

Idraulica

CALEFFI
Hydronic Solutions

1

Ekim 2019

TEKNİK VE MESLEKİ BİLGİLERİN PERİYODİK YAYINLARI



Sıhhi tesisatta kullanım suyu
dağıtım sistemleri ve lejyonella



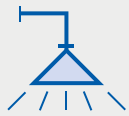
Su sağıktır

Hidronik denge, enerji tasarrufu ve kusursuz dezenfeksiyon

116 serisi

Domestik sıcak su re-sirkülasyon devreleri için termal balans ve re-sirkülasyon vanası

- Re-sirkülasyon devresinin her bir branşına yerleştirilerek, girişteki ortam debisini balanslarken ayar sıcaklığını otomatik olarak korur.
- Soğuk branşların olmasına ve Lejyonella bakterisi üreme riskine neden olabilecek homojen olmayan sıcaklık dağılımını önlemek amacıyla re-sirkülasyon ağını balanslar.
- Otomatik termal dezenfeksiyon işlevi, 70°C'de tetiklenen ikinci bir özel termostatik kartuş tarafından aktive edilir. Kontrollü termal dezenfeksiyon ise bir termo-elektrik aktüatör tarafından aktive edilir.



Sıhhi tesisat

Modern sistemler için tasarlanmış bileşenler

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions

EDİTÖRDEN

Sevgili Meslektaşlarımız ve Okurlarımız,

Büyük bir heyecan ve sevinçle Idraulica'nın ilk sayısını ilginize sunuyoruz.

İtalya'da 28 yıl önce başlayan Idraulica serüveni, ABD, Fransa, Portekiz'in de aralarında olduğu birçok ülkede devam ediyor.

Idraulica'nın Türkiye'deki doğuşu ise Caleffi Türkiye'nin 3 yılı doldurması ile vücut buldu. Şirket felsefemiz olan inovasyon ve teknik kuvvetimize tamamlayıcı olarak gördüğümüz bu yayın, umuyoruz ki sektörde önemli bir yere sahip olacak ve birçok sektör uzmanına yarar sağlayacak.



Her yıl Ekim ayında yayınlayacağımız Idraulica'nın ilk sayısının "Teknik Referans Noktası" olması için özel çaba sarf ettik.

Bu ve sonraki çıkacak sayılarımızın içeriğini hazırlarken hedefimiz ülkemizin ve sektörümüzün ihtiyaç kriterlerini belirleyerek; teknik bilgileri en yalın hali ile sizlerle buluşturmak olacak. Bu işi yaparken de, yukarıda belirttiğimiz "Teknik Referans Noktası" iddiasının ağırlığı ve sorumluluğunun bilinciyle hareket ediyor olacağız.

Idraulica'nın adı ve sahası bellidir: Caleffi'nin 55 yıllık tecrübesi ve birikimi ile oluşturulmuştur.

Elbette ki böylesine zor ve büyük bir projeyi tek başımıza üstlenmedik. **Öncelikle sınır tanımaz yardımları için Caleffi İtalya'ya, destekleri için takım arkadaşlarımıza ve bize bu fırsatı yaratan Genel Müdürümüz Serkan Sungun'a sonsuz teşekkürler ederiz.**

Bu dergiye günlerimizi ve saatlerimizi harcarken; bitecek mi diye korku yaşadığımız anlarda dahi yeni bir şey var etmenin heyecanı bizi her daim Idraulica'ya tekrar bağladı.

Şimdi bu heyecanı sizlerle paylaşma zamanı...

Ceren ERCAN & Nil Beste BIÇAKCI

Şirket felsefemiz olan inovasyon ve teknik kuvvetimize tamamlayıcı olarak gördüğümüz bu yayın, umuyoruz ki sektörde önemli bir yere sahip olacak ve bir çok sektör uzmanına yarar sağlayacak.

© Telif Hakkı 2019 Idraulica Caleffi.
"Yayımlanması kararlaştırılan yazıların basılı ve her türlü elektronik ortamda tam metin olarak yayımlanması veya yeniden yayımlanması da dahil olmak üzere tüm yayın hakları Caleffi'ye aittir. Yazarlar gönderdikleri çalışmalarla ilgili tüm yayım (telif) haklarını Caleffi'ye devretmiş sayılırlar. Caleffi dergide bulunan içeriklerde haber vermeksizin değiştirme hakkına sahiptir."

CALEFFİ TÜRKİYE
Şerifali Mah. Çetin Cad. Kızkalesi Sk.
Elite Plaza No: 1A/3 Ümraniye -
Tel. +90 (216) 313 2215
İSTANBUL
TÜRKİYE
info.tr@caleffi.com
www.caleffi.com

İÇİNDEKİLER

- 3 SİHHİ TESİSATA KULLANIM SUYU DAĞITIM SİSTEMLERİ VE LEJYONELLA
- 4 Sıhhi tesisatta kullanım suyu dağıtım sistemleri
- 13 Fransa ve Almanya standartları
- 14 Türkiye standartları
- 16 Dağıtım sisteminin boyutlandırılması
- 21 Re-sirkülasyon devreleri
- 22 Tesisatta ana bileşenler

- 45 LEJYONELLA BAKTERİSİ VE LEYJONER HASTALIĞI
- 50 Kullanım soğuk su sistemlerinin korunması
- 52 Kullanım sıcak su sistemlerinin korunması
- 54 Hibrit karışım vanaları
- 55 Bina otomasyonu - Akıllı bina yönetim sistemleri
- 56 Merkezi sıcak su üretim re-sirkülasyon devreleri

SIHHİ TESİSATA KULLANIM SUYU DAĞITIM SİSTEMLERİ VE LEJYONELLA

Idraulica'nın ilk sayısında Sıhhi Tesisat Sistemlerini inceledik.

Caleffi'nin bu konudaki uzmanlığı, teknik kabiliyeti ve tecrübesini birleştirerek bu sayıyı oluşturduk.

Bunu yaparken yayınımızı ana hatları ile 2 bölüme ayırdık: ilk bölümde kullanım suyu dağıtım sistemlerini inceledik; ikinci bölümde ise Lejyonella bakterisine ve mücadele yöntemlerine yer verdik.

Kullanım suyu dağıtım sistemlerinde temel konu tasarım debileri ile alakalıdır. Bu konu çok önemlidir çünkü yanlış dizayn edilen sistemler ve uygunsuz tasarım debileri, yetersiz veya aşırı boyutlandırmaya sebep olabilir.

Bir sistem olması gerekenden daha yüksek bir şekilde boyutlandırılırsa kolon dağıtım sistem maliyeti (borular ve bileşenler), sıcak su basınçlandırma, üretim ve düzenlemesi ile ilgili maliyetler de artacaktır. Yüksek boyutlandırma aynı zamanda yüksek debi değerlerine sebep olacağından vanalar

optimum seviyede çalışamayacaklardır. Son olarak tesisatta dolaşan fazla debinin durgunluğu ve buna bağlı artan tortu, su kalitesinde bozulma ve bakteri risklerini arttıracaktır.

Biz bu türden zararları ve tehlikeleri önlemek amacıyla, Avrupa Standartları'nın ve Türkiye Standartları'nın izin vermiş olduğu tasarım debilerini analiz ve mukayese ettik.

Aslında biz, tasarım tercihlerinin daha iyi belgelendirilmesine ve tutarlı olmasına yardımcı olmayı planlıyoruz.

Başlangıçta sistem tasarım ve konstrüksiyonu ile alakalı ana hususları değerlendirdik. Daha sonra, sistemlerin performans ve güvenliğinin artırılmasına yönelik mevcut ürünlerin ana özelliklerini inceledik ve bunları bazı uygulama örnekleri ile pekiştirdik.

Idraulica'nın ikinci bölümünde ise, Lejyonella problemini detaylıca inceledik. Bakterinin kısa bir tarihi, nasıl bulaştığı ve neden olduğu hastalıkları incelemenin ardından en yüksek risk altındaki sistemlerin, Avrupa

ve Türkiye Standartları'na göre, dezenfeksiyon proseslerini analiz ettik.

Lejyonella enfeksiyonlarında yakın zamanda Amerika, İtalya, Fransa, Almanya gibi ülkelerde birçok vakanın artışı söz konusudur. Ülkemizde ise Lejyoner Hastalığı'nın iyi bilinmemesinden kaynaklı yüzeysel olarak değerlendirilen ve çoğu zaman da önemsenmeyen bu soruna dikkat çekmeyi amaçladık.

Sıhhi tesisat soğuk ve sıcak kullanım suyu sistemlerinin korunmasına yönelik detaylara inmek ve son olarak merkezi ısıtma sistemlerinin re-sirkülasyon bağlantılarını analiz etmek üzere konuyu kapsamlı bir şekilde ele aldık.

Umuyoruz ki, titizlik ve özenle hazırlanmış olduğumuz bu sayı sektörümüze yararlı olacaktır.

Şimdi, sizleri Idraulica ile başbaşa bırakıyor; bir sonraki sayıda görüşmek ümidiyle hoşçakalın diyoruz.



* Yerebatan Sarnıcı, İSTANBUL

SIHHİ TESİSATA KULLANIM SUYU DAĞITIM SİSTEMLERİ

DEBİ İHTİYAÇLARI

Kullanım suyu dağıtım sistemlerini doğru şekilde boyutlandırmak için aşağıdaki debilerin bilinmesi gerekir:

NOMİNAL DEBİLER

Nominal debiler, çeşitli armatürlerde sağlanması gereken minimum debilerdir.

Normal musluklar için değerler, ilgili tablolardan belirlenebilir. Özel musluklar için, (örn. geniş duş başlıkları ve jakuziler vb.), üreticinin kataloğuna bakılması gerekir.

TASARIM DEBİLERİ

Tasarım debileri, sistem en yoğun kullanımda iken sağlanması gereken maksimum debilerdir.

Değerler temel olarak aşağıdaki değişkenlere bağlıdır:

- tesisat türü,
- nominal debiler,
- musluk sayısı,
- cihazların hangi sıklıkta kullanıldığı,
- en yüksek noktada kullanım süresi.

Teorik olarak sadece olasılık hesapları kullanarak belirlemek mümkündür, ancak bu çok karmaşık olabilir ve her şartta belirsizliklerle doludur. Bu sebeple uygulamada, aşağıdaki gibi daha az zorlayıcı hesaplama metodları kullanılması daha uygundur:

Eş zamanlılık metodu katsayıları

Tasarım debileri, armatürlerin toplam debilerinin eş zamanlılık metodu olarak bilinen eş zaman faktörü katsayısıyla çarpılarak hesaplanır, burada hem tesisat türü hem de hizmet verilen cihaz sayısı hesaba katılır.

Toplam debi metodu

Tesisat türüne ve toplam debiye göre tasarım debilerini oluşturmak için şemalar veya tablolar kullanılır (bkz. şek. 7'deki örnek tablo).

Yük birimleri metodu

Bu yöntemde, çeşitli cihazlara nominal debilerine ve eş zamanlı kullanımlarına göre boyutsuz değerler (yük birimleri olarak bilinir) atanır.

Daha sonra bu değerlerden tasarım debilerini belirlemek için özel şemalar veya tablolar kullanılır (bkz. UNI 9182 standardındaki örnek).

DEBİ BELİRLEME KURALLARI

Aşağıda, UNI 9182 ve prEN 806 standartlarını kullanarak tasarım debilerini oluşturacağız ve bunlarla ilgili gözlemler yapacağız.

UNI 9182

Aşağıdaki tablo, cihazlar için nominal debileri göstermektedir:

Şek. 1
UNI 9182 - Nominal debiler ve basınçlar

Cihaz	Minimum debi* l/sn	Minimum basınç kPa
Lavabo	0,1	100
Taharet musluğu	0,1	100
Rezervuarlı WC	0,1	100
Doğrudan sifonlu WC	1,0	100
Küvet	0,3	100
Duş	0,15	100
Mutfak evyesi	0,15	100
Çamaşır makinesi	0,15	100
Pisuvar	0,15	100
Bahçe musluğu	0,4	100

* Not: P = 3 bar ile hesaplanır.

Cihazlar için yük birimleri Şek. 3 ve 4'teki tabloda verilmiştir:

- **Şek. 3** - ev tesisatları.
- **Şek. 4** - kamu binalarındaki ve toplu/kolektif binalardaki tesisatlar (oteller, ofisler, hastaneler, vb.).

Son olarak tasarım debileri, hizmet veren toplam yük birimine göre Şek. 5 ve 6'daki grafikler kullanılarak belirlenir.

- **Şek. 5** - hususi evler ve toplu/kolektif binalardaki tesisatlar (oteller, hastaneler, okullar, kırsal ve spor merkezleri gibi).
- **Şek. 6** - ofis ve benzeri binalardaki tesisatlar.

prEN 806

Cihazlar için nominal debiler, Şek. 2'deki tabloda verilmiştir, tasarım debileri ise toplam debileri ile Şek. 7, 8, 9, 10 ve 11'deki grafik veya tabloları temel almaktadır.

Şek. 2

prEN 806 - Nominal debiler ve basınçlar

Cihaz	Soğuk su l/sn	Sıcak su l/sn	Basınç kPa
Lavabo	0,1	0,1	50
Taharet musluğu	0,1	0,1	50
Rezervuarlı WC	0,1	-	50
Doğrudan sifonlu WC	1,5	-	150
Küvet	0,20	0,20	50
Duş	0,15	0,15	50
Mutfak evyesi	0,20	0,20	50
Çamaşır makinesi	0,10	-	50
Bulaşık makinesi	0,20	-	50
Pisuvan	0,10	-	50

Tasarım debileri, toplam debiler ve aşağıdaki grafik / tablolar temel alınarak hesaplanmıştır:

- Şek. 7 - konutlar,
- Şek. 8 - ofis ve benzeri,
- Şek. 9 - oteller, misafirhaneler ve benzeri,
- Şek. 10 - hastaneler ve klinikler,
- Şek. 11 - okullar ve spor merkezleri.

TASARIM DEBİLERİ KARŞILAŞTIRMALARI

Aşağıda UNI 9182, prEN 806 ve EN 806 standartları kullanılarak yük birimlerini ve yük birimlerinden elde edilen tasarım debilerini karşılaştıracız. Kolaylık olması açısından EN 806 standardı için YB değerlerine karşılık gelen debiler doğrudan kullanılmıştır.

Örnek:

UNI 9182, prEN 806 ve EN 806 standartlarını kullanarak 30, 100 ve 200 eve hizmet vermek için gereken soğuk su tasarım debilerini karşılaştıralım. Her bir evde; bir lavabo, bir taharet musluğu, bir rezervuarlı WC, bir mutfak evyesi ve bir küvet olduğunu düşünelim.

Gereken tasarım debisinin hesabı:

UNI 9182

1 ev için yük birimi = 7,5 (bkz. Şek. 3'deki tablo)

Bu değerlere ve Şek. 5'teki grafiğe göre, değerlendirilen örnek konutta toplam yük birimleri (YB) ve tasarım debisi (G_{pr}) değerleri:

- 30 ev $YB_{tot} = 225$ $G_{pr} = 5,4$ l/sn
- 100 ev $YB_{tot} = 750$ $G_{pr} = 11,5$ l/sn
- 200 ev $YB_{tot} = 1500$ $G_{pr} = 17,5$ l/sn

prEN 806

$G_{top} = 0,70$ l/sn toplam debi 1 ev (bkz. Şek. 2'deki tablo) Bu değere ve Şek. 7'deki grafik veya tabloya göre incelenen vakalar için toplam debiler ve tasarım debileri aşağıdadır:

- 30 ev $G_{top} = 21,0$ l/sn $G_{pr} = 2,5$ l/sn
- 100 ev $G_{top} = 70,0$ l/sn $G_{pr} = 3,1$ l/sn
- 200 ev $G_{top} = 140,0$ l/sn $G_{pr} = 3,4$ l/sn

EN 806

Bu standart ile tasarım debileri aşağıdadır:

- 30 ev $G_{pr} = 1,6$ l/sn
- 100 ev $G_{pr} = 3,3$ l/sn
- 200 ev $G_{pr} = 4,9$ l/sn

UNI 9182 ve prEN 806 tasarım debileri karşılaştırması

- 30 ev $G_{PR,UNI 9182} = 2,16 \times G_{PR,prEN 806}$
- 100 ev $G_{PR,UNI 9182} = 3,71 \times G_{PR,prEN 806}$
- 200 ev $G_{PR,UNI 9182} = 5,15 \times G_{PR,prEN 806}$

UNI 9182 ve EN 806 tasarım debileri karşılaştırması

- 30 ev $G_{PR,UNI 9182} = 3,38 \times G_{PR,EN 806}$
- 100 ev $G_{PR,UNI 9182} = 3,48 \times G_{PR,EN 806}$
- 200 ev $G_{PR,UNI 9182} = 3,57 \times G_{PR,EN 806}$

DEĞERLENDİRME

Yukarıdaki veriler, UNI 9182 kullanılarak elde edilen tasarım debilerinin, prEN 806 veya EN 806 kullanarak elde edilenlerden oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

UNI 9182 standardı, eş zaman kullanım faktörünü, (örn. oteller, okullar, hastaneler ve spor merkezleri) hesaplarken dünyada kullanılan diğer standartlara göre tamamen farklı bir metot ve süreyi baz almasından kaynaklı yüksek debi değerleri vermektedir.

Bu sebeple, bu dergideki örneklerin tamamında nominal debileri hesaplayabilmek için prEN 806 standardını referans alan tablo ve grafikleri kullanacağız (aralarındaki farklar minimum ve uygulamada önemsizdir).

Alternatif bir hesaplama metodu olan EN 806-3'ü ise "farklı boru boyutları için uygun bilgiler verildiğinde" göz önünde bulunduruyor olacağız.

Şek. 3**UNI 9182 - Ev tesisatları için yük birimleri (YB)**

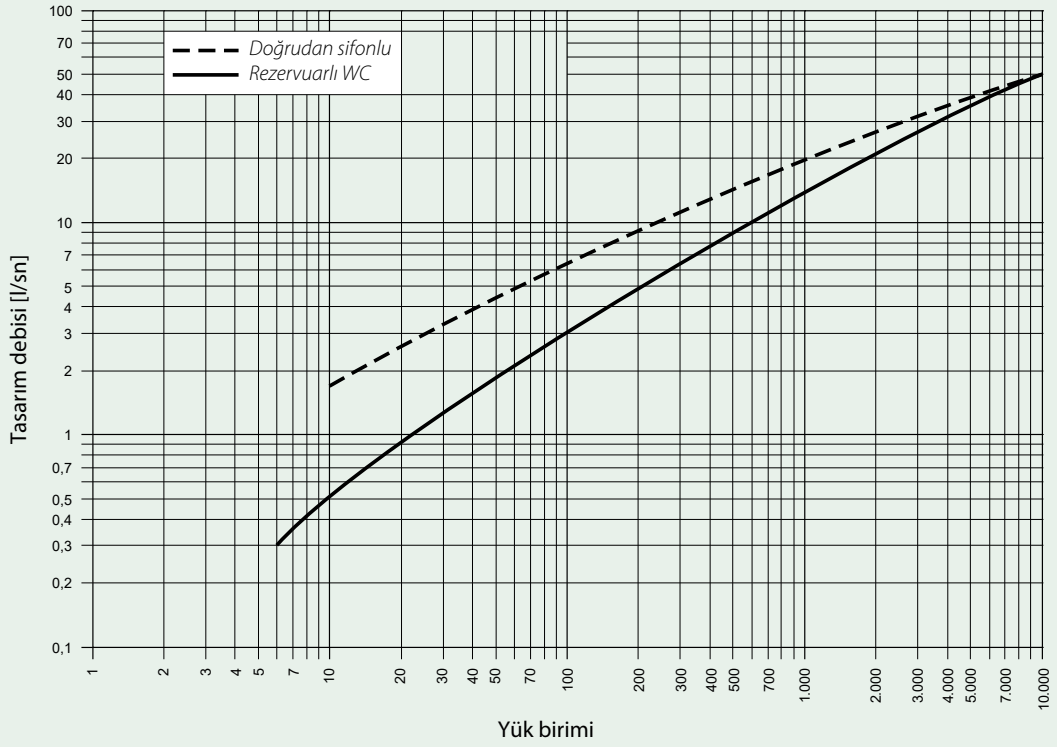
Cihaz	Besleme	Yük Birimi		
		Soğuk su	Sıcak su	Toplam sıcak su + soğuk su
Lavabo	Karışım vanası ünitesi	0,75	0,75	1,00
Taharet musluğu	Karışım vanası ünitesi	0,75	0,75	1,00
Küvet	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
Duş	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
WC	Rezervuar	3,00	-	3,00
WC	Doğrudan sifon	6,00	-	6,00
Mutfak evyesi	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
Çamaşır makinesi	Sadece soğuk su	2,00	-	2,00
Bulaşık makinesi	Sadece soğuk su	2,00	-	2,00
Ø 3/8" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	1,00	-	1,00
Ø 1/2" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	2,00	-	2,00
Ø 3/4" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	3,00	-	3,00
Ø 1" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	6,00	-	6,00

Şek. 4**UNI 9182 - Kamu binalarındaki ve toplu/kolektif binalardaki (oteller, ofisler, hastaneler, vb.) tesisatlar için yük birimleri (YB)**

Cihaz	Besleme	Yük Birimi		
		Soğuk su	Sıcak su	Toplam sıcak su + soğuk su
Lavabo	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
Taharet musluğu	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
Küvet	Karışım vanası ünitesi	3,00	3,00	4,00
Duş	Karışım vanası ünitesi	3,00	3,00	4,00
WC	Rezervuar	5,00	-	5,00
WC	Doğrudan sifon	10,00	-	10,00
Pisuar	Perde vana	0,75	-	0,75
Pisuar	Doğrudan sifon	10,00	-	10,00
Pisuar	Debimetre	10,00	-	10,00
Evyeye	Karışım vanası ünitesi	2,00	2,00	3,00
Mutfak evyesi	Karışım vanası ünitesi	3,00	3,00	4,00
Lavabo	Karışım vanası ünitesi	2,00	2,00	3,00
Yıkama evyesi	Rezervuar	5,00	-	5,00
Yıkama evyesi	Doğrudan sifon	10,00	-	10,00
Yıkama evyesi	Debimetre	10,00	-	10,00
Yıkama teknesi (her konumda)	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
Ayak banyosu	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
Lazımlık yıkama	Karışım vanası ünitesi	2,00	2,00	3,00
Klinik lavabosu	Karışım vanası ünitesi	1,50	1,50	2,00
Acil durum duşları	Basınç kontrolü	3,00	-	3,00
Ø 3/8" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	2,00	-	2,00
Ø 1/2" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	4,00	-	4,00
Ø 3/4" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	6,00	-	6,00
Ø 1" bahçe musluğu	Sadece soğuk su	10,00	-	10,00

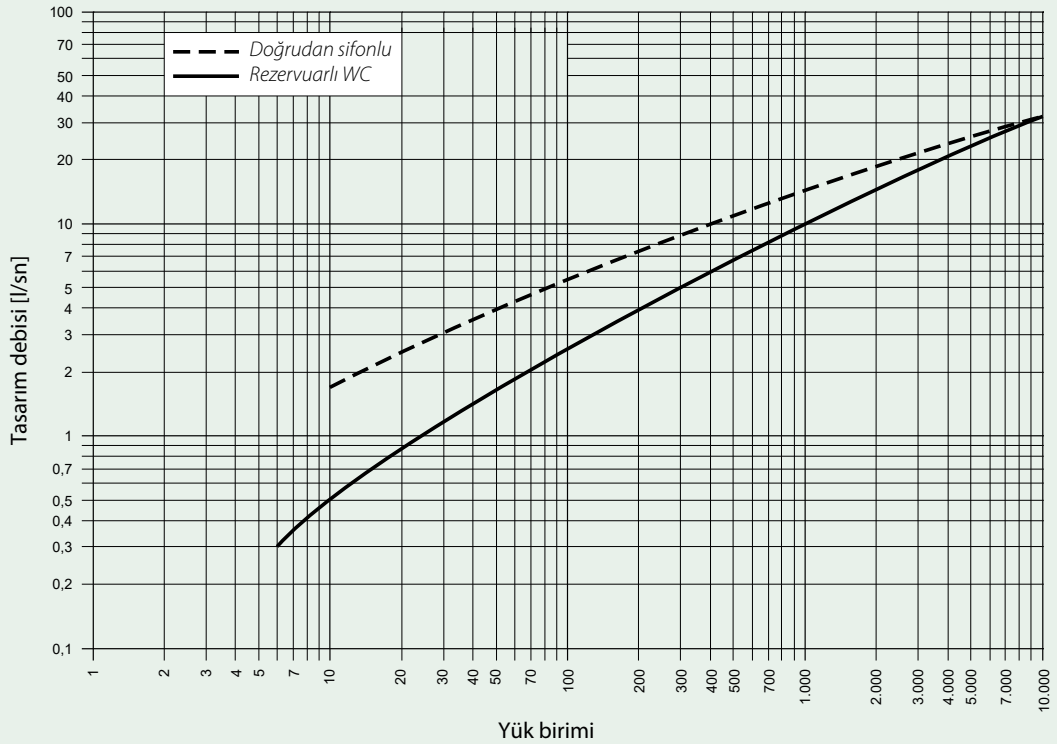
Şek. 5

UNI 9182 - Hususi evler ve toplu/kolektif binalar (oteller, hastaneler, kıışlalar, spor merkezleri ve benzeri) için YB'ye göre tasarım debileri

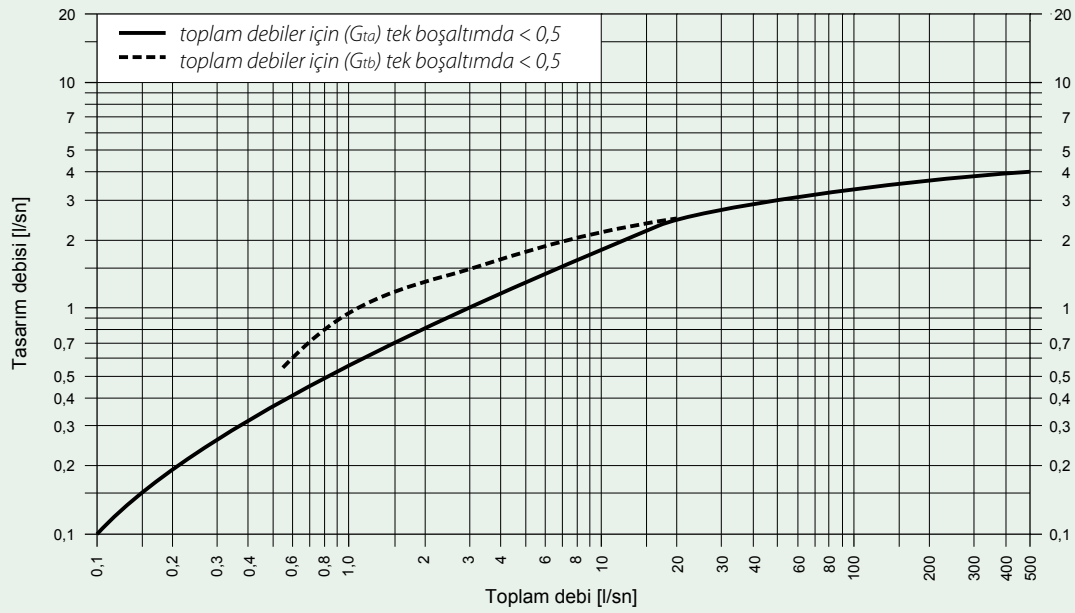


Şek. 6

UNI 9182 - Ofisler ve benzeri için YB'ye göre tasarım debileri



Şek. 7 - KONUTLAR
prEN 806 standartları - Toplam debilere göre tasarım debileri



Gtb l/sn	Gpr l/sn
0,06	0,05
0,1	0,1
0,15	0,15
0,21	0,2
0,29	0,25
0,38	0,3
0,48	0,35
0,6	0,4
0,72	0,45
0,87	0,5
1,03	0,55
1,2	0,6
1,39	0,65
1,59	0,7
1,81	0,75
2,04	0,8
2,29	0,85
2,55	0,9
2,83	0,95
3,13	1
3,45	1,15
3,78	1,31
4,12	1,5
4,49	1,7
4,87	1,92

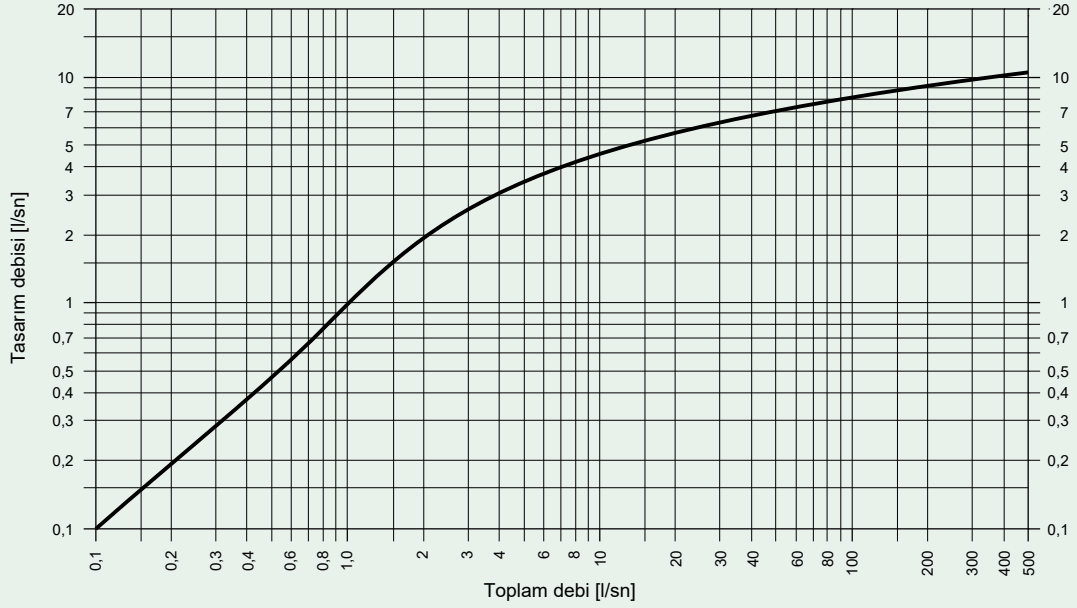
Gta l/sn	Gtb l/sn	Gpr l/sn
5,68	2,44	1,35
6,56	3,06	1,45
7,51	3,8	1,55
8,54	4,67	1,65
9,63	5,7	1,75
10,8	6,89	1,85
12,04	8,28	1,95
13,36	9,88	2,05
14,76	11,71	2,15
16,23	13,8	2,25
17,78	16,17	2,35
19,4	18,86	2,45

Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn
23,53	2,6
29,29	2,7
36,47	2,8
45,42	2,9
56,55	3
70,42	3,1
87,68	3,2
109,18	3,3
135,95	3,4
169,28	3,5
210,78	3,6
262,46	3,7

Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn
364,67	3,85
454,08	3,95

Gta = Tek boşaltımla toplam debi < 0,5 l/sn · **Gtb** = Tek boşaltımla toplam debi ≥ 0,5 l/sn · **Gpr** = Tasarım debisi l/sn

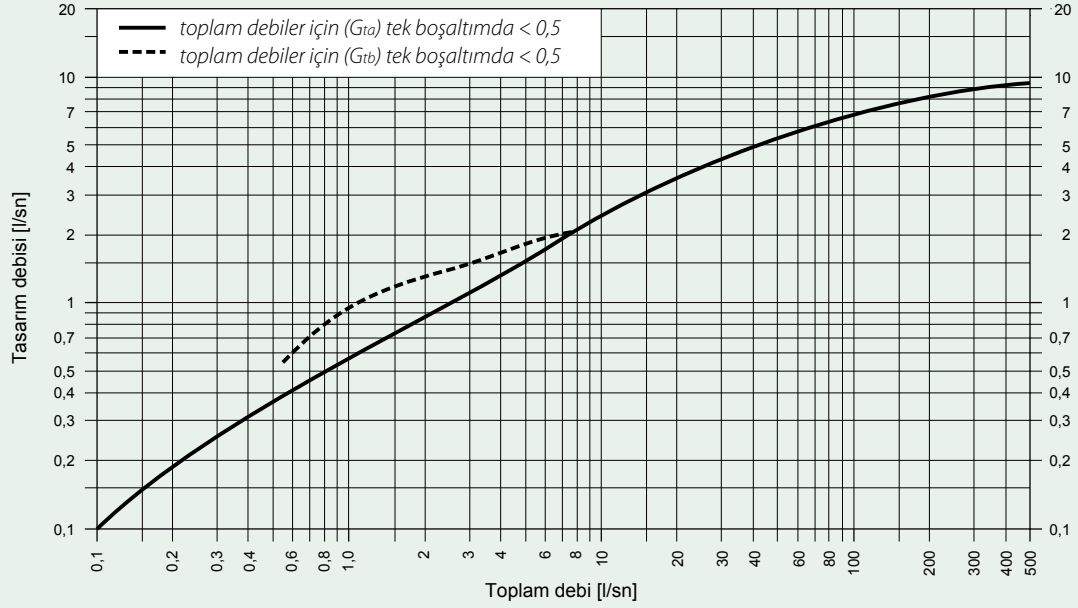
Şek. 8 - OFİS VE BENZERİ
prEN 806 standartları - Toplam debilere göre tasarım debileri



Gta l/sn	Gtb l/sn	Gpr l/sn	Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn	Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn	Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn
0,06		0,05	2,33	2,2	9,25	4,35	50,62	7
0,1		0,1	2,4	2,25	9,55	4,4	53,98	7,1
0,15		0,15	2,48	2,3	9,86	4,45	57,55	7,2
0,21		0,2	2,56	2,35	10,18	4,5	61,37	7,3
0,26		0,25	2,65	2,4	10,52	4,55	65,43	7,4
0,32		0,3	2,73	2,45	10,86	4,6	69,77	7,5
0,37		0,35	2,82	2,5	11,21	4,65	74,39	7,6
0,42		0,4	2,92	2,55	11,58	4,7	79,31	7,7
0,47		0,45	3,01	2,6	11,95	4,75	84,57	7,8
0,53		0,5	3,11	2,65	12,34	4,8	90,17	7,9
0,58	0,55	0,55	3,21	2,7	12,75	4,85	96,15	8
0,63	0,6	0,6	3,31	2,75	13,16	4,9	102,52	8,1
0,69	0,65	0,65	3,42	2,8	13,59	4,95	109,31	8,2
0,74	0,7	0,7	3,53	2,85	14,03	5	116,55	8,3
0,79	0,75	0,75	3,65	2,9	14,49	5,05	124,27	8,4
0,84	0,8	0,8	3,77	2,95	14,96	5,1	132,5	8,5
0,9	0,85	0,85	3,89	3	15,45	5,15	141,28	8,6
0,95	0,9	0,9	4,02	3,05	15,95	5,2	150,64	8,7
1	0,95	0,95	4,15	3,1	16,47	5,25	160,62	8,8
1,05	1	1	4,28	3,15	17,01	5,3	171,26	8,9
1,08	1,09	1,05	4,42	3,2	17,57	5,35	182,61	9
1,15	1,15	1,1	4,57	3,25	18,14	5,4	194,7	9,1
1,19	1,19	1,15	4,72	3,3	18,73	5,45	207,6	9,2
1,23	1,23	1,2	4,87	3,35	19,34	5,5	221,36	9,3
1,27	1,27	1,25	5,03	3,4	19,97	5,55	236,02	9,4
1,31	1,31	1,3	5,19	3,45	20,62	5,6	251,66	9,5
1,35	1,35	1,35	5,36	3,5	21,29	5,65	268,33	9,6
1,39	1,39	1,4	5,54	3,55	21,99	5,7	286,1	9,7
1,44	1,44	1,45	5,72	3,6	22,7	5,75	305,06	9,8
1,49	1,49	1,5	5,9	3,65	23,44	5,8	325,27	9,9
1,53	1,53	1,55	6,1	3,7	24,21	5,85	346,82	10
1,58	1,58	1,6	6,29	3,75	25	5,9	369,79	10,1
1,64	1,64	1,65	6,5	3,8	25,81	5,95	394,29	10,2
1,69	1,69	1,7	6,71	3,85	26,65	6	420,41	10,3
1,74	1,74	1,75	6,93	3,9	28,42	6,1	448,26	10,4
1,8	1,8	1,8	7,16	3,95	30,3	6,2	477,96	10,5
1,86	1,86	1,85	7,39	4	32,31	6,3	509,63	10,6
1,92	1,92	1,9	7,63	4,05	34,45	6,4		
1,98	1,98	1,95	7,88	4,1	36,73	6,5		
2,05	2,05	2	8,14	4,15	39,17	6,6		
2,12	2,12	2,05	8,4	4,2	41,76	6,7		
2,18	2,18	2,1	8,67	4,25	44,53	6,8		
2,26	2,26	2,15	8,96	4,3	47,48	6,9		

Gta = Tek boşaltımla toplam debi < 0,5 l/sn · **Gtb** = Tek boşaltımla toplam debi ≥ 0,5 l/sn · **Gpr** = Tasarım debisi l/sn

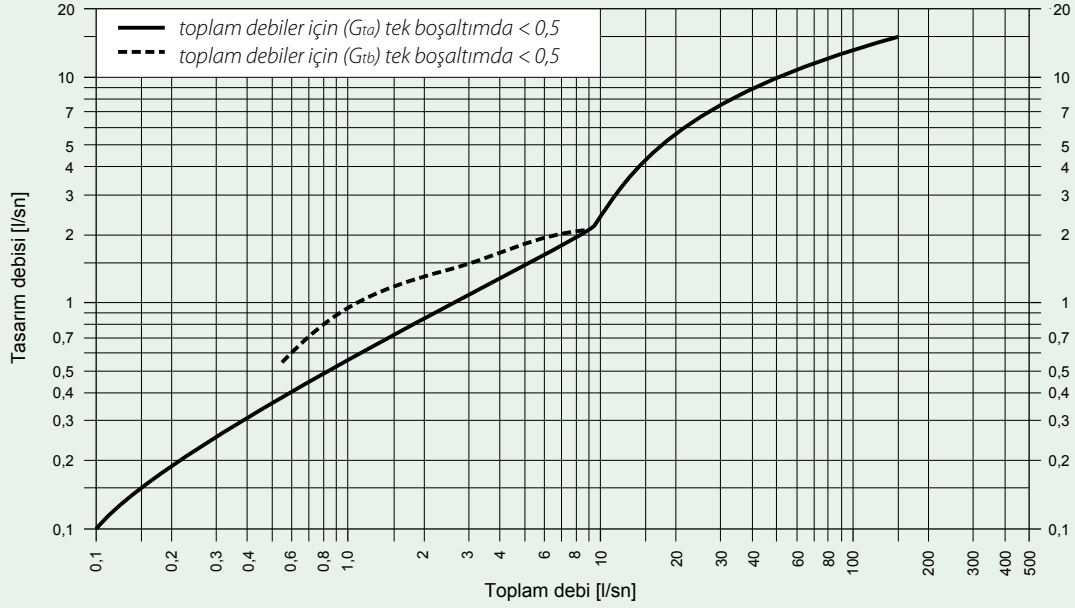
Şek. 9 - OTELLER, MİSAFİRHANELER VE BENZERİ
prEN 806 standartları - Toplam debilere göre tasarım debileri



G_{ta} l/sn	G_{tb} l/sn	G_{pr} l/sn	G_{ta}, G_{tb} l/sn	G_{pr} l/sn	G_{ta}, G_{tb} l/sn	G_{pr} l/sn	G_{ta}, G_{tb} l/sn	G_{pr} l/sn
0,06		0,05	8,1	2,15	25,55	4,25	97,53	6,7
0,1		0,1	8,33	2,2	26,26	4,3	103,01	6,8
0,15		0,15	8,56	2,25	26,98	4,35	108,8	6,9
0,21		0,2	8,8	2,3	27,73	4,4	114,91	7
0,28		0,25	9,04	2,35	28,5	4,45	121,37	7,1
0,36		0,3	9,29	2,4	29,29	4,5	128,19	7,2
0,45		0,35	9,55	2,45	30,1	4,55	135,39	7,3
0,56		0,4	9,81	2,5	30,94	4,6	143	7,4
0,67		0,45	10,09	2,55	31,79	4,65	151,04	7,5
0,79		0,5	10,37	2,6	32,68	4,7	159,52	7,6
0,92	0,55	0,55	10,65	2,65	33,58	4,75	168,49	7,7
1,06	0,6	0,6	10,95	2,7	34,51	4,8	177,96	7,8
1,2	0,65	0,65	11,25	2,75	35,47	4,85	187,96	7,9
1,35	0,7	0,7	11,56	2,8	36,45	4,9	198,52	8
1,51	0,75	0,75	11,88	2,85	37,46	4,95	209,68	8,1
1,67	0,8	0,8	12,21	2,9	38,5	5	221,46	8,2
1,84	0,85	0,85	12,55	2,95	39,57	5,05	233,9	8,3
2,02	0,9	0,9	12,9	3	40,66	5,1	247,05	8,4
2,2	0,95	0,95	13,26	3,05	41,79	5,15	260,93	8,5
2,39	1	1	13,62	3,1	42,95	5,2	275,6	8,6
2,58	1,14	1,05	14	3,15	44,14	5,25	291,08	8,7
2,78	1,3	1,1	14,39	3,2	45,36	5,3	307,44	8,8
2,98	1,47	1,15	14,79	3,25	46,62	5,35	324,72	8,9
3,19	1,65	1,2	15,2	3,3	47,91	5,4	342,97	9
3,41	1,84	1,25	15,62	3,35	49,24	5,45	362,24	9,1
3,63	2,05	1,3	16,05	3,4	50,6	5,5	382,6	9,2
3,85	2,27	1,35	16,5	3,45	52,01	5,55	404,1	9,3
4,08	2,51	1,4	16,95	3,5	53,45	5,6	426,81	9,4
4,32	2,76	1,45	17,42	3,55	54,93	5,65	450,79	9,5
4,56	3,03	1,5	17,91	3,6	56,45	5,7	476,12	9,6
4,8	3,31	1,55	18,4	3,65	58,02	5,75	502,88	9,7
5,05	3,61	1,6	18,91	3,7	59,62	5,8	531,14	9,8
5,3	3,93	1,65	19,44	3,75	61,28	5,85		
5,56	4,26	1,7	19,98	3,8	62,97	5,9		
5,83	4,61	1,75	20,53	3,85	64,72	5,95		
6,09	4,93	1,8	21,1	3,9	66,51	6		
6,37	5,37	1,85	21,68	3,95	70,25	6,1		
6,64	5,78	1,9	22,29	4	74,2	6,2		
6,92	6,2	1,95	22,9	4,05	78,37	6,3		
7,21	6,64	2	23,54	4,1	82,77	6,4		
7,5	7,11	2,05	24,19	4,15	87,42	6,5		
7,79	7,59	2,1	24,86	4,2	92,34	6,6		

G_{ta} = Tek boşaltımla toplam debi $< 0,5$ l/sn · G_{tb} = Tek boşaltımla toplam debi $\geq 0,5$ l/sn · G_{pr} = Tasarım debisi l/sn

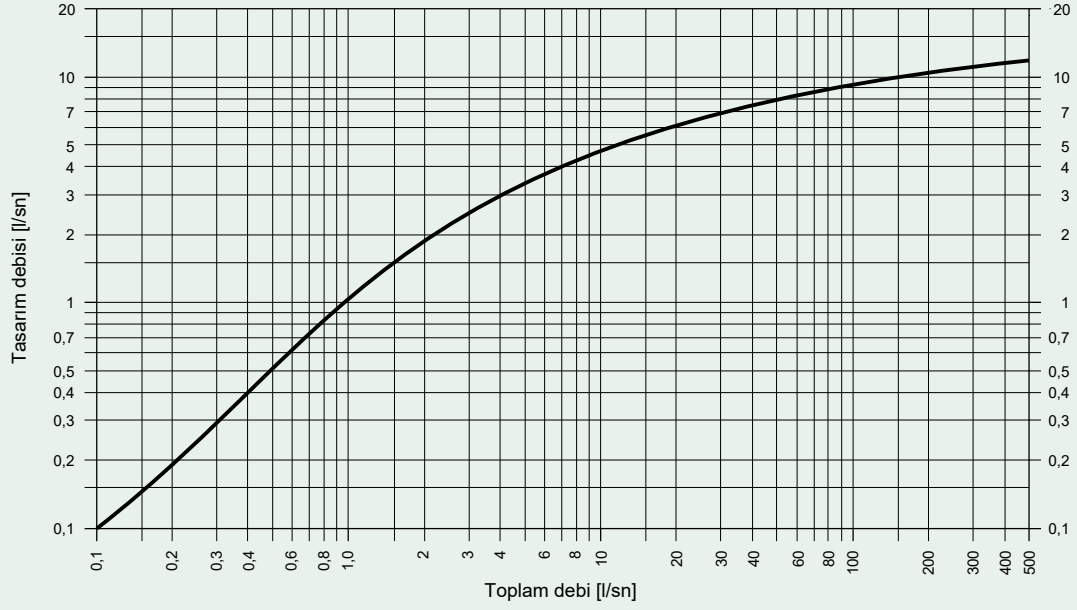
Şek. 10 - HASTANELER VE KLİNİKLER
prEN 806 standartları - Toplam debilere göre tasarım debileri



Gta l/sn	Gtb l/sn	Gpr l/sn	Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn	Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn	Gta, Gtb l/sn	Gpr l/sn
0,06		0,05	9,36	2,25	15,11	4,5	34,70	8,4
0,10		0,1	9,56	2,35	15,28	4,55	35,44	8,5
0,15		0,15	9,66	2,4	15,44	4,6	36,21	8,6
0,21		0,2	9,77	2,45	15,60	4,65	36,99	8,7
0,28		0,25	9,87	2,5	15,77	4,7	37,78	8,8
0,36		0,3	9,98	2,55	15,94	4,75	38,60	8,9
0,45		0,35	10,08	2,6	16,11	4,8	39,43	9
0,56		0,4	10,19	2,65	16,28	4,85	40,28	9,1
0,67		0,45	10,30	2,7	16,46	4,9	41,14	9,2
0,79		0,5	10,41	2,75	16,63	4,95	42,03	9,3
0,92	0,55	0,55	10,52	2,8	16,81	5	42,93	9,4
1,06	0,6	0,6	10,63	2,85	17,18	5,1	43,86	9,5
1,22	0,65	0,65	10,75	2,9	17,54	5,2	44,80	9,6
1,38	0,7	0,7	10,86	2,95	17,92	5,3	45,77	9,7
1,55	0,75	0,75	10,98	3	18,31	5,4	46,75	9,8
1,72	0,8	0,8	11,10	3,05	18,70	5,5	47,76	9,9
1,91	0,85	0,85	11,22	3,1	19,11	5,6	48,79	10
2,10	0,9	0,9	11,34	3,15	19,52	5,7	49,84	10,1
2,29	0,95	0,95	11,46	3,2	19,94	5,8	50,91	10,2
2,50	1	1	11,58	3,25	20,37	5,9	53,13	10,4
2,71	1,14	1,05	11,70	3,3	20,81	6	55,44	10,6
2,92	1,3	1,1	11,83	3,35	21,25	6,1	57,86	10,8
3,15	1,47	1,15	11,96	3,4	21,71	6,2	60,38	11
3,38	1,65	1,2	12,08	3,45	22,18	6,3	63,00	11,2
3,61	1,84	1,25	12,21	3,5	22,66	6,4	65,75	11,4
3,86	2,05	1,3	12,34	3,55	23,14	6,5	68,61	11,6
4,11	2,27	1,35	12,48	3,6	23,64	6,6	71,60	11,8
4,36	2,51	1,4	12,61	3,65	24,15	6,7	74,71	12
4,62	2,76	1,45	12,75	3,7	24,67	6,8	77,97	12,2
4,89	3,03	1,5	12,88	3,75	25,20	6,9	81,36	12,4
5,17	3,31	1,55	13,02	3,8	25,75	7	84,90	12,6
5,45	3,61	1,6	13,16	3,85	26,30	7,1	88,60	12,8
5,73	3,93	1,65	13,30	3,9	26,87	7,2	92,46	13
6,02	4,26	1,7	13,44	3,95	27,45	7,3	96,48	13,2
6,32	4,61	1,75	13,59	4	28,04	7,4	100,68	13,4
6,62	4,93	1,8	13,73	4,05	28,64	7,5	105,06	13,6
6,93	5,37	1,85	13,88	4,1	29,26	7,6	109,64	13,8
7,24	5,78	1,9	14,03	4,15	29,89	7,7	114,41	14
7,56	6,2	1,95	14,18	4,2	30,53	7,8	119,39	14,2
7,89	6,64	2	14,33	4,25	31,19	7,9	124,59	14,4
8,22	7,11	2,05	14,48	4,3	31,86	8	130,02	14,6
8,55	7,59	2,1	14,64	4,35	32,55	8,1	135,68	14,8
8,89	8,1	2,15	14,80	4,4	33,25	8,2	141,58	15
9,24	8,62	2,2	14,95	4,45	33,96	8,3	147,75	15,2

Gta = Tek boşaltımla toplam debi < 0,5 l/sn · **Gtb** = Tek boşaltımla toplam debi ≥ 0,5 l/sn · **Gpr** = Tasarım debisi l/sn

Şek. 11 - OKULLAR VE SPOR MERKEZLERİ
prEN 806 standartları - Toplam debilere göre tasarım debileri



Gt l/sn	Gpr l/sn	Gt l/sn	Gpr l/sn	Gt l/sn	Gpr l/sn	Gt l/sn	Gpr l/sn
0,1	0,1	4,77	3,3	26,79	6,6	154,32	9,8
0,2	0,2	5,04	3,4	28,3	6,7	163	9,9
0,3	0,3	5,32	3,5	29,89	6,8	172,16	10
0,4	0,4	5,61	3,6	31,57	6,9	181,85	10,1
0,5	0,5	5,91	3,7	33,35	7	192,07	10,2
0,6	0,6	6,23	3,8	35,22	7,1	202,88	10,3
0,7	0,7	6,55	3,9	37,2	7,2	214,29	10,4
0,8	0,8	6,89	4	39,3	7,3	226,34	10,5
0,9	0,9	7,24	4,1	41,51	7,4	239,07	10,6
1	1	7,61	4,2	43,84	7,5	252,51	10,7
1,1	1,1	7,98	4,3	46,31	7,6	266,71	10,8
1,2	1,2	8,37	4,4	48,91	7,7	281,71	10,9
1,3	1,3	8,78	4,5	51,66	7,8	297,55	11
1,4	1,4	9,2	4,6	54,57	7,9	314,29	11,1
1,5	1,5	9,63	4,7	57,64	8	331,96	11,2
1,62	1,6	10,08	4,8	60,88	8,1	350,63	11,3
1,74	1,7	10,31	4,85	64,3	8,2	370,35	11,4
1,87	1,8	10,54	4,9	67,92	8,3	391,18	11,5
2,01	1,9	10,78	4,95	71,74	8,4	413,18	11,6
2,15	2	11,16	5	75,77	8,5	436,42	11,7
2,3	2,1	13,9	5,4	80,03	8,6	460,96	11,8
2,46	2,2	14,68	5,5	84,53	8,7	486,89	11,9
2,63	2,3	15,5	5,6	89,29	8,8	514,27	12
2,8	2,4	16,37	5,7	94,31	8,9	543,19	12,1
2,98	2,5	17,3	5,8	99,61	9	573,74	12,2
3,17	2,6	18,27	5,9	105,22	9,1	606,01	12,3
3,37	2,7	19,3	6	111,13	9,2		
3,58	2,8	20,38	6,1	117,53	9,3		
3,8	2,9	21,53	6,2	123,99	9,4		
4,03	3	22,74	6,3	130,96	9,5		
4,27	3,1	24,02	6,4	138,32	9,6		
4,51	3,2	25,37	6,5	146,1	9,7		

G_{ta} = Tek boşaltımla toplam debi < 0,5 l/sn · **G_{tb}** = Tek boşaltımla toplam debi ≥ 0,5 l/sn · **G_{pr}** = Tasarım debisi l/sn

FRANSA VE ALMANYA STANDARTLARI

FRANSIZ STANDARTLARI

Alıntı: Règles DTU 60.11 (Ekim 1998)

Aşağıdaki tablo, tekil cihazlar için nominal debileri göstermektedir:

Şek. 12 Fransız standartları - Nominal debiler	
Cihaz	Birim debi l/sn
Mutfak evyesi	0,20
Lavabo	0,20
Bide	0,20
Duş	0,20
Küvet	0,33
Rezervuarlı WC	0,12
Çamaşır makinesi	0,20
Bulaşık makinesi	0,10

Tasarım debisi, eş zaman kullanım faktörü hesaplanmaktadır (α), bu değer formülle belirlenebilir:

$$\alpha = 0,8 / (n - 1) ^{0,5}$$

Burada (**n**) hizmet verilen musluk sayısıdır. Formül $n > 5$ için geçerlidir.

Oteller için detaylı bir çalışma gerekebilir. Genel olarak eş zaman kullanım faktörü 1,25 ile çarpılır.

Okullar, spor salonları, stadyumlar ve kışlalar için muslukların zaman ayarlı kapanması yoksa, bütün duşları ve lavaboların aynı anda kullanılabilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumda detaylı bir çalışma gerekir.

Hastaneler, kreşler ve ofisler için eş zaman kullanım faktörü, özel düzeltme faktörleri gerektirmez. Restoranlar için detaylı bir çalışma gerekebilir. Genel olarak eş zaman kullanım faktörü 1,5 ile çarpılır.

ALMAN STANDARTLARI

Alıntı: DIN 1988-300 standardı (Mayıs 2012)

Aşağıdaki tablo, tekil cihazlar için nominal debileri göstermektedir:

Şek. 13 Alman standartları - Nominal debiler	
Cihaz	Birim debi l/sn
Mutfak evyesi	0,07
Lavabo	0,07
Bide	0,07
Duş	0,15
Küvet	0,15
Rezervuarlı WC	0,13
Çamaşır makinesi	0,15
Bulaşık makinesi	0,07

Tasarım debisi şu formülle hesaplanır:

$$G_{PR} = a \cdot (G_{TOT})^b - c$$

Burada:

G_{PR} = tasarım debisi

G_{TOT} = tek cihaz durumunda debilerin toplanmasıyla elde edilen toplam debi

a, b, c = tesisat türüne göre değişen faktörler (aşağıdaki tabloya bakınız)

Tesisat türü	a	b	c
Konutlar	1,48	0,19	0,94
Hastaneler	0,75	0,44	0,18
Oteller	0,70	0,48	0,13
Okullar-Ofisler	0,91	0,31	0,38
Yardım merkezleri/huzur evleri	1,48	0,19	0,94
Klinikler/kreşler	1,40	0,14	0,92

Bu sayfada belirteceğimiz Türk Standartları ile karşılaştırmalı bir ilişki kurabilmek amacıyla, bir önceki sayfada, Fransız ve Alman Standartları gösterilmiştir.

TÜRK STANDARTLARI

Alıntı: TS 1258 standardı (Ekim 1983).



Türk Standardı TS 1258, Türk Standartları Enstitüsü, <https://docplayer.biz.tr/1305394-Turk-standardi-turkish-standard.html>, Ekim 1983.

Aşağıdaki tablo, tekil cihazlar için en az soğuk su debilerini ve sıcak su debilerini göstermektedir:

Şek. 14

Türkiye standartları - En az soğuk su debileri*

Cihaz	Birim debi l/sn
Mutfak evyesi	0,20
Lavabo	0,15
Küvet	0,30
Rezervuarlı WC	0,08
Duş	0,08

Şek. 15

Türkiye standartları - En az sıcak su debileri*

Cihaz	Birim debi l/sn
Mutfak evyesi	0,30
Lavabo	0,12
Küvet	0,36
Duş	0,12

*Türk Standardı TS 1258, Türk Standartları Enstitüsü, <https://docplayer.biz.tr/1305394-Turk-standardi-turkish-standard.html>, Ekim 1983, ss. 16

Boru çaplarının hesabında kullanılacak su debileri eş kullanım faktörü göz önüne alınarak anma çapı 10 mm'lik bir boşaltma musluğunun 0,25 l/sa veya 15 l/dk'a eşit olan yük birimi kabul edilerek hesaplama yapılır.

$$q = 0,25 \cdot \sqrt{YB \text{ (l/sa)}}$$

$$YB = \left(\frac{q}{0,25} \right)^3 = 16 q^2$$

Burada:

YB = Yük Birimi

q = Cihaz debisi

Şek. 16
Belirli Kullanma Yerleri için Verdi ve Yük Birimleri*

Kullanma yeri	Alma Basıncı PN (m SS)	Verdi l/sa	Yük birimi YB
DN 15 mm musluk veya boşaltma vanası	5	0,40	2,5
DN 20 mm musluk veya boşaltma vanası	5	1	16
DN 25 mm musluk veya boşaltma vanası	5	1,5	36
Kömürlü sıcak su hazırlayıcı (termosifon)	5	0,40	2,5
Lavabo	5	0,175	0,5
Gaz yakıtlı sıcak su hazırlayıcısı (şofben) 10 l/dk'ya kadar	25	0,175	0,5
Gaz yakıtlı sıcak su hazırlayıcısı (şofben) 16 l/dk'ya kadar	25	0,25	1
Gaz yakıtlı sıcak su hazırlayıcısı (şofben) 26 l/dk'ya kadar	25	0,43	3
Küvetli banyo DN 15 mm	10	0,25	2,5
Küvetli banyo DN 20 mm	10	1	16
Hela rezervuarı	5	0,125	0,25
Basınçlı hela yıkayıcısı	13	0,6	6
DN 15 mm			
DN 20 mm	12	0,8	11
DN 25 mm	4	1,3	27
Pisuar	5	0,125	0,25

Not: DN = Anma büyüklüğü (TS 3390) (Anma Çapı)

*Türk Standardı TS 1258, Türk Standardları Enstitüsü, <https://docplayer.biz.tr/1305394-Turk-standardi-turkish-standard.html>, Ekim 1983, ss. 18

Hesaplama Örnekleri:**

Örnek:

Bir yapı tesisatı kolonundaki uç bağlantı borularının her birinde birer tane anma çapı 10 mm'lik boşaltma musluğu, bir rezervuar ve bir lavabo vardır. Buna göre toplam verdinin hesaplanması: Şek. 16'ya göre:

$$Z = 3 (1 + 0,25 + 0,5) = 5,25 \text{ YB}$$

$$q = 0,25 \times V 5,25 = 0,573 \text{ l/sa}$$

Burada rezervuar yerine basınçlı hela yıkayıcısı konduğunda:

$$Z = 3 (1 + 11 + 0,5) = 37,5 \text{ YB}$$

$$q = 0,25 \times V37,5 = 1,531 \text{ l/sa bulunur.}$$

Aynı tesisata DN 20 mm olan bahçe sulama musluğu veya çamaşır yıkama musluğu eklendiğinde:

$$= 0,573 + 1,0 = 1,573 \text{ l/sa rezervuar yerine basınçlı hela yıkayıcısı bulunması halinde:}$$

$$= 1,531 + 1,0 = 2,531 \text{ l/sa olur.}$$

**Türk Standardı TS 1258, Türk Standardları Enstitüsü, <https://docplayer.biz.tr/1305394-Turk-standardi-turkish-standard.html>, Ekim 1983, ss. 18

DAĞITIM SİSTEMİNİN BOYUTLANDIRILMASI

Bir sistemin boyutlandırılması, birim doğrusal yük (J), yani sistemdeki basınç kayıpları, yükseklik farkları ve hidrolik dirençlerin üstesinden gelmek için mevcut birim doğrusal yük kullanılarak hesaplanır. Bu yöntem iklimlendirme sistemlerini boyutlandırmak için kullanılan basınç kaybı metodu ile büyük oranda benzerlik göstermektedir.

DOĞRUSAL TEKİL YÜK - DOĞRUDAN ŞEBEKE BESLEMESİ İLE

Bu durumda birim doğrusal yük (J), ana şebeke basıncına bağlıdır ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$J = \left(\frac{P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP}}{L} \right) \cdot 0,7 \quad (1)$$

Burada:

J = birim doğrusal yük [kPa/m]

P_{PR} = ana şebeke bağlantısı dizayn basıncı [kPa]

ΔH = dağıtım sistemi kaynağı ile kritik devredeki musluk arasındaki yükseklik farkı [kPa - mss]

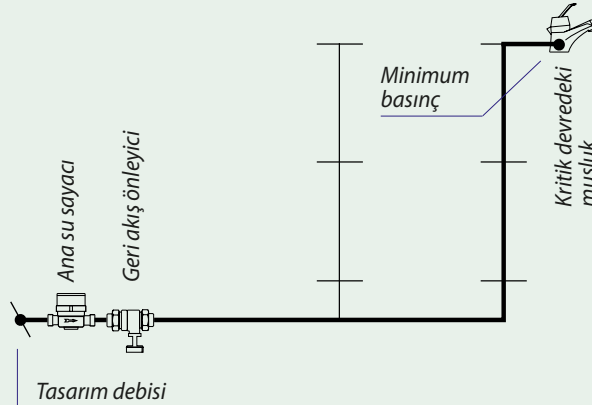
P_{MIN} = kritik devredeki musluk için gereken minimum basınç [kPa]

ΔP_{APP} = ana sistem bileşenlerinin basınç kaybı [kPa]

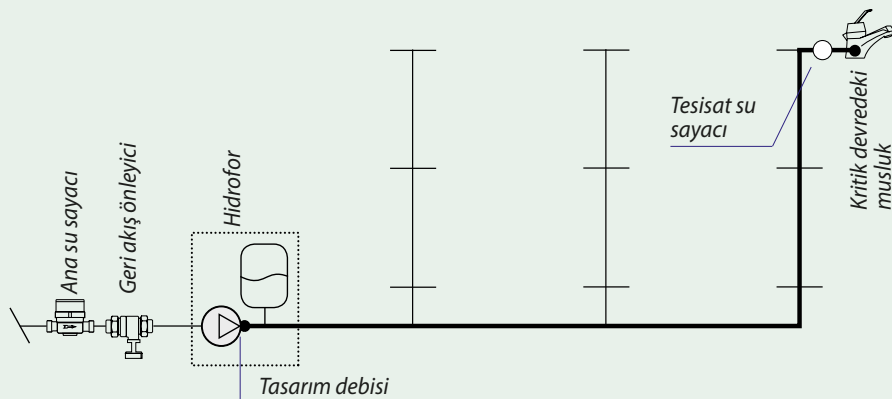
L = dağıtım sistemi kaynağını kritik devredeki musluğa bağlayan boruların uzunlukları [m]

* Birim doğrusal yük = 1 metre borudaki basınç kaybı yüküdür.

Doğrudan şebeke beslemesi ile tasarım basıncını hesaplarken göz önünde bulundurulması gereken ekipman ve veriler



Hidrofor ile tasarım basıncını hesaplarken göz önünde bulundurulması gereken ekipman ve veriler



Formül (1), ortalama olarak (J)'nin (J_{TOP})'un %70'ine eşit olduğu göz önünde bulundurularak elde edilmiştir: sürekli ve yerel basınç kayıplarının üstesinden gelmek için ortalama bir birim yükü hesabı yapılır (örn. dirsekler, bypass hatları, çap düşüşleri).

Bu ilişki, yukarıda belirtilen iki değeri aşağıdaki denklemlerle bağdaştırmaktadır:

$$J = J_{TOP} \cdot 0,7 \quad (2)$$

$$J_{TOP} = J \cdot 1,43 \quad (3)$$

Formül (1), ilk olarak mevcut toplam birim yükü J_{TOP} belirlenerek elde edilmiştir:

$$J_{TOP} = \left(\frac{P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP}}{L} \right) \cdot 1000$$

Daha sonra formülde (2) J_{TOP} yerine J girildiğinde:

$$J = \left(\frac{P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP}}{L} \right) \cdot 1000 \cdot \frac{70}{100}$$

basite indirildiğinde formül (1) elde edilir.

Örnek:

Doğrudan şebekeden beslenen bir kullanım suyu sisteminde, doğrusal birim yükü (J), aşağıdakileri göz önünde bulundurularak belirleyiniz:

P_{PR}	= 30 kPa	ana şebekedeki mevcut dizayn basıncı
ΔH	= 50 kPa - 5 mss	dağıtım sistemi kaynağı ile kritik devredeki musluk arasındaki yükseklik farkıdır (ortalama 5 m)
P_{MIN}	= 100 kPa	kritik devredeki musluk için gereken minimum basınç
ΔP_{APP}	= 120 kPa	ana bileşenlerin basınç kaybı kabul edilen değerler: • 60 kPa su sayacı • 60 kPa geri akış önleyici
L	= 25 m	dağıtım sistemi kaynağını kritik devredeki musluğa bağlayan boruların uzunluğu

Gerekten değeri elde etmek için formülü (1) uygulayın:

$$J = \left(\frac{30 - 50 - 100 - 120}{25} \right) \cdot 0,7 = 0,84 \text{ kPa} = 840 \text{ Pa} = 8,4 \text{ mss}$$

1 metre boruda 8,4 mss birim yükü anlamına gelen bu değer, dağıtım sistemi borularını boyutlandırmak için kullanılabilir.

HİDROFOR İLE BİRİM DOĞRUSAL YÜK

Hidrofor ile birim doğrusal yük (J) sayfa 19'da belirtilen Tasarım J aralığında kalacak şekilde önceden belirlenmiş bir değer seçilebilir. Bu değer biliniyorsa, tasarım basıncı (yani hidroforun ayarlanacağı basınç) şu formülle hesaplanabilir:

$$P_{PR} = \Delta H + P_{MIN} + \Delta P_{APP} + \frac{J \cdot L}{0,7} \quad (4)$$

Burada:

ΔH	= hidrofor ile kritik devredeki musluk arasındaki yükseklik farkı [kPa - mss]
P_{MIN}	= kritik devredeki musluk için gereken minimum basınç [kPa]
ΔP_{APP}	= ana bileşenlerin basınç kaybı (bkz. sayfa 18) [kPa]
J	= birim doğrusal yük [kPa / m]
L	= hidroforu kritik devredeki musluğa bağlayan boruların uzunlukları [m]

Örnek:

Hidrofor bulunan kullanım suyu sisteminde, birim doğrusal yük $J = 1 \text{ kPa/m}$ iken tasarım basıncını aşağıdakileri göz önünde bulundurularak belirleyiniz:

ΔH	= 150 kPa	hidrofor ile kritik devredeki musluk arasındaki yükseklik farkı
P_{MIN}	= 150 kPa	kritik devredeki musluk için gereken minimum basınç
ΔP_{APP}	= 50 kPa	ana bileşenlerin basınç kaybı
L	= 40 m	hidrofor kritik devredeki musluk arasındaki musluk boruların uzunlukları

Gerekten değeri elde etmek için formülü (4) uygulayın:

$$P_{PR} = 150 + 150 + 50 + (1 \cdot 40) / 0,7 = 407 \text{ kPa}$$

Hidrofor yukarıda bulunan değere ayarlanmalıdır.

Aşağıdaki kPa cinsinden verilen basınç ölçü değerlerinin farklı ölçü birimlerinde karşılıkları yer almaktadır:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kPa} &\approx 1000 \text{ Pa} \\ 1 \text{ kPa} &\approx 0,1 \text{ mss} \\ 1 \text{ kPa} &\approx 100 \text{ mmwg} \end{aligned}$$

ŞEBEKE BASINÇLARI

Şebeke basınçları, sistem gereklilikleri ile kıyaslandığında (aşağıda tanımlandığı gibi) çok düşük veya çok yüksek değerlerde olmalıdır, çünkü:

- eğer çok düşük olursa, gereken minimum debileri karşılayamayacaktır;
- çok yüksek olursa, sisteme zarar verebilir, yüksek gürültüye neden olabilir ve beslenen hatların doğru debi ile kontrol edilmesini önleyebilir.

MİNİMUM BASINÇLAR

En kötü senaryoya göre dizayn edilmiş yani kritik devredeki musluklarda gereken giriş yönündeki minimum basınç değeridir.

En yaygın olarak kullanılan musluklarda, bu basınçlar tipik olarak 100 ila 150 kPa arasında değişmektedir. Ancak özel musluklarda, üreticinin kataloglarına bakılması gerekir.

BİLEŞENLERDEKİ BASINÇ KAYIPLARI

Aşağıdaki tablo, bazı sistem bileşenlerine ait ortalama basınç kayıp değerlerini vermektedir:

Şek. 17

Ana bileşenlerin ortalama basınç kayıpları

Bileşen	ΔP_{APP} kPa
Ana su sayacı	60 – 80
Tesisat su sayacı	40 – 50
Geri akış önleyici	50 – 60
Termostatik karışım vanası	40
Elektronik karışım vanası	20
Plakalı ısı eşanjörü	40
Su yumuşatma cihazı	80
Polifosfat ekleme cihazı	40

Alternatif olarak üreticinin formül veya şemaları kullanılabilir.

MAKSİMUM HIZLAR

Aşırı basınç kayıpları ve koç darbesine neden olmadan suyun sistemde dağıtılabilmesi için maksimum hızlardır.

UNI 9182'ye göre hız limitleri:

- 2,0 m/sn ana dağıtım hatları, kolonlar, branşmanlar ve dağıtım boruları için;
- 4,0 m/sn tek borulu sistemler için.

Ancak bu limitlerin, aşırı basınç gerektireceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, aşağıda değerlendirilen çaplar, aşağıdaki birim doğrusal yükleri (J) ve toplam yükleri gerektirir (J_{TOP}):

v = 2,0 m/sn

$$\varnothing = 1/2'' \quad J = 4,14 \text{ kPa/m} \quad J_{TOP} = 5,93 \text{ kPa/m}$$

$$\varnothing = 3/4'' \quad J = 2,89 \text{ kPa/m} \quad J_{TOP} = 4,13 \text{ kPa/m}$$

$$\varnothing = 1'' \quad J = 2,16 \text{ kPa/m} \quad J_{TOP} = 3,09 \text{ kPa/m}$$

v = 4,0 m/sn

$$\varnothing = 1/2'' \quad J = 15,15 \text{ kPa/m} \quad J_{TOP} = 21,64 \text{ kPa/m}$$

$$\varnothing = 3/4'' \quad J = 10,56 \text{ kPa/m} \quad J_{TOP} = 15,09 \text{ kPa/m}$$

$$\varnothing = 1'' \quad J = 7,9 \text{ kPa/m} \quad J_{TOP} = 11,29 \text{ kPa/m}$$

Bu nedenle (J_{TOP}) değerleri ve buna bağlı olarak oluşan basınç kayıpları normal çalışma şartlarında olan bir sistem için kesinlikle uygun değildir.

Ayrıca, yukarıda belirtilen hızlarda dizayn edilen bir sistemde gürültü, koç darbesi, boruların, bağlantı parçalarının hatta vana ve muslukların ciddi hasar görmesine neden olacak hızlı aşınmaya yani korozyona uğrayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Aşağıdaki örnek, hız arttıkça sistemde oluşan koç darbesine bağlı aşırı basınç artışını vurgulamayı amaçlamaktadır.

Örnek:

Koç darbesine bağlı aşırı basınç artışında sistemin hız değişimindeki doğrusal artışını gözlemleyelim:

$$\Delta P = (2 \cdot v \cdot L) / (g \cdot t)$$

ΔP = koç darbesine bağlı aşırı basınç (kPa)

v = su hızı (m/sn)

L = boru uzunluğu (m)

g = yer çekimine bağlı hızlanma (9,81 m/s²)

t = vana kapanma süresi (sn)

ve şunları göz önünde bulundurun: L = 40 m; t = 0,2 sn; v = 1, 2, 3, 4 m/sn

Bu değerler bize aşağıdakileri vermektedir:

$$v = 1 \text{ m/sn için} \quad \Delta P = 40,8 \text{ mss} \quad \approx 408 \text{ kPa}$$

$$v = 2 \text{ m/sn için} \quad \Delta P = 81,5 \text{ mss} \quad \approx 815 \text{ kPa}$$

$$v = 3 \text{ m/sn için} \quad \Delta P = 122,3 \text{ mss} \quad \approx 1223 \text{ kPa}$$

$$v = 4 \text{ m/sn için} \quad \Delta P = 163,1 \text{ mss} \quad \approx 1631 \text{ kPa}$$

Bu değerler, aşırı hızlara bağlı tehlikeleri açıkça göstermektedir.

TASARIM J

Şebeke basıncının aşağıdaki değerler arasında olması önerilir:

$$4 \leq J \leq 12 \text{ bar.}$$

Bu değer arasında kaldığı sürece çok düşük veya çok yüksek hızların oluşması engellenir. Eğer bu limitlere uyulması mümkün değilse, sistemde hidrofor veya basınç düşürücülerin kullanılması gerekir.

Şebeke basıncı doğrudan sisteme iletildiğinde su basıncının aşağıdaki değerler arasında olması önerilir:

$$8 \leq J \leq 12 \text{ bar.}$$

Bu değerler (1) sistem maliyeti, (2) koç darbesi, (3) çeşitli sistem dağıtım noktalarındaki kabul edilebilir basınç artışları arasında iyi bir dengeleme sağlar.

MAKSİMUM İÇ BASINÇLAR

İç basınçlar aşırı olmamalıdır. Çünkü yukarıda da belirtildiği üzere, bunlar koç darbelerine eklendiğinde, gürültülü bir sistem çalışmasına ve bileşenlere hasar verebilecek hızlı aşınmalara neden olabilir.

Ayrıca önemli miktarda su israfına da sebep olabilir, çünkü muslukların ayarlanmasını ve dolayısı ile su akışının doğru şekilde kontrol edilmesini zorlaştırır.

Örneğin (aynı cihazlar ve kullanım süreleri için) musluklarda giriş yönündeki basıncın 2'den 5 bar seviyesine yükseltilmesinin, su tüketimini %25 ila %30 arasında arttırdığı deneylerle kanıtlanmıştır.

Eğer sistemde basınç kontrolü yapan ekipmanlar bulunmuyorsa, aşırı işletim basınçlarını kontrol etmek için genel öneriler aşağıdaki gibidir:

- her bir tesisata 4 bar'ı aşmayan basınç verilmesi.
- her bir tesisatın uygun bir koç darbesi önleyici ile korunması.

Yukarıda belirtilen limit, yandaki örnekte gösterildiği gibi, çoklu sıhhi tesisat sisteminde kolonların hizmet verebileceği bina kat sayısını kısıtlamaz.

Örnek:

Aşağıdakileri göz önünde bulundurarak, çoklu sıhhi tesisat sisteminde kolonların hizmet vereceği kat sayısını belirleyiniz:

- katlar arası yükseklik farkı = 3 m
- maksimum tesisat basıncı = 400 kPa
- kritik devredeki musluk için gerekli olan minimum basınç değeri = 120 kPa
- birim doğrusal yük (J) = 1 kPa/m
- en üst katta yer alan tesisatlardaki basınç kaybı:
 - 40 kPa = dahili dağıtım borularındaki basınç kaybı
 - 50 kPa = su sayacı basınç kaybı
 - 10 kPa = kesme vanası ve dağıtım kolektörü basınç kaybı

Bu değerlere göre öncelikle en üst katta yer alan (n katı) tesisat için gereken basıncı belirleyiniz:

$$\Delta P_n = 120 + 40 + 50 + 10 = 220 \text{ kPa}$$

Daha sonra (J_{TOP}) değerlerini, formül 3'ü ve bir kat ile sonraki kat arasındaki kolon basınç kaybını kullanarak belirleyiniz:

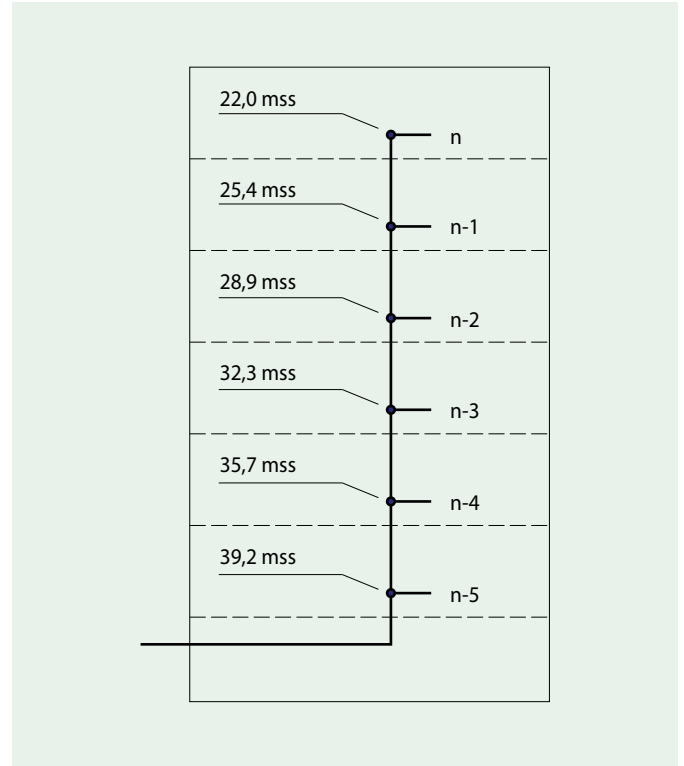
$$J_{TOP} = J \cdot 1,43 = 1,43 \text{ kPa/m}$$

$$\Delta P_{ZEMİN KAT} = 30 + (3 \cdot 1,43) = 34,3 \text{ kPa}$$

Son olarak, farklı katlardaki tesisat bağlantılarında gereken basınçları hesaplayın:

ΔP_n	= 220 kPa	uygun
ΔP_{n-1}	= 220 + (1 \cdot 34,3) = 254,3 kPa	uygun
ΔP_{n-2}	= 220 + (2 \cdot 34,3) = 288,6 kPa	uygun
ΔP_{n-3}	= 220 + (3 \cdot 34,3) = 322,9 kPa	uygun
ΔP_{n-4}	= 220 + (4 \cdot 34,3) = 357,2 kPa	uygun
ΔP_{n-5}	= 220 + (5 \cdot 34,3) = 391,5 kPa	uygun
ΔP_{n-6}	= 220 + (6 \cdot 34,3) = 425,8 kPa	uygun değil

O nedenle kolon, 6 tesisata hizmet verebilir.



Tesisatların çok sayıda kat için hizmet vermesi gerektiğinde, 10-12 arasında kata sahip binalar için aşağıdaki çözümlerden birini uygulamak mümkündür. Daha fazla sayıda kat bulunan sistemler için de benzer çözümler kullanılabilir, ancak aynı dikeydeki tesisatlara hizmet vermek üzere ek cihazlar kullanılmalıdır.

Çözüm 1

2 kolonlu bir sistemde: bir tanesi doğrudan şebekeden beslenir, ikincisi ise hidrofor ile dengelenmektedir. Bu çözüm sadece orta-yüksek şebeke basınçlarında kullanılabilir.

Çözüm 2

Düşük ve yüksek basınçta çalışan 2 adet hidrofora sahip 2 kolon vardır.

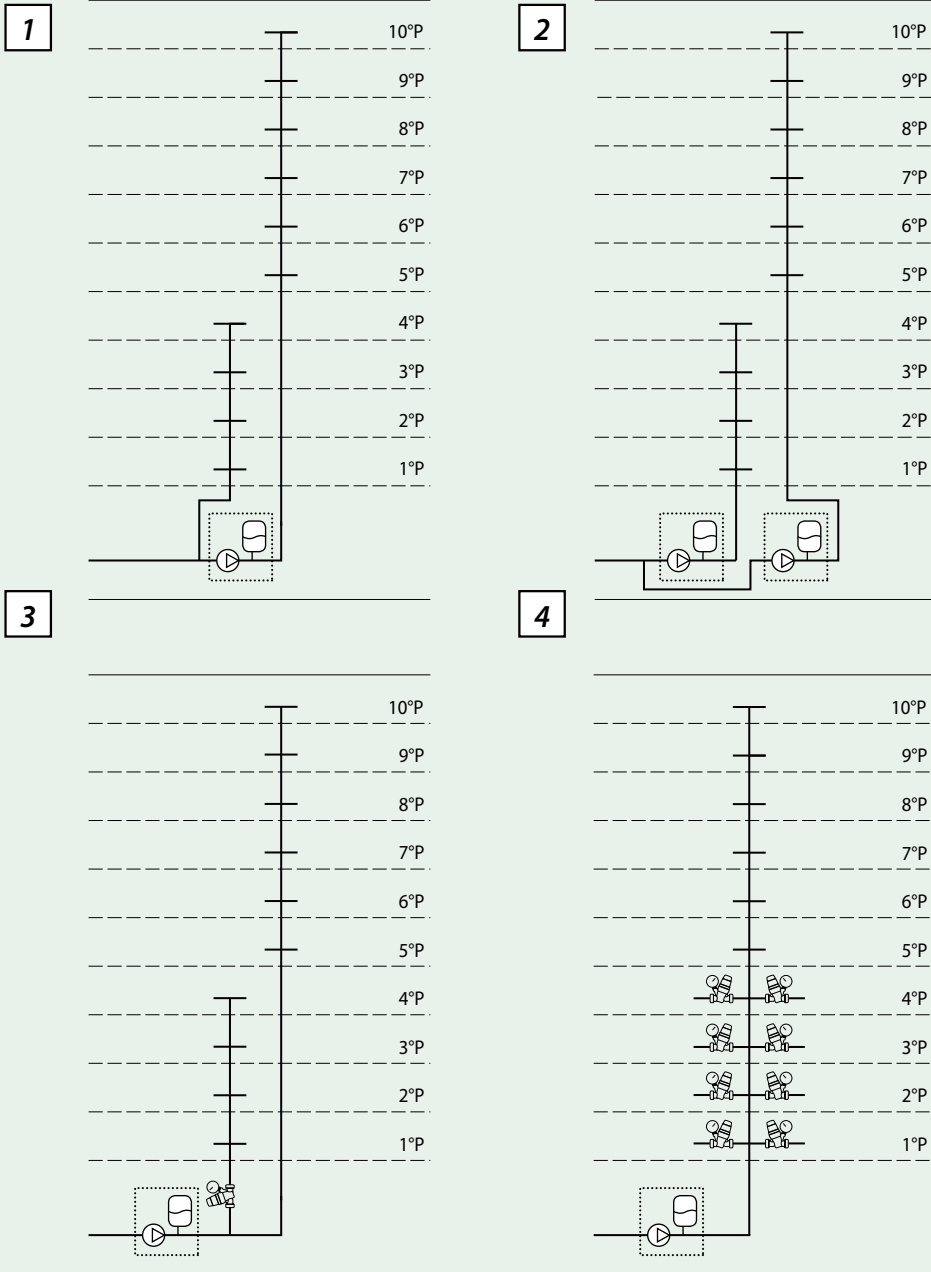
Çözüm 3

1 hidrofor 2 kolon sistemini dengelemektedir. Aşırı basınçları önlemek için kolon üzerinde alt katta basınç düşürücü kullanılmıştır.

Çözüm 4

1 kolon ve hidrofor ile basıncı dengelerken aşırı basıncı engellemek için alt katlarda daire girişlerinde basınç düşürücü kullanılmıştır.

Yüksek ve düşük basınçlı sistemler için örnek şemalar



RE-SİRKÜLASYON DEVRELERİ

Re-sirkülasyon devreleri, sıcak suyu devridaim yaparak kullanım suyunun soğumasını önler. Bu şekilde, bütün armatürlere sabit sıcaklıkta kullanım suyu sağlanır.

Re-sirkülasyon devresi debileri, aşağıdakiler göz önünde bulundurularak belirlenebilir:

- $\Delta t = 2^{\circ}\text{C}$

sıcak su beslemesi ile kritik devre, yani en uzaktaki musluk arasında maksimum izin verilebilen termal sıcaklık farkı.

- $q = 6 \text{ kcal/sa}$

bir metrelik sıcak su borusundaki (iyi yalıtılmış sistemlerde) ortalama ısı dağılımı.

Böylece her bir metrelik boru için ortalama debi gereksinimi aşağıdaki gibidir:

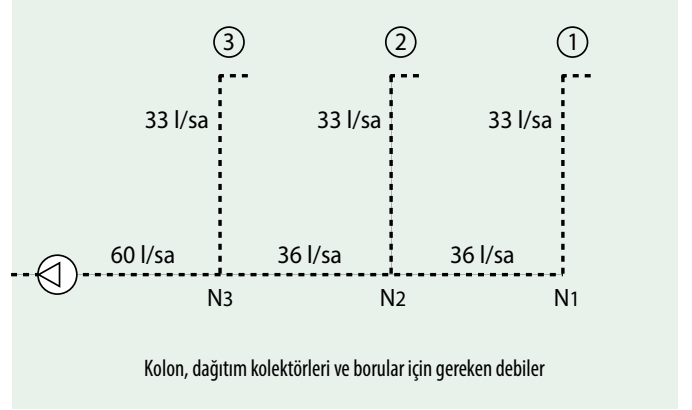
- $g = 6 / 2 = 3 \text{ l/sa}$

Re-sirkülasyon hattı debileri bu değerlere göre belirlendikten sonra, ilgili çaplar sabit sistem basınç düşümlerinden (r), örneğin $r = 0,1-0,3 \text{ kPa/m}$ değerlendirmesi ile hesaplanabilir.

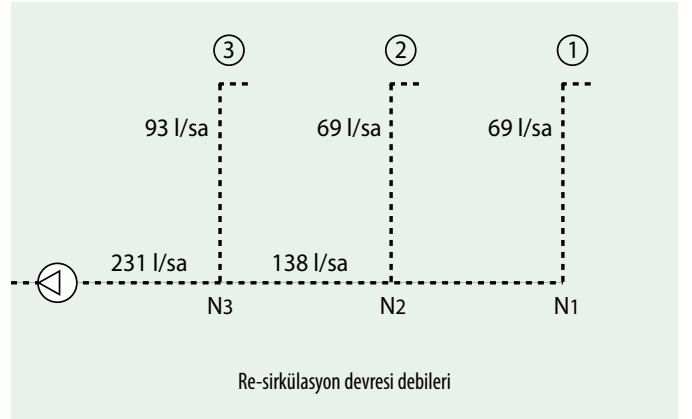
Örnek:

Re-sirkülasyon sistemi için debileri aşağıdaki şemadan belirleyiniz:

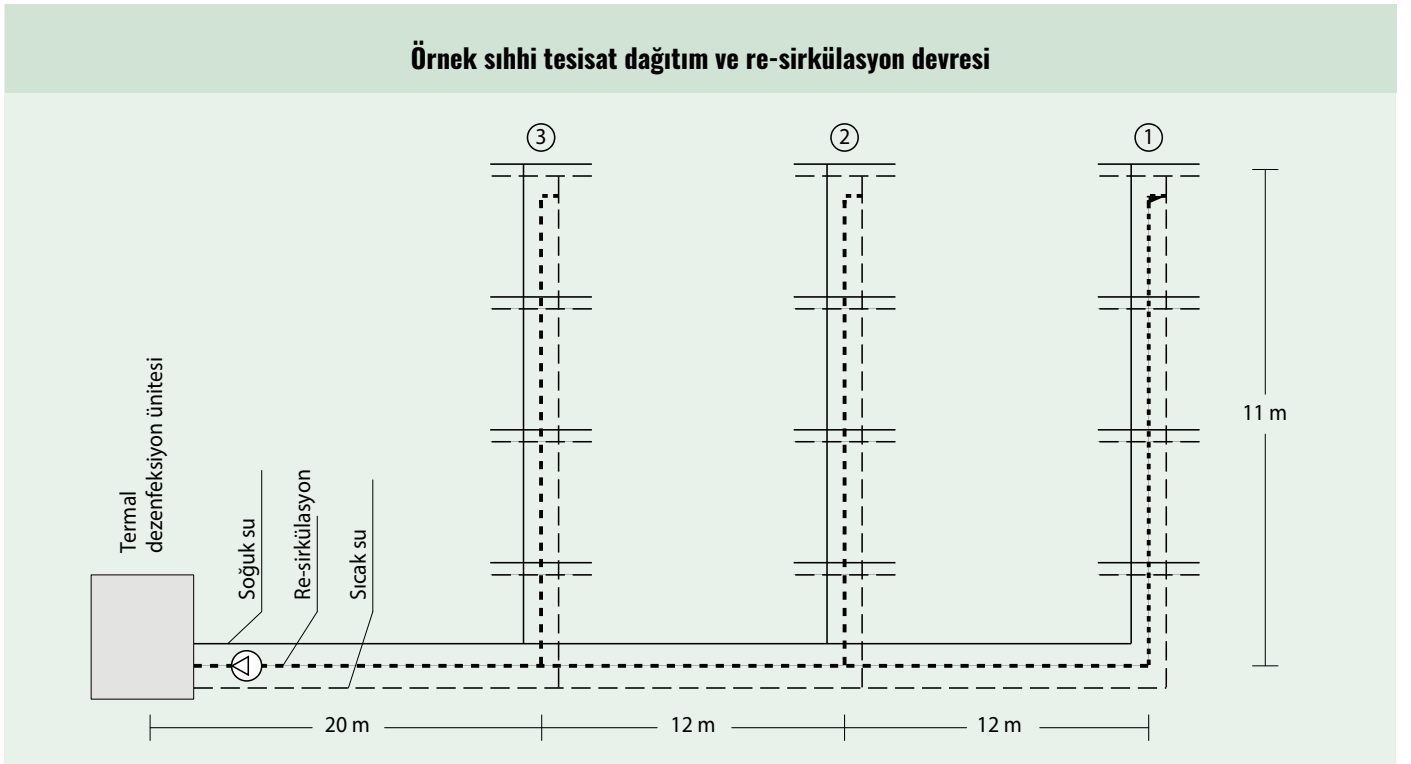
Kolon 1'deki teorik debi	= $11 \cdot 3 = 33 \text{ l/sa}$
Kolon 1/2 boru teorik debi	= $12 \cdot 3 = 36 \text{ l/sa}$
Kolon 2'deki teorik debi	= $11 \cdot 3 = 33 \text{ l/sa}$
Kolon 2/3 boru teorik debi	= $12 \cdot 3 = 36 \text{ l/sa}$
Kolon 3'deki teorik debi	= $11 \cdot 3 = 33 \text{ l/sa}$
Kolon 3/MIS boru teorik debi	= $20 \cdot 3 = 60 \text{ l/sa}$



Re-sirkülasyon devresi debileri, kolonlar ve kolonları besleyen borulara ait debilere eklenerek belirlenir (aşağıdaki çizime bakınız).



Örnek sıhhi tesisat dağıtım ve re-sirkülasyon devresi



TESİSATA ANA BİLEŞENLER

Aşağıda, karışıklık olmaması için pompa, aşırı basınç üniteleri, çek-valf vb. ürünleri dahil etmeden sadece belirtilen hizmetleri veren ürünler hakkında bilgi verilmiştir:

- sıhhi tesisat kullanım suyunu olası kirlenmelere karşı koruyanlar;
- sistem basıncını istenilen değere düşüren ve ayarlayanlar;
- koç darbelerin neden olduğu aşırı basınçları önleyenler;
- sıcak su dağıtımını ve kullanım suyu sıcaklığını yanmaya karşı güvenlik ve antibakteriyel işlem için düzenleyenler;
- re-sirkülasyon devresini termostatik olarak dengeleyenler.

GERİ AKIŞ ÖNLEYİCİLER

Gerі akış önleyiciler, suyun tesisattan şebeke dağıtım sistemine geri dönmesini önleyen güvenlik vanalarıdır.

Bir başka deyişle, suyun (çeşitli türlerde sistemlerden ve ekipmandan) ana şebeke sistemine dönmesini önler; çünkü su, içilebilirlik özelliğini kaybetmiş olabilir. Sistemde geri akışa aşağıda belirtilen durumlar neden olabilir:

- ana dağıtım sistemini oluşturan basınçların kaybı; örneğin sistemde oluşabilecek patlak ya da kırık borular ya da besleme akışının kesilmesi;
- tesisat dağıtım sistemindeki aşırı basınçlar; örneğin, suyun ısıtılmasına bağlı basınç artışları.

Gerі akış önleyiciler temel olarak 3 ana bölgeden oluşur ve içerisinde 2 adet çek-valf, 1 adet diyafram, 1 adet karşı denge vanası, 1 adet kontrol pimi ve 1 adet deşarj yatağı bulunmaktadır.

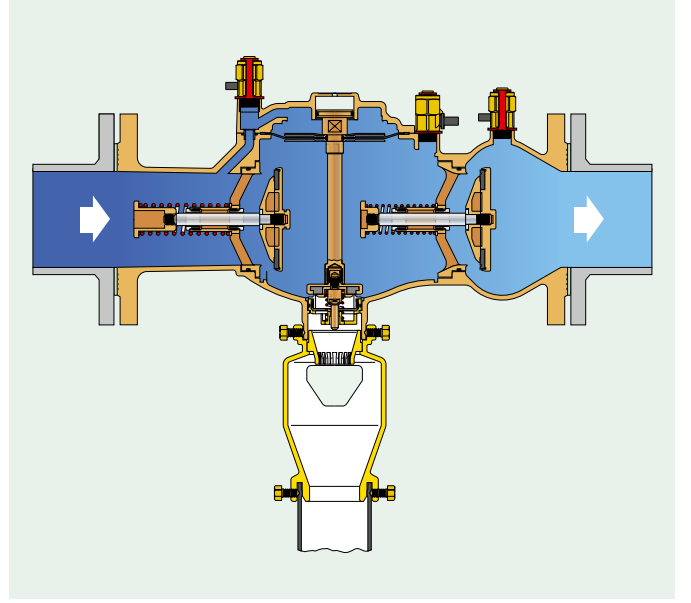
Çek-valfler, üç bölgeyi birbirinden ayırır:

- giriş bölgesi,
- ara veya azaltılmış basınç bölgesi,
- çıkış bölgesi.

Giriş ve ara bölge arasındaki basınç farkı çok düşük limit değerine (örn. 1,4 bar) eşit veya daha yüksekse, diyafram, deşarj cihazını kapalı tutmak için yeterli gücü üretir. Ancak giriş ve ara bölge arasındaki basınç farkı limit değerinden düşük ise, karşı denge yayı, geri akışı çıkış bölgesine ulaşmadan deşarj cihazını devreye sokarak suyu tahliye eder.

Devamlı akış koşulları

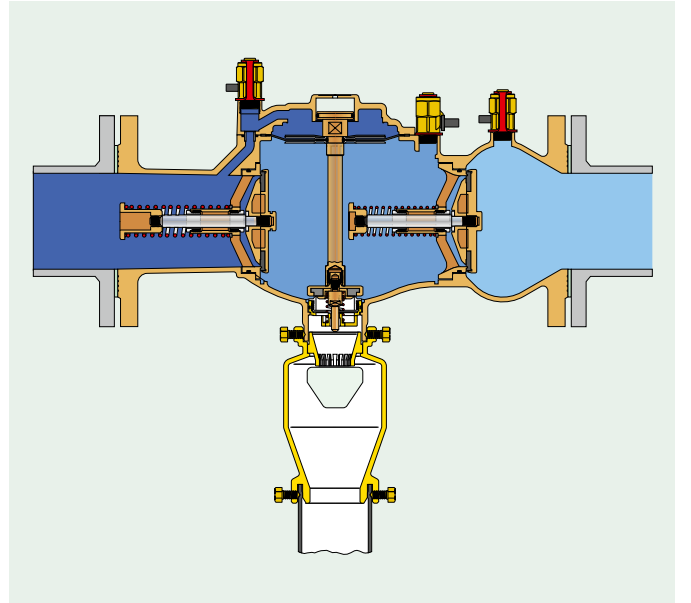
Gerі akış önleyicide devamlı akış durumunda her iki çek-valf açık kalırken, ara zondaki basınç giriş yönü zon basıncından daha düşüktür.



Bu nedenle, diyaframı çalıştıran basınç farkı, deşarj cihazını kapalı tutan bir güç üretir.

Akış olmayan koşullar

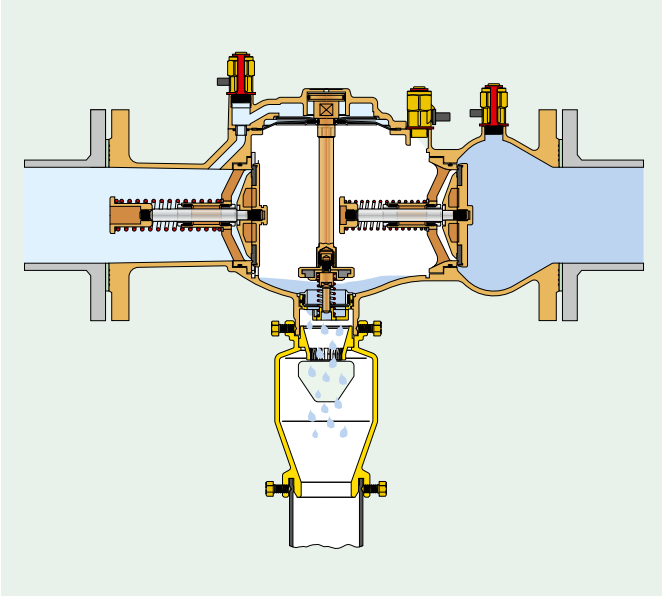
Çek-valf kapalıyken, ara zondaki basınç, giriş yönü zon basıncından daha düşük kalır.



Bu nedenle, bu vana koşulunda, diyaframı çalıştıran basınç farkı, deşarj cihazını kapalı tutar.

Giriş yönünde basınç kaybı ve çıkış yönünde aşırı basınç

Bu koşullarda, ara zondaki basınç, giriş zonu basıncından daha yüksektir. Böyle bir durumda deşarj cihazı devreye girerek sistemde geri akışı önler.



İçme suyu için oluşturulan standartlar

Aşağıdaki standartlar, söz konusu kirlenme türü için Avrupa referansını oluşturmaktadır:

- **EN 1717**

Su tesisatlarındaki içme suyu kirliliğine karşı koruma ve geri akışa bağlı kirlenmeleri önleyen cihazlar için genel şartlar. Bu standart, bina içlerinde insan tüketimine yönelik suyun geri akışına karşı tesisatın korunmasını kapsamaktadır.

- **EN 12729**

İçme suyunun geri akışa bağlı kirlenmesini önleyen cihazlar. Azaltılmış basınç bölgesi, kontrollü geri akış önleyici – Kategori B – Tip A

Aşağıda belirtilen liste, doğrudan kullanım suyu dağıtım sistemlerine bağlandığında olası kirlenici geri akış kaynağı olarak kabul edilen ana tesisat sistemleri ve cihazlarıdır.

KİRLİTİCİ GERİ AKIŞA NEDEN OLABİLEN TESİSAT SİSTEMLERİ VE CİHAZLARI

- bağımsız veya merkezi ısıtma sistemleri
- kuru temizleme makineleri
- fotografik işleme
- hayvan çiftlikleri (otomatik su ve ilaç dozajlama)
- dişçi klinikleri (dişçilik ekipmanı)
- hastaneler:
- sistem koruması:
 - hijyen ve profilaksi laboratuvarları
 - adli tıp departmanları
 - enfektöz hasta koşuşları
 - diyaliz ekipmanı
 - sterilizasyon ve dezenfeksiyon odaları
- merkezi temizlik sistemleri (yüksek basınç)
- devlet ve özel okullar
- demineralize su sistemleri
- endüstriyel çamaşır makineleri
- oteller ve restoranlar (gıda hazırlama, şurupların yüksek basınçlı karbondioksit ile karıştırılması, vb.)
- hava arıtma sistemleri
- gübre, pestisit, vb. gibi katkıları nedeniyle sağlık risklerini arttıracak otomatik sulama veya su sistemleri
- araba, uçak, vagon, vb. yıkama sistemleri
- dizel motorlarda veya kojenerasyon sistemlerindeki soğutma devreleri
- tekneler için içme suyu besleme sistemleri
- şişe yıkama sistemleri
- metal işleri endüstrileri:
 - kimyasal tank soğutması
 - kaplama sistemleri
 - paklama sistemleri
 - ısı eşanjörleri
- plastik endüstrileri:
 - makine soğutma
- genel endüstriler:
 - su arıtma sistemleri
- biyo-kimya endüstrileri:
 - araştırma laboratuvarları
- grafik endüstrileri:
 - silindir yıkama suyu
- gıda endüstrileri:
 - içme suyunun başka maddelerle karıştırdığı tüm uygulamalar
 - sebze yıkama
 - kasaplar ve et tedarikçileri.

BASINÇ DÜŞÜRÜCÜ VANALAR

Basınç düşürücü vanalar, dağıtım sistemindeki basınçları gereken değerlere azaltır ve dengeler.

Daha önceden de belirttiğimiz gibi, basınç düşürücü vanalar, sistemleri aşırı basınçlara karşı korumak ve dolayısı ile (1) dağıtım sistemlerine gelebilecek olası hasarları, (2) yüksek gürültüleri ve (3) muslukların doğru debide ayarlanması zor olacağından dolayı artan su tüketimini önlemek için kullanılır.

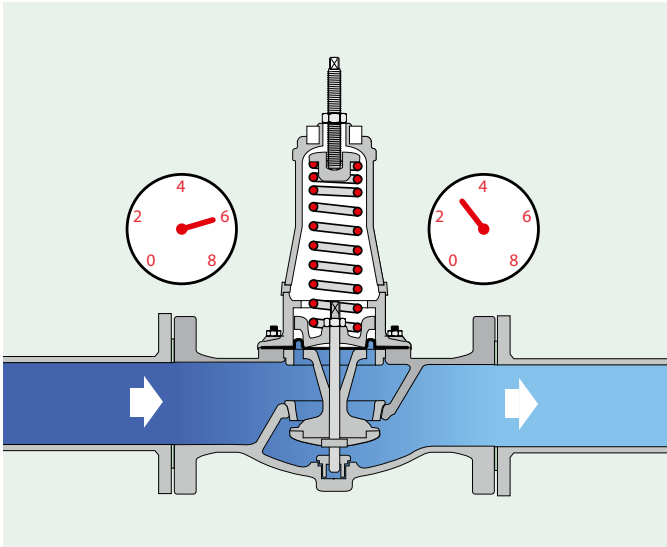
Temel olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşurlar:

1 adet ayar başlığı, 1 adet diyafram, 1 adet karşı denge vanası, 1 adet kontrol pimi ve 1 adet obtüratör.

Çalışma prensipleri iki karşı kuvvetin dengelenmesini temel alır: bunlar yay ve diyafram kuvveti olup, sırasıyla obtüratörü açma ve kapatma eğilimi gösterirler.

Devamlı akış koşulları

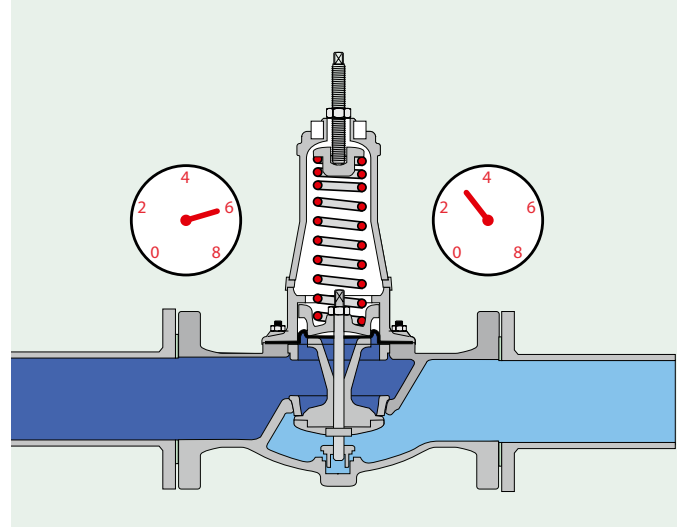
"Yay-diyafram" sistemi, ayar başlığında ayarlanan çıkış yönü basıncını sağlar.



Eğer basınç çok yüksekse, diyaframın ürettiği kuvvet, karşı yay gücünü aşar. Bu durumda obtüratör kısmen kapanarak su basıncını arttırır. Diğer yandan eğer basınç çok düşükse, yay kuvveti karşı diyafram direncini aşar. Bu durumda obtüratör kısmen açılarak su basıncını azaltır.

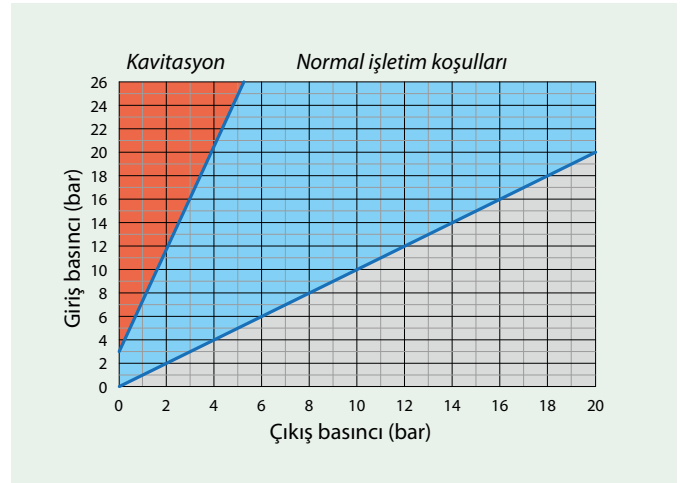
Akış olmayan koşullar

Su ihtiyacı olmadığı koşullarda, yani armatür kapatıldığında, çıkış yönü basıncı yükselir ve diyaframı yukarı doğru iter. Sonuç olarak obtüratör, vanayı su geçişine kapatır ve basıncı ayarlanmış olan değerde sabitler. Diyaframın yay üzerine uyguladığı kuvvet küçük dahi olsa, bu durum cihazın kapanmasına neden olur.



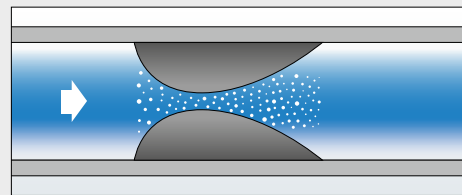
Boyutlandırma

Aşağıdaki grafik, basınç düşürücü vananın giriş ve çıkış basınç değeri arasındaki ilişkisini gösteren kaviteasyon eğrileridir. Basınç düşürücü seçilirken bu grafik mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.



KAVİTASYON

Sistemde kaviteasyon; ortam sıcaklığında su buharlaşması(1), buhar baloncuklarının oluşması(2) ve bu baloncukların içten patlamasına(3) neden olur. Kaviteasyon, vana içerisinde daha dar kesitten geçerken gerçekleşir ve önemli basınç düşüşlerine neden olur.



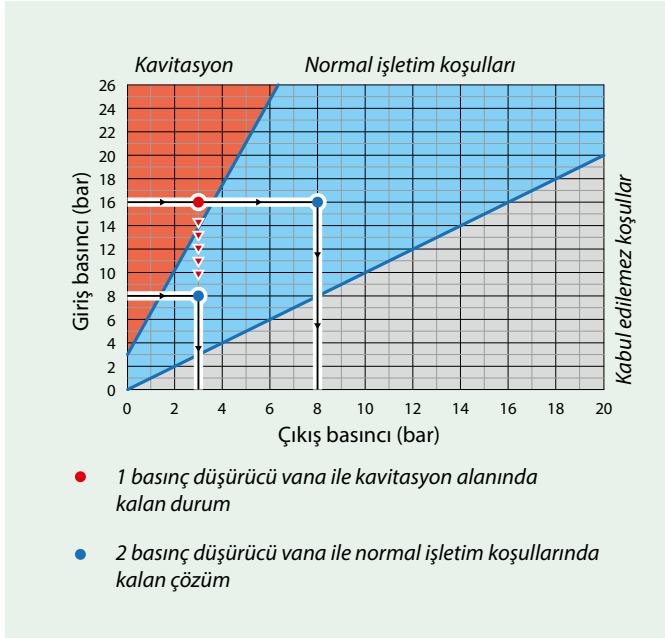
Bu da yüksek seslere sebep olmaktadır ve özellikle basınç düşürücü vanalarda bileşenlerin zarar görmesi konusunda ciddi risk oluşturur. Bu durum basınç düşürücü çalışma performansını ciddi anlamda etkiler.

Aşağıdaki örnekte, bir basınç düşürücü seçerken kavitasyon riskini ortadan kaldırarak seri bağlı basınç düşürücü kullanımının gerekliliği anlatılmıştır.

Örnek:

Kavitasyon problemi olmadan sistem basıncını 16 bar'dan 3 bar'a düşürmek için gereken basınç düşürücü vana veya vanaları seçmek için aşağıdaki kavitasyon grafiğini kullanalım.

Tek bir basınç düşürücü kullandığımızda grafikte dikey çizgide 16 barı ve yatay çizgide ise 3 barı seçtiğimizde kesişim noktası kırmızı alan içerisinde kalmaktadır. Bu kavitasyon riski demektir. Böyle bir sistemde iki kademeli basınç düşürücü çözümünü tercih etmeliyiz. İlk olarak sistem basıncını 16 bardan 8 bara daha sonra 8 bardan 3 bara düşürerek, yani kesişim noktalarında mavi alan içerisinde kalarak, kavitasyon riskini ortadan kaldırmış oluruz.

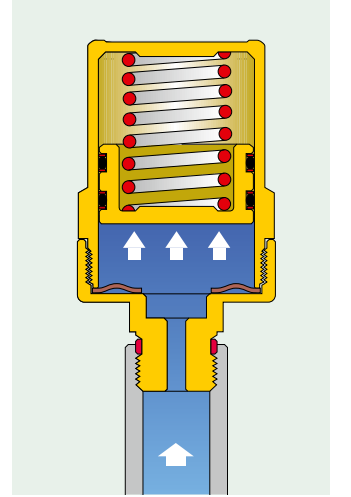


Koç darbesi önleyici vanalar su darbelerinin neden olduğu aşırı basıncı sönmürler.

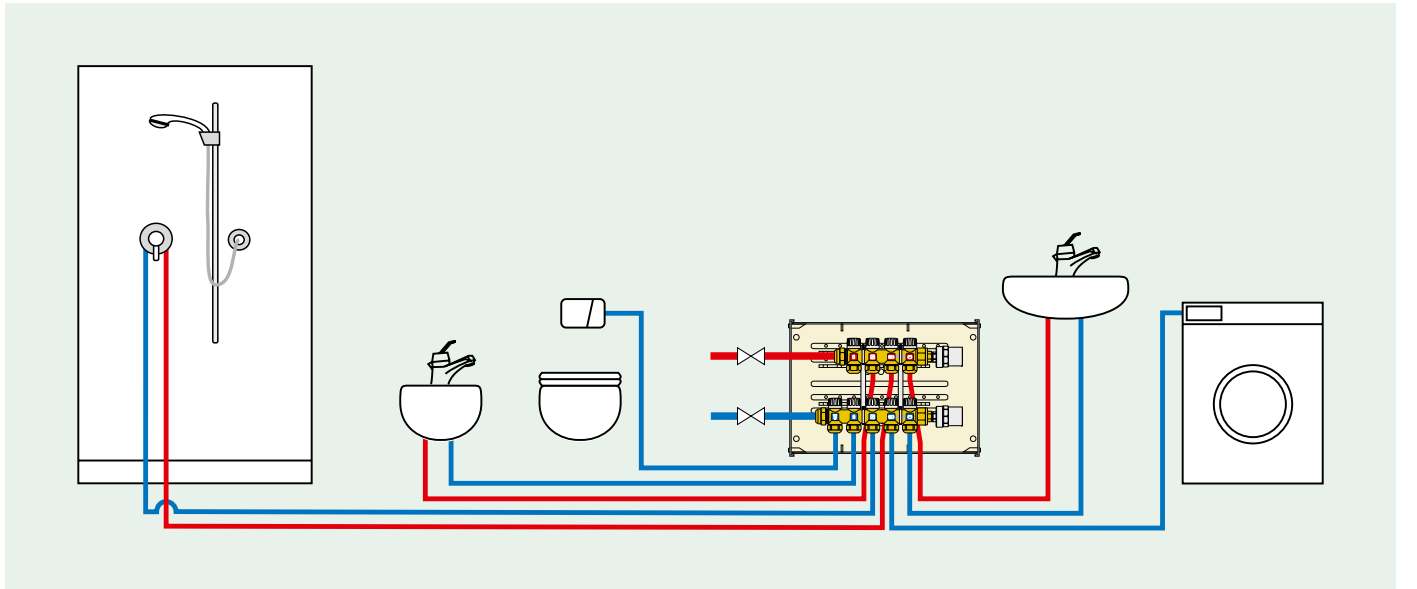
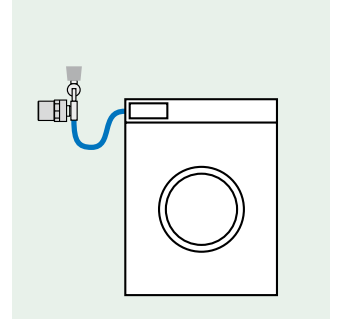
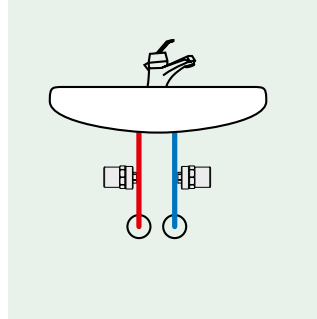
Mekanik (yaylı) veya hava yastıklı; sabit veya ayarlanabilir olabilirler. Koç darbesi önleyiciler, temel olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşurlar:

1 adet açık hazne, 1 adet yalıtımlı piston, 1 adet kapalı hazne, 1 adet karşı denge yayı.

Aşırı basınç piklerini (zirve noktalarını) absorbe edebilmek için vananın açık haznesi doğrudan boruya bağlanır ve sistemdeki su ile dolar. Darbe absorbesi hava haznesindeki hava basıncı değişimi ve piston arkasındaki yay ile sağlanır.

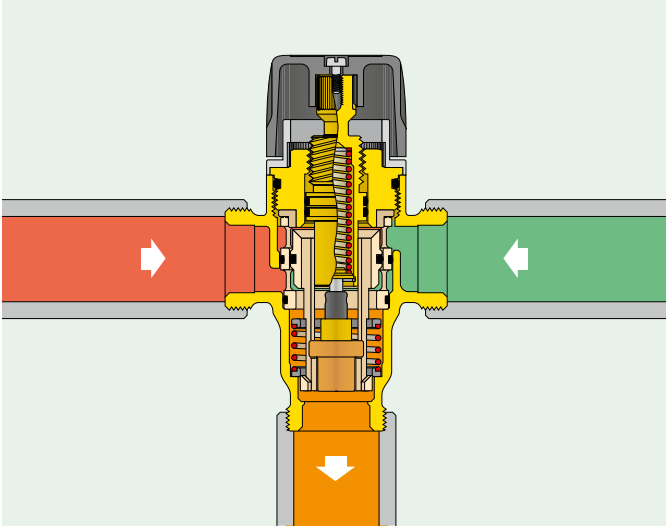


Çamaşır makinelerini ve bulaşık makinelerini korumak veya hızlı-kapanan vanalı cihazları (tek veya grup halinde) korumak için ana boşaltım noktalarına, servis odaları dağıtım kolektörlerinin üzerine monte edilebilirler.



TERMOSTATİK KARIŞIM VANALARI

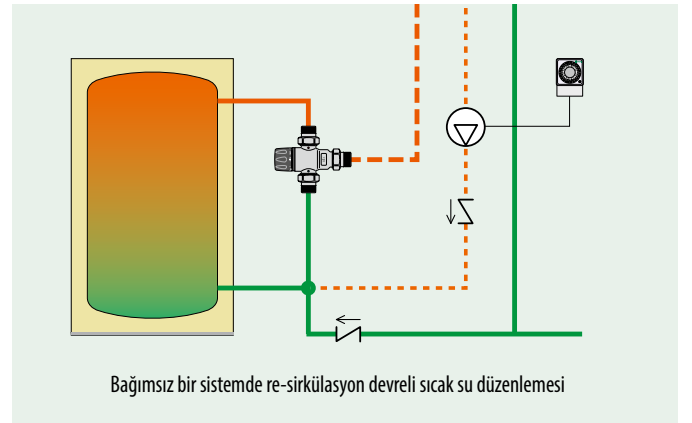
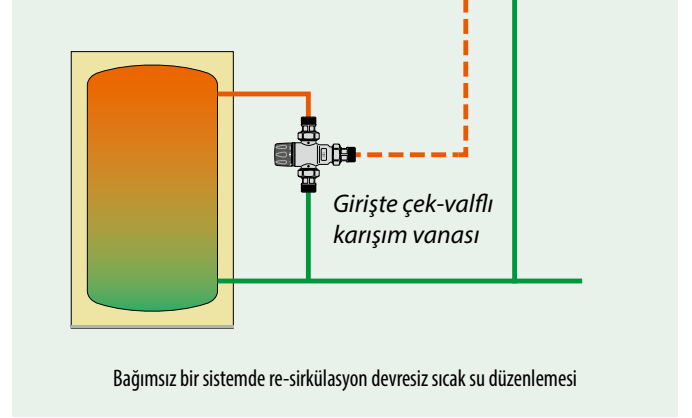
Termostatik karışım vanaları, sıcak ve soğuk suyu karıştırıp, istenilen sıcaklıkta su elde etmeye yarayan vanalardır.



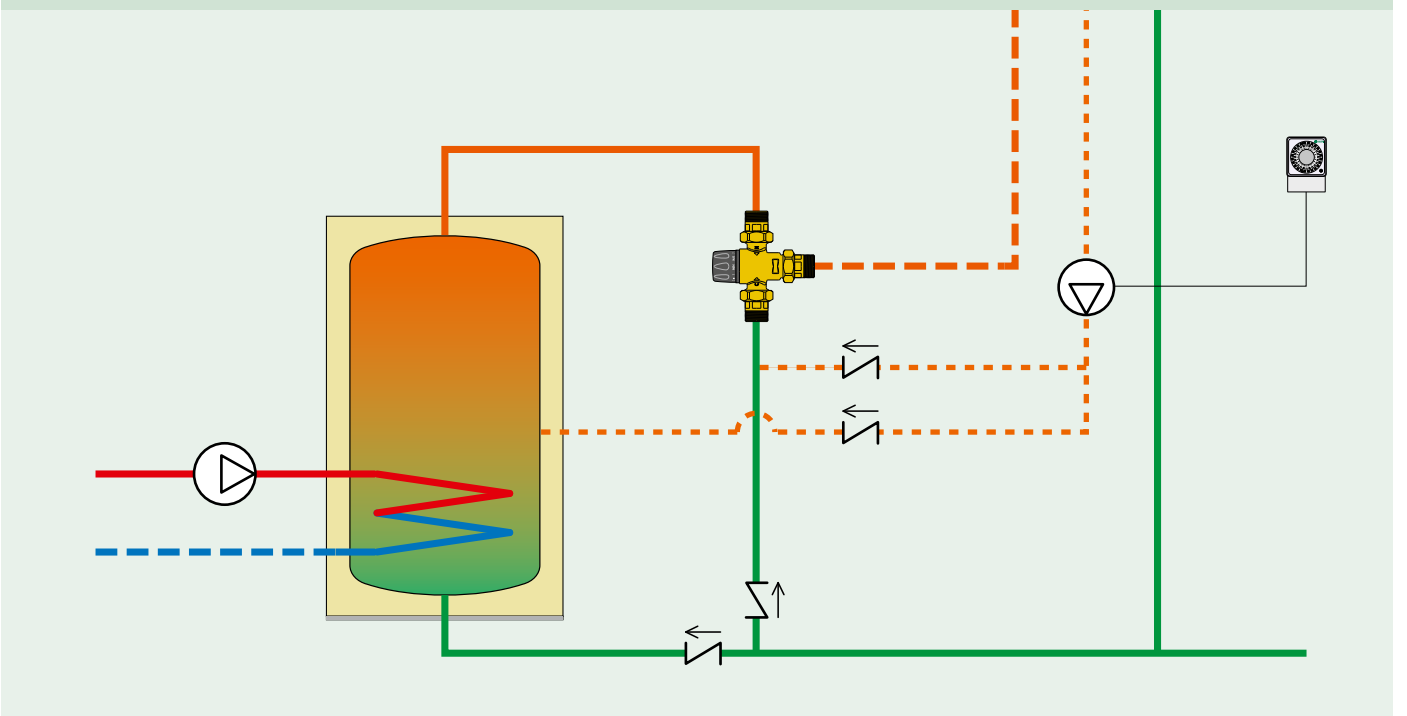
Vana temel olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

Sıcaklık ayarı yapılabilen kontrol başlığı, termostatik sensör (karışım koluna daldırılmış), kontrol mili, obtüratör. Karışım kolu içindeki termostatik sensör sıcak ve soğuk su akışına göre hareket ederek obtüratörü çalıştırır. Vanaların doğru çalışması için sıcak ve soğuk su giriş ağzlarında çek-valfe ihtiyaç vardır.

Aşağıdakiler, bağımsız ve merkezi sıcak su dağıtım sistemlerinde sıcaklığın nasıl ayarlanacağını gösteren temel şemalardır.



Merkezi bir sistemde lejyoner bakteri dezenfeksiyonu olmadan sıcak su düzenlemesi



Sıcak su dağıtım sıcaklığı bakımından, olası yanıklar ve bakteriyel enfeksiyonla ilgili problemlere de yeterli özenin gösterilmesi gerekir.

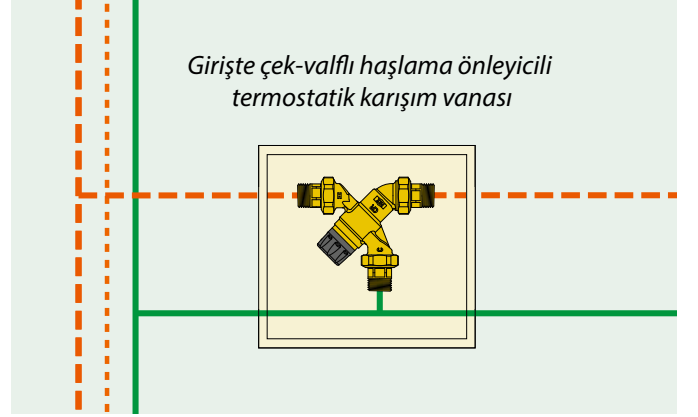
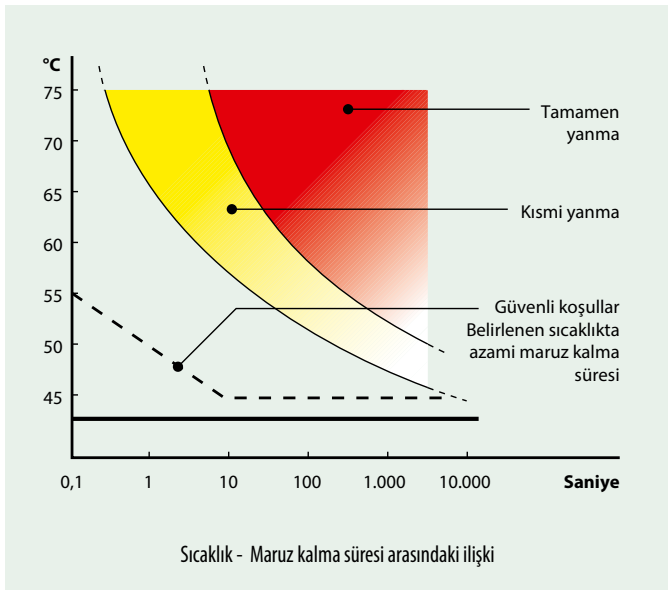
Yanma tehlikeleri

Bu problem son yıllarda daha çok öne çıkmaktadır çünkü kullanım suyu sıcaklık seviyesi lejyoner bakterisi dezenfeksiyon ihtiyacı için artmıştır. Bu durum ciddi yanıklara sebep olabilmektedir, çünkü 30 saniye boyunca 55 °C'ye ve 5 saniye boyunca 60 °C'ye maruz kalındığında kısmi yanıklar oluşabilmektedir. Bu süreler, çocuklarda ve yaşlılarda yarıya kadar inebilmektedir.



Ayrıca karışım vanasının yanlış ayarlanması ve soğuk su dağıtım kolektörü veya besleme hattının gerek kazara gerek bakım nedeni ile kapanmasına bağlı yanma tehlikeleri de mevcuttur.

Bu tehlikeyi önlemek için, her tesisatı, servis odalarını ve hatta her armatürü korumak amacıyla yanmaya karşı güvenlik fonksiyonu olan yani haşlama önleyici vanalar kullanılması mümkündür.



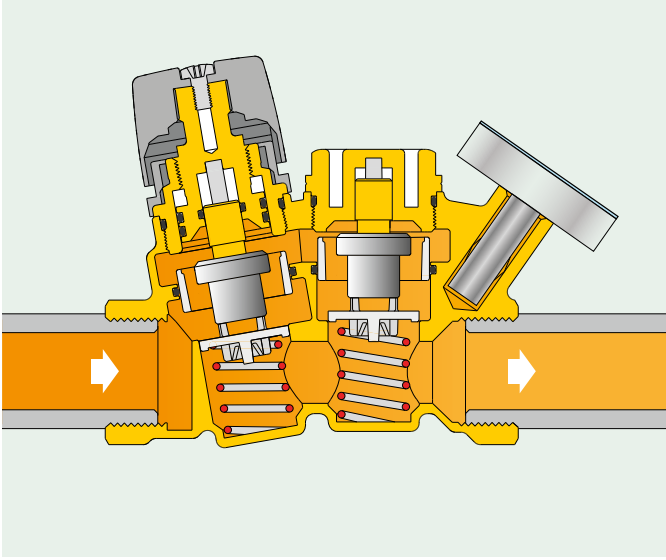
Şek. 18

Kısmi yanığa sebep olan maruz kalma süreleri

Sıcaklık	Yetişkin	0-5 yaş arası Çocuk / Yaşlı
70°C	1 sn	-
65°C	2 sn	0,5 sn
60°C	5 sn	1 sn
55°C	30 sn	10 sn
50°C	5 dk	2,5 dk

TERMAL BALANS VANALARI

Termal balans vanaları, re-sirkülasyon devresi debisini balanslayarak her kullanım noktasında homojen sıcak su dağıtımını garanti eder.



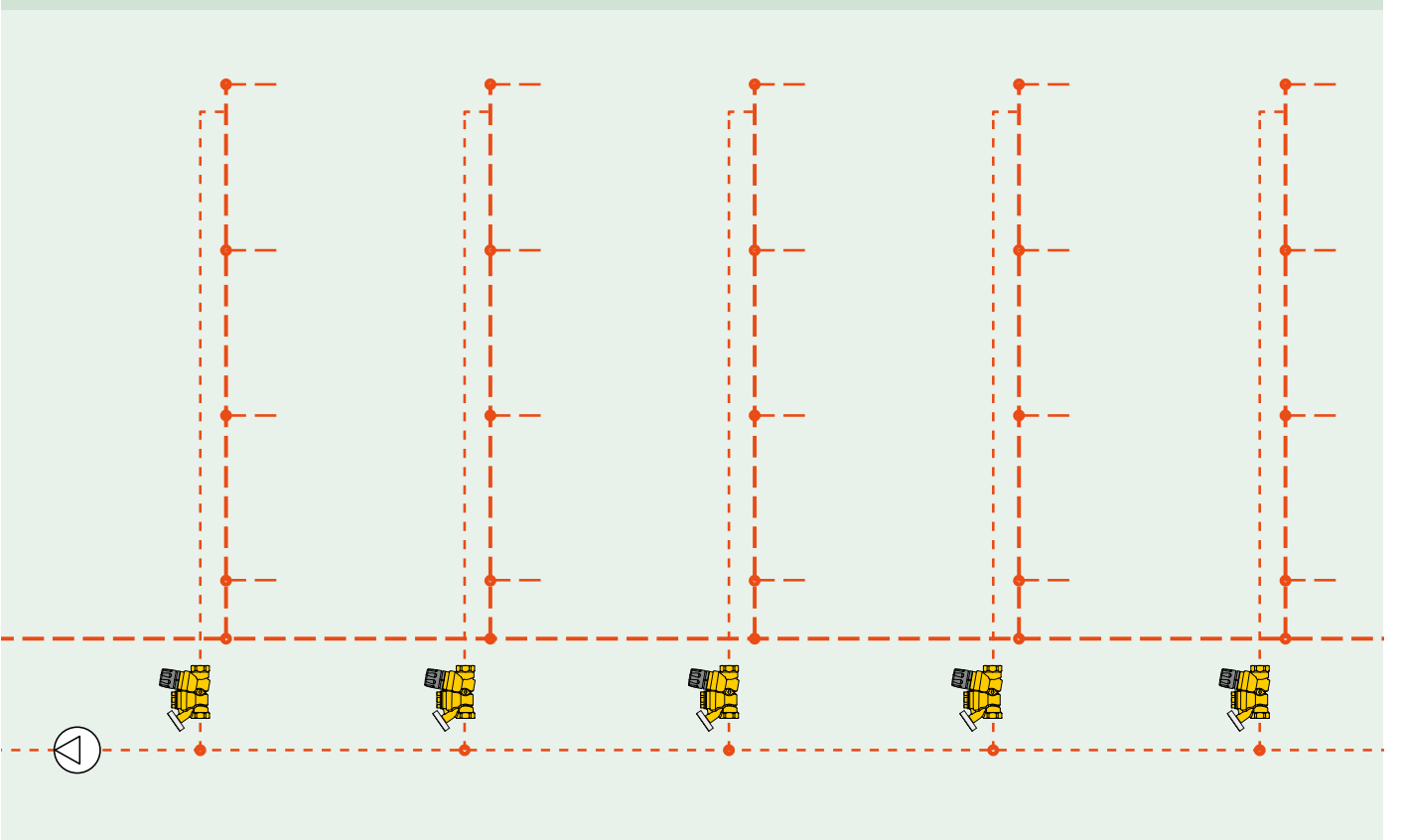
Bu cihazlar, sıcak su re-sirkülasyon devresi sıcaklığındaki değişikliklere tepki veren termostatik bir düzenleme elemanına sahiptir.

Termal balans vanaları, re-sirkülasyon suyu sıcaklığı çok düşük olduğunda (istenilen ayar pozisyonunun altında bir değer) obtüratör geçişi kademeli olarak açar. Su sıcaklığı ayarlanan değer üstünde olduğunda ise obtüratör kademeli olarak azaltır. Su sıcaklığı, ayarlanan sıcaklık ile aynı derece olduğunda ise vana dengede kalır. Bu modülasyon sayesinde suyun en kısa yoldan kaçmasına izin vermeden kritik devre dengesi sağlanmış olacaktır.

Termal balans vanaları, ayrıca iki önemli fayda sunmaktadır: (1) sadece gereken debilerin dolaşımına izin vererek, işletim maliyetlerini azaltır; (2) devridaim sisteminde debileri ve dolayısı ile sıcaklıkları verimli sistem işletim şartlarına göre düzenler, teorik hesaplamaları temel almaz.

Elbette, re-sirkülasyon devrelerinde termal dezenfeksiyon yapılabilmesi için termostatik balans vanalarının işlevi buna uygun olmalıdır. Cihaz; içerisinde bulunan çift kartuşu sayesinde debi kontrolü ile birlikte sistem çalışma sıcaklığını korurken sistem dezenfeksiyona geçtiğinde termal dezenfeksiyon işlevi sayesinde dezenfeksiyon görevini yerine getirir. Termal dezenfeksiyon görevi otomatik kontrollü dezenfeksiyon kartuşu ya da termal vana motoru seçeneği ile iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir.

Termal balans vanaları ile dengelenmiş re-sirkülasyon devresi şeması



Örnek:

Aşağıda görüldüğü üzere, bağımsız kullanım suyu dağıtım sistemini boyutlandırmak için birim doğrusal yük metodunu kullanalım.

Sistem bilgileri:

- sistem borularında galvanizli çelik boru (dağıtım kolektörüne kadar);
- kolektörlerden dağıtım noktalarına kadar olan bağlantılar için çok katmanlı boru;
- $P_{PR} = 350$ kPa ana şebeke mevcut dizayn basıncı;
- $\Delta H = 50$ kPa dağıtım sistemi kaynağı ile kritik devre-deki musluk arasındaki yükseklik farkı;
- $P_{MIN} = 120$ kPa kritik devredeki musluk için gereken minimum basınç;
- $\Delta P_{APP} = 140$ kPa ana bileşenlerin basınç kaybı, 60 kPa ana su sayacı 60 kPa geri akış önleyici, 20 kPa daire giriş istasyonu (anlık DHW (Kullanım Sıcak Su) üretimi);
- $L = 32$ m dağıtım sistemi kaynağını kritik devre musluğuna bağlayan boruların uzunluğu

Çözüm:

İlk olarak sıcak su sistemine yani en büyük basınç düşümüne sahip sistem için birim yükü (J) hesaplayalım. Bu hesabın daha kolay olabilmesi için uygulamadaki farkları göz ardı ederek, soğuk su sistemine eş değer olarak düşünelim. Dağıtım sistemi borularını boyutlandırmak için de bu değerleri kullanılarak ilerleyelim.

Referans tablolar:

- Tab. Şek. 2 Nominal cihaz debileri
- Tab. Şek. 7 Konutlar için tasarım debileri
- Sayfa 39'daki Tab. Çelik soğuk su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 40'daki Tab. Çelik sıcak su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 43'deki Tab. Çok katmanlı soğuk su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 43'deki Tab. Çok katmanlı sıcak su boruları için basınç düşümü

Not: Şek. 7'deki tabloda toplam debiler doğrudan verilmişse, tasarım debisini belirlemek için en yakın yaklaşık değere yuvarlama yapabilirsiniz.

Mevcut birim yük

Bu, sayfa 16'daki formülle (1) verilmiş olup, sıcak su dağıtım sistemi için aşağıdaki gibidir:

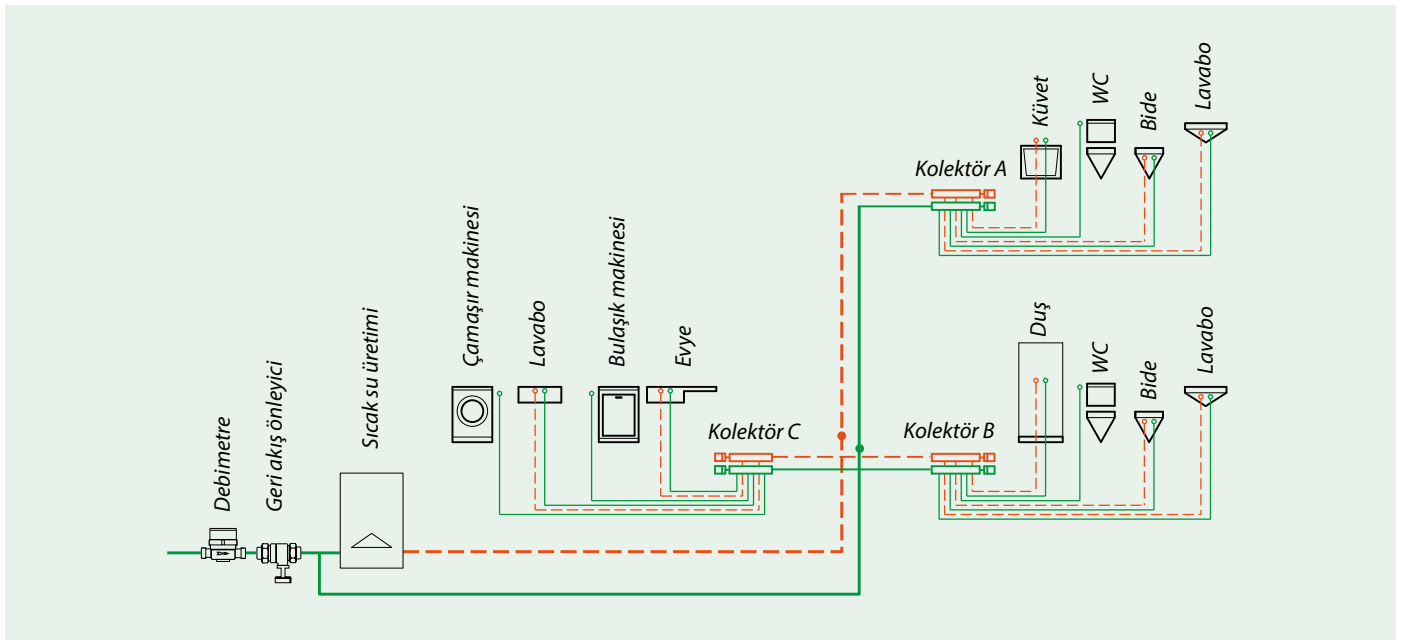
$$J = \left(\frac{350 - 50 - 120 - 140}{32} \right) \cdot 0,7 = 0,875 \text{ kPa/m} = 875 \text{ kPa} = 8,75 \text{ mss}$$

Belirtildiği gibi, bu değeri soğuk su borularını da boyutlandırmak için kullanalım.

Armatür debilerinin belirlenmesi

Kolektör A

Lavabo	DCW	0,10 l/sn	DHW	0,10 l/sn
Bide	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
WC	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
Küvet	"	0,20 l/sn	"	0,20 l/sn
$G_{TOP} =$		0,50 l/sn	$G_{TOP} =$ 0,40 l/sn	



Kolektör B

Lavabo	DCW	0,10 l/sn	DHW	0,10 l/sn
Bide	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
WC	"	0,10 l/sn	"	0,15 l/sn
Duş	"	0,15 l/sn	"	0,15 l/sn
		$G_{TOP.} = 0,45 \text{ l/sn}$	$G_{TOP.} = 0,35 \text{ l/sn}$	

Kolektör C

Evye	DCW	0,20 l/sn	DHW	0,20 l/sn
Bulaşık makinesi	"	0,20 l/sn	"	0,20 l/sn
Lavabo*	"	0,20 l/sn	"	0,20 l/sn
Çamaşır makinesi	"	0,10 l/sn	"	0,20 l/sn
		$G_{TOP.} = 0,70 \text{ l/sn}$	$G_{TOP.} = 0,40 \text{ l/sn}$	

* Lavabo debisi, evye ile aynı olarak alınabilir.

Armatürlere hizmet veren boruların boyutlandırılması

Varsayılan nominal debiler ve doğrusal birim yükler kullanıldığında, sayfa 43'deki tablo aşağıdaki gibi vermektedir:

Cihaz	$G = 0,10 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 16/11.5 \text{ mm}$
Cihaz	$G = 0,15 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 20/15.0 \text{ mm}$
Cihaz	$G = 0,20 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 20/15.0 \text{ mm}$

Tek kolektörlü sistem borularının boyutlandırılması

Varsayılan toplam debiler ve doğrusal birim yükler kullanıldığında, sayfa 39 ve 40'daki tablo aşağıdaki gibi vermektedir:

Kolektör A

DCW	$G_{TOP.} = 0,50 \text{ l/sn}$	$G_{PR} = 0,40 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 3/4''$
DHW	$G_{TOP.} = 0,40 \text{ l/sn}$	$G_{PR} = 0,35 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 3/4''$

Kolektör B

DCW	$G_{TOP.} = 0,45 \text{ l/sn}$	$G_{PR} = 0,35 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 3/4''$
DHW	$G_{TOP.} = 0,35 \text{ l/sn}$	$G_{PR} = 0,30 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 3/4''$

Kolektör C

DCW	$G_{TOP.} = 0,70 \text{ l/sn}$	$G_{PR} = 0,45 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 3/4''$
DHW	$G_{TOP.} = 0,40 \text{ l/sn}$	$G_{PR} = 0,35 \text{ l/sn}$	$\varnothing = 3/4''$

Tesisatlara hizmet veren boruların boyutlandırılması

Yukarıda açıklanan şekilde devam edildiğinde sonuçlar:

• Soğuk su tedarik sistemi

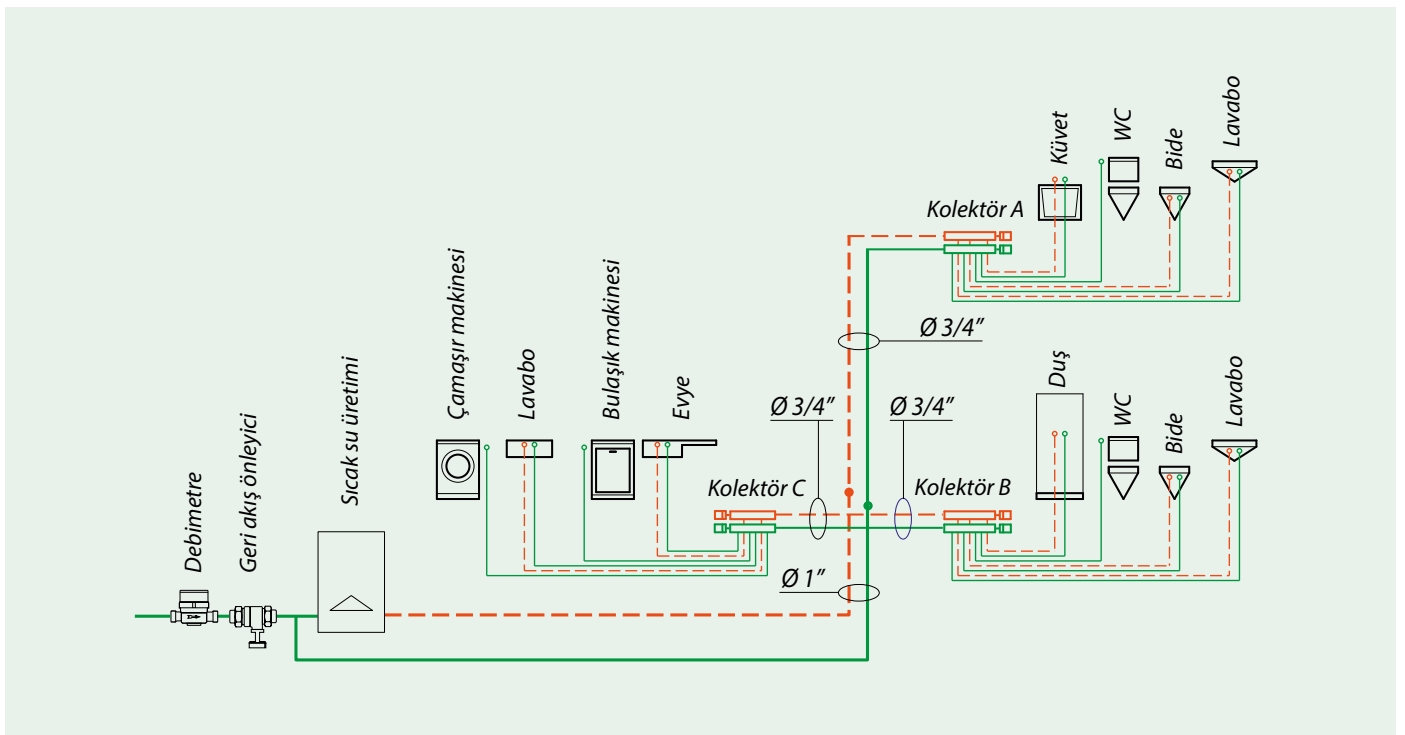
$$G_{TOP.} = 0,50 + 0,45 + 0,70 = 1,65 \text{ l/sn}$$

$$G_{PR} = 0,75 \text{ l/sn} \quad \varnothing = 1''$$

• Sıcak su tedarik sistemi

$$G_{TOP.} = 0,40 + 0,35 + 0,40 = 1,15 \text{ l/sn}$$

$$G_{PR} = 0,60 \text{ l/sn} \quad \varnothing = 1''$$



Örnek:

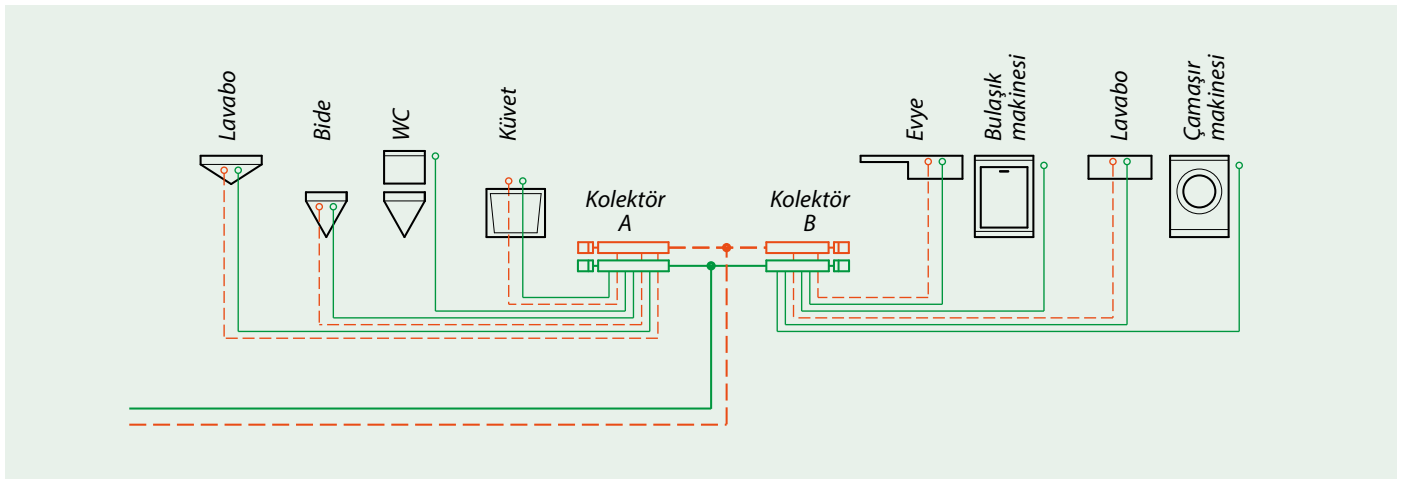
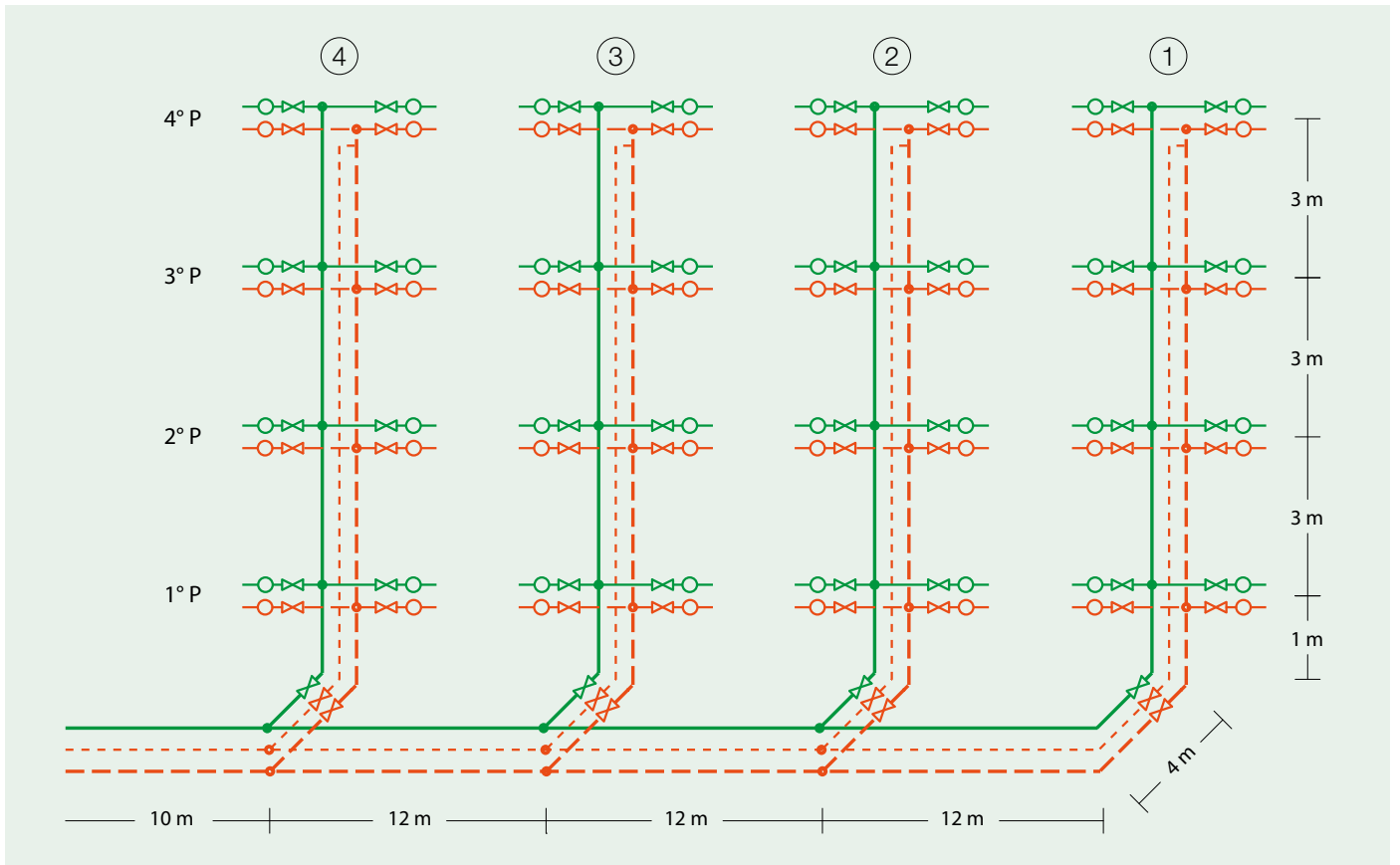
Aşağıda görüldüğü üzere, konutlarda kullanım suyu dağıtım sistemini boyutlandırmak için birim doğrusal yük metodunu kullanalım. Sistem bilgileri;

- her dairede su sayacı bulunmaktadır;
- dağıtım kolektörlerine kadar galvanizli çelik boru kullanılmıştır;
- dağıtım kolektörlerinden dağıtım noktalarına kadar olan bağlantılar için çok katmanlı boru kullanılmıştır;
- 400 kPa = her daire girişinde kabul edilen maksimum basınç;

- her dairedeki basınç düşümleri:
 - 40 kPa = dahili dağıtım borularındaki basınç düşümleri
 - 50 kPa = su sayacı basınç düşümü
 - 10 kPa = kesme vanaları ve kolektör basınç düşümü;
- P_{MIN} = 120 kPa kritik devredeki musluk için gereken minimum basınç;
- ΔH = 100 kPa dağıtım sistemi kaynağı ile kritik devredeki musluk arasındaki yükseklik farkı (≈ 10 mss)

Çözüm:

Kabuller: $J = 1$ kPa / m



Referans tablolar:

- Tab. Şek. 2 Nominal cihaz debileri
- Tab. Şek. 7 Konutlar için tasarım debileri
- Sayfa 39'daki Tab. Çelik soğuk su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 40'daki Tab. Çelik sıcak su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 43'deki Tab. Çok katmanlı soğuk su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 43'deki Tab. Çok katmanlı sıcak su boruları için basınç düşümü

Not: Şek. 7'deki tabloda toplam debiler doğrudan verilmemişse, tasarım debisini belirlemek için en yakın yaklaşık değere yuvarlama yapabilirsiniz.

Maksimum sistem basınçlarının kontrol edilmesi

İlk olarak, daire girişi yönündeki basıncı belirleyiniz. Bu vaka sayfa 19'daki örnekte belirlenen değerle aynı olduğu için referans olarak alabiliriz. Böylece sonuç;

$$\Delta P_{ALL} = 220 \text{ kPa}$$

Daha sonra sıcak su üreticisi ve kullanım sıcak su ünitesi giriş yönünde ihtiyaç duyulan basıncı hesaplamak için formül (4)'ü kullanın:

$$\Delta P_{KAZAN} = 100 + 220 + ((60 \cdot 1) / 0,7) = 406 \text{ kPa}$$

Böylece, daire çıkışında maksimum basınç, aşağıdaki değeri geçmeyecektir:

$$\Delta P_{MAX.ALL} = 406 - 220 = 186 \text{ kPa}$$

bu da maksimum 400 kPa limitinden oldukça düşüktür.

Nominal cihaz debilerinin belirlenmesi

Kolektör A

Lavabo	DCW	0,10 l/sn	DHW	0,10 l/sn
Bide	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
WC	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
Küvet	"	0,20 l/sn	"	0,20 l/sn
		$G_{TOP.} = 0,50 \text{ l/sn}$		

Kolektör B

Evye	DCW	0,20 l/sn	DHW	0,20 l/sn
Bulaşık makinesi	"	0,20 l/sn	"	0,20 l/sn
Lavabo	"	0,20 l/sn	"	0,20 l/sn
Çamaşır makinesi	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
		$G_{TOP.} = 0,70 \text{ l/sn}$	$G_{TOP.} = 0,40 \text{ l/sn}$	

Cihazlara hizmet veren boruların boyutlandırılması

Varsayılan nominal debiler ve doğrusal birim yükler kullanıldığında, sayfa 43'deki tablo aşağıdakini vermektedir:

Cihaz $G = 0,10 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 16/11.5 \text{ mm}$

Cihaz $G = 0,20 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 20/15.0 \text{ mm}$

Kolektörlere hizmet veren boruların boyutlandırılması

Varsayılan nominal debiler ve doğrusal birim yükler kullanıldığında, sayfa 43'deki tablo aşağıdakini vermektedir:

Kolektör A

DCW

$G_{TOP.} = 0,50 \text{ l/sn}$ $G_{PR} = 0,40 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4"$

DHW

$G_{TOP.} = 0,40 \text{ l/sn}$ $G_{PR} = 0,35 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4"$

Kolektör B

DCW

$G_{TOP.} = 0,70 \text{ l/sn}$ $G_{PR} = 0,45 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4"$

DHW

$G_{TOP.} = 0,40 \text{ l/sn}$ $G_{PR} = 0,35 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4"$

Tesisatlara hizmet veren boruların boyutlandırılması

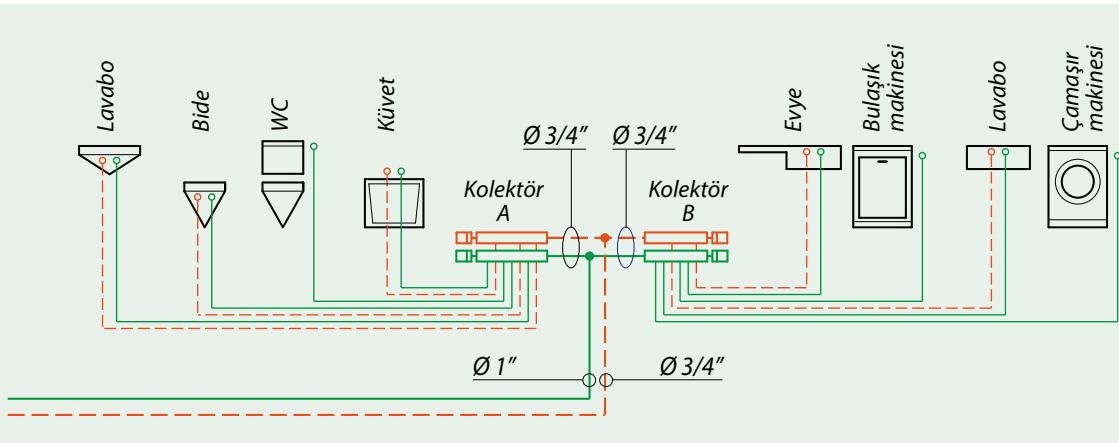
Branşmanlar

DCW (Kullanım Soğuk Su)

$G_{TOP.} = 1,20 \text{ l/sn}$ $G_{PR} = 0,60 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1"$

DHW (Kullanım Sıcak Su)

$G_{TOP.} = 0,80 \text{ l/sn}$ $G_{PR} = 0,50 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4"$



Harici soğuk su sistemi borularının boyutlandırılması

Kolon 1

- 4. kattan 3. kata olan bölüm
 $G_{TOP.} = (0,50 + 0,70) \cdot 2 = 1,20 \cdot 2 = 2,40 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 0,90 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1''$
- 3. kattan 2. kata olan bölüm
 $G_{TOP.} = 1,20 \cdot 4 = 4,80 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 1,25 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{4}''$
- 2. kattan 1. kata olan bölüm
 $G_{TOP.} = 1,20 \cdot 6 = 7,20 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 1,55 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{4}''$
- 1. kattan - sistem bağlantısına olan yatay bölüm
 $G_{TOP.} = 1,20 \cdot 8 = 9,60 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 1,75 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{4}''$

Kolon 2, 3, 4

- Hem debiler hem de çaplar, geometrileri aynı olduğu, aynı türden cihazlara hizmet verdiği ve aynı doğrusal birim yüküyle boyutlandırıldığı için kolon 1 ile aynıdır.

Yatay kolektörün boyutlandırılması

- Kolon 2 ile Kolon 3 arasındaki bölüm kolektörü
 $G_{TOP.} = 9,60 \cdot 2 = 19,20 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 2,45 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{2}''$
- Kolon 3 ile Kolon 4 arasındaki bölüm kolektörü
 $G_{TOP.} = 9,60 \cdot 3 = 28,00 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 2,70 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{2}''$
- Kolon 4 ile ünite arasındaki bölüm kolektörü
 $G_{TOP.} = 9,60 \cdot 4 = 38,4 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 2,85 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{2}''$

Harici sıcak su sistemi borularının boyutlandırılması

Kolon 1

- 4. kattan 3. kata olan bölüm
 $G_{TOP.} = (0,40 + 0,40) \cdot 2 = 0,80 \cdot 2 = 1,60 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 0,75 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1''$
- 3. kattan 2. kata olan bölüm
 $G_{TOP.} = 0,80 \cdot 4 = 3,20 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 1,05 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{4}''$
- 2. kattan 1. kata olan bölüm
 $G_{TOP.} = 0,80 \cdot 6 = 4,80 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 1,25 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{4}''$
- 1. kattan - sistem bağlantısına olan yatay bölüm
 $G_{TOP.} = 0,80 \cdot 8 = 6,40 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 1,45 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{4}''$

Kolon 2, 3, 4

- Sıcak su için de kolon 1 ile aynıdır.

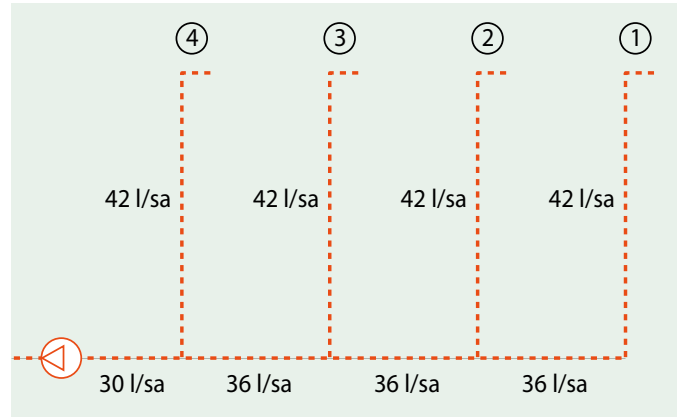
Yatay kolektörün boyutlandırılması

- Kolon 2 ile Kolon 3 arasındaki bölüm kolektörü
 $G_{TOP.} = 6,40 \cdot 2 = 12,80 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 2,05 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{4}''$
- Kolon 3 ile Kolon 4 arasındaki bölüm kolektörü
 $G_{TOP.} = 6,40 \cdot 3 = 19,20 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 2,45 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{2}''$
- Kolon 4 ile ünite arasındaki bölüm kolektörü
 $G_{TOP.} = 6,40 \cdot 4 = 25,60 \text{ l/sn}$
 $G_{PR.} = 2,65 \text{ l/sn}$ $\text{Ø} = 1 \frac{1}{2}''$

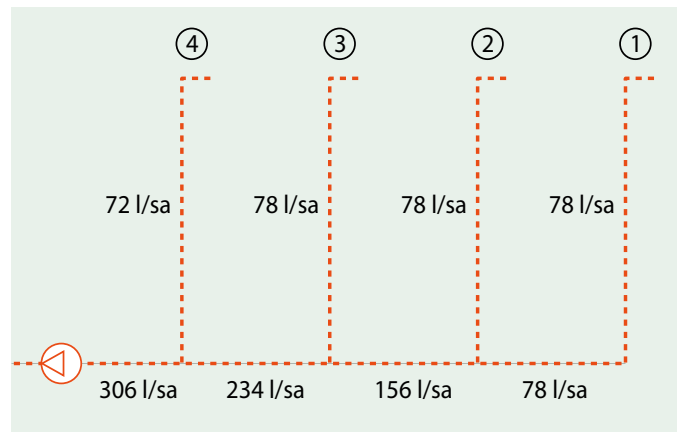
Re-sirkülasyon devresi borularının boyutlandırılması

İlk olarak teorik debileri hesaplayınız (bkz. sayfa 21):

Kolonlardaki teorik debi	=	14 · 3	=	42 l/sa
Kolektördeki teorik debi (12 m bölümler)	=	12 · 3	=	36 l/sa
" " " (10 m bölümler)	=	10 · 3	=	30 l/sa



Daha sonra re-sirkülasyon devresindeki geçerli debileri, kolonları ilgili kolektör besleme borularının gerektirdiği teorik debilerle "yükleyerek" belirleyiniz (aşağıdaki çizime bakınız).



Re-sirkülasyon debileri için ilgili hat çapları, sabit basınç düşümleri (r) kullanılarak ve $r=1$ bar olduğunu varsayarak hesaplanır.

Kolonlardaki sıcak su sıcaklığını dengelemek ve sabit tutmak için her kolon tabanında termal balans vanası kullanılması önerilir.

Kolon 1,2,3	$G = 78 \text{ l/sa}$	$\varnothing = 1/2''$
Kolon 4	$G = 72 \text{ l/sa}$	$\varnothing = 1/2''$

Kolon 1 besleme bölümü kolektörü

$G = 78 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$

Kolon 2 ile Kolon 3 arasındaki bölüm kolektörü

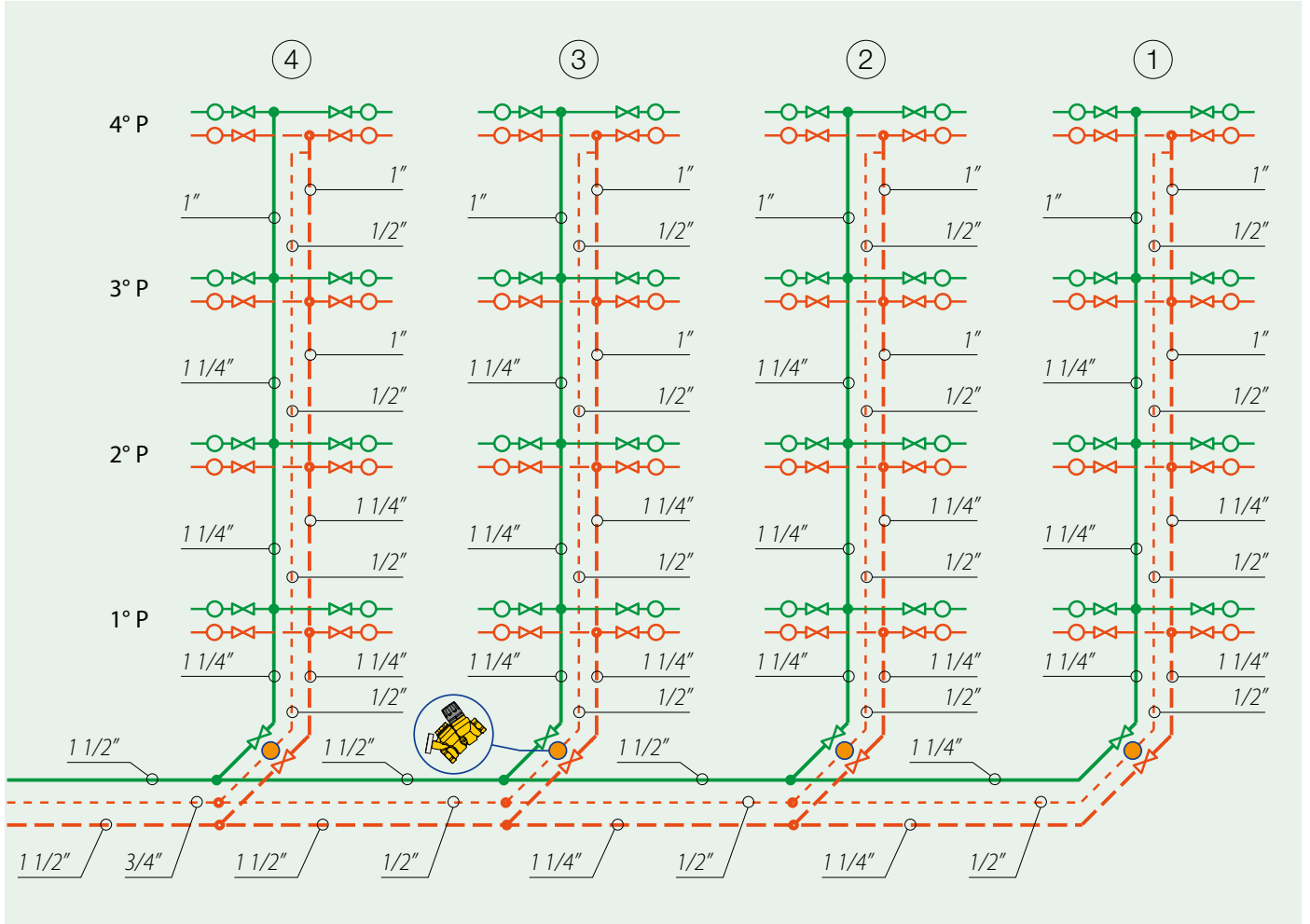
$G = 156 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$

Kolon 3 ile Kolon 4 arasındaki bölüm kolektörü

$G = 234 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$

Kolon 4 ile MIS arasındaki bölüm kolektörü

$G = 306 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 3/4''$

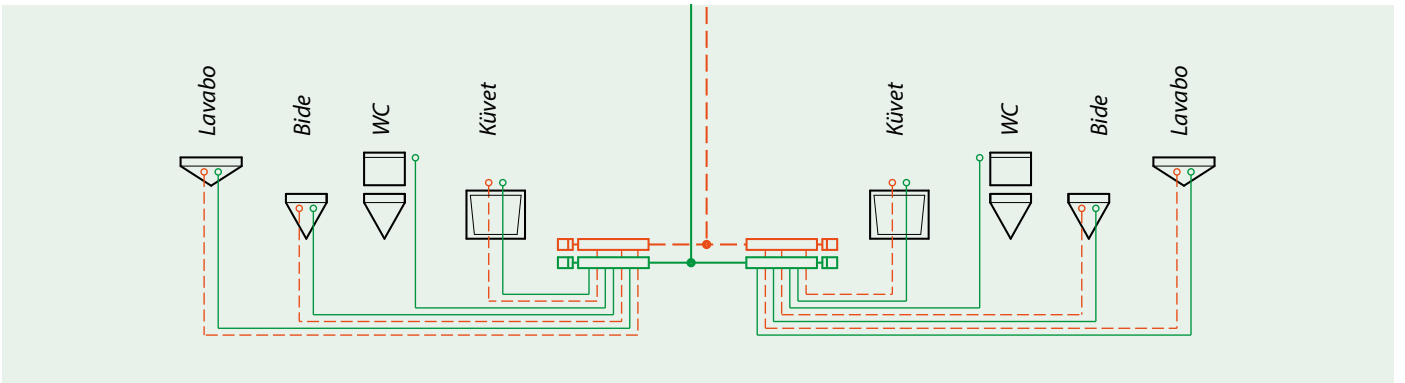
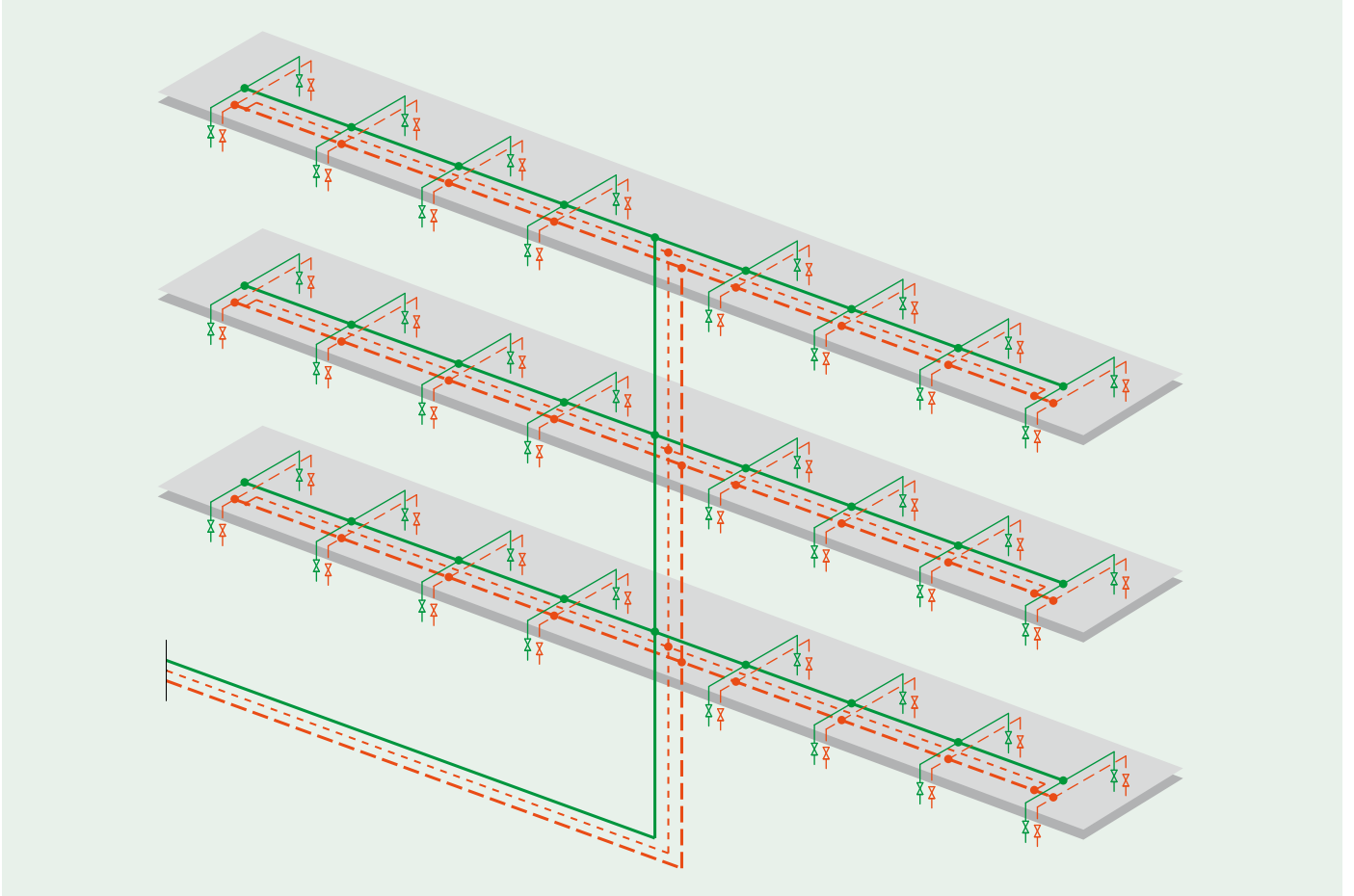


Örnek:

Aşağıda teknik detayları verilen otel kullanım suyu dağıtım sistemi hesaplamak için birim doğrusal yük metodunu verilen bilgileri göz önünde bulundurarak hesaplayınız:

- dahili dağıtım kolektörlerine kadar galvanizli çelik sistem boruları;
- dahili kolektörlerden dağıtım noktalarına kadar olan dahili bağlantılar için çok katmanlı borular;
- $\Delta H = 100$ kPa dağıtım sistemi kaynağı ile kritik devredeki musluk arasındaki yükseklik farkı;
- $P_{MIN} = 120$ kPa kritik devredeki musluk için gereken minimum basınç;

- $L_{TOT} = 52$ m MIS'ı kritik devredeki musluğa başlayan boruların toplam uzunluğu;
- $CB = 15$ m kolonlara hizmet veren taban kolektörlerinin uzunluğu;
- $L_{COL} = 10$ m kolon uzunluğu;
- $H_P = 3$ m katlar arası yükseklik;
- $L_{DER} = 20$ m yatay kolların asma tavana olan uzunluğu.



Çözüm:

Kabuller: $J = 1 \text{ kPa} / \text{m}$

Referans tablolar:

- Tab. Şek. 2 Nominal cihaz debileri
- Tab. Şek. 9 Oteller ve misafirhaneler için tasarım debileri
- Sayfa 39'daki Tab. Çelik soğuk su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 40'daki Tab. Çelik sıcak su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 43'deki Tab. Çok katmanlı soğuk su boruları için basınç düşümü
- Sayfa 43'deki Tab. Çok katmanlı sıcak su boruları için basınç düşümü

Not: Şek. 9'deki tabloda toplam debiler doğrudan verilmişse, tasarım debisini belirlemek için en yakın yaklaşık değere yuvarlama yapabilirsiniz.

MIS (Merkezi Isıtma Sistemi) çıkış yönünde gereken basınç

Formül (4) ile hesaplanır:

$$\Delta P_{\text{KAZAN}} = 100 + 120 + ((52 \cdot 1) / 0,7) = 294 \text{ kPa}$$

Yukarıdaki değer, gürültü riski oluşturmayan bir değerdir.

Nominal cihaz debilerinin belirlenmesi

Lavabo	DCW	0,10 l/sn	DHW	0,10 l/sn
Bide	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
WC	"	0,10 l/sn	"	0,10 l/sn
Küvet	"	0,20 l/sn	"	0,20 l/sn
		$G_{\text{TOP.}} = 0,50 \text{ l/sn}$	$G_{\text{TOP.}} = 0,40 \text{ l/sn}$	

Cihazlara hizmet veren boruların boyutlandırılması

Varsayılan nominal debiler ve doğrusal birim yükler kullanıldığında, sayfa 43'deki tablo aşağıdakini vermektedir:

Cihaz $G = 0,10 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 16/11.5 \text{ mm}$

Cihaz $G = 0,20 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 20/15.0 \text{ mm}$

Yatak odası kolektörlerine hizmet veren boruların boyutlandırılması

Varsayılan toplam debi yükleri ve doğrusal birim yükleri kullanarak, 39 ve 40. sayfalardaki tablolar aşağıdaki değerleri verir:

DCW

$G_{\text{TOP.}} = 0,50 \text{ l/sn}$ $G_{\text{PR}} = 0,40 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4''$

DHW

$G_{\text{TOP.}} = 0,40 \text{ l/sn}$ $G_{\text{PR}} = 0,35 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4''$

Çift yatak odasına hizmet veren boruların boyutlandırılması

Önceki vakadaki gibi devam edildiğinde sonuç:

DCW (Kullanım Soğuk Su)

$G_{\text{TOP.}} = 1,00 \text{ l/sn}$ $G_{\text{PR}} = 0,60 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4''$

DHW (Kullanım Sıcak Su)

$G_{\text{TOP.}} = 0,80 \text{ l/sn}$ $G_{\text{PR}} = 0,55 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 3/4''$

Harici soğuk su sistemi borularının boyutlandırılması

En üst kat için yatay branşman

- 4 yatak odasına hizmet veren 1. bölüm
 $G_{\text{TOP.}} = 0,5 \cdot 4 = 2,00 \text{ l/sn}$
 $G_{\text{PR}} = 0,90 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1''$
- 8 yatak odasına hizmet veren 2. bölüm
 $G_{\text{TOP.}} = 0,5 \cdot 8 = 4,00 \text{ l/sn}$
 $G_{\text{PR}} = 1,40 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$
- 12 yatak odasına hizmet veren 3. bölüm
 $G_{\text{TOP.}} = 0,5 \cdot 12 = 6,00 \text{ l/sn}$
 $G_{\text{PR}} = 1,80 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$
- 16 yatak odasına hizmet veren 4. bölüm
 $G_{\text{TOP.}} = 0,5 \cdot 16 = 8,00 \text{ l/sn}$
 $G_{\text{PR}} = 2,15 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{2}''$

Diğer yatay branşmanlar

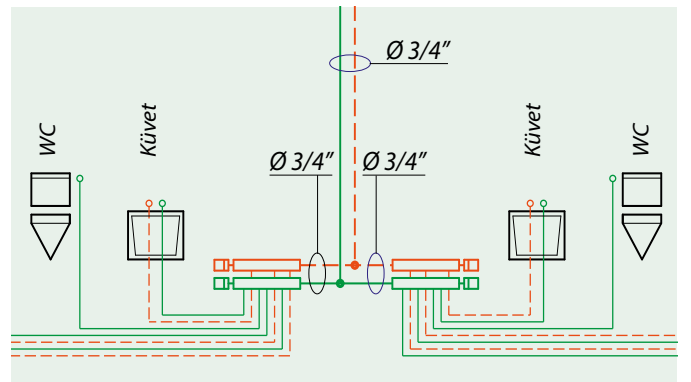
- Aynı geometriye sahip oldukları, benzer tesisatlara hizmet verdikleri ve aynı doğrusal birim yüklerle boyutlandırıldıkları için yukarıdakiyle aynıdır.

Kolonlar

- 32 yatak odasına hizmet veren 2. bölüm
 $G_{\text{TOP.}} = 0,5 \cdot 32 = 16,00 \text{ l/sn}$
 $G_{\text{PR}} = 3,40 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{2}''$
- 64 yatak odasına hizmet veren 1. bölüm
 $G_{\text{TOP.}} = 0,5 \cdot 64 = 32,00 \text{ l/sn}$
 $G_{\text{PR}} = 4,70 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 2''$
- 96 yatak odasına hizmet veren zemin kat bölümü
 $G_{\text{TOP.}} = 0,5 \cdot 96 = 48,00 \text{ l/sn}$
 $G_{\text{PR}} = 5,45 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 2''$

Yatay Kolektör

- G_{PR} ve \varnothing , son kolon bölümü ile aynıdır.



Harici sıcak su sistemi borularının boyutlandırılması

En üst kat için yatay branşman

- 4 yatak odasına hizmet veren 1. bölüm
 $G_{TOP.} = 0,4 \cdot 4 = 1,60 \text{ l/sn}$
 $G_{PR} = 0,80 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1''$
- 8 yatak odasına hizmet veren 2. bölüm
 $G_{TOP.} = 0,4 \cdot 8 = 3,20 \text{ l/sn}$
 $G_{PR} = 1,25 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$
- 12 yatak odasına hizmet veren 3. bölüm
 $G_{TOP.} = 0,4 \cdot 12 = 4,80 \text{ l/sn}$
 $G_{PR} = 1,55 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$
- 16 yatak odasına hizmet veren 4. bölüm
 $G_{TOP.} = 0,4 \cdot 16 = 6,40 \text{ l/sn}$
 $G_{PR} = 1,90 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{4}''$

Diğer yatay branşmanlar

- Aynı geometriye sahip oldukları, benzer tesisatlara hizmet verdikleri ve aynı doğrusal birim yükü boyutlandırıldıkları için yukarıdakiyle aynıdır.

Kolon

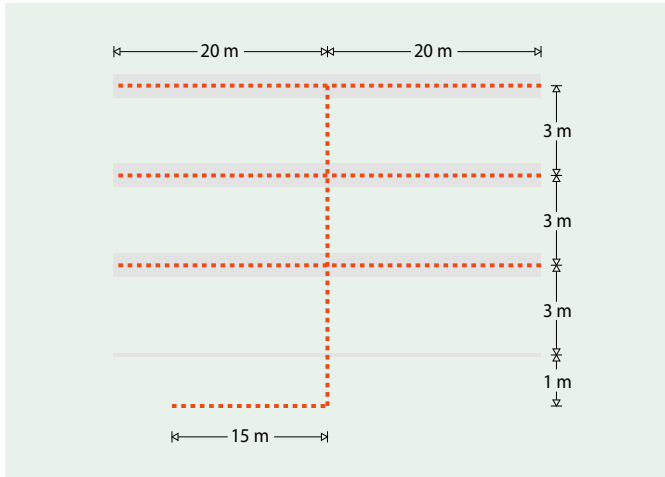
- 32 yatak odasına hizmet veren 2. bölüm
 $G_{TOP.} = 0,4 \cdot 32 = 12,80 \text{ l/sn}$
 $G_{PR} = 3,00 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 1 \frac{1}{2}''$
- 64 yatak odasına hizmet veren 1. bölüm
 $G_{TOP.} = 0,4 \cdot 64 = 25,60 \text{ l/sn}$
 $G_{PR} = 4,30 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 2''$
- 96 yatak odasına hizmet veren zemin kat bölümü
 $G_{TOP.} = 0,4 \cdot 96 = 38,40 \text{ l/sn}$
 $G_{PR} = 5,00 \text{ l/sn}$ $\varnothing = 2''$

Yatay kolektör

- G_{PR} ve \varnothing , son kolon bölümü ile aynıdır.

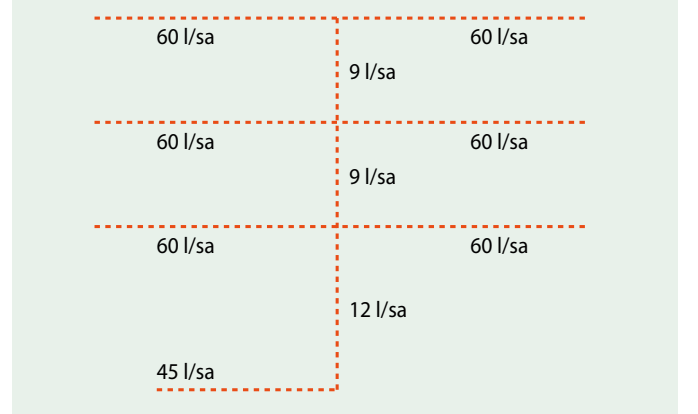
Re-sirkülasyon devresi borularının boyutlandırılması

Tasarım verilerine göre, harici sıcak su sistemi ve re-sirkülasyon devresi aşağıdaki düzene sahiptir:

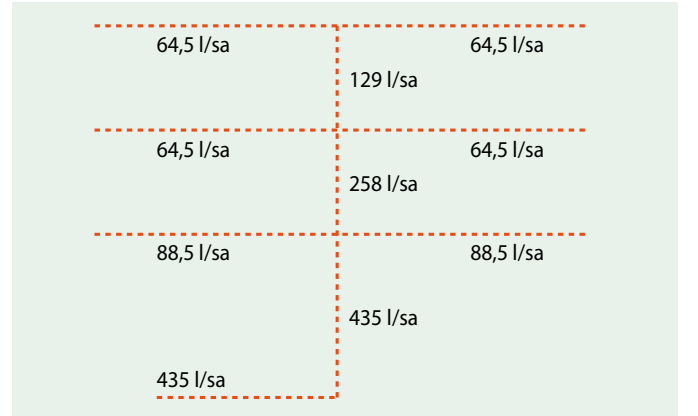


Re-sirkülasyon devresini boyutlandırmak için öncelikle yukarıdaki sistem düzeni için (bkz. sayfa 21) gereken teorik debileri hesaplayınız:

- Yatay branşmanlardaki teorik debi $= 20 \cdot 3 = 60 \text{ l/sa}$
- $h = 3 \text{ m}$ olan kolonlardaki teorik debi $= 3 \cdot 3 = 9 \text{ l/sa}$
- $h = 1 \text{ m}$ olan kolonlardaki teorik debi $= 1 \cdot 3 = 3 \text{ l/sa}$
- Taban kolektöründeki teorik debi $= 15 \cdot 3 = 45 \text{ l/sa}$



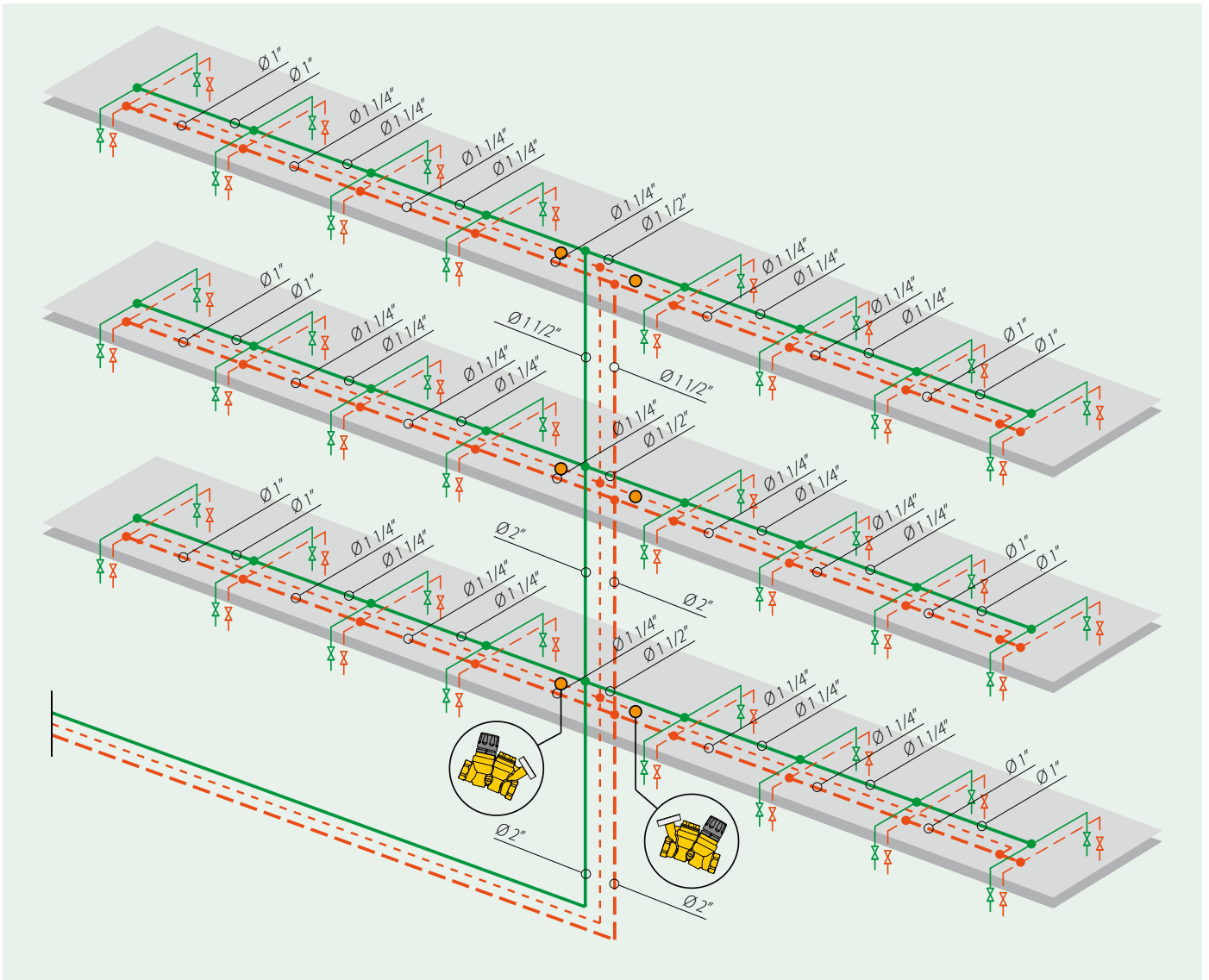
Hesaplanan debileri; branşmanları ilgili kolonlarla ve taban kolektörün gerektirdiği teorik debilere "yükleyerek" belirleyiniz.



Re-sirkülasyon devresi debileri için ilgili çaplar, sabit doğrusal basınç düşümleri (r) kullanarak ve $r = 2,5$ olduğunu varsayarak hesaplanır.

Termal balans vanaları, branşmanlardaki debiyi dengelemek ve dolayısı ile neredeyse sabit dağıtım sıcaklıklarını garantilemek için kullanılır.

- 2. kat yatay branşman $G = 64,5 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$
- 2. kat kolon $G = 129 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$
- 1. kat yatay branşman $G = 64,5 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$
- 1. kat kolon $G = 258 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$
- Zemin kat yatay branşman $G = 88,5 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$
- Zemin kat kolon $G = 435 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$
- Yatay kolektör $G = 435 \text{ l/sa}$ $\varnothing = 1/2''$



ÇELİK BORULAR - T = 10°C
Birim yüke (J) göre debiler

D	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	
<i>Di</i>	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	
J						<i>G [l/sn]</i>						
<i>kPa/m</i>						<i>v [m/sn]</i>						
0,20	0,08 <i>0,40</i>	0,18 <i>0,48</i>	0,33 <i>0,56</i>	0,69 <i>0,68</i>	1,04 <i>0,75</i>	1,95 <i>0,88</i>	3,89 <i>1,05</i>	5,97 <i>1,17</i>	12,08 <i>1,40</i>	21,19 <i>1,61</i>	34,24 <i>1,82</i>	
0,25	0,09 <i>0,45</i>	0,20 <i>0,54</i>	0,37 <i>0,63</i>	0,78 <i>0,76</i>	1,17 <i>0,84</i>	2,20 <i>0,99</i>	4,39 <i>1,18</i>	6,72 <i>1,31</i>	13,61 <i>1,57</i>	23,88 <i>1,81</i>	38,58 <i>2,05</i>	
0,30	0,10 <i>0,49</i>	0,22 <i>0,60</i>	0,41 <i>0,70</i>	0,86 <i>0,84</i>	1,29 <i>0,93</i>	2,43 <i>1,09</i>	4,83 <i>1,30</i>	7,41 <i>1,45</i>	15,01 <i>1,73</i>	26,32 <i>2,00</i>	42,53 <i>2,26</i>	
0,35	0,11 <i>0,53</i>	0,24 <i>0,65</i>	0,45 <i>0,76</i>	0,93 <i>0,91</i>	1,40 <i>1,01</i>	2,64 <i>1,19</i>	5,25 <i>1,41</i>	8,05 <i>1,57</i>	16,30 <i>1,88</i>	28,58 <i>2,17</i>	46,18 <i>2,45</i>	
0,40	0,12 <i>0,57</i>	0,26 <i>0,69</i>	0,48 <i>0,81</i>	1,00 <i>0,98</i>	1,50 <i>1,08</i>	2,83 <i>1,27</i>	5,64 <i>1,52</i>	8,65 <i>1,69</i>	17,50 <i>2,02</i>	30,70 <i>2,33</i>	49,60 <i>2,63</i>	
0,45	0,13 <i>0,61</i>	0,28 <i>0,74</i>	0,51 <i>0,86</i>	1,07 <i>1,04</i>	1,60 <i>1,16</i>	3,02 <i>1,36</i>	6,01 <i>1,62</i>	9,21 <i>1,80</i>	18,64 <i>2,15</i>	32,69 <i>2,48</i>	52,83 <i>2,80</i>	
0,50	0,14 <i>0,65</i>	0,29 <i>0,78</i>	0,54 <i>0,91</i>	1,13 <i>1,10</i>	1,69 <i>1,22</i>	3,19 <i>1,44</i>	6,35 <i>1,71</i>	9,74 <i>1,90</i>	19,72 <i>2,28</i>	34,59 <i>2,63</i>	55,89 <i>2,97</i>	
0,55	0,14 <i>0,68</i>	0,31 <i>0,82</i>	0,57 <i>0,96</i>	1,19 <i>1,16</i>	1,78 <i>1,29</i>	3,36 <i>1,51</i>	6,69 <i>1,80</i>	10,25 <i>2,00</i>	20,75 <i>2,40</i>	36,40 <i>2,76</i>	58,81 <i>3,12</i>	
0,60	0,15 <i>0,71</i>	0,32 <i>0,86</i>	0,59 <i>1,01</i>	1,24 <i>1,22</i>	1,87 <i>1,35</i>	3,52 <i>1,58</i>	7,00 <i>1,88</i>	10,74 <i>2,10</i>	21,74 <i>2,51</i>	38,13 <i>2,89</i>	61,61 <i>3,27</i>	
0,65	0,16 <i>0,74</i>	0,34 <i>0,90</i>	0,62 <i>1,05</i>	1,30 <i>1,27</i>	1,95 <i>1,41</i>	3,67 <i>1,65</i>	7,31 <i>1,97</i>	11,21 <i>2,19</i>	22,69 <i>2,62</i>	39,80 <i>3,02</i>	64,30 <i>3,41</i>	
0,70	0,16 <i>0,77</i>	0,35 <i>0,94</i>	0,65 <i>1,09</i>	1,35 <i>1,32</i>	2,03 <i>1,46</i>	3,82 <i>1,72</i>	7,61 <i>2,05</i>	11,66 <i>2,28</i>	23,61 <i>2,73</i>	41,41 <i>3,14</i>	66,90 <i>3,55</i>	
0,75	0,17 <i>0,80</i>	0,36 <i>0,97</i>	0,67 <i>1,14</i>	1,40 <i>1,37</i>	2,10 <i>1,52</i>	3,96 <i>1,78</i>	7,89 <i>2,12</i>	12,10 <i>2,37</i>	24,49 <i>2,83</i>	42,96 <i>3,26</i>	69,42 <i>3,68</i>	
0,80	0,18 <i>0,83</i>	0,38 <i>1,01</i>	0,69 <i>1,18</i>	1,45 <i>1,42</i>	2,18 <i>1,57</i>	4,10 <i>1,85</i>	8,17 <i>2,20</i>	12,53 <i>2,45</i>	25,35 <i>2,93</i>	44,47 <i>3,38</i>	71,86 <i>3,81</i>	
0,85	0,18 <i>0,86</i>	0,39 <i>1,04</i>	0,72 <i>1,21</i>	1,50 <i>1,46</i>	2,25 <i>1,62</i>	4,24 <i>1,91</i>	8,44 <i>2,27</i>	12,94 <i>2,53</i>	26,19 <i>3,02</i>	45,94 <i>3,49</i>	74,22 <i>3,94</i>	
0,90	0,19 <i>0,88</i>	0,40 <i>1,07</i>	0,74 <i>1,25</i>	1,55 <i>1,51</i>	2,32 <i>1,67</i>	4,37 <i>1,97</i>	8,70 <i>2,34</i>	13,34 <i>2,61</i>	27,00 <i>3,12</i>	47,36 <i>3,60</i>	76,53 <i>4,06</i>	
0,95	0,19 <i>0,91</i>	0,41 <i>1,10</i>	0,76 <i>1,29</i>	1,59 <i>1,55</i>	2,39 <i>1,72</i>	4,50 <i>2,02</i>	8,96 <i>2,41</i>	13,73 <i>2,68</i>	27,80 <i>3,21</i>	48,75 <i>3,70</i>	78,77 <i>4,18</i>	
1,00	0,20 <i>0,93</i>	0,42 <i>1,13</i>	0,78 <i>1,32</i>	1,64 <i>1,60</i>	2,45 <i>1,77</i>	4,62 <i>2,08</i>	9,20 <i>2,48</i>	14,11 <i>2,76</i>	28,57 <i>3,30</i>	50,11 <i>3,80</i>	80,96 <i>4,30</i>	
1,05	0,20 <i>0,96</i>	0,43 <i>1,16</i>	0,80 <i>1,36</i>	1,68 <i>1,64</i>	2,52 <i>1,82</i>	4,74 <i>2,13</i>	9,45 <i>2,54</i>	14,49 <i>2,83</i>	29,32 <i>3,39</i>	51,43 <i>3,90</i>	83,10 <i>4,41</i>	
1,10	0,21 <i>0,98</i>	0,45 <i>1,19</i>	0,82 <i>1,39</i>	1,72 <i>1,68</i>	2,58 <i>1,86</i>	4,86 <i>2,19</i>	9,69 <i>2,61</i>	14,85 <i>2,90</i>	30,06 <i>3,47</i>	52,73 <i>4,00</i>	85,20 <i>4,52</i>	
1,15	0,21 <i>1,01</i>	0,46 <i>1,22</i>	0,84 <i>1,43</i>	1,76 <i>1,72</i>	2,64 <i>1,91</i>	4,98 <i>2,24</i>	9,92 <i>2,67</i>	15,21 <i>2,97</i>	30,79 <i>3,56</i>	54,00 <i>4,10</i>	87,25 <i>4,63</i>	
1,20	0,22 <i>1,03</i>	0,47 <i>1,25</i>	0,86 <i>1,46</i>	1,80 <i>1,76</i>	2,70 <i>1,95</i>	5,09 <i>2,29</i>	10,15 <i>2,73</i>	15,56 <i>3,04</i>	31,49 <i>3,64</i>	55,24 <i>4,19</i>	89,26 <i>4,74</i>	
1,25	0,22 <i>1,05</i>	0,48 <i>1,28</i>	0,88 <i>1,49</i>	1,84 <i>1,80</i>	2,76 <i>2,00</i>	5,21 <i>2,34</i>	10,37 <i>2,79</i>	15,90 <i>3,11</i>	32,19 <i>3,72</i>	56,46 <i>4,29</i>	91,22 <i>4,84</i>	
1,30	0,23 <i>1,08</i>	0,49 <i>1,31</i>	0,90 <i>1,52</i>	1,88 <i>1,84</i>	2,82 <i>2,04</i>	5,32 <i>2,39</i>	10,59 <i>2,85</i>	16,24 <i>3,17</i>	32,87 <i>3,80</i>	57,65 <i>4,38</i>	93,16 <i>4,94</i>	
1,35	0,23 <i>1,10</i>	0,50 <i>1,33</i>	0,92 <i>1,56</i>	1,92 <i>1,88</i>	2,88 <i>2,08</i>	5,43 <i>2,44</i>	10,81 <i>2,91</i>	16,57 <i>3,24</i>	33,54 <i>3,87</i>	58,83 <i>4,47</i>	95,06 <i>5,04</i>	
1,40	0,24 <i>1,12</i>	0,51 <i>1,36</i>	0,94 <i>1,59</i>	1,96 <i>1,91</i>	2,94 <i>2,12</i>	5,53 <i>2,49</i>	11,02 <i>2,96</i>	16,90 <i>3,30</i>	34,20 <i>3,95</i>	59,99 <i>4,55</i>	96,92 <i>5,14</i>	
1,45	0,24 <i>1,14</i>	0,52 <i>1,38</i>	0,95 <i>1,62</i>	1,99 <i>1,95</i>	2,99 <i>2,16</i>	5,64 <i>2,54</i>	11,23 <i>3,02</i>	17,22 <i>3,37</i>	34,85 <i>4,02</i>	61,12 <i>4,64</i>	98,76 <i>5,24</i>	
1,50	0,25 <i>1,16</i>	0,53 <i>1,41</i>	0,97 <i>1,65</i>	2,03 <i>1,98</i>	3,05 <i>2,20</i>	5,74 <i>2,58</i>	11,43 <i>3,08</i>	17,53 <i>3,43</i>	35,49 <i>4,10</i>	62,24 <i>4,73</i>	100,57 <i>5,34</i>	

ÇELİK BORULAR - T = 50°C
Birim yüke (J) göre debiler

D	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	
<i>Di</i>	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	
J												
<i>kPa/m</i>							<i>G [l/sn]</i>					
							<i>v [m/sn]</i>					
0,20	0,09 0,42	0,19 0,51	0,35 0,60	0,74 0,72	1,11 0,80	2,09 0,94	4,16 1,12	6,38 1,25	12,92 1,49	22,66 1,72	36,62 1,94	
0,25	0,10 0,48	0,22 0,58	0,40 0,68	0,83 0,81	1,25 0,90	2,36 1,06	4,69 1,26	7,19 1,41	14,56 1,68	25,53 1,94	41,26 2,19	
0,30	0,11 0,53	0,24 0,64	0,44 0,74	0,92 0,90	1,38 0,99	2,60 1,17	5,17 1,39	7,93 1,55	16,05 1,85	28,15 2,14	45,48 2,41	
0,35	0,12 0,57	0,26 0,69	0,48 0,81	1,00 0,97	1,50 1,08	2,82 1,27	5,61 1,51	8,61 1,68	17,43 2,01	30,57 2,32	49,39 2,62	
0,40	0,13 0,61	0,28 0,74	0,51 0,87	1,07 1,05	1,61 1,16	3,03 1,36	6,03 1,62	9,25 1,81	18,72 2,16	32,83 2,49	53,05 2,81	
0,45	0,14 0,65	0,30 0,79	0,55 0,92	1,14 1,11	1,71 1,24	3,22 1,45	6,42 1,73	9,85 1,93	19,93 2,30	34,96 2,65	56,49 3,00	
0,50	0,15 0,69	0,31 0,84	0,58 0,98	1,21 1,18	1,81 1,31	3,41 1,53	6,79 1,83	10,42 2,04	21,09 2,44	36,99 2,81	59,77 3,17	
0,55	0,15 0,73	0,33 0,88	0,61 1,03	1,27 1,24	1,91 1,38	3,59 1,62	7,15 1,92	10,96 2,14	22,19 2,56	38,92 2,96	62,89 3,34	
0,60	0,16 0,76	0,34 0,92	0,64 1,08	1,33 1,30	2,00 1,44	3,76 1,69	7,49 2,01	11,49 2,25	23,25 2,68	40,78 3,10	65,89 3,50	
0,65	0,17 0,79	0,36 0,96	0,66 1,13	1,39 1,36	2,08 1,50	3,93 1,77	7,82 2,10	11,99 2,34	24,27 2,80	42,56 3,23	68,77 3,65	
0,70	0,17 0,83	0,37 1,00	0,69 1,17	1,45 1,41	2,17 1,56	4,08 1,84	8,13 2,19	12,47 2,44	25,25 2,92	44,28 3,36	71,55 3,80	
0,75	0,18 0,86	0,39 1,04	0,72 1,21	1,50 1,47	2,25 1,62	4,24 1,91	8,44 2,27	12,94 2,53	26,20 3,03	45,95 3,49	74,24 3,94	
0,80	0,19 0,89	0,40 1,08	0,74 1,26	1,55 1,52	2,33 1,68	4,39 1,97	8,74 2,35	13,40 2,62	27,12 3,13	47,56 3,61	76,85 4,08	
0,85	0,19 0,92	0,42 1,11	0,77 1,30	1,60 1,57	2,41 1,74	4,53 2,04	9,02 2,43	13,84 2,71	28,01 3,23	49,13 3,73	79,38 4,21	
0,90	0,20 0,95	0,43 1,15	0,79 1,34	1,65 1,62	2,48 1,79	4,67 2,10	9,30 2,50	14,27 2,79	28,88 3,34	50,65 3,85	81,84 4,34	
0,95	0,21 0,97	0,44 1,18	0,81 1,38	1,70 1,66	2,55 1,84	4,81 2,16	9,58 2,58	14,68 2,87	29,73 3,43	52,14 3,96	84,24 4,47	
1,00	0,21 1,00	0,45 1,21	0,84 1,42	1,75 1,71	2,62 1,89	4,94 2,22	9,84 2,65	15,09 2,95	30,55 3,53	53,59 4,07	86,59 4,59	
1,05	0,22 1,03	0,46 1,25	0,86 1,45	1,80 1,75	2,69 1,94	5,07 2,28	10,10 2,72	15,49 3,03	31,36 3,62	55,00 4,18	88,87 4,72	
1,10	0,22 1,05	0,48 1,28	0,88 1,49	1,84 1,80	2,76 1,99	5,20 2,34	10,36 2,79	15,88 3,11	32,15 3,71	56,39 4,28	91,11 4,83	
1,15	0,23 1,08	0,49 1,31	0,90 1,53	1,88 1,84	2,83 2,04	5,33 2,40	10,61 2,85	16,26 3,18	32,92 3,80	57,75 4,38	93,31 4,95	
1,20	0,23 1,10	0,50 1,34	0,92 1,56	1,93 1,88	2,89 2,09	5,45 2,45	10,85 2,92	16,64 3,25	33,68 3,89	59,07 4,49	95,45 5,07	
1,25	0,24 1,13	0,51 1,37	0,94 1,60	1,97 1,93	2,96 2,13	5,57 2,51	11,09 2,98	17,01 3,32	34,42 3,98	60,38 4,58	97,56 5,18	
1,30	0,24 1,15	0,52 1,40	0,96 1,63	2,01 1,97	3,02 2,18	5,69 2,56	11,33 3,05	17,37 3,40	35,15 4,06	61,66 4,68	99,63 5,29	
1,35	0,25 1,17	0,53 1,42	0,98 1,66	2,05 2,01	3,08 2,22	5,80 2,61	11,56 3,11	17,72 3,46	35,87 4,14	62,92 4,78	101,66 5,39	
1,40	0,25 1,20	0,54 1,45	1,00 1,70	2,09 2,05	3,14 2,27	5,92 2,66	11,78 3,17	18,07 3,53	36,58 4,22	64,15 4,87	103,66 5,50	
1,45	0,26 1,22	0,55 1,48	1,02 1,73	2,13 2,08	3,20 2,31	6,03 2,71	12,01 3,23	18,41 3,60	37,27 4,30	65,37 4,96	105,62 5,60	
1,50	0,26 1,24	0,56 1,51	1,04 1,76	2,17 2,12	3,26 2,35	6,14 2,76	12,23 3,29	18,75 3,67	37,95 4,38	66,56 5,05	107,55 5,71	

BAKIR BORULAR - T = 10°C
Birim yüke (J) göre debiler

<i>De</i>	12	14	15	16	18
<i>Di</i>	10	12	13	14	16
J	<i>G [l/sn]</i>				
<i>kPa/m</i>	<i>v [m/sn]</i>				
0,20	0,02 0,29	0,04 0,33	0,05 0,35	0,06 0,37	0,08 0,41
0,25	0,03 0,33	0,04 0,38	0,05 0,40	0,07 0,42	0,09 0,46
0,30	0,03 0,37	0,05 0,42	0,06 0,44	0,07 0,47	0,10 0,52
0,35	0,03 0,40	0,05 0,46	0,06 0,49	0,08 0,51	0,11 0,56
0,40	0,03 0,43	0,06 0,50	0,07 0,52	0,09 0,55	0,12 0,61
0,45	0,04 0,46	0,06 0,53	0,07 0,56	0,09 0,59	0,13 0,65
0,50	0,04 0,49	0,06 0,56	0,08 0,60	0,10 0,63	0,14 0,69
0,55	0,04 0,52	0,07 0,59	0,08 0,63	0,10 0,66	0,15 0,73
0,60	0,04 0,55	0,07 0,62	0,09 0,66	0,11 0,70	0,15 0,77
0,65	0,05 0,57	0,07 0,65	0,09 0,69	0,11 0,73	0,16 0,80
0,70	0,05 0,60	0,08 0,68	0,10 0,72	0,12 0,76	0,17 0,84
0,75	0,05 0,62	0,08 0,71	0,10 0,75	0,12 0,79	0,18 0,87
0,80	0,05 0,65	0,08 0,74	0,10 0,78	0,13 0,82	0,18 0,90
0,85	0,05 0,67	0,09 0,76	0,11 0,81	0,13 0,85	0,19 0,94
0,90	0,05 0,69	0,09 0,79	0,11 0,83	0,14 0,88	0,19 0,97
0,95	0,06 0,71	0,09 0,81	0,11 0,86	0,14 0,91	0,20 1,00
1,00	0,06 0,73	0,09 0,84	0,12 0,88	0,14 0,93	0,21 1,03
1,05	0,06 0,75	0,10 0,86	0,12 0,91	0,15 0,96	0,21 1,06
1,10	0,06 0,77	0,10 0,88	0,12 0,93	0,15 0,99	0,22 1,08
1,15	0,06 0,79	0,10 0,91	0,13 0,96	0,16 1,01	0,22 1,11
1,20	0,06 0,81	0,10 0,93	0,13 0,98	0,16 1,04	0,23 1,14
1,25	0,07 0,83	0,11 0,95	0,13 1,01	0,16 1,06	0,23 1,17
1,30	0,07 0,85	0,11 0,97	0,14 1,03	0,17 1,08	0,24 1,19
1,35	0,07 0,87	0,11 0,99	0,14 1,05	0,17 1,11	0,24 1,22
1,40	0,07 0,89	0,11 1,01	0,14 1,07	0,17 1,13	0,25 1,24
1,45	0,07 0,91	0,12 1,03	0,15 1,09	0,18 1,15	0,26 1,27
1,50	0,07 0,92	0,12 1,05	0,15 1,12	0,18 1,18	0,26 1,29

BAKIR BORULAR - T = 50°C
Birim yüke (J) göre debiler

<i>De</i>	12	14	15	16	18
<i>Di</i>	10	12	13	14	16
J	<i>G [l/sn]</i>				
<i>kPa/m</i>	<i>v [m/sn]</i>				
0,20	0,03 0,33	0,04 0,38	0,05 0,40	0,07 0,42	0,09 0,47
0,25	0,03 0,38	0,05 0,43	0,06 0,46	0,07 0,48	0,11 0,53
0,30	0,03 0,42	0,05 0,48	0,07 0,51	0,08 0,53	0,12 0,59
0,35	0,04 0,46	0,06 0,52	0,07 0,55	0,09 0,58	0,13 0,64
0,40	0,04 0,50	0,06 0,56	0,08 0,60	0,10 0,63	0,14 0,69
0,45	0,04 0,53	0,07 0,60	0,08 0,64	0,10 0,67	0,15 0,74
0,50	0,04 0,56	0,07 0,64	0,09 0,68	0,11 0,72	0,16 0,79
0,55	0,05 0,59	0,08 0,68	0,10 0,72	0,12 0,76	0,17 0,83
0,60	0,05 0,63	0,08 0,71	0,10 0,75	0,12 0,79	0,18 0,87
0,65	0,05 0,65	0,08 0,75	0,10 0,79	0,13 0,83	0,18 0,92
0,70	0,05 0,68	0,09 0,78	0,11 0,82	0,13 0,87	0,19 0,96
0,75	0,06 0,71	0,09 0,81	0,11 0,86	0,14 0,90	0,20 0,99
0,80	0,06 0,74	0,09 0,84	0,12 0,89	0,14 0,94	0,21 1,03
0,85	0,06 0,76	0,10 0,87	0,12 0,92	0,15 0,97	0,21 1,07
0,90	0,06 0,79	0,10 0,90	0,13 0,95	0,15 1,00	0,22 1,10
0,95	0,06 0,81	0,10 0,93	0,13 0,98	0,16 1,03	0,23 1,14
1,00	0,07 0,84	0,11 0,95	0,13 1,01	0,16 1,06	0,24 1,17
1,05	0,07 0,86	0,11 0,98	0,14 1,04	0,17 1,09	0,24 1,20
1,10	0,07 0,88	0,11 1,01	0,14 1,07	0,17 1,12	0,25 1,24
1,15	0,07 0,91	0,12 1,03	0,15 1,09	0,18 1,15	0,26 1,27
1,20	0,07 0,93	0,12 1,06	0,15 1,12	0,18 1,18	0,26 1,30
1,25	0,07 0,95	0,12 1,08	0,15 1,15	0,19 1,21	0,27 1,33
1,30	0,08 0,97	0,13 1,11	0,16 1,17	0,19 1,24	0,27 1,36
1,35	0,08 0,99	0,13 1,13	0,16 1,20	0,19 1,26	0,28 1,39
1,40	0,08 1,01	0,13 1,16	0,16 1,22	0,20 1,29	0,29 1,42
1,45	0,08 1,04	0,13 1,18	0,17 1,25	0,20 1,32	0,29 1,45
1,50	0,08 1,06	0,14 1,20	0,17 1,27	0,21 1,34	0,30 1,48

KIVIRIMLI ÇELİK BORULAR - T = 10°C
Birim yüke (J) göre debiler

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/sn]				
kPa/m	v [m/sn]				
0,20	0,02	0,04	0,07	0,12	0,26
	0,27	0,33	0,38	0,44	0,53
0,25	0,02	0,05	0,08	0,14	0,29
	0,31	0,37	0,43	0,49	0,59
0,30	0,02	0,05	0,09	0,15	0,32
	0,34	0,41	0,47	0,54	0,65
0,35	0,03	0,06	0,10	0,17	0,35
	0,37	0,45	0,52	0,59	0,71
0,40	0,03	0,06	0,11	0,18	0,37
	0,40	0,48	0,55	0,63	0,76
0,45	0,03	0,06	0,11	0,19	0,40
	0,42	0,51	0,59	0,67	0,81
0,50	0,03	0,07	0,12	0,20	0,42
	0,45	0,54	0,62	0,71	0,86
0,55	0,03	0,07	0,13	0,21	0,44
	0,47	0,57	0,66	0,75	0,90
0,60	0,04	0,07	0,13	0,22	0,47
	0,49	0,59	0,69	0,79	0,95
0,65	0,04	0,08	0,14	0,23	0,49
	0,52	0,62	0,72	0,82	0,99
0,70	0,04	0,08	0,14	0,24	0,50
	0,54	0,65	0,75	0,85	1,03
0,75	0,04	0,08	0,15	0,25	0,52
	0,56	0,67	0,77	0,89	1,07
0,80	0,04	0,09	0,15	0,26	0,54
	0,58	0,69	0,80	0,92	1,10
0,85	0,04	0,09	0,16	0,27	0,56
	0,60	0,72	0,83	0,95	1,14
0,90	0,04	0,09	0,16	0,28	0,58
	0,61	0,74	0,85	0,98	1,18
0,95	0,05	0,09	0,17	0,29	0,59
	0,63	0,76	0,88	1,01	1,21
1,00	0,05	0,10	0,17	0,29	0,61
	0,65	0,78	0,90	1,03	1,24
1,05	0,05	0,10	0,18	0,30	0,63
	0,67	0,80	0,93	1,06	1,28
1,10	0,05	0,10	0,18	0,31	0,64
	0,68	0,82	0,95	1,09	1,31
1,15	0,05	0,11	0,19	0,32	0,66
	0,70	0,84	0,97	1,11	1,34
1,20	0,05	0,11	0,19	0,32	0,67
	0,72	0,86	1,00	1,14	1,37
1,25	0,05	0,11	0,19	0,33	0,69
	0,73	0,88	1,02	1,16	1,40
1,30	0,05	0,11	0,20	0,34	0,70
	0,75	0,90	1,04	1,19	1,43
1,35	0,06	0,11	0,20	0,34	0,72
	0,76	0,92	1,06	1,21	1,46
1,40	0,06	0,12	0,21	0,35	0,73
	0,78	0,94	1,08	1,24	1,49
1,45	0,06	0,12	0,21	0,36	0,75
	0,79	0,95	1,10	1,26	1,52
1,50	0,06	0,12	0,21	0,36	0,76
	0,81	0,97	1,12	1,28	1,55

ÇELİK BORULAR - T = 50°C
Birim yüke (J) göre debiler

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/sn]				
kPa/m	v [m/sn]				
0,20	0,02	0,04	0,08	0,13	0,28
	0,29	0,35	0,41	0,47	0,56
0,25	0,02	0,05	0,09	0,15	0,31
	0,33	0,40	0,46	0,53	0,63
0,30	0,03	0,05	0,10	0,16	0,34
	0,37	0,44	0,51	0,58	0,70
0,35	0,03	0,06	0,11	0,18	0,37
	0,40	0,48	0,55	0,63	0,76
0,40	0,03	0,06	0,11	0,19	0,40
	0,43	0,51	0,59	0,68	0,82
0,45	0,03	0,07	0,12	0,20	0,43
	0,45	0,55	0,63	0,72	0,87
0,50	0,03	0,07	0,13	0,22	0,45
	0,48	0,58	0,67	0,76	0,92
0,55	0,04	0,08	0,13	0,23	0,47
	0,50	0,61	0,70	0,80	0,97
0,60	0,04	0,08	0,14	0,24	0,50
	0,53	0,64	0,74	0,84	1,01
0,65	0,04	0,08	0,15	0,25	0,52
	0,55	0,66	0,77	0,88	1,06
0,70	0,04	0,09	0,15	0,26	0,54
	0,57	0,69	0,80	0,91	1,10
0,75	0,04	0,09	0,16	0,27	0,56
	0,60	0,72	0,83	0,95	1,14
0,80	0,04	0,09	0,16	0,28	0,58
	0,62	0,74	0,86	0,98	1,18
0,85	0,05	0,10	0,17	0,29	0,60
	0,64	0,77	0,89	1,01	1,22
0,90	0,05	0,10	0,17	0,30	0,62
	0,66	0,79	0,91	1,04	1,26
0,95	0,05	0,10	0,18	0,30	0,64
	0,68	0,81	0,94	1,08	1,30
1,00	0,05	0,10	0,18	0,31	0,65
	0,70	0,84	0,97	1,10	1,33
1,05	0,05	0,11	0,19	0,32	0,67
	0,71	0,86	0,99	1,13	1,37
1,10	0,05	0,11	0,19	0,33	0,69
	0,73	0,88	1,02	1,16	1,40
1,15	0,05	0,11	0,20	0,34	0,70
	0,75	0,90	1,04	1,19	1,43
1,20	0,06	0,11	0,20	0,35	0,72
	0,77	0,92	1,07	1,22	1,47
1,25	0,06	0,12	0,21	0,35	0,74
	0,78	0,94	1,09	1,25	1,50
1,30	0,06	0,12	0,21	0,36	0,75
	0,80	0,96	1,11	1,27	1,53
1,35	0,06	0,12	0,22	0,37	0,77
	0,82	0,98	1,13	1,30	1,56
1,40	0,06	0,12	0,22	0,38	0,78
	0,83	1,00	1,16	1,32	1,59
1,45	0,06	0,13	0,23	0,38	0,80
	0,85	1,02	1,18	1,35	1,62
1,50	0,06	0,13	0,23	0,39	0,81
	0,86	1,04	1,20	1,37	1,65

ÇOK KATMANLI ÇELİK BORULAR - T = 10°C
Birim yüke (J) göre debiler

De x S	16x2,25	20x2,5	26x3	32x3	40x3,5
Di	11,5	15	20	26	33
J	G [l/sn]				
kPa/m	v [m/sn]				
0,20	0,03	0,07	0,15	0,31	0,59
	0,32	0,39	0,48	0,58	0,69
0,25	0,04	0,08	0,17	0,35	0,67
	0,37	0,44	0,55	0,66	0,78
0,30	0,04	0,09	0,19	0,39	0,74
	0,41	0,49	0,60	0,73	0,87
0,35	0,05	0,10	0,21	0,42	0,81
	0,44	0,54	0,66	0,80	0,94
0,40	0,05	0,10	0,22	0,46	0,87
	0,48	0,58	0,71	0,86	1,02
0,45	0,05	0,11	0,24	0,49	0,93
	0,51	0,62	0,76	0,92	1,09
0,50	0,06	0,12	0,25	0,52	0,99
	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16
0,55	0,06	0,12	0,27	0,55	1,05
	0,58	0,70	0,86	1,03	1,22
0,60	0,06	0,13	0,28	0,58	1,10
	0,61	0,73	0,90	1,08	1,29
0,65	0,07	0,14	0,30	0,60	1,15
	0,63	0,77	0,94	1,14	1,35
0,70	0,07	0,14	0,31	0,63	1,20
	0,66	0,80	0,98	1,18	1,40
0,75	0,07	0,15	0,32	0,65	1,25
	0,69	0,83	1,02	1,23	1,46
0,80	0,07	0,15	0,33	0,68	1,30
	0,71	0,86	1,06	1,28	1,52
0,85	0,08	0,16	0,34	0,70	1,34
	0,74	0,89	1,10	1,32	1,57
0,90	0,08	0,16	0,36	0,73	1,39
	0,76	0,92	1,13	1,37	1,62
0,95	0,08	0,17	0,37	0,75	1,43
	0,79	0,95	1,17	1,41	1,67
1,00	0,08	0,17	0,38	0,77	1,47
	0,81	0,98	1,20	1,45	1,72
1,05	0,09	0,18	0,39	0,79	1,51
	0,83	1,01	1,24	1,49	1,77
1,10	0,09	0,18	0,40	0,81	1,55
	0,86	1,04	1,27	1,53	1,82
1,15	0,09	0,19	0,41	0,83	1,59
	0,88	1,06	1,30	1,57	1,86
1,20	0,09	0,19	0,42	0,86	1,63
	0,90	1,09	1,34	1,61	1,91
1,25	0,10	0,20	0,43	0,88	1,67
	0,92	1,11	1,37	1,65	1,96
1,30	0,10	0,20	0,44	0,90	1,71
	0,94	1,14	1,40	1,69	2,00
1,35	0,10	0,21	0,45	0,92	1,75
	0,96	1,16	1,43	1,72	2,04
1,40	0,10	0,21	0,46	0,93	1,78
	0,98	1,19	1,46	1,76	2,09
1,45	0,10	0,21	0,47	0,95	1,82
	1,00	1,21	1,49	1,80	2,13
1,50	0,11	0,22	0,48	0,97	1,86
	1,02	1,24	1,52	1,83	2,17

ÇOK KATMANLI ÇELİK BORULAR - T = 50°C
Birim yüke (J) göre debiler

De x S	16x2,25	20x2,5	26x3	32x3	40x3,5
Di	11,5	15	20	26	33
J	G [l/sn]				
kPa/m	v [m/sn]				
0,20	0,04	0,08	0,17	0,35	0,67
	0,37	0,45	0,55	0,66	0,78
0,25	0,04	0,09	0,20	0,40	0,76
	0,42	0,51	0,62	0,75	0,89
0,30	0,05	0,10	0,22	0,44	0,84
	0,46	0,56	0,69	0,83	0,99
0,35	0,05	0,11	0,24	0,48	0,92
	0,51	0,61	0,75	0,91	1,08
0,40	0,06	0,12	0,26	0,52	1,00
	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16
0,45	0,06	0,13	0,27	0,56	1,06
	0,59	0,71	0,87	1,05	1,24
0,50	0,06	0,13	0,29	0,59	1,13
	0,62	0,75	0,92	1,11	1,32
0,55	0,07	0,14	0,31	0,62	1,19
	0,66	0,79	0,98	1,18	1,40
0,60	0,07	0,15	0,32	0,66	1,25
	0,69	0,84	1,03	1,24	1,47
0,65	0,08	0,15	0,34	0,69	1,31
	0,72	0,87	1,07	1,29	1,54
0,70	0,08	0,16	0,35	0,72	1,37
	0,75	0,91	1,12	1,35	1,60
0,75	0,08	0,17	0,37	0,75	1,43
	0,78	0,95	1,17	1,41	1,67
0,80	0,08	0,17	0,38	0,77	1,48
	0,81	0,98	1,21	1,46	1,73
0,85	0,09	0,18	0,39	0,80	1,53
	0,84	1,02	1,25	1,51	1,79
0,90	0,09	0,19	0,41	0,83	1,58
	0,87	1,05	1,29	1,56	1,85
0,95	0,09	0,19	0,42	0,85	1,63
	0,90	1,09	1,33	1,61	1,91
1,00	0,10	0,20	0,43	0,88	1,68
	0,92	1,12	1,37	1,66	1,96
1,05	0,10	0,20	0,44	0,90	1,73
	0,95	1,15	1,41	1,70	2,02
1,10	0,10	0,21	0,46	0,93	1,77
	0,98	1,18	1,45	1,75	2,07
1,15	0,10	0,21	0,47	0,95	1,82
	1,00	1,21	1,49	1,79	2,13
1,20	0,11	0,22	0,48	0,98	1,86
	1,03	1,24	1,52	1,84	2,18
1,25	0,11	0,22	0,49	1,00	1,91
	1,05	1,27	1,56	1,88	2,23
1,30	0,11	0,23	0,50	1,02	1,95
	1,07	1,30	1,60	1,92	2,28
1,35	0,11	0,23	0,51	1,04	1,99
	1,10	1,33	1,63	1,97	2,33
1,40	0,12	0,24	0,52	1,07	2,04
	1,12	1,36	1,66	2,01	2,38
1,45	0,12	0,24	0,53	1,09	2,08
	1,14	1,38	1,70	2,05	2,43
1,50	0,12	0,25	0,54	1,11	2,12
	1,17	1,41	1,73	2,09	2,48

PEX BORULAR - T = 10°C
Birim yüke (J) göre debiler

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/sn]				
kPa/m	v [m/sn]				
0,20	0,03 0,33	0,05 0,35	0,06 0,38	0,08 0,41	0,11 0,45
0,25	0,04 0,37	0,05 0,40	0,07 0,43	0,09 0,46	0,13 0,51
0,30	0,04 0,41	0,06 0,44	0,08 0,48	0,10 0,52	0,14 0,56
0,35	0,05 0,45	0,06 0,49	0,09 0,52	0,11 0,56	0,16 0,61
0,40	0,05 0,48	0,07 0,52	0,09 0,56	0,12 0,61	0,17 0,66
0,45	0,05 0,52	0,07 0,56	0,10 0,60	0,13 0,65	0,18 0,71
0,50	0,06 0,55	0,08 0,60	0,10 0,64	0,14 0,69	0,19 0,75
0,55	0,06 0,58	0,08 0,63	0,11 0,68	0,15 0,73	0,20 0,79
0,60	0,06 0,61	0,09 0,66	0,12 0,71	0,15 0,77	0,21 0,83
0,65	0,07 0,64	0,09 0,69	0,12 0,74	0,16 0,80	0,22 0,87
0,70	0,07 0,67	0,10 0,72	0,13 0,78	0,17 0,84	0,23 0,91
0,75	0,07 0,69	0,10 0,75	0,13 0,81	0,18 0,87	0,24 0,95
0,80	0,08 0,72	0,10 0,78	0,14 0,84	0,18 0,90	0,25 0,98
0,85	0,08 0,74	0,11 0,81	0,14 0,87	0,19 0,94	0,26 1,02
0,90	0,08 0,77	0,11 0,83	0,15 0,90	0,19 0,97	0,27 1,05
0,95	0,08 0,79	0,11 0,86	0,15 0,92	0,20 1,00	0,28 1,08
1,00	0,09 0,82	0,12 0,88	0,16 0,95	0,21 1,03	0,28 1,12
1,05	0,09 0,84	0,12 0,91	0,16 0,98	0,21 1,06	0,29 1,15
1,10	0,09 0,86	0,12 0,93	0,16 1,01	0,22 1,08	0,30 1,18
1,15	0,09 0,88	0,13 0,96	0,17 1,03	0,22 1,11	0,31 1,21
1,20	0,10 0,91	0,13 0,98	0,17 1,06	0,23 1,14	0,32 1,24
1,25	0,10 0,93	0,13 1,01	0,18 1,08	0,23 1,17	0,32 1,27
1,30	0,10 0,95	0,14 1,03	0,18 1,11	0,24 1,19	0,33 1,30
1,35	0,10 0,97	0,14 1,05	0,18 1,13	0,24 1,22	0,34 1,33
1,40	0,10 0,99	0,14 1,07	0,19 1,15	0,25 1,24	0,34 1,35
1,45	0,11 1,01	0,15 1,09	0,19 1,18	0,26 1,27	0,35 1,38
1,50	0,11 1,03	0,15 1,12	0,20 1,20	0,26 1,29	0,36 1,41

PEX BORULAR - T = 50°C
Birim yüke (J) göre debiler

De	12	15	18	22	28
Di	9,6	12,6	15,6	19	25
J	G [l/sn]				
kPa/m	v [m/sn]				
0,20	0,04 0,37	0,05 0,40	0,07 0,43	0,09 0,47	0,13 0,51
0,25	0,04 0,42	0,06 0,46	0,08 0,49	0,11 0,53	0,15 0,58
0,30	0,05 0,47	0,07 0,51	0,09 0,55	0,12 0,59	0,16 0,64
0,35	0,05 0,51	0,07 0,55	0,10 0,60	0,13 0,64	0,18 0,70
0,40	0,06 0,55	0,08 0,60	0,10 0,64	0,14 0,69	0,19 0,75
0,45	0,06 0,59	0,08 0,64	0,11 0,69	0,15 0,74	0,21 0,81
0,50	0,07 0,63	0,09 0,68	0,12 0,73	0,16 0,79	0,22 0,86
0,55	0,07 0,66	0,10 0,72	0,13 0,77	0,17 0,83	0,23 0,91
0,60	0,07 0,70	0,10 0,75	0,13 0,81	0,18 0,87	0,24 0,95
0,65	0,08 0,73	0,10 0,79	0,14 0,85	0,18 0,92	0,25 1,00
0,70	0,08 0,76	0,11 0,82	0,14 0,89	0,19 0,96	0,26 1,04
0,75	0,08 0,79	0,11 0,86	0,15 0,92	0,20 0,99	0,28 1,08
0,80	0,09 0,82	0,12 0,89	0,16 0,96	0,21 1,03	0,29 1,12
0,85	0,09 0,85	0,12 0,92	0,16 0,99	0,21 1,07	0,30 1,16
0,90	0,09 0,88	0,13 0,95	0,17 1,02	0,22 1,10	0,31 1,20
0,95	0,10 0,90	0,13 0,98	0,17 1,05	0,23 1,14	0,31 1,24
1,00	0,10 0,93	0,13 1,01	0,18 1,09	0,24 1,17	0,32 1,27
1,05	0,10 0,96	0,14 1,04	0,18 1,12	0,24 1,20	0,33 1,31
1,10	0,10 0,98	0,14 1,07	0,19 1,15	0,25 1,24	0,34 1,35
1,15	0,11 1,01	0,15 1,09	0,19 1,18	0,26 1,27	0,35 1,38
1,20	0,11 1,03	0,15 1,12	0,20 1,21	0,26 1,30	0,36 1,41
1,25	0,11 1,06	0,15 1,15	0,20 1,23	0,27 1,33	0,37 1,45
1,30	0,11 1,08	0,16 1,17	0,21 1,26	0,27 1,36	0,38 1,48
1,35	0,12 1,10	0,16 1,20	0,21 1,29	0,28 1,39	0,38 1,51
1,40	0,12 1,13	0,16 1,22	0,21 1,32	0,29 1,42	0,39 1,54
1,45	0,12 1,15	0,17 1,25	0,22 1,34	0,29 1,45	0,40 1,58
1,50	0,12 1,17	0,17 1,27	0,22 1,37	0,30 1,48	0,41 1,61

LEJYONELLA BAKTERİSİ VE LEJYONER HASTALIĞI

LEJYONELLA NEDİR?

İlk olarak 1976 yılında Philadelphia'da bir otelde Amerikan Lejyonerlerinin toplantısına katılanlarda ortaya çıkan bir salgın sonucu keşfedilen bakteri, 221 kişiye bulaşıp 34 kişinin ise ölümüne neden olmuştur.

Bu salgından etkilenenlerin anısına hastalık, "Lejyoner Hastalığı" ve keşfedilen yeni bakteri ise "Legionella pneumophila" olarak adlandırılmıştır.

Türkiye literatürüne Lejyonella bakterisi ismi ile giren bakteri; kapsülsüz, hareketli, biraz düzensiz çomak tipi bir bakteri türüdür. Bugüne kadar 50'nin üzerinde Lejyonella Bakterisi türü tanımlanmış, bazı türlerde ise 60'tan fazla aileye ulaşılmıştır. Bu bakterilerin sadece bir kısmı insanda hastalık oluşturur; en sık etken olan ise Lejyonella pneumophila bakterisi olup türlerin çoğunda görülmeyen virüs faktörüne sahiptir.

LEJYONER HASTALIĞI NEDİR?

Yüksek ateş, halsizlik, eklem ağrısı, kuru öksürük, baş ağrısı, nefes darlığı gibi belirtilerle ortaya çıkan Lejyoner Hastalığı tedavi edilmediği takdirde ölüme sebep olabilen bulaşıcı bir hastalıktır.

Lejyonella bakterisi iki hastalığa neden olur:

- Pontiac ateşi: 1 ila 2 günlük bir kuluçka döneminden sonra gelişir. Semptomları: ateş, kas ağrıları, baş ağrısı ve bazı durumlarda bağırsak şikayetlerini içerir. Bu tip bir Lejyonella enfeksiyonu genellikle yaygın grip ile karıştırılır ve ilaç tedavisine ihtiyaç duyulmadan 2 ila 5 gün aralığında devam eder.
- Lejyoner hastalığı: 2 ila 10 günlük bir kuluçka döneminden sonra gelişir. Semptomları: yüksek ateş, kas ağrısı, ishal, baş ağrısı, göğüs ağrısı, öksürük, bozulmuş böbrek fonksiyonları, zihinsel karışıklık ve yönelim bozukluğu gibi şikayetleri içerir. Zatürreden ayırt edilmesi oldukça zor bir hastalıktır.

Tedavisi bir antibiyotik rotası içermektedir. Lejyoner hastalığı özellikle geç tanı konması veya daha yaşlı, zayıf veya bağışıklık sistemi hastalığı içermesi durumunda ölümcül olabilir. Erkekler kadınlardan 2 ila 3 kat daha hassas olma eğilimindedir.

RİSK ALTINDAKİLER

En yüksek risk grubunu orta yaş üstü erkekler, sigara kullanıcıları, alkol alanlar, kronik hastalıkları olanlar (pulmoner, kardiyovasküler ve böbrek hastalıkları, diyabet, vb.) ve tedavilere (organ nakli, steroid tedavisi, kanser tedavileri, vb.) ya da HIV enfeksiyonuna bağlı bağışıklık yetersizlikleri bulunanlar oluşturmaktadır.

OLASI MARUZ KALMA KAYNAKLARI

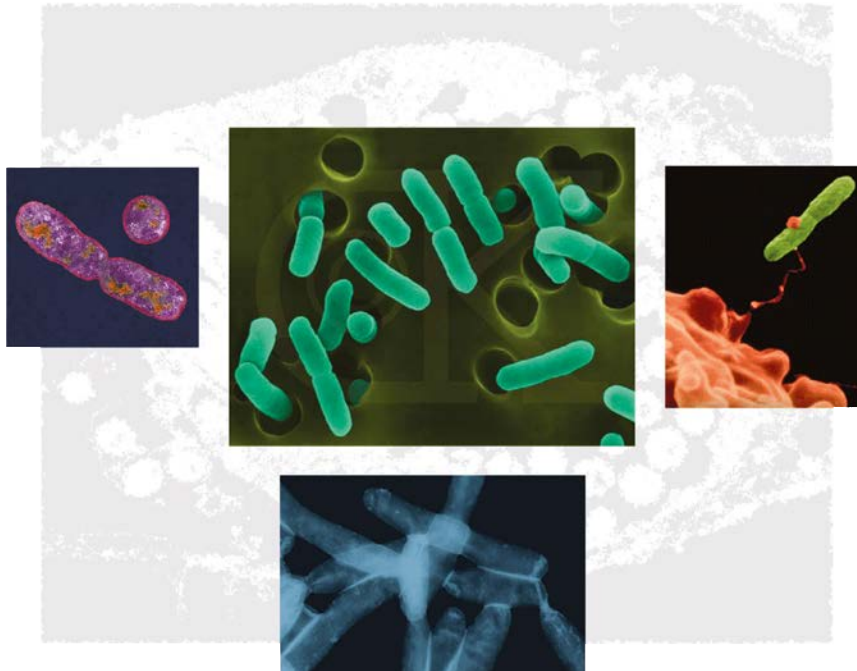
Lejyoner hastalığı vakaları, aşağıdaki şekilde ayrılabilir:

- **kamu alanlarına bağlı:** (yüzme havuzları, kaplıcalar, spa merkezleri, süs havuzları, yapay şelaleler vb.);
- **seyahate bağlı:** evlerinden farklı bir yerde en az bir gece kaldıklarını bildiren hastalar (oteller, kamp alanları, gemiler);
- **hastaneye bağlı:** hastanede yattıkları esnada bakteriye maruz kalan hastalar;
- **kapalı alanlara bağlı:** huzur evleri, bakım evleri veya rehabilitasyon tesisleri gibi (hapishaneler, kapalı alanlar).

NASIL VE NEREDE OLUŞUR?

Lejyonella bakterisi (50'den fazla türü vardır) kaynak suları, termal kaynaklar, nehirler, göller, çamur, vb. gibi doğal su ortamlarında bulunmaktadır.

Ayrıca şehir suyu boruları ve binalardaki su sistemleri, depolar, borular, çeşmeler ve havuzlar gibi suni ortamlarda da gelişebilir.



RİSK ALTINDAKİ SİSTEMLER VE TEKNOLOJİK PROSELER

Risk altında olan sistemler ve teknolojik prosesler, suyun orta derecede ısıtılmasını (25 ila 42°C) ve atomizasyonunu (yani 1 ila 5 mikron çapındaki mikro damlacıkların oluşturulması) içerenlerdir.

Daha açık olmak gerekirse, enfeksiyon temel olarak mikroorganizma içeren mikro-damlacıkların solunum yoluyla alınması ile gerçekleşmektedir.

En büyük risk altındaki sistemler ve teknolojik prosesler:

- kullanım suyu sistemleri;
- su-bazlı hava nemlendiricili iklimlendirme sistemleri;
- su kulesi veya buharlaştırma kondenserleri bulunan soğutma sistemleri;
- termal su dağıtımını yapan sistemler;
- acil durum sistemleri;
- havuzlar, spa merkezleri, jakuziler ve kaplıcalar.



İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ



BUHARLAŞTIRMA KULESİ SİSTEMLERİ



ÇEŞMELER



TERMAL SU SİSTEMLERİ

BAKTERİNİN ÜREMESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Lejyonella bakterisinin üremesini etkileyen ve uygun şartları bulduklarında yerleşip çoğalmasını sağlayan faktörler aşağıda sıralanmıştır:

- sudaki durgunluk;
- 20°C - 50°C arası sıcaklık;
- 5 - 8,5 arası pH;
- sediment (mikrofloranın üremesini teşvik eden çökelti);
- mikroflora organizmaları (Lejyonella bakterisinin beslenme kaynağı).

Bu bakteri ile mücadelenin esas alanı bina tesisatlarıdır. İyi mühendislik tasarımı, doğru uygulama ve bakım / doğru işletme ile bakterinin yaşamasına ve üremesine uygun ortamı yaratmamak mümkündür.

LEJYONER HASTALIĞI KONTROL USUL VE ESASLARI HAKKINDA YÖNETMELİK

Türkiye'de "Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik" 13 Mayıs 2015 tarihinde 29354 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu yönetmelik ile birlikte kurum ve kuruluşlar mevzuat kapsamında sorumluluklarını bilerek, özel kurumları da bağlayıcı nitelikte olup; yaşanan sorunları en aza indirmeyi ve mücadeleyi hedeflenmektedir.

YÖNETMELİK AMACI

Yönetmeliğin amacı Lejyonella bakterisini tanımak; lejyoner hastalığına karşı hazırlıklı olmak; hastalıktan korunmak ve hastalıkla mücadele etmek için gereken tedbirler ile usul ve esasları düzenlemektir.

YÖNETMELİK KAPSAMI

Yönetmelik, tüm yataklı sağlık kurum ve kuruluşları; otelleri; tatil köylerini; motelleri; misafirhaneleri; rehabilitasyon merkezlerini; bakım evlerini; alışveriş merkezlerini; suyun kullanıldığı endüstriyel havalandırma sistemlerini ve soğutma makinelerinin kullanıldığı iş yerlerini kapsamaktadır.

YÖNETMELİK İÇERİĞİ

Yönetmelik 6 bölümden oluşmaktadır.

- 1) amaç, kapsam, dayanak, tanımlar ve kısaltmalar
- 2) rutin koruyucu önlemler
- 3) su sistemlerinin temizlenmesi ve dekontaminasyonu
- 4) sürveyans çalışmaları
- 5) laboratuvarlar
- 6) çeşitli ve son hükümler

Bizler; yönetmeliğin rutin koruyucu önlemlerine kısaca değinip; derginin ilerleyen bölümlerinde ise termal dezenfeksiyonun en ince ayrıntısına kadar üzerinde duracağız.

RUTİN KORUYUCU ÖNLEMLER*

Yönetmelikte belirtilen rutin koruyucu önlemlerin uygulanacağı sistemler soğutma ısıtma havalandırma sisteminde kullanılan suyun kullanıldığı veya bulunduğu alanlar ve mekanlardır.

Özetlemek gerekirse;

A) Hastane ya da konaklama birimi faaliyette olduğu sürece alınacak rutin önlemler:

1. Soğuk su tankları en az yılda iki kez, sıcak su tankları ise en az yılda üç kez boşaltılır, temizlenir ve dezenfekte edilir. Sediment birikiminin fazla olması durumunda bu süreler kısaltılır.
2. Su dağıtım sisteminin herhangi bir yerinde su akımının durduğu ya da çok yavaş olduğu kısımlar (ölü-bağlantı/boşluk) olmayacak şekilde düzenleme yapılır. Fiziksel kontroller her ay yapılır. Sistemin dezenfeksiyonu ise en az yılda bir kez yapılır.
3. Eğer bir sıcak su tankı veya sıcak su sisteminin bir kısmı bir hafta veya daha uzun bir süre ile bakım ve benzeri nedenlerle devre dışı kaldıysa; yeniden kullanıma sokulduğu andan itibaren suyun sıcaklığı en az bir gün süre ile 70°C'ın üzerinde tutulur.
4. Sıcak su tanklarında bulunan suyun sıcaklığı yıl boyunca en az 60°C düzeyinde tutulur. Sıcak su tanklarına geri dönen su en az 50°C olur.
5. Sıcak su ısıtıcı tanklarında; eğer soğuk su girişi veya sıcak su dönüş bağlantısı doğru yapılmamışsa durgunluk olabileceğinden; bu durgunluk, bağlantı noktalarının değiştirilmesi ile giderilir. Fiziksel kontroller her ay yapılır.
6. Kullanılmayan odalardaki musluk ve duş başlıklarından sıcak ve soğuk suyun her gün 3-5 dakika akıtılması sağlanır.
7. Binanın hemen her noktasında musluk veya duş başlıklarından akıtılan suyun sıcaklığı bir dakika içinde 50-60°C arasında bir sıcaklığa ulaşması sağlanır ve her gün suyun sıcaklığı ölçülür.
8. Konaklama birimlerinde şehir şebekesi dışında farklı bir kaynaktan su temin ediliyor ise binanın rastgele seçilen birkaç noktasından her gün musluklardan akıtılan suyun klor düzeyi ile suyun sıcaklığı ölçülerek kayıt edilir. Sağlık kurum ve kuruluşlarında şehir şebekesi dışında farklı bir kaynaktan su kullanıp kullanmadığı aranmaksızın binanın rastgele seçilen birkaç noktasından her gün musluklardan akıtılan suyun klor düzeyi ile suyun sıcaklığı ölçülerek kayıt edilir.
9. Duş başlıkları ve musluk filtrelerinde oluşan sediment her ay amaca uygun kalıntı önleyici/gidericilerle temizlenir ve her hafta dezenfekte edilir.
10. Kullanımda olan soğutma kulelerinin 3 ayda bir işletme bakımı yapılır ve yılda en az 2 kez mekanik olarak temizlenir, tortu ve sediment tamamen uzaklaştırılır, organizmaların üremesini engellemek için Bakanlıktan alınmış üretim veya ithal iznine sahip biyosidal ürünler kullanılır. Sediment birikiminin fazla olması durumunda bu süreler kısaltılır.
11. Kalorifer sistemi en az yılda bir kere temizlenir ve dezenfekte edilir.

B) Konaklama birimi bir hafta veya daha uzun süre kapalı tutuluyorsa, misafir kabul etmeden önce aşağıdaki önlemler yerine getirilir:

1. Bütün sıcak su tanklarındaki suyun sıcaklığı 70°C'ye kadar çıkarılır (heating) ve en az 24 saat süre ile bu düzeyin korunması sağlanır.
2. Bütün sıcak su muslukları ve duş başlıklarından en az 5-10 dakika süre ile suyun akıtılması sağlanır (flushing); bu şekilde muslukta akan suyun sıcaklığı en az 60°C olur.
3. En az 24 saat süre ile musluklardan akan suyun sıcaklığı 60°C'ın üstünde tutulur.
4. Ayrıca sıcak ve soğuk su sisteminin tümünde bakiye klor miktarı en az 3 ppm olacak şekilde hiperklorinasyon yapılır; en az 24 saat süre ile bu düzey korunur. Diğer kimyasal eradikasyon yöntemlerinden birisi de tercih edilebilir. Bu işlemler sırasında konaklama birimi yetkilileri tarafından, konaklama biriminde konaklayan misafirlerin suyu içme-kullanma amaçlı kullanılmaları için gerekli tüm tedbirler ve önlemler alınır.
5. Duş başlıkları ve musluklar temizlenir, oluşan kireç ve/veya kalıntı tabakaları giderilir.
6. Soğutma kuleleri tümü ile boşaltılıp, bütün tortu ve kirlilik uzaklaştırılır. İç yüzeyler temizlenir ve dezenfeksiyonu sağlanır. Sistem yeniden kullanıma sokulurken etkili biyosidler uygulanır.

*Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, Sağlık Bakanlığı (Türk Halk Sağlığı Kurumu), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/05/20150513-4.htm>, (Erişim Tarihi: 13.05.2015)

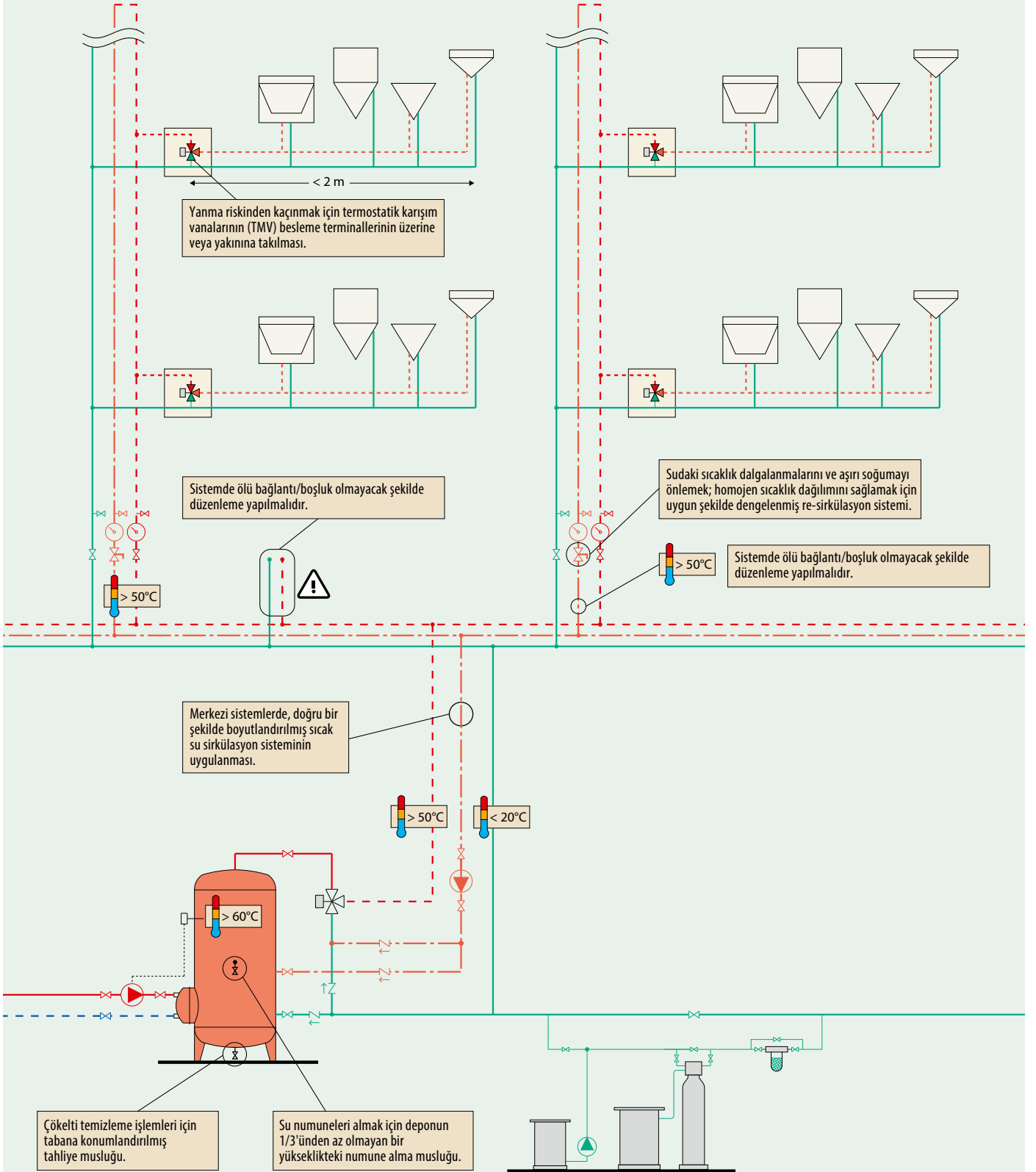


DUŞ BAŞLIĞI



MUSLUK

Örnek bir kullanım suyu sisteminin tasarlanması ve uygulanmasına yönelik bilgiler



DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ

Kullanım suyu sisteminde Legionella bakterisinin yaşamasını ve çoğalmasını önlemek amacıyla termal, kimyasal veya radyasyon yöntemlerinden en az biri yönetmeliklerde belirtildiği şekilde uygulanır.

Bunlardan kimyasal yöntemler: klorlama, klordioksit, sentetik bakteri öldürücü, ozon vb. kimyasalların sistemde uygulanmasıdır. Radyasyon yöntemi: ultraviyole sistemi uygulamasıdır. Bizler bu sayıda Termal Dezenfeksiyon Yöntemlerine ayrıntılı bir şekilde değinecek olup; sistem çözümlerini irdelleyeceğiz.

Termal Dezenfeksiyon Yöntemi

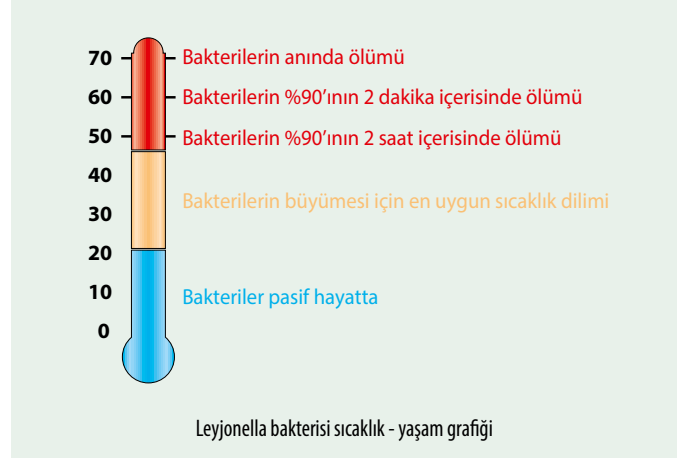
Termal dezenfeksiyon yöntemi 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama yüksek ısıtma aşamasıdır. Bu aşamada su sıcaklığı en az 24 saat süresince su tanklarında 70°C, son kullanım noktalarında 60°C olması sağlanır. Termal dezenfeksiyon süresi konaklama biriminin kullanım kapasitesine göre değişkenlik gösterebilir.

İkinci aşama flushing aşamasıdır. Tanklarda biriken tortu temizlenir; tesisat tümü ile boşaltılıp yeniden doldurulur; bu dolumdan sonra sistem sıcaklığı 60°C'ye çıkarılır; tüm musluklar ve duş başlıkları en az 5-10 dakika süre ile akıtılır.

Son aşama ise şok ısıtmadır. Sistem 80°C üzerinde yüksek sıcaklıklara çıkarılır ve hemen ardından tekrar normal çalışma koşullarına döndürülür.

Termal dezenfeksiyon aşağıdaki periyodik sürelerle yapılabilmektedir:

- Sıcaklık = 70°C / 10 dakika süre ile
- Sıcaklık = 65°C / 15 dakika süre ile
- Sıcaklık = 60°C / 30 dakika süre ile



Leytonella bakterisi sıcaklık - yaşam grafiği

Termal dezenfeksiyonda etkili olan faktörler

- sıcaklık derecesi,
- temas süresi,
- ortam basıncı,
- mikroorganizmanın ısı direnci.

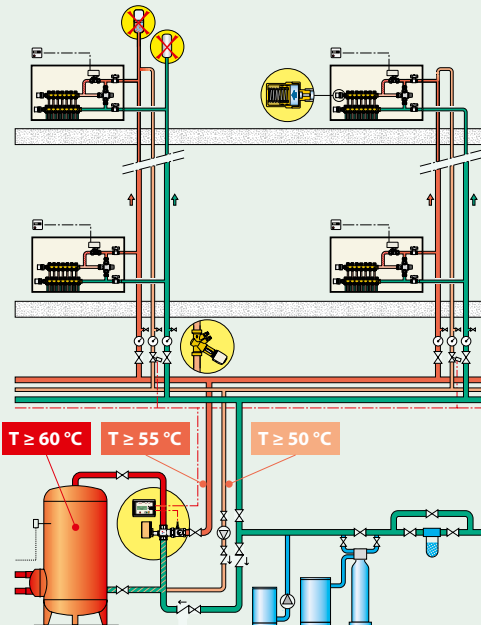
Termal dezenfeksiyon sisteminin önemli avantajları

- Ekonomik işletme şartları sağlar,
- Sistemde herhangi bir kimyasal madde kullanılmasına gerek kalmaz,
- Bakteriye hızlı bir şekilde sistemden uzaklaştırır.

Termal Dezenfeksiyon Yöntemi için Genel Sıcaklık Kuralları

Genel Kurallar:

Kazan/Boylar sıcaklığı:	≥ 60°C
Dağıtım hattı sıcaklığı:	≥ 55°C
Re-sirkülasyon hattı sıcaklığı:	≤ 50°C
Sıcak su sıcaklığı:	< 50°C
Soğuk su sıcaklığı:	< 25°C



KULLANIM SOĞUK SU SİSTEMLERİNİN KORUNMASI

Lejyonella bakterisinin çoğalmasını önlemek için kullanım soğuk su sistemindeki sıcaklık 20°C altında olmalıdır.

O yüzden sıcak ve soğuk kullanım su sistemlerinin birbirlerinden ve diğer sıcaklık kaynaklarından yeterince uzak olması, termal olarak yalıtılması gerekir.

Yalıtım kalınlığının etkisi

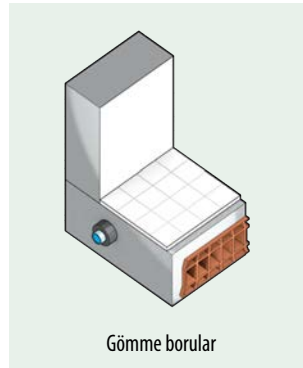
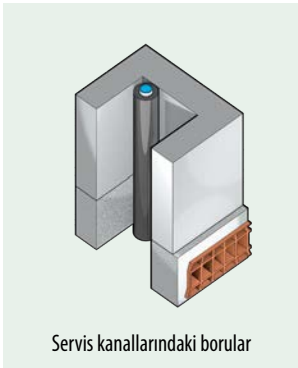
Boru yalıtımı, dışarıya ısı kaybını (sıcak su dağıtımında) ve su sıcaklığında artışı (soğuk su dağıtımında) önlemek içindir.

Bu bağlamda, ısı akışını bloke etmek üzere iyi bir termal direnç sağlamak için en uygun yalıtım kalınlıklarının belirlenmesine yönelik bazı hesaplamalar yaptık.

Özellikle kullanım soğuk su dağıtım borularına ve su sıcaklığının 20°C altında tutulması için gereken yalıtım kalınlıklarına bakacağız.

Aşağıdaki borulama örneklerini göz önünde bulunduralım:

- servis kanallarındaki borular;
- gömme borular.



Bu hesaplamalar, akışkan ve çevre ortam arasındaki enerji alışverişini göz önünde bulundurmaktadır. Bu, borunun, yalıtımın ve boruyu çevreleyen malzemenin (hava veya duvar) boyutuna ve termal direncine bağlıdır. Ancak kolaylık olması için bu hesaplamaları analiz etmeyeceğiz, sadece laboratuvar testleri ile desteklenen sonuçları sunacağız.

Bu nedenle, boru içindeki sabit suyun 20°C'ye ulaştığı yaklaşık süreyi, Tablo 1'de servis kanalları içindeki borular, Tablo 2'de gömme borular için verdik.

Servis kanallarındaki borular kanal içindeki iletim ve termal hava konveksiyonu ile ısınır (özellikle yaz aylarında). Servis kanalında ayrıca kullanım sıcak su boruları mevcutsa, hava sıcaklığının yükselmesine katkıda bulunacaktır (kış aylarında da).

Gömme borular, gömülü oldukları yapının iletimi ile ısıtılmaktadır.

Hesaplamalar için aşağıdaki varsayımlar kullanılmıştır:

- **Boru çapları: 1/2" ila 2"**

Kullanım suyu dağıtımında en yaygın olarak kullanılan ticari çapları değerlendireceğiz.

- **Yalıtım malzemesi kalınlığı: 6 ila 40 mm**

Bunlar genellikle kullanım suyu borularının yalıtımı için en uygun kalınlıklardır.

- **Yalıtımın ortalama termal iletkenliği:**

$$\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Bu değer, yeni tesisatlarda kullanılanlar gibi iyi bir yalıtım kalitesini temsil etmektedir.

- **Başlangıç su sıcaklığı: 12°C**

Bu, genellikle en sıcak dönemlerdeki şebeke suyu dağıtım sıcaklığıdır.

- **Hava sıcaklığı: 30°C / 35°C**

Servis kanalları için, yaz aylarında hava sıcaklığı kolaylıkla 35°C seviyesine ulaşabilir. Gömme borular için, hava sıcaklığı normal olarak 30°C olduğu varsayılır.

- **Gömme derinliği: 10 cm**

Bu, ortalama tesisat derinliği olarak kabul edilir.

- **Durgun su**

Hareket halindeki suyun sıcaklığında yüksek artışlar olmaz. O nedenle, tesisatta herhangi bir tüketimin olmadığı durgun suyu değerlendireceğiz.

TABLO 1
Servis bölmeleri veya kanallarındaki borular

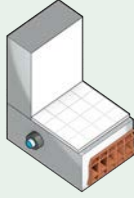


$T_{\text{başlangıç su}} = 12^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{hava}} = 35^{\circ}\text{C}$
Yalıtımın termal iletkenliği
 $\lambda = 0,040 \text{ [W/m}^2\text{/K]}$
Durgun su

Boru boyutu	Yalıtım kalınlığı [mm]						
	6	9	13	19	25	32	40
1/2"	0 sa 25 dak	0 sa 27 dak	0 sa 30 dak	0 sa 33 dak	0 sa 36 dak	0 sa 40 dak	0 sa 43 dak
3/4"	0 sa 39 dak	0 sa 42 dak	0 sa 46 dak	0 sa 52 dak	0 sa 57 dak	1 sa 03 dak	1 sa 09 dak
1"	0 sa 52 dak	0 sa 57 dak	1 sa 03 dak	1 sa 12 dak	1 sa 20 dak	1 sa 29 dak	1 sa 37 dak
1 1/4"	1 sa 15 dak	1 sa 23 dak	1 sa 34 dak	1 sa 48 dak	1 sa 01 dak	2 sa 15 dak	2 sa 29 dak
1 1/2"	1 sa 31 dak	1 sa 42 dak	1 sa 55 dak	2 sa 14 dak	2 sa 31 dak	2 sa 48 dak	3 sa 07 dak
2"	2 sa 01 dak	2 sa 16 dak	2 sa 36 dak	3 sa 03 dak	3 sa 27 dak	3 sa 53 dak	4 sa 21 dak

Suyun $T \geq 20^{\circ}\text{C}$ olduğu süre

TABLO 2
Gömme borular



$T_{\text{başlangıç su}} = 12^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{hava}} = 30^{\circ}\text{C}$
Yalıtımın termal iletkenliği
 $\lambda_1 = 0,040 \text{ [Wm}^2\text{/K]}$
Duvarın termal iletkenliği
 $\lambda_2 = 0,7 \text{ [Wm}^2\text{/K]}$
Gömme derinliği = 10 cm
Durgun su

Boru boyutu	Yalıtım kalınlığı [mm]						
	6	9	13	19	25	32	40
1/2"	0 sa 19 dak	0 sa 25 dak	0 sa 31 dak	0 sa 38 dak	0 sa 44 dak	0 sa 50 dak	0 sa 55 dak
3/4"	0 sa 30 dak	0 sa 38 dak	0 sa 48 dak	0 sa 59 dak	1 sa 09 dak	1 sa 19 dak	1 sa 28 dak
1"	0 sa 41 dak	0 sa 52 dak	1 sa 05 dak	1 sa 22 dak	1 sa 36 dak	1 sa 50 dak	2 sa 04 dak
1 1/4"	1 sa 00 dak	1 sa 17 dak	1 sa 37 dak	2 sa 02 dak	2 sa 24 dak	2 sa 47 dak	3 sa 09 dak
1 1/2"	1 sa 14 dak	1 sa 35 dak	1 sa 59 dak	2 sa 31 dak	2 sa 59 dak	3 sa 28 dak	3 sa 56 dak
2"	1 sa 41 dak	2 sa 08 dak	2 sa 42 dak	3 sa 27 dak	4 sa 06 dak	4 sa 47 dak	5 sa 28 dak

Suyun $T \geq 20^{\circ}\text{C}$ olduğu süre

Tablo 1 ve 2'deki veriler, eğer yalıtım çok kalın değilse, sabit suyun sıcaklık limitinin 20°C 'ye çıkması için bir kaç dakikanın yeterli olduğunu göstermektedir.

Daha kalın yalıtım için bu sıcaklığın bir kaç saat garantilenmesi mümkündür.

Bununla birlikte, uygun boru yalıtımı olsa bile, örneğin geceleri (suyun büyük ihtimalle dinlenmede olacağı zaman dilimi) soğuk su ısınsını 20°C 'nin altına tutmak mümkün değildir.

Yüksek lejyonella riski olan tesislerin tasarımında bu nedenle suyun devamlı hareket etmesini sağlamak için belirli önlemlerin alınması gerekir; kullanım soğuk su sistemi için uygun bir anti-durağanlık ve yıkama sisteminin sağlanmasında fayda vardır.

KULLANIM SICAK SU SİSTEMLERİNİN KORUNMASI

Belirtildiği gibi, DHW-kullanım sıcak su sistemleri, kimyasal veya fiziksel arıtma ile lejyonella karşı korunabilir.

Kimyasal dezenfeksiyon, suyun kimyasal özelliklerini değiştirir, bu da malzemelere zarar vermesine ve insan tüketimine yönelik su yönetmeliklerine uygunsuz olmasını sağlar.

Tek başına fiziksel veya ısıl arıtma da suyun sıcaklığını değiştirir, ve iki türü vardır:

(1) geçici dezenfeksiyon önlemi olarak termal şok;

(2) önleyici ve sistematik önlem olarak termal dezenfeksiyon.

Fiziksel (ısıl) arıtmalar, kullanım sıcak su üretim sistemlerinde kimyasal arıtmaya tercih edilir.

Termal şok

Sistemde termal şoklama, sistemin ihtiyacına göre minimum 3 gün olmak üzere su sıcaklığını yaklaşık 30 dk boyunca tüm dağıtım noktalarında 70-80°C'e kadar çıkarmaktır.

Bazı sistem tiplerinde bu kadar yüksek sıcaklığa ulaşılması her zaman mümkün değildir, çünkü bazı sistem bileşenleri zarar görebilmektedir.

Termal dezenfeksiyon

Termal dezenfeksiyon aşağıdaki şekilde yapılabilir:

1. devamlı arıtma.

Bu, sıcak suyun devamlı olarak 50°C üzerinde bir sıcaklıkta dolaşımı ile gerçekleştirilir (re-sirkülasyon sisteminde de);

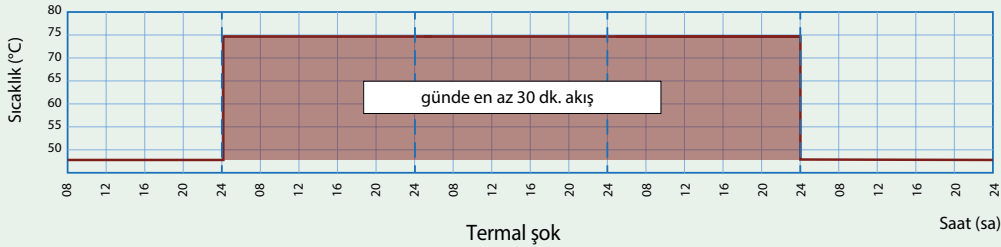
2. günlük arıtma.

Bu, sistem çok kullanılmadığı durumlarda aşağıdaki şekilde yapılır:

- kazandaki DHW (kullanım sıcak suyu) üretim sıcaklığını 65°C'ye yükseltilir;
- soğuk suyla karışım devre dışı bırakılır (eğer gerekiyorsa);
- günde en az 30 dakika boyunca suyu, sistem içinde 55-60°C'de devridaim yapılır.

Termal dezenfeksiyon, kazandan sonra bir karışım vanalı dağıtım sıcaklık kontrolü olan sistemlerde kullanılır.

Anti-lejyonella termal işlemler tipolojisi



Malzemenin termal şoka uygunluğu

Termal şok için kullanılan yüksek sıcaklık ve ondan daha az seviyede periyodik dezenfeksiyon, plastik boru gibi bazı sistem bileşenlerinin mekanik direncini bozabilir.

Bu nedenle önceden boru malzemelerinin değerlendirmesini yapmakta fayda vardır:

- yüksek sıcaklıklarda kullanıma uygun oldukları için, paslanmaz çelik ve bakır termal şoklara iyi dayanım gösterir.
- galvanizli çelik ise, 60°C üzerindeki sıcaklıkta kullanılamaz. Bu sıcaklıkta galvanizasyon kaybı başlar, boruları koruyan çinko tabakasında aşınma ve tahribata yol açar.
- polipropilen, 80°C'ye kadar sıcaklıklarda kullanılabilir, ancak yüksek sıcaklıklar basınç performansını azaltabilir. Özellikleri, üretici şartnamelerine göre değerlendirilmelidir.
- PE-X ve çok katmanlı kompozit 90°C'ye dayanabilir, bu nedenle termal şok problemsiz şekilde yapılabilir.

Boru malzemesinin uygunluğunun üretici bilgilerine göre değerlendirilmesi gerekir.

Malzemenin lejyonella üzerindeki etkisi



















Lider bir Hollanda araştırma ve sertifikasyon enstitüsü, boru malzemelerinin lejyonella bakterisinin üremesindeki rolünü, kirlenmiş bir sistem simülasyonu ile araştırmıştır. Deney, lejyonella bakterisinin farklı malzemelerden yapılan borularda üreme ve hayatta kalma oranlarının gözlemlenmesini içermektedir. Aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- sıcaklık 25°C'deyken (yaklaşık 100 günlük bekleme) PE-X, PVC ve paslanmaz çelik sistemlerdeki suda lejyonella canlı kalmış, ancak bakır borularda görülmemiştir;
- sıcaklık 55°C'deyken, tamamen yok oldukları bakır boru haricindeki borularda çoğalmamış ve "çok düşük kayıplar" görülmüştür;
- sıcaklık 60°C'deyken bütün malzemelerde komple dezenfeksiyon görülmüştür.

Bu bulgulardan aşağıdaki sonuçları çıkarabiliriz:

- Malzeme seçimi, soğuk su sıcaklığı 25°C altında veya sıcak su sıcaklığı en az 60°C olduğunda bakteri çoğalması görülmemiştir.
- Kullanım suyu için bakır boru tercih edilmesi, lejyonellaya karşı ek bir önlem sağlar (maalesef bakır artık çok pahalıdır ve bazen aynı performansa sahip daha ucuz malzemelerle değiştirilebilir).

Malzemelerin termal şoklara uyumluluğu ve Lejyoner hastalığının gelişimine etkisi

	Maksimum kullanım sıcaklığı	Termal şok uyumluluğu (>60°C)	Lejyonella bakterisinin gelişiminde malzemenin etkisi		
			25°C	55°C	60°C
Galvanizli çelik	60°C				
Paslanmaz çelik	120°C				
Bakır	110°C				
PP (Polipropilen)	80°C				
PE-X (Çapraz bağlı polietilen)	90°C				
Çok katmanlı	90°C				

HİBRİT KARIŞIM VANALARI

Lejyonellaya karşı termal dezenfeksiyon sadece karışım vanalı dizayn edilen sistemlerde uygulanabilir.

Bu cihazlar sadece karışım suyunu istenilen sıcaklıkta tutmakla kalmaz, aynı zamanda devrenin ısıl dezenfeksiyonuna imkan sağlar. Bir kaç yıl öncesine kadar, piyasada mekanik termostatik karışım vanaları ve elektronik karışım vanalarının ayrı ayrı kullanımı yaygındı.

Mekanik tip karışım vanaları, kullanım sıcak suyu sıcaklığını düzenlerken kolay kurulumları ve güvenilirliği bakımından değer görmektedir. Diğer yandan, termal dezenfeksiyon için programlanamazlar ve kalibrasyonu bir kez yapıldıktan sonra otomatik olarak işletim ayar noktasını değiştiremezler.

Sıcak su sıcaklığının kontrolüne ek olarak elektronik karışım vanaları ayrıca termal dezenfeksiyon döngülerini yönetebilir ve verileri kaydedebilir. Ancak elektrik olmadığında, doğru sıcaklığı koruyamazlar.

Yeni elektronik hibrit karışım vanaları, mekanik termostatik karışım vanasının tipik işlevselliğini elektronik karışım vanasının yönetim verimliliği ile tek bir cihazda birleştirmektedir.

Termostatik karışım vanaları, çıkıştaki karışım suyu sıcaklık değerini hızlıca önceki değerine getirmek amacıyla, içten kontrollü termostatik eleman tarafından gerçekleştirilen; sıcaklık, basınç ve giriş debisindeki değişikliklere anında tepki veren mekanik eylemi kullanır.

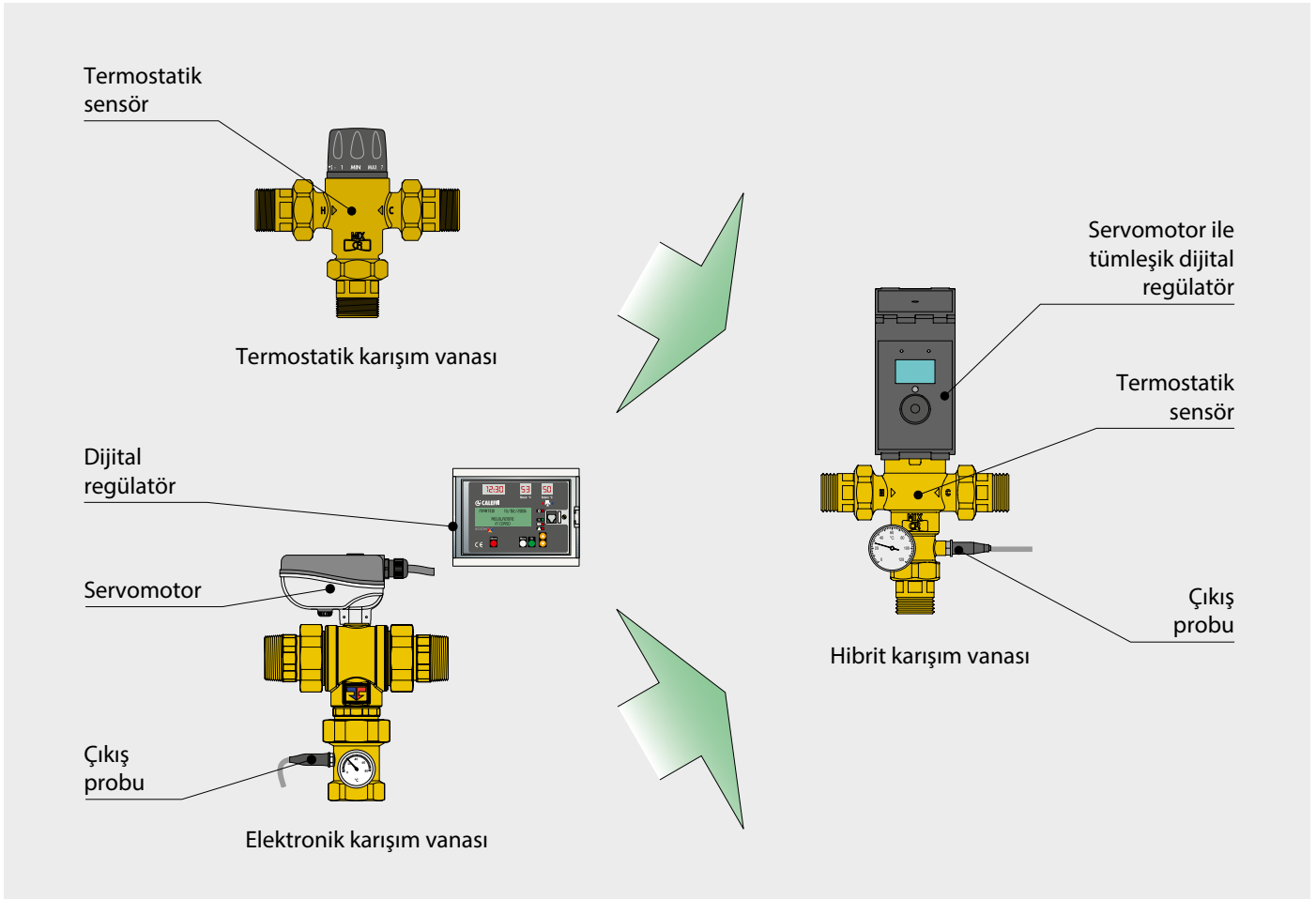
Aktüatördeki tümleşik elektronik regülatör, karıştırılan suyun sıcaklığını, lejyonellanın önlenmesi için hem normal kontrol hem de termal dezenfeksiyona yönelik çeşitli işlevsel programlara göre kontrol eder.

Regülatör ayrıca uzaktan özel MODBUS iletişim protokolleri ile kontrol edilebilir, yani bu cihazlar, Bina Yönetim Sistemleri (BMS) ile haberleşebilir.

Hibrit karışım vanaları bu nedenle mekanik karışım vanalarının tipik güvenilirliğini ve hassas performansını garanti eder; elektronik karışım vanaları gibi sıcaklığı değiştirir ve kontrol eder.

Hibrit karışım vanaları tipik olarak hastanelere, bakım evlerine, spor merkezlerine, alışveriş merkezlerine, otellere, kamp alanlarına ve yatılı okullara, ayrıca büyük mesken binalarına hizmet veren merkezi sistemlerde kullanılmaktadır.

Toplu olarak kullanılan tesislerde, lejyoner hastalığının programlı şekilde kontrol edilmesi ve önlenmesi, dezenfeksiyon zamanlarının en iyi şekilde yönetilmesi her zamankinden daha önemlidir.



BİNA OTOMASYONU

Akıllı bina yönetim sistemleri

Bina Otomasyonu, bir bina içindeki entegre sistemleri kontrol eden ve izleyen bir sistemdir.

Ticari veya kamu binalarının ve otellerin temel gereksinimlerinden biri de, kontrol edilmesi gereken bütün farklı sistemler için çok sayıda farklı platformla zaman ve enerji kaybının önlenmesidir:

- aydınlatma;
- ısıtma ve iklimlendirme;
- izinsiz giriş alarmları;
- yoklama takibi;
- yangın önleme.

Bu sistemlerin entegre ve otomatik şekilde yönetiminin faydası, binalardaki konvansiyonel teknolojilerin daha yenilikçi olanlarla entegre edilerek, yeni işlevler elde edilmesi, enerji tasarrufunun maksimuma çıkartılması ve sakinlerin konfor ve güvenliğinin arttırılmasıdır.

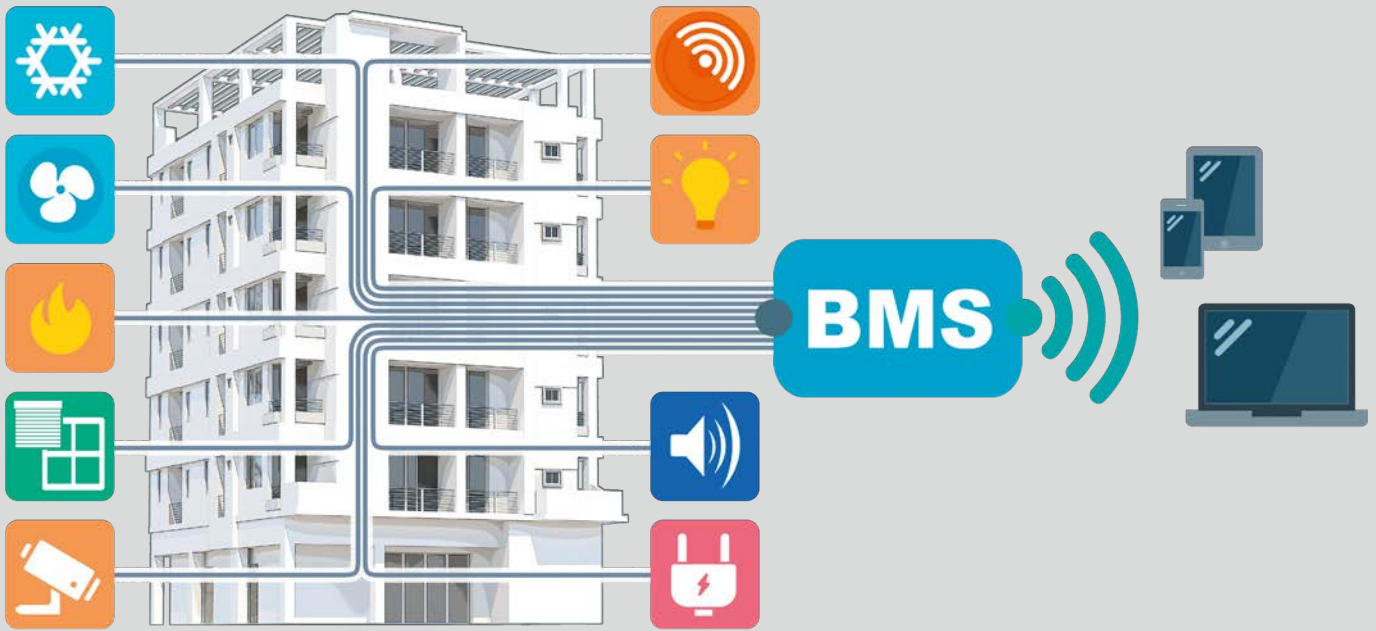
Bu nedenle kontrol sistemi bilgisayarlı olmalı, birbirleri ile ara birim oluşturulmuş elektronik cihazlardan oluşan "akıllı" bir sistem olmalıdır.

Bir binanın "akıllı" olması için; bilgileri işleyebilecek, kaydedebilecek ve kontrol sistemlerine iletebilecek cihazlarla donatılmış olmalıdır. En yaygın kullanılan iletişim teknolojileri arasında (bus, wireless, radio) MODBUS protokolü dünya genelinde en popüler olanlarından biridir.

MODBUS bir endüstriyel iletişim standardı haline gelmiş bir seri iletişim protokolüdür.

MODBUS protokolü, aynı ağa bağlı çok sayıda cihazın birbirleri ile haberleşmesini sağlar; sistemi yöneten bir "master" ile master tarafından sorgulandığında yanıt veren bir veya daha fazla sayıda "slave" arasındaki haberleşme formatını belirler.

Cihazlar (hibrit karışım vanaları dahil), MODBUS protokolünü sorgulamak, uzaktan ayarlamak ve her şeyin ötesinde aynı protokolü kullanan bina yönetim sistemlerle (BMS) etkileşime girmek için kullanılabilir.



MERKEZİ SICAK SU ÜRETİM RE-SİRKÜLASYON DEVRELERİ

Re-sirkülasyon devresi aşağıdaki nedenlerden dolayı sıcak su sirkülasyonu yapmalıdır:

- bütün musluklarda neredeyse sabit dağıtım sıcaklığı olmasını sağlamak ve bu musluklardan birinde sıcak su gerektiğinde uzun bekleme sürelerini önlemek;
- suyun durağan kalmasını ve çeşitli kollarında (ısı kaybına bağlı) soğuyarak lejyonella üreme aralığına (20–50°C) düşmesini önlemek;
- karışım vanasında minimum debiyi garanti etmek.

Merkezi sıcak su üretim sistemleri farklı şekillerde yapılandırılabilir. Kullanım sıcak su depolamalı yani boiler, akümülyasyon tankı vb. sistemler (re-sirkülasyon devresi bağlantılı ya da bağlantısız) veya anlık sıcak su üreten sistemler (daire giriş istasyonları gibi). Aşağıdaki farklı konfigürasyonlarda özellikle merkezi sıcak su üretim sistemlerinde re-sirkülasyon devresi bağlantılarına ve çek-valfleri nereye yerleştirileceğine daha detaylı bakacağız.

Bu önlemlerin, karışım vanalarının ve re-sirkülasyon devresinin doğru çalışması ve sıcaklığın sabit tutulması için alınması gerekir.

Merkezi sıcak su üretim sistemlerindeki en yaygın durumlar, aşağıdaki gibidir:

Re-sirkülasyon hattına sahip kullanım sıcak su depolu sistemler (boylar, akümülyasyon, vb.) **(vaka 1)**

- Re-sirkülasyon hattı boylara (re-sirkülasyon hattı için özel bir bağlantısı vardır) ve karışım vanası için soğuk su besleme hattına bağlanmalıdır.
- Aşağıdaki vaka 1'de göreceğiniz üzere, şemada görülen noktalara dört adet çekvalf gereklidir.

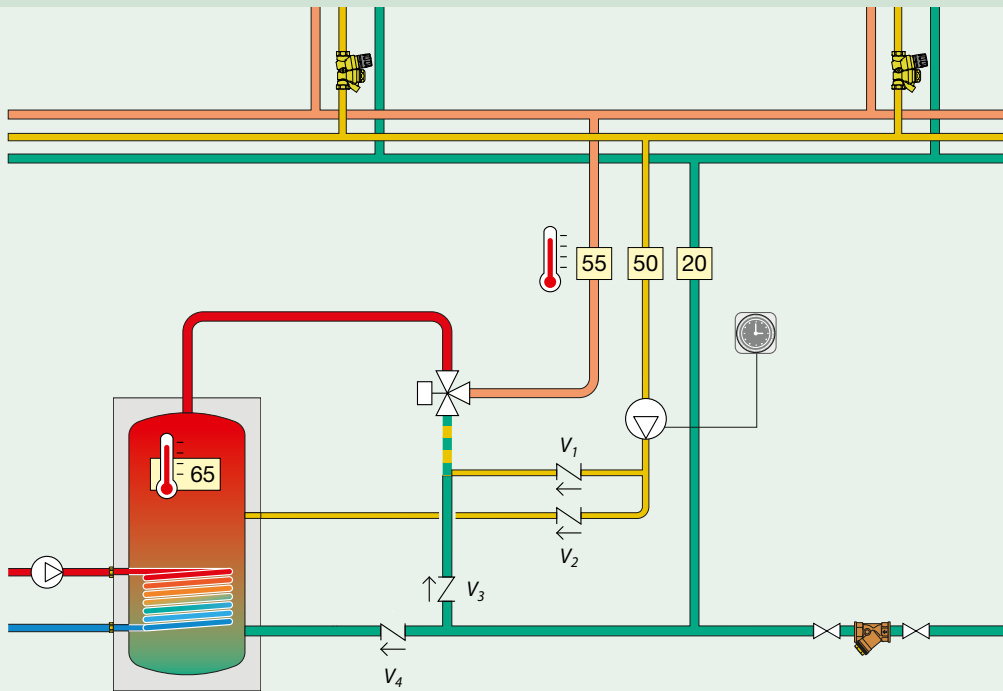
Re-sirkülasyon devresi bağlantısız kullanım sıcak su deposu **(vaka 2)**

- Re-sirkülasyon hattı, karışım vanası için soğuk su besleme hattına bağlanmalıdır.
- Vaka 2 örneğinde göreceğiniz üzere şemada gösterilen yerlere iki adet çek-valf gereklidir.

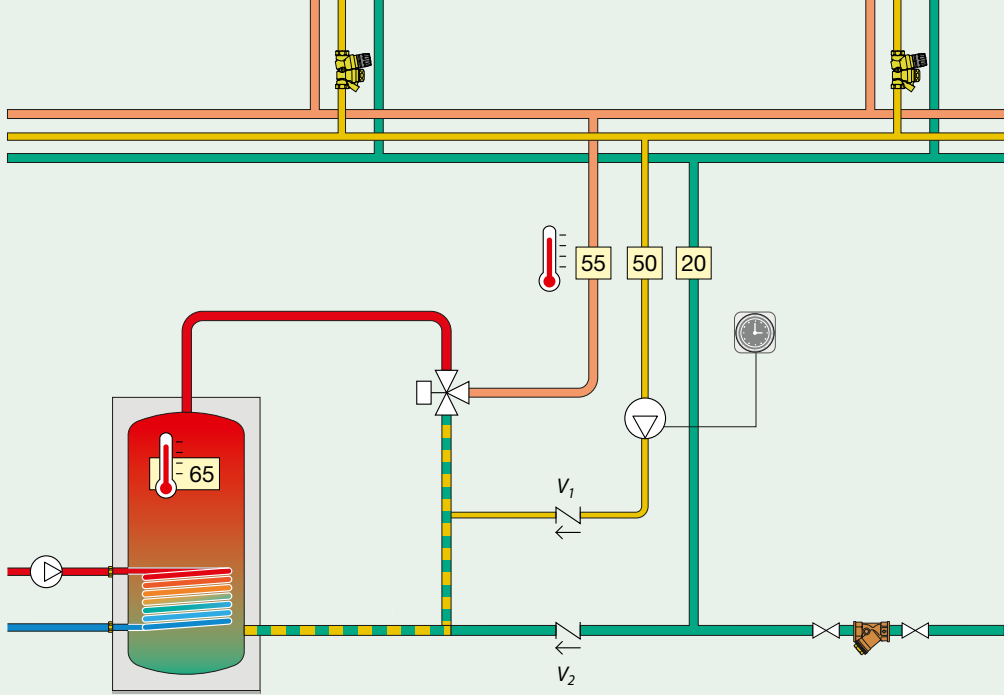
Anlık kullanım sıcak su üretimi **(vaka 3)**

- Re-sirkülasyon hattı, ısı eşanjörünün soğuk su besleme hattına bağlanmalıdır.
- Vaka 3 örneğinde şemada gösterilen yerlere iki adet çek-valf gereklidir.

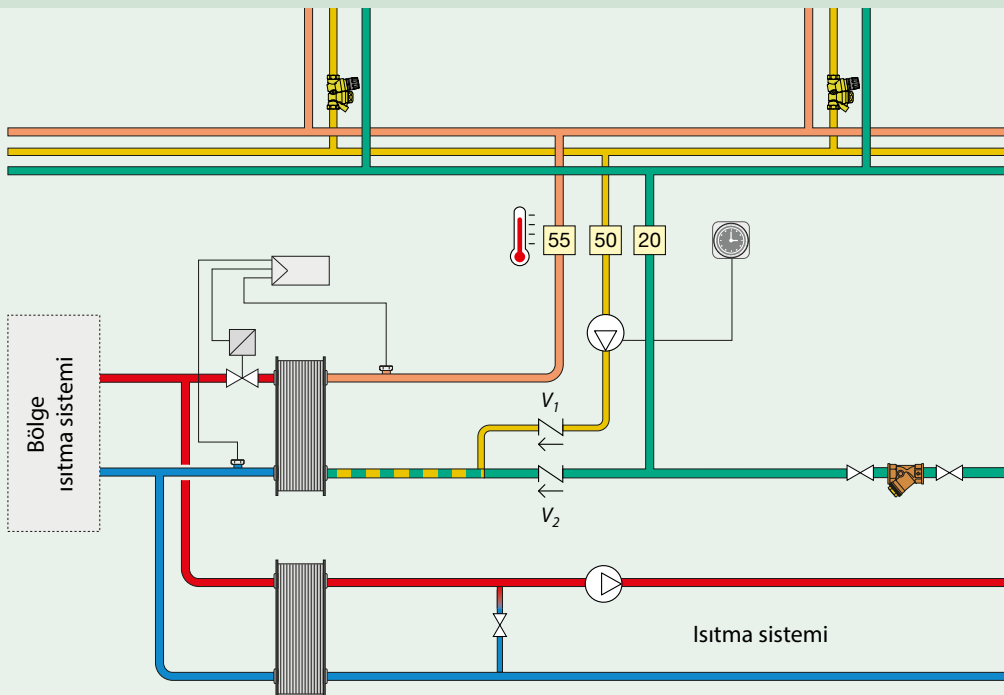
VAKA 1: Re-sirkülasyon hattına sahip kullanım sıcak su depolu sistem (gerekli kesme ve güvenlik cihazlarının gösterilmediği işlevsel şema)



**VAKA 2: Re-sirkülasyon devresi bağlantısız kullanım sıcak suyu depolu sistem
(gerekten kesme ve güvenlik cihazlarının gösterilmediği işlevsel şema)**



**VAKA 3: Bölge ısıtma sistemli anlık kullanım sıcak suyu üretim sistemi
(gerekten kesme ve güvenlik cihazlarının gösterilmediği işlevsel şema)**



Sadece sıcak soğuk su hattı bağlantısı

Bazen re-sirkülasyon hattı bağlantısı, aşağıda şemada gösterilen şekilde, yani kesikli çizgili bağlantı olmadan yapılabilir.

İlk bakışta, vaka 2'de gösterilen bağlantı gibi görünebilir, ancak çek-valf V3 ve V4 vaka 1'deki gibi yerleştirilmiştir (önceki sayfaya bakınız).

Şimdi re-sirkülasyon devresinin neden doğru çalışmayacağına bakalım.

Boylerde üretilen sıcak suyu, sistemde kullanmak mümkün olmayacağı için, sadece re-sirkülasyon hattındaki su kullanım suyu hattından geçecektir ve kademeli olarak re-sirkülasyon hattı sıcaklığı düşecektir.

Sonuç olarak, karışım vanası sıcak su girişini arttırmak ve desteklemek için soğuk su tarafını kapatır. Bu durumda re-sirkülasyon hattı sistem sıcaklığını korumak için gereken su debisini sağlayamaz (**Faz-1**).

Kullanım suyu sıcaklığı (karışım suyu) soğuk su girişi tamamen kapanana kadar düşer ve kullanım suyu talebi gelene kadar re-sirkülasyon devresi bloke olur (**Faz-2**).

Sadece boyler bağlantısı

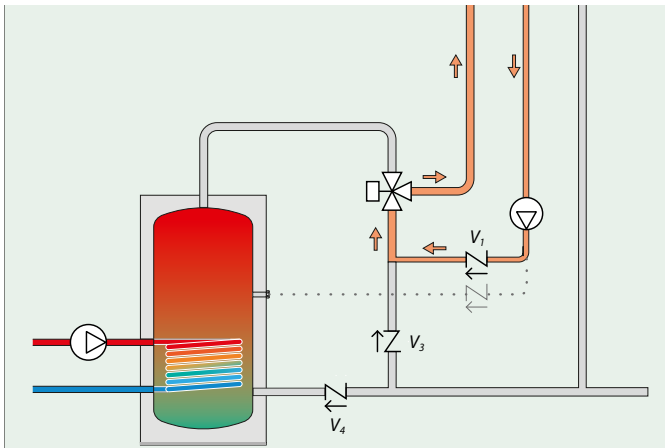
Re-sirkülasyon devresi sadece boylere bağlı ise, tüm armatürler kapalı iken karışım vanası soğuk su girişi olmaz.

Karışım vanasının doğru çalışması ve sabit karışım suyu sıcaklığını sağlayabilmesi için soğuk ve sıcak su minimum debilerinin vana girişlerinde birleşmesi gerekmektedir.

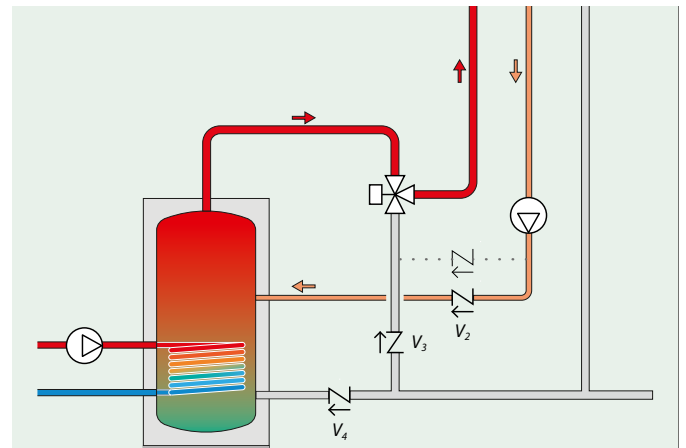
Armatürler kapalı iken, sistemden soğuk su almak mümkün olmayacağı için karışım vanasının sıcak su giriş sıcaklığı kademeli olarak artacaktır (**Faz-1**).

Re-sirkülasyon hattı debisi kademeli olarak azalır ve karışım vanası sıcak su girişi tamamen kapanarak sıfır pozisyonuna ulaşır (**Faz 2**). Bu durumda re-sirkülasyon pompası kapalı bir devrede çalıştığı için hasar görebilir.

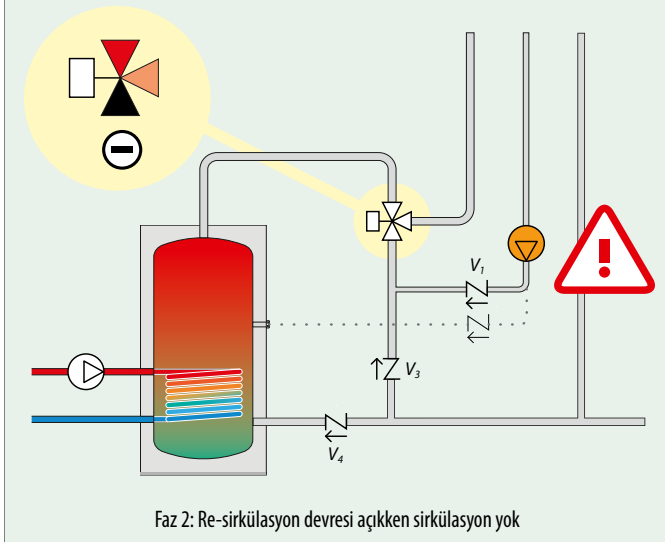
Armatürler kapalı iken yani kullanım suyu için herhangi bir talep yokken, re-sirkülasyon olmaması durumunda ısı kaybına bağlı olarak borulardaki su sıcaklığı düşer ve lejyonella riski oluşur. Bu risk su sıcaklığı düşmeye devam ettikçe artar.



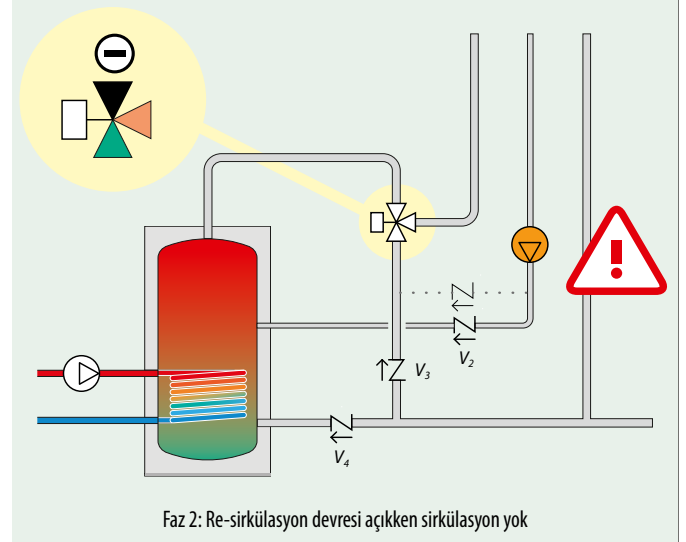
Faz 1: Re-sirkülasyon devresi kademeli sıcaklık düşüşü



Faz 1: Re-sirkülasyon devresi debi düşüşü ve sıcaklık artışı



Faz 2: Re-sirkülasyon devresi açıkken sirkülasyon yok



Faz 2: Re-sirkülasyon devresi açıkken sirkülasyon yok

ÇEK-VALF YERLEŞİMLERİ

Daha önceki sayfalarda belirttiğimiz gibi çek-valf kullanımı ve vanaların düzgün çalışması çok önemlidir.

Şimdi ise, sayfa 56'daki şemada uygulanan çek-valfleri analiz edeceğiz (Re-sirkülasyon hattına sahip kullanım sıcak su deposu sistem).

Çek-valf V1

Pompa kapalıyken ya da kullanım suyu tesisatından fazla debi talebi olduğunda, V1 çek-valfi hem kullanım suyu hattına hem de re-sirkülasyon hattına su beslemesini engeller.

Çek-valf V2

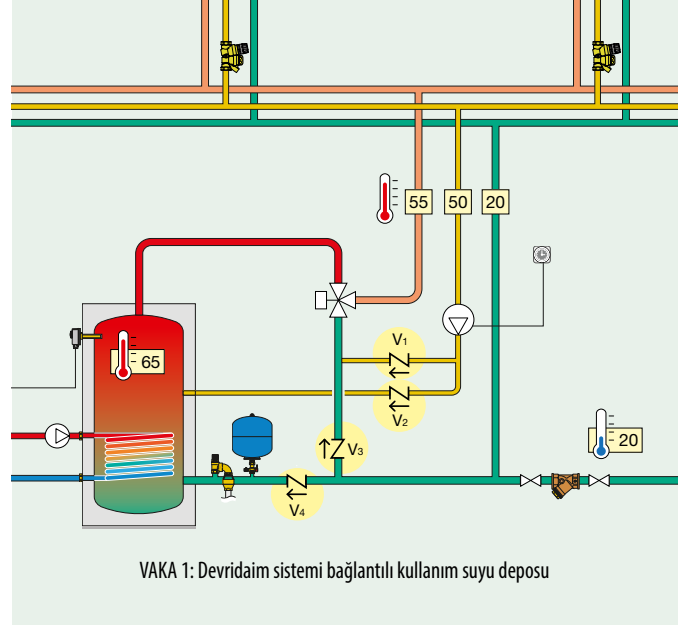
Çek-valf V2, re-sirkülasyon hattı üzerinden boylere geri akışı önler.

Çek-valf V3

Çek-valf V3, sıcak suyun soğuk su sistemine geri akışını önler.

Çek-valf V4

Sistemde kullanım olmadığına karışım vanasının sıcaklık ayarında herhangi bir salınım olmaması için soğuk su kolundan sıcak su geçişini engeller.



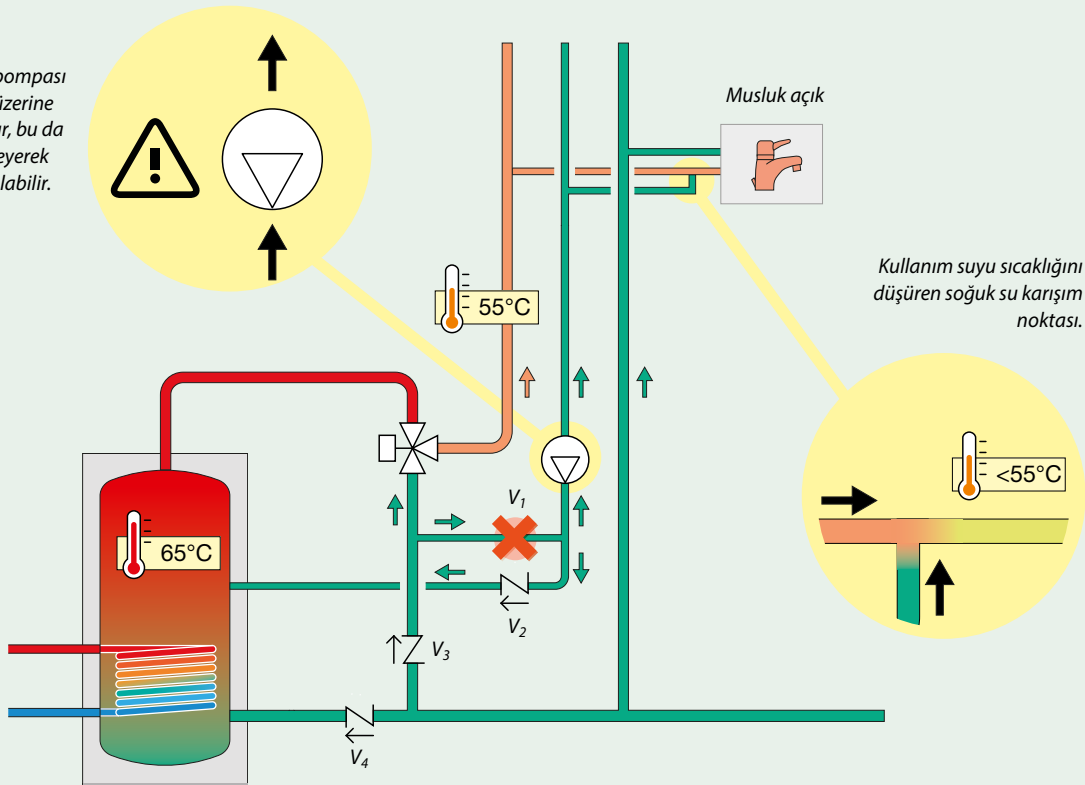
VAKA 1: Devridaim sistemi bağlantılı kullanım suyu deposu

Benzer değerlendirmeler ayrıca, sayfa 57'deki vaka 2 (resirkülasyon hattı bağlantısız kullanım sıcak su deposu sistem) ve vaka 3 (anlılık kullanım sıcak suyu üretim sistemi) için de yapılabilir.

Çek-valf V1 kullanılmıyor veya arızalı

Sistemde kullanım olduğunda, hem sıcak su hattından hem de re-sirkülasyon hattından su alınır. Ancak re-sirkülasyon hattında soğuk su sistemine gelen bir ters akış olabilir.

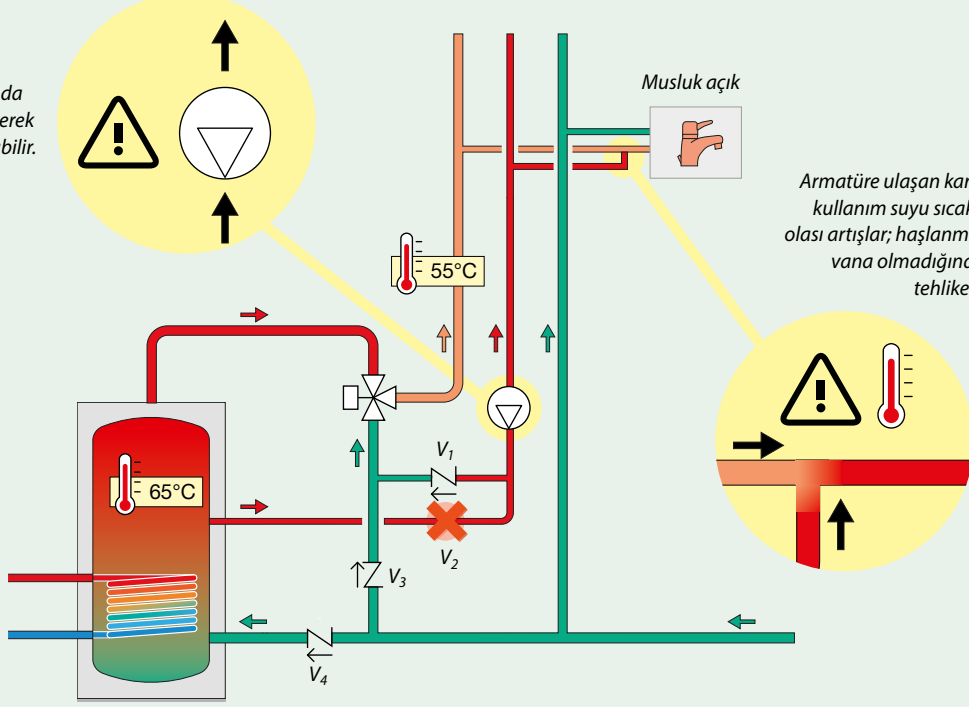
Re-sirkülasyon pompası açıkken, kanat üzerine bir güç uygulanır, bu da dönmeyi engelleyerek arızaya neden olabilir.



Çek-valf V2 kullanılmıyor veya arızalı

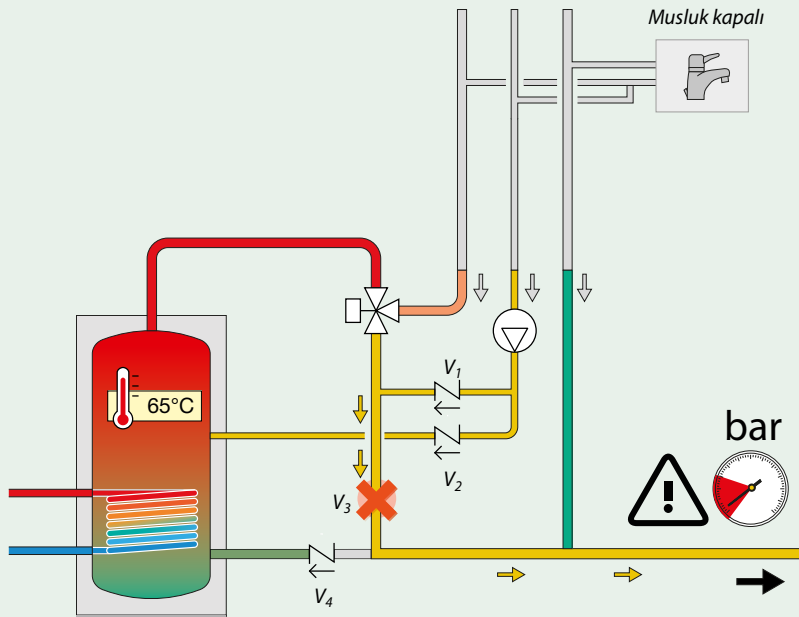
Sistemde kullanım varken, boilerden gelen sıcak su normal akış yönünün tersine re-sirkülasyon hattına karışabilir (kullanım olduğunda oluşan düşük basınçtan dolayı).

Re-sirkülasyon pompası açıkken, kanat üzerine bir güç uygulanır, bu da dönmeyi engelleyerek arızaya neden olabilir.



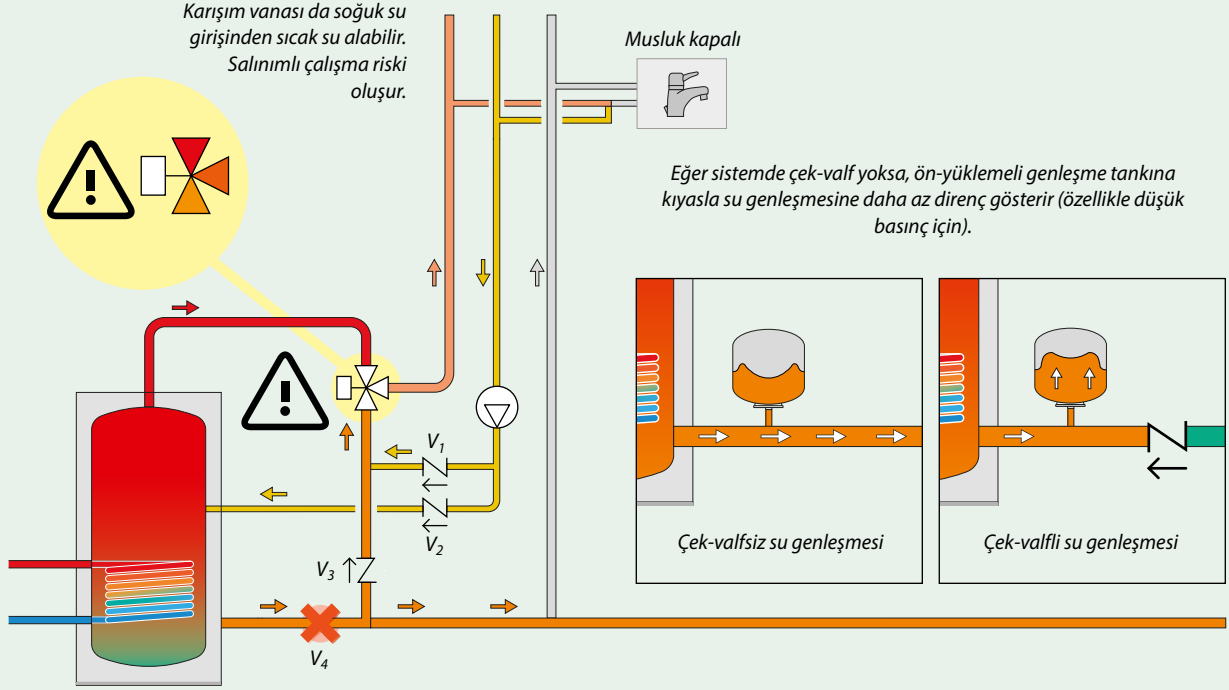
Çek-valf V3 kullanılmıyor veya arızalı

Su sistemindeki basınç düşüğe, dağıtım sisteminden besleme sistemi içine sıcak su geri akışı olabilir.



Çek-valf V4 kullanılmıyor veya arızalı

Çek-valf V3 için belirtilen problemlerin yanı sıra, eğer çek-valf V4 kullanılmıyorsa, depolanan su ısıtılırken, soğuk su besleme sistemine doğru su genişmesi olabilir.



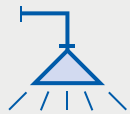


Suyunuzu kontrol eder ve koruruz

Hassas sıcaklık kontrolü, maksimum yönetim verimliliği ve kusursuz dezenfeksiyon

6000 serisi LEGIOMIX® 2.0 Lejyonella ile mücadele için hibrit karışım vanaları

- Mekanik termostatik karışım vanası ile elektronik karışım vanasının yönetim verimliliğini tek bir cihazda birleştirir.
- Lejyonella bakterisinin üremesini önlemek için çıkış suyu sıcaklık seviyelerini ve termal dezenfeksiyon döngülerini programlayan elektronik regülatöre sahiptir.
- Sıcaklık ve fonksiyonel parametrelerin kaydedilmesi, tüm sistemin çalışma sürecinin izlenmesi ve yönetilmesi için uygundur.



Sıhhi tesisat

Modern sistemler için tasarlanmış bileşenler

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions