

KIRSAL ALANDA SU GETİRME

4. BÖLÜM SULARIN İLETİLMESİ SU İLETİM YAPILARI

5. SULARIN İLETİLMESİ (İSALE)

5.1 İSALE HATLARININ SINIFLANDIRILMASI

Suyun kaptajdan alınarak ihtiyaç bölgesindeki bir arıtma tesisine yada depoya taşınmasına *“suların iletilmesi”*, bunun için yapılan yapılara da *“su iletim (isale) yapıları”* denir. *Suyun taşındığı güzergaha ise “su iletim hattı”* denir.

Su iletim hattı suyun akım şekline göre ikiye ayrılır:

1. **Serbest yüzeyli iletim hattı** : Basınçsız isale hatlarında **su atmosfer basıncında akar** ve **piyezometre çizgisi su yüzeyine paraleldir**. Basınçsız iletim hatları iki grupta incelenir:

5. SULARIN İLETİLMESİ (İSALE)

5.1 İSALE HATLARININ SINIFLANDIRILMASI

1 a. Açık Kanallar:

- Açık kanallar iletilecek debinin çok büyük olması halinde kaptajla arıtma tesisi arasında kullanılır.

- Kanal yüzeyi genellikle betonla kaplanır ve eğimleri %0,1 ~ %0,5 arasında değişir.

- Kanallardaki su hızı çökelmeye meydan vermeyecek kadar büyük erozyona sebep olmayacak kadar küçük olmalıdır.

Pratikte en çok kullanılan değerler 0,60 ~ 2,0 m/sn arasındadır

1b. Galeriler:

- Debi küçük ise galeriler daire kesitli
- Debi büyük ise galeriler at nalı veya dikdörtgen kesit şeklindedir.
- Tuğla, beton veya betonarmeden yapılır.
- Su hızı 0,60 – 1,20 m/sn arasında seçilir ve 3/4'ünün dolu olduğu kabul edilerek hesap yapılır.
- 6 metreden daha derinde galeri inşa edilmesi gerektiğinde, tünel inşa etmek daha ekonomiktir.

2. Basıncı iletim hattı :

Su mühendisliğinde en büyük gelişme, suları basınç altında iletebilen tesislerin geliştirilmiş olmasıdır.

Böylece, isale hattının boyu kısaltılmıştır. Ayrıca kirlenme tehlikesi de büyük ölçüde azalmıştır. Serbest yüzeyli iletim hatlarında zaman zaman rastlanan tat, koku ve renk bozulmalarına borularda rastlanmaz.

Basıncı iletimde boruların taşınması ve döşenmesi kolaydır.

Basıncılı iletim hatları üç grupta incelenir:

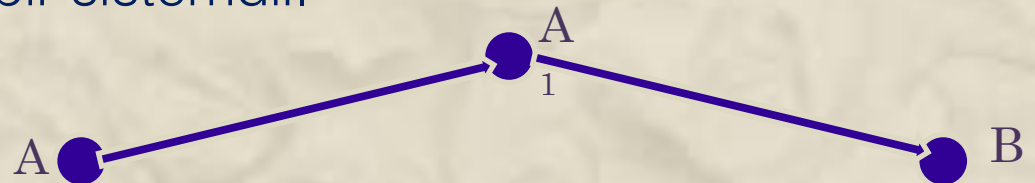
1- Cazibe ile suyun iletilmesi; A'nın kotu B'den fazla ise su; A'dan B'ye yerçekimi ile getirilir.



2. Terfi ile suyun iletilmesi; A'nın kotu B'den az ise terfili iletim (pompa ile) yapılır



3. Kısmen cazibe ile, kısmen terfi ile suyun iletilmesi; A'nın kotu B'den düşük olmasına karşın, A ile B arasındaki topoğrafik durum suyun doğrudan A'dan B'ye bir terfi hattı ile yükseltilmesine elverişli değilse, önce A1 noktasına basılır ve A1'den B'ye yerçekimi ile getirilir. Bu hem terfili hem de cazibeli bir sistemdir.



İletim hattındaki borularda suyun minimum akış hızı 0,5 – 0.60 m/sn olmalıdır. Üst limit iyi malzemedenden yapılmış borularda 5 m/sn'ye kadar çıkabilir.

İletim hatlarında tavsiye edilen hız değerleri 0,80-1,80 m/sn arasında değişir.

İletim hattının çapları ihtiyaçlara göre değişir. Kır yerleşmeleri için 80 mm'lik borular ihtiyaca cevap verecek kapasitede ise de 100 mm'den daha küçük çaplı boruların kullanılmaması gerekir.

5.2 İSALE HATLARININ ENKESİT ŞEKİLLERİ

Verilen bir A kesit alanı ve J hidrolik eğim için R hidrolik yarıçapının en büyük değerinde Q debisi maksimum olur.

$$Q = A \times V$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

Eşitliklerde,

Q = Debi (m³/s)

A = Akış kesit alanı (m²)

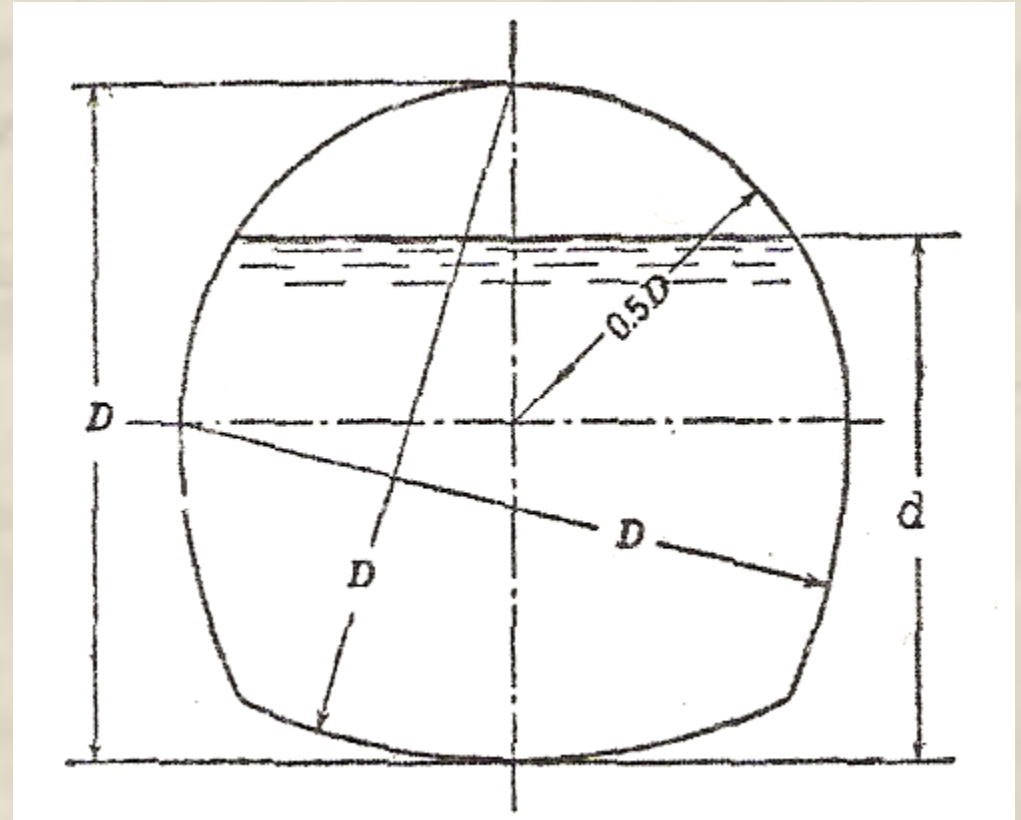
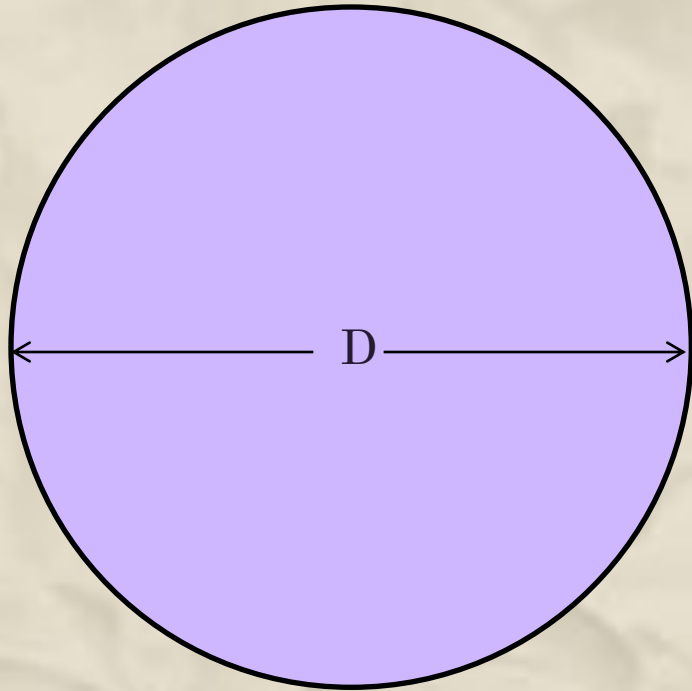
V = Akış hızı (m/s)

R = Hidrolik yarıçap (m)

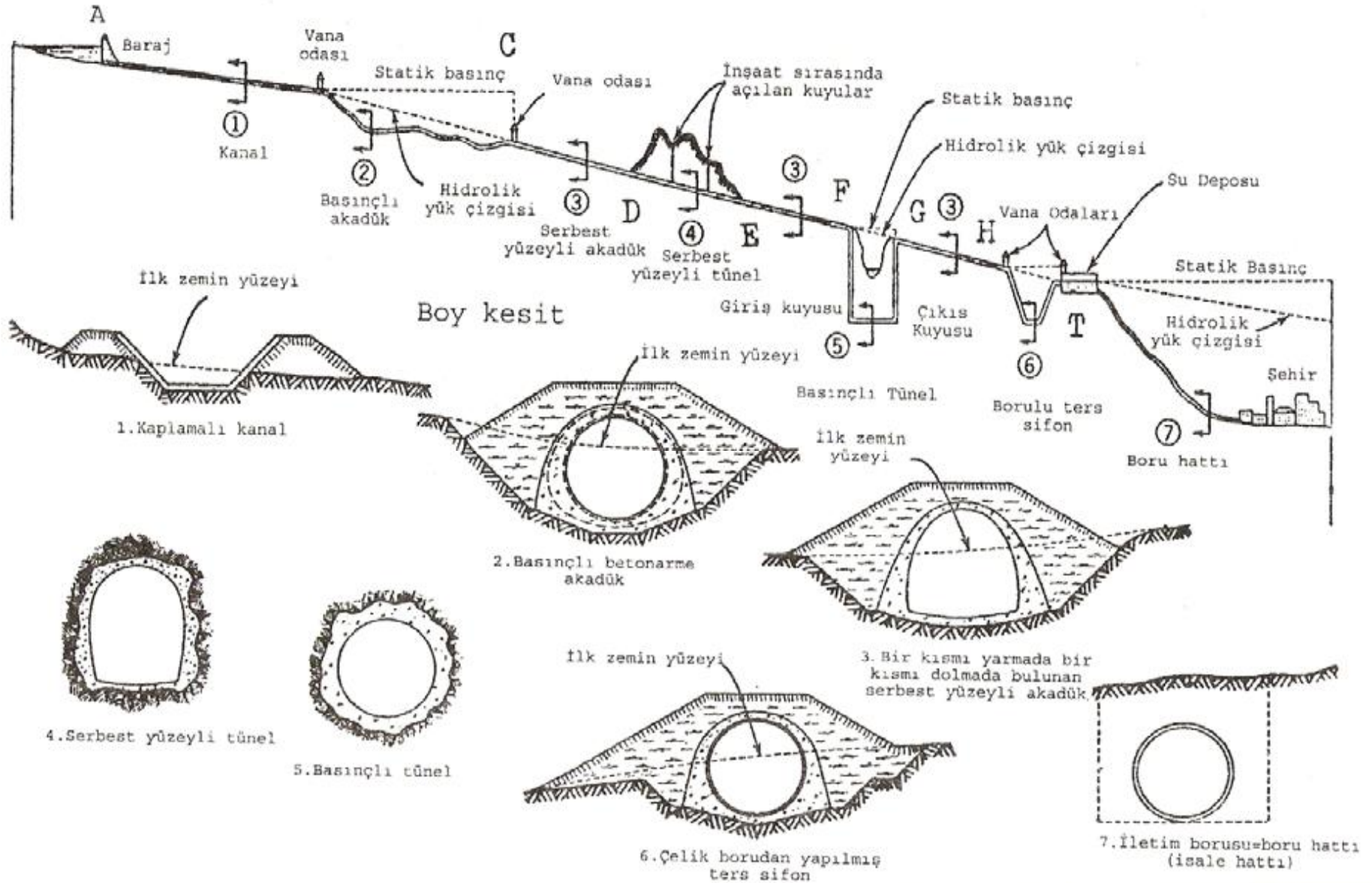
J = Eğim

N = pürüzlülük katsayısı

Hidrolik bakımdan **en uygun olan kesit daire kesitlerdir**. Genel olarak basınçlı iletim hatlarında daire kesitler, üstü kapalı fakat serbest yüzeyli iletim hatlarında ise at nalı kesitler kullanılır.



Şekil 5.2. Daire ve at nalı kestlerin genel boyutları



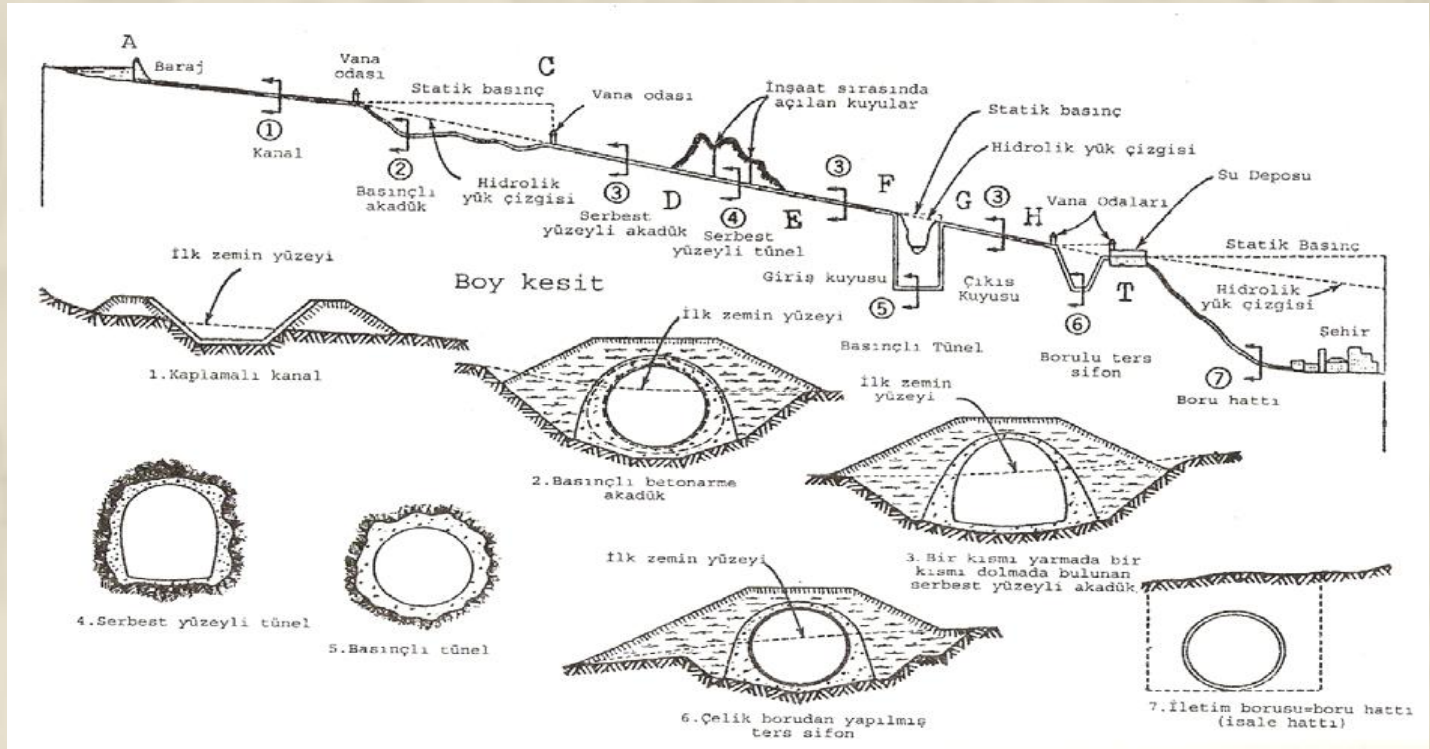
Şekil 5.1. İsale hattının tipik boy kesitleri ve en kesitleri



Barajdan alınan sular kaplamalı bir açık kanalla bir vana odasına kadar iletilip bu noktada betonarmeden kalıpla yerinde inşa edilmiş daire kesitli bir iletim hattına alınmaktadır. Bu basınçlı iletim hattı kısmen yarmada kısmen dolgudadır. Yani tamamen zemine gömülü değildir. Cidarların kalın ve üstünde kısmen toprak bulunması yazın suyun ısınmasını ve kışın da donmasını önlemektedir. Bu kısmın enine kesiti Şekil 5.1’de 2 no, ile gösterilmiştir.

Bu basınçlı boru hattı bir vana odasında CD boru hattı ile birleşmektedir. Boru hattının bu parçasında akım serbest yüzeyli olduğundan at nalı kesit kullanılmış ve bu enkesit 3 no, ile gösterilmiştir.

İsale hattının bundan sonraki DE kısmı bir tünelle bir dağın içinden geçmektedir. Bu tünel serbest yüzeyli akıma ve at nalı profile sahiptir (4 Nolu enkesit). Hattın CD, EF ve GH kısımları da serbest yüzeyli olduğundan gene at nalı kesit sahiptir (3 Nolu enkesit).



İLETİM HATTI PLAN VE PROFİLİ

- İletim hatlarının planı genellikle 1/2000 ölçeklidir. Eğer kısa bir hatsa 1/1000 ölçek de olabilir.

- Profillerde, genellikle yatay ölçek 1/2000 ve düşey ölçek 1/200 olur.

- İletim hattı planı 1/1000 ölçeğinde çizilmiş ise, profilde yatay ölçek 1/1000 ve düşey ölçek 1/100 alınır. Bu ölçekler genellikle kabul edilen ölçeklerdir.

- İletim hattı planları/haritaları boru ekseninin 75 m sağ ve solunu kapsamalıdır. İstasyon ve röper noktaların kotları gidiş-dönüş nivelmanla saptanır ve bu değerler plan üzerine yazılır.

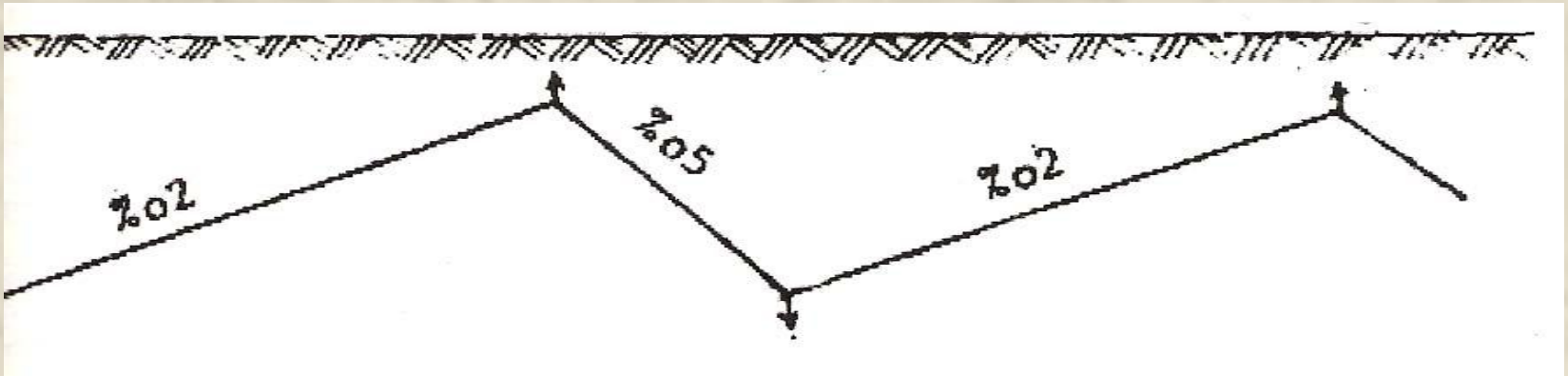
- Güzergah planına kaptaj, vantuz, maslak, tahliye, menfez, hava ve denge bacası, terfi merkezi , depo vb. yapılar işaretlenir.

5.5 İLETİM HATTININ GEÇİRİLMESİ (Güzergah Tespiti)

İsale hatlarının planlanmasında ilk yapılacak iş boru hattının ve diğer işletme teçhizatının gösterildiği topoğrafik haritanın hazırlanmasıdır.

Kaptaj ile su haznesinin inşa edileceği bölge arasında bir harita oluşturulur. Bu harita üzerinde isale güzergahı tespit edilir. Güzergahta mümkün mertebe fazla inişler ve çıkışlar olmamalıdır.

Güzergahta keskin yön değişikliklerinden kaçınmalıdır. Güzergah bataklık ve çürük zeminlerden geçmeyecek şekilde seçilmelidir



Şekil 5.4 Boru hattına verilen sunî meyiller

İletim Hattı Güzergahı Seçilirken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

- 1) İletim hattı gereğinden fazla uzun olmamalıdır,
- 2) İletim hattı; yerleşim yerlerinden, yollardan, tarım arazilerinden ve yasak bölgelerden geçirilmemelidir.
- 3) İletim hattında su iletilirken, hat boyunca büyük basınç farklılıkları oluşmamalıdır,
- 4) İletim hattı deprem fay hattını kesmemelidir,
- 5) İletim hattı heyelanlı bölgelerden geçirilmemelidir,
- 6) Masraflı geçitlerden kaçınılmalıdır,

İletim Hattı Güzergahı Seçilirken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

7) İletim hattı eğer yamaçlardan geçirilmek zorundaysa, toprak kaymalarını önlemek için istinat duvarları yapılmalıdır,

8) İletim hattı dere yada nehir yataklarından geçirilmek durumunda ise, suyun altından yada üstünden geçirilmeli, hangisi ekonomikse o yol seçilmelidir,

9) İletim hattı taban kotu yer altı su seviyesinin üstünde olmalıdır,

10) İletim hattı boruları, su sızmalarına neden olmayacak şekilde ve şartnamelere uygun biçimde yerleştirilmelidir.

5.6 İLETİM HATLARINDA KULLANILAN BORULAR

İletim hattında kullanılacak borular, **iletilecek suyun basıncına**, **debisine** ve **boruların döşeneceği zeminin özelliklerine bağlı olarak** seçilmelidir.

Boruların maruz kaldıkları basınçlar standartlarla belirlenen boru işletme basınçlarını aşmamalıdır.

Cazibeli isalede **statik**, terfili isalede **dinamik basınçlar** göz önüne alınmalıdır.

5.6 İLETİM HATLARINDA KULLANILAN BORULAR

İçme suyu iletim hattında kullanılan borular,

- Font borular,
- Çelik borular,
- Plastik borular,
- Beton/betonarme borular,
- Asbestli çimento borular dir.

1. Font Borular (Dökme demir borular): İçerisindeki karbon miktarı % 2.5'dan fazla olan ve sıvı haldeyken hazırlanan demir-karbon alaşımı borulardır. Basınca ve korozyona (paslanmaya) karşı dayanıklı, ancak çabuk kırılabilen borulardır. Genellikle 8-20 atmosfer basınca dayanıklıdır. Font borular 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1250 mm olarak imal edilirler ve boyları 7 m'ye kadar çıkmaktadır. Boylarının 6–7 m olmasından dolayı hat boyunca birleşim yerlerinin sayısı artar. Font borular:

- Savurma ve
- Düşey döküm olmak üzere iki gruba ayrılır.

Her grubun da LA, A, B olmak üzere üç tipi vardır.

Tablo 5.1. Font boruların İşletme basınçları

Boru tipi	İşletme Basıncı, kg/cm ²					
	LA		A		B	
	< 80 mm	≥ 80 mm	< 80 mm	≥ 80 mm	< 80 mm	≥ 80 mm
Savurma	16	10	-	12.5	-	16
Düşey döküm	-	-	12.5	10	-	12.5



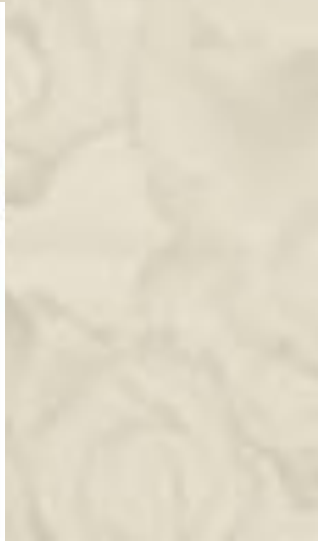
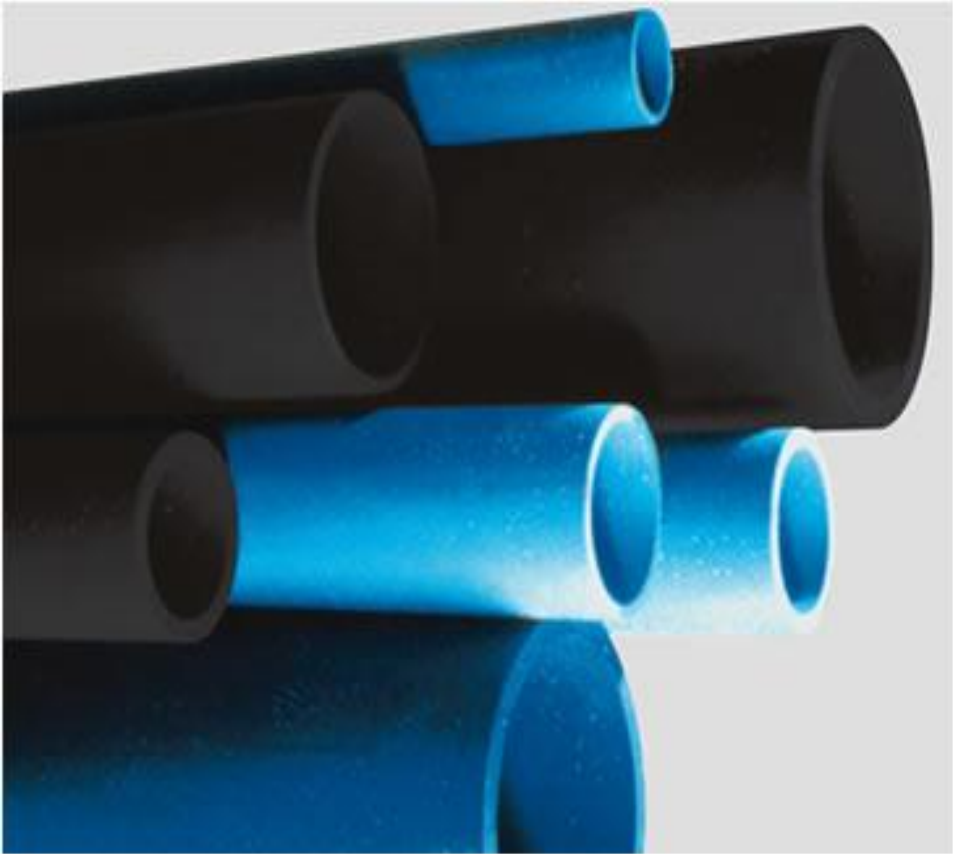
2. elik Borular: Boyları daha uzun (16 m) olduğu için ek yerleri azdır. Korozyona karşı mukavemetleri azdır. Ancak galvanizlenerek maddeler ile kaplanarak bu olumsuz özellikleri ortadan kaldırılabilir. Yaklaşık 20-40 atmosfer basınca dayanıklıdırlar. Taşınması, döşemesi ve birleşimleri font borulardan daha kolaydır.



3. Plastik Borular: Bu borular hafiftir. Taşınması ve döşenmesi kolaydır. Korozyona karşı dayanıklıdır. Polivinil klorür (PVC) ve polietilen (PE) olmak üzere iki tipi vardır.

Piyasada daha çok PVC borular satılmaktadır. Yalıtım yapılmasına gerek yoktur. -40°C ile $+60^{\circ}\text{C}$ arasında çalışır. Standart kullanma sıcaklığı 20°C 'dir.

Plastik borular paslanmaz ve 6-16 atmosfer basınca dayanıklıdır. Farklı çaplarda üretilir ve en yaygın kullanılan boru tipidir. Taşınması, döşenmesi ve birleşimi en kolay olan boru tipidir.

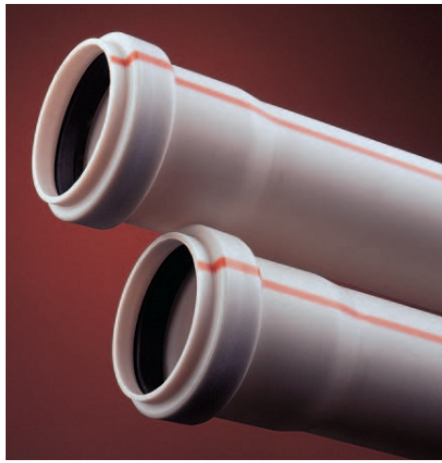






PP ATIKSU BORULARI TEMEL ÖZELLİKLERİ

- **Aşınmaya karşı yüksek mukavemet ve Kimyasallara karşı mükemmel direnç**
Atıksu sistemlerinde kullanılan boru malzemelerinin aşınmaması ve kimyasallara karşı dayanıklı olması istenir. Pakplast Atıksu Boruları asitik ve bazik ortamlarda korozyona karşı pH2 ile pH12 arası dayanıklıdır.
- **Teleskobik istifleme ile stoklamada ve taşımada kolaylık**
Pakplast Atıksu Boruları çok hafiftir ve aynı zamanda darbelere karşı mukavemetlidir. Nakliye ve stoklama esnasında herhangi bir fire vermez. Kolaylıkla içiçe koyularak stoklama ya da nakliye yapılabilir.
- **Kolay birleştirme metodları ve döşeme kolaylığı**
Pakplast Atıksu Boruları muflu contalı ya da manşon contalı olarak birleştirilirler. Birleştirme esnasında herhangi bir yapıştırıcı malzemeye ihtiyaç yoktur.
- **Özel conta tasarımı**
Pakplast Atıksu Borularında kullanılan tek dudaklı conta özel tasarımıyla boruya mükemmel uyum sağlar.
- **Sızdırmazlık**
Özel contasıyla Muflu contalı ve manşon contalı birleştirme metodu uygulanan sistemlerde 0,5 bar basınca kadar sızdırmazlık sağlanır.
- **Uzun ömür**
Pakplast Atıksu Borularının dizayn ömrü minimum 50 yıldır.
- **Bakım onarım**
Pakplast Atıksu Boruları uzun ömürlü ve kırılmaz olduğu için bakım ve onarıma gereksinim olmaz.
- **Akış yüzeyinin pürüzsüz olması**
Pakplast Atıksu boruları diğer boru malzemelerine göre hidrolik pürüzlülüğü çok düşük olduğu için düşük eğimlerde maksimum akışı sağlar. Ayrıca yüzeyin pürüzsüz olması sistemdeki katı partiküllerin boru iç yüzeyine yapışmasına engel olur ve zamanla oluşabilecek kesit daralması engellenmiş olur.
- **Esnektir**
Pakplast Atıksu Boruları esnek olduğundan deforme olmaz.
- **İstenilen boyda üretebilme**
Çeşitli boylarda üretildiği için, döşeme esnasında oluşabilecek fire oranı düşecek ve proje hızı artacaktır.
- **Her sıcaklıkta maksimum verim**
Boru içinde ya da dışında oluşabilecek 95°C sıcaklığa kadar dayanıklıdır. Aynı zamanda 0°C nin altında yapılan uygulamalarda mükemmel sonuç verir.
- **Sessizdir**
Pakplast Atıksu Boruları 25 dB ses geçirgenliği ile diğer boru malzemelerine göre son derece sessizdir. Ses geçirgenliğinin düşük olması sebebiyle konforunuzu bozmaz.
- **Zehirli gaz çıkarmaz**
Özel hammaddesi sebebiyle yangın esnasında zehirli gaz çıkarmaz.
- **Korozyona uğramaz**
İçinden geçen akışkanlarla etkileşmez. Korozyon veya pas oluşturmaz, bu sebeple tıkanma riski oluşturmaz.
- Yüksek darbe dayanımı sebebiyle şantiyelerde fire oluşturmaz.
- Kelepçeli ambalajıyla sık ve pratik bir depolama sağlar.



PP ATIKSU BORULARI KULLANIM ALANLARI

- Bina içi Atıksu Sistemleri
- Bina Yağmur Suyu iniş hatları
- Cazibeli Atıksu Taşıma Sistemleri
- Endüstriyel Atıksu Sistemleri



PP ATIKSU BORUSU

KOD NO	ÇAP (ø)	ET KALINLIĞI (s)	AĞIRLIK (kg/mt)
	50	1,8	0,280
	75	1,9	0,440
	90	2,2	0,600
	110	2,7	0,890
	125	3,1	1,180
	160	3,9	1,870
	200	4,9	2,900

İLGİLİ STANDART TS 1451-1

4. Beton / Betonarme Borular: Bu borular 600 mm'den büyük çaplar için kullanılır. Bu borularda sızdırmazlığın sağlanması oldukça zordur. Boruların boyları 6 m'ye kadar yapılır. 4-10 atmosfer basınca dayanıklı borulardır. Döşenmesi ve birleştirilmesinde yönetmeliklere uyulmalıdır. Boruların bağlanmasında kullanılan bilezikler 400 dozlu betonla yapılır.



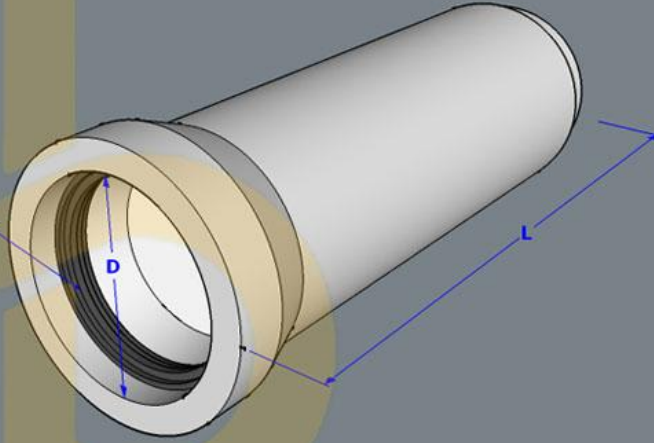


Entegre Contalı Mufli Beton Borular / Gasket Integrated Concrete Pipes



Entegre Contalı Beton Boru

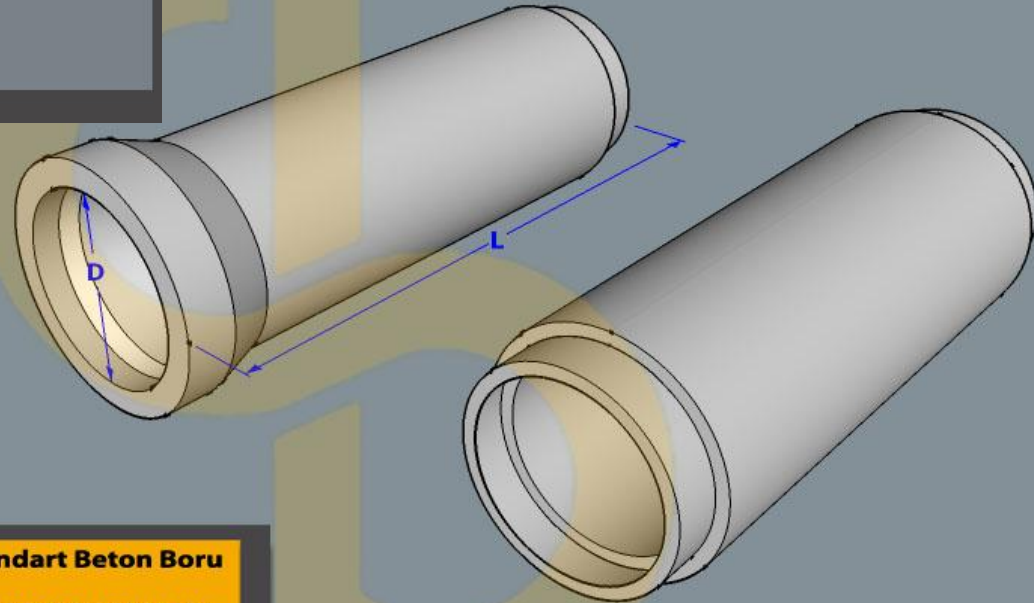
SIZDIRMAZLIK CONTASI
(ENTEGRE CONTA)



Standart Beton Boru

Tel : 0216 611 10 93 pbx

Muflu Beton Boru



Standart Beton Boru

Tel : 0216 611 10 93 pbx

5. Asbestli Çimento Borular: Çimento ve %10-15 amyanttan meydana gelen homojen hamurun ince tabakalar halinde basınçla bir silindire sarılması ile elde edilirler. Korozyona karşı betonarme borulardan daha dayanıklıdır. Boyları 4-5 m arasındadır, işletme basınçları 2.5, 6, 10 ve 12.5 kg/cm² olarak değişik değerler alabilir.

Boru cinsleri yukarıdaki açıklamaların ve yönetmelik esaslarının ışığında seçilir. Örneğin İstanbul'da uygulanan İSKİ yönetmeliğine göre

- D 600 mm için font,
- D = 700-1600 mm için çimento kaplamalı çelik,
- D > 1600 mm için öngermeli beton boru kullanılmalıdır



Asbestli çimento boru)



CTP (Cam elyaf takviyeli boru)

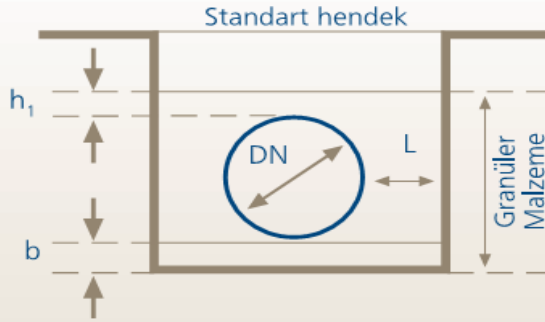


Cam Elyaf Takviyeli Plastik Borular



BORU HENDEĞİ

CTP boruların montajı için oluşturulacak standart tip boru hendeği, şematik olarak verilmiştir. CTP borular SN2500, 5000 ve 10000 N/m² rijitlik değerlerinde üretilmekte olup, şantiye uygulamalarında, boru üzerine gelecek yüklere (trafik, dolgu yükü v.b.) göre çeşitli alternatifli montaj seçenekleri sunulmaktadır.



$$h_1 = D/2 \text{ (max.300 mm)}, b = D/4 \text{ (min. 150 mm)}$$

DANE ÇAPLARI

DN (mm)	a (mm)
<300	10
300-600	15
700-1000	20
>1000	30

YASTIK TABAKASI

DN	b (mm)
300	75
350-500	100
600-2500	150

ÇALIŞMA ALANI

DN (mm)	L (mm)
200-350	150
400-500	200
600-900	300
1000-1600	450
1800-2600	600

Hendekten çıkarılan toprak, boru bölgesi dolgu malzemesi olarak kullanılacak ise, maksimum dane çapları tablosundaki değerlerin iki katına çıkamaz.



Zemin altına döşenmiş olan CTP borularda başlangıç sehim limitleri; Basıncı borularda DN≥300 mm için %3. Basıncısız borularda DN≥300 mm için %6'dır.

HENDEK KESİTLERİ



SPD: Standart proktor sıklığı

RD: Rölatif yoğunluk

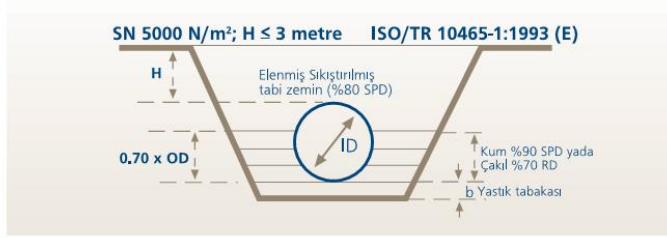
Boru dış çapının % 70 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.



Borunun tepesinden itibaren (h) mesafesine kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır. Bu yükseklik (h) min.100 mm max. 300 mm dir.



HENDEK KESİTLERİ



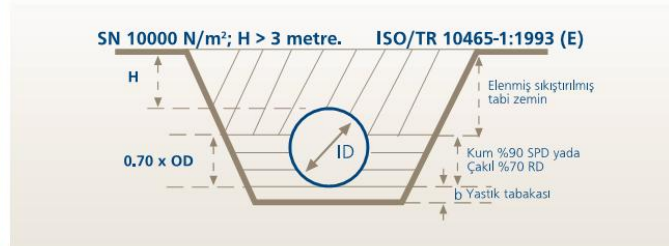
Boru dış çapının % 70 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.



Borunun çapının %70 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapıp buradan itibaren (h) mesafesine kadar elenmiş sıkıştırılmış tabii zemin ile dolgu yapılır. Burada (h) mesafesi min.100 mm maksimum 300 mm alınır.



Boru dış çapının % 25 lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.



Borunun çapının %70'lik kısmına kadar granüler malzeme ile dolgu yapılır.

5.7 BORULARIN DÖŞENMESİ

İletim hattı boruları döşenirken, borunun, **ağır trafiğe maruz yollarda trafik yüklerinden** ve **soğuk bölgelerde sıcaklık değişimlerinden etkilenmemesi** için yeterli derinlikte döşenmelidir.

Borular açılan hendeğe tekli yada çiftli olarak döşenebilir. Tekli döşenecekse minimum hendek genişliği 60 cm olmalıdır. Boru çapının 200 mm'den büyük olması durumunda hendek genişliği, b

$$b = 0.20\text{cm} + D + 0.20\text{cm} \quad \text{olmalıdır.}$$

Çiftli döşenecekse minimum genişlik

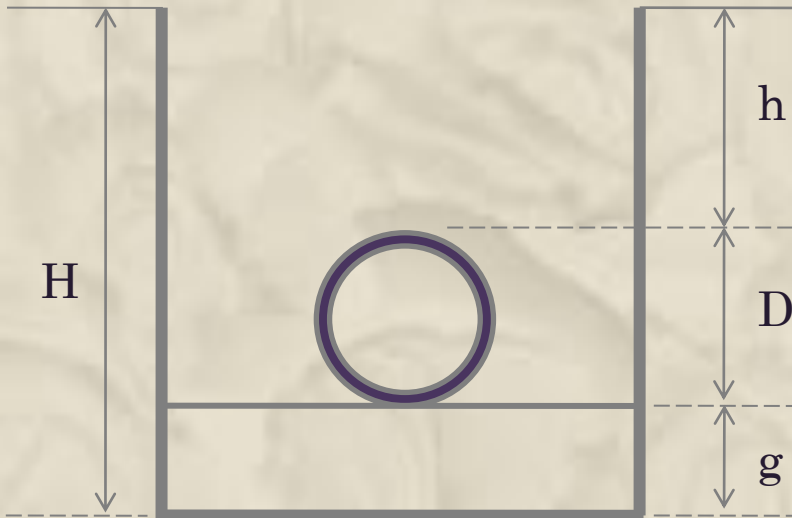
$$b = 0.20\text{cm} + D + 0.20\text{cm} + D + 0.20\text{cm}$$

olmalıdır. Burada D boru çapını (cm) ve b hendek genişliğini (cm) gösterir.

Hendek derinliği her iki durumda da aynı olmak koşuluyla 2m ye kadar şevsiz, 2 m den sonra şevli yapılır. Boruların üzerinde 1-1,5 m toprak dolgu, boruların altına ise en az 10 cm stabilize dolgu malzemesi serilmelidir. Borunun her iki yanında en az 20 cm boşluk kalacak şekilde hendekler açılmalıdır.

İletim hattı kazı miktarı dikkate alınarak geçirilir. Kazı derinliği tespitinde don derinliği ve arazi kotu önemlidir. Aşağıdaki tabloya göre don derinliği seğıilir.

Rakım (m)	Don Derinliği (h)
0 – 600	1,00
600 – 1200	1,25
1200 <	1,50



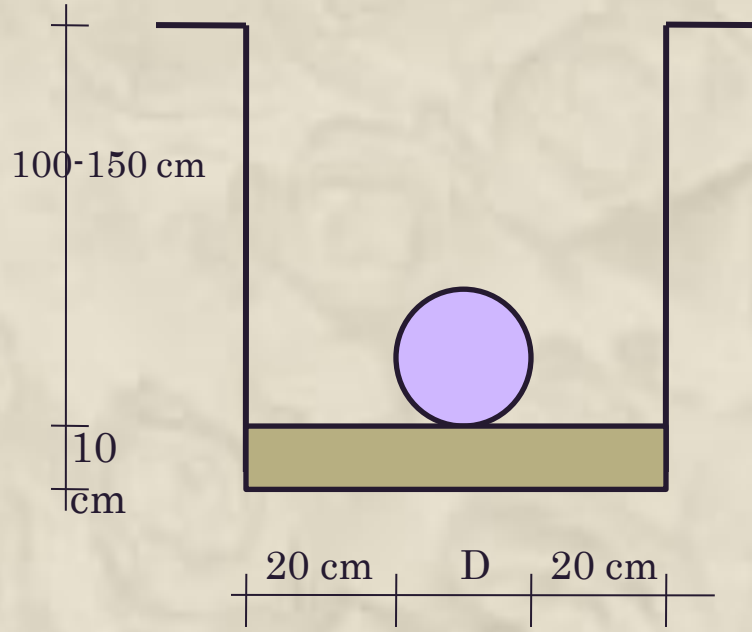
H: Kazı derinliği

h: Don derinliği

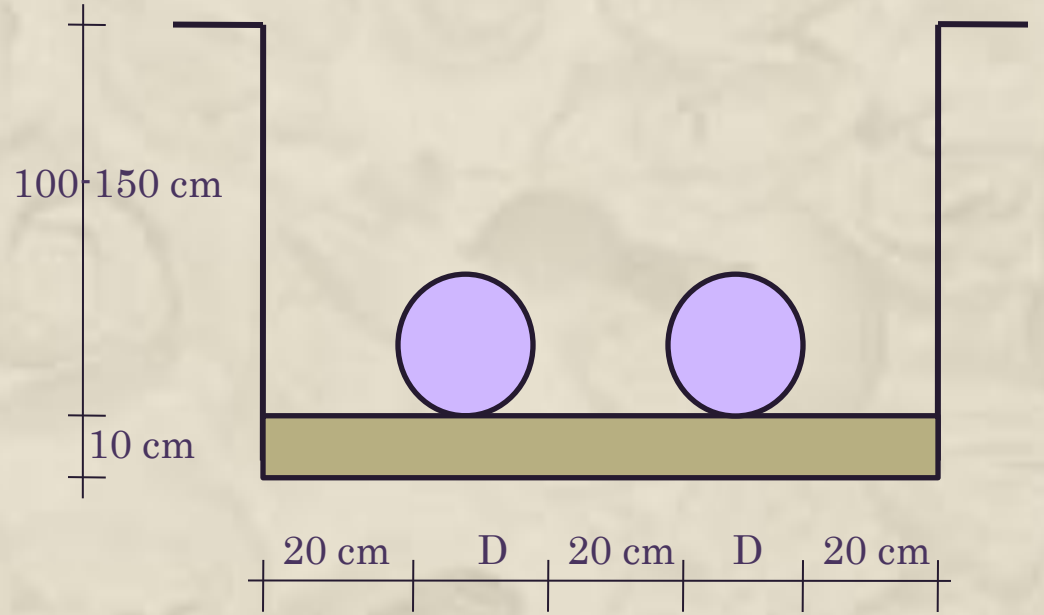
D: Boru apı(et kanlığı dahil)

g: Boru altına döşenen tabaka

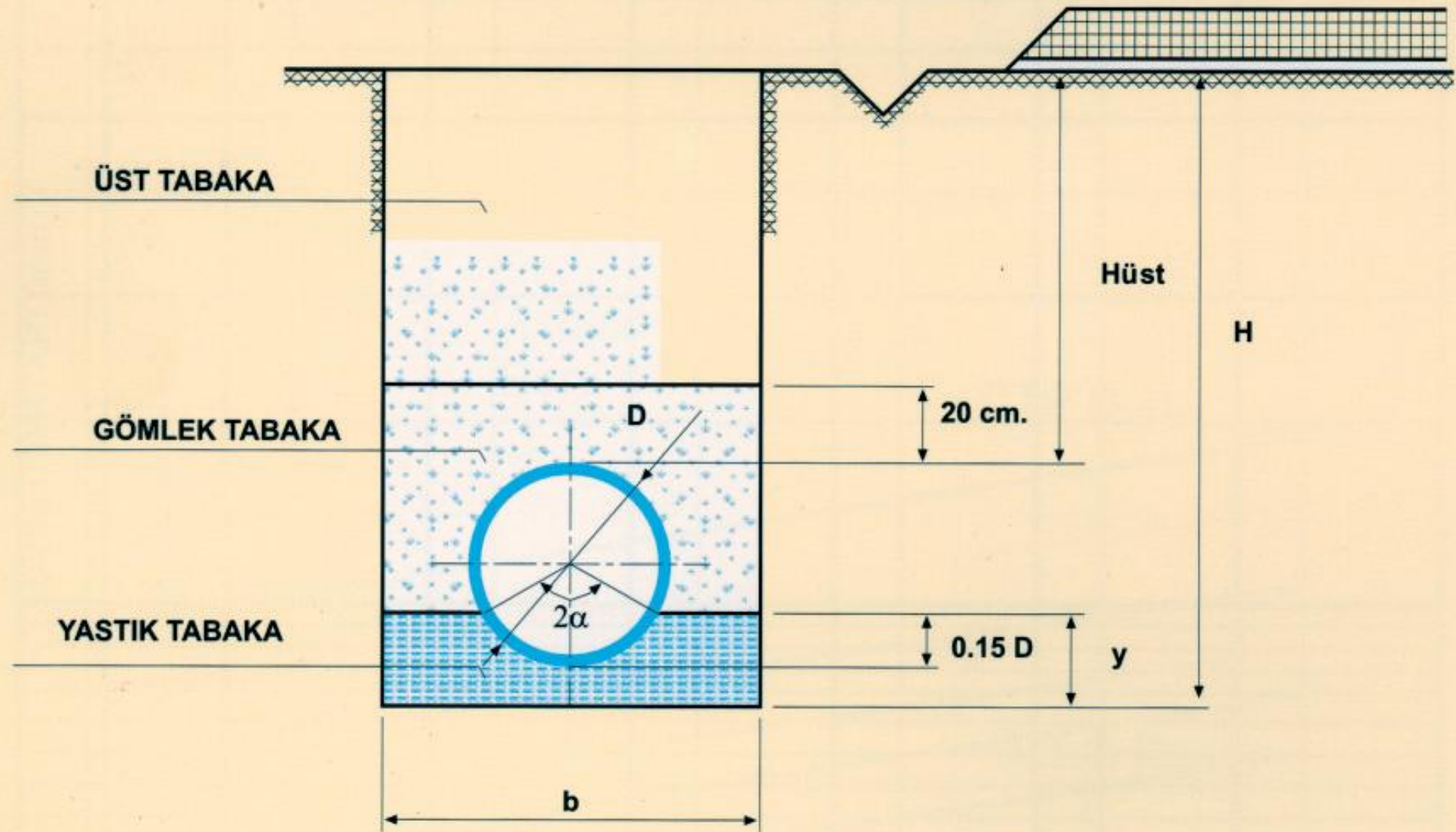
kalınlığı (grobeton, ince çakıl, kum veya elenmiş toprak)

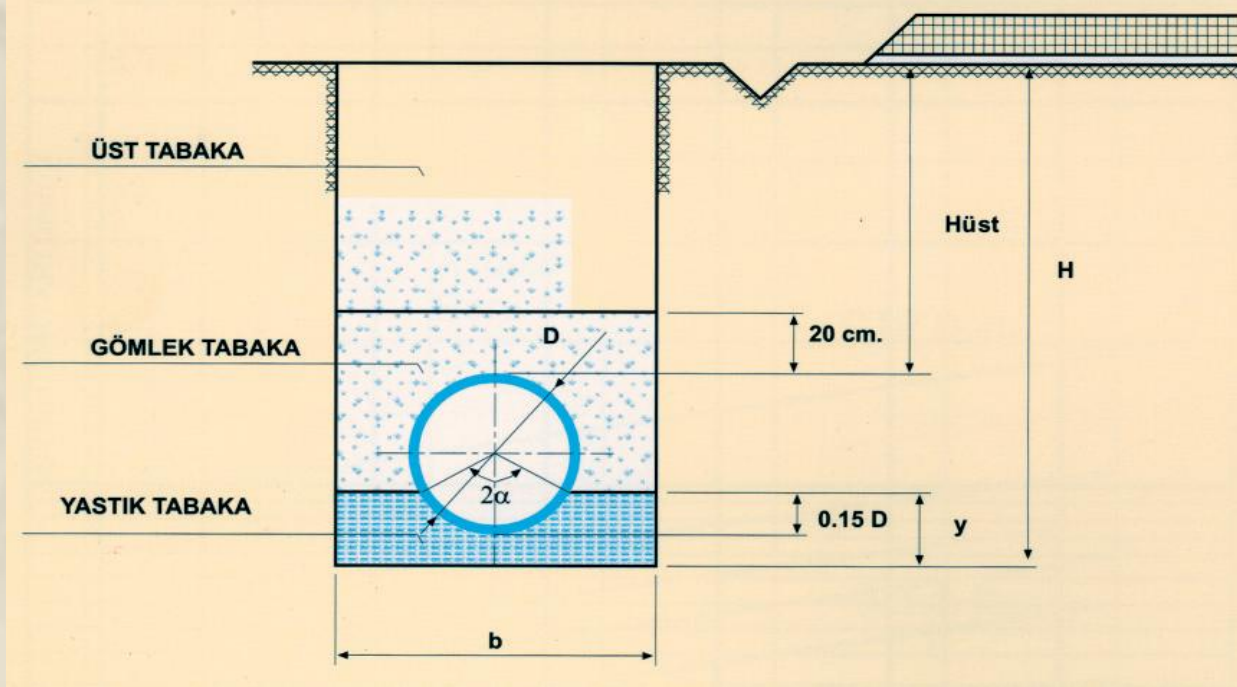


Şekil. Tekli boru döşenmesi



Şekil. Çift boru döşenmesi





1- Üst Tabaka: Sıkıştırılmış normal dolgu.

2- Gömlek Tabakası: Taş gibi zararlı maddelerden arındırılmış sıkıştırılmış toprak dolgu.

3- Yastık Tabakası: (sıkıştırılmış kum)

b : Hendek genişliği (cm)

y : Yastık tabakası (cm)

H : Hendek derinliği

$H_{üst}$: Boru üst kotu ile tabii zemin arası mesafe (cm) (minimum 50 cm olmalıdır.)

D : Boru dış çapı (cm)

2α : Derece cinsinden yataklama açısı

$D < 600$ mm için	$y = 20$ cm
$600 \text{ mm} < D < 1000$ mm için	$y = 20$ cm
$D > 1000$ mm için	$y = 30$ cm

$b = D + 2 \times 20$ cm
$b = D + 2 \times 30$
$b = 2 + 2 \times 30$ cm

TOPRAK YÜZEYİ

ÜST TABAKA
(TABİ DOLGU)

Hüst

GÖMLEK TABAKA

DN

100 mm ile 300 mm arasında

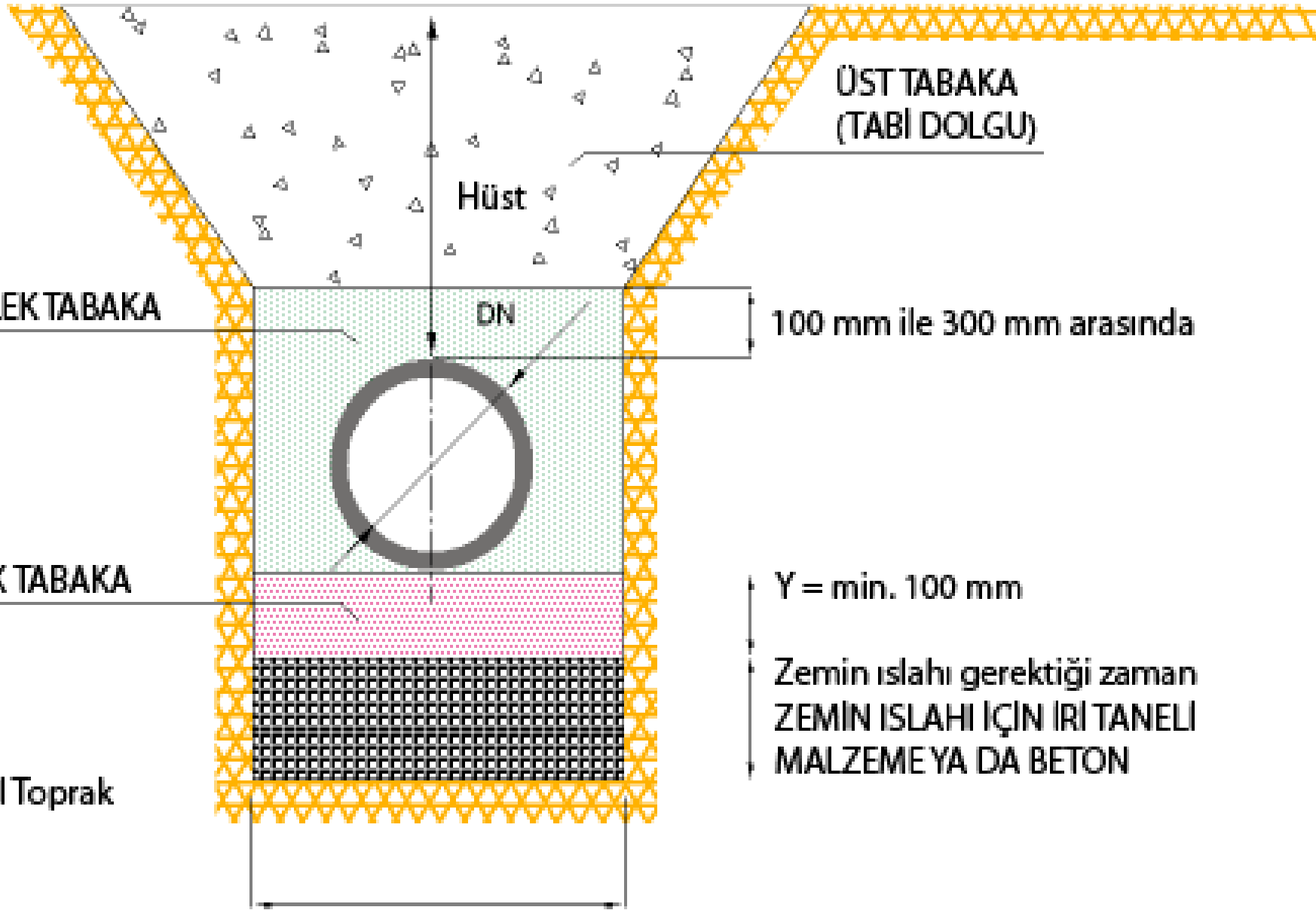
YASTIK TABAKA

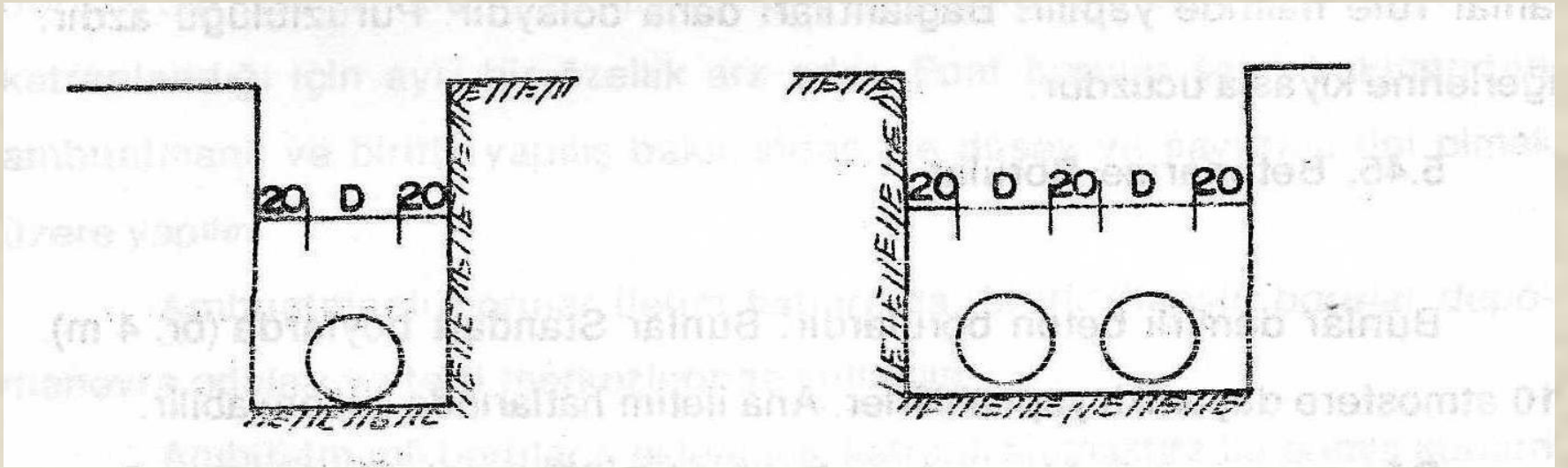
Y = min. 100 mm

Zemin ıslahı gerektiği zaman
ZEMİN ISLAHI İÇİN İRİ TANELİ
MALZEME YA DA BETON

Doğal Toprak

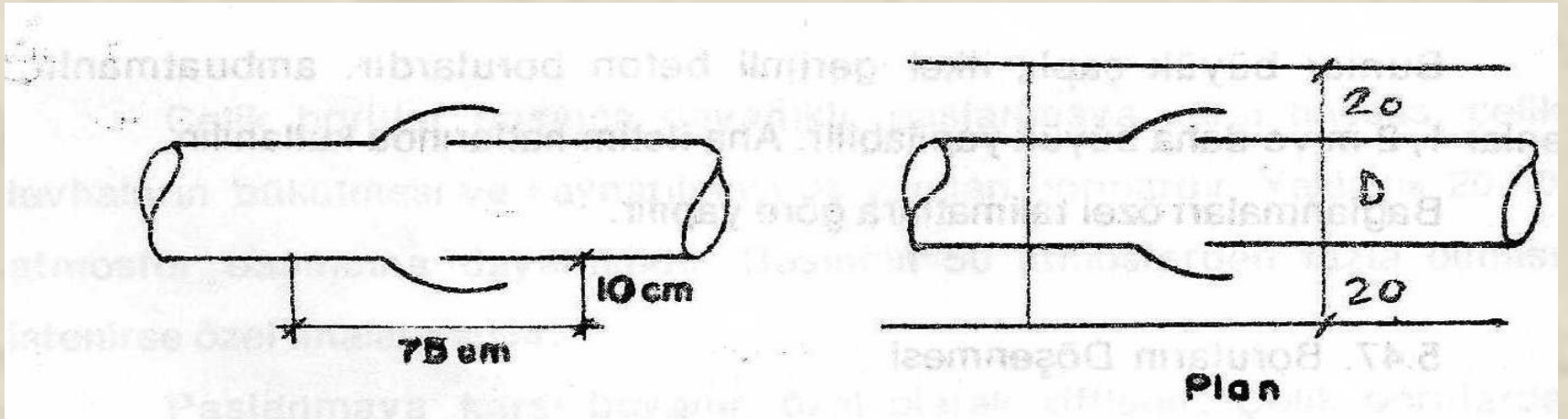
b

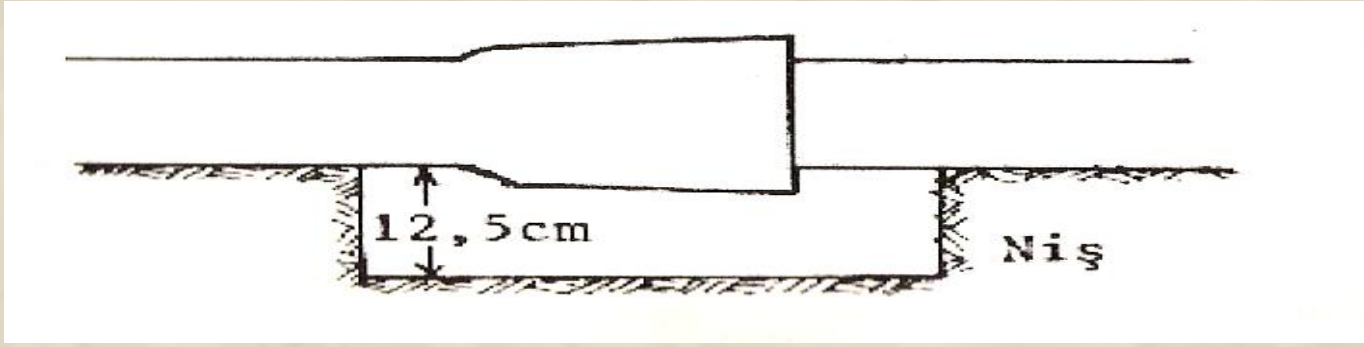




Şekil. Tekli boru döşenmesi

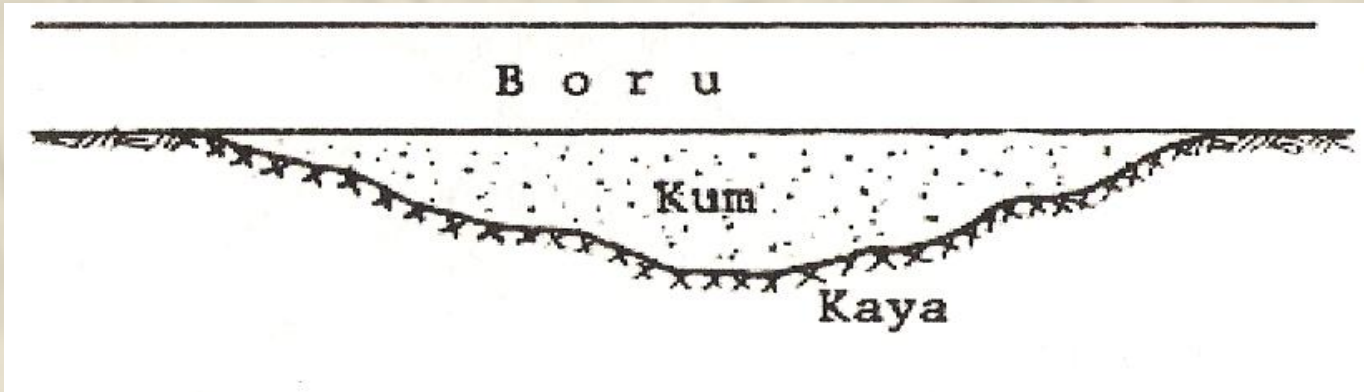
Şekil. Çift boru döşenmesi





Şekil 5.5 Ek yerlerinde hendeklerin derinleştirilmesi

Hendek tabanının kayaya rastlaması halinde, hendek 20 cm derinleştirilir ve bu kısım kumla doldurulur. Kayalık arazideki boru arızalarının %80'i borunun kaya üzerine oturmasından veya kum miktarının az olmasından ileri gelir



Şekil 5.6 Kayalık arazide boru döşenmesi

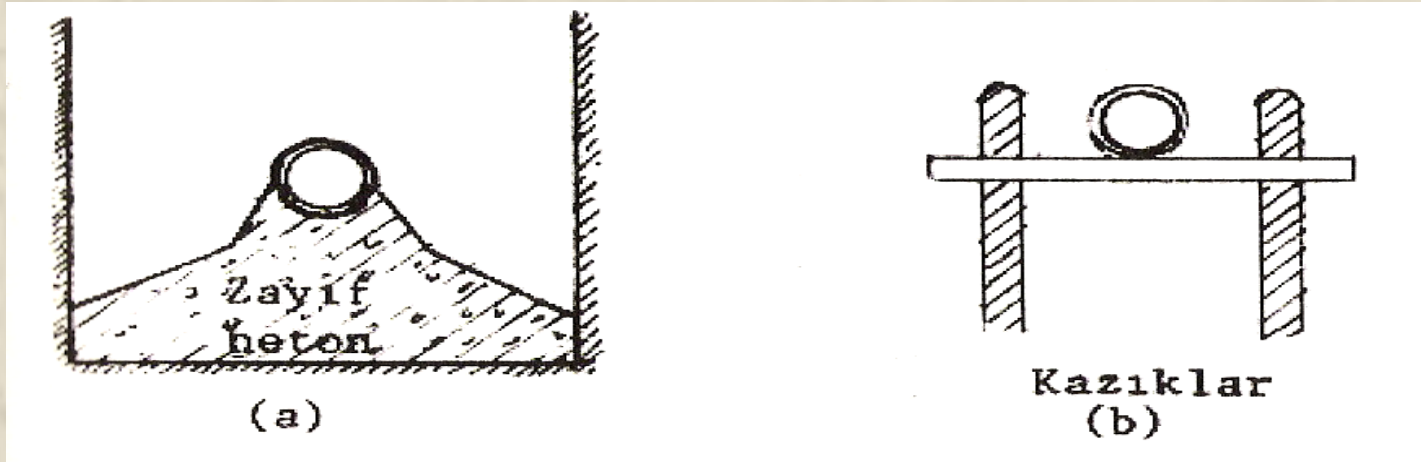
Bataklık zeminlerde borunun zemine oturmaması için

a. Hendek tabanına zayıf beton atılır (Şekil 5.7a)

b. Hendek açılmaz ve boru tabanına yükü dağıtmak için betonarme bir taban yapılır.

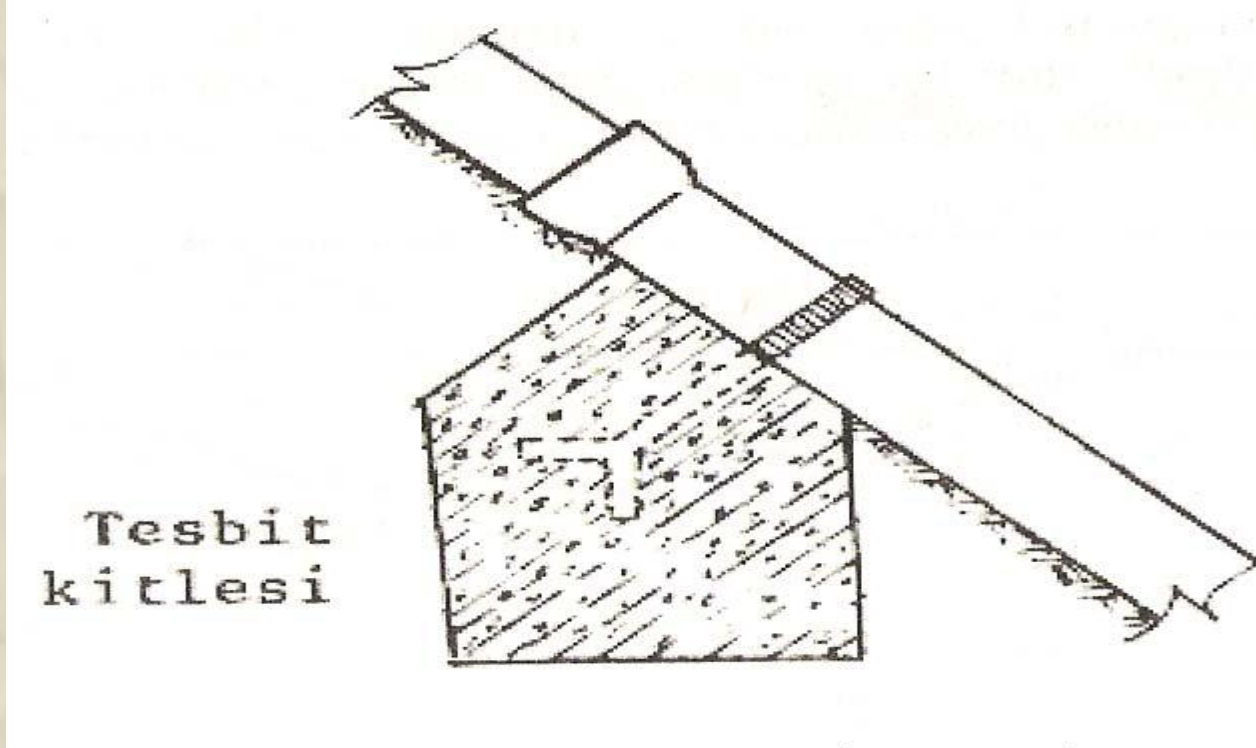
c. Boru kazıklar üzerine tesis edilen enlemeler üzerine döşenir (Şekil 5.7b)

Bu tedbirlere rağmen bataklık arazilerde boru döşenmesi istenmez. Güzergahın değiştirilmesi daha uygun olur.



Şekil 5.7 Bataklık arazide boru döşenmesi

Dağlık arazide akıcı zemin üzerine boru döşenmesi halinde tabanda teşkil edilen kagir kitlelere boru bileziklerle **bağlanır**. Eğimin %20'den fazla olması halinde her boruya bir tespit kitlesi yapılır. Kayma ihtimali az olan yerlerde birkaç boruya bir tespit kitlesi yapılabilir (Şekil 5.8).

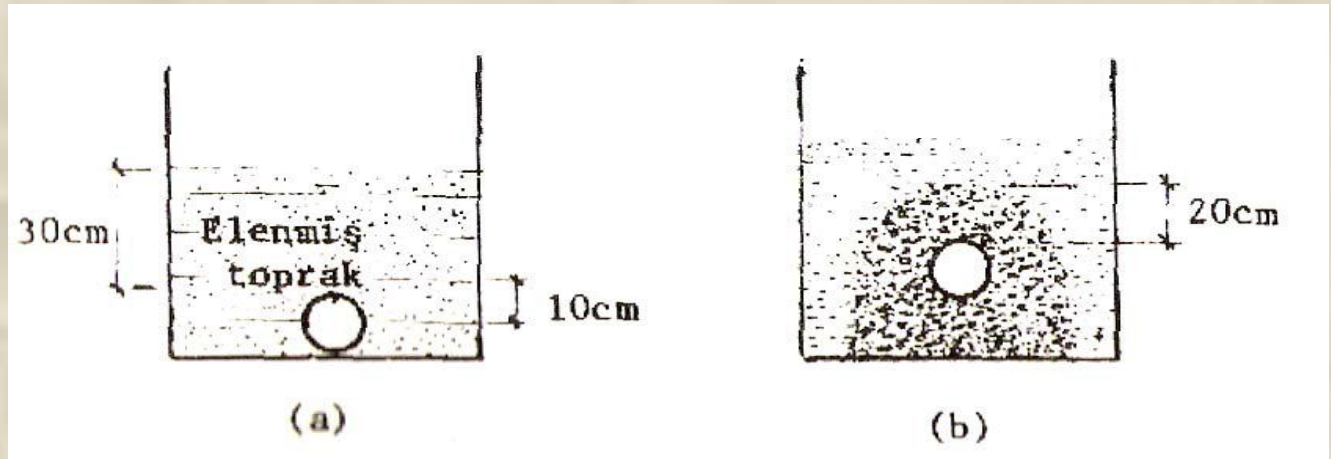


Şekil 5.8 Meyilli arazide boru döşenmesi

Borular hendeklere indirilip bağlantılar yapıldıktan sonra basınç deneyine tabi tutulur. Sızma noktalarının ve sızma miktarının tespiti için basınç deneylerine 24 saat devam edilir. Basınç deneylerinin olumlu olması halinde hendekler doldurulabilir. Doldurma işlemi yavaş yavaş yapılmalıdır.

Borunun etrafı hendekten çıkan toprakla doldurulur ve her 10 cm kalınlıkta bir tokmakla sıkıştırılır. Bu işleme borunun üzerinde 30 cm'lik dolgu oluşuncaya kadar devam edilir (Şekil 5.9a).

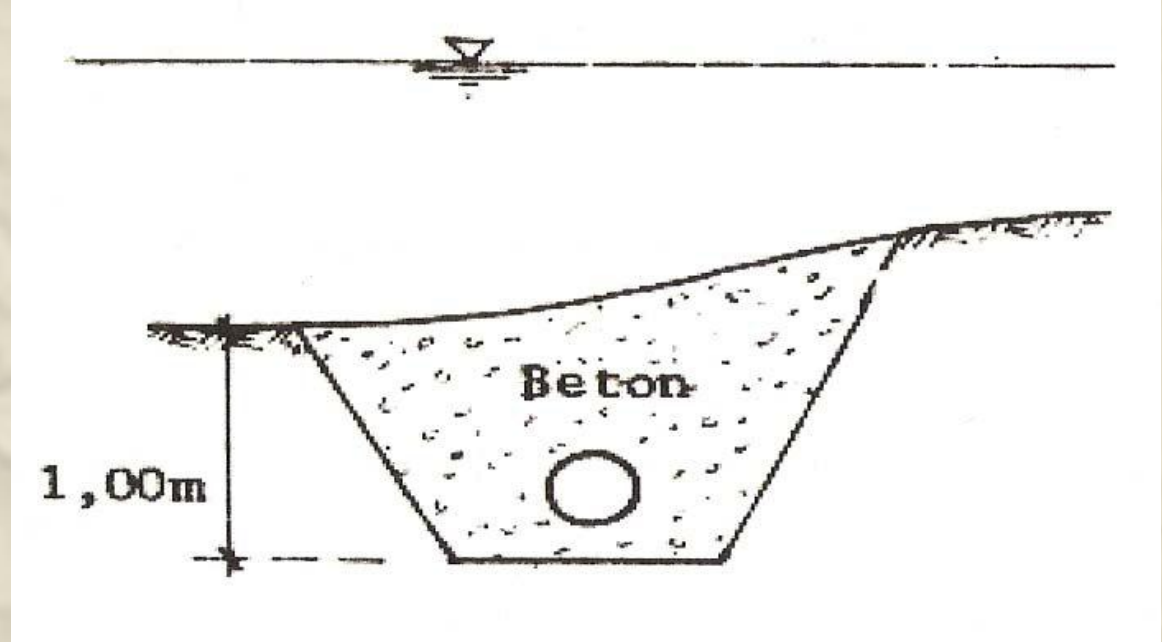
Marnlı ve yağlı killi zeminlerde font boruların korunması için boru etrafı 20 cm'lik iri kum ve çakıl tabakası ile çevrilir (Şekil 5.9b)



Şekil 5.9 Hendeklerin doldurulması

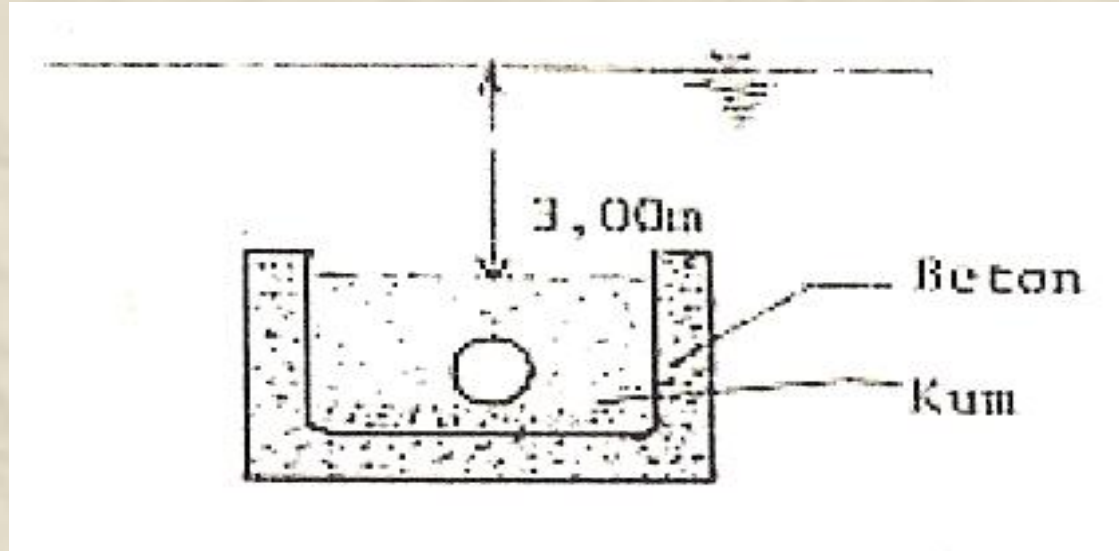
Bazı durumlarda isale hatlarının nehir, göl veya deniz altından geçirilmesi gerekebilir. Bu durumda aşağıdaki şekillerde hareket edilir:

a) Genellikle çoğu zaman kuru olan siğ derelerden geçişte boruların döşenmesi için yeterli derinlikte bir hendek açılır. Boru hendek içine indirildikten sonra betonla doldurulur (Şekil 5.10). Büyük çaplarda iyi netice alınmasına rağmen arıza halinde betonun kırılması gerekir.



Şekil 5.10 Hendeklerin doldurulması

b) Büyük nehirlerde alçak su seviyesi ile nehir tabanı arasındaki mesafenin 3 m'den büyük olması halinde su içersinde beton veya betonarme bir sandık yapılır. Sandığın içi kumla doldurularak boru kum tabakası içine yerleştirilir. Bu durumda boru ek yerlerine dikkat edilmelidir (Şekil 5.11)



Şekil 5.11 Büyük nehir tabanında boru döşenmesi



İzmir 1. Merhale İçme Suyu



Ankara Kurtboğazi İsale Hattı

+ 28km $\varnothing$ 2200mm, 6.2km $\varnothing$ 1400-1850mm Ö.G.B.B. imal ve montajı



Adana İçme Suyu

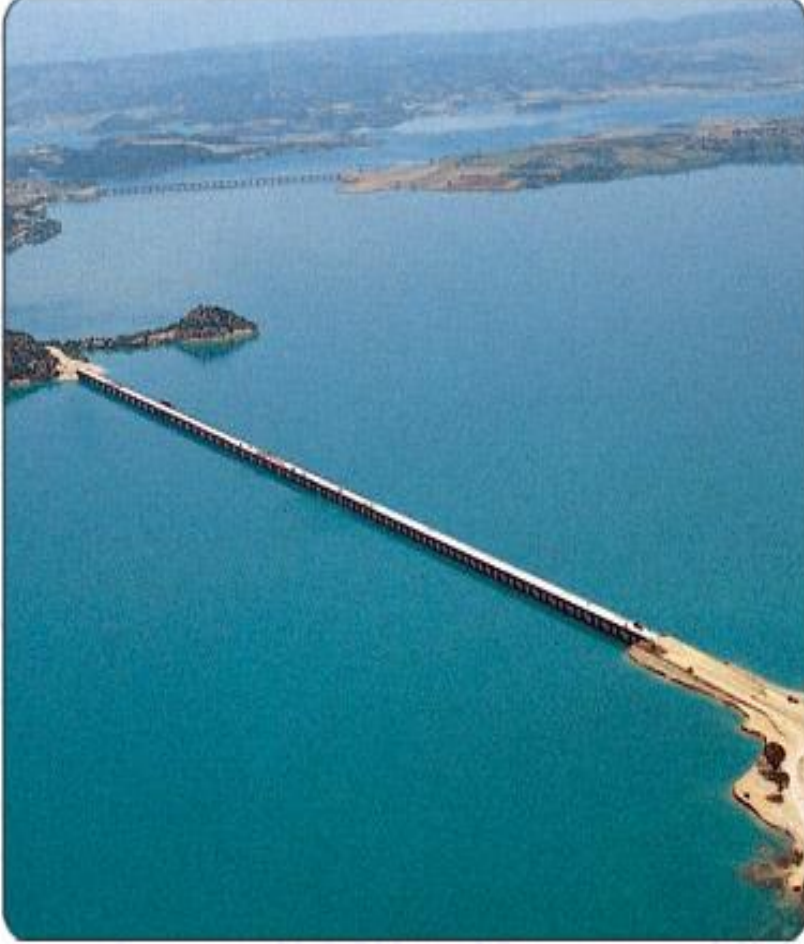
+ Ana İsale Hattı Göl Geçişi ve Dağıtım Şebekesi



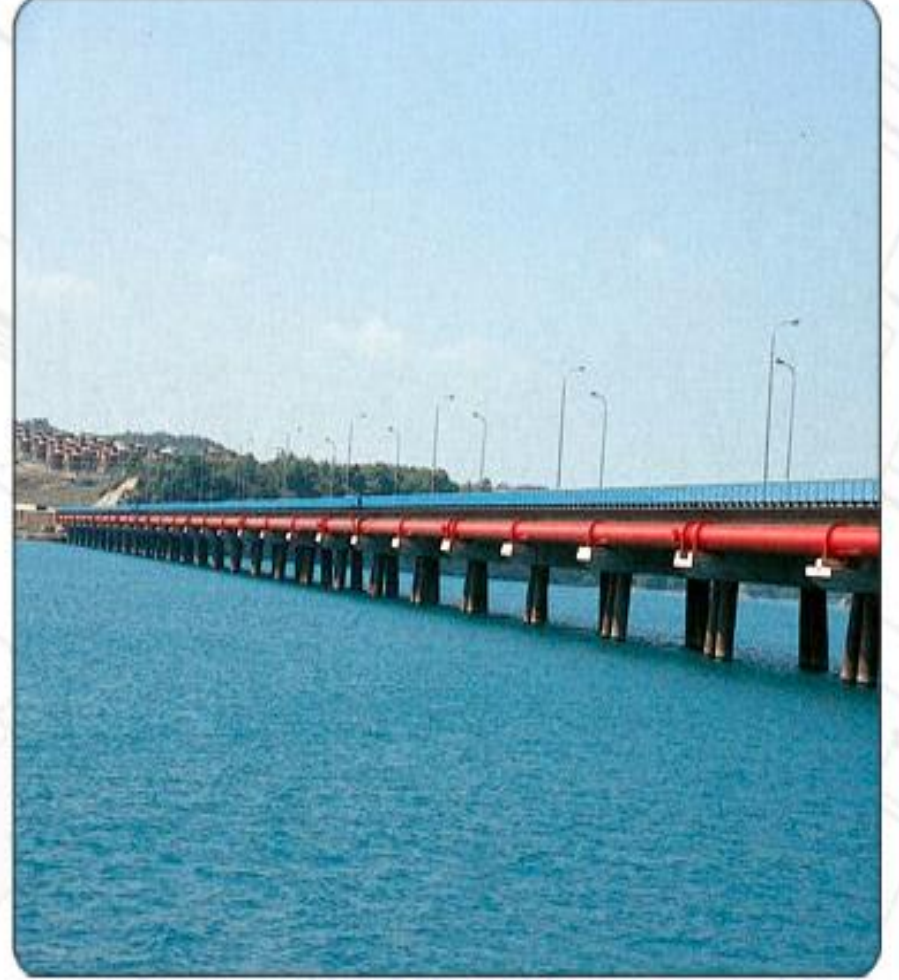
İzmir Tahtalı İsale Hattı

+ 32km $\varnothing 2200$ mm σ elik silindirli Ö.G.B.B. imal ve montajı

ÇATALAN İÇME SUYU PROJESİ...



Adana Seyhan Gölü Batı Geçişi
+ 3 şeritli 824m uzunluğunda köprü inşaatı



Adana İçme Suyu Projesi, İsale Hattı Seyhan Gölü Geçişi



Adana İçme Suyu

+ Ana İsale Hattı Göl Geçişi ve Dağıtım Şebekesi



Antalya İçme Suyu Projesi

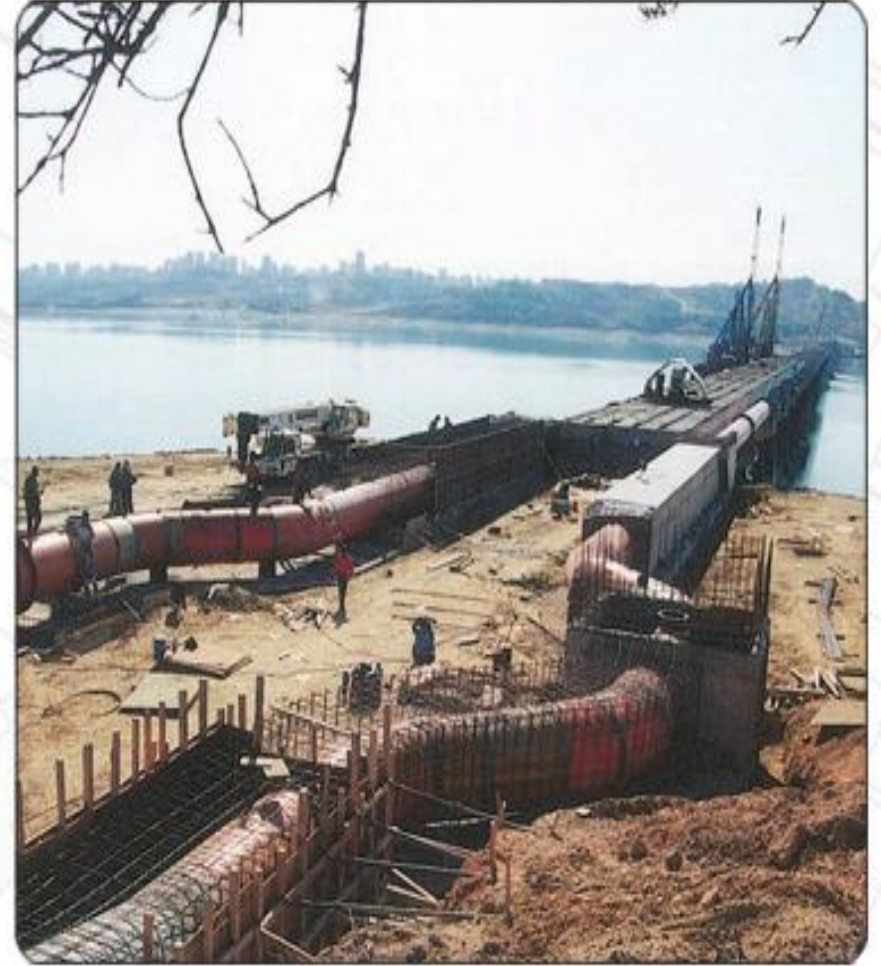
+ 9km ϕ 1400mm Ö.G.B.B.

+ 1700m 2.8m çaplı tünel

+ 2.7km ϕ 1000-1400mm çelik boru



İzmir Halil Rifat Paşa Yağmur Suyu Kollektörleri
+ 600m f2200mm Ö.G.B.B montajı



Adana İçmesuyu Projesi Göl Geçişi Girişi



Petkim Aliğa Tesisleri Su Tüneli
+ 1700m, 2.8m çaplı tünel



Adana İsale Hattı Basınçlı Su Tüneli
+ 2.2m çaplı 4438m
+ 2.8m çaplı 1384m
+ 3.2m çaplı 2264m basınçlı su tünelleri



İzmir Bayraklı 2.8m Çaplı Basınçlı Su Tüneli

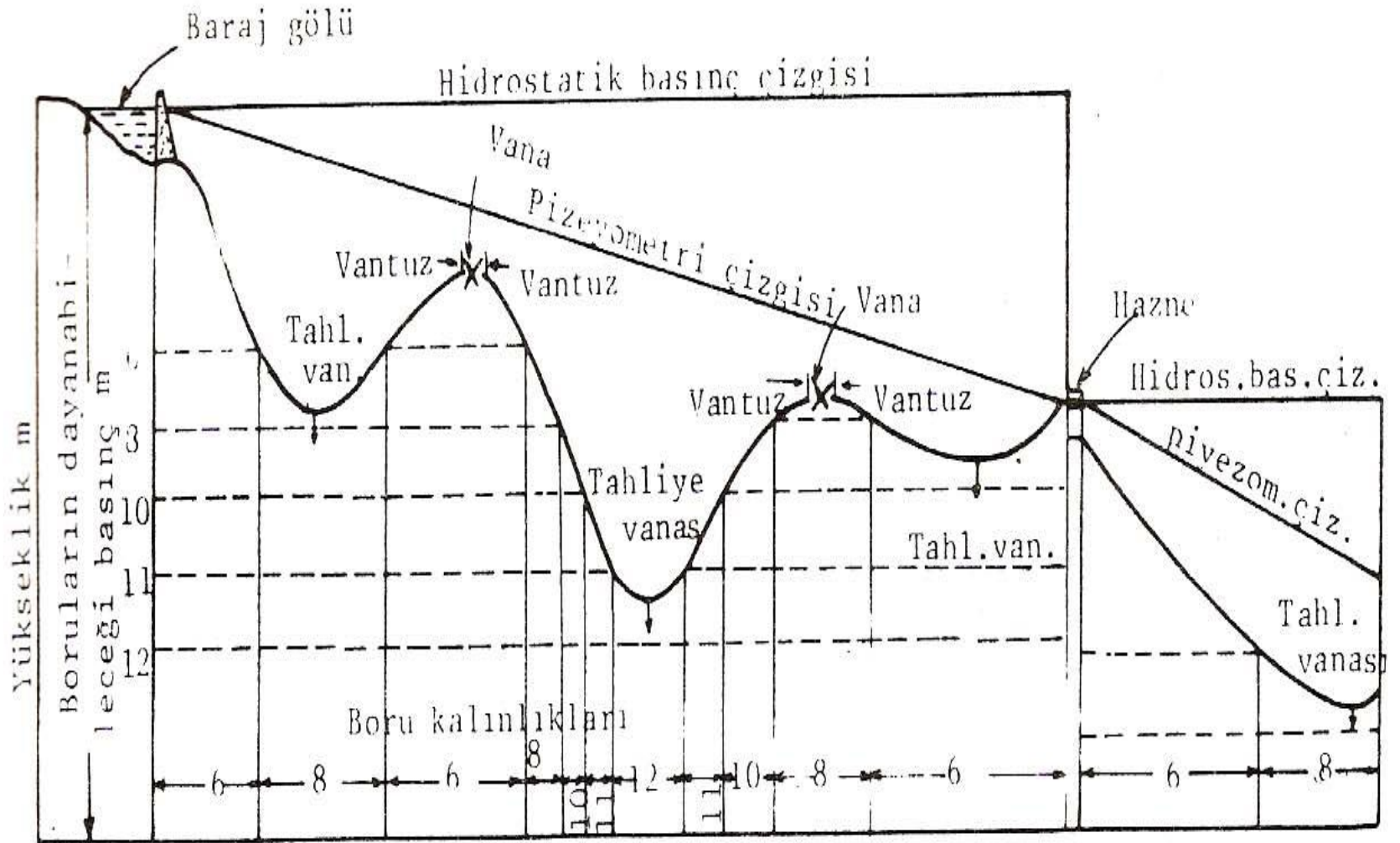


5.8 İletim Hatlarındaki Sanat Yapıları

Borulardaki akışın kesintisiz bir şekilde sağlanması, boruların gerektiği hallerde boşaltılması, boruların çeşitli zararlardan korunması, gerektiğinde yüksek basınçların düşürülmesi, boru içerisinde sıkışan havanın dışarı atılması, vadi ve dere yataklarının geçilmesi gibi amaçlar için bazı yapılara ihtiyaç vardır (Şekil 5.12).

İletim hattı sanat yapıları,

- 1- Basınç düşürücüler (Maslaklar),
- 2- Hava tahliyecileri (Vantuzlar) ve hava bacaları,
- 3- Vanalar,
- 4- Tespit kitleleri ve bağlantılar,
- 5- Dere geçitleri ve istinat duvarları dır.



Şekil 5.12 İsalede işletme elemanları

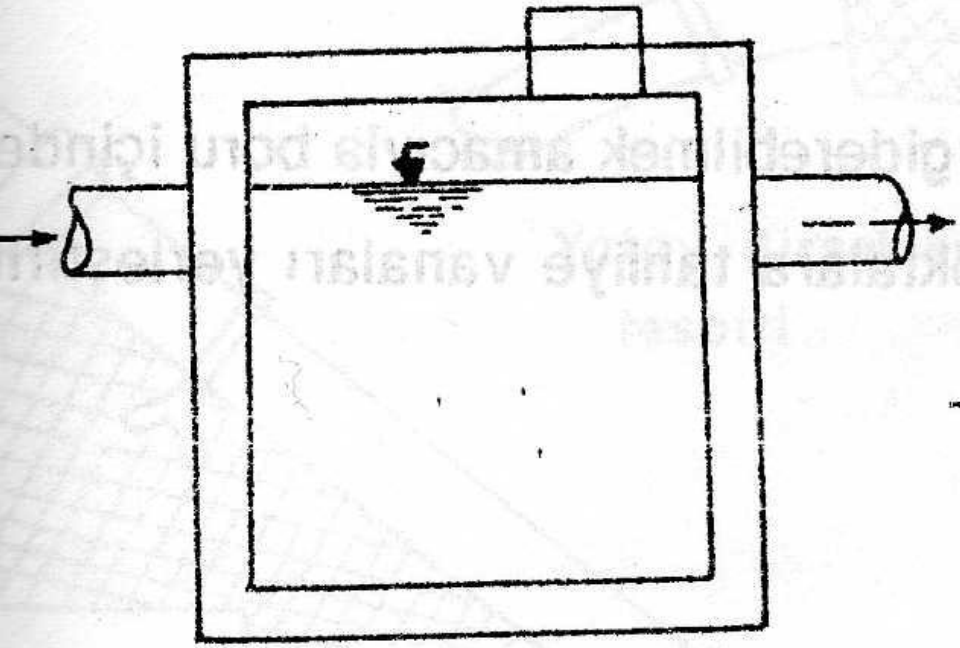
5.8.1 Basınç Düşürücüler (Maslak)

İletim hattında; Kaptaj ile depo arasında bazı noktalarda yükseklik farkı çok ise hattın bu noktalarında oluşan basınç artar. Boru hattındaki artan bu basıncı düşürmek, yani sistemin basıncını ayarlamak için yapılan yapıya “*Maslak*” denir.

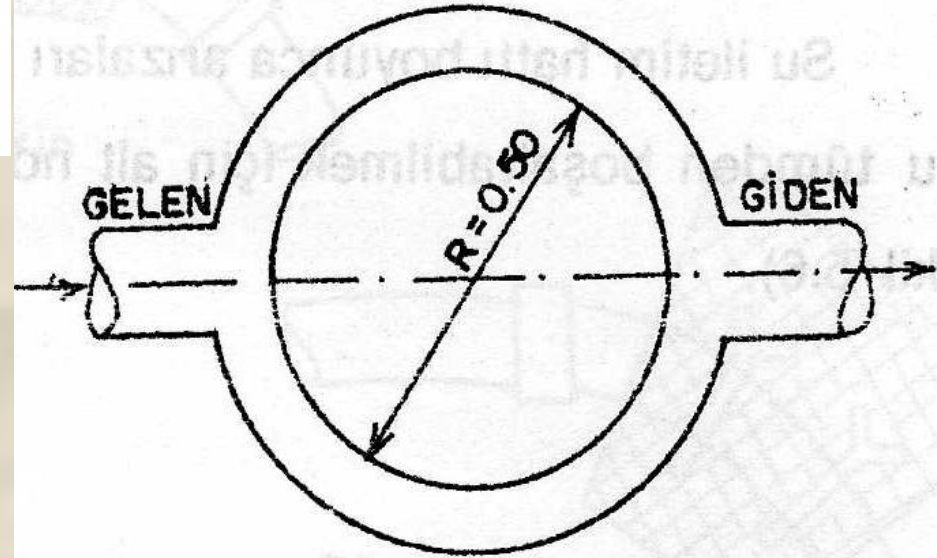
Basınç düşürücüler basit olarak, giriş, çıkış, boşaltma boruları ile donatılmış dikdörtgen yada daire kesitli bir depodan ibarettir (Şekil 5.15). Suyun depoya (maslak içerisine) bir boru ile girmesi ve yine bir boru ile çıkması esasına dayanır.

Basınç düşürücülerin hacimleri o kadar önemli değildir. Küçük isalelerde 10 dakikalık debiyi biriktirecek büyüklükte yapılırlar.

Maslaklar suyun cazibe ile iletildiği durumlarda yapılır.



Dusey kesitli depo tipi maslak

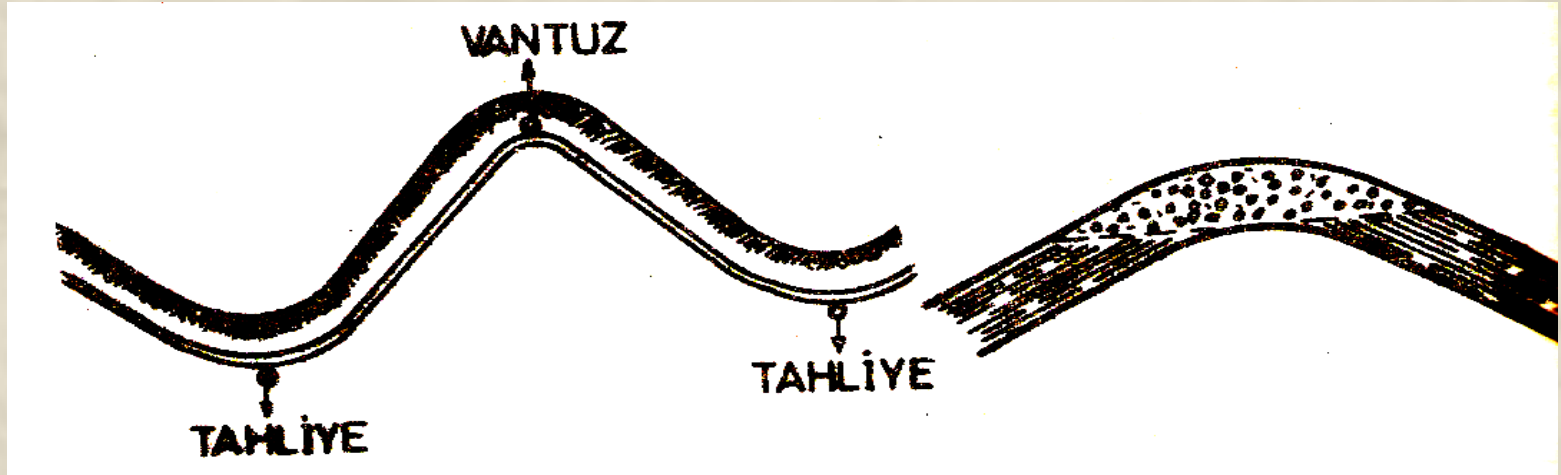


Büz maslak

Şekil 5.15 İsale hatlarında kullanılan bir basınç düşürücü (maslak)

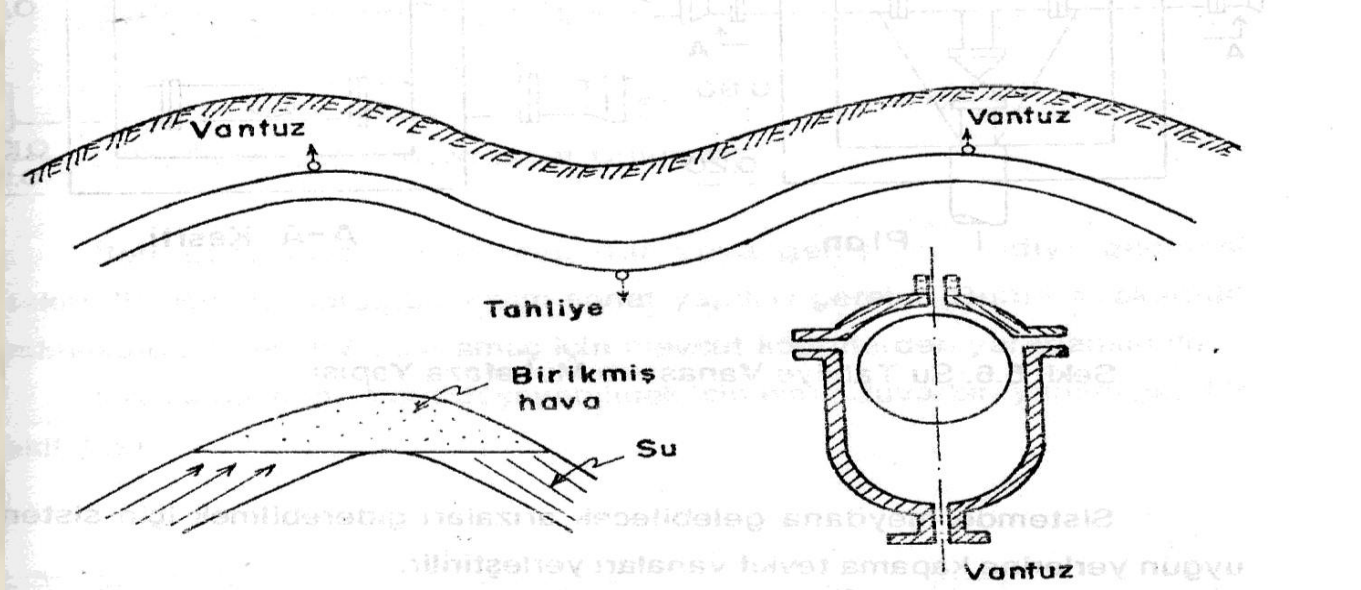
5.8.2 Hava Tahliyecileri (Vantuzlar) ve Hava Bacaları

Basıncılı iletim hatları, daima kaptajdan depoya doğru eğimli olmayıp ters eğimleri de vardır. Yani iletim hattı, zaman zaman arazi eğimine bağlı olarak inişli-çıkışlı yerlerden geçebilir. Bu nedenle borularda su cereyanı ile oluşan hava kabarcıkları iletim hattının tepe noktalarında birikerek suyun akışını önler (Şekil 5.13). Tepe noktalarında biriken bu havayı dışarı çıkarmak için iletim hattının yüksek kota sahip noktalarına konulan ve otomatik çalışan cihaza “vantuz” denilir



Şekil 5.13 Vantuz

Eğer dinamik seviye boru seviyesinin 3-4 m kadar üstündeyse vantuz yetine hava bacaları yapılır. Böyle durumlarda, tümsek yerlere bir boru dik bir şekilde yerleştirilerek hava bu boruyla dışarı atılır. Boru ağzına süzgeç (şapka) geçirilir. Hava bacalarının en önemli yapı özelliği, borunun üst ucu, boru içindeki basınç yüksekliğinden en az 1 m kadar daha yukarıda olmalıdır. Genellikle basıncın düşük olduğu yerlerde kullanılır.



Şekil 5.13 Vantuz

5.8.3 Vanalar

Cazibeli isale hatlarında kullanılan vanalar:

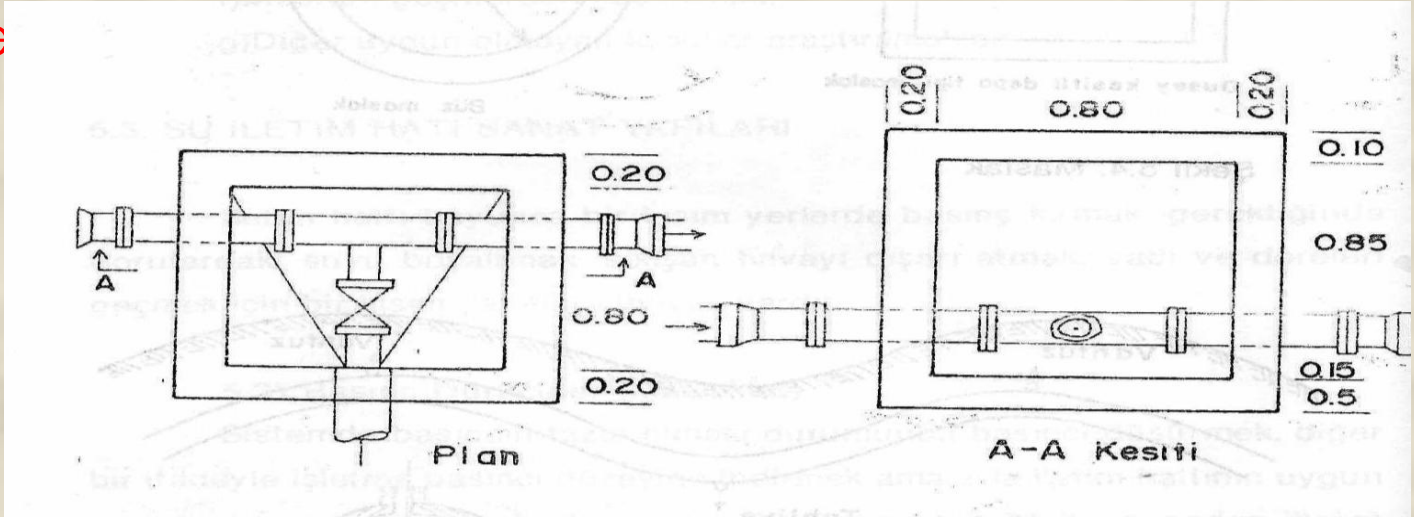
- a) Tevkif (kapatma) vanaları
- b) Tahliye (boşaltma) vanaları
- c) Basınç kırıcı vanalar

olmak üzere üç gruptur.

Kapama vanaları genellikle boru hattının yüksek yerlerine cazibe ile boşalabilen kısımları birbirinden ayırmak için konur. Ayrıca uzun isale hatlarında, boşaltma süresinin kısaltılması ve su kayıplarının önlenmesi için belirli aralıklarda kapama vanaları yerleştirilir.

Tahliye vanaları boruların alçak yerlerinde biriken tortuları temizlemek veya hattı boşaltmak için güzergahın **en düşük kota sahip noktalarında** konulur. Boşaltılan sular cazibe ile veya bir tulumba yardımıyla drenaj alanlarına (dere veya vadiye) boşaltılır.

Basınç kırıcı vanalar borudaki akışın basınç altında cereyan etmesini temin etmek üzere **basınç düşürücülerin ve haznele**

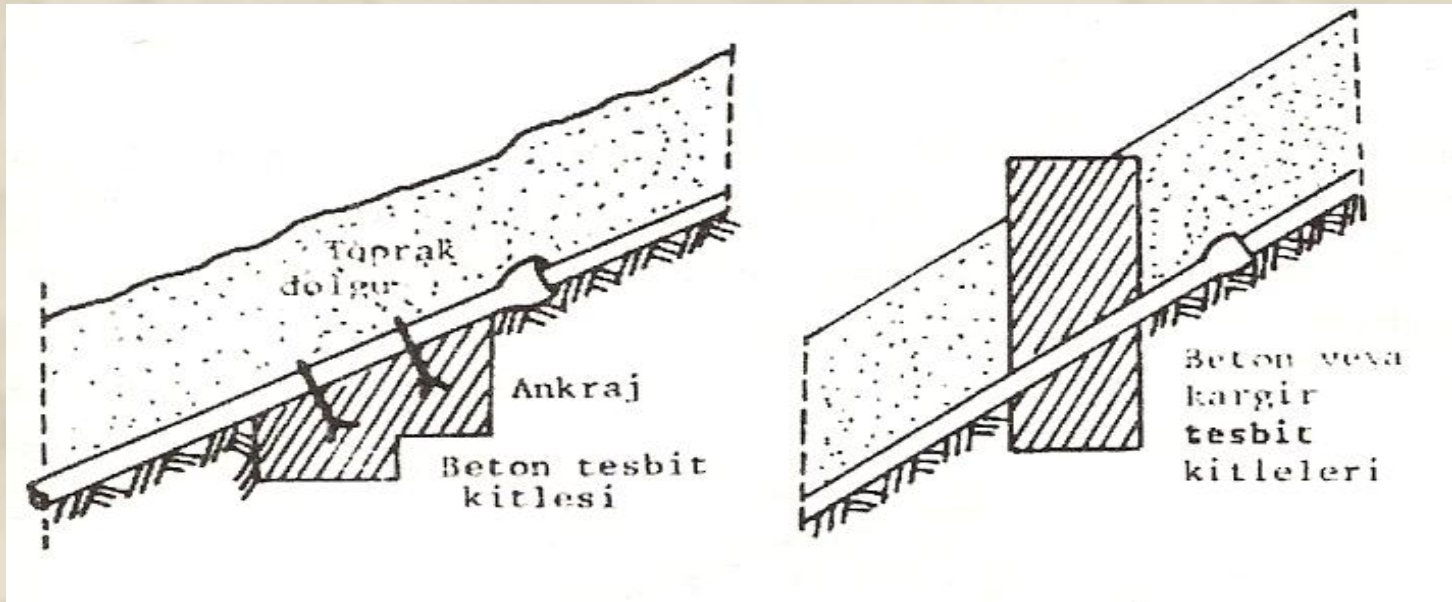


Şekil. Tahliye ve kapama vanaları ve koroma yapısı

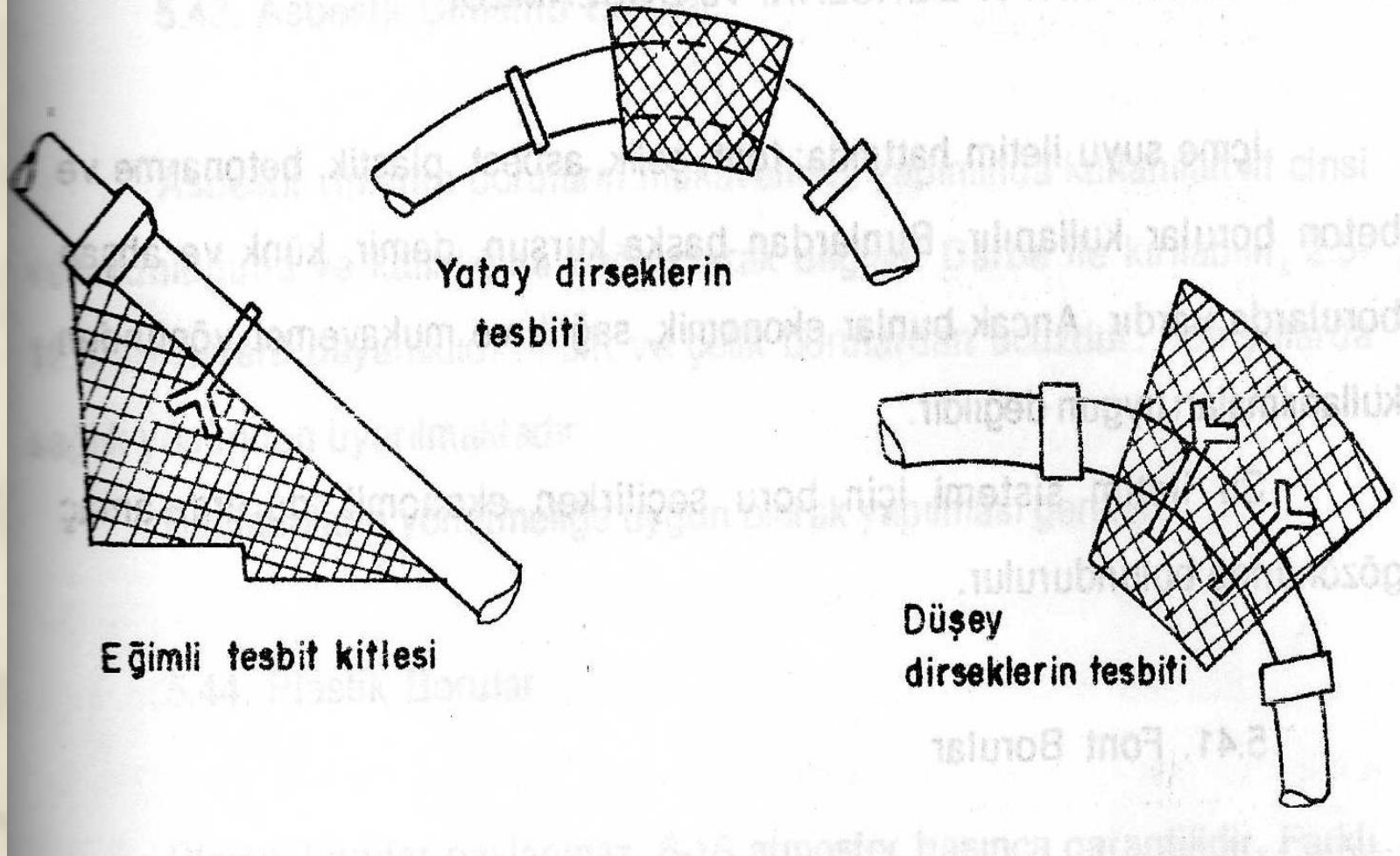
5.8.4. Tespit Kitleleri

İster cazibeli, ister terfili iletim olsun iletim hattının fazla eğimli olduğu yerlerde boruların kaymasını yada bağlantı yerlerinden ayrılmasını önlemek için beton kütleler dökülerek borular zemine sabitlendirilir.

Amaç, eğimin ve boru ağırlığının oluşturacağı kaydırma kuvvetini zemine aktarmak ve hattı rijitleştirmektir.



Şekil 5.16 Meyilli arazide tespit kitleleri



Şekil 5.16 Meyilli arazide tespit kitleleri

5.8.5 Dere Geçidi ve istinat duvarları

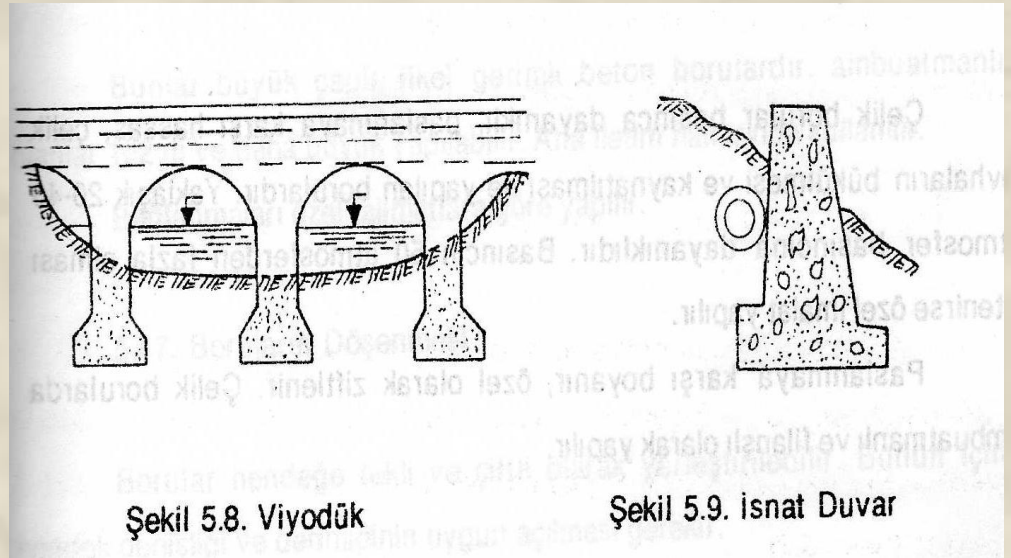
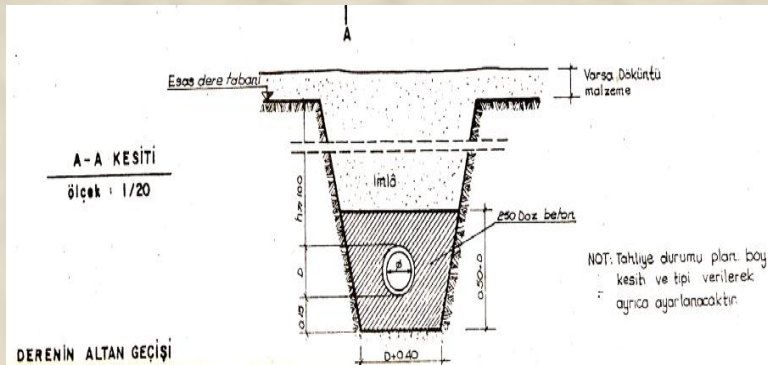
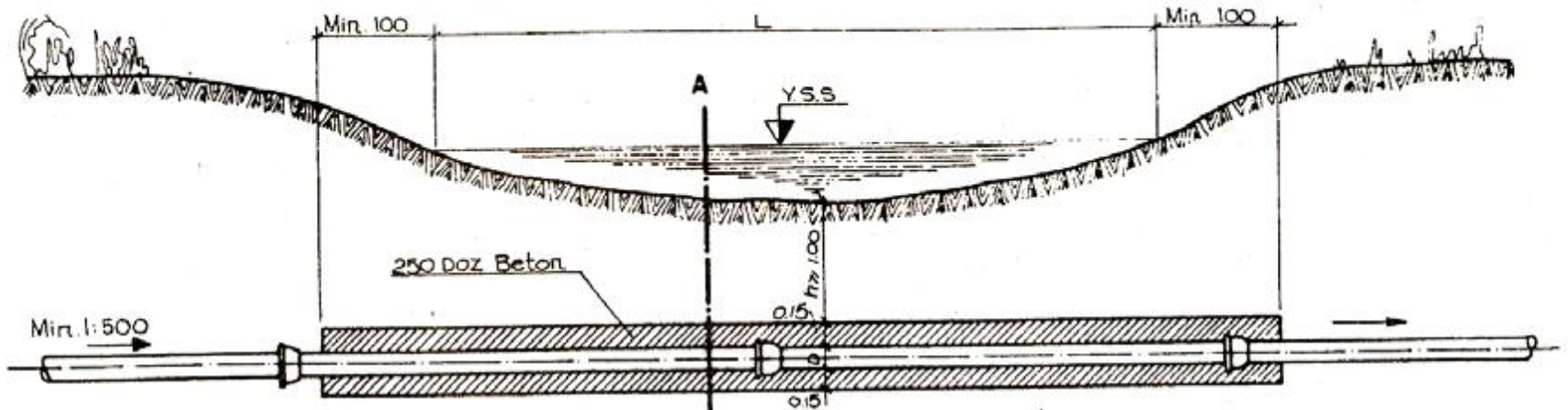
İletim boru hattı kuru yada sulu bir dereyi yada vadiyi geçmesi gerekebilir. Böyle durumlarda bazı yapılar gerekir. Kuru derelerde sel geldiği zaman boru hattının zemin oyularak açıkta kalmaması için iletim hattı hendek derinliği artırılır. Borunun etrafına da en kesiti boyunca beton dökülür. Yani boru beton bir kılıf içine alınır.

Büyük dere ve nehirleri geçmek gerektiğinde ise borular ya derenin altından geçirilip üstü betonla kaplanır, yada köprü yapılarak veya mevcut köprülerden yararlanılarak suların iletilmesi sağlanır (Şekil 5.14).

Dar ve derin vadilerde dere, ırmak ve nehirlerle paralel gitmek zorunluluğunda kalınarak dik yamaçlarda boruları döşeyebilmek için istinat duvarları yapılarak boru hattının korunması sağlanır.

DERE GEÇİDİ

ENİNE KESİTİ Ölçek : 1/50



Şekil 5.8. Viyodük

Şekil 5.9. isnat Duvar

Şekil 5.14 Dere geçidi

5.8.6. Pompalar (Tulumbalar)

Kaptajdaki su kotunun hazne kotundan daha düşük olması halinde sular Pompalarla (tulumbalar) ile yükseltilir. Bu şekilde isaleye “*terfili isale*” adı verilir. Terfi tesisleri genel olarak kaptaj civarında inşa edilir. Suların kaptajdan hazneye yükseltilmesinde,

1. Pistonlu pompalar

2. Santrifüj pompalar

olmak üzere iki tip pompa kullanılır.

5.8.6. Pompalar (Tulumbarlar)

Pompa gücü “buhar beygiri (BB)” ve “KiloWatt sn (KWsn)” cinsinden aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanır.

$$N = \frac{Q \times H}{75 \times \mu}$$

$$N = \frac{Q \times H}{102 \times \mu}$$

Eşitlikte,

N = Pompa gücünü (BB, KWsn)

Q = Terfi debisini (m³/s),

H = Basma yüksekliğini,

μ = Randımanı, göstermektedir.

5.8.6.1 Terfi Merkezi İçin Yer Seçimi

Terfi merkezinin yeri seçilirken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

1. Tesisin bulunduğu yere kolayca gidilip gelinmelidir.

2. Makine ve teçhizatın kolayca taşınması için yol kenarları tercih edilmelidir.

3. Su taşma bölgesinin dışında olmalıdır.

4. Taşıma gücü fazla olan zeminler seçilmelidir.

5. Yeraltı suyu seviyesi fazla yüksek olmamalıdır.

Her terfi merkezi için biri yedek olmak üzere en az iki pompa seçilir ve pompalar dönüşümlü çalıştırılır. Pompa sayısı tüketime göre belirlenir. Pratikte en çok karşılaşılan durumlar aşağıda verilmiştir:

$$Q_{\max} = 2 \times Q_{\min}$$

1. ise her birinin kapasitesi $Q_{\min}$ 'a eşit olan üç pompa seçilir, biri yedek, biri minimum debide çalışır. Sarfiyatın maksimum olması durumunda 2 pompa beraber çalıştırılır.

$$Q_{\max} = 3 \times Q_{\min}$$

2. ise:

a) Her birinin kapasitesi minimum debiye eşit olan dört pompa seçilir. Biri yedek, biri minimum debiyi iletir. Ortalama sarfiyatta ikinci, maksimum sarfiyatta da üçüncü tulumba devreye girer.

b) Verimi $Q_{\min}$ 'a eşit bir, $2/3 Q_{\max}$ 'a eşit iki olmak üzere 3 pompa seçilir. Büyük pompaların biri yedektir.

İSALE HATTININ GEÇİRİLME ADIMLARI

Su alma yapısı (kuyu/kaptaj) ile depo (hazne) arasındaki hattı döşemek için önce bölgenin kesiti çıkarılır.

Çıkarılan kesit dikkate alınarak **minimum kazi** ve **optimum hız** aralığı (0,6-1,5 m/sn) seçilerek kriterlere uyan **en küçük boru çapı** belirlenir ve hat yerleştirilir.

Bu esnada en az sanat yapısı (maslak, vantuz, vana, tespit kitlesi..vs) yerleştirilmesi esas alınır.

İletilecek debi cazibeli sistem için ve terfili sistem için ayrı ayrı hesaplanır.

$$Q = \frac{q \times N}{86400}$$

Cazibeli iletim sisteminde iletim hattı debisini (Litre /saniye /gün)

$$Q_{30} = \left(\frac{N_{30} \times q}{86400} \right) + Q_h = \left(\frac{(N_B \times 50) + (N_K \times 15)}{86400} \right) \text{ ve}$$

Q_E = Özel ihtiyaçların toplamından belirlenir

yada $Q_E = Q_{30} \times f$ eşitliği ile belirlenir.

Burada f , insan ihtiyacının belli bir yüzdesidir.

(genellikle $f = \%10-25$ arasındadır)

$$Q_T = Q_{30} + Q_h + Q_E$$

$$Q_T = Q_{iletim} ise$$

Su kaynağından derlenerek iletim hattı ile içme suyu haznesine iletilecek olan iletim debisi aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$Q_{iletim} = Q_{30} + Q_h + Q_E + Q_y \longrightarrow \text{Yangın su ihtiyacı, L/s}$$



İnsan su ihtiyacı, L/s



Hayvan su ihtiyacı, L/s



Özel su ihtiyacı, L/s

Yangın debisinin belirlenmesi (İller bankası)

Nüfus (N) :	Yangın Sayısı ve Süresi	Yangın debisi Ana Boruda (Qy)	Yangın debisi Esas Boruda (Qy)	Yangın debisi Tali Boruda (Qy)	Yangın Hacmi Haznede (Vy)
(kişi)	(adet x saat)	(lt/sn)	(lt/sn)	(lt/sn)	(m ³ /gün)
< 10 000	1 x 2	5	5	2.5	36
10 001 ≤ N < 50 000	2 x 2	10	5	2.5	72
> 50 000	2 x 5	20	10	5	360

Terfili iletim sisteminde iletim hattı debisi Litre /saniye /gün olarak aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$$Q_{terfi} = Q_{iletim} \times \frac{24}{t}$$

t: Pompanın günlük çalıştığı terfi süresi

İletim hattında iletilecek debi miktarı belirlendikten sonra cazibeli sistem için uygun su hızı aralığı (0,6-1,5 m/s) dikkate alınarak Williams-Hazen abağı (tablosu) yardımıyla debi ve hıza karşılık gelen boru çapı (D) ve eğimi (J) belirlenir. Daha sonra Tablodan okunan boru çapına karşılık gelen su hızı hesaplanır

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

hesaplanan su hızının 0,6 ile 1,5 m/s arasında olup olmadığı kontrol edilir.

$$Q = A \times V$$

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right)}$$

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

A: kesit alanı (m²), V: akım hızı (m/s) olmak üzere, Q: debi (m³/s) süreklilik denkleminde hesaplanabilmektedir.

Daha sonra seçilen su hızına göre boru eğimi Prandl-Colebrook formülü yardımıyla hesaplanır.

Bu bağıntılarda

J: hidrolik eğim

V: hız (m/s),

n: Manning pürüzlülük katsayısı,

R: hidrolik yarıçap (m),

λ : Darcy-Weisbach sürtünme katsayısı,

g: yerçekimi ivmesi (m/s²),

D: boru çapı (m) olmaktadır.

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \left[\frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g} \right]$$

Terfili iletim hattında terfi debisi dikkate alınarak önce ekonomik çap hesaplanır.

$$D_e = 1.5 \times \sqrt{Q_{\text{terfi}}}$$

MÜHENDİSLİK FORMÜLLERİ

MOODY DİYAGRAMI

