BÖLÜM 2

2. TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI

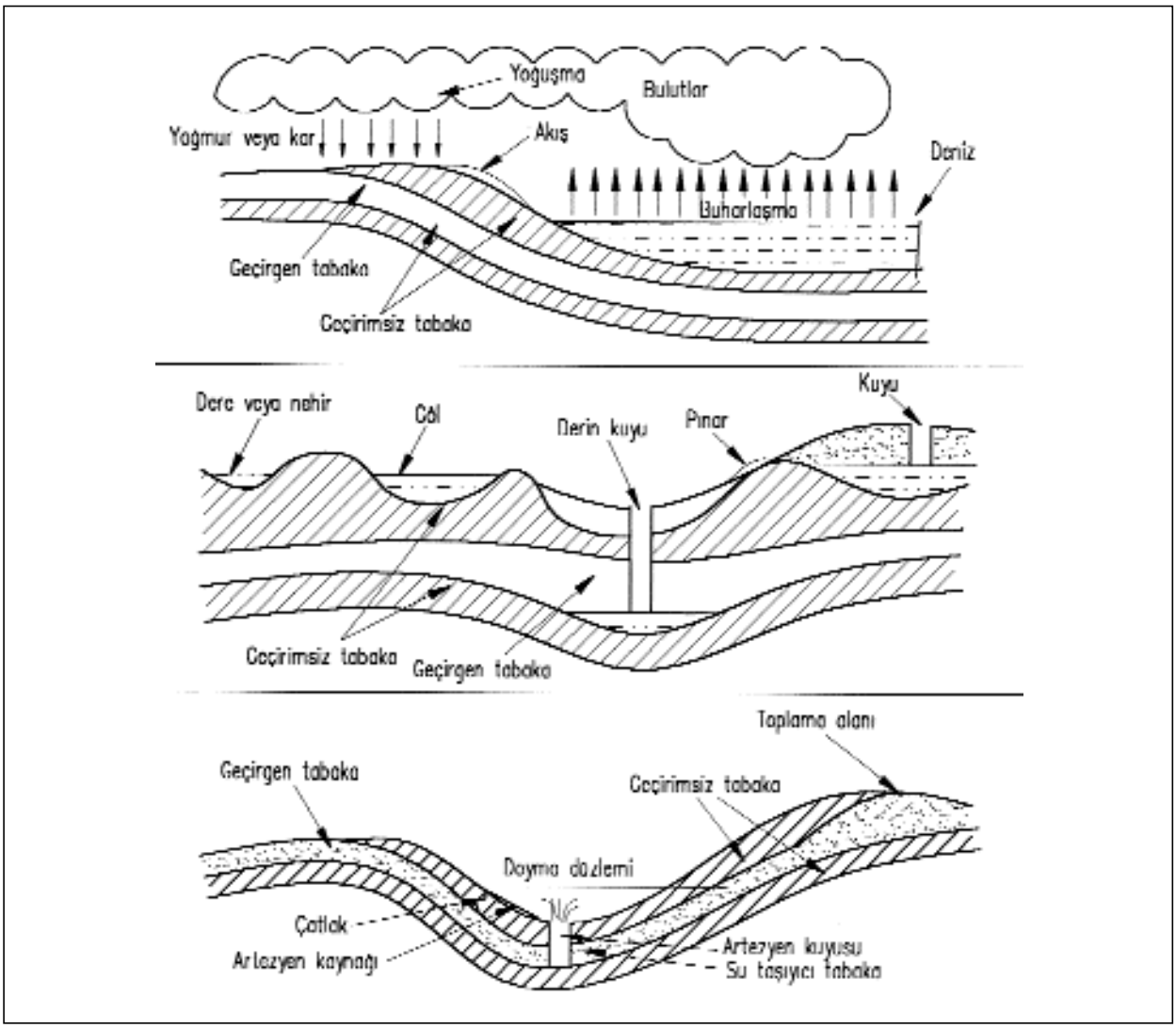
2.1. TEMİZ SU

Dünyanın hidrolik çevriminin temel prensibi, suyun kapalı bir sistem olması ve önemli yeni bir su girişi olmamasıdır. Dünyanın 2/3'ü su ile kaplıdır ve bu suyun %96.8'i okyanuslardaki tuzlu su ve ancak %3,2'si taze ve tatlı sulardır. Bu taze suyun yaklaşık %75'i buzullarda donmuş olarak ve %24,4'ü yer altı suyu olarak bulunmaktadır. Nehirler, göller ve atmosferdeki su, toplam suyun ancak %0,02'sini oluşturur.

Dolayısıyla idare etmek zorunda olduğumuz su, yeryüzündeki kullanılabilir suyun %1'inden bile azdır. Nüfusumuzun hızlı arttığını göz önüne alırsak, bu doğanın en değerli kaynağını giderek daha dikkatli kullanmak gereği kendiliğinden ortaya çıkar.

Temiz su kaynakları göller, dereler, ırmaklar, barajlar, çatılardan vs. toplanan yağmur sularıdır. Yer altı su kaynakları ise kuyular, derin kuyular, artezyenler ve pınarlardır. Şekil 2.1.'de yağmur çevrimi ve çeşitli su kaynakları şematik olarak gösterilmiştir.

Suyun kullanımında yeniden kullanmak, geri döndürmek ve yeni ortaya çıkarmak büyük önem kazanmıştır. Burada "yeni ortaya çıkarmak" içilemez karakterdeki su kaynaklarını içilebilir hale getirmek olarak tanımlanabilir. Bu işlem aynı zamanda üretim



Şekil 2.1 / ÇEŞİTLİ SU KAYNAKLARI

tesislerindeki atık suyun, yönetmelikler icabı temizlenmesini de kapsar. "Geri döndürmek" aksi halde kanalizasyona gidecek olan suyu geri kazanmak ve temizleyerek yeniden kullanıma sunmak demektir. "Yeniden kulllanmak" ise geri çevrilen suyun diğer yapı sistemlerinde veya sulamada kullanımıdır.

2.1.1. Yeni Ortaya Çıkarmak

Suyun yeni ortaya çıkartılması üç ana kategoride toplanır. Bunlar tuzsuzlaştırma, atık suların yeniden kazanılması ve yerüstü ve yer altı sularının ortaya çıkarılmasıdır. Bu tür faaliyetler genellikle belediyeler veya bölgesel organizasyonlar tarafından gerçekleştirilir.

Ancak burada kullanılan teknikler ve fikirler daha özel alanlarda da kullanılabilir. Ayrıca yönetmeliklerle bir çok tesisin atıklarına sınırlama getirmek ve yapı sistemlerini bu büyük yeni ortaya çıkarma sistemleri ile bütünleştirmek; sistemlerin maliyetini aşağı çekmekte ve bir bütün olarak planlanmış yönetim sistemi oluşturmakta büyük önem taşır.

Büyük tuzlu su kaynakları gözönüne alındığında tuzdan arındırma, kullanılabilir su temininde önemli bir imkandır. Tuzdan arındırmada binde 40'dan fazla tuz içeren denizsuyu veya binde 2 ile 29 arasında tuz içeren tuzlu sudan binde 1 oranının altında tuz içeren su elde etmek söz konusudur. Taze veya temiz su olarak kabul edilebilecek bu suyu elde etmekte kullanılan teknikler şöyle sıralanabilir:

1- Çift etkili distilasyon: Isıtıcı serpantinli bir depodaki deniz suyu, kaynama noktasına kadar ısıtılır. Buharlaşan su daha düşük seviyedeki bir depoya geçer. Buradaki ısı değiştirici serpantinlerde üstteki depoya beslenecek yeni soğuk deniz suyu ile yoğuşturulur. Bu yöntemde pratik olarak saf su elde edilir.

2- Çift halli distilasyon: Bir ısı değiştirgecinde ısıtılan su, daha düşük basınçtaki ikinci bir ısı değiştirgecine geçer. Düşük basınç nedeniyle burada flaş buhar oluşur. Bu buhar yoğuşturularak distile saf su elde edilir.

3- Buhar sıkıştırmalı distilasyon: Bu işlemde tuzlu su bir ısı değiştirgecinde ısıtılıp buharlaştırılır. Buharlar bir kompresörle daha yüksek bir basınca ve sıcaklığa sıkıştırılır. Bu yüksek basınç ve sıcaklıktaki buhar daha fazla deniz suyunun buharlaştırılmasında kullanılır, yoğuşan buhar ise distile su oluşturur.

4- Elektrodiyaliz: Bu tuzdan arındırma yöntemi binde 28'in altında tuz oranına sahip sular için geçerlidir. Bu yöntemde sudaki çözünmüş tuz iyonları elektrik akımıyla tuzlu sudan ayrılıp, geçirgen plastik membranlarla ayrılmış bölmelerde toplanırlar.

5- Ters Osmoz: Bu yöntem de az tuzlu su için geçerlidir. Su yüksek basınçla membranlardan geçirilir ve tuzunu bu membranlarda bırakır. Bu yöntem diğer su kaynaklarından elde edilen suyun temizlenmesinde de kullanılır.

6- Diğer yöntemler ise: Dondurma, güneşle buharlaştırma ve iyon değişimi olarak sayılabilir. Suyun kullanım amacına göre ayrıca ilave birtakım teknikler gerekebilir. İkinci kategoride atık sulardan yararlanılmaktadır. Primer, sekonder ve çevresel arıtma sistemlerinde kullanılabilecek çeşitli yöntemler mevcuttur. Atık suların uygun biçimde arıtılması temiz su kaynaklarının kirlenmemesi açısından büyük önem taşır.

Yeni ortaya çıkarmanın üçüncü alanı yerüstü ve yer altı suları ile ilgilidir. Yerüstü yüzey suları doğrudan yağışlarla ilgilidir. Dünya yıllık tahmin edilen yağış miktarı 40,7 milyar m^3 değerindedir. Bu yağış ve su homojen olarak dağılmaz. Yağışların büyük kısmı dağlara, tropikal bölgelere veya ekvatora düşer.

Dünya yağış dağılımı Tablo 2.2'de verilmiştir. Tablodan görülebileceği gibi Asya ve Afrika gibi bazı bölgeler nüfusları ile orantılı olarak yağış almamaktadır. Bu bölgelerde artan nüfusu besleyecek su kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bu amaçla, sığ ve derin yer altı sularına yönelmek gerekmektedir. Ancak bu problem sadece Asya ve Afrika için değil, dünyada pek çok bölge için hatta A.B.D. için de geçerlidir.

Yer altı suyu atmosferik basınçta veya daha üzerinde bir basınç altında depolanmış vaziyettedir. Depolanmış yer altı suyunun miktarı dünya toplam temiz suyunun yaklaşık yüzde 0,78'i mertebesindedir. (10^{16} m^3) A.B.D.'de kullanılan suyun yaklaşık yüzde 25'i yer altı sularından karşılanmaktadır.

Yer altı ve yerüstü kaynaklarından elde edilen suda gerekli arıtma, suyun kalitesine ve içindeki kirleticilerin durumuna göre değişmektedir. Sudaki kirleticiler arasında ağır metaller, trikloretilenler, nitratlar, radyoaktif maddeler, zehirler, ziraai ilaçlar, trihalometanlar ve diğer organik maddeler bulunur.

Tablo 2.3'de A.B.D.'de içme suyu standart değerleri verilmiştir.

Kıta	Toplam Yağmur Yüzdesi
Kuzey Amerika	%17.0
Güney Amerika	%25.5
Avrupa	%5.7
Afrika	%10.3
Avustralya	%4.9
Ön Asya	%10.8
Asya	%25.7

Tablo 2.2 / DÜNYA YAĞIŞ DAĞILIMI

Su İçindeki Kirleticiler	Önerilen Seviye
Alüminyum	0,05 - 0,2 mg/L
Klorit	250 mg/L
Renk	15 renk birimi
Bakır	1 mg/L
Korozovite	Korozif olmayan
Florür	2,0 mg/L
Küçük yapıcılar	0,5 mg/L
Demir	0,3 mg/L
Manganez	0,05 mg/L
Koku	3 Eşik koku sayısı
Gümüş	0,1 MG/l
Sülfat	250 mg/L
Toplam çözünmemiş katılar	500 mg/L
Çinko	5 mg/L

Tablo 2.3 / A.B.D. İKİNCİL İÇME SUYU STANDARDI

Arıtma opsiyonları çok geniştir. En çok bilinen yöntemler özetle şöyle sıralanabilir:

* Klorlama ve ozonlama: Patojenik veya patojenik olmayan organizmaların kontrolu için,
* Berraklaştırma : Erimeyen asılı maddelerden suyun temizlenmesi için,
* Aktif Karbon : Çözünmüş haldeki organiklerden; renk, tat veya koku verici bileşiklerden suyu temizlemek için kullanılır.
* Yüzdürücüler : Daha etkili su filtrelemesi için partiküllerin birbirine yapışmasını temin ederler.
* Mekanik filtrasyon : Asılı katı parçaları tutar. Bu filtreler gravite, yavaş ve hızlı kum filtrelerini içerirler.
* Havalandırma : Karbondioksit, hidrojen sülfit ve diğer tat ve koku veren bileşikleri ve uçucu organik bileşikleri uzaklaştırır.
* Yumuşatma : Sertlik veren maddeleri uzaklaştırır.
* Kimyasal şartlandırma: Asit seviyesini ayarlar.

Bu temel işlemlerin ötesinde bir çok belediye ters osmoz sistemlerini kullanmaktadır. Böylece trikloretilen zehirlileri, nitratları ve radyoaktif kirleticileri tutmak mümkün olabilmektedir.

2.1.2. Geri Döndürme

İdeal olarak bir mühendisin amacı; minimum taze su beslemesi ile insan ürünü atık suların sürekli olarak geri döndürüldüğü bir kapalı sistem oluşmaktadır. Şüphesiz bunu gerçekleştirmek için nüfusun toprak yoğunluğuna göre düşük olması gereklidir. Ancak bu durumda doğal biyolojik işlemler gelişebilir ve bu ideal kapalı veya yarı kapalı sistemler çalışabilir.

Yoğun olarak yaşanılan yerlerde kullanılan suyu geri döndürmek üzere başka yöntemler bulunmalıdır.

Bu yöntemler yarı gri, gri ve siyah suyun geri döndürülmesini içermelidir. Yarı gri sular kondens suları, yağmur suları vs. gibi insan organik atığı içermeyen berrak atık sulardır.

Sadece filtreleme ve ozonlama ile yeniden kullanılabilir.

Gri sular lavabo, evye, duş ve diğer kaynaklardan gelen insan organik atığı içermeyen kirli sulardır. Ozonlama, yüzdürme, mekanik filtreleme, havalandırma ile arıtılabilirler.

Gerekirse bazı kimyasallar da kullanılabilir.

Siyah su ise tuvaletlerden gelen, insan atığı içeren pis sudur. İleri ölçüde arıtma gerektirir.

2.1.3. Yeniden Kullanma

Yeniden kullanım antik çağlardan beri uygulanan bir yöntemdir. Günümüzde teknoloji daha karmaşık geri döndürme ve yeniden kullanma imkanları ortaya koymuştur. En önemli yeniden kullanma kaynaklarından biri yağmur sularıdır. Bir çok yerde bu suların yerüstü havuzlarında veya yer altı depolarında bekletilmesi ve kanal sistemine yavaş yavaş verilmesi gerekmektedir. Böylece kanalizasyon sistemi ortalama değerlere göre boyutlandırılabilmekte ve yatırım maliyeti düşmektedir. Böyle durumlarda toplanan yağmur suyunun tekrar kullanımı için ilave yatırım çok düşüktür. Eğer depo yapımı şart ise yeniden kullanım için gerekli ilave yatırım mutlaka değerlendirilmelidir. Yerinde yapılacak arıtmalarla, bu depolama imkanından gri ve hatta siyah suların da yeniden kullanımında yararlanılabilir.

Geri döndürülen suyun yeniden kullanımında aşağıdaki alanlar düşünülebilir:

Bahçe sulaması: Tarım alanlarının sulanması A.B.D.'de toplam taze su tüketiminin %40'ını oluşturmaktadır. Dolayısı ile burada sağlanacak %5'lik bir tasarruf 10^{10} m^3/yıl miktarında taze suya karşı gelecektir.

Tuvaletlerde kullanılan rezervuar ve yıkama suyu: Geri döndürülen su için bu çok uygun bir kullanım alanıdır. Ancak bu sistemin içilebilir sudan tamamen ayrılması ve işaret edilmesi gerekir. Bu amaçla boya katılması da düşünülebilir. Böylece günlük su tüketiminde %15-20 oranında bir tasarruf sağlanabilir.

Soğutma kulelerinde ve mekanik soğutma ekipmanlarında: A.B.D.'de temiz suyun yaklaşık %39'u bu amaçla kullanılmaktadır. Öneğin geri döndürme ile %5'lik bir tasarruf 9.10^{10} m^3/yıl temiz su anlamına gelir.

2.1.4. Projeye Başlamadan Önce Projecinin Elde Etmesi Gereken Su Bilgileri

Tesisat projesinin en az eksik ile yapılabilmesi için projecinin proje tasarımına başlamadan önce su ile ilgili aşağıdaki araştırmayı yapması gerekir.

a- Tablo 2.4'de belirtildiği gibi işletmenin su kaynakları, suyun fiziksel ve kimyasal kalitesi hakkında analiz raporları elde edilmelidir.

b- Tablo 2.5'deki örnek tabloda gösterildiği şekilde suyun işletme içindeki kullanma yerleri, bu kullanma yerlerinde arzu edilen ve tolere edilen su kaliteleri, debiler, suyun kullanma aralıkları, kullanıldıktan sonra ortaya çıkacak atık suyun kalitesi gibi tüm bilgiler kaydedilmelidir.

c- Soğutma sularının toplam miktarı ve besi suyunun kalitesi, soğutma suyu sisteminde kullanılan cihazların malzeme kaliteleri, ortam havasından kuleye gelebilecek katı kirliliklerin türleri ve miktarı araştırılmalıdır. Örneğin, bir otoyol kenarında, toprak seviyesinde bulunan su soğutma kulesine gelecek toz miktarı ile bir otelin çatısına yerleştirilmiş kuleye gelebilecek toz miktarı ve türü arasında çok büyük farklılıklar vardır.

Ham su kalitesinin çok kötü olduğu tesislerde toplanan yukarıdaki bilgilerin değerlendirilmesi ve buna göre akım şemasının oluşturulması için tesisat mühendisinin su bilgisi ve tecrübesi yeterli olmayabilir.

Bu durumda su konusunda bilgili ve tecrübeli bir danışmandan yardım istendiğinde tesisat projesinde hata ihtimali en aza iner.

A. KİMYASAL SU ANALİZİ	
PH	.....
İletkenlik (S/cm)	.....
Serbest Klor ppm	.....
$CO_2(CaCO_3)$ppm	.....
Toplam sertlik ($CaCO_3$) ppm	.....
Ca Sertliği ($CaCO_3$) ppm	.....
Mg Sertliği ($CaCO_3$)	.....
Alkalinite ($CaCO_3$) ppm	.....
Klorür (NaCl) ppm	.....
Sülfat (Na_2SO_4) ppm	.....
Toplam Fosfat (PO_4) ppm	.....
Silikat (SiO_2) ppm	.....
Çözülmüş Demir (Fe) ppm	.....
Toplam Demir (Fe) ppm	.....
Amonyak ppm	.....
Nitrik, Nitrat (NO_2 / NO_3) ppm	.....
B. FİZİKSEL ÖZELLİKLER	
Sıcaklık °C	.....
Bulanıklık	.....
Koku	.....
Renk	.....
C. BAKTERİOLOJİK SU ANALİZİ	
Toplam Koliform (100 ml)	.....
Fekal Koliform (100 ml)	.....
Fekal Streptokok (100 ml)	.....
Toplam bakteri (37(C de 1 ml)	.....
PATOJEN ETKENLER:	
Salmonella SPP (1 lt)	.....
Shigella SPP (1 lt)	.....
Vibrio Cholerae (1 lt)	.....
Pseudomonas Aeruginosa (1 lt)	.....
Clostridium Perfringens (1 lt)	.....
Staphilococcus Aureus (1 lt)	.....
Aeromonas SPP (1 lt)	.....

Tablo 2.4 / İŞLETMEDE KULLANILACAK HAM SUYA AİT BİLGİLER (Su Analizi Yaptırırken İstenecek Bilgiler)

Ham su kalitesine ve İşletmenin Türüne göre Projede işaret edilecek hususlar:

a- Ham su deposu öncesi ilk filtrasyon,
b- Suyun dezenfeksiyonu,
c- Depo sonrası filtreler,
d- Kullanma yerine göre, suyun kimyasal yönden saflaştıran veya terbiye eden cihazlar,
e- İçme suyu kalitesi. Personel için içme ve kullanma suyu standardı.

Personel İçin İçme ve Kullanma Suyu Standardı, ''Doğal Kaynak, Maden ve İçme Suları ile Tıbbi Suların İstihsali, Ambalajlanması ve Satışı Hakkında Yönetmelik'' Sağlık Bakanlığı uzmanlarınca hazırlanmış olan ve 18 Ekim 1997 tarihli resmi Gazete'de yayınlamış olan

İşletmede Su Kullanma Yerleri ve Miktarları Tablosu

Önem sırasına göre, bütün su kullanma yerlerini ve istenen su özelliklerini yazın.

1. Su Kullanma Yeri:

.....
.....

Su miktarı Günde : .....m^3 / gün. Saatte (max): .....m^3/h

Bu noktadaki istenen Su Basıncı : .....

İstenen su sıcaklığı : .....°C

İstenen Su Kalitesi: (Su içinde istenmeyenleri ve toleranslarını açıkça belirtin)

.....
.....
.....

2. Su Kullanma Yeri

.....
.....

Su miktarı Günde : .....m^3 / gün. Saatte (max): .....m^3/h

Bu noktadaki istenen Su Basıncı : .....

İstenen su sıcaklığı : .....°C

İstenen Su Kalitesi: (Su içinde istenmeyenleri ve toleranslarını açıkça belirtin)

.....
.....
.....

3. Su Kullanma Yeri

.....
.....

Su miktarı Günde : .....m^3 / gün. Saatte (max): .....m^3/h

Bu noktadaki istenen Su Basıncı : .....

İstenen su sıcaklığı :.....°C

İstenen Su Kalitesi: (Su içinde istenmeyenleri ve toleranslarını açıkça belirtin)

.....
.....
.....

BAŞKACA SU KULLANMA YERLERİ VARSA EK BİR SAYFADA BELİRTİNİZ

KULLANILAN SUYUN ATILDIĞI YER

Şehir Kanalizasyonu ☐ Dere ☐ Deniz ☐ Foseptik ☐ Atık Arıtma ☐

Tablo 2.5 / İŞLETMEDE SU KULLANMA YERLERİ VE MİKTARLARI TABLOSU

Yönetmeliktir. Ülkemizde en son yayınlanmış olan, dolayısı ile bugün için en geçerli olan bu yönetmelikte İçme Suları için verilmiş standart aşağıdadır:

İçme sularında bulunabilecek madde miktarları, aşağıdaki değerleri geçmeyecektir (mg/lt olarak):

Fiziksel özellikler:

1- Renk Pt / Co olarak 10 birim

2- Bulanıklık SiO2 veya Yackson Birimi 5 birim

KİMYASAL (mg/lt)

Klorür (Cl) 250
Sülfat (SO4) 250
Kalsiyum (CA) 100
Magnezyum (mg) 50
Sodyum (Na) 175
Potasyum (K) 12
Alüminyum (Al) 0,2

İSTENMEYENLER (mg/lt)

Nitrat (NO3) 45
Demir (Fe) 0,3
Mangan (Mn) 0,05
Bakır (Cu) 1,5
Çinko (Zn) 3
Florür (F) 1,5
Amonyak (NH3) 0,05
Bor (B) 0,3
Nitrit (NO2) 0,05
Fenolik Madde 0,02
Arsenik (As) 0,01

ZEHİRLİ MADDELER (mg/lt)

Kadmiyum (Cd) 0,003
Siyanid (Cn) 0,01
Krom (Cr) 0,05
Cıva (Hg) 0,001
Nikel (Ni) 0,02
Kurşun (Pb) 0,01
Antimon (Sb) 0,005
Selenyum (Se) 0,01
Pestisit ve benzeri 0,00001
Hidrokarbonlar 0,00002

Organik maddeler için sarf edilen Oksijen miktarı 3,5 mg/lt

Radyoaktivite miktarı:

Alfa vericiler litrede en çok 1 piccocurie

Beta vericiler litrede en çok 10 piccocurie

Mikrobiolojik özellikler:

1- Jerm sayısı; kaynağından alınan numunenin 1 mililitresinde

37 °C'de 24 saatte 20

20-22 °C'de 72 saatte 50

2- Jerm sayısı; piyasa kontrollarında alınan numunenin 1 mililitresinde

37 °C'de 24 saatte 100

20-22 °C'de 72 saatte 200

3- Bu suların 100 mililitresinde koliform, fekal (termotolerant) koliform, E.Koli, fekal streptokok, salmonella, pseudomonas eariginosa, patojen stafilokoklar, parazitler, yosunlar ve diğer mikroskopik canlılar ile 50 mililitresinde anaerob sporlu sülfat redükte eden bakteriler ve 10 mililitresinde enterovirüsler bulunmayacaktır.

2.1.5. Suyun Korozif Ve Taş Yapıcı Özelliği

Su iki ağzı keskin bıçak gibi, ya koroziftir veya taş yapıcıdır. Suyun kireç yapıcı özelliğinden kurtulmak için sert sular su yumuşatma cihazından geçirilir. Bu durumda ise su korozif özellik kazanır ve su sisteminde karşılaştığı metal malzemeyi korozyona uğratır ve deler.

Su doğası gereği, bazı maddelere karşı açtır ve bu maddelere karşı doyuncaya kadar bunları eritir. Dolayısıyla buradan giderek suyun doyma hali tanımlanabilir. Burada söz edilen doyum kalsiyum karbonata karşı olan doyumdur. Doyma halinin belirlenmesi için, laboratuarda su örneği üzerinde analiz yapılarak, suyun 1) pH değeri, 2) alkanite değeri (mg $CaCO_3$/L) ve 3) suyun sertlik değeri (mg $CaCO_3$/L) ölçülür. Daha sonra Şekil 2.6'da verilen çizelgeden yararlanarak suyun "Doyum noktasındaki pH değeri" yani "pHs" bulunur. Çizelgeden görüldüğü gibi bu değer aynı zamanda suyun sıcaklık değerine bağlıdır. pHs değeri yardımıyla doyum indeksi, Sİ belirlenir.

Sİ= pH- pHs

biçiminde tanımlanır. Sİ eğer negatif değer taşıyorsa, yani doyum noktasındaki pH değeri suyun ölçülen pH değerinden büyükse, su korozif (eritici) özelliktedir. Tam tersine pozitif değer taşıyan Sİ hallerinde su taş yapıcı özelliktedir.

Yukarıdaki çizelgeden kolayca görülebileceği gibi, normal sıcaklıkta eritici ve korozif özelliği olan sular, ısıtıldıklarında taş yapıcı özellik kazanırlar. Bu nedenle kireç veya taş yapma problemi ısıtılan sularda ve suyun ısıtıldığı cihazlarda karşımıza çıkar. Bunun için örneğin kazanlarda kullanılacak su yumuşatılır. Yumuşatılmış su korozif özelliktedir. Bu durumda da yumuşak su, önlem alınmadığında buhar kazanlarını eritir. Bunu önlemek üzere kazan suyu pH değeri artırılır ve içine korozyon inhibitörleri katılır. Benzer konu temiz su

tesisatında da karşımıza çıkar. Özellikle sıcak kullanma suyu tesisatlarında suyun özelliklerine dikkat edilmelidir.

2.2. TEMİZ SOĞUK SU TESİSATI

Temiz soğuk su tesisatı; borular, fittings, armatürler, su sayaçları, temiz su deposu, hidrofor tesisatı, havalıklar ve basınç regülatörlerinden oluşur. Şehir şebekesine suyun teminiyle ilgili iki örnek depolama ve dağıtım uygulaması şematik olarak Şekil 2.7a ve 2.7b'de verilmiştir.

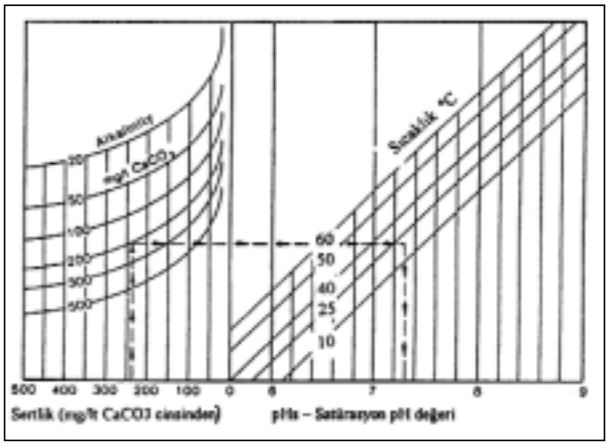
Normal olarak temiz su şehir şebekesinden beslenir. Tek boru ile kullanma yerlerine ulaşır. Gerek şehir şebekesi suyunun yeterince temiz olmaması ve gerekse yeterli olmaması nedeniyle, günümüzde su sıkıntısı olan büyük şehirlerimizde, normal temiz su tesisatında iki temel değişiklik gündemdedir:

1- Şehir şebekesinden veya kuyudan beslenen suyun arıtılması

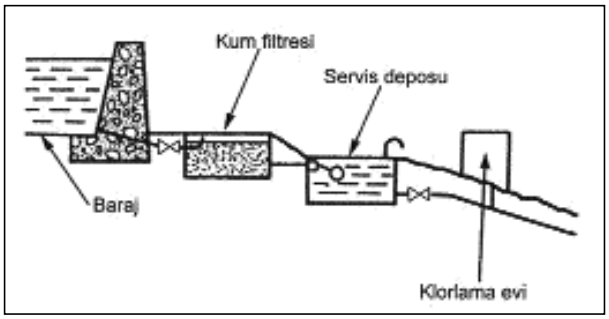
   Suyun depoya girmeden önce çeşitli yöntemlerle filtre edilip, arıtılması işlemidir. Bu işlem sonucu içilebilir kalitede elde edilen su, paslanmaz çelik depoda veya fayans kaplı kapalı betonarme depoda depolanmalıdır.

2- Temiz su tesisatının, içilebilir su ve kullanma suyu olarak ikiye ayrılması

   Bu durumda iki farklı kaynaktan beslenen iki soğuk su tesisatı yapılacaktır. İçilebilir su mutfak ve banyoda kullanılacaktır. Kullanma suyu ise kirli (gri ve yarı gri) suyun arıtılması ile elde edilir. Arıtma işlemine tabi tutulmayan kuyu suyu da bu amaçla kullanılabilir. Bu su çelik depolarda veya betonarme depolarda depolanır ve sadece tuvaletlerde, soğutma kulelerinde ve bahçe sulamada kullanılır.



Şekil 2.6 / SUYUN "PHs" DEĞERİNİN SAPTANMASI



Şekil 2.7a / CAZİBE İLE DAĞITIM

2.2.1. Suyun Depolanması

Sürekli su kesintilerinin olduğu İstanbul gibi şehirlerde temiz suyun depolanması gerekmektedir. Depo hacminin belirlenmesi için öncelikle günlük su tüketimi belirlenmelidir. Günlük su tüketimi değerleri Tablo 2.8a ve b'de çeşitli uygulamalar için verilmiştir. Yapının günlük su ihtiyacı bu tablolardan belirlenebilir. Depo hacmi binanın 2 veya 3 günlük su ihtiyacını karşılayacak büyüklükte seçilir..

2.2.2. Tahmini Su İhtiyacı

Ofislerde:

Personel sayısı önceden bilinmiyorsa, ortalama olarak kişi başına 9,3 m^2'lik bir kullanım alanı için hesap yapılabilir.

Kişi başına günlük su tüketimi: 75,6 litre

Günlük su tüketimi süresi: 9 saat

Pis su kullanımı: 2,5 x ortalama saatlik tüketim hızı

Eğer restoran veya diğer yemek tüketimi yapılan yerler sözkonusu ise, kişi başına tüketim 75,6 litre yerine 94,6 litre alınmalıdır.

Örnek hesap:

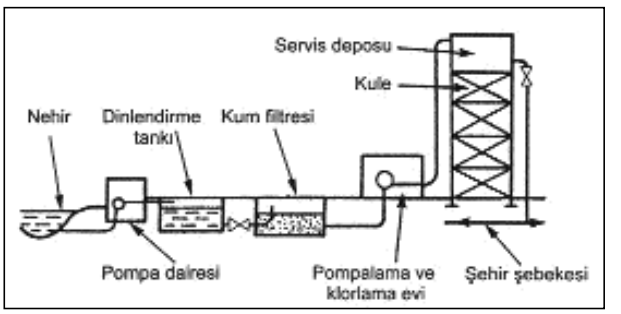
1. 37160 m^2'lik bir bina düşünüldüğünde,
2. Günlük ihtiyaç: 37161/9,3 = 4000 kişi kabul edilirse,

4000 x 75,7 litre = 302 m^3 günlük toplam kullanım ihtiyacı

Saatte tüketilen su miktarı: 302 /9 = 34 m^3/h

HVAC sistemi su ihtiyacı: 20 m^3/h olarak verilmiştir.

Pik su kullanımı = 2,5 x 34 = 85 m^3/h



Şekil 2.7b / POMPALI DAĞITIM

Kullanım Alanı	**Tüketim**	**Birim**
Kırsal alanda konut	40-60	L/gün/kişi
İşçi konutları	40-100	L/gün/kişi
Kaplıca	150-250	L/gün/kişi
100 000'e kadar nüfuslu kentlerde konutta	100-250	L/gün/kişi
100 000 üzerinde nüfuslu kentlerde konutta	150-300	L/gün/kişi
Banyolu ve tuvaletli konut	100-220	L/gün/kişi
Banyosuz ve tuvaletli konut	50-100	L/gün/kişi
Banyosuz ve tuvaletsiz konut	25-40	L/gün/kişi
1 Duşlu banyo	40-100	L/gün/kişi
1 oturmalı banyo	35-50	L/gün/kişi
1 küvetli banyo	150-400	L/gün/kişi
1 bide kullanımı	15-20	L/gün/kişi
1 küçük çocuk banyosu	30-40	L/gün/kişi
1 klozet temizliği	6-12	L/gün/kişi
1 lavabo kullanımı	15-30	L/gün/kişi
İçme, yemek pişirme temizlik	20-30	L/gün/kişi
Bulaşık makinası	20	L/gün/kişi
Çamaşır makinası	20-40	L/gün/kişi
Ticari bahçelerin sulanması, m^2 başına	0,3-3	L/gün/m^2
Sebze bahçesi, hektar başına	3000-4000	L/gün/hektar
Meyva bahçesi, hektar başına	4000-6000	L/gün/hektar

Tablo 2.8a / KONUTLARDA GÜNLÜK TEMİZ SU İHTİYACI, L/gün
(Alman standartlarına göre Feurich'ten)

Kullanım alanı	Tüketim	Birim
Misafirhane, pansiyon	100	L/gün/kişi
Oteller	200-600	L/gün/yatak
Lüks oteller	1100	L/gün/oda
Okullar	5	L/gün/öğrenci
Çocuk yuvaları	100-120	L/gün/çocuk
Hastaneler	250-650	L/gün/hasta
Bürolar, işyerleri	40-60	L/gün/kişi
Alışveriş merkezleri	3-5	L/gün/m^2
Kafeteryalar	15-25	L/gün/müşteri
Lokantalar	20-100	L/gün/müşteri
Spor salonları	20-30	L/gün/kişi
Saunalar	130-180	L/gün/kişi
Yüzme havuzları	50-150	L/gün/kişi

Tablo 2.8b / TİCARİ VE ENDÜSTRİYEL BİNALARDA GÜNLÜK TEMİZ SU İHTİYACI, L/gün

Yatak başına yıllık tüketim	378000 L
Yatak başına aylık tüketim	38000 L
Yatak başına günlük tüketim	900 - 1100 L
Pik debi	113,4 litre / saat 110 L / yatak /h
Minimum debi	11 L/yatak/h
HVAC ve klima ek ihtiyacı	Katalogdan

Tablo 2.9 / HASTANELER İÇİN SU İHTİYACI

Maksimum toplam su tüketimi 85 + 20 = 105 m^3/h olarak hesaplanır.

Eğer toplam kullanım yeri cinsi ve sayısı biliniyorsa, pik kullanım için daha kesin bir sonuç bulunabilir.

Apartmanlarda:

Kişi sayısı: Nüfus bilinmiyorsa, her yatak odası için 1,75 kişi olarak kabul edilir.

Günlük tüketim: 378 litre/kişi başına günlük tüketim

Günlük toplam tüketim süresi: 15 saat

Pik kullanım oranı: 3,0

Örnek: 1000 kişilik bir bina düşünüldüğünde;

1000 x 378 = 378000 litre

378 m^3/ 15 h = 25 m^3/h

Pik su kullanımı = 3 x 25 = 75 m^3/h

Klima tesisi ve diğer su tüketen cihazlar sisteme ayrıca dahil edilmelidir.

Hastaneler:

Hastanelerde kullanım çeşidine göre değişken değerler gerekebilir. Farklı birimlerdeki bu değerler aşağıdaki Tablo 2.9'da verilmiştir.

500 yataklı bir hastane için:

Yıllık tüketim: 378.000x 500 = 190.000 m^3

Aylık tüketim: 38000x500=19000 m^3

Günlük tüketim: 1000 x 500 = 500 m^3

Pik kullanım 110 x 500 = 55 m^3/h

Minimum kullanım: 11 x 500 = 5,5 m^3/h

Toplam pik debi: 55 m^3/h + klima tesisi = ... m^3/h

Yangın tesisatı için gerekli su: 340 m^3/h x 2 saat = 680 m^3

Notlar:

1. Tablodaki veriler mutfak, çamaşırhane ve hidroterapi merkezi olan bir hastane için verilmiştir.
2. Klima sistemi için su ihtiyacı kataloglardan seçilir.
3. Yangın anında kullanılacak su 1.890 ~ 5.670 litre/dakikadır.

Otellerin su ihtiyacı:

Otellerin günlük su ihtiyacı dolu oda sayısına oranla tespit edilmektedir. Aşağıda verilmiş olan doneler su deposu kapasitesinin hesaplanmasında yeterli olan maksimum günlük su sarfiyatlarıdır.

Bu değerlere bahçe sulama için gerekli olan su miktarı ilave edilmemiştir. Zira bahçe alanları otellerin kuruldukları arsanın büyüklüğüne göre değişmekte ve otel oda sayısı ile hiçbir ilişkisi bulunmamaktadır. Buna mukabil çamaşırhane ve mutfak yükleri oda sayısına ve çıkışların fazlalığına göre hesaba dahil edilebilmektedir.

Otelin özelliği	Oda başına günlük su sarfiyatı
Otel çamaşırhane yok, çıkışlar normal	q= 750 ila 950 L/gün
Otelde çamaşırhane var, çıkışlar normal	q= 950 ila 1150 L/gün
Otelde çamaşırhane var, çıkışlar fazla	q= 1150 ila 1300 L/gün

Bir odada 2 kişi olduğu ve odaların %100 dolu olduğu düşünülerek yukarıdaki değerler verilmiştir. Günlük su sarfiyatı kontrollarında doluluk oranı ve odaların tek kişi veya çift kişi tarafından işgali, kontrol hesaplarına alınmalıdır. Depo hacimleri max. su sarfiyatına göre hesaplanmalıdır.

Otelin günlük su ihtiyacı

Q= q x N / 1000 m^3/Gün olacaktır.

Burada N müşteri oda sayısını göstermektedir.

Otelin günlük su ihtiyacının iki misli kapasitede su deposu düşünülmeli ve bu depo hacmine, yangın suyu olarak 110 m^3 ilave edilmelidir. Yangın suyu hiçbir şekilde başka maksatlarla kullanılmamalı ve depo su alış ağızları yapılırken buna göre önlem alınmalıdır.

Su depolarının toplam su kapasitesi yukarıda belirtilen değerde olmak kaydı ile, iki adet su deposu yapılmasında her zaman fayda vardır. Eğer şehir suyu fazla kireçli ise, depolardan biri ham su deposu, diğeri yumuşatılmış su deposu olarak kullanılabilir.

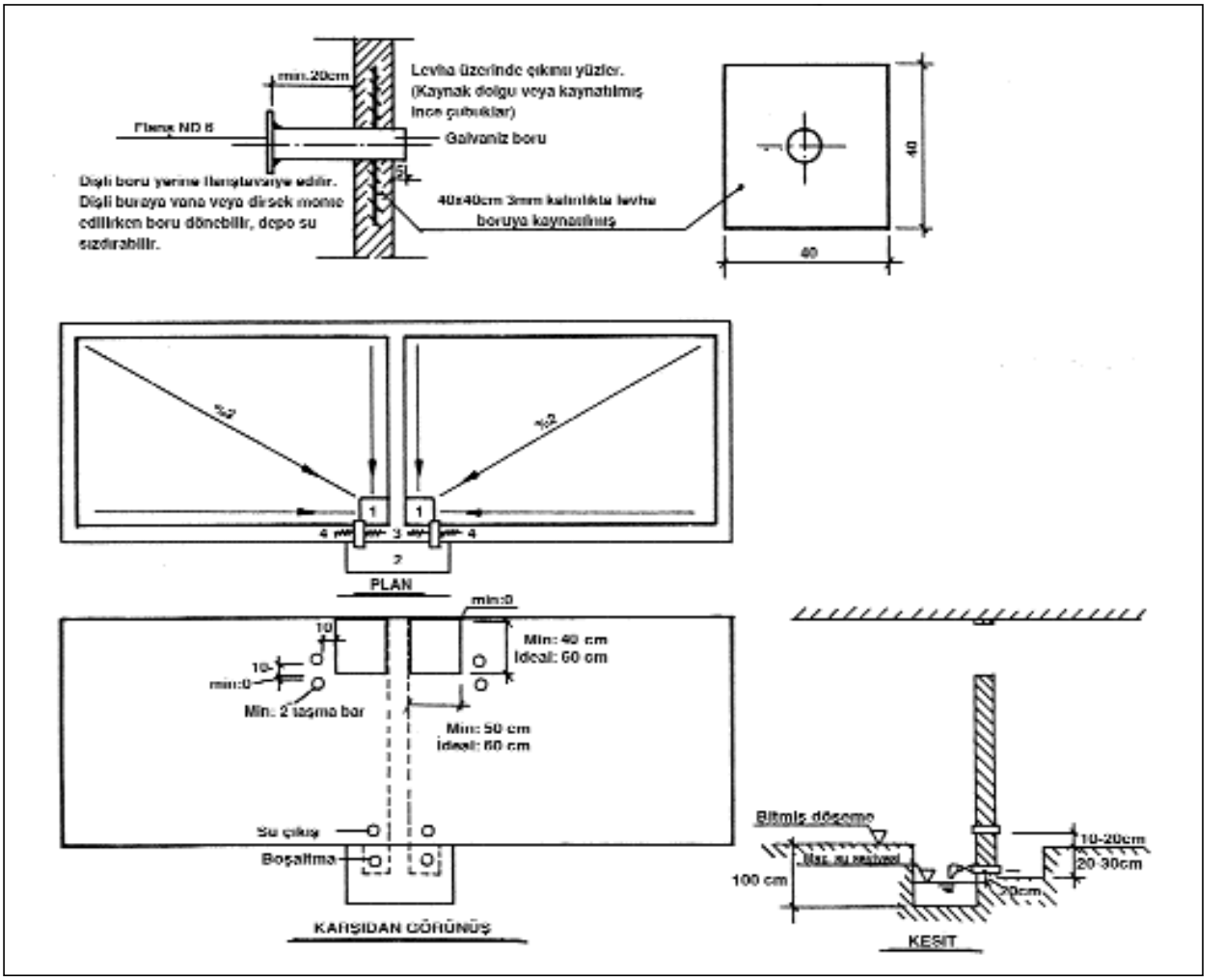
2.2.3. Su Depoları

Temiz su depoları betonarme olmalıdır. Çelik sac depolar hem sağlık yönünden, hem de ömür yönünden sakıncalıdır. Betonarme su depolarının içi derzsiz fayansla kaplanmalıdır. Su deposu girişlerine 2 adet 2'' flatör, kapağa yakın bir yerde oluşturulan kollektör üzerine monte edilmelidir. (2'' flatörün çıkış ağzı max. 1/2'' kapasitededir.)

Şebeke suyu diğer uygulamalar için de tavsiye edilmekle birlikte, özellikle lüks otel gibi uygulamalarda filtre edilip, yumuşatıldıktan sonra depolanmalıdır. Yumuşatma sonunda 5°Fr sertliğinde su yeterlidir. Deponun temizliği için, iki ayrı bölmeden yapılması faydalıdır.

Su depolama aynı zamanda yangın rezervi olarak bazı uygulamalarda şart koşulmuştur. Yangın suyu deposu ayrı yapılabileceği gibi, kullanma suyu rezervine yangın suyu rezervi ilave edilmiş toplam su aynı depoda da saklanabilir. Bu durumda yangın suyu rezervinin başka amaçla kullanılmaması için önlem alınmalıdır.

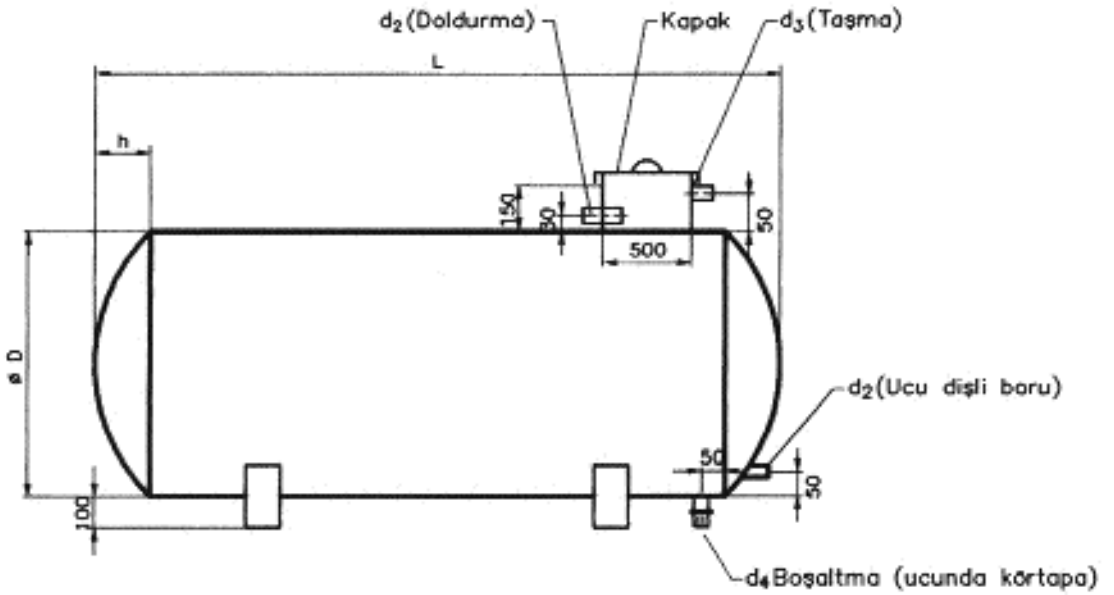
Betonarme su depoları az yer kapladıkları ve kolay temizlenebildikleri için tercih edilmelidir. (Şekil 2.10)



Şekil 2.10 / BETONARME SU DEPOLARI

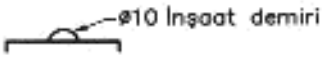
Tank Yüksekliği	Taban ve Duvarlar	Tavanlar
1,5 m.ye kadar (max.2 m^3 depolarda)	3 mm.	3 mm.
2,5 m. ye kadar (max.10 m^3)	5 mm (ideal) 4 mm (min.)	4mm (ideal) 3 mm (min.)
2,5 - 4 m. arası	6mm (ideal) 5 mm (min)	5 mm (ideal) 4 mm (min)

Tablo 2.11 / PRİZMATİK TİP SU VE YAKIT DEPOLARININ MİNİMUM SAC KALINLIĞI



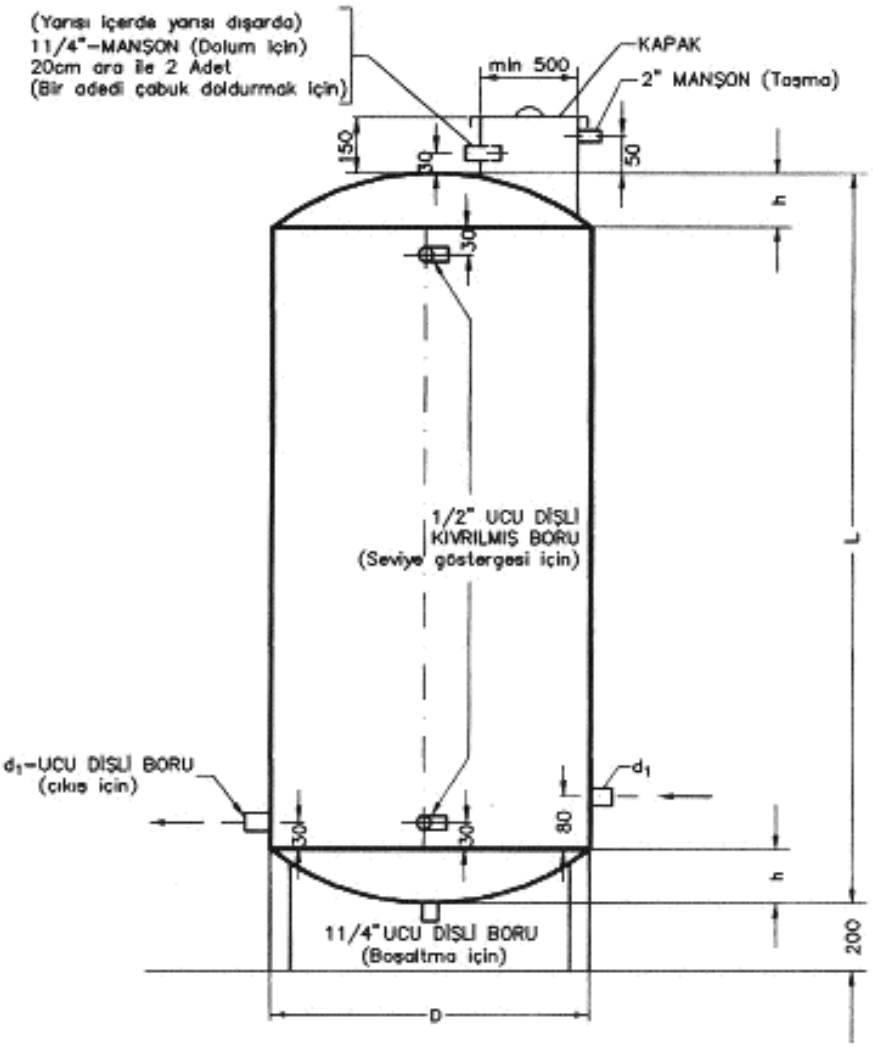
Hacim (lt)	d_1	d_2	d_3	d_4	L	h	øD	Saç kalınlığı	Galvanizli fiatı kgx1.2 x TL/kg
300	1"	1"	11/4"	2"	1180	140	600	3mm	
500	11/4"	11/4"	11/4"	2"	1420	160	700	3mm	
800	11/4"	11/4"	11/4"	2"	1700	170	800	3mm	
1000	11/2"	11/2"	11/4"	2"	2100	170	800	3mm	
1500	11/2"	11/2"	11/4"	2"	2050	180	1000	3mm	
2000	11/2"	11/2"	11/4"	2"	1800	220	1250	3mm	
3000	11/2"	11/2"	11/2"	2"	2740	220	1250	4mm	
5000	2"	2"	11/2"	2"	2820	260	1600	4mm	
7000	2"	2"	2"	2"	3740	260	1600	4mm	
10000	2"	2"	2"	2"	5350	260	1600	5mm	
13000	21/2"	2"	21/2"	2"	6960	260	1600	5mm	
15000	21/2"	2"	21/2"	2"	7870	260	1600	5mm	
20000	21/2"	2"	3"	3"	6960	320	2000	5mm	

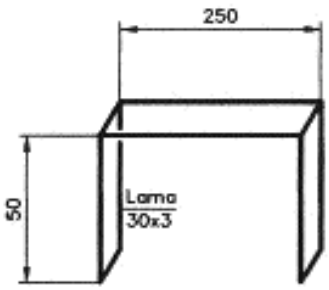
NOT
1–AYAKLAR 2m³ DEPOLARDA 3 ADET OLACAK
2–KAPAK DETAYI



3–DOLUM MANŞONUNUN YARISI İÇERDE YARISI DIŞARDA OLACAK

Şekil 2.12 / YATIK TİP SU DEPOLARI

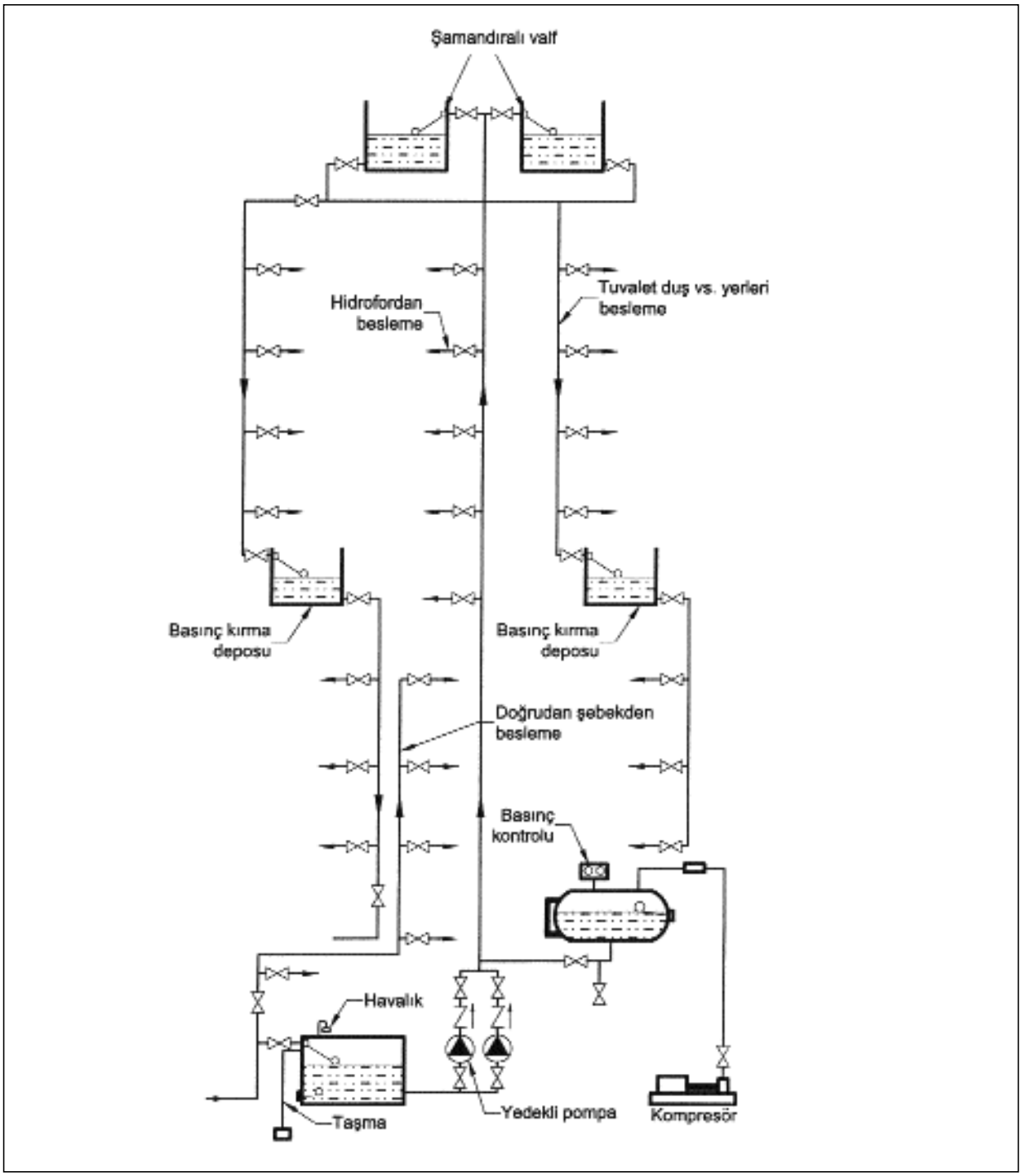




KAPAK TUTAMAGI

Hacim (litre)	d_1 mm	D mm	L mm	h mm	Saç kalınlığı mm	Ağırlık kg	Galvanizli fiatı kgx1.2 x TL/kg
300	1"	600	1180	140	3	65	
500	11/4"	700	1420	160	3	90	
600	11/4"	700	1660	160	3	105	
800	11/4"	800	1700	170	4	160	
1000	11/2"	800	2100	170	4	190	
1500	11/2"	1000	2050	180	4	260	
2000	11/2"	1250	1800	220	4	305	
3000	11/2"	1250	2740	220	4	410	

Şekil 2.13 / DİK TİP SU DEPOLARI



Tablo 2.14 / SUYUN BASINÇLANDIRILMASI

Depo içi

a. Su depolarının döşeme ve duvarları (hatta tavanı) gözenekleri olmayan düzgün ve kolay temizlenebilir malzeme ile kaplanmalıdır. Döşeme ve duvarlar için sudan etkilenmeyen kaliteli fayansın derzsiz işlenmesi tavsiye edilir.

b. Su depolarının tavanında (su buharını ve kondenzasyonu önlemek için) altta su yalıtımı, üzerinde ise ısı yalıtımı yapılması tavsiye edilir.

c. Su depolarının döşenmesinde su çıkış noktasının altında çökelti toplama çukuru yapılmalıdır. (50x50 cm., derinlik 20 - 30 cm.) su deposu tabanındaki meyil bu çukura doğru yapılmalıdır.

Pis su çukuru: 60 x 100 cm. Derinlik 100 cm. Su deposu taban kotunu makine dairesi kotundan yüksek tutup, pis su çukuru yerine dışarıya süzgeç koymak (min.ϕ100 çıkışlı 24x24) daha iyi çözümdür. Bu yapılmazsa pis su çukuru inşa edilmeli ancak çukurdaki maksimum su seviyesi su deposu içindeki çökelti çukurunun 20 cm. daha aşağısında olmalıdır.

Bağlantı nozulları

Boşaltma nozulu (Şekil 2.10)

Küçük depolarda min. 2" (10 m^3'e kadar)

Büyük depolarda min. 4"

Su çıkış nozulu (Şekil 2.10)

1 1/2" dan küçük yapılmamalıdır. Su tüketim kapasitesine bağlı olarak hesaplanır.

Su deposu çıkışı ile hidrofor pompası arasında titreşim önleyici elemanlar kullanılmalıdır. (Su deposu çıkış nozulunun titreşimlerden etkilenip, sızdırmaması için.)

Taşma nozulu (Şekil 2.10)

Küçük depolarda 2" (10 m^3'e kadar)

Büyük depolarda 4"

Su giriş nozulu

Su deposu kapağının yakınına monte edilmelidir. (Flatöre servis için)

Çatı katlarındaki su depolarının çıkışlarına monte edilen çek valfler, imkan bulunabilirse, depodan en az 50 cm. aşağıda bulunmalıdırlar.

Tablo 2.11'de prizmatik depo sac kalınlıkları, Şekil 2.12'de galvanizli silindirik yatık tip, Şekil 2.13'de dik tip su depoları ölçüleri verilmiştir.

2.2.4. Suyun Basınçlandırılması

Şebeke basıncının suyu üst katlara taşımaya yeterli olmadığı yüksek binalarda ve depolama yapılan binalarda temiz suyun bütün kullanım yerlerine ulaştırılabilmesi için hidroforlardan veya yükseğe yerleştirilen depo + pompa sistemlerinden yararlanılır. Şekil 2.14'de yüksek yapılarda suyun kullanım yerlerine ulaştırılması ile ilgili çeşitli imkanlar bir arada şematik olarak verilmiştir.

1. Basıncın yeterli olabileceği yerlere kadar doğrudan ana şebekeden su bağlanabilir.
2. Hidrofor tankı ile yeterli sabit basınçta tutulan su kullanma yerlerine gönderilebilir.
3. Yüksekteki depolara pompalanan su, buradan yer çekimi ile alt kattaki kullanım yerlerine kendiliğinden akar.
4. Hidrofor tankı üzerindeki basınçlı hava, sistemi basınç altında tutar. Burada depoda su seviyesi alt ve üst iki seviye arasında otomatik olarak kontrol edilirken buna bağlı olarak da sistemdeki basınç alt ve üst iki değer arasında oynar. Alt ve üst basınçlar arasındaki fark genellikle 1,5 - 2 bar mertebesinde tutulur.
5. Bu sistemde görülen ara basınç kırma depoları yerine günümüzde basınç düşürme (ayarlama) vanaları kullanılabilir.

2.3. HİDROFORLAR

Basıncı düşük bir akışkanı (genellikle su) belli bir rezervuardan veya direk şehir şebekesinden alarak gereken basınç ve debide kullanıma sunan ve işletimini kullanım şartlarına göre kendisi tamamen otomatik olarak gerçekleştiren pompa sistemlerine tesisat mühendisliği terminolojisinde hidrofor denilmektedir.

Hidrofor kullanım amaçlarına göre;

* Kullanma suyu hidroforları
* Yangın söndürme suyu hidroforları
* Sulama suyu hidroforları
* Proses suyu hidroforları

gibi çeşitli gruplar altında,

İçerdikleri teknik özellikler dikkate alınarak örneğin;

* DIN
* VdS
* NFPA

Gibi ilgili norm ve standartlara uygunlukları itibariyle sınıflandırılmakta.

Kullanılan pompa sayısına göre de;

* Tek pompalı hidroforlar (Resim 2.15 ve Resim 2.16)
* Çok pompalı hidroforlar (Resim 2.17)

olarak isimlendirilmektedir.

Ayrıca kullanılan pompaların konstrüktif veya fonksiyonel özellikleri itibariyle hidroforlar;

* Dikey tip pompalı olanlar
* Yatay tip pompalı olanlar
* Normal emişli olanlar
* Kendinden emişli olanlar

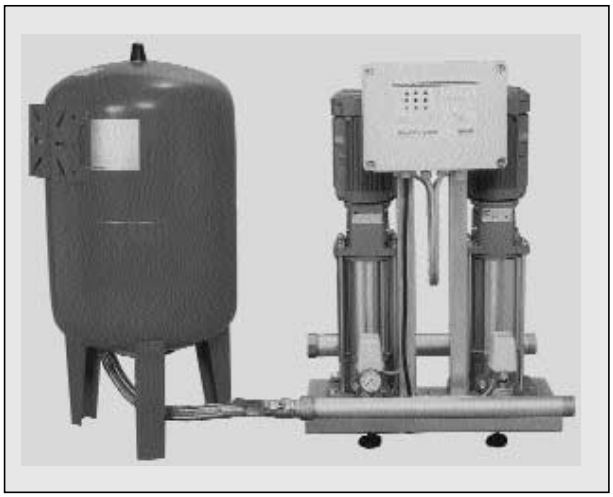
gibi yapısal ve işletim tarzını belirleyici bir gruplandırmaya tabi tutulmaktadır.

Santrifüj tip pompa kullanımı, hidrofor yapımında gittikçe yaygınlaşmakta olup, eskiden sıkça kullanılan pistonlu veya periferik (kanatlı) pompaların da yerine geçmektedir.

Resim 2.15 / TEK POMPALI MONOFAZE HİDROFOR (Hidromatlı tip)

Resim *2.16* / TEK POMPALI MONOFAZE HİDROFOR (Membranlı Basınç Tanklı Tip)

Resim 2.17 / DIN 1988 NORMUNA UYGUN ÜÇ POMPALI BİR PAKET HİDROFOR



Resim 2.18 / İKİ POMPALI BİR PAKET HİDROFOR VE MEMBRANLI BASINÇLI TANKI

Türkiye'de hidroforların kullanım amaçlarına göre konstrüktif yapı ve fonksiyonel özelliklerini belirleyen bir norm ve standart henüz yoktur.

Orta Avrupa memleketlerinde ise DIN 1988 normu hidroforların kullanım amaçlarına göre konstrüktif yapı ve fonksiyonel özelliklerini belirleyici olarak en çok uygulanan standarttır.

DIN 1988 normu 8 ana bölümden oluşmakta ve bütün itibariyle kullanma suyu ve yangın söndürme suyu tesisatlarının planlanması, hesaplanması, uygulanması, işletilmesi ve kullanılan ekipmanların özellikleri hakkında bilgi vererek uyulması gereken asgari standartları belirlemektedir.

Örneğin; kullanma suyu hidroforlarının özelliklerini belirleyici olarak DIN 1988 normunun 5. Bölümü, yangın söndürme suyu hidroforlarının özeliklerini belirleyici olarak da aynı formun 6. Bölümü baz alınmaktadır. Ancak özellikle yangın söndürme suyu hidroforları için yöresel itfaiye kuruluşunun özel istekleri olabileceği, dolayısıyla planlama safhasında safhasında itfaiye kuruluşuna danışılması gerektiği bu normda ayrıca vurgulanmaktadır.

Resim 2.19 / FREKANS KONVERTÖR VE MİKROPROSESÖR KONTROLLÜ BİR PAKET HİDROFOR

İçme ve kullanma suyunun basınçlandırılmasında kullanılan hidroforları DIN 1988 normunun 5. Bölümüne göre tam otomatik çalışan, paket tip, çok pompalı hidroforlar olarak öngörülmekte ve hidrofor kapasitesi belirlenirken asgari bir pompanın yedek pompa olarak planlanması şart koşulmaktadır. (Resim 2.17)

DIN 1988 normunun 6. Bölümünde tariflenen yangın söndürme suyu hidroforları için pompa sayısı ve yedekleme fonksiyonu olarak herhangi bir zorunluluk getirilmemekte ve bu hidroforların tek pompalı olabilmesi kabul edilmektedir. Ancak yangın hidroforlarının kendi bünyesi içinde bir çeşit "otomatik test ve arıza bildirim sistemiyle" donatılması öngörülmektedir. Buna göre yangın hidroforlarının günde asgari bir kez kendi kendini belli bir süre çalıştırarak faaliyet kabiliyetini test etmesi ve bir arıza halinde bunu uygun bir şekilde sinyalize etmesi istenmektedir. Ancak hidroforların çok pompalı olarak yapılmasının DIN normunun öngördüğü otomatik yedekleme zorunluluğunun yanısıra,

* Debi artırımı gerçekleştirilmesi
* İşletimde elektrik tasarrufu sağlanması
* Tesisatta oluşabilecek şokların asgariye indirilebilmesi
* İşletim güvenirliliğinin yükseltilmesi
* Standart tip üretimi olan malzeme kullanılabilmesi

gibi başka önemli teknik ve ekonomik nedenleri de vardır.

Aynı taşıyıcı şase üzerine yerleştirilmiş pompalar, bu pompaların birbirine irtibatlandığı emiş ve basınç kollektör boruları, otomatik bir işletim için gerekli olan basınç veya debi algılayıcı sensörler, membranlı basınçlı tank, elektrik kontrol panosu ve emniyetli bir işletim için gerekli olabilecek her türlü diğer ekipman modern bir paket hidroforun izerinde yer almaktadır.

Hidroforun çalışma özelliklerine bağlı olarak, paket hidroforların basınç çıkışına ayrıca, daha büyük hacimli bir membranlı basınçlı tank bağlanması gerekebilir. (Resim 2.18)

Emiş ve basınç kollektörlerinin tesisata bağlanması ve elektrik şebeke hattının hidrofor panosuna girişinin yapılmasıyla birlikte paket hidrofor çalışmaya hazır konuma gelmektedir.

Günümüzde üretilen modern paket hidroforların teknik ve fonksiyonel özellikleri şunlardır. (Resim 2.19)

* Pompa olarak dikey veya yatay tip çok kademeli santrifüj pompalar öngörülmekte olup; pompayı oluşturan çark, difüzör, pompa ayağı ve gövde elemanlarının paslanmaz çelik saçtan olması tercih edilmektedir.
* Elektrik motoru olarak monofaze (1,5 kW güçlere kadar) veya trifaze (2,2 kW ve daha büyük güçler için) motorlar, genelde 2 kutuplu (yani n=2900 d/dak) olarak kullanılmaktadır.
* Basınç ve emiş kollektörleri sıcak daldırma galvaniz, çinko, krom kaplama, özel boyama gibi bir işlemden geçirilerek paslanma ve korozyona karşı korunmuş klasik demir borulardan veya pirinç, paslanmaz çelik gibi kendisi paslanmayan malzemelerden üretilmektedir.
* Basınç ve emiş kollektörlerindeki basıncı göstermek için manometreler veya sayısal göstergeli basınç ölçerler kullanılabilmektedir.
* Elektrik kontrol panoları, motor termik koruması, kuru çalışmaya karşı koruma kontrolu ve genel sinyalizasyon gibi klasik kontrol ve bildirim fonksiyonlarının yanısıra

  - İşletimin pompalar arasında eşit dağıtımını gerçekleştirmek üzere rotasyon fonksiyonu

- Şalt sayısını minimize edici yönde start / stop geciktirme ve dağıtım fonksiyonu
- Arıza otomasyonu fonksiyonu
- Test çalıştırması fonksiyonu
- Harici bir sinyalle start / stop fonksiyonu
- Diyagnostik rapor fonksiyonu
- Programlanabilen işletim değerleri fonksiyonu

gibi sıra işletim güvenirliliği ve konforuna yönelik özellikleri de içerebilmektedir.

* Frekans konvertörü kullanılarak debi kontrolu yapılması böylece, kullanım konforunun artırılarak, elektrik tasarrufu sağlanması gittikçe daha çok öngörülen bir özellik olmaktadır. Frekans konvertör cihazları elektrik panosunun içine veya yanına yerleştirilebildiği gibi, pompaların elektrik motorlarının üzerinde de entegre edilebilmektedir.
* Elektrik panolarının güç devreleri genelde 5.5 kW güçlere kadar motorlara direkt yol verecek şekilde, daha büyük motor güçleri için yıldız-üçgen devreli kalkış yapacak şekilde öngörülmektedir.
* Mekanik tesisat elemanları olarak yine paslanmaz çelik, bronz, pirinç gibi malzemelerden üretilmiş kompenzasyonlu sessiz çalışan çek valfler, açma kapama sırasında şok yaratmayacak tarzda vanalar gibi elemanlar kullanılmakta ve bunların genel sistem bünyesinde kolayca demonte edilebilir olmasına özen gösterilmektedir.
* Otomasyonu sağlamak, şok absorbe etmek ve küçük miktarlarda basınçlı su depolayabilmek amacıyla, genelde basınç kollektörlerine irtibatlandırılarak kullanılan membranlı basınçlı tankların, membran malzemelerinin koku yapmayan butyl kauçuktan olması tercih edilmektedir.
* Tankların basınçlandırılmasında küçük hacimlerde azot gazı tercih edilirken, büyük hacimlerde ise hava kullanılmaktadır.

2.3.1. Hidroforların Seçim ve Hesap Yöntemleri

Hidrofor kullanımının başarılı olabilmesinin ilk şartı işletim ve çevre şartlarına uygun olan hidrofor tipinin seçilebilmesi ve pompa kapasitelerinin doğru olarak belirlenebilmesidir.

Hidrofor tipinin seçiminde;

* Ana su deposunun hidroforlara göre konumu (emiş yapılması gerekiyor mu, yoksa su kendi ağırlığıyla pompaya akabiliyor mu?)
* Hidroforun yerleştirileceği mekanın özellikleri (yeterli alan ve hava sirkülasyonu var mı?)
* Kullanıcı sayısı ve eşzaman kullanım beklentileri (şalt sayısının doğru tahmin edilerek buna uygun şalt sayısı sınırlama tekniğinin seçimi?)
* Transferi yapılacak suyun özellikleri (özellikle suyun sertliği, agresivitesi, kirlilik derecesi ve sıcaklığı)
* Elektrik şebekesinin özellikleri (gerilim tolerans değerleri uygun mu, fazlar arasında gerilim farklılıkları var mı, kesinti ve şoklar oluşuyor mu?)
* Hidroforun işletiminde sorumlu olacak olan personelin özellikleri (yeterli teknik bilgi ve cihaz kullanımı kültürü var mı?)
* Hidroforun yakın çevresiyle olan konumu (örneğin çalışma sesi çevre için rahatsız edici olabilir mi?)

gibi hususlar analiz edilerek malzeme ve fonksiyonel özellikleri bunlara uygun olan pompa ve diğer ekipmanların kullanıldığı hidrofor tercih edilmelidir.

Hidrofor kapasitelerinin belirlenmesinde;

* Gereken debi Q (m^3/h)
* Gereken basma yüksekliği H (mSS)

  Çalışmaya başlama basıncı H_{alt} (mSS) ve

  Çalışmayı durdurma basıncı $H_{üst}$ (mSS)
* Pompa sayısı
* Seçilecek membranlı tankın nominal hacmi V (litre)

Önemli rol oynamaktadır. Bu değerler yerleşim alanının boyutları, kullanıcıların ve tesisat malzemelerinin teknik özellikleri dikkate alınarak hesaplanabilmektedir.

Teorik olarak hesaplanan değerler, tecrübeye dayanan değerlerle karşılaştırılarak irdelenir ve hidroforun sahip olması gereken teknik özellikleri ve kapasitesi hakkında bir karar üretilebilir.

Bundan sonra yapılacak olan işlem, çeşitli üreticilerin sunduğu hidroforlar arasından tip ve kapasite açısından işletme şartlarına en uygun olanının seçilmesidir.

2.3.1.1. Hidrofor Debisinin Q (m^3/h) Hesaplanması:

Debi hesabı kullanıcı özelliklerine göre değişiktir. Örneğin bir hastane ile otele veya bir iş merkezi ile bir apartmana su basacak olan hidroforların debi hesabı farklıdır.

Hidroforun kullanım amacı da debi hesabında dikkate alınan diğer önemli bir husustur. Örneğin çok kullanıcılı bir apartmana ait kullanma suyu hidroforunun debi hesabıyla, bir üretim hattının proses suyunu basınçlandıran hidroforun debi hesabı birbirinden çok farklıdır.

Debi hesabında iki ana kriter vardır. Bunlardan ilki birim zamanda tüketilmesi öngörülen su hacmi, diğeri de çok kullanıcılı sistemlerdeki eşzaman faktörüdür. Bu iki kriterin birleşimi, kullanımın en fazla olduğu bir anda gerekli olan su debisini ifade eder ki, hidroforun debi kapasitesi bunu karşılayabilecek şekilde seçilmelidir.

Yangın hidroforlarında (hidrantlı kuru sistem veya springlerli ıslak sistem) debi belirlemesi için bölgesel itfaiye yönetmeliği kuralları belirleyicidir. Ancak sistemdeki hidrant veya springler sayısı, bunlardan kaç tanesinin aynı anda çalışacağının öngörülmüş olması, hidrant veya springlerlerin çıkış çapları, çıkış ağızlarından olması gereken asgari akma basınçları yangın hidroforlarının debisinin belirlenmesinde rol oynayan kriterlerdir. Ayrıca bazı durumlarda sigorta şirketlerinin yangın sigortası için öngördükleri asgari sistem kriterlerinin dikkate alınması da gerekebilir.

DIN 1988 normunun 6. Bölümünde, yangın hidroforlarının, örneğin C3 tipi hortum ağızlarında, beher hidrant için asgari 12 m^3/h debiyi 3 bar çıkış basıncı gerçekleştirebilecek kapasitede seçilmesi gerektiği yer almaktadır. Yangın hidroforunun, bina içi hidrantlarından asgari 2 tanesini aynı anda besleyebilecek kapasitede seçilmesi de genelde uygulanan bir kriterdir.

Kullanma suyu hidroforlarının debi hesabı ise, kullanıcı sayısı, beher kullanıcı için birim zamanda tüketilmesi öngörülen su hacmi ve eşzaman kullanım faktörü dikkate alınarak gerçekleştirilebilmektedir.

Eşzaman kullanım faktörü, çok kullanıcılı bir sistemdeki kullanıcıların kaç tanesinin aynı anda öngörülen miktarda su tüketebileceği olasılığını değerlendiren bir faktördür.

Kullanıcı sayısı olarak, konutlarda yaşayan aile ve birey, işyerlerinde çalışan insan, hastanelerde ise kullanılan yatak sayısı gibi değerler dikkate alınmaktadır.

Örneğin 160 ailenin yaşadığı bir yerleşim biriminin kullanma suyu hidroforunun debisinin belirlenmesinde,

Q = A x B x T x q (m^3/ h olarak)

A = Aile sayısı (Daire veya bağımsız ev sayısı)

B = Birey sayısı / Aile

T = Bireyin günlük ortalama su tüketimi (Litre / gün)

q = Eş zaman kullanım faktörü

Formülü kullanılarak aşağıdaki değerlendirme yapılabilir.

Türkiye'de aile başına 4 veya 5 bireyin yaşadığı ve bireylerin de günlük ortalama su tüketiminin 100 - 150 litre/gün kadar olduğu kabul edilmektedir.

Eş zaman kullanım faktörünün seçiminde hidroforu kullanan konut (aile) sayısı baz alınır.

Konut (Aile) Sayısı	**Eşzaman Kullanım Faktörü**
4 daireye kadar	0.66
5-10 daire	0.45
11-20 daire	0.40
21-50 daire	0.35
51-100 daire	0.30
100 daireden fazla	0.25

çizelgeden yapılacak bir seçim tecrübelere göre genelde doğru olmaktadır.

Bu açıklamalardan sonra 160 aile için;

Q= 160 x 4 x 100 x 0.25 = 16 m^3/h

Hidrofor debisinin gerekli olduğu hesaplanabilir. Hidrofor debisi kullanan insanların yaşam standartlarına ve alışkanlıklarına bağlıdır.

Hidroforların kullanılacağı yerin özellikleri hakkında daha detaylı bilgilerin olmadığı durumlarda, deneysel verilere dayanan diyagramlardan seçim yapmak, debi belirlenmesinde sıkça kullanılan bir yöntemdir.

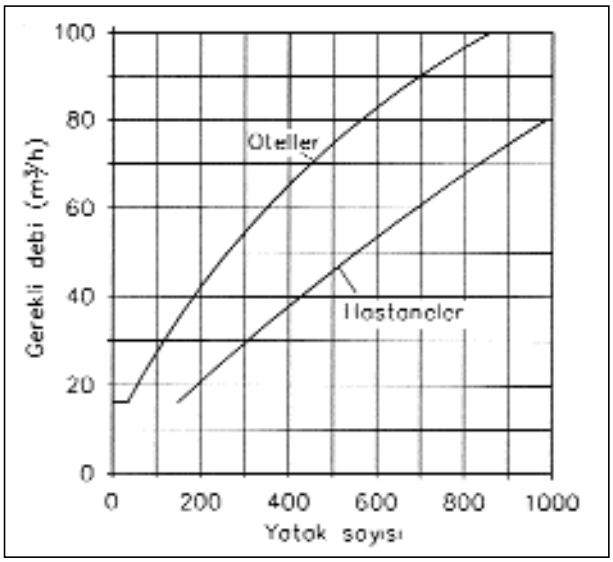
Şekil 2.20 ve 2.21'deki diyagramlardan çeşitli kullanım yerleri için gerekli olan kullanma suyu debi değerlerini yaklaşık olarak tespit etmek mümkündür.

Oteller için hidrofor debisi hesabında, Amerikan yaklaşımında kullanım yerleri yük birimi (YB) değerlerinden hareketle daha büyük değerler gözönüne alınmaktadır. Tablo 2.22'de oteller için çeşitli kullanma yeri YB değerleri verilmiştir.

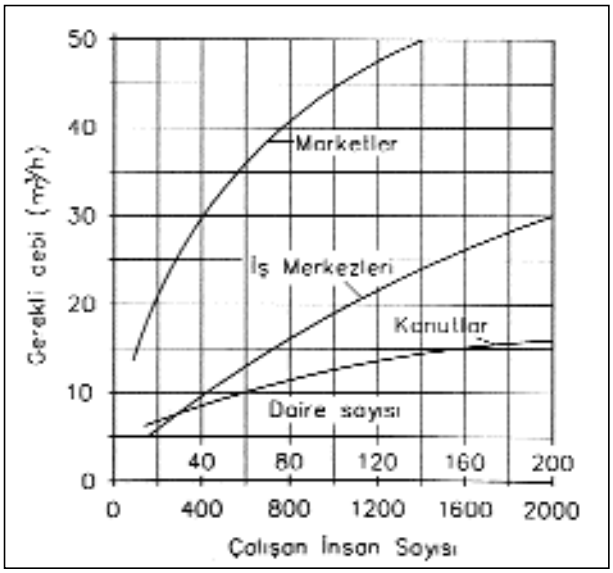
Buna göre otelin toplam YB değeri bulunarak, Q=1,24 $x\sqrt{YB}$ m³/h formülü yardımı ile hidrofor debisi bulunur. 150 odalı bir otelde, bir oda için toplam YB=11,4 ise; %10 genel mahaller için artırımla otel için toplam YB=1900 ve Q=54 m³/h bulunur.

Villalar için hidrofor su debisi 1,5 m³/h alınabilir. Ancak bahçe sulama da varsa bu durumda debi 3 m³/h seçilmelidir. Diyagramlardan veya hesaplanarak tespit edilen debi, hidroforun sahip olması gereken toplam debi kapasitesini belirlemektedir, ancak pompa sayısı hakkında ve dolayısıyla beher pompanın sağlaması gereken debi değerleri hakkında bir bilgi vermemektedir.

Örneğin 160 ailenin yaşadığı bir yerleşim bölgesinde



Şekil 2.20 / KULLANMA SUYU DEBİLERİ



Şekil 2.21 / KULLANMA SUYU DEBİLERİ

diyagramlara göre de asgari 15 - 16 m³/h hidrofor debisi gerekli olmaktadır.

Buna göre seçilecek çok pompalı bir hidroforun, pompalarının biri hariç diğerlerinin tamamı çalıştığında, 15 m³/h debi elde ediyor olması gerekmektedir. Örneğin işletim için öngörülen alt basınç değerinde (H_{alt}) beheri 7,5 m³/h debi verilen 3 pompalı veya beheri 5 m³/h debi verebilen 4 pompalı veya beheri 15 m³/h debi verebilen 2 pompalı bir hidrofor doğru seçim olacaktır. (DIN 1988 normuna göre çok pompalı hidroforların debi kapasiteleri belirlenirken, pompalardan en az birinin çalışmadığı durumlarda bile hidroforun gerekli debiye ulaşabilmesi gerekmektedir.)

DIN 1988 normu Türkiye'de uygulanmak mecburiyetinde olmadığından 15 m³/h debi kapasitelerine sahip tek pompalı bir hidrofor da yukarıdaki örnek için seçilmiş olabilirdi.

Ancak özellikle belli kapasitelerden daha büyük hidroforların (örneğin 6 m³/h ve daha büyük) çok pompalı seçilmesinde DIN normunun öngördüğü otomatik yedekleme özelliğinin yanısıra işletiminde elektrik tasarrufu, yüksek konfor ve güvenilirlik gibi başka önemli nedenler de vardır.

Bu nedenle toplam debi gereksiniminin fazla olduğu kullanma suyu hidroforlarının çok pompalı seçilmesi daha doğrudur.

Armatürün Cinsi	Kullanıldığı Yer	YB değeri
Alafranga WC (Flush Valflı)	Genel mahaller	10
Alafranga WC (Rezervuarlı)	Genel mahaller	3
Alafranga WC (Flush Valflı)	Müşteri odaları	5
Alafranga WC (Rezervuarlı)	Müşteri Odaları	3
Pisuvar	Genel mahaller	5
Pisuvar (Flush Valflı)	Genel mahaller	10
Lavabo	Genel mahaller	2
Lavabo	Müşteri odaları	1
Banyo Küveti	Müşteri Odaları	2
Duş	Müşteri odaları	4
Duş	Genel	3
Eviye	Mutfaklar ve Genel	4
Benmarie	Mutfak	2
Bulaşık Eviyesi	Bulaşık mak. Gir.	6
Kara Bulaşık	Bulaşıkhanede	6
Kahve Makineleri	Genel	2
Bir yatak odası grup olarak flush Valflı		8
Bir yatak odası grup olarak Rezervuarlı		6

Tablo 2.22 / OTELLER İÇİN YÜK BİRİMİ (YB) DEĞERLERİ

2.3.1.2. Hidrofor Basıncının H (mSS) Hesaplanması

Hidroforun basınç kollektöründe bulunan basınç, hidroforun emiş kollektörüne gelen suyun ön basıncı ile hidroforun kendi oluşturduğu basıncın toplamıdır. Ancak Türkiye'de hidroforlar genelde hidroforla aynı seviyedeki atmosfere açık bir su deposundan beslendikleri için suyun ön basıncı ihmal edilecek seviyelerdedir.

Hidroforun oluşturduğu basınç, kullanıcı tarafından belirtilmiş özel bir durum yoksa, yerleşim alanındaki en yüksek veya en uzak veya tesisat olarak en kritik kullanıcıda yaklaşık 10 mSS kadar bir akma basıncı gerçekleşebilecek kadar olmalıdır.

Buna göre;

$H = h + \Sigma\Delta p + 10$ (mSS)

h= En yüksek kullanıcının kot farkı (mSS)

$\Sigma\Delta p$ = Tesisattaki toplam basınç kayıpları (mSS) olarak bulunan basınç, hidroforun çalışmaya başlayacağı H_{alt} (alt basınç) noktası olarak kabul edilebilir. Hidroforun çalışmayı durduracağı nokta olan $H_{üst}$ (üst basınç) değeri ise, hidroforun konstrüktif özelliklerine ve vasıflarına bağlıdır.

Hidroforun basınç çalışma aralığı diye isimlendirilen ($H_{üst}$ - H_{alt}) basınç farkı, esas itibariyle mümkün olduğunca küçük olmalı ve hidroforun mümkün olduğunca sabit bir basınç vermesi amaçlanmalıdır. Bu değer büyüdükçe tesisattaki basınç dalgalanması artmakta ve kullanım konforu azalmaktadır.

Bu nedenle $H_{üst}$ - H_{alt} çalışma aralığı olarak 1,5 barlık bir fark, genelde yeterli bir fark olarak değerlendirilmekte ve uygulanmaya çalışılmaktadır.

Tesisattaki toplam dirençlerin $\Sigma\Delta p$ hesaplanması her zaman kolay olmayabilir. Bunun için tesisatı oluşturan her türlü armatür, vana, boru ve bağlantı malzemelerinin tip, miktar ve ölçülerini bilmek ve bunların içinden geçecek olan su debisinde oluşan dirençleri hesaplayabilmek gereklidir.

Bu tür hesaplama genelde mümkün olmadığından, $\Sigma\Delta p$ olarak normal şartlarda (örneğin apartman tipi yapılarda) statik bina yüksekliğinin %20 - %25 arası bir değer, tesisattaki toplam basınç kayıpları olarak kabul edilmeli ve sistemdeki bilinen direnç kayıpları (örneğin su sayaçları ve basınç düşürücüler) varsa, buna ayrıca eklenmelidir.

Örneğin statik yüksekliği 30 m. (yaklaşık 10 katlı) ve her daire girişinde bir su sayacı olan eski bir apartman için seçilecek hidrofora ait alt basınç hesaplanırken, $\Delta p = 30x\ 0.25 + 5 = 12,5$ mSS alınabilir. Burada su sayacının 5 mSS basınç kaybı yarattığı varsayılmıştır. Buna göre H_{alt} = 55 mSS civarında seçilmelidir.

Böyle bir hidroforun üst basıncı da (durma basıncı)

$H_{üst}$ = 70 mSS civarında olacaktır.

Villalarda alt basınç 15 mSS yeterlidir. Ancak villada masajlı duş varsa gerekli basınç yüksektir. Bu durumda alt basınç 30 mSS, üst basınç 40 mSS alınabilir. Ayrıca debi de yüksek olduğundan burayı besleyen hat en az 1" çapında olmalıdır.

Hidroforun sağlaması gereken basınç hesaplanırken ve genel tesisattaki basınç dağılımı incelenirken dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da, statik su basıncının tesisatın hiçbir noktasında 5 bar (50 mSS) değerini geçmemesinin temin edilmesidir. DIN 1988 normunda konforlu bir su kullanımının sağlanabilmesi ve armatürlerin sağlıklı çalışabilmesi için 4 bar giriş basıncı tavsiye edilmekte ve giriş basıncının 5 bar'ı geçmesi durumunda basınç düşürücü kullanılması veya tesisatta zonlamaya gidilmesi (bölgesel basınçlandırma) şart koşulmaktadır.

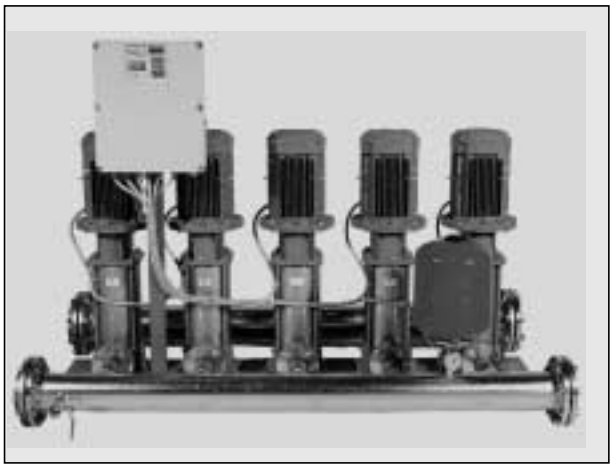
Hidroforların çıkışına basınç sabit tutucu monte edilmelidir. Bu durumda hidroforun, alt ve üst çalışma basıncı arasındaki değişen basıncını, kullanıcı hissetmeyecektir. Basınç sabit tutucunun olmadığı binalarda kullanma suyu tüketimi daha fazla olacaktır. Hidrofor çıkışındaki basıncın değişimi kullanım yerindeki (duş, lavabo vs.) debinin artması veya azalması demektir. Bu da fazla su tüketimi ve eksik konfor doğurur.

2.3.2. Analog Basınç Algılayıcılı, Elektronik Kontrollü Hidroforlar

1990'lı yılların başından itibaren hidroforlarda elektromekanik kontrol panoları ve basınç şalteri kullanımı terk edilmeye başlanmıştır. Bunun yerine analog basınç algılayıcıları ve elektronik kontrol panoları kullanımı yaygınlaşmaktadır. (Resim 2.23)

Bu yeni teknolojinin hidrofor kullanıcısına sağladığı önemli bazı avantajlar şunlardır;

- Elektrik motorları zonlama ve yanmaya karşı daha iyi korunabilmektedir.
- Tesisat basıncı, ΔP = 0,5 bar gibi çok küçük bir basınç aralığında sabit tutulabilmekte ve yüksek bir kullanım konforu gerçekleştirilebilmektedir.
- Pompaların devreye girme ve devreden çıkma süreleri, tesisat şartlarına en uygun olacak şekilde elektronik pano içinden ayarlanabilmekte ve şalt sayıları istenilen düzeyde oluşturulabilmektedir.



Resim 2.23 / ANALOG BASINÇ ALGILAYICILI, ELEKTRONİK KONTROLLÜ HİDROFOR

- Toplam debi gereksinimi bölünebilmekte ve hidrofor 6 pompaya kadar pompayı bünyesinde bulundurabilmektedir. Böylece, sadece gerektiği kadar pompa devreye girerek, kullanımda yüksek elektrik tasarrufu sağlanmaktadır.
- Elektronik panonun içinde aşınmaya maruz elektromekanik ekipmanın daha az oluşu ve analog basınç algılayıcısının, basınç şalterinde yaşanan meme yapma, yay bozulması gibi problemlerin olmaması nedeniyle, bu tür hidroforların kullanım ömürleri daha uzun, bakım - onarım giderleri daha düşük olmaktadır.
- Pompaların şalt sayısı elektronik olarak kontrol edilebildiğinden, bu tür hidroforlarda küçük hacimli membranlı tank kullanımı yeterli olmakta ve membranlı tank kullanımının birlikte getirdiği yer gereksinimi, montaj zorluğu, membran yırtılması ve gaz basıncı ayarı gibi problemler oluşmamaktadır.
- Elektronik panonun yapısı icabı, üzerinde işletim şartlarıyla ilgili o andaki tesisat basıncı, ayarlanmış istenen basınç bilgileri alfanumerik displayde kullanıcıya gösterilebilmektedir. Ayrıca elektronik hafızada, arızalar nedenleri ve tarihleriyle tutulabilmekte, pompaların çalışma süreleri ayrı ayrı izlenebilmektedir.

Elektronik panolu ve analog basınç algılayıcılı hidroforların kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, elektrik şebekesinin temiz ve aşırı dalgalanma yapmayan (örneğin 3 ~ 380 Volt ± %10) stabil bir elektrik beslemesine sahip olmasıdır.

Aşırı şalt sayısı sınırlaması dolayısıyla, devredeki son pompa tesisatta su kullanımı bittikten sonra da bir müddet çalışmaya devam ettiğinden, tesisat, pompaların sıfır debide verdiği basınçla karşı karşıya kalmaktadır. Elektromekanik panolu ve basınç şalterleriyle kontrol edilen klasik hidroforlarda, sadece kontaktör yapışması veya basınç şalterlerinin meme yapması sonucu ortaya çıkan bu durum, elektronik kontrollü hidroforların tabi bir özelliğidir ve tesisat ekipmanlarının basınç sınıfının seçilmesinde dikkate alınmalıdır.

Elektronik panolu, analog basınç algılayıcılı hidroforlarda, membranlı tank olarak, genellikle hidroforun ortak basınç kollektörü üzerine yerleştirilmiş küçük hacimli (8..20 litre civarında) bir tank kullanımı yeterli olmaktadır. Bu tankın görevi analog basınç algılayıcısını basınç şoklarından koruyacak yanlış sinyal üretilmesinin önlenmesidir.

Hidroforu oluşturan beher pompanın debisi, kullanıcı nokta sayısı ve tesisatın şok oluşturma olasılığına bağlı olarak, bazı uygulamalarda nadiren de olsa daha büyük hacimli (100..5000 litre civarında) bir tank kullanılması gerekebilmektedir. Buradaki amaç tesisatın yüksek olan basınç şoku oluşturma potansiyelini sönümleyerek, hidroforun amaçlandığı gibi küçük bir ΔP ($H_{üst}$ - H_{alt}) basınç aralığında çalışmasını temin ederek ve tesisatta basınç dalgalanmaları oluşmasını önleyerek, sabit basınçlı, yüksek konforlu bir kullanımın gerçekleştirilmesidir.

Bu hidroforlar için yukarıda anlatılan özellikler, frekans konvertör entegrasyonlu hidroforlar için de geçerlidir. Ancak frekans konvertör teknolojisinin hidrofor kullanıcısına sağladığı başka avantajlar vardır;

- Hidroforu oluşturan pompalardan en az biri devir hızını değiştirebilme özelliğine sahiptir. Dolayısıyla hidrofor sadece sistemdeki anlık gereksinim duyulan debiyi ürettiğinden elektrik sarfiyatı olabilecek en düşük düzeydedir.
- Su kullanımı bittiğinde en son pompa devreden çıkmadan önce devir hızını indirerek kontrol edildiği için, pompanın normalde sıfır debide tesisatta yaratacağı basınç oluşmaz ve tesisat daha düşük basınç altında kalır.
- Yine aynı özellikten dolayı şok oluşması ve basınç dalgalanmaları yaşanması olasılığı daha azdır.
- İlk pompa devreye girerken ve son pompa devreden çıkarken devir hızı kontrolü uygulandığı için, hidrofor genelde daha sessiz çalışır.

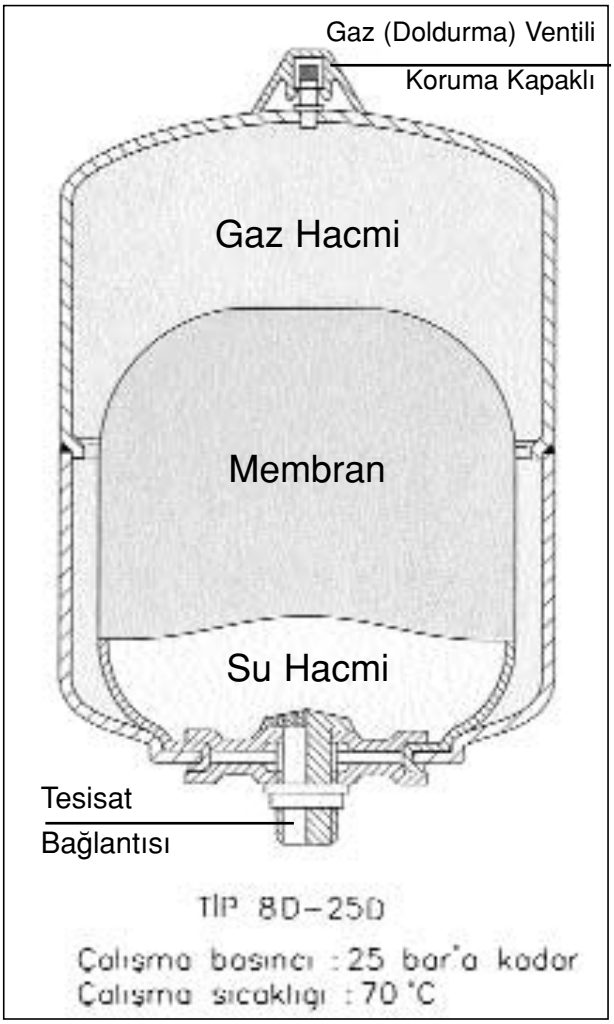
2.3.3. Membranlı Basıçlı Tankların Seçim ve Hesaplama Yöntemleri

Paket hidroforların bünyesinde yer alan küçük hacimli membranlı basınçlı tanklar, üreticilerin tercihine bağlı olarak, birkaç litreden 20-25 litre kapasiteye kadar çeşitli hacimlerde kulanılmaktadır. Bu tankların amacı, basınç algılayıcılarına gelen basınç sinyallerinin düzgün bir biçimde alınması, şok absorbsiyonunun gerçekleştirilmesi ve sistemdeki olası küçük sızıntıların karşılanmasıdır. Membranlı basınçlı tanklar dikey, yatay, ayaklı, ayaksız gibi çeşitli tip ve kapasitelerde üretilmektedirler. ŞekiI 2.24 ve 2.25'de Reflex membranlı basınçlı tankları görülmektedir.

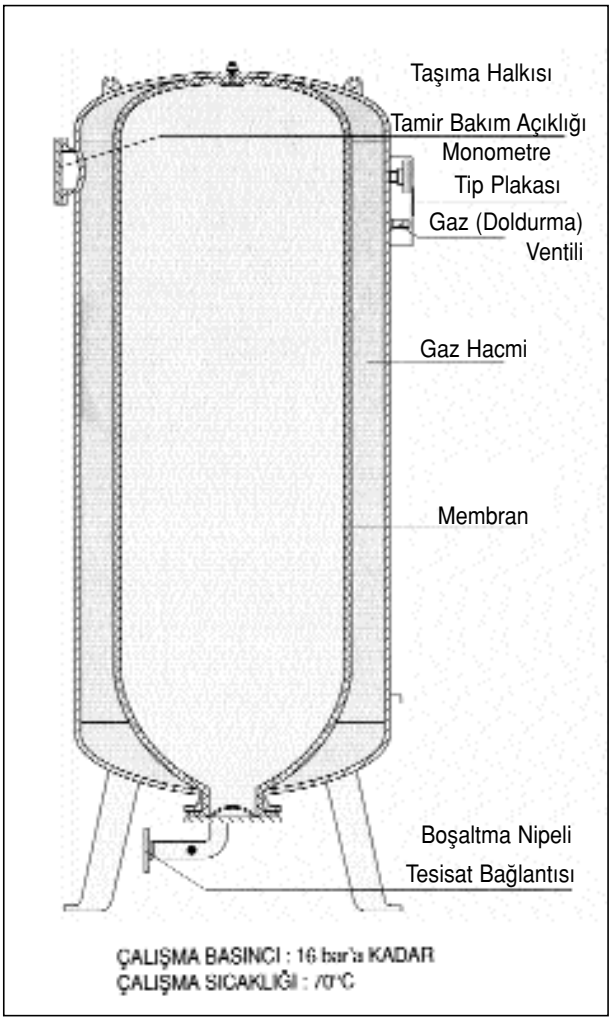
Bu tanklar kullanılmadığında veya membranları patladığında, hidroforun start/stop fonksiyonlarında düzensizlikler oluşur ve hidrofor işletim yapamaz hale gelir.

Paket hidroforların basınç çıkışına ayrıca bağlanan daha büyük hacimli membranlı tankların kullanım amacı ise, hidrofor pompalarının şalt sayısını sınırlamaktır.

Elektrik motoru üreticilerinin şalt sayısı tavsiyesi f = 20-30 1/saat civarındadır. Yani motorlara bir saat içinde 20-30 defadan daha fazla start/stop yaptırılmaması tavsiye edilmektedir. Sürekli start/stop fonksiyonu elektrik motorunun, pompa aksamının ve elektrik panosu ekipmanının kullanım ömrünü kısalttığı gibi, yüksek demeraj akımından dolayı elektrik sarfiyatının da artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle özellikle 2-3 kW'dan daha büyük motorlarda şalt sayısı sınırlamasına özen gösterilmesi tavsiye edilmektedir. Sistemde oluşabilecek şokları absorbe etmek ve elektrik kesintilerinde belli miktarda basınçlı suyu rezerv olarak tutabilmek bu tankların kullanılmasının diğer tali amaçlarıdır.



Şekil 2.24 / REFLEX D TİPİ MEMBRANLI BASINÇLI TANK



Şekil 2.25 / REFLEX D TİPİ AYAKLI MEMBRANLI BASINÇLI TANK

Membranlı basınçlı tank teknolojisinin gelişmemiş olduğu dönemlerde kullanılan basınç kontrollu, hava yastıklı klasik basınçlı tankların; hava takviyesinde yaşanan problemler, bu sistemlerin enerji sarfiyatının yüksek olması, özellikle kompresörlü sistemlerdeki gürültü problemi, bakım onarım güçlükleri ve yatırım maliyetinin yüksek olması gibi bir sıra nedenden dolayı kullanımı azalmıştır. Günümüzde bunların yerine, su ve gaz bölümü birbirinden butyl veya tabii kauçuktan yapılmış bir membranla ayrılmış olan, basınçlı tankların kullanımı yaygınlaşmıştır.

DIN 1988 normunun 5. bölümünde membranlı basınçlı tanklar için öngörülen hacim hesabı, DIN 4810 normunda anlatılan basınç kontrollu hava yastıklı klasik basınç tanklarının hesap tarzı baz alınarak getirilmiştir.

Buna göre seçilmesi gereken basınçlı tankın nominal hacmi,

$$V_N = 0{,}33 \times Q_p \frac{H_{üst} + 1}{(H_{üst} - H_{alt}) \times f}$$

formülüne göre hesaplanmaktadır. Burada;

V_N = Seçilen tankın nominal hacmi (Litre)

Q_p = Hidrofordaki bir pompanın H alt basınçtaki debisi (m^3/saat)

$H_{üst}$ = Hidroforun ayarlanmış üst basıncı (bar)

$(H_{üst}-H_{alt})$ = Hidroforun ayarlanmış çalışma basınç farkı (bar)

f = Amaçlanan şalt sayısı (1 /saat) olarak ifade edilmektedir. DIN 1988'e göre, şalt sayısı f değerinin 20 1/saat değerinden küçük olması gerekmektedir. Ancak uygulamada modern motorlarda daha yüksek değerlerin alınabildiği görülmektedir.

Örneğin;

Halt basınçtaki toplam debisi 44 m^3/h olan ve işletimi rotasyon yaptırarak pompalarına eşit olarak dağıtılabilen 4 pompalı bir hidroforun H_{alt} = 45 mSS, $H_{üst}$ = 65 mSS basınç aralığında çalışması durumunda ve şalt sayısı f = 30 1/h baz alınarak yapılan bir seçimde

Qp =44/4= 11 m^3/saat (Bir pompanın azami debisi)

$H_{üst}$ = 6,5 bar

H_{alt} = 4,5 bar

f = 30 1/saat

kullanılması gereken membranlı basınçlı tankın nominal hacmi (V_N)

V_N = 0,33x11x (6,5 + 1)/ (6,5- 4,5)x30= 457,5 litre olarak hesaplanabilmektedir.

Nominal hacmi 500 litre olarak seçilen bu tankın örnekteki çalışma şartlarında, depolayabileceği faydalı su hacmi,

$V_F = V_N \times (H_{üst}-H_{alt})/ (H_{üst} + 1)$

formülü kullanılarak.

V_F = 500 x (6,5 -4,5)/ (6,5 + 1)= 133,3 litre

olarak hesaplanabilmektedir.

Membranlı basınçlı tank seçimindeki bir diğer kriter de tankın sahip olması gereken basınç sınıfıdır. Hidroforlarda kullanılan pompaların sıfır debideki basınçları tankın basınç sınıfının belirlenmesinde baz alınır. Tankın nominal işletme basıncı, pompaların sıfır debide basabileceği basınçtan daha yüksek olmalıdır.

Tankın ön hava basıncı ise işletme şartlarına bağlı olup, hidroforun H_{alt} çalışma basıncından %10 daha düşük bir değere ayarlanmalıdır.

H_{alt} = 45 mSS olarak verilen yukarıdaki örnek hidrofor uygulamasında, kullanılacak membranlı tankın ön gaz basıncı yaklaşık 40 mSS =4 bar olarak ayarlanmalıdır.

Membranlı tankların, hidroforun basınç hattına irtibatlandırılmasının çeşitli yöntemleri vardır. Basınç kollektörünün bir tarafının tanka, diğer tarafının tesisata bağlanması genelde uygulanan yöntem olmakla birlikte, tankın, binanın tesisat hattı üzerinde herhangi bir yere bağlanması da mümkündür.

Bağlantıları yapılırken dikkat edilmesi gereken nokta, membran değişikliği veya benzeri bir durum için bağlantıların çabuk sökülebilir ve araya konulacak bir vanayla tesisattan ayrılabilir nitelikte olmasıdır.

2.3.4. Hidroforların Montajı ve İşletmeye Alınması

Hidroforlar bir depoya veya direk şehir şebekesine bağlı olarak çalışabilirler.

Direk şehir şebekesine bağlanan hidroforlarda, giriş basıncının 1 bardan daha fazla dalgalanmaması ve 0,5 bardan daha düşük olmaması ön şarttır. Bu şartların gerçekleştirilemediği şebekelerde hidroforların direk şebekeye bağlanması doğru olmaz.

Bir depodan su alarak çalışan hidrofor sistemlerinde ise, su, depodan kendi ağırlığıyla pompaya doğru akabilmeli ve pompanın emiş ağzında 0,2 bar kadar bir ön basınç oluşturabilmelidir.

Yani su deposu çıkış ağzı, pompanın emiş ağzından asgari 2 m. yukarıda kalabilecek kadar yüksek bir konumda olmalıdır.

Hidroforların emiş yaptırılarak çalıştırılması esas itibariyle doğru değildir. Ancak buna mecbur kalındığında pompanın emiş ağzı, iç çapı bir boy daha geniş olan bir boru kullanılarak, en kısa yoldan, mümkün olduğunca az dirsek vb. bağlantı elemanları kullanılarak ve sifon etkisi oluşturmayacak bir şekilde, deponun içine dik olarak sarkıtılmış ve ucunda klape bulunan emiş borusuna irtibatlandırılmalıdır. Emiş yaparak çalıştırılan çok pompalı hidroforlarda, emiş kollektörü kullanılmadan her pompa ayrı ayrı tariflendiği şekilde depoya irtibatlandırılmalıdır.

Emiş yapan hidroforlarda emiş borusunun ucundaki klapeden başka, emiş ve basınç hattı üzerinde ayrıca bir çekvalf kullanılmamalıdır.

Deponun su çıkış ağzının ve hidroforun emiş kollektörüne su getiren emiş hattının hidroforun emiş kollektöründen bir boy daha geniş seçilmesi rahat bir işletim için faydalıdır. Bu hat üzerine bakımı ve demontajı kolay olacak biçimde bir pislik tutucu takılmalıdır.

Montajda dikkat edilmesi gereken bir husus da hidroforun kuru çalışmaya karşı korunmaya alınmasıdır. Pompalar hiçbir şekilde kuru çalıştırılmamalıdır. Seviye flatorü veya seviye kontrol elektrodları kuru çalışmayı önleyici bir tedbir olarak sıkça uygulanan yöntemlerdir.

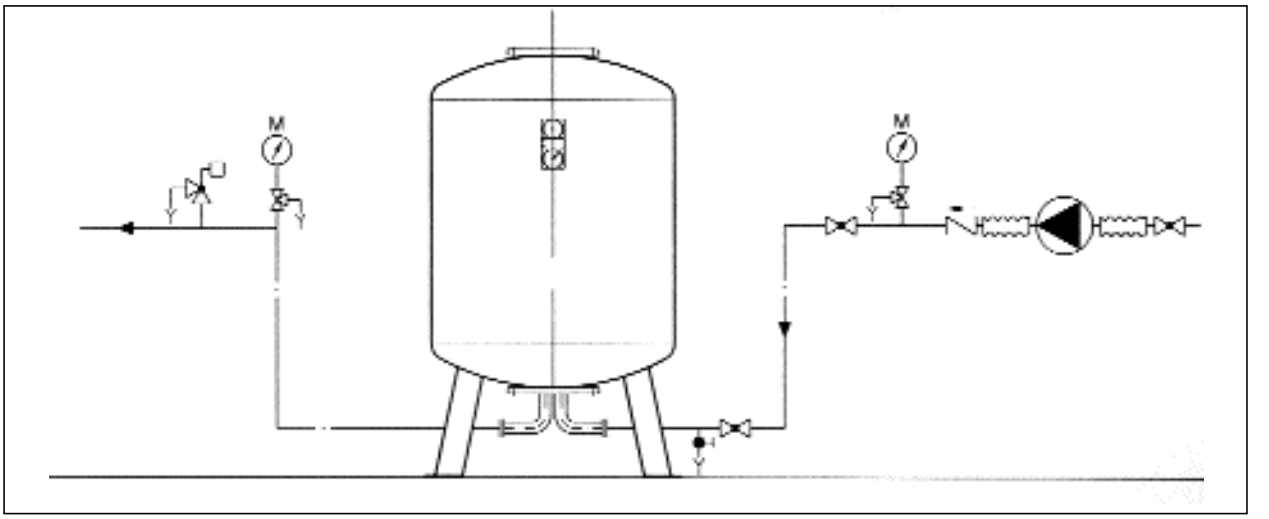
Tek pompalı ve emiş yapmayarak normal şartlarda çalışan hidroforlarda çekvalfi, su deposunun hemen çıkış ağzına takarak ve tesisatın başka bir yerinde ayrıca bir çekvalf kullanmayarak, tesisattaki suyun, pompayı depoda su bittiği durumlarda bile her zaman kendi ağırlığıyla ıslak tutmasını temin etmek, tavsiye edilen bir yöntemdir.

Emiş ve basınç kollektörlerinin tesisata bağlanmasında esnek hortum veya kompanzatör kullanılması önemle tavsiye edilir. Buradaki amaç tesisata ait boru ve diğer malzemelerin ağırlıklarının hidrofora taşıttırılmaması, gerilimsiz rahat bir montaj gerçekleştirilmesi ve oluşabilecek vibrasyon ve gürültünün tesisata geçmesinin engellenmesidir. Basınç hattına membranlı tank bağlantısı yapılırken, yine esnek hortum ve vana kullanılması ve bağlantıların gerektiğinde kolay sökülebilir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

DIN 4807 Kısım 5'e göre 150 L üzerindeki basınçlı tankların bağlantısı, su akışı tank üzerinden olacak şekilde yapılmalıdır. Bu amaçla Reflex DUO tipleri geliştirilmiştir. Şekil 2.26'da görüldüğü gibi DUO tiplerin pompa hesabında tanktaki basınç kaybı da dikkate alınmalıdır.

Genel olarak hidrofor ve membranlı tank, etrafında rahatça dolaşabilecek genişlikteki iyi havalandırılmış, rutubetsiz ve iyi aydınlatılmış temiz bir mekana yerleştirilmelidir. Zaman zaman bakım ve onarım yapılacağı, membranlı basınçlı tanklara hava basılacağı ve belki de membran değiştirileceği unutulmamalıdır.

Çevre sıcaklığı 0°C'den daha düşük, 40°C'den daha yüksek ve ortamın nemlilik oranı %90'dan daha fazla olmamalıdır. Özel önlem alınmayan standart hidroforlarda suyun giriş sıcaklığı +30°C'yi, çıkış sıcaklığı da +40°C'yi geçmemelidir.



Şekil *2.26* / REFLEX DIT 5 TİPİ DUO BAĞLANTILI MEMBRANLI BASINÇLI TANKLARI BAĞLANTI ŞEMASI

Hidroforun elektrik panosuna elektrik bağlantısını gerçekleştiren güç kablosu, uzunluğuna ve taşıyacağı güce uygun kesitte olmalıdır. Kabloların olması gerektiğinden daha ince kullanılması dolayısı ile gerilim düşüklüğü ve arıza yaratmaları çok rastlanan bir durumdur. Kablonun uzunluğuyla birlikte kalınlığının da artması gerektiği unutulmamalıdır.

Hidroforun bağlanacağı elektrik şebekesinin gerilim ve gerilim tolerans değerlerinin uygunluğu temin edilmelidir.

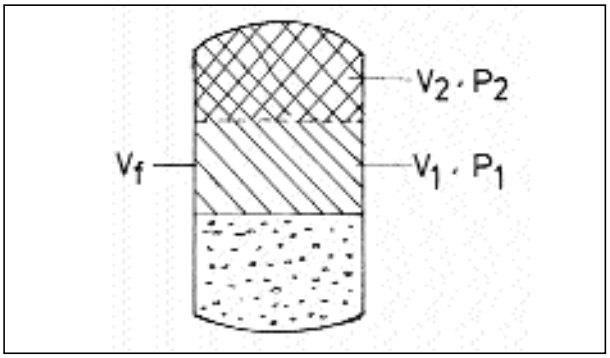
Avrupa'da elektrik motoru ve elektrik techizatı üreticilerinin 380 Volt gerilimli şebekeler için ±%10, 400 volt gerilimli şebekeler için + %6, - % 10 tolerans verdikleri dikkate alınmalıdır.

Özellikle şantiye şartlarında ve şantiyenin düzensiz elektrik şebekesiyle beslenen hidroforlarda, bu şebekelerin toleranslarının uygun olmaması ve şebekede oluşan gerilim şoklarından dolayı, sıkça hidrofor arızaları oluştuğu unutulmamalıdır.

2.3.5. Hava Yastıklı Depolu Hidrofor Sistemleri

Klasik hidrofor sistemleri hidrofor deposu, hidrofor besi pompaları, kompresör bağlantı elemanları ve otomatiklerden oluşur. Modern hidroforlarda hidrofor deposu (tankı) olarak membranlı depolar kullanıldığında kompresöre gerek yoktur.

A- Hidrofor Deposu



Alt su seviyesinde hava hacmi : $V_1(m^3)$

Alt su seviyesinde hava basıncı : P_1 bar (mutlak)

Üst su seviyesinde hava hacmi : V_2 (m^3)

Üst su seviyesinde hava basıncı : P_2 bar (mutlak)

Faydalı hacmi : $V_f = V_1 - V_2$ (m^3)

Hidrofor depo hacmi : V_d (m^3)

Hidrofor depo hacmi hesabı:

a) $V_d = 1{,}25V_1$

b) $V_1 = V_f \times P_2 / (P_2 - P_1)$

c) Alt basınç

$P_1 = (H + H_{ab} + H_k) \times 1{,}1$ olarak tarif edilir.

H = En elverişsiz durumdaki kullanma yerinin hidrofor deposu su seviyesinden olan yüksekliği dolayısı ile uyguladığı statik basınç (bar)

H_{ab} = En elverişsiz kullanma yerindeki akma basıncı (bar)

H_k = En elverişsiz kullanma yerine ait boru hattındaki toplam kayıplar (bar)

d) Üst basınç, P_2 alt basınçtan normal tesisatta 1 - 1,5 bar, zorunlu hallerde 2-3 bar daha fazla seçilmelidir

e) $V_f = (Q - Q_{max}).Z$

Q_p = Hidrofor pompası debisi (m^3/h)

Q_{max} = Maksimum su ihtiyacı (m^3/h)

Maksimum su ihtiyacının bulunması için Tablo 2.8'den belirlenen günlük toplam su gereksinimi Tablo 2.27'de verilen eş zaman faktörü ile çarpılır.

Z = Pompanın devrede kalma süresi (h)

f) $Z = Q_{max} / (Q_p \times f)$

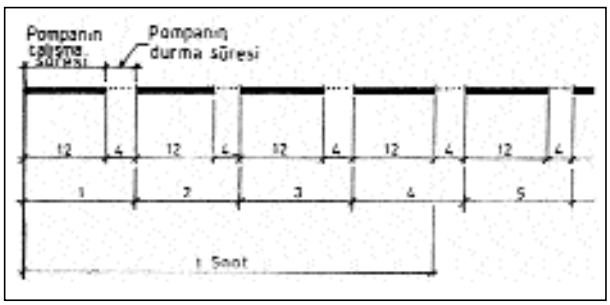
Burada f pompanın saatte devreye girme sayısı (şalt sayısı) olup, normal olarak 6-10 arasında seçilmelidir. En fazla 15 seçilebilir. Modern hidroforlarda daha yüksek (20) olabilmektedir.

Pompa debisi, faydalı su hacmi ve kullanılan su miktari bir arada düşünülerek pompa motorunun şalt sayısı hesaplanır. Şalt sayısı büyük olmamalıdır. Aksi halde motorun her devreye girişindeki demeraj akımı nedeniyle motor ömrü kısa olacaktır.

1/5 h = 12 dakika olacaktır.

Faydalı su hacmi 1 m^3/h olduğuna göre, pompanın tekrar devreye girme süresi ise:

1/15 h = 4 dakika olacaktır.



Sonuç olarak 15 m^3/h su tüketimindeki şalt sayısı 4'tür.

f_3 - 10 m^3/h su tüketimi için

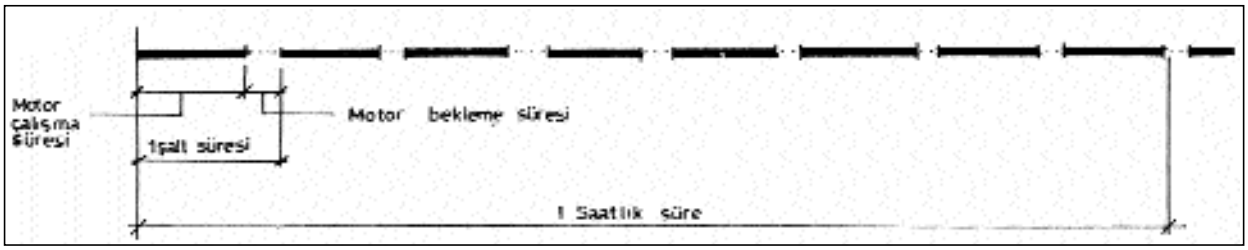
20 m^3/h - 10 m^3/h = 10 m^3/H

Çalışma süresi : 1/10 h = 6 dakika

Bekleme süresi : 1/10 h = 6 dakika

1 şalt süresi : (6 + 6) = 12 dakika

1 saatteki şalt sayısı : 60 / 12 = 5



Binanın Cinsi	Eş zaman faktörü (q)
Konutlar 1 - 10 Daireli apartmanlar 10 - 20 Daireli apartmanlar Daha fazla daireli apartmanlar Köşk ve sayfiye evleri	 0,4 0,3 - 0,4 0,25 0,6
Oteller 20 yataklı 20 - 50 yataklı 50'den fazla yataklı	 0,4 0,3 - 0,4 0,2 - 0,3
Hastaneler 50 - 500 yataklı 500 - 1000 yataklı 1000 - 2000 yataklı	 0,3 - 0,2 0,15 - 0,20 0,1 - 0,15
Okullar	0,3
Kışlalar	0,3 - 0,4
İş Hanları	0,3
Toplam su ihtiyacı : Q_T Eş zaman faktörü : q Q_{max} : q x Q_T	

Tablo 2.27 / YAPILARDA TÜKETİMİN EN ÇOK OLDUĞU SAATTEKİ SU İHTİYACI (Q_{max})

Şalt sayısı kontrolü için örnek:

Pompa debisi : 20 m^3/h

Faydalı su hacmi : 1 m^3

f_1- su tüketimi : 20 m^3/h pompa sürekli çalışıyor.

f_2 - su tüketimi : 15 m^3/h

Pompa debisi	Su Tüketimi	Fazla kapasite
(20 m^3/h) -	(15 m^3/h) =	(5 m^3/h)

Faydalı su hacmi 1 m^3/h olduğuna göre pompanın çalışma süresi:

f_4 - 5 m^3/h su tüketimi için: 20 m^3/h - 5 m^3/h = 15 m^3/h

Çalışma süresi : 1/15 h = 4 Dakika

Bekleme Süresi : 1/5 h = 12 Dakika

1 Şalt süresi : 16 dakika

1 Saatteki şalt sayısı : 60/16 = 4

g) Pompa debisi:

$Q_{max.}$ = 0,4 - 0,7 olacak şekilde seçilmelidir.

Yukarıdaki ifadeler yardımı ile hidrofor deposu hacmi hesaplanabilir.

B- Hidrofor Pompaları

Pompa debisinden yukarıda söz edilmişti. Pompa basıncı,

$P_o = P_2 \pm P_s$ +(1-2 bar)

P_s = Pompa emişindeki basınç (bar) değeridir.

- Alt basınçtaki pompa debisinde şalt sayısı kontrol edilmelidir.
- Küçük kapasitelerde (20 m^3/h'e kadar) bir adet çalışan ve bir adet yedek; büyük kapasitede, iki adet çalışan pompa (herbiri 1/2 kapasitede) ve bir adet yedek pompa (1/2 kapasitede) seçilmelidir.
- Pompalar ile ilgili ISISAN notlarına bakın.

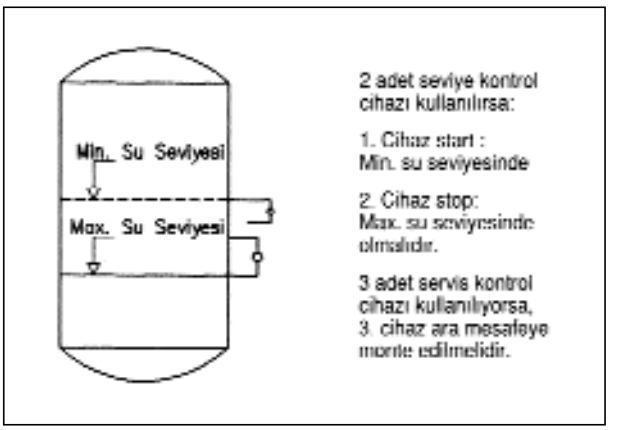
C- Kompresörler

a- Kompresör kapasitesi hidrofor depo hacmini 1 saatte tamamlayacak değerde seçilmelidir.

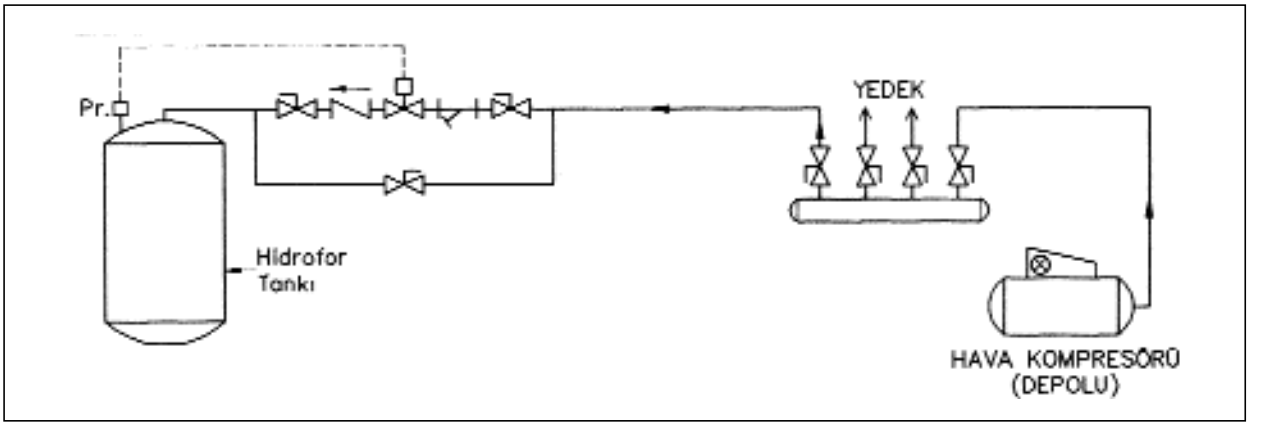
b- Basınç: Üst basınç değerinde seçilmelidir.

D- Genel

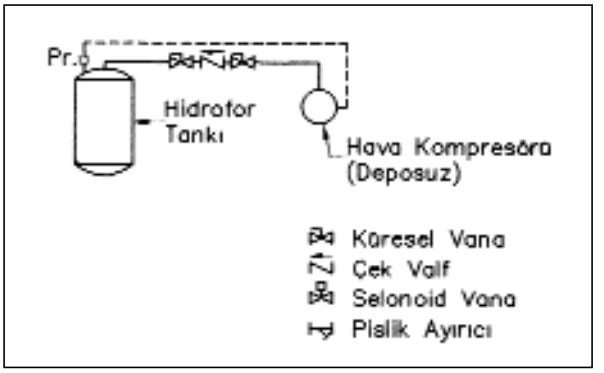
1- Seviye kontrol cihazı pompa sayısı kadar seçilmelidir.



2- Birden fazla basınçta hidrofor sistemi varsa, kompresör deposu ayrı olmalıdır.



3- Tek basınçlı hidrofor yöntemlerinde deposuz kompresör seçilmelidir. Presostat kompresöre kumanda etmelidir.



4- Hidroforların hava devresi üzerinde mutlaka küresel vana kullanılmalıdır.

5- Emniyet ventili hava seviyesine monte edilmelidir. Emniyet ventili sipariş verirken, havada kullanılacağı ve istenen basınç belirtilmelidir. Emniyet ventili basıncı, üst basınçtan (P_2) %15 büyük, konstrüksiyon basıncından küçük olmalıdır.

6- Su seviye göstergeleri min. su seviyesinin en az 10 cm.altında, max. su seviyesinin en az 10 cm. üstüne kadar olan mesafedeki suyu gösterebilmelidir.

7- Hidrofor boşaltma vanası stop vana veya uygun küresel vana tipinde seçilmelidir. (Sürgülü vanalar damlatabilir)

8- Manometreler yerden 2 m. yukarıda ise ϕ100 mm., daha yukarıda ise ϕ160 mm. çapında seçilmeli ve altına vana monte edilmelidir. Manometre basıncı P_2 ortalama değer olacak şekilde seçilmelidir. Piyasada mevcut manometreler.

0 - 1Atü

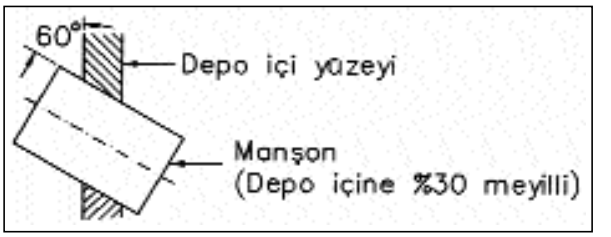
0 - 6Atü

0 - 10 Atü

0 - 25 Atü değerlerinde üretilmektedir.

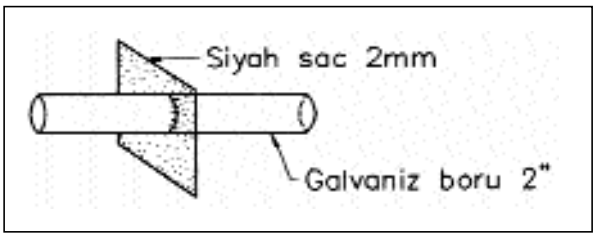
Proje üzerine, manometre seçimi örnegin; M (ϕ100, 6 Atü) şeklinde işaretlenmelidir.

9- Seviye kontrol elektrodu monte edilecek ise, manşonları tank içine doğru meyilli olmalıdır ki, su seviyesinin azaldığında elektrod hissedebilsin. Ayrıca manşonun bir kısmı depo içerisine girmelidir.



10- Presostat ve emniyet ventilinden önce kesinlikle vana kullanılmamalıdır.

11- Kagir su depolarının su çıkış ve boşaltma nozulları aşağıdaki şekilde yapılmalı, depo betonu dökülmeden önce monte edilip, beton içinde kalacak demirlere kaynatılmalıdır.



12- Şehir şebekesi ile hidrofor sistemi by-pass edilmeli ve yeterli basınç olduğu taktirde bina şehir şebekesinden beslenmelidir.

13- Sınai tip hidroforlarda hidrofor deposu çıkışına çekvalf konulmamalıdır. Yüksek basınçlarda hidrofor deposundaki hava sıkışarak darbeleri engeller. Aksi halde çekvalf patlayabilir.

Dik Tip Sınai Hidroforlar (Klasik Tip)	Paket Tipi Çok Pompalı Hidroforlar
İşletme ve bakımı zor	İşletme ve bakımı kolay
Gürültü seviyesi yüksek	Ses seviyesi düşük (55 - 60 dBA)
Kontrol cihazları ve hava ayarı için kalifiye eleman ihtiyacı var	Paket sistemin getirdiği servis ve yedekleme imkânı var
Santrifüj pompa verimi düşük olduğu için işletme maliyeti fazla	İşletme verimi yüksek
Montaj işçiliği fazla	Montajı kolay (Giriş ve çıkış bağlantılarını yapmaktan ibaret) Daha ucuz

Tablo 2.28 / DİK TİP SINAİ VE PAKET TİP ÇOK POMPALI HİDROFORLARINKARŞILAŞTIRILMASI

14- Tağdiye cihazı boşaltması 1" yerine 1/2" yapılabilir.

15- Yüksek basınç hidroforu su seviye göstergesi için hortum yerine kazan tipi Klinger gösterge kullanılmalıdır.

16- Ses seviyesi düşük olmalıdır.

2.3.6. İlave Şekil ve Tablolar

Dik tip sınai hidroforlarla, paket tip çok pompalı hidroforların karşılaştırması Tablo 2.28'de verilmiştir.

Şekil 2.29 ve Şekil 2.30 'da tek ve çift tanklı kompresörlü hidrofor gruplarının bağlantı ve kontrol şeması verilmiştir. Şekil 2.31 'de ise hidrofor tankı ölçüleri verilmiştir. Şekil 2.32. ve 2.33 'de bir uygulamanın çok pompalı su basınçlandırma projesi verilmiştir.

2.4 TEMİZ SU TESİSATI BORU ŞEBEKESİ

Bir yapıya ait temiz su tesisatı boru şebekesi bölümleri Şekil 2.34'de gösterilmiştir. Bina dışı tesisat yer altındadır. Bina içi tesisat ise genellikle açıktadır ve yer üstünde bulunur.

Temiz su tesisatında kullanılabilen boru cinsleri ve bağlantı elemanları Tablo 2.35'de gösterilmiştir.

Bina temiz su tesisatının üç ana bölümü;

1- Bina bağlantı hattı,

2- Su sayacı,

3- Kullanma hattı olarak görülmektedir.

Burada depolama ve basınçlandırma gösterilmemiştir.

Tesisatta kullanılan çeşitli çaptaki borulardan geçebilecek en düşük su miktarları ve aynı miktarı geçirebilmek için en küçük çaplı (DN 15) borudan en az kaç adet kullanılması gerektiği, fikir vermek açısından Tablo 2.36'da verilmiştir Bina içinden geçen soğuk su boruları terlemeye karşı mutlaka izole edilmelidir. Bina dışından geçen su boruları ise donmayı önlemek için izole edilirler. Tablo 37 'de farklı yerlerdeki temiz su borularında gerekli izolasyon kalınlıkları verilmiştir. Duvar ve toprak altına monte edilen borular korozyona karşı izole edilmelidir. Toprak altına döşenen borular, dış hava sıcaklığına göre değişen don seviyesinin daha altında olmalıdır. Bu seviye Turkiye için 80-150 cm arasında değişmektedir.

Temiz su tesisatının, aslında sıhhi tesisatın, projelendirilmesinde en çok dikkat edilecek konulardan birisi de sestir.

Tablo 2.38'de ise tesisatın çeşitli bölümlerinde müsaade edilen en yüksek akış hızları verilmiştir. Buna göre soğuk ve sıcak temiz su tesisatında kullanılabilecek en küçük boru çapları Tablo 2.39'da gösterilmiştir.

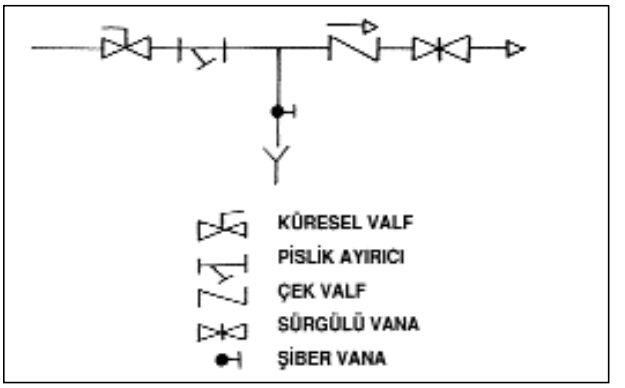
Bina Bağlantı Hattı

Doğrudan ana kanaldan alınan kol, yaklaşık 1 m. derinlikte yer altından binaya ulaşır. Bu boru üzerine inşaat yapılamaz. Ana kanaldan çıkış yakınında bir vana bulunmalıdır. Ayrıca bina girişinde sayaçtan önce bir ayırma vanası konulmalıdır. Yer altındaki boru korozyona karşı korunmalıdır.

Su Sayaçları

Tablo 2.40'da konutlarda kullanılan sayaç boyutları ve debileri verilmiştir. Sayaçlar tesisata bozuldukları zaman tamir için yerinden sökülebilecek şekilde bağlanır. Bu nedenle her iki tarafında kapama vanası olmalıdır. Ayrıca saatten sonra boşaltmalı çekvalf konulması Alman standartlarında işaret edilmiştir.

Bina girişindeki çek valfın kaçırıp kaçırmadığını kontrol için aşağıdaki şema uygulanabilir.

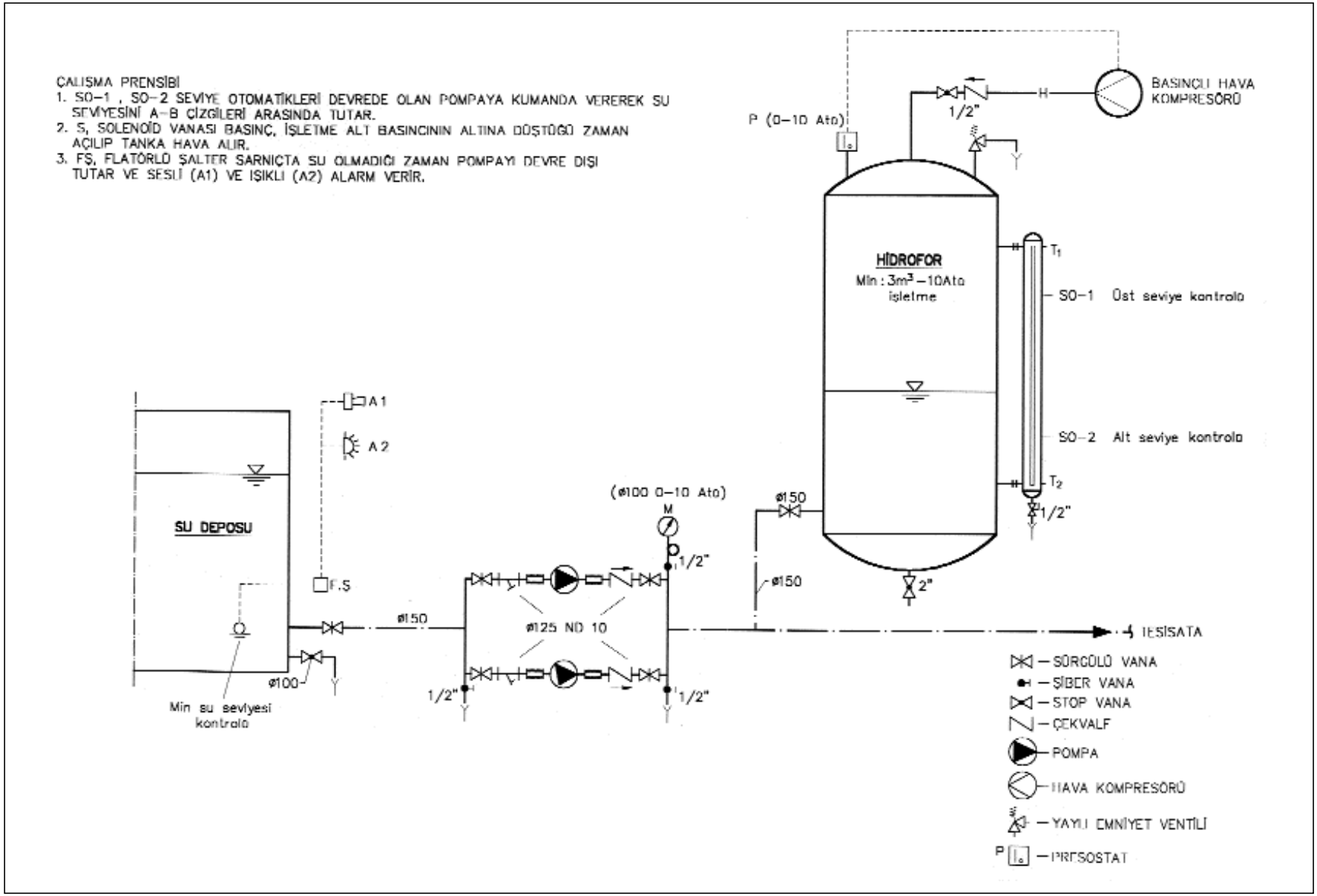


Su sayaçlarının montajı tesisat yapılırken yapılmalıdır.

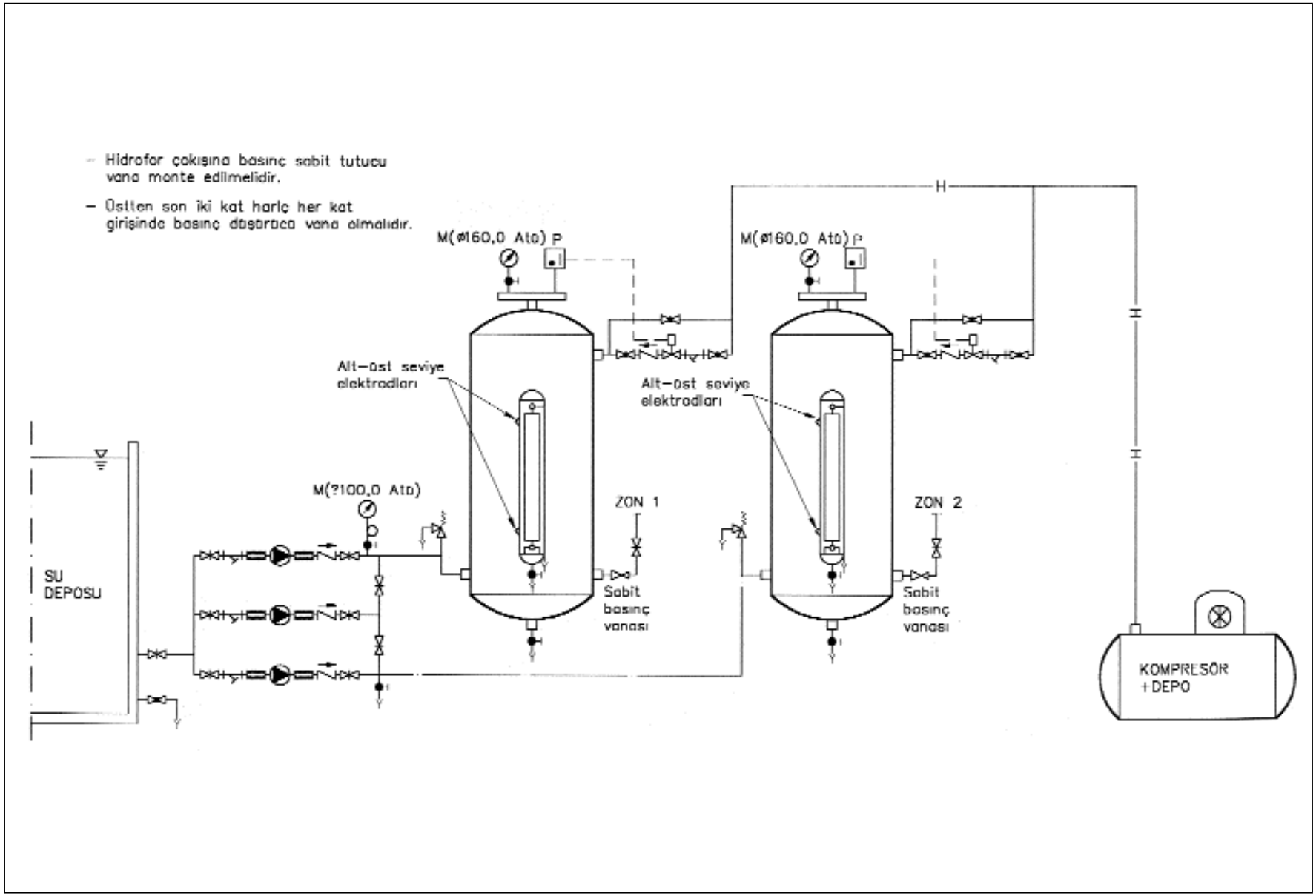
Bu saatin bulunduğu yerde dış etkenlerden korunmuş olması gerekir. Bina dışında bulunan sayaçlar için özel kapaklı bir çukur yapılmalı, bu çukurdan dışardan giren suyun tahliye imkanı olmalı ve donmaya karşı önlem alınmalıdır. Su sayacına ulaşım ve okuma kolay olmalıdır.

Ev tipi sayaçların dışında büyük debiler için farklı tipte sayaçlar mevcuttur. Ancak bunlar üzerinde durulmayacaktır. Su sayacında basınç kaybı 0,5 bar (=5 mSS) değerini geçmemelidir.

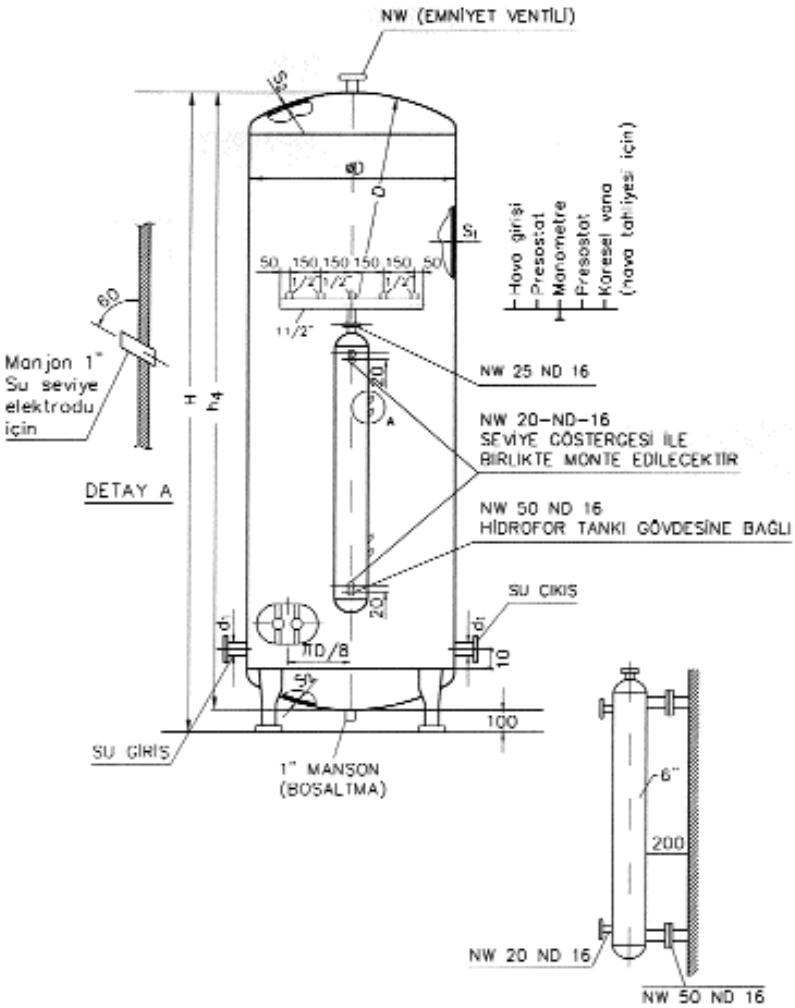
Şekil 2.41'de konut tipi sayaçlarda basınç kaybı değerleri verilmiştir.



Şekil 2.29 1 HAVA YASTIKLI DEPOLU HİDROFOR BAĞLANTI ŞEMASI

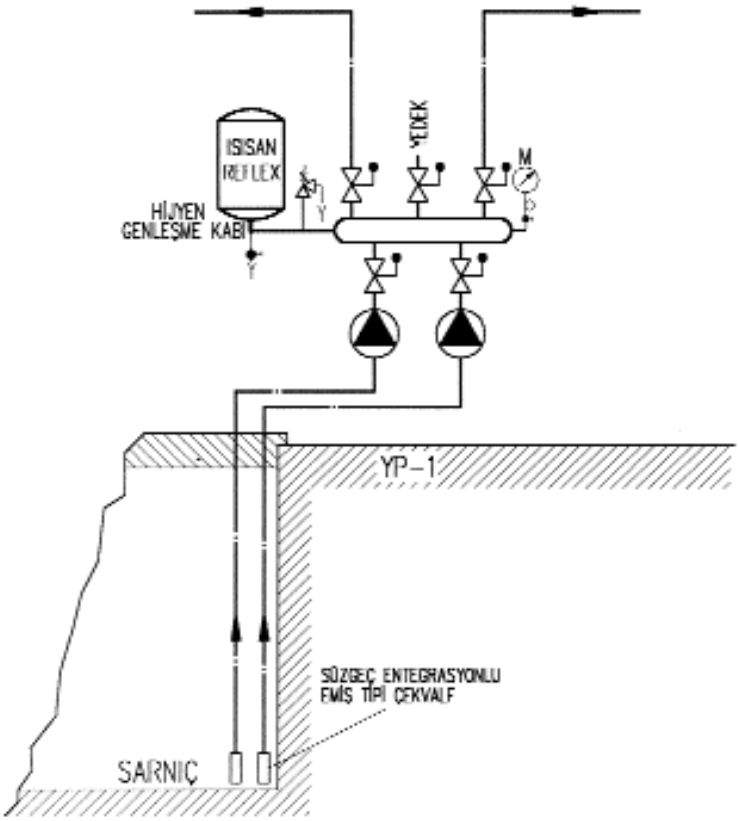


Şekil 2.30 / YÜKSEK YAPILARDA VEYA ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE KULLANILAN İKİ DEPOLU HİDROFOR BAĞLANTI ŞEMASI



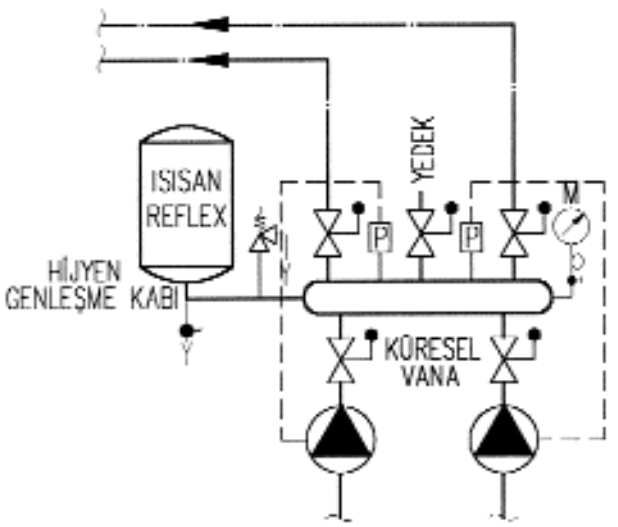
Hacim Litre	D mm	d_1	h_4 mm	H mm	S_1 çalışma basıncı ato 4 mm	S_1 çalışma basıncı ato 6 mm	S_2 çalışma basıncı ato 4 mm	S_2 çalışma basıncı ato 6 mm	El deliği mm	Adam deliği mm	Malze.	Ağırlık çalışma basıncı ato 4 mm	Ağırlık çalışma basıncı ato 6 mm
150	450	R 1"	1000	1100	3.0	3.5	3.0	3.5	100 150	—	St 0029	43	50
300	550	R 1 1/4"	1350	1450	3.0	4.0	3.0	4.0	100 150	—		65	85
500	650	R 1 1/4"	1600	1700	3.5	4.75	3.75	4.75	100 150	—		105	140
750	800	R 1 1/4"	1600	1700	4.0	5.5	4.0	5.5	100 150	—		150	205
1000	800	R 1 1/2"	2100	2200	4.0	5.5	4.0	5.5	100 150	—		190	260
1500	1000	R 1 1/2"	2000	2100	4.0	5.75	4.0	5.75	—	300 400	St 37 (H)	260	350
2000	1100	R 2"	2250	2350	4.5	6.0	4.5	6.5	—	300 400		340	455
3000	1150	R 2 1/2"	3000	3100	4.5	6.5	4.5	6.5	—	300 400		460	640

Şekil 2.31 / HİDROFOR TANKI



- EMİŞ HATTI POMPANIN EMİŞ AĞZINDAN BİR BOY DAHA BÜYÜK ÇEKİLMELİDİR.
- PLASTİK BORU KULLANILDIĞINDA, BORU ÇAPI BİR ÇAP BÜYÜK SEÇİLMELİDİR.
- EMİŞ HATTINDA DİRSEK KULLANILMAMALIDIR.
- HİDROFOR GENLEŞME KABI NE KADAR BÜYÜK ŞALT SAYISI O KADAR DÜŞÜK OLUR
- HİDROFORLAR ÇALIŞMA SÜRESİNDEN ÇOK, ŞALT SAYISININ YÜKSEKLİĞİNDEN YIPRANIR.
- EMİŞ HATTI ÜZERİNE DEVE BOYNU OLMAMALI VE HAVA OLUŞTURULMAMALIDIR.
- BU ŞEMA SU SEVİYESİ POMPANIN ALTINDA KALAN, EMİŞ YAPARAK ÇALIŞACAK HİDROFORLAR İÇİN GEÇERLİDİR.

Şekil 2,32 1 ÇOK POMPALI BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ PROJESİ



POMPALAR SIRA KONTROLLÜ VE ROTASYON DİZEYİ İÇİNDE ÇALIŞACAK ŞEKİLDE ELEKTRİK KONTROL PANOSUNA SAHİP OLMALIDIR. KURU ÇALIŞMAYA KARŞI OTOMATİK KORUMA, BUNU SİNYALİZE EDEN SESLİ VE IŞIKLI ALARM OLMALIDIR.

Şekil 2.33 / BASINÇ HATTI DETAYI

DIN	Malzeme	Soğuk Su	Sıcak Su
19800 28600 19532 19533	Beton borular Duktil borular PVC-U borular Yüksek yoğunluklu PE ve Alçak yoğunluklu PE	Yeraltı tesisatı	
2444 2462 1768 16892	Galvanizli çelik Paslanmaz çelik EW 541 Bakır VPE	X X X X	X X X X

Tablo 2.35 / TEMİZ SU TESİSATINDA KULLANILAN BORULAR

Borunun Geçtiği Hacim	İzolasyon Kalınlığı, mm
Serbest, ısıtılmayan oda	4
Serbest, ısıtılan oda	9
Kanalda, sıcak su hattı olmaksızın	4
Kanalda sıcak su hattı birlikte	13
Şaftta, kolon	4
Duvar geçişinde sıcak su hattı ile birlikte	14
Beton kat geçişinde	4
λ Isı iletim katsayısı = 0,040 W/ (m.K.)	

Tablo 2.37 / TEMİZ SOĞUK SU BORULARINDA MİNİMUM İZOLASYON KALINLIĞI

2.4.1. Tesisatta Hızın Etkileri

Tesisatta su hızına bağlı ses, titreşim, darbe ve aşınma olarak çeşitli problemler yaşanır. Hıza bağlı bir çok problem (su darbesi, ses, kavitasyon vb.), boru sisteminin her yerinde su akış hızlarını 3 m/s değerinin altına düşürerek, tamamen ortadan kaldırılamasa bile önemli ölçüde azaltılabilir.

Hidrolik Şok

Tesisatta su hızının etkilerinden biri hidrolik şoktur. Hidrolik şok genelde ve hatalı bir şekilde su darbesi olarak düşünülür. Bu iki kavram eş anlamlı değildir. Su darbesi sadece hidrolik şokun zararlı etkilerinin belirtisidir. Borudan akan suyun hızı aniden değişirse, hidrolik şok oluşur. Suyun bu durumda sahip olduğu hız enerjisi 1340m/s hızla hareket eden dinamik basınca dönüşür. Bu basınç enerjisi sürtünmelerle yok olana kadar boru içinde ileri geri hareket ederek çok büyük bir darbe oluşturur. Tesisat uygun bir biçimde emniyete alınmamış, desteklenmemişse veya boru çok uzunsa seken dalgalar tesisatın titremesine veya tahrip olmasına neden olur. Genelde su darbesi olarak isimlendirilen sesin çıkmasına neden olur. Hidrolik şok boruyu genişletip patlatabilir, kaçağa neden olabilir, musluk veya vanaları tahrip edebilir, tankları veya ısıtıcıları çatlatabilir, göstergelere, sayaçlara ve regülatörlere zarar verebilir. Olayın gelişmesi Şekil 2.42'de gösterilmiştir.

Dağıtım Hattı Çapı, DIN	25	32	40	50	65	80	100
V_{min} (L/dak)*	15	25	38	59	100	151	236
Aynı debiyi geçirecek min. DN 15 boru sayısı	1	2	3	4	6	9	14
*En büyük çaplı borularda min. akış hızı 0,5 m/s.							

Tablo 2.36 / AÇIK BORULARDA EN DÜŞÜK AKIŞ DEBİLERİ

Akış Süresi (dk)	≤ 15	> 15
Tesisat bölümü	V (m/s)	
Bina giriş bağlantısı	2,0	2,0
Kullanma hattı Armatür yerel kaybı ζ < 2,5 ise Armatür yerel kaybı ζ > 2,5 ise	 5 2,5	 2 2
Sirkülasyon hattı		0,5

Tablo 2.38 / MÜSAADE EDİLEN MAX. AKIŞ HIZLARI, V

Hidrolik şokun ana nedenlerinden birkaçı, pompaların çalışıp durması, uygun olmayan çek vanalar ve vanaların hızlı kapanmasıdır. Vananın kapanış süresi özellikle hareketin son %15 lik kısmında, büyük önem taşır. Vananın hızlı kapanması ile ilgili süre (2L/a) saniye olarak tanımlanabilir. Bu süreye eşit veya daha kısa sürede kapanma hızlı kapanma olarak tanımlanır ve tehlikelidir. Burada,

L: kapama noktasından genişleme noktasına kadar olan boru uzunluğudur (m). Genişleme noktası büyük çaplı kolon veya su deposu olarak alınır.

a: Boru içindeki suda elastik titreşimin yayılma hızıdır (m/s).

Yukarıda tanımlanan süre, basınç dalgasının kapatma noktasından genişleme noktasına gidip gelmesi için geçen zamandır. Basınç dalgasının şiddeti ise aşağıdaki formülle belirlenir ve suyun hızı ile orantılıdır.

$$P= w.a.V/(2.g)$$

P: Basınç dalgasının büyüklüğü (Pa)

w: sıvının özgül ağırlığı (kg/m^3)

a: Boru içindeki suda elastik titreşimin yayılma hızıdır (m/s).

V: Suyun akış hızı (m/s)

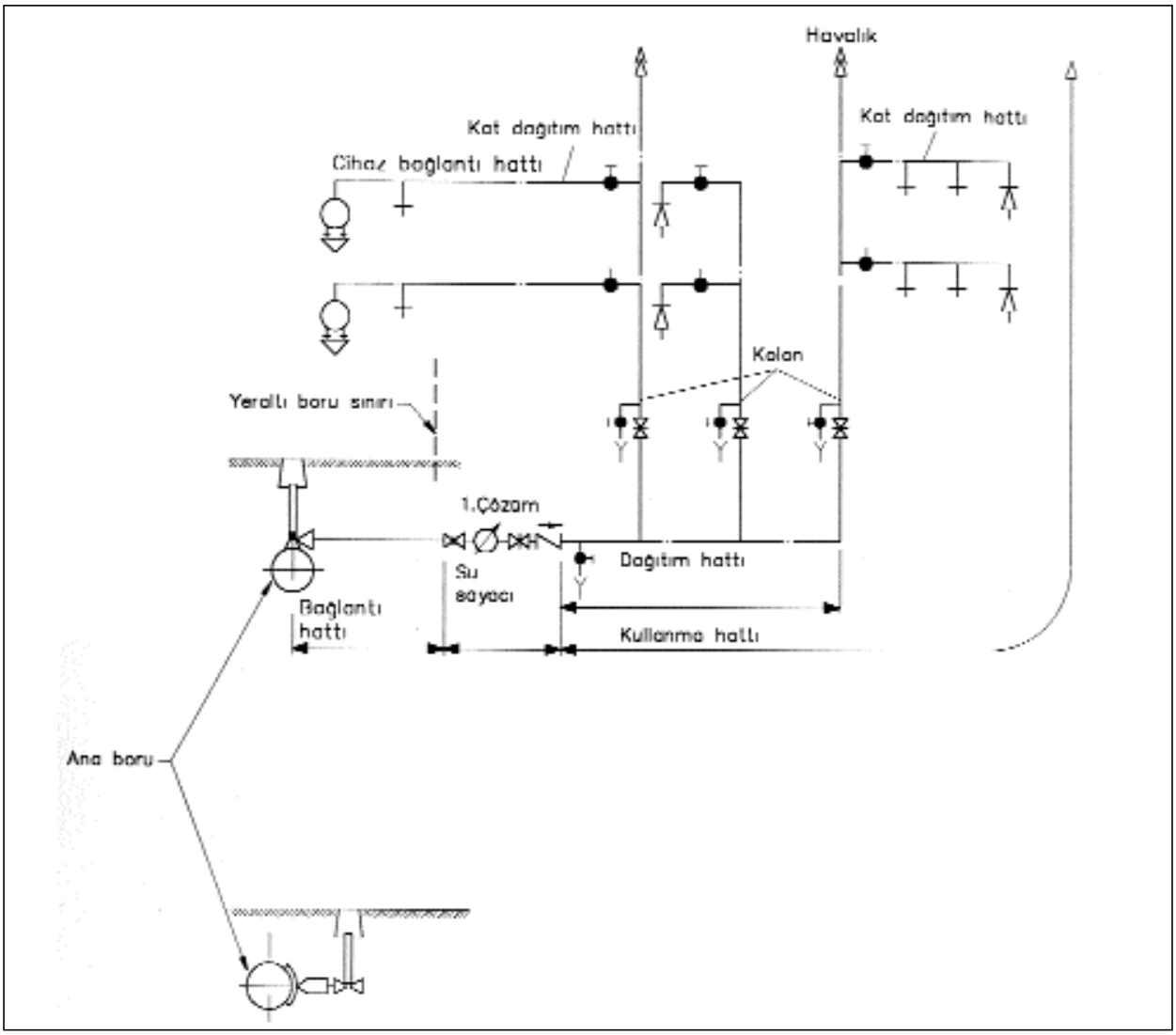
g: yerçekimi ivmesi (m/s^2)

Bu ifadelerde geçen elastik titreşim hızı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$a= 1340/(1+ K.B)^{1/2}$$

B: boru çapının et kalınlığına oranı

K: akışkan elastiklik modülünün borunun elastiklik modülüne oranı

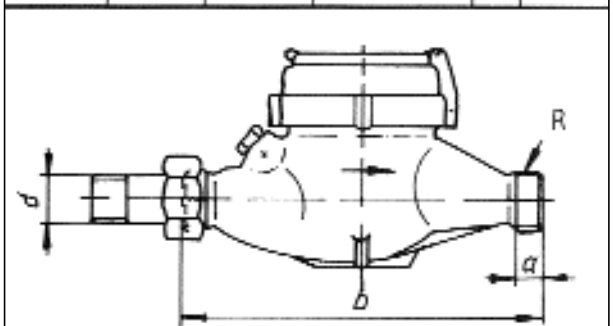


Şekil 2.34 / TEMİZ SU TESİSATI

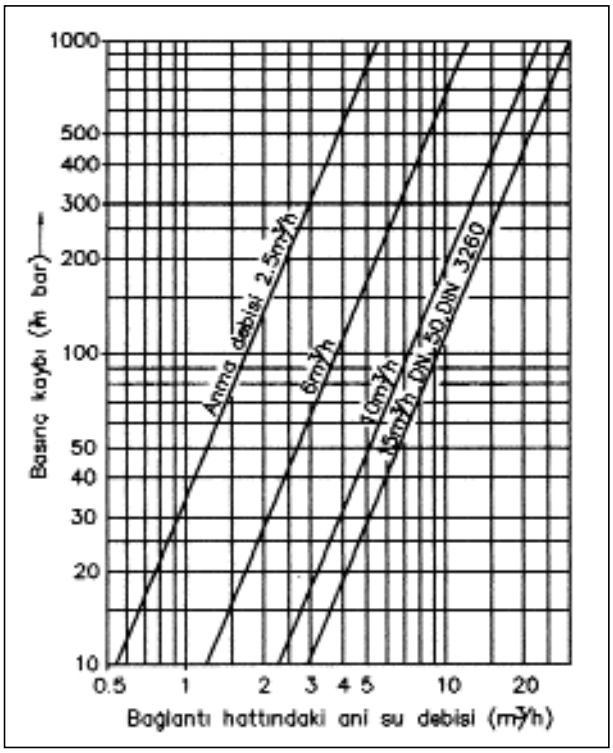
Tesisat Bölümü Bağlantı Hattı	DN 25	d_i (mm) 25	Bakır (mm x mm) 28 x 1,5
Kolon hattı	20	20	22 x 1
Boru havalığı bağlantısı	20	20	22 x 1
Boşaltma hattı (3 mm ye kadar, 3 dirsek)	20	20	22 x 1
Boşaltma hattı (6 mm.ye kadar, 6 dirsek)	25	25	25 x 1,5
Kat dağıtım hattı	15 (10)	13 (10)	15 x 1
Baş rezervuar DN 20 için Kolona bağlantı	25 (20)	25 (20)	28 x 1,5
Baş rezervuar soğuk su	25 (20)	25 (20)	28 x 1,5
Rezervuar soğuk su	20 (15)	20 (15)	22 x 1
Sıcak su	15	13	15 x 1
Sirkülasyon hattı	15	13	15 x 1

Tablo 2.39 / SOĞUK VE SICAK SU TESİSATINDA EN KÜÇÜK BORU ÇAPLARI

Anma büyüklüğü	Anma debisi	Alt ölçme sınırı	Fiziksel ölçüleri R	d	a	b	Bağlantı ölçüsü
m³	m³/h	L/h		mm	mm	mm	DN
3/5	3/5	30/50	1	25	13	190	20
7/10	7/10	65/85	1 ¼	31	13	260	25
20	20	140	2	46	15	300	40
30	30	175	Flanş 50			270	50



Tablo 2.40 / KONUT TİPİ SOĞUK SU SAYAÇLARI



Şekil 2.41 / SU SAYAÇLARINDAKİ BASINÇ KAYBI

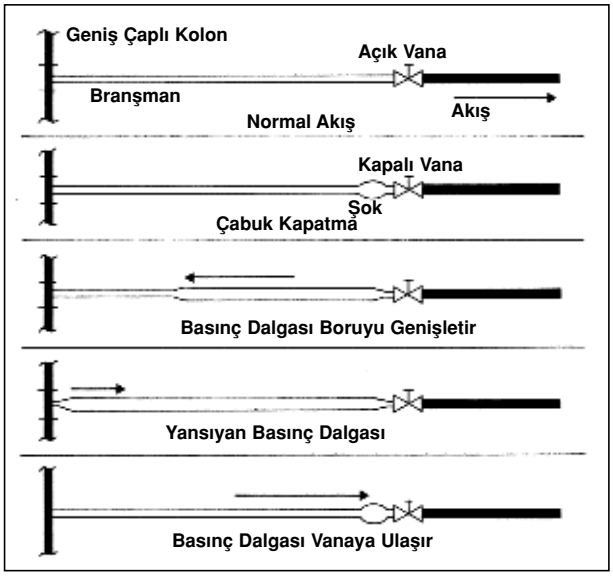
Su ve çeşitli boru malzemesi çiftleri için K değeri tablosu

Boru malzemesi	K değeri
Pik döküm	0,020
Bakır	0,017
Çelik	0,010
Temper Döküm	0,012

Pompaların çıkış ağızlarında klape tipi (Swing) çekvalfler kesinlikle kullanılmamalıdır. Pompa durduğunda ters akış olur ve çek vana klapesi kapanıp, hızda ani değişikliğe neden olur. Klape tipi çek vanalar yerine her zaman yaylı tip çek vanalar tercih edilmelidir. Yaylı çek vanalar su akışı durmaya başladığı andan itibaren kapatmaya başlamak üzere tasarlanmışlardır. Çek vana kapandığında akış hızında değişme olmaz ve hidrolik şok oluşmaz.

Kavitasyon

Akışın yönü keskin bir şekilde değiştirilir ve akış hızı artarsa kavitasyon meydana gelebilir. Kavitasyon çakıl taşlarının boruda sekmesi veya kabarcıkların patlamasına benzeyen bir ses çıkmasına neden olur. Açık dirsekten yüksek hızla akan suda, dış bölgede basınç yükselirken iç bölgede basınç azalır. Bu alçak basınç bölgesinde basınç kaynama basıncı altına düşerse buhar kabarcıkları oluşur ve bu kabarcıklar normal basınç bölgesine girince tekrar aniden sönerler. Bu ani buhar oluşumu ve sönüşü boruda kuvvetli ses etkilerine ve gerilmelere neden olur. Kavitasyon pompa işletmesinde ve boru hatlarında çok ciddi bir problemdir. Bu olayda akışkanın kaynama şartlarına yakınlığı önemli bir rol oynar. Yüksek sıcaklık veya düşük basınç kavitasyon açısından uygun koşulları oluşturur.



Şekil 2.42 / ŞOK DALGASININ RESİMLERİ

2.4.2. Temiz Su Tesisatında Suyun Geri Kaçmasına Karşı Önlem

Amerika Birleşik Devletlerindeki içme suyunun saf ve güvenli olduğuna dair yaygın ve popüler inanışın aksine, büyük küçük bir çok salgının temelinde kirlenmiş su yatar. Çapraz bağlantılar ve kirli suyun geri kaçması içme suyu sistemlerinin tek başına en büyük kirlenme sebebidir.

Mühendislerin çapraz bağlantıların sebep olduğu tehlikeye vakıf olmaları çok önemli olmakta ve içme suyunun temiz kalması için gerekli olan malzemeleri seçmeleri ve içme suyunun güvenliğini garanti altına almaları gerekmektedir.

Tanımlar

Çapraz bağlantı: Çapraz bağlantı , içlerinden birinin içme suyu taşıdığı, diğerinin ise kirli veya zehirli sıvı, gaz ve maddeleri taşıdığı iki boru sisteminin fiziksel olarak birbiri ile bağlı olması veya bağlantı ihtimalinin bulunmasıdır.

Geri akış: Geri akış, su, diğer sıvıların, bunların karışımlarının veya maddelerin diğer herhangi bir

kaynaktan içme suyu sistemine geriye dönerek akmasıdır. Geri akış geri basınç veya geri sifonaj ile oluşabilmektedir.

Geri basınç: Kullanım suyu sistemi, basıncı daha büyük olan bir kirli su sistemine bağlandığında söz konusudur. Bu konu ile ilgili tipik bir örnek, 15-20 psi basınçlarında çalışan bir kazanın rastlantısal olarak kullanım suyu bağlantı basıncını, kazan içi basıncın altına düşürmesi olarak verilebilir. Burada geri basınç geri akım durumu söz konusu olmakta ve kirli su, eğer uygun bir korunma yöntemi kullanılmamış ise geriye kullanım suyu sistemine akacaktır.

Geri sifonaj: Geri sifonaj kullanım suyu sistemlerinde negatif veya düşük basınç sonucunda meydana gelir.

Genel birkaç sebebi:

- Boru çaplarının küçük olması
- Su hattının kırılarak servis noktasından itibaren basıncı düşürmesi
- Hidrofor pompalarının emişlerinde düşük basınç olması.
- Yangınla mücadele veya ana hatların yıkanması amaçlı aşırı debi kullanımı sonucunda şebeke basıncının düşmesi.

Geri akım engelleme cihazları:

- Barometrik loop
- Hava boşluğu
- Atmosferik vakum kırıcı
- Basınç vakum kırıcı
- Çiftli çekvalf
- Düşük basınç geri akım cihazı olarak sıralanabilir.

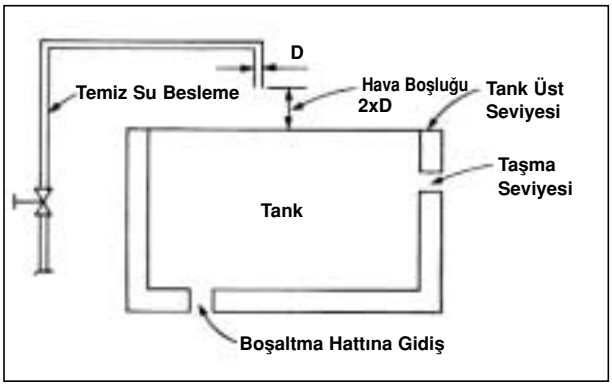
Bu cihazların seçimi tehlike derecesine bağlıdır. Uygulama noktasındaki borulama da seçim kriterlerinden birini oluşturur.

Barometrik loop sadece geri sifonaja karşı kullanılır ve geri basınç ihtimali olan yerlerde kesinlikle kullanılmamalıdır. Barometrik loop, kullanım alanında yer rezervasyonu istediğinden nadiren kullanılmaktadır.

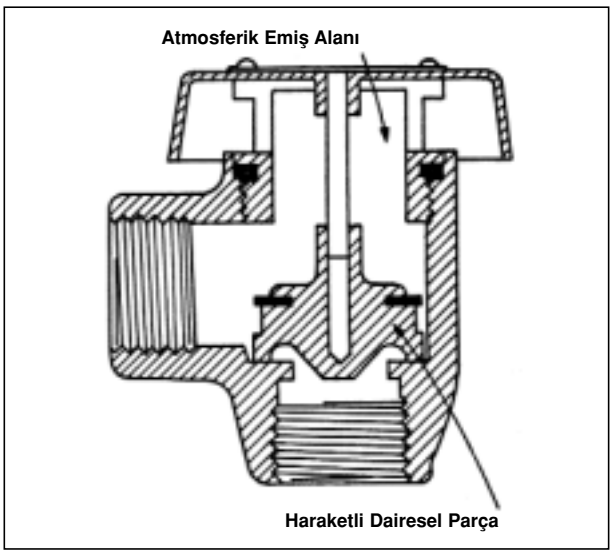
Hava boşluğu serbest atmosferde; bir tanka, bir gerece, bir kaba veya başka bir cihaza kullanım suyu taşıyan bir boru üzerindeki en alt noktada bulunan açıklık ile bu cihazın taşma kenarı arasında, tıkanmayacak dikey mesafedir. Taşma kenarı, cihazın en üst noktası olarak tanımlanır. Cihaz içinde daha üstte bir nokta yoktur. Fiziksel dikey mesafe en az besleme çapının iki misli olmalı ve kesinlikle 25 mm'den az olmamalıdır (Şekil 2.43).

Atmosferik vakum kırıcılar en yaygın olarak kullanılan ancak mevcut cihazlar içinde en az anlaşılan cihazlardır. Bu cihazlar kısa süreli basınca maruz kalan kesintili servis durumunda kullanılabilir. Basit bir yapıya sahip olan cihazlarda, su akarken sızdırmazlık bir disk conta ile sağlanır. Akış kesildiğinde veya hat basıncı sıfır mutlak'a düştüğünde (atmosferik), disk aşağı doğru yönlenir ve havanın sisteme dolacağı ventili açar ve böylece sifon oluşma riskini engeller (Şekil 2.44). Atmosferik vakum kırıcılar geri sifonajı engellemek için tasarlanmışlardır, geri basınç ve suyun geri akışına karşı etkili değillerdir. Her zaman son shutoff valfinden akış yönüne doğru ve kullanım suyu olmayan sistemin en üst noktasının minimum 15 cm üzerinde monte edilmelidirler.

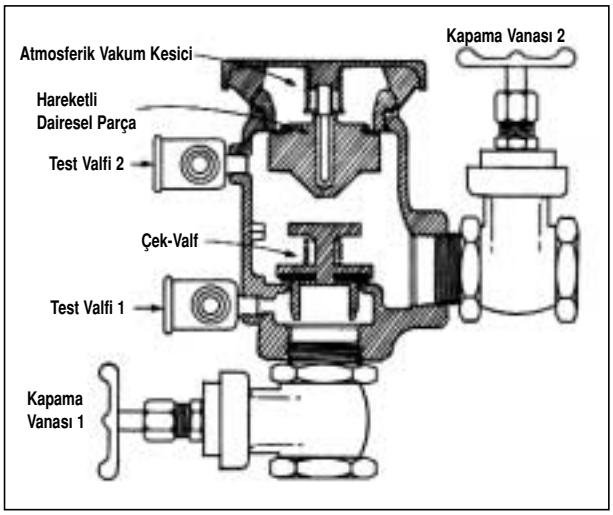
Basınç vakum kırıcı: Basınç vakum kırıcı, bir veya iki (çapa bağlı olarak) positif oturan çek valf ve içeriden yay ile sıkıştırılan disk contanın tek cihaz olarak iki shut off vana arasına montajı ile ve dikkatlice yerleştirilmiş test ağızlarından oluşur (Şekil 2.45). Yay ile sıkıştırılan disk conta, normalde



Şekil 2.43 / HAVA BOŞLUĞU



Şekil *2.44* / ATMOSFERİK VAKUM KIRICI



Şekil *2.45* / BASINÇLI VAKUM KIRICI

hat basıncı bir psi veya daha düşük bir değere düştüğünde sisteme hava girmesine izin verecek şekilde açık pozisyondadır. Basınç vakum kırıcıların uygulaması, atmosferik vakum kırıcılar ile aynı olmakla beraber bunlar sürekli basınç şartlarında da kullanılmaktadırlar. Shut off vanalar basınç tarafına monte edilebilmelerine rağmen, sadece geri sifonajı engellemek üzere tasarlanmışlardır ve geri basınca bağlı olan geri akışa karşı etkili değillerdir.

Çiftli çek valf parçası: Çiftli çek valf parçası, birbirinden bağımsız çalışan içten yüklü iki çek valften oluşur. Bu cihaz geri basınç veya geri sifonajdan dolayı oluşan geri akışa karşı etkilidir. Komple cihaz, iki shut off vanadan, bir pislik tutucudan ve sahada test yapmak için iki test ağzından oluşur (Şekil 2.46). Cihaz su desarjına ve geri akışının veya cihazda bir arızanın varlığının görsel olarak belirlenmesine izin vermez. Çiftli çek valf parçası, düşük basınç cihazının gösterdiği emniyet miktarını gösteremez ve bu yüzden çok yaygın olarak kullanılmaz. Sonucunda kullanım suyunun koku veya tadında değişikliklerin olabileceği düşük dereceli tehlike durumlarında kullanılmaktadır.

Düşük basınç cihazı: Düşük basınç geri akış emniyet cihazı, birbirinden bağımsız olarak çalışan ve birbirinden bir düşük basınç zonu ile ayrılmış, içten yüklenmiş iki çekvaften oluşur. Basınç farkıyla çalışan bir boşaltma vanası, düşük basıncı sağlamak ve cihazda herhangi bir arıza oluşumunda atmosfere su tahliye edebilmek için, düşük basınç bölgesine yerleştirilmiştir. Şekil 2.47'de tipik bir düşük basınç cihazı görülmektedir. Cihaz imalatçıların üretimine göre farklı konfigürasyonlarda olabilir, ancak işletme prensipleri tüm tipler için aynıdır. Kullanım suyu olmayan sistemlerde zehirlenme ve bunun sonucunda hastalık veya ölüm olma durumları bu cihazlar için tipik kullanım alanlarını göstermektedir.

Su kalitesini koruma kuralları:

Aşağıdaki kurallar, kullanım suyu sistemlerinin kirlenmemesi ve zehirlenmemesi için asgari uyulması gereken kurallardır.

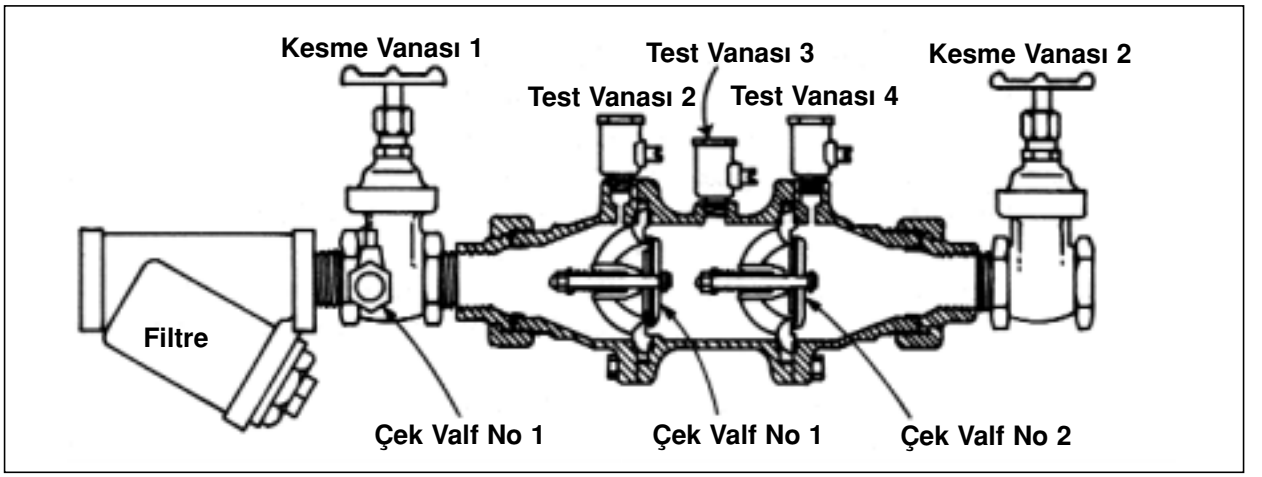
- Zehirleyici etki yapabilecek hiçbir kimyasal madde veya malzeme kullanım suyuna karıştırılmamalıdır.
- Özel şebekeler ile şehir şebekeleri hiçbir zaman birbirlerinin içinden geçirilmemelidir.
- Su besleme hatları hiçbir zaman doğrudan kanalizasyona bağlanmamalıdır.
- Su besleme hatları hiçbir zaman doğrudan mumyalama, morg, otopsi, ameliyat masalarına bağlanmamalıdır.
- Sterilizasyon cihazları, aspiratörler ve benzer cihazlar için hiçbir zaman direk bağlantı olmamalıdır.
- Isıtma, soğutma ve proses için kullanılan su hiçbir zaman kullanım suyu sistemine karıştırılmamalıdır.
- Su seviyesi altı su besleme bağlantıları, konfigurasyon veya ekipmanın imkansız kıldığı yerler dışında kullanılmamalıdır. Özel önlemler alınmak kaydıyla bağlantıya izin verilir.

Suya dalmış girişlerlerle ilgili kurallar:

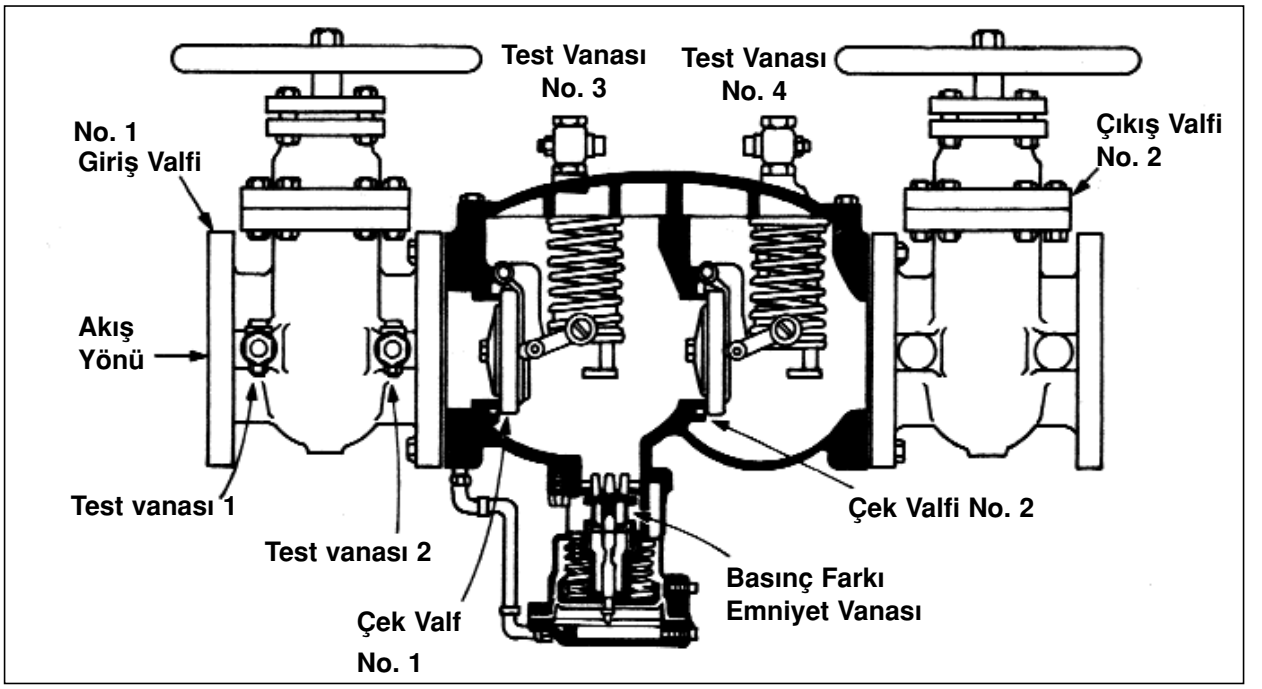
a) Vakum kırıcılar. Suya dalmış girişli her armatür, bağımsız olarak boru çapında bir vakum kırıcı ile korumaya alınmalıdır. Vakum kırıcılar armatür ve ekipmanların taşma seviyelerinin en az 15 cm üzerine ayarlanmalıdır. Tüm hortum bağlantıları suya dalmış girişli olarak düşünülmeli ve bağımsız olarak vakum kırıcı ile korunmalıdır. Tüm yeraltı bahçe sulama tesisleri vakum kırıcı ile korunmalı ve vakum kırıcı en üst püskürtme noktasının en az 30 cm üzerinde olmalıdır.

b) Armatürlere su bağlantısı armatür taşma kenar düzeyinin en az 2,5 cm üzerinden yapılmalıdır. Burada istisna, suya dalmış girişleri armatürün uygun çalışması için mutlaka gerekli olmasıdır.

c) Boşaltma vanası ile kontrol edilen ve suya dalmış girişleri ile direk veya endirek kullanım suyu sistemlerinden beslenen armatürler, armatürün taşma kenar seviyesinin en az 15 cm üzerinde bir vakum kırıcı ile donatılmalıdır.



Şekil *2.46* / ÇİFT ÇEK VALF ÜNİTESİ



Şekil *2.47* / DÜŞÜK BASINÇ TERTİBATI

d) Küresel vana ile kumanda edilen tüm reservuar tankları, tankın taşma ağzının en az 2 cm üzerinde bir vakum kırıcı ile donatılmış olması gerekmektedir. Emiş, çatı veya diğer orta bölümlerde kullanılan tanklarda, tanka su gelişini kontrol eden küresel vanalar tankın taşma ağız düzeyinden en az 30 cm üzerinde olmalıdırlar. Eğer tankta besleme borusunun bir büyük çapında bir tahliye borusu varsa, küresel vana, tahliye borusunun en üst noktasının 5 cm üzerinde olabilir. Tankların tahliye ve boşaltma boruları hiçbir zaman direk olarak kanalizasyon sistemine bağlanmamalıdır.

e) Sterilizayon cihazlarının atık su boruları hiçbir zaman direk olarak kanalizasyon sistemine bağlanmamalıdır.

f) Aspiratörlerin ve su sifonlarının atık su boruları hiçbir zaman direk olarak kanalizasyon sistemine bağlanmamalıdır.

g) Morg, ameliyat ve mumyalama masaları kullanım suyu sistemine direk olarak bağlanılmamalıdır. Düşük basınç geri akış engelleme cihazlarının kullanımına bazı görüşlere dayanılarak izin verilmiş olabilir, bu yüzden lokal kanun ve kurallara bakılması tavsiye edilir. Masalarda kullanılan hortumlar masanın herhangi bir tarafından veya parçasından en az 30 cm sonra son bulmalıdır.

h) Bulaşık ve çamaşır makinelerine direk su bağlantısı, bir vakum kırıcı ve vakum kırıcı ile cihaz arasına yerleştirilmiş bir çek valf ile donatılmış olmalıdırlar. Vakum kırıcı cihazın en üst noktasının en az 15 cm üzerinde bulunmalıdır.

Temiz su tesisatında içilebilir suyun, kirli suları emerek kirlenmemesi ve sıcak suyun soğuk suya karışmaması için önlemler tek tek cihaz bazında veya toplu tesisatta olabilir. Temiz su tesisatının özel kuyudan gelen tesisata, içilemez su tesisatına ve atık su tesisatına doğrudan bağlantısı yasaktır. Klozetlerde rezervuar suyu geri kaçmaması için doğrudan bağlantı yapılmayarak gerekli önlem alınmalıdır. Hortum bağlantılı boşaltma armatürleri suyun sifonla geri kaçmasına karşı emniyete alınmalıdır. Üzerinde havalığı olan boşaltma armatürleri kullanılması halinde boruya vakum kırıcı konulmasına gerek kalmaz. Bas rezervuar ve çamaşırhanelerdeki depo bağlantılı musluklarda vakum kırıcı bulunmaktadır. Eğer su tesisatı bide vs. yerlere direkt bağlanırsa, boruya bir vakum kırıcı konulmalıdır. Sifon yaparak suyun geri emilmesi vakum kırıcıyla veya çek valf ile engellenir.

Aynı şekilde sıcak suyun soğuk su tesisatına kaçmaması için iki tesisatın doğrudan bağlanması yasaktır. Bunun için depolu sıcak su üreticilerinin gerisinde bir çek valf kullanılmalıdır. Aynı şekilde karıştırma bataryalarında sıcak suyun soğuk su tesisatına kaçma imkanı varsa, batarya girişinden önce soğuk su hattına bir çek valf konulmalıdır.

Şekil 2.48'de özel tesisatın geri kaçmaya karşı güvenliğe alınması, Şekil 2.49'da ise ortak tesisatın geri kaçma ve karışmaya karşı güvenliği gösterilmiştir.

Şekil 2.48'de;

1. Bahçe sulamada çekvalfli, vakum kırıcılı ve havalıklı cins bir musluk kullanılmıştır.
2. Rezervuarlara ayrı bir kolondan besleme yapılmıştır.
3. Küvet bataryaları vakum kırıcılı ve çekvalflidir.
4. Tek hatta soğuk su besleniyor ve mix batarya kullanılıyorsa, şofbende çekvalf bulunmaktadır.
5. Kimyasal temizleme makinalarına bağlantıda bir boru ayrıca kullanılmıştır.

Şekil 2.49'da ise;

1. Rezervuarlar ayrı kolonla beslenmiştir. Bu kolonda havalığa gerek yoktur.
2. Kat dağıtım boruları en yüksekteki (genellikle lavabolardaki) su seviyesinden 300 mm daha yukarıda olmalıdır.
3. Kolonların ucuna havalık ve vakum kırıcı konulmuştur.
4. Soğuk su dağıtım kolonları dışındaki kolon vanaları çekvalflidir.
5. Bodrum kattaki musluklara giden hatta havalık ve vakum kırıcı konulmuştur.

2.4.3. Temiz Su Tesisatı Tasarım İlkeleri

1- Bütün kolon, branşman ve cihaz bağlantı hatlarına vana konulmalı; bütün kolonlar ayrıca boşaltma vanaları ile donanmalıdır. Stratejik bölgelerde ana dağıtım hattına tesisatı bölümlere ayırmaya yarayan bölüm vanaları konulmalıdır. Hastanelerde, uygun olduğunda ana boru hatları döngüsel (looped) biçimde tasarlanmalı ve bölümlendirme vanaları ile donanmalıdır. Gelecekte bağlantı yapılacak bütün noktalara vana yerleştirilmelidir.

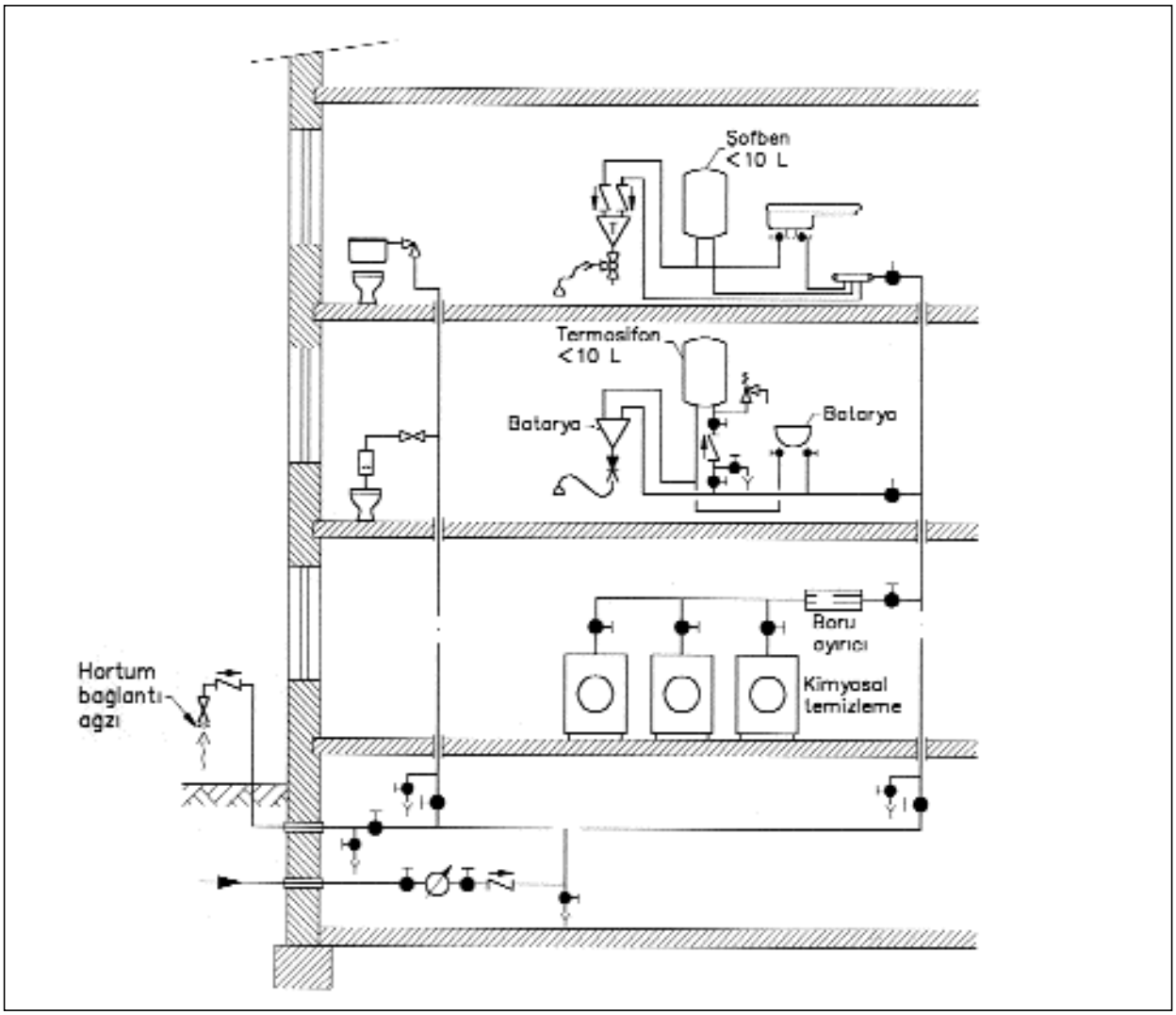
2- Isıtılmamış alanlardan geçen donma tehlikesinin bulunduğu yerlerde borular yalıtılmalıdır. Binanın dış duvarları boyunca giden boruların, mahalden bir miktar ısı alabilmesine olanak sağlayan bir yerleşim seçilmelidir.

3- Sıhhi gereçlerin çalışması için gerekli basınçlar konusunda dikkatli bir araştırma yapılmalıdır. Duşlar, duvara monte edilen WC'ler ve bulaşık makinaları için 1,36 bar basınç düzeyi genellikle yeterlidir. Düşük rezervuarlı WC'ler sterilize cihazlar daha fazlasına gerek gösterebilirler.

4- Sistem herhangi bir apareye 4,75 - 5,5 bar statik basınç değeri aşılmayacak biçimde dizayn edilmelidir. Daha düşük değerdeki basınç sınırlamaları için yerel standartlar ve yönetmelikler incelenmeli ve iş sahibinin önerileri dikkate alınmalıdır. Bunu sağlamak için basınç düşürücüler kombinasyonu kullanmak yararlı olabilir.

a- 2 1/2" den daha büyük master basınç regülatörü; düşük debili akışlar için kontrol olanağı sağlayamayacağından tek başına kullanılamaz. Bu nedenle düşük akış miktarları için daha küçük kapasiteli ikinci bir regülatör kullanılmalıdır.

b- Basınç düşürücüde giriş ve çıkış basınçları oranı 3,5 değerini aşarsa ortaya çıkacak olan kavitasyondan kaçınmak amacıyla, iki adet basınç düşürme valfinin seri olarak bağlanması gereklidir.



Şekil *2.48* / SUYUN GERİ EMİLMESİNE KARŞI TEKİL ÖNLEMLER

Suyun geri emilmesi ihtimali olan her musluk veya cihaz için şekilde görülen özel önlemler alınmalıdır.

c- Soğuk suyun üstten dağıtıldığı durumda; kolonlardan ayrılan branşmanlardan sonra kolonlara birer basınç regülatörü konulması alt katlar için yararlı olabilir. Alttan dağıtımlı soğuk su kolonları ile bütün sıcak su kolonları sıhhi tesisat gereçleri arkasında, boru şartından geçiyorsa, iki ya da üç katı beslemek üzere branşman basınç regülatörleri konulabilir.

d- Basınç regülatör vanalarının alt akış bölgesinde statik ve dinamik basınçları arasında bir basınç farkı bulunur. Master regülatör vanalar durumunda, bu basınç farkı 0,35 bar olarak alınmalıdır. Branşmanlardaki basınç regülatör valfleri için bunun 0,70 bar olduğu varsayılabilir.

e- Bütün basınç düşürme vanalarının önünde pislik tutucu bulunmalıdır.

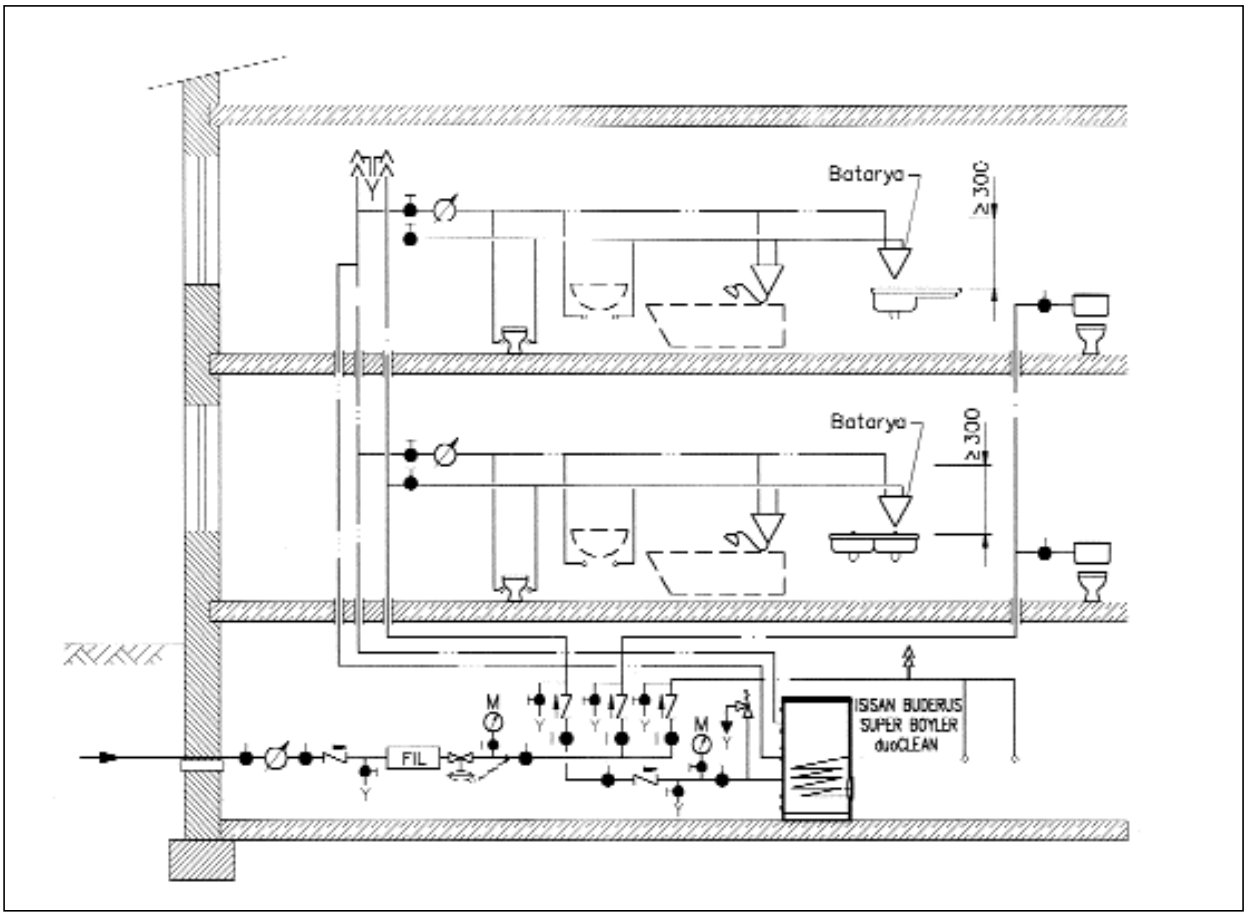
5- Su tesisatında maksimum izin verilebilir hız 2,5 m/s dir. Bunun istisnaları şunlardır:

a- Sert su tamamen yumuşatıldığında bakır ve pirinç borulardaki hız 1,5 m/s olmalıdır.

b- (Soğuk su ve sıcak su sirkülatörlerinin dışında) Pompa emiş hattındaki hız 1,5 m/s olmalıdır.

6- Bütün sıcak su ve soğutulmuş su tesisatı yalıtılmalıdır.

7- Her gerece ayrılan branşmanın üzerinde 0,30 m yüksekliğinde ve branşmanın tam çapında hava yastığı oluşturulmalıdır. Solenoid vanalarla kontrol edilen branşmanlarda mekanik şok absorberler kullanılmalıdır.



Şekil *2.49* / SUYUN GERİ EMİLMESİNE KARŞI MERKEZLİ ÖNLEMLER

1-Klozetleri besleyen kolona havalık koymak gereksizdir.

2-Kat besleme hattı söz konusu hattaki su saviyesinin en az 300 mm üstünden, yani yukarıdan çekilmelidir.

8- Hava yapma olasılığı bulunan bütün sirkülasyonlu sıcak su tesisatlarının yüksek noktalarına otomatik hava atıcılar yerleştirilmelidir. Ana besleme hattının gereçleri döşemenin üzerinden beslemesi durumunda hava atıcılar gerekli değildir.

9- Boruların genleşme ve büzülmeleri için uygun olanaklar sağlanmalıdır.

a- Boru sisteminin yerleştirme planında genleşme ve büzülme dikkate alınmalıdır.

b- Bundan en fazla etkilenen boru tesisatı sıcak su gidiş ve dönüş borularıdır.

c- Yatay boru tesisatı genellikle çok sayıda dirsek ve dönüşler içerdiğinden ve yapıya bağlantılı olmadığından, sıcaklık değişimleri her hangi bir olumsuz gerilme yaratmaksızın söndürülür.

d- Bazen iki uçta döşemeye dalan ve döşeme boyunca uzun düz bir hat halinde giden borularla karşılaşılır. Böyle bir yerleşimde araya bir genleşme koymak ya da bir dirsek yapmak yararlı olacaktır.

e- Genleşme elemanlarının büyüklüğü şunlara bağlıdır.

(1) Boru malzeme

(2) Sabit noktalar arasındaki uzaklık

(3) Olası sıcaklık farkı

f- Gerekli genleşme elemanı (omega) boyutları için Tablo 2.50'ye baş vurunuz.

g- Ana borulara ve kolonlara bağlantılarda esnek bağlantı yapılmalıdır. Gerekli uzunluklar için Tablo 2.51'e bakınız.

h- Her altı katta bir,sıcaklık su gidiş ve dönüş kolonları döşemeye bağlanmalıdır.

10- Bütün şamandralı vanalar arızaya karşı - emniyetli türden olmalıdır. Çok küçük vanaların dışındaki bütün şamandıralı vanalar dıştan pilot kontrollü türden olmalıdır. Tankta türbülans veya

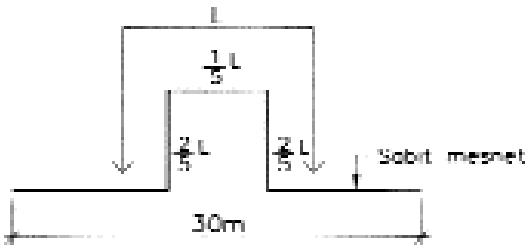
boru tesisatında su-çekici olasılığı varsa bu vanalarda hız kontrolü de düşünülmelidir. Valflerin çalışması için tesisatta valf girişinde en az 0,35 Bar basınç olmalıdır.

11- Bir ara tankı besleyen şamandıralı valf girişinin yüksek su basınçlarına maruz kalması halinde bu vana karşı basınçlı ve kombine şamandıralı türden olmalıdır.

12- Bütün şamandıralı valfleri ve şamandıralı anahtarları, şamandırayı türbülans ve dalgalanma hareketinden korumak için perdeleme borularıyla donatınız.

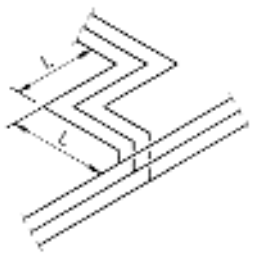
2.4.4. Temiz Soğuk Su Tesisatı ile İlgili Pratik Notlar

1. Temiz su tesisatı düz olmalı ve yatay gidişlerde hava tahliyesi için gidiş yönünde hafif bir eğim verilmelidir. Hava tahliyesi için en üst noktada havalık, sistemin boşaltılması için en alt seviyede boşaltma musluğu bulunmalıdır.
2. Üst üste yatay boru demetlerinde yüzeyde yoğuşan suyun alttaki borulara zarar vermemesi için soğuk su borusu en altta olmalıdır.
3. Hidrofor varsa hidrofordan sonra, yoksa su saatinden sonra bir basınç regülatörü konulması tavsiye edilir. Böylece su kullanma yerlerinde basınç değişmeyecek ve gereksiz su tüketimi önlenecektir. Eğer bütün kat girişlerinde regülatör varsa buna gerek duyulmayabilir.
4. Yüksek binalarda her hidrofor zonunun çıkışında basınç sabit tutucu vana ve son iki kat dışında bütün kat girişlerinde basınç düşürücü vana olmalıdır.
5. Dağıtım hattı ve kolon hatları açıktan geçmeli, kolonlar mümkünse tek tek sistemden ayrılabilir olmalı (kolon vanası ile) ve yine her kolon bağımsız olarak boşaltılabilir olmalıdır.
6. Kolon sonunda bir kolon havalığı olmalıdır. DN < 40 mm. kolonlar için DN 15 havalık yeterlidir. Ancak kolon sonuna bir rezervuar konulmuşsa havalık gerekmez. İlk ayrım su saatinden en az 1 m ilerden yapılmalıdır.
7. Her kattaki kat dağıtım hattı (veya her daire) bağımsız olarak sistemden ayrılabilmelidir. Bunun dışında merkezi sıcak kullanma suyu tesisatı da soğuk su sisteminden bağımsız olmalıdır.
8. Bas rezervuar hattını ayırmalı veya oteller gibi uygulamalarda her WC grubu su girişine basınç düşürücü ve şok absorber monte edilmelidir. Temiz su tesisatında düşey sistem uygulanmalıdır. Düşey tesisat şaftları yapılmalı, tesisat boruları bu düşey şaftlardan geçmelidir.
9. Amerika'daki bazı uygulamalarda temiz su kolonları, son yatay kat ayrımından sonra, 40-50 cm. daha devam ettirilerek hava toplanması için bir hacim yaratılmaktadır. Kolon sonlarında oluşan bir hava yastığı kolondaki su darbelerini ve şok dalgalarını absorbe edebilme imkanı yaratmaktadır. (Örneğin bakınız Şekil 2.49)
10. Yatay kat dağıtımında borular banyo ve mutfak duvarlarına döşenmelidir. Kesinlikle döşeme ve tavandan boru geçirilmemelidir. Tavandan giden borular açıkta kalacağı için istenmeyecek, döşemeden çekilen borular ise kısa sürede çürüyecektir.
11. Banyo şaftları içinde kalacak sıcak su sirkülasyon ve soğuk su borularının izolasyonu şaftlar kapanmadan yapılmalıdır.
12. Galvanizli boruyu sabitlemek için kireçli harç kullanmaktan kesinlikle kaçınılmalı, ankastre galvanizli borular zift, koruyucu bant vs. malzeme ile korunmalıdır.
13. Özellikle banyodan mutfağa yerden çekilen borular mutlaka korunmalıdır.
14. Banyo - wc - Mutfak için çekilen galvanizli borular üst kotlardan monte edilmeli, branşmanlar aşağı doğru bırakılmalıdır ki, boru ucundan girebilecek harç, taş, vb. parçalar ana boruyu tıkamasın.
15. Temiz su boruları soğuk bölgelerde dış duvar içinden geçirilmemelidir. Temiz su borularında terlemeye karşı izolasyon yapılmalıdır. Bu izolasyonun buhar kesici ile yapılması ve kelepçe, konsol detaylarında soğutulmuş su tesisatlarındaki detayların kullanılması gerekir.
16. Açıktan geçen ve donma tehlikesi olan yerlerde borular donmaya karşı izole edilmelidir. Dış duvar geçişlerinde, temiz su borusunu, bütün duvar kalınlığı boyunca koruma borusu (kovan) içinden geçirmek tavsiye edilir. Koruyucu kovan uzunluğu duvardan en az 10 mm. daha fazla olmalıdır. Çapı ise boru çapından 20 mm. daha fazla olmalıdır. Aradaki boşluk dolgu maddesi ile doldurulmalıdır.
17. Helalar yalnız rezervuar aracılığı ile temiz su tesisatına bağlanmalıdır. Bideler, bağımsız su tesisatı olmadığı sürece kullanılmamalıdır.
18. Galvaniz, boruyu havaya karsı korur. Döşeme içinden geçirilen galvaniz borular zamanla delinir. Doşeme içinde galvanizin koruma özelliği yoktur.



Boru Çapı, inç	Bina Tuvaletleri Δt = 44°C, 45°C'lik sistem	Mutfaklar Δt = 55°C, 60°C'lik sistem	Çamaşırhaneler Δt = 77°C, 80°C'lik sistem
1/2	1.8	2.1	2.4
3/4	2.1	2.4	2.7
1	2.4	2.7	3.0
1 1/4	2.7	3.0	3.35
1 1/2	3.0	3.35	3.60
2	3.35	3.96	4.26
2 1/2	3.65	4.26	4.57
3	4.26	4.57	4.87
4	4.57	5.48	5.79

Tablo 2.50 / GENLEŞME ELEMANI OMEGA UZUNLUĞU



Boru Çapı, inç	Minimal Dengeleme Uzunluğu, L, metre
1/2"e kadar	0.60
2-4"	0.90
5" ve üstü	1.20

Tablo 2.51 / TİPİK BRANŞMAN AYRILMA UZUNLUKLARI

19. Tünel kalıp sistemlerinde banyo tesisat borularını asma tavan içinden geçirip, perde içinde düşey monte etmek pratik olmaktadır.
20. Galvanizli boruların fayans altında kalacak uç kısımları 1/2'' körtapa ile kapatılmaktadır. Fayans yapıldıktan sonra bu kör tapaların bir kısmı fayans altında kalacak, sökülürken fayanslar kırılacaktır. 1/2'' artmış boru parçalarının bir ucuna diş açılarak diğer tarafları ezilip kaynatılarak (10 cm. boyunda) kör tapa yerine kullanılmalıdır.
21. Paslanmadığı ve ucuz olduğu için temiz su devrelerinde pik vana yerine, pirinç şiber vana kullanılmalıdır.
22. Az kullanılan veya donma tehlikesi olan hatların bir ayırma vanası ve bir boşaltma musluğu olmalıdır.
23. Temiz su tesisatında kullanılacak boruların taşınma ve saklanmasında, içine kum vs. gibi yabancı madde girmemesine dikkat edilmelidir.
24. Montajı yapılmış fakat musluk, batarya vs. bağlanmamış boru uçları kör tapa vs. ile mutlaka kapatılmalıdır.
25. Villa temiz su tesisatında masajlı duş kullanılıyor ise boru çapı en az 1'' olmalıdır. Bu durumda hidrofor basıncı arttırılmalı, alt basınç 30 mSS, üst basınç 40 mSS olmalıdır. Normal duşlu villalarda alt basınç 15 mSS alınabilir.
26. Villalarda su debisi belirlenirken, bahçe sulama gözönüne alınmalıdır. Bahçe sulama yokken debi 1,5 m^3/h, varken en az 3 m^3/h alınmalıdır. Bahçe sulama tesisatını planlayan firmanın da bahçe sulama için gerekli su debisi ve basıncını öğrenip, hidrofor kapasitesini seçmesi daha doğru olacaktır.
27. Temiz su tesisatında oluşan sesin ana nedeni su basıncının fazla olmasıdır. Yüksek basınçtaki su,

kesitin daraldığı noktalarda su hızını 2 m/s değerinin üzerine çıkarır. Buna çözüm hidrofor basıncının ayarlanması, hidrofor çıkışına basınç sabitleyici montajı, sistemdeki basınç kademelerinin doğru düzenlenmesi ve daire girişlerine basınç düşürücü montajıdır.

28. DIN 3204 kapsamındaki ϕ40 ve ϕ50 mm. çaplarında sürgülü vanalar yerine, 1/2'' ve 2'' pirinç vana kullanılmalıdır. Bu vanalar daha uzun ömürlü, daha kaliteli, daha kullanışlı, su damlatma riski daha az ve yaklaşık %30 daha ucuzdur.
29. Hidrofor emiş boruları titreşim nedeniyle emniyetli bir şekilde sabitlenmelidir. Su tasfiye cihazı çıkışına pislik ayırıcı montajı faydalıdır.
30. Su deposu dolum borusu üzerine selonoid vana monte edildiğinde, su basınçlı ise vananın gücü kapatmaya yetmez. Bu konuda özel önlem almak gerekir.
31. Sıva altındaki sıcak su ve soğuk su boruları ve kalorifer kolonlarının üzerine çok iyi ısı izolasyonu yapılmalıdır. Özellikle sıva altındaki boruları izole etme alışkanlığı olmadığından, ısı kaybı oluşmakta ve korozyon nedeniyle boru çabuk delinmektedir. Öneri: sıva altındaki galvaniz boruların doğal gaz borularında kullanılan koruyucu band ile sarılıp, Üzerine 6 mm kalınlıkta flex türü malzeme ile ısı yalıtımı yapılmasıdır.
32. Suyun az olduğu yerlerde arıtmadan alınan su, bahçe sulamada ve rezervuar için kullanılabilir. Arıtmadaki hatalara karşı,

    a- Rezervuar icin hidrofor dahil ayrı bir hat yapılmalıdır.

    b- Bas rezervuar kullanılması daha uygundur. Böylece su depolanmadığı için daha sağlıklıdır.
33. Sanayide hidrofor depoları genellikle küçük seçilmektedir ve bu nedenle bu gibi uygulamalarda hidrofor şalt sayısı artmaktadır.
34. Ana su girişlerinde veya hidrofor çıkışlarında işletilmesi ve bakımı zor pislik tutucular yerine, katı tutma hacmi büyük olan sanayi tipi su filtreleri kullanılmalıdır.
35. Su depoları öncesinde mutlaka sanayi tipi su filtreleri kullanılmalıdır.
36. Sirküle eden kapalı su devrelerinde Spirovent pislik ayırıcı kullanılmalıdır.
37. Su yumuşatma cihazları öncesinde yine su filtresi kullanılmalıdır.

2.5. TEMİZ SU BORU TESİSATI HESABI

Temiz su boru hesabı, basınç kayıplarının dengelenmesi esasına dayanır. En kritik devreden başlayarak, boru devrelerinde kullanılabilecek basınç düşümünü sağlayan boru çapları belirlenir. Bunun için,

a- Borudaki hesaba esas su debisi,

b- Kullanma noktasındaki istenen akma basıncı.

c- Şebeke başlangıcındaki basıncın belirlenmesi ve

d- Borulardaki basınç kayıplarının hesabı gerekir.

2.5.1. Su Debisinin Hesabı

Çeşitli kullanma yerlerindeki farklı boyutlardaki elemanlarda akma basınçları, su sıcaklıkları, her kullanıştaki akan su miktarı ve su akma süreleri ve elemandan su akış debisi Tablo 2.52'de verilmiştir. Tablo 2.52 DIN 1988 Kısım 3'ten alınmıştır. DIN 1988-T3 temiz su tesisatı hesabını vermektedir.

Kullanma yerlerini besleyen bir borudan geçen su miktarı, kullanma yerlerindeki su debilerinin toplamı değildir. Bütün kullanma yerlerindeki muslukların aynı anda açık olduğu kabul edilemez. Bunun için bir eş zaman veya diversite faktörü gözönüne alınmalıdır. DIN 1988 T.3'te Tablo 2.52'de verilen her bir kullanma yeri debisi, V_R ile gösterilmektedir. Buna göre bu kullanma yerlerini besleyen bir borunun besleyeceği toplam maksimum debi, ΣV_R olarak gösterilir. Boru hesabında borudan geçen su hesap debisi V_S, toplam maksimum debi ΣV_R değerinden küçüktür. ΣV_R değerine dayanarak, V_S değerinin belirlenmesinde kullanılan su debisi ve kullanım alanı etkin parametrelerdir. Bu iki parametreye göre hazırlanan grafik Şekil 2.53'da görülmektedir. Bu grafikte ΣV_R değerinden yukarı çıkılarak, hesap yapılan duruma uygun eğri kestirilir. Kesim noktasından sola gidilerek hesap debisi V_S bulunur.

Diversitenin gözönüne alınması amacıyla eski DIN normunda ve buna dayanılarak hazırlanan ve halen geçerli Türk Standardında ise Y.B. (Yük Birimi) kavramı geliştirilmiştir. Böylece standart bir hesap yapılabilmektedir. Tablo 2.54'de konutlarda kullanılan çeşitli armatürler için kabul edilen standart YB. değerleri ve standart su sarfiyatları verilmiştir. Konut dışı kullanımlar için birçok durumda bu Yük Birimi yöntemi geçerli değildir. Bu gibi durumlarda akan su debilerinin belirlenmesi gerekir. Örneğin, fabrikalarda, okullarda, spor salonlarında kullanılan duşlar, sıra yıkama tesisleri, lavabolar için bir eşzaman faktörü gözönüne almak doğru değildir. Bu gibi durumlarda yukarıda anlatılan yeni DIN normundan yararlanılmalıdır.

Yük Birimi yöntemine göre, çok sayıda armatürü besleyen bir borudaki hesaba esas su debisini bulmak için, önce bu borunun beslediği armatürlerin Y.B. değerleri toplanarak borunun YB. değeri, Z bulunur.

Z= ΣYB.

Borudan akan standart su debisi ise,

$q = 0{,}25\ \sqrt{Z}$ (L/s) ifadesi ile bulunur.

Örnek; Herbirinde DN 15 batarya, lavabo ve rezervuar musluğu bulunan 3 adet daireyi besleyen borudaki hesaba esas olacak standart su debisinin bulunması istensin. Bunun için Tablo 2.54 'den armatürlerin Y.B. değerleri bulunur

Batarya DN 15 = 2,5 YB

Lavabo = 0,5 YB

Rezervuar = 0,25 YB.

TOPLAM = 3,25 YB.

3 daire için = 3x3,25 = 9,75 Y.B.

Su debisi, q = $0{,}25 \times \sqrt{9{,}75}$ = 0,78 L/s

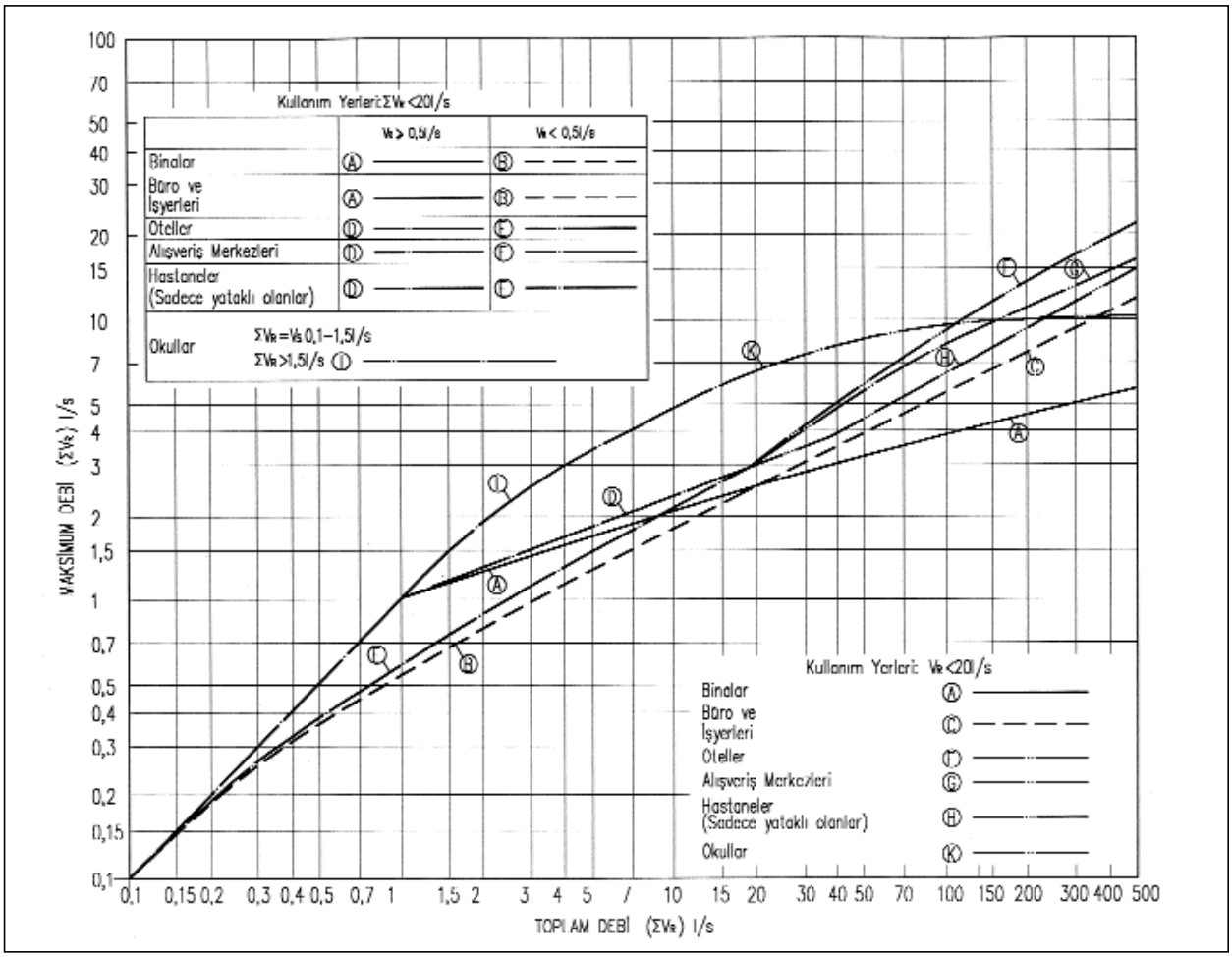
değerindedir.

2.5.2. Kullanma Yerlerindeki Akma Basınçları

Kullanma yerlerindeki istenen akma basınçlarının TS 1258 tarafından verilen değerleri Tablo 2.54'de görülmektedir. Ayrıca Tablo 2.52'de de Alman Standartlarına göre istenen akma basıncı değerleri verilmiştir.

Adı	DIN	Akma Basıncı mbar	Sıcaklık °C	Her Kullanışta Litre	Her Kullanışta Saniye	Debi Soğuk Su L/s	Debi Sıcak Su L/s
Boşaltma Elemanları							
Musluk	15	1000	10	6...10	~ 60	0,12	0,18
Batarya	15	1000	40	6...10	~ 60	0,12	0,18
Basmalı musluk	20	1200	10	7...10	10	1,0	
Duş Elemanları							
Duş kafası	15	1000	38	60...90	300	0,10	0,10
Yan Duş	15	1000	38	10...15	180	0,05	0,05
Duş kafası	20	1000	38	~ 110	300	0,18	0,22
Duş kafası	25	1000	38	~ 160	300	0,31	0,39
Küvet Elemanları							
Batarya	15	1000	40	~ 140	500	0,15	0,15
Batarya	20	1000	40	~ 250	250	0,4	0,6
Batarya	25	1000	40	~ 650	300	1,0	1,5
Klozet Elemanları							
Baş rezervuar	15	1200	10	6...7	8	0,7	
Baş rezervuar	20	1200	10	6...8	8	1,0	
Baş rezervuar	25	400	10	6...9	8	1,0	
Rezervuar musluğu	15	500	10	6...9	70	0,13	
Oturarak Yıkanma Elemanlar							
Kurna	15	1000	38	10...15	120	0,07	0,07
Evye Elemanları							
Batarya	15	1000	50...55	12...20	180	0,07	0,10
Batarya	20	1000	50...55	35...50	80	0,2	0,7
Pisuvar Elemanları							
Basmalı musluk	15	1000	10	4	7	0,3	
Manyetik ventil	15	700	10		~ 30	0,15	
Manyetik ventil	20	700	10		~ 30	0,3	
Manyetik ventil	25	400	10		~ 30		
Lavabo Elemanları							
Musluk	15	500	10	5	60	0,07	
Batarya	15	1000	35	15	600	0,07	0,07
Ayak Yıkama Elemanları							
Batarya	15	1000	35...40	25	400	0,07	0,07
Sıra Yıkama Elemanları							
Batarya	15	1000	35	10...20	240	0,05	0,05
Duş bataryası	15	1000	38	60...90	300	0,15	0,15
Bulaşık Makinesi		1000	10			0,10	
Çamaşır Makinesi		1000	10			0,10	
Şolben 21 kW		1000	10			0,10	

Tablo 2.52 / DEBİ, BAĞLANTI VE KULLANMA DEĞERLERİ



Şekil 2.53 / TOPLAM DEBİ İLE MAKSİMUM DEBİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

2.5.3. Şebeke Başlangıcındaki Basıncın Belirlenmesi

a- Temiz su tesisatı doğrudan şebekeye bağlanmış ise, şebeke basıncından, su sayacındaki basınç kaybı çıkartılır. Su çebekesindeki basınç 100 mSS değerini geçmez. Basınç değeri yerel belediyeden alınmalıdır. Su sayacındaki basınç kaybı 5 mSS olacak şekilde sayaç seçilmelidir. Ancak sayaçtaki gerçek basınç düşümü Şekil 2.41'den okunabilir.

b- Hidrofor kullanılması halinde başlangıç basıncı hidrofor çıkış basıncıdır. Hesaba, esas hidrofor alt basıncı alınmalıdır.

2.5.4. Borulardaki Basınç Kayıplarının Hesabı

Boru tesisatındaki basınç kaybının belirlenmesi için iki yöntem vardır:

a- Boru tesisatında meydana gelen sürtünme ve lokal kayıpların toplamı, TS 1258 kapsamında borulardaki kireçlenme faktörünü de gözönüne alarak hazırlanan tablolardan okunur. Tablo 2.55'de çelik ve dökme demir borular, Tablo 2.56'da da bakır borular için hazırlanmış tablolar görülmektedir.

Bu tablolarda Y.B. veya debiye göre, çeşitli çaptaki borularda 1 mt. uzunlukta meydana gelen toplam ortalama basınç kayıpları verilmiştir. Temiz su tesisatında hızlar 1 m/s ile 2 m/s arasında olmalıdır. Sese çok duyarlı hastane gibi uygulamalarda hız 1 m/s'nin altında, sesin önemsiz olduğu endüstriyel uygulamalarda 2 m/s değerinin üstünde (3 m/s değerine kadar) değerler alabilir. Tabloda 1 m/s ile 2 m/s arasındaki basınç kaybı değerleri koyu yazılmıştır. Ayrıca hızın 0,5 m/s - 1,5 m/s ve 2,5 m/s olduğu değerlerin altına çizgi çekilmiştir.

Buna göre DN 25 çelik boruda (Tablo yardımı ile),

Hız m/s	Su Debisi L/s	Yük Birimi -	Basınç Kaybı bar/m
0,5	0,177	0,5	0,002
1	0,5	4	0,02
1,5	0,729	8,5	0,041
2	0,968	15	0,073
2,5	1,225	24	0,117

Değerleri okunabilir. Dolayısı ile bu tablolardan, hız seçilirse, boru çapını ve borudaki özgül toplam basınç kaybını belirlemek mümkün olmaktadır.

b- Diğer boru ve kanal tesisatlarında olduğu gibi sürtünme kaybı ve yerel kayıp değerlerini ayrı ayrı hesaplamak ve bunların toplamını, kirlenmeyi gözönüne almak üzere bir katsayı ile çarpma yöntemi:

Toplam basınç kaybı, ΔP

$\Delta P = \Sigma R.L + Z$

ifadesi ile bulunabilir. Burada;

R = Sürtünme kaybı katsayısı

L = Boru boyu

Z = Yerel basınç kaybıdır.

Bu amaçla Tablo 2.57'de galvanizli boru, Tablo 2.59'da bakır boru, Tablo 2.60'da PVC-U boru, Tablo 2.61'de PE-X boru ve Tablo 2.621'de de PE-HD boru için R sürtünme kayıp katsayıları verilmiştir.

Yerel kayıp katsayıları (değerleri çeşitli bağlantı elemanları ve armatürler için Tablo 2.63'de verilmiştir. Bu kayıp katsayısı ve hız değeri ile Z yerel basınç kaybı değeri Tablo 2.64'den okunabilir.

Bulunan toplam basınç, kirlilik faktörünü gözönüne almak üzere, 1,1 katsayısı ile çarpılabilir.

Armatür (veya kullanma yeri)	Standart Akma Basıncı (mSS)	Debi L/s	Yük Birimi Y.B.
Musluk, Batarya			
DN 10 (3/8")	5	0,25	1,0
DN 15 (1/2")	5	0,40	2,5
DN 20 (3/4")	5	1,0	16
DN 25 (1")	5	1,5	36
Gazlı şofben			
10 L/dk	25	0,175	0,5
16 L/dk	25	0,25	1,0
26 L/dk	25	0,43	3,0
Lavabo	5	0,175	0,5
Banyo küvet bataryası			
DN 15	5	0,40	2,5
DN 20	5	1,0	16
Banyo duş bataryası			
DN 15	10	0,25	2,5
DN 20	10	1,0	16
Basınçlı hela yıkayıcı			
DN 15	13	0,6	6
DN 20	12	0,8	11
DN 25	4	1,2	27
Rezervuar musluğu	5	0,125	0,25
Pisuvar	5	0,125	0,25
Sıra yıkama tesisleri için batarya			
DN 15	5	0,25	2,5
DN 20	5	1,0	16
Çamaşır makinası (3,6 - 7,3 kg)	5	0,40	2,5
Bulaşık makinası (Domestik)	5	0,40	2,5

Tablo 2.54 / ÇEŞİTLİ ARMATÜRLER İÇİN DEBİ VE YÜK BİRİMİ DEĞERLERİ

2.5.5. Boru Tesisatının Çap Hesabı

Boru tesisatının hesabı, esas olarak çapların belirlenmesidir. Bu boyutlandırmanın temeli, verilen yük altında en elverişsiz kullanma yerinde istenen su debisinin ve basıncının sağlanmasıdır. Bunun için girişten kullanma yerine kadar olan boru tesisatındaki basınç kaybının, kullanılabilecek basınç değerini geçmemesi gerekir. TS 1258'de verilen hesap yöntemi ile DIN 1988'de verilen hesap yöntemi arasında fark vardır. DIN 1988 daha hassas hesap yapma imkanı verir. Her iki yönteme göre hesap aşağıdaki sıra ile yapılır:

a- Temiz su şebeke basıncı belirlenir. (Veya hidrofor alt basıncı)

b- En elverişsiz kullanma yerinin bina bağlantı borusundan itibaren (veya hidrofor alt su seviyesinden itibaren) olan yüksekliği belirlenir.

c- Kullanma yerindeki akma basıncı belirlenir

d- Etkin basınç, a-(b+c) belirlenir.

e- Su sayacı, filtre vs. gibi elemanların basınç düşümleri belirlenir.

f- Boru tesisatı için kullanılabilir toplam basınç kaybı, d-e belirlenir.

g- Toplam boru boyu belirlenir.

h- Ortalama basınç kaybı f/g belirlenir.

i- Tablo 2.55 ve 2.56'den, ortalama basınç kaybı değerini kullanarak her bir tesisat bölümü için boru çapları seçilir.

j- Türk standardına göre hesap yapılıyorsa, her bir tesisat bölümü için Y.B. değerleri belirlenerek, Tablo 2.55 veya 2.56'den seçilen boru çapları ile basınç kaybı hesaplanarak, kullanılabilir toplam basınç kaybından küçük olduğu kontrol edilir. Değilse çap değişiklikleri yapılarak yeniden kontrol edilir.

k- DIN 1988'e göre hesap yapılacaksa, her bir tesisat bölümü için önce toplam kullanma debisi, sonra Şekil 2.53 yardımıyla hesap debisi belirlenir. Ortalama basınç kaybı değeri kullanılarak Tablo 2.57-2.61 yardımıyla boru çapları tahmin edilir.

Yük birimi	Debi	1 m. borudaki basınç kaybı (bar/m) (1 m. borudaki basınç kaybı değeri armatürlerdeki kaybı da içermektedir.)										
		Çap (mm) Çelik boru							Döküm boru			
Z	L/s	1/2´´	3/4´´	1´´	1 1/4´´	1 1/2´´	2´´	2 1/2´´	40	50	65	80
0,5	0,177	0,039	0,008	0,002	0,001							
1	0,250	0,078	0,016	0,005	0,001				0,001			
1,5	0,306	0,118	0,025	0,007	0,002	0,001			0,001			
2	0,354	0,157	0,033	0,010	0,003	0,001			0,001			
2,5	0,395	0,196	0,041	0,012	0,003	0,001			0,001			
3	0,433	0,235	0,049	0,015	0,004	0,001			0,002			
3,5	0,468	0,274	0,057	0,017	0,004	0,001			0,002	0,001		
4	0,500	0,313	0,066	0,020	0,005	0,002			0,002	0,001		
4,5	0,530	0,353	0,074	0,022	0,006	0,002	0,001		0,002	0,001		
5	0,559		0,082	0,024	0,006	0,002	0,001		0,003	0,001		
5,5	0,586		0,090	0,027	0,007	0,002	0,001		0,003	0,001		
6	0,612		0,098	0,029	0,008	0,002	0,001		0,003	0,001		
6,5	0,637		0,107	0,032	0,008	0,002	0,001		0,004	0,001		
7	0,661		0,115	0,034	0,009	0,003	0,001		0,004	0,001		
7,5	0,685		0,123	0,037	0,010	0,003	0,001		0,004	0,001		
8	0,707		0,131	0,039	0,010	0,003	0,001		0,005	0,001		
8,5	0,729		0,139	0,041	0,011	0,003	0,001		0,005	0,001		
9	0,750		0,148	0,044	0,011	0,003	0,001		0,005	0,001		
9,5	0,771		0,156	0,046	0,012	0,004	0,001		0,005	0,002		
10	0,791		0,164	0,049	0,013	0,004	0,001		0,006	0,002		
11	0,829		0,180	0,054	0,014	0,004	0,001		0,006	0,002		
12	0,866		0,197	0,059	0,015	0,005	0,001		0,007	0,002		
13	0,901		0,213	0,063	0,017	0,005	0,001		0,007	0,002	0,001	
14	0,935		0,230	0,068	0,018	0,005	0,002		0,008	0,002	0,001	
15	0,968			0,073	0,019	0,006	0,002					
16	1,000			0,078	0,020	0,006	0,002		0,009	0,003	0,001	
17	1,031			0,083	0,022	0,006	0,002		0,009	0,003	0,001	
18	1,061			0,088	0,023	0,007	0,002		0,010	0,003	0,001	
19	1,090			0,093	0,024	0,007	0,002	0,001	0,010	0,003	0,001	
20	1,118			0,098	0,025	0,008	0,002	0,001	0,011	0,003	0,001	
21	1,146			0,102	0,027	0,008	0,002	0,001	0,011	0,003	0,001	
22	1,173			0,107	0,028	0,008	0,002	0,001	0,012	0,003	0,001	
23	1,199			0,112	0,029	0,009	0,003	0,001	0,012	0,004	0,001	
24	1,225			0,117	0,031	0,009	0,003	0,001	0,013	0,004	0,001	
25	1,250			0,122	0,032	0,009	0,003	0,001	0,013	0,004	0,001	
26	1,275			0,127	0,033	0,010	0,003	0,001	0,014	0,004	0,001	
27	1,299			0,132	0,034	0,010	0,003	0,001	0,014	0,004	0,001	
28	1,323			0,137	0,036	0,011	0,003	0,001	0,015	0,004	0,001	
29	1,346			0,141	0,037	0,011	0,003	0,001	0,015	0,005	0,001	
30	1,369			0,146	0,038	0,011	0,003	0,001	0,016	0,005	0,001	
31	1,392			0,151	0,040	0,013	0,003	0,001	0,017	0,005	0,001	
32	1,414			0,156	0,041	0,012	0,004	0,001	0,017	0,005	0,001	
33	1,436			0,161	0,042	0,013	0,004	0,001	0,018	0,005	0,001	
34	1,458			0,166	0,043	0,013	0,004	0,001	0,018	0,005	0,001	
35	1,479				0,045	0,013	0,004	0,001	0,019	0,006	0,001	
36	1,500				0,046	0,014	0,004	0,001	0,019	0,006	0,001	
37	1,521				0,047	0,014	0,004	0,001	0,020	0,006	0,001	
38	1,541				0,048	0,014	0,004	0,001	0,020	0,006	0,001	
39	1,561				0,050	0,015	0,004	0,001	0,021	0,006	0,001	
40	1,581				0,051	0,015	0,005	0,001	0,021	0,006	0,002	
41	1,601				0,052	0,016	0,005	0,001	0,022	0,007	0,002	0,001
42	1,620				0,054	0,016	0,005	0,001	0,022	0,007	0,002	0,001
43	1,639				0,055	0,016	0,005	0,001	0,023	0,007	0,002	0,001
44	1,658				0,056	0,017	0,005	0,001	0,023	0,007	0,002	0,001
45	1,677				0,057	0,017	0,005	0,001	0,024	0,007	0,002	0,001
46	1,696				0,059	0,017	0,005	0,001	0,025	0,007	0,002	0,001
47	1,714				0,060	0,018	0,005	0,001	0,025	0,007	0,002	0,001
48	1,732				0,061	0,018	0,005	0,001	0,026	0,008	0,002	0,001
49	1,750				0,062	0,019	0,006	0,001	0,026	0,008	0,002	0,001
50	1,768				0,064	0,019	0,006	0,001	0,027	0,008	0,002	0,001

Tablo 2.55 / GALVANİZ ÇELİK VE DÖKÜM TEMİZ SU BORULARINDA BASINÇ KAYBI

Yük birimi	Debi	1 m. borudaki basınç kaybı (barim) (1 m. borudaki basınç kaybı değeri armatürlerdeki kaybı da içermektedir.)										
		Çap (mm) Çelik boru						Döküm boru				
Z	L/s	1 1/4´´	1 1/2´´	2´´	2 1/2´´	3´´	4´´	40	50	65	80	100
55	1,854	0,070	0,021	0,006	0,001			0,029	0,009	0,002	0,001	
60	1,937	0,077	0,023	0,007	0,002	0,001		0,032	0,010	0,002	0,001	
65	2,016	0,083	0,025	0,007	0,002	0,001		0,035	0,010	0,002	0,001	
70	2,092	0,089	0,027	0,007	0,008	0,002		0,037	0,011	0,003	0,001	
75	2,165	0,096	0,028	0,008	0,002	0,001		0,040	0,012	0,003	0,001	
80	2,236	0,102	0,030	0,009	0,002	0,001		0,043	0,013	0,003	0,001	
85	2,305	0,108	0,032	0,010	0,002	0,001		0,045	0,013	0,003	0,001	
90	2,372	0,115	0,034	0,010	0,002	0,001		0,048	0,014	0,003	0,001	
95	2,437		0,036	0,011	0,003	0,001		0,051	0,015	0,004	0,001	
100	2,500		0,038	0,011	0,003	0,001		0,053	0,016	0,004	0,001	
105	2,562		0,040	0,012	0,003	0,001		0,056	0,017	0,004	0,001	
110	2,622		0,042	0,012	0,003	0,001		0,059	0,017	0,004	0,001	
115	2,681		0,044	0,013	0,003	0,001		0,061	0,018	0,004	0,002	
120	2,739		0,045	0,014	0,003	0,001		0,064	0,019	0,005	0,002	
125	2,795		0,047	0,014	0,003	0,001		0,067	0,020	0,005	0,002	
130	2,850		0,049	0,015	0,004	0,001		0,069	0,021	0,005	0,002	
135	2,905		0,051	0,015	0,004	0,001		0,072	0,021	0,005	0,002	
140	2,958		0,053	0,016	0,004	0,001		0,075	0,022	0,005	0,002	0,001
145	3,010		0,055	0,016	0,004	0,001		0,077	0,023	0,006	0,002	0,001
150	3,062		0,057	0,017	0,004	0,001		0,080	0,024	0,006	0,002	0,001
155	3,112		0,059	0,017	0,004	0,001		0,083	0,025	0,006	0,002	0,001
160	3,162		0,061	0,018	0,004	0,002		0,085	0,025	0,006	0,002	0,001
165	3,211		0,063	0,019	0,004	0,002		0,088	0,026	0,006	0,002	0,001
170	3,260		0,064	0,019	0,005	0,002		0,091	0,027	0,006	0,002	0,001
175	3,307		0,066	0,020	0,005	0,002		0,093	0,028	0,007	0,002	0,001
180	3,354		0,068	0,020	0,005	0,002		0,096	0,029	0,007	0,002	0,001
185	3,400		0,070	0,021	0,005	0,002		0,099	0,029	0,007	0,002	0,001
190	3,446		0,072	0,021	0,005	0,002		0,101	0,030	0,007	0,002	0,001
195	3,491		0,074	0,022	0,005	0,002	0,001	0,104	0,031	0,007	0,002	0,001
200	3,536		0,076	0,023	0,005	0,002	0,001	0,107	0,032	0,008	0,002	0,001
205	3,579		0,078	0,023	0,006	0,002	0,001	0,109	0,033	0,008	0,003	0,001
210	3,623		0,080	0,024	0,006	0,002	0,001	0,112	0,033	0,008	0,003	0,001
215	3,666		0,081	0,024	0,006	0,002	0,001	0,115	0,034	0,008	0,003	0,001
220	3,708		0,083	0,025	0,006	0,002	0,001	0,117	0,035	0,008	0,003	0,001
225	3,750		0,085	0,025	0,006	0,002	0,001	0,120	0,036	0,009	0,003	0,001
230	3,791			0,026	0,006	0,002	0,001		0,036	0,009	0,003	0,001
235	3,832			0,026	0,006	0,002	0,001		0,037	0,009	0,003	0,001
240	3,873			0,027	0,006	0,002	0,001		0,038	0,009	0,003	0,001
245	3,913			0,028	0,007	0,002	0,001		0,039	0,009	0,003	0,001
250	3,953			0,028	0,007	0,002	0,001		0,040	0,010	0,003	0,001
275	4,146			0,031	0,007	0,002	0,001		0,044	0,010	0,003	0,001
300	4,331			0,034	0,008	0,003	0,001		0,048	0,011	0,004	0,001
325	4,507			0,037	0,009	0,003	0,001		0,052	0,012	0,004	0,001
350	4,677			0,039	0,009	0,003	0,001		0,056	0,013	0,004	0,001
375	4,841			0,042	0,010	0,003	0,001		0,059	0,014	0,005	0,001
400	5,000			0,045	0,011	0,004	0,001		0,063	0,015	0,005	0,001
425	5,154			0,048	0,012	0,004	0,001		0,067	0,016	0,005	0,002
450	5,303			0,051	0,012	0,004	0,001		0,071	0,017	0,006	0,002
475	5,449			0,053	0,013	0,004	0,001		0,075	0,018	0,006	0,002
500	5,590			0,056	0,014	0,004	0,001		0,079	0,019	0,006	0,002
550	5,863			0,062	0,015	0,005	0,001		0,087	0,021	0,007	0,002
600	6,124				0,016	0,005	0,002			0,023	0,007	0,002
650	6,374				0,018	0,006	0,002			0,025	0,008	0,002
700	6,614				0,019	0,006	0,002			0,027	0,009	0,003
750	6,847				0,020	0,007	0,002			0,029	0,009	0,003
800	7,071				0,022	0,007	0,002			0,030	0,010	0,003
850	7,289				0,023	0,007	0,002			0,032	0,010	0,003
900	7,500				0,024	0,008	0,002			0,034	0,011	0,003
950	7,706				0,026	0,008	0,002			0,036	0,012	0,003
1000	7,906				0,027	0,009	0,003			0,038	0,012	0,004

Tablo 2.55 Devam / GALVANİZ ÇELİK VE DÖKÜM TEMİZ SU BORULARINDA BASINÇ KAYBI

Yük birimi	Debi	1 m. borudaki basınç kaybı (bar/m) (1 m. borudaki basınç kaybı değeri armatürlerdeki kaybı da içermektedir.)									
		Çap (mm)									
Z	L/s	13	16	20	25	30	35	40	45	50	60
0,5	0,177	0,045	0,015	0,004	0,001						
1	0,250	0,090	0,029	0,009	0,003	0,001					
1,5	0,306	0,136	0,044	0,013	0,004	0,001	0,001				
2	0,354	0,181	0,059	0,018	0,005	0,002	0,001				
2,5	0,395	0,226	0,073	0,022	0,007	0,002	0,001	0,001			
3	0,433		0,088	0,026	0,008	0,003	0,001	0,001			
3,5	0,468		0,103	0,031	0,009	0,003	0,001	0,001			
4	0,500		0,118	0,035	0,011	0,004	0,002	0,001			
4,5	0,530		0,132	0,040	0,012	0,004	0,002	0,001			
5	0,559		0,147	0,044	0,013	0,005	0,002	0,001	0,001		
5,5	0,586		0,162	0,048	0,014	0,005	0,002	0,001	0,001		
6	0,612			0,053	0,016	0,006	0,003	0,001	0,001		
6,5	0,637			0,057	0,017	0,006	0,003	0,001	0,001		
7	0,661			0,061	0,018	0,007	0,003	0,002	0,001		
7,5	0,685			0,066	0,020	0,007	0,003	0,002	0,001		
8	0,707			0,070	0,021	0,008	0,003	0,002	0,001		
8,5	0,729			0,075	0,022	0,008	0,004	0,002	0,001	0,001	
9	0,750			0,079	0,024	0,009	0,004	0,002	0,001	0,001	
9,5	0,771			0,083	0,025	0,009	0,004	0,002	0,001	0,001	
10	0,791			0,088	0,026	0,010	0,004	0,002	0,001	0,001	
11	0,829			0,097	0,029	0,011	0,005	0,002	0,001	0,001	
12	0,866			0,105	0,032	0,012	0,005	0,002	0,001	0,001	
13	0,901			0,114	0,034	0,013	0,006	0,003	0,001	0,001	
14	0,935			0,123	0,037	0,014	0,006	0,003	0,002	0,001	
15	0,968				0,039	0,015	0,006	0,003	0,002	0,001	
16	1,000				0,042	0,016	0,007	0,003	0,002	0,001	
17	1,031				0,045	0,017	0,007	0,004	0,002	0,001	
18	1,061				0,047	0,018	0,008	0,004	0,002	0,001	
19	1,090				0,050	0,019	0,008	0,004	0,002	0,001	
20	1,118				0,053	0,020	0,009	0,004	0,002	0,001	
21	1,146				0,055	0,021	0,009	0,004	0,002	0,001	
22	1,173				0,058	0,022	0,009	0,005	0,002	0,001	0,001
23	1,199				0,060	0,023	0,010	0,005	0,003	0,001	0,001
24	1,225				0,063	0,024	0,010	0,005	0,003	0,001	0,001
25	1,250				0,066	0,025	0,011	0,005	0,003	0,002	0,001
26	1,275				0,068	0,026	0,011	0,005	0,003	0,002	0,001
27	1,299				0,071	0,026	0,011	0,006	0,003	0,002	0,001
28	1,323				0,074	0,027	0,012	0,006	0,003	0,002	0,001
29	1,346				0,076	0,028	0,012	0,006	0,003	0,002	0,001
30	1,369				0,079	0,029	0,013	0,006	0,003	0,002	0,001
31	1,392				0,081	0,030	0,013	0,006	0,003	0,002	0,001
32	1,414				0,084	0,031	0,014	0,007	0,003	0,002	0,001
33	1,436				0,087	0,032	0,014	0,007	0,004	0,002	0,001
34	1,458				0,089	0,033	0,014	0,007	0,004	0,002	0,001
35	1,479					0,034	0,015	0,007	0,004	0,002	0,001
36	1,500					0,035	0,015	0,007	0,004	0,002	0,001
37	1,521					0,036	0,016	0,008	0,004	0,002	0,001
38	1,541					0,037	0,016	0,008	0,004	0,002	0,001
39	1,561					0,038	0,017	0,008	0,004	0,002	0,001
40	1,581					0,039	0,017	0,008	0,004	0,002	0,001
41	1,601					0,040	0,017	0,008	0,004	0,003	0,001
42	1,620					0,041	0,018	0,009	0,005	0,003	0,001
43	1,639					0,042	0,018	0,009	0,005	0,003	0,001
44	1,658					0,043	0,019	0,009	0,005	0,003	0,001
45	1,677					0,044	0,019	0,009	0,005	0,003	0,001
46	1,696					0,045	0,020	0,009	0,005	0,003	0,001
47	1,714					0,046	0,020	0,010	0,005	0,003	0,001
48	1,732					0,047	0,020	0,010	0,005	0,003	0,001
49	1,750					0,048	0,021	0,010	0,005	0,003	0,001
50	1,768					0,049	0,021	0,010	0,005	0,003	0,001

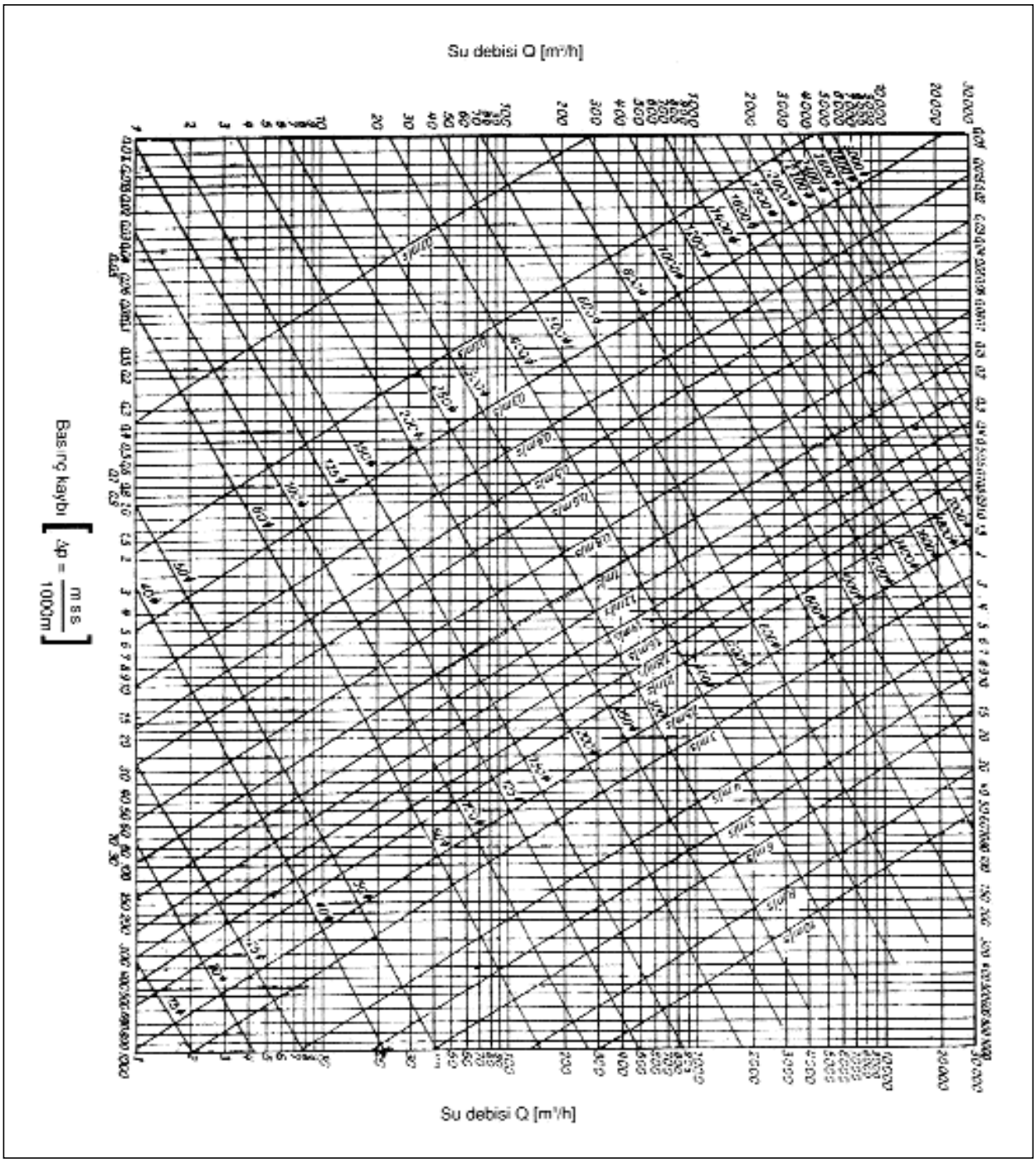
Tablo 2.56 / BAKIR TEMİZ SU BORULARINDA BASINÇ KAYBI

Yük birimi	Debi	1 m. borudaki basınç kaybı (bar/m) (1 m. borudaki basınç kaybı diğeri armatürlerdeki kaybı da içermektedir.)								
		Çap (mm)								
Z	L/s	30	35	40	45	50	60	70	80	90
55	1,854	0,054	0,023	0,011	0,006	0,003	0,001	0,001		
60	1,937	0,059	0,026	0,012	0,007	0,004	0,001	0,001		
65	2,016	0,064	0,028	0,013	0,007	0,004	0,001	0,001		
70	2,092	0,069	0,030	0,014	0,008	0,004	0,002	0,001		
75	2,165		0,032	0,015	0,008	0,005	0,002	0,001		
80	2,236		0,034	0,017	0,009	0,005	0,002	0,001		
85	2,305		0,036	0,018	0,009	0,005	0,002	0,001		
90	2,372		0,038	0,019	0,010	0,006	0,002	0,001		
95	2,437		0,040	0,020	0,010	0,006	0,002	0,001		
100	2,500		0,043	0,021	0,011	0,006	0,002	0,001		
105	2,562		0,045	0,022	0,011	0,006	0,002	0,001	0,001	
110	2,622		0,047	0,023	0,012	0,007	0,003	0,001	0,001	
115	2,681		0,049	0,024	0,013	0,007	0,003	0,001	0,001	
120	2,739		0,051	0,025	0,013	0,007	0,003	0,001	0,001	
125	2,795		0,053	0,026	0,014	0,008	0,003	0,001	0,001	
130	2,850		0,055	0,027	0,014	0,008	0,003	0,001	0,001	
135	2,905			0,028	0,015	0,008	0,003	0,001	0,001	
140	2,958			0,029	0,015	0,009	0,003	0,001	0,001	
145	3,010			0,030	0,016	0,009	0,003	0,001	0,001	
150	3,062			0,031	0,016	0,009	0,001	0,001	0,001	
155	3,112			0,032	0,017	0,010	0,004	0,002	0,001	
160	3,162			0,033	0,017	0,010	0,004	0,002	0,001	
165	3,211			0,034	0,018	0,010	0,004	0,002	0,001	
170	3,260			0,035	0,019	0,010	0,004	0,002	0,001	
175	3,307			0,036	0,019	0,011	0,004	0,002	0,001	
180	3,354			0,037	0,020	0,011	0,004	0,002	0,001	
185	3,400			0,038	0,020	0,012	0,004	0,002	0,001	
190	3,446			0,039	0,021	0,012	0,004	0,002	0,001	
195	3,491			0,040	0,021	0,012	0,004	0,002	0,001	
200	3,536			0,041	0,022	0,012	0,005	0,002	0,001	0,001
205	3,579			0,042	0,022	0,012	0,005	0,002	0,001	0,001
210	3,623			0,043	0,023	0,013	0,005	0,002	0,001	0,001
215	3,666			0,044	0,023	0,013	0,005	0,002	0,001	0,001
220	3,708			0,045	0,024	0,014	0,005	0,002	0,001	0,001
225	3,750			0,046	0,024	0,014	0,005	0,002	0,001	0,001
230	3,791				0,025	0,014	0,005	0,002	0,001	0,001
235	3,832				0,026	0,014	0,005	0,002	0,001	0,001
240	3,873				0,026	0,014	0,005	0,002	0,001	0,001
245	3,913				0,027	0,014	0,006	0,002	0,001	0,001
250	3,953				0,027	0,015	0,006	0,002	0,001	0,001
275	4,146				0,030	0,017	0,006	0,003	0,001	0,001
300	4,331				0,033	0,019	0,007	0,003	0,001	0,001
325	4,507				0,035	0,020	0,007	0,004	0,002	0,001
350	4,677				0,038	0,022	0,008	0,004	0,002	0,001
375	4,841					0,023	0,009	0,004	0,002	0,001
400	5,000					0,025	0,009	0,004	0,002	0,001
425	5,154					0,026	0,010	0,004	0,002	0,001
450	5,303					0,028	0,010	0,004	0,002	0,001
475	5,449					0,029	0,011	0,005	0,002	0,001
500	5,590					0,031	0,011	0,005	0,002	0,001
550	5,863					0,034	0,013	0,005	0,003	0,002
600	6,124						0,014	0,006	0,003	0,002
650	6,374						0,015	0,006	0,003	0,002
700	6,614						0,016	0,007	0,003	0,002
750	6,847						0,017	0,007	0,004	0,002
800	7,071						0,018	0,008	0,004	0,002
850	7,289						0,020	0,008	0,004	0,002
900	7,500						0,021	0,009	0,004	0,002
950	7,708						0,022	0,009	0,005	0,002
1000	7,906						0,023	0,010	0,005	0,003

Tablo 2.56 Devam / BAKIR TEMİZ SU BORULARINDA BASINÇ KAYBI

DN	3/8´´		1/2´´		3/4´´		1´´		1 1/4´´		1 1/2´´		2´´		2 1/2´´		3´´	
V L/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s
0,05	3,4	0,4	1,0	0,2[5]	0,2	0,1[4]												
0,07	6,3	0,6	1,8	0,3[5]	0,4	0,1[9]												
0,10	12,3	0,8	3,5	0,5	0,8	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1						
0,20	46,2	1,6	12,9	1,0	2,8	0,5	0,9	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1						
0,30	101,6	2,4	28,0	1,5	6,0	0,8	1,9	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1				
0,40	178,3	3,3	43,8	2,0	10,3	1,1	3,2	0,7	0,8	0,4	0,4	0,3						
0,50	276,5	4,1	75,4	2,5	15,8	1,4	4,8	0,9	1,2	0,5	0,6	0,4	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
0,60	396,1	4,9	107,7	3,0	22,5	1,6	6,8	1,0	1,7	0,6	0,8	0,4						
0,75			166,9	3,7	34,6	2,0	10,5	1,3	2,5	0,7[5]	1,1	0,5[5]	0,4	0,3	0,1	0,2	0,0	0,1
0,85			213,5	4,2	44,2	2,3	13,4	1,4	3,2	0,8[5]	1,5	0,6[5]						
1,00			294,2	5,0	60,7	2,7	18,3	1,7	4,4	1,0	2,0	0,7	0,6	0,5	0,2	0,3	0,1	0,2
1,20					86,8	3,3	26,0	2,1	6,2	1,2	2,9	0,9	0,8	0,6	0,3	0,3	0,1	0,2
1,40					117,5	3,8	35,2	2,4	8,3	1,4	3,8	1,0	1,1	0,7	0,4	0,4	0,2	0,3
1,60					152,8	4,4	45,6	2,8	10,8	1,6	4,9	1,2	1,4	0,7[5]	0,4[5]	0,4[5]	0,2	0,3
1,80					192,8	4,9	57,5	3,1	13,6	1,8	6,2	1,3	1,8	0,8	0,5	0,5	0,2	0,3
2,00					237,4	5,5	70,7	3,4	16,7	2,0	7,6	1,5	2,3	0,9	0,6	0,5	0,3	0,4
2,25							89,2	3,9	21,0	2,2	9,5	1,6[5]	2,8	1,0	0,8	0,6	0,3	0,4
2,50							109,7	4,3	25,7	2,5	11,7	1,8	3,4	1,1	0,9	0,7	0,4	0,5
2,75							132,5	4,7	31,0	2,7[5]	14,1	2,0	4,1	1,2	1,1	0,7	0,5	0,5
3,00							157,2	5,2	36,7	3,0	16,7	2,2	4,9	1,4	1,3	0,8	0,6	0,6
3,25									43,0	3,2[5]	19,0	2,4	5,7	1,5	1,5	0,9	0,7	0,6
3,50									49,7	3,5	22,5	2,6	6,6	1,6	1,7	0,9	0,8	0,7
3,75									57,0	3,75	25,7	2,7	7,5	1,7	2,0	1,0	0,9	0,7
DN	100		125		150													
4,0	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2			64,7	4,0	29,2	2,9	8,5	1,8	2,2	1,1	1,0	0,8
4,25									72,9	4,2	33,0	3,1	9,6	1,9	2,5	1,1	1,1	0,8
4,50									81,5	4,4	36,8	3,3	10,7	2,0	2,8	1,2	1,2	0,9
4,75									90,7	4,6[5]	41,0	3,5	11,9	2,2	3,1	1,3	1,4	0,9
5,00	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3			100,4	4,9	45,3	3,6	13,2	2,3	3,4	1,3	1,5	1,0
5,25									110,5	5,2	49,8	3,8[5]	14,5	2,4	3,8	1,4	1,7	1,0
5,50											54,6	4,0	15,9	2,5	4,1	1,5	1,8	1,1
5,75											59,6	4,2	17,3	2,6	4,5	1,5	2,0	1,1
6,00	0,6	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3					64,8	4,4	18,8	2,7	4,9	1,6	2,1	1,2
6,50											75,9	4,7	22,0	2,9	5,7	1,7	2,5	1,3
7,00	0,7	0,8	0,3	0,5	0,1	0,4					87,9	5,1	25,4	3,2	6,6	1,9	2,9	1,4
7,50													29,1	3,4	7,5	2,0	3,3	1,5
8,00	1,0	0,9	0,3	0,6	0,1	0,4							33,1	3,6	8,5	2,2	3,7	1,6
8,50													37,3	3,9	9,6	2,3	4,2	1,7
9,00	1,2	1,0	0,4	0,7	0,2	0,5							41,7	4,1	10,7	2,4	4,7	1,8
9,50													46,4	4,3	11,9	2,6	5,2	1,9
10,00	1,5	1,1	0,5	0,8	0,2	0,5							51,3	4,5	13,2	2,7	5,8	2,0
11,00	1,8	1,3	0,6	0,8	0,2	0,6							61,9	5,0	15,9	3,0	6,9	2,1
12,00	2,1	1,4	0,7	0,9	0,3	0,6									18,9	3,2	8,2	2,3
13,00	2,5	1,5	0,8	1,0	0,3	0,7									22,1	3,5	9,0	2,5
15,00	3,2	1,7	1,1	1,1	0,4	0,8									29,3	4,0	12,7	2,9
17,00	4,1	2,0	1,4	1,3	0,6	0,9									37,5	4,6	16,2	3,3
20,00	5,7	2,3	1,9	1,5	0,8	1,1											22,3	3,9
22,00	6,8	2,5	2,3	1,7	0,9	1,2											26,9	4,3
25,00	8,8	2,9	3,0	1,9	1,2	1,3											34,7	4,9
30,00	12,5	3,4	4,2	2,3	1,7	1,6												
35,00	17,0	4,0	5,7	2,6	2,3	1,8												
40,00	22,1	4,6	7,4	3,0	3,0	2,1												
50,00			11,5	3,8	4,6	2,6												

Tablo 2.57 / GALVANİZ ÇELİK BORULAR İÇİN ÖZGÜL SÜRTÜNME KAYIPLARI (DIN240) φ=°C



Şekil 2.58 / SU İÇİN BORU ÇAPI SEÇİM ABAĞI

Örnek 1: TS 1258'e göre Şekil 2.65'deki sistemin boru çapları hesabı

I ve II no'lu kolonlarla beslenen sisteme ait basınç değerleri, sayaç ve filtredeki basınç kayıpları ve kullanılabilir basınçlarla; boru uzunlukları ve ortalama basınç kaybı değerleri Tablo 2.66'da belirlenmiştir. Bu uygulamada her iki kolondaki hesap debisi değerleri eşittir.

Şekilde görülen sistemde kritik hat I kolonudur. Bu hat 11 Tesisat Bölümüne (TB) ayrılmıştır. TB 8, 9, 10 ve 11 cihaz bağlantı hatlarıdır.

Tesisat bölümleri için yapılan hesap Tablo 2.67a'da özetlenmiştir.

İlk dört sütunda şemadan okunan TB bölüm numaraları, şema ve Tablo yardımı ile bulunan toplam Y.B. değerleri, debiler ve yine şemadan okunan hat uzunlukları verilmiştir.

Boru çapları Tablo 2.55'den yararlanılarak bulunur.

Ortalama özgül basınç kaybı değeri, 36 mbar/m ve sözkonusu borudaki Y.B. değerleri ile çaplar belirlenir. Tablo 2.67a'da bu bulunan çap değerleri ile, Tablo 2.55'den okunan özgül basınç kaybı değerleri verilmiştir. Uzunlukla özgül basınç kaybının çarpımı, basınç kaybı olarak bir sonraki sütundadır.

Tablo 2.67a'daki basınç kayıpları sütunu toplamları olan gerçek toplam kaybın, müsaade edilen kayıptan daha düşük olduğu gösterilmelidir.

Nitekim,

ΔP = 908 mbar

Müsaade edilen basınç farkı ΔPi = 1310 mbar olup,

908 < 1310 mbar olduğundan, seçilen çaplar uygundur.

Örnek 2: DIN 1988'e göre Şekil 2.65'deki sistemin boru çapları hesabı

I ve II no'lu kolonlarla beslenen sisteme ait basınç değerleri, sayaç ve filtredeki basınç kayıpları ve kullanılabilir basınçlarla; boru uzunlukları ve ortalama basınç kaybı değerleri Tablo 2.66'da belirlenmiştir. Bu uygulamada her iki kolondaki hesap debisi değerleri eşittir.

Şekilde görülen sistemde kritik hat I kolonudur. Bu hat 11 Tesisat Bölümüne (TB) ayrılmıştır. TB 8, 9, 10 ve 11 cihaz bağlantı hatlarıdır.

Tesisat bölümleri için yapılan hesap Tablo 2.67b'de özetlenmiştir.

İlk dört sütunda şemadan okunan TB bölüm numaraları, kullanma debileri, hesap debileri ve hat uzunlukları verilmiştir.

Boru çapları Tablo 2.57 'den yararlanılarak bulunur.

Ortalama özgül basınç kaybı değeri, 36 mbar/m değerinin yarısı sürtünme kayıplarına ayrılarak belirlenen 18 mbar/m değeri hedef alınarak, hesap debileri ile Tablo 2.57'den boru çapları belirlenir. Tablo 2.67b'de bu bulunan çap değerleri bir sonraki sütunda verilmiştir. Tablo 2.57'den belirlenen çaplar ve hesap debileri yardımıyla özgül sürtünme basınç kaybı ve hız değerleri okunur ve ilgili sütunlara yazılır. Uzunlukla özgül sürtünme basınç kaybının çarpımı, sürtünme basınç kaybı olarak bir sonraki sütundadır. Daha sonra Tablo 2.63 yardımıyla her tesisat bölümü için özel kayıp katsayıları belirlenir. Bu değerler Tablo 2.68'de görülmektedir. Her tesisat bölümündeki toplam kayıp katsayıları Tablo 2.67b'de ilgili sütuna işlenir. Toplam kayıp katsayısı ve hız değerleri yardımıyla ve Tablo 2.64'den yararlanarak özel kayıplar bulunur. Son sütuna işlenir.

Tablo 2.67b'deki sürtünme basınç kayıpları sütunu ve özel basınç kayıpları sütunu toplamları toplanarak bulununan gerçek toplam kaybın, müsaade edilen kayıptan daha düşük olduğu gösterilmelidir. Bunun için bulunan basınç düşümü kirlilikleri dikkate alınarak 1.1 katsayısıyla çarpılabilir. Nitekim,

ΔP = 846 . 1,1= 930 mbar

Müsaade edilen basınç farkı ΔPi = 1310 mbar olup,

930 < 1310 mbar olduğundan, seçilen çaplar uygundur.

DN (d)	8 (8,4)		12 (11,6)		15 (14,4)		20 (18,0)	
V L/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s
0,01	1,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,04
0,02	3,7	0,4	0,8	0,2	0,3	0,1	0,1	0,08
0,03	7,4	0,5	1,6	0,3	0,6	0,2	0,2	0,12
0,04	12,1	0,7	2,6	0,4	0,9	0,2	0,3	0,16
0,05	17,8	0,9	3,9	0,5	1,4	0,3	0,5	0,20
0,06	24,5	1,1	5,8	0,6	1,9	0,4	0,7	0,24
0,07	32,1	1,3	6,9	0,7	2,5	0,4	0,9	0,28
0,08	40,6	1,4	8,7	0,8	3,1	0,5	1,1	0,31
0,09	49,9	1,6	10,7	0,9	3,8	0,6	1,3	0,35
0,10	60,1	1,8	12,8	0,9	4,6	0,6	1,6	0,40
0,2	207,9	3,6	43,5	1,9	15,4	1,2	5,3	0,8
0,3	434,8	5,4	89,9	2,8	31,6	1,8	10,8	1,2
0,4	738,2	7,2	151,3	3,8	52,9	2,5	18,0	1,6
0,5			227,2	4,7	79,1	3,1	26,8	2,0
0,6			317,3	5,7	110,1	3,7	37,2	2,4
0,7					145,8	4,3	49,2	2,8
0,8					186,1	4,9	62,6	3,1
0,9					231,0	5,5	77,5	3,5
1,0					280,5	6,1	93,9	3,9
1,2							131,1	4,7
DN (d)	25 (23,2)		32 (29,01)		40 (36,2)		50 (45,6)	
0,2	1,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
0,4	5,3	0,9	1,8	0,6	0,6	0,4	0,2	0,2
0,6	10,9	1,4	3,7	0,9	1,3	0,6	0,4	0,4
0,8	18,3	1,9	6,2	1,2	2,2	0,8	0,7	0,5
1,0	27,3	2,4	9,3	1,5	3,2	1,0	1,1	0,6
1,2	38,0	2,8	12,9	1,8	4,4	1,2	1,5	0,7
1,4	50,3	3,3	17,0	2,1	5,8	1,4	1,9	0,9
1,6	64,2	3,8	21,7	2,4	7,4	1,6	2,4	1,0
1,8	79,6	4,3	26,8	2,7	9,2	1,7	3,0	1,1
2,0	96,5	4,7	32,5	3,0	11,1	1,9	3,6	1,2
2,2	115,0	5,2	38,6	3,3	13,2	2,1	4,3	1,3
2,4			45,3	3,6	15,4	2,3	5,0	1,5
2,6			52,4	3,9	17,8	2,5	5,8	1,6
2,8			60,1	4,2	20,4	2,7	6,7	1,7
3,0			68,2	4,5	23,1	2,9	7,5	1,8
3,2			76,8	4,8	26,0	3,1	8,5	2,0
3,4			85,8	5,1	29,0	3,3	9,5	2,1
3,6					32,2	3,5	10,5	2,2
3,8					35,6	3,7	11,6	2,3
4,0					39,1	3,9	12,7	2,4
4,2					42,7	4,1	13,9	2,6
4,4					46,5	4,3	15,1	2,7
4,6					50,5	4,5	16,4	2,8
4,8					54,6	4,7	17,7	2,9
5,0					58,9	4,9	19,1	3,1
5,2					63,3	5,1	20,5	3,2
5,4							22,0	3,3
5,6							23,5	3,4
5,8							25,8	3,6
6,0							26,6	3,7

Tablo 2.61 / PX PLASTİK BORULAR İÇİN ÖZGÜL SÜRTÜRME KAYIPLARI φ =°C

DN (d x s)	10 (12 x 1)		12 (15 x 1)		15 (18 x 1)		20 (22 x 1)		25 (28 x 1,5)		32 (35 x 1,5)		40 (42 x 1,5)		50 (54 x 2)		(64 x 2)	
V L/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s
0,02	1,6	0,2[1]	0,5	0,1[1]	0,2	0,1	0,1	0,0[1]										
0,05	7,7	0,6[1]	2,2	0,4	0,8	0,2[1]	0,3	0,1[1]	0,1	0,1								
0,07	13,7	0,9	4,0	0,5	1,5	0,3[1]	0,5	0,2	0,2	0,1								
0,10	25,4	1,3	7,3	0,8	2,7	0,5	1,0	0,3	0,3	0,2								
0,20	85,5	2,5	24,5	1,5	9,1	1,0	3,2	0,6	1,1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
0,30	175,2	3,8	49,9	2,3	18,5	1,5	6,4	1,0	2,2	0,6								
0,40	292,5	5,1	83,1	3,0	30,8	2,0	10,6	1,3	3,7	0,8	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1
0,50			123,6	3,8	45,7	2,5	15,7	1,6	5,4	1,0								
0,60			171,1	4,5	63,2	3,0	21,7	1,9	7,5	1,2	2,3	0,7	0,9	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2
0,80					105,6	4,0	36,2	2,5	12,4	1,6	3,8	1,0	1,5	0,7	0,5	0,4	0,2	0,3
1,00					157,4	5,0	53,9	3,2	18,5	2,0	5,7	1,2	2,2	0,8	0,7	0,5	0,3	0,4
1,20							74,7	3,8	25,6	2,4	7,8	1,5	3,1	1,0	0,9	0,6	0,4	0,4
1,40							98,4	4,5	33,7	2,9	10,3	1,7	4,0	1,2	1,2	0,7	0,5	0,5
1,60							125,1	5,1	42,8	3,3	13,1	2,0	5,1	1,3	1,6	0,8	0,6	0,6
1,80									52,8	3,7	16,2	2,2	6,3	1,5	1,9	0,9	0,8	0,6
2,00									63,9	4,1	19,5	2,5	7,6	1,7	2,3	1,0	1,0	0,7
2,20									75,0	4,5	23,1	2,7	9,0	1,8	2,7	1,1	1,1	0,8
2,40									88,7	4,9	27,0	3,0	10,5	2,0	3,2	1,2	1,3	0,8
2,60											31,2	3,2	12,1	2,2	3,7	1,3	1,5	0,9
2,80											35,7	3,5	13,8	2,3	4,2	1,4	1,8	1,0
3,00											40,4	3,7	15,6	2,5	4,7	1,5	2,0	1,1
3,20											45,3	4,0	17,5	2,7	5,3	1,6	2,2	1,1
3,40											50,6	4,2	19,5	2,8	5,9	1,7	2,5	1,2
3,60											56,1	4,5	21,6	3,0	6,6	1,8	2,7	1,3
DN	65 (76,1 x 2)		80 (88,9 x 2)		100 (108 x 2,5)		125 (133 x 2,5)		150 (158 x 2,5)									
3,80	1,3	0,9	0,6	0,6	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2	61,8	4,7	23,8	3,2	7,2	1,9	3,0	1,3
4,00	1,4	1,0	0,6	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2	67,8	5,0	26,2	3,3	7,9	2,0	3,3	1,4
4,40	1,6	1,1	0,7	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	0,3			31,0	3,7	9,4	2,2	3,9	1,6
4,80	1,8	1,2	0,8	0,8	0,3	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3			36,3	4,0	11,0	2,4	4,6	1,7
5,20	2,2	1,3	1,0	0,9	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3			42,0	4,4	12,7	2,6	5,3	1,8
5,60	2,5	1,4	1,1	1,0	0,4	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3			48,0	4,7	14,5	2,9	6,0	2,0
6,00	2,8	1,5	1,3	1,1	0,5	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3			54,4	5,0	16,4	3,1	6,8	2,1
6,40	3,2	1,6	1,5	1,1	0,5	0,8	0,2	0,5	0,1	0,3					18,4	3,3	7,7	2,3
6,80	3,6	1,7	1,7	1,2	0,6	0,8	0,2	0,6	0,1	0,4					20,6	3,5	8,6	2,4
7,20	4,0	1,8	1,8	1,2	0,7	0,9	0,3	0,6	0,1	0,4					22,8	3,7	9,5	2,5
7,60	4,3	1,9	2,0	1,3	0,8	0,9	0,3	0,6	0,1	0,4					25,2	3,9	10,5	2,7
8,00	4,7	2,0	2,2	1,4	0,9	1,0	0,3	0,6	0,1	0,4					27,6	4,1	11,5	2,8
8,40	5,1	2,1	2,4	1,4	0,9	1,0	0,3	0,6	0,1	0,4					30,2	4,3	12,5	3,0
8,80	5,6	2,2	2,6	1,5	1,0	1,1	0,4	0,7	0,2	0,5					32,8	4,5	13,6	3,1
9,20	6,1	2,2	2,8	1,6	1,1	1,1	0,4	0,7	0,2	0,5					35,6	4,7	14,8	3,3
9,60	6,6	2,3	3,0	1,7	1,2	1,2	0,5	0,8	0,2	0,5					38,4	4,9	15,9	3,4
10,00	7,1	2,4	3,2	1,8	1,3	1,2	0,5	0,8	0,2	0,5					41,4	5,1	17,2	3,5
11,00	8,4	2,7	3,8	1,9	1,5	1,3	0,6	0,9	0,2	0,6							20,4	3,9
12,00	9,9	2,9	4,5	2,1	1,8	1,4	0,6	0,9	0,3	0,7							23,9	4,2
13,00	11,4	3,2	5,2	2,3	2,0	1,6	0,7	1,0	0,3	0,7							27,6	4,6
15,00	14,8	3,7	6,7	2,6	2,6	1,8	1,0	1,2	0,4	0,8								
17,00	18,5	4,2	8,4	3,0	3,3	2,0	1,2	1,3	0,5	0,9								
20,00	24,9	4,9	11,3	3,5	4,5	2,4	1,6	1,6	0,7	1,1								
22,00			13,4	3,9	5,3	2,6	1,9	1,7	0,8	1,2								
25,00			17,0	4,4	6,7	3,0	2,4	2,0	1,0	1,4								
30,00					9,3	3,6	3,4	2,4	1,4	1,6								
35,00					12,3	4,2	4,5	2,8	1,8	1,9								
40,00					15,7	4,8	5,7	3,2	2,3	2,2								
50,00							8,6	3,9	3,5	2,7								

Tablo 2.59 / BAKIR BORULAR İÇİN ÖZGÜL SÜRTÜNME KAYIPLARI(DIN 1786) φ=10°C (φ_W=60°C:$R_{10°C}$ - 20%)

DN	10		15		20		25		32		40		50		65		80	
V L/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s
0,10	6,0	0,7	2,1	0,4	0,7	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1						
0,20	20,2	1,4	7,0	0,9	2,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
0,30	41,6	2,1	14,2	1,3	4,9	0,8	1,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2						
0,40	69,8	2,8	23,7	1,8	8,2	1,1	2,5	0,7	0,9	0,4	0,3	0,3						
0,50	104,4	3,4	35,4	2,2	12,2	1,4	3,7	0,9	1,3	0,6	0,4	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1
0,60	145,5	4,1	49,1	2,6	16,9	1,7	5,1	1,0	1,8	0,7	0,6	0,4						
0,70	192,6	4,8	64,9	3,1	22,3	2,0	6,7	1,2	2,3	0,8	0,8	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2
0,80			82,7	3,5	28,3	2,3	8,5	1,4	2,9	0,9	1,0	0,6						
0,90			102,5	4,0	35,0	2,5	10,5	1,5	3,6	1,0	1,2	0,6	0,4	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2
1,00			124,2	4,4	42,3	2,8	12,7	1,7	4,3	1,1	1,5	0,7	0,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2
1,10			147,9	4,8	50,3	3,1	15,0	1,9	5,1	1,2	1,7	0,8	0,6	0,5	0,2	0,3	0,1	0,2
1,20			173,5	5,3	58,9	3,4	17,6	2,1	6,0	1,3	2,0	0,8	0,7	0,6	0,3	0,4	0,1	0,3
1,30					68,2	3,7	20,3	2,2	6,9	1,4	2,3	0,9	0,8	0,6	0,3	0,4	0,1	0,3
1,40					78,1	4,0	23,2	2,4	7,9	1,5	2,7	1,0	0,9	0,7	0,4	0,4	0,1	0,3
1,50					88,7	4,5	29,6	2,8	10,0	1,8	3,4	1,1	1,1	0,7	0,5	0,5	0,2	0,4
1,80							36,6	3,1	12,4	2,0	4,2	1,3	1,3	0,8	0,6	0,5	0,2	0,4
DN	100		125		150													
2,00	0,1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	44,4	3,4	15,0	2,2	5,1	1,4	1,7	0,9	0,7	0,6	0,3	0,4
2,20							52,8	3,8	17,8	2,4	6,0	1,5	2,0	0,9	0,8	0,6	0,4	0,5
2,40							61,9	4,1	20,9	2,6	7,0	1,7	2,4	1,0	0,9	0,7	0,4	0,5
2,60							71,7	4,5	24,2	2,9	8,1	1,8	2,8	1,1	1,1	0,7	0,5	0,6
2,80							82,2	4,8	27,6	3,1	9,3	2,0	3,2	1,2	1,3	0,8	0,5	0,6
3,00	0,2	0,4	0,1	0,3	0,0	0,2	93,3	5,2	31,4	3,3	10,5	2,1	3,5	1,3	1,5	0,9	0,6	0,7
3,20									35,3	3,5	11,8	2,2	3,9	1,4	1,7	0,9	0,6	0,7
3,40									39,4	3,7	13,2	2,4	4,4	1,5	1,9	1,0	0,7	0,7
3,60	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3			43,8	4,0	14,6	2,5	4,9	1,6	2,1	1,1	0,8	0,8
4,00	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3			53,1	4,4	17,7	2,8	5,8	1,8	2,5	1,3	1,0	0,9
4,40	0,5	0,7	0,2	0,4	0,1	0,3			63,3	4,8	21,0	3,1	7,0	1,9	3,0	1,4	1,2	0,9
4,80	0,5	0,7	0,2	0,4	0,1	0,3					24,7	3,4	8,2	2,1	3,5	1,5	1,4	1,0
5,20	0,6	0,8	0,2	0,5	0,1	0,3					28,5	3,6	9,5	2,3	4,0	1,7	1,7	1,1
5,60	0,7	0,8	0,3	0,5	0,1	0,4					32,7	3,9	10,8	2,5	4,6	1,8	2,0	1,2
6,00	0,8	0,9	0,3	0,5	0,1	0,4					37,1	4,2	12,1	2,7	5,2	1,9	2,2	1,3
6,40	0,9	0,9	0,3	0,5	0,1	0,4					41,8	4,5	13,9	2,8	6,0	2,0	2,5	1,3
6,80	1,0	1,0	0,3	0,6	0,2	0,5					46,8	4,8	15,6	3,0	6,7	2,1	2,8	1,4
7,20	1,1	1,0	0,3	0,6	0,2	0,5					52,0	5,1	17,1	3,2	7,4	2,3	3,1	1,5
7,60	1,2	1,1	0,4	0,7	0,2	0,5							18,8	3,4	8,1	2,4	3,3	1,6
8,00	1,4	1,2	0,4	0,7	0,2	0,5							20,5	3,5	8,8	2,5	3,6	1,7
8,40	1,5	1,2	0,4	0,7	0,2	0,5							22,5	3,6	9,6	2,7	4,0	1,8
8,80	1,6	1,3	0,5	0,8	0,3	0,6							24,6	3,8	10,5	2,8	4,3	1,9
9,20	1,8	1,3	0,5	0,8	0,3	0,6							26,7	4,0	11,4	2,9	4,7	2,0
9,60	2,0	1,4	0,6	0,9	0,3	0,6							28,8	4,2	12,3	3,0	5,1	2,2
10,00	2,1	1,5	0,6	0,9	0,3	0,7							30,9	4,4	13,2	3,1	5,4	2,2
11,00	2,4	1,6	0,8	1,0	0,4	0,8							36,9	4,9	15,7	3,4	6,5	2,4
12,00	2,9	1,7	0,9	1,1	0,5	0,8									18,4	3,8	7,6	2,9
13,00	3,3	1,9	1,0	1,2	0,5	0,9									21,4	4,1	8,8	2,8
15,00	4,3	2,2	1,3	1,3	0,7	1,0									27,6	4,7	11,4	3,3
17,00	5,4	2,5	1,7	1,5	0,9	1,2											14,3	3,7
20,00	7,3	2,9	2,2	1,8	1,2	1,4											19,3	4,3
22,00	8,7	3,2	2,7	2,0	1,4	1,5											23,1	4,8
25,00	11,0	3,6	3,4	2,2	1,8	1,7												
30,00	15,3	4,4	4,7	2,7	2,5	2,1												
35,00	20,4	5,1	6,3	3,1	3,3	2,4												
40,00			8,0	3,6	4,2	2,7												
50,00			12,1	4,5	6,3	3,4												

Tablo 2.60 / PVC-U PLASTİK BORULAR İÇİN ÖZGÜL SÜRTÜNME KAYIPLARI (DIN 19532) PN 16 φ =10°C

DN (d:)	15 (16,0)		20 (20,4)		25 (26,0)		32 (32,6)		40 (40,8)		50 (51,4)		65 (61,2)		80 (73,6)		100 (102,2)	
V L/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s	R mbar/m	V m/s
0,1	2,9	0,5	0,9	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0						
0,2	9,3	1,0	2,9	0,6	0,9	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1						
0,3	19,0	1,5	5,9	0,9	1,9	0,6	0,6	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1						
0,4	31,8	2,0	9,9	1,2	3,1	0,8	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2						
0,5	47,4	2,5	14,7	1,5	4,5	0,9	1,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
0,6	65,9	3,0	20,3	1,8	6,3	1,1	2,1	0,7	0,7	0,5	0,2	0,3						
0,7	87,2	3,5	26,8	2,1	8,3	1,3	2,8	0,8	1,0	0,5	0,3	0,3						
0,8	111,1	4,0	34,1	2,4	10,6	1,5	3,6	1,0	1,2	0,6	0,4	0,4						
0,9	137,8	4,5	42,2	2,8	13,0	1,7	4,4	1,1	1,5	0,7	0,5	0,4	0,2	0,3				
1,0	167,1	5,0	51,0	3,1	15,8	1,9	5,3	1,2	1,8	0,8	0,6	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2	0,0	0,1
1,2			71,1	3,7	21,9	2,3	7,3	1,4	2,5	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4	0,1	0,2		
1,4			94,2	4,3	28,9	2,6	9,7	1,7	3,3	1,1	1,1	0,7	0,4	0,4	0,2	0,3		
1,6			120,4	4,9	36,8	3,0	12,3	1,9	4,2	1,2	1,4	0,8	0,5	0,5	0,2	0,4		
1,8					43,3	3,3	15,2	2,2	5,1	1,4	1,7	0,9	0,7	0,6	0,3	0,4		
2,0					52,8	3,7	18,4	2,4	6,2	1,5	2,0	1,0	0,9	0,7	0,4	0,5	0,1	0,2
2,2					65,8	4,1	21,9	2,6	7,4	1,7	2,4	1,1	1,0	0,7	0,4	0,5		
2,4					77,2	4,5	25,6	2,9	8,6	1,8	2,8	1,2	1,2	0,8	0,5	0,6	0,1	0,2
2,6					89,5	4,9	29,6	3,1	10,0	2,0	3,3	1,3	1,4	0,8	0,5	0,6	0,2	0,3
2,8							33,9	3,4	11,4	2,1	3,7	1,3	1,6	0,9	0,6	0,6	0,2	0,3
3,0							38,5	3,6	12,9	2,3	4,2	1,4	1,8	1,0	0,8	0,7	0,2	0,4
3,2							43,3	3,8	14,5	2,4	4,8	1,5	2,0	1,1	0,9	0,7	0,2	0,4
3,4							48,4	4,1	16,2	2,6	5,3	1,6	2,3	1,2	1,0	0,8	0,2	0,4
3,6							53,7	4,3	18,0	2,8	5,9	1,7	2,5	1,2	1,1	0,8	0,2	0,4
3,8							59,4	4,6	19,9	2,9	6,5	1,8	2,8	1,3	1,2	0,9	0,3	0,5
DN (d:)	125 (130,8)		150 (147,2)															
4,0	0,1	0,3	0,0	0,2			65,2	4,8	21,8	3,1	7,1	1,9	3,1	1,4	1,3	0,9	0,3	0,5
4,5									27,0	3,4	8,8	2,2	3,8	1,5	1,6	1,1	0,3	0,5
5,0	0,1	0,4	0,1	0,3					32,8	3,8	10,7	2,4	4,6	1,7	1,9	1,2	0,4	0,6
5,5									39,1	4,2	12,7	2,7	5,4	1,9	2,2	1,3	0,5	0,7
6,0	0,2	0,4	0,1	0,4					45,9	4,6	14,9	2,9	6,4	2,0	2,6	1,4	0,5	0,7
6,5									53,2	5,0	17,2	3,1	7,4	2,2	3,0	1,5	0,6	0,8
7,0	0,2	0,5	0,1	0,4							19,7	3,4	8,4	2,4	3,4	1,6	0,7	0,9
7,5											22,3	3,6	9,6	2,5	3,9	1,8	0,8	0,9
8,0	0,3	0,6	0,2	0,5							25,2	3,9	10,7	2,7	4,4	1,9	0,9	1,0
8,5											28,1	4,1	12,0	2,9	4,9	2,0	1,0	1,0
9,0	0,3	0,7	0,2	0,5							31,2	4,3	13,3	3,1	5,4	2,1	1,1	1,1
9,5											34,5	4,6	14,7	3,2	6,0	2,2	1,2	1,2
10,0	0,4	0,7	0,2	0,6							37,9	4,8	16,2	3,4	6,6	2,4	1,3	1,2
11,0	0,5	0,8	0,3	0,6									19,3	3,7	7,8	2,6	1,6	1,3
12,0	0,6	0,9	0,3	0,7									22,6	4,1	9,2	2,8	1,9	1,5
13,0	0,7	1,0	0,4	0,8									26,2	4,4	10,6	3,1	2,2	1,6
14,0	0,8	1,0	0,4	0,8									30,0	4,8	12,2	3,3	2,5	1,7
15,0	0,9	1,1	0,5	0,9									34,1	5,1	13,8	3,5	2,8	1,8
17,0	1,1	1,3	0,6	1,0											17,4	4,0	3,5	2,1
20,0	1,4	1,5	0,8	1,2											23,5	4,7	4,7	2,4
22,0	1,7	1,6	1,0	1,3													5,6	2,7
25,0	2,2	1,9	1,2	1,5													7,1	3,0
30,0	3,0	2,2	1,7	1,8													10,0	3,7
35,0	4,0	2,6	2,2	2,1													13,3	4,3
40,0	5,1	3,0	2,9	2,4													17,0	4,9
45,0	6,3	3,3	3,6	2,6														
50,0	7,7	3,7	4,3	2,9														
55,0	9,1	4,1	5,1	3,2														
60,0	10,7	4,5	6,0	3,5														

Tablo 2.62 / PE-HD PLASTİK BORULAR İÇİN ÖZGÜL SÜRTÜNME KAYIPLARI (DIN 19533) φ =10°C

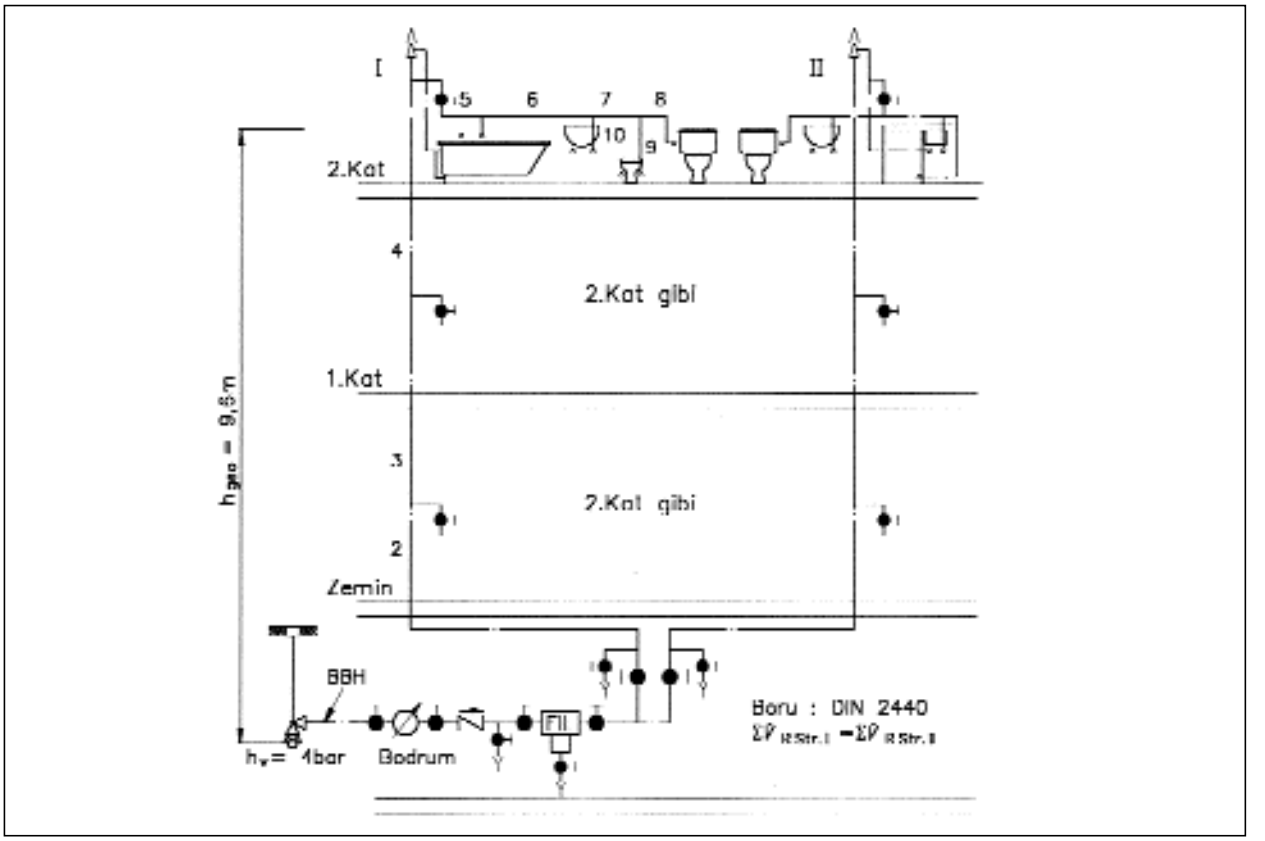
Yerel kayıp	Symbol	ζ
Kol ayrılma		1,3
Kol birleşme		0,9
Geçiş ayrılma		0,3
Geçiş birleşme		0,6
Karşı akım birleşme		3,0
Karşı akım ayrılma		1,3
Dirsek ayrılma		0,9
Dirsek birleşme		0,4
Dirsek geçiş ayrılma		0,3
Dirsek geçiş birleşme		0,2
T ayrılma		0,5
T birleşme		1,0
90° dirsek r = d r = 2d r = 4d		0,51 0,30 0,23
Keskin dirsek 90°		1,3
Keskin dirsek 45°		0,4
Redüksiyon		0,4
Genişleme		0,6
U genleşme		1,0
Kompensatör		2,0

Yerel kayıp	DN	Sembol	ζ
membranlı ventil	15 20 25 32 40 ila 100		10,0 8,5 7,0 6,0 5,0
Eğik ventil	15 20 25 ila 50 65		3,5 2,5 2,0 0,7
Tam açık serbest geçişli ventil	15 20 ila 25 32 ila 50 68 ila 80 100 üzeri		2 1,5 1 0,7 0,6
Köşe ventili	10 15 20 ila 40 50 ila 100		7,0 4,0 2,0 3,5
Ayırma vanası ve pistonlu vana	10 ila 15 20 ila 25 32 ila 150		1,0 0,5 0,3
Çek valf	15 ila 20 25 ila 40 50 65 ila 100		7,7 4,3 3,8 2,5
Calpara çekvalf	50 100 200		1,5 1,2 1,0
Boru vanası	25 ila 70		5,0
Basınç düşürücü			30

Tablo 2.63 / ÖZEL KAYIP KAT SAYISI ζ

v	ζ Değerlerine göre basınç kaybı , Z (mbar)										v	ζ Değerlerine göre basınç kaybı , Z (mbar)									
m/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	m/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,6	12,8	25,6	38,4	51,2	64,0	76,8	89,6	76,8	76,8	76,8
0,4	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	8,0	1,7	1,7	14,4	28,9	43,3	57,8	72,2	86,7	101,1	86,7	86,7	86,7
0,6	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0	1,8	16,2	32,4	48,6	64,8	81,0	97,2	113,4	97,2	97,2	97,2
0,8	3,2	6,4	9,6	12,8	16,0	19,2	22,4	25,6	28,8	32,0	1,9	18,0	36,1	54,1	72,2	90,2	108,3	126,3	108,3	108,3	108,3
1,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	2,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	120,0	140,0	120,0	120,0	120,0
1,1	6,0	12,1	18,1	24,2	30,2	36,3	42,3	48,4	54,4	60,0	2,2	24,2	48,4	72,6	96,8	121,0	145,2	169,3	145,2	145,2	145,2
1,2	7,2	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	50,4	57,6	64,8	72,0	2,4	28,9	57,6	86,4	15,2	144,0	172,7	201,5	172,7	172,7	172,7
1,3	8,4	16,9	25,3	33,8	42,2	50,7	59,1	67,6	76,0	84,5	2,6	33,8	67,6	101,4	135,2	168,9	202,7	236,5	202,7	202,7	202,7
1,4	9,8	19,6	29,4	39,2	49,0	58,8	68,6	78,4	88,2	98,0	2,8	39,2	78,4	117,6	159,8	195,9	235,1	274,3	235,1	235,1	235,1
1,5	11,2	22,5	33,7	45,0	56,2	67,5	78,7	90,0	101,2	112,5	3,0	45,0	90,0	135,0	179,9	224,9	269,9	314,9	269,9	269,9	269,9

Tablo 2.64 / YEREL BASINÇ KAYBI, Z (Sıcaklık 10°C ve Yoğunluk=999.7kg/m³)



Tablo 2.65 / ÖRNEK BORU ÇAPI HESABINA ESAS SİSTEM ŞEMASI

Kolon Numarası	I	II	Kolon Numarası	I	II
Şebeke basıncı, P_V (mbar)	4000	4000	En elverişsiz kullanım yerindeki akma basıncı, P_{MF} (mbar)	1200	1200
Statik yükseklik, h (m)	9,6	9,6			
Statik basınç, Δ Ph (mbar)	960	960	Toplam basınç kaybı (mbar) $\Delta P = \Delta P_h + \Delta P_w + \Delta P_F + P_{MF}$	2590	2590
En elverişsiz kullanım yerinde durgun basınç, $P = P_V - \Delta Ph$ (mbar)	3040	3040	Kullanılabilir basınç farkı (mbar) $\Delta P_k = P_V - \Delta P$ (mbar)	1310	1310
Sayaçtaki basınç kaybı, ΔP_W (mbar) Vs = 6,8 m³/h	330	330	Boru tesisatı uzunluğu (m)	36,5	32,6
Filtredeki basınç kaybı, ΔP_F (mbar)	200	200	Ortalama özgül basınç kaybı, mbar/m	36	40

Tablo 2.66 / ÖRNEK İÇİN HESAPLANAN BASINÇ DEĞERLERİ

T.B	Toplam Y.B.	Debi	Uzunluk	Boru çapı	Özg. kayıp	Kayıp
-	-	L/s	m	DN(mm)	bar/m	mbar
11	2.5	0.395	0.5	20	0.041	21
10	0.5	0.177	0.4	15	0.039	16
9	0.25	0.125	1	10	0.021	21
8	0.25	0.125	0.8	10	0.021	17
7	0.5	0.177	0.6	15	0.039	23
6	1	0.250	0.7	20	0.016	11
5	3.5	0.468	0.7	20	0.057	40
4	3.5	0.468	3.2	25	0.017	54
3	7	0.661	3.2	25	0.034	109
2	10.5	0.810	10.8	32	0.014	151
1	21	1.146	6.5	32	0.027	176
BBH	21	1.146	10	32	0.027	270
					Toplam kayıp=	908

Tablo 2.67a / ÖRNEK 1 İÇİN TS 1258'E GÖRE BORU ÇAPI VE BASINÇ KAYBI HESABI

Tes. Böl.	Kullanma debisi	hesap debisi	Uzunluk	Boru çapı	Hız	Özgül sürt.	Sürt. Kayb.	Lokal kayıp katsayısı	Lokal kayıp
-	L/s	L/s	m	DN(mm)	m/s	bar/m	mbar	-	mbar
11	0,15	0,15	0,5	15	0,75	8,2	4,1		
10	0,07	0,07	0,4	15	0,35	1,8	0,7		
9	0,13	0,13	1	15	0,65	6,3	6,3		
8	0,13	0,13	0,8	15	0,65	6,3	5,0	3,3	7
7	0,26	0,23	0,6	15	1,15	17,4	10,4	0,3	2
6	0,33	0,27	0,7	15	1,35	23,5	16,4	0,3	2,8
5	0,48	0,35	0,7	20	0,95	8,1	5, 7	9,3	43
4	0,48	0,35	3,2	20	0,95	8,1	25,9	0,3	1,4
3	0,96	0,53	3,2	20	1,46	17,8	56,9	0,3	3,3
2	1,44	0,66	10,8	25	1,1	8,3	89,6	3,8	23,4
1	3	0,98	6,5	32	1,7	18,3	119	9,3	137
BBH	3	0,98	10	32	1,7	18,3	183	7	103
					Toplam Kayıplar=		523		323
					TOPLAM KAYIP= (523+323). 1,1= 930 mbar				

Tablo 2.67b / ÖRNEK 2 İÇİN DIN 1988'E GÖRE BORU ÇAPI VE BASINÇ KAYBI HESABI

T.B.	Adet	Yerel Kaybın Cinsi	ξ	Σξ
8	1 1 2	Redüksiyon T Geçiş ayrılma 90° Dirsek	0,4 0,3 1,3	3,3
7	1	T - Geçiş ayrılma	0,3	0,3
6	1	T - Geçiş ayrılma	0,3	0,3
5	1 2 1 1	T - Ayrılma 90° Dirsek Redüksiyon Vana DN 20	1,3 0,3 0,4 7,0	9,3
4	1	T - Geçiş ayrılma	0,3	0,3

T.B.	Adet	Yerel Kaybın Cinsi	ξ	Σξ
3	1	T - Geçiş ayrılma	0,3	0,3
2	2 1 1 1	90° Dirsek Vana DN 32 T - Geçiş Ayrılma Redüksiyon	0,3 2,5 0,3 0,4	3,8
1	1 1 1	90° Dirsek Çekvalf Vana DN 32	0,3 5,0	9,3
BBH	1 1	Köşe ventil Vana	5,0 2,0	7,0

Tablo 2.68 / YEREL KAYIP KATSAYILARI