalacağı yer su haznesi (veya havuzu) olmaktadır. Bu haznede biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirler ve birikintiler kuluçka için uygun bir ortam yaratır. Su haznesinin tasarımı büyük önem taşımaktadır. Su haznesinde su durgun kalmamalıdır.

- Soğutma kulesi ile kondenser pompaları arasında sudaki tortuyu ve küçük partikülleri alan tortu ayırıcılarının monte edilmesi, Legionella bakterisi için uygun kuluçka ortamı oluşmasını önlemeye yardımcı olacaktır.
- Özet olarak sıcaklık seçimi, sirkülasyon, organik atıkların sulu sistemden uzak tutulması, damla tutucuların en verimli şekilde yerleştirilmiş olması, uzun ölü hatlardan kaçınma projede dikkat edilecek noktalardır.
- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilmelidir.

b. Malzeme Seçimi

- Soğutma kulelerinde kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.
- Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.
- Su dağıtımı, su minimum ölçüde pülverize olacak şekilde yapılmalıdır.
- Su toplama çukuru çamuru ayıracak biçimde tasarlanmalı ve drenajı uygun çaplı boru ile gerçekleştirilmelidir.
- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır. Ahşap gibi bazı doğal malzemeler bu açıdan sakıncalıdır ve konstrüksiyonda kullanılmamaya dikkat edilmelidir.
- Sistemde lastik parçalar (doğal kauçuk), ahşap malzeme, bazı plastik cinsleri ve belirli demir veya çinko alaşımları organizmaların gelişmesini teşvik etmektedir. Bunların kullanımından kaçınılmalıdır.

c. Uygulama

- Eğer sistemde plastik boru kullanılmış ise, bu boruların deforme olmamasına dikkat edilmelidir. Plastik boru hijyen, uzama vb sorunlara neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır.
- Tepsiler temizlenebilir olmalıdır.
- Havuz direkt güneş ışıklarından korunmalıdır.
- Taze su besleme hızları ve su hacmi kule üzerine işaretlenmelidir.
- Sistemdeki tortunun kolay alınabileceği şekilde bir tesisat yapılmalıdır (tortu ayırıcılar kullanılabilir).
- Bütün drenajlarda sifon bulunmalıdır.
- Süzgeçler kolayca temizlenebilecek şekilde olmalıdır.
- Su debisini ölçen bir cihaz bulunmalıdır.

d. İşletme ve Bakım

- Soğutma kulelerinde Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulmasıdır.
- Soğutma kulelerini gözle muayene ederek kir, organik madde, birikinti veya çökelti olmamasına dikkat edilmelidir.
- Hazne zaman zaman temizlenmelidir (tortu ve pislikler kuluçka için uygun ortam oluşturur).

- Soğutma kulesi yılda bir tamamen temizlenmelidir.
 - Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyle mücadelede önemli katkıya sahiptir. Tortu ayırıcı cihazlar belirli periyotlarda boşaltma vanası açılarak (otomatik de yapılabilir) temizlenmelidir.
 - Su damlacıkları tutucuları düzenli aralıklarla temizlenmeli ve eskiyenler değiştirilmelidir.
 - Soğutma kulelerinin durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerdendir. Üç günden uzun süreli durdurmalarda sistemin (kule, borular ısı değiştirgeçleri vs) tamamen drene edilmesi en uygun yoldur.
 - Eğer kısa süreli durdurmalarda drenaj pratik değilse, bu durumda sistem yeniden çalıştırılmadan ön şartlandırma ile kuledeki su dezenfekte edilmelidir.
 - Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur ve bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır. Fanlar bundan sonra çalıştırılır.
 - Su şartlandırma programı bütün yönleri ile düşünülmeli ve su kalitesi sürekli kaydedilmelidir.
 - Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
 - Filtre düzenlemesi su şartlandırma ile koordineli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.
 - Sistemde kimyasal ve biyosid kullanımı kayıt edilmelidir.
 - Mikrobiyolojik aktivite kontrol edilmelidir.
 - Yılda en az iki kez bakteriyolojik testler yapılmalı ve sonuçlar değerlendirilmelidir.
 - Normal işletim koşulları belirli olmalı ve işletim kılavuzu bulunmalıdır. Bir bakım cetveli olmalıdır.
 - İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
 - Kirli ve tozlu ortamlarda işletmede önlemler daha sıkı uygulanmalıdır.
- e. Dezenfeksiyon**
- Soğutma kulelerinde Legionella bakterisi ile mücadelede diğer anahtar tavsiye biyolojik şartlandırma yapılmasıdır. Bu konuda su şartlandırma uzmanına danışılması ve onun gözetiminde bir program uygulanması çok önemlidir.
 - Bir su şartlandırma uzmanı tarafından yürütülecek kimyasal şartlandırma gerekecektir. Su şartlandırma bakteri çoğalmasını önleyecek katkıları içerdiği gibi kireçlenmeyi, korozyonu ve çökelmeyi önleyici maddeleri de içerir.

30.1.12.3. Nemlendiriciler

Yıkamalı nemlendiriciler, atomizörlü nemlendiriciler ve buharlı nemlendiriciler ortam havasının veya klima santralindeki şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılır. Yıkamalı nemlendiriciler günümüzde hijyen nedeniyle artık terk edilmektedir.

Bu amaçla daha çok suyun resirküle edilmediği ve sadece gerekli nem ihtiyacı kadar suyun sis biçimde havaya verildiği nemlendiricilerle, buharlı nemlendiriciler kullanılmaktadır. Yıkamalı nemlendiricilerde su püskürtmeli evaporatif soğutuculardaki önlemler alınmalıdır. Buharlı nemlendiriciler Legionella bakterisi tehlikesi taşımaz. Atomizörlü nemlendiricilerde alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilir.
- Atomizörlü nemlendiricilerde resirküle su kullanılmamalıdır.

b. Malzeme seçimi

- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır.
- Kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.

c. Uygulama

- Bu cihazların; bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirletici kaynaklardan uzakta yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

d. İşletme ve Bakım

- Nemlendiricilerde Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulması ve sürekli gözetimdir.
- Mekanik filtrasyon tavsiye edilir.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
- Nemlendirici kullanılan klima tesisatında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir.
- Kanallarda yoğuşma olabilir. Bununla ilişkili önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.
- Hava kanalları temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.
- Hava kanalları belirli periyotlarda temizlenmelidir.

30.1.12.4. Klima Santralleri ve Fan Coiller

Bu cihazlar Lejyoner hastalığı kaynağı olarak görülmektedir. Ancak bu cihazların iyi bakımlarının yapılması ve iyi işletilmesi esastır. Alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilir.
- Klima santrallerinin hava filtrelerinde hız 1,5 m/s'nin altında seçilmelidir. Genelde 1 m/s altında seçilmesi önerilmektedir (filtre temizleme periyodunu azaltmak için de).

b. Malzeme seçimi

- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır.
- Kullanılan malzeme pürüzlü olmamalı, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.

c. Uygulama

- Bu cihazların; bacalardan, mutfak egzozlarından ve diğer organik kirletici kaynaklardan uzakta yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.
- Cihazlardaki yoğuşma tavalarının drenajı çok iyi olmalıdır. Bu tavalarda su birikmemelidir. Drenajlarda sifon bulunmalıdır.
- Özellikle klima santrallerinde nemlendirme ünitesi varsa; yoğuşma tavalarının paslanmaz çelikten yapılmış olması daha uygundur (demiroksit Legionella bakterisinin büyüme ve çoğalmasını hızlandırabilir, ısıtma sezonunda risk oluşturabilir).
- Hastane gibi duyarlı yerlerde drenaj hatlarında cam gözetleyiciler kullanılabilir.

d. İşletme ve Bakım

- Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulması ve sürekli gözetimdir.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
- Klima tesisatında özellikle hava kanallarının temizliğine dikkat edilmelidir. Hava kanalları kullanım şekline göre belirli periyotlarda temizlenmelidir.
- Hava kanallarında yoğuşma olmaması için önlem alınmalıdır. İyi ısı yalıtımı yapılmalıdır.
- Hava kanallarının temiz kalması için; hava filtresi doğru ve kaliteli tip seçilmeli, temizlik ve bakımı düzenli yapılmalı, klima santralleri filtrelessiz çalıştırılmamalıdır.
- Hava kanalları temizlenebilecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır.
- Hava kanalları programlı bir şekilde, belirli periyotlarda temizlenmelidir.
- Cihaz filtrelerinin bakımı gereğine göre yapılmalıdır.

30.1.12.5. Direkt Buharlaştırılabilir Hava Soğutucular (Evaporatif Soğutucular)

Direkt buharlaştırılabilir soğutucular su ile doğrudan temasla havayı nemlendirir ve aynı zamanda soğutur. Bu cihazlarda hava ya ıslatılmış yataklar üzerinden geçerken, ya da hava üzerine doğrudan su püskürtülerek nemlendirilir.

Bu sırada hava ideal durumda yaş termometre sıcaklığına kadar soğutulabilir. Bu tesisatta alınabilecek önlemler:

a. Proje

- Evaporatif soğutucularda Legionella bakterisinin çoğalacağı yer, genellikle su haznesi veya havuzu olmaktadır. Bu haznede biriken yabancı maddeler, tortu ve ısı geçiş yüzeylerindeki kirliler ve birikintiler bakteriler için çok uygun bir kuluçka ortamı oluşturur. Bu yüzden su haznesinde su durgun kalmamalıdır.
- Sirküle eden su filtre edilmeli, yabancı maddelerden arındırılmalıdır.

- Cihazın genel tasarımında elemanlara kolay ulaşım, temizleme, numune alma ve drenaj imkanı tanınmalıdır. Komponentler kolayca çıkarılabilmelidir.

b. Malzeme Seçimi

- Metalik olmayan bileşenler örneğin contalar vs mikrobiyolojik büyümeye uygun olmamalıdır.
- Evaporatif soğutucularda kullanılan malzeme pürüzlü olmayan, kolay temizlenebilir yüzeyli olmalıdır.
- Damla tutucular bütün çalışma koşullarında minimum sürüklenmeye imkan verecek şekilde dizayn edilmelidir.

c. Uygulama

- Eğer sistemde plastik boru kullanılmış ise, bu boruların deforme olmamasına dikkat edilmelidir. Plastik boru hijyen, uzama vb sorunlara neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır.
- Bütün drenajlarda sifon bulunmalıdır.

d. İşletme ve Bakım

- Evaporatif soğutucularda Legionella bakterisi ile mücadelede anahtar tavsiye sistemin temiz tutulması ve sürekli gözetimdir.
- Bütün su devresi ayda bir yıkanmalıdır.
- Mekanik filtrasyon tavsiye edilir.
- Tortu ayırıcı cihazlar bakteriyle mücadelede önemli katkıya sahiptir.
- Su damlacıkları tutucuları varsa, muntazaman temizlenmeli ve eskiyenler değiştirilmelidir.
- Evaporatif soğutucuların durdurulması ve çalıştırılması hastalık açısından en kritik işlemlerdir.
- Islak yataklı direkt buharlaştırılabilir soğutucularda çalışmaya belirli süreler ara verildiğinde, sistemi tamamen boşaltılmalı, yatak malzemesi kuru tutulmalıdır. Bunun için büyük sistemlerde su kesilip fan çalıştırılarak kuruma sağlanabilir. Sistem bundan sonra kapatılır.
- Drene edilmiş sistem yeniden çalıştırılırken önce pislikler temizlenir, sistem su doldurulur (gerekliyorsa, bakteri öldürücü ile ön şartlandırma yapılır). Fanlar bundan sonra çalıştırılır.
- Bunun da ötesinde sürekli çalışma periyotlarında resirküle eden sistemlerde yeterli düzeyde blöf yapılmalıdır. Yüksek orandaki blöf, yabancı maddelerin, kirleticilerin ve bakterilerin birikmesini ve çoğalmasını sınırlar veya engeller.
- Yedek pompalar normal çalışmada izole edilmeli ve zaman zaman yıkanmalıdır.
- İşletim ve bakım üreticinin öngördüğü biçimde sürdürülmelidir.
- Suyun resirküle ettiği sistemlerde rezervuarda biriken suda yapılan blöf işlemi tuz konsantrasyonunu düşürdüğü gibi bakteri konsantrasyonunu da düşüren bir işlemdir.
- Ayrıca rezervuarda kimyasal şartlandırma yapılması gerekmektedir.
- Suyun durgun kalmamasına dikkat edilmelidir.

Havalandırma Cihazları		
Kanallarda su bulundu mu?	Evet	Nedenini araştırın ve düzeltin.
	Hayır	-
Çiller bataryalarının drenajlarına sifon tesisatı kuruldu mu?	Evet	-
	Hayır	Tesisatın kurulmasını sağlayın.
Eşanjörlerin kontrolü için yeterli düzeneç var mı?	Evet	-
	Hayır	Düzeneğin kurulmasını sağlayın.
Soğutma Kuleleri		
Sistemdeki su hacmi kule üzerine yazılmış mı?	Evet	Boru tesisatındaki su hacminin de göz önüne alındığından emin olun.
	Hayır	Kuleye bu hacmi yazın.
Kule iletişim kılavuzu var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve mevcut tesisatı anlattığından emin olun.
	Hayır	Bir kılavuz hazırlayınız.
Normal işletim koşulları belirtilmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bu bilgiyi ekleyin.
Bir bakım kılavuzu var mı?	Evet	Okunmaya hazır olduğundan emin olun.
	Hayır	Kule tasarımcısı ve imalatçısıyla görüşerek hazırlatın.
Bir bakım cetveli var mı?	Evet	Tüm prosedürü açıkladığından emin olun.
	Hayır	Bir tane oluşturun.
Suyun normal en yüksek işletim sıcaklığı nedir?	<20°C	-
	20-30°C	Dikkat; biosid kullanıldığından emin olun.
	>30°C	Biosid kullanımını kontrol edin.
Su debisini ölçen bir cihaz var mı?	Evet	Kolayca okunabilir olduğundan ve değerlerinin kaydedildiğinden emin olun.
	Hayır	Bir tane takın.
Sistemde kimyasallar ve biosid kullanımı kayıtlara alındı mı?	Evet	Miktarın beklenen düzeyde olup olmadığını kontrol edin.
	Hayır	Kaydedin.
Mikrobiyolojik parça aktivitesinin sınır değerlerini aşmadığından emin olun.	Evet	Oranın sabit olup olmadığını kontrol edin.
	Hayır	Olağan incelemelere devam edin.
Havuzla güneş ışığı girebiliyor mu?	Evet	Kuleyi perdeleyin.
	Hayır	-
Damla tutucu, sürüklenme önleyici var mı?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin.
Kule çıkışı herhangi bir hava girişi veya pencereye 10 m'den daha yakın mı?	Evet	Bu mesafeyi arttırmaya çalışın.
	Hayır	-
Soğutma kulesi drenajına bir sifon sistemi eklenmiş mi?	Evet	-
	Hayır	Bir tane ekleyin.

Tablo 30.11. MEKANİK TESİSATTA LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI YAPILACAK İŞLER LİSTESİ

Not: Test için HIFZISIHA ENSTİTÜSÜ'ne (0212.679 93 13) veya SANİTER'e (0212.213 95 43) başvurulabilir.

Kullanma Sıcak Suyu		
Su sıcaklığı nedir?	> 60°C	2 saat veya daha fazla bir süre içinse sağlıklıdır.
	55-60°C	Bir gece duracaksa sağlıklıdır.
	50-54°C	Dikkat!
Her musluktaki su sıcaklığı 46°C'ye erişiyor mu?	Evet	-
	Hayır	Boru izolasyonun yapın ve tesisatı modifiye edin.
Sistemde Water Reserach Center'in onaylamadığı herhangi bir parça var mı?	Evet	Onaylanan parçalarla değiştirin.
	Hayır	-
Çok uzun kör noktalar var mı?	Evet	Bunları kısaltın ve ikincil bir boru tesisatı oluşturun.
	Hayır	-
Bu noktalarda çıkış var mı?	Evet	-
	Hayır	Gereksiz boru tesisatını ortadan kaldırın.
Acil durumlar için duş ve göz yıkama noktaları var mı?	Evet	Periyodik olarak dezenfeksiyon ve temizleme işlemleri yapılmalıdır.
	Hayır	-
Su hastalığa yatkın kişilerce mi kullanıyor?	Evet	Aerosolün nerede oluştuğunu belirleyin ve oluşumunu önlemeye çalışın.
	Hayır	-
Kullanma Suyu Deposu		
Su sıcaklığı nedir?	<20°C	Sağlıklı
	20-25°C	Dikkat edilmelidir.
	26-30°C	Su sıcaklığını düşürün. (Özellikle yaz mevsiminde depo çatı arasındaysa veya kışın ısıtma borularının yanında yer alıyorsa) Mümkün Olan Müdahaleler • Daha küçük bir sarnıç kullanın. • Sarnıcı izole edin ve ışığı yansıtıcı bir boya ile boyayın. • Yerel havalandırmayı artırın. • Seri akışı sağlamak için komşu depoyu kullanın. • Soğuk su kaynağını izole edin.
Sarnıç veya gözleme kapağı kapalı mı?	Evet	-
	Hayır	Deponun kirlenmesini önlemek amacıyla uygun bir kapak takın.
Deponun içi temiz mi?	Evet	-
	Hayır	Kiri ve çamuru temizleyip onaylanmış bir boya ile boyayın.
Bu tek bir depo mu?	Evet	Yedek olarak kullanılacak ikinci bir tank edinin.
	Hayır	-

Tablo 30.11. MEKANİK TESİSATA LEJYONER HASTALIĞINA KARŞI YAPILACAK İŞLER LİSTESİ (Devamı)

Not: Test için HIFZİSİHA ENSTİTÜSÜ'ne (0212.679 93 13) veya SANİTER'e (0212.213 95 43) başvurulabilir.











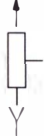










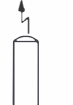

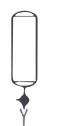




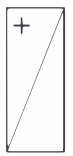




KAYNAKLAR

- [1] D.R. Wulfinghoff, Energy Efficiency Manual, Energy Institute Press, 1999
- [2] Faruk Bilal, Soğutma ve Yalıtım, İzolasyon Dünyası, Temmuz-Ağustos 2002
- [3] T. Aytekin, C. Özgen, C. Neslioğlu, Bir Ofis Binasının İklimlendirme Sisteminin Seçimi ve Seçilen Sistemin Tasarımı, İTÜ Makine Fak. 2002
- [4] S.Kavanaugh, Estimating Demand And Efficiency, ASRAE Journal, July 2003
- [5] M.T. Jewell, Energy-Efficiency Economics, HVAC Engineering Jan. 2003
- [6] U. Steinemann, "EN 13779 a Standard for Practice"
- [7] A. Kılıç, Yangın Tesisatı
- [8] E. Atakar, Tesisat Tasarımında Mimari - Tesisat İlişkileri Notları
- [9] E. Boz, Tesisat Rezervasyonları Notları
- [10] T. Özkaynak, Ameliyathanelerde Klima Sistemine Uygun Mimari Özellikler Notları
- [11] O. Seppanen, "Avrupa'da HVAC Dalı ile İlgili Seçilmiş Faaliyetler" 4. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilim ve Teknoloji Sempozyumu, İstanbul, Nisan 2000
- [12] Isısan Çalışmaları No.361, Yüksek Yapılarda Tesisat Kitabı
- [13] ASHRAE Transactions, 1998 Winter Meeting, San Francisco
- [14] P.C. Grounds, Design Considerations for Better Indoor Air Quality Back to Basics, Healthy Buildings 2000 Proceedings Vol. 4, P.323, Espoo, Finland
- [15] H. Levin, Design and Construction of Healthy and Sustainable Buildings, Healthy Buildings 2000 Proceedings Vol. 4, P.13, Espoo, Finland
- [16] Gökhan Özbek, Klima Sistemlerinde Enerji Ekonomisi ve Isı Geri Kazanımı, 31.05.2003, Ankara
- [17] Erdiñ Boz, Tesisatta Enerji Tasarrufu İlk Yatırım ve İşletme Giderleri, TTMD Seminer Notları
- [18] Turan Kolak, Otel İşletmesi, TTMD Seminer Notları, 2003
- [19] Buderus, Tabellenbuch Sanitaer-Heizung-Lüftung, 2000
- [20] A.Arisoy, Binaların Isıtılmasında Isıl Kapasitenin Etkisi
- [21] A.Arisoy, Kalorifer Kazanlarındaki Otomatik Kontrolün Modellenmesi, 1991
- [22] E.Atakar, Proje Bilgileri, Proje Hesap Notları
- [23] Recknagel, 2004
- [24] Reflex, Druckausdehnungsgefaesse, Katalog Ausgabe, 2006
- [25] ASHRAE Handbook, HVAC Systems and Equipment, 2000
- [26] ASHRAE Handbook, HVAC Applications, 1999
- [27] M.E. Schaffer, Noise and Vibration Control, ASHARE, 1992
- [28] Isısan Çalışmaları No.351, Enerji Ekonomisi Kitabı
- [29] DIN 4705, Berechnung von Schornsteinen
- [30] DIN 4701, Regeln für Berechnung des Waermebedarfs von Gebaeuden
- [31] DIN 4702, Heizkessel
- [32] DIN 4751, Sicherheitstechnische Ausrüstung von Warmwasserheizungen mit Vorlauftemperaturen bis 110°C
- [33] TS 2192, Kalorifer Tesisatı Yerleştirme Kuralları
- [34] TS 715, Boylerler
- [35] TS 825, Isı Yalıtımı Kuralları ve Isı Yalıtım Malzemeleri
- [36] B.Sunaç, Sıcak Sulu ve Kapalı Genleşme Tanklı Isıtma Sistemlerinde Kazanlara ait Güvenlik Donanımı
- [37] Buderus Heiztechnik, Ecostream-Thermostream, S-GK 104-606-465
- [38] K.Ertaş, TS 825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı, Tesisat Mühendisliği S.57-S.81
- [39] İhsan Önen, Merkezi Bölge ve Şehir Isıtma Sistemleri Notları
- [40] H.Feurich, Sanitaer-Technik, Krammer Verlag, 1995
- [41] Çeşitli Isısan Çalışmaları

BİRİMLER VE BÜYÜKLÜKLER

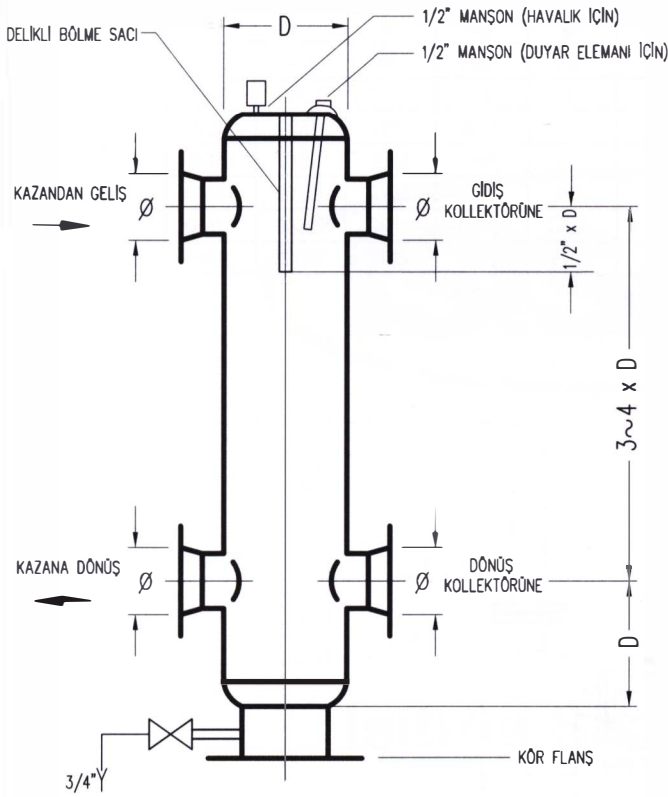
Büyükük	Gösterimi	Birimi			Çevrimi	
		SI	Metrik	İngiliz		
Uzunluk	L	m	m	in	1 m = 39,37 in	1 in = 25,4 mm
			ft	1 m = 3,281 ft	1 ft = 30,48 cm	
Alan	A	m ²	m ²	sq in	1 m ² = 1.550 sq in	1 sq in = 645,16 mm ²
			ha	sq ft	1 m ² = 10,764 sq ft	1 sq ft = 0,0929 m ²
			acre	1 ha = 10.000 m ²	1 acre = 0,40468 ha	
			1 ha = 2,471 acre	1 sq mile = 2,58999 km ²		
Hacim	V	m ³	m ³	cu in	1 m ³ = 1.000 L	
			L	cu ft	1 L = 61,024 cu in	1 cu in = 16,3971 cm ³
				gal	1 L = 0,2642 gal	1 cu ft = 0,02831 m ³
				1 m ³ = 35,315 cu ft	1 gal = 3,78541 L	
Kütle	m	g	g	oz	1 kg = 35,274 oz	1 oz = 28,3495 g
		kg	kg	Lb	1 kg = 2,2046 Δb	1 Lb = 0,4539 kg
Yoğunluk	d	kg/m ³	kg/m ³	cu ft/Lb	1 m ³ /kg = 16,0185 cuft/Lb	
Hız	V	m/S	m/S	ft/min	1 m/S = 196,85 ft/min	
Debi	Q	m ³ /S	m ³ /h	cfm	1 m ³ /S = 3.600 m ³ /h	
			m ³ /S		1 m ³ /h = 0,5886 cfm	
			L/S		1 cfm = 1,699 m ³ /h	
Basınç	P	Pa	kg/cm ²	psi	1 Pa = 1 N/m ²	1 mbar = 100 Pa
		bar	kg/m ²	in H ₂ O	1 bar = 100.000 Pa	1 bar = 14,504 psi
		mbar	mm/SS	Lb/ft ²	1 mbar = 100 Pa	1 mbar = 2,089 Lb/ft ³
		N/m ²	atm		1 bar = 0,981 atm	1 mbar = 0,4019 ih H ₂ O
					1 mbar = 10,19 mmSS	1 kPa = 7,50062 mmHg
				1 mmSS = 9,80665 Pa	1 inSS = 249,089 Pa	
Enerji	E, M, Q	kJ	kcal	Btu	1 kWh = 3.600 kJ	1 kJ = 0,2388 kcal
		kWh			1 kcal = 4,1868 kJ	1 kWh = 860 kcal
					1 kJ = 0,948 Btu	1 Btu = 1,055 kJ
Güç	P	kJ/h	kcal/h	Btu/h	1 kW = 1 kJ/S	1 HP = 735,5 W
		kW		HP	1 kW = 860 kcal/h	1 HP = 632 kcal/h
					1 kW = 3.412 Btu/h	1 Btu/h = 0,252 kcal/h
					1 kW = 1,341 HP	1 kcal/h = 3,97 Btu/h
Özgül Isı	C, Cp	kJ/kgK	kcal/kg°C	Btu/LbF	1 kJ/kgK = 4,187 kcal/kg°C	
					1 kJ/kgK = 0,2388 Btu/Lbf	
Isı Akışı	q	kJ/m ² h	kcal/m ² h	Btu/hft ²	1 W/m ² = 3,6 kJ/m ² h	
		W/m ²			1 W/m ² = 0,86 kcal/m ² h	
					1 W/m ² = 0,317 Btu/hft ²	
Sıcaklık	T	K	°C	°F	°C = (°F-32) x 5 / 9	
					K = 273 + °C	
					°F = °C x 9 / 5 + 32	

SEMBOLLER

	POMPA		TERMOSTAD
	KÜRESEL VANA		BALANS VANASI
	VANA		SÜRGÜLÜ VANA
	ŞİBER VANA (PRİNÇ)		BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ VANA
	EMNİYET VENTİLİ		DÖRT YOLLU MOTORLU VANA
	EMNİYET VENTİLİ GENLEŞME TÜPÜ		MEMBRANLI VENTİL
	ÇEKVALF		SU SAYACI
	PİSLİK TUTUCU		KOMPANSATÖR
	MANOMETRE		HAVA KOMPRESÖRÜ
	HİDROMETRE		FAN
	TERMOMETRE		SPIROVENT HAVA AYIRICI
	BOŞALTMA		SPIROVENT TORTU VE PİSLİK AYIRICI
	ÜÇ YOLLU MOTORLU VANA		GENLEŞME TANKI
	İKİ YOLLU MOTORLU VANA		KALORİFER GİDİŞ
	EŞANJÖR		KALORİFER DÖNÜŞ
			SOĞUK KULLANMA SUYU
			SICAK KULLANMA SUYU
			SİRKÜLASYON HATTI

DENGE KABI BOYUTLARI

DENGE KABI BOYUTLARI



TOPLAM ISITMA KAPASİTESİ (kW)	DEBİ $\Delta t=15^{\circ}\text{C}$ için (m ³ /h)	DENGE KABI İÇ ÇAP (mm) (Maks.) D	GİRİŞ/ÇIKIŞ ÇAP (mm) \varnothing
29	1,7	65	32
43	2,5	80	40
70	4,0	100	50
100	5,7	125	65
140	8	150	65
210	12	200	80
350	20	200	100
550	32	250	125
900	52	300	150
1300	75	350	150
1750	100	400	200
2500	145	450	200
3000	175	500	200
3500	200	550	250
4000	230	600	250
4500	260	650	250
5000	290	700	250
5500	315	750	300
6000	345	800	300
7000	400	850	300
8000	460	900	350
9000	515	1000	350
10.000	575	1000	350
12.000	690	1100	350
14.000	800	1200	350
15.000	860	1250	350
17.000	975	1350	400
20.000	1150	1450	400

DİKKAT: DENGE KABI DİK MONTE EDİLMELİDİR.

AVANTAJLAR:

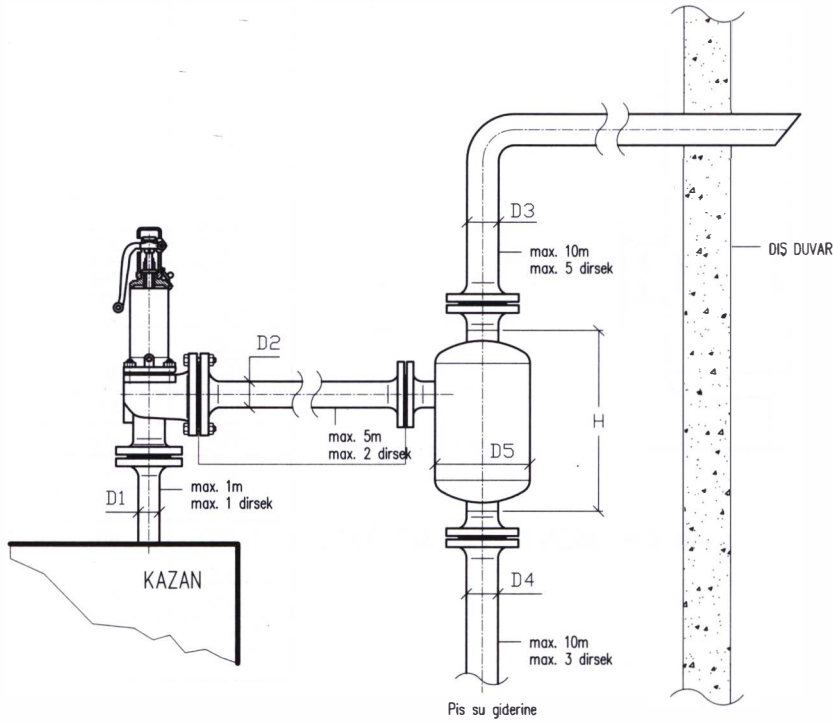
- Kazan devresi ile ısıtma devresi arasında hidrolik etkilenme olmaz.
- Kazanlar ve ısıtma zonları uygun su debisi altında çalışır.
- ısıtma devresi kontrol sistemlerinden bağımsız olarak tek veya çok kazanlı sistemlerde kullanılabilir.
- Denge kabının iki tarafındaki ayar elemanları (aç yollu vana vs.) optimal çalışır.
- Kazan devresi ve ayar elemanları daha problemsiz boyutlandırılır.

DENGE KABININ BOYUTLANDIRILMASI:

Denge kabının sağlıklı çalışması için doğru boyutlandırma yapmak gerekir. Tesisat iletimi, giriş ve dönüş arasında pratik olarak basınç düşümü olmayacak şekilde yapılmalıdır. Kısaca, anma su miktarı için ~ 0.2 m/sn su hızı ile hesap yapılmalıdır. Bunun için yukarıdaki tablodan yararlanabilirsiniz. Kazan çıkış suyu sıcaklığı, denge kabının üst kısmında ölçülmelidir. Bunun için kabin üstüne $1/2''$ manşon kaynatılmalı, ayrıca havalık konmalıdır.

EMNİYET VENTİLİ VE GENLEŞME TÜPÜ ÖLÇÜLERİ

		Ventil anma çapı E							
		DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
		Kullanılabileceği maksimum kazan gücü							
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Maksimum açma basıncı	2,5	565	870	1360	2300	3480	5440	7120	9900
	3,0	649	1000	1560	2640	4000	6250	8190	11400
	4,0	810	1250	1950	3300	5000	7800	10200	14200
p bar	5,0	960	1480	2310	3900	5910	9240	12100	16900
	6,0	1100	1700	2660	4500	6820	10600	14000	19400
	8,0	1390	2140	3350	5660	8580	13400	17600	24500
	10,0	1670	2570	4010	6790	10300	16000	21100	29300

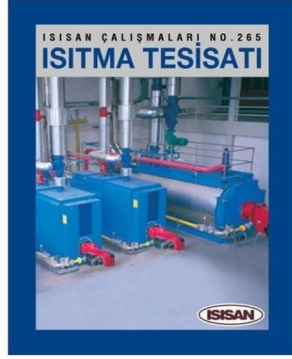


Emniyet ventili	Genleşme tüpü							Emniyet ventili ve genişleme tüpü arasındaki boru hattı		Boşaltma hattı	
	Çap					Boşaltma basıncı	Yükseklik	Uzunluk	Max. Dirsek sayısı	Uzunluk	Max. Dirsek sayısı
	D1 DN	D2 DN	D3 DN	D4 DN	D5 mm						
DN/DN											
25/40	25	40	50	50	165	≤ 5	346	≤ 5	≤ 2	≤ 10	≤ 3
32/50	32	50	65	65	165	≤ 5	346				
40/65	40	65	80	80	283	≤ 5	440				
50/80	50	80	100	100	283	≤ 5	440				
65/100	65	100	125	125	391	≤ 5	616				
80/125	80	125	150	150	450	≤ 5	776				
100/150	100	150	200	200	500	≤ 5	896				

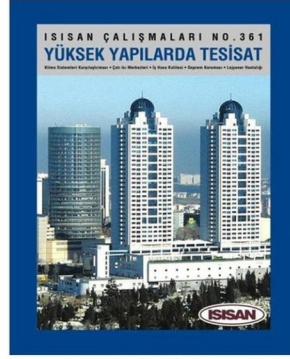
ISISAN KİTAPLARI



3. baskı



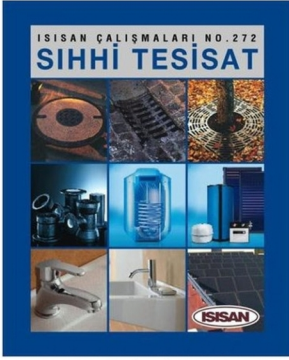
5. baskı



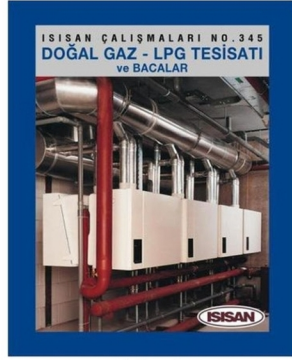
2. baskı



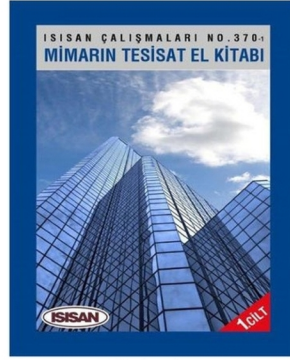
2. baskı



2. baskı



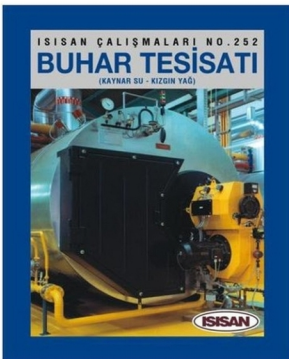
5. baskı



2. baskı



2. baskı



2. baskı



2. baskı



Bilgi paylaştıkça çoğalır!

ISISAN 33 yıllık tesisat, proje ve uygulama alanındaki deneyimini ISISAN AKADEMİ eğitim faaliyetleri ile bugüne kadar binlerce kişiyle paylaştı.



Isisan kuruluşundan bu yana ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörünün gelişmesine katkıda bulunmak amacıyla çeşitli eğitim faaliyetleri düzenliyor. Eğitici ve öğretici kitaplar yayımlamak ve sektörün temsilcilerini bir araya getirerek çeşitli seminerler düzenlemek bu alanda gerçekleştirdiği çalışmalar arasında yer alıyor. Isisan, tüm bu çalışmaların 2007 yılında Isisan Akademi çatısı altında buluşturarak, bu alandaki önemli bir boşluğu dolduruyor.

Isisan Akademi, İstanbul ile sınırlı olmayıp tüm Isisan bölge müdürlüklerinde eğitim faaliyetlerine devam ediyor.

