

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE  
İKLİMLENDİRME**

**TEMİZ SU TESİSATI  
522EE0302**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iv
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. ŞEHİR TEMİZ SU ŞEBEKESİ .....	3
1.1. Suyun Özellikleri .....	5
1.1.1. Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik Özellikleri .....	5
1.1.2. İnsan Sağlığı ve Su .....	7
1.1.3. İyi Bir İçme Suyunda Aranacak Özellikler .....	7
1.1.4. Şehir Sularının Temizlenmesi.....	7
1.2. Şehir Sularının Dağıtılması .....	9
1.2.1. Suyun Yerçekimiyle İletilmesi .....	9
1.2.2. Suyun Pompalarla İletilmesi.....	10
1.2.3. Suyun Depolama Yoluyla İletilmesi.....	10
1.2.4. Şehir Şebeke Hattı .....	11
1.3. Şehir Suyunun Bina Tesisatına Bağlanması .....	12
1.3.1. Bina Besleme Hattı .....	14
UYGULAMA FAALİYETİ .....	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	19
2. BİNA İÇİ TEMİZ SU TESİSATI .....	19
2.1. Bina İçi Temiz Su Tesisatı Kısımları .....	20
2.1.1. Bina Bağlantı Hattı .....	20
2.1.2. Sayaç Hattı.....	20
2.1.3. Kullanma Hattı .....	21
2.2. Sıhhi Tesisat ve Önemi .....	21
2.2.1. İç Tesisat Boruları Montajında Dikkat Edilecek Hususlar .....	23
2.3. Bina Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Tayini .....	25
2.3.1. Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı (Musluk Birim) Esasına Göre.....	25
2.3.2. Bazı Cihazların MB (Musluk Birimi) Esasına Göre Temiz Su Tüketimi.....	25
2.4. Temiz Su Tesisatı Montaj Kuralları .....	26
2.4.1. Sıhhi Tesisatta Batarya Ağız Ölçülerinin Ayarlanması .....	27
2.4.2. Boruları Su Terazisi ile Teraziye Alma .....	29
2.5. Temiz Su Borularının Sabitlemesi .....	32
2.5.1. Kelepçe ve Konsolla Sabitleme .....	33
2.6. Binalarda Suyun Dağıtım Sistemleri.....	35
2.6.1. Kolon Sistemi .....	35
2.6.2. Dizi Sistem .....	35
2.7. Temiz Su Tesisatında Kullanılan Borular .....	36
2.7.1. Çelik Borular .....	37
2.7.2. Polipropilen (PP) Borular ve Çeşitleri .....	38
2.7.3. Cam Elyaf Takviyeli Borular ve Çeşitleri .....	40
2.7.4. Alüminyum Folyo Takviyeli Borular ve Çeşitleri.....	41
2.7.5. Polietilen (PE-X) Borular ve Çeşitleri.....	43

2.7.6. Bakır Borular .....	44
2.8. Soğuk Su Tesisatı Montaj İşlemleri .....	46
2.8.1. Sıhhi Tesisatçılıkta Kullanılan Alet ve Malzemeler .....	46
2.8.2. Çelik Borularla Tesisatın Döşenmesi .....	46
2.8.3. Bakır Borularla Tesisatın Döşenmesi .....	48
2.8.4. Tesisatta Bakır Boru Kullanmanın Faydaları .....	51
2.8.5. Plastik Borularla Tesisatın Döşenmesi .....	53
2.9. Islak Mekânlarda Temiz Su Tesisatın Döşenmesi .....	56
2.9.1. Banyo.....	56
2.9.2. WC.....	57
2.9.3. Mutfak .....	57
2.10. Tesisatta Suyun Geri Kaçması .....	58
2.10.1. Geri Akışa Yol Açan Durumlar .....	58
2.11. Su Sayacı Çalışma Prensibi ve Montajı .....	59
2.11.1. Sayaçların Okunması .....	60
2.11.2. Sayaç Montaj Kuralları.....	60
2.11.3. Ev Tipi Sayaç Montajı.....	61
2.11.4. Rögâr İçerisine Sayaç Montajı.....	62
2.11.5. Niş İçerisine Sayaç Montajı.....	63
2.12. Donmaya Karşı Alınacak Önlemler .....	64
2.12.1. Dona Karşı Tesisatın Korunması.....	65
UYGULAMA FALİYETİ .....	66
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	77
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	80
3. HİDROFOR MONTAJI .....	80
3.1. Hidroforlar .....	80
3.2. Çalışma Prensibi .....	81
3.2.1. Havayı Kendisi Temin Eden (Otomatik Hava Şarjlı) Hidroforlar .....	82
3.2.2. Hava Kompresörlü Hidroforlar.....	83
3.2.3. Membranlı Basınç Dengeleme Tanklı Paket Hidroforlar .....	84
3.3. Hidrofor Seçimi.....	86
3.4. Hidrofor Denge Tankı Seçimi.....	88
3.4.1. Denge Tankı Basınç Sınıfı Hesabı.....	88
3.4.2. Denge Tankı Hacim Hesabı.....	88
3.4.3. Denge Tankı Ön Gazı Basıncı Hesabı .....	89
3.5. Hidrofor Montaj Kuralları.....	90
3.5.1. Yer Seçimi .....	90
3.5.2. Pompa Su Giriş Tesisatı .....	91
3.5.3. Havasını Kompresörle Temin Eden Hidrofor Montajı .....	91
3.5.4. Hava Enjektörlü Hidrofor Tankı Montajı .....	92
3.5.5. Paket Tip Hidrofor Montajı .....	94
3.5.6. Hidrofor Otomatik Kumanda Elemanları .....	95
3.5.7. Şalterli Flatörün Hidrofora Elektrik Bağlantısı .....	96
3.5.8. Flatörlü Şaltersiz Hidrofor Elektrik Bağlantısı .....	97

3.6. Ayar Yapma İşletmeye Alma.....	98
3.7. Su Depoları .....	99
3.7.1. Su Depolarının Hidrofora Bağlantısı .....	100
3.8. Hidrofor Arızaları .....	102
3.8.1. Hidrofor Çalışmıyorsa .....	102
3.8.2. Hidrofor Çalışıyor Fakat Musluklardan Su Akmıyor ya da Basıncsızsa .....	102
3.8.3. Hidrofor Çok Sık Devreye Girip Çıkıyorsa .....	102
UYGULAMA FAALİYETİ .....	104
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	107
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	108
4. KAÇAK DENEMESİ.....	108
4.1. Su ile Kaçak Testi .....	108
4.2. Havayla Kaçak Testi .....	109
UYGULAMA FAALİYETİ .....	110
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	113
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	115
5. MOBİL SİSTEM.....	115
5.1. Mobil Sistem ve Özellikleri .....	115
5.2. Polietilen Borular .....	116
5.2.1. PEX-b Boruların Kullanım Alanları.....	116
5.2.2. PEX-b Boruların Kullanım Alanlarında Sağladığı Faydalar .....	116
5.2.3. PEX-b Borunun Uygulanış Şekli ve Avantajları .....	117
5.3. Kolektörler .....	118
5.3.1. Gidiş Kolektörü .....	118
5.3.2. Kolektör Kullanılarak Montaj.....	118
5.3.3. Kolektör Kullanmadan Montaj .....	119
5.3.4. Su Akıtma Ağzı Sayısı Tespiti .....	119
5.3.5. Su Akıtma Yeri Sayısına Göre Kolektör Tespiti .....	120
5.3.6. Kolektöre Takılan Küresel Vanalar .....	120
5.3.7. Boru Güzergâhlarının Kelepçelenmesi.....	120
5.3.8. Her Su Kullanım Yeri Kılıflı Boru Çekilmesi .....	121
5.3.9. Köşe Düzeltici .....	121
5.3.10. Uç Noktalara Musluk Bağlantı Ağzlarının Takılması .....	122
5.3.11. Boru Hattını Koruma Altına Alma .....	122
5.4. Yüzlüklü Rakorlu Birleştirme .....	123
UYGULAMA FAALİYETİ .....	124
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	127
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	129
CEVAP ANAHTARLARI.....	131
KAYNAKÇA .....	133

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0302</b>
<b>ALAN</b>	<b>Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme</b>
<b>DAL</b>	<b>Isıtma ve Sıhhi Tesisat</b>
<b>MODÜL ADI</b>	<b>Temiz Su Tesisatı</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Temiz su tesisatını döşeme ile ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40 / 32
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Bina içi sıhhi tesisat borularının döşenmesini yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında, standartlarına ve tekniğine uygun olarak bina içi sıhhi tesisat borularını döşeyebilecek ve testini yapabileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Gerekli donanımı kullanarak standartlara uygun biçimde şehir bina su tesisatını bağlayabileceksiniz.</li><li>2. Gerekli donanımları kullanarak standartlara uygun biçimde temiz suyun dağıtım sistemlerini döşeyebileceksiniz.</li><li>3. Gerekli donanımı kullanarak soğuk su ve sıcak su daire içi borularını döşeyebileceksiniz.</li><li>4. Uygun takım ve aletleri kullanarak soğuk su ve sıcak su tesisatı ağızlarını, tekniğine uygun olarak ayarlayabileceksiniz.</li><li>5. Gerekli donanımı kullanarak su sayacı montajını yapabileceksiniz.</li><li>6. Uygun takım ve aletleri kullanarak soğuk ve sıcak su tesisatlarının kaçak testini yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı (Internet) vb.</p> <p><b>Donanım:</b> Bağlantı parçaları, keten, sülüşen boya, boru anahtarı, kurbağacık, açma kapama elemanları, metre, testere</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Yeryüzünde kullanılabilir su oranı % 1'den bile azdır. Nüfusumuzun hızla arttığını göz önüne alırsak doğanın en değerli kaynağı olan suyu daha dikkatli kullanmak gereği kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Sıhhi tesisat, insan sağlığının korunması amacıyla binalarda temiz suyun kirlenmesini önleyerek kullanma yerlerine kadar iletilmesini, kirlı ve pis suların toplanarak bina dışına çıkarılmasını sağlayan boru ağıının yapıma ve uygulama alanıdır.

Sizin için hazırladığımız bu modülle gerekli ortam sağlandığında, standartlara ve tekniğine uygun olarak bina içi sıhhi tesisat borularını döşeyebileceksiniz.

Bu bölümü seçerek yeni bir mesleğe adım atmış bulunmaktasınız. Kişinin mesleğinde başarılı olabilmesi için bilgi, beceri ve en önemlisi seçtiği alanda istekli olması gerekir.

Bu modülde, sıhhi tesisat alanında gereken bilgi ve beceriye sahip olacak, piyasada aranan bir eleman olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli donanımları kullanarak standartlara uygun biçimde bina temiz suyu dağıtım sistemlerini döşeyebileceksiniz.

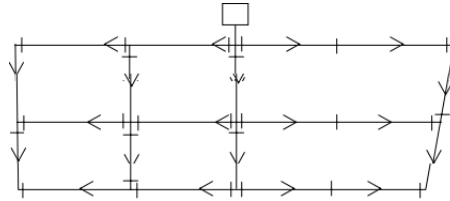
## ARAŞTIRMA

- Belediyelere giderek konu hakkında bilgi almız.
- Bölgenizdeki tesisat ile ilgilenen firmalardan bilgi edininiz.

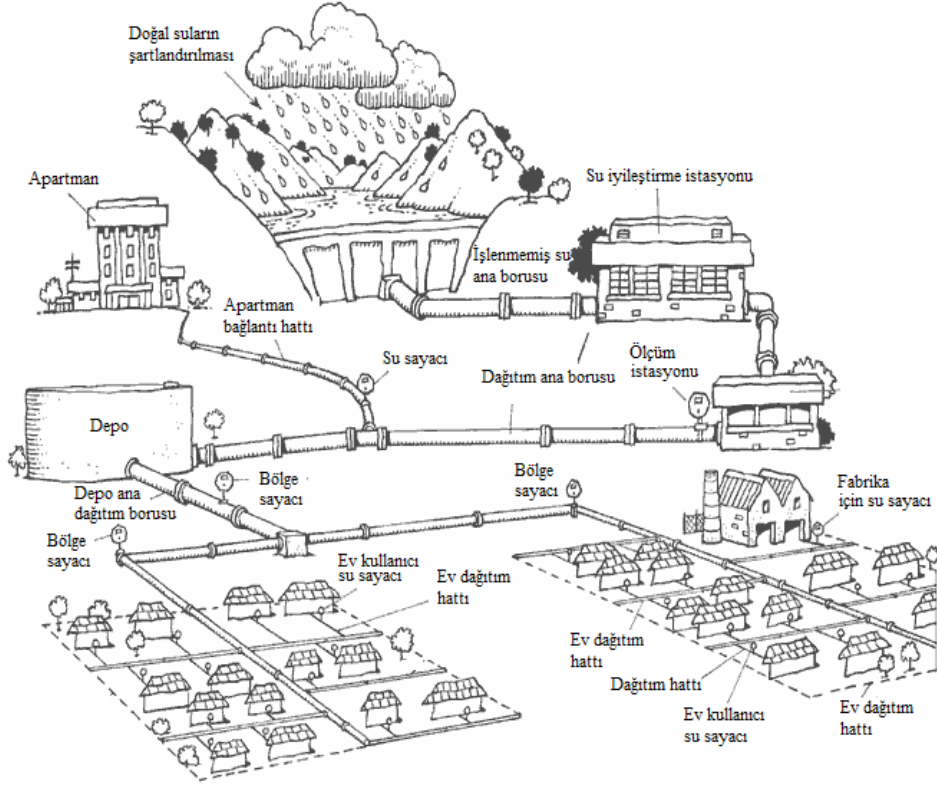
## 1. ŞEHİR TEMİZ SU ŞEBEKESİ

İsale hattı (şehir temiz su şebekesi) ile haznelere getirilen suları sarfiyat yerlerine dağıtan boru sistemine **İçme suyu şebekesi** adı verilir. İçme suyu şebekesi her binada yeteri kadar basınçlı suyu bulunduracak şekilde planlanır. Şebeke boruları devamlı su ile dolu ve basınç altında bulunmalıdır. Aksi takdirde kirlenme ihtimali artar. Şebeke boruları ev ihtiyaçları ile birlikte sanayi, yangın, bahçe sulaması ve diğer genel ihtiyaçları da temin edecek kapasite de olmalıdır.

İçme suyu şebekelerinde tamir ve bakım için borularda zaman zaman suyun kesilmesi gerekir. Bunun için boru üzerine kapatma vanaları konur. Nüfusu 10.000'den büyük olan yerleşim merkezlerinde her boruyu şebekeden tecrit edecek şekilde vanalar teşkil edilir. Boru boylarının uzun olması hâlinde her 300-500 m'de bir vana konur.



Şekil 1.1: Şehir şebekesine vanaların yerleştirilmesi



**Şekil 1.2: Şehir şebekesine suyun temini**

Uluslararası kuruluşların hazırladığı ve birbirini teyit eden raporlarda içme suyu olarak kullanılan kirlenmiş sular nedeniyle her yıl 200 milyon insanın suya bağlı hastalıklara yakalandığı ve 2,2 milyonunun da hayatını kaybettiği açıkça belirtilmektedir. Ayrıca, günümüz dünya nüfusunun yaklaşık % 20'sinin güvenli su kaynaklarından yoksun olduğu, dünya nüfusunun 2050 yılında 9,3 milyara ulaşmasının beklendiği ve iklim değişikiminin de etkisiyle birlikte 60 ülkede 7 milyar insanın su kıtlığı ile karşı karşıya kalacağı belirtilmektedir.

Yerküredeki suların % 97 'sini okyanuslar ve denizler oluştururken tatlı suların oranı % 3'tür. Tatlı suların, % 79'u buzullar, % 20'si yeraltı suları ve % 1'i de ulaşılabilir sular olarak bulunmaktadır. Ulaşılabilir suların % 52'si göller, % 38'i yeryüzündeki nem, % 8'i atmosferdeki su buharı, % 1'i canlıların organizmalarındaki sular ve % 1'i nehirler ve kaynaklar şeklinde dağılmıştır. Temel içme ve kullanma su gereksinimi olarak bir kişinin en az 50 litre temiz suya ulaşabilmesi gerekmektedir. Günlük 50 litre temiz suya erişilememesi durumunda, insan yaşamında suya bağlı sağlık sorunlarının başlayacağı gerçeği göz ardı edilmemelidir.

## 1.1. Suyun Özellikleri

Su geçtiği toprak tabakalarının özelliklerine göre değişir. Toprak tabakalarından aldığı tuzlar ve minerallere göre tadı ve kokusu değişir. Yer üstüne çıkan suya çeşitli mikroplar ve bakteriler karışabilir. Bitki artıkları, çamur ve diğer asılı maddeler suyun görüntüsünü bozar.

Suyun içinde bulunan bu maddelerin oranı, suyun kalitesini ve hangi alanda kullanılacağını belirtir.

### 1.1.1. Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik Özellikleri

#### 1.1.1.1. Fiziksel Özellikler

Gözle görülebilen ve su içinde çözünür durumda olmayan, hissedilen ve kolay ayrıştırılabilen maddelerin sudaki oranı suyun fiziksel özelliğini belirler. Bunlar suyun kokusu, lezzeti, rengi, berraklığı ve sıcaklığıdır.

- **Koku ve lezzet:** Yosun ve benzeri maddeler suyun tadını değiştirir ve kötü kokmasına neden olur. Suda erimiş hâlde bulunan oksijen ve karbondioksit gazları, suya hoş bir lezzet verir.
- **Renk:** Suda erimiş ya da asılı bulunan koloidal organik maddeler suya renk verir.
- **Berraklık:** Yosun ve diğer yabancı maddeler suya bulanıklık verir. Bu maddeler zamanla tesisat araç ve gereçlerin dibine çökerek zarar verir.
- **Sıcaklık:** İçme suyunun sıcaklığı yaklaşık olarak 7–12 °C arasında olmalıdır.

#### 1.1.1.2. Kimyasal Özellikler

Suyun kimyasal özelliğini, suya genellikle topraktan karışan bazı kuvvetli asitler, tuzlar ve bazı gazların su içinde eriyik durumda bulunması belirler. Kalsiyum ve magnezyum bikarbonatları geçici sertliği (veya karbonat sertliğini) yine bu elementlerin klorür, nitrat, sülfat, fosfat ve silikatları ise kalıcı sertliği (veya karbonat olmayan sertliği) verir. Her iki sertliğe birden sertlik bütünü denir. Geçici sertlik bikarbonatlardan ileri geldiğinden suların kaynatılması ile giderilir. Hâlbuki kalıcı sertlik kalsiyum ve magnezyum sülfat ve klorürden ileri geldiği için kaynatılmakla giderilemez.

**Çeşitli sertlik birimleri vardır. Bunlardan en çok kullanılanları şunlardır:**

- Fransız sertlik derecesi (FS): Litrede 10 mg kalsiyum karbonat kapsayan suyun sertliği, 1 Fransız sertlik derecesidir.
- İngiliz sertlik derecesi (IS): 1 galon (0,7 litre) suda 10 mg kalsiyum karbonat kapsayan suyun sertliği, 1 İngiliz sertlik derecesidir.

- Alman sertlik derecesi (AS): Litrede 10 mg kalsiyum oksit(CaO) kapsayan suyun sertliğidir.
- Amerikan sertlik derecesi: 1 grain (0,0648 g) CaCO<sub>3</sub>/Amerikan galonu (3,785 l)
- Rus sertlik derecesi: 0.001 g Ca/l 1 FS = 0,56 AS = 0,7 IS = 10 ppm

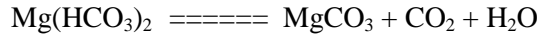
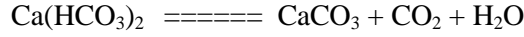
Yukarıdaki rakamsal bilgileri tablo olarak verecek olursak

	ppm			Derece		
	CaCO <sub>3</sub>	İngiliz	Amerikan	Fransız	Alman	Rus
ppm veya CaCO <sub>3</sub>	1.00	0,07	0,058	0,10	0,056	0,40
İngiliz Sertlik Derecesi	14,19	1,00	0,83	1,43	0,80	5,72
Amerikan Sertlik Derecesi	17,16	1,20	1,00	1,72	0,96	6,86
Fransız Sertlik Derecesi	10,0	0,70	0,58	1,00	0,56	4,00
Alman Sertlik Derecesi	17,86	1,25	1,04	1,79	1,00	7,14
Rus Sertlik Derecesi	2,50	0,18	0,15	0,25	0,14	1,00

**Tablo 1.1: Su sertlik derecelerinin karşılaştırılması**

Suyun sertliğinin kalıcı ve geçici sertliğin toplamı olduğunu belirtmiştik.

- Geçici sertlik (Karbonat sertliği): Kalsiyum ve magnezyum iyonlarının suda çözülmüş olan bikarbonatlarından ileri gelir(Kalsiyum bikarbonat Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve magnezyum bikarbonat Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ). Suyun ısıtılması ile sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonları, çöktürülerek uzaklaştırıldığı için (CO<sub>2</sub> da uçar.) **geçici sertlik** adı verilmiştir. Reaksiyonları şu şekildedir:



- Kalıcı sertlik (Karbonat olmayan sertlik): Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>), Klorür (Cl<sup>-</sup>) ve Nitrat (NO<sub>3</sub>) iyonlarının meydana getirdiği sertliktir. Bunlar kalsiyum sülfat CaSO<sub>4</sub>, magnezyum sülfat MgSO<sub>4</sub>, kalsiyum klorür CaCl<sub>2</sub>, magnezyum klorür MgCl<sub>2</sub>, kalsiyum nitrat Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, magnezyum nitrat Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve kısmen de diğer bileşiklerden meydana gelir. Sular sertlik derecelerine göre

**Çok Yumuşak: 0–5 Fr**  
**Yumuşak: 5–10 Fr**  
**Orta Sert: 10–20 Fr**  
**Sert: 20–30 Fr**  
**Çok Sert: >30 Fr** şeklinde belirlenir.

### 1.2.1.3. Biyolojik Özellikler

Suda bulunan organizmaların en küçüklerinden biri olan bakteriler suyun biyolojik özelliğini belirtir. Bakterilere özellikle yer üstü sularında rastlanır. Suya bakterinin bulaşması, yer üstünde, çevreden olur. Suda yaşayan bakteriler çok çeşitlidir. Bunların hepsi

zararlı değildir. Zararlı olanların başında tifo, para tifo, basilli, dizanteri ve kolera bakterileri gelir. İçme suyu şebekesine girişlerden alınan 100 ml numunelerde koli form gurubundan herhangi bir bakteri bulunmamalıdır. İçme suyu şebekesinden alınan 100 ml'lik numunelerden % 95'inde koli form gurubundan herhangi bir bakteri olmamalıdır. Bu, 100 numune tahlil edildiği zaman en fazla 5 numunede koli form gurubu bakterilerin bulunmasına müsaade edilebileceği manasına gelir.

Yeryüzünün büyük bir kısmı su ile çevrilidir. Ancak, içilebilecek ve çeşitli amaçlar için kullanılacak su kaynakları sınırlıdır bu nedenden dolayı su kaynaklarının doğru kullanımı ve kirlenmesinin önlenmesi gerekmektedir.

### **1.1.2. İnsan Sağlığı ve Su**

Temiz olmayan suların insan sağlığı için tehlike oluşturduğu bir gerçektir. Tifo, para tifo, kolera, basilli ve amipli dizanteri, mide ve bağırsak iltihabı, karaciğer iltihabı gibi birçok hastalıklar mikropu içme sularından ileri gelmektedir.

Kirli sularda yüzmek ve yıkanmak göz, kulak, burun, boğaz ve ciltte çeşitli hastalıklara neden olmaktadır. Ayak parmakları arasında büyüyen mantar hastalığının yüzme havuzlarından meydana gelebileceği ispatlanmıştır.

Suyun şirpençe, şerit gibi hastalıkları taşıdığından da şüphe edilmektedir. Az da olsa suda floride bulunması çocukların diş minelerini zedeler ve lekeler meydana getirir.

İnsan sağlığının korunmasında temiz su ne kadar önemli ise kirli suyun da sağlık için o derece tehlikeli olduğu konusunda kuşku yoktur.

### **1.1.3. İyi Bir İçme Suyunda Aranacak Özellikler**

- Kokusuz, renksiz, berrak ve içimi serinletici olmalıdır.
- İçimi hoş, tercihen 7 °C sıcaklıkta olmalıdır.
- Sertliği 7-14 Fransız sertlik derecesinde olmalıdır.
- Toksin ve zararlı maddeler ihtiva etmemelidir.
- Hastalık yapıcı (Patojen) mikroorganizmalar barındırmamalıdır.
- Bol miktarda ve fiyatı ekonomik olmalıdır.

### **1.1.4. Şehir Sularının Temizlenmesi**

Yerleşim yerlerinde her zaman istenen kalitede ve yeterli miktarda su bulunmaz. Bu sebeple suyun içinde bulunan zararlı maddeleri ayırtmak gerekir. Suyu standartların ve yönetmeliklerin istediği şartlara getirmek için çeşitli temizleme yöntemleri kullanılır. Küçük yerleşim yerlerindeki içme suları kaynak sularından alındığı için bunların temizlenmesi bazı küçük önlemlerle halledilir. Büyük şehirlerin içme sularının temizlenmesi zor ve

uğraştırıcıdır. Bu şehirlerde küçük kaynaklar yeterli gelmediğinden büyük göl ve nehirlerden faydalanılmaktadır. Bu sular içerisinde sağlığa zararlı maddeler olabileceğinden temizlenmelidirler. Temizleme işlemi suyun içinde bulunan maddelerin yapısına ve özelliklerine göre değişir. Yaygın olarak kullanılan temizleme yöntemleri vardır.

#### **1.1.4.1. Sudan Asidin ve Gazın Giderilmesi**

Yeraltı sularında bazen kükürtlü hidrojen ve kükürt dioksit gibi gazlara rastlanır. Suda bulunan karbondioksit lezzet verirken oksijenle birlikte suyun sertliğinin artmasına neden olur. Özel hazırlanmış ızgaralar üzerine ince bir tabaka hâlinde akıtılan veya fıskiye şeklinde havaya püskürtülen su, bol hava ile temas ettirilerek içindeki gazlardan arıtılır.

Bu metottan başka termik, vakumlu ve kimyevi arındırma şekilleri de kullanılır.

#### **1.1.4.2. Durulma**

Suyun içinde bulunan bitki artıkları, çamur ve mil gibi maddeleri ayırtırmak için durulma yöntemi kullanılır. Mekanik ve kimyevi olmak üzere iki türlü yapılıır.

Mekanik durulmada 2–5 m derinlikteki havuzlara alınan suyun hızı 2–10 mm/sn düşürülür. Suyun bekletilme süresi 4–24 saattir. Sudaki asılı maddeler dibe çökerek ayrılır.

Kimyevi durulmada ise durulma işlemini hızlandırmak için suya kimyevi maddeler atılır. Bunun için daha çok alüminyum, demir tuzları ve kireç kullanılır. Bu kimyasal maddeler suyun içinde bulunan asılı maddeleri çürütüp ağırlaştırarak pıhtılaştırır. Pıhtılaştırıcı kullanmakla durulma süresini kısaltmak amaçtır. Havuzun dibinde zamanla bir çamur tabakası meydana gelir. Bu çamur özel makinelerle temizlenir.

#### **1.1.4.3. Suyun Dezenfekte Edilmesi**

Suyu 10 dakika kaynatmak mikropları öldürmek için yeterlidir. Fakat bu yöntem pratik ve ekonomik değildir. Temizleme işleminde mikroplar kısmen azalmakla beraber tamamen ortadan kalkmaz. Ancak suyu kaynatmak salgın hastalıkların bulunduğu yerlerde uygulanabilir. Suyu mikroplardan temizlemek için ozon, klor, kireç kullanılır. Şehir sularının temizlenmesinde yaygın olarak bu maddeler kullanılır.

Mor ötesi (ultraviöle) ışınlardan geçirerek de dezenfekte yapılıır.

#### **1.1.4.4. Filtrasyon (Süzme)**

Toprak altına geçen sularda doğal bir filtrasyon olur. Bizde bu olayı taklit ederek sularda bir filtrasyon işlemi gerçekleştirebiliriz. Ençok kullanılan filtrasyon maddesi kum dur. Daha sonra antrasit, taş kömürü ve kiselgur olabilir. Durulma yapılıp da hâlâ suda kalan

asılı maddeleri ayırıştırmak için yapılır. Bu işlem için uygun kalınlıkta ve temiz kum kullanılır. Su kum tabakasından geçirilir. Kumda süzölme yavaş ve hızlı olarak iki kademe olur.

Yavaş süzmede, kum tabakasından geçen suyun hızı 50–250 mm/saat, kumun iriliği 0,5–1 mm, kum tabakasının kalınlığı 0,70–1,20 m'dir.

Hızlı süzmede ise 5-10 m/saat, kum iriliği 0,35-0,60 mm'dir, tabaka kalınlığı 0,65-1 m'dir. Zamanla kum tabakası kirlenir ve süzme görevini yapamaz. Ters yıkama yapılarak kumun arasını dolduran maddeler temizlenir.

#### 1.1.4.5. Demir ve Manganın Sudan Arındırılması

Sularda çözönmüş hâlde bulunan demir ve mangan sarımsı renkte bulanıklığa neden olmaktadır. Bu evsel ve endüstriyel kullanımlarda istenmeyen sonuçlara sebep olur.

Sudaki demir ve mangan bol hava ile temas ettirilerek kolayca çöktürölür. Bu mümkün olmuyorsa bazı kimyevi maddeler kullanılır.

## 1.2. Şehir Sularının Dağıtılması

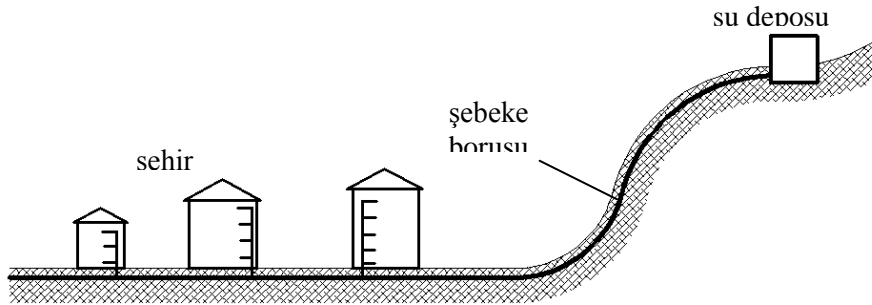
Sular kaynağından alınıp temizlendikten sonra yerleşim alanlarına borularla taşınır.

**Su yerleşim alanlarına üç şekilde iletilir:**

- Suyun yerçekimiyle iletilmesi,
- Suyun pompalar yardımıyla iletilmesi,
- Suyun depolama yoluyla iletilmesi şeklindedir.

### 1.2.1. Suyun Yerçekimiyle İletilmesi

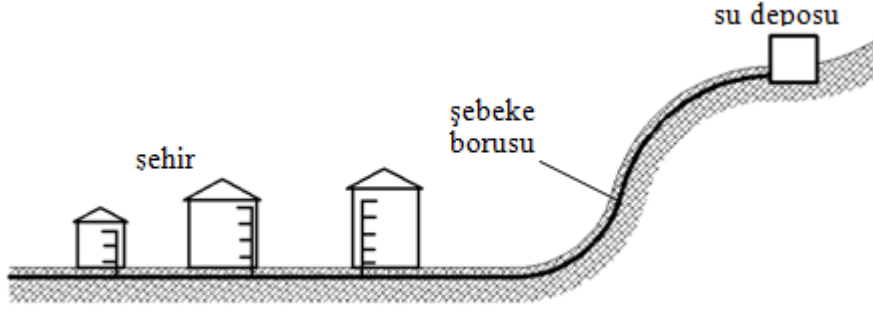
Suyun derlendiği kaynak, şehirden yeteri kadar yüksekteyse bu yöntem uygulanır. Depo yüksekte olduğu için su kolayca kullanma yerlerine ulaşır. Suyun iletiminde ayrıca bir enerjiye ihtiyaç yoktur. Depo ile kullanma yeri arasındaki yükseklik ne kadar çok olursa su basıncı da o kadar artar. Bu iletim şekline tabi iletim de denir.



Şekil 1.3: Suyun şehre yerçekimiyle iletilmesi

### 1.2.2. Suyun Pompalarla İletilmesi

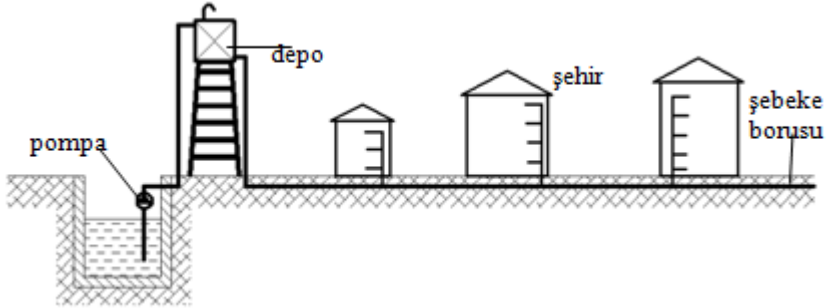
Kaynağından alınan su pompalarla doğrudan şehir şebekesine basılır. Pompaların arızalanması veya elektriğin kesilmesi hâlinde şehir susuz kalır. Sarfiyatın arttığı zamanlarda yedek su pompaları çalıştırılır. Elektriğin kesilmesi hâlinde şehrin susuz kalmaması için yedek bir jeneratör bulundurulmalıdır. Bu tip iletme doğrudan dağıtım da denir.



Şekil 1.4: Suyun pompayla doğrudan iletilmesi

### 1.2.3. Suyun Depolama Yoluyla İletilmesi

Pompalarla su, şehirden yüksekte bulunan depo veya depolara basılır. Bu depolar civardaki tepeler üstüne kâğırdan yapılabileceği gibi çelik sacdan da yapılabilir. Çelik sac depolar çelik konstrüksiyon ayak üzerine oturtulur. Pompaların arızalanması hâlinde, şehrin su ihtiyacını bir süre karşılamak mümkündür. Bu dağıtım tipine dolaylı dağıtım da denir.



Şekil 1.5: Suyun şehre dolaylı iletilmesi

#### 1.2.3.1. Kâğır Depolar

Kâğır depolar beton veya betonarmeden yapıldığı için kâğır adını buradan alır. Suyun lezzetinin bozulmasını önler. Sağlığa zararlı mikroplar üretmez. Bu depolarda ısınmaya, donmaya ve sızmaya karşı önlemler alınmalıdır. Şehir suyunun depolanmasında daha çok kâğır depoları kullanılır.



### 1.2.3.2. Çelik Depolar

Çelik depolar metal malzemeden yapılıdır. Metalik oksitlenmeden dolayı, iyice boyanması ve sıkça temizlenerek bakımının yapılması gerekir. Dış hava şartlarına göre izole edilmelidir. Kâgir depolara göre yapılışı kolay ve pratiktir. Bu depoların muhtelif bakımları ihmal edilirse suyun tadı ve özelliği bozulur.

### 1.2.4. Şehir Şebeke Hattı

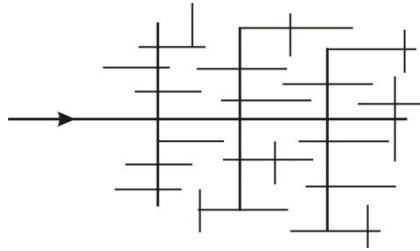
Şehir belediye sınırları içinde cadde sokaklarda yapılan dağıtım şehir suyu dağıtımına girer. Bu dağıtım belediyeler yapar. Suların yerleşim alanlarında dağıtım üç şekilde yapılır:

- Kör uç dağıtım
- Balık ağı dağıtım
- Karışık dağıtım

Günümüzde bu dağıtım sistemleri çift borulu yapılmaktadır. Özellikle büyük caddelerin şehir suyu dağıtımında çok kullanışlı olur. Su dağıtım yapılacak binalara bağlantı yapabilmek için caddeler enlemesine kazılmaz. Hemen binanın kendi tarafında bulunan boruya bağlantı yapılır.

#### 1.2.4.1. Kör Uçlu Dağıtım

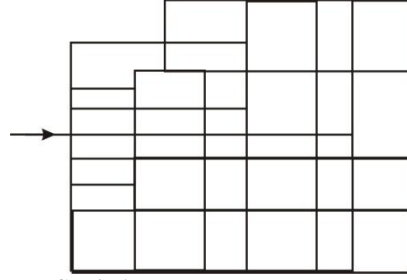
Bu sisteme ramifiye ve dal dağıtım sistemi de denir. Su devamlı akış hâlinde değildir. Yani boru uçları sokak sonlarında kapanmaktadır. Bir sokakta arıza olduğunda bütün semtin sularını kesmek zorunda kalırız. Çünkü her sokağın başında vana yoktur. Boruda suyun hareketsiz kalması suyun bayatlamasına ve boru dibinde çamur oluşmasına neden olur.



Şekil 1.6: Kör uçlu dağıtım sistemi

#### 1.2.4.2. Balık Ağı Sistemi

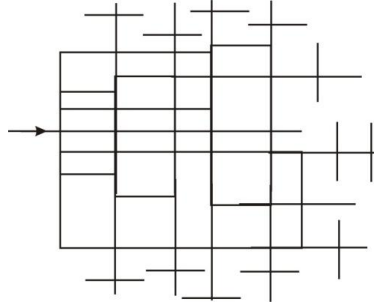
Bu sistemde su devamlı akış hâlinindedir. Her boru bölümünün vanalarla kontrolü mümkündür. Böylece arıza bulunduğu zaman borunun bulunduğu sokak veya sokakların suyu kesilir. Fakat bu sistemin yapımı pahalıdır.



Şekil 1.7: Balık ağı dağıtım

### 1.2.4.3. Karışık Sistem

İki metodun sorunlarını ortadan kaldırmak için bunların birleşimi olan karışık sistem uygulanır. Bu sistemde merkezi yerleşim mahalleleri ağ sisteminde, kenar yerleşim alanları ise kör uçlu dağıtım sisteminde yapılır.



Şekil 1.8: Karışık sistem

## 1.3. Şehir Suyunun Bina Tesisatına Bağlanması

Binaların temiz su tesisatı bulunduğu sokak veya caddeden geçen şebeke borusundan alınır. Bir binaya, binanın önünden geçen şehir suyu borusundan su alma işlemi kolye ve kolye priz yöntemiyle yapılır.

Şehir şebekesi kuru ve su yoksa sadece kolye kullanılır. Kolye çelik veya dökümden yapılmış manşonlu kelepçe biçimlidir. Borunun bağlanacağı manşon biçimli kısmına kolye boyunduruğu denir. Şebeke borusu ve kolye arasına conta koyularak kolye vidaları sıkılır. Bir matkapla boru bağlanılacak yerden delinerek bina hattı çekilir.



**Resim 1.1: Şehir şebeke tesisatından su almada kullanılan priz kolyeler**

Şehir borusunda basınçlı su varken kolye priz kullanılır. Borunun delinmesinde özel bir delme matkabı kullanılır. Kullanılan özel matkap elektriksiz ve el gırgırı biçimli olup mandreni priz musluğuna bağlanacak biçimlidir. Bina su tesisatı hattı için önce boruya bir kolye takılır. Kolyenin boyunduruğu ile boru arasındaki sızdırmazlığı sağlamak için bir conta konulur. Boyunduruğa bir priz musluğu vidalanır. Vanaya takılan özel delme matkabıyla borunun delinmesi sağlanır.

Boruya açılan deliğin çapı 80 mm'ye kadar borularda 25 mm; 100 mm'ye kadar ise 32 mm'den büyük olmamalıdır. Daha büyük ihtiyaçlar için boruya bir T parçası konur veya birden fazla delikten su alma işlemi yapılır.



**Resim 1.2: Kolye priz bağlantısı**

### 1.3.1. Bina Besleme Hattı

Bina temiz su tesisatının şehir su borusu ile su sayacı arasındaki bölümüne bina besleme hattı denir.



Resim 1.3: Besleme hattı

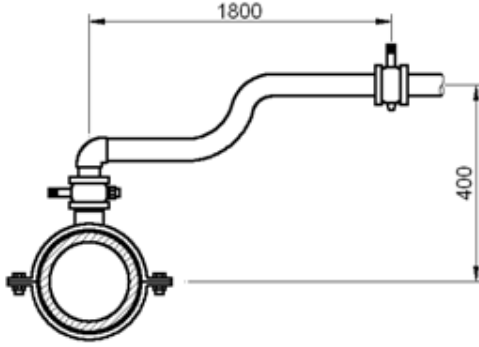
Besleme borusu hattı üzerine yaya kaldırımı altında kalacak şekilde bir kontrol vanası konulur. Bu vanayı açıp kapamak için özel anahtar vardır. Boru çapı 15 daireye kadar  $\text{Ø}32$  mm, 15 daireden sonra  $\text{Ø}40$  mm polietilen boru olmalıdır.



Resim 1.4: Priz kolye uygulamasına örnekler

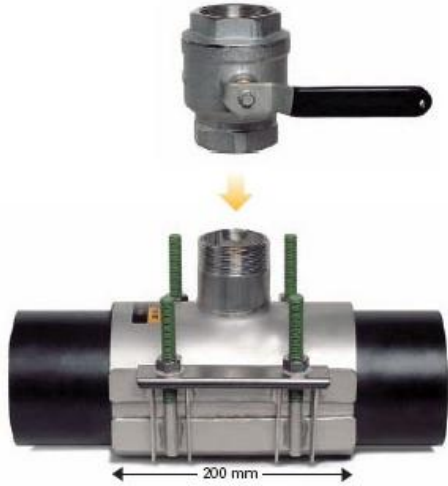
## UYGULAMA FALİYETİ

Verilen şekle uygun kolye priz bağlantısını yapınız.



### Araç ve gereçler

- Kolye
- Priz musluğu
- Kare başlı belediye vanası
- Polietilen (Pe) boru
- Özel delme matkabı
- Kendir

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ İşe uygun takım ve aletleri hazırlayınız.</p>	<p>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p> <p>➤ Çalışma ortamınızı düzenleyerek takımhane sorumlusundan markalama ve delme için gerekli olan takımları alınız.</p> <p>➤ Mevcut olan ana boruyu hazırlayınız.</p> <p>➤ Delinecek boru çapına uygun priz vana ve kolyeyi hazırlayınız.</p> 

- Projeye uygun besleme yerini tespit ediniz.

- Priz kolyelerde oring, yuvasına düzgünce oturtulmalı ve montaj esnasında yerinden çıkmamasına özen gösterilmelidir.



- Priz kolye ile kullanılacak erkek adaptörlere teflon bant sızdırmazlığı sağlayacak kadar ve sıkma yönüyle aynı yönde sarılmalıdır.



- Priz kolyelerin montajı yapıldıktan sonra yapılan boruyu delme işlemi priz kolyenin dişli kısmının bozulmasına neden olabilir. Bu nedenle küçük çaplı bir matkap ucu ile dişlere değmeyecek şekilde delme işlemi gerçekleştirilmelidir.



16

- Priz kolyelerde sızdırmazlığı sağlayacak kadar kamalar çakılmalı ve civatalar sıkılmalıdır.
- Boruda ölçü farklılığı var ise ve ölçü standart değerinden büyük ise ( $> 0.5$  mm) priz kolye montajında alt ve üst kapaklar birbirine değmeyecektir. Bu durumda; civatalı priz kolyelerin civatalarının alt ve üst kapaklar

- Şehir su borusu hattından bina girişine kadar olan mesafeye besleme borusunu döşeyiniz.



- Aldığınız hattı su sayacına kadar döşeyiniz.
- Besleme borusunun çevresini ince kumla doldurarak tesviye ediniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İşe uygun takım ve aletleri hazırladınız mı?		
2. Projeye uygun besleme yerini tespit ettiniz mi?		
3. Şehir su borusu hattından bina girişine kadar olan mesafeye besleme borusunu döşeyebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi suyun başlıca fiziksel özelliklerinden değildir?  
A) Renk B) Berraklık C) Sıcaklık D) Isı
2. İçme suyu sıcaklığı tercihen kaç dereceden aşağı olmamalıdır?  
A) 10 °C B) 7 °C C) 20 °C D) 15°C
3. Şehir sularının dağıtımını hangi yöntemle yapılmaz?  
A) Yukarıdan aşağıya dağıtım C) Kör uçlu dağıtım  
B) Balık ağı dağıtım D) Karışı dağıtım
4. Suyun iletimi kaç yolla yapılır?  
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4
5. Suyun yerçekimi ile iletiminin en önemli özelliği nedir?  
A) Pahalı olması C) Daha çabuk iletilmesi  
B) Ekonomik olması D) Hiçbiri
6. Şebeke borusundan hat almak için şebeke borusuna takılan aparatın adı nedir?  
A) Matkap B) Kolye C) Priz hattı D) Branşman hattı

**Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

7. Bina temiz su tesisatının şehir su borusu ile su sayacı arasındaki hatta.....  
..... denir.
8. Sokak ve caddelerden geçen boruların birbiriyle bağlantılı yapılan dağıtım sistemine..... denir.
9. Sokak ve caddelerden geçen boruların birbiriyle bağlantısız yapılan dağıtım sistemine..... denir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

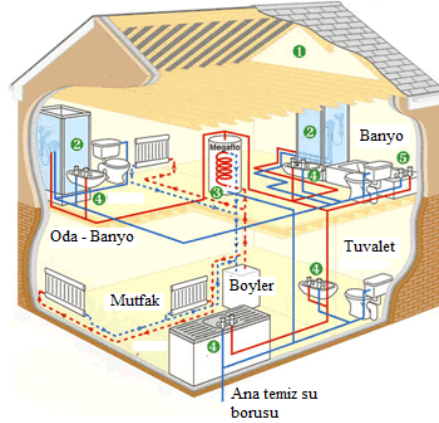
Gerekli donanımları kullanarak standartlara uygun biçimde şehir temiz suyu dağıtım sistemlerini döşeyebilecek bilgiye sahip olacaksınız.

## ARAŞTIRMA

- Belediyelere giderek konu hakkında bilgi almız.
- Bölgenizdeki tesisatla ilgilenen firmalardan bilgi edininiz.

## 2. BİNA İÇİ TEMİZ SU TESİSATI

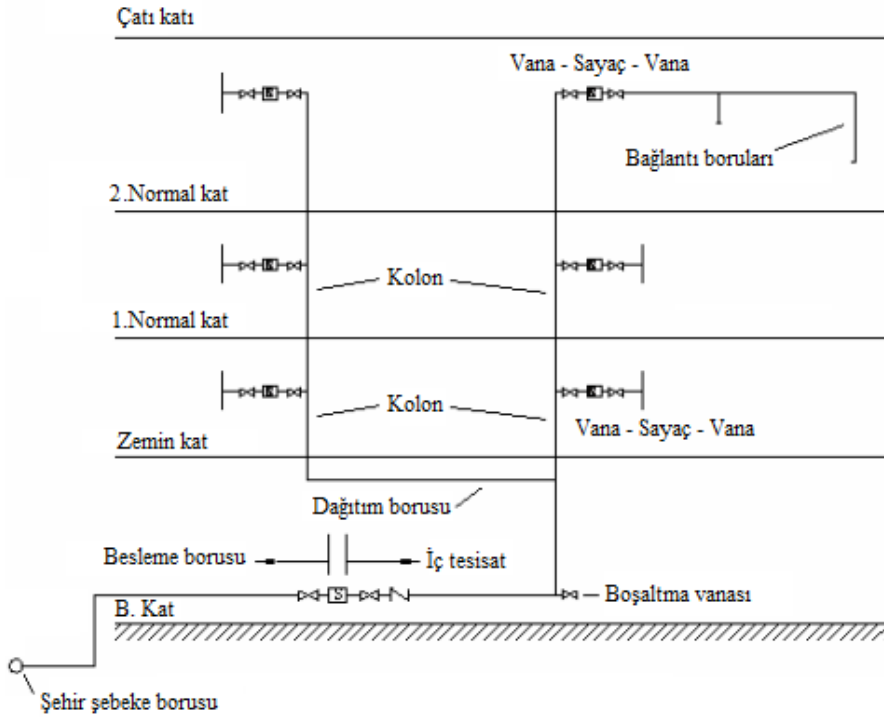
Temiz su tesisatı sayaçtan veya suyun kaynağından başlayarak kullanma yerlerine kadar olan temiz su boru donanımlarını ve aygıtları içerir. Temiz su tesisatı soğuk su tesisatı ve sıcak su tesisatı olmak üzere iki ana bölümden oluşur.



Şekil 2.1: Bina içi temiz su tesisatının soğuk ve sıcak su tesisatından oluşması

## 2.1. Bina İçi Temiz Su Tesisatı Kısımları

Bina temiz su tesisatı, bina bağlantı hattı, su sayacı ve kullanım hattı olmak üzere üç kısımdan oluşur.



Şekil 2.2: Temiz su tesisatının bölümleri

### 2.1.1. Bina Bağlantı Hattı

Doğrudan ana temiz su şebekesinden alınan kol, yaklaşık 1 metre derinlikte yer artından binaya ulaşır. Bu boru üzerine inşaat yapılmaz. Ana kanaldan çıkış yakınında bir vana bulunmalıdır. Toprak altına döşenen borular iyi izole edilmelidir.

### 2.1.2. Sayaç Hattı

Sayaçlar tesisata, bozuldukları zaman tamir için yerinden sökülebilecek şekilde bağlanır. Bu nedenle her iki tarafına kapama vanası olmalıdır. Ayrıca sayaçtan sonra boşaltmalı çek valf konuşması tesisattaki suyun şebekeye kaçmasını önleyecektir.

### 2.1.3. Kullanma Hattı

Kullanma hattı borularının mümkün olduğu kadar kısa ve düz olması istenir. Kullanım hattı, bir tesisat uç elemanı ile son bulur.

## 2.2. Sıhhi Tesisat ve Önemi

Sıhhi tesisat, yapı için gerekli olan suyun temini, depolanması, ısıtılması, yumuşatılması, basınçlandırılması ve dağıtımı, pis suyun atılması, atık suyun arıtılması, yağmur suyu tahliyesi ve yangın söndürme konularını içerir.



**Resim 2.1.: Bina içi ankastre sıhhi tesisat yapımı, temiz su ve pis su boruları**

Temiz su tesisatı bina içerisinde su kullanımı için 25 mm boru ile döşenir. Pis su bina içerisinde kullanılan suyu kanalizasyona iletmek için daire sayısının çokluğuna göre 100'lük 125'lik 150'lik 200'lük 250'lik boru çapları ile döşenir. Sıhhi tesisat bir altyapı olduğu için ehliyetli kişiler tarafından yapılması önemlidir Çünkü sonradan çıkacak bir su kaçağı sebebiyle binanız hasar görebilir bu yüzden mağdur olan kişi sayısı oldukça fazladır.



**Resim 2.2: Temiz su ve pis su bağlantısı**

Çağdaş dünyamızda insanların sağlıklı, güvenli, konforlu ve ekonomik bir şekilde yaşaması ve çağdaş yapılara sahip olmasında hiç şüphesiz ki tesisat mühendisliğinin önemi büyüktür. Her gün kendini yenileyen ve geliştiren önemli bir uzmanlık alanıdır. Yapının sıhhi tesisat projelerinin ön hazırlığında, mimari projeler üzerinde mimarlar ile birlikte boru geçiş yerleri ve cihaz yerleşimi konularında çalışmalar yapılmalıdır. Modern bir sıhhi tesisat sisteminin oluşması için aşağıdakiler sıralanabilir:

- Yapı sakinlerine güvenilir bir temiz su sağlanması ve bu suya herhangi bir sıvının karışmasının önlenmesidir.
- Aygıt sayısı, sağlanan suyun miktar ve basınç yönünden uygun bir sistem kurulması, gerekli hâllerde suyun depolanmasıdır.
- Pis su drenaj sisteminin tıkanma ve kirlenmelerden, katı madde birikimlerinden uygun bir bakımla korunmasının sağlanmasıdır.
- Kabul edilebilir bir tesisat ömrü için uygun boru ve donatım malzemelerinin seçilmesidir.
- Temiz su ve pis su sistemlerinde uygun ayırma, yalıtım ve havalandırmanın sağlanmasıdır.



**Resim 2.3: Modern binalarda sıhhi tesisat uygulamaları**

Temiz suyun sağlıklı bir şekilde kullanım yerlerine kadar iletilmesini, kirli ve pis suların toplanarak bina dışına çıkarılmasını sağlayan boru ağına **sıhhi tesisat**, bu boru tesisatını yapanı da **sıhhi tesisatçı** denir.

Sıhhi tesisatılık insan sağlığının korunmasıyla doğrudan ilgilidir. ŐehirleŐme ve modern hayat, ihtiyaçlarla birlikte tesisat ve tesisatılığın önemini artırmıŐtır. Aynı Şekilde kullanılan araç gereç ve teknikler de geliŐmiŐtir.

Temiz su, ilk çağlardan beri insanoğlunun varlığında önemli bir rol oynamıŐtır. İnsanoğlu temiz su kaynaklarını buldukları yerlere yerleŐmiŐ, kaynaklar kuruyunca veya kirlenince yeni yerler aramıŐtır. Hindistan'da İndu Vadisi'nde yapılan kazılar, 3000–6000 yıl kadar önce burada yaşayan insanların sıhhi tesisat yaptıklarını ortaya koymuŐtur.

## **2.2.1. İç Tesisat Boruları Montajında Dikkat Edilecek Hususlar**

### **2.2.1.1. EriŐilebilirlik**

Su borularının kullanma ömrü, yapıların ömrüne göre kısadır. Çeşitli nedenlerle arızalanması, onarım ya da deđiŐtirme gereksinimi duyulması mümkündür. Su borularına kolayca ulaŐılabilmesi için mimari tasarım sırasında önlemler alınmalıdır. Bu maksatla boru ve tesisat bacaları yapılması doğru olur.

### **2.2.1.2. Estetik**

Borular açıkta ve gömme (ankastre) olarak döşenebilir. Açıkta döşenen borular birbirlerine olduğu kadar duvarlara da paralel ve aralıkları birbirine eşit olmalıdır. Ancak ne kadar muntazam dŐenirse dŐensin zamanla kirleneceğinden, açıkta olan boru güzel görünmeyebilir. Estetiğin n planda tutulduğu yerlerde boruları gömme olarak döşemek doğru olur.

### **2.2.1.3. Donma**

Sıvı hâlden katı hâle geçen suyun hacmi 1/12 kadar artacağından boruların patlamasına neden olur. Donmadan dolayı boru en zayıf yerinden patlar.

Boruyu dondan korumak için i duvarlara ve nispeten sıcak yerlerden geçirme doğru olur. Borunun yalıtılması yararlı olmakla beraber, çok soğuk havada yeterli süre bekleyince suyun donmasını önleyemez. Ancak yalıtılmış boruda suyun donması daha geç olur. Boru fazla sıcaklık deđiŐmelerine maruz kalmadığından genleŐerek büzüŐmesi az olur. Kullanılmayan binalarda borulardaki suyun donmaması için su boŐaltılmalıdır.

Donmuş boruların açılması için sıcak suya batırılmış bezle sarmak, üzerine sıcak su dökmek, ateşle veya alevle ısıtmak gibi yöntemler uygulanır.

#### **2.2.1.4. Koç Vuruşu**

Ani kapanan bir musluk veya vana suyun hızının birdenbire sıfıra düşmesi, borudaki basıncı 15–20 katına çıkarabilir. Basınçta artı ve eksi yönde büyük dalgalanmalar olur ve bu dalgalanmalar, basınç normale dönüncüye kadar devam eder. Borular sarsılarak gürültü meydana gelir. Hatta borunun patlaması bile mümkündür. Koç vuruşunun şiddeti suyun akış hızı ile etkilidir.

Koç vuruşunun önlenmesi için musluk ve vanaların birdenbire kapanmaları önlenmeli, boru çapları büyük seçilerek suyun hızı azaltılmalıdır. Tesisattaki aşırı basıncı düşürmek için basınç düşürme vanaları kullanılmalıdır. Basıncın yüksek olduğu tesisatta lastikten musluk contası kullanılmamalıdır. Ani kapanan armatürlerden önce hava cebi yapılarak önenebilir. Hava cebindeki hava, bir yastık görevi yaparak elde olmayan nedenlerle oluşan koç vuruşu etkisini azaltır.

#### **2.2.1.5. Eğim**

Yatay boruların uzunluğuna göre yaklaşık 0,005'e kadar eğim verilir. Kısa mesafelerde eğim bir miktar artırılabilir. Eğimin doğrultusu su sayacıdır. Ancak mecbur kalmırsa birden çok noktaya da eğim verilebilir.

Düşünülecek bir hususta tesisat suyu doldurulurken borulardaki havanın su akıtma yerlerine kolayca yükselebilmesinin sağlanmasıdır.

#### **2.2.1.6. Gürültü**

Tesisatta su kullanılmaya başlandığında tesisatta hışırtı ve takırtı olur. Su hızının fazlalığı su çıkış ağzında hışırtı yapar. Tesisatın herhangi bir noktasında hava ve su akışı başladığında takırtı oluşturur. Su sayacı, yıkama deposu (rezervuar), contası gevşek musluklarda tıkırtı ve titreşimler hâlinde gürültüler meydana getirir. Bu gürültüler boru ve kelepçelerle binaya iletilerek rahatsızlık verir.

Boru ile kelepçe veya konsol arasına lastik gibi yumuşak maddeler konarak titreşimlerin gürültüsü büyük ölçüde giderilebilir. Varsa gevşek contalar değiştirilir. Gürültüyü önlemenin bir yolu da suyun akış hızını azaltmaktır. Bunun için basınç düşürücüler kullanılır.

#### **2.2.1.7. Boruların Tespiti**

Borular duvar ve tavanlara özel askı ve kelepçeler ile tespit edilir. Kelepçeler ve askılar arasında bırakılacak aralık borunun çapına olduğu kadar yatay veya düşey konumda olmasına da bağlıdır. Boru ile kelepçe arasına ses yapmaması için lastik konulması gürültü oluşumunu engeller.

### 2.2.1.8. Binanın Oturması

Çeşitli nedenlerle bina zamanla oturur. Bunu önlemek mümkün değildir. Yapılacak iş binaya giren ve çıkan boruları temel duvarından büyük çaplı bir boru içinden geçirmektir. Boru ile kovan arası yumuşak bir macun, bitüm veya silikon türü malzemelerle doldurulur.

### 2.2.1.9. Su Dağıtımının Denetlenmesi

Şehir su şebekesindeki su basıncı 5-6 katlı binalar için yeterli olabilir. Ancak daha yüksek yapılarda üst katlara su çıkmaz. Bu nedenle basınç arttırıcı ek sistemler kullanılır. Bodrum katta bulunan su deposuna, besleme hattı bağlanır. Depo çıkışına bağlanan hidrofor ile su basıncı, kat sayısına ve daire sayısına göre arttırılarak bütün katlarda ve dairelerde istenilen basınçta su akması sağlanır. Yapılan tesisatın denetlenmesi tesisat döşenip bütün işler bittikten sonra su verilir. Kolonlardaki en üst muslukların açılması ile tesisatın havası alınır ve borular su ile doldurulur. Daha sonra tesisat tulumba ile kullanılacağı basıncın 1,5 katı bir basınca tabi tutularak en az 10 dakika kadar basınç tecrübesi yapılır. Sızıntılar varsa giderilir.

## 2.3. Bina Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Tayini

Temiz su tesisatında boru çapının hesap esası suyun izlediği yol boyunca oluşan basınç kayıplarının belirli bir değerde tutulmasına dayanır.

Basınç kayıpları boru malzemesine borudan akan suyun debisine, yerel kayıplar yaratan elemanların sayısına, su sayacına veya benzeri özel donanımlara bağlıdır. Borudan akan suyun debisi ise borunun beslediği kullanma yerlerinin sayısı ve cinsiyle belirlenir.

### 2.3.1. Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı (Musluk Birim) Esasına Göre

Lavabo, banyo, duş bataryaları, evye, tuvaletler, çamaşır makinesi muslukları, temiz su giriş çapları ½ inç olmalıdır. Banyo, tek tuvalet ve mutfaktan oluşan bir dairede ana temiz su girişi boru çapı ¾ inç olmalıdır. Farklı tertipteki dairelerin boru çapı musluk birimi esasına göre hesaplanır. Musluk birimi esasına göre temizsu tüketimi cihazların tipine göre hesaplanır.

### 2.3.2. Bazı Cihazların MB (Musluk Birimi) Esasına Göre Temiz Su Tüketimi

Lavabo, ½ inç musluk	: ½ MB
Rezervuar, ½ inç musluk	: ½ MB
Pisuar, ½ inç musluk	: ½ MB
Evye, ½ inç musluk	: ½ MB
Çamaşır makinesi, su alma yalağı	: 1 MB
Banyo, otomatik helâ	: 2 MB

Temiz su tüketimine göre boru çapları aşağıdaki tablo gözönünde bulundurularak seçim yapılacaktır.

Musluk Birimi	Boru Çapları
0–3 dâhil	½ inç
3–8 dâhil	¾ inç
8–20 dâhil	1 inç
20–35 dâhil	1 - ¼ inç
35–50 dâhil	1 - ½ inç
50 den fazlası	2 inç

**Tablo 2.1 Musluk Birimi cinsinden boru çapları**

Daire Sayısı	Boru Çapları
1–2 daireye kadar	¾ inç
3–6 daireye kadar	1 inç
7–13 daireye kadar	1 - ¼ inç
14–19 daireye kadar	1- ½ inç
20–30 daireye kadar	2 inç
30 ‘dan fazla ise	ihtiyaç ve şartlara göre

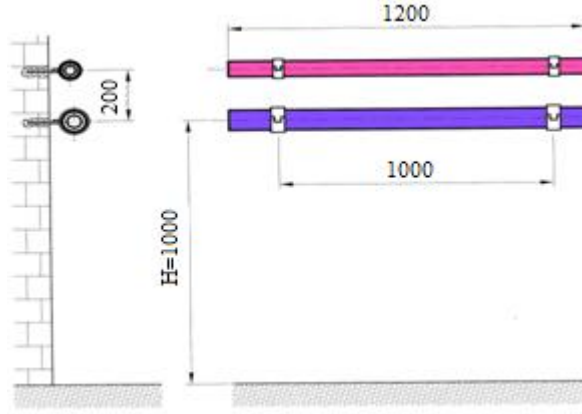
**Tablo 2.2:Konutlarda şehir şebekesinden giren temiz su anaborularının çapları**

## 2.4. Temiz Su Tesisatı Montaj Kuralları

- Kullanılacak olan boru tipinin üretici tarafından bildirilen imalat ve montaj kurallarına tamamen uyulmalıdır.
- Boru kelepçeleri ve bağlama elemanları, boru eksenine duvardan 3-4 cm’yi geçmeyecek şekilde monte edilmelidir.
- Yatay temiz su boruları sayaç tarafına doğru % 1 eğimli olmalıdır.
- Sızdırmazlığı sağlamak için yalnızca teflon bant kullanılmalıdır.
- Bina dışında döşenecek su boruları donmaya karşı minimum 60 cm derinlikte döşenmelidir.
- Araç trafiği olan yerlerde boruların dayanımı için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Su tesisatlarında PP boru ve fittingleri ya da galvaniz malzeme haricinde paslanacak tür malzemeler kullanılmamalıdır.
- Boruların beton ve kireçle direkt teması olmamalıdır. Temas söz konusu olan yerlerde kılıf veya benzeri tedbirler alınmalıdır.
- Soğuk ve sıcak su boruları aynı anda döşendiğinde bakış yönünde soğuk su borusu sağda, sıcak su borusu solda, yatay döşemede ise soğuk su borusu altta, sıcak su borusu üstte olmalıdır.



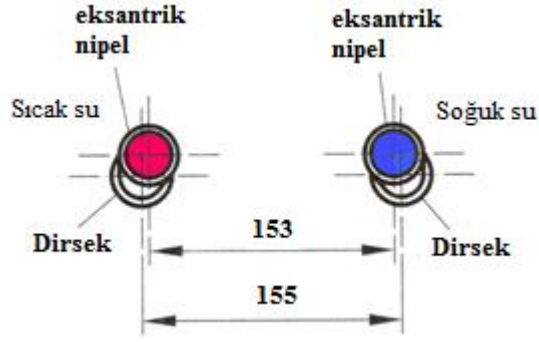
- Tesisat boruları döşemeden sonra teste tutulmalıdır.
- Test öncesi tüm çıkışlar körtapa ile kapatılmalı ve sistem boru anma basınçlarının 2 katı basınca tabi tutulmalıdır.
- Bu basınçta tesisat 4 saat bekletilmeli, test olumlu ise basınç anma basıncına indirilmeli 24 saat daha test edilmelidir.
- Bu testte olumlu ise işletme basıncında 48 saat test yapılmalı, tüm bu testler olumlu ise yapılan tesisat kabul edilmelidir.
- Temiz su borularının döşenmesi: Temiz su boruları daima boyuna ölçü alınarak işaretlenir. Ölçü almada şerit metre ve kırmızı kurşun kalem kullanılır. Atölye şartlarında ve küçük ölçülerde çelik cetvel de kullanılabilir. Metrenin ucu, ölçü başlangıç noktasından tutulur. Metre, ölçü değeri büyüklüğü kadar açılarak boru üzeri işaretlenir. Ölçü almanın özelliğine göre ek parçasının artıracığı büyüklük ve dış payını göz önünde bulundurmamak gerekir. Değişik çaplı boruların yatay ve düşey döşenmeleri durumunda boruların eksenleri arasındaki mesafesinin yaklaşık olarak 200 mm bırakılması uygun olur.



Şekil 2.3: Yatay boruların paralel döşenmesi

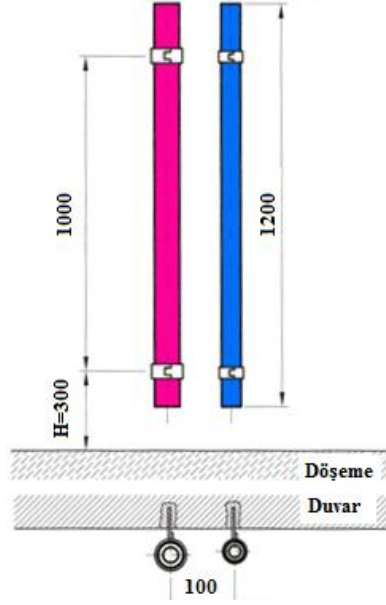
#### 2.4.1. Sıhhi Tesisatta Batarya Ağız Ölçülerinin Ayarlanması

Temiz su tesisatı, sıcak ve soğuk tesisat borularının son kullanma yerindeki ağız ölçüleri standartlarda verilen ölçülere mutlaka uymalıdır. Aksi durumda armatür montajlarında ciddi sorunlar yaşanır. Tesisatta en zor uygulamalardan biri olan batarya bağlantı ağızlarının ölçüleri ise 150 - 155 mm olarak bırakılmalıdır. Batarya bağlantı ağızları bırakılırken mutlaka batarya şablonu kullanılmalıdır.



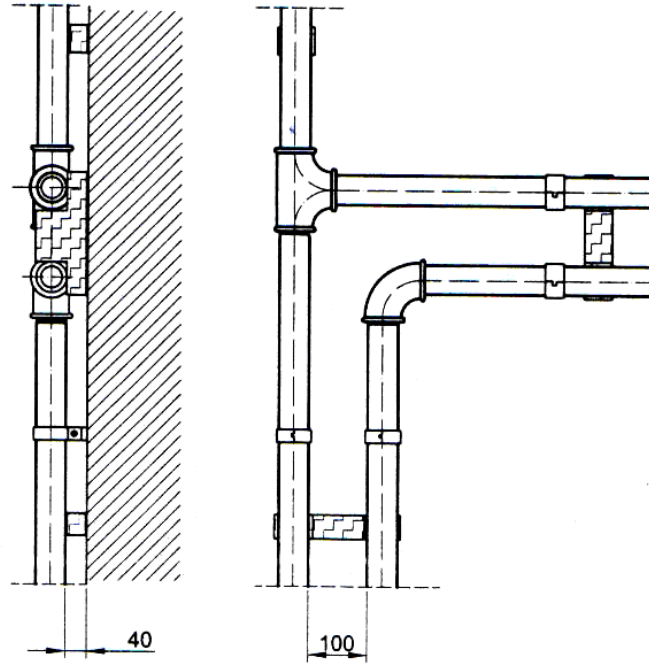
Şekil 2.4: Batarya ağı ölçüsü

Sıva üstü montajda mutlaka boruların paralelliğinin sağlanması gerekir.



Şekil 2.5: Dikey boruların paralel döşenmesi

Şekil 2.6'da sıva üstü montajda paralel döşenmiş borular görülmektedir.



**Şekil 2.6: Sıva üstü montajda boruların paralelliğinin sağlanması**

Tesisatta en zor uygulamalardan biri olan batarya bağlantı ağızlarının ölçüleri ise 155 mm olarak bırakılmalıdır. Ağızlar bırakılırken dikkat edilmesi gereken hususlardan biri de bırakılan ağızların sıvadan sonra sıva altında kalmayacak şekilde yapılmasıdır. Bunun için de batarya boru ağızlarına 10 cm kadar bir boru parçasının sıkılması, boru ağızlarının sıva ile kapatılmasını önler.

#### **2.4.2. Boruları Su Terazisi ile Teraziye Alma**

Temiz su boruları belirli eğimle döşenir. Eğimin yönü su sayacı tarafıdır. Bu eğim tesisatın suyla dolması sırasında, havanın armatürlere doğru yükselmesini sağlar. Ters eğim ise tesisatta hava toplanmasına neden olur. Temiz su tesisatında en uygun eğim % 0,5'tir. Uzun ve düz boru hatlarında eğim % 0,1'e kadar düşürülebilir.

Eğim su terazisi ile alınır. Su terazisindeki hava kabarcığı iki çizgi arasındayken terazinin eğim yönü, ucuyla boru arasında eğim miktarı kadar boşluk olur. Tek tip eğim uygulanan boru bölümlerinde 1 m'lik uzunluğa göre hesaplanmış ahşap bir master veya terazinin uzunluğuna göre hesaplanarak yapılmış ahşap takoz eğimin verilmesini kolaylaştırır.

Batarya bağlantı ağızlarının yüksekliğinin aynı hizada olmasına mutlaka dikkat edilmesi gerekir.

H-Ahşap takoz veya master yüksekliği (mm)

U-Uzunluk (mm )

E-Eğim(%)

$H=U \times E$  formülü ile hesaplanır.

**Örnek:** 2000 mm uzunluğunda yataya paralel döşenen temiz su borusu % 0,5 eğimle döşeniyor. Su terazisinin altına konulacak takoz yüksekliği ne kadar olmalıdır?

**Çözüm:**

H=?

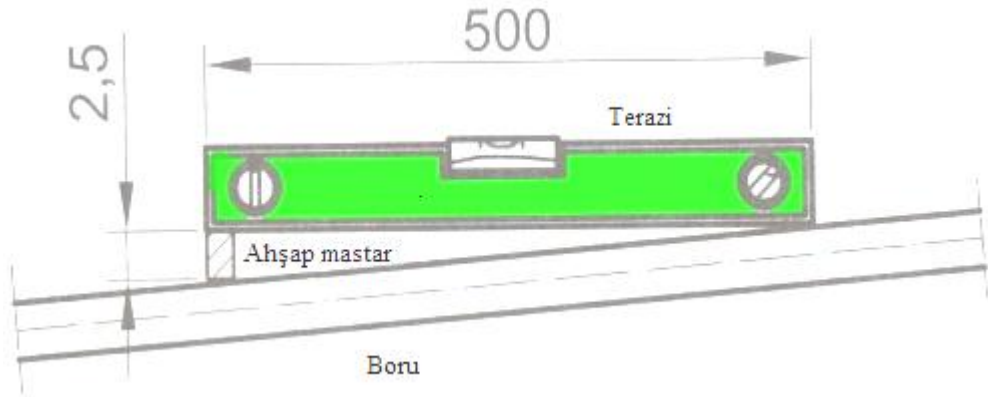
$H=U \times E$

U=2000 mm

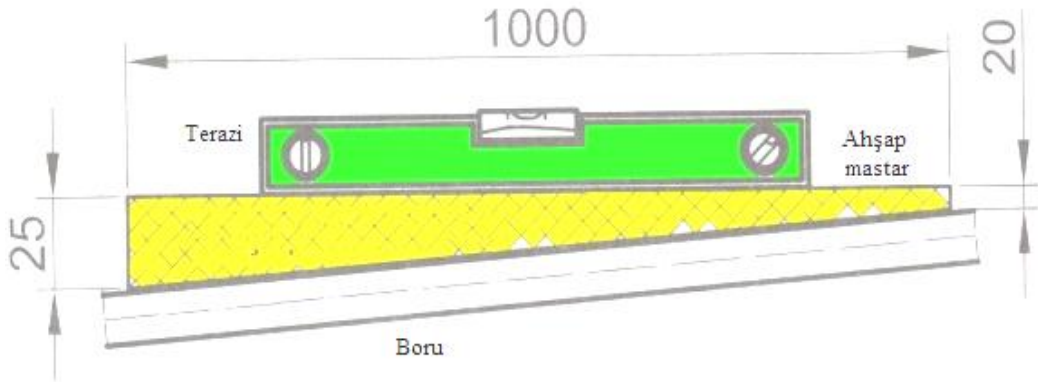
$H=2000 \times 0.005$

E=%0,5

**H=10 mm'dir.**



Şekil 2.7: Temiz su tesisatında kullanılan terazi ve mastar



Şekil 2.8: Temiz su tesisatında terazi ve mastar kullanarak eğim verilmesi

Tesisat boruları belirli eğimlerle döşenir. Bu eğimlerin verilmesinde su terazisi kullanılır. Aynı zamanda su terazisi ölçülecek malzemenin yere olan konumunu kontrol etmekte de kullanılır.

Su terazisiyle eğim verme işlemleri yatay, dikey ve açılı pozisyonlardır.

Yatay (yere paralel) konumdaki boru üzerine konulur. Hava kabarcığının durumu gözetlenir. Hava kabarcığı sınır çizgileri arasına gelinceye kadar boru düzeltilir (Şekil 2.9 A detayı).

Boruların dikliğini ayarlarken su terazisi yere dik tutulur. Boru, su terazisinin tabanına paralel durumuna getirilir. Şekil 2.9 B detayında görüldüğü gibi hava kabarcığı izlenir ve dikliği ayarlanır.

Terazi kontrolü yapılacak boru yere açılı ise su terazisinin 45°lik sıvı tüpü istenen açığa ayarlanır. Sıvı tüpünün hava kabarcığı, tüp üstünde bulunan kabarcık sınır çizgileri arasında olacak şekilde bulundurulur (Şekil 2.9 C detayı).



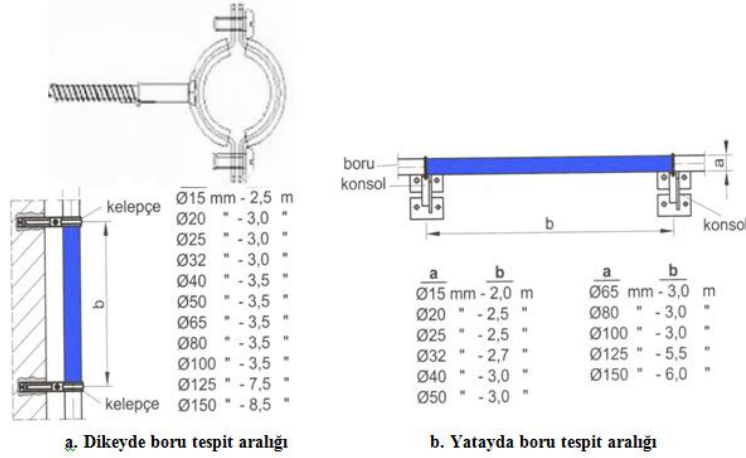
Şekil 2.9: Su terazisinin kullanılması



Resim 2.4: Piyasada çok kullanılan su terazisi

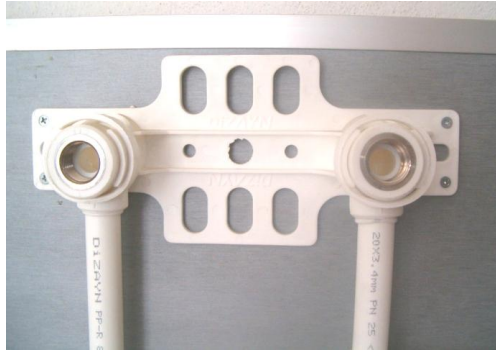
## 2.5. Temiz Su Borularının Sabitlenmesi

Temiz su boruları geçtikleri yapı elemanı yüzeyine kelepçe, askı ve konsollarla tespit edilir. Her boru türüne kendi malzemesinden yapılmış tespit elemanı kullanılır. Boru tespit elemanları temiz su boruları çap büyüklüğüne, yatay ve dikey konumlarına göre belirli aralıklarla tespit edilir. Boru çaplarına göre aralık ölçüleri:



Şekil 2.10: Yatay ve dikeyde çaplara göre boru çelik tespit ölçüsü

Temiz su tesisatında, sıva altında döşenen boruları sabitlemek için önce tel kullanılır. Tesisat denemeye tabi tutulduktan sonra eğer tesisatta kaçak yoksa borular yapılacak harçla sabitlenir. Yapılacak harca kesinlikle kireç konulmamalıdır. Özellikle galvanizli boru kullanılmışsa buna çok dikkat edilmelidir. Borular kapatılırken bırakılan musluk ve batarya ağızlarının dışı doğru tam 90° bakmasına dikkat edilir. Batarya ağızları ölçüleri tekrar kontrol edilir. Plastik borularla yapılan tesisatlarda özel bir aparatla ağızlar sabitlenir. Bu aparata batarya bağlantı şablonu denir. Aşağıdaki şekilde şablonun kullanılışı gösterilmiştir.



Resim 2.5: Batarya bağlantı şablonu

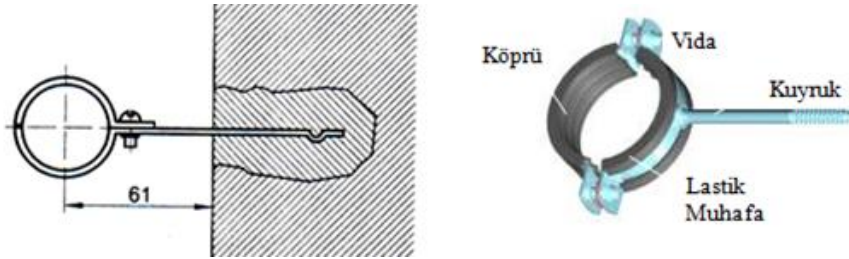
## 2.5.1. Kelepçe ve Konsolla Sabitleme

Tesisatçılıkta kullanılan borular, kelepçe ve konsollar ile sabitlenir. Boruların üretildikleri malzeme cinsine göre sabitleme şekillerini aşağıda detaylı olarak incelenecektir.

### 2.5.1.1. Kelepçeler

Çelik boruların duvarlara tek olarak tespitinde kullanılan malzemelere **kelepçe** adı verilir. İki parçadan oluşur. Duvara alçı ya da çimento harcı ile tespit edilen parçasına kuyruk, boruyu kuyruk parçasıyla birlikte tespit eden parçaya da köprü adı verilir. Köprü, kuyruğa yandan ya da önden sıkılır.

Yatay boruların duvara tespitinde kuyruk parçası daima boruyu alttan destekleyecek şekilde konmalı, köprü üstte olmalıdır. Bu kelepçelerde genellikle somunlu vida kullanılır.



Şekil 2.11: Kelepçe montajı ve kelepçenin kısımları

Kelepçeler yapıya çakılarak harçla ya da dübellere tespit edilir. Ahşap yapılarda çakılarak, kâgir yapılarda harçla ve dübellere tutturulur. Çelik yapılarda ise vidalanır.

Konulacak kelepçe sayısı, borunun yatay ya da düşey oluşuna, yapılmış olduğu gerece ve çapına göre değişir. Çelik borular için uygun görülebilecek en büyük kelepçe aralığı aşağıda verilmektedir. Bakır ve PVC borularda kelepçe aralıkları daha sıkı olmalıdır.

Boru Çapı		Yatay Boru (m)	Düşey Boru (m)
mm	inç		
15	1/2	2,0	2,5
20	3/4	2,5	3,0
25	1	2,5	3,0
32	1 ¼	2,7	3,0
40	1 ½	3,0	3,5
50	2	3,0	3,5
65	2 ½	3,0	3,5
80	3	3,0	3,5
100	4	3,0	3,5
125	5	5,5	7,5
150	6	6,0	8,5

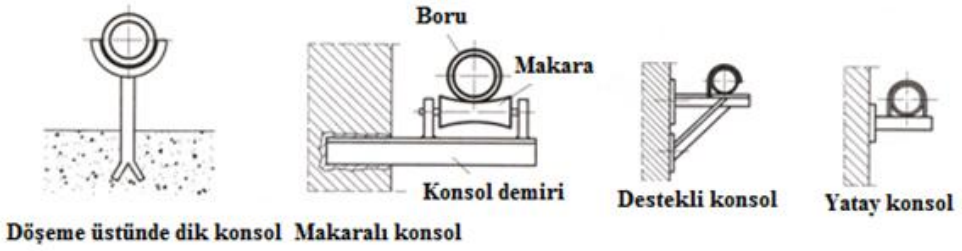
Tablo 2.3: Kelepçe aralıkları tablosu

### 2.5.1.2. Konsollar

Döşeme üzerinde ve duvara asılacak büyük çaplı borularda konsol kullanılır. Bunların boruların genişmesine imkân verecek makaralı olanları da bulunmakla birlikte tesisatçı daha çok hareketsiz konsollar kullanır.

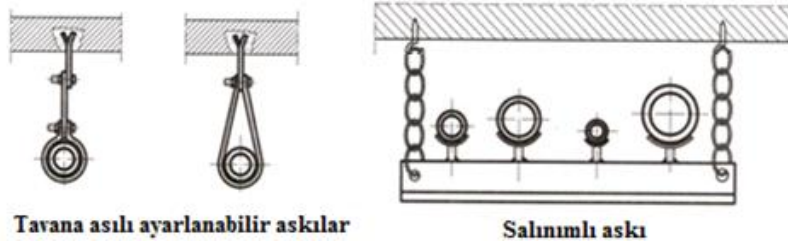
Duvara tespit edilen L ya da U demirinden yapılmış konsollar, dizi hâlindeki yatay borulara destek olur. Boruların bu konsollar üzerine tespiti, U cıvataları ya da köprülerle olabilir.

Kelepçe ve konsollar, kullanılacağı borunun yapıldığı gereçten imal edilmelidir. Diğer bir deyişle çelik borularda çelik, bakır borularda bakır kullanılmalıdır. Bunun nedeni, birbirlerine değen farklı metallerin oluşturduğu korozyonu önlemektir. Aksi hâlde tespit malzemesinin borulara değdiği yerlerde paslanma ve çürüme hızlanır. Plastik borularda korozyon sorunu yoktur.



Şekil 2.12: Boruların konsolla tespiti

Ayrıca asılı hâlde bulunan boruları tespit etmek için askılar kullanılır. Askılar, konsollara benzese de çalışma biçimine göre farklıdır.



Şekil 2.13: Boruların askıyla tespiti





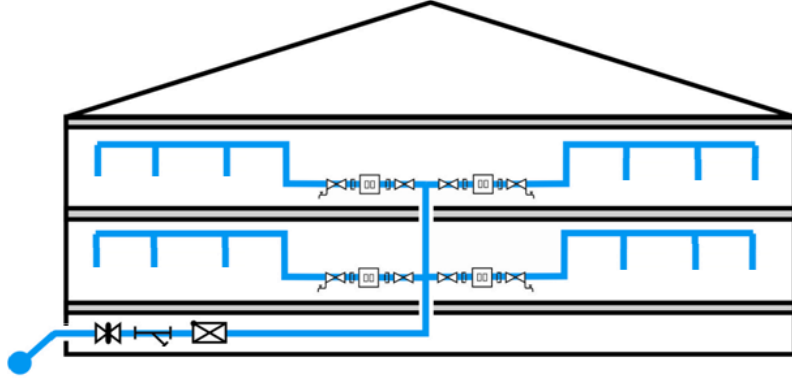
Resim 2.6: Borulara yatay ve dikey konumda kelepçe montajı

## 2.6. Binalarda Suyun Dağıtım Sistemleri

Binalarda temiz suyu kullanma yerlerine ileten boru ağına **bina temiz su tesisatı** denir. Bunlar iki şekilde yapılabilir.

### 2.6.1. Kolon Sistemi

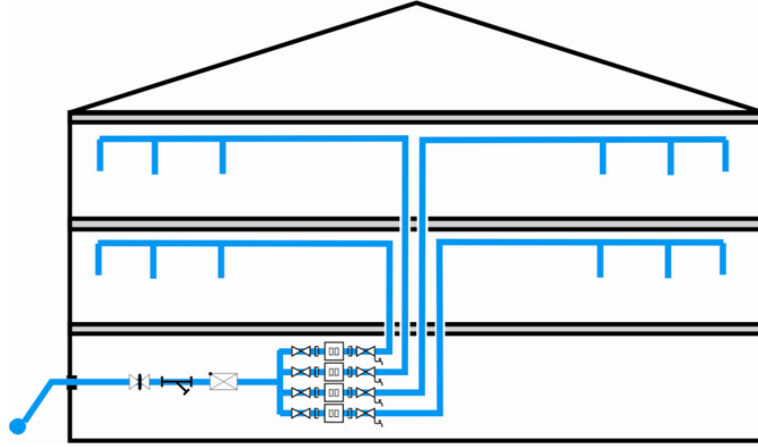
Bu sistemde özellikle katlı binalarda sayaçların okunması zor olduğundan pek tercih edilmemektedir. Bu sistemde sayaçlar her bağımsız birimin önünde sayaç nişi içine montaj edilir.



Şekil 2.14: Kolon sistem dağıtımı

### 2.6.2. Dizi Sistem

Tüm sayaçlar bina girişinde veya bodrum katta niş içine montajı yapılır. Her bağımsız birime sayaçlardan ayrı kolon çıkarılır.



Şekil 2.15: Dizi sistem dağıtımı

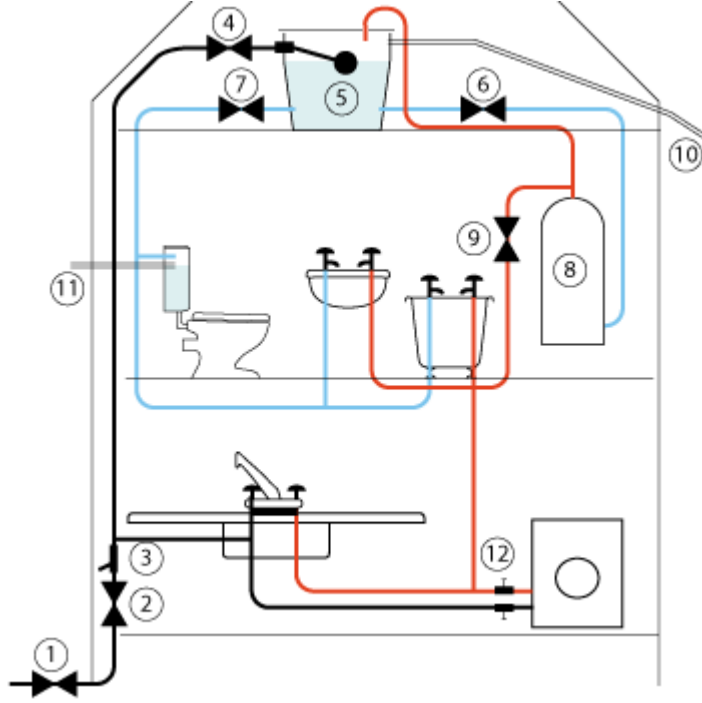
## 2.7. Temiz Su Tesisatında Kullanılan Borular

Temiz su tesisatında kullanılan borular kullanım amacına uygun, su kalitesini etkilemeyen ve korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır. Temiz su tesisatında kullanılan borular farklı malzemelerden yapılmış olabilir. Günümüzde galvanizli boruların yerini plastik borular almaya başlamıştır. Galvanizli borunun ömrü, galvaniz kalınlığına ve doğru kullanımına bağlı olarak 10-50 yıldır. Ortalama 20 °C sıcaklıkta bu süre tespit edilmişken sıcaklık ve basınç artması durumunda bu ömür daha azdır.

Bina içi sıcak su ve soğuk su tesisatlarında, galvanizli çelik, plastik ve bakır borular kullanılabilir. Günümüzde, galvanizli borulara göre daha uzun ömürlü, ekonomik ve işçiliğinin kolay olması dolayısıyla plastik borular öncelikle tercih edilmektedir. Ancak sıva üstü tesisatlarda sert çekilmiş bakır borular estetik yönüyle tercih sebebidir.

Temiz su tesisatlarında sayaç yönünde su boşaltılması sağlamak amacıyla yatay borulara % 1 eğim verilmelidir. Açıkta döşenen borular mutlaka kelepçelenmelidir. Boru ekseninin duvardan açıklığı 3 inç kadar 4 cm, 3 inç ve daha büyük borularda 5 – 6 cm olmalıdır. Bina dışında toprak altına döşenecek borularda donmaya karşı önlem almak için bölgesine göre 60 – 80 – 100 cm derinlikte gömülerek izolasyon yapılmalıdır. Ayrıca ağır vasıta geçecek yerlerde gerekli önlem alınmalıdır.

Kolektör yapımında kaynak kullanılmamalıdır. Eğer kullanılması zorunlu ise yeniden galvanizlenme işlemi gerçekleştirilmelidir.



Şekil 2.16: Bina temiz su tesisatı

### 2.7.1. Çelik Borular

Tesisat sistemlerinde akışkan taşıyıcısı (soğuk, sıcak ve kaynar su, buhar) olarak kullanılan ve çelik malzemeden yapılmış galvanizli borular kullanılır. Bu borular, duvarda sıva altına (ankastre) döşenebilir ancak döşeme, ıslak zemin altına döşenemez.

Bu borular, temper dökümden yapılmış ek parçalarıyla dişli, vidalı flanşlarla flanşlı bağlantı yapılır. Galvanizli çelik borulara hiçbir zaman eğme, bükme ve sıcak işlem yapılmaz. Böyle bir işlemde borunun üzerindeki galvaniz kaplaması bozulacağından borunun korozyona uğraması çabuklaşır. Galvanizli çelik borular 6 –6,5 m boyunda, iki ucu dişli üretilir. Dişlerin zedelenmemesi için bir ucuna manşon, diğer ucuna plastik muhafaza takılarak piyasaya verilir.



**Resim 2.7: Bir ucu manşonlu galvanizli tesisat boruları**

Tablo 2.4'te çelik esaslı galvanizli borulara ait teknik özellikler verilmiştir.

DIN 2440		Manşon DIN 2986												
Anma Çapı		Whitworth Boru Dişi	Boru				Diş						Manşon DIN 2986	
			Dış Çap d1 mm	Et Kalınlığı S mm	Ağırlık		Teorik Dış Çapı d2 mm	1"deki Dış Sayısı	Faydalı Dış Boyu l1 min. mm	Dış Çapının Boru Ucuna Mesafesi a		Dış Çap min. mm		
					Düz Uçlu kg/m	Dişli Manşonlu kg/m				maks. mm	min. mm			
mm	inç													
15	1/2	R 1/2	21.3	2.65	1.22	1.23	20.955	14	15.0	10.0	6.4	26.4	34	
20	3/4	R 3/4	26.9	2.65	1.58	1.59	26.441	14	16.3	11.3	7.7	31.8	36	
25	1	R 1	33.7	3.25	2.44	2.46	33.249	11	19.1	12.7	8.1	39.5	43	
32	1 1/4	R 1 1/4	42.4	3.25	3.14	3.17	41.910	11	21.4	15.0	10.4	48.3	48	
40	1 1/2	R 1 1/2	48.3	3.25	3.61	3.65	47.803	11	21.4	15.0	10.4	54.5	48	
50	2	R 2	60.3	3.65	5.10	5.17	59.614	11	25.7	18.2	13.6	66.3	56	
65	2 1/2	R 2 1/2	76.1	3.65	6.51	6.63	75.184	11	30.2	21.0	14.0	82	65	
80	3	R 3	88.9	4.05	8.47	8.64	87.884	11	33.3	24.1	17.1	95	71	
100	4	R 4	114.3	4.50	12.1	12.4	113.030	11	39.3	28.9	21.9	122	83	
125	5	R 5	139.7	4.85	16.2	16.7	138.430	11	43.6	32.1	25.1	147	92	
150	6	R 6	165.1	4.85	19.2	19.8	163.830	11	43.6	32.1	25.1	174	92	

**Tablo 2.4: Çelik galvanizli borulara ait teknik özellikler**

## 2.7.2. Polipropilen (PP) Borular ve Çeşitleri

Tesisat sektörü kendini sürekli yenileyen ve geliştiren bir yapıya sahiptir. Buna paralel olarak son zamanlarda boru çeşitleri ve uygulamalarında hızla yükselen bir ivme yakalanmış olup tesisatçıların bile takipte zorlandığı sistemler birbiri ardına piyasalarda yer almaya başlamıştır.



**Resim 2.8. Polipropilen tesisat boruları**

2000’li yıllara girerken yaygın şekilde kullanılan galvaniz ve siyah çelik borular, yerini plastik ve bakır borulara bırakmış durumdadır.

Bilhassa plastikten mamul polivinil klorür (PVC), polietilen (PE) ve polipropilen (PP) borular zengin seçenekleriyle sektöre egemen olmuştur.

Isıtma ve temiz su tesisatında en fazla kullanılan boru çeşidi polipropilen (PP)dir. Polipropilen ham maddesi ısıya, basınca ve kimyasal maddelere mukavemeti açısından üç gruba ayrılır.

Bunlar:

- Homopolimer (Tip 1)
- Copolimer (Tip 2) ve
- Random copolimer (Tip 3)dir.

Diğer çeşitlerine göre bilhassa temiz suda polipropilen random copolimer – PPRC (Tip3) sınıfı daha fazla tercih edilmektedir. Isıtma tesisatında ise bu boruların uzama kat sayılarının fazla olması sebebiyle oluşabilecek sarkma ve genleşmelerin önüne geçmek için yine bu boru grubundan olan alüminyum folyo kaplı olanları kullanılmalıdır.

Polipropilen borular, işçiliğinin kolay ve çabuk olması, hafifliği, iç yapısının pürüzsüz oluşu, kireç ve pislik tutmama, korozyondan etkilenmeme, nakliye gibi avantajları sebebiyle vazgeçilmez bir ürün hâline gelmiştir. Soğuk suda 20 atü, sıcak suda 10 atü basınçta uzun yıllar problem çıkarmadan kullanılır. Daha ziyade beyaz veya gri olmak üzere yeşil, mavi renklerde üretilir. Boru ve ekleme parçaları aynı malzemeden imal edilir.

Boruların birleştirilmeleri, elektrofüzyon diye tabir edilen boru ve bağlantı parçalarının 260 °C ısıtılıp ergimesi ve akabinde birbirleriyle kaynaşarak eklenmeleri metoduna dayanır. Kuralına uygun olarak yapılan birleştirmelerde herhangi bir kaçak meydana gelmez. Bağlantı parçasının iç çapı, boru dış çapına eşittir. Boru ucu dış yüzeyi ve bağlantı parçası iç yüzeyi füzyon kaynak makinesinde aynı anda ısıtıldıktan sonra birbirine takılarak birleştirme işlemi tamamlanır.

PPRC borular, galvaniz boruların aksine dış çaplarına göre adlandırılır. Galvaniz borular, iç çaplarıyla anıldıkları için inç (parmak) olarak aynı çaptaki borularda PP borulardan bir çap küçüktür. Aşağıdaki tabloda polipropilen ve galvaniz boruların anma çapları verilmiştir.

İnç Parmak	Polipropilen mm	Galvaniz mm
½	20	15
¾	25	20
1”	32	25
1 ¼	40	32
1 ½	50	40
2	63	50

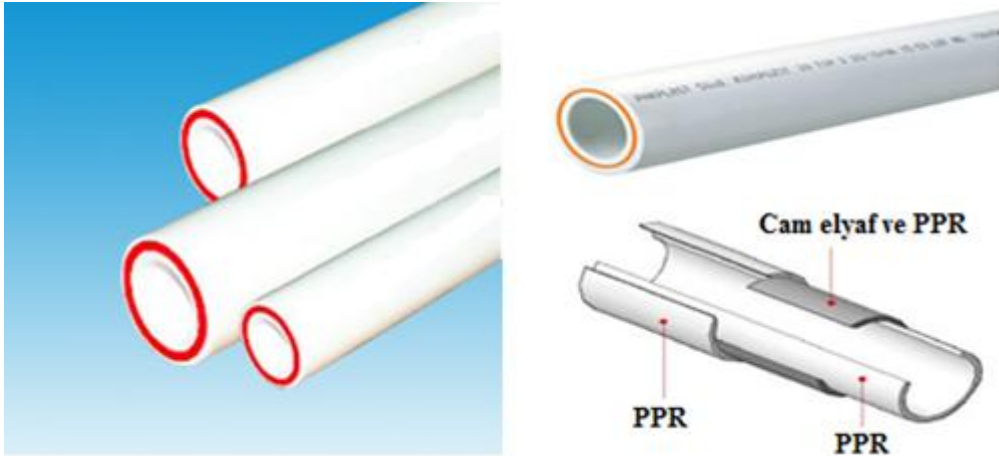
**Tablo 2.5: Polipropilen ve galvaniz boruların anma çapları**

### 2.7.3. Cam Elyaf Takviyeli Borular ve Çeşitleri

Cam elyaf takviyeli borular, bina tesisatlarında basınçlı soğuk ve sıcak su iletiminde kullanılmak amacı ile üretilmiş olup üç katmandan oluşan bir yapıya sahiptir. Orta katman cam elyaf takviyeli polipropilen randomdur. Malzemenin kısaca gösterimi PP-R-GF şeklindedir. Dış ve iç katman ise Tip 3 olarak adlandırılan “Polipropilen Random Copolimer” (PP-R) malzemeden yapılmaktadır. Mevcut polipropilen ek parçaları ile kullanılabilir. Kaynak ve tesisat montaj uygulamalarında polipropilen boru uygulamalarından bir farkı yoktur.

Cam elyaf takviyeli kompozit boru, kimyasallara karşı dayanıklıdır.

Bina içi sıcak soğuk sıhhi tesisat, bina içi ısıtma, basınçlı hava klima sistemleri ve endüstriyel boru sistemlerinde kullanılır.



**Resim 2.9: Cam elyaf takviyeli plastic borular**



**Resim 2.10: Cam elyaf takviyeli borular ve ek parçaları**

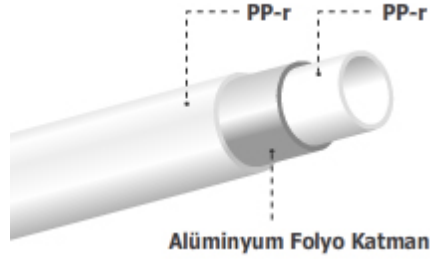
#### **2.7.4. Alüminyum Folyo Takviyeli Borular ve Çeşitleri**

Bu borular üç katmandan oluşur. Boru ve kaplaması arasında alüminyum folyo ile birlikte PPR-Tip 3'ten üretilir. Folyo sargı kaynaklama ve özel PP filmleri kullanılarak alüminyum folyo ile PP-katmanı arasında bağlantı sağlayacak şekilde eklenir.



**Resim 2.11: Alüminyum folyo takviyeli boru**

Üst ve alt katmanı çapraz bağlı polietilen, orta katmanı alüminyum folyolu olarak üretilmektedir. Güçlü çapraz bağlar sayesinde borunun sıcaklığa dayanımı yüksektir. Borunun orta tabakasında bulunan alüminyum folyo, çapraz bağlı polietilenle bir bütün olarak çalışarak borunun yüksek sıcaklıklarda boyca uzamasını azaltır.



**Resim 2.12: Plastik folyolu boru**

Plastik alüminyum folyolu borularda birleştirme öncesi ağız kısımlarındaki folyo traşlanır.



**Resim 2.13: Plastik alüminyum folyolu boru traş aparatı**



## 2.7.5. Polietilen (PE-X) Borular ve eşitleri

Polietilen (PE-X) borular sıhhi tesisatta, ısıtma tesisatında, gaz tesisatında ve basınçlı hava tesisatında kullanılır. Borular kangal hâlinde çok büyük uzunluklarda bulunur. Böylece daha az sayıda fittings kullanımı ihtiyacı vardır. Kırılğan değildir, yanabilir. Yumuşak ve sert PE olarak teslim edilebilir. Polietilen boru, özel işlemlerle moleküller arası çapraz bağlar oluşturarak basına dayanıklı hâle getirilebilir. Buna PE-X adı verilmektedir. Bu borular, sıcak su tesisatında özellikle düşmeden ısıtma uygulamalarında kullanılabilir. PE-X borular paslanmaz, kesilmesi pratik ve kolaydır, çapı daralmaz, çürümez, kirelenmez. PE-X borular  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile  $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında mukavemet özelliklerini korur.

Polietilen ham maddesi yoğunluğu yüksek bir malzemedir. Bu malzeme üzerinde yapılan bazı işlemler neticesinde sıcaklığa ve basına olan mukavemeti arttırılmaktadır.

PE-X boruları oksijen bariyerli ve oksijen bariyersiz iki farklı şekilde imal edilebilmektedir. Oksijen bariyeri, boru dış yüzeyinin özel bir malzeme ile imalat esnasında kaplanması ile sağlanır. Bariyer, tesisatınızın metal aksamlarını ısıtıcı akışkana boru yüzeyinden geçen oksijenin koroziif etkisinden korur.



**Resim 2.14: Polietilen Pex borular**

### **Borular;**

- Yerden ısıtma sistemlerinde,
- Kalorifer tesisatlarında,
- Sıcak su, soğuk içme suyu tesisatlarında,
- Her türlü endüstriyel tesisler, otel, hastane, ev, sera vb. yerlerde kullanılır.



**Resim 2.15: Kangal hâlinde polietilen PE-X borular**

### **2.7.6. Bakır Borular**

Genellikle ısıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemlerinde kullanılan borular bakırdan yapılmışlardır. Borularda aranan temel özellikler; yüksek korozyon direnci, şekillendirme ve birleştirme tekniklerine yatkınlık, yüzey kalitesi (temiz ve düzgün) ve ısı iletkenliğidir. Bakır ve alaşımları, bu saydığımız özelliklerin hepsini birden karşılayabilen yegâne malzemedir. Bu nedenle bakır; ısıtma, soğutma ve iklimlendirme endüstrisinin temel malzemesi olmuştur.



**Resim 2.16: Bakır borular ve ara bağlantı parçaları (Fittings)**

Günümüzde özellikle batıda sıva üstü sıhhi tesisat uygulamalarında tercih edilerek kullanılır.



**Resim 2.17: Bakır boru ile tesisat yapımı**



**Resim 2.18: Bakır boru ile ankastre temiz su tesisatı yapımı**

Bu boruların seçimlerinde ekonomik olmaları yanında sağlık şartlarına en uygun tercih edilmelidir. Su tesisatı için en ideal borular bakır borulardır. Bundan sonra iyi kalitede plastik borular ondan sonra galvanizli demir borulardır. Demir boruların ek yerlerinde kullanılan fittings malzemeleri genellikle galvanizli olmadıklarından ileriye dönük olarak paslanıp korozyona dayanmayarak delinmesi pahalı tamiratları gerektirir. Paslanması da ayrıca sağlık yönünden tehlike arz eder.

## 2.8. Soğuk Su Tesisatı Montaj İşlemleri

### 2.8.1. Sıhhi Tesisatçılıkta Kullanılan Alet ve Malzemeler

Sıhhi tesisatçı takımlarından boru anahtarları, paftalar, mingeneler, testere, metre, çekiç, murç, keski, eğe, balyoz, teneke makası, çeşitli ısıtıcılar, havya, su terazisi belli başlılarıdır.

Sıhhi tesisat malzemelerinden, boru ekleme parçaları (Fittings), boru çeşitleri, sülyen, keten veya diğer sızdırmazlık malzemeleri, vanalar, musluklar, salmastralar, sifonlar, lavabo, duş, yıkanma teknesi (küvet), süzgeçler, rezervuar ve rezervuar iç takımları belli başlılarıdır.

### 2.8.2. Çelik Borularla Tesisatın Döşenmesi

Galvanizli çelik boru mengeneye yeterli uzunlukta bağlanır. Boru uygun yöntemlerden biriyle ölçü alınarak işaretlenir. İşaret yerinden kesilerek diş açma için boru ağız temizliği yapılır. Boru çapına uygun pafta lokması pafta gövdesine takılır. Pafta cırcır yönüne ayarlanarak borunun diş açılacak ucuna takılır. Paftaya boru eksenine dik baskı uygulanarak pafta saat yönüne doğru çevrilir. Diş tutturulduktan sonra dişlere makine yağı damlatılarak paftanın ısınmaması ve rahat diş açılması sağlanır. Diş boyu, pafta lokmasını iki diş kadar geçmelidir.



Resim 2.19: Keten (kendir) sarma

Galvanizli çelik borular ek parçasıyla birleştirme ve yön değiştirmeleri yapılır. Bu borulara hiçbir zaman eğme, bükme ve kaynak gibi sıcak işlem uygulanmaz. Yoksa boru kaplaması olan galvaniz özelliğini kaybederek borunun korozyona uğramasına neden olur.

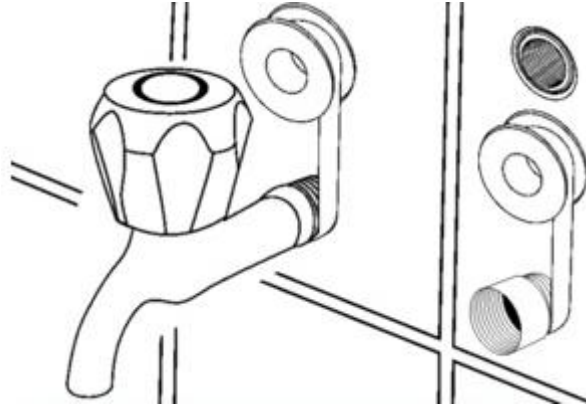
Borunun açılan dişi üstüne sızdırmazlık elemanı sarılır. Sızdırmazlık elemanı olarak keten veya teflon bant kullanılır. En çok kullanılan olan ketendir.

Teflon bant ise silikon esaslı bir maddedir. Özellikle musluk, vana, uzatma parçası gibi krom nikel kaplı malzemelerde teflon bant tercih edilir.



**Resim 2.20: Farklı uygulamalarda kullanılan teflon bantlar**

Musluk arkasında ve tesisat borusundaki eski sızdırmazlık kalıntıları (keten/teflon bant) temizlenmelidir. Musluğun dişli kısmına ayrı ayrı teflon bandı saat yönünde iyice sarılmalıdır. Musluk saç yönde elle iyice sıkılır Gerekirse son turu anahtar yardımıyla tamamlanır.



**Şekil 2.17: Musluğa ve uzatma parçasına sızdırmazlık malzemesi teflon bant sarılması**

Sızdırmazlık elemanı sarılan boru dişine ek parçası sıkılır. Ek parçası aşırı sıkılmamalıdır. Yoksa ek parçası çatlar. Bu da istenmeyen su kaçaklarına neden olur. Borunun son iki dişi sıkılmamalıdır. Boru birleşiminden sonra kalan kendir temizlenerek estetik olarak güzel bir görünüm sağlanır.



**Resim 2.21: Teflon bant sıkma yönünün tersine sarılmalıdır**

### **2.8.3. Bakır Borularla Tesisatın Döşenmesi**

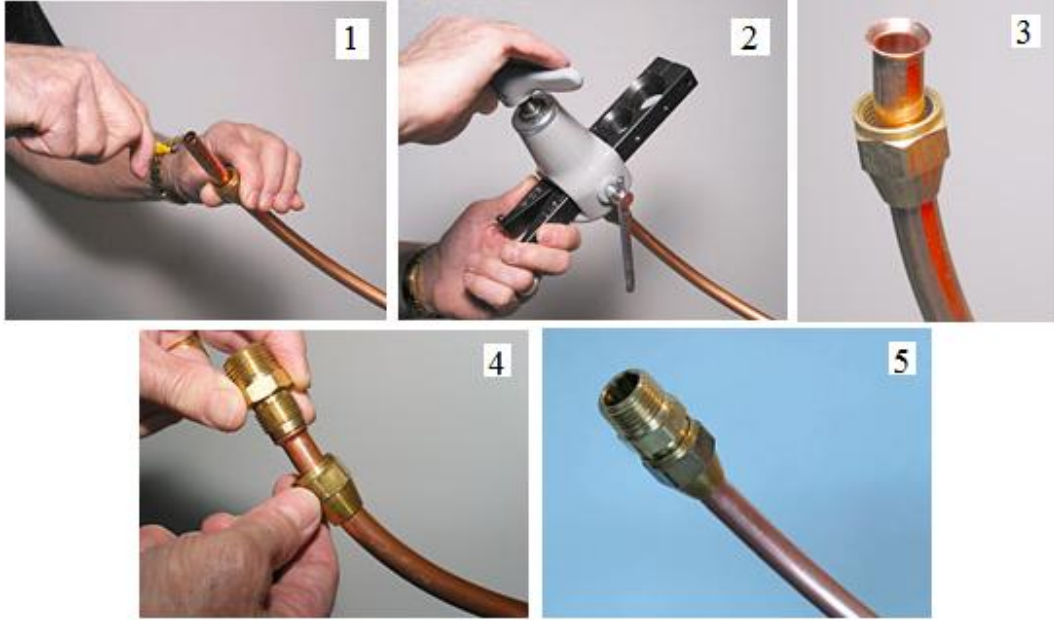
Bakır ekonomiktir. Kullanım kolaylığı, kolay şekil verilebilmesi ve birleştirilmesi montaj zamanından malzemeden ve diğer maliyetlerden tasarruf etmemizi sağlar. Uzun süren performansı ve güvenilirliği şikâyetin azalmasına sebep olup bakırı ideal tesisat malzemesi yapar. Çelik borulara göre daha pahalı olmasına rağmen daha hafif, montajları kolay ve korozyona dayanıklıdır. Bakır borular sert ve yumuşak olabilir. 22 mm çapa kadar bakır boruların yumuşak cinsleri kangal ve düz çubuk olarak bulunur. Daha büyük çaptakiler sadece düz boru olarak bulunur.

- Bakır sağlıklı ve güvenilirdir: Bakır doğal bir malzemedir. Binlerce yıldır içme suyu tesisatı ve ekipmanlarında ve su depolarında kullanılmaktadır. Başka hiçbir tesisat malzemesi bakır ile sağlığa uygunluk konusunda yarışamaz.
- Bakır korozyona dayanıklıdır: Bakır, çevre etkilerden etkilenmeyen bir madde olması sebebiyle inşaatlarda çok rahat kullanılmaktadır. Alçı, çimento, beton veya su bakıra hiçbir zarar vermez.
- Bakır geri dönüştürülebilir: Diğer tesisat malzemelerini aksine bakır değerini korur ve tamamen geri dönüştürülebilir.

Bakır boruların et kalınlıkları düşüktür. Bu nedenle bakır borular dişli bağlantıya uygun değildir. Bakır borular lehimli, havşalı, yüksüklü ( presli ) ve kordonlu (contalı) olarak birleştirilir.

Temiz su tesisatındaki bakır boru birleştirmelerinde dört yöntem kullanılır.

- Sökülebilir birleştirmelerin tercih edildiği yerlerde rakorlu, vidalı bağlantılar kullanılır.



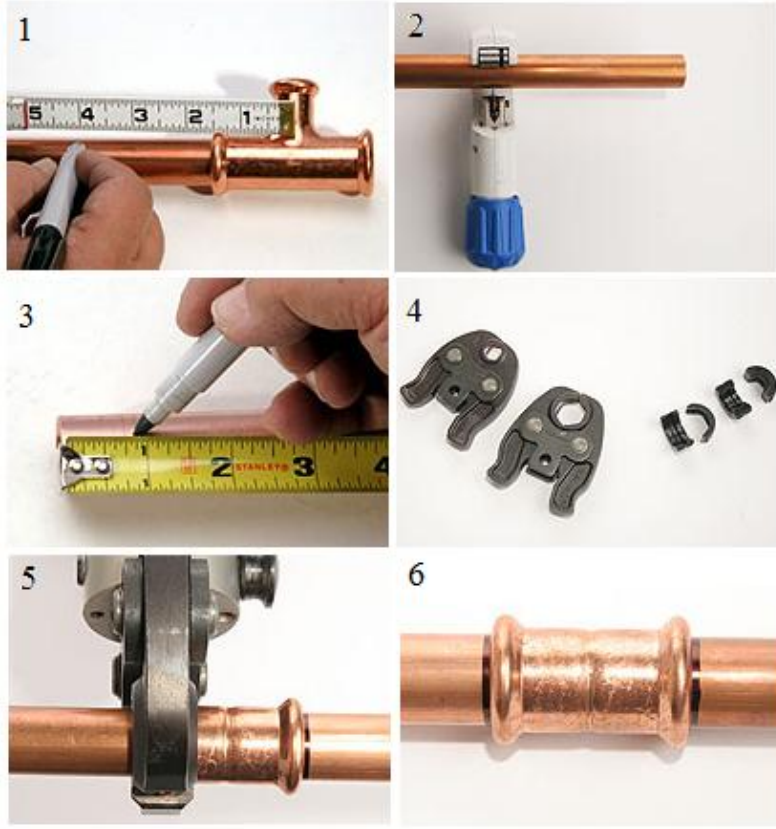
**Resim 2.22: Bakır boruların havşa – rakor ile birleştirilmesi**

- Isı enerjisi kullanılarak yapılacak bir birleştirmede, boru veya ara bağlantı elemanının (fittings) yapısı, birleşme yüzeyi büyüklüğü ve kullanılacak yerdeki basınç, sıcaklık değerleri dikkate alınarak lehimleme tekniği seçilebilir. Lehim yapılacak yüzeylerin her türlü yağ, kir, oksit ve pislikten arındırılmış şekilde olması gerekir.



**Resim 2.23: Bakır boruların lehimle birleştirilmesi**

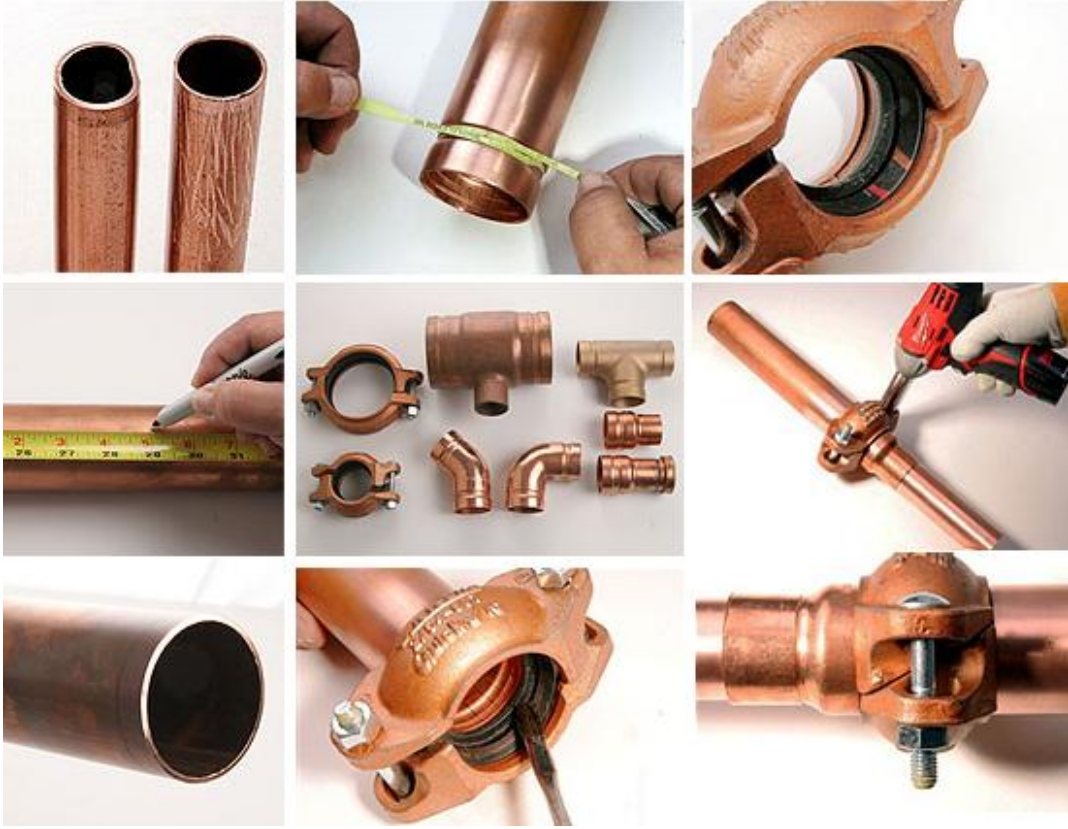
- Presli bağlantı parçaları kullanılarak bakır borular birleştirilebilir. Ancak bağlantı çözülebilir olmaz.



**Resim 2.24: Bakır boruların presli birleştirilmesi**

- Bakır borular uygun ara bağlantı parçaları ile contalı olarak birleştirilebilir.





Resim 2.25: Bakır boruların contalı birleştirilmesi

#### 2.8.4. Tesisatta Bakır Boru Kullanmanın Faydaları

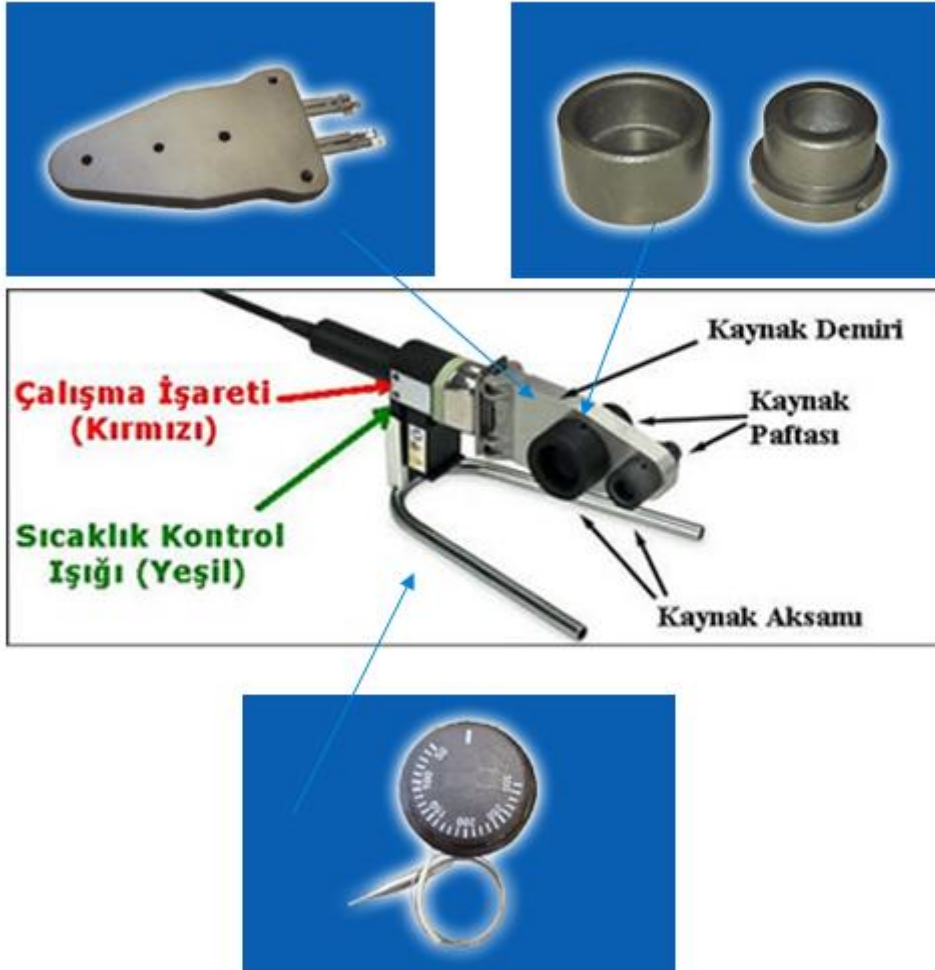
- **Korozyona dayanıklılık:** Bakır dış etkilere etkilenmeyen bir madde olması sayesinde inşaatlarda çok rahat kullanılmaktadır. Alçı, çimento, beton beton veya su bakıra hiç zarar vermez. Ayrıca bakır ultraviyole ve enfraruj ışınlarından etkilenmediği gibi yıllar boyunca bile hiçbir eskime göstermez.
- **Kullanma kolaylığı:** Bakır kolay şekillendirilen bir madde olduğundan kullanılması basit ve işlenmesi süratlidir. Bu sayede tesisatçı zaman kazanmakta, dolayısıyla maliyet düşmektedir. Ayrıca çok ucuz aletlerle çalışılabilmekte ve lehim sistemi sayesinde kaçak olmayan bir tesisat kurulabilmektedir.
- **Genleşme özelliği** Düşük bir genleşme oranı betonun genleşme oranına çok yakın olması sayesinde bakır boru çok güvenlidir. Plastik borularda bu oran bakırdan 7-10 kat fazla olduğundan sıcak su tesisatları sorun çıkartmaktadır.

- **Geçirgenlik:** Bakır boru yüksek ısıda bile % 100 oranında oksijen ve gaz geçirmeme özelliğine sahiptir. Bu sayede plastik ve demir tesisatlarda rastlanan mantar ve bakteri üremez. Bu özelliğin yıllar geçtikçe değişmesi söz konusu değildir.
- **Antibakterisit özellik:** Bakır bakterisid özelliği sayesinde tatil zamanları ihtiva ettiği su durgun olan ve bakteri ve yosun üremesi için ideal bir ortam yaratan tesisatlardaki suyu temizler ve bakterilerden arındırır.
- **Isı İletkenliği:** Plastikten bin kat fazla olan ısı iletkenliği sayesinde bakır boru özellikle yerden ısıtma sistemlerinde çok verimli olmaktadır. Demir borulu sistemlerle karşılaştırıldığında ise ilk ısıtmada meydana gelen kayıplar çok aza inmektedir. Buna ısı geçirgenliğinin yanı sıra et kalınlığının da az olması yol açmaktadır.
- **Sürtünme katsayısı:** Bakır boruların diğer tesisat borularına kıyasla iç yüzeyleri çok kaygan olduğundan küçük çaplı borularla bile randımanlı bir tesisat kurulabilmektedir. Bu sayede daha küçük pompalar kullanılmakta ve dolayısıyla enerji tasarrufu sağlanmaktadır.
- **Sağlamlık:** Bakır borunun çekme mukavemeti diğer malzemelere göre daha yüksektir. Tavlı borularda 200Mpa, sert borularda 300Mpa'dır. İnşaatlarda oluşan zor şartlarda bile bakır boru önlem almadan kullanılabilir. Ayrıca ateşten ve kemirgen hayvanlardan da etkilenmemektedir.
- **Basınca dayanıklılık:** Bu özelliği sayesinde bakır boru tesisatta basınç veya ısı kısıtlaması olmadan kullanılabilir. Örneğin, 22\*1 ölçüsündeki bir bakır boru içindeki suyun 200 santigrat dereceye çıkması hâlinde bile 16 bara dayanabilmektedir. Bu değerler boru çapı düştükçe daha da artmaktadır. Dolayısıyla zaman 80 santigrat dereceyi aşması muhtemel kalorifer tesisatlarında bakır boru mükemmel netice vermektedir.
- **Estetik:** Bakır borunun ve bağlantı elemanlarının inceliği tesisata çok estetik bir görünüm sağlar. Bakır boru kolaylıkla boyanır.
- **Yangına dayanıklılık:** Metal olması sebebi ile bakır boru evlerde meydana gelebilecek yangın olaylarında etkilenmez. Bu konu maalesef plastik borulu sistemlerde büyük sorun teşkil etmektedir.
- **Çevreye duyarlılık:** Bakır doğadan elde edilen saf bir madendir. Çevreye hiçbir zarar vermediği gibi tamamen geri kazanılan bir maddedir.

## 2.8.5. Plastik Borularla Tesisatın Döşenmesi

Temiz su tesisatında kullanılan polipropilen (Pp) türü plastik borular termosetting plastik özelliği taşır. Bu nedenle ısı işlem yapılarak birleştirilir. Borunun 230 °C – 250 °C kadar ısıtılması, kolay şekil alarak aynı cins plastikte yapışma özelliği kazanır.

Burada boru ve ek parçasının aynı firmanın mamulü olmasına dikkat edilmelidir.



Resim 2.26: Füzyon kaynak makinesi kısımları, rezistans grubu, paftalar ve termostat

Plastik boru altyapı malzemesi olarak çok iyi malzemedir. Kullanım sıcak suyu çok yüksek sıcaklıkta olmayacağı ve borular döşeme içinde kalacağı için dayanım açısından ideal bir borudur. Yüksek sıcaklık istenen yerlerde alüminyum folyolu boru kullanılır. Bu boru

piyasada PPRC (Polipropilen Random Copollimeriset) olarak bilinir. Folyolu borunun üzeri alüminyum kaplı olduğu için uzama katsayısı düşük ve sızdırmazlık dayanımı yüksektir.

Boru çapı (mm)	Kaynak Derinliği (mm)	Isıtma Süresi (Sn)	Kaynak Süresi (Sn)	Soğuma Süresi (dk.)
20	14.0	5	4	2
25	15.0	7	4	2
32	16.5	8	6	4
40	18.0	12	6	4
50	20.0	18	6	4
63	24.0	24	8	6
75	26.0	30	8	8

**Tablo 2.6: Elektro füzyon kaynağında kaynak tekniği ile ilgili detaylar**

Resim 2.27’de piyasada metal çanta içinde satılan plastik boru elektro füzyon kaynak makinesi görülmektedir.



**Resim 2.27: Füzyon kaynak makinesi**



**Resim 2.28: Füzyon kaynağında borunun uygun paftada 230 °C–250 °C ısıtılması**



**Resim 2.29: Füzyon kaynağında borunun dirsek parçasıyla birleştirilmesi**

Yeterli miktarda kesilen plastik borunun kaynak ucu temizlenir. Borunun ucu kaynak uzunluğu kadar işaretlenir. 230 °C–250 °C kadar ısınmış füzyon kaynak makinesi lokmalarına boru ve ek parçası aynı anda takılır. Yaklaşık 7 - 8 saniye kadar beklenir. Boru ve ek parçası aynı anda çekilerek 10–20 saniyede kıpırdatmadan düzgün bir şekilde ve hafifçe bastırarak beklenir (Bu üçlüer küçük çaplar için geçerlidir).

## 2.9. Islak Mekânlarda Temiz Su Tesisatın Döşenmesi

Binalarda banyo, WC ve mutfaklara ıslak hacim denir. Islak hacimler dairenin önemli bir alanını işgal eder. Sıhhi tesisat su kullanma yerleri, ihtiyaca göre bu bölümlerde toplanır. Islak mekânlarda zemin döşemelerde su sızdırmalığını sağlamak amacıyla yalıtılır. Bu yalıtımda genellikle zeminlerde seramik ve duvarlarda fayans türü malzemelerden faydalanılır. Ankastré döşenen temiz su tesisatı da bu duvar döşemenin altında kalır.

Dairelerde temiz su boruları zorunlu kalmadıkça sıva altı döşenmelidir. Aynı zamanda borunun sıva altı döşenmesi terlemeyi de önler. Katlara çıkan kolon boruları ise sıva üstü döşenir.

Atık su boruları ise duvar veya döşeme içinden çekilir. Atık su kolon boruları duvar yüzeyinden döşenir. Sonradan bu borular fayans altına alınır. Yataydaki atık su boruları ise düşük döşeme veya döşeme üstünden çekilir. Döşeme kaplamasıyla üzeri kapatılır.

### 2.9.1. Banyo

Banyoda klozet, lavabo, yer süzgeci, çamaşır makinesi, küvet gibi vitrifiye malzemeleri kullanılır. Banyo odalarının düzenlenmesinde kapının tam olarak açılabilmesine özen gösterilmelidir. Eğer çamaşır makinesi banyoya konulacaksa su ile temas etmeyeceği yerde olmasına dikkat edilir.



Şekil 2.18: Tipik banyo yerleşimi; küvet, lavabo, klozet ve yer süzgeci

Banyoya konulan vitrifiye malzemelerinin su kullanma yüküne göre sıhhi tesisat borusu çapı kullanılır. Bu malzemelerin her biri için genellikle ½" (Ø15 mm) anma çapındaki borular yeterlidir. Borular inşaat aşamasında, banyo duvarı iç yüzeyinden sıva altı döşenir.

## 2.9.2. WC

Banyodan ayrı olarak düşünölmeli ve çok iyi havalandırılmalıdır. WC'lerde alaturka ve alafranga hela taşları kullanılır. WC çıkışına da bir lavabonun konulması gerekir. Lavabo hela taşının kullanılmasından sonra el yıkamak için gereklidir.

Alaturka hela taşı rezervuar doldurma borusu çapı ve taharet musluğu boru çapı ½" (Ø15 mm) olarak kullanılır. Lavabo musluğu için de ½" (Ø15 mm)lik boru yeterlidir.



Resim 2.30: Tipik WC yerleşimi( lavabo, klozet ve yer süzgeci)

## 2.9.3. Mutfak

Mutfaklarda su ile doğrudan ilgili olan eviye, batarya ve bulaşık makinesidir. Bazı durumlarda şofben veya kombi de konulur. Bu boruların temiz su bağlantıları ½" (Ø15 mm) borularla yapılır. Bulaşık makinesi, şofben ve kombilerin sıcak su girişleri ½" olmasına rağmen boru tesisatı ¾" çapta yapılır, redüksiyonlarla ½" çapa düşürölür.



Resim 2.31: Tipik mutfak yerleşimi(eviye ve batarya)

## 2.10. Tesisatta Suyun Geri Kaçması

Temiz su tesisatının atmosfere açık (bahçe sulama vb.) veya kapalı sistemlere (kazan dolaşım devresi vb.) su beslediği noktalardan basınç dengesinin bozulmasından dolayı gerçekleşen her türlü ters yönlü akışa **geri akış** denir. Geri akış sonucunda temiz su tesisatına karışacak kirli su, kimyasal maddeler, mikroorganizmalar (kalorifer kazanı suyu, klima çiller devresi suyu, hipoklorit vb.) hayati tehlikeye yol açar. Temiz su tesisatına geri akışla gaz karışması bile (doğal gaz veya LPG) mümkündür.

1933 yılında ABD(Chicago)'de yaşanan bir olayda içme suyu tesisatı kirlenmiş, kirlenme sonucunda 1409 kişi amibik dizanteriye yakalanmış, bunlardan 98'i ise yaşamını yitirmiştir. Temiz su tesisatının geri akışla kirlenmesine dair kayıtlı ilk olay budur.

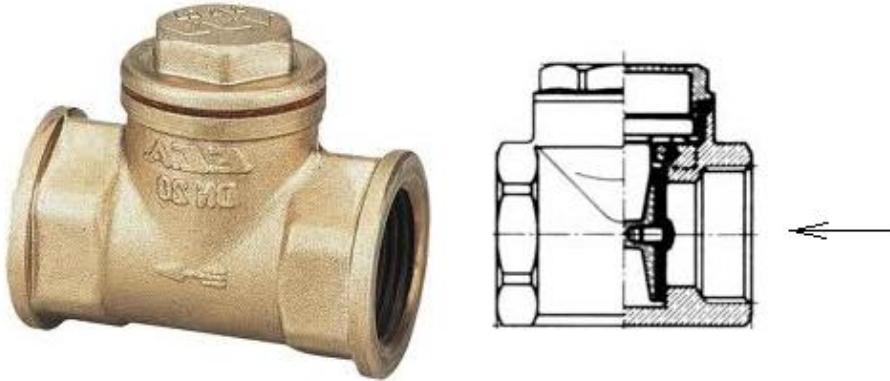
### 2.10.1. Geri Akışa Yol Açan Durumlar

Şehir temiz su şebekesi basıncı yeterli olduğu takdirde musluğu açınca su akar. Örneğin, içinde deterjan bulunan temizlik kovamızı doldurmak için banyodaki spiralli duşu kovanın içine koyalım. Musluk açıkken sular kesildiği takdirde kovadaki deterjanlı su emilerek temiz su tesisatına karışabilir. Bu örnekte gördüğümüz gibi normal akış için gereken basınç dengesi yerine tam ters yönde basınç dengesi söz konusu olduğunda geri akış gerçekleşir.

Geri akışa yol açan iki durum vardır: **Geri emiş** ve **ters basınç**

Temiz su tesisatına karışması tehlikeli olan kirli su kaynağı, atmosfere açık bir sistem ise (bahçede biriken su, banyo küveti, paspas yıkama teknesi vb.) geri emiş yolu ile olacak geri akış önlenmelidir.

Bunun için geliştirilmiş çeşitli özellikteki çekvalflar kullanılır. Resim 2.32'de çalpara tipi çek valfgörülmektedir.



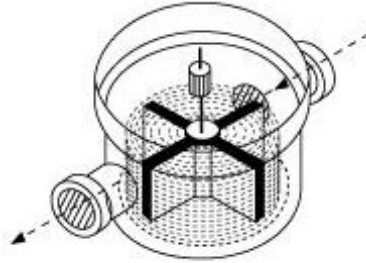
Resim 2.32: Tipik çalpara çek valf ve çalışma prensibi



## 2.11. Su Sayacı Çalışma Prensibi ve Montajı

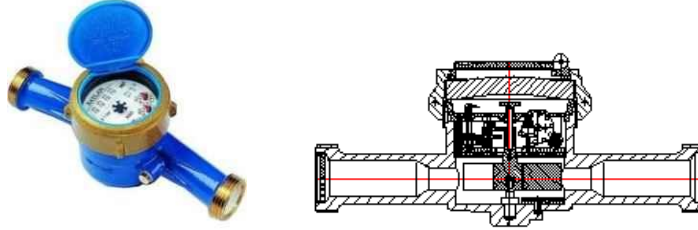
Özellğine göre içinden geçen akışkan miktarını ölçmekte kullanılan tesisat malzemelerine **su sayacı** denir. Su sayaçları 15 mm çaptan 800 mm çapa kadar her türlü su ölçüm ihtiyacını karşılayacak yapıda üretilmektedir.

Geçen suyun miktarının ölçülebilmesi için önce su pervaneyi çevirir. Geçen suyun miktarı ile pervanedeki dönüş sayısı arasında doğru bir orantı vardır. Pervanedeki hareket dişli mekanizmaya iletilir. Sayaçlar, harcanan su durumuna göre çeşitli çap ve biçimlerde yapılır. Genellikle kullanım yerine göre ev ve sanayi tipi olarak iki grupta toplanır.



**Şekil 2.19: Sayacı tek huzmeli ölçmesi**

Piyasada genel olarak 15, 20 ve 25 mm anma ölçülerinde tek ve çok huzmeli olarak bulunur. Sayaç rakorlu montaj uzunluğu 203 mm ile 375 mm arasındadır.



**Şekil 2.20: Su sayacı ve kesiti**

Multijet tip su sayaçları 15–50 mm arası anma ölçülerinde üretilir. Su geçiş hızından yararlanılarak çalışır. Çapı küçük olmasına rağmen debisi fazladır.

Woltmann tip su sayaçları 50–800 mm arası anma ölçülerinde üretilir. Büyük kapasiteli işletmelerde kullanılır. Sayaçlar flanşlı bağlantılıdır ve 50 mm'den 800 mm'ye kadar farklı ebatlarda üretilir. Bu sayaçların normal akış değerlerinde hata oranı  $\pm \%2$  kadardır.

### 2.11.1. Sayaçların Okunması

Su sayaçların okunması, saat üzerinde bulunan değerlerin okunması sonucunda ortaya çıkar. Su sayaçları çeşitli oldukları için okunmaları da farklıdır. Genellikle sayaçların üzerindeki siyah rakamlar okunur. Bazılarında siyahın devamında kırmızı rakamlar da vardır ancak bunlar, dikkate alınmaz. Sayaçlarda siyah rakamlar m<sup>3</sup> olarak okunurken kırmızı rakamlar ise litre cinsinden okunur. Su bedeli ise m<sup>3</sup> olarak ödenir.



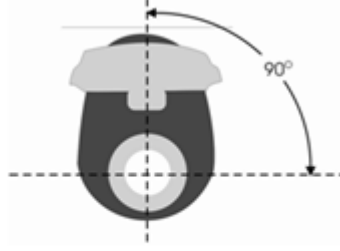
Şekil 2.21: Su sayacı göstergesi

### 2.11.2. Sayaç Montaj Kuralları

Su sayacı kolayca okunan, aydınlık, dondan korunabilecek, bakım ve tamire uygun, ulaşılabilecek bir sayaç kutusu içinde olmalıdır.

Sayaçların montaj pozisyonu da doğru çalışmalarıyla doğrudan ilgilidir. Bazı sayaçlar sadece belirli şekillerde (yatay veya dikey) monte edilebilirken bazıları her pozisyonda monte edilebilir. Yine bazı sayaçları vana, dirsek, redüksiyon vb. bağlantılardan belirli bir uzaklığa bağlamak gerekirken bazı sayaçlar için bunlara gerek yoktur.

Montaj kılavuzlarında belirtilen sayaca en uygun pozisyon seçilmeli ve mevcut bir tesisat varsa sayaca uygunluğu kontrol edilmelidir. Bütün sayaçlarda montaj ile ilgili dikkat edilmesi gereken en önemli konu sayaçtan hava geçmesinin önlenmesidir. Sayaçtan geçecek olan hava hem yanlış ölçüm değerine hem de sayaçta hasara sebep olur.



**Şekil 2.22: Sayacın zemine olan konumu**

Tesisatta sayaçtan önce mutlaka bir filtre sistemi bulunmalıdır. Zira özel modeller hariç bütün sayaçlar temiz sıvıların ölçümü için tasarlanmıştır. Üretici firmalar pislik sebebiyle arızalanan sayaçları garanti kapsamı dışında tutar. Sayaç arızalarının sebebi, %50 den fazla sıvının içindeki yabancı maddelerdir.

Sayaç montajında dikkat edilmesi gereken ön önemli kural, sayacın zemine paralel ve kolona dik olmasıdır.

Su sayacını şebekeye doğru yönde ve doğru açıda bağlamak çok önemlidir. Sayacı bağlarken üretici firmanın vermiş olduğu bağlantı şemasına veya sayacın üzerindeki ok ve işaretlere dikkat edilmelidir.



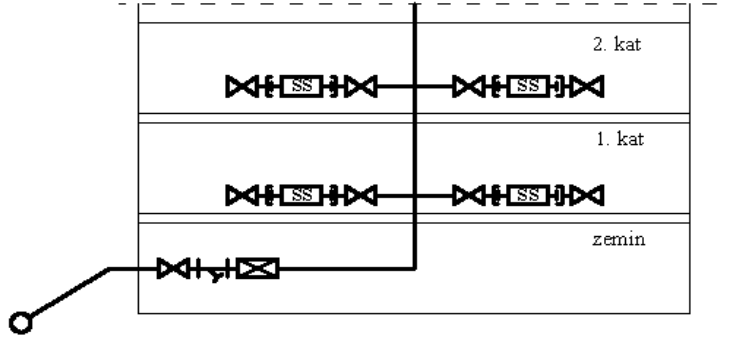
Sayacın tesisata doğru bağlantı şekli

Sayacın tesisata yanlış bağlantı şekli

**Şekil 2.23: Sayacın doğru yanlış bağlantı şekli**

### 2.11.3. Ev Tipi Sayaç Montajı

Ev tipi sayaçlar, yeni yönetmeliğe göre apartman dairelerinde, elektrik saatlerinde olduğu gibi dairenin girişinde toplu hâlde konulması gerekir. Daire içlerine konması sayacın okunması açısından uygun değildir.



Şekil 2.24: Kolon sistemi sayaç montajı

#### 2.11.4. Rögar İçerisine Sayaç Montajı

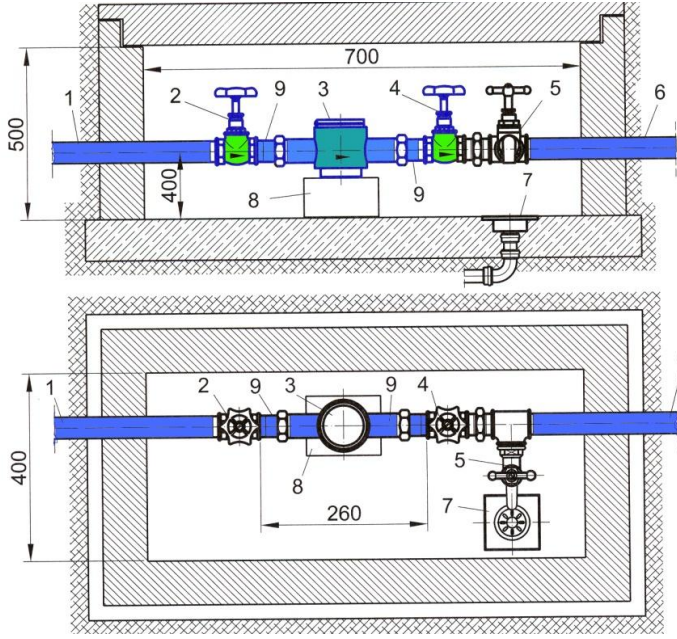
Bina içinde uygun bir yer yoksa sayaç bahçeye yapılacak bir rögar içine konur.

Rögar bakım ve onarım amacıyla içine girilebilecek büyüklükte ve sayacı dondan koruyacak derinlikte yapılarak yalıtılır.

Rögar içine birikebilecek suları akıtacak bir süzgeç konmalı ve süzgeç pis su tesisatına bağlanmalıdır.

Sayacı tesisata bağlarken sayaç içinde hava kalmayacak şekilde bağlanır. Sayaç borudan yüksekte ise hava, alçakta ise tortu birikir. Boru tesisatı, sayacın daima su ile dolu kalmasını sağlayacak biçimde yapılmalıdır. Bunun yolu, gidiş borusunu sayaçtan yüksek yapmaktır. Sayaçtan önce ve sonra birer vana konulmalıdır.

Tesisatta su deposu, hidrofor, boyler varsa buradaki suların şehir tesisatına akmaması için sayaçtan sonra çek valf konulmalıdır. Sayacın tesisata bağlanması, iki ucunda bulunan rakorlar yardımıyla yapılır.



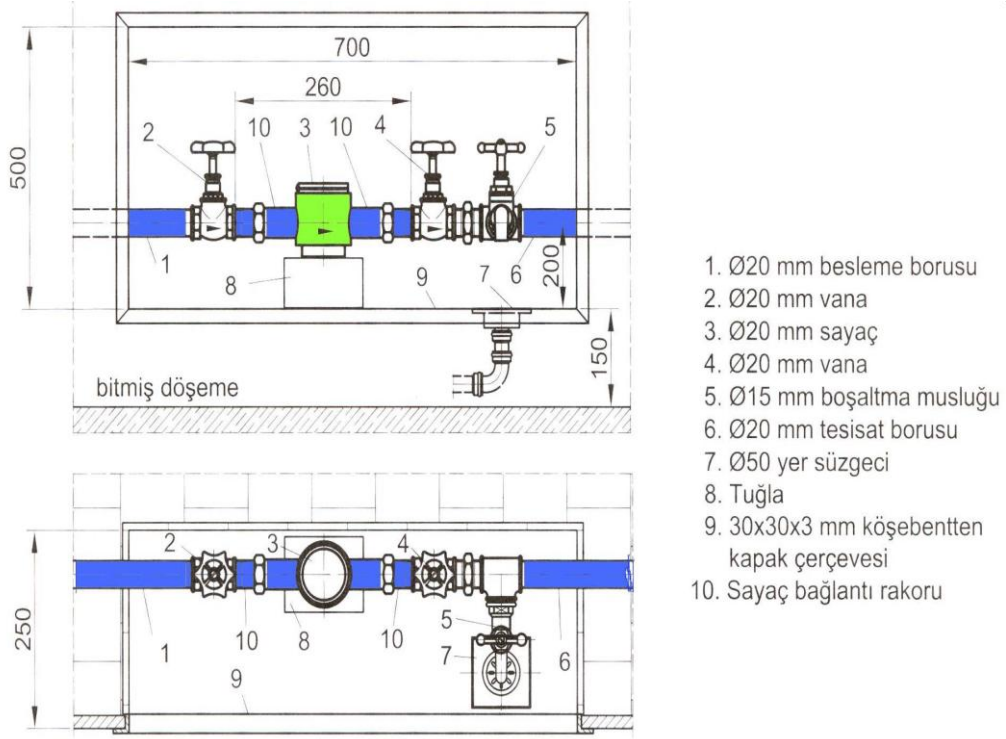
Tolerans : ± 0,0

1. Ø20 mm besleme borusu
2. Ø20 mm vana
3. Ø20 mm sayaç
4. Ø20 mm vana
5. Ø15 mm boşaltma musluğu
6. Ø20 mm tesisat borusu
7. Ø50 yer süzgeci
8. Tuğla
9. Sayaç bağlantı rakoru

Şekil 2.25: Rögar içindeki sayaç grubunun önden ve üstten görünüşü

### 2.11.5. Niş İçerisine Sayaç Montajı

Sayacı binanın içinde dairenin giriş kapısının önünde uygun bir yer varsa duvara yapılmış bir niş içine yerleştirilebilir. Niş yerden 70 cm yüksekliğinde ve yaklaşık olarak 40x60x15 cm boyutlarında olur. Nişin önüne bir kapak yapılır.



Şekil 2.26: Niş içindeki sayaç grubunun önden ve üstten görünüşü

## 2.12. Donmaya Karşı Alınacak Önlemler

Tesisatlar bir binanın can damarları olup yapılara hayat katar ve canlılık getirir. Bir binanın esas gayelerinden birisi iklime karşı koruma sağlamaktır. Bu da ısıtma soğutma ve havalandırma sistemleri yardımıyla gerçekleştirilebilir. Yapılara hayat taşıyan bir diğer sistem de su tesisatıdır. Ne yazık ki bu tesisatların, en çok ihtiyaç duyulduğu soğuk mevsimlerde büyük bir düşmanı vardır. Donma olayıdır. Suyun donma noktası, pek çok faaliyette olduğu gibi yapı tesisatları için de kritik bir sıcaklıktır. Don olayı binalardaki tesisat hatlarında tahribat meydana getirerek etkisiz veya verimsiz hâle getirir. Bu da yapılardaki konfor ve yaşam şartlarının bozulmasına yol açar. Büyük maliyetlerle yapılan bu tesisatları don olaylarına karşı koruma ve dolayısıyla verimli bir şekilde çalışmalarını sağlamak için önceden gerekli tedbirlerin alınması gerekir. Alınacak tedbirlerin minimum ilk yatırım maliyeti ve mümkün olan en düşük işletme masraflarıyla gerçekleştirilmesi için de donma olaylarının şiddet ve sıklığının bilinmesi gerekir.

Binalarda su tesisatları ve sıvı akiskanlar (özellikle su) ile çalışan ısıtma tesisatlarının sağlıklı ve randımanlı olarak çalışması, tesisatların donmasını önlemekle mümkündür.



**Resim 2.33: Tesisatta donma sonucu oluşan hasar**

### **2.12.1. Dona Karşı Tesisatın Korunması**

Sıvı hâlden katı hâle geçen suyun hacmi  $1/12$  kadar artacağından boruların patlamasına neden olur. Suyun donması ile artan basınç boruyu patlatır. Bu patlama ilk bakışta sanıldığı gibi donma noktasından değil borunun en zayıf olduğu noktadandır. Bu nedenle borunun patlama noktasından ısıtılması da bir yarar sağlamayabilir. Boruyu dondan korumak için iç duvarlara ve döşemek doğru olur. Borunun yalıtılması yararlı olmakla beraber, çok soğuk havada yeter süre bekleyince suyun donmasını önlemez. Ancak yalıtılmış boruda suyun donması daha geç olur. Kullanılmayan binalarda borulardaki suyun donmaması için en emin yol suyu boşaltmaktır. Donmuş boruların açılması için sıcak suya batırılmış bezle sarmak, üzerine sıcak su dökmek, ateşle veya alevle ısıtmak gibi yöntemler uygulanır. Borulara özellikle doğru akım vermek suretiyle de buzlan eritmek mümkün olabilir. Bu uygulamada akımın şiddeti çok önemlidir.

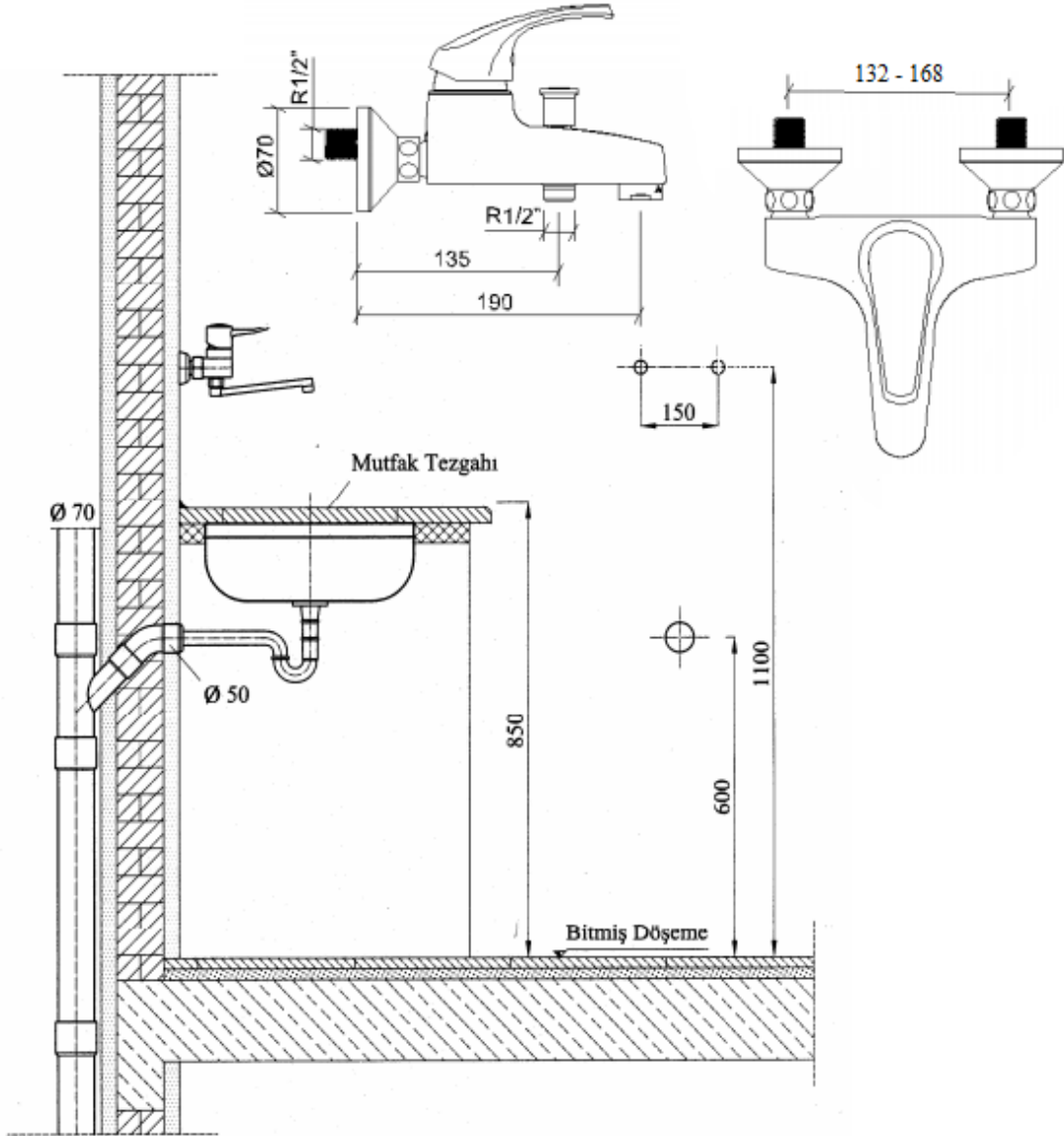
Hangi boruların potansiyel olarak donabileceği saptanabilir. Isıtmasız yerlerden giden su boruları ve evin dışındaki duvarlar üzerinden giden su boruları donmaya adaydır.



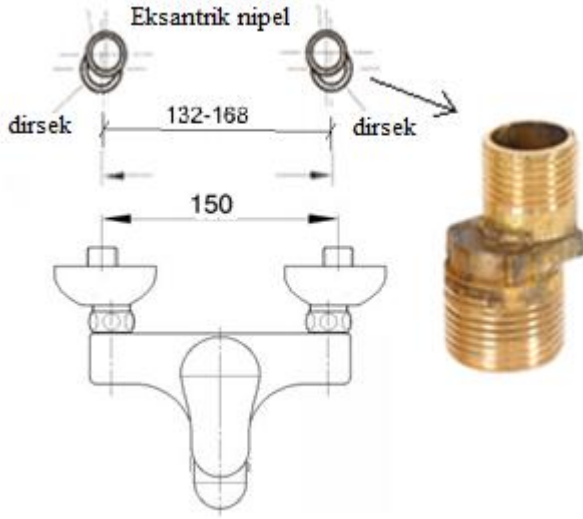
**Resim 2.34: Su sayacının yalıtımı**

## UYGULAMA FALİYETİ

Lavabo batarya montaj ağızlarını hazırlayarak batarya montajı yapınız.







#### Araç ve gereçler

- Kurbağacık anahtar
- ½" dirsek
- Alçı
- Çekiç
- Keski
- Eksantrik nipel
- Batarya

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İşe uygun takım ve aletleri hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tesisatın sağlıklı çalışması ve estetik olarak güzel görünmesi için su terazisi kullanınız.</li> <li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz.</li> <li>➤ Çalışma ortamınızı düzenleyerek gerekli olan takım ve malzemeleri alınız.</li> </ul>
➤ Batarya yerini çizerek belirleyiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Döşemeden yüksekliği ölçerek işaretleyiniz.</li> <li>➤ Soğuk su ve sıcak su tesisatlarını çekiniz.</li> <li>➤ Yükseklik ölçü işaretine göre batarya montaj ağız arasının yerlerini işaretleyiniz.</li> </ul>
➤ Dirsekleri yerlerine tutturunuz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşaret yerlerini dirsek büyüklüğü kadar açınız.</li> <li>➤ Dirsekleri yerlerine alçı harcıyla tutturarak ve kurumaya bırakınız.</li> <li>➤ Dirsek ağızları sıvayla aynı seviyede olsun.</li> </ul>
➤ Eksantrik nipelere takınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eksantrik nipelere bağlayınız.</li> <li>➤ Terazisini ayarlayınız.</li> <li>➤ Rozetleri nipelere takınız.</li> <li>➤ Batarya somunlarını önce elle eşit, sonra kurbağacık anahtarla sıkınız.</li> </ul>
➤ İşinizi kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçü ve terazi kontrolünü yapınız.</li> <li>➤ Kirlendiği yerleri temizleyiniz.</li> <li>➤ İş bitirdiğinizi öğretmeninize söyleyiniz.</li> </ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

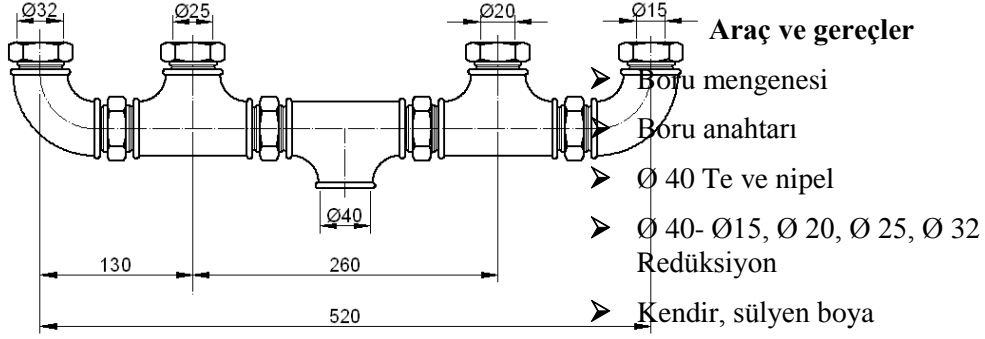
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İşe uygun takım ve aletleri hazırladınız mı?		
2. Batarya yerini çizerek belirttiniz mi?		
3. Dirsekleri yerlerine tutturdunuz mu?		
4. Eksantrik nipelleri taktınız mı?		
5. İşinizi kontrol ettiniz mi?		
6. İşe uygun araç ve gereçleri hazırladınız mı?		
7. Verilen resme göre işi yaptınız mı?		
8. Yapılan işin teslim ettiniz mi?		
9. Sayaç yerinin tespitini yaptınız mı?		
10. Projeye uygun sayaç seçtiniz mi?		
11. Besleme borusu üzerine vana taktınız mı?		
12. Sayacı rakorundan vanaya taktınız mı?		
13. Sayacın ekseni yere dik gelecek şekilde tekniğine uygun olarak sıktınız mı?		
14. Sayaçtan sonra vana taktınız mı?		
15. Sayacı test ettiniz mi?		

## **DEĞERLENDİRME**

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## UYGULAMA FALİYETİ

**Dizi sistemi kolon dağıtım kolektörünü yapınız.**



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İşe uygun araç ve gereçleri hazırlayınız.	➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ Gerekli araç gereçleri alınız.
➤ Verilen resme göre işi yapınız.	➤ Resmi inceleyiniz. ➤ İş yapmaya $\varnothing 40$ mm'lik Te'den başlayınız. ➤ Ek parçalarına keten sarınız. ➤ Keten üzerine bezir yağı veya sülüğe boya sürünüz. ➤ Çıkış ağzlarının aynı eksende olmasına dikkat ediniz.
➤ Yapılan işin teslim ediniz.	➤ İşini üzerindeki boya artıkları ve kirlerini temizleyiniz. ➤ Üzerine numaranızı yazınız. ➤ İş öğretmeninize teslim ediniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

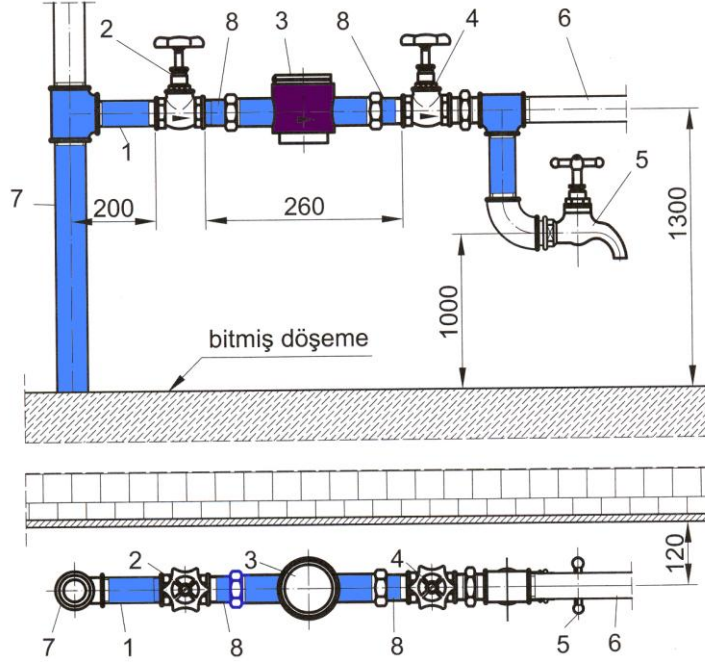
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İşe uygun takım ve aletleri hazırladınız mı?		
2. Batarya yerini çizerek belirttiniz mi?		
3. Dirsekleri yerlerine tutturdunuz mu?		
4. Eksantrik nipelleri taktınız mı?		
5. İşinizi kontrol ettiniz mi?		
6. İşe uygun araç ve gereçleri hazırladınız mı?		
7. Verilen resme göre işi yaptınız mı?		
8. Yapılan işin teslim ettiniz mi?		
9. Sayaç yerinin tespitini yaptınız mı?		
10. Projeye uygun sayaç seçtiniz mi?		
11. Besleme borusu üzerine vana taktınız mı?		
12. Sayacı rakorundan vanaya taktınız mı?		
13. Sayacın ekseni yere dik gelecek şekilde tekniğine uygun olarak sıktınız mı?		
14. Sayaçtan sonra vana taktınız mı?		
15. Sayacı test ettiniz mi?		

## **DEĞERLENDİRME**

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## UYGULAMA FALİYETİ

Sayaç montajı yapınız.



### Sayaç grubu parça listesi

- Ø20 mm besleme borusu
- Ø20 mm vana
- Ø20 mm sayaç
- Ø20 mm vana
- Ø15 mm boşaltma musluğu
- Ø20 mm tesisat borusu

### Araç ve gereçler

- Boru mengersi
- Boru anahtarı
- Kurbağacık anahtar
- Kendir
- Sülüngen boya

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ İşe uygun takım ve aletleri hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz.</li> <li>➤ Çalışma ortamınızı düzenleyerek takım hane sorumlusundan gerekli olan takımları alınız.</li> <li>➤ Malzeme deposu sorumlusundan sayaç ve diğer malzemeleri alınız.</li> </ul>
➤ Sayaç yerinin tespitini yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sayaç için uygun bir yer hazırlayınız.</li> <li>➤ Sayaçları toplu hâlde daire dışına koyunuz.</li> <li>➤ Sayacın rahat okunabileceği bir yere yerleştiriniz.</li> </ul>
➤ Projeye uygun sayaç seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Projeye uygun sayaç seçiniz.</li> <li>➤ Sayacın özelliklerini iyice öğreniniz.</li> </ul>
➤ Besleme borusu üzerine vana takınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Besleme borusu dışına kendir sararak boya sürünüz.</li> <li>➤ Besleme borusuna vanayı takınız.</li> </ul>
➤ Sayacı rakorundan vanaya takınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rakoru sıkarken kendir sarınız.</li> <li>➤ Pirinç rakoru sıkarken zedelemeyiniz.</li> </ul>
➤ Sayacın ekseni yere dik gelecek şekilde tekniğine uygun olarak sıkınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sayacın ok yönünde olmasına dikkat ediniz.</li> <li>➤ Sayacı, rakorun contasını takarak sıkınız.</li> <li>➤ Sayacın altına düz olması için tuğla koyunuz.</li> </ul>
➤ Sayaçtan sonra vana takınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vanayı sayaç bağlantı rakorunun kendirli ve sülüğüncü ucuna takınız.</li> <li>➤ Nipel, kendirli ve sülüğüncü olarak vanaya takınız.</li> </ul>
➤ Sayacı test etdiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nipelin ucuna Te'yi bağlayınız.</li> <li>➤ Musluğu Te'ye bağlayınız.</li> <li>➤ Yeterli uzunlukta boru hazırlayınız.</li> <li>➤ Te'nin diğer ucuna boruyu takınız.</li> <li>➤ Tesisatın kaçak denemesini yapınız.</li> </ul>



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İşe uygun takım ve aletleri hazırladınız mı?		
2. Batarya yerini çizerek belirttiniz mi?		
3. Dirsekleri yerlerine tutturdunuz mu?		
4. Eksantrik nipelleri taktınız mı?		
5. İşinizi kontrol ettiniz mi?		
6. İşe uygun araç gereçleri hazırladınız mı?		
7. Verilen resme göre işi yaptınız mı?		
8. Yapılan işin teslim ettiniz mi?		
9. Sayaç yerinin tespitini yaptınız mı?		
10. Projeye uygun sayaç seçtiniz mi?		
11. Besleme borusu üzerine vana taktınız mı?		
12. Sayacı rakorundan vanaya taktınız mı?		
13. Sayacın eksenini yere dik gelecek şekilde tekniğine uygun olarak sıktınız mı?		
14. Sayaçtan sonra vana taktınız mı?		
15. Sayacı test ettiniz mi?		

## **DEĞERLENDİRME**

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Değişik çaplı boruların yatay ve düşey döşenmeleri durumunda eksenleri arasındaki mesafe yaklaşık olarak ne kadar olmalıdır?  
A) 100 mm  
B) 150 mm  
C) 200 mm  
D) 250 mm
- Batarya bağlantı ağızları ölçüsünün doğru bırakılmaması hangi sorunları ortaya çıkarır?  
A) Batarya bağlanmaz.  
B) Fayansların kırılması gerekir.  
C) Zaman kaybı olur.  
D) Hepsi
- Tesisatta eğim hangi takımla kontrol edilir?  
A) Gönye  
B) Su hortumu  
C) Terazî  
D) Kumpas
- Borularda eğim hangi yöne doğru olmalıdır?  
A) Yukarıya doğru  
B) Suyun akış yönüne doğru  
C) Aşağıya doğru  
D) Suyun akış yönünün tersine
- Batarya bağlantı ölçüleri kaç mm olmalıdır?  
A) 155 mm  
B) 145 mm  
C) 160 mm  
D) 140 mm
- Bina içi tesisattaki borular aşağıda hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) Dağıtım, kolon, bağlantı borusu  
B) Kolon, branşman, besleme borusu  
C) Besleme borusu, branşman, ana boru  
D) Kolon, besleme borusu, ana boru
- Su sayacının görevi nedir?  
A) Suyu içinden geçirmeye yarar.  
B) Suyun basıncını azaltır.  
C) İçinden geçen su miktarını ölçer.  
D) Suyu depo eder.
- Soğuk su sayacı hangi sıcaklığa kadar kullanılır?  
A) 60 °C  
B) 70 °C  
C) 50 °C  
D) 80 °C

9. Sıcak su sayacının soğuk su sayacından farkı nedir?
- A) Daha sağlam olması  
B) Daha ekonomik olması  
C) Daha hassas olması  
D) Tümü ile metal olması
10. Su sayacı montajında neye dikkat edilmez?
- A) Aydınlık yerde olmalıdır.  
B) Kolay okunabilir yerde olmalıdır.  
C) Kolay sökülür yerde olmalıdır.  
D) Yüksek yerde olmalıdır.
11. Ev tipi sayaçlar nereye montaj edilmelidir?
- A) Sayaç kutusuna konmalıdır.  
B) Daire içine konmalıdır.  
C) Önemli değildir.  
D) Açığa konmalıdır.
12. Sayacın sağına ve soluna vana konulmasının nedeni nedir?
- A) Su kaçırmaması diye konur.  
B) Arıza esnasında suyu kesmek için konur.  
C) Daha sağlam olsun diye konur.  
D) İşçiliği artırmak için konur.
13. Su sayacının ok yönü ne tarafa doğru olmalıdır?
- A) Suyun akış yönüne doğru olmalıdır.  
B) Yukarıya doğru olmalıdır.  
C) Suyun akış yönünün tersine olmalıdır.  
D) Aşağıya doğru olmalıdır.
14. Tesisatta sayaçtan önce sayacın arızalanmaması için ne konmalıdır?
- A) Vana  
B) Filtre  
C) Çek valf  
D) Dirsek
15. Binalarda temiz suyu kullanma yerlerine ileten boru ağına ne denir?
- A) Kolon  
B) Ana boru  
C) Branşman hattı  
D) Bina temiz su tesisatı

**Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

16. Sayma düzeni dişlilerinin sayaçtan geçen su ile temasta bulunanlarına.....  
.....denir.
17. Sayma düzeni dişlilerinin sayaçtan geçen su ile temasta bulunmayanlarına.....  
.....denir.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Gerekli donanımı kullanarak hidrofor montajı yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Belediyelere giderek konu hakkında bilgi alınız.
- Bölgenizdeki tesisat ile ilgilenen firmalardan bilgi edininiz.
- Bir inşaatı gezerek hidrofor montajını görünüz.

## 3. HİDROFOR MONTAJI

### 3.1. Hidroforlar

Çok katlı binaların su ihtiyacını karşılamak için şehir şebeke basıncı yetersiz kalır. Bu tür yerlerde hidrofor veya su deposu bağlantılı sistemler kurulur. Hidrofor ve su deposu ayrı ayrı kullanılabilirdiği gibi bazı tesisat sistemlerinde beraber de bağlanabilir.

Basıncı düşük suyu, hava ile sıkıştırarak istenen yüksekliğe çıkartan ve otomatik çalışan silindirik depolu pompalama sistemlerine **hidrofor (basınçlandırma deposu)** denir.

Basınçlandırma işlemi tank, pompa ve bunların üzerine takılan yardımcı elemanlar yapar.



Resim 3.1: Depoya veya şebekeye bağlanacak durumda paket tip hidrofor

## 3.2. Çalışma Prensibi

Hidrofor tankı, işletme (çalışma) basıncına göre standartlarla belirtilen kalınlıkta çelik sac malzemeden yapılır. Tankın, hidrofor sistemindeki görevi yardımcı elemanları üzerinde taşımak, su ve havayı biraraya getirerek suya istenilen basınçlandırmayı vermektir. Bir kısım hidrofor tanklarında hava temini için kompresör yerine hava subabı veya hava enjektörü kullanılır. Bazı hidrofor tanklarında ise su ve hava bölgesi bir membranla ayrılır. Membran olarak basınca dayanıklı ve biçimlendirilmiş lastik kullanılır.

Kapalı depo bir hava haznesi görevi yapar. İçine su basıldığında suyun hacmi ile orantılı olarak hava basıncıda artar ve sıkışan hava suyun yüzeyine basınç yapar. Deniz seviyesinde normal atmosfer basıncı (10,33m.ss) altındadır. Bu basınç suyu yükseltmeye yetmez. Bu basınç tesisatın her yerinde vardır. Depo üzerine konulan bir manometre 0 (sıfır)  $\text{kg/cm}^2$ 'yi gösterir. Deponun yarısına kadar su doldurulduğunda manometre 1  $\text{kg/cm}^2$  gösterir. Teorik olarak suyu 10 m yükseltir. Deponun 2/3'ü doldurulduğunda manometrede okunan basınç göstergesi 2  $\text{kg/cm}^2$ ; 3/4'ü doldurulduğunda 3  $\text{kg/cm}^2$ 'yi gösterir. Bu basınç suyu teorik olarak 30 metreye yükseltir. Bu suretle elde edilen basınç yetmez. Tesisattan azıcık su kullanılırsa basınç hemen düşer. Ayrıca deponun tamamen su ile dolması tehlikesi de vardır. Bunun için hava kompresörü kullanılır ve basınç otomatığı ile kumanda edilir.

Sistem çalışmaya başlarken depodaki hava basıncı gereken asgari basıncın yarısına kadar yükseltilir. Böylece istenilen basınçta daha fazla su alınır. Tulumbanın hangi basınçlar arasında çalışacağı tespit edilmelidir. Örneğin, 5 $\text{kg/cm}^2$  basınca ihtiyaç varsa bir basınç otomatığı (prostat) kullanmak suretiyle pompayı 7  $\text{kg/cm}^2$  basınç elde edinceye kadar çalıştırmak gerekir. Bu duruma göre basınç aralığı 2  $\text{kg/cm}^2$ 'dir. Bu basınç harcanıncaya kadar tesisata su gider. Basınç 5  $\text{kg/cm}^2$ 'ye düşünce basınç otomatığı pompayı yeniden devreye sokar ve su akışı başlar. Depodaki hava tamamen suya karışıp yok oluncaya kadar kompresörün yeniden çalıştırılmasına gerek yoktur.

Hidrofor pompası, suya yeterli basıncı verecek kapasitede olmalı ve ona göre seçilmelidir. Görevi kuyu, depo veya şebekeden aldığı suyu tankta basınçlandırmaktır. Merkezkaç (salyangoz) ve kademeli (santrifüj) tipte yapılırlar. Pompa motorları dikey veya yatay bağlantı biçiminde üretilir.

Hidrofor yardımcı elemanları (ekipmanları), şiber veya küresel vana, çek valf, güvenlik vanası, hava temin elemanı (hava enjektörü, hava subabı veya kompresör) basınç şalteri, manometre, selenoid vana ve seviye elektrotundan oluşur.

Şiber veya küresel vana, gerektiğinde su akışını kesmek için kullanılır.

Çek valf, takılı bulunduğu yerin gerisinde basıncın azalması durumunda, su akışının ters yöne kaçmasını engeller.

Güvenlik vanası, sistemdeki fazla basıncı dışarı atarak sistemin güvenliğini sağlar.

Sistem içindeki basınç manometreden okunur ve hava bölgesine bağlanır.

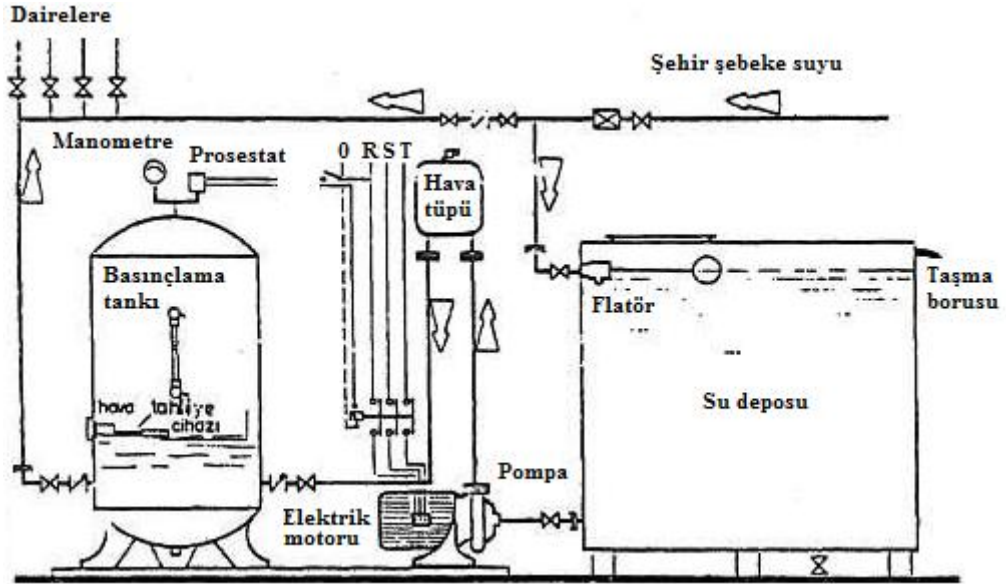
Solenoid vana hava bölgesine takılarak su seviyesine göre tankın hava emişini sağlar. Seviye elektrodu ise su seviyesini kontrol eder ve su bölgesine takılır. Hidrofor tankı basıncına göre pompanın çalışmasını basınç şalteri düzenler. Hidrofor sistemi elemanları birbirine bağlı ve tamamlayıcı nitelikte çalışır.

### 3.2.1. Hava Y Kendisi Temin Eden (Otomatik Hava Şarjlı) Hidroforlar

Yastıklama havası pompanın her devreye girişinde bir hava şarj cihazı vasıtası ile temin edilen bir hidrofordur. Daha ziyade konutlarda (apartmanlarda ve küçük sanayi tesislerinde) kullanılır.

Hidrofor pompasının su basma tarafından yastıklama havasını temin eden hidroforlar (Şekil 3.1). Bu sistemlerde pompanın su basma tarafına bağlı olan bir yardımcı aparat (hava şarj cihazı) vasıtası ile pompanın her devreye girişinde bir miktar hava hidrofor tankı içine basılmaktadır. Hidrofor tankı içine basılan fazla hava yine tank içine yerleştirilen bir iğne supaplı şamandra vasıtası ile tahliye edilebilmektedir. Sistemin avantajları, her tür su pompasında kullanılabilmesi, su emiş problemleri olmamasıdır.

Şehir su basıncının yeterli olduğu durumlarda suyun doğrudan binaya gitmesi için bypass bağlantısı yapılır. Bu durumda hidrofor devre dışı kalır.

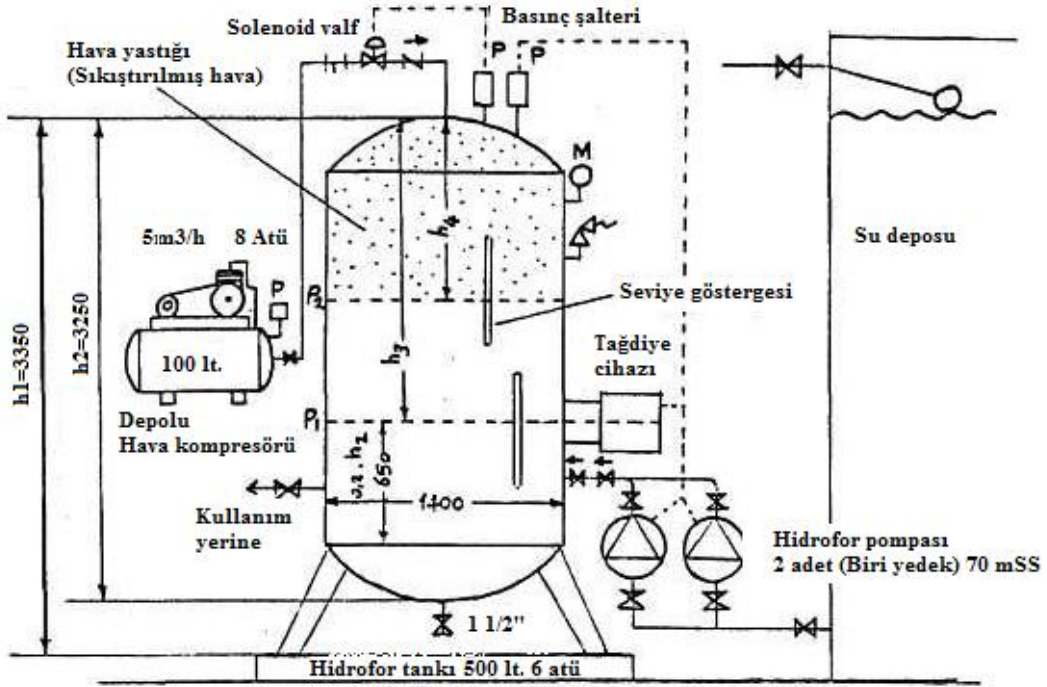


Şekil 3.1: Basıncı tanklı hidrofor tesisatı



### 3.2.2. Hava Kompresörlü Hidroforlar

Hidrofor tankına alınacak yasaklama havası bir hava kompresörü vasıtası ile temin edilir. Daha ziyade büyük tesislerde (tank hacmi 2000 litreden fazla olan yerlerde) hava şarj cihazları ile yeterli hava temin edilemeyen yerlerde kullanılır. Daha ziyade endüstriyel tesisler ile büyük sitelerde kullanılmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Hava kompresörlü hidrofor tesisatı

Mahzurları, fazladan hava kompresör bedeli, kompresör bakım problemleri, hava kompresörü gürültüsüdür.

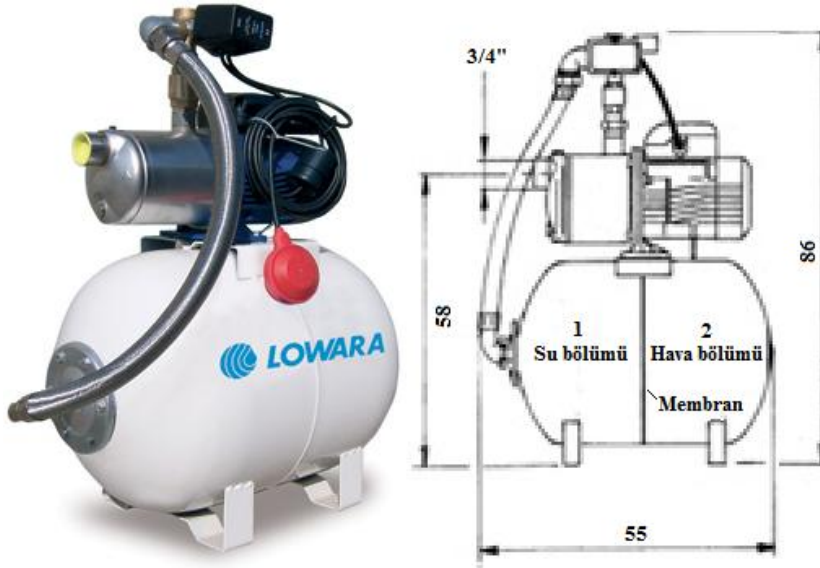
- **Sistemin çalışma prensibi:** Su seviye kontrol cihazının (tağdiye cihazı veya seviye elektrodu) seviyesine kadar su basılır. Hava hattı üzerinde bulunan selenoid vanaya kumanda eden basınç otomatığı P1 alt işletme basıncının biraz üzerine ayarlanır ve tanka hava basılır. Pompaya su seviye kontrol cihazı yol verir. Hidrofor tankındaki basınç, basınç otomatığının ayarlandığı P2 üst işletme basıncına gelince pompa, basınç otomatığı tarafından devreden çıkartılır. Başka benzer sistemlerde hidrofor tankındaki alt ve üst seviye iki ayrı seviye kontrol cihazı (bu tağdiye cihazı olabilir, seviye kontrol elektrodu olabilir.) tarafından kontrol edilen hava basıncında bir basınç şalteri (presostat) tarafından kontrol

edilir. Bu sistemin mahsurları, hidrofor tankındaki alt üst su seviyelerinin sabit kalmasından dolayı herhangi bir sebeple işletme basınçları değiştirildiğinde alt ve üst işletme basınçları arasındaki farkın kontrolü elden çıkar. Burada fark sabit sıcaklıktaki gazlarla ilgili Boyle Mariotte Kanunu gereğince  $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$  şartlarına tabi olarak değişir.

### 3.2.3. Membranlı Basınç Dengeleme Tanklı Paket Hidroforlar

Paket tip hidroforların bünyesinde bulunan küçük hacimli membranlı basınçlı tanklar, birkaç litreden 25 litreye kadar çeşitli hacimlerde kullanılmaktadır. Bu tankların amacı Şekil 3.3'te görüldüğü gibi su 1 numaralı bölümden membranı şişirerek 2 numaralı bölmedeki gaz hacmini devreyi kesme basıncına kadar sıkıştırarak elektrik motor devresini açarak sistemi durdurur. Su tüketimine rağmen sistem devreye girme basıncına kadar pompa çalışmayacaktır.

Yastıklama havasının suda eriyerek gitmesini engellemek için bir lastik membran vasıtası ile su ile havanın teması engellenmekte böylece tekrar heva şarjına ihtiyaç kalmamaktadır. Lastik membran basınçlı bir kabın (tüp) içine yerleştirmekte bir tarafına bir supap vasıtası ile hava basılmakla bu tüp hidrofor pompası ile irtibatlandırılmaktadır. Sistemin kapasitesi arttıkça hidrofor pompası ile irtibatlı tüp sayısı artmaktadır.



Resim 3.2: Membranlı paket hidrofor

Bu sistemin avantajları, ucuz oluşu, az yer işgal etmesidir.

Bu sistemin mahsurları ise basınç şalteri, salt elemanları, pompanın çok sık devreye girip çıkması neticesi çabuk bozulması, tüpteki lastik membranın zamanla yarılması, tüpte sıkıştırılmış havanın zamanla kaçması, bir musluk açılması ile birlikte hidroforun devreye girmesinin getirdiği rahatsızlıktır.

Sistem kademeli pompa gruplu yapılırsa nisbeten iyi sonuçlar vermektedir. Bu sistemde ufak su sarfiyatında ufak kapasiteli birinci pompa devreye girmekte, daha fazla su ihtiyacında ikinci pompa devreye girmektedir. Böylece pompaların saatteki devreye giriş çıkış sayısı da azalmış olmaktadır.

Membranlı hidroforlar yangın hidroforu olarak kullanılabilir. 1-2 dairelik konutlardan 40 –50 dairelik apartmanlar için de ideal bir hidrofordur.

Mebranlı hidroforlar genellikle konutlarda kullanılmaktadır.



**Resim 3.3: Dik pompalı membranlı paket hidrofor ve teknik özellikleri**

GÜÇ		POMPA			DEBİ (TON/SAAT)								KAT DAİRE
HP	V	Giriş	Çıkış		0	2.4	7.2	9.6	12	13.2	14.4	16.8	
1.5	220	1 <sup>1/4</sup> "	1"	Hm	65	60	48	40	25	15	-	-	6 K - 24 D
2	220	1 <sup>1/4</sup> "	1"	Hm	80	77	60	47	30	17	-	-	8 K - 32 D
2.75	380	1 <sup>1/2</sup> "	1 <sup>1/4</sup> "	Hm	67	65	60	50	40	35	30	20	6 K - 48 D
3	380	1 <sup>1/2</sup> "	1 <sup>1/4</sup> "	Hm	85	80	72	62	50	45	38	25	8 K - 52 D
3.5	380	1 <sup>1/2</sup> "	1 <sup>1/4</sup> "	Hm	95	90	80	67	55	50	42	26	9 K - 56 D

Tablo 3.1: Paket hidroforlar ve teknik özellikler

### 3.3. Hidrofor Seçimi

Hidrofor seçiminde göz önüne alınması gereken ana etkenler:

- Debi (Su miktarı)
- Basma yüksekliği
- Emme derinliği
- Emme hattı çapı
- Basma hattı çapı



**Yüksek basınç ve debi gerektiren apartman ve sanayi uygulamalarında tercih edilen bu hidroforların genellikle gövdesi döküm, çarkları bronz malzemedendir. 6 metre derinlikten emiş yapabilen bu pompalar 4 HP güce kadar monofaze (220 V) veya trifaze (380 V) çalıştırılabilir.**

Resim 3.4: Yatay çift kademeli hidrofor

- Debi (Q)

Evsel hidroforlarda ihtiyaç duyulan su miktarı tecrübelerle elde edilmiş değerlerden faydalanarak hesaplanır.

$$Q = A \times T \times B \times f \text{ ( litre/saat)}$$

Q: Debi (litre/saat)

A: Aile sayısı veya daire sayısı: A

T: Bireyin günlük su tüketimi: T = 100 – 150 litre / gün

B: Ortalama birey sayısı aile için: B = 4 – 5

f: Eş zamanlı kullanım faktörü (Tablo 3.2'den bakınız.)

Eş zamanlı kullanım faktörü ( f )	
4 daireye kadar	0,66
10 daireye kadar	0,45
20 daireye kadar	0,40
50 daireye kadar	0,35
100 daireye kadar	0,30
100 daireden fazla	0,25

Tablo 3.2: Eş zamanlı su kullanım faktörü

➤ **Basma yüksekliği (Hm)**

$$Hm = ( A \times B \times C ) + H_{\text{ÖZEL}} + H_{\text{AKMA}} \text{ (mSS)}$$

Hm: Basma yüksekliği (mss)

A: Kat yüksekliği ( Evsel uygulamalar için genellikle 2,8 metre – 3 metre arası )

B: Kat sayısı

C: Emniyet katsayısı (Yeni binalar için C=1,20 , eski binalar için C=1,30 )

H<sub>ÖZEL</sub>: Özel ekipmanlar için gerekli olan basınç (Tablodan )

H<sub>AKMA</sub>: Kullanım yeri basıncı ( H<sub>AKMA</sub> = 15 mSS )

H <sub>ÖZEL</sub>	
Su sayacı başına	10 mSS
Filtrasyon için	15 mSS
Hortumla bahçe sulama için	10 mSS
Fıskiye ile bahçe sulama için	30 mSS
Şok duş için	15 mSS

Tablo 3.3: Özel ekipmanlar için gerekli olan su basıncı

➤ **Emme derinliği**

Hidroforun emiş yapması durumunda kapasitesi düşecektir. Bu düşüş miktarı pompa tipine bağlı olarak değişmektedir. Seçim yapılırken pompa üreticisine başvurunuz.

➤ **Emme hattı çapı**

Emme hattı galvaniz boru ile yapılıyorsa minimum pompa emiş ağızı çapında, plastik boru ile yapılıyorsa minimum pompa emiş çapından bir çap büyük boru ve armatür kullanılmalıdır.

### ➤ **Basma hattı çapı**

Basma hattı boru ile yapılıyorsa minimum pompa emiş ağız çapında, plastik boru ile yapılıyorsa minimum pompa emiş çapından bir çap büyük boru ve armatür kullanılmalıdır. Pompa çıkışına yakın yerlere (1 metre) dirsek konulmamalıdır.

### **Örnek:**

60 dairesel üç bloktan oluşan beşer katlı yeni bir sitenin su ihtiyacını karşılayacak hidroforun kapasitesini hesaplayalım. Her dairenin sayacı ayrıdır. Banyo bataryasında şok duş kullanılmıştır.

$$Q = A \times B \times T \times f \text{ (Litre)}$$

$$Q = 180 \times 5 \times 120 \times 0,25 = 10,800 \text{ litre/saat} = 27 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_m = (2,8 \times \text{kat sayısı} \times C) + H_{\text{ÖZEL}} + H_{\text{AKMA}}$$

$$H_m = (2,8 \times 5 \times 1,3) + (10 + 15) + 15 = 58,2 \text{ mSS} = 60 \text{ mSS}$$

Seçilecek hidroforun pompası,  $Q = 27 \text{ m}^3/\text{h}$   $H_m = 60 \text{ mSS}$  değerlerini sağlamalıdır.

Hidroforla birlikte kullanılacak denge tankı minimum 500 litre ve ön gaz basıncı 5,5 bar olmalıdır.

## **3.4. Hidrofor Denge Tankı Seçimi**

Hidrofor denge tankı seçimi yapabilmek için belirlenmesi gerekenler basınç sınıfı, hacim ve ön gaz basıncıdır;

### **3.4.1. Denge Tankı Basınç Sınıfı Hesabı**

Seçilecek tankın basınç sınıfı birlikte çalışacağı hidroforun özelliklerine bağlıdır. Hidrofor denge tankları 6-10-16-25 bar işletme basınçlarında üretilmekte ve işletme basıncının % 50 üzerinde test edilmektedir. Bu durumda seçilecek tankın işletme basıncı, hidrofor pompasının maksimum basıncından büyük olmalıdır.

$$P_{\text{tankişletme}} \geq P_{\text{pompamaks}}$$

Örneğin, hidrofor pompasının maksimum basıncı (kapalı vanada) 7 bar ise seçeceğimiz denge tankının işletme basıncı 10 bar olmalıdır.

### **3.4.2. Denge Tankı Hacim Hesabı**

Seçilecek tankın nominal hacmi birlikte çalışacağı hidroforun özelliklerine ve uygulama şartlarına bağlıdır.

Hacim belirlenmesinde genellikle motorların şalt (devreye girip çıkma sayısı) sayısının sınırlandırılması ölçüsü temel alınmaktadır. Yüksek şalt sayısı elektrik motorunun, pompa aksamının, basınç şalterinin ve pano içindeki kontaktörler gibi diğer elektromekanik ekipmanın kullanım ömrünü kısaltmakta ve yüksek demeraj akımından dolayı elektrik sarfiyatının artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğunca büyük hacimli tank kullanılması işletim ekonomisi ve kullanım ömrü açısından tavsiye edilmektedir.

Seçilmesi gereken tankın asgari nominal hacmi VN,

$VN \geq 0,33 \times Q_{maks} \times (H_{üst} + 1) / ((H_{üst} - H_{alt}) \times S)$  formülüyle hesaplanabilmektedir.

Seçilen genişleme tankının işletme şartlarında depolayabileceği basınçlı su yani faydalı su hacmi VF,

$VF = VN \times (H_{üst} - H_{alt}) / (H_{üst} + 1)$  formülüyle hesaplanabilmektedir.

**VN:** Tankın asgari nominal hacmi (litre)

**Qmaks:** Her bir pompanın alt basınçta verdiği debi (m<sup>3</sup>/h)

**Hüst:** Hidroforun üst basıncı (bar)

**Halt:** Hidroforun alt basıncı (bar)

**S:** Hidroforun amaçlanan şalt sayısını (1/h)

**VF:** Depolanabilen faydalı su hacmi (litre)

**N:** Motor gücü

### 3.4.3. Denge Tankı Ön Gazı Basıncı Hesabı

Tankta olması gereken ön gaz basıncı p0, birlikte çalışacağı hidroforun işletmeye alınması sırasında  $p_0 = 0,9 \times halt$  olacak şekilde yani hidroforun devreye girme basıncından yaklaşık %10 daha düşük seviyede ayarlanmalıdır.

Tanklar, yeterli basınç kapasitesine sahip bir kompresörle mümkün olduğunca kuru hava veya azot gazı basılarak basınçlandırılmalıdır. Ön gaz basıncı kontrol edilirken ve genişleme deposuna hava basılırken deponun içindeki su tamamen boşaltılmış olmalıdır. Membranlı tankın içindeki havanın basıncı periyodik olarak (hafta, ay gibi) kontrol edilmelidir. Hava, membranlı tank içindeki lastik membrandan difüzyonla sürekli suya geçerek veya flanş ve sibop bağlantılarında sızarak azalır. Tank içinde hava basıncı düşerse hidroforun şalt sayısı artar. Dolayısıyla ses ve sudaki dalgalanma artar.

#### Elektrik motorları için tavsiye edilen azami şalt sayıları ( S ):

$N \leq 1,5 \text{ kW}$  için  $S \leq 80 \text{ 1/h}$

$N \leq 3,7 \text{ kW}$  için  $S \leq 60 \text{ 1/h}$

$N \leq 7,5 \text{ kW}$  için  $S \leq 30 \text{ 1/h}$

$N \leq 15 \text{ kW}$  için  $S \leq 20 \text{ 1/h}$

$N \leq 18$  kW için  $S \leq 15$  l/h

Dalgıç pompaların hidrofor olarak kullanıldığı durumlarda, genişleme tankının hacmi mümkün olduğunca büyük seçilmeli ve dalgıç tip elektrik motorların şalt sayısının aşağıda gösterilen değerlerin üstüne çıkmaması sağlanmalıdır.

### Dalgıç motorlar için tavsiye edilen azami şalt sayıları ( S ):

$N \leq 5,5$  kW için  $S \leq 20$  l/h

$N \geq 7,5$  kW için  $S \leq 15$  l/h ve bir gün boyunca oluşacak şalt sayısı,  $S \leq 80 - 100$  l/gün olarak gerçekleştirilmelidir.

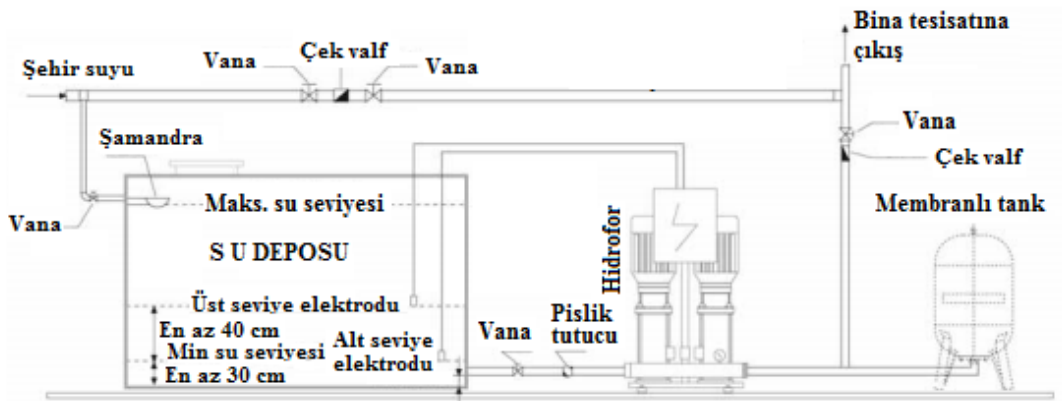
## 3.5. Hidrofor Montaj Kuralları

### 3.5.1. Yer Seçimi

Bodrum sığınak gibi zeminlere, tavan arası (çatı), bahçeye (Üzeri kapalı muhafazalı bir alan tercih edilmelidir). Daire içerisinde boş bir oda, balkon gibi yerlere, bahçe garaj gibi dış mahallerde hidroforun kış mevsiminde donmaması için gerekli önlemlerin alınması gerekir.

Kuyu ya da sarnıç gibi hidrofor motajı yapacağınız yerlerin derinlikleri 7-8 m'yi geçtiği takdirde 12-20 metre derinlik gibi durumlarda çift emişli derin kuyu hidroforları tercih edilmelidir. Çevresinde bulunabilecek brülör, kazan gibi ısı kaynaklarından etkilenmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Hidroforun çevresinde bakım ve onarım amacı ile rahatça dolaşılacak boşluklar bırakılmalıdır.

Çevresinde bulunabilecek brülör, kazan gibi ısı kaynaklarından etkilenmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Hidroforun çevresinde bakım ve onarım amacı ile rahatça dolaşılacak boşluklar bırakılmalıdır.



Şekil 3.3: Hidrofor montajında bağlantılar ve ölçüler



### 3.5.2. Pompa Su Giriş Tesisatı

Tavsiye edilen montaj şekli Şekil 3.3'te verilmiştir.

Pompaya su girişi için yapılacak su tesisatında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır:

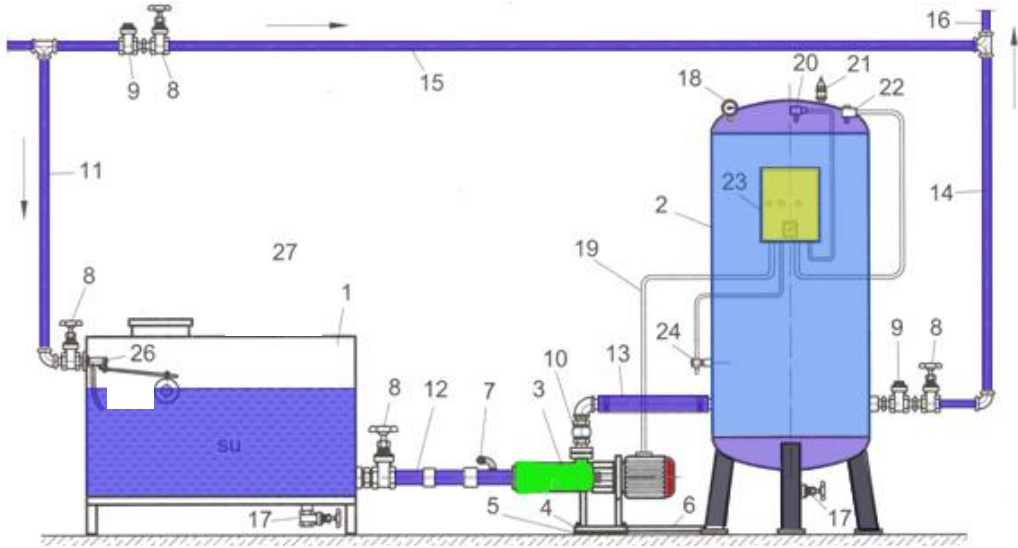
- Hidrofor su deposundan beslenmelidir. Doğrudan şehir şebekesine bağlantı yapılmamalıdır.
- Tesisatta basınca dayanıklı galvaniz, polietilen, polipropilen gibi bir boru kullanılmalıdır. Bağlantılar su sızdırmaz olmalıdır.
- Pompaya su girişinin olabildiğince rahat olması gerekir. Plastik boruların et kalınlıkları fazladır. Dolayısıyla iç çapları galvaniz boruya göre daha dardır. Plastik boru kullanılacaksa emiş hattı 1 inç değil, 1 1/2 inç olarak çekilmelidir.
- Pompa susuz çalıştırılmamalıdır. Hidroforun susuz çalışmasını önlemek amacıyla su deposu içine "Su Seviye Flatörü" konulmalıdır. Pompa susuz çalışırsa içindeki fanlar ve mekanik salmastra sürtünmeden dolayı ısınıp bir süre sonra kavrulacak ve yanacaktır.
- Su giriş hattına pislik tutucu takılarak iri tanelerin pompa içine girip hasar vermesi önlenmelidir. Pislik tutucu periyodik olarak kontrol edilmeli ve süzgeç kısmı temiz tutulmalıdır.
- Pompa suyu aynı seviyedeki depodan alacaksa depo ile pompa arasındaki mesafe en fazla 10 metre olmalıdır. Bu mesafe ne kadar kısa olursa o kadar iyidir.
- Özel önlemler alınarak hidroforun emiş koşullarında çalıştırılması mümkündür. Ancak bu alt seviyedeki depodan emiş yaptırmak için aşağıdaki koşullara uyulması gerekir. İmkân varsa hidroforun alt seviyedeki depodan suyu alması tercih edilmelidir. Böylece hidroforun su giriş ağzında daima su bulunması garanti edilmiş olur ve pompanın hava yaparak susuz çalışma tehlikesi azaltılmış olur. Alttaki depodan emiş yaptırılması durumunda pompanın performansında, kendi seviyesindeki depodan suyu alması durumuna göre debi ve basınç olarak yaklaşık %10 - 20 civarında düşüş olur.

### 3.5.3. Havaşını Kompresörle Temin Eden Hidrofor Montajı

Hidrofor tankının basınçlandırılması için hava gerekir. Bu hidrofor bağlantısında hava, hava kompresörüyle sağlanır. Sistemin görevini yapabilmesi için yardımcı elemanları amacına uygun kullanılmalıdır.

Deponun şebeke bağlantısı yapılan ucuna, depo suyla dolunca kesmesi için flatör takılır. Pompa sürekli su içinde kalarak hava yapmaması için deponun alt seviyesinden bağlanır. Hidrofor tankının basıncının pompa tarafına gitmemesi ve tesisat basıncının tankı etkilememesi için, giriş ve çıkışına çek valf kullanılır. Tankın güvenliği için tank üzerine veya hemen çıkışına yaylı güvenlik vanası takılır. Su deposu, pompa, hidrofor tankı ve



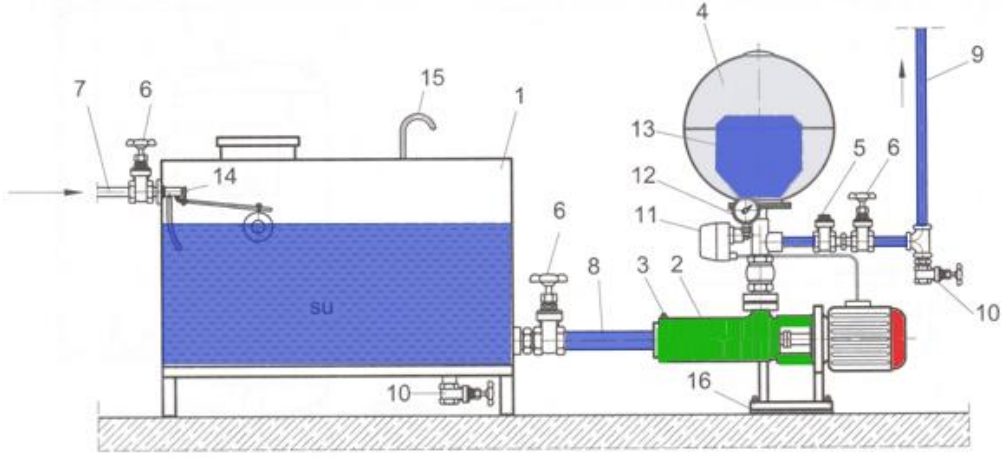


**Şekil 3.5: Hava enjektörlü hidrofor tankı bağlantısı**

- |                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1.Açık su deposu                      | 13.Basma borusu          |
| 2.Hidrofor tankı                      | 14.Hidrofor çıkış borusu |
| 3.Pompa                               | 15.Baypas                |
| 4.Pompa altlığı                       | 16.Bina tesisatı borusu  |
| 5.Lastik conta                        | 17.Boşaltma vanası       |
| 6.Pompa altlığı tank bağlantı parçası | 18.Manometre             |
| 7.Hava supabı (enjektör)              | 19.Elektrik kablosu      |
| 8.Vana                                | 20.Selenoid vana         |
| 9.Yatık çek valf                      | 21.Emniyet vanası        |
| 10.Dik çek valf                       | 22.Basınç şalteri        |
| 11.Depo bağlantı borusu               | 23.Elektrik panosu       |
| 12.Emiş borusu                        | 24.Seviye elektrotu      |

### 3.5.5. Paket Tip Hidrofor Montajı

Paket hidroforlara diğerleri gibi sürekli hava takviyesi yapılmaz. Hidrofor tankının içinde membran vardır. Membran, hidrofor tankında hava ve su bölgesini ayırır. Hava bölgesine belirli miktarda hava basılarak kapatılır. Bağlantısı şekildeki gibi yapılır.

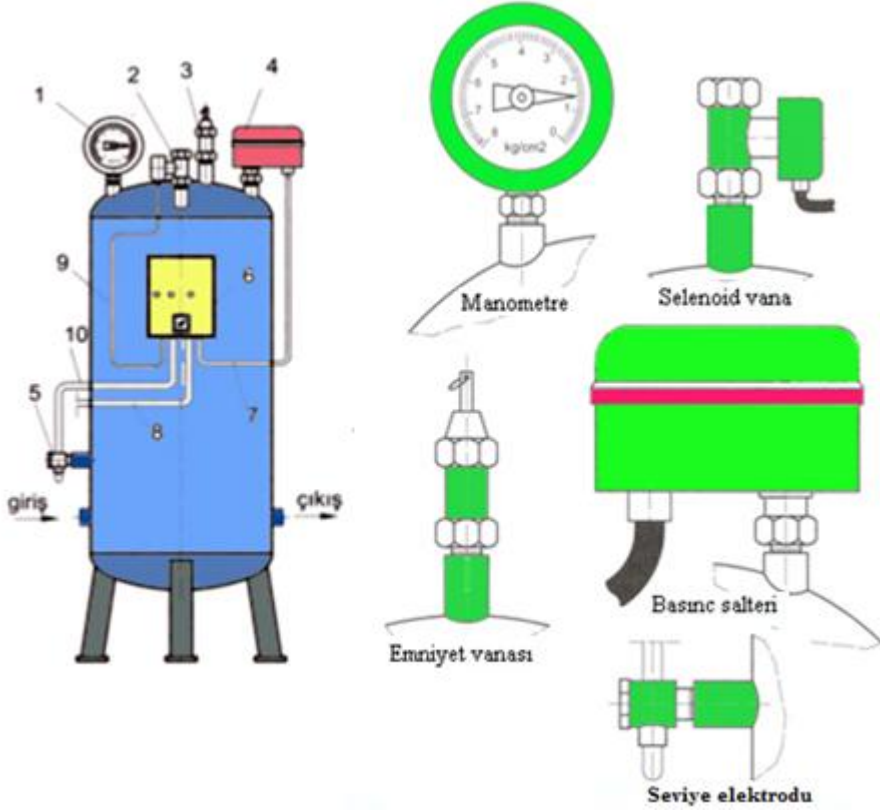


Şekil 3.6: Paket tip hidrofor bağlantısı

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| 1.Açık su deposu    | 9.Bina tesisatına basma borusu |
| 2.Pompa             | 10.Boşaltma vanası             |
| 3.Hava alma tapası  | 11.Basınç şalteri              |
| 4.Paket hidrofor    | 12.Manometre                   |
| 5.Çek valf          | 13.Membran                     |
| 6.Vana              | 14.Flatör                      |
| 7.Depo giriş borusu | 15.Havalık                     |
| 8.Pompa emiş borusu | 16.Pompa altlığı               |

### 3.5.6. Hidrofor Otomatik Kumanda Elemanları

Bu elemanlar hidroforun çalışmasını doğrudan yönlendirir. Bağlantılarında teflon bant kullanılması uygun olur. Anahtar ağızlı oldukları için uygun ağızlı açık ağılı anahtarlar veya kurbağacık anahtarlar kullanılmalıdır.



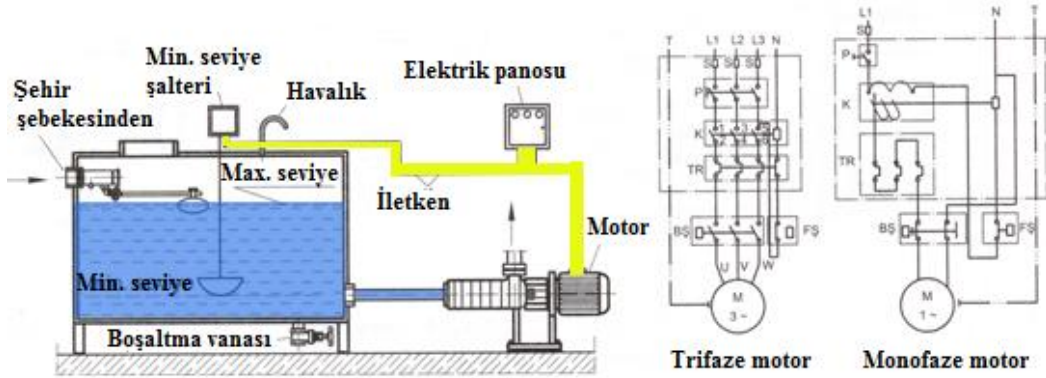
Şekil 3.7: Hidrofor otomatik kumanda elemanları ve bağlantısı

1. Manometre
2. Selenoid vana
3. Emniyet vanası
4. Basınç şalteri
5. Seviye elektrodu
6. Elektrik panosu
7. Basınç şalteri ve elektrik panosu
8. Pompa elektrik kablosu
9. Selenoid vana elektrik kablosu
10. Seviye elektrodu elektrik kablosu

### 3.5.7. Şalterli Flatörün Hidrofora Elektrik Bağlantısı

Flatör, su seviyesini kontrol eder. Su yeterli düzeye gelince akışkan yolunu kapatır. Suyun eksilmesi durumunda açarak açık su deposunun dolmasını sağlar. Şalter elektrikle ilgilidir. Şalter, su deposu içindeki su miktarına göre pompanın çalışmasını düzenler. Depoda suyun en az seviyeye düşmesi durumunda motorun elektrigini keser. Maksimum seviyede ise çalıştırır.

Her hidrofor sisteminde uygulanabilir.

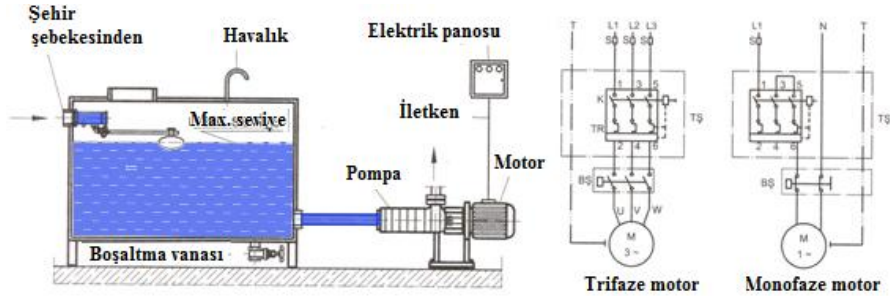


Şekil 3.8: Şalterli flatörün hidrofora elektrik bağlantısı

<b>S.</b> Sigorta	<b>TŞ.</b> Termik şalter
<b>P.</b> Paket şalter	<b>BŞ.</b> Basınç şalteri
<b>K.</b> Kontaktör	<b>FŞ.</b> Flatörlü şalter
<b>TR.</b> Termik role	<b>L1.</b> Faz hattı
<b>T.</b> Toprak hattı	<b>L2.</b> Faz hattı
<b>N.</b> Nötr hattı	<b>L3.</b> Faz hattı

### 3.5.8. Flatörlü Şaltersiz Hidrofor Elektrik Bağlantısı

Bu tür bağlantı sisteminde elektrikli şalter yoktur. Pompa motoru su seviyesinden bağımsız çalışır. Suyun en az seviyeye düşmesi durumunda da çalışmaya devam eder. Su seviyesinin düşmeyeceği yerlerde kullanılması uygun olur.

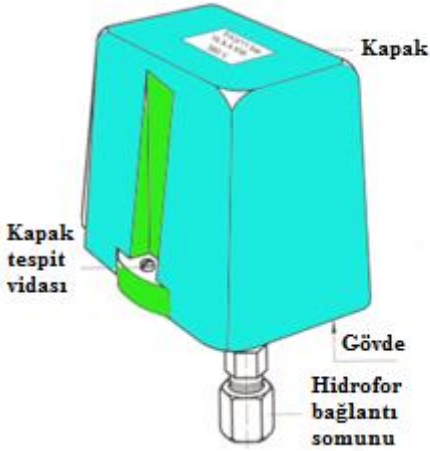


Şekil 3.9: Flatörlü şaltersiz hidrofor elektrik bağlantısı

<b>S.</b> Sigorta	<b>TŞ.</b> Termik şalter
<b>P.</b> Paket şalter	<b>BŞ.</b> Basınç şalteri
<b>K.</b> Kontaktör	<b>FŞ.</b> Flatörlü şalter
<b>TR.</b> Termik role	<b>L1.</b> Faz hattı
<b>T.</b> Toprak hattı	<b>L2.</b> Faz hattı
<b>N.</b> Nötr hattı	<b>L3.</b> Faz hattı

### 3.6. Ayar Yapma İşletmeye Alma

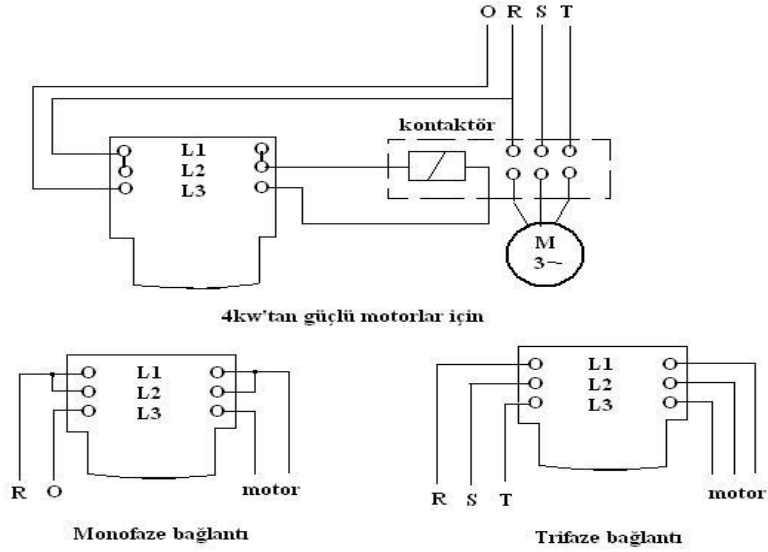
Hidrofor basınç ayarının yapılabilmesi için şalterin kapak tespit vidası sökülerek çıkartılır. Basıncın seviyesi manometre göstergesinden izlenerek basınç vidasından hidroforun çalışma basıncı ayarlanır. Basınç yükseltilecekse ayar vidası + yönde, düşürülecekse – yönde döndürülür. Ayar vidasının döndürülmesi kontrollü yapılmalıdır. Ani döndürme yapılmamalıdır.



Şekil 10: Basınç şalterinin görünüşü



Şekil 3.11: Basınç şalterinin ayarlanması



Şekil 3.12: Basınç anahtarının elektrik bağlantı şekilleri



### 3.7. Su Depoları

Suyu gerektiğinde kullanmak üzere depolayan kaplara **su deposu** denir. Su depoları atmosfere açık yapılır. Su depoları çelik sac, fiberglas ve kâğırdan üretilir. Silindirik veya prizmatik biçimli olur. Kullanılacağı yerin özelliğine göre depo seçilerek bağlantı yapılır.



1. Dik silindirik

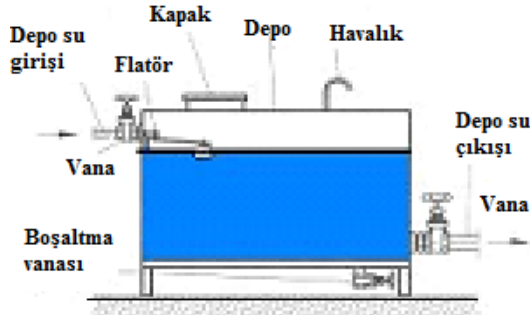
2. Yatık silindirik

3. Prizmatik

**Resim 3.5: Biçimlerine göre polietilen plastik su depoları**

Açık su deposunun gerekli temizliğini yapabilmek için iyi kapanabilen ve havalandırma deliği olan bir temizleme kapağı olmalıdır. Havalandırma deliği yoksa ucu aşağı eğik bırakılmış havalandırma borusu bulundurulmalıdır. İçindeki suyun kışın donmasını ve yazın ısınmasını önlemek için izole edilmelidir. Tabana çöken tortuların tesisata akması için çıkış borusu ağız depo tabanından 10 cm yüksekte olmalıdır.

Depolar önceleri çatı arasına konularak üstten dağıtmalı tesisatlar yapılırdı. Çatı araları yaz aylarında aşırı sıcak olur. Sular 30-40 °C sıcaklıklarda bakteri üretir. Mikropların üremesine uygun ortam oluşturur. Özellikle insanların lejyoner hastalığına yakalanmasının en önemli nedenidir. Ayrıca çatı arasına konulan depo, binaya ek bir yük oluşturur. Bunun için daha serin olan bodrum katlara, hidroforu beslemek amacıyla pompa öncesi konular. Pompa veya hidrofor besleme suyunu bu depodan karşılar. Taşmaya karşı tedbir olarak depo yakınında bir kirli su çukuru yapılmalıdır. Depo ahşap, çelik veya kâğır altlık üzerine alınmalıdır. Günümüzde üretilen depolar kendinden ayaklı yapılmaktadır.

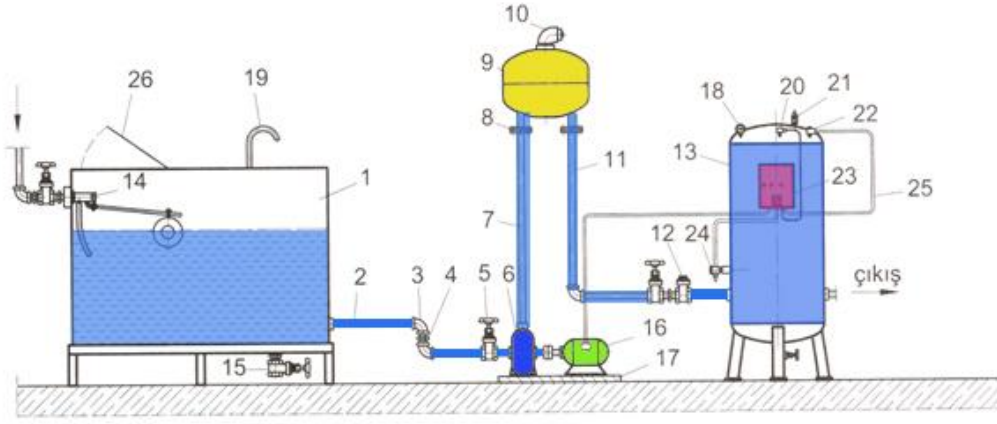


**Şekil 3.13: Bir su deposunun kısımları**

### 3.7.1. Su Depolarının Hidrofora Bağlantısı

Su depoları hidrofora en kısa yoldan ve mümkün olduğu kadar düz bağlanmalıdır. Gereksiz dönüşler pompa emişini etkiler. Pompa daima su ile dolu olacak şekilde bağlanır. Su deposu bağlantı ağzının yüksek olması durumunda, boru dönüşü yapılarak pompa seviyesine düşürülür.

Aşağıdaki şekilde farklı bir depo ve hidrofor bağlantısı yapılmıştır. Bu bağlantıda hidrofor için gerekli olan hava, hava tüpü üzerine konulan enjektörle sağlanmaktadır.



Şekil 3.14: Su depolarının hidrofor bağlantısı

1.Açık su deposu	14.Flatör
2.Su deposu bağlantı borusu	15.Boşaltma vanası
3.Dirsek	16.Motor
4.Nipel	17.Pompa altlığı
5.Sürgülü vana	18.Manometre
6.Pompa	19.Havalık
7.Pompa hava tüpü bağlantı borusu	20.Selenoid vana
8.Flanşlı bağlantı	21.Emniyet vanası
9.Hava tüpü	22.Basınç şalteri
10.Hava enjektörü	23.Elektrik panosu
11.Hava tüpü hidrofor bağlantı borusu	24.Seviye elektrodu
12.Çek valf	25.Elektrik kablosu
13.Hidrofor tankı	26.Depo kapağı

### 3.7.2. Hidroforların Çalıştırılması

- Su ve elektrik tesisatının uygunluğunu kontrol ediniz.
- Su deposunda yeterli miktarda su olduğunu kontrol ediniz.
- Susuz çalışmaya karşı korumanın uygun olarak kurulu olduğunu kontrol ediniz.
- Hidrofor pompasının hava atma tapasını hafifçe gevşetiniz. Depodaki su seviyesi, bu noktadan daha yüksekse bu tapadan bir süre sonra su sızacaktır. Eğer hidrofor emiş yaparak çalışacaksa bu kısımdan su doldurunuz. Daha sonra tapayı sıkıca kapatınız. Aynı şekilde emiş tesisatının içine de su doldurunuz.
- Pompayı kontrollü olarak kısa süreli çalıştırınız. İlk çalıştırmada veya pompa uzun süreli çalışmamışsa enerji vermeden önce motor fanındaki cıvata başından pompa milini tornavida ile döndürerek olası sıkışmayı gideriniz.
- Pompanın istenen basınç aralıklarında çalıştığını kontrol ediniz.
- Hidroforun devreye alınma işlemi bitmiştir.

## 3.8. Hidrofor Arızaları

### 3.8.1. Hidrofor Çalışmıyorsa

- Elektrik: Elektriğin olup olmadığını kontrol ediniz.
- Depo (Susuz çalışma koruması için flatör kullanılıyorsa): Depoda yeterli su olup olmadığını kontrol ediniz. Depoda su yoksa susuz çalışmaya karşı koruma devreye girmiş ve elektriği kesmiştir. Depo dolduğunda hidrofor tekrar çalışacaktır.

### 3.8.2. Hidrofor Çalışıyor Fakat Musluklardan Su Akmıyor ya da Basıncısızsa

Vana: Hidrofor vanalarının kapalı olup olmadığını kontrol ediniz.

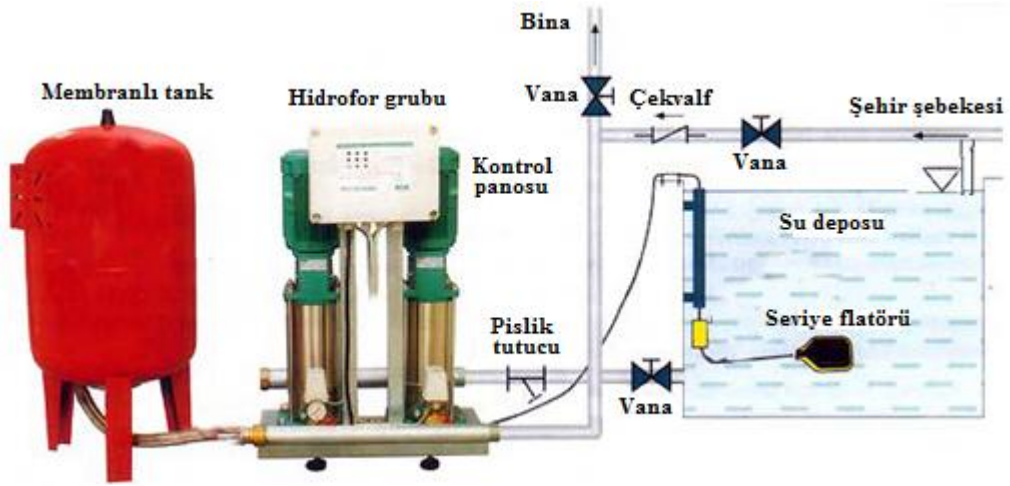
Pompanın hava yapması: Hava alma tapasını açıp su doldurunuz ve tapayı tekrar sıkıştırınız. Aynı şekilde emiş hattını da su ile doldurunuz.

Hava sızıntısı: Emiş hattında hava sızıntısı olabilir. Kontrol ediniz. Varsa engelleyiniz.

Depo: Su bitmiş olabilir. Derhal cihazı durdurunuz.

### 3.8.3. Hidrofor Çok Sık Devreye Girip Çıkıyorsa

- Delik membran: Tank üzerindeki vidalı plastik sibop kapağını çıkarınız. Kalem gibi bir cisimle siboba bastırınız. Su geliyorsa membran yarılmış ve görevini yapamıyor demektir. Membran değiştirilmeli ve sayfa 12’de anlatıldığı şekilde basınçlandırılmalıdır
- Az basınçlı tank: Membranlı tankın içindeki gaz veya hava basıncı eksik olabilir. Servise başvurunuz veya sayfa 12’de anlatıldığı şekilde tanka hava basınız.
- Aşırı basınçlı tank: Membranlı tankın içindeki gaz veya hava basıncı fazla olabilir. Servise başvurunuz.
- Tanktaki gazın basıncı pompaların çalışma basıncından 0,5 bar civarında düşük olmalıdır.
- Prosestat ayarı yanlış olabilir.
- Çek valf: Çek valf su kaçırıyor olabilir. Sızdırmazlık sağlayan contalar arasına pislik gelmiş olabilir veya hasar görmüş olabilir. Temizleyiniz veya değiştiriniz.



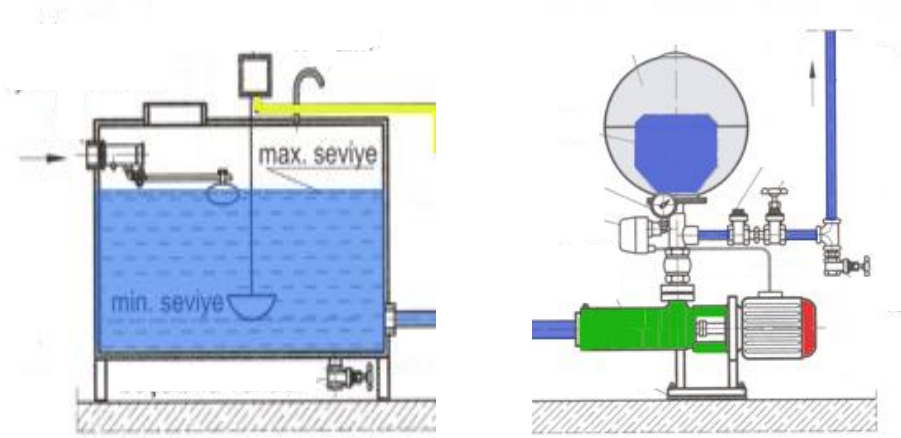
Resim 3.6: Dik tip depolu hidroforun fonksiyonel bağlantı şeması

### 3.8.4. Hidroforlarda Gürültü Önleme Çareleri

- Her şeyden evvel mümkün olduğu kadar sessiz çalışan pompa seçiniz.
- Su deposu (kaynağı) olarak saç depo kullanıyorsanız hidroforu bu deponun yakınına monte etmeyiniz. (Ses rezonans dolayısı ile büyüyebilir).
- Sesin borular vasıtası ile tesisata taşınmasını engellemek için hidrofor pompasının emme ve basma taraflarındaki bağlantılarında basınca dayanıklı bezli lastik hortum (veya flexıbil hortum) kullanmalı, bunları emniyetli şekilde boru kelepçesi ile bağlayınız.
- Pompa titreşimlerinin zeminden bina duvarlarına yayılmasını engellemek için pompa kaidesi altına tekniğine uygun lastik takozlar monte ediniz.
- Çek valflerin ses yapmaması için klapelerin lastiklerinin aşınmadığına dikkat ediniz. Ayrıca klapenin altına paslanmaz çelikten yapılmış yumuşak spiral yay yerleştirerek klapenin darbe etkisini yumuşatınız.
- Pompa -motor gürültüsü çok rahatsız edici seviyede ise (pompa ve motorda herhangi bir teknik arızadan dolayı gürültü varsa giderdiğiniz hâlde pompa-motor grubunu motorun soğutma hava sirkülasyonunu engellemeyecek şekilde içi strapor (beyaz mantar köpük) kaplı bir tahta sandık içine alınız.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Su deposuyla paket hidroforun bağlantısını yapınız.



### Araç ve gereçler

1. Su deposu
2. Paket hidrofor
3. Flatör
4. Galvanizli boru ve ek parçaları
5. Şiber vana
6. Çek valf
7. Kendir ve sülüğen boya
8. Boru mengenesi
9. Boru anahtarı
10. Boru paftası
11. Tornavida

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ Hidroforun yerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz.</li> <li>➤ İş için gerekli araç gereçlerini hazırlayınız.</li> <li>➤ Hidrofor tankı ve pompanın yerini belirleyiniz.</li> </ul>
➤ Hidroforu sabitleyiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pompa altlığını terazisinde hazırlayınız.</li> <li>➤ Pompa ve motoru civatalarla tespit ediniz.</li> </ul>
➤ Su deposu boşaltma ve şebeke bağlantısını yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Şebeke borusunu bağlayınız.</li> <li>➤ Flatörü bağlayınız.</li> <li>➤ Boşaltma vanasını takınız.</li> </ul>
➤ Hidrofor ve su deposu arası bağlantıyı yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Depo çıkışına rakor, çek valf ve vana bağlayınız.</li> <li>➤ Boru bağlantısını yapınız.</li> <li>➤ Ek yerlerinde keten ve sülüğe boya kullanınız.</li> </ul>
➤ Hidroforun tesisat borusu bağlantısını yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hidrofor çıkışına çek valf ve vana bağlayınız.</li> <li>➤ Boru bağlantısını yapınız.</li> <li>➤ Boşaltma vanası bağlayınız.</li> </ul>
➤ Elektrikli şalteri bağlayınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Paket hidroforda elektrikli şalter hazır balıdır.</li> <li>➤ Minimum su seviyesini ayarlayarak depo içine salınız.</li> <li>➤ Hidrofor elektrik bağlantısını yapınız.</li> </ul>
➤ Hidroforun kaçak testini yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Depoyu su ile doldurunuz.</li> <li>➤ Pompanın havasını alınız.</li> <li>➤ Kaçak varsa gideriniz.</li> </ul>
➤ Hidrofor basınç ayarını yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Motoru çalıştırınız.</li> <li>➤ Manometreden basınç değerini izleyiniz.</li> <li>➤ Alt ve üst limit çalışma basıncını ayarlayınız.</li> </ul>
➤ Hidroforu test ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yapılan işin kontrolünü ve temizliğini yapınız.</li> <li>➤ Tesisata su vererek kaçak denemesini yapınız.</li> <li>➤ İş bitirdiğinizi öğretmeninize söyleyiniz.</li> </ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.Hidroforun yerini tespit ettiniz mi?		
2.Hidroforu sabitlediniz mi?		
3.Su deposu boşaltma ve şebeke bağlantısını yaptınız mı?		
4.Hidrofor ve su deposu arası bağlantıyı yaptınız mı?		
5.Hidroforun tesisat borusu bağlantısını yaptınız mı?		
6.Elektrikli şalteri bağladınız mı?		
7.Hidroforun kaçak testini yaptınız mı?		
8.Hidrofor basınç ayarını yaptınız mı?		
9.Hidroforu test ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Birim yüzeye etki eden kuvvete basınç denir.
2. ( ) Açık hava basıncının değeri yeryüzüne yakın yerlerde en düşüktür.
3. ( ) Akışkanların kesit alanı daraldıkça akış hızı artar.
4. ( ) Güvenlik vanası fazla basıncı dışarı atarak sistemin güvenliğini sağlar.
5. ( ) Hidrofor tankı basıncına bağlı olarak pompanın çalışmasını selenoid vana sağlar.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Hidrofor tesisatı içindeki basıncı aşağıdakilerden hangisi gösterir?  
A) Barometre C) Manometre  
B) Termometre D) Mikrometre
7. Hidrofor tesisatında çek valf kullanılmasının amacı nedir?  
A) Suyun akışını keser. C) Sistemi kontrol eder.  
B) Suyun hızını artırır. D) Su akışının ters yöne akmasını önler.
8. Hidroforun görevi nedir?  
A) Su akışının ters yöne akmasını önler. C) Suyun akışını keser.  
B) Suyu sıkıştırarak istenilen yüksekliğe çıkarır. D) Sistemi kontrol eder.
9. Açık hava basıncı aşağıdakilerden hangisi ile ölçülür?  
A) Manometre C) Barometre  
B) Termometre D) Mikrometre
10. Hidroforun su seviyesini aşağıdakilerden hangisi gösterir?  
A) Manometre C) Selenoid vana  
B) Termometre D) Seviye elektrotu

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Uygun takım ve aletleri kullanarak soğuk ve sıcak su tesisatının kaçak testini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bölgenizdeki tesisat ile ilgilenen firmalardan bilgi edininiz.
- Bir inşaatı gezerek temiz su tesisatında kaçak testinin nasıl yapıldığını inceleyiniz.

## 4. KAÇAK DENEMESİ

Yapımı tamamlanmış bir su tesisatında kaçak olup olmadığı, tesisat devreye sokulmadan önce denenmelidir. Kaçak testi, tesisatçının yaptığı işin bir güvencesidir. Tesisattaki kaçak, bina yapı elemanlarına zarar, içinde yaşayanlara rahatsızlık verir.

Bitmiş bir temiz su tesisatının kaçak testi yapılması gerekir. Kaçak denemesi boruların üstü örtülmeden yapılmalıdır. Bu deneme, hem tesisatı yapan sorumlu firmanın ilişkisi kesilmeden önce işi tekniğine uygun yapmış olduğunun bir göstergesidir hem de yerleştikten sonra farkına varılacak su kaçaqlarının doğuracağı hasar ve problemleri önler. Tesisattaki bütün vanalar kapalı duruma getirilerek kaçak testi yapılır. Kaçak testi su ve havayla olmak üzere iki yöntemle yapılır.

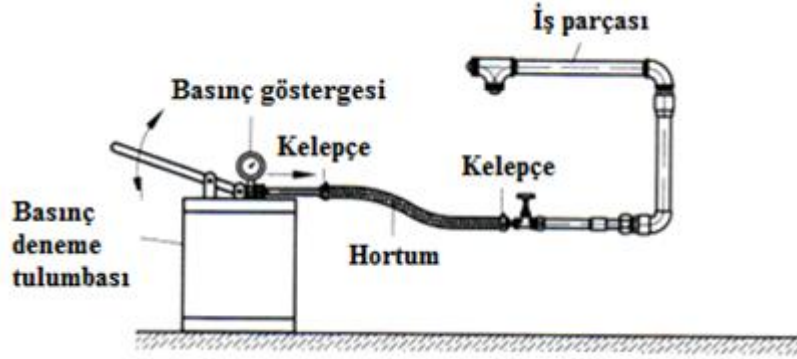
### 4.1. Su ile Kaçak Testi

Su ile kaçak testi en yaygın kullanılan yöntemdir. Kaçak testi yapılabilmesi için önce tesisatı az su ile doldurarak boru içindeki çapak, keten artıklarının dışarı atılması ve borular içinde hava bırakılmaması gerekir. Sonra deneme tulumbası ile tesisata su basılır. Deneme basıncı en az işletme basıncının 1,5 katı kadar olur. Tesisat istenen basınca ulaştığında deneme tulumbası üzerinde bulunan vana kapatılarak 10 dakika süre ile sızdırmazlık su basıncı testine tabi tutulur. Bu süre içinde hiçbir sızdırma olmamalı ve basınç düşmemelidir. Eğer basınç testinin izlendiği manometrede basınç düşerse kaçak olduğu anlaşılır. Kaçak olan boru hattı kontrol edilip sızıntı olan yer yeniden sıkılmalı veya değiştirilmelidir.

Eğer kaçak yok ise tesisatın 24 saat aynı basınç altında tutulması gerekir. Son kontrolde kaçak yok ise tesisat boruları ölçüsünde ve terazisinde sabitlenerek üzerlerinin çimento harcı ile kapatılması gerekir.

Su ile denemede, elle çalışan pistonlu bir tulumba kullanılır. Pistonlu tulumba bir su haznesinin üzerine tespit edilmiştir. Önceden doldurulmuş bir tesisatta istenen basıncın sağlanabilmesi için gerekli su miktarı pek fazla olmadığından bu haznenin pek büyük olması gerekmez.

Tulumbanın emme borusu, haznedeki suya daldırılmıştır. Basma borusu üzerinde ise karşılıklı iki vana bulunur. Biri kapama, öteki suyu boşaltma görevi yapar. Bunların üst tarafına su basıncını gösterecek bir manometre bağlanmıştır. Manometrenin yüzü, tulumba koluna basan elemanın görebileceği şekilde durmalıdır.



Şekil 4.1: Deneme tulumbası

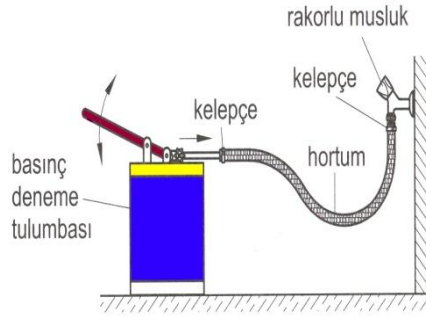
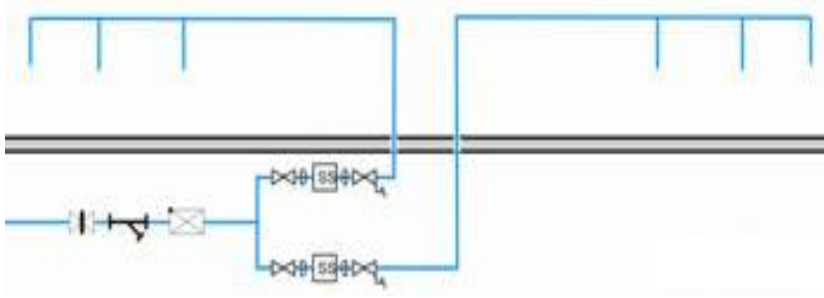
Kaçak testi, tesisat tamamlandıktan sonra duvar, tavan ve döşemelerdeki boruların üzerleri kapatılmadan önce yapılır. Tulumba bağlandıktan sonra tesisat su ile doldurulur. Tulumbanın su debisi çok az olduğundan, suyu tulumba ile doldurmaya kalkışmak çok zaman alıcı olur. Bundan kaçınılmalıdır. Tesisatta basınç, istenen düzeye gelinceye kadar su basılır, kapama vanası kapatılır ve 10 dakika beklenir. Manometrede basınç gözlenir. Düşüş yoksa boşaltma vanasından basınç düşürülür ve tulumba tesisattan sökülür.

## 4.2. Havayla Kaçak Testi

Çok soğuk iklimlerde ve soğuk günlerde su yerine basınçlı hava ile deneme yapılır. Kaçak varsa kaçıntı yerleri sabun köpüğü ile tespit edilir. Bu tesisatta hava basıncı 2,5 kgf/cm<sup>2</sup> den az olmamalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Kaçak testi uygulamasını su ve havayla yapınız.



### Araç ve gereçler

- Test tulumbası
- Hava basınçlandırıcısı
- Sabun
- Boru anahtarı
- Kör tapa
- Kaçak denemesi için uygun tesisat

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Teknik şartnameden tesisatın cinsine göre test basınç değerlerini bulunuz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşletmeye ve kullanıma başlamadan önce bütün tesisatı yıkayarak boruların içinde bulunan yabancı maddelerden arındırınız.</li> <li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz.</li> <li>➤ Takımhane sorumlusundan test için gerekli olan takımları alınız.</li> <li>➤ Bölgenin çalışma basınç değerlerini belediyeden öğreniniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tesisatın uç elemanlarının açık olan ağızlarını kör tapa ile körleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uç elemanlarının açık olan ağızlarını kör tapa ile kapatınız.</li> <li>➤ Tulumbanın tesisata bağlanabileceği ağızı açık bırakınız.</li> <li>➤ Banyoda bırakılan şofben bağlantı (soğuk ve sıcak su) hatlarını çelik spiral boru ile birbirine bağlayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Su ile kaçak testi için test tulumbasını sisteme bağlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tulumbayı ağızı açık bırakılan yere bağlayınız.</li> <li>➤ Tesisata yavaş su doldurunuz.</li> <li>➤ Sistemde istenen basınç oluştuktan sonra tulumbanın vanasını kapatınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Manometreyi tesisata bağlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Manometreyi tulumbaya bağlayınız.</li> <li>➤ Manometrede düşme olup olmadığını kontrol ediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kaçak kontrolü için gerekli zamanı bekleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tesisata su basıldıktan sonra 10 dk. bekleyiniz.</li> <li>➤ Manometrede düşme varsa kaçak olan yeri bulunuz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hava ile kaçak testi için hava basınçlandırıcısını tesisata bağlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hava basınçlandırıcısını tesisata bağlayınız.</li> <li>➤ Bağlantı yerinde kaçak olmamasına dikkat ediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uygun hava basıncı tesisata veriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hava basıncı 2,5 kgf/cm'den az olmamalıdır.</li> <li>➤ Tesisata hava basınız.</li> <li>➤ Havanın boşalmaması için vanayı kapatınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kaçak kontrolü için gerekli zamanı bekleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tesisata hava basıldıktan sonra 10 dk. bekleyiniz.</li> <li>➤ Manometrede düşme olup olmadığını kontrol ediniz.</li> <li>➤ Tesisattaki kaçak varsa sabun köpüğü ile kontrol ediniz.</li> </ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.Teknik şartnameden tesisatın cinsine göre test basınç değerlerini buldunuz mu?		
2.Tesisatın uç elemanlarının açık olan ağızlarını kör tapa ile körlediniz mi?		
3.Su ile kaçak testi için test tulumbasını sisteme bağladınız mı?		
4.Manometreyi tesisata bağladınız mı?		
5.Kaçak kontrolü için gerekli zamanı beklediniz mi?		
6.Hava ile kaçak testi için hava basınçlandırıcısını tesisata bağladınız mı?		
7.Uygun hava basıncı tesisata verdiniz mi?		
8.Kaçak kontrolü için gerekli zamanı beklediniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız

“Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyette kazanmış olduğunuz bilgileri aşağıda verilen soruları cevaplandırarak değerlendiriniz.

1. Kaçak testinde en az ne kadar beklemek zorundayız?
  - A) 5 dk.
  - B) 10 dk.
  - C) 15 dk.
  - D) 20 dk.
  
2. Temiz su tesisatında kaçak olup olmadığını nereden anlarız?
  - A) Sisteme su vermektan anlarız.
  - B) Tesisattan suyu boşaltırken anlarız.
  - C) Manometre ibresinin yükselmesinden anlarız.
  - D) Manometre ibresinin düşmesinden anlarız.
  
3. Sıcak su tesisatının kaçak kontrolünde önce ne yapılır?
  - A) Tesisata su basılır.
  - B) Banyoda soğuk su hattı ile sıcak su hattını birleştirilir.
  - C) Tüm ağızları kapatılır.
  - D) İşi bitirip teslim edilir.
  
4. Deneme basıncı işletme basıncından ne kadar fazla olmalıdır?
  - A) 1.5 kat
  - B) 1 kat
  - C) 2 kat
  - D) 2.5 kat
  
5. Hava ile kaçak testi yapıldığında kaçak yeri nasıl bulunur?
  - A) a. Tesisat sökülerek tekrar yapılır.
  - B) b. Suyun akması beklenir.
  - C) c. Sabun köpüğüyle kaçak araştırılır.
  - D) d. Hiçbiri

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## AMAÇ

Gerekli donanımı kullanarak standartlara uygun mobil sistem sıhhi tesisatı dōşeyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bölgenizdeki ilgili firmaları gezerek mobil sıhhi tesisat hakkında bilgi toplayarak raporlayınız.
- Bölgenizde bu sistemle yapılan bina varsa uygulamaların nasıl yapıldığını yerinde görerek inceleyiniz.

## 5. MOBİL SİSTEM

### 5.1. Mobil Sistem ve Özellikleri

Villa, konut, okul gibi mekânlarda binanın alt yapı aşamasında planlanarak uygulanan bir sistemdir. Kısaca boruların bir merkezden kullanma suyu musluklarına zeminde gizli olarak koruyucu kılıf içinde asıl boru hattının çekilme işlemidir.

İçtiğimiz ve kullandığımız suyun temizliği, tesisatlarımızın pas, kireç ve tortudan korunması, insan sağlığı için çok önemlidir. Mevcut tesisatlarımızda kullandığımız armatürlerin tamiri için bütün evin suyunu kesmek yerine, o hattı kolektörden kapatmak yeterli olacaktır.

Mobil sıhhi tesisat sistemlerinde banyolardaki her bir terminal kutusu tek bir noktada ayrı ayrı kontrol edilebilir. Özellikle tamiratlarda, banyonun suyu kesilmeden arıza giderilecektir. Kolektör üzerinde her bir hat için mini vana kullanılır. Örnek vermek gerekirse banyodaki lavabonun bataryasında yapılacak bir tamirat için kolektör üzerinde o hatta olan mini vana kapatılır. Bu esnada diğer bataryalarda su kesilmeyecektir.

Kalorifer tesisatında olduğu gibi PE-Xb boru, koruyucu spiral boru içinden geçirildiğinden dolayı fayans ve seramikler kırılmadan kolaylıkla değiştirilebilir. Mobil sistem boruları yüksek ısı ve basınçlara dayanıklı olduğundan özellikle termosifon hatlarında güvenle kullanılabilir.

Uygulaması hızlı ve kolaydır. Kaynak ve lehim gerektirmez. Böylelikle kaynak, montaj, işçilik hatalarına da imkân vermez. Montaj esnasında elektriğe ihtiyaç yoktur. Kangal boru istenen yerden kesilerek su saatinden armatürlere kadar her türlü tesisata tek parça olarak döşenir.



Resim 5.1: Mobil sıhhi tesisat

## 5.2. Polietilen Borular

Polietilen borular 20 senedir her türlü sıvı taşıma işlemlerinde üstün polimerik yapısıyla en iyi çözümü sunan çapraz bağlanmış polietilenden üretilmektedir.

Günümüz plastik teknolojisinin ürünü PEX borular yerden ısıtma sisteminde, mobil tesisatta, sıcak ve soğuk su tesisatlarında kullanılabilen tek borudur.

### 5.2.1. PEX-b Boruların Kullanım Alanları

- Daire içi kalorifer tesisatları
- Yerden ısıtma sistemleri
- Sıhhi tesisat hatları

### 5.2.2. PEX-b Boruların Kullanım Alanlarında Sağladığı Faydalar

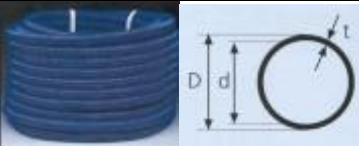
- Hızlı ve kolay tesisat imkânı sunar.
- Kireçlenme yapmaz.
- Sıhhi tesisatta kullanıldığında koku yapmaz.
- Paslanmaz.
- Çürümez.
- Çevre sağlığını korur.
- Sıhhi tesisatta hijyen şartlarına uygundur.
- Hafiftir, taşınması ve montajı çok kolaydır.
- Düşük sürtünme kat sayısına sahiptir.
- Elektrolize dayanıklıdır.
- Esnektir.
- Uzun sistem ömrü sunar, 50 yıl gibi ömrü vardır.
- Kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır.
- +95 C ve - 50 C' ye dayanıklıdır.


### 5.2.3. PEX-b Borunun Uygulanış Şekli ve Avantajları

PEX-b borular şap altından kılıf içinden geçirilmelidir. Kılıf boruyu koruyucu nitelikte olmalı ve yastık görevi yaparak ısı yalıtımını sağlamalıdır. Bükülme esnasında kesit daralmasına neden olmaması için spiral olmalıdır.

Basınç Değeri Kg/cm <sup>2</sup>	Dış Çapı mm	Et Kalınlığı mm	Kangal Metraji m
PN 12.5	16	2	160
PN 12.5	18	2	160
PN 12.5	20	2	100
PN 12.5	25	2.3	50
<b>Tablo 5.1: Polietilen PEX-b Cross-link boruların özellikleri</b>			
PN 20	16	2,2	160
PN 20	18	2,5	160
PN 20	20	2,8	100
PN 20	25	3,5	50

**Tablo 5.2: Polietilen soğuk ve sıcak su boruları et kalınlıkları**

Kırmızı/mavi kılıf borusu			
D(mm)	d(mm)	t(mm)	Ağırlık (kg./m)
24	19.5	2.2	0.065
<b>Malzeme : PP</b>			
			



**Tablo 5.3: Polietilen boru kılıfı**

## 5.3. Kolektörler

Tek hattan gelen akışkanı ikiden fazla hatta ikiden fazla hattan gelen akışkanı tek hatta düşüren tesisat elemanına **kolektör** denir.

Kolektör bağlandığı boru hattına göre adlandırılır. Gidiş borusu hattına konulana gidiş kollektörü, dönüş borusu üzerine konulana dönüş kollektörü denir.

### 5.3.1. Gidiş Kolektörü

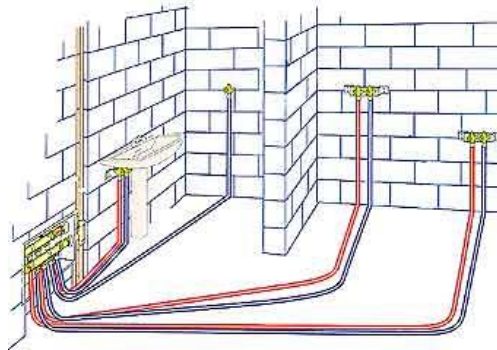
Kolektör, mobil sıhhi tesisat sisteminde ana hattan (su sayacından) gelen suyun kullanım yerlerine ayrı iletilmesini sağlar. Ayrıca ısıtıcıdan gelen sıcak suyun dağıtılmasını yapar. Genellikle mavi renkte olan soğuk su kollektörü, kırmızı renkte olan ise sıcak su kollektörü olarak kullanılır.



Resim 5.2: Kolektör

### 5.3.2. Kolektör Kullanılarak Montaj

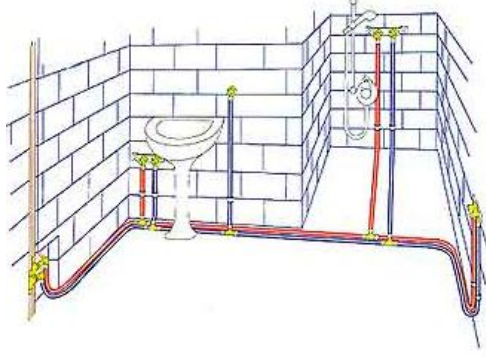
Bu tesisat metodu, sıhhi tesisat ustalarının boruları kollektörden tüketim noktalarına doğrudan döşemesini sağlar. Kullanılacak ek parça sayısı en aza iner, zamandan ve işçilikten tasarruf sağlanır.



Resim 5.3:Kolektörlü dağıtım sistemi

### 5.3.3. Kolektör Kullanmadan Montaj

Bu tesisat sistemi kollektör noktasından yer kazanmak için tercih edilir. Ayrırlarda T parçaları kullanılır. Bu tip döşemede de kullanılacak boru uzunlukları en aza iner.



Resim 5.4: Ana borulu dağıtım sistemi

### 5.3.4. Su Akıtma Ağızı Sayısı Tespiti

Su akıtma ağızları, dairede kullanılan su tüketim yerlerinin tespit edilmesidir. Su tüketim malzemeleri dairenin büyüklüğüne, dubleks ve tripleks gibi özelliklerine göre değişir. Normal bir dairenin su tüketimi, ıslak hacimlere göre genellikle aşağıdaki gibidir.

Su tüketim malzemeleri	Soğuk su	Sıcak su
<b>Mutfakta</b>		
Eviye	1	1
Bulaşık makinesi	1	-
Isıtıcı	1	1
<b>Banyoda</b>		
Küvet	1	1
Lavabo	1	1
Klozet	2	-
Çamaşır makinesi	1	-
<b>We</b>		
Taharet musluğu	1	-
Bas	1	-
Lavabo	1	1

### 5.3.5. Su Akıtma Yeri Sayısına Göre Kolektör Tespiti

Binalarda kullanılan su akıtma ağız sayısı kadar kollektör çıkışı kullanılmalıdır. Bu yaklaşık olarak 11-13 civarında olur. Tesisatta kullanılacak su akıtma ağızı tespit edildikten sonra kollektör seçimi yapılır. Kollektörlerin iki ağızdan başlayıp on üç(13) ağıza kadar olanları vardır.

### 5.3.6. Kolektöre Takılan Küresel Vanalar

Mini küresel vanalar su, hava, buhar ve akaryakıt (özel) tesisatlarında açma ve kapama işlevi için kullanılmaktadır.

Meskende bulunan akar yerlerinin kontrolü, kollektörler üzerine takılan mini küresel vanalar ile sağlanır.



Resim 5.5: Mini küresel vanalar

### 5.3.7. Boru Güzergâhlarının Kelepçelenmesi

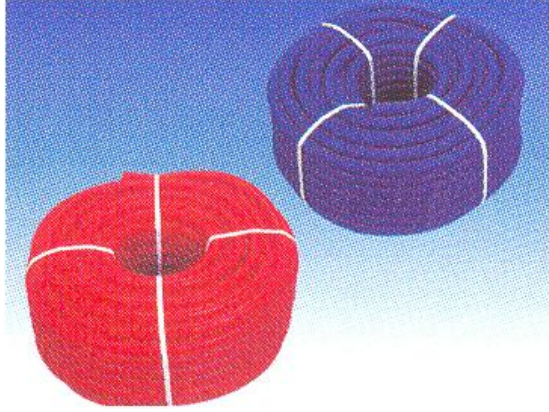
Zeminden geçecek borular tespit edildikten sonra zeminden geçecek boru sayısı oranında kelepçe kullanılır. Kelepçenin görevi boruların sabitlenmesini sağlamaktır. Kelepçeler yere dübeller vasıtasıyla sabitlenmelidir.



Resim 5.6: Boru kelepçesi

### 5.3.8. Her Su Kullanım Yerine Kılıflı Boru Çekilmesi

Su kullanım yerleri tespit edildikten sonra koruyucu kılıfın çekilmesine başlanır. Koruyucu kılıf tesisatta olabilecek arıza esnasında, tesisatı kırıp dökmeden arızanın rahatlıkla yapılması için kullanılır. Koruyucu kılıf çekilirken kılıfın ezilmemesine dikkat edilmelidir. Koruyucu kılıfın kırmızı renklisi sıcak su borusu, mavi renkte olanı ise soğuk su borusu için kullanılmalıdır.



Resim 5.7: Boru kılıfı

### 5.3.9. Köşe Düzeltici

Tesisatta boruların çekilmesi işlemi bittikten sonra borular mutlaka sabitlenmelidir. Borular yere sabitlenen kelepçelere monte edilmelidir.

Sabitleme işlemi yapılırken boruların köşe dönüşlerinde mutlaka köşe düzeltici kullanılmalıdır.



Resim 5.8: Köşe düzeltici

### 5.3.10. Uç Noktalara Musluk Bağlantı Ağzlarının Takılması

Borunun bir ucunu kolektöre bağladıktan sonra diğer ucuna ise batarya veya musluk bağlamak için batarya terminal kutusu bağlanır. Terminal kutusu içinde bulunan yüzüklü rakorla boru bağlantısı yapılmış olur. Batarya bağlantı ölçülerini batarya şablonu kullanarak monte edebilirsiniz.



Resim 5.9: Musluk bağlantı şekli

### 5.3.11. Boru Hattını Koruma Altına Alma

Tesisat tam bitip kontrolü yapıldıktan sonra mutlaka koruma altına alınmalıdır. Borular deneme amaçlı bir basınç testine tabi tutulduktan sonra üzeri şap ile kaplanır. Bu işlemden sonra tekrar bir basınç testi yapılır. Tesisat bu testten de başarı ile geçerse işlem tamamlanmıştır. Şap üzeri istenen malzeme ile kaplanır.

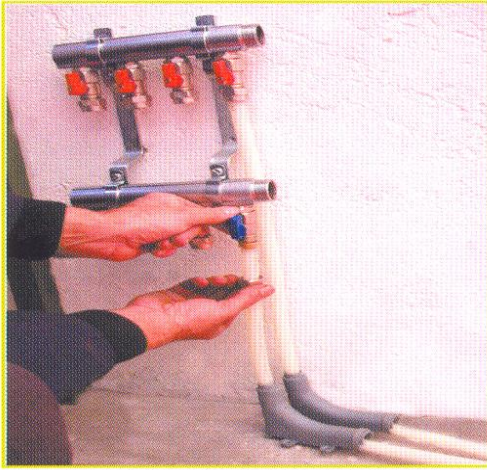


## 5.4. Yüzlü Rakorlu Birleştirme

Yüzlü birleştirmeler borunun son bağlantılarının yapılması için kullanılır. Bu bağlantı şekli rakorlu olduğu için sabit olan boruların rahat bağlanmasını sağlar. Kollektöre bağlanacak kısım için önce ölçü alınır. Alınan ölçü makasla dik olarak kesilir. Kesilen boruya köşe dönüştürücü ayak takılarak şekildeki gibi rakorlu bağlantısı yapılır. Batarya terminal kutusu bağlantısı da aynı şekilde yapılır.



Resim 5.10: Boruların kesilmesi ve köşe düzelticinin takılması



Resim 5.11: Boruların kollektöre yüzlü rakorla birleştirilmesi

## UYGULAMA FAALİYETİ

Banyo tesisatını yapınız.



### Araç ve gereçler

- El breyizi
- Plastik boru makası
- Kurbağacık boru anahtarı
- Tornavida
- Kolektör
- Batarya ağız tespit elemanı
- Batarya terminal kutusu
- Polietilen boru
- Boru kılıfı

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ Projeye göre soğuk su ve sıcak su kolektörlerinin yerini tespit ederek markalayınız.	➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz. ➤ Projeyi iyice inceleyiniz. ➤ Kolektörün yerini tespit ediniz.
➤ Kolektörleri yerine sabitleyerek küresel vanaları takınız.	➤ Kolektörü yerine sağlam olarak sabitleyiniz. ➤ Her kullanım ağzına küresel vanayı takınız. ➤ Vanaları su kaçırmayacak şekilde bağlayınız.
➤ Projeye göre boru güzergâhını belirleyerek kelepçeleri yerleştiriniz.	➤ Boruların geçeceği yerleri tespit ediniz. ➤ Kelepçeyi sağlam bir şekilde yere monte ediniz.
➤ Islak mekânların her birine (banyo, mutfak, WC) polietilen boruları çekiniz.	➤ Her bir kullanım yerine boruları çekiniz. ➤ Boruların kısa olmamasına dikkat ediniz.
➤ Polietilen boruları kılıf içerisine geçiriniz.	➤ Boruları darbelerden korumak için kılıf geçiriniz. ➤ Köşe dönüşlerde mutlaka köşe dönüştürücü kullanınız. ➤ Boruların ezilmesi durumunda arıza esnasında işlemlerin zorlanmasına neden olacağını unutmayınız.
➤ Polietilen boru uçlarını kolektör ile irtibatlandırınız.	➤ Boruların bir ucunu kolektöre bağlayınız.
➤ Diğer uçları tüketim yerlerine monte ediniz.	➤ Diğer ucu düzgün ve ölçüsünde bağlayınız. ➤ Batarya bağlanacak yerlerin sıva altında kalmamasına dikkat ediniz.
➤ Kelepçe yardımı ile boruları sabitleyiniz.	➤ Yere monte ettiğiniz kelepçelere boruları sabitleyiniz. ➤ Boruların düzgün ve paralel olmasına dikkat ediniz.
➤ Tesisata su vererek test ediniz.	➤ Tesisatı kapatmadan mutlaka test ediniz.
➤ Polietilen boruların üzerlerini çimento harcı ile kapatarak boru hattını koruma altına alınız.	➤ Boruların üstünü kapatacak şekilde 3-3,5 cm şap dökünüz. ➤ Şap döktükten sonra tekrar test ediniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.Projeye göre soğuk su ve sıcak su kolektörlerinin yerini tespit ettiniz mi?		
2.Kolektörleri yerine sabitleyerek küresel vanaları taktınız mı?		
3.Projeye göre boru güzergâhını belirleyerek kelepçeleri yerleştirdiniz mi?		
4.Islak mekânların her birine (banyo, mutfak, WC) polietilen boruları çektiniz mi?		
5.Polietilen boruları kılıf içerisine geçirdiniz mi?		
6.Polietilen boru uçlarını kolektör ile irtibatlandırdınız mı?		
7.Diğer uçları tüketim yerlerine monte ettiniz mi?		
8.Kelepçe yardımı ile boruları sabitlediniz mi?		
9.Tesisata su vererek test ettiniz mi?		
10.Polietilen boruların üzerlerini çimento harcı ile kapatarak boru hattını koruma altına aldınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. PEX-b Cross-link boruları hangi alanda kullanılmaz?  
A) Daire içi kalorifer tesisatlarında  
B) Yerden ısıtma sistemlerinde  
C) Sıhhi tesisat hatlarında  
D) Kazan dairesinde
2. Mobil sıhhi tesisatın en önemli avantajı nedir?  
A) Ekonomik olması  
B) İşçiliğinin az olması  
C) Arıza esnasında arızalı olan yerin suyunun kesilmesi  
D) Sağlam olması
3. PEX-b Cross-link boruların kullanım alanlarında sağladığı faydalarından değildir?  
A) Kireçlenme yapmaz.  
B) Sistemde sürekli su vardır.  
C) Sıhhi tesisatta kullanıldığında koku yapmaz.  
D) Paslanmaz.
4. Köşe düzeltici hangi amaç için kullanılır?  
A) Boruların ezilmemesi için kullanılır.  
B) Daha az boru kullanılması için kullanılır.  
C) Tesisatın daha çabuk yapılması için kullanılır.  
D) Hepsi
5. Su akıtma yerlerin bağlantısı hangisiyle yapılır?  
A) Köşe düzeltici kullanılır.  
B) Mini küresel vana kullanılır.  
C) Batarya terminal kutusu kullanılır.  
D) Kolektör kullanılır.
6. Boruların üzerine dökülecek şap ne kadar olmalıdır?  
A) 2-2,5 cm B) 3-3,5 cm C) 3,5-4 cm D) 4-4,5 cm
7. Mobil sıhhi tesisatta kılıf kullanılmasının amacı nedir?  
A) Arıza esnasında arızanın kolay yapılması için kullanılır.  
B) Estetik olarak güzel görünmesi için kullanılır.  
C) Daha ekonomik olması için kullanılır.  
D) Sistemin daha kolay çalışması için kullanılır.

8. Boruların sağlamlaştırmak için ne kullanılması gerekir?

A)Kolektör

C)Mini vana

B)Köşe düzeltici

D)Kelepçe

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Mobil sıhhi tesisat sadece şap atıldıktan sonra test edilmelidir.

2. ( ) Mini küresel vananın görevi arızalı olan hattın suyunu kesmek için kullanılır.

## DEĞERLENDİRME

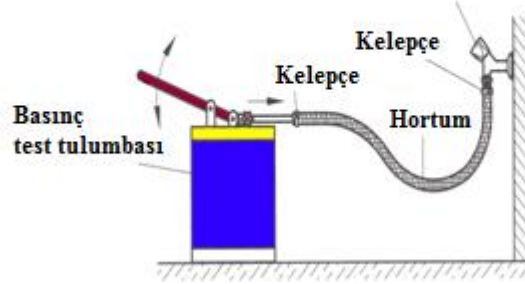
Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Uygulama tesisatını yapınız. Vitrifiye malzeme montajlarını yapmayınız.



Rakorlu musluk



## KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenlik kurallarına uydunuz mu?		
2. Tesisatın musluklarını kapattınız mı?		
3. Soğuk su borularını çektiniz mi?		
4. Sıcak su borularını çektiniz mi?		
5. Soğuk ve sıcak su borularını tespit ettiniz mi?		
6. Su sayacı grubunu montaj ettiniz mi?		
7. Ölçü aldınız mı?		
8. Yaptığınız işi kontrol ettiniz mi?		
9. Suyla kaçak testi yaptınız mı?		
10. Havayla kaçak testi yaptınız mı?		
11. Kaçak tamiri yaptınız mı?		
12. İş zamanında yaptınız mı?		
13. Kullandığınız takımları teslim ettiniz mi?		
14. Çalışma alanını temizlediniz mi?		
<b>Düzenli ve Kurallara Uygun Çalışma</b>		
15. İş önlüğünü giydiniz mi?		
16. Çalışma alanını tertipli-düzenli kullandınız mı?		
17. Uygun takımları kullandınız mı?		
18. Zamanı iyi kullandınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.



# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	A
4	C
5	B
6	B
7	besleme borusu
8	balık ağı sistemi
9	kör uçlu sistem

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	C
4	B
5	A
6	A
7	C
8	C
9	D
10	D
11	A
12	B
13	A
14	B
15	D
16	yaş sayac
17	kuru sayac

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	C
7	D
8	B
9	C
10	D

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	C
4	A
5	C

### ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	A
5	C
6	B
7	A
8	D
9	B
10	D

## KAYNAKÇA

- KUMRAL Sabri, **Tesisat Teknolojisi İş ve İşlem Yaprakları 11.sınıf**, Devlet Kitapları Müdürlüğü Matbaası, İstanbul, 2004.
- KÜÇÜKÇALI Rüknettin, **Sıhhi Tesisat**, Isısan Çalışmaları Nu.:147, İstanbul, 1997.
- TMMOB Makine Mühendisler Odası, **Sıhhi Tesisat Proje Hazırlama Teknik Esasları** Yayın Nu: 122, İstanbul, 1987.