



# CMC 3103 Su Temini Sistemlerinin Tasarımı

6-7-8. Suların İsalesi

**Prof. Dr. Ahmet GÜNAY**

Balıkesir Üniversitesi,  
Mühendislik Fakültesi  
Çevre Müh. Böl.  
Çağış/Balıkesir

[agunay@balikesir.edu.tr](mailto:agunay@balikesir.edu.tr)

[ahmetgunay2@gmail.com](mailto:ahmetgunay2@gmail.com)

+90 505 529 43 17



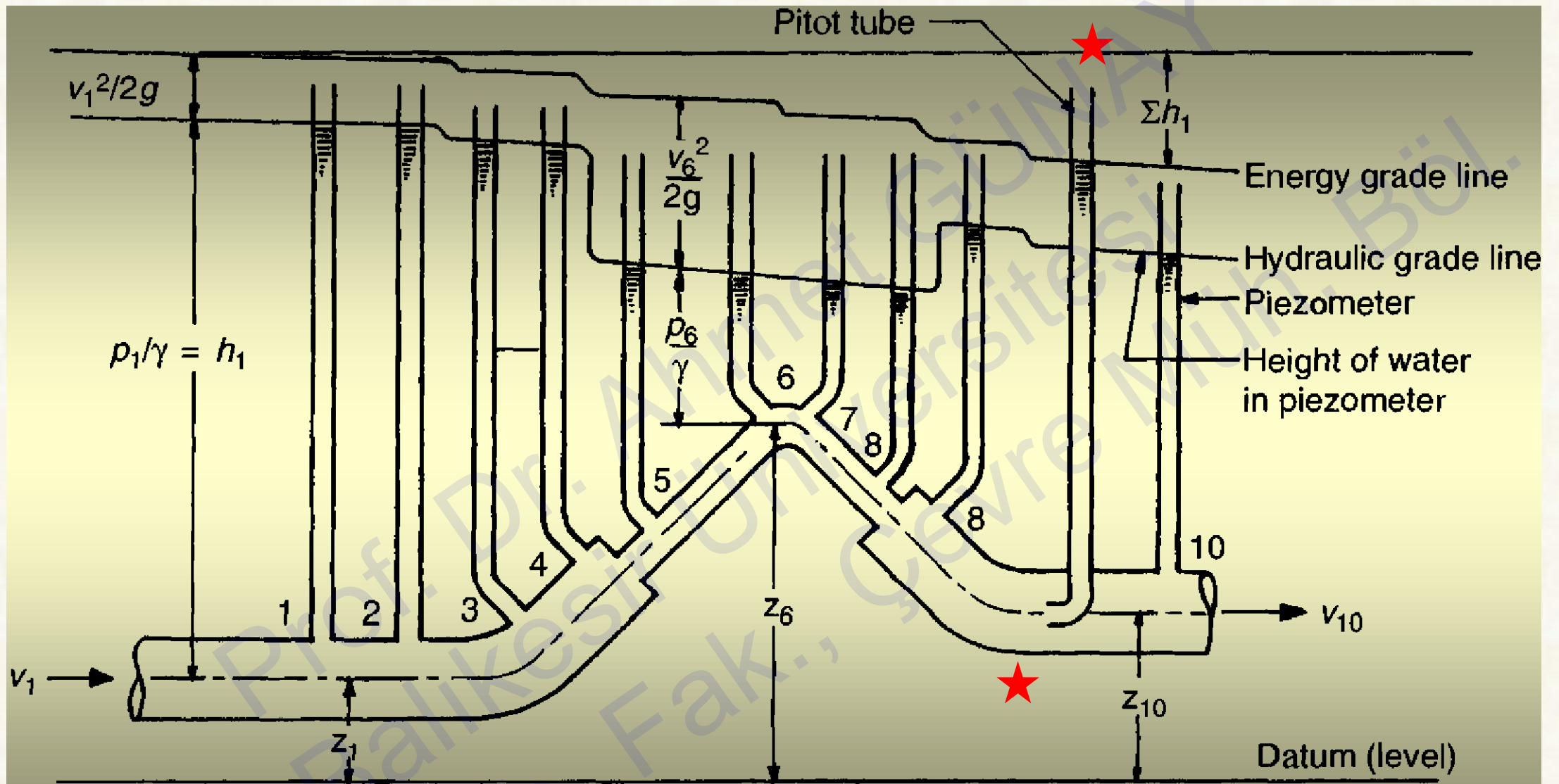
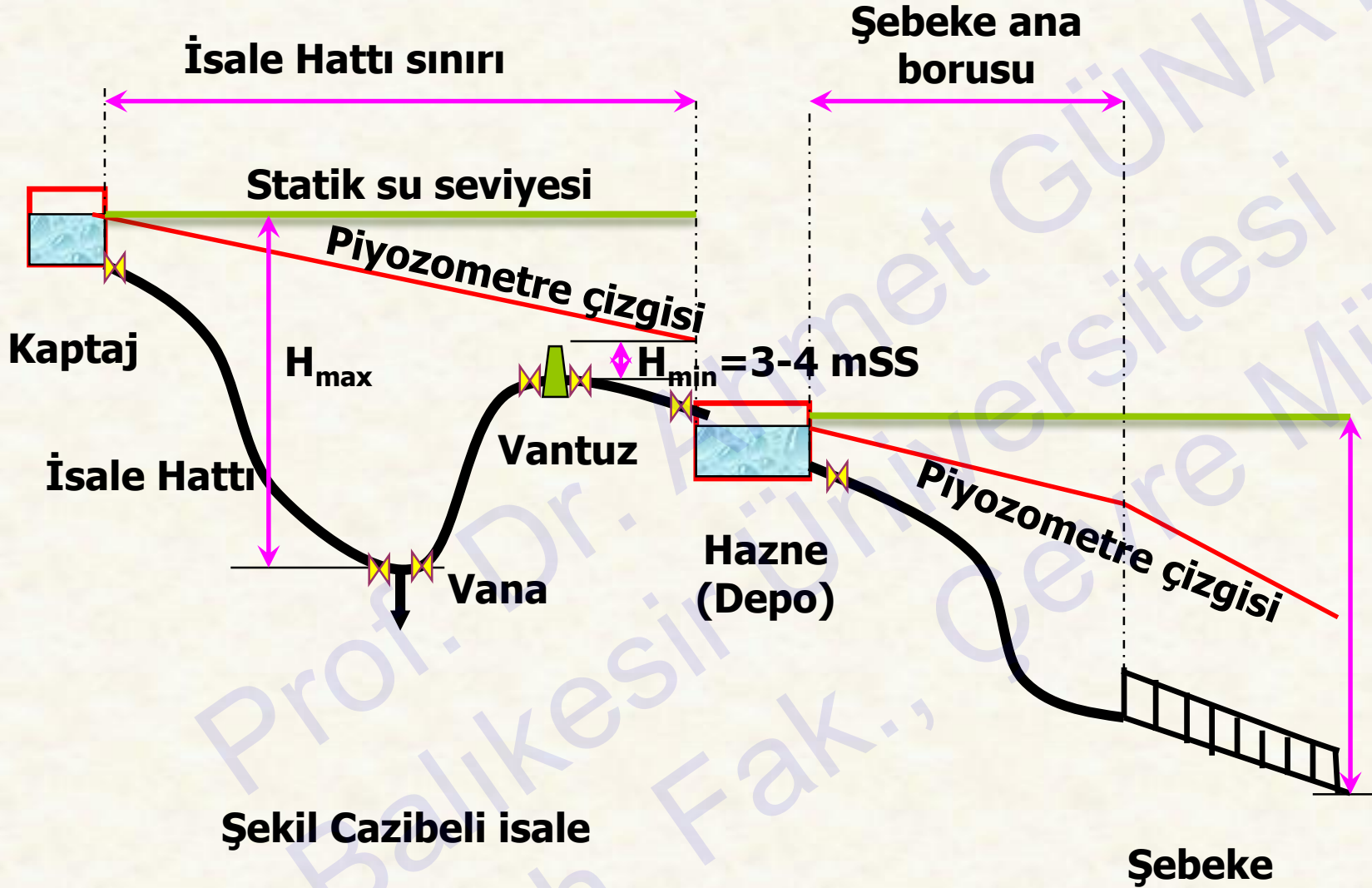
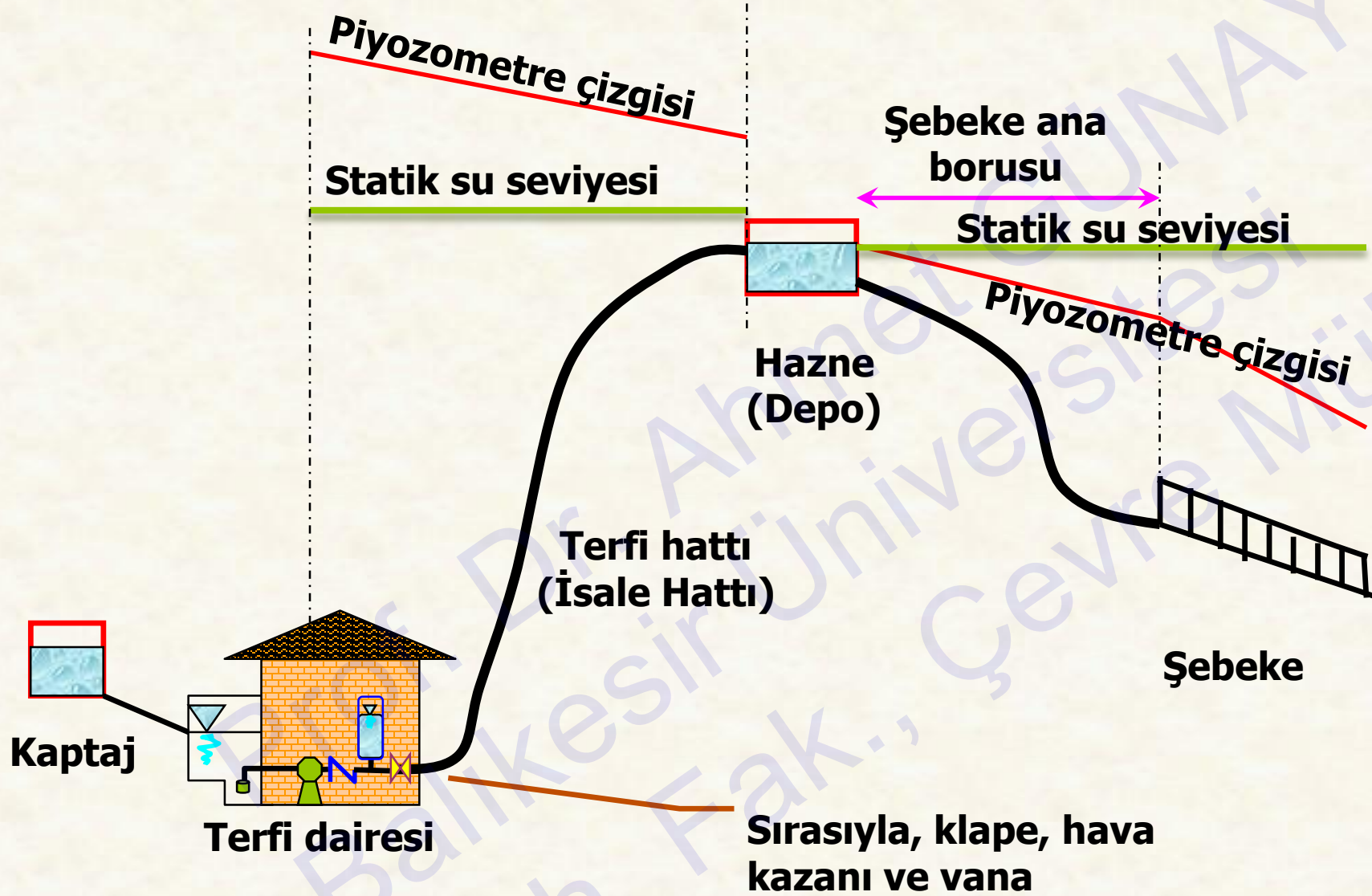


Figure 3-1. Pipe, piezometers, and energy and hydraulic grade lines.



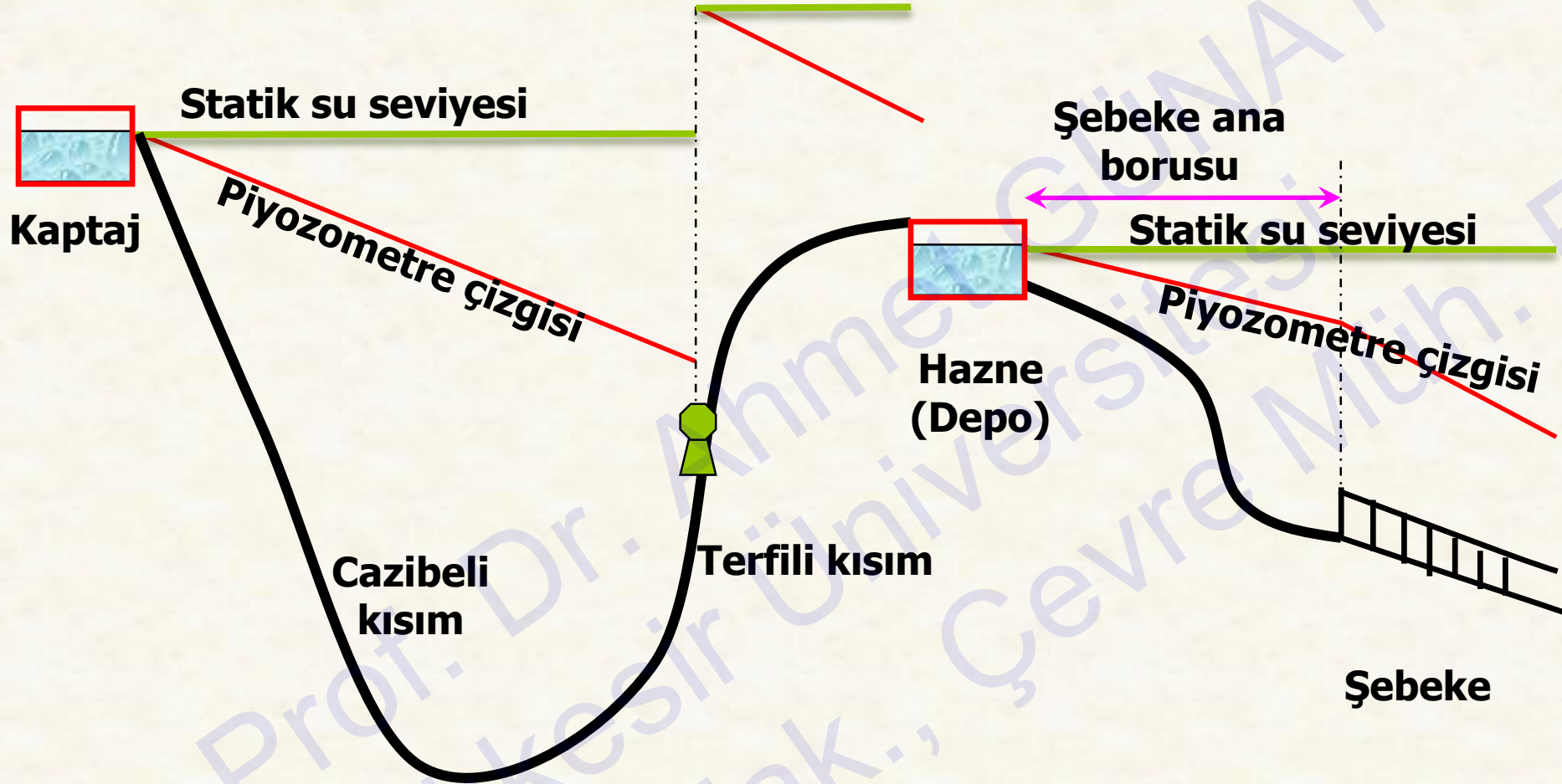
$$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_{\max} = 80 \text{ mSS}$$

$$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_{\min} = 30 \text{ mSS}$$



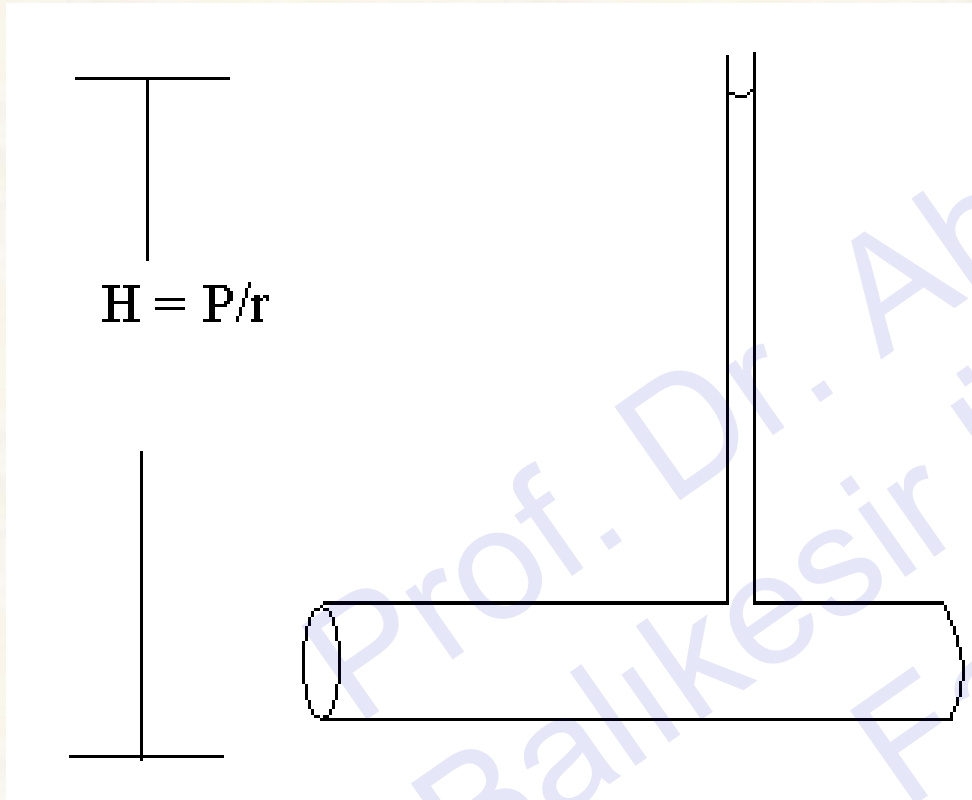
**Şekil Terfilî isale**





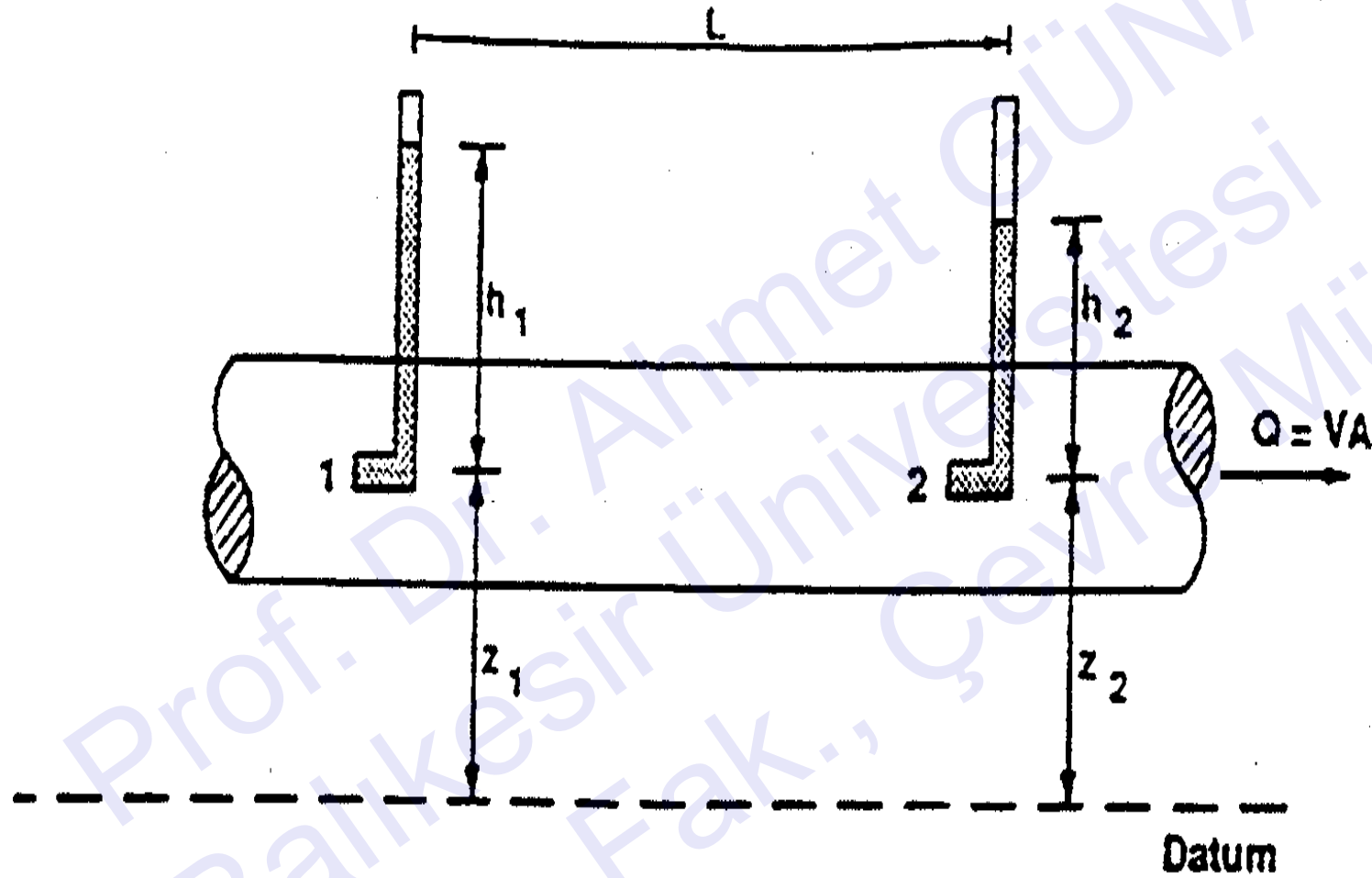
**Şekil Kısmen cazibeli, kısmen terfili isale**

# Manometer Rising up From a Pipeline



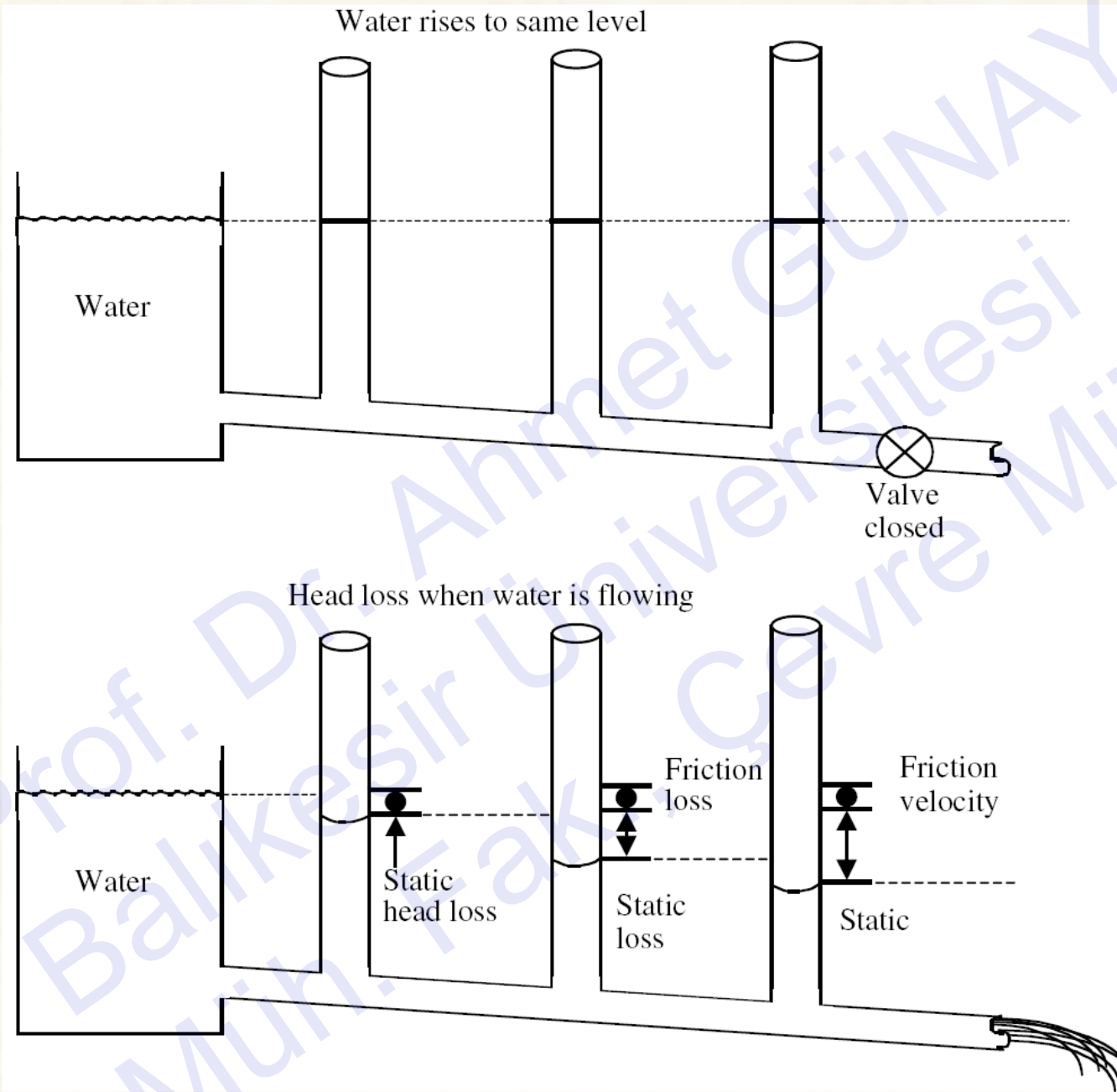
**Pressure,  $P = mSS$**   
 **$\gamma$  = specific weight of  
water, (1000 kg/m<sup>3</sup>)**

(a)



### Components of Hydraulic Head for Pipeline With Various Orientations



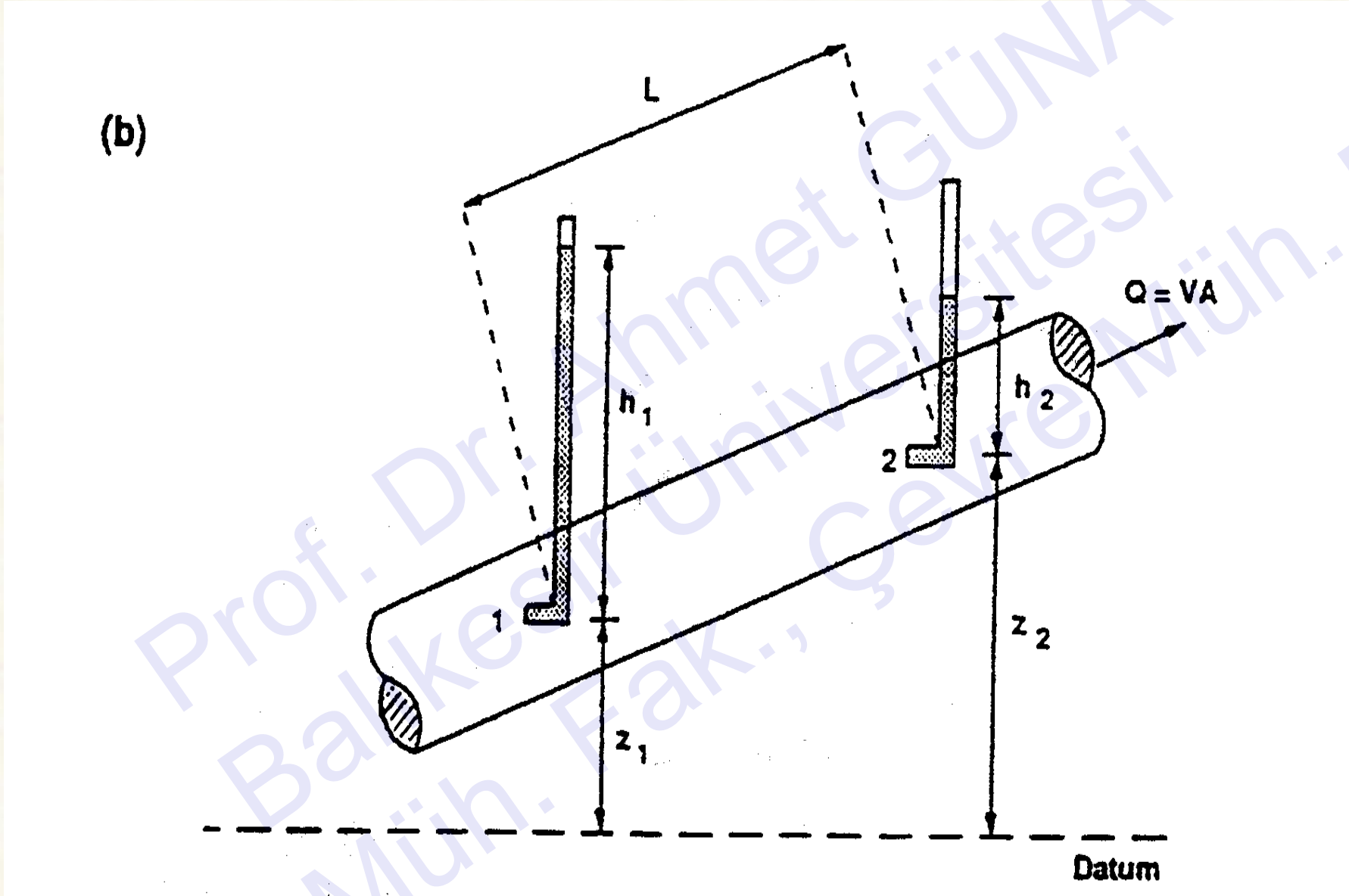


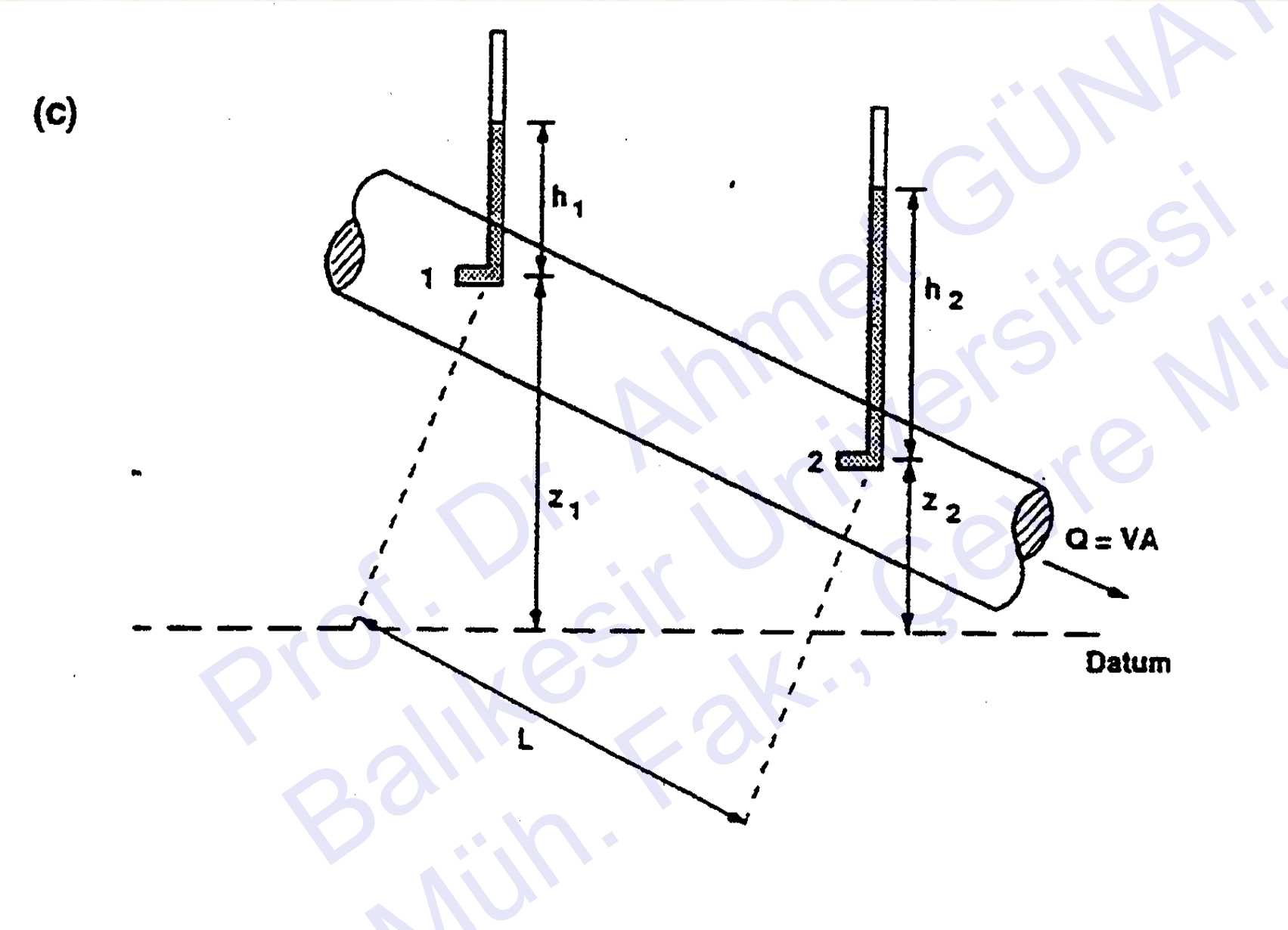
Şekil isale  
sisteminde yük  
kaybı





# Components of Hydraulic Head for Pipeline With Various Orientations Contd...





# Friction Loss

## » Description:

- > energy loss due to flow resistance as a fluid moves in a pipeline

## » Factors affecting

- > flow rate
- > pipe diameter
- > pipe length
- > pipe roughness
- > type of fluid



# “Minor” Losses

## » Source of minor losses

- > fittings, valves, bends, elbows, etc
- > friction, turbulence, change in flow direction, etc

- >  $h_m$  = head loss in fitting (ft)
- > K = resistance coefficient for fitting

$$h_m = K \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$





# Resistance Coefficient H for Use Determining Head Losses in Fittings and Valves

Table 8.4. Resistance coefficient K for use determining head losses in fittings and valves.

STANDARD PIPE							
Nominal diameter							
Fitting or valve	3 in. (76.2 mm)	4 in. (101.6 mm)	5 in. (127.0 mm)	6 in. (152.4 mm)	7 in. (177.8 mm)	8 in. (203.2 mm)	10 in. (254 mm)
<b>Bends:</b>							
Return flanged	0.33	0.30	0.29	0.28	0.27	0.25	0.24
Return screwed	.80	.70					
<b>Elbows:</b>							
Regular flanged 90°	0.34	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25
Long radius flanged 90°	.25	.22	.20	.18	.17	.15	.14
Long radius flanged 45°	.19	.18	.18	.17	.17	.17	.16
Regular screwed 90°	.80	.70					
Long radius screwed 90°	.30	.23					
Regular screwed 45°	.30	.28					
<b>Tees:</b>							
Flanged line flow	.16	.14	.13	.12	.11	.10	.09
Flanged branch flow	.73	.68	.65	.60	.58	.56	.52
Screwed line flow	.90	.90					
Screwed branch flow	1.20	1.10					
<b>Valves:</b>							
Globe flanged	7.0	6.3	6.0	5.8	5.7	5.6	5.5
Globe screwed	6.0	5.7					
Gate flanged	.21	.16	.13	.11	.09	.075	.06
Gate screwed	.14	.12					
Swing check flanged	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Swing check screwed	2.1	2.0					
Angle flanged	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Angle screwed	1.3	1.0					
Foot	.80	.80	.80	.80	.80	.80	.80
Strainers-basket type	1.25	1.05	.95	.85	.80	.75	.67

\*SCS National Engineering Handbook, Section 15, Chapter 11



## İSLE HATTININ DEBİSİ

İsale hattının debisi;

$$Q_{isale} = \frac{N \times q_{max}}{86400}$$

Akış debisi;  $Q = V \times A$

Maksimum günlük su sarfiyatı=1,5\*ortalama günlük su sarfiyatı

## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

Basıncı akan cazibeli isale hatlarında su hızı 0,5-2,5 [0,5-1,8 (1,0)] m/sn mertebesindedir (NİÇİN?). Bu hız maksimum 2,5 m/sn'ye kadar çıkabilir.

İsale hatlarında kullanılacak boruların çapları yaygın olarak aşağıdaki denklemlerden biri kullanılarak hesaplanabilir:

- Hazen-Williams
- Chezy denklemi
- Prandtl ve Colebrook ,
- Darcy-Weisbach formülüdür

Bu formüller içerisinde en yaygın kullanılanı **Darcy-Weisbach** formülüdür.



# BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

## Williams-Hazen bağıntısı;

$$V = 0,85 * C * R^{0,63} * J^{0,54}$$

Burada;

R: hidrolik yarıçap, (Dairesel kesitli borular için  $R=d/4$ )  
(Hidrolik yarıçap ıslak alanın ıslak çevreye oranıdır)

J: hidrolik eğim

C: sabit (PVC ve PE borular için 150 alınabilir)

## Chezy denklemi;

$$V = c \times \sqrt{R \times J}$$

c değeri;

$$c = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

Şeklindedir. m değeri font ve çelik borular için 0,25 ve asbest borular için 0,12'dir

**TABLE 5.3** Hazen-Williams Coefficient of Roughness *C* for Various Types of Pipe

Pipe material	<i>C</i> value
Brass	130-140
Brick sewer	100
Cast iron	
tar coated	130
new, unlined	130
cement lined	130-150
uncertain	60-110
Cement-asbestos	140
Concrete	130-140
Copper	130-140
Fire hose (rubber lined)	135
Galvanized iron	120
Glass	140
Lead	130-140
Plastic	140-150
Steel	
coal-tar enamel lined	145-150
corrugated	60
new unlined	140-150
riveted	110
Tin	130
Vitrified clay	110-140
Wood stave	110-120

Sources: Perry (1967), Hwang (1981), and Benefield *et al.* (1984).



## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

Prandtl ve Colebrook tarafından borulardaki su hızı;

$$V = \left\{ -2 \log \left( \frac{2,51 \times \nu}{d \sqrt{2gJd}} + \frac{k/d}{3,71} \right) \right\} \times \sqrt{2gJd}$$

Burada;

k: pürüzlülük katsayısı (PVC ve PE borular için 0,007)

$\nu$ : kinematik viskozite (10 °C için  $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$ )

d: boru çapı, m

İsale hatlarının hesabında Prandtl-Colebrook formülünün kullanılması vakit alacağı gibi, hesap hatalarına da yol açabilir.





## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

### Darcy-Weisbach formülü;

$$J = \frac{\lambda V^2}{D 2g}$$

Burada;

$\lambda$ : boyutsuz pürüzlülük katsayısı (0,02-0,04)

$g$ : yerçekimi ivmesi, 9,81 m/sn<sup>2</sup>

$d$ : boru çapı

$V$ : akımın ortalama hızı

$\lambda$  boyutsuz pürüzlülük katsayısı Reynold sayısına ve  $k/d$  olarak ifade edilen izafi pürüzlülüğe bağlıdır.  $k$  Nikuradse pürüzlülük sayısıdır.  $k'$ ya mutlak pürüzlülük de denir.



## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

### Colebrook'a göre ;

Boru çapı, akışkanın hızı ve akışkanın kinematik viskozitesine (Reynold sayısı) bağlı olarak basınçlı borularda akım;

- Laminer,
- Türbülanslı, hidrolik yönden cilalı,
- Türbülanslı pürüzlü
- Geçiş

**Akım rejimi iki türdür;**

- Laminer akım
- Türbülanslı akım

Bölgelerinden birinde yer alır.

Basınçlı borulardaki akımın türünü karakterize eden Reynold sayısı, Re;

$$Re = \frac{V \times d}{\nu}$$

Şeklindedir.



## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

- **Laminer Akım Bölgesi;** Bu bölgede akım iplikcikleri birbirine paraleldir ve  $Re < 2320$ 'dir. Pürüzlülüğün akışa etkisi yoktur. Türbülanslı bölgede akım iplikcikleri birbirine karışmakta ve  $Re > 2320$  olmaktadır.

Darcy'ye göre laminer akım bölgesinde;

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

- **Türbülanslı Cilalı Bölge:** Bu bölgede de pürüzlülüğün etkisi yoktur. Akım cidara yapışmış veya çok yavaş hareket eden bir su tabakası üzerinde husule gelir. Pürüzlülük bu tabaka dışına çıkmamıştır, akım cilalı bir boru içinde gibidir. PVC ve PE gibi borularda bu cins bir akım gerçekleşir. Bu bölgede;

a) Prandtl ve von Karman'a göre;  $\frac{1}{\lambda} = 2 \log \frac{Re \sqrt{\lambda}}{2,513}$

b) Blasius'a göre;  $2320 < Re < 10^5$  için  $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$

c) Nikuradse'e göre  $10^5 < Re < 10^8$  için  $\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}}$

## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

- **Türbülanslı Pürüzlü Bölge:** Bu bölgede  $\lambda$ 'nın Re ile ilgisi yoktur, sadece pürüzlülüğe bağlıdır. Pürüzlülük k ile karakterize edilir ve PVC ya da PE borular için 0,0007 alınır.

$$\frac{1}{\lambda} = 1,14 - 2 \log \frac{k}{d} = 2 \log \frac{3,71d}{k}$$

Ayrıca  $\text{Re} \frac{k}{d} > 1300$  için akım pürüzlü bölgededir ve,  $\lambda$

$$\lambda = \frac{1}{\left(2 \log \frac{k}{d} + 1,138\right)^2}$$

- **Geçiş Bölgesi:**

Prandtl-Colebrook'a göre geçiş bölgesinde  $\lambda$  değeri;

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71d} \right)$$

şeklinde dir



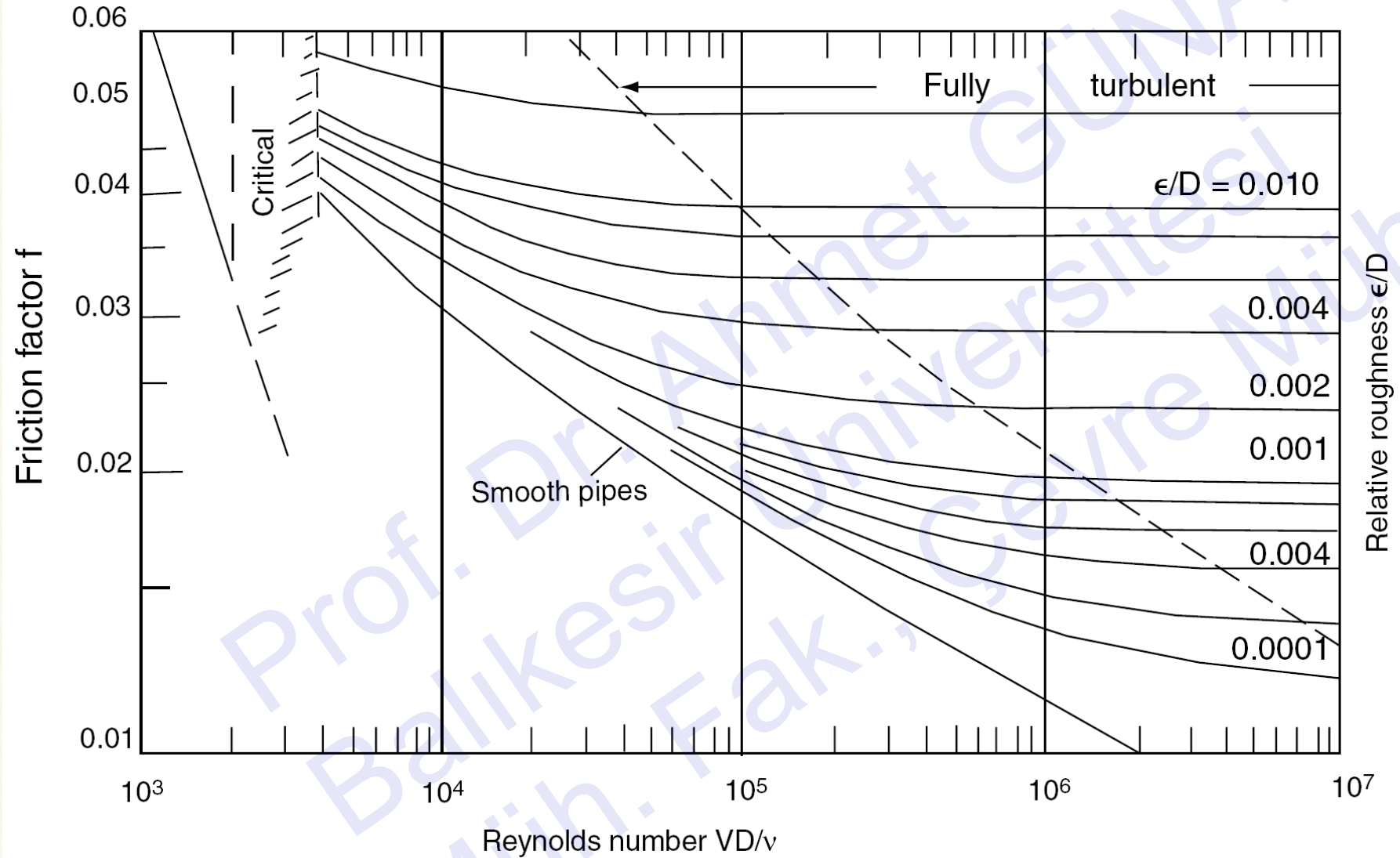


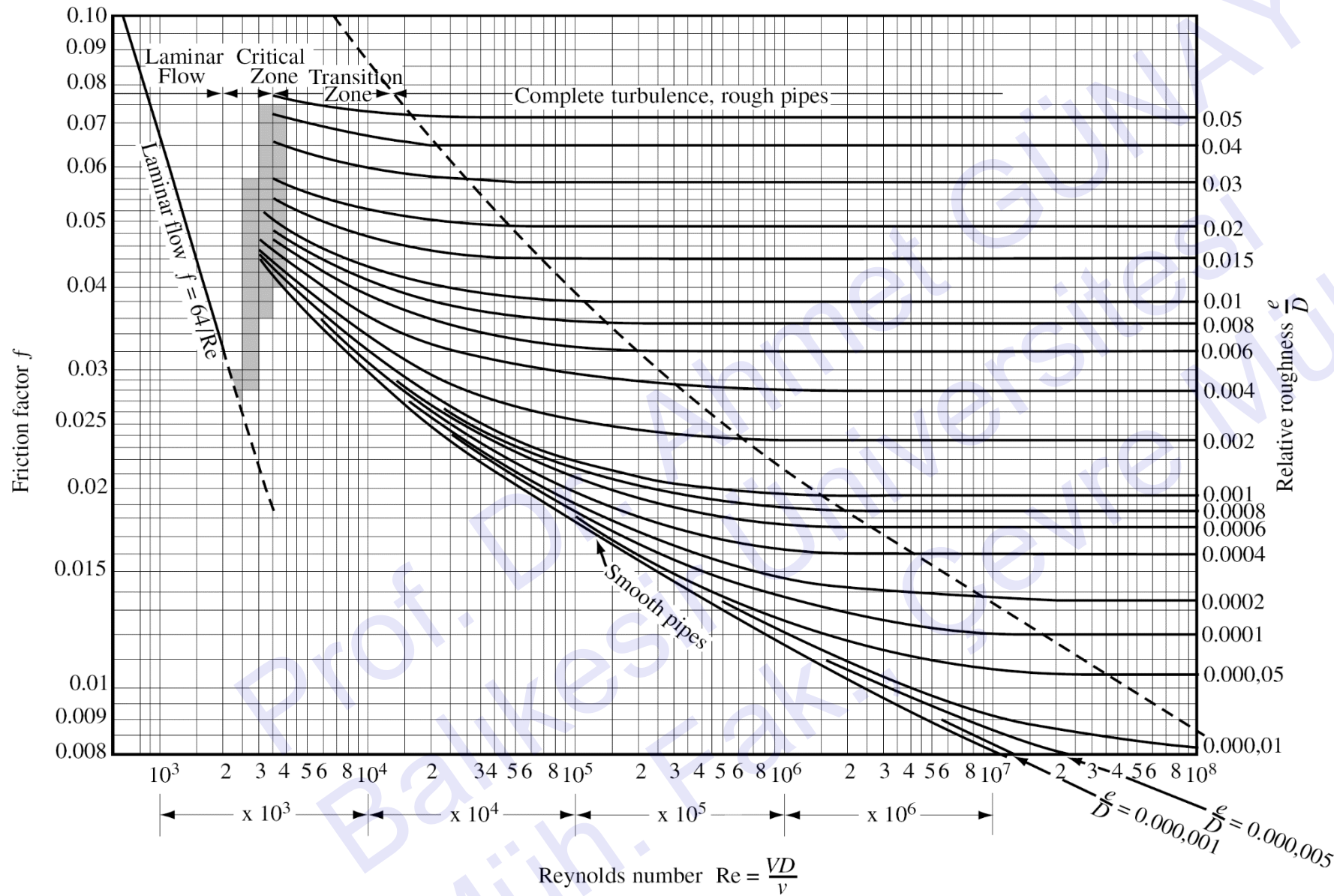
**Table 2.2 DARCY-WEISBACH FRICTION EQUATIONS**

Type of Flow	Equation for $f$	Range
Laminar	$f = 64/Re$	$Re < 2100$
Smooth pipe	$1/\sqrt{f} = 2 \log_{10}(Re \sqrt{f}) - 0.8$	$Re > 4000$ and $e/D \rightarrow 0$
Transitional Colebrook-White Eq.	$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log_{10} \left( \frac{e}{D} + \frac{9.35}{Re \sqrt{f}} \right)$	$Re > 4000$
Wholly Rough	$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log_{10} \left( \frac{e}{D} \right)$	$Re > 4000$



## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI





## BASINÇLI BORULARDA SU HIZI

### ÖZET- Darcy-Weisbach formülünde $\lambda$ değeri;

Akımı iki bölgeye indirgeyip, Laminer ve türbülanslı olarak sınıflandırarak;

Türbülanslı bölgede;

a) Blasius'a göre;  $2320 < Re < 10^5$  için  $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$

b) Nikuradse'e göre  $10^5 < Re < 10^8$  için  $\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}}$

Formülleri ile  $\lambda$  hesaplanabilir.

Diğer taraftan içinden su geçen borularda su hızı minimum 0,5 m/sn civarındadır. Bu hızlarda boru çapına bağlı olarak Re sayısı  **$10^5-10^6$**  arasında değişir ve ağırlıklı olarak

$$10^5 < Re < 10^6 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}}$$

formülü geçerli olur.

Eğer bu hesap detayına girilmek istenmezse  $\lambda$  değeri **0,025** alınabilir.





## SERBEST YÜZEYLİ AKIMDA SU HIZI

**Manning formülü:** Serbest yüzeyli akımda su hızı;

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

Burada;

1/n değeri k olarak alınabilir.  
(PVC ve PE borular için k=100)

Table 17.6c Roughness Coefficient “n” for the Manning Equation — Constructed Channels

Lining material	“n” Value range	
	From	To
Concrete lined	0.012	0.016
Cement rubble	0.017	0.025
Earth, straight and uniform	0.017	0.022
Rock cuts, smooth and uniform	0.025	0.033
Rock cuts, jagged and irregular	0.035	0.045
Winding, sluggish canals	0.022	0.027
Dredged earth channels	0.025	0.030
Canals with rough stony beds	0.025	0.035
<b>Weed on earth banks:</b>		
Earth bottom, rubble sides	0.028	0.033
<b>Small grass channels:</b>		
Long grass — 13 in.	0.042	
Short grass — 3 in.	0.034	

*Source:* Adapted from King, H.W. and Brater, E.F., 1976, *Handbook of Hydraulics*, 6th ed., New York: McGraw-Hill.



## **BASINÇLI BORULARDA KAZI DERİNLİĞİ**

Borular genel olarak 1 m derinliğe döşenir. Ancak, rakımı 2000 m'den fazla olan yerlerde 1,25 m derinliğe döşemek uygun olur (don derinliğinin altında).

## **İSALE HATLARINDA İŞLETME TECHİZATI**

Tecrübe, muayene ve tamir maksadıyla isale hatlarının bazı kısımları tecrit edilerek, suları tahliye etmek, boru hattı içerisindeki havanın alınmasını sağlamak üzere değişik teçhizat ve bazı durumlarda basınç düşürücü (maslak) inşa etmek gerekebilir.

**Tevkif (kapatma) vanaları:** İsale hatlarının tepe noktalarına konur.

**Tahliye (boşaltma) vanaları:** İsale hatlarının en düşük noktalarına konur.

**Basınç düşürücü vanalar:** maslak veya hazne girişlerinde basıncı düşürmek maksadıyla yerleştirilir. Ayrıca su şebekelerindeki aşırı basıncı kırmak maksadıyla da kullanılırlar.

**Hava vanaları (Vantuz):** İsale hatları üzerinde ( $\wedge$ ) şeklindeki tepe noktalarına yerleştirilirler. Boru içerisinde biriken havayı atmaya yarar.

**Tesbit Kütleleri:** Boruların eğimi fazla olan arazilere döşenmesi durumunda veya dirseklerin buldukları yerlerde boruların kaymasını engellemek için konulan kütleler.



## İSALE HATLARINDA BORU BASINÇLARI

İsale hatlarında kullanılacak boruların iç basınç mukavemeti 100 mSS'dan düşük olmamalıdır. Normlara göre borular; **25, 40, 60, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400 ve 500 mSS** basınçlara dayanacak şekilde imal edilirler.

**İşletme basıncı:** Piyozometre kotundan boru eksen kotunun çıkarılmasıyla hesaplanır.

**Deney basıncı:** Boru hendeğe döşendikten sonra üstü örtülmeden uygulanan basınçtır ve değeri maksimum işletme basıncının 1,5 katıdır. Deney basıncı isale hattına 30 dakika süreyle tatbik edilmelidir. Deney basıncı ile boru bağlantılarında sızma olup olmadığı kontrol edilir.

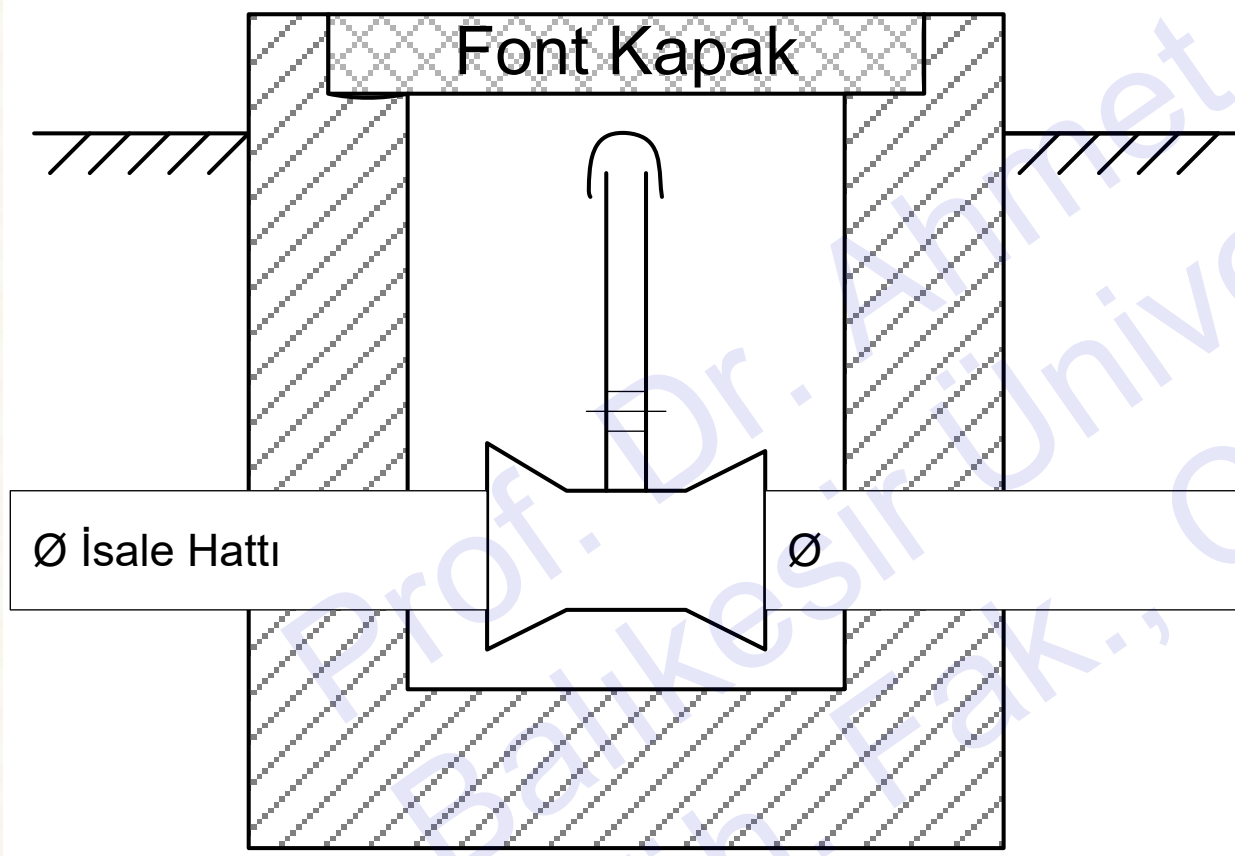
**Fabrika basıncı:** Borular imal edilirken fabrikada deney basıncından daha büyük basınca tabi tutulur.

**Anma çapı:** Birbirine uyan boru, flanş, armatür vana vs aynı çap altında karakterize etmek için kullanılır. Bilahassa yüksek basınçlarda iç çaplar değişiktir. Et kalınlığı içe doğru artar ve iç çap daralır. Mesela 32 mm çaplı 1,8 mm et kalınlığındaki PVC boru tablolarda 32/1,8 şeklinde gösterilir. Bu borunun iç çapı=  $32 - 2 * 1,8 = 28,4$  mm'dir. Anma çapı 25 mm'dir.



## İSALE HATLARINDA İŞLETME TECHİZATI

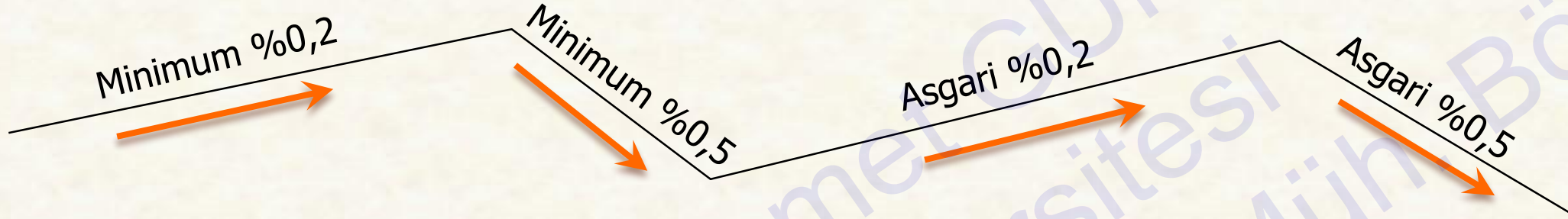
**Hava Bacaları:** İsale hatlarının tepe noktalarında piyozometre çizgisi ile boru eksenini arasındaki mesafenin büyük olmadığı hallerde (30 m'ye kadar) vantuz vazifesini görmek üzere hava bacaları teşkil edilebilir.





## İSALE BORULARININ TESİSİ

Borular hiçbir zaman yatay döşenmez. Mutlaka eğimli döşenir. Düz arazilerde akış yönünde çıkışlarda asgari %0,2 ve inişlerde asgari %0,5 eğim verilir.



Plandaki boru güzergahı arazi üzerine kazıklar çakılarak tesbit edilir.

1-1,5 m derinliğinde açılan hendeklere borular yerleştirilir. Çakıllı zeminlerde gerekirse borular kum ile yastıklandıktan sonra gömülür. Kayalık arazilerdeki **boru arızalarının %80'i borunun kaya üzerine oturmasından** veya kum miktarının az olmasından ileri gelir.

Minimum hendek genişliği 60 cm'dir. Boru çapının 200 mm'den büyük olması halinde hendek genişliği, b;

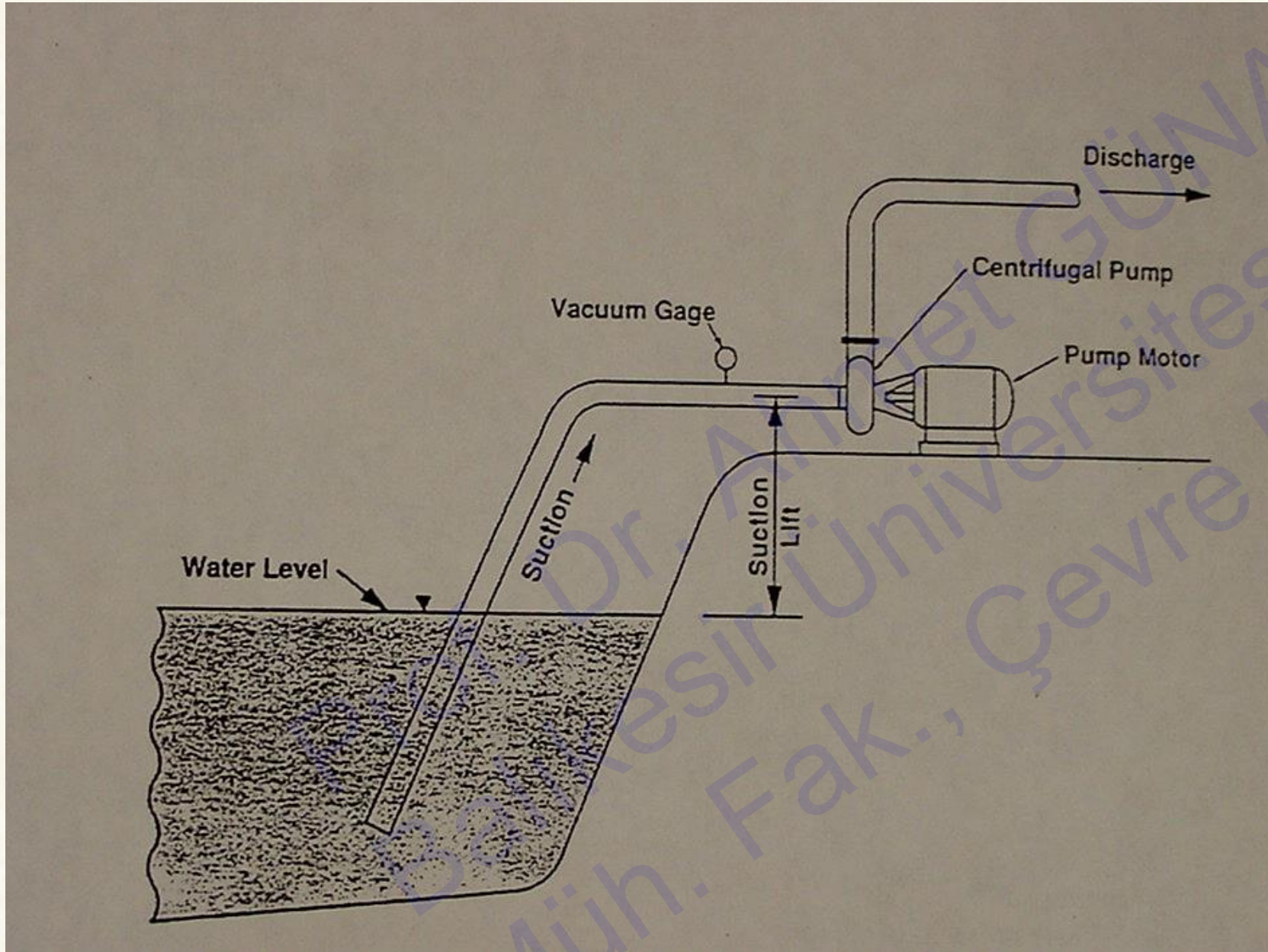
$$b(cm) = D + 40(cm) \quad D: \text{boru çapı, cm}$$

Olacak şekilde hesaplanır.

# TERFİLİ İSALE

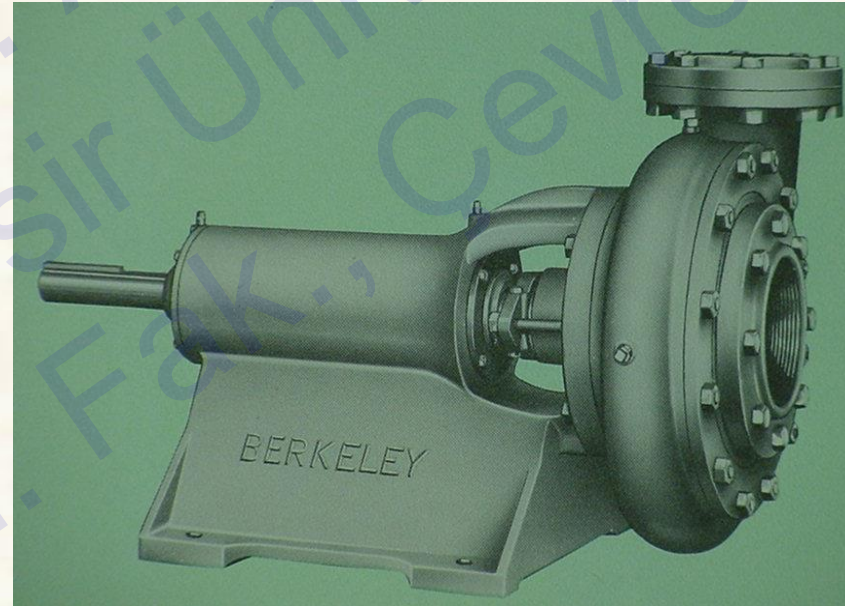
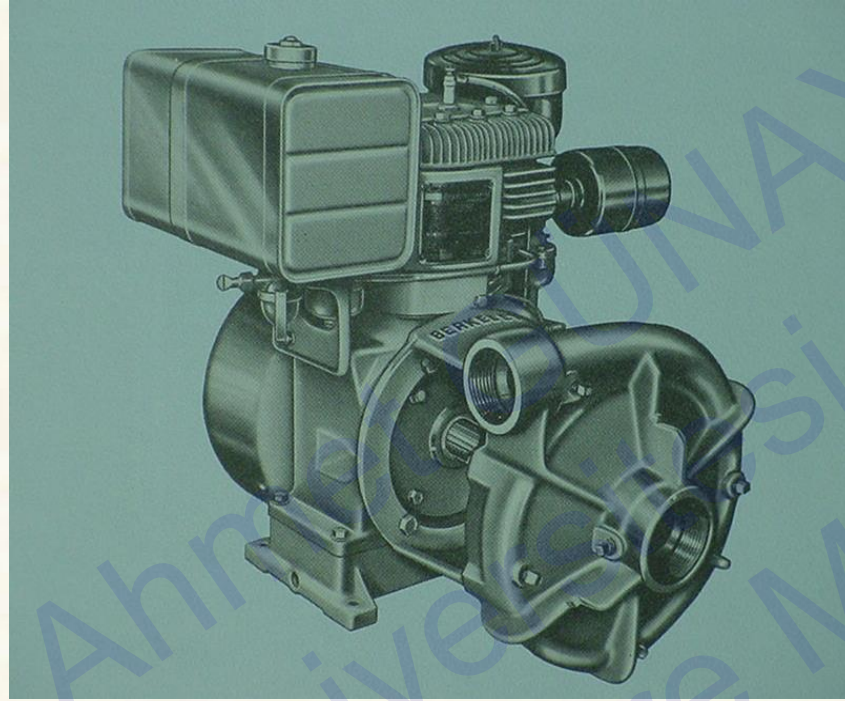
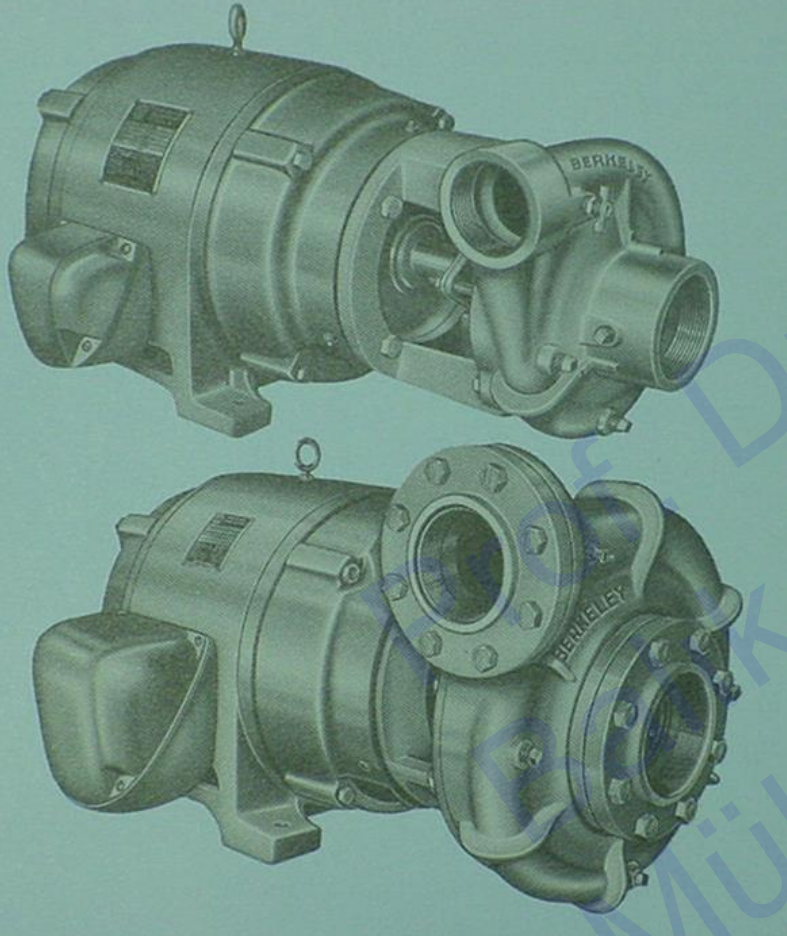
Prof. Dr. Ahmet GÜNAY  
Balıkesir Üniversitesi  
Müh. Fak., Çevre Müh. Böl.







# Horizontal Centrifugal Pumps





# Single-Stage Vertical Turbine Pump

**Water Flow Path  
Through a One-Stage  
Vertical Turbine Pump**

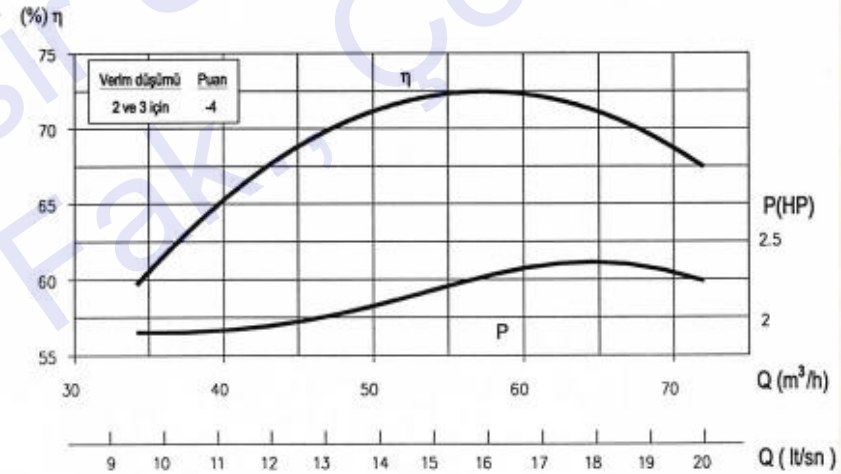
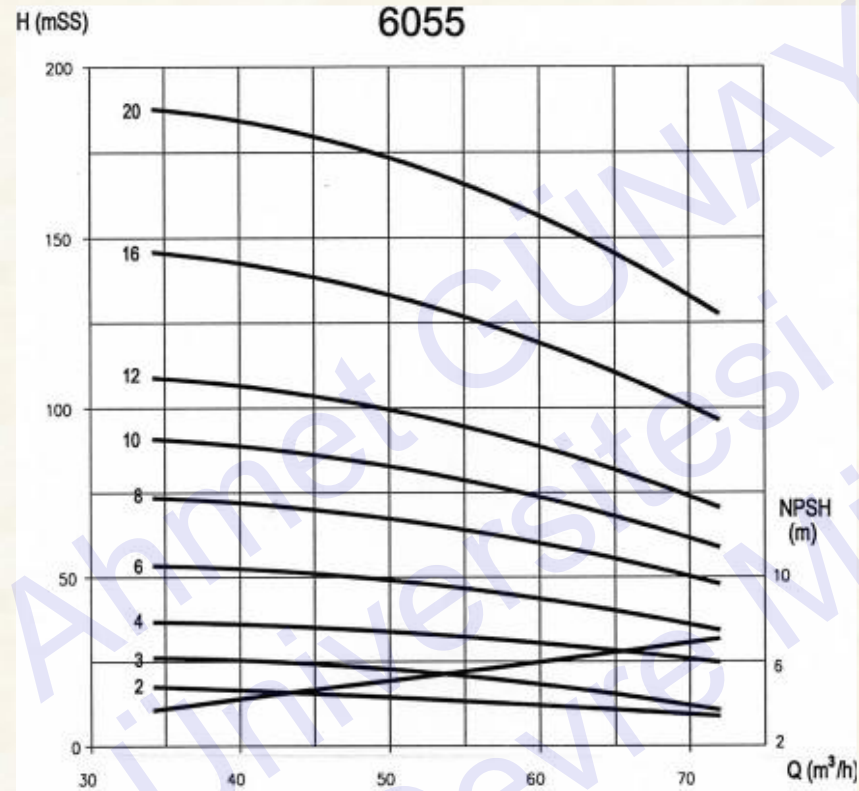
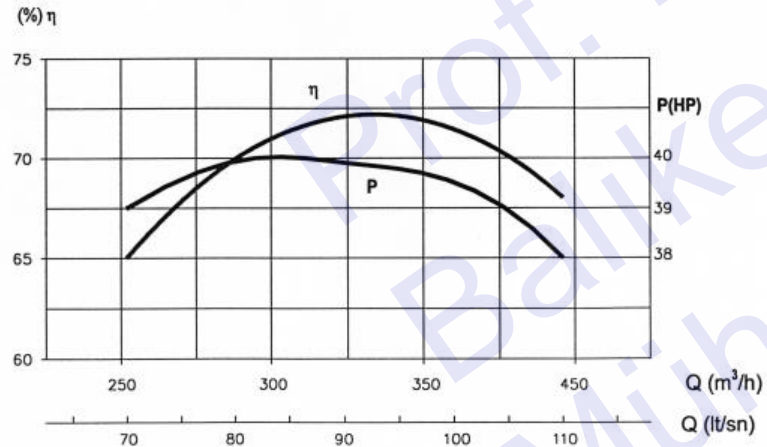
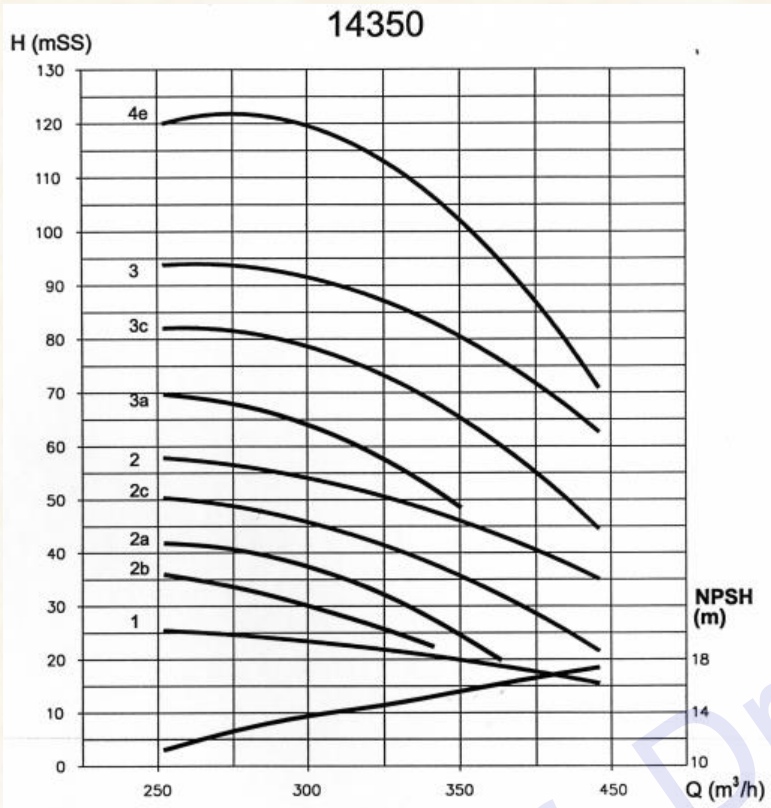


# Submersible Water Pumps

- Same as vertical turbine pump design
- Driven from below by electric motor
- Good for deep wells
- High efficiency
- Wells as small as 4" diameter







## TERFİLİ İSALEDE TULUMBA SEÇİMİ

Terfili isalede Tulumba seçiminde aşağıdaki hususlar göz önüne alınır.

- Günlük su ihtiyacı
- En fazla su sarfedilen günde tulumbaların çalışma süresi
- Elektriğin gündüz ve gece saatlerindeki fiyatı
- Kaptajın verimi
- İşletme kapasitesi,
- Terfi borusundaki yük kaybı

## TERFİLİ İSALEDE EKONOMİK BORU ÇAPI HESABI

Terfili isalede toplam maliyeti minimum yapan bir boru çapı vardır. Bu çapa ekonomik boru çapı denir.

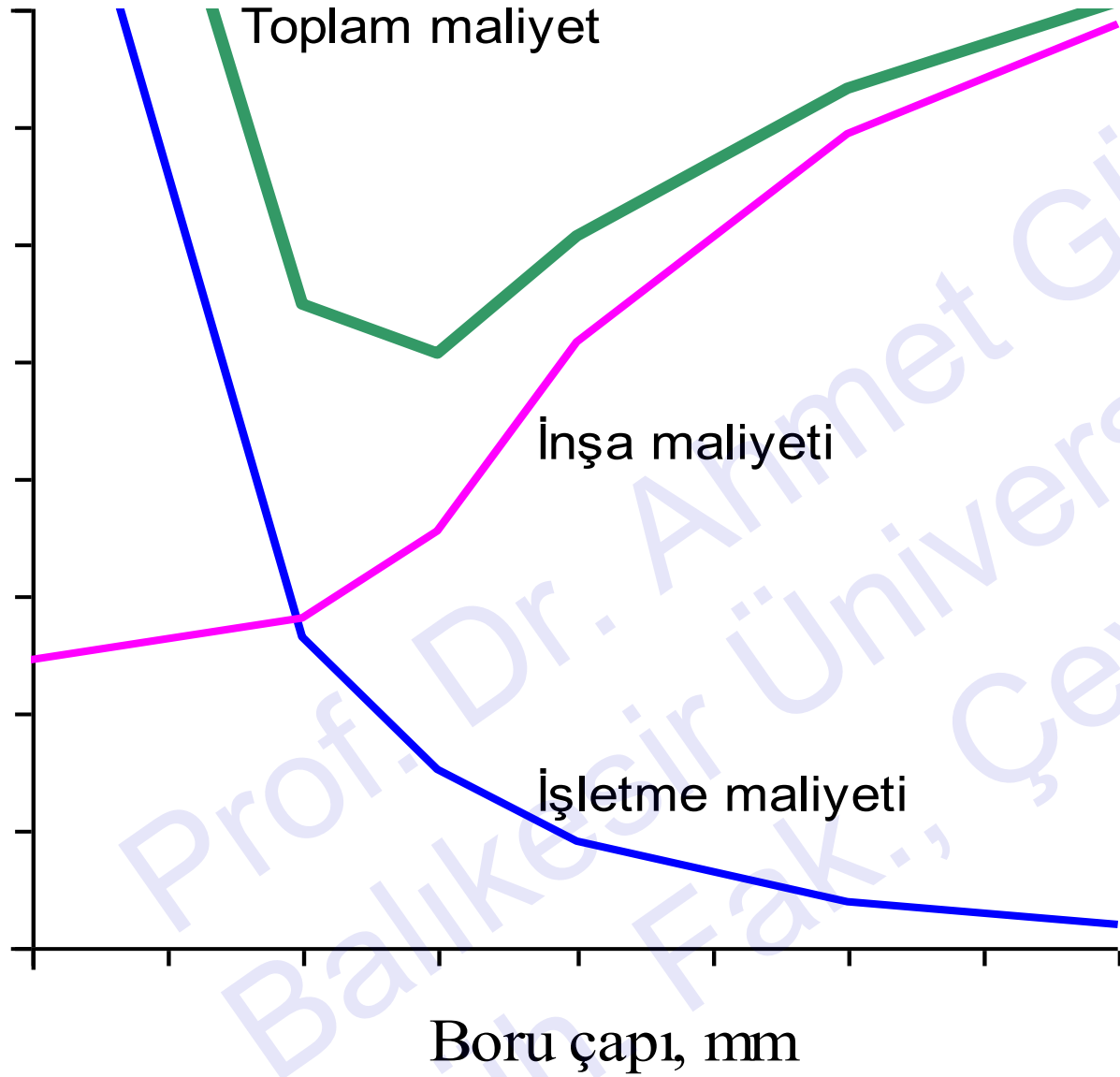
Toplam maliyet, **sabit maliyet** (inşaat) ve **işletme** (bakım-onarım-yedek parça-enerji-işçilik) maliyetlerinin toplamından oluşur.

Sabit maliyet boru çapı arttıkça artar. Belirli bir debi için çap arttıkça hız azalır ve yük kayıpları düşer ve buna bağlı olarak terfi yüksekliği azaldığından pompa gücü ve işletme maliyeti düşer.





Toplam Maliyet, TL



Şekil Ekonomik boru çapının belirlenmesinde sabit ve işletme maliyetleri ve toplamaları

## TERFİLİ İSALEDE EKONOMİK BORU ÇAPI HESABI

İşletme maliyeti pratikte enerji maliyeti olarak düşünülebilir (diğer masraflar yaklaşık olarak bütün borular için eşit kabul edilir). Bu durumda tulumbaların **senelik çalışma süresi b (saat) ve elektrik enerjisinin kilowat saatinin fiyatı E** ile gösterilirse senelik işletme masrafı;

$$A_1 = \frac{Q \cdot H \cdot E \cdot b \cdot 1000}{102 \cdot \eta} = C(h + JL) \text{ İşletme maliyeti}$$

İfadesi ile hesaplanır. Burada;

$$C = \frac{Q \cdot E \cdot b \cdot 1000}{102 \cdot \eta} = C(h + JL)$$

Şeklide hesaplanır ve belirli ir terfi için sabittir.  $H=h+JL$  şeklinde yazılmıştır.

Q: Hattın debisi  $m^3/sn$ ,

H: Piyozometre yüksekliği, m

h: Statik yükseklik, m

J: Hidrolik eğim,

L: Terfi hattının boyu, m

$\eta$ : Toplam randıman,



## TERFİLİ İSALEDE EKONOMİK BORU ÇAPI HESABI

Genel olarak hidrolik eğim, J

$$J = \beta \frac{Q^2}{d^5}$$

Şeklinde yazılabilir. Burada, d boru çapı,  $\beta$  sabiti gösterir.

Bresse, tulumba ve boru hattının tesis masrafını,  $A_2$

$$A_2 = (B + f \cdot L \cdot d) \quad \mathbf{f: \text{faiz+amortisman}}$$

Formülü ile vermiştir. Bu durumda toplam maliyet, M

$$M = A_1 + A_2 = C(h + \beta \frac{Q^2}{d^5} L) + B + f \cdot L \cdot d$$

Şeklindedir.

Toplam maliyetin minimum olması için denklemin d'ye göre türevi alınırsa,

$$d_e = \sqrt[6]{\frac{5 \cdot 1000 \cdot \beta \cdot E \cdot b}{102 \cdot \eta}} Q^3 \quad \text{Formülü ile hesaplanır.}$$



## TERFİLİ İSALEDE EKONOMİK BORU ÇAPI HESABI

Pratikte;

$$30 \leq \frac{E \cdot b}{f} \leq 100 \text{ olduğu, ve } \eta=0,65 \text{ ve } \beta=0,00324 \text{ kabul edilerek,}$$

$$1,35 \cdot \sqrt[6]{Q^3} \leq d \leq 1,7 \cdot \sqrt[6]{Q^3} \text{ elde edilir.}$$

Ortalama değer olarak,

$$d_e = 1,5 \sqrt[6]{Q} \text{ ifadesi elde edilir (Bresse Formülü).}$$

$d_e$ : Ekonomik boru çapı, m

Q: deb, m<sup>3</sup>/sn

Denklemin çıkarılışında yapılan kabuller zamanla değişebileceğinden, bulunan boru çapı bir ön yaklaşım olarak değerlendirilmeli, ekonomik boru çapı en az üç ayrı çap için ayrıntılı şekilde hesaplanmalıdır.

İsale hattının 30 yıl hizmet edebileceği göz önüne alınırsa, yıllık amortisman  $1/30 = \%3,3 \sim 4,0$  alınabilir. Faiz+amortisman  $\%20-25$  civarında alınabilir.





# Pumping Costs

## Fixed Costs vs. Operating Costs

- » Fixed: pump, motor/engine, well, other equipment  
(total cost is the same regardless of use)
- » Operating: energy, maintenance, repairs, labor  
(total cost increases with increasing use)



## TERFİLİ İSALE

Terfi sistemlerinin tasarımında; terfi edilecek sıvının cinsi, terfi debisi, emme ve basma yükseklikleri, tulumba tesisinin çalışma tarzı, kullanma maksadı ve yeri, tahrik cinsinin bilinmesi gerekir.

Terfili isalede terfi için gerekli güç;

$$N_{BB} = \frac{\gamma Q H_m}{75\eta} \text{ veya } N_{kW} = \frac{\gamma Q H_m}{75\eta} \times 0,736 = \frac{\gamma Q H_m}{102\eta}$$

Şeklindedir. Burada;

$H_m$ : Manometrik basma yüksekliği, m

$\gamma$ : Terfi edilen akışkanın özgül ağırlığı,  $\text{kg/m}^3$  (su için  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

$Q$ : terfi debisi,  $\text{m}^3/\text{sn}$

$\eta$ : Tulumba verimidir.

Pistonlu tulumbalarda  $\eta=0,80-0,90$

Santrifüj tulumbalarda  $\eta=0,60-0,70$  alınır.

Teorik olarak hesaplanan pompa gücü, hesaplanan teorik gücün büyüklüğüne göre %10~25 fazla alınır. Bu fazlalık marj miktarıdır.



## TERFİLİ İSALE-MOTOR MARJI

Teorik olarak hesaplanan güçteki bir motor her zaman son kapasitesinde çalışacağından, çabuk yıpranır ve aşırı miktardaki hesaplama dışı yüklerle karşı koyamaz. Teorik olarak gerekli güç %10-25 artırılır. Bu fazlalığa motor marjı denir.

Güce göre marj miktarları;

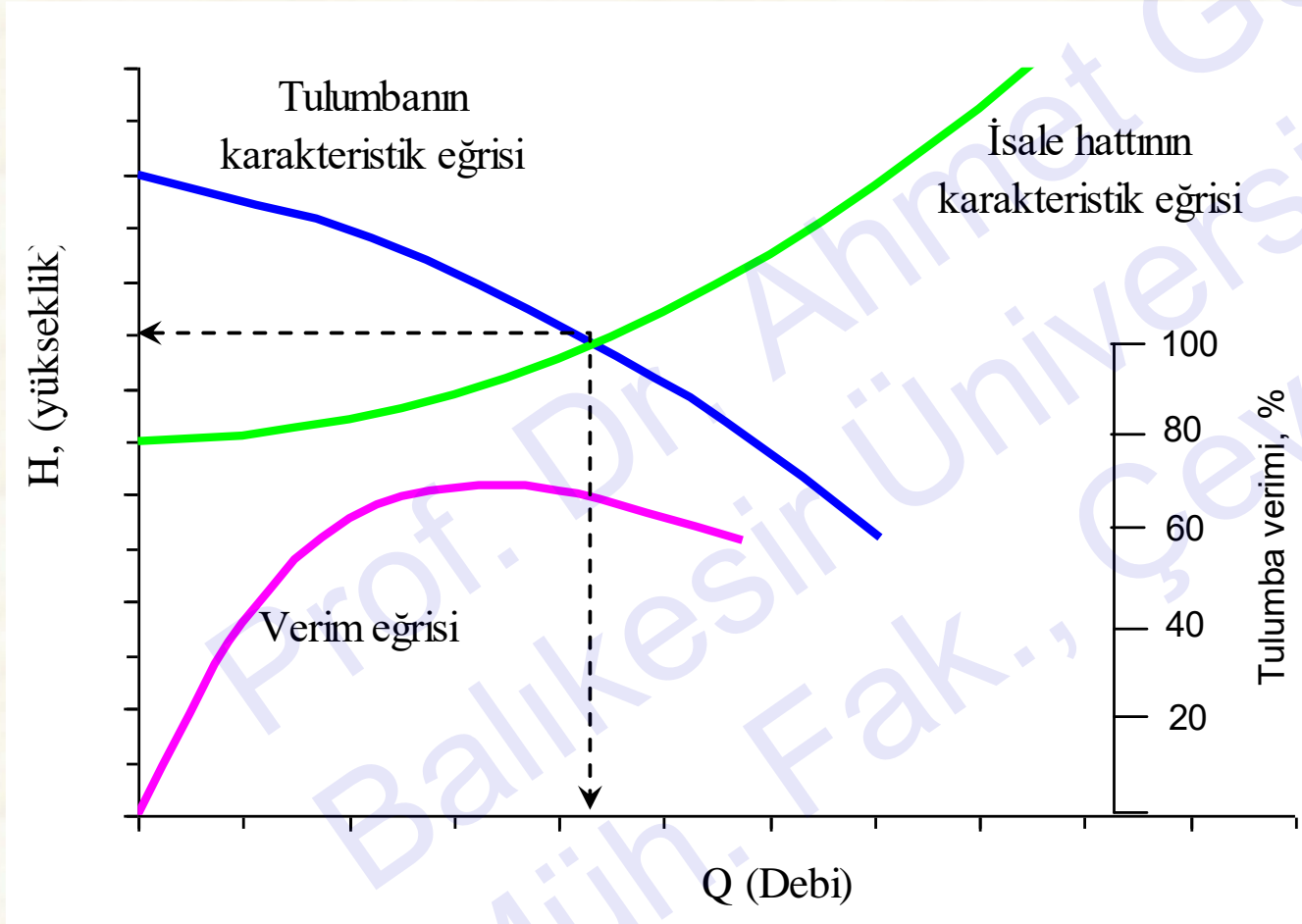
- $N_{teo} < 10$  kW için **%25** marj
- $10 < N_{teo} < 20$  kW için **%20** marj
- $20 < N_{teo} < 30$  kW için **%15** marj
- $N_{teo} > 30$  kW için **%10** marj

şeklindedir.

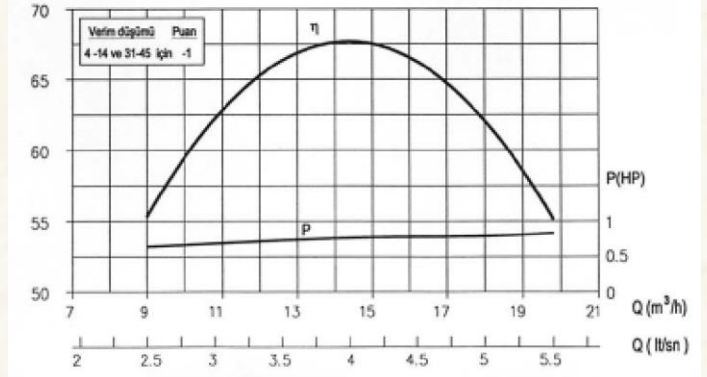
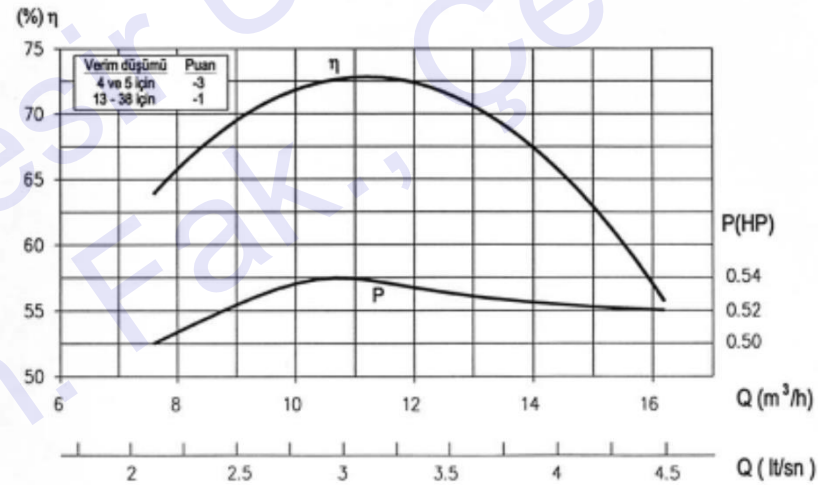
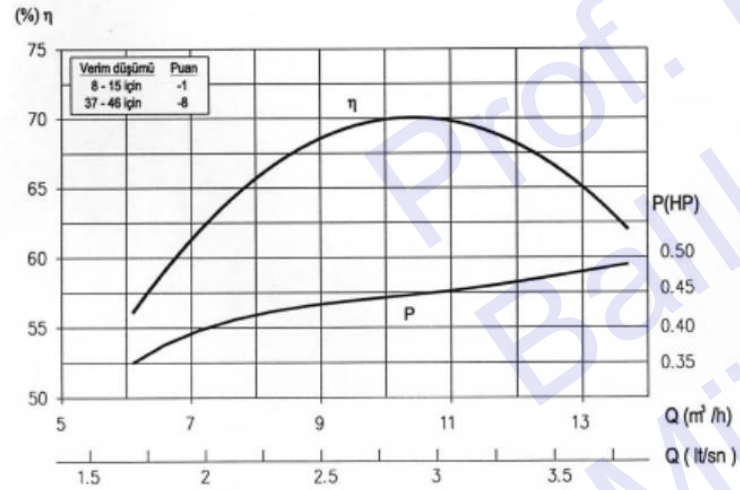
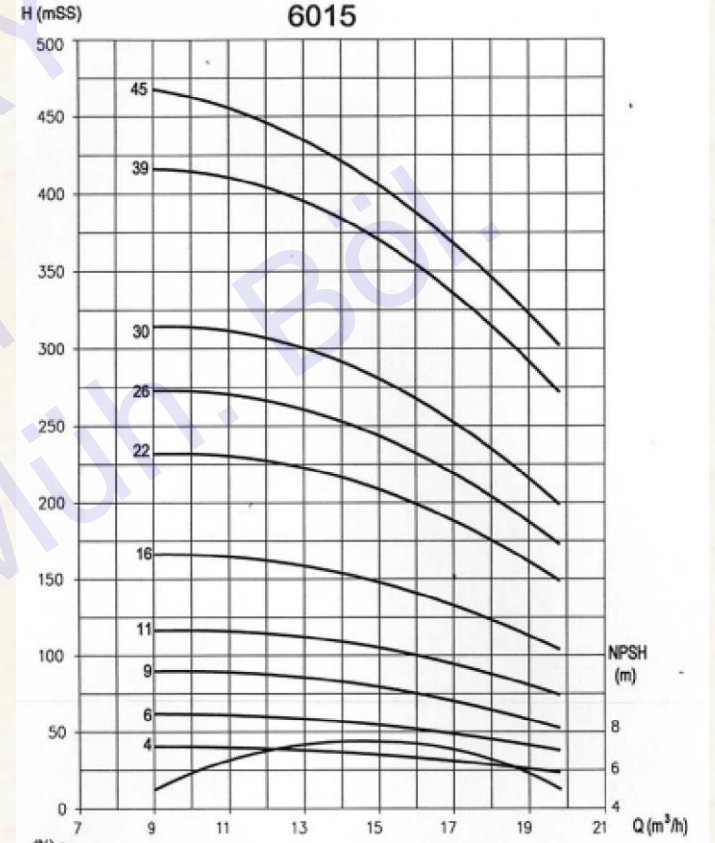
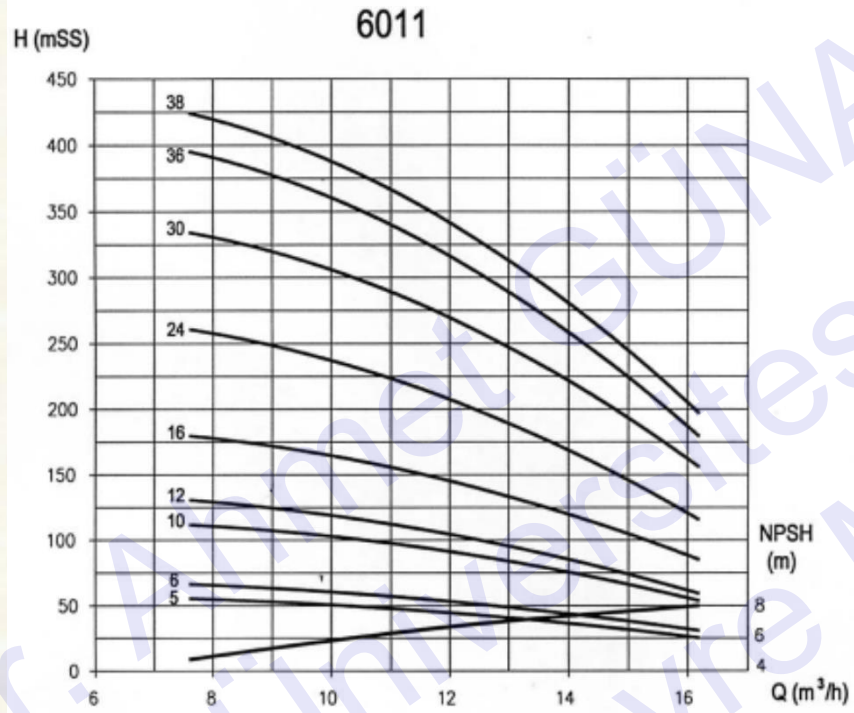
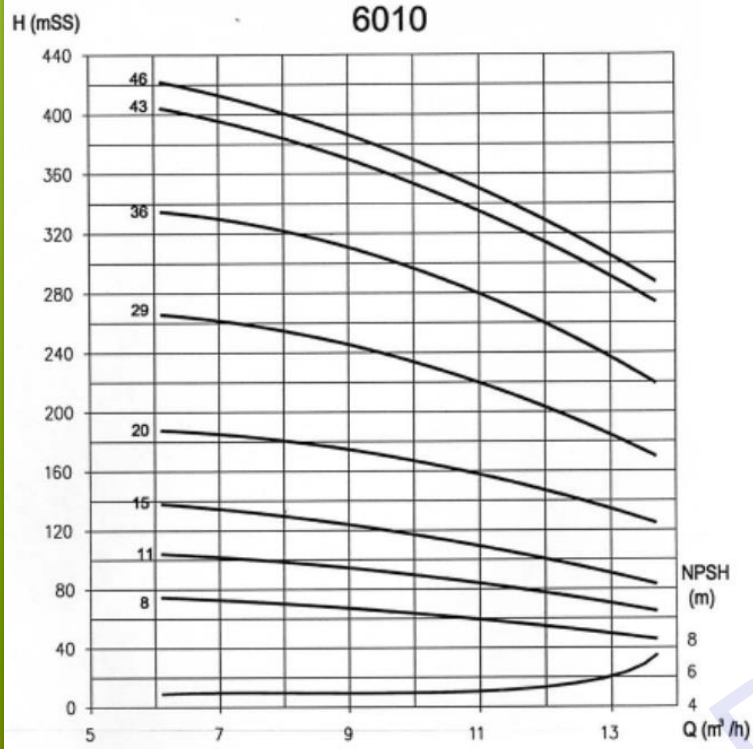


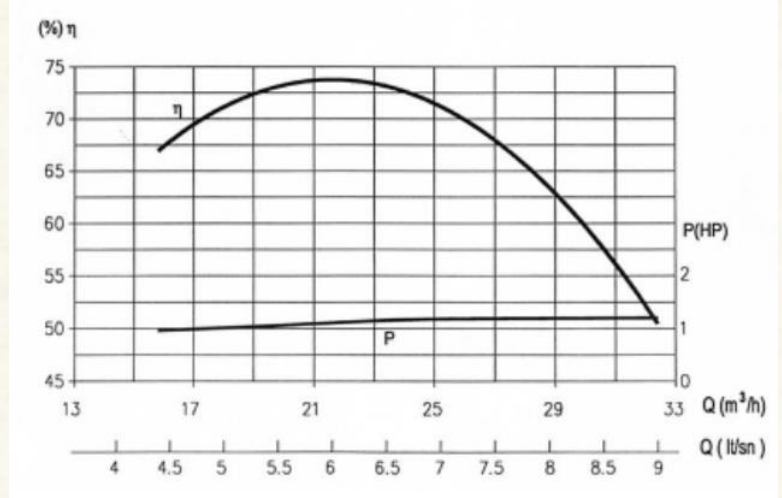
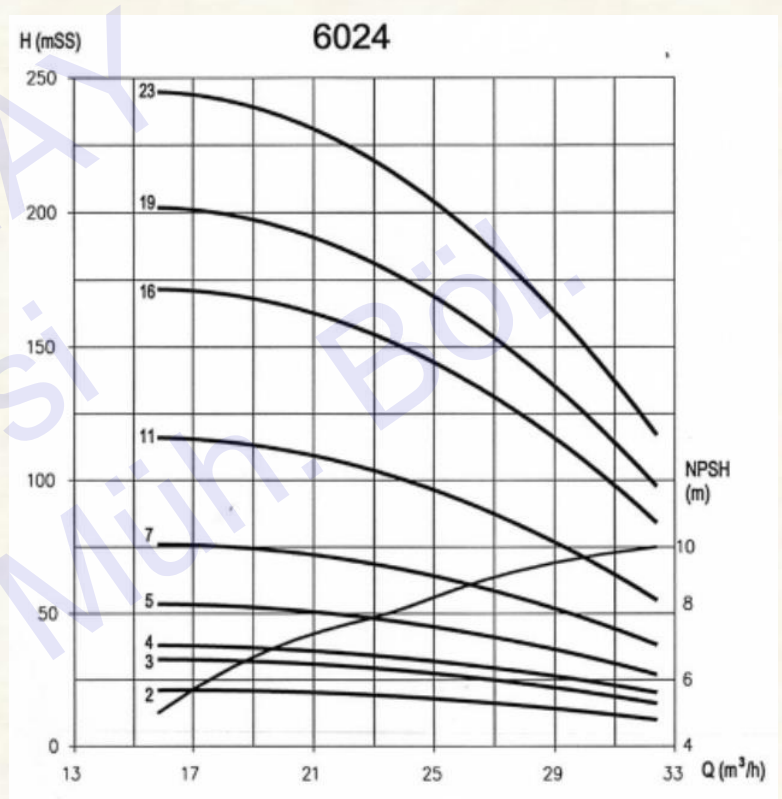
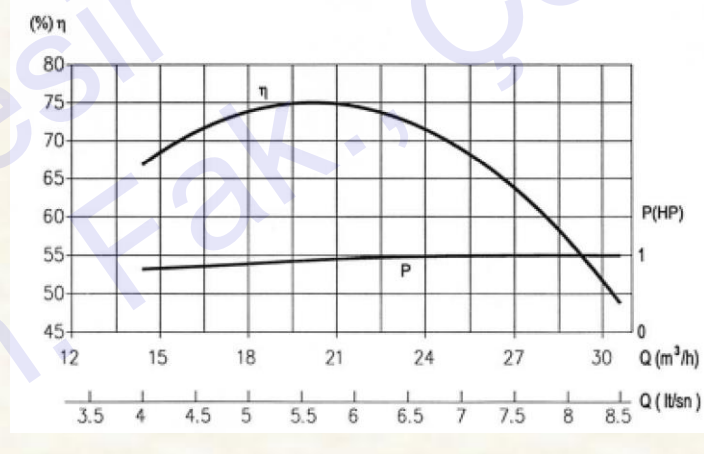
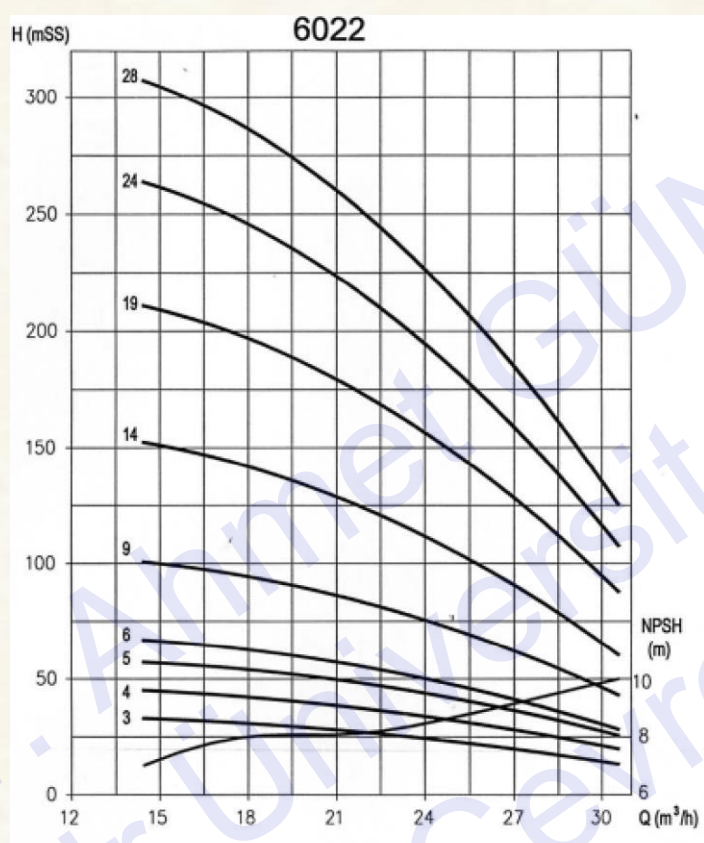
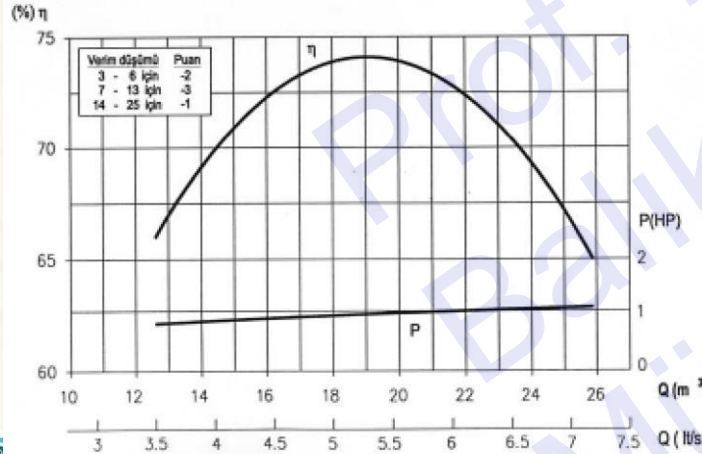
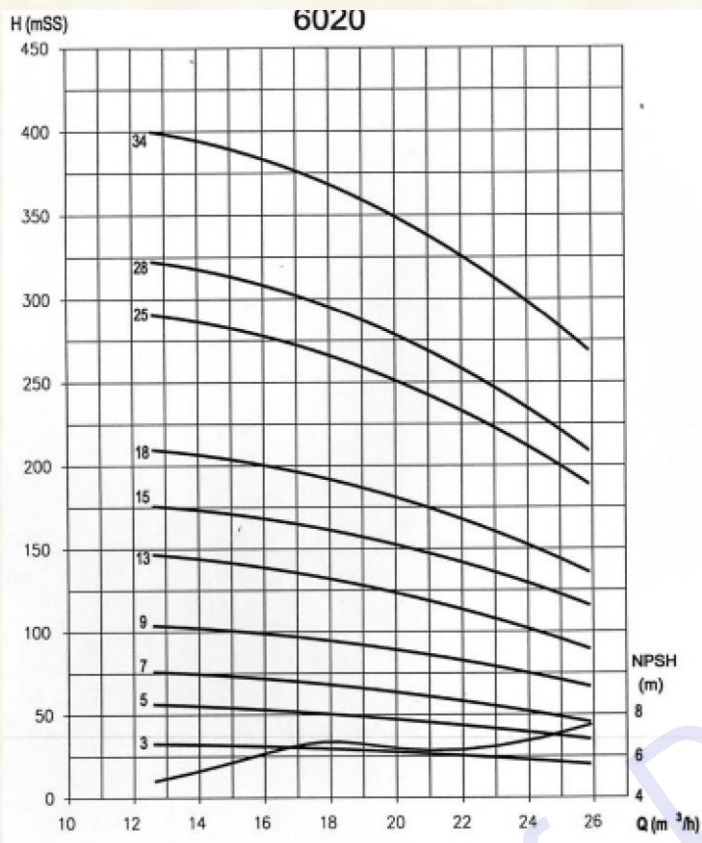
## TERFİLİ İSALEDE POMPANIN VE HATTIN KARAKTERİSTİK EĞRİSİ

Santrifüj tulumbalarda, aynı devir sayısında, debi basma yüksekliği ile değişir. Bu eğriye tulumba karakteristik eğrisi denir. Tulumba **karakteristik** eğrisi ile isale hattının karakteristik eğrisinin kesiştiği nokta, o tulumba için işletme noktasını verir.

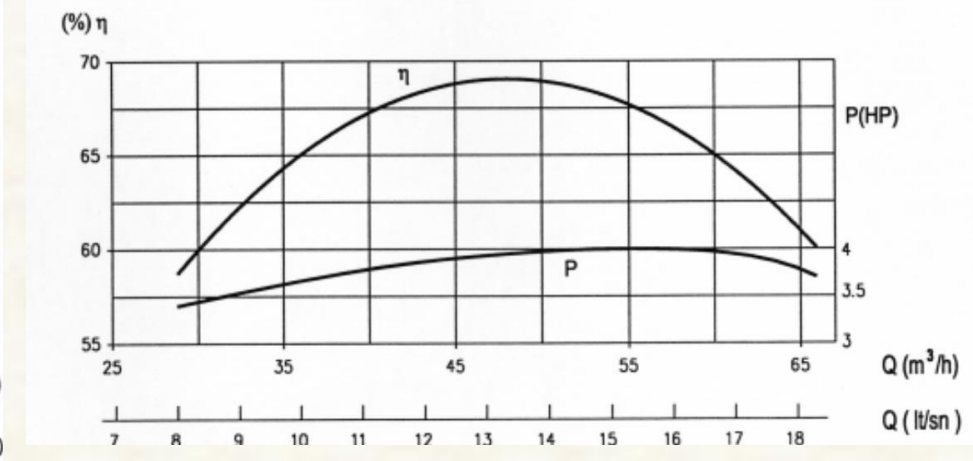
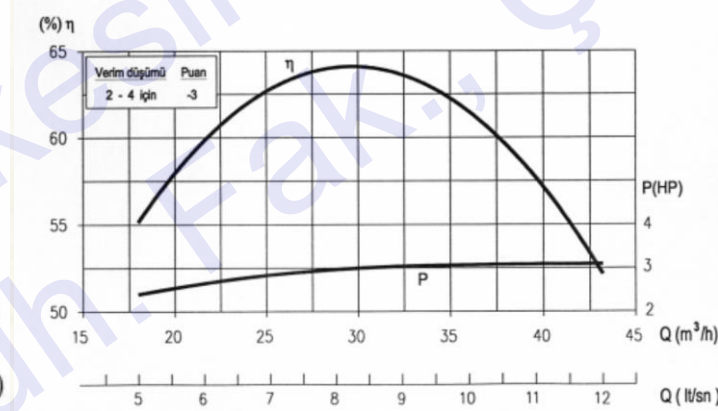
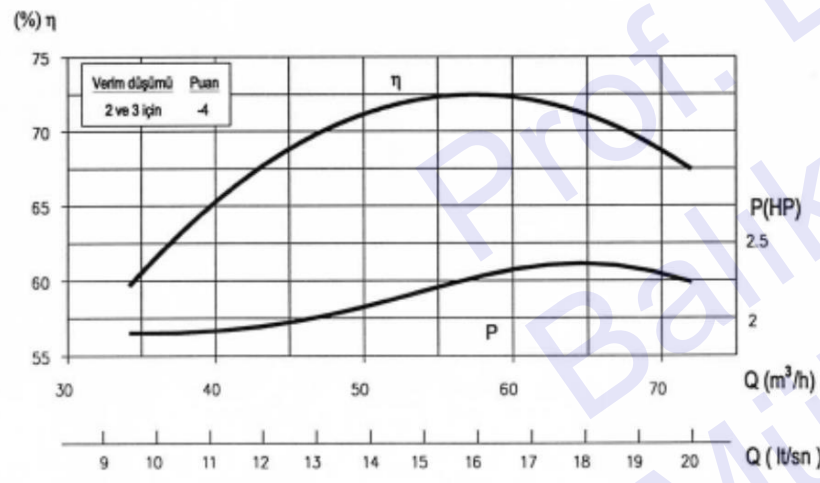
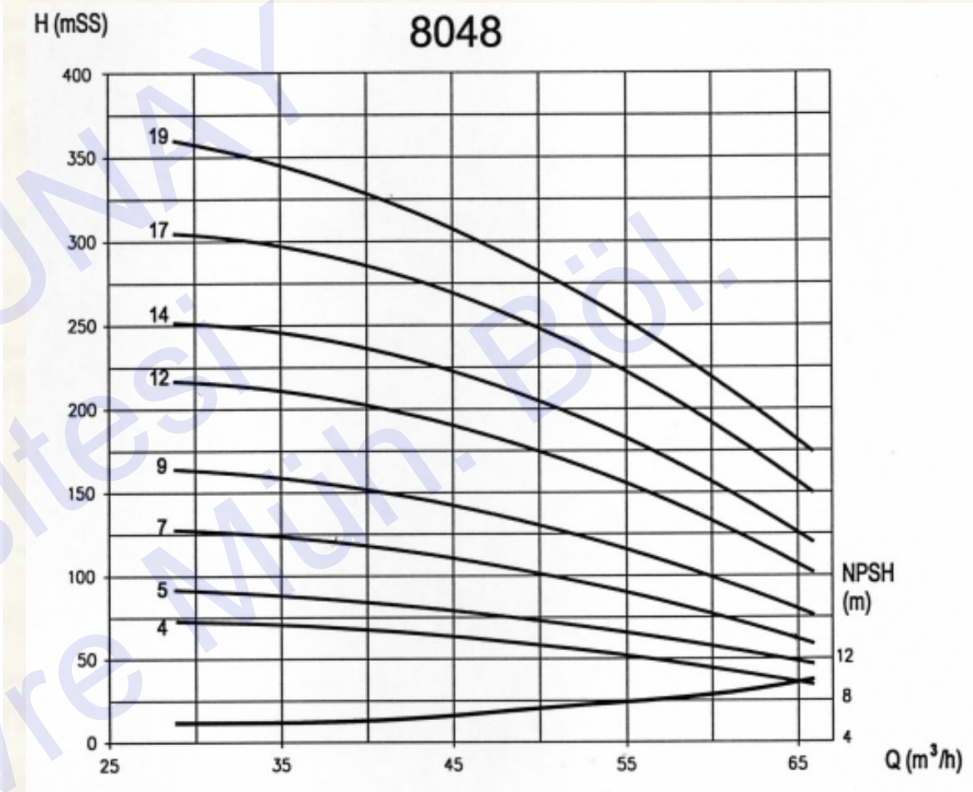
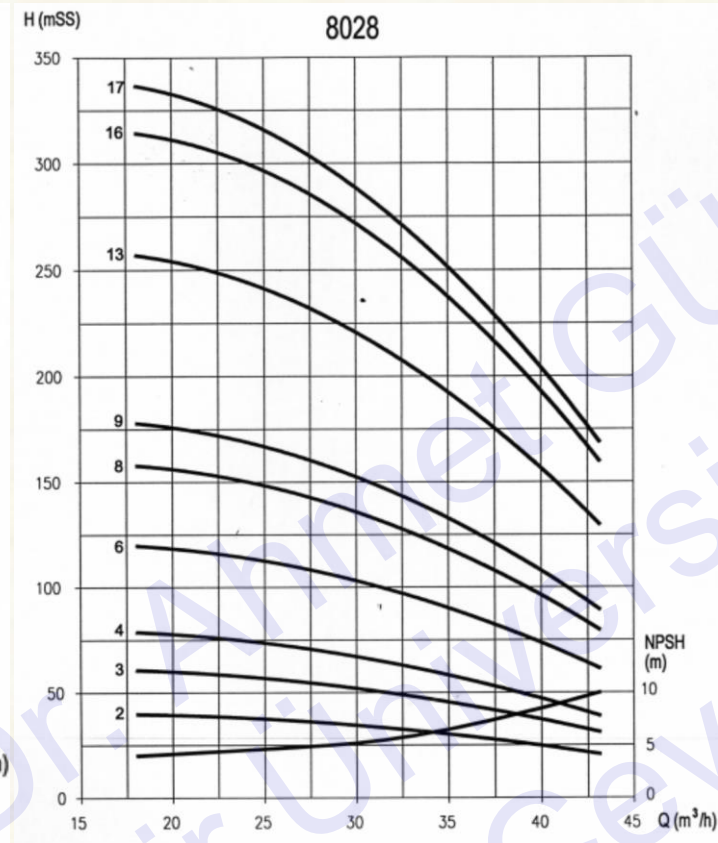
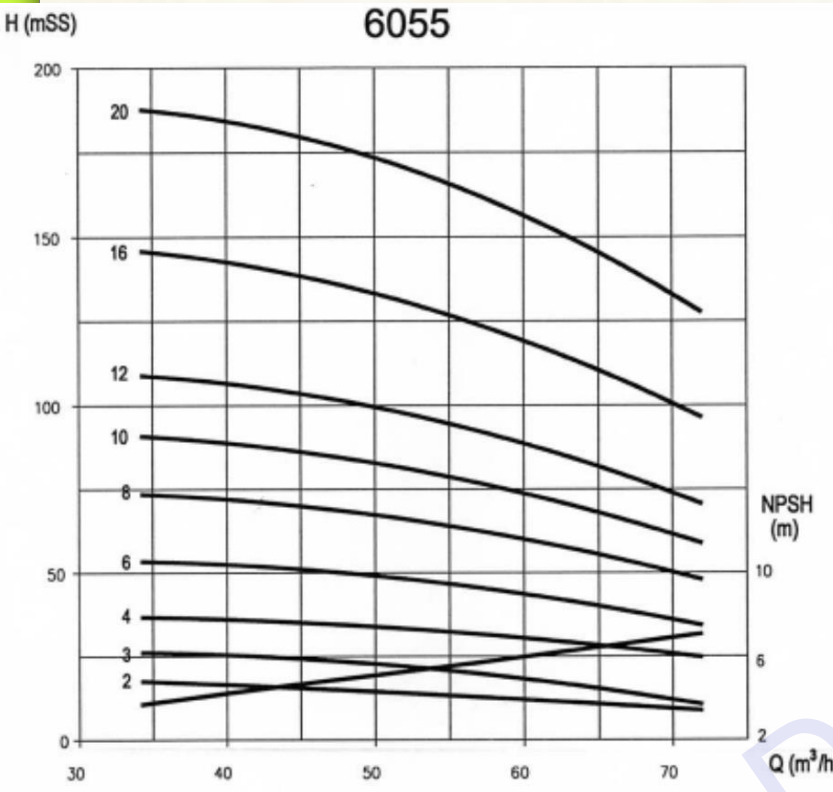






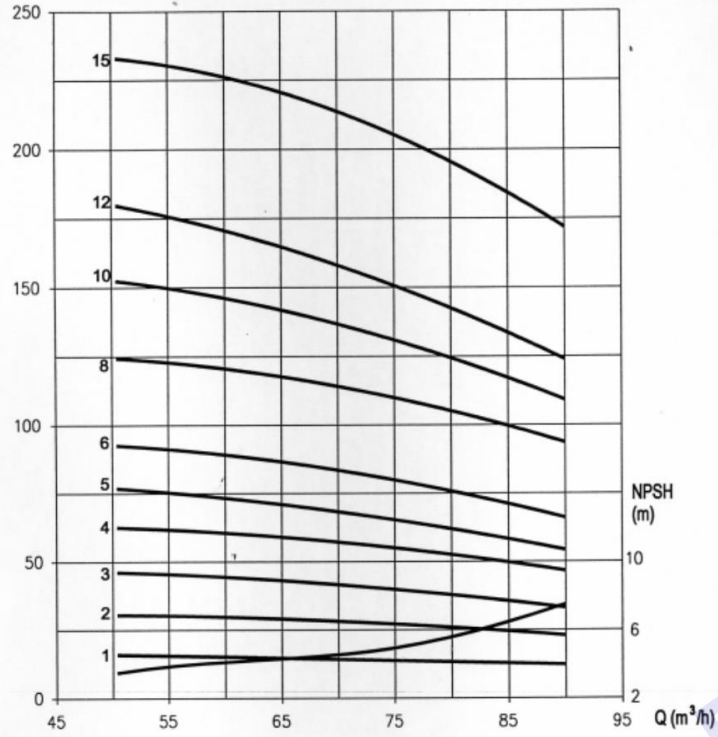






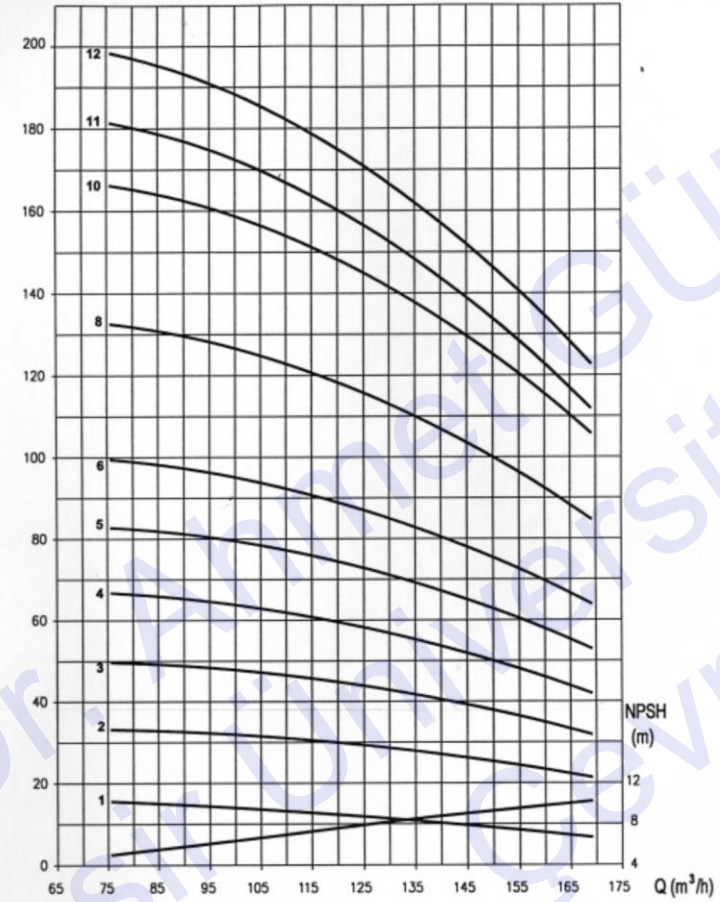
H (mSS)

8075



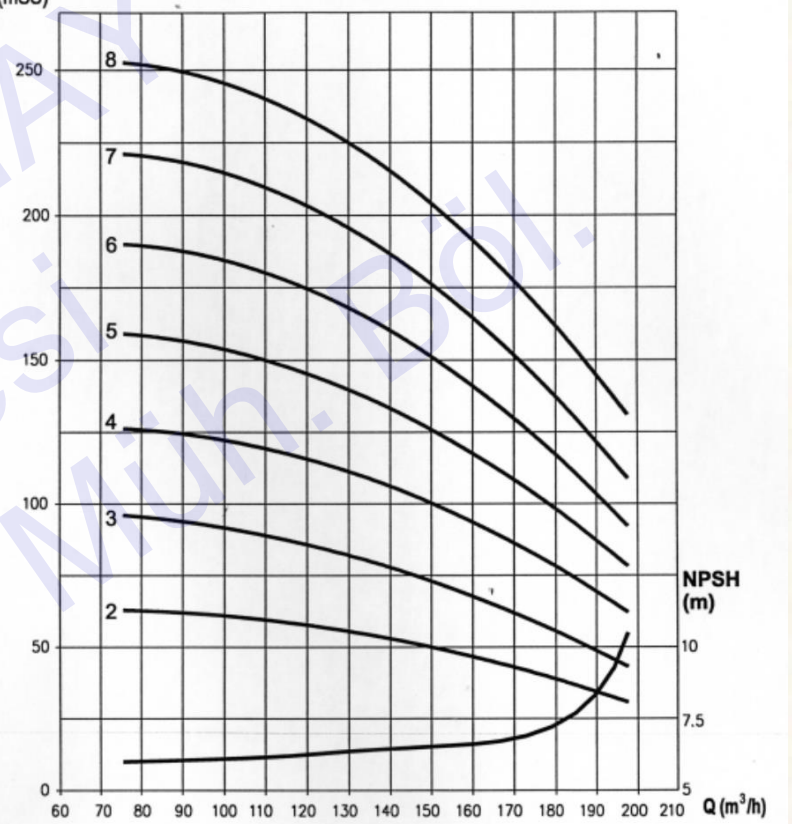
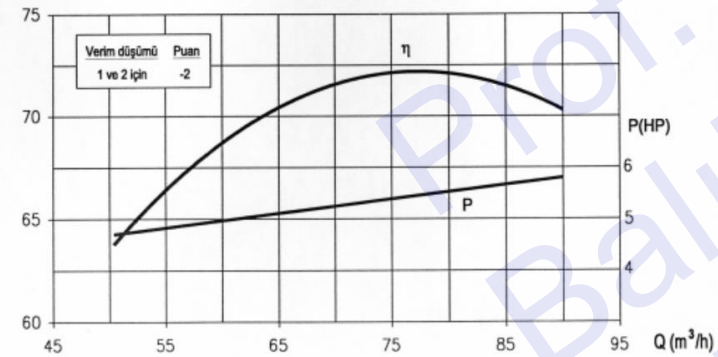
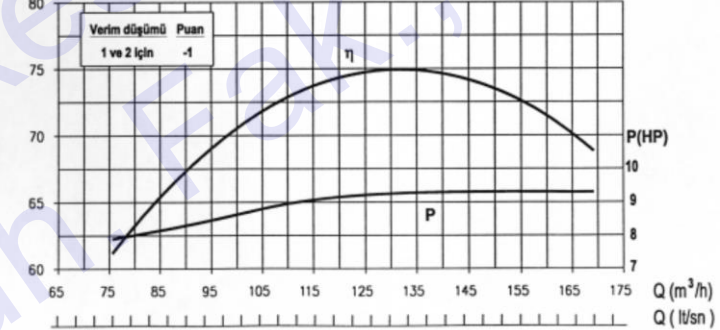
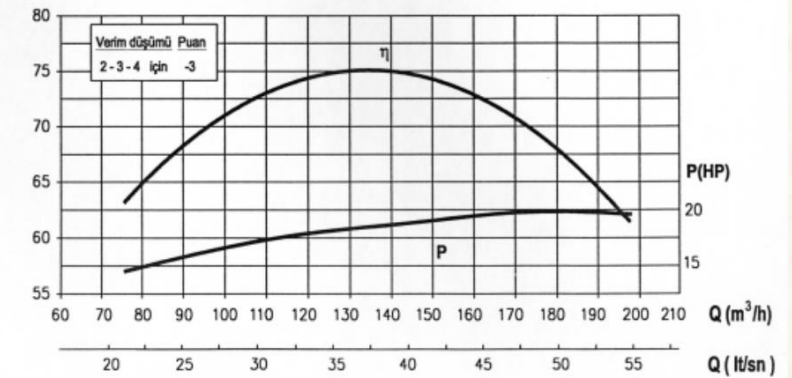
H (mSS)

8125



H (mSS)

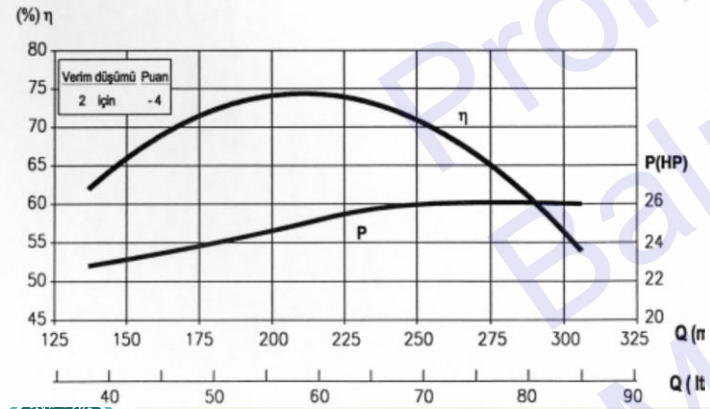
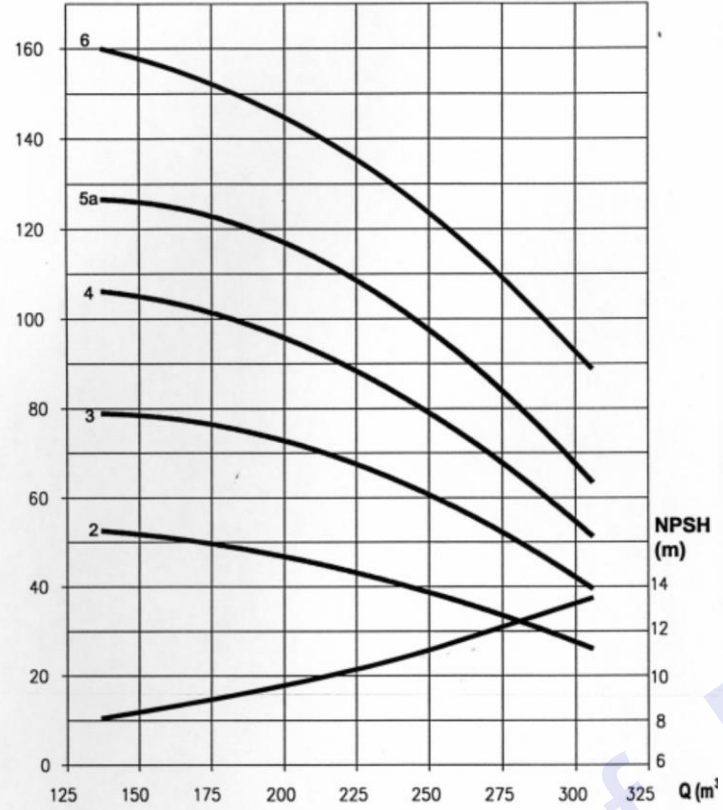
10150

(%) $\eta$ (%) $\eta$ (%) $\eta$ 



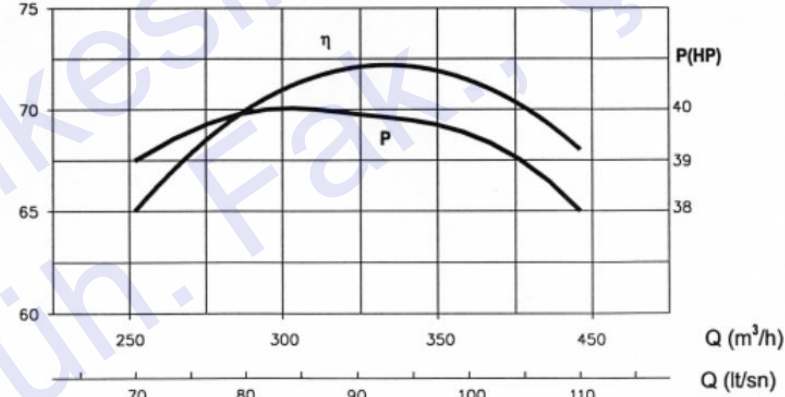
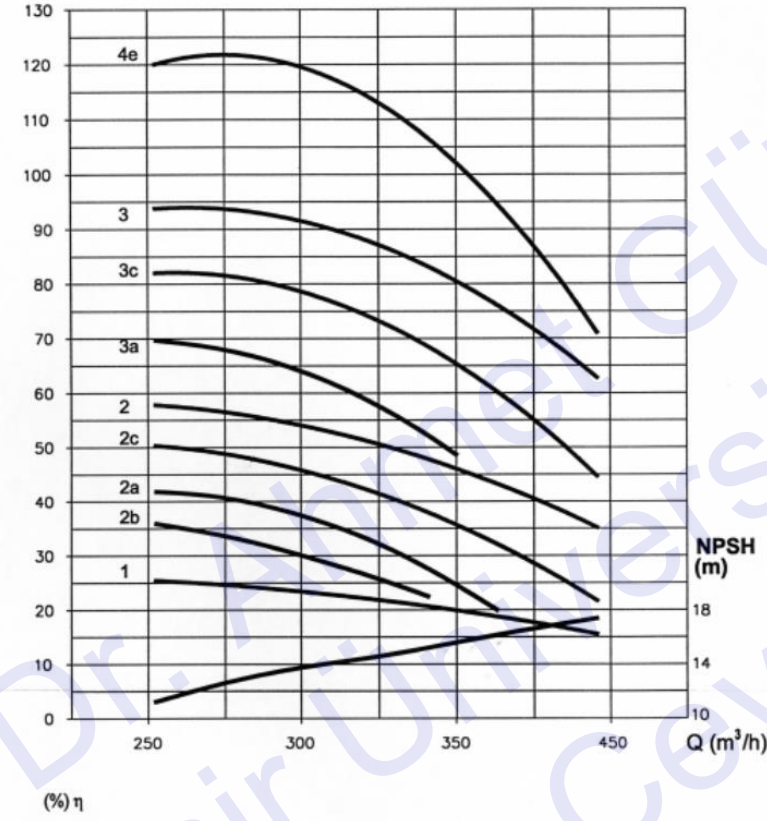
10200

H (mSS)



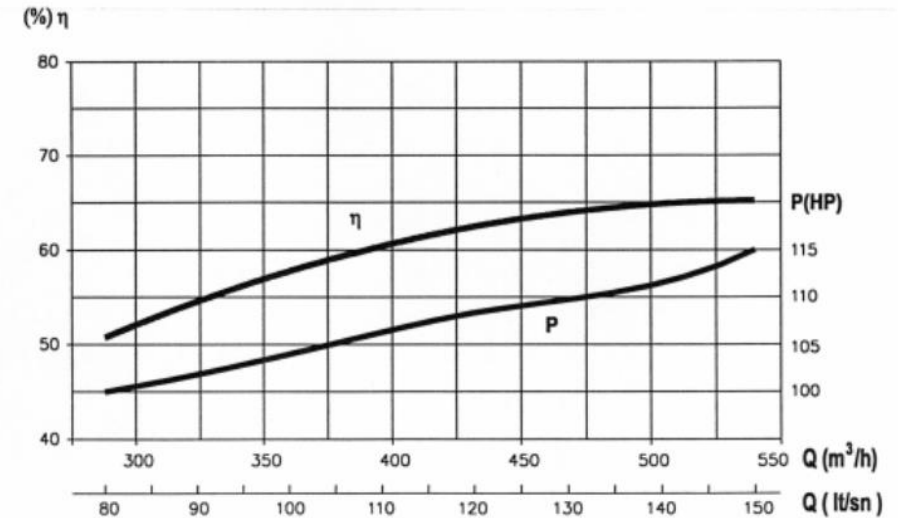
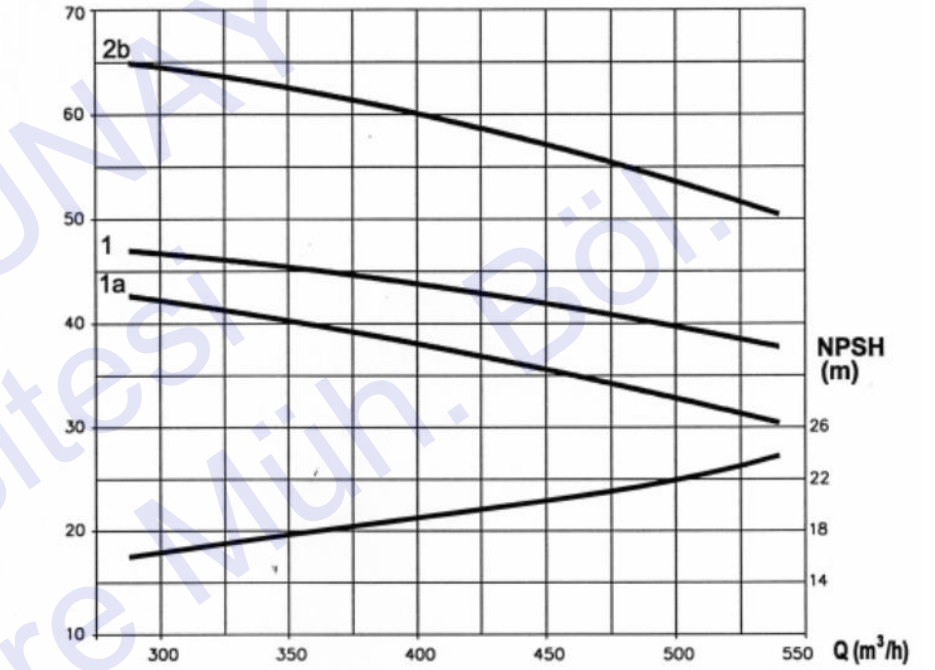
14350

H (mSS)



14500

14500



## İSALE SİSTEMLERİNDE HAVA KAZANLARI

Tulumbaların ani olarak durması halinde borularda su darbesi meydana gelir. Bunun sebebi, akmakta olan sıvının atalet kuvvetinden dolayı hemen durmayıp, bir süre daha akmaya devam etmesidir. Bu durumda tulumbanın hemen yanındaki boru kesiminde basınç düşer. Normal işletme halinde tulumbanın hemen sonraki noktada işletme basıncı  $H=h+\Delta h$  kadar iken, birdenbire  $h-h_a$  değerine düşer. Bu olaya depresyon dalgası denir. Depresyon dalgası sesin sudaki hızına eşit olarak ilerler. Bu hız, suyun elastisite modülü, borunun çapı, et kalınlığı ve borunun elastisite modülü yardımıyla hesaplanabilir. Depresyon miktarı,

$$\Delta P = \frac{a(V - V_0)}{g}$$

İfadesi ile hesaplanabilir. Burada,

**a:** sesin sudaki hızı, m/sn

**V<sub>0</sub>:** Tulumba durduktan sonraki su hızı  $\sim 0$ , m/sn

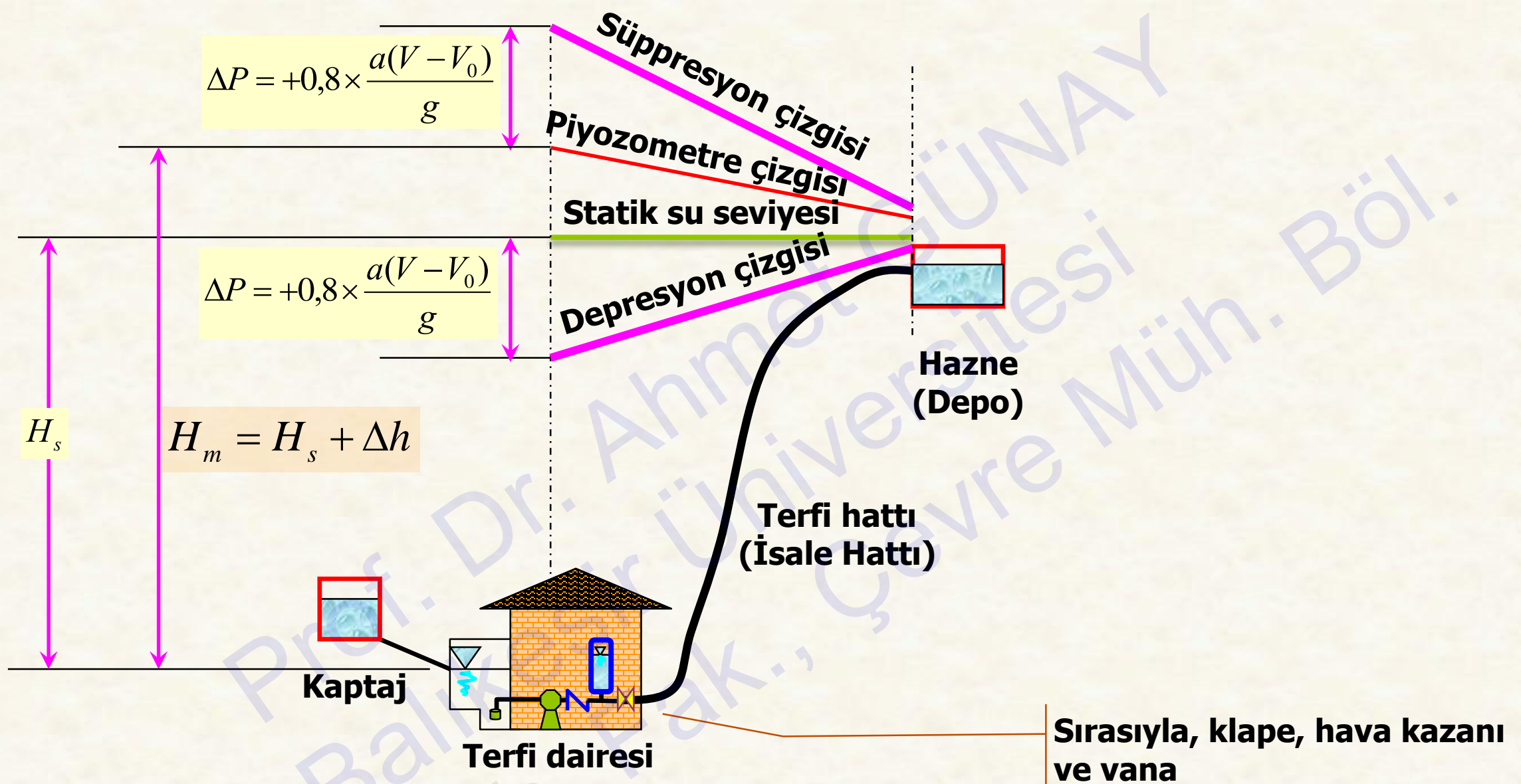
**V:** Tulumba durmadan önceki suyun hızıdır, m/sn

**a:** Rijit borular (çelik) için 1000 m/sn alınabilir (PVC ve PE borular hariç).

a değeri şu şekilde hesaplanabilir:

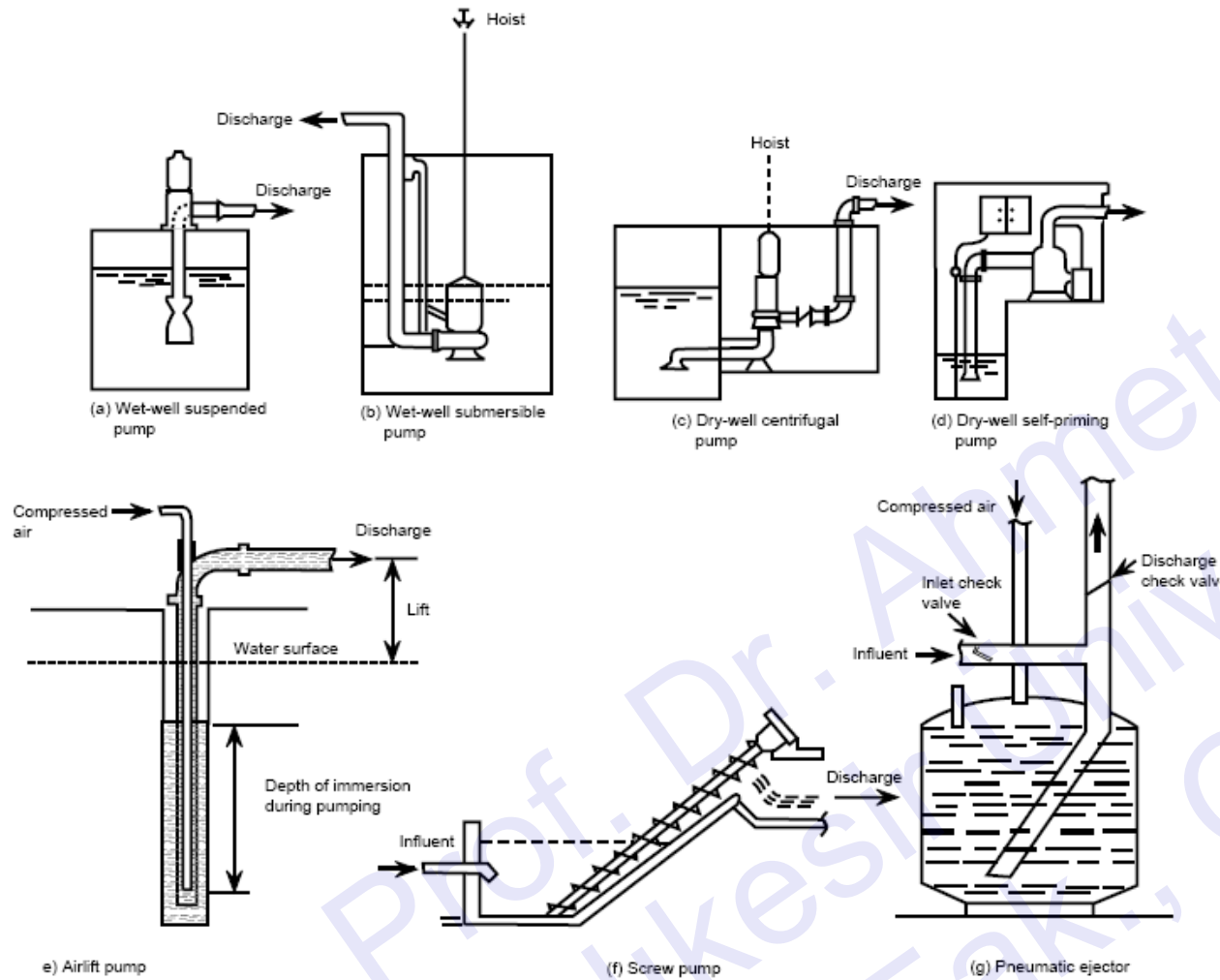
$$a = \frac{9900}{\sqrt{43,3 + K \frac{d}{e}}}$$



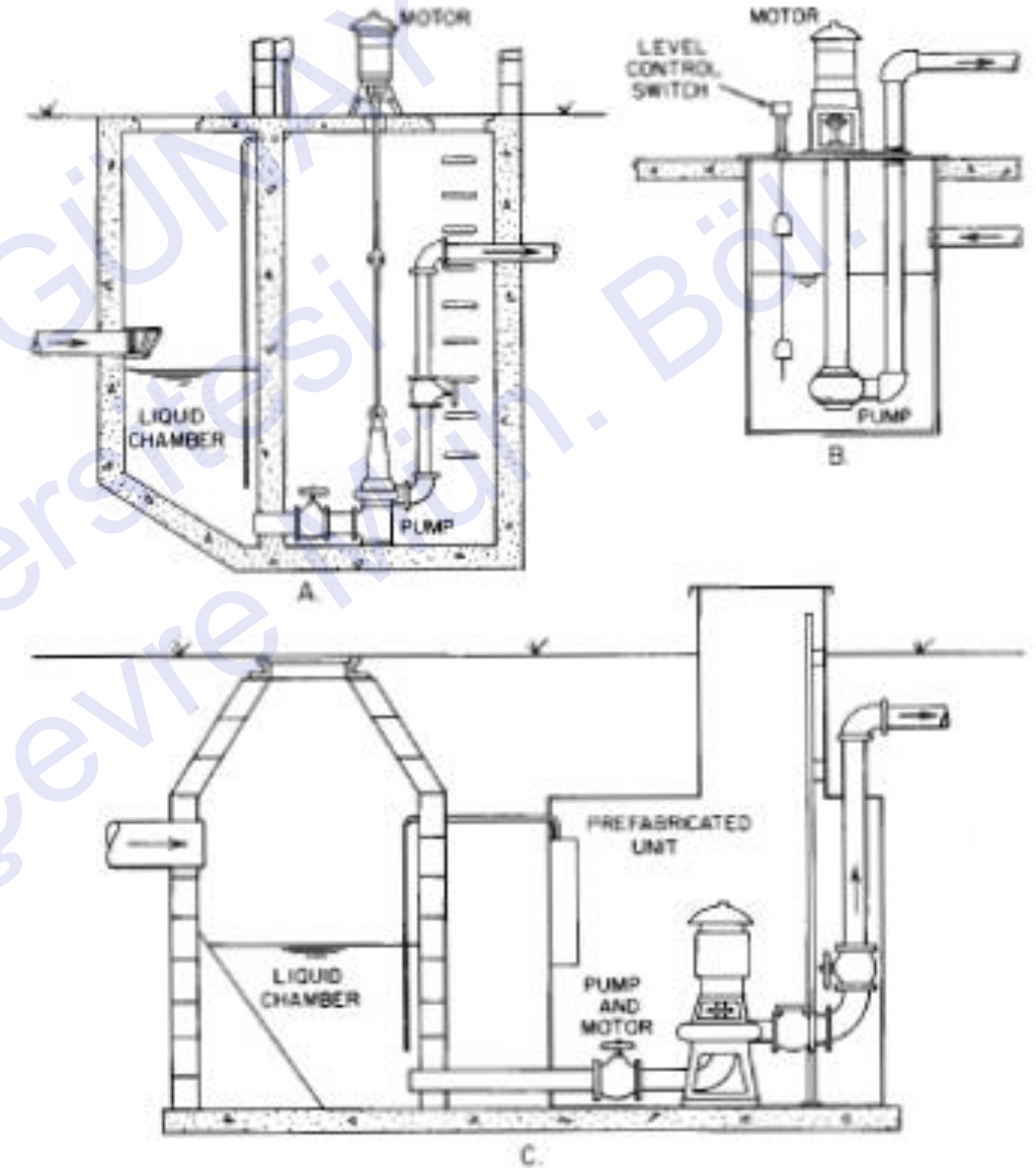


**Şekil Terfilı isalede süppresyon ve depresyon çizgileri**





**FIG. 7.12.1** Types of pumps and pumping stations.



**FIG. 7.12.6** Pumping stations. A. Dry-well design; B. Wet-well design; C. Prefabricated pumping station.

## İSALE SİSTEMLERİNDE HAVA KAZANLARI

Burada  $d$  boru çapı (m),  $e$  borunun et kalınlığı (m),  $K$  boru malzemesinin cinsine göre değişen katsayıdır.

$K$  değeri, PVC ve PE borular için 33,3 ve diğer cins malzemedен mamul borular için 1-5 arasında değişir.

Su darbesinin bir kısım tesirleri sürtünme ile alındığı ve tulumbaların tamamen sükunet haline geçebilmesi için  $\frac{1}{2}$  sn kadar bir zaman geçeceği dikkate alınarak basınç salınımları 0,8 ile çarpılır.

$$\Delta P = 0,8 \times \frac{a(V - V_0)}{g}$$

Mesela  $a=1000$  m/sn,  $g=10$  m/sn<sup>2</sup> alınırsa,  $h_s=h_d=80*V$  olur

Su hızının 1 m/sn olması halinde sürpresyon-depresyon basıncı 80 mSS olur.

İsale hatlarını su darbelerine karşı korumak için, terfi borusu ile geri tepme klapesi arasına bir kazan yerleştirilir. Tulumbanın aniden durması halinde kazandaki suyun bir kısmı boruya geçerek, aşırı basınç azalmasını önler. Basınç dalgası hazneye ulaşıp geri dönmesi halinde de borudaki bir kısım kazana geçerek aşırı basınç artışlarına mani olur.



## İSALE SİSTEMLERİNDE HAVA KAZANLARI

Gerekli kazan hacmi,

$$V = \left\{ \frac{6400 \times (V - V_0)}{\Delta P^2} - 1 \right\} \times d$$

Şeklinde hesaplanabilir. Hava kazanı hacmi şu amprik formül ile de hesaplanabilir:

$$V = 0,01 \times Q \times L$$

Burada, Q debi (m<sup>3</sup>/sn), L isale hattının boyu (m)'dir.

**ÖRNEK:** dış çapı **110 mm** ve et kalınlığı **5,3 mm** olan bir hatta **V=1 m/sn'dir**. Hatta işletme basıncı **65 mSS** olduğuna göre su darbesini hesaplayınız.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{43,3 + 33,3 \times \frac{110}{5,3}}} = 365,3 \text{ m/sn}$$

$$\Delta P = 0,8 \times \frac{365(1-0)}{9,81} = 29,7 \text{ mSS}$$

## İSALE SİSTEMLERİNDE HAVA KAZANLARI

$$H_{\max} = 65 + \frac{365 \times 1}{9,81} = 102,2 \text{ mSS}$$

$$H_{\min} = 65 - \frac{365 \times 1}{9,81} = 27,8 \text{ mSS}$$

Gerekli kazan hacmi,

$$V = \left\{ \frac{6400 \times (V - V_0)}{\Delta P^2} - 1 \right\} \times d = \left\{ \frac{6400 \times 1}{37,2^2} - 1 \right\} \times 0,11 = 0,4 \text{ m}^3$$

Şeklinde hesaplanabilir.

Hava kazanı hacmi şu amprik formül ile de hesaplanabilir:

$$V = 0,01 \times Q \times L = 0,01 \times \frac{3,14 \times 0,11^2}{4} \times 1 \times 5000 \text{ m} = 0,47 \text{ m}^3$$





# TESBİT KÜTLELERİ

Prof. Dr. Ahmet GÜNAY  
Balıkesir Üniversitesi  
Müh. Fak., Çevre Müh. Böl.



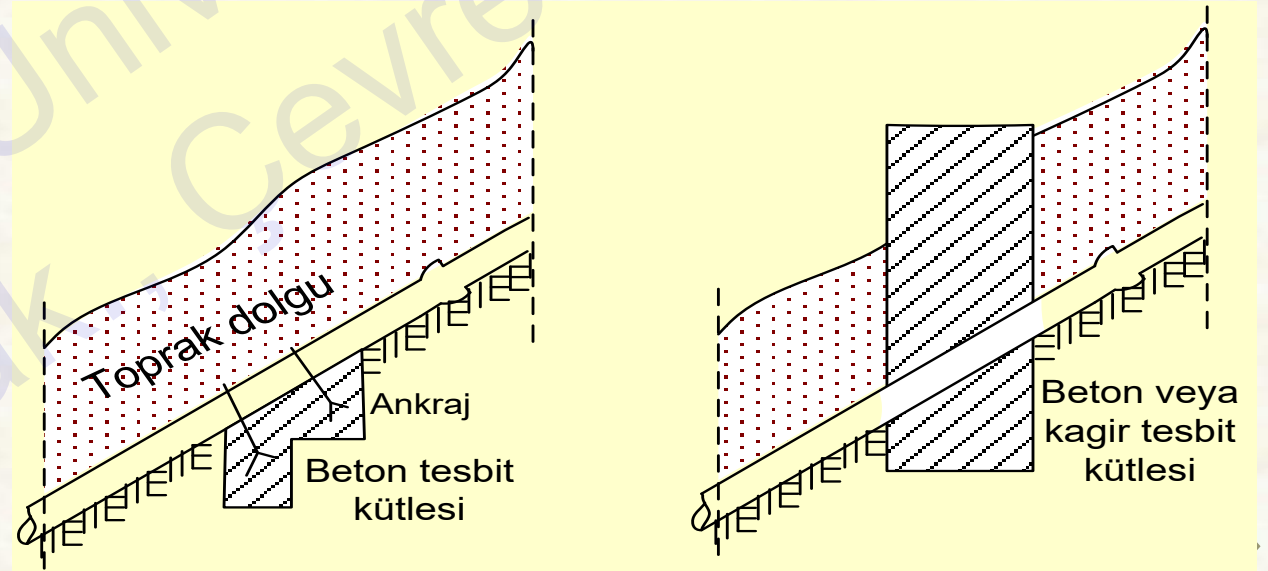
## TESBİT KÜTLELERİ

Boruların meyilli arazilerde ve akıcı zeminlerde döşenmesi halinde hendek üzerindeki toprak dolgu, borunun dengesini sağlamada yetersiz kalabilir. Bu durumda boruyu sabitlemek gerekir. Sabitleme işlemi;

- Meyilli arazilerde borular için tesbit kütleleri ve,
- Boru özel parçaları için teşkil edilen tesbit kütleleri olmak üzere iki grupta incelenir.

## TESBİT KÜTLELERİ-DÜZ BORU PARÇALARI

Meyilli arazilerde kaymaları engellemek için aşağıdaki gibi tesbit kütleleri tesis edilir.



**Şekil Meyilli arazilerde tesbit kütleleri**

## TESBİT KÜTLESİ-HAT VANASI

İsale hattı güzergahına yerleştirilen hat vanalarında ve boruya yan bağlantı yapılan bransmanlarda yapını hareketini önlemek için tesbit kütlesi gerekmektedir.

Kütle hesabına esas alınan, statik basınçtan 5 atm daha fazladır.

$P = \text{statik basınç} + 5 \text{ atm. Kg/cm}^2$

Borudaki iç basınç,

$$\tau = \frac{\pi d^2}{4} \times P \quad \text{Olarak hesaplanır.}$$

Bu basınç;

$f = n(d + t) \times t$  şeklinde hesaplanan basınç cidar alanı tarafından karşılanacaktır. Burada **t boru et kalınlığıdır.**

Borunun üzeri kapandığında meydana gelen gerilme;

$$\sigma = \frac{\tau}{f} \quad \text{şeklindedir. } \sigma: \text{ vana kapandığında vana yanındaki boruda meydana gelen basınçtır.}$$

## TESBİT KÜTLESİ-HAT VANASI

Bu gerilme boru cidarında meydana gelen sürtünme ile karşılanabilir. Bu gerilmeyi karşılayacak boru boyu;

$$L = \frac{1,2P}{(G_R + 2/3G_F)\mu}$$

Şeklindedir. Burada;

L: yatay kuvvetin sönümlenme boyu

$G_R$ : su ağırlığı, kg/m

$G_F$ : boru üstündeki toprak ağırlığı, kg/m

$\mu$ : 0,27 (kum dolgu için sürtünme katsayısı)





## TESBİT KÜTLELERİ- STANDART BOYUTLAR

Tablo İçme suyu şebekelerinde maksimum basınç 80 mSS ve zemin emniyet gerilmesi 1 kg/cm<sup>2</sup> alınması halinde dirseklere, T parçalarına ve körtapalara konması gereken tesbit kütlelerinin boyutları

Eroğlu, 1998

Tablo 6.1. Dirsek Tesbit Kütleleri Boyutları

Boru Çapı D	Açı α	R kg	H (cm)	B (cm)	L (cm)	φ	α	R	H	B	L
100	11	120	10	10	40	350	11	1475	70	21	65
	22	240	20	15	40		22	2936	70	42	65
	30	325	20	20	40		30	3982	70	57	65
	45	480	20	25	50		45	5888	70	84	65
	90	888	20	45	50		90	10879	70	155	65
150	11	270	30	10	40	400	11	1926	80	24	70
	22	539	30	20	40		22	3835	80	48	70
	30	731	30	25	50		30	5201	80	65	70
	45	1081	30	35	50		45	7690	80	96	70
200	90	1998	30	65	50	90	14210	80	178	70	
	11	482	40	12	50	500	11	3000	100	30	80
	22	959	40	24	50		22	5991	100	60	80
	30	1300	40	33	50		30	8126	100	81	80
	45	1923	40	48	50		45	12016	100	120	80
90	3553	40	88	50	90		22204	100	222	80	
250	11	752	50	15	55	600	11	4334	120	36	90
	22	1498	50	30	55		22	8628	120	72	90
	30	2032	50	41	55		30	11703	120	98	90
	45	3004	50	60	55		45	17303	120	144	90
	90	5551	50	111	55		90	31973	120	266	90
300	11	1083	60	18	60	700	11	5899	140	42	100
	22	2156	60	36	60		22	11743	140	84	100
	30	2927	60	49	60		30	15929	140	114	100
	45	4326	60	72	60		45	23551	140	168	100
	90	7993	60	133	60		90	43518	140	310	100



## TESBİT KÜTLELERİ

Bu tip tesbit kitleleri ile zemine aktarılacak kuvvet;

$$F = G \sin \alpha - kG \cos \alpha$$

Denklem ile hesaplanabilir. Burada;

**G:** boru ağırlığı,

**$\alpha$ :** meyil açısı

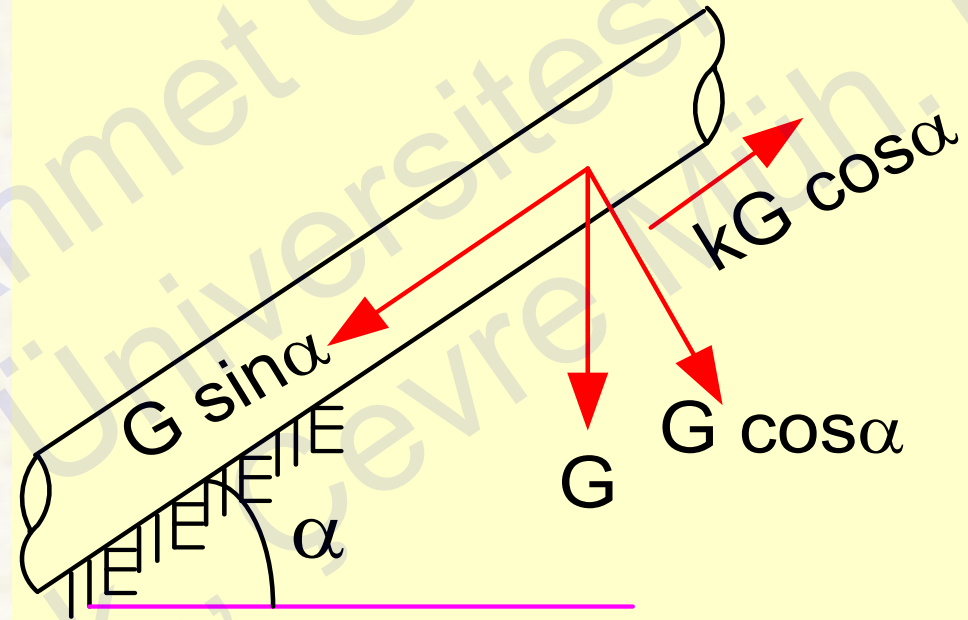
**k:** boru ile zemin arasındaki sürtünme katsayısıdır.

Şayet;  $G \sin \alpha - kG \cos \alpha = 0$

yani,  $k = \tan \alpha$

olursa,  $F=0$  olacağından boruda kayma olmaz.

$k > \tan \alpha$  olursa boru tesbit edilmelidir.



## TESBİT KÜTLELERİ-DİRSEK TESBİTLERİ

Dirseklerin maruz kaldığı kuvvetler;

- Su hareketinden ileri gelen merkezkaç kuvveti,
- Boru ağırlığı ve su ağırlığı,
- Basınç kuvveti

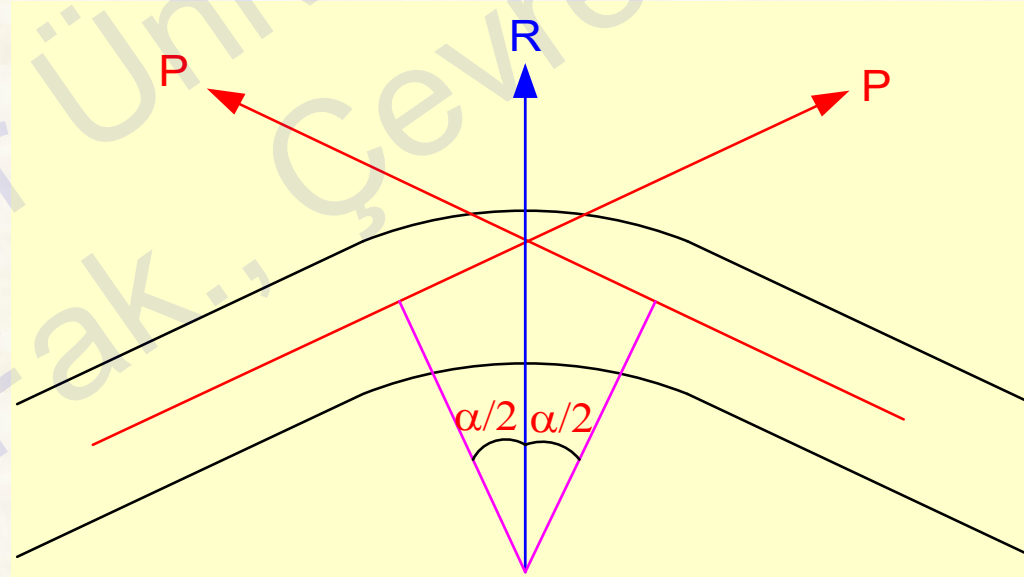
Olmak üzere üç grupta incelenir. Büyük çaplı borularda bile merkezkaç kuvveti ve borunun ağırlığı ihmal edilebilecek kadar küçüktür.

O halde Dirseklerin tesbitinde gözönüne alınan kuvvet sadece **basınç kuvvetidir**.

Dirseğe gelen itki kuvveti;

$$R = 2P \sin \frac{\alpha}{2}$$

Şeklinde hesaplanır.





## TESBİT KÜTLELERİ-DİRSEK TESBİTLERİ

Burada P;

$$P = \gamma H \frac{\pi d^2}{4}$$

Şeklinde hesaplanan basınç kuvvetidir.

$\gamma$ : 1000 kg/m<sup>3</sup>,

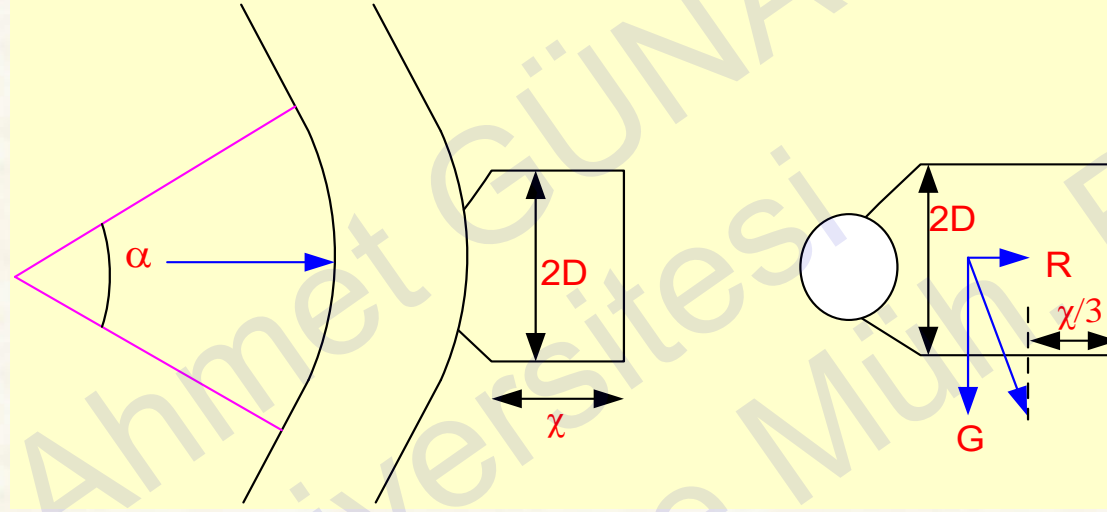
**H**: basınç, mSS,

**d**: boru çapı, m

Masif kitlenin ağırlığı,  $G_m$ , ile dirseğin R itki kuvvetinin bileşkesinin masifin oturduğu alanın 1/3'ünden taşmayacak şekilde  $\chi$  seçilir.

Beton ile zemin arasındaki sürtünme açısı,  $\Phi$ , 30 °'dir.

$$\frac{R}{G} < k = \text{tg}\phi \quad \text{olmalıdır.}$$



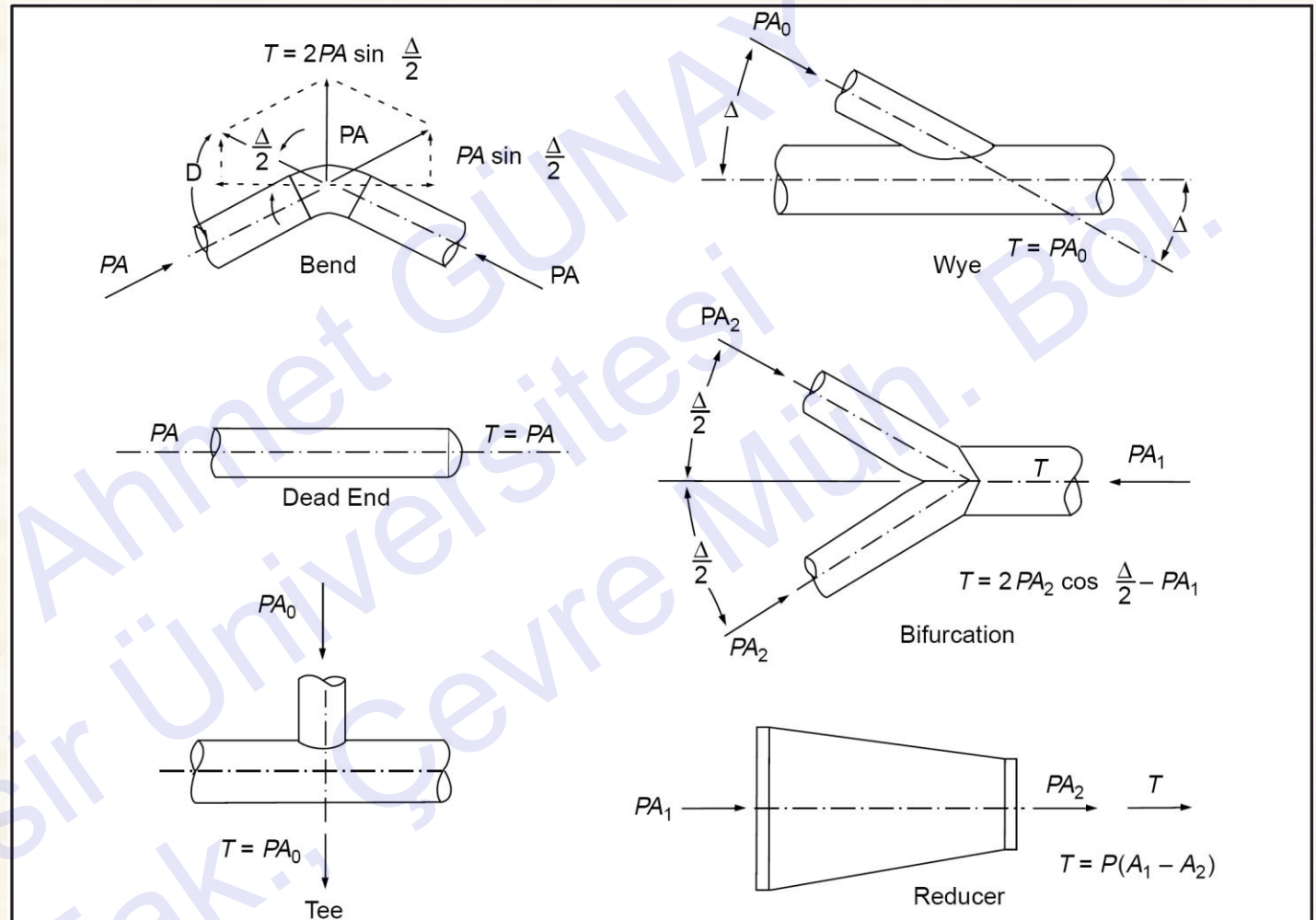


Figure 7-1 Thrust force definitions

$A = (\pi/4) D_j^2 =$  cross-sectional area of pipe joint, in.,  
where  $D_j$  is the pipe joint diameter, in.

$\Delta =$  deflection angle of bend, degrees

## Fiberglass Pipe Design

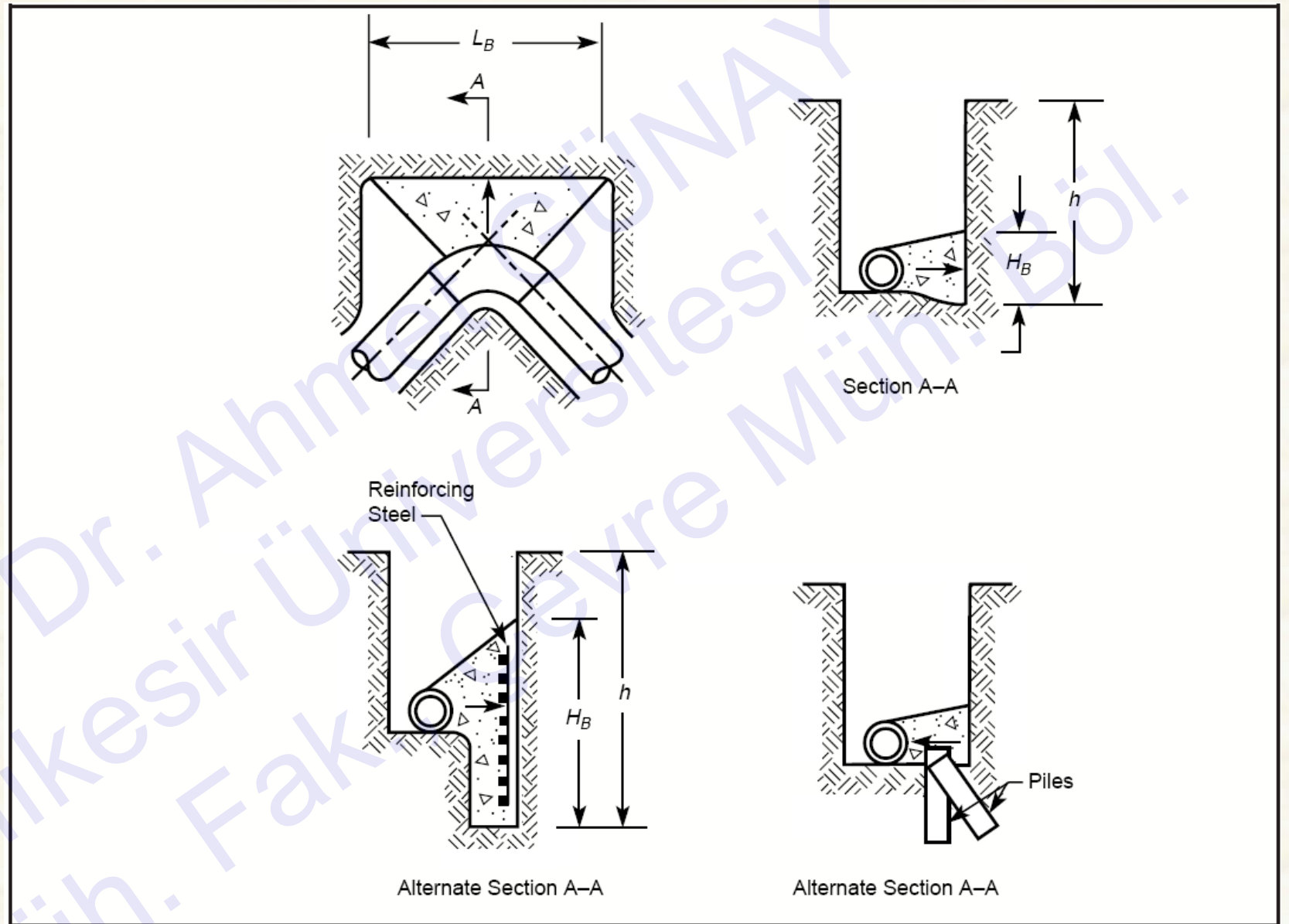


Figure 7-2 Typical thrust blocking of a horizontal bend



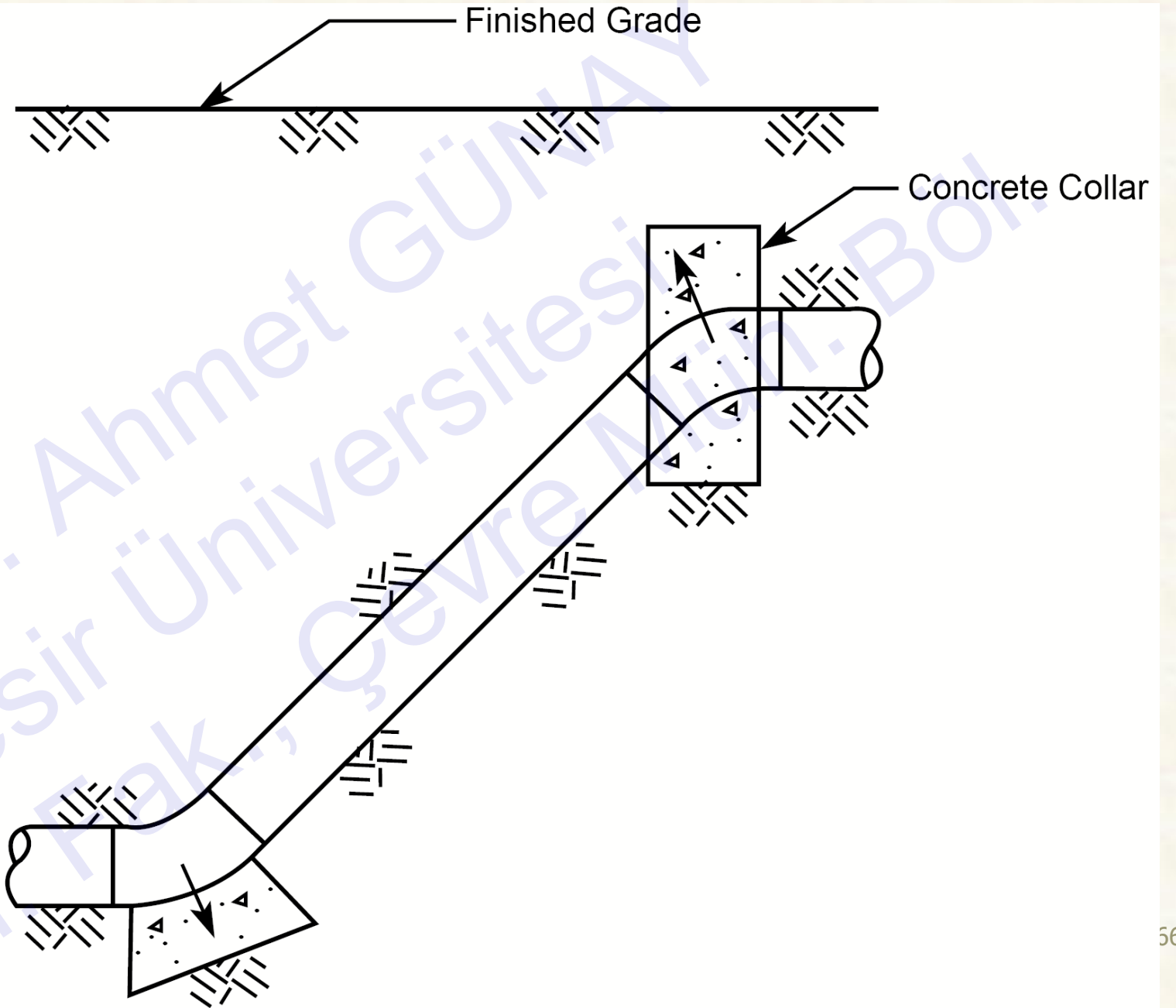


Figure Typical profile of vertical bend thrust blocking

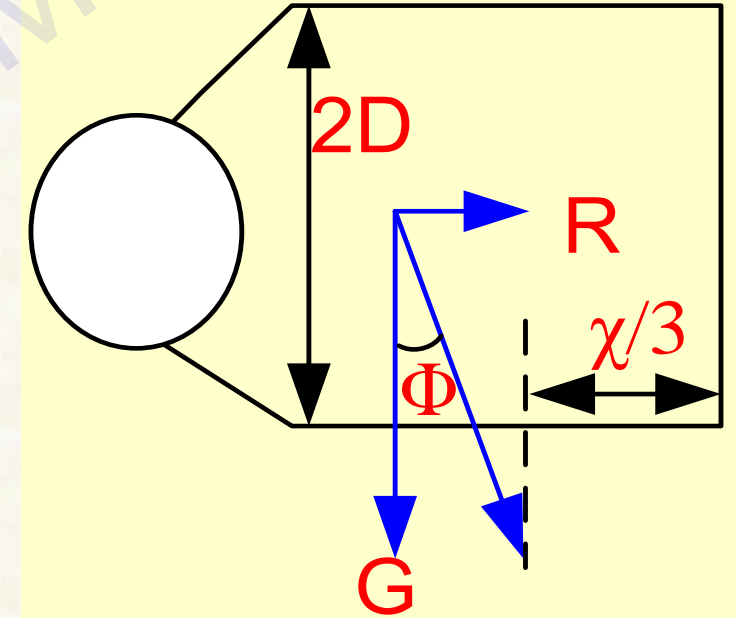
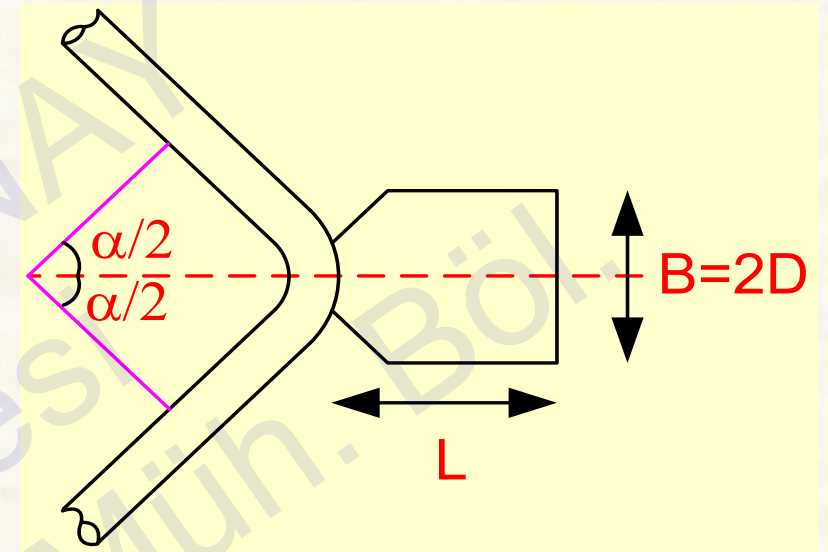
## TESBİT KÜTLELERİ-ÖRNEK BOYUTLANDIRMA

ÇÖZÜLMÜŞ ÖRNEK: 30 cm çaplı bir isale hattı üzerinde zemin emniyet gerilmesinin  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  olduğu bir yerde boru  $90^\circ$ 'lik bir yatay yön değiştirme yapmıştır. Deney basıncının  $10 \text{ atm}$  olduğunu kabul ederek dirseğe ait tesbit kütesini projelendiriniz.

Beton ile zemin arasındaki sürtünme açısı,  $\Phi$ ,  $30^\circ$ 'dir.

### ÇÖZÜM

Dirsekteki suyun merkezkaç kuvveti ( $R$ ) ile su ve borunun ağırlıklarından ileri gelen etkiler ihmal edilebilir. Sadece basınç kuvvetleri nazarı dikkate alınır.



Şekil Dirseklere gelen kuvvet

## TESBİT KÜTLELERİ-ÖRNEK BOYUTLANDIRMA

Dirsekteki basınç kuvveti;

$$P = \gamma H \frac{\pi d^2}{4} = 1000 \times 100 \times \frac{\pi \times 0,3^2}{4} = 7069 \text{ kg}$$

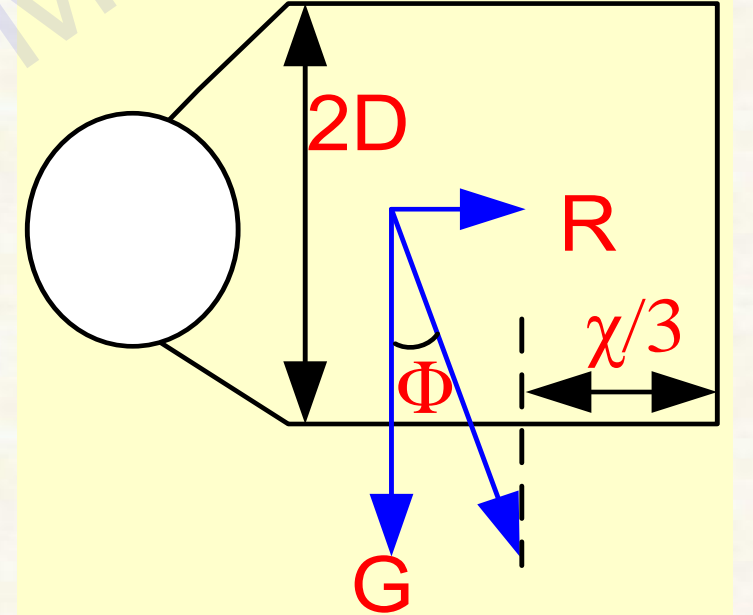
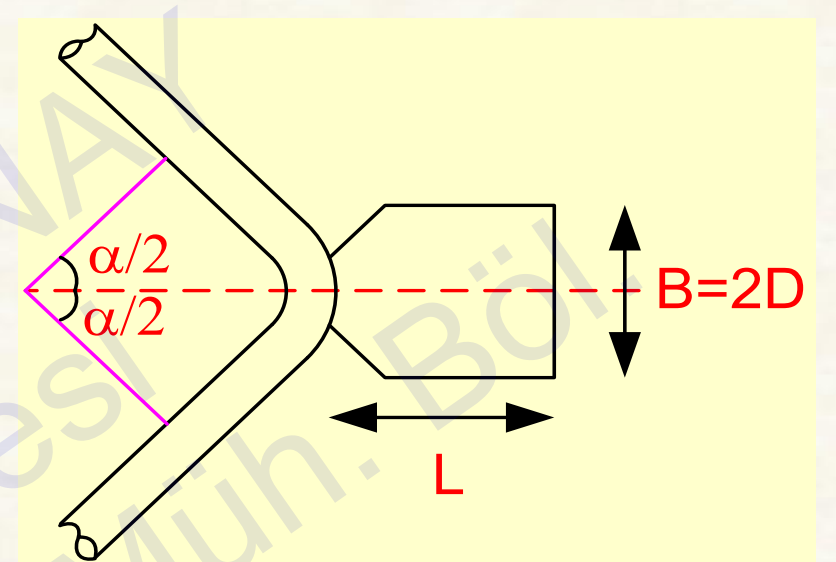
olur. Karşılanması gereken itki;

$$R = 2P \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \times 7069 \sin \frac{90}{2} = 10000 \text{ kg}$$

**Masifin boyutları;**

$h = B > 2 \cdot d = 2 \cdot 0,3 = 0,6$  m seçilirse, alan;

$A = 0,6 \cdot 0,6 = 0,36$  m<sup>2</sup> olur.



**Şekil Dirseklere gelen kuvvet**



## TESBİT KÜTLELERİ-ÖRNEK BOYUTLANDIRMA

Birim zemin alanına gelen basınç,

$$\sigma = \frac{R}{A} = \frac{10000}{3600 \text{ cm}^2} 2,8 \text{ kg / cm}^2 > 0,5 \text{ kg / cm}^2$$

Olduğundan seçilen boyutlar uygun değildir.

Boyutlar 1,5×1,5 m olsun. Bu durumda alan; A=2,25 m<sup>2</sup> olur.

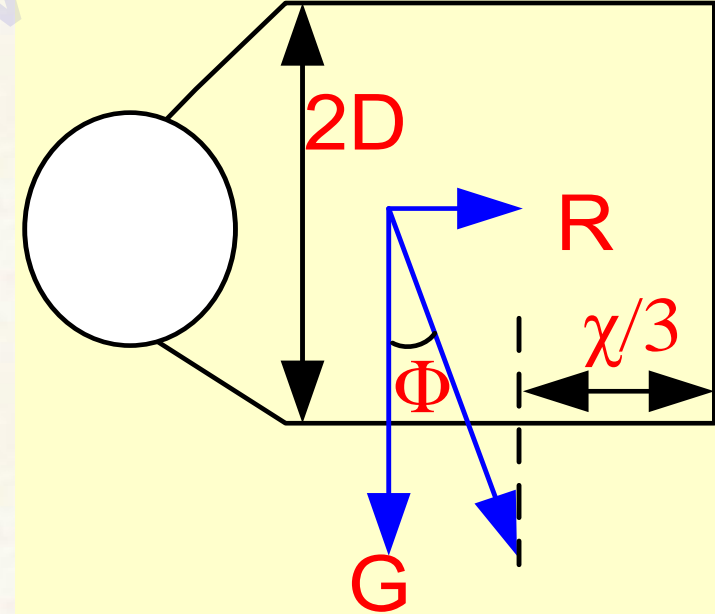
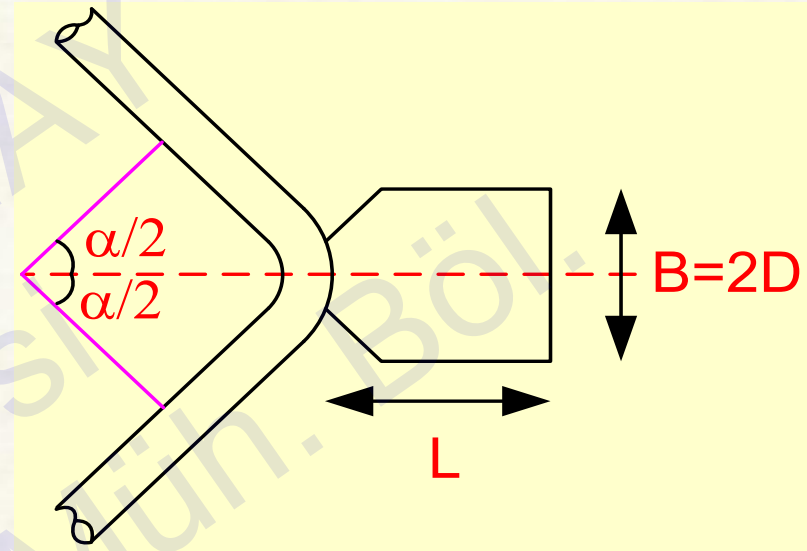
$$\sigma = \frac{R}{A} = \frac{10000}{22500 \text{ cm}^2} 0,444 \text{ kg / cm}^2 < 0,5 \text{ kg / cm}^2$$

Bu durumda seçilen boyutlar uygundur.

**Masifin ağırlığı;**

$$f = \text{tg } \Phi = \text{tg } 30 = 0,577$$

$$G = \frac{R}{f} = \frac{10000}{\text{tg } \phi} = \frac{10000}{0,577} = 17320 \text{ kg}$$



**Şekil Dirseklere gelen kuvvet**



## TESBİT KÜTLELERİ-ÖRNEK BOYUTLANDIRMA

Emniyet katsayısı 1,2 alınır, emniyetli ağırlık;

$$G_e = 1,2 * 17320 = 20\ 500\ \text{kg}$$

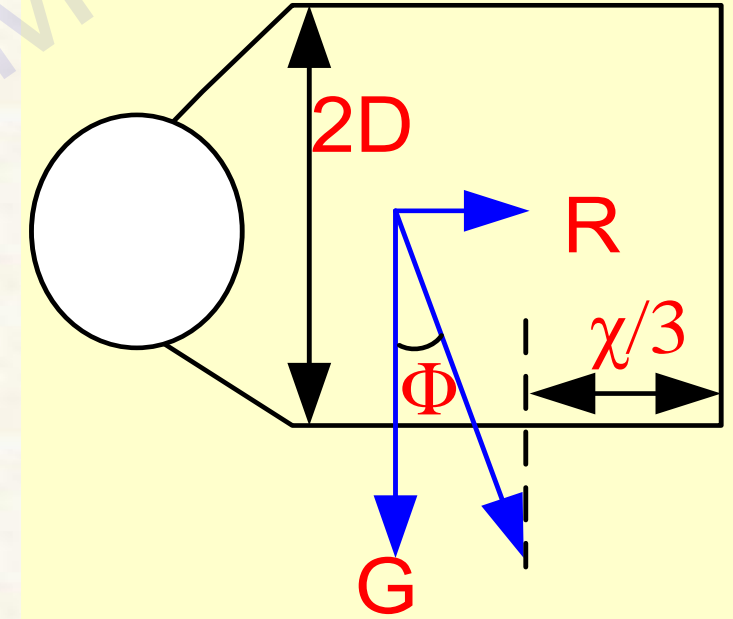
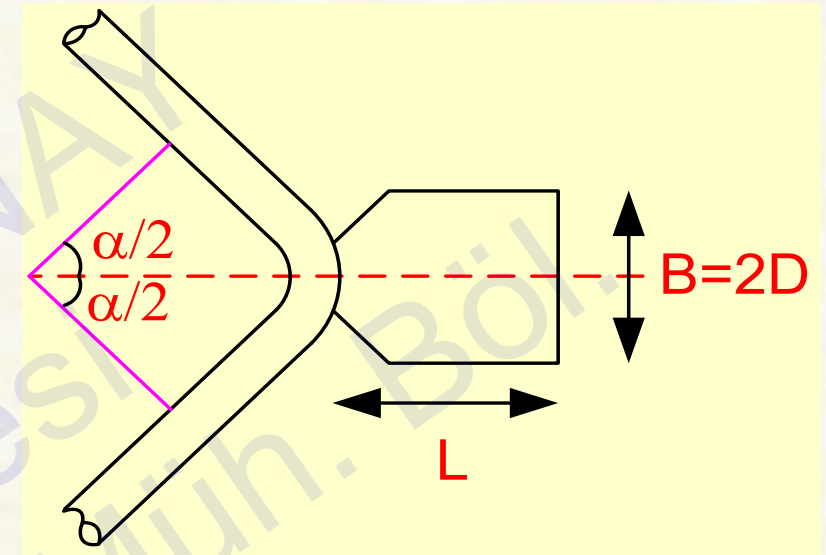
Betonun yoğunluğunu 2,2 ton/m<sup>3</sup> kabul ederek;

$$\text{Beton hacmi} = 20.5\ \text{ton} / 2,2 = 9,5\ \text{m}^3$$

Betonun boyutları;

$$1,5 \times 1,5 \times 4,2\ \text{m} = 9,5\ \text{m}^3$$

Dirsek 45 ° dönseydi, kuvvet yarıya düşeceğinden aynı şartlarda 1,2×1,2 ×3,6 m =5,2 m<sup>3</sup> beton yeterli olacaktı.



Şekil Dirseklere gelen kuvvet



# ÖRNEK-1

# CAZİBELİ İSALE





## ÖRNEK SORU

Nüfus verileri aşağıdaki gibi olan bir yerleşim yerinin su ihtiyacının belirleyiniz. Gelecek nüfusu iller Bankası metoduna göre belirleyiniz.  $q_{\text{gün}} = 200 \text{ L/N-gün}$

Yıl	Nüfus
• 2000	7 850
• 2010	9 500
• 2018	10 650

Proje süresi 1 yıl (Proje yapımı+ihale süreci)

İnşaat süresi 2 yıl

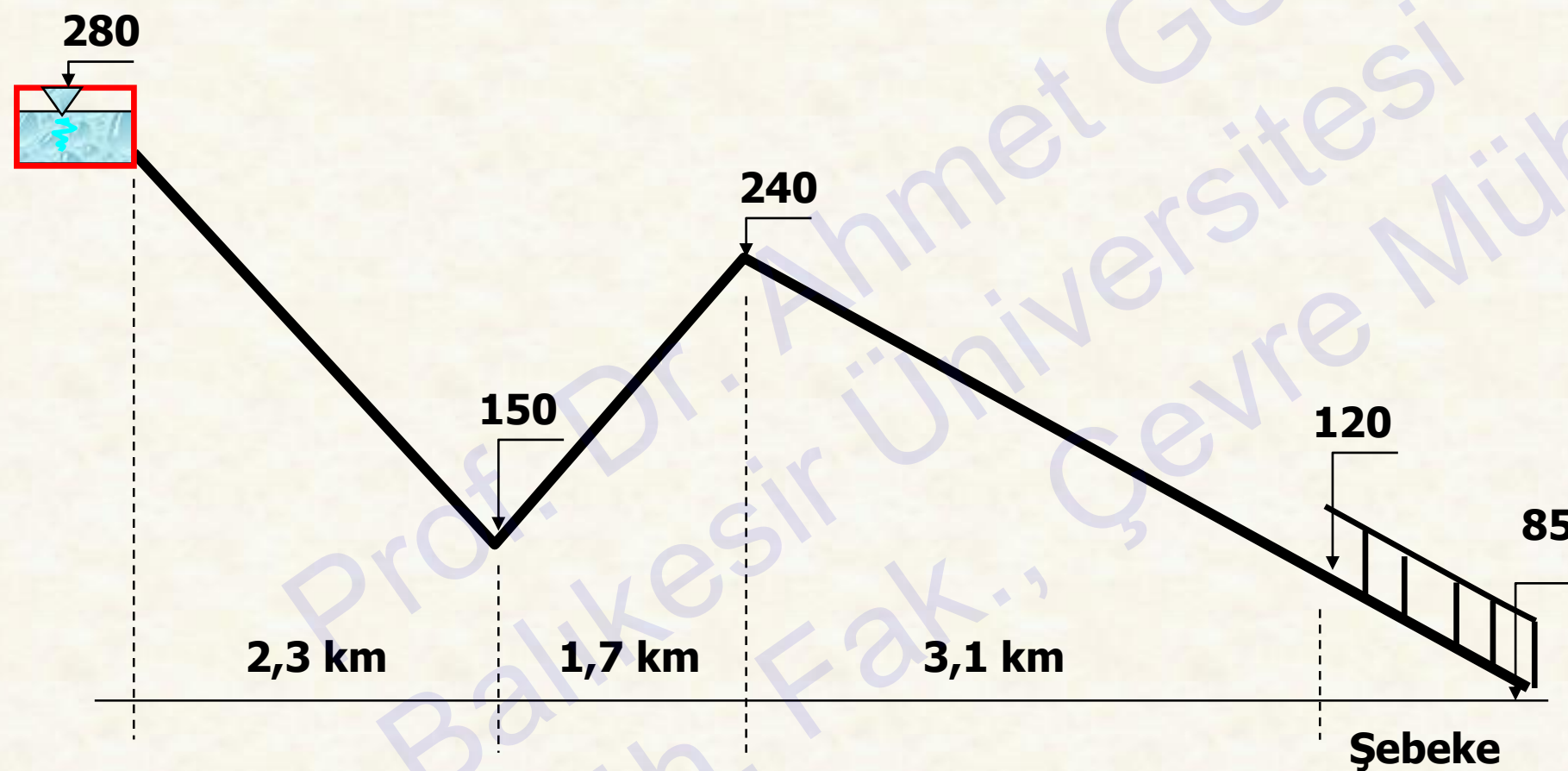
Ø20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600

Kaptaj ile şebeke arasındaki isale hattı boykesiti aşağıdaki gibi olduğuna göre, isale hattını projelendiriniz. Hat üzerindeki gerekli techizatı gösteriniz.



	<b>ŞEBEKE</b>
<b><math>(p/\gamma)_{\max}</math>, mSS</b>	<b>80</b>
<b><math>(p/\gamma)_{\min}</math>, mSS</b>	<b>30</b>

$$J = \frac{\lambda V^2}{D 2g} \quad \lambda = 0,025$$



# ÇÖZÜM

## 1. Gelecek Nüfus

### i. Çoğalma katsayısı;

$$2000 - 2010 \rightarrow \%P = \left( \sqrt[10]{\frac{9500}{7850}} - 1 \right) \times 100 = 1,926$$

$$2010 - 2018 \rightarrow \%P = \left( \sqrt[8]{\frac{10650}{9500}} - 1 \right) \times 100 = 1,439$$

$$\overline{OrtP} = 1,682$$

ort  $P = 1,682$  olduğundan  $P = 1,682$  alınır

$P_{ort} > 3$  ise  $P=3$  alınır

$1 < P_{ort} < 3$  ise  $P_{ort}$  değeri alınır

$P_{ort} < 1$  ise  $P=1$  alınır

$$ort \ q_{gün} = 200 \ L / N - gün$$

$$max \ q_{gün} = 300 \ L / N - gün$$

$$2036 \rightarrow Q_{iht} = N \times_{max} \ q_{gün} = 14380 (N) \times \frac{300 (L / N - gün)}{1000 (L / m^3)} = 8145 \ m^3 / gün \equiv 49,93 \ L / sn$$

$$2051 \rightarrow Q_{iht} = 18469 (N) \times \frac{300 (L / N - gün)}{1000 (L / m^3)} = 9893 \ m^3 / gün \equiv 64,13 \ L / sn$$

### ii. Gelecek proje yılları;

$$n_{G-15} = 2018 + 3 + 15 = 2036$$

$$n_{G-30} = 2018 + 3 + 30 = 2051$$

### iii. Gelecek nüfus

$$N_{2036} = 10650 \times \left[ 1 + \frac{1,682}{100} \right]^{(2036-2018=18)} = 14380$$

$$N_{2051} = 10650 \times \left[ 1 + \frac{1,682}{100} \right]^{(2051-2018=33)} = 18469$$

Yıl	Nüfus
• 2000	7 850
• 2010	9 500
• 2018	10 650





### 3. Boru seçimi;

a. Jeodezik kot farkı  $H_{geo.}=280-150=130$  mSS. **12,5 Atü (125 mSS)** basınca dayanıklı boru yeterli olmaz. Suyun enerjisi (suyun cazibe ile tepeyi aşması için mevcut kot farkı),  $280-240=40$  m

Normlara göre borular; **25, 40, 60, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400 ve 500 mSS** basınçlara dayanacak şekilde imal edilirler.

b. Boru çapı; **cazibeli isalede optimum su hızı 1,0 m/sn mertebesindedir.** Su hızı **1,0 m/sn** öngörülürse  $Q_{iht.}=64,13$  L /sn için takribi boru çapı;

$$Q_{iht.} = V \times A = V \times \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q_{iht.}}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 64,13 \times 10^{-3}}{\pi \times 1,0}} = 0,286m \cong \text{Ø}280$$

**İsale hattının kapasitesi artırılmaya elverişli olmadığından, 30 yıl sonraki ihtiyaç debisine göre projelendirilir.**

**Standart boru çapları;**  
**Ø250, 280 → 315**

~~200, 225,~~ **250, 280, 315,** ~~355, 400,~~

Ø20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, **250, 280, 315,**  
355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600

c. Borunun basınç dayanımını **125 mSS** seçelim. Daha yüksek basınca dayanıklı olan boruların et kalınlığı da fazla olduğundan, maliyetleri yüksek olmaktadır. Maslak ile suyun enerjisini kırarak, 125 mSS basınca dayanıklı borunun yeterli olup olmayacağı kontrol edilir. Maslak koymayınca, borunun basınç dayanımı asgari 160 mSS olmalıdır.



### 3-1. Boru Seçimi (ön değerlendirme: borunun basınç dayanımı ve et kalınlığı belirsiz);

$$\boxed{\times} \quad \text{Ø250} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 64,13 \times 10^{-3}}{\pi \times 0,25^2} = 1,306 \text{ m/sn} \quad \boxed{\times}$$

$$\boxed{\checkmark} \quad \text{Ø280} \rightarrow V = \frac{4 \times 64,13 \times 10^{-3}}{\pi \times 0,28^2} = 1,041 \text{ m/sn} \quad \boxed{\checkmark}$$

$$\boxed{\times} \quad \text{Ø315} \rightarrow V = \frac{4 \times 64,13 \times 10^{-3}}{\pi \times 0,315^2} = 0,823 \text{ m/sn} \quad \boxed{\times}$$

Standart boru çapları;  
280 → 315

355, 225, 250, 280, 315, 355, 400,

Ø280 ve 315 Seçimi  
detaylandırılmalıdır.

$$L = 4000 \text{ m}$$

$$\text{Ø250} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0151}{0,25} \times \frac{1,306^2}{2 \times 9,81} = 5,303 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta L = J \times L = 5,303 \times 10^{-3} \times 4000 = 21,21 \text{ m}$$

$$\text{Ø280} \rightarrow \frac{0,0156}{0,28} \times \frac{1,041^2}{2 \times 9,81} = 3,074 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta L = J \times L = 3,074 \times 10^{-3} \times 4000 = 12,30 \text{ m}$$

$$\text{Ø315} \rightarrow \frac{0,0159}{0,315} \times \frac{0,823^2}{2 \times 9,81} = 1,744 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta L = J \times L = 0,723 \times 10^{-3} \times 4000 = 6,98 \text{ m}$$

MRS=10 Mpa c=1,25 ó=8,0 Mpa

PN	4		5		6		8		10		12,5		16		20		25		32		
SDR	41		33		27,6		21		17		13,6		11		9		7,4		6		
cap (mm)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	
16															2,0	0,091	2,3	0,101	3,0	0,124	
20														2,0	0,117	2,3	0,131	3,0	0,153	3,4	0,179
25												2,0	0,150	2,3	0,171	3,0	0,211	3,5	0,239	4,2	0,276
32									2,0	0,196	2,4	0,230	3,0	0,280	3,6	0,326	4,4	0,391	5,4	0,452	
40							2,0	0,249	2,4	0,293	3,0	0,357	3,7	0,430	4,5	0,507	5,5	0,606	6,7	0,701	
50					1,8	0,286	2,4	0,371	3,0	0,454	3,7	0,548	4,6	0,666	5,6	0,787	6,9	0,931	8,3	1,085	
63			2,0	0,400	2,4	0,473	3,0	0,580	3,8	0,720	4,7	0,872	5,8	1,050	7,1	1,252	8,6	1,480	10,5	1,725	
75			2,3	0,545	2,7	0,632	3,6	0,825	4,5	1,015	5,6	1,234	6,8	1,480	8,3	1,744	10,3	2,100	12,5	2,442	
90	2,3	0,658	2,8	0,790	3,3	0,921	4,3	1,178	5,4	1,457	6,7	1,767	8,2	2,120	10,1	2,537	12,3	3,020	15,0	3,513	
110	2,7	0,939	3,4	1,167	4,0	1,359	5,3	1,767	6,6	2,176	8,1	2,608	10,0	3,140	12,3	3,773	15,1	4,490	18,3	5,236	
125	3,1	1,22	3,9	1,515	4,5	1,733	6,0	2,269	7,4	2,807	9,2	3,362	11,4	4,080	14,0	4,875	17,1	5,800	20,8	6,759	
140	3,5	1,537	4,3	1,868	5,1	2,194	6,7	2,834	8,3	3,468	10,3	4,212	12,7	5,110	15,4	6,018	19,2	7,270	23,3	8,477	
160	4,0	2,001	4,9	2,426	5,8	2,846	7,7	3,714	9,5	4,540	11,8	5,507	14,6	6,670	17,9	7,970	21,9	9,470	26,6	11,058	
180	4,4	2,473	5,5	3,058	6,5	3,583	8,6	4,663	10,7	5,733	13,3	6,977	16,4	8,420	20,1	10,066	24,6	12,000	29,9	13,981	
200	4,9	3,054	6,2	3,821	7,2	4,404	9,6	5,776	11,9	7,078	14,7	8,566	18,2	10,400	22,4	12,454	27,4	14,000	33,2	17,248	
225	5,5	3,848	6,9	4,779	8,2	5,631	10,8	7,303	13,4	8,976	16,6	10,872	20,5	13,100	25,2	15,755	30,8	18,700	37,4	21,846	
250	6,2	4,809	7,7	5,917	9,1	6,937	11,9	8,938	14,8	10,991	18,4	13,386	22,7	16,200	27,9	19,385	34,2	23,100	41,5	26,937	
280	6,9	5,986	8,6	7,393	10,1	8,618	13,4	11,260	16,6	13,797	20,6	16,776	25,4	20,300	31,3	24,343	38,3	28,900	46,5	33,795	
315	7,7	7,507	9,7	9,368	11,4	10,930	15,0	14,174	18,7	17,474	23,2	21,244	28,6	25,700	35,2	30,791	43,1	36,600	52,3	42,756	
355	8,7	9,545	10,9	11,853	12,9	13,923	16,9	17,985	21,1	22,206	26,1	26,927	32,2	32,600	39,7	39,123	48,5	46,400	59,0	54,338	
400	9,8	12,101	12,3	15,056	14,5	17,622	19,1	22,885	23,7	28,097	29,4	34,164	36,3	41,400	44,7	49,627	54,7	59,000			
450	11,0	15,266	13,8	18,990	16,3	22,271	21,5	28,965	26,7	35,592	33,1	43,255	40,9	52,400	50,3	62,810	61,5	74,600			
500	12,3	18,946	15,3	23,380	18,1	27,464	23,9	35,760	29,7	43,972	36,8	53,416	45,4	64,850	55,8	77,424					
560	13,7	23,621	17,2	29,414	20,3	34,478	26,7	44,732	33,2	55,042	41,2	66,964	50,8	81,462							
630	15,4	29,849	19,3	37,113	22,8	43,546	30,0	56,526	37,4	69,729	46,3	84,648	57,2	102,800							
710	17,4	37,98	21,8	47,214	25,7	55,292	33,9	71,950	42,1	88,443	52,2	107,527									
800	19,6	48,176	24,5	59,765	29,0	70,268	38,1	91,100	47,4	112,178	58,8	136,454									
900	22,0	60,807	27,6	75,708	32,6	88,873	42,9	115,364	53,3	141,884											
1000	24,5	75,205	30,6	93,239	36,2	109,580	47,7	142,488	59,3	175,351											

s: Et kalınlığı (mm) / Wall Thickness • m: Birim Ağırlığı (kg/mt) / Unit Weight • MRS: Minimum Gerekli Mukavemet (Mpa) / Minimum Required Strength (Mpa) • c: Emniyet Katsayısı / Safety Coefficient • ó: Dizayn Gerilimi / Design Stress

TS EN 12201-2:2011+A1

HDPE 100 BORU BİRİM AĞIRLIKLARI

sunpipe

Ø280 için  
e=20,6 mm  
SDR=13,6  
PN 12,5

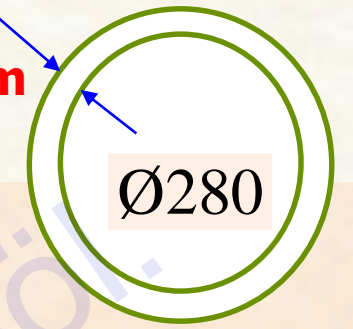
Ø315 için  
e=23,2 mm  
SDR=13,6  
PN 12,5



### 3-2. Seçilen borunun kesin hesabı;

**Ø280**, Borunun et kalınlığı  $e=20,6$  mm için **su hızı ve yük kaybı**;

$e=20,6$  mm



$$\text{Ø280} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 64,13 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,28 - 2 \times 20,6 / 1000)^2} = 1,432 \text{ m / sn}$$

$D=0,2388\text{m}$

$$\text{Ø280} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{1,432 \text{ m / sn} \times 0,2388 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 224954$$

$5^\circ\text{C}$  için

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{224954^{0,237}} = 0,0151$$

$$\text{Ø280} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0151}{(0,28 - 2 \times 20,6 / 1000)} \times \frac{1,432^2}{2 \times 9,81} = 6,612 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$D=0,2388\text{m}$

$$\text{Ø280} \rightarrow \Delta L = J \times L = 6,612 \times 10^{-3} \times 4000 = 26,45 \text{ m}$$

### 3-3. Seçilen borunun kesin hesabı;

**Ø315**, Borunun et kalınlığı  $e=23,2$  mm için **su hızı ve yük kaybı**;

$e=23,2$  mm

Ø315

$$\text{Ø315} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 64,13 \times 10^{-3}}{\pi \times \underbrace{(0,315 - 2 \times 23,2 / 1000)^2}_{D=0,2686m}} = 1,132 \text{ m / sn}$$

$$\text{Ø315} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{1,132 \text{ m / sn} \times 0,2686 \text{ m}}{\underbrace{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}}_{5^\circ\text{C su için}}} = 199996$$

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{199996^{0,237}} = 0,0155$$

$$\text{Ø315} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0155}{\underbrace{(0,315 - 2 \times 23,2 / 1000)}_{D=0,2686m}} \times \frac{1,132^2}{2 \times 9,81} = 3,755 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$$\text{Ø315} \rightarrow \Delta L = J \times L = 3,755 \times 10^{-3} \times 4000 = 15,02 \text{ m}$$

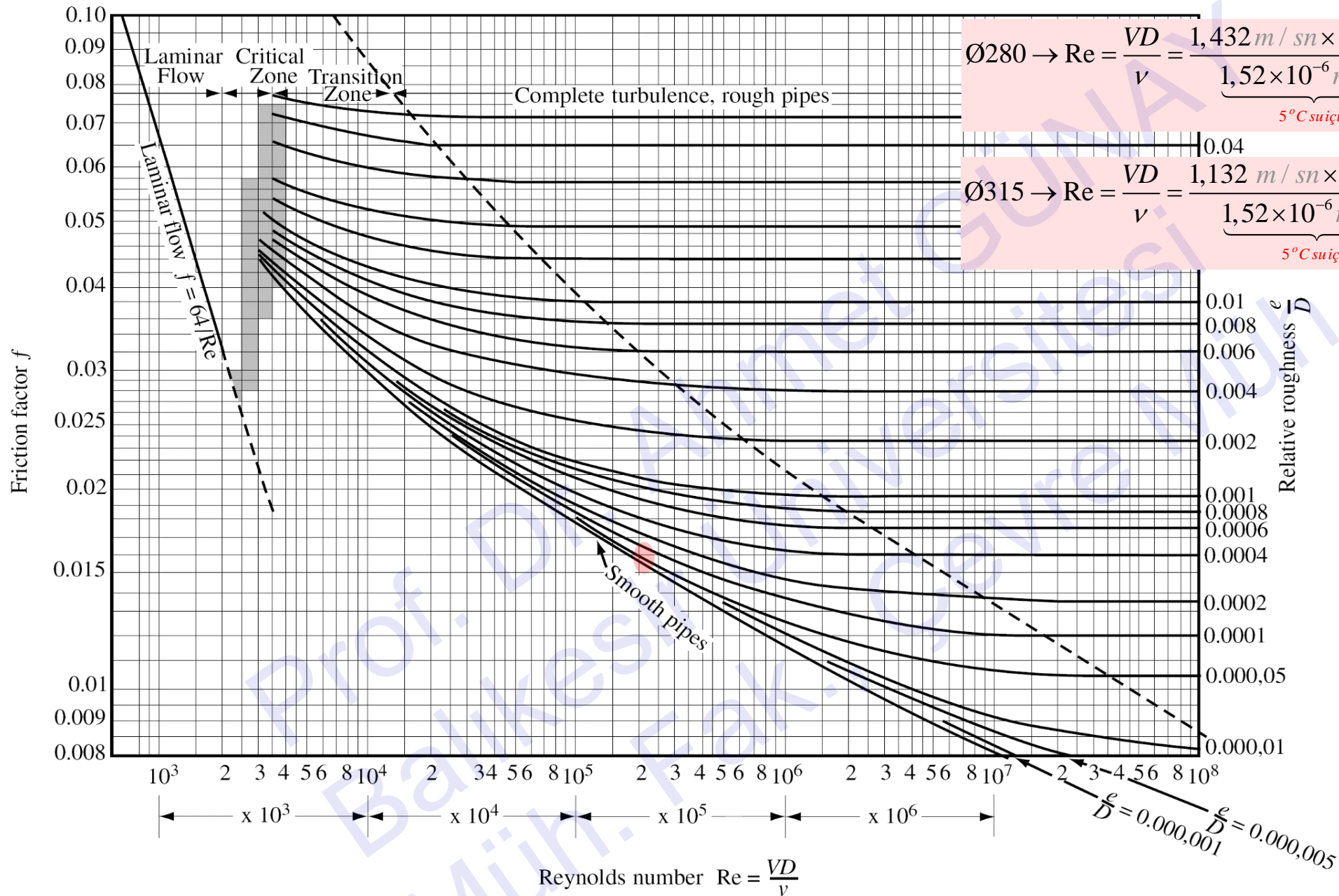
$$\text{Ø280} \rightarrow V = 1,432 \text{ m / sn} \quad \text{ve}$$

$$\Delta L = 26,45 \text{ m} \quad \boxed{\times}$$

$$\text{Ø315} \rightarrow V = 1,132 \text{ m / sn} \quad \text{ve}$$

$$\Delta L = 15,02 \text{ m} \quad \boxed{\checkmark}$$

**Çap seçimi neye göre yapılır?**



$$\text{Ø}280 \rightarrow Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{1,432 \text{ m/sn} \times 0,2388 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 224\,954 \Rightarrow \lambda = 0,0151$$

*5°C su için*

$$\text{Ø}315 \rightarrow Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{1,132 \text{ m/sn} \times 0,2686 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 199\,996 \Rightarrow \lambda = 0,0155$$

*5°C su için*

$\lambda = 0,015$   
olarak da alınabilirdi.



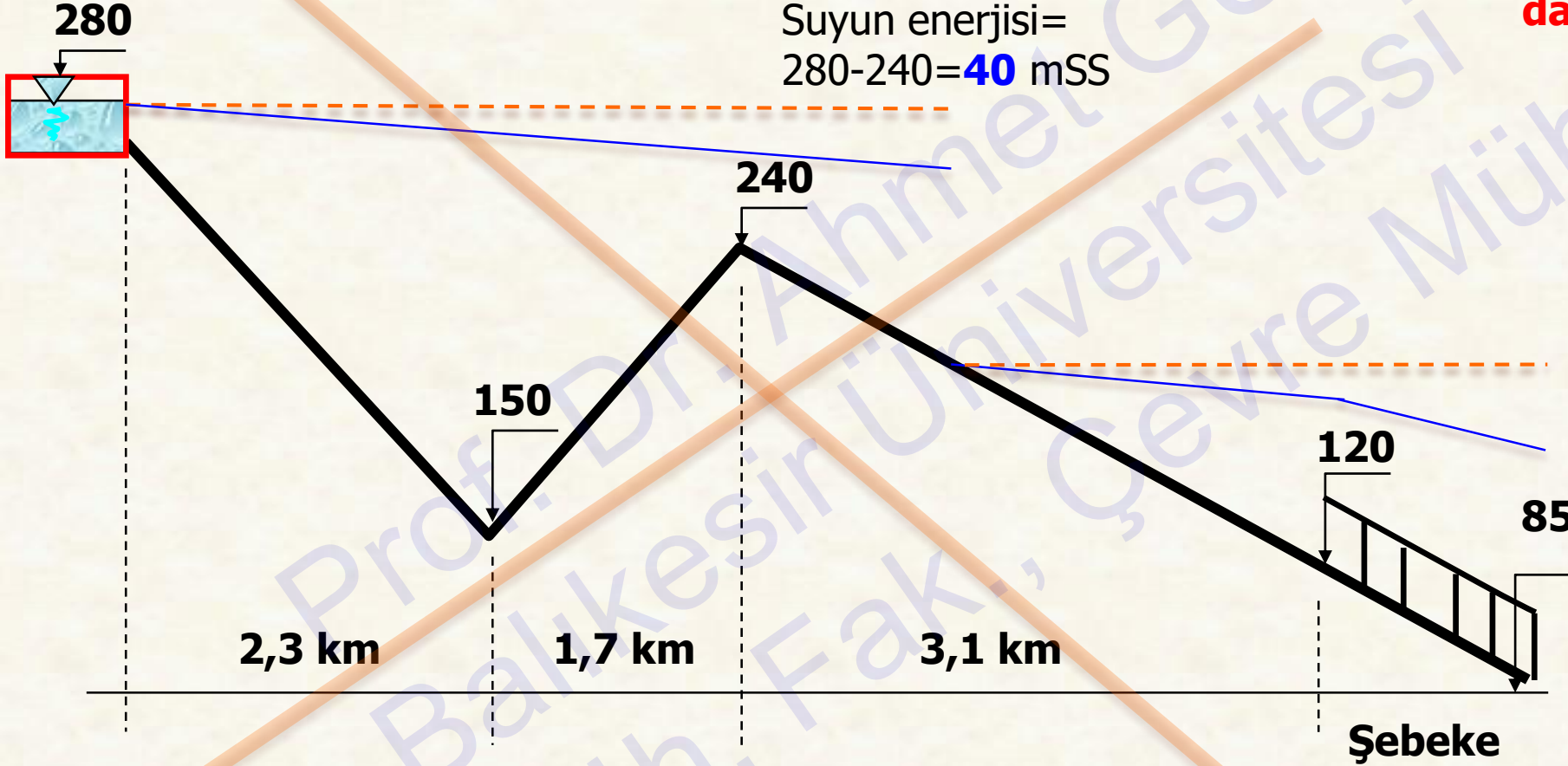
## 4-1. İsale hattının çapı

Ø280 →  $V = 1,432 \text{ m/sn}$  ve  $\Delta L = 26,45 \text{ m}$  ❌

Ø315 →  $V = 1,132 \text{ m/sn}$  ve  $\Delta L = 15,02 \text{ m}$  ✅

Hattaki en yüksek basınç;  
 $280 - 150 = 130 \text{ mSS} > 125 \text{ mSS}$

**125 mSS basınca dayanıklı boru seçilemez.**

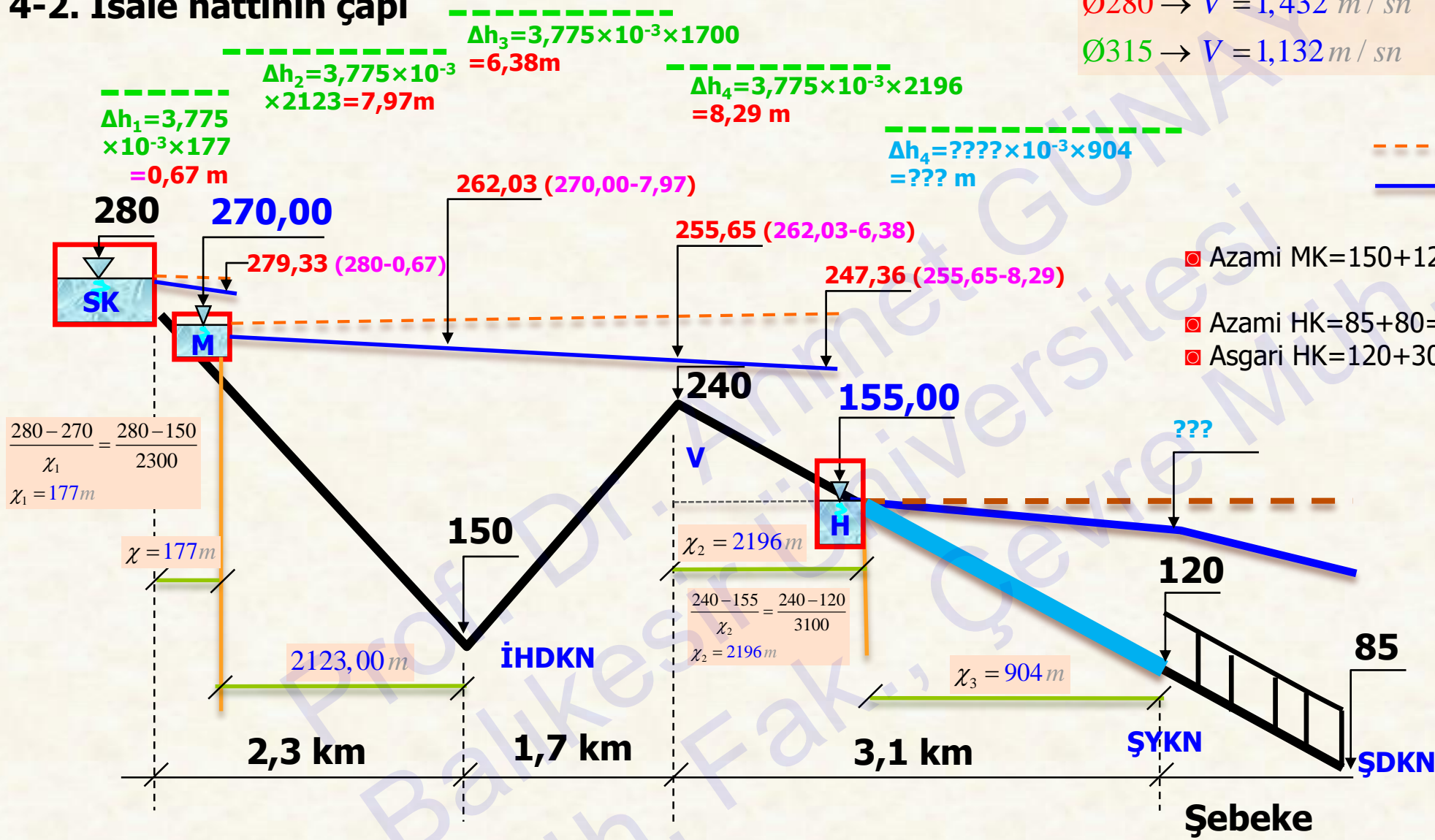


Suyun enerjisi=  
 $280 - 240 = 40 \text{ mSS}$

Maslak ile suyun enerjisi kırılarak 125 mSS basınca dayanıklı boru seçilebilir.

Maslak konmazsa, borunun basınç dayanımı asgari 160 mSS değildir.

## 4-2. İsale hattının çapı



Ø280	→ V = 1,432 m / sn	ve	ΔL = 26,45 m	✗
Ø315	→ V = 1,132 m / sn	ve	ΔL = 15,02 m	✓

- Statik su seviyesi (dashed orange line)
- Piyozometre çizgisi (solid blue line)
- Azami MK = 150 + 125 = 275 m → 270 olsun
- Azami HK = 85 + 80 = 165 m
- Asgari HK = 120 + 30 = 150 m } HK = 155 m olsun

Hesaplama için su kaynağından başlarız?

Maslak ile suyun enerjisi kırılarak 125 mSS basınca dayanıklı boru seçilebilir. Maslak olmasaydı, borunun basınç dayanımı asgari 160 mSS olacaktı.



## 5. Şebeke ana borusu;

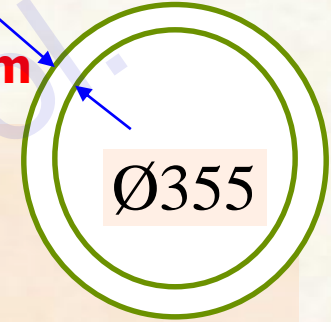
Şebeke ana borusunun asgari basınç dayanımı?

Şebeke ana borusundaki azami basınç=155-120=35 mSS, Seçilecek borunun basınç dayanımı 60 mSS olsun.

Normlara göre borular; 25, 40, 60, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400 ve 500 mSS basınçlara dayanacak şekilde imal edilirler.

Ø355, Borunun et kalınlığı e=12,9 mm için su hızı ve yük kaybı;

e=12,9 mm



$$\text{Ø355} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times (1,5 \times 64,13 \times 10^{-3})}{\pi \times (0,355 - 2 \times 12,9 / 1000)^2} = 1,130 \text{ m / sn}$$

$D=0,3292 \text{ m}$

$$\text{Ø355} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{1,13 \text{ m / sn} \times 0,3292 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 244770$$

$5^\circ \text{C sui için}$

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{244770^{0,237}} = 0,01487$$

$$\text{Ø355} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,01487}{(0,355 - 2 \times 12,9 / 1000)} \times \frac{1,13^2}{2 \times 9,81} = 2,942 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$D=0,3292 \text{ m}$

$$\text{Ø355} \rightarrow \Delta L = J \times L = 2,942 \times 10^{-3} \times 904 = 2,66 \text{ m}$$



MRS=10 Mpa c=1,25 ó=8,0 Mpa

PN	4		5		6		8		10		12,5		16		20		25		32	
SDR	41		33		27,6		21		17		13,6		11		9		7,4		6	
cap (mm)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)
16															2,0	0,091	2,3	0,101	3,0	0,124
20													2,0	0,117	2,3	0,131	3,0	0,153	3,4	0,179
25											2,0	0,150	2,3	0,171	3,0	0,211	3,5	0,239	4,2	0,276
32									2,0	0,196	2,4	0,230	3,0	0,280	3,6	0,326	4,4	0,391	5,4	0,452
40							2,0	0,249	2,4	0,293	3,0	0,357	3,7	0,430	4,5	0,507	5,5	0,606	6,7	0,701
50					1,8	0,286	2,4	0,371	3,0	0,454	3,7	0,548	4,6	0,666	5,6	0,787	6,9	0,931	8,3	1,085
63			2,0	0,400	2,4	0,473	3,0	0,580	3,8	0,720	4,7	0,872	5,8	1,050	7,1	1,252	8,6	1,480	10,5	1,725
75			2,3	0,545	2,7	0,632	3,6	0,825	4,5	1,015	5,6	1,234	6,8	1,480	8,3	1,744	10,3	2,100	12,5	2,442
90	2,3	0,658	2,8	0,790	3,3	0,921	4,3	1,178	5,4	1,457	6,7	1,767	8,2	2,120	10,1	2,537	12,3	3,020	15,0	3,513
110	2,7	0,939	3,4	1,167	4,0	1,359	5,3	1,767	6,6	2,176	8,1	2,608	10,0	3,140	12,3	3,773	15,1	4,490	18,3	5,236
125	3,1	1,22	3,9	1,515	4,5	1,733	6,0	2,269	7,4	2,807	9,2	3,362	11,4	4,080	14,0	4,875	17,1	5,800	20,8	6,759
140	3,5	1,537	4,3	1,868	5,1	2,194	6,7	2,834	8,3	3,468	10,3	4,212	12,7	5,110	15,4	6,018	19,2	7,270	23,3	8,477
160	4,0	2,001	4,9	2,426	5,8	2,846	7,7	3,714	9,5	4,540	11,8	5,507	14,6	6,670	17,9	7,970	21,9	9,470	26,6	11,058
180	4,4	2,473	5,5	3,058	6,5	3,583	8,6	4,663	10,7	5,733	13,3	6,977	16,4	8,420	20,1	10,066	24,6	12,000	29,9	13,981
200	4,9	3,054	6,2	3,821	7,2	4,404	9,6	5,776	11,9	7,078	14,7	8,566	18,2	10,400	22,4	12,454	27,4	14,000	33,2	17,248
225	5,5	3,848	6,9	4,779	8,2	5,631	10,8	7,303	13,4	8,976	16,6	10,872	20,5	13,100	25,2	15,755	30,8	18,700	37,4	21,846
250	6,2	4,809	7,7	5,917	9,1	6,937	11,9	8,938	14,8	10,991	18,4	13,386	22,7	16,200	27,9	19,385	34,2	23,100	41,5	26,937
280	6,9	5,986	8,6	7,393	10,1	8,618	13,4	11,260	16,6	13,797	20,6	16,776	25,4	20,300	31,3	24,343	38,3	28,900	46,5	33,795
315	7,7	7,507	9,7	9,368	11,4	10,930	15,0	14,174	18,7	17,474	23,2	21,244	28,6	25,700	35,2	30,791	43,1	36,600	52,3	42,756
355	8,7	9,545	10,9	11,853	12,9	13,923	16,9	17,985	21,1	22,206	26,1	26,927	32,2	32,600	39,7	39,123	48,5	46,400	59,0	54,338
400	9,8	12,101	12,3	15,056	14,5	17,622	19,1	22,885	23,7	28,097	29,4	34,164	36,3	41,400	44,7	49,627	54,7	59,000		
450	11,0	15,266	13,8	18,990	16,3	22,271	21,5	28,965	26,7	35,592	33,1	43,255	40,9	52,400	50,3	62,810	61,5	74,600		
500	12,3	18,946	15,3	23,380	18,1	27,464	23,9	35,760	29,7	43,972	36,8	53,416	45,4	64,850	55,8	77,424				
560	13,7	23,621	17,2	29,414	20,3	34,478	26,7	44,732	33,2	55,042	41,2	66,964	50,8	81,462						
630	15,4	29,849	19,3	37,113	22,8	43,546	30,0	56,526	37,4	69,729	46,3	84,648	57,2	102,800						
710	17,4	37,98	21,8	47,214	25,7	55,292	33,9	71,950	42,1	88,443	52,2	107,527								
800	19,6	48,176	24,5	59,765	29,0	70,268	38,1	91,100	47,4	112,178	58,8	136,454								
900	22,0	60,807	27,6	75,708	32,6	88,873	42,9	115,364	53,3	141,884										
1000	24,5	75,205	30,6	93,239	36,2	109,580	47,7	142,488	59,3	175,351										

s: Et kalınlığı (mm) / Wall Thickness • m: Birim Ağırlığı (kg/mt) / Unit Weight • MRS: Minimum Gerekli Mukavemet (Mpa) / Minimum Required Strength (Mpa) • c: Emniyet Katsayısı / Safety Coefficient • ó: Dizayn Gerilimi / Design Stress

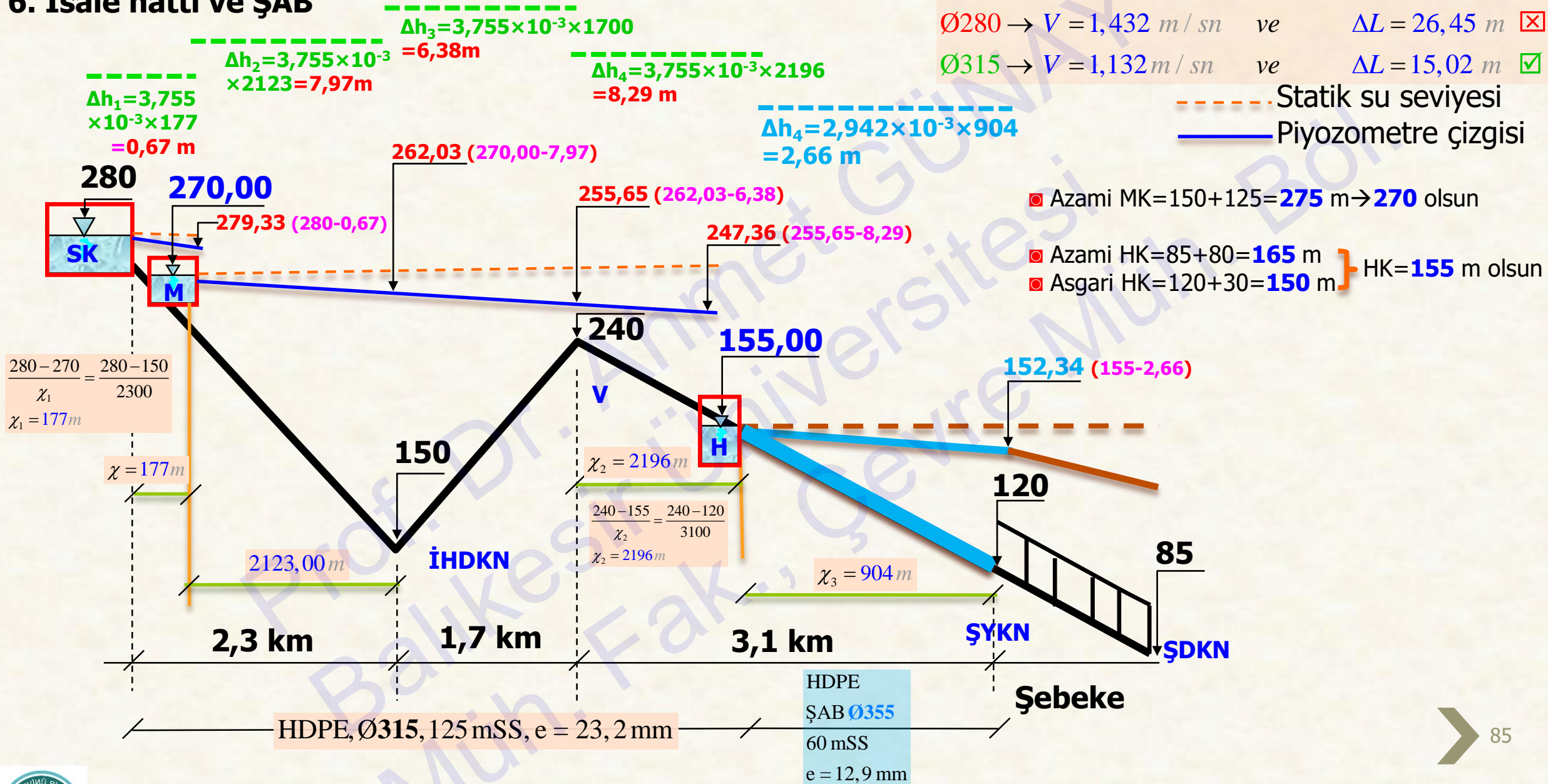
TS EN 12201-2:2011+A1

HDPE 100 BORU BİRİM AĞIRLIKLARI

sunpipe

Ø355 için  
e=12,9 mm  
SDR=27,6  
PN 6

## 6. İsale hattı ve ŞAB



## 7. Kritik noktalarda basınç kontrolü

## Kaç tane kritik nokta vardır?

(i) İHDKN;  $P_{Statik} = 270 - 150 = 120 \text{ mSS} < 125 \text{ mSS}$

$P_{İşletme} = 262,03 - 150 = 112,03 \text{ mSS} < 125 \text{ mSS}$

(ii) V;  $P_{Statik} = 270 - 240 = 30 \text{ mSS} < 125 \text{ mSS}$

$P_{İşletme} = 255,65 - 240 = 15,65 \text{ m} > 3,00 \text{ mSS}$

(iii) H;  $P_{Statik} = 270 - 155 = 115 \text{ mSS} < 125 \text{ mSS}$

$P_{İşletme} = 247,36 - 155 = 92,36 \text{ m} < 125 \text{ mSS}$

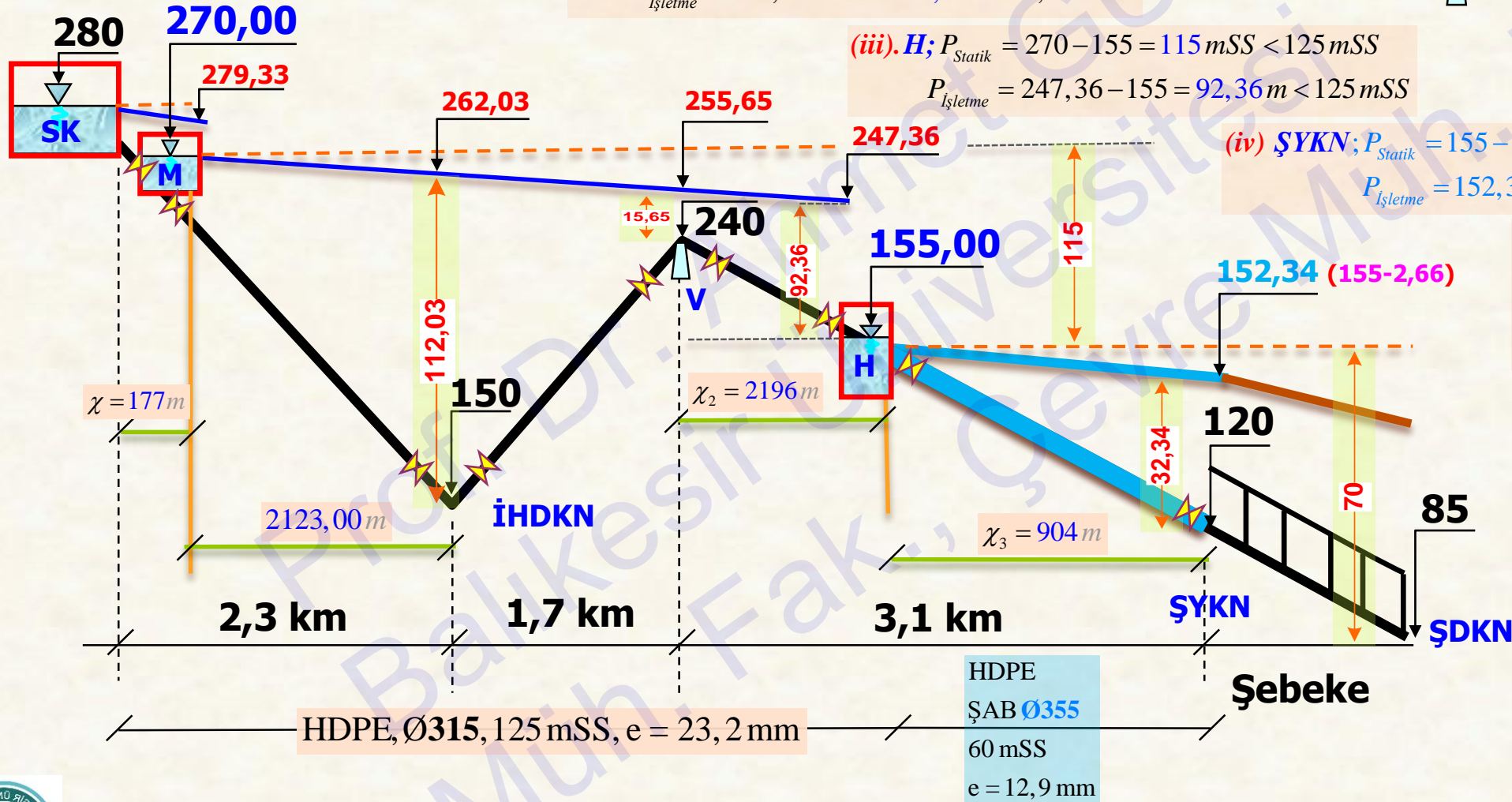
(iv) ŞYKN;  $P_{Statik} = 155 - 120 = 35,00 \text{ mSS} > 30 \text{ mSS}$

$P_{İşletme} = 152,34 - 120 = 32,34 \text{ m} > 30 \text{ mSS}$

(v) ŞDKN;

$P_{Statik} = 155 - 85$

$= 70,00 \text{ mSS} < 80 \text{ mSS}$





# ÖRNEK-2

# TRFİLİ İSALE



## ÖRNEK: Terfilisale + pompa seçimi

Gelecek nüfusu **30 000 kişi** olan bir yerleşim yerinin su ihtiyacı aşağıda boykesiti verilen terfilisale ile karşılanacaktır. İsale hattının boru çapını belirleyiniz, manometrik basma yüksekliğini hesaplayınız. Pompa gücünü hesaplayınız. Pompa seçimini yapınız. Depresyon ve süpresyon basıncını hesaplayınız. Hava kazanının hacmini hesaplayınız. Terfi süresi günde **15 saattir**.  $\max q_{\text{gün}} = 250 \text{ l/N-gün}$

$\gamma$ : suyun özgül ağırlığı,  $1000 \text{ kg/m}^3$

$Q$ : terfi debisi,  $\text{m}^3/\text{sn}$

$H$ : terfi yüksekliği, m

$\eta$ : tulumbanın ve pompanın toplam verimi;

$\eta = 0,75$  (%75)

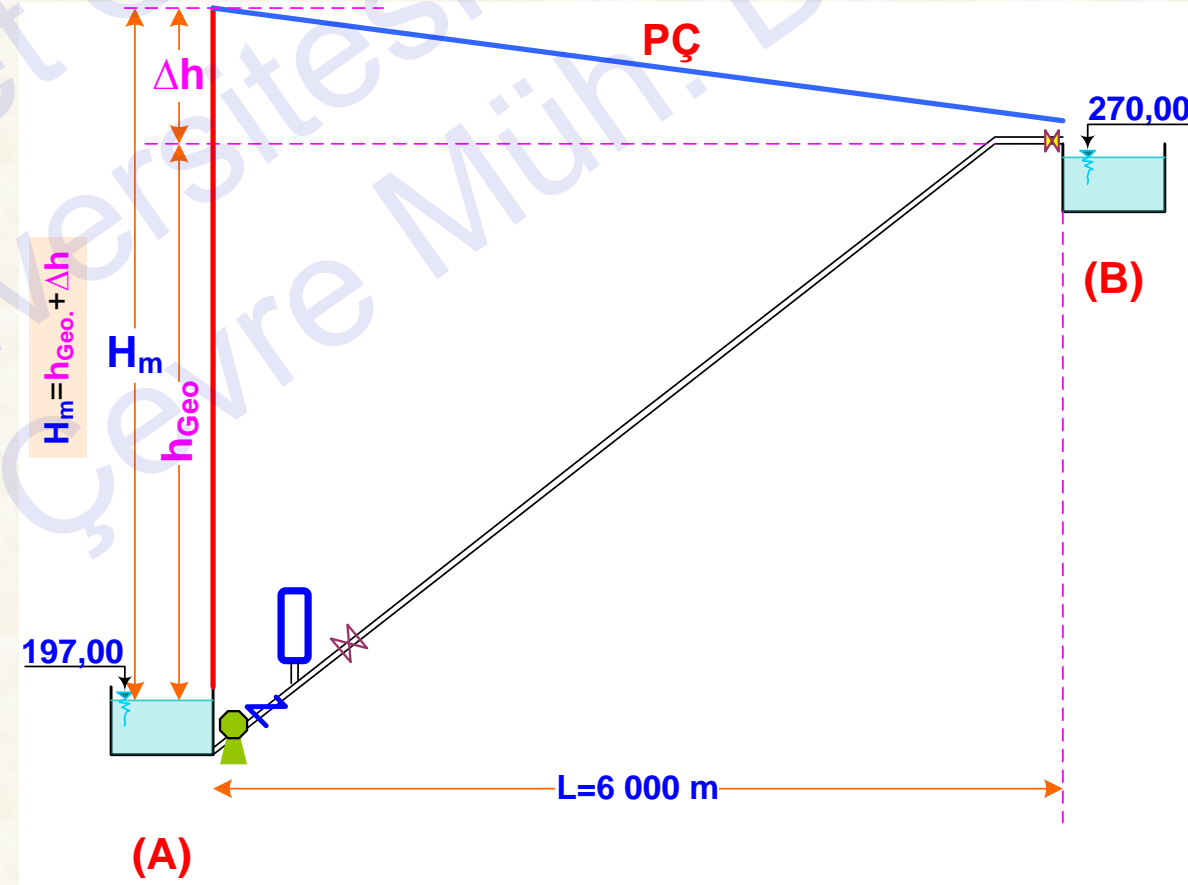
$$N_{kW} = \frac{\gamma \times Q \times H}{102 \times \eta}, kW$$

**Standart Boru Çapları;**  $\emptyset 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600$

**Standart boru çaplarının artış trendi nasıl yorumlanabilir? Su hızı ile ilişkisi?**

$$Q_{\text{Terfi}} = \frac{N \times \max q_{\text{gün}}}{15 \text{ saat} \times}$$

$$J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$



## ÇÖZÜM:

### 1. Terfi debisi;

$$Q_{iht} = N \times_{max} q_{gün} = 30000 (N) \times \frac{250 (L / N - gün)}{1000 (L / m^3)} = 7500 m^3 / gün \equiv 312,50 m^3 / saat \equiv 0,08681 m^3 / sn$$

Terfi süresi **15 saat** olduğundan,

$$Q_{Terfi} = \frac{7500 (m^3 / gün)}{15 (saat / gün)} = 500 m^3 / saat \equiv 0,1389 m^3 / sn$$

### 2. Boru seçimi;

a. Jeodezik basma yüksekliği  $H_{geo.} = 270 - 197 = 73$  mSS.

Depresyon-süpresyon basıncı da göz önüne alınarak **12,5 Atü (125 mSS)** basınca dayanıklı boru yeterli olabilir.

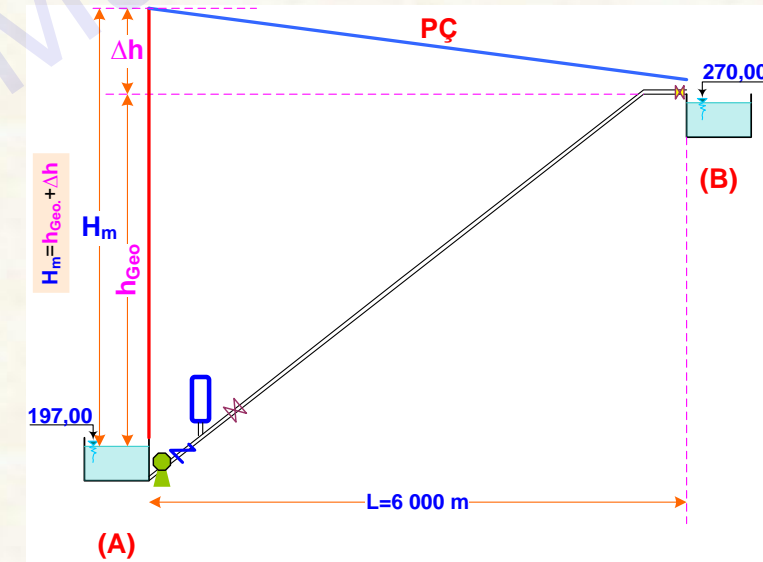
#### Plastik boruların basınç dayanım normları;

Normlara göre borular; 25, 40, 60, 80, **100, 125**, 160, 200, 250, 320, 400 ve 500 mSS basınçlara dayanacak şekilde imal edilirler.

b. Boru çapı; terfilisalede optimum su hızı **0,6-0,8 m/sn** mertebesindedir. Su hızı **0,70 m/sn** öngörülürse

$Q_{Terfi} = 0,1389 m^3 / sn$  için takribi boru çapı;

$$Q_{Terfi} = V \times A = V \times \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q_{Terfi}}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1389}{\pi \times 0,7}} = 0,502 m \cong \text{Ø}500$$



Standart boru çapları;  
Ø450 ← 500 → 560

355, 400, **450, 500, 560**, 630, 710,





### 3-1. Boru Seçimi (ön değerlendirme: borunun basınç dayanımı ve et kalınlığı belirsiz);

$$\boxed{\times} \quad \text{Ø}450 \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,1389}{\pi \times 0,45^2} = 0,873 \text{ m/sn}$$

$$\boxed{\checkmark} \quad \text{Ø}500 \rightarrow V = \frac{4 \times 0,1389}{\pi \times 0,50^2} = 0,707 \text{ m/sn}$$

$$\boxed{\times} \quad \text{Ø}560 \rightarrow V = \frac{4 \times 0,1389}{\pi \times 0,56^2} = 0,564 \text{ m/sn}$$

Standart boru çapları;  
Ø450 ← 500 → 560

355, 400, 450, 500, 560, 630, 710,

Ø 500 Seçimi  
detaylandırılmalıdır.

$$\text{Ø}450 \rightarrow J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,025}{0,45} \times \frac{0,873^2}{2 \times 9,81} = 2,16 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta L = J \times L = 2,16 \times 10^{-3} \times 6000 = 12,96 \text{ m}$$

$$\text{Ø}500 \rightarrow \frac{0,025}{0,50} \times \frac{0,707^2}{2 \times 9,81} = 1,275 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta L = J \times L = 1,275 \times 10^{-3} \times 6000 = 7,65 \text{ m}$$

$$\text{Ø}560 \rightarrow \frac{0,025}{0,56} \times \frac{0,654^2}{2 \times 9,81} = 0,723 \times 10^{-3} \Rightarrow \Delta L = J \times L = 0,723 \times 10^{-3} \times 6000 = 4,34 \text{ m}$$

### 3-2. Bresse Formülüne göre terfilî isalede ekonomik boru çapı;

$$* 1,35 \cdot \sqrt[6]{Q^3} \leq D \leq 1,7 \cdot \sqrt[6]{Q^3}$$
$$1,35 \sqrt[6]{0,1389^3} \leq D \leq 1,7 \cdot \sqrt[6]{0,1389^3}$$
$$0,503 m \leq D \leq 0,634 m$$

$$* \text{Bresse Formülü; } D_e = 1,5 \sqrt[6]{Q} \rightarrow D_e = 1,5 \sqrt[6]{0,1389} = 0,559 m$$

**Standart boru çapları;**  
**Ø450 ←500→ 560**

~~355, 400,~~ **450, 500, 560,** ~~630, 710,~~

Terfilî isale hattında boru çapı 0,50-0,56 m civarında olacaktır.

İsale hattında;

- Boru çapı,
- Borunun basınç dayanımı,
- Et kalınlığı,
- Su hızı,
- Yük kaybı

Hesaplanmalıdır.

**İkinci seçenek;**  
**Standart boru çapları;**  
**Ø500 ←560→ 630**

400, 450, **500, 560 630,** ~~710,~~



### 3-3. Katalogdan boru Seçimi;

Uygun çaptaki standart boruların teknik özellikleri farklı kataloglardan irdelenir.

- Basınç dayanımı (**125 mSS** olmalı),
- Hammaddenin hurda plastik olup olmadığı (hurdadan çekme boru),
- Et kalınlığı,
- Fiyatı,
- Nakliye mesafeleri,
- SDR
- Diğer teknik özellikleri

ÇAP	SN4	SN8	YÜKLEME ADETI		
			BOY METRE	KAMYON	TIR
100	√	√	6	560	1120
150	√	√	6	250	500
200	√	√	6	125	250
300	√	√	6	64	128
400	√	√	6	34	68
500	√	√	6	20	40
600	√	√	6	12	24
800	√	√	6	8	16
1000	√	√	6	4	8



#### PE 100 BORU SDR 13,6 PN 12,5

KOD	ÇAP	AÇIKLAMA	B.FİYAT
	25	HDPE PN 12,5 BORU	0,41 €
	32	HDPE PN 12,5 BORU	0,64 €
	40	HDPE PN 12,5 BORU	1,02 €
	50	HDPE PN 12,5 BORU	1,57 €
	63	HDPE PN 12,5 BORU	2,50 €
	75	HDPE PN 12,5 BORU	3,55 €
	90	HDPE PN 12,5 BORU	5,13 €
	110	HDPE PN 12,5 BORU	7,57 €
	125	HDPE PN 12,5 BORU	9,78 €
	140	HDPE PN 12,5 BORU	12,26 €
	160	HDPE PN 12,5 BORU	16,05 €
	180	HDPE PN 12,5 BORU	20,33 €
	200	HDPE PN 12,5 BORU	24,98 €
	225	HDPE PN 12,5 BORU	31,74 €
	250	HDPE PN 12,5 BORU	39,08 €
	280	HDPE PN 12,5 BORU	49,01 €
	315	HDPE PN 12,5 BORU	62,11 €
	355	HDPE PN 12,5 BORU	78,74 €
	400	HDPE PN 12,5 BORU	99,94 €
	450	HDPE PN 12,5 BORU	126,58 €
	500	HDPE PN 12,5 BORU	156,37 €
	560	HDPE PN 12,5 BORU	196,06 €
	630	HDPE PN 12,5 BORU	247,93 €
	710	HDPE PN 12,5 BORU	312,08 €
	800	HDPE PN 12,5 BORU	399,82 €
	900	HDPE PN 12,5 BORU	506,37 €
	1000	HDPE PN 12,5 BORU	624,68 €

# ADAY YAPI

PN 12,5

Ø450

Ø500

Ø560

Ø630

SDR=Diş çap/et kalınlığı



DN mm	oleranslar (+)			SDR 41 PN 4			SDR 33 PN 5			SDR 27,6 PN 6			SDR 22 PN 8			SDR 17 PN 10			SDR 13,6 PN 12,5			SDR 11 PN 16			SDR 9 PN 20			SDR 7,4 PN 25			SDR 6 PN 32		
	A*	B*	O*	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m			
	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m			
16	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,4	0,12	
20	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0,3	0,11	2,3	0,3	0,13	3,0	0,4	0,16	3,4	0,5	0,18	
25	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,3	0,16	3,0	0,4	0,21	3,5	0,5	0,24	4,2	0,6	0,28	
32	0,3	0,3	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0,3	0,19	-	-	-	3,0	0,4	0,27	3,6	0,5	0,32	4,4	0,6	0,38	5,4	0,7	0,45
40	0,4	0,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	0,4	0,29	3,0	0,5	0,36	3,7	0,5	0,42	4,5	0,6	0,50	5,5	0,7	0,60	6,7	0,8	0,70	
50	0,4	0,4	1,4	-	-	-	-	-	-	1,8	0,4	0,29	2,4	0,3	0,36	3,0	0,4	0,45	3,7	0,5	0,54	4,6	0,6	0,66	5,6	0,7	0,78	6,9	0,8	0,93	8,3	1,0	1,08
63	0,4	0,4	1,5	1,8	0,3	0,36	2,0	0,3	0,39	2,4	0,4	0,47	3,0	0,4	0,57	3,8	0,5	0,71	4,7	0,6	0,87	5,8	0,7	1,04	7,1	0,9	1,25	8,6	1,0	1,46	10,3	1,2	1,69
75	0,4	0,5	1,6	1,9	0,3	0,45	2,3	0,4	0,54	2,7	0,5	0,63	3,6	0,4	0,81	4,5	0,6	1,01	5,6	0,7	1,23	6,8	0,8	1,46	8,4	1,0	1,75	10,3	1,2	2,08	12,5	1,4	2,43
90	0,6	0,6	1,8	2,3	0,3	0,64	2,8	0,4	0,78	3,3	0,6	0,93	4,3	0,5	1,16	5,4	0,7	1,45	6,7	0,8	1,76	8,2	1,0	2,11	10,1	1,2	2,53	12,3	1,4	2,99	15,0	1,7	3,51
110	0,7	0,6	2,2	2,7	0,4	0,93	3,4	0,5	1,16	4,0	0,7	1,37	5,3	0,6	1,74	6,6	0,8	2,15	8,1	1,0	2,60	10,0	1,1	3,13	12,3	1,4	3,76	15,1	1,7	4,47	18,3	2,0	5,22
125	0,8	0,6	2,5	3,1	0,5	1,22	3,9	0,5	1,50	4,5	0,7	1,74	6,0	0,7	2,25	7,4	0,9	2,74	9,2	1,1	3,35	11,4	1,3	4,06	14,0	1,6	4,87	17,1	1,9	5,76	20,8	2,2	6,74
140	0,9	0,9	2,8	3,5	0,5	1,52	4,3	0,6	1,86	5,1	0,8	2,21	6,7	0,8	2,81	8,3	1,0	3,44	10,3	1,2	4,20	12,7	1,4	5,06	15,7	1,7	6,09	19,2	2,1	7,23	23,3	2,5	8,45
160	1,0	1,0	3,2	4,0	0,5	1,97	4,9	0,6	2,40	5,8	0,9	2,87	7,7	0,9	3,69	9,5	1,1	4,50	11,8	1,3	5,48	14,6	1,6	6,64	17,9	1,9	7,94	21,9	2,3	9,42	26,6	2,8	11,03
180	1,1	1,1	3,6	4,4	0,6	2,46	5,5	0,7	3,04	6,5	1,0	3,61	8,6	1,0	4,64	10,7	1,2	5,69	13,3	1,5	6,96	16,4	1,8	8,40	20,1	2,2	10,04	24,6	2,6	11,91	29,9	3,1	13,94
200	1,2	1,2	4,0	4,9	0,6	3,02	6,2	0,8	3,81	7,2	1,1	4,44	9,6	1,1	5,75	11,9	1,3	7,02	14,7	1,6	8,53	18,2	2,0	10,36	22,4	2,4	12,42	27,4	2,9	14,73	33,2	3,5	17,21
225	1,4	1,4	4,5	5,5	0,7	3,82	6,9	0,8	4,74	8,2	1,2	5,68	10,8	1,2	7,26	13,4	1,5	8,90	16,6	1,8	10,83	20,3	2,2	13,00	25,2	2,7	15,72	30,8	3,2	18,61	37,4	3,9	21,79
250	1,5	1,5	5,0	6,2	0,8	4,79	7,7	0,9	5,88	9,1	1,3	6,99	11,9	1,3	8,89	14,8	1,6	10,91	18,4	2,0	13,34	22,7	2,4	16,12	27,9	2,9	19,32	34,7	3,7	24,28	42,9	4,5	29,91
280	1,7	1,7	5,8	6,9	0,8	5,94	8,6	1,0	7,35	10,1	1,5	8,71	13,4	1,4	11,18	16,6	1,8	13,70	20,6	2,2	16,72	25,4	2,7	20,21	31,3	3,3	24,28	39,5	4,1	29,91	49,5	5,7	36,66
315	1,9	1,9	11,1	7,7	0,9	7,46	9,7	1,1	9,32	11,4	1,6	11,02	15,0	1,6	14,10	18,7	2,0	17,35	23,2	2,5	21,19	28,6	3,0	25,58	35,2	3,7	30,72	44,1	4,5	36,66	56,2	6,3	45,33
355	2,2	2,2	12,5	8,7	1,0	9,49	10,9	1,2	11,78	12,9	1,8	14,05	16,9	1,7	17,86	21,1	2,3	22,09	26,1	2,8	26,87	32,2	3,4	32,47	39,7	4,1	39,01	49,5	5,7	45,33	60,6	8,1	54,00
400	2,4	2,4	14,0	9,8	1,1	12,03	12,3	1,4	15,01	14,5	2,1	17,83	19,1	1,9	22,72	23,7	2,5	27,91	29,4	3,1	34,07	36,3	3,8	41,23	44,7	4,6	49,49	56,2	6,3	54,00	70,0	9,0	67,50
450	2,7	2,7	15,6	11,0	1,2	15,17	13,8	1,5	18,90	16,3	2,3	22,52	21,5	2,2	28,81	26,7	2,8	35,36	33,1	3,5	43,16	40,9	4,2	52,21	50,3	5,2	62,66	62,6	8,1	67,50	78,8	11,1	81,00
500	3,0	3,0	17,5	12,3	1,4	18,89	15,3	1,7	23,31	18,1	2,5	27,74	23,9	2,4	35,56	29,7	3,1	43,70	36,8	3,8	53,25	45,4	4,7	64,42	55,8	5,7	77,22	70,0	9,0	81,00	88,0	12,0	99,00
560	3,4	3,4	19,6	13,7	1,5	23,52	17,2	1,9	29,34	20,3	2,8	34,84	26,7	2,7	44,51	33,2	3,5	54,74	41,2	4,3	66,81	50,8	5,2	80,70	62,2	6,3	96,43	77,2	10,0	99,00	97,2	13,2	108,00
630	3,8	3,8	22,1	15,4	1,7	29,75	19,3	2,1	37,01	22,8	3,1	43,99	30,0	3,0	56,24	37,4	3,9	69,33	46,3	4,8	84,45	57,2	5,9	102,25	68,0	7,0	120,00	84,0	11,0	99,00	105,0	14,0	108,00
710	6,4	6,4	24,9	17,4	1,9	37,86	21,8	2,3	47,04	25,7	3,5	55,89	33,9	3,3	71,52	42,1	4,4	87,97	52,2	5,4	107,28	64,5	6,7	129,97	78,0	8,0	144,00	96,0	12,0	99,00	118,0	16,0	108,00
800	7,2	7,2	28,0	19,6	2,1	48,01	24,5	2,6	59,58	29,0	4,0	71,11	38,1	3,7	90,58	47,4	4,9	111,55	58,8	6,0	136,09	72,0	7,2	151,20	84,0	8,4	176,40	100,0	10,0	99,00	120,0	12,0	108,00
900	8,1	8,1	31,5	22,0	2,3	60,55	27,6	2,9	75,47	32,6	4,4	89,82	42,9	4,2	114,77	53,3	5,5	141,11	66,2	6,7	172,29	81,0	8,1	194,40	96,0	9,6	225,00	112,0	11,2	99,00	132,0	14,0	108,00
1000	9,0	9,0	35,0	24,5	2,6	74,98	30,6	3,2	92,96	36,2	4,9	110,84	47,7	4,7	141,83	59,3	6,1	174,39	73,5	7,5	212,64	90,0	9,0	252,00	108,0	10,8	288,00	120,0	12,0	99,00	144,0	16,0	108,00
1200	10,8	10,8	42,0	29,4	3,1	107,93	36,7	3,8	133,73	43,5	5,9	159,84	57,2	5,2	203,39	70,6	6,8	248,56	88,0	8,8	291,60	108,0	10,8	345,60	126,0	12,6	396,00	144,0	14,4	99,00	172,0	18,0	108,00
1400	12,6	12,6	49,0	34,3	3,6	146,87	42,9	4,4	182,28	50,7	6,7	217,01	66,7	5,8	276,21	82,4	7,6	337,82	100,0	10,0	396,00	126,0	12,6	475,20	151,2	15,1	529,20	180,0	18,0	99,00	200,0	20,0	108,00
1600	14,4	14,4	56,0	39,2	4,1	191,80	49,0	5,0	237,89	58,0	7,7	283,79	76,2	6,5	360,37	94,1	8,5	440,55	112,0	11,2	475,20	144,0	14,4	594,00	180,0	18,0	672,00	216,0	21,6	99,00	228,0	22,8	108,00



**KUZEYBORU**  
The brand searched in the world





MRS=10 Mpa c=1,25 ó=8,0 Mpa

PN	4		5		6		8		10		12,5		16		20		25		32		
SDR	41		33		27,6		21		17		13,6		11		9		7,4		6		
cap (mm)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	
16															2,0	0,091	2,3	0,101	3,0	0,124	
20														2,0	0,117	2,3	0,131	3,0	0,153	3,4	0,179
25												2,0	0,150	2,3	0,171	3,0	0,211	3,5	0,239	4,2	0,276
32									2,0	0,196	2,4	0,230	3,0	0,280	3,6	0,326	4,4	0,391	5,4	0,452	
40							2,0	0,249	2,4	0,293	3,0	0,357	3,7	0,430	4,5	0,507	5,5	0,606	6,7	0,701	
50					1,8	0,286	2,4	0,371	3,0	0,454	3,7	0,548	4,6	0,666	5,6	0,787	6,9	0,931	8,3	1,085	
63			2,0	0,400	2,4	0,473	3,0	0,580	3,8	0,720	4,7	0,872	5,8	1,050	7,1	1,252	8,6	1,480	10,5	1,725	
75			2,3	0,545	2,7	0,632	3,6	0,825	4,5	1,015	5,6	1,234	6,8	1,480	8,3	1,744	10,3	2,100	12,5	2,442	
90	2,3	0,658	2,8	0,790	3,3	0,921	4,3	1,178	5,4	1,457	6,7	1,767	8,2	2,120	10,1	2,537	12,3	3,020	15,0	3,513	
110	2,7	0,939	3,4	1,167	4,0	1,359	5,3	1,767	6,6	2,176	8,1	2,608	10,0	3,140	12,3	3,773	15,1	4,490	18,3	5,236	
125	3,1	1,22	3,9	1,515	4,5	1,733	6,0	2,269	7,4	2,807	9,2	3,362	11,4	4,080	14,0	4,875	17,1	5,800	20,8	6,759	
140	3,5	1,537	4,3	1,868	5,1	2,194	6,7	2,834	8,3	3,468	10,3	4,212	12,7	5,110	15,4	6,018	19,2	7,270	23,3	8,477	
160	4,0	2,001	4,9	2,426	5,8	2,846	7,7	3,714	9,5	4,540	11,8	5,507	14,6	6,670	17,9	7,970	21,9	9,470	26,6	11,058	
180	4,4	2,473	5,5	3,058	6,5	3,583	8,6	4,663	10,7	5,733	13,3	6,977	16,4	8,420	20,1	10,066	24,6	12,000	29,9	13,981	
200	4,9	3,054	6,2	3,821	7,2	4,404	9,6	5,776	11,9	7,078	14,7	8,566	18,2	10,400	22,4	12,454	27,4	14,000	33,2	17,248	
225	5,5	3,848	6,9	4,779	8,2	5,631	10,8	7,303	13,4	8,976	16,6	10,872	20,5	13,100	25,2	15,755	30,8	18,700	37,4	21,846	
250	6,2	4,809	7,7	5,917	9,1	6,937	11,9	8,938	14,8	10,991	18,4	13,386	22,7	16,200	27,9	19,385	34,2	23,100	41,5	26,937	
280	6,9	5,986	8,6	7,393	10,1	8,618	13,4	11,260	16,6	13,797	20,6	16,776	25,4	20,300	31,3	24,343	38,3	28,900	46,5	33,795	
315	7,7	7,507	9,7	9,368	11,4	10,930	15,0	14,174	18,7	17,474	23,2	21,244	28,6	25,700	35,2	30,791	43,1	36,600	52,3	42,756	
355	8,7	9,545	10,9	11,853	12,9	13,923	16,9	17,985	21,1	22,206	26,1	26,927	32,2	32,600	39,7	39,123	48,5	46,400	59,0	54,338	
400	9,8	12,101	12,3	15,056	14,5	17,622	19,1	22,885	23,7	28,097	29,4	34,164	36,3	41,400	44,7	49,627	54,7	59,000			
450	11,0	15,266	13,8	18,990	16,3	22,271	21,5	28,965	26,7	35,592	33,1	43,255	40,9	52,400	50,3	62,810	61,5	74,600			
500	12,3	18,946	15,3	23,380	18,1	27,464	23,9	35,760	29,7	43,972	36,8	53,416	45,4	64,850	55,8	77,424					
560	13,7	23,621	17,2	29,414	20,3	34,478	26,7	44,732	33,2	55,042	41,2	66,964	50,8	81,462							
630	15,4	29,849	19,3	37,113	22,8	43,546	30,0	56,526	37,4	69,729	46,3	84,648	57,2	102,800							
710	17,4	37,98	21,8	47,214	25,7	55,292	33,9	71,950	42,1	88,443	52,2	107,527									
800	19,6	48,176	24,5	59,765	29,0	70,268	38,1	91,100	47,4	112,178	58,8	136,454									
900	22,0	60,807	27,6	75,708	32,6	88,873	42,9	115,364	53,3	141,884											
1000	24,5	75,205	30,6	93,239	36,2	109,580	47,7	142,488	59,3	175,351											

s: Et kalınlığı (mm) / Wall Thickness • m: Birim Ağırlığı (kg/mt) / Unit Weight • MRS: Minimum Gerekli Mukavemet (Mpa) / Minimum Required Strength (Mpa) • c: Emniyet Katsayısı / Safety Coefficient • ó: Dizayn Gerilimi / Design Stress

TS EN 12201-2:2011+A1

HDPE 100 BORU BİRİM AĞIRLIKLARI

sunpipe

Ø500 için  
e=36,8 mm  
SDR=13,6  
PN 12,5

Ø560 için  
e=41,2 mm  
SDR=13,6  
PN 12,5





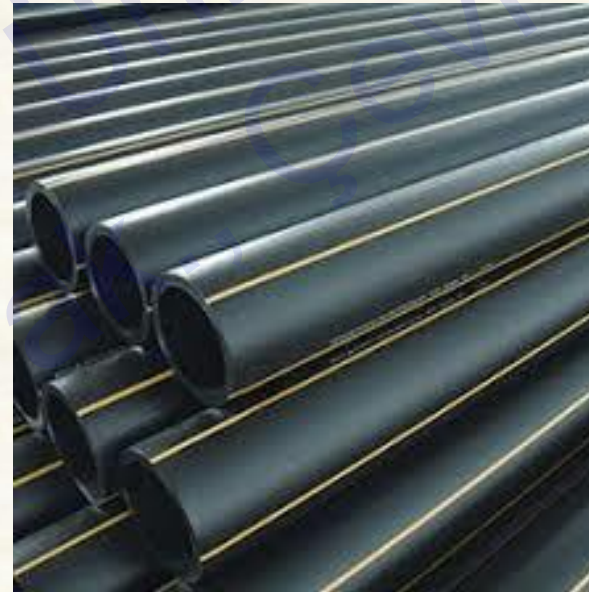
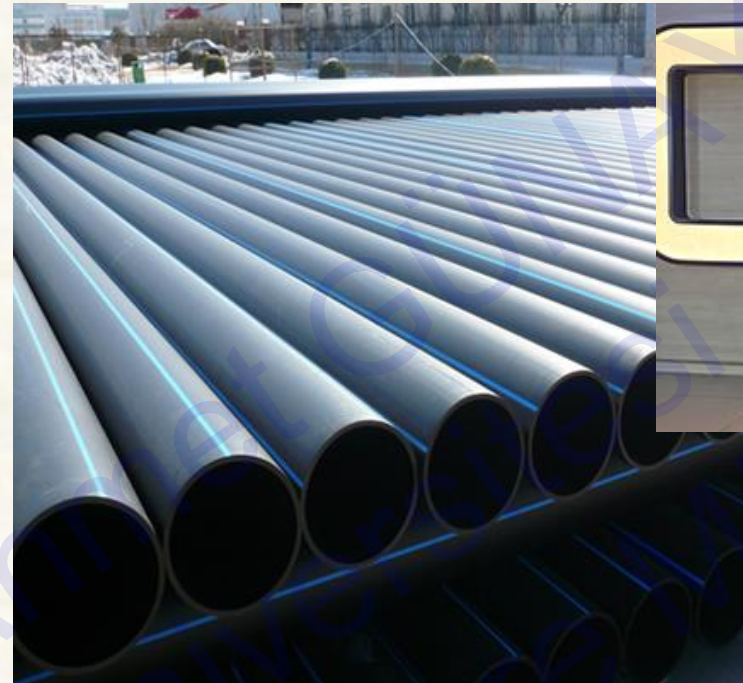
How it's made





ANMA ÇAPI DN/DD	SDR	SDR	SDR	SDR	SDR	SDR
	27.6	17.0	11.0	9.0	7.4	6.0
	PN6 s(mm)	PN10 s(mm)	PN16 s(mm)	PN20 s(mm)	PN25 s(mm)	PN32 s(mm)
32	-	2.0	3.0	3.6	4.4	5.4
40	-	2.4	3.7	4.5	5.5	6.7
50	2.0	3.0	4.6	5.6	6.9	8.3
63	2.3	3.8	5.8	7.1	8.6	10.5
75	2.8	4.5	6.8	8.4	10.3	12.5
90	3.3	5.4	8.2	10.1	12.3	15.0
110	4.0	6.6	10.0	12.3	15.1	18.3
125	4.6	7.4	11.4	14.0	17.1	20.8
140	5.1	8.3	12.7	15.7	19.2	23.3
160	5.8	9.5	14.6	17.9	21.9	26.6
180	6.5	10.7	16.4	20.1	24.6	29.9
200	7.3	11.9	18.2	22.4	27.4	33.2
225	8.2	13.4	20.5	25.2	30.8	37.4
250	9.1	14.8	22.7	27.9	34.2	41.5
280	10.2	16.6	25.4	31.3	38.3	46.5
315	11.4	18.7	28.6	35.2	43.1	52.3
355	12.9	21.1	32.2	39.7	48.5	59.0
400	14.5	23.7	36.3	44.7	54.7	-
540	16.3	26.7	40.9	50.3	61.5	-
500	18.1	29.7	45.4	55.8	-	-
560	20.3	33.2	50.8	-	-	-
630	22.8	37.4	57.2	-	-	-
710	25.7	42.1	-	-	-	-

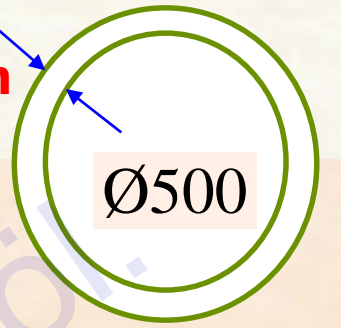
<http://www.mkboru.com/tr/m/urunlerimizi/polietilen-borular.html>



### 3-4. Seçilen borunun kesin hesabı;

**Ø500**, Borunun et kalınlığı **e=36,8** mm için **su hızı ve yük kaybı**;

**e=36,8 mm**



$$\text{Ø500} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,1389}{\pi \times \underbrace{(0,50 - 2 \times 36,8 / 1000)}_{D=0,4264m}^2} = 0,973 \text{ m / sn} \quad \boxed{\times}$$

$$\text{Ø500} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,973 \text{ m / sn} \times 0,4264 \text{ m}}{\underbrace{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}}_{5^\circ\text{C su için}}} = 272\,846$$

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{272846^{0,237}} = 0,01458$$

$$\text{Ø500} \rightarrow J = \frac{\lambda}{(D-2s)} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,01458}{\underbrace{(0,50 - 2 \times 36,8 / 1000)}_{D=0,4264m}} \times \frac{0,973^2}{2 \times 9,81} = 1,65 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$$\text{Ø500} \rightarrow \Delta L = J \times L = 1,65 \times 10^{-3} \times 6000 = 9,89 \text{ m}$$

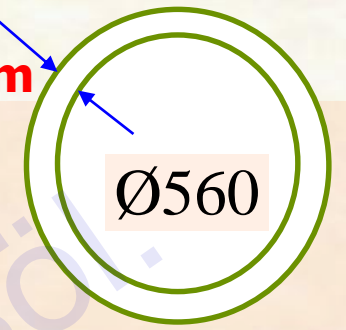
**0,973 m/sn su hızı terfili isale için yüksektir!**

**Cazibeli isale olsaydı bu su hızı uygun olacaktı.**



**Ø560, Borunun et kalınlığı e=41,2 mm için su hızı ve yük kaybı;**

**e=41,2 mm**



$$\text{Ø560} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,1389}{\pi \times \underbrace{(0,56 - 2 \times 41,2 / 1000)}_{D=0,4776m}^2} = 0,775 \text{ m/sn}$$

$$\text{Ø560} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,775 \text{ m/sn} \times 0,4776 \text{ m}}{\underbrace{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}}_{5^\circ\text{C su için}}} = 243596$$

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{243596^{0,237}} = 0,01489$$

$$\text{Ø560} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,01489}{\underbrace{(0,56 - 2 \times 41,2 / 1000)}_{D=0,4776m}} \times \frac{0,775^2}{2 \times 9,81} = 0,95 \times 10^{-3} \text{ m/m}$$

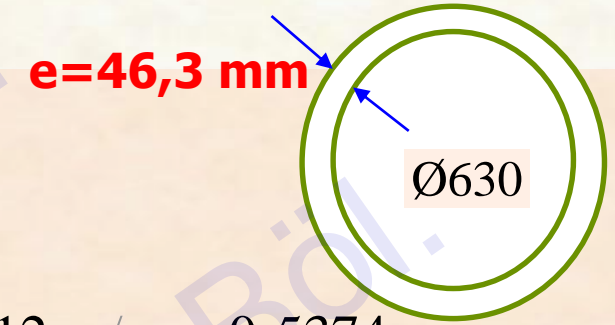
$$\text{Ø560} \rightarrow \Delta L = J \times L = 0,95 \times 10^{-3} \times 6000 = 5,73 \text{ m}$$

**0,775 m/sn su hızı terfili isale için ekonomiktir.**

**Seçilen boru Ø560, Et kalınlığı e=41,2 mm, Borunun basınç dayanımı=125 mSS**



## Ø630, Borunun et kalınlığı e=46,3 mm için su hızı ve yük kaybı;



$$\text{Ø630} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,1389}{\pi \times \underbrace{(0,63 - 2 \times 46,3 / 1000)}_{D=0,5374m}^2} = 0,612 \text{ m / sn}$$

$$\text{Ø630} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,612 \text{ m / sn} \times 0,5374 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 216507$$

*5°C su için*

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{216507^{0,237}} = 0,01522$$

$$\text{Ø630} \rightarrow J = \frac{\lambda}{(D-2s)} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,01522}{\underbrace{(0,63 - 2 \times 46,3 / 1000)}_{D=0,5374m}} \times \frac{0,612^2}{2 \times 9,81} = 0,541 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

0,612 m/sn su hızı terfili isale için ekonomiktir.

$$\text{Ø630} \rightarrow \Delta L = J \times L = 0,541 \times 10^{-3} \times 6000 = 3,25 \text{ m}$$

$$\text{Ø500} \rightarrow V = 0,973 \text{ m / sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 9,89 \text{ m} \quad \boxed{\times}$$

$$\text{Ø560} \rightarrow V = 0,775 \text{ m / sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 5,73 \text{ m} \quad \boxed{\checkmark}$$

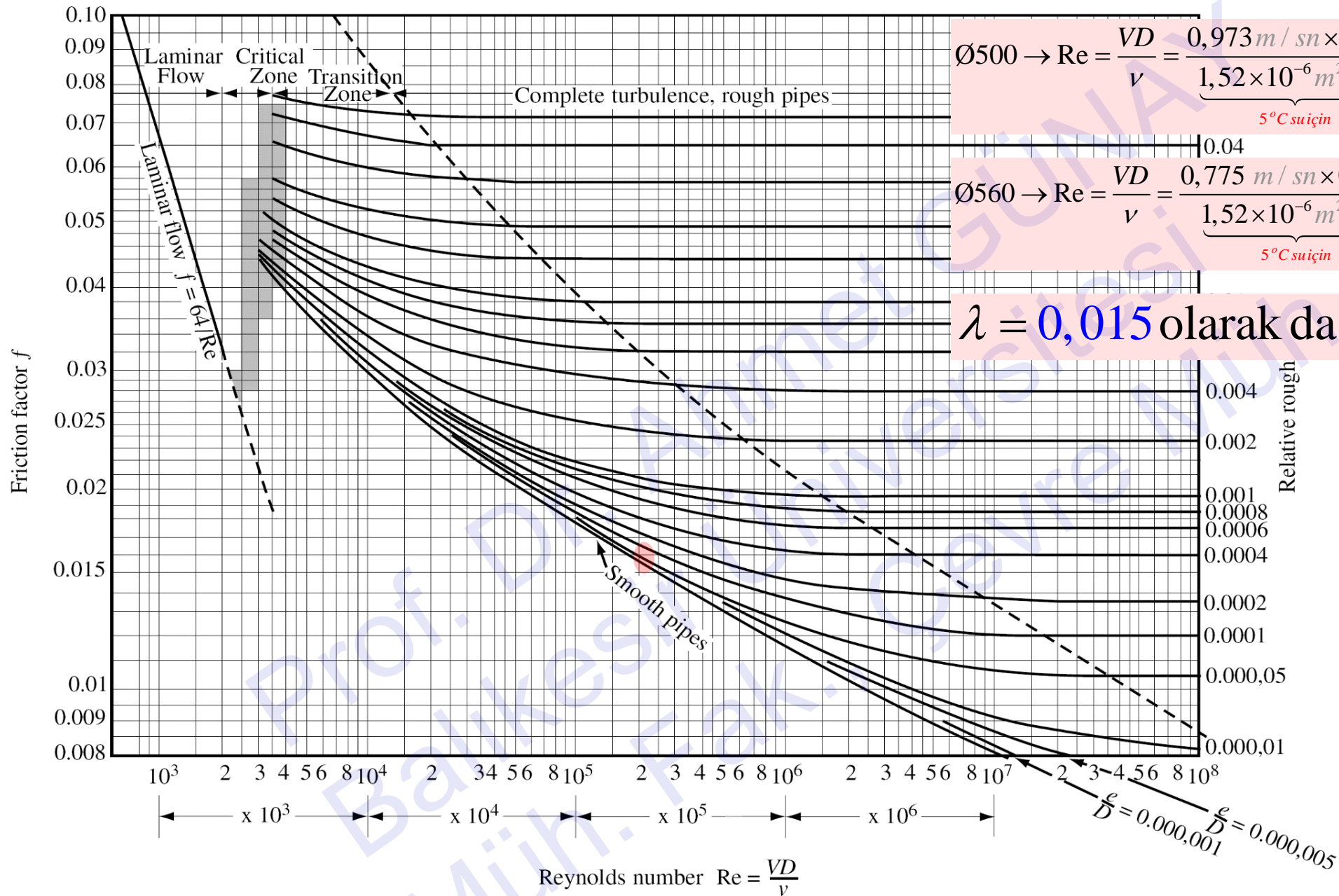
$$\text{Ø630} \rightarrow V = 0,612 \text{ m / sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 3,25 \text{ m} \quad \boxed{\times}$$

Seçilen çap; Ø560

$$V = 0,775 \text{ m / sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 5,73 \text{ m}$$

Çap seçimi neye göre yapılır?





$$\text{Ø}500 \rightarrow Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{0,973 \text{ m/sn} \times 0,5 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}} = 272\,846 \Rightarrow \lambda = 0,01458$$

*5°C suiçin*

$$\text{Ø}560 \rightarrow Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{0,775 \text{ m/sn} \times 0,56 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}} = 243\,596 \Rightarrow \lambda = 0,01489$$

*5°C suiçin*

$\lambda = 0,015$  olarak da alınabilirdi.



#### 4. Manometrik basma yüksekliği, Ø560, Borunun et kalınlığı e=41,2 mm, Borunun basınç dayanımı=125 mSS

$$H_m = h_{Geo.} + \Delta h$$
$$= 73,00 + 5,73 = 78,73 \text{ mSS}$$

Seçilen çap; Ø560 ✓

V = 0,775 m/sn ve ΔL = 5,73 m

#### 5. Pompanın gücü;

$$N_{kW} = \frac{\gamma \times Q \times H}{102 \times \eta} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,1389 \text{ m}^3/\text{sn} \times 78,73 \text{ m}}{102 \times 0,75} \times (1,10) = 157,2 \text{ kW}$$
$$\cong 160,0 \text{ kW}$$

Güce göre marj miktarları;

- $N_{teo} < 10 \text{ kW}$  için **%25** marj
  - $10 < N_{teo} < 20 \text{ kW}$  için **%20** marj
  - $20 < N_{teo} < 30 \text{ kW}$  için **%15** marj
  - $N_{teo} > 30 \text{ kW}$  için **%10** marj
- şeklindedir.

#### 6. Hava kazanı hacmi;

##### 6 - i. Basınç dalgasının yayılma hızı;

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \Rightarrow a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 33,3 \times \frac{560}{41,2}}} = 442,3 \text{ m/sn}$$

**K=33,3** (plastik borular)  
=0,5 (Çelik)  
=1,0 (Font)  
=5,0 (kurşun ve beton)

**a** değeri ne kadar büyük olursa depresyon-süpresyon basıncı o kadar yüksek olur.

**Çelik olsaydı** basınç dalgasının yayılma hızı;

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,50 \times \frac{560}{41,2}}} = 1333,75 \text{ m/sn} !!!$$





## 6. Hava kazanı hacmi;

### 6 - ii. Süpresyon - depresyon basıncı;

$$\Delta P_{Süpr.} = +0.8 \times \frac{a \times (V - V_0)}{g} = +0.8 \times \frac{442,3 \times (0,775 - 0)}{9,81} = 27,96 \text{ mSS}$$

$$\Delta P_{Depr.} = -0.8 \times \frac{a \times (V - V_0)}{g} = -0.8 \times \frac{442,3 \times (0,775 - 0)}{9,81} = -27,96 \text{ mSS}$$

### 6 - iii. Hava kazanı hacmi;

$$Vk = \left\{ \frac{6400 \times V^2}{(\Delta P_d)^2} - 1 \right\} \times D = \left\{ \frac{6400 \times 0,775^2}{(27,96)^2} - 1 \right\} \times \frac{560}{1000} = 2,19 \text{ m}^3$$

### 6 - iv. Depresyon halinde azami basınç;

$$\begin{aligned} P_{İşl.}^{Max} &= Hm + \Delta P \\ &= 78,73 + 27,95 = 106,69 \text{ mSS} < 125 \text{ mSS} \end{aligned}$$

Depresyon basıncı niçin kontrol edilir?

$a$  değeri ne kadar büyük olursa depresyon-süpresyon basıncı o kadar yüksek olur.

Borular balon kadar esnek olsaydı hava kazanına ihtiyaç duyulur muydu?

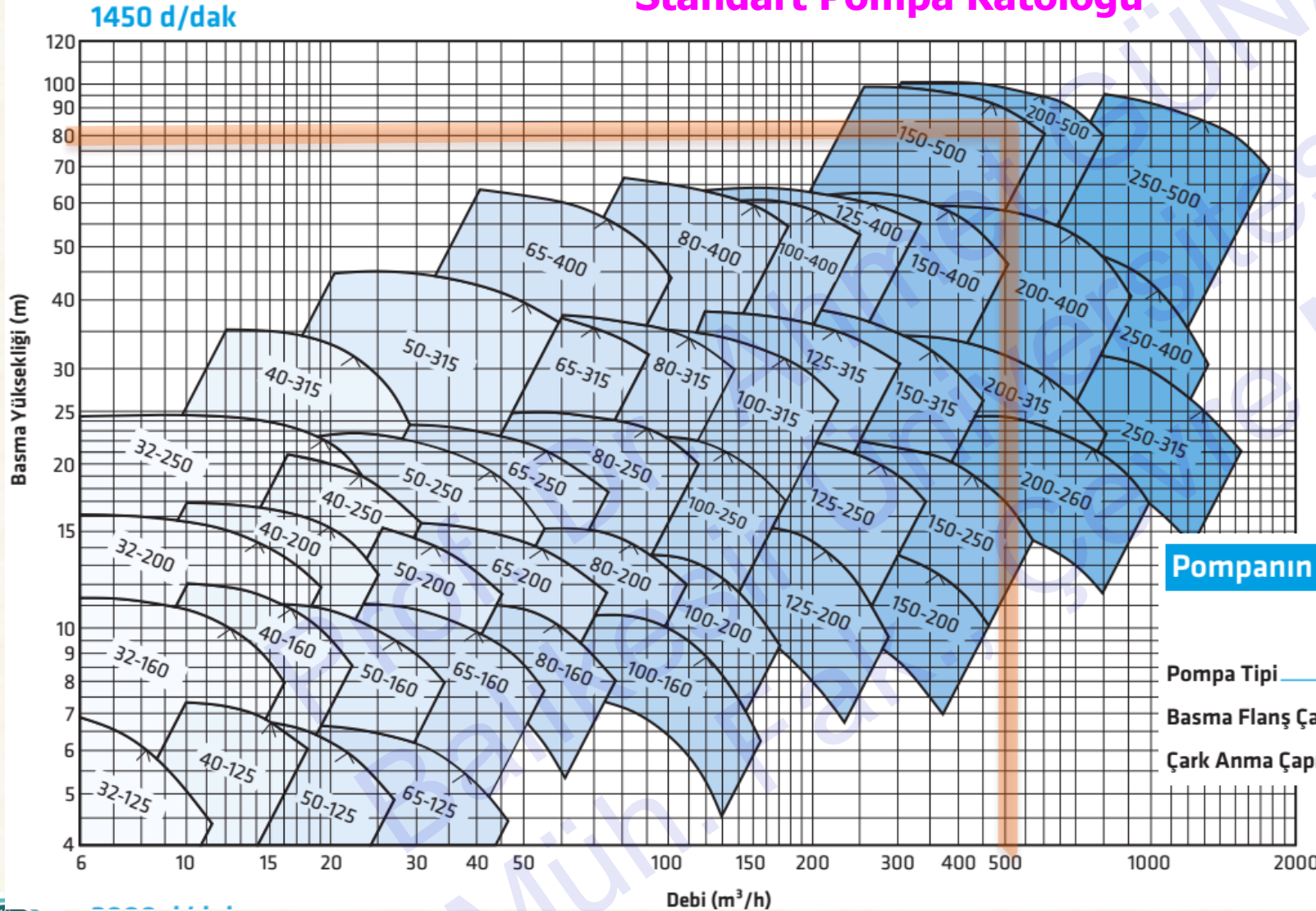


## 7. Pompa seçimi;

### Çalışma Alanları

SNT

### Standart Pompa Katoloğu



$$H_m = 78,73 \text{ mSS}$$

$$Q_{\text{Terfi}} = 500 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

- 1 Asil
- 1 Yedek (2 pompa)

150 – 500

### Pompanın İsmi

SNT 100 - 250

Pompa Tipi

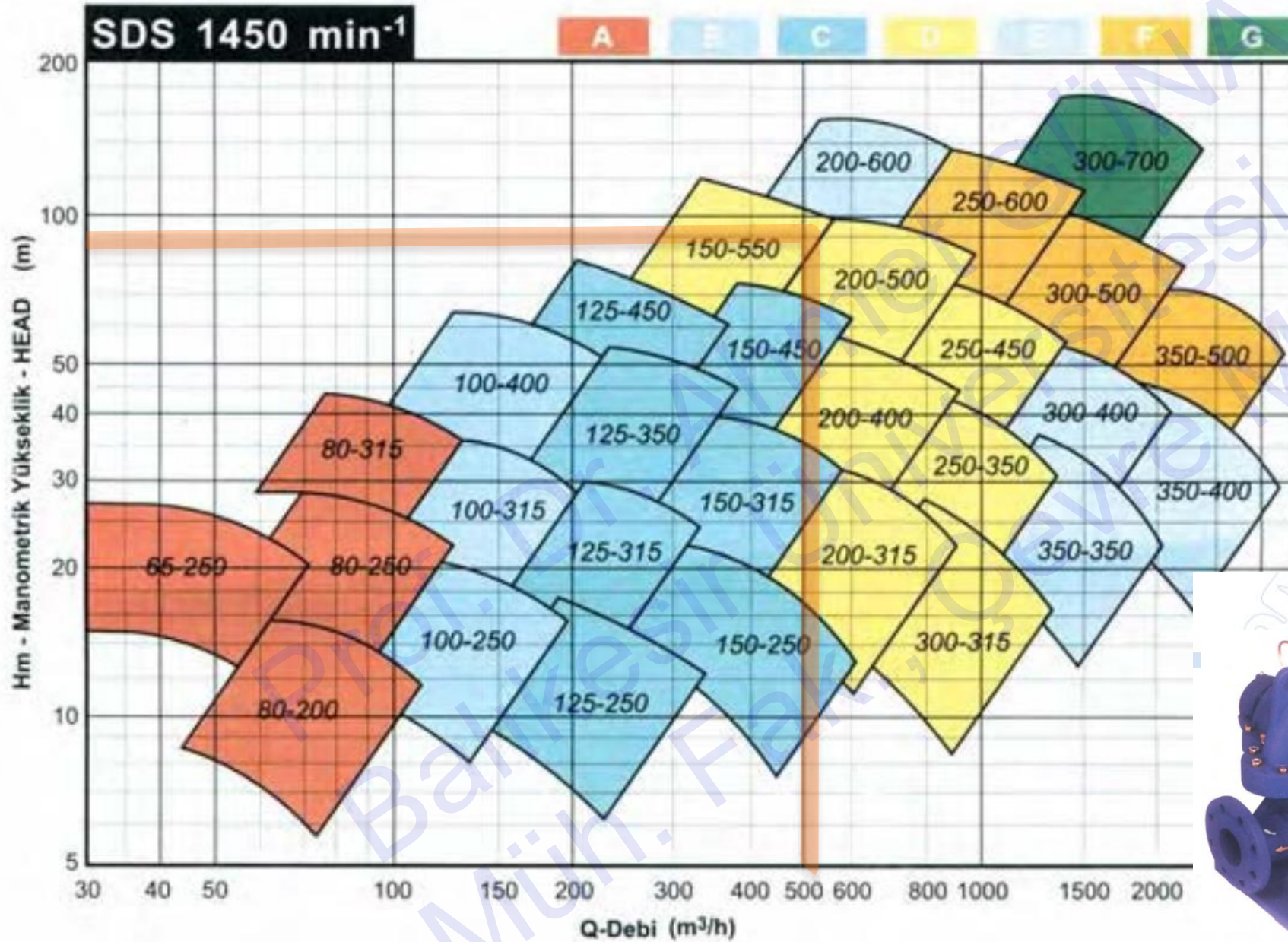
Basma Flanş Çapı (DN-mm)

Çark Anma Çapı (mm)





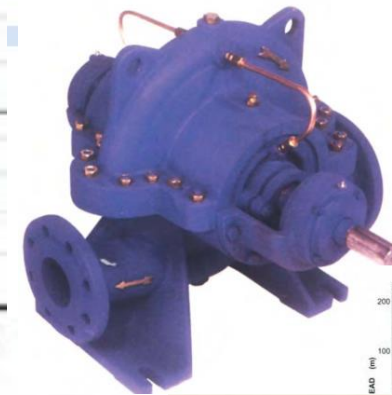
## 7. Pompa seçimi;



$$H_m = 78,73 \text{ mSS}$$

$$Q_{\text{Terfi}} = 500 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

**150 – 550**

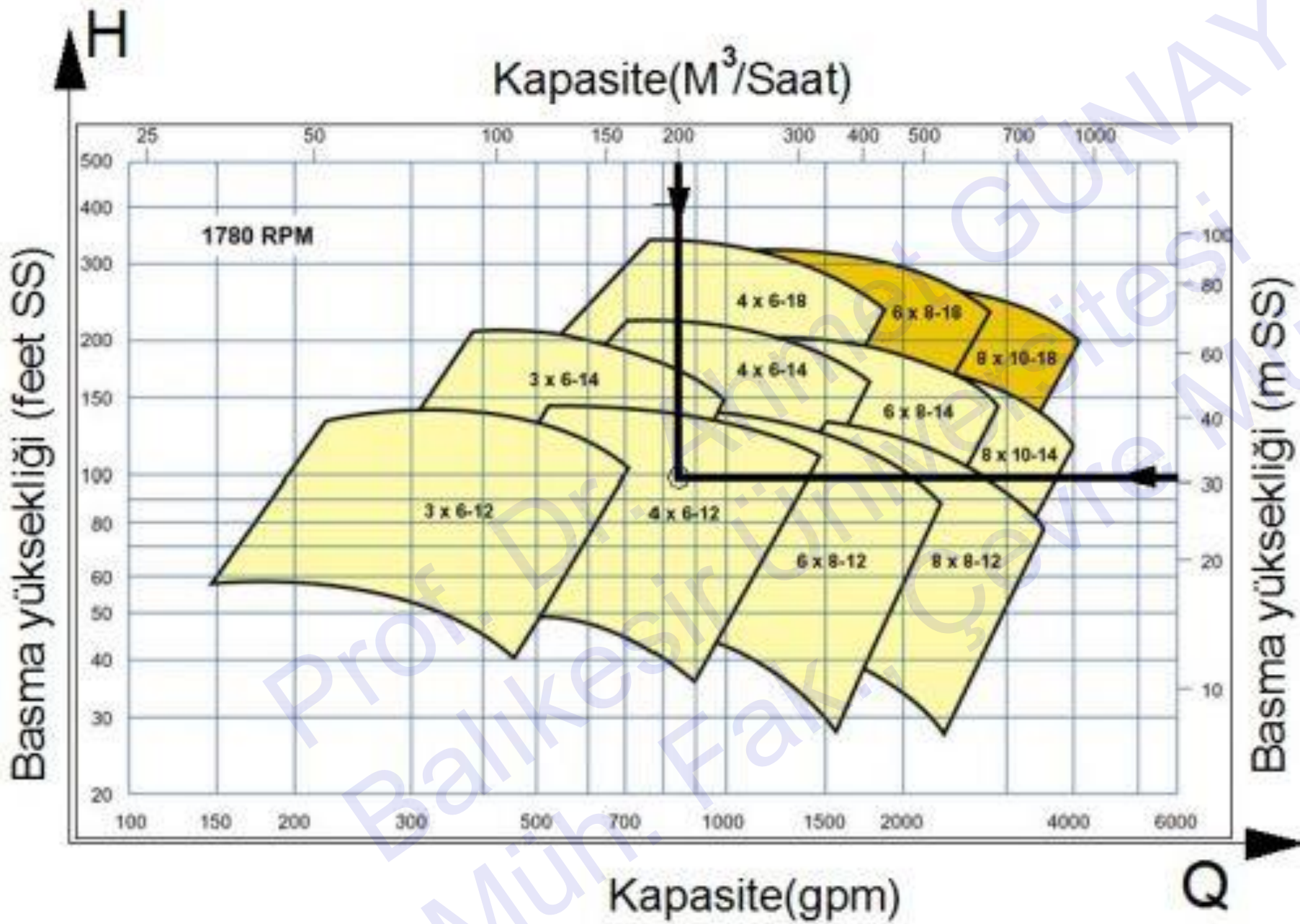


**POMPA**

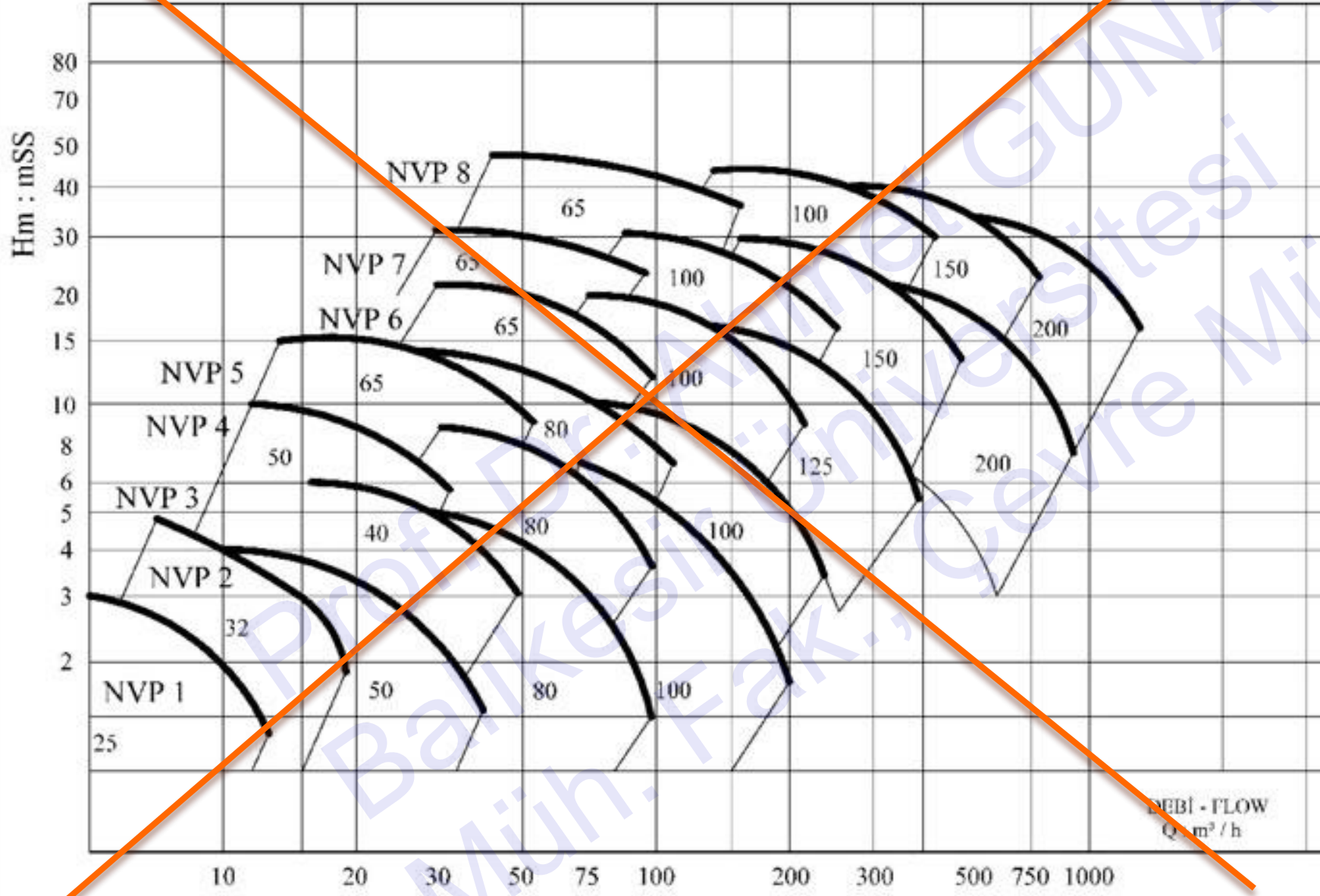
### SDS TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Basma Ağız Çapları	DN 65 - 350 mm
Nominal Çıkış Çapı	200 - 700 mm
Kapasite	50 - 3000 m <sup>3</sup> /h
Basma Yüksekliği	8 - 180 mss
Dönme Hızı	950 - 1450-2900 d/dak
Çalışma Sıcaklığı	-20 + 80 °C
Çalışma Basıncı	16 - 25 Bar

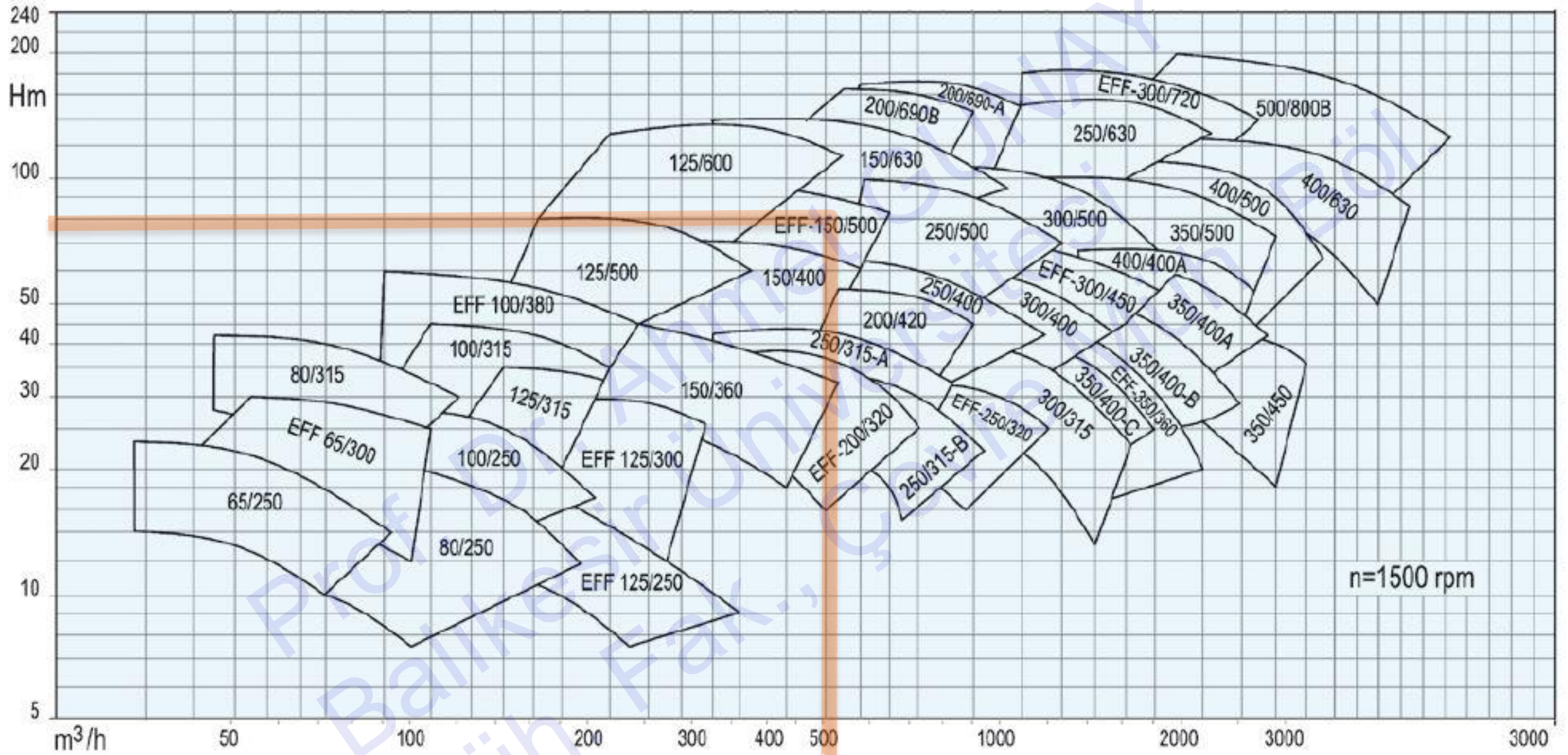




Viskozite : 1 cSt , Yoğunluk : 1kg /dm<sup>3</sup> , n : 2900 d /dak , Güç : kw    Viscosity : 1 cSt , Density: 1kg /dm<sup>3</sup> , n : 1450 rpm , Power : kw







<https://alfen.com.tr/?p=1630>



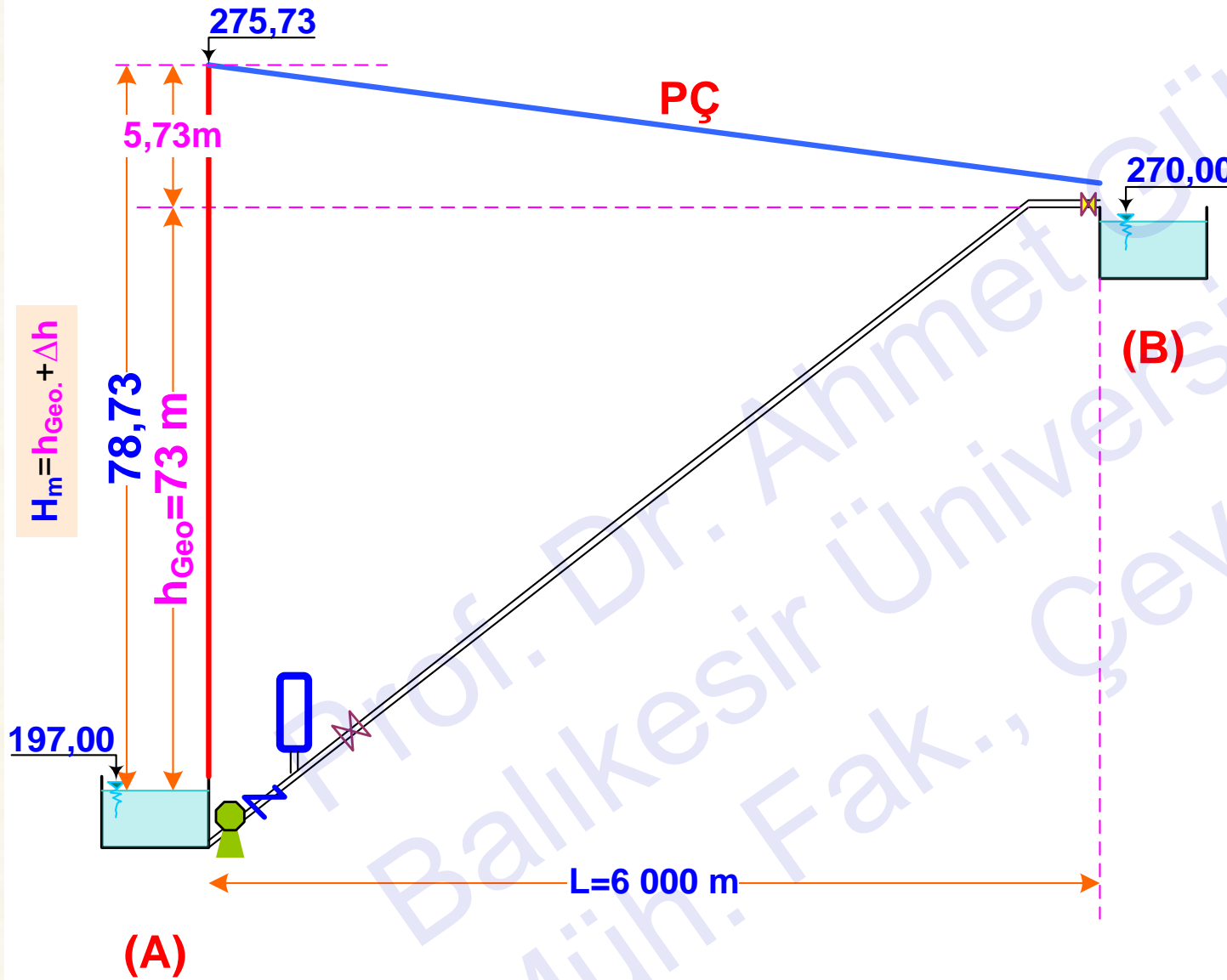


GÜÇ		3000devir/dak		1500devir/dak		1000devir/dak		750devir/dak	
kW	HP	Tip	Fiyat	Tip	Fiyat	Tip	Fiyat	Tip	Fiyat
0,75	1	-	-	-	-	90 S	875	100 L	1.065
1,1	1,5	-	-	90 S	875	90 L	970	100 L	1.210
1,5	2	90 S	855	90 L	975	100 L	1.165	112 M	1.445
2,2	3	90 L	1.005	100 L	1.010	112 M	1.390	132 S	1.830
3	4	100 L	1.100	100 L	1.085	132 S	1.760	132 M	2.085
4	5,5	112 M	1.405	112 M	1.355	132 M	1.930	160 M	2.635
5,5	7,5	132 S	1.695	132 S	1.670	132 M	2.070	160 M	2,845
7,5	10	132 S	1,830	132 M	1,910	160 M	2,445	160 Lb	3,375
11	15	160 M	2,500	160 M	2,400	160 Lb	2,895	180 Lb	4,210
15	20	160 M	2,705	160 Lb	2,780	180 Lb	3,610	200 L	5,435
18,5	25	160 Lb	3,110	180 M	3,260	200 L	4,295	225 S	7,730
22	30	160 L	*2,930	-	-	-	-	-	-
22	30	180 M	3,890	180 Lb	3,585	200 L	4,705	225 M	8,495
30	40	200 L	5,020	200 L	4,725	225 M	7,580	250 M	9,555
37	50	200 L	5,400	200 L	*5,135	-	-	-	-
37	50	-	-	225 S	6,900	250 M	8,670	280 S	12,360
45	60	225 M	7,900	225 M	7,465	280 S	10,685	280 Ma	13,595
55	75	225 M	9,040	225 M	*8,145	-	-	-	-
55	75	250 M	8,935	250 M	8,120	280 Ma	11,665	315 S	15,795
75	100	250 M	10,535	250 M	*8,885	-	-	-	-
75	100	280 S	11,060	280 S	10,030	280 Mc	*13,695	-	-
75	100	-	-	-	-	315 S	14,760	315 M	16,930
90	125	280 Ma	11,980	280 Ma	10,975	315 Ma	16,130	315 M	20,035
110	150	280 Mc	*13,480	280 Ma	*12,035	315 Ma	17,415	315 L	22,550
110	150	315 S	15,625	315 S	15,255	-	-	-	-
132	180	315 Ma	17,360	315 Ma	17,025	315 Ma	18,840	315 L	27,085
132	180	-	-	-	-	-	-	355 S	33,495
160	220	315 M	19,115	315 Ma	18,460	315 L	22,800	-	-
160	220	-	-	-	-	355 S	25,685	355 S	34,340
185	250	315 L	21,250	315 Lb	20,255	355 S	27,955	355 L	36,555

1 adet 160 kW  
motor **18 000 TL**



## 8. Piyozometre çizgisi;



### Tasarım özeti

$\phi 560$  (125 mSS, e = 41,2 mm)

$$Q_{\text{Terfi}} = 500 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

$$V = 0,775 \text{ m} / \text{sn}$$

$$J = 0,95 \times 10^{-3} \text{ m} / \text{m}$$

$$\Delta h = 5,73 \text{ mSS}$$

$$H_m = 78,73 \text{ mSS}$$

$$N_{kW} \cong 160 \text{ kW}$$

$$V_{\text{kazan}} = 2,19 \text{ m}^3$$

$$PK_{(A)} = 197,00 \text{ m} + 78,73 \text{ mSS}$$
$$= 275,73 \text{ mSS}$$

$$\Delta P_{\text{Deps.-Süpr.}} = 27,95 \text{ m}$$

$$Max P_{\text{İşl.}} = H_m + \Delta P = 106,69 \text{ mSS}^{09}$$



## 9. Nakliye;

Katologda borunun ağırlığı **66,81 kg/m** olarak verilmiştir.

6000m hatta kullanılacak boruların toplam ağırlığı;  $6000 \times 66,81 = 400\ 860\ \text{kg} \equiv 400\ \text{ton}$

6000 m boru (6 m/adet), 1000 adet yapar. Bir tıra 25 adet yüklenebilse 50 tır-sefer ile taşınabilir.

Bir tırın taşıma kapasitesi 27 ton civarındadır. Tam yükleme yapılabilirse **???** en az 15 seferde taşınabilir.



## 10. Borunun satın alma maliyeti;

PE100 borunun birim maliyeti **196,06 €/m** kabul edilirse;

$6000\ \text{m} \times 196,06\ \text{€/m} = 1\ 176\ 000\ \text{€}$  (**PE100**)

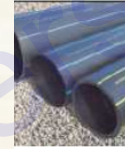
Ya da  $1,8\ \text{US\$/kg} \times 400\ 860\ \text{kg} = 721\ 548\ \text{US\$}$  (**HDPE**)

## 11. Diğer maliyetler;

Ham su alma, ham su arıtma, su terfisi, su iletim hatları-su dağıtma hatları ve diğer ilkyatırımı oluşturan maliyetlere ilave olarak yıllık işletme maliyetleri (terfi enerjisi, sabit ve değişken maliyetler, vergiler ve su hakları) belirlenerek suyun tüketicilere satış fiyatı belirlenebilir.

[http://www.adayyapi.com/fiyatpdf/ADAY\\_YAPI-HDPE-100-BORULAR.pdf](http://www.adayyapi.com/fiyatpdf/ADAY_YAPI-HDPE-100-BORULAR.pdf)

PE 100 BORU SDR 13,6 PN 12,5				
KOD	ÇAP	AÇIKLAMA	B.FİYAT	
	25	HDPE PN 12,5 BORU	0,41 €	
	32	HDPE PN 12,5 BORU	0,64 €	
	40	HDPE PN 12,5 BORU	1,02 €	
	50	HDPE PN 12,5 BORU	1,57 €	
	63	HDPE PN 12,5 BORU	2,50 €	
	75	HDPE PN 12,5 BORU	3,55 €	
	90	HDPE PN 12,5 BORU	5,13 €	
	110	HDPE PN 12,5 BORU	7,57 €	
	125	HDPE PN 12,5 BORU	9,78 €	
	140	HDPE PN 12,5 BORU	12,26 €	
	160	HDPE PN 12,5 BORU	16,05 €	
	180	HDPE PN 12,5 BORU	20,33 €	
	200	HDPE PN 12,5 BORU	24,98 €	
	225	HDPE PN 12,5 BORU	31,74 €	
	250	HDPE PN 12,5 BORU	39,08 €	
	280	HDPE PN 12,5 BORU	49,01 €	
	315	HDPE PN 12,5 BORU	62,11 €	
	355	HDPE PN 12,5 BORU	78,74 €	
	400	HDPE PN 12,5 BORU	99,94 €	
	450	HDPE PN 12,5 BORU	126,58 €	
	500	HDPE PN 12,5 BORU	156,37 €	
	560	HDPE PN 12,5 BORU	196,06 €	
	630	HDPE PN 12,5 BORU	247,93 €	



**HDPE boru  
1,8 US\$/kg**

**Daha ekonomik  
bir tasarım nasıl  
yapılabilir? Ø?,  
terfi süresi?**





## ÖZET

Terfili isale tasarımının öncelikleri;

- 1. Pompa:** Pompanın **maksimum verimde** (enerji tasarruflu olarak) çalışması, debi-basma yüksekliği ile uyumlu doğru pompa seçimi,
- 2. Boru çapı:** İsale hattının enerji tasarruflu olarak tasarlanması için isale hattında su hızının **0,60-0,80 m/sn** mertebesinde olması, isale hattında yük kayıplarını düşük tutarak, manometrik basma yüksekliğinin asgari düzeyde tutulması,
- 3. Basınç dayanımı:** Borunun basınç dayanımı **süpresyon-depresyon basıncını da karşılayabilmelidir.**
- 4. Hava kazanı:** Motorun ani durması halinde hattın zarar görmemesi için **hava kazanı** tasarlanmalı.
- 5. Proje:** İsale hattına ait boykesit üzerinde; piyozometre çizgisi, işletme ve statik basınç, gerekli teçhizat (geri tepme klapesi, vanalar, vantuzlar, boru çapı ve cinsi) ve kotlar okunaklı şekilde yer almalıdır.

Pompanın beklenen çalışması süresi 15 saattir. Su ihtiyacı az olduğunda çalışma süresi de kısılacaktır. Bu çalışma süresi haznedeki su seviyesi kontrol edilerek ayarlanabilir. Önemli olan pompanın maksimum verimde çalıştırılmasıdır.

Pompa **500 m<sup>3</sup>/saat** kapasiteli bir asil ve +1 yedek olmak üzere 2 pompa olabileceği gibi, tercihen **2× 250 m<sup>3</sup>/saat** ve +1 yedek olmak üzere 3 pompa olarak da tasarlanabilir. **Her durumda verimin maksimum olması birinci önceliklidir.** Daha düşük kapasiteli çok sayıda pompa da ekonomik olmaz. Terfi merkezi pompa seçimine göre tasarlanır.



# ÖRNEK-3

# CAZİBELİ İSALE



## ÖRNEK Cazibeli İsale

Bir yerleşim yerinin yaz aylarına tekabül eden maksimum günlük su ihtiyacı **1 500 m<sup>3</sup>/gün**'dür. Bu yerleşim yerinin suyu boy kesiti aşağıda verilen isale hattı ile iletilecektir. Buna göre Darcy-Weisbach formülünü kullanarak isale hattı boru çapını belirleyip piyezometre çizgisini ve gerekli isale hattı ekipmanını (vantuz, tahliye vanası vb.) gösteriniz. Hazne ve/veya haznelerin yerlerini belirleyiniz. Piyezometre kotlarını aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz.

İsale hattında;	Şebekede;
$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_{\min} = 3,00 \text{ mss}$	$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_{\max} = 80,00 \text{ mss} \text{ ve } \left(\frac{P}{\gamma}\right)_{\min} = 30,00 \text{ mss}$
Borunun azami basınç dayanımını ve et kalınlığını katalogdan seçiniz.	Ø20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600

### Plastik boruların basınç dayanım normları;

Normlara göre borular; 25, 40, 60, 80, **100, 125**, 160, 200, 250, 320, 400 ve 500 mSS basınçlara dayanacak şekilde imal edilirler.



659,00

K

630,00

V

H

570,00

A

580,00

Ş1

540,00

Ş2

L=6 km

3 km

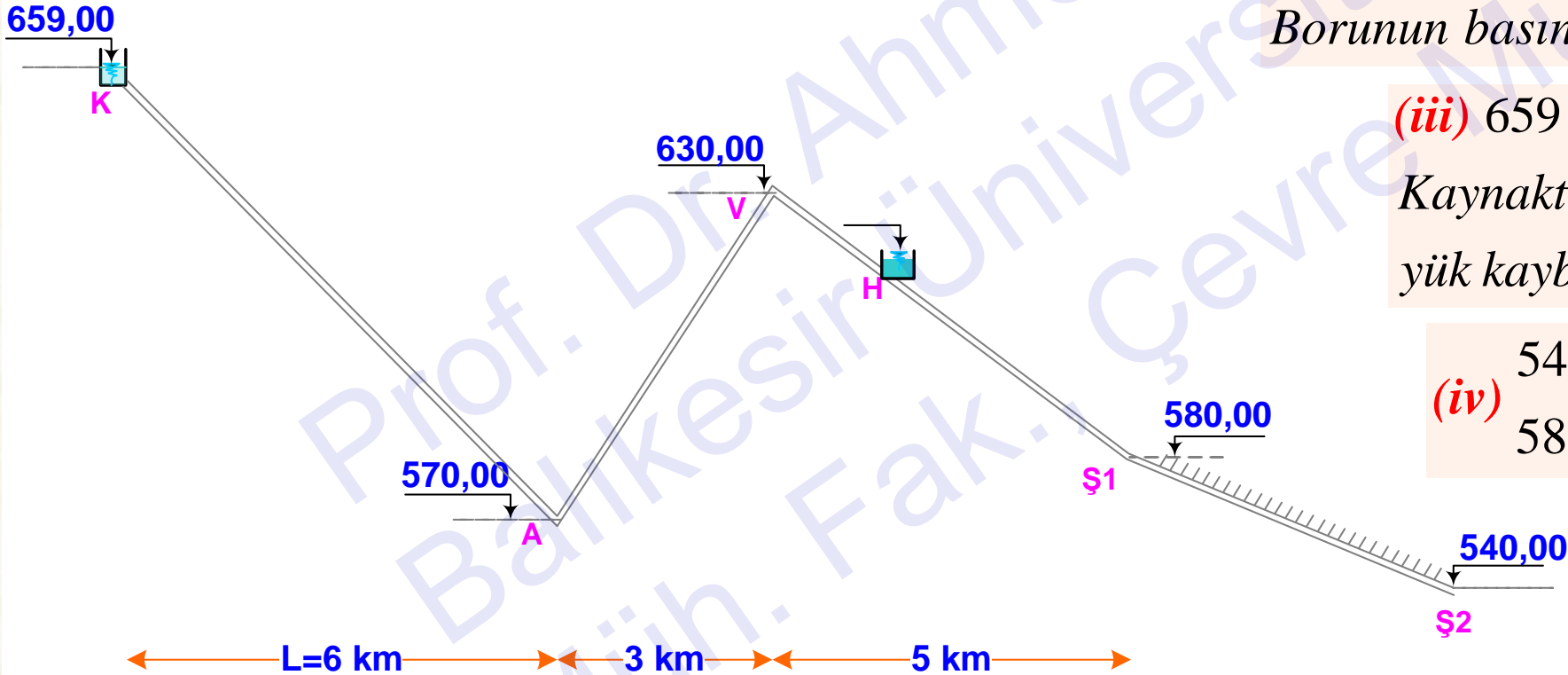
5 km



# ÇÖZÜM

## (1) Problemin analizi;

Debi, suyun enerjisi, isale hattının düşük ve yüksek kotlu noktaları, şebekenin yüksek ve düşük kotlu noktalarına bağlı olarak hazne kotu, maslak gerekip gerekmediği, borunun basınç dayanımı gibi hususlar birlikte değerlendirilerek, kritik noktalar irdelenir.



(i) İsale hattında (K - A - V - H);

$$Q_h = 1500 \text{ m}^3 / \text{gün} = 17,36 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{sn}$$

ŞAB'da (H - Ş1);

$$Q_h = 1,5 \times 17,36 \times 10^{-3} = 26,04 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$(ii) 659 - 570 = 89 \text{ m}$$

Borunun basınç dayanımı 100 mSS olabilir

$$(iii) 659 - 630 = 29 \text{ m}$$

Kaynaktan vantuza kadar 9000 m'de yük kaybı 29 m'yi geçemez.

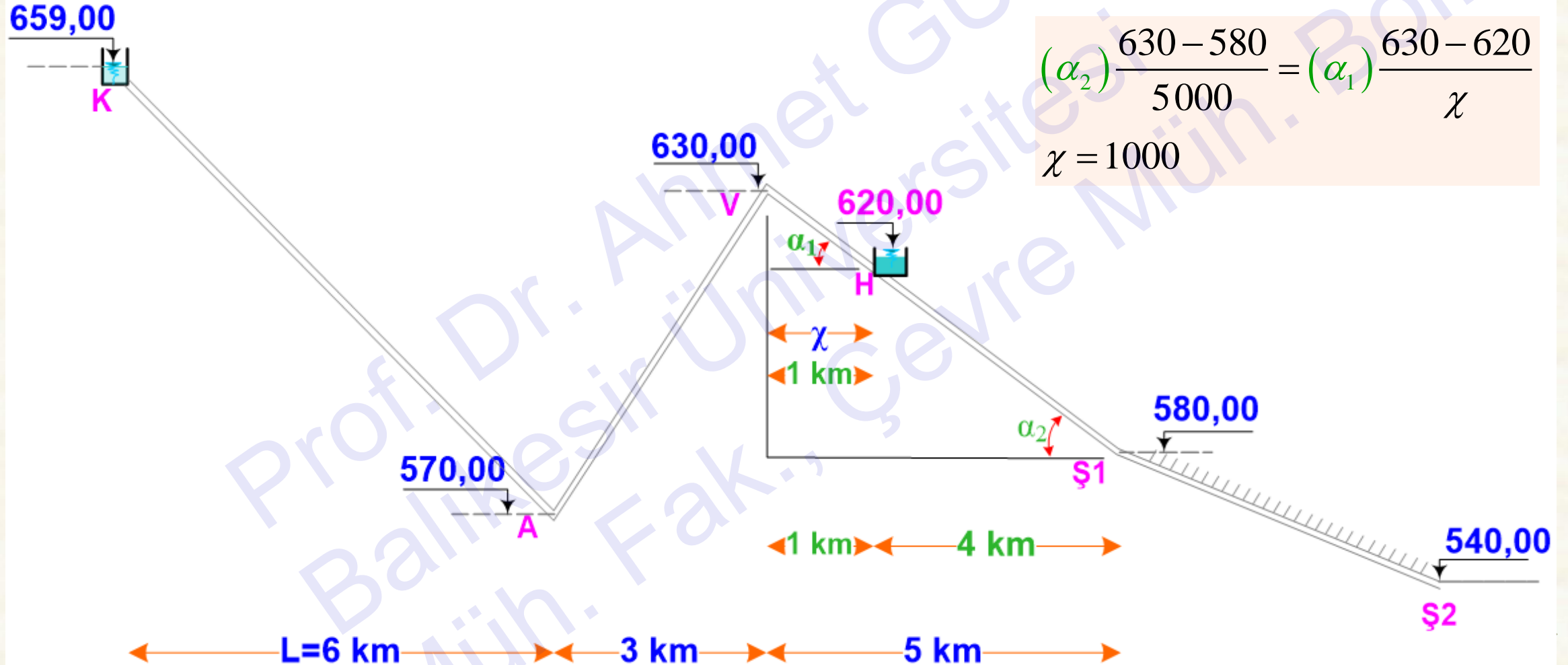
$$(iv) \left. \begin{array}{l} 540 + 80 = 620 \text{ m} \\ 580 + 30 = 610 \text{ m} \end{array} \right\} HK = 620 \text{ m}$$

(v) Maslak gerekmez

(vi) Haznenin yeri?

# ÇÖZÜM

(vi) Haznenin yeri;





# ÇÖZÜM

## (2) Hidrolik hesaplar;

İsale hattının debisi ile şebeke ana borusunun hesap debileri farklı olduğundan çapları, basınç dayanımları ve et kalınlıkları da farklı olacaktır.

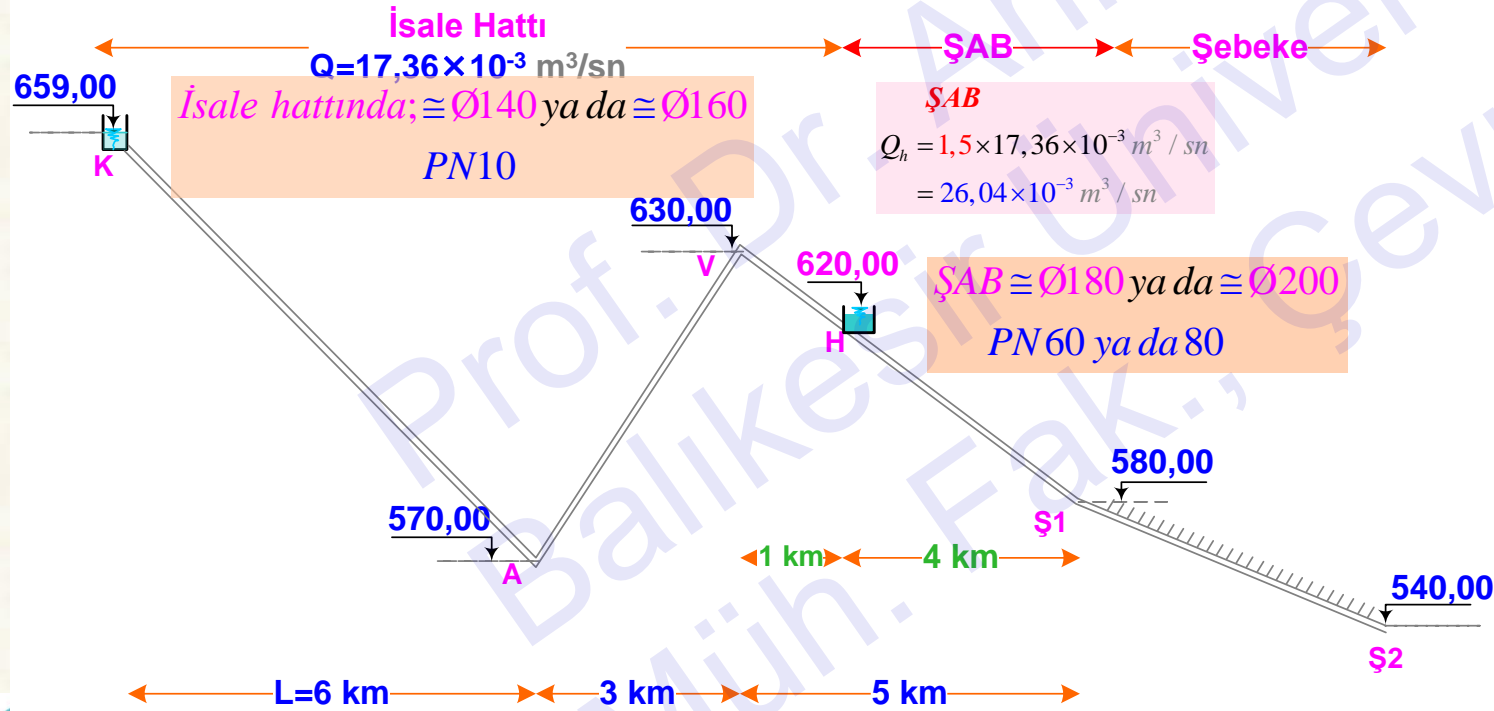
İsale hattında;

$$Q_h = V \times A = V \times \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q_h}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times 1,0}} = 0,1486m \cong \text{Ø}140 \text{ ya da } \cong \text{Ø}160 \quad \text{PN10}$$

(i) Takribi boru çapları

ŞAB

$$Q_h = V \times A = V \times \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q_h}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 26,04 \times 10^{-3}}{\pi \times 1,0}} = 0,1821m \cong \text{Ø}180 \text{ ya da } \cong \text{Ø}200 \quad \text{PN60 ya da 80}$$





DN mm	oleranslar (+)			SDR 41 PN 4			SDR 33 PN 5			SDR 27,6 PN 6			SDR 22 PN 8			SDR 17 PN 10			SDR 13,6 PN 12,5			SDR 11 PN 16			SDR 9 PN 20			SDR 7,4 PN 25			SDR 6 PN 32			
	A*	B*	O*	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m				
	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m				
16	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,4	0,12		
20	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0,3	0,11	2,3	0,3	0,13	3,0	0,4	0,16	3,4	0,5	0,18		
25	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,3	0,16	3,0	0,4	0,21	3,5	0,5	0,24	4,2	0,6	0,28		
32	0,3	0,3	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,4	0,27	3,6	0,5	0,32	4,4	0,6	0,38	5,4	0,7	0,45		
40	0,4	0,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	0,4	0,29	3,0	0,5	0,36	3,7	0,5	0,42	4,5	0,6	0,50		
50	0,4	0,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,4	0,45	3,7	0,5	0,54	4,6	0,6	0,66	5,6	0,7	0,78		
63	0,4	0,4	1,5	1,8	0,3	0,36	2,0	0,3	0,39	2,4	0,4	0,47	3,0	0,4	0,57	3,8	0,5	0,71	4,7	0,6	0,87	5,8	0,7	1,04	7,1	0,9	1,25	8,6	1,0	1,46	10,3	1,2	1,69	
75	0,4	0,5	1,6	1,9	0,3	0,45	2,3	0,4	0,54	2,7	0,5	0,63	3,6	0,4	0,81	4,5	0,6	1,01	5,6	0,7	1,23	6,8	0,8	1,46	8,4	1,0	1,75	10,3	1,2	2,08	12,5	1,4	2,43	
90	0,6	0,6	1,8	2,3	0,3	0,64	2,8	0,4	0,78	3,3	0,6	0,93	4,3	0,5	1,16	5,4	0,7	1,45	6,7	0,8	1,76	8,2	1,0	2,11	10,1	1,2	2,53	12,3	1,4	2,99	15,0	1,7	3,51	
110	0,7	0,6	2,2	2,7	0,4	0,93	3,4	0,5	1,16	4,0	0,7	1,37	5,3	0,6	1,74	6,6	0,8	2,15	8,1	1,0	2,60	10,0	1,1	3,13	12,3	1,4	3,76	15,1	1,7	4,47	18,3	2,0	5,22	
125	0,8	0,6	2,5	3,1	0,5	1,22	3,9	0,5	1,50	4,5	0,7	1,74	6,0	0,7	2,25	7,4	0,9	2,74	9,2	1,1	3,35	11,4	1,3	4,06	14,0	1,6	4,87	17,1	1,9	5,76	20,8	2,2	6,74	
140	0,9	0,9	2,8	3,5	0,5	1,52	4,3	0,6	1,86	5,1	0,8	2,21	6,7	0,8	2,81	8,3	1,0	3,44	10,3	1,2	4,20	12,7	1,4	5,06	15,7	1,7	6,09	19,2	2,1	7,23	23,3	2,5	8,45	
160	1,0	1,0	3,2	4,0	0,5	1,97	4,9	0,6	2,40	5,8	0,9	2,87	7,7	0,9	3,69	9,5	1,1	4,50	11,8	1,3	5,48	14,6	1,6	6,64	17,9	1,9	7,94	21,9	2,3	9,42	26,6	2,8	11,03	
180	1,1	1,1	3,6	4,4	0,6	2,46	5,5	0,7	3,04	6,5	1,0	3,61	8,6	1,0	4,64	10,7	1,2	5,69	13,3	1,5	6,96	16,4	1,8	8,40	20,1	2,2	10,04	24,6	2,6	11,91	29,9	3,1	13,94	
200	1,2	1,2	4,0	4,9	0,6	3,02	6,2	0,8	3,81	7,2	1,1	4,44	9,6	1,1	5,75	11,9	1,3	7,02	14,7	1,6	8,53	18,2	2,0	10,36	22,4	2,4	12,42	27,4	2,9	14,73	33,2	3,5	17,21	
225	1,4	1,4	4,5	5,5	0,7	3,82	6,9	0,8	4,74	8,2	1,2	5,68	10,8	1,2	7,26	13,4	1,5	8,90	16,6	1,8	10,83	20,3	2,2	13,00	25,2	2,7	15,72	30,8	3,2	18,61	37,4	3,9	21,79	
250	1,5	1,5	5,0	6,2	0,8	4,79	7,7	0,9	5,88	9,1	1,3	6,99	11,9	1,3	8,89	14,8	1,6	10,91	18,4	2,0	13,34	22,7	2,4	16,12	27,9	2,9	19,32	35,0	4,0	24,00	42,6	4,8	29,70	
280	1,7	1,7	5,8	6,9	0,8	5,94	8,6	1,0	7,35	10,1	1,5	8,71	13,4	1,4	11,18	16,6	1,8	13,70	20,6	2,2	16,72	25,4	2,7	20,21	31,3	3,3	24,28	39,4	4,2	29,70	48,6	5,1	36,00	
315	1,9	1,9	6,6	7,7	0,9	7,46	9,7	1,1	9,32	11,4	1,6	11,02	15,0	1,6	14,10	18,7	2,0	17,35	23,2	2,5	21,19	28,6	3,0	25,58	35,2	3,7	30,72	44,4	4,8	36,00	54,6	5,7	42,00	
355	2,2	2,2	7,5	8,7	1,0	9,49	10,9	1,2	11,78	12,9	1,8	14,05	16,9	1,7	17,86	21,1	2,3	22,09	26,1	2,8	26,87	32,2	3,4	32,47	39,7	4,1	39,01	49,4	5,1	45,00	59,4	6,0	51,00	
400	2,4	2,4	8,4	9,8	1,1	12,03	12,3	1,4	15,01	14,5	2,1	17,83	19,1	1,9	22,72	23,7	2,5	27,91	29,4	3,1	34,07	36,3	3,8	41,23	44,7	4,6	49,49	59,4	5,7	54,00	69,4	6,6	63,00	
450	2,7	2,7	9,3	11,0	1,2	15,17	13,8	1,5	18,90	16,3	2,3	22,52	21,5	2,2	28,81	26,7	2,8	35,36	33,1	3,5	43,16	40,9	4,2	52,21	50,3	5,2	62,66	66,6	6,3	69,00	79,4	7,4	75,00	
500	3,0	3,0	10,2	12,3	1,4	18,89	15,3	1,7	23,31	18,1	2,5	27,74	23,9	2,4	35,56	29,7	3,1	43,70	36,8	3,8	53,25	45,4	4,7	64,42	55,8	5,7	77,22	72,6	6,3	75,00	87,4	7,4	81,00	
560	3,4	3,4	11,1	13,7	1,5	23,52	17,2	1,9	29,34	20,3	2,8	34,84	26,7	2,7	44,51	33,2	3,5	54,74	41,2	4,3	66,81	50,8	5,2	80,70	62,2	6,3	96,43	80,6	6,3	75,00	97,4	7,4	81,00	
630	3,8	3,8	12,0	15,4	1,7	29,75	19,3	2,1	37,01	22,8	3,1	43,99	30,0	3,0	56,24	37,4	3,9	69,33	46,3	4,8	84,45	57,2	5,9	102,25										
710	4,4	4,4	13,0	17,4	1,9	37,86	21,8	2,3	47,04	25,7	3,5	55,89	33,9	3,3	71,52	42,1	4,4	87,97	52,2	5,4	107,28	64,5	6,7	129,97										
800	5,0	5,0	14,0	19,6	2,1	48,01	24,5	2,6	59,58	29,0	4,0	71,11	38,1	3,7	90,58	47,4	4,9	111,55	58,8	6,0	136,09													
900	5,6	5,6	15,0	22,0	2,3	60,55	27,6	2,9	75,47	32,6	4,4	89,82	42,9	4,2	114,77	53,3	5,5	141,11	66,2	6,7	172,29													
1000	6,3	6,3	16,0	24,5	2,6	74,98	30,6	3,2	92,96	36,2	4,9	110,84	47,7	4,7	141,83	59,3	6,1	174,39	73,5	7,5	212,64													
1200	7,5	7,5	18,0	29,4	3,1	107,93	36,7	3,8	133,73	43,5	5,9	159,84	57,2	5,2	203,39	70,6	6,8	248,56																
1400	8,7	8,7	20,0	34,3	3,6	146,87	42,9	4,4	182,28	50,7	6,7	217,01	66,7	5,8	276,21	82,4	7,6	337,82																
1600	10,0	10,0	22,0	39,2	4,1	191,80	49,0	5,0	237,89	58,0	7,7	283,79	76,2	6,5	360,37	94,1	8,5	440,55																



**KUZEYBORU**  
The brand searched in the world

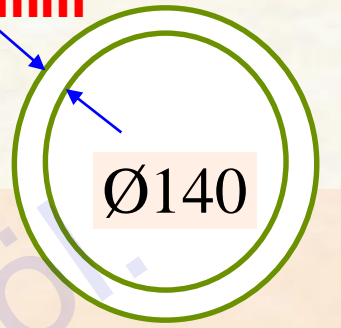




(ii) Seçilen borunun hesabı;

PN10, Ø140 borunun et kalınlığı  $s=8,3$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=8,3$  mm



$$\text{Ø140} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,140 - 2 \times 8,3/1000)^2} = 1,451 \text{ m/sn}$$

$D=0,1234\text{m}$

$$\text{Ø140} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{1,451 \text{ m/sn} \times 0,1234 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}} = 117849$$

$5^\circ\text{C}$  su için

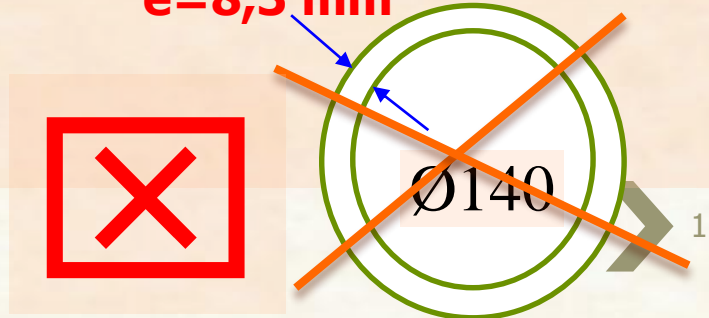
$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{117849^{0,237}} = 0,0171$$

$$\text{Ø140} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0171}{(0,140 - 2 \times 8,3/1000)} \times \frac{1,451^2}{2 \times 9,81} = 14,87 \times 10^{-3} \text{ m/m}$$

$D=0,1234\text{m}$

$$\text{Ø140} \rightarrow \Delta L = J \times L = 14,87 \times 10^{-3} \times 9000 = 133,82 \text{ m} \gg 29 \text{ mSS} \quad \boxed{\times}$$

$e=8,3$  mm



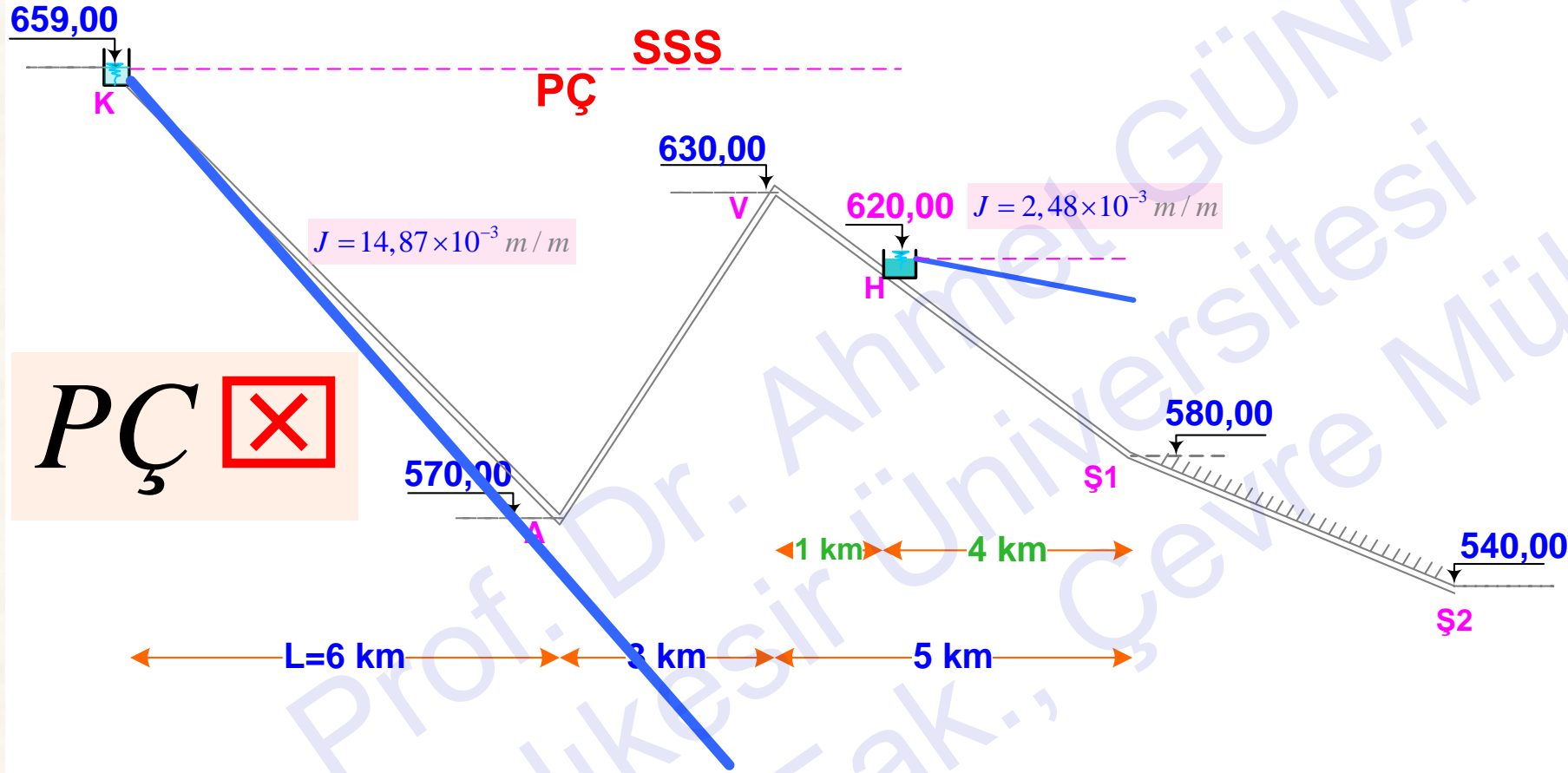
**Su akış hızı açısından uygun, yük kaybı açısından uygun değil.**



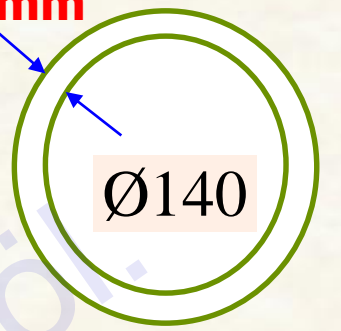


(ii) Seçilen borunun hesabı;

PN10, Ø140 borunun et kalınlığı  $s=8,3$  mm için su hızı ve yük kaybı;



$e=8,3$  mm



K'dan A noktasına akabilir. V noktasına akış gerçekleşmez.

V noktasına hangi debi akabilir? Nasıl hesaplanabilir?

$$\text{Ø}140 \rightarrow \Delta L = J \times L = 14,87 \times 10^{-3} \times 9000 = 133,82 m \gg 29 m_{SS} \quad \text{X}$$

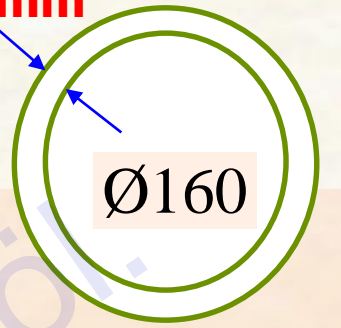
**Su akış hızı açısından uygun, yük kaybı açısından uygun değil.**



(ii) Seçilen borunun hesabı;

PN10, Ø160 borunun et kalınlığı  $s=9,5$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=9,5$  mm



$$\text{Ø160} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,160 - 2 \times 9,5 / 1000)^2} = 1,112 \text{ m / sn}$$

$D=0,141m$

$$\text{Ø160} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{1,112 \text{ m / sn} \times 0,1234m}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 103139$$

$5^\circ\text{C sui için}$

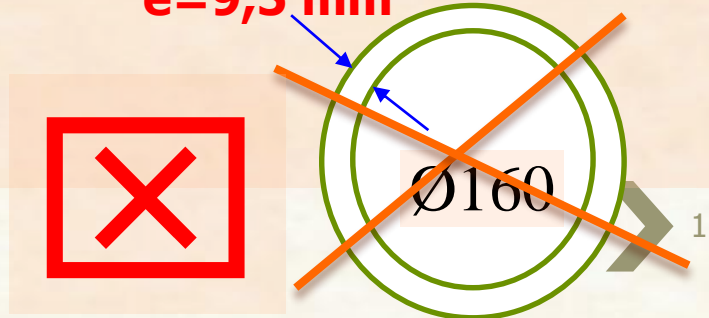
$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{103139^{0,237}} = 0,01753$$

$$\text{Ø160} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,01753}{(0,160 - 2 \times 9,5 / 1000)} \times \frac{1,112^2}{2 \times 9,81} = 7,83 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$D=0,141m$

$$\text{Ø160} \rightarrow \Delta L = J \times L = 7,83 \times 10^{-3} \times 9000 = 70,49 \text{ m} > 29 \text{ mSS} \quad \boxed{\times}$$

$e=9,5$  mm



**Su akış hızı açısından uygun, yük kaybı açısından uygun değil.**



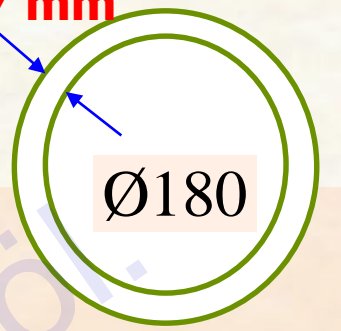




(ii) Seçilen borunun hesabı;

PN10, Ø180 borunun et kalınlığı  $s=10,7$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=10,7$  mm



$$\text{Ø180} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,180 - 2 \times 10,7 / 1000)^2} = 0,879 \text{ m/sn}$$

$D=0,1586\text{m}$

$$\text{Ø180} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,879 \text{ m/sn} \times 0,1586\text{m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}} = 91688$$

$5^\circ\text{C su için}$

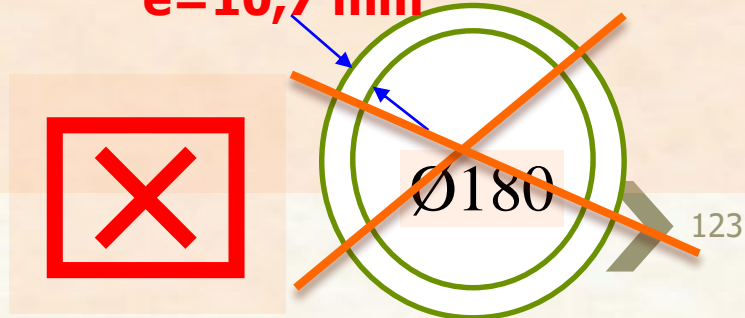
$$*** \quad 2320 < \text{Re} < 10^5 \text{ için } \lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{91693}} = 0,0182$$

$$\text{Ø180} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0182}{(0,180 - 2 \times 10,7 / 1000)} \times \frac{0,879^2}{2 \times 9,81} = 4,51 \times 10^{-3} \text{ m/m}$$

$D=0,1586\text{m}$

$$\text{Ø180} \rightarrow \Delta L = J \times L = 4,51 \times 10^{-3} \times 9000 = 40,58 \text{ m} > 29 \text{ mSS} \quad \boxed{\times}$$

$e=10,7$  mm



**Su akış hızı açısından uygun, yük kaybı açısından uygun değil.**

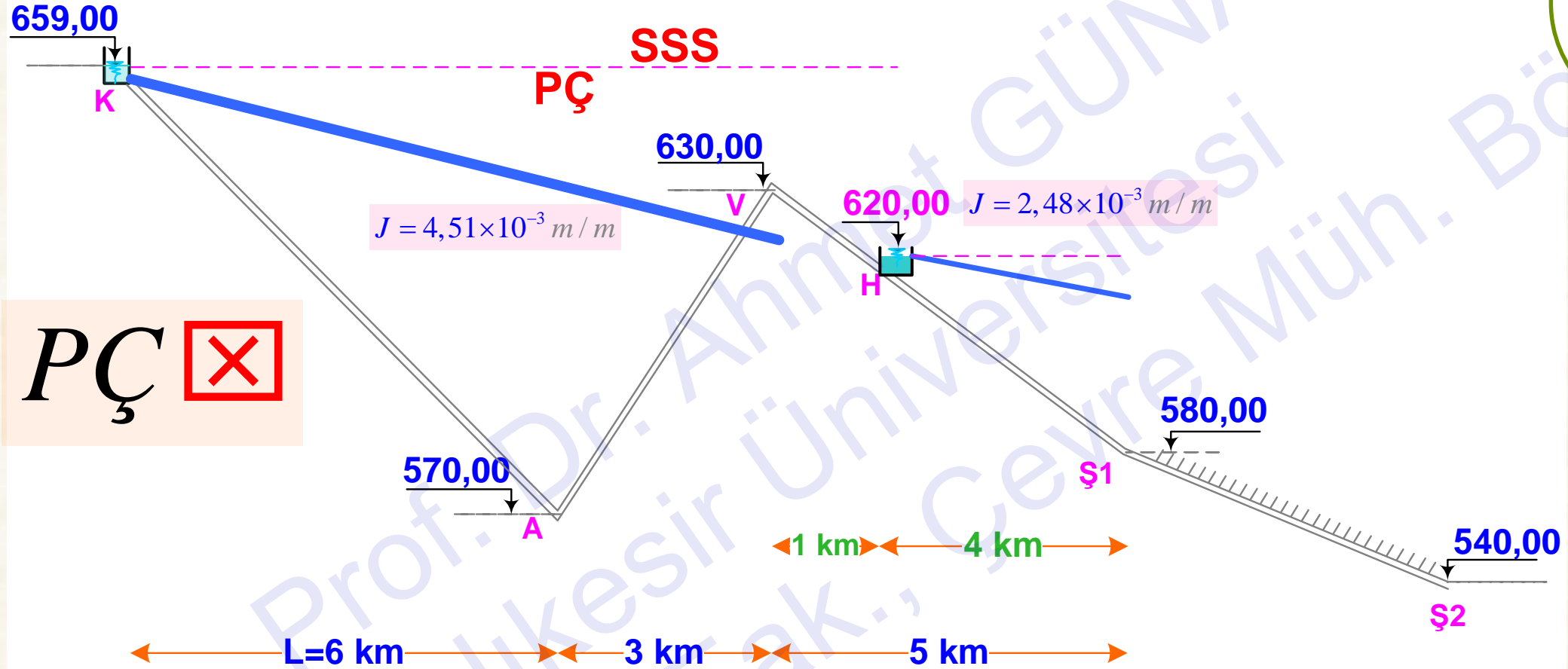


(ii) Seçilen borunun hesabı;

PN10, Ø180 borunun et kalınlığı  $s=10,7$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=10,7$  mm

Ø180



PÇ ❌

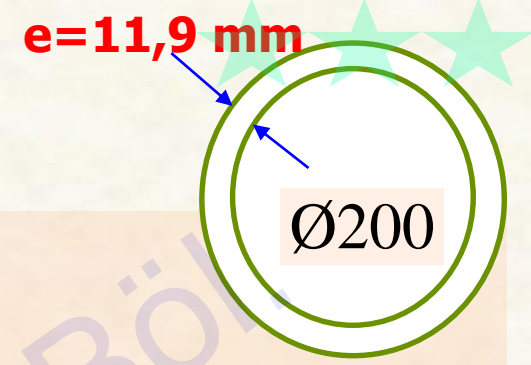
$$\text{Ø}180 \rightarrow \Delta L = J \times L = 4,51 \times 10^{-3} \times 9000 = 40,58 \text{ m} > 29 \text{ mSS} \quad \text{❌}$$

**Su akış hızı açısından uygun, yük kaybı açısından uygun değil.**

❌

(ii) Seçilen borunun hesabı;

PN10, Ø200 borunun et kalınlığı  $s=11,9$  mm için su hızı ve yük kaybı;



$$\text{Ø}200 \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times \underbrace{(0,200 - 2 \times 11,9 / 1000)}_{D=0,1762m}^2} = 0,712 \text{ m/sn}$$

$$\text{Ø}200 \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,712 \text{ m/sn} \times 0,1762 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}} = 82529$$

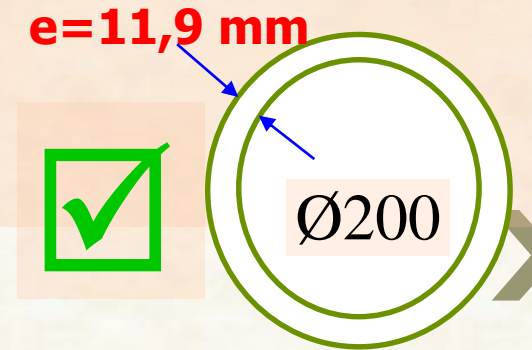
*5°C su için*

$$*** \quad 2320 < \text{Re} < 10^5 \text{ için } \lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{82529}} = 0,0186$$

$$\text{Ø}200 \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0186}{\underbrace{(0,200 - 2 \times 11,9 / 1000)}_{D=0,1762m}} \times \frac{0,712^2}{2 \times 9,81} = 2,734 \times 10^{-3} \text{ m/m}$$

$$\text{Ø}200 \rightarrow \Delta L = J \times L = 2,734 \times 10^{-3} \times 9000 = 24,61 \text{ m} < 29 \text{ mSS} \quad \checkmark$$

$$\text{Ø}200 \rightarrow V = 0,712 \text{ m/sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 24,61 \text{ m} \quad \checkmark$$



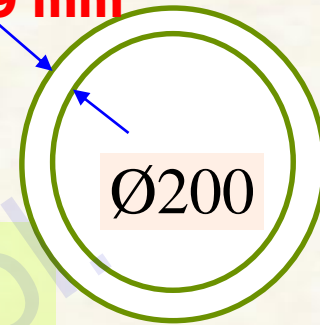




(ii) Kontrol;

PN10, Ø200 borunun et kalınlığı  $s=11,9$  mm için su hızını farklı modellere göre hesaplayalım

$e=11,9$  mm



$$(i) \text{ } \varnothing 200 \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,20 - 2 \times 11,9 / 1000)^2} = 0,712 \text{ m / sn}$$

$D=0,1762\text{m}$

(ii) Williams – Hazen Bağıntısı;  $V = 0,85 \times C \times R^{0,63} \times J^{0,54}$

$$V = 0,85 \times \underset{140 \sim 150}{145} \times \left( \frac{0,1762}{4} \right)^{0,63} \times (2,734 \times 10^{-3})^{0,54} = 0,712 \text{ m / sn}$$

(iii) Manning Formülü;  $V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2}$

$$V = \frac{1}{0,01} \times \left( \frac{0,1762}{4} \right)^{2/3} \times (2,734 \times 10^{-3})^{0,50} = 0,652 \text{ m / sn}$$

$\varnothing 200 \rightarrow V = 0,693 \text{ m / sn}$  ve  $J = 2,598 \times 10^{-3}$   $\Delta L = 22,64 \text{ m}$  ✓





DN mm	oleranslar (+)			SDR 41 PN 4			SDR 33 PN 5			SDR 27,6 PN 6			SDR 22 PN 8			SDR 17 PN 10			SDR 13,6 PN 12,5			SDR 11 PN 16			SDR 9 PN 20			SDR 7,4 PN 25			SDR 6 PN 32							
	A*	B*	O*	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m	S	S*	m								
	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m	mm	kg/m	kg/m								
16	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,4	0,12						
20	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0,3	0,11	2,3	0,3	0,13	3,0	0,4	0,16	3,4	0,5	0,18						
25	0,3	0,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,3	0,16	3,0	0,4	0,21	3,5	0,5	0,24	4,2	0,6	0,28						
32	0,3	0,3	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,4	0,27	3,6	0,5	0,32	4,4	0,6	0,38	5,4	0,7	0,45						
40	0,4	0,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	0,4	0,29	3,0	0,5	0,36	3,7	0,5	0,42	4,5	0,6	0,50	5,5	0,7	0,60	6,7	0,8	0,70
50	0,4	0,4	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,4	0,45	3,7	0,5	0,54	4,6	0,6	0,66	5,6	0,7	0,78	6,9	0,8	0,93	8,3	1,0	1,08
63	0,4	0,4	1,5	1,8	0,3	0,36	2,0	0,3	0,39	2,4	0,4	0,47	3,0	0,4	0,57	3,8	0,5	0,71	4,7	0,6	0,87	5,8	0,7	1,04	7,1	0,9	1,25	8,6	1,0	1,46	10,3	1,2	1,69					
75	0,4	0,5	1,6	1,9	0,3	0,45	2,3	0,4	0,54	2,7	0,5	0,63	3,6	0,4	0,81	4,5	0,6	1,01	5,6	0,7	1,23	6,8	0,8	1,46	8,4	1,0	1,75	10,3	1,2	2,08	12,5	1,4	2,43					
90	0,6	0,6	1,8	2,3	0,3	0,64	2,8	0,4	0,78	3,3	0,6	0,93	4,3	0,5	1,16	5,4	0,7	1,45	6,7	0,8	1,76	8,2	1,0	2,11	10,1	1,2	2,53	12,3	1,4	2,99	15,0	1,7	3,51					
110	0,7	0,6	2,2	2,7	0,4	0,93	3,4	0,5	1,16	4,0	0,7	1,37	5,3	0,6	1,74	6,6	0,8	2,15	8,1	1,0	2,60	10,0	1,1	3,13	12,3	1,4	3,76	15,1	1,7	4,47	18,3	2,0	5,22					
125	0,8	0,6	2,5	3,1	0,5	1,22	3,9	0,5	1,50	4,5	0,7	1,74	6,0	0,7	2,25	7,4	0,9	2,74	9,2	1,1	3,35	11,4	1,3	4,06	14,0	1,6	4,87	17,1	1,9	5,76	20,8	2,2	6,74					
140	0,9	0,9	2,8	3,5	0,5	1,52	4,3	0,6	1,86	5,1	0,8	2,21	6,7	0,8	2,81	8,3	1,0	3,44	10,3	1,2	4,20	12,7	1,4	5,06	15,7	1,7	6,09	19,2	2,1	7,23	23,3	2,5	8,45					
160	1,0	1,0	3,2	4,0	0,5	1,97	4,9	0,6	2,40	5,8	0,9	2,87	7,7	0,9	3,69	9,5	1,1	4,50	11,8	1,3	5,48	14,6	1,6	6,64	17,9	1,9	7,94	21,9	2,3	9,42	26,6	2,8	11,03					
180	1,1	1,1	3,6	4,4	0,6	2,46	5,5	0,7	3,04	6,5	1,0	3,61	8,6	1,0	4,64	10,7	1,2	5,69	13,3	1,5	6,96	16,4	1,8	8,40	20,1	2,2	10,04	24,6	2,6	11,91	29,9	3,1	13,94					
200	1,2	1,2	4,0	4,9	0,6	3,02	6,2	0,8	3,81	7,2	1,1	4,44	9,6	1,1	5,75	11,9	1,3	7,02	14,7	1,6	8,53	18,2	2,0	10,36	22,4	2,4	12,42	27,4	2,9	14,73	33,2	3,5	17,21					
225	1,4	1,4	4,5	5,5	0,7	3,82	6,9	0,8	4,74	8,2	1,2	5,68	10,8	1,2	7,26	13,4	1,5	8,90	16,6	1,8	10,83	20,3	2,2	13,00	25,2	2,7	15,72	30,8	3,2	18,61	37,4	3,9	21,79					
250	1,5	1,5	5,0	6,2	0,8	4,79	7,7	0,9	5,88	9,1	1,3	6,99	11,9	1,3	8,89	14,8	1,6	10,91	18,4	2,0	13,34	22,7	2,4	16,12	27,9	2,9	19,32	34,7	3,6	23,76	42,8	4,4	28,44					
280	1,7	1,7	5,8	6,9	0,8	5,94	8,6	1,0	7,35	10,1	1,5	8,71	13,4	1,4	11,18	16,6	1,8	13,70	20,6	2,2	16,72	25,4	2,7	20,21	31,3	3,3	24,28	39,4	4,1	29,72	49,3	5,1	35,19					
315	1,9	1,9	11,1	7,7	0,9	7,46	9,7	1,1	9,32	11,4	1,6	11,02	15,0	1,6	14,10	18,7	2,0	17,35	23,2	2,5	21,19	28,6	3,0	25,58	35,2	3,7	30,72	44,3	4,7	37,68	57,8	6,1	47,82					
355	2,2	2,2	12,5	8,7	1,0	9,49	10,9	1,2	11,78	12,9	1,8	14,05	16,9	1,7	17,86	21,1	2,3	22,09	26,1	2,8	26,87	32,2	3,4	32,47	39,7	4,1	39,01	49,9	5,1	48,99	64,7	6,6	60,66					
400	2,4	2,4	14,0	9,8	1,1	12,03	12,3	1,4	15,01	14,5	2,1	17,83	19,1	1,9	22,72	23,7	2,5	27,91	29,4	3,1	34,07	36,3	3,8	41,23	44,7	4,6	49,49	59,9	6,9	60,66	78,8	9,1	74,88					
450	2,7	2,7	15,6	11,0	1,2	15,17	13,8	1,5	18,90	16,3	2,3	22,52	21,5	2,2	28,81	26,7	2,8	35,36	33,1	3,5	43,16	40,9	4,2	52,21	50,3	5,2	62,66	66,6	8,8	74,88	94,9	12,2	94,99					
500	3,0	3,0	17,5	12,3	1,4	18,89	15,3	1,7	23,31	18,1	2,5	27,74	23,9	2,4	35,56	29,7	3,1	43,70	36,8	3,8	53,25	45,4	4,7	64,42	55,8	5,7	77,22	74,9	10,1	94,99	127,8	16,1	127,88					
560	3,4	3,4	19,6	13,7	1,5	23,52	17,2	1,9	29,34	20,3	2,8	34,84	26,7	2,7	44,51	33,2	3,5	54,74	41,2	4,3	66,81	50,8	5,2	80,70	62,2	6,3	96,43	83,8	12,1	117,88	141,7	19,1	141,77					
630	3,8	3,8	22,1	15,4	1,7	29,75	19,3	2,1	37,01	22,8	3,1	43,99	30,0	3,0	56,24	37,4	3,9	69,33	46,3	4,8	84,45	57,2	5,9	102,25	68,2	7,0	127,88	90,7	14,1	141,77	121,7	17,1	161,77					
710	6,4	6,4	24,9	17,4	1,9	37,86	21,8	2,3	47,04	25,7	3,5	55,89	33,9	3,3	71,52	42,1	4,4	87,97	52,2	5,4	107,28	64,5	6,7	129,97	78,2	8,0	157,88	104,7	18,1	161,77	141,7	19,1	161,77					
800	7,2	7,2	28,0	19,6	2,1	48,01	24,5	2,6	59,58	29,0	4,0	71,11	38,1	3,7	90,58	47,4	4,9	111,55	58,8	6,0	136,09	71,2	7,1	157,88	87,2	8,1	207,88	114,7	21,1	161,77	161,7	21,1	161,77					
900	8,1	8,1	31,5	22,0	2,3	60,55	27,6	2,9	75,47	32,6	4,4	89,82	42,9	4,2	114,77	53,3	5,5	141,11	66,2	6,7	172,29	81,2	7,1	207,88	97,2	8,1	257,88	134,7	24,1	161,77	181,7	24,1	161,77					
1000	9,0	9,0	35,0	24,5	2,6	74,98	30,6	3,2	92,96	36,2	4,9	110,84	47,7	4,7	141,83	59,3	6,1	174,39	73,5	7,5	212,64	91,2	7,5	257,88	107,2	8,1	307,88	144,7	27,1	161,77	201,7	27,1	161,77					
1200	10,8	10,8	42,0	29,4	3,1	107,93	36,7	3,8	133,73	43,5	5,9	159,84	57,2	5,2	203,39	70,6	6,8	248,56	87,2	8,1	307,88	107,2	8,1	357,88	127,2	9,1	407,88	164,7	31,1	161,77	241,7	31,1	161,77					
1400	12,6	12,6	49,0	34,3	3,6	146,87	42,9	4,4	182,28	50,7	6,7	217,01	66,7	5,8	276,21	82,4	7,6	337,82	97,2	7,6	407,88	127,2	8,1	457,88	157,2	9,1	507,88	194,7	35,1	161,77	281,7	35,1	161,77					
1600	14,4	14,4	56,0	39,2	4,1	191,80	49,0	5,0	237,89	58,0	7,7	283,79	76,2	6,5	360,37	94,1	8,5	440,55	107,2	8,1	507,88	157,2	9,1	557,88	194,7	10,1	607,88	244,7	39,1	161,77	321,7	39,1	161,77					



**KUZEYBORU**  
The brand searched in the world

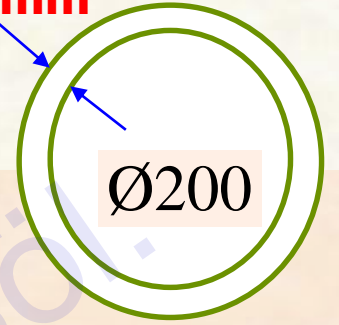




(iii) ŞAB hesabı;

PN6, Ø200 borunun et kalınlığı  $s=7,2$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=7,2$  mm



$$\text{Ø200} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 1,5 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,20 - 2 \times 7,2 / 1000)^2} = 0,963 \text{ m / sn}$$

$D=0,1856\text{m}$

$$\text{Ø200} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,963 \text{ m / sn} \times 0,1856\text{m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 117532$$

$5^\circ\text{C}$  su için

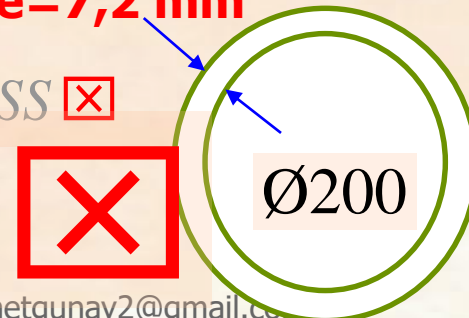
$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{117532^{0,237}} = 0,0171$$

$$\text{Ø200} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0171}{(0,200 - 2 \times 7,2 / 1000)} \times \frac{0,963^2}{2 \times 9,81} = 4,35 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$D=0,1856\text{m}$

$$\text{Ø200} \rightarrow \Delta L = J \times L = 4,35 \times 10^{-3} \times 4000 = 17,39 \text{ m} \rightarrow (620 - 580 - 17,39 = 22,61) < 30 \text{ mSS} \quad \boxed{\times}$$

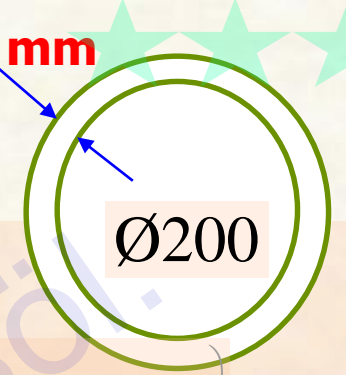
$e=7,2$  mm



(iii) ŞAB hesabı;

PN6, Ø225 borunun et kalınlığı  $s=8,2$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=8,2$  mm



$$\text{Ø225} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 1,5 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,225 - 2 \times 8,2 / 1000)^2} = 0,762 \text{ m / sn}$$

$D=0,2086\text{m}$

$$\left( V = 0,85 \times 145 \times \left( \frac{0,2086}{4} \right)^{0,63} \times (2,48 \times 10^{-3})^{0,54} = 0,751 \text{ m / sn} \right)$$

$$\text{Ø225 Re; } 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,762 \text{ m / sn} \times 0,2086 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 104566$$

$5^\circ\text{C}$  için

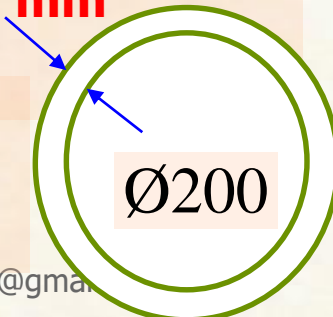
$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{104566^{0,237}} = 0,0175$$

$$\text{Ø225} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0175}{(0,225 - 2 \times 8,2 / 1000)} \times \frac{0,762^2}{2 \times 9,81} = 2,48 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$D=0,2086\text{m}$

$$\text{Ø225} \rightarrow \Delta L = J \times L = 2,48 \times 10^{-3} \times 4000 = 9,92 \text{ m} \quad (620 - 580 - 9,92 = 30,08 \text{ mSS uygun})$$

$e=8,2$  mm



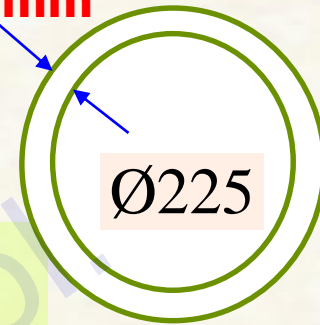
Şehrin yüksek kotlu noktasında borudaki su basıncı;  
 $620 - 9,92 - 580 = 30,08 \text{ mSS}$



(ii) Kontrol;

PN10, Ø225 borunun et kalınlığı  $s=8,2$  mm için su hızını farklı modellere göre hesaplayalım

$e=8,2$  mm



$$(i) \text{ } \varnothing 225 \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 1,5 \times 17,36 \times 10^{-3}}{\pi \times (0,225 - 2 \times 8,2 / 1000)^2} = 0,762 \text{ m / sn}$$

$D=0,2086\text{m}$

(ii) Williams – Hazen Bağıntısı;

$$V = 0,85 \times C \times R^{0,63} \times J^{0,54}$$

$$V = 0,85 \times 145 \times \left( \frac{0,2086}{4} \right)^{0,63} \times (2,48 \times 10^{-3})^{0,54} = 0,751 \text{ m / sn}$$

$140 \sim 150$

(iii) Manning Formülü;

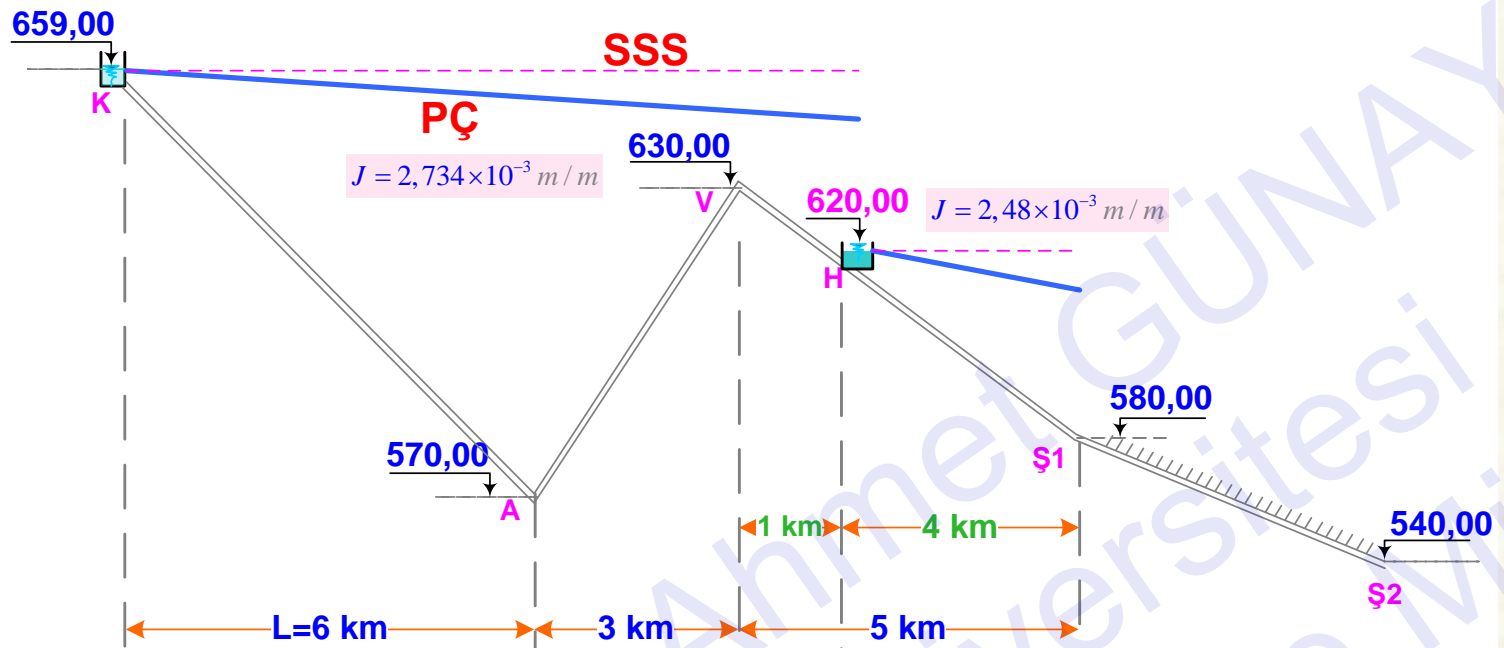
$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,01} \times \left( \frac{0,2086}{4} \right)^{2/3} \times (2,48 \times 10^{-3})^{0,50} = 0,695 \text{ m / sn}$$

$$\varnothing 225 \rightarrow V = 0,762 \text{ m / sn} \quad \text{ve} \quad J = 2,48 \times 10^{-3} \quad \Delta L = 9,92 \text{ m} \quad \checkmark$$

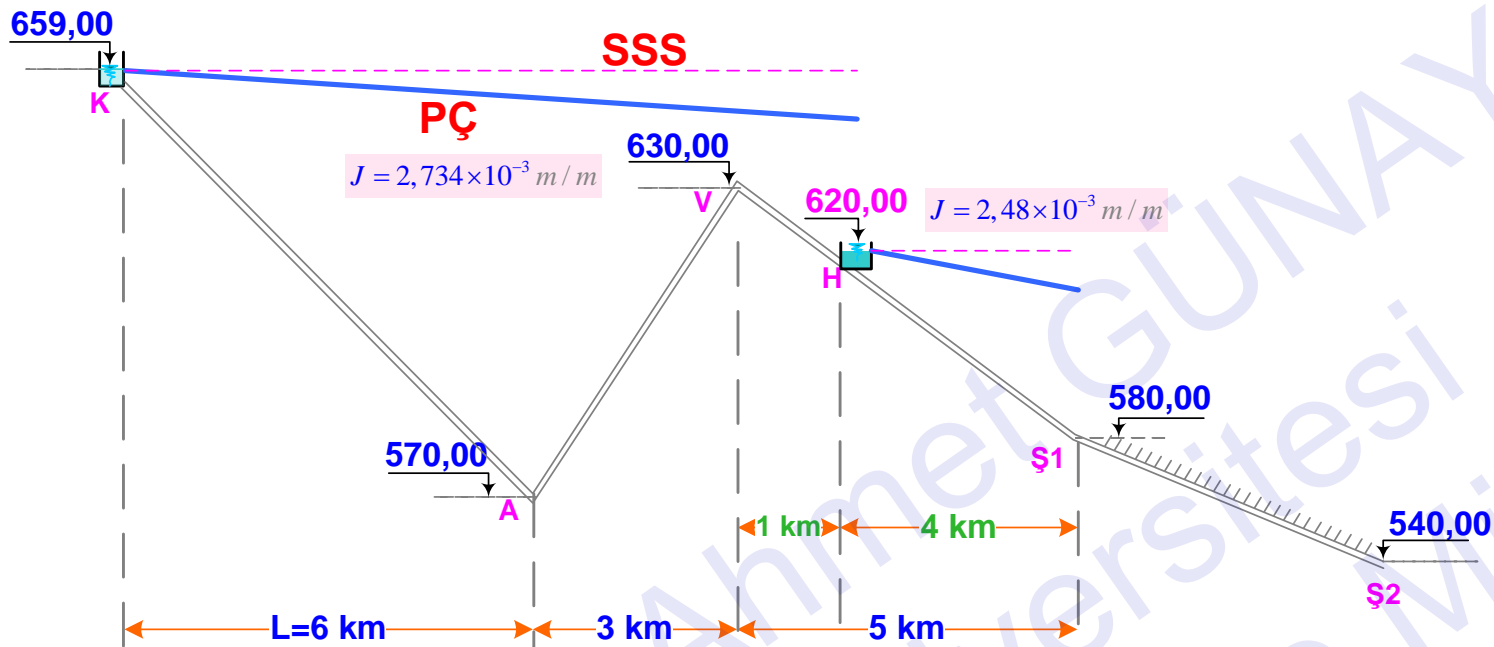






Kazık no	
Zemin kotu	
Ara mesafe	
Başlangıca mesafe	
Boru eksen kotu	
Piyozometre kotu	
İşletme basıncı	
Statik basınç	
Boru çapı cinsi	





Kazık no	K	A	V	H	Ş1	Ş2
Zemin kotu	660,00	571,00	631,00	621,00	581,00	
Ara mesafe		6000,00	3000,00	1000,00	4000,00	
Başlangıca mesafe	0,00	6000,00	9000,00	10 000,00	4000,00	
Boru eksen kotu	659,00	570,00	630,00	620,00	580,00	
Piyozometre kotu	659,00	642,60	634,40	631,97	610,08	
İşletme basıncı	0,00	72,60	4,40	11,97	30,08	
Statik basınç	0,00	89,00	29,00	39,00	40,00	80,00
Boru çapı cinsi	PN10 ve HDPE Ø200			PN6 ve HDPE Ø225		



## Tasarımın özeti;

### (i) İsale hattında;

$$Q_h = 1500 m^3 / \text{gün} = 17,36 \times 10^{-3} m^3 / \text{sn}$$

$\phi 200$

PN10, ve  $s = 11,9 \text{ mm}$

$$V = 0,712 m / \text{sn}$$

$$J = 2,734 \times 10^{-3} m / m$$

$$J \times L = 2,734 \times 10^{-3} \times 9000 = 24,61 m < 29 mSS$$

### (ii) ŞAB'da

$$Q_h = 1,5 \times 17,36 \times 10^{-3} = 26,04 \times 10^{-3} m^3 / \text{sn}$$

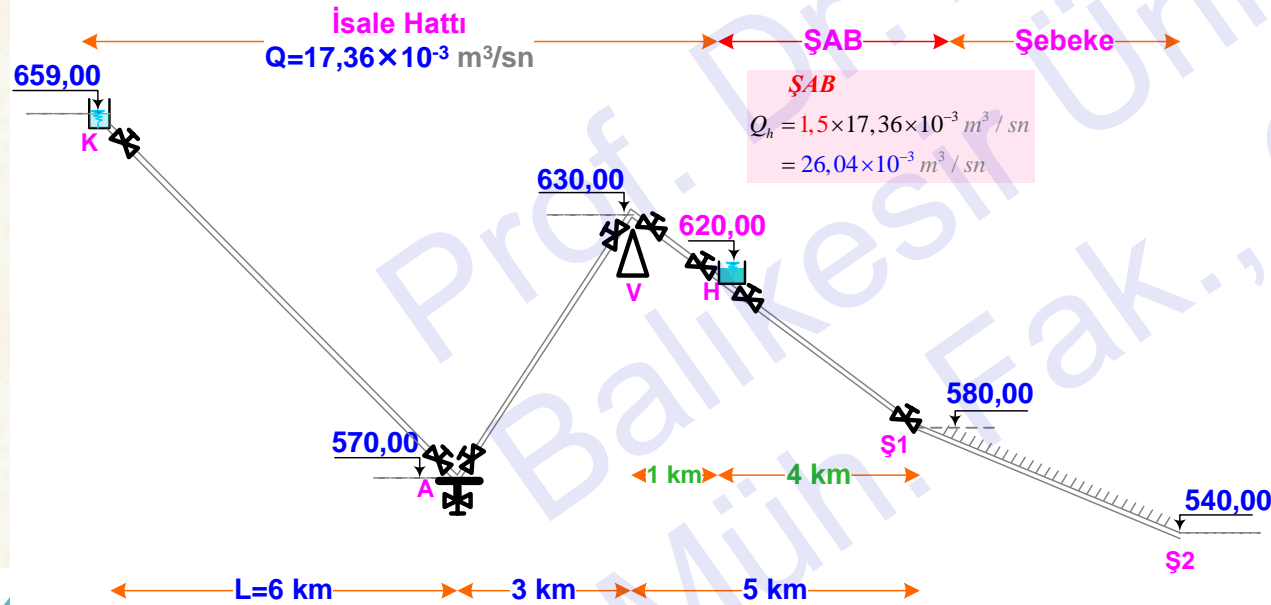
$\phi 225$

PN6, ve  $s = 8,2 \text{ mm}$

$$V = 0,762 m / \text{sn}$$

$$J = 2,48 \times 10^{-3} m / m$$

$$J \times L = 2,48 \times 10^{-3} \times 4000 = 9,92 m$$



1. Problemin başka çözüm metodolojisi olabilir mi?
2. Çözümde en kritik hususlar nelerdir?
3. Boru seçimi niçin önemlidir?
4. Boru seçiminin kritik hususları nelerdir?
5. İsale hattının teçhizatı nelerdir?
6. Proje prezantasyonu nasıl olabilir?
7. Projenin yataydaki ve düşeydeki ölçeği nasıl belirlenir?





# Maliyet;

## TABLO Malzeme satınalma maliyet

Sıra No	Malzeme	Miktar	Birim	Birim Fiyat	Toplam	kg/m	s, mm	PN	
1	φ200, PN10	10000	m	57,92	TL/m	579.150,00	7,02	11,9	100
2	φ225, PN6	4000	m	46,86	TL/m	187.440,00	5,68	8,2	6
3	Vana, φ200	7	Adet	450,00	TL/Adet	3.150,00	-	-	-
4	Vana, φ225	2	Adet	550,00	TL/Adet	1.100,00	-	-	-
5	Vantuzφ200	1	Adet	450,00	TL/Adet	450,00	-	-	1
6	Kazı dolgu	8500	m <sup>3</sup>	5,14	TL/m <sup>3</sup>	43.690,00			
7	Personel	2	Kişi	2500,00	TL/Ay	20.000,00			
8	Mühendis	1	Kişi	6000,00	TL/Ay	24.000,00			
Toplam					858.980,00				

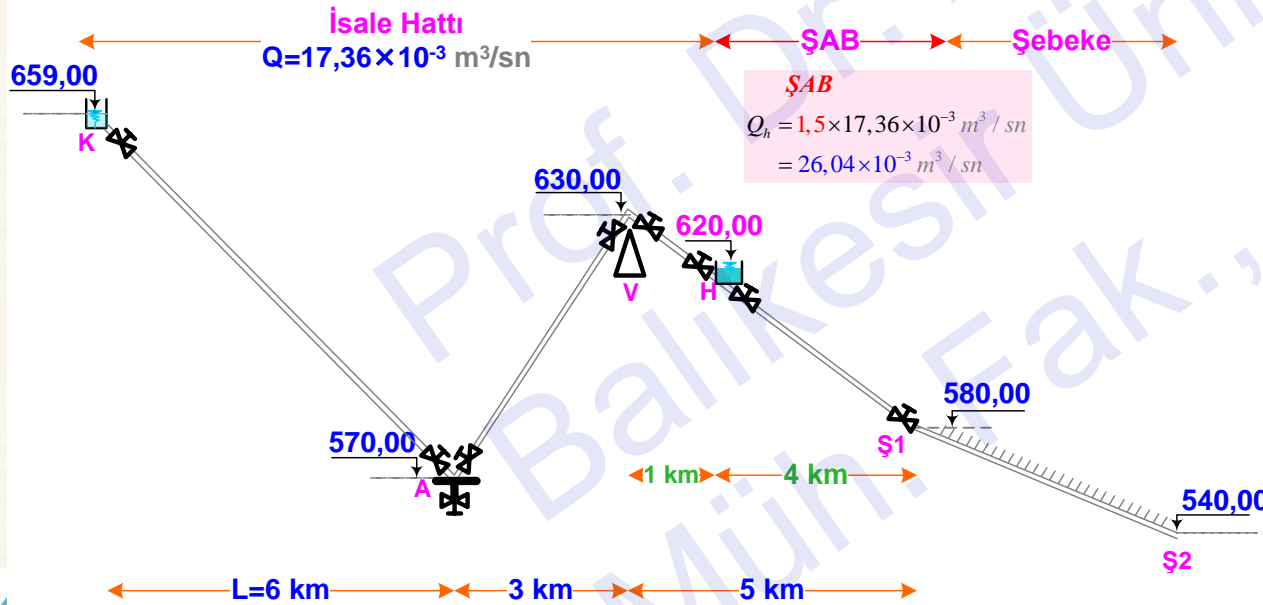
HDPE borular **1,8 US\$/kg**

Minimum hendek genişliği 60 cm'dir.  
Boru çapının 200 mm'den büyük olması halinde hendek genişliği, b;

$$b(cm) = D + 40(cm)$$

D:boru çapı, cm

Olacak şekilde hesaplanır.



1. Niçin maliyet çalışması yapmak gerekir?
2. Maliyet çalışması nasıl yapılır?
3. Yaklaşık maliyet hesaplanmadan ihale yapılır mı?
4. Bu tabloya ilave olarak hangi maliyetler vardır?
5. Proje yapılmadan ihale yapılabilir mi?

## Su Faturası;

### Yıllık Maliyet;

$$(A/P, i; n) \rightarrow A = P \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$YM = 50\ 000\text{TL} / \text{Yıl} + 858\ 980 \times \frac{0,10(1+0,10)^{30}}{(1+0,10)^{30} - 1} = 91\ 119\ \text{TL} / \text{yıl}$$

**%10 faiz** oranı ve **30 yıl** ekonomik ömür için yıllık maliyet (YM).

$$\text{Şebekede dağıtım;} = 350\ 000\ \text{TL} / \text{yıl}$$

$$\text{Arıtma} = 600\ 000\ \text{TL} / \text{yıl}$$

$$= 1\ 041\ 120\ \text{TL} / \text{yıl}$$

### Hane sayısı;

1875 hane

$$\text{Yıllık;} \frac{1\ 041\ 120}{1785} = 555\ \text{TL} / \text{yıl} - \text{hane}$$

$$\text{Aylık;} \frac{555}{12} = 46,30\ \text{TL} / \text{ay} - \text{hane}$$

1. Su faturaları niçin aylık tahsil edilir?
2. Su faturaları aylık otomatik okunabilir mi?
3. Nasıl faturalandırılır?
4. Gelecek yatırımlar için nasıl birikim yapılır?
5. Suyun maliyetini etkilen en önemli hususlar neler olabilir?
6. Maliyetler nasıl azaltılabilir?
7. Su hizmetleri özelleştirilebilir mi?
8. Tüketiciler suyu satın almak zorunda mı?

# ÖRNEK-4

# TRFİLİ İSALE





## ÖRNEK: Terfilisale + pompa seçimi

Gelecek nüfusu **7 500 kişi** olan bir yerleşim yerinin su ihtiyacı aşağıda boykesiti verilen terfilisale ile karşılanacaktır. İsale hattının boru çapını belirleyiniz, manometrik basma yüksekliğini hesaplayınız. Pompa gücünü hesaplayınız. Pompa seçimini yapınız. Depresyon ve süpresyon basıncını hesaplayınız. Hava kazanının hacmini hesaplayınız. Terfi süresi günde **15 saattir**.  $\max q_{\text{gün}} = 200 \text{ l/N-gün}$

$\gamma$ : suyun özgül ağırlığı,  $1000 \text{ kg/m}^3$

$Q$ : terfi debisi,  $\text{m}^3/\text{sn}$

$H$ : terfi yüksekliği, m

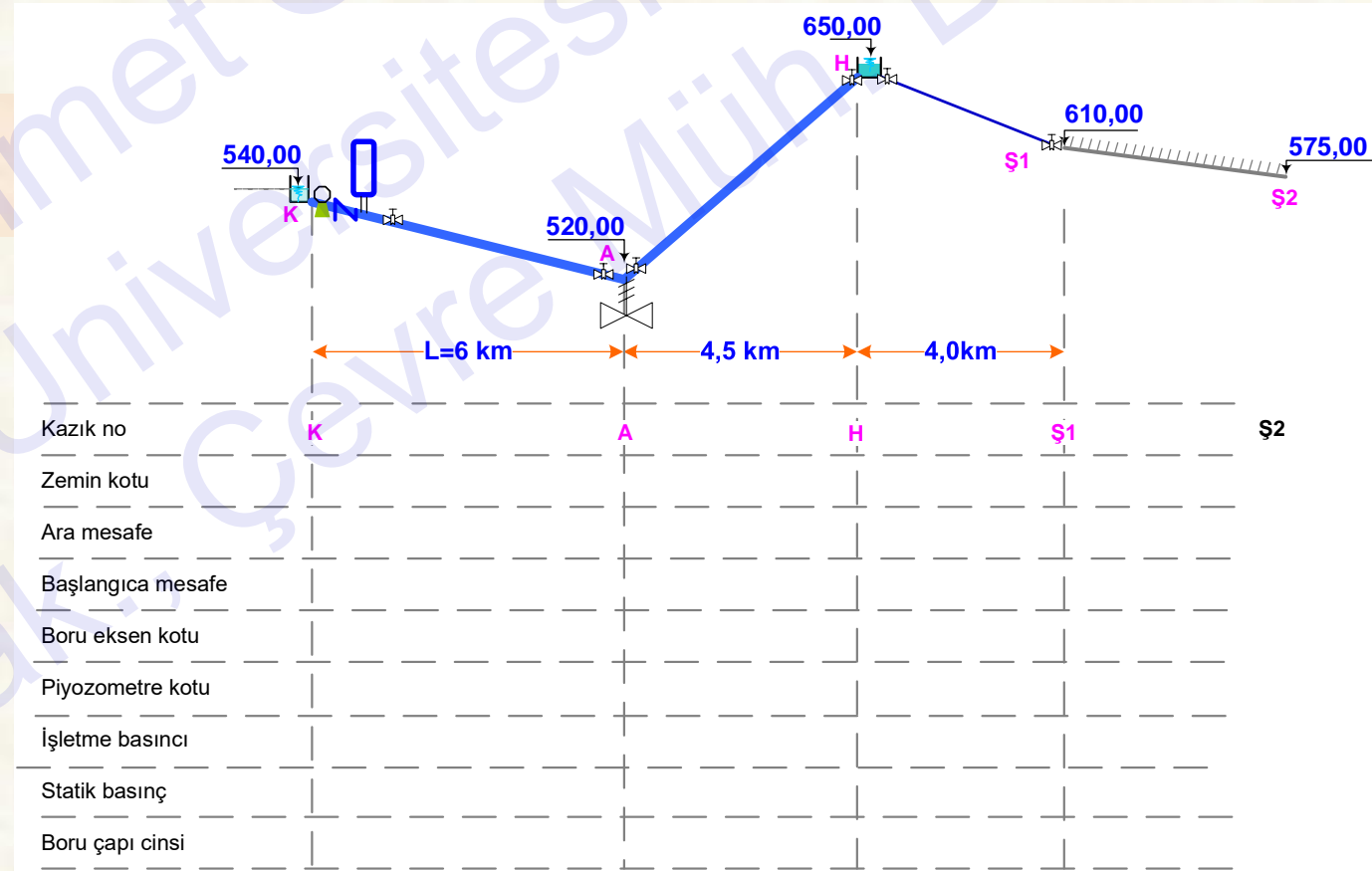
$\eta$ : tulumbanın ve pompanın toplam verimi;

$\eta = 0,75$  (%75)

$$N_{kW} = \frac{\gamma \times Q \times H}{102 \times \eta}, kW$$

**Standart Boru Çapları**; Ø20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600

$$Q_{\text{Terfi}} = \frac{N \times \max q_{\text{gün}}}{15 \text{ saat}} \quad J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$



# ÇÖZÜM:

## 1. Terfi debisi;

$$Q_{iht} = N \times_{max} q_{gün} = 7500 (N) \times \frac{200 (L / N - gün)}{1000 (L / m^3)} = 1500 m^3 / gün$$

Terfi süresi **15 saat** olduğundan,

$$Q_{Terfi} = \frac{1500 (m^3 / gün)}{15 (saat / gün)} = 100 m^3 / saat \equiv 0,02778 m^3 / sn$$

## 2. Boru seçimi;

- Jeodezik basma yüksekliği  $H_{geo.} = 653 - 540 = \mathbf{113 mSS}$
- $\sim 30 mSS$  depresyon-süpresyon basıncı da göz önüne alınmalıdır.
- $653 - 520 + 30 = \mathbf{163 mSS}$
- 20 Atü (200 mSS)** basınca dayanıklı boru yeterli olabilir.

### Plastik boruların basınç dayanım normları;

Normlara göre borular; 25, 40, 60, 80, 100, 125, **160, 200**, 250, 320, 400 ve 500 mSS basınçlara dayanacak şekilde imal edilirler.

- Boru çapı; **terfili isalede optimum su hızı 0,6-0,8 m/sn mertebesindedir.** Su hızı **0,75 m/sn** öngörülürse  $Q_{Terfi} = 0,02778 m^3/sn$  için takribi boru çapı;

**Standart Boru Çapları;** 180, 200, 225, **250, 280**, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600

$$Q_{Terfi} = V \times A = V \times \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q_{Terfi}}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,02778}{\pi \times 0,75}} = 0,217 m \equiv \mathbf{\varnothing 225}$$



### 3-1. Bresse Formülüne göre terfili isalede ekonomik boru çapı;

$$* 1,35 \cdot \sqrt[6]{Q^3} \leq D \leq 1,7 \cdot \sqrt[6]{Q^3}$$

$$1,35 \sqrt[6]{0,02778^3} \leq D \leq 1,7 \cdot \sqrt[6]{0,02778^3}$$

$$0,225 m \leq D \leq 0,283 m$$

$$* \text{Bresse Formülü; } D_e = 1,5 \sqrt[6]{Q} \rightarrow D_e = 1,5 \sqrt[6]{0,02778} = 0,25 m$$

**Standart Boru Çapları;** 180, 200, 225, **250, 280**, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600

Terfili isale hattında boru çapı 0,28 ya da 0,315 m olacaktır.

İsale hattında;

- Boru çapı,
- Borunun basınç dayanımı,
- Et kalınlığı,
- Su hızı,
- Yük kaybı

Hesaplanmalıdır.







MRS=10 Mpa c=1,25 ó=8,0 Mpa

PN	4		5		6		8		10		12,5		16		20		25		32	
SDR	41		33		27,6		21		17		13,6		11		9		7,4		6	
çap (mm)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)	s (mm)	m (kg / mt)
16															2,0	0,091	2,3	0,101	3,0	0,124
20													2,0	0,117	2,3	0,131	3,0	0,153	3,4	0,179
25											2,0	0,150	2,3	0,171	3,0	0,211	3,5	0,239	4,2	0,276
32									2,0	0,196	2,4	0,230	3,0	0,280	3,6	0,326	4,4	0,391	5,4	0,452
40							2,0	0,249	2,4	0,293	3,0	0,357	3,7	0,430	4,5	0,507	5,5	0,606	6,7	0,701
50					1,8	0,286	2,4	0,371	3,0	0,454	3,7	0,548	4,6	0,666	5,6	0,787	6,9	0,931	8,3	1,085
63			2,0	0,400	2,4	0,473	3,0	0,580	3,8	0,720	4,7	0,872	5,8	1,050	7,1	1,252	8,6	1,480	10,5	1,725
75			2,3	0,545	2,7	0,632	3,6	0,825	4,5	1,015	5,6	1,234	6,8	1,480	8,3	1,744	10,3	2,100	12,5	2,442
90	2,3	0,658	2,8	0,790	3,3	0,921	4,3	1,178	5,4	1,457	6,7	1,767	8,2	2,120	10,1	2,537	12,3	3,020	15,0	3,513
110	2,7	0,939	3,4	1,167	4,0	1,359	5,3	1,767	6,6	2,176	8,1	2,608	10,0	3,140	12,3	3,773	15,1	4,490	18,3	5,236
125	3,1	1,22	3,9	1,515	4,5	1,733	6,0	2,269	7,4	2,807	9,2	3,362	11,4	4,080	14,0	4,875	17,1	5,800	20,8	6,759
140	3,5	1,537	4,3	1,868	5,1	2,194	6,7	2,834	8,3	3,468	10,3	4,212	12,7	5,110	15,4	6,018	19,2	7,270	23,3	8,477
160	4,0	2,001	4,9	2,426	5,8	2,846	7,7	3,714	9,5	4,540	11,8	5,507	14,6	6,670	17,9	7,970	21,9	9,470	26,6	11,058
180	4,4	2,473	5,5	3,058	6,5	3,583	8,6	4,663	10,7	5,733	13,3	6,977	16,4	8,420	20,1	10,066	24,6	12,000	29,9	13,981
200	4,9	3,054	6,2	3,821	7,2	4,404	9,6	5,776	11,9	7,078	14,7	8,566	18,2	10,400	22,4	12,454	27,4	14,000	33,2	17,248
225	5,5	3,848	6,9	4,779	8,2	5,631	10,8	7,303	13,4	8,976	16,6	10,872	20,5	13,100	25,2	15,755	30,8	18,700	37,4	21,846
250	6,2	4,809	7,7	5,917	9,1	6,937	11,9	8,938	14,8	10,991	18,4	13,386	22,7	16,200	27,9	19,385	34,2	23,100	41,5	26,937
280	6,9	5,986	8,6	7,393	10,1	8,618	13,4	11,260	16,6	13,797	20,6	16,776	25,4	20,300	31,3	24,343	38,3	28,900	46,5	33,795
315	7,7	7,507	9,7	9,368	11,4	10,930	15,0	14,174	18,7	17,474	23,2	21,244	28,6	25,700	35,2	30,791	43,1	36,600	52,3	42,756
355	8,7	9,545	10,9	11,853	12,9	13,923	16,9	17,985	21,1	22,206	26,1	26,927	32,2	32,600	39,7	39,123	48,5	46,400	59,0	54,338
400	9,8	12,101	12,3	15,056	14,5	17,622	19,1	22,885	23,7	28,097	29,4	34,164	36,3	41,400	44,7	49,627	54,7	59,000		
450	11,0	15,266	13,8	18,990	16,3	22,271	21,5	28,965	26,7	35,592	33,1	43,255	40,9	52,400	50,3	62,810	61,5	74,600		
500	12,3	18,946	15,3	23,380	18,1	27,464	23,9	35,760	29,7	43,972	36,8	53,416	45,4	64,850	55,8	77,424				
560	13,7	23,621	17,2	29,414	20,3	34,478	26,7	44,732	33,2	55,042	41,2	66,964	50,8	81,462						
630	15,4	29,849	19,3	37,113	22,8	43,546	30,0	56,526	37,4	69,729	46,3	84,648	57,2	102,800						
710	17,4	37,98	21,8	47,214	25,7	55,292	33,9	71,950	42,1	88,443	52,2	107,527								
800	19,6	48,176	24,5	59,765	29,0	70,268	38,1	91,100	47,4	112,178	58,8	136,454								
900	22,0	60,807	27,6	75,708	32,6	88,873	42,9	115,364	53,3	141,884										
1000	24,5	75,205	30,6	93,239	36,2	109,580	47,7	142,488	59,3	175,351										

s: Et kalınlığı (mm) / Wall Thickness • m: Birim Ağırlığı (kg/mt) / Unit Weight • MRS: Minimum Gerekli Mukavemet (Mpa) / Minimum Required Strength (Mpa) • c: Emniyet Katsayısı / Safety Coefficient • ó: Dizayn Gerilimi / Design Stress

TS EN 12201-2:2011+A1

HDPE 100 BORU BİRİM AĞIRLIKLARI

sunpipe

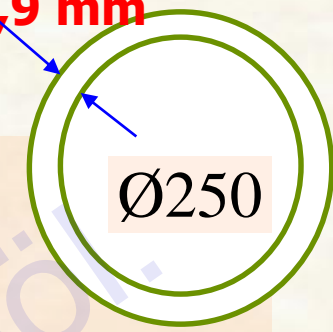
Ø250 için  
e=27,9 mm  
SDR=9  
PN 20

Ø280 için  
e=31,3 mm  
SDR=9  
PN 20

### 3-2. Seçilen borunun hesabı;

Ø250, PN20 = 200 mSS, Borunun et kalınlığı  $e=27,9$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=27,9$  mm



$$\text{Ø250} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,02778}{\pi \times (0,25 - 2 \times 27,9 / 1000)^2} = 0,938 \text{ m / sn} \text{ ??? ?}$$

$D=0,1942\text{m}$

$$\text{Ø250} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,94 \text{ m / sn} \times 0,1942 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 119815$$

$5^\circ\text{C}$  için

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{119815^{0,237}} = 0,017$$

$$\text{Ø250} \rightarrow J = \frac{\lambda}{(D-2s)} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,017}{(0,25 - 2 \times 27,9 / 1000)} \times \frac{0,94^2}{2 \times 9,81} = 3,93 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$D=0,1942\text{m}$

$$\text{Ø250} \rightarrow \Delta L = J \times L = 3,93 \times 10^{-3} \times 10500 = 41,27 \text{ m}$$

0,94 m/sn su hızı terfili isale için yüksektir!

Cazibeli isale olsaydı bu su hızı uygun olacaktı.



### 3-3. Seçilen borunun hesabı;

Ø280, PN20 = 200 mSS, Borunun et kalınlığı  $e=31,3$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=31,3$  mm



$$\text{Ø280} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,02778}{\pi \times \underbrace{(0,28 - 2 \times 31,3 / 1000)^2}_{D=0,2174m}} = 0,748 \text{ m / sn} \quad \checkmark$$

$$\text{Ø280} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,748 \text{ m / sn} \times 0,2174 \text{ m}}{\underbrace{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}}_{5^\circ\text{C suiçin}}} = 107030$$

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{107030^{0,237}} = 0,0174$$

$$\text{Ø280} \rightarrow J = \frac{\lambda}{(D-2s)} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0174}{\underbrace{(0,28 - 2 \times 31,3 / 1000)}_{D=0,2174m}} \times \frac{0,748^2}{2 \times 9,81} = 2,285 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$$\text{Ø280} \rightarrow \Delta L = J \times L = 2,285 \times 10^{-3} \times 10500 = 23,99 \text{ m}$$

**Çap seçimi neye göre yapılır?**

Ø250 →  $V = 0,94 \text{ m / sn}$  ve  $\Delta L = 41,27 \text{ m}$

Ø280 →  $V = 0,748 \text{ m / sn}$  ve  $\Delta L = 23,99 \text{ m}$

Seçilen çap; Ø280

$V = 0,748 \text{ m / sn}$  ve  $\Delta L = 23,99 \text{ m}$





### 3-3. Seçilen borunun hesabı;

Ø315, PN20 =200 mSS, Borunun et kalınlığı e=35,2 mm için su hızı ve yük kaybı;

e=35,2 mm

Ø315

$$\text{Ø315} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,02778}{\pi \times \underbrace{(0,315 - 2 \times 35,2 / 1000)^2}_{D=0,2446m}} = 0,591 \text{ m/sn} \quad \checkmark$$

$$\text{Ø315} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,748 \text{ m/sn} \times 0,2174 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}} = 95127$$

*5°C su için*

$$2320 < \text{Re} < 10^5 \text{ için } \lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \Rightarrow \lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{95127}} = 0,01799$$

$$\text{Ø315} \rightarrow J = \frac{\lambda}{(D-2s)} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,01799}{\underbrace{(0,315 - 2 \times 35,2 / 1000)}_{D=0,2446m}} \times \frac{0,591^2}{2 \times 9,81} = 1,297 \times 10^{-3} \text{ m/m}$$

$$\text{Ø315} \rightarrow \Delta L = J \times L = 1,297 \times 10^{-3} \times 10500 = 13,61 \text{ m}$$

**Çap seçimi neye göre yapılır?**

$$\text{Ø280} \rightarrow V = 0,748 \text{ m/sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 23,99 \text{ m} \quad \checkmark$$

$$\text{Ø315} \rightarrow V = 0,591 \text{ m/sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 13,61 \text{ m} \quad \checkmark$$

**Seçilen çap; Ø280**

$$V = 0,748 \text{ m/sn} \quad \text{ve} \quad \Delta L = 23,99 \text{ m}$$



#### 4. Manometrik basma yüksekliği,

**Ø280**, Borunun et kalınlığı  $e=31,3$  mm, Borunun basınç dayanımı **PN20 = 200** mSS

$$H_m = h_{Geo.} + \Delta h$$
$$= 113 + 23,99 = 136,99 \text{ mSS}$$

Seçilen çap; **Ø280** ✓

$V = 0,748 \text{ m/sn}$  ve  $\Delta L = 23,99 \text{ m}$

Güce göre marj miktarları;

- $N_{teo} < 10$  kW için **%25** marj
- $10 < N_{teo} < 20$  kW için **%20** marj
- $20 < N_{teo} < 30$  kW için **%15** marj
- $N_{teo} > 30$  kW için **%10** marj

#### 5. Pompanın gücü;

$$N_{kW} = \frac{\gamma \times Q \times H}{102 \times \eta} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,02728 \text{ m}^3 / \text{sn} \times 136,99 \text{ m}}{102 \times 0,75} \times (1,10) = 54,72 \text{ kW}$$

şeklindedir.

#### 6. Hava kazanı hacmi;

##### 6 - i. Basınç dalgalasının yayılma hızı;

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \Rightarrow a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 33,3 \times \frac{280}{31,3}}} = 532 \text{ m/sn}$$

**K=33,3** (plastik borular)

=0,5 (Çelik)

=1,0 (Font)

=5,0 (kurşun ve beton)

**a** değeri ne kadar büyük olursa depresyon-süpresyon basıncı o kadar yüksek olur.



## 6. Hava kazanı hacmi;

### 6 - ii. Süpresyon - depresyon basıncı;

$$\Delta P_{Süpr.} = +0.8 \times \frac{a \times (V - V_0)}{g} = +0.8 \times \frac{532 \times (0,748 - 0)}{9,81} = 32,45 \text{ mSS}$$

$$\Delta P_{Depr.} = -0.8 \times \frac{a \times (V - V_0)}{g} = -0.8 \times \frac{532 \times (0,748 - 0)}{9,81} = -32,45 \text{ mSS}$$

Depresyon basıncı niçin kontrol edilir?

### 6 - iii. Hava kazanı hacmi;

$$Vk = \left\{ \frac{6400 \times V^2}{(\Delta P_d)^2} - 1 \right\} \times D = \left\{ \frac{6400 \times 0,748^2}{(32,45)^2} - 1 \right\} \times \frac{280}{1000} = 0,67 \text{ m}^3 \cong 1,0 \sim 1,5 \text{ m}^3$$

### 7 - Depresyon halinde azami basınç;

$$Max P_{İşl.} = Hm + \Delta P$$

$$= (653 - 520) + 23,99 + 32,45 = 189,44 \text{ mSS} < 200 \text{ mSS}$$

$$= (653 - 540) + 23,99 + 32,45 = 169,44 \text{ mSS} < 200 \text{ mSS}$$

PN16 yeterli olur mu?

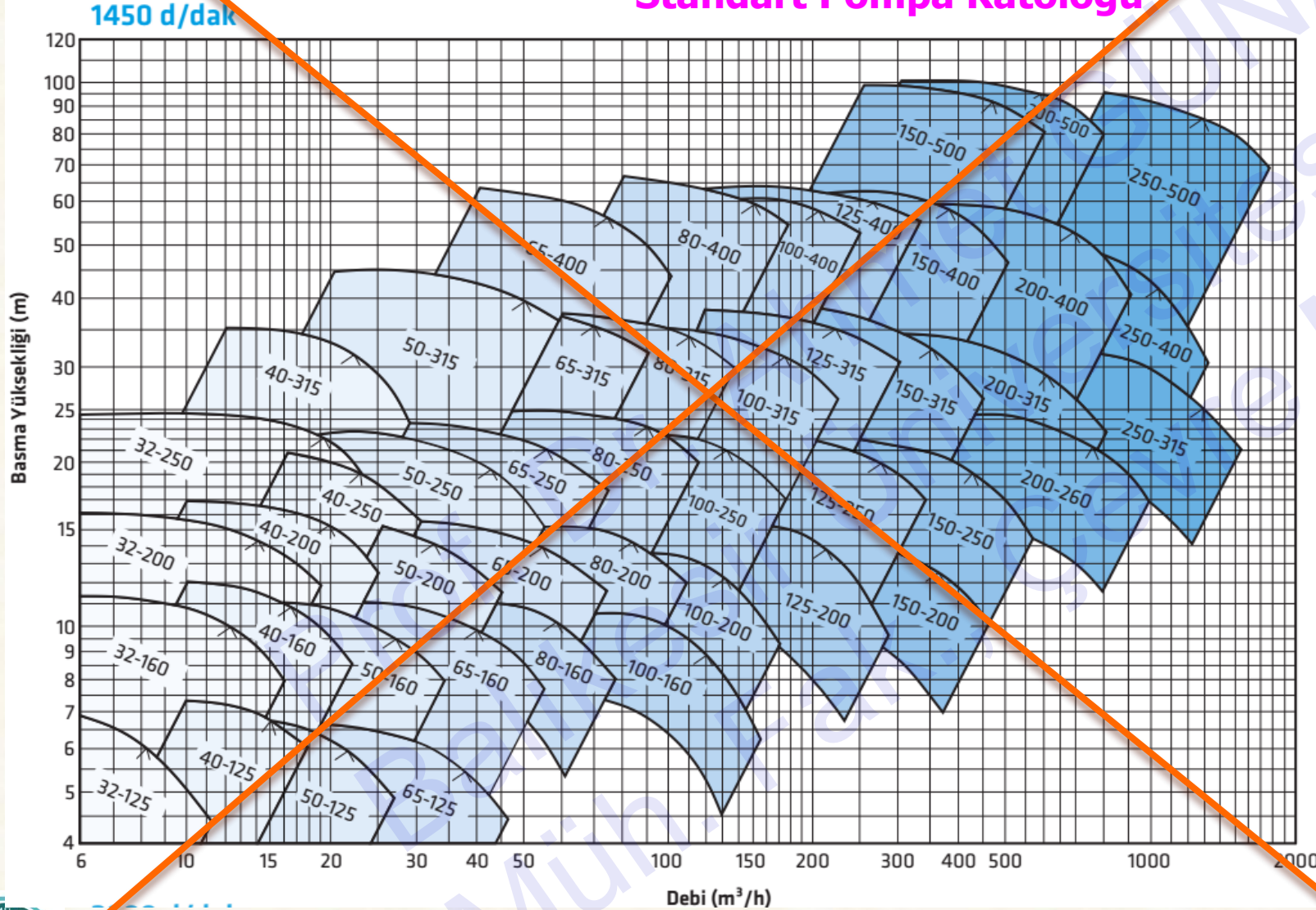


## 8. Pompa seçimi;

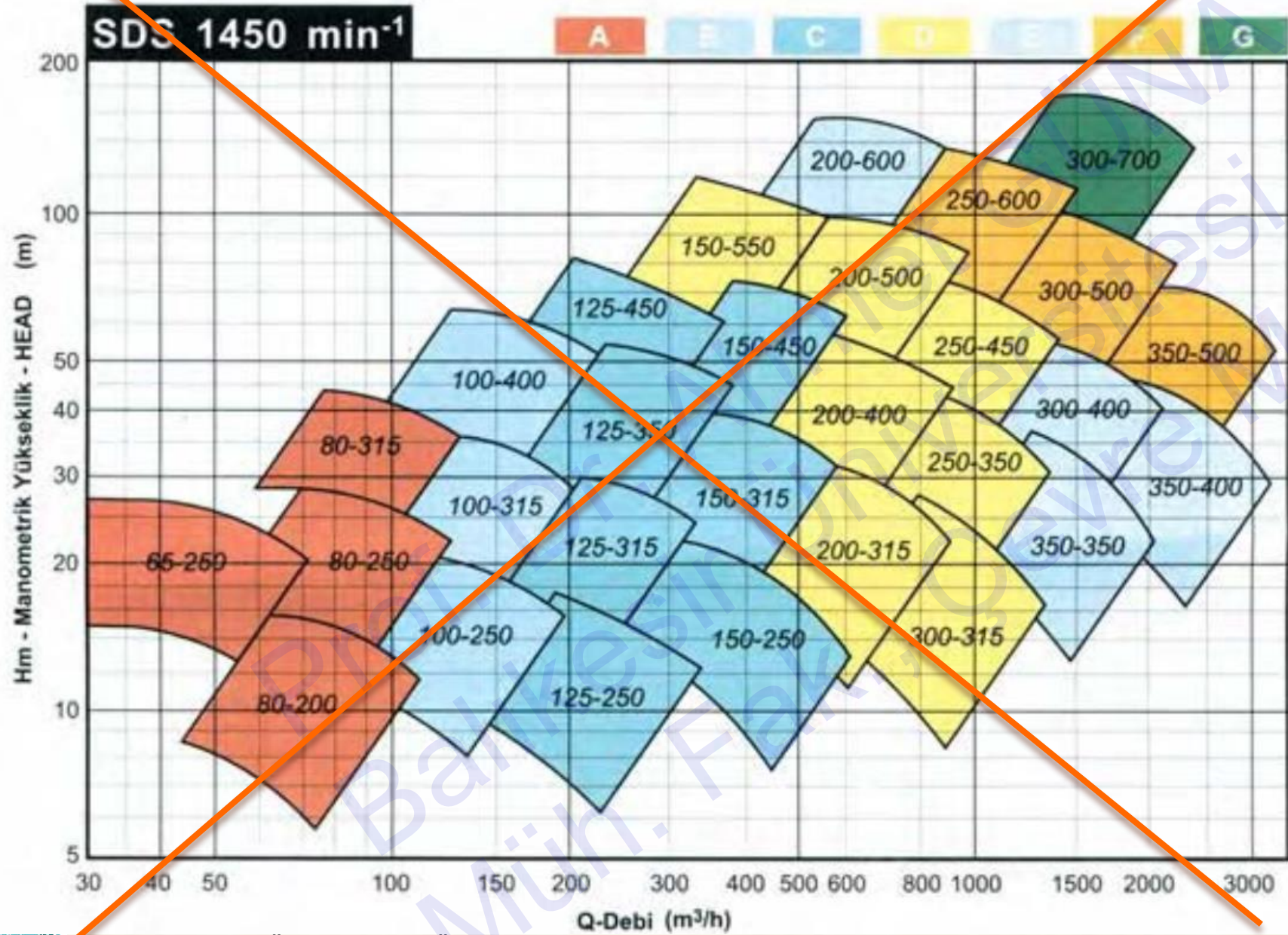
Çalışma Alanları

SNT

### Standart Pompa Katoloğu

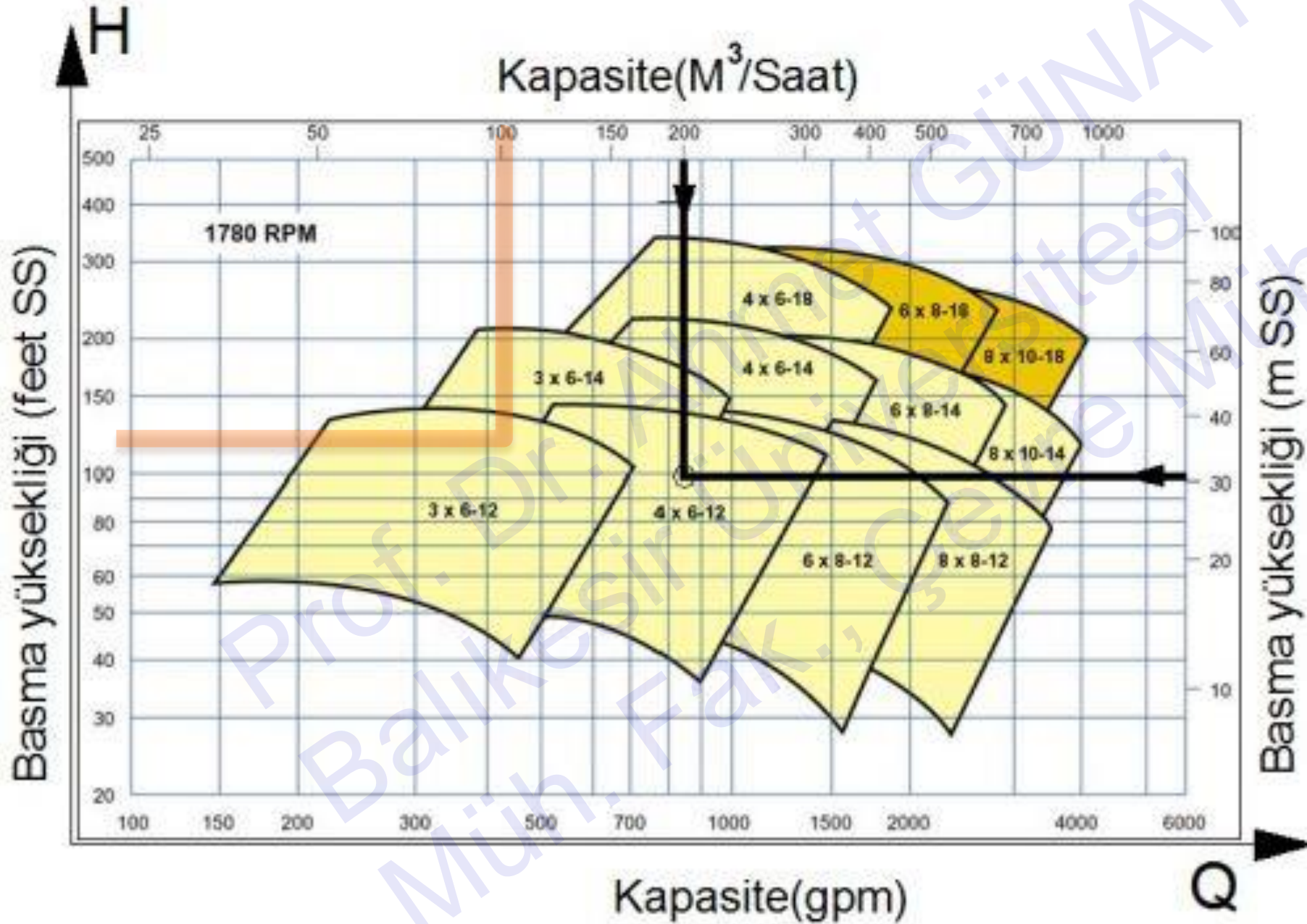


## 8. Pompa seçimi;





## 8. Pompa seçimi;



$$H_m = 133,99 \text{ mSS}$$

$$Q_{Terfi} = 100 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

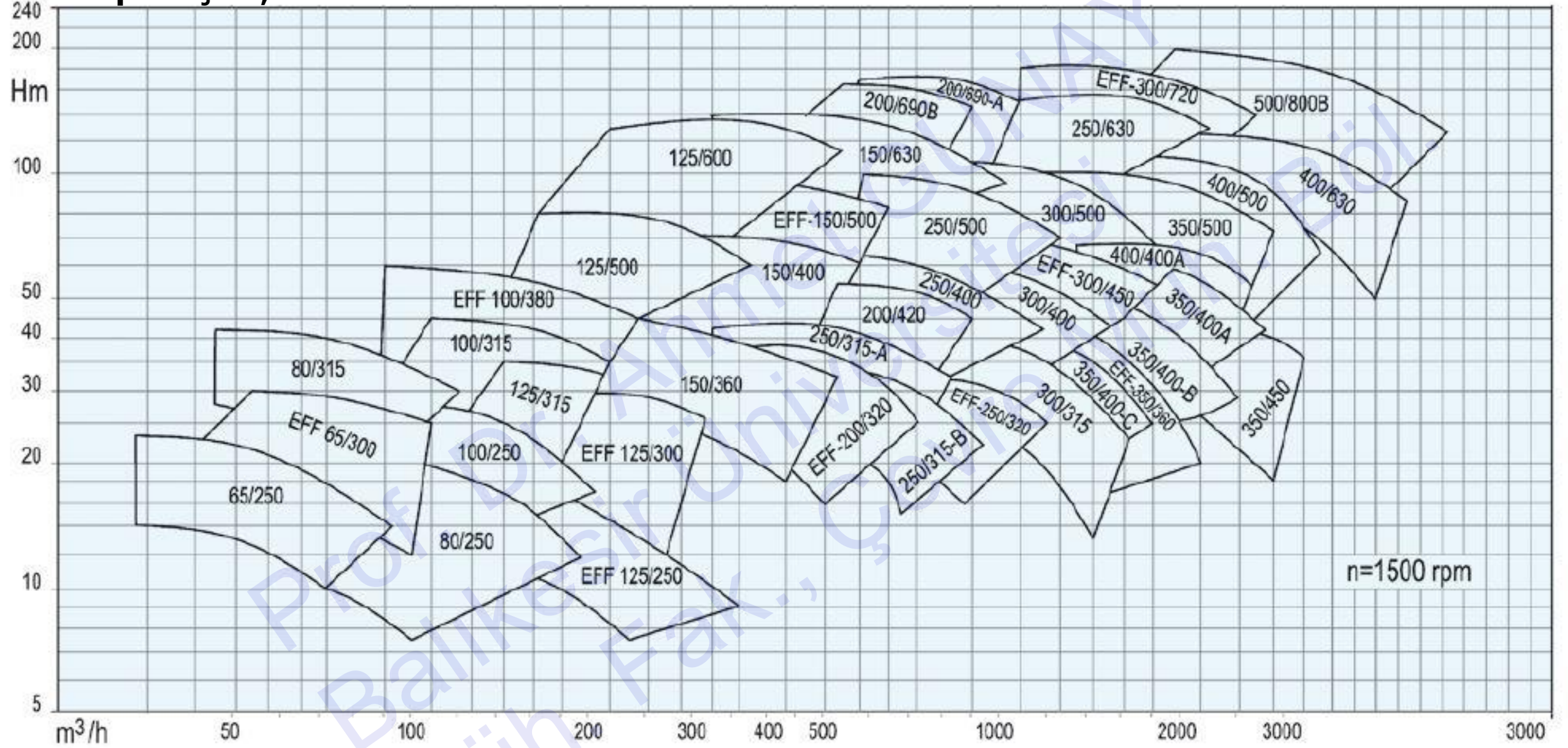
- 1 Asil
- 1 Yedek (2 pompa)

**3 x 6 - 12**





## 8. Pompa seçimi;



<https://alfen.com.tr/?p=1630>



## 8. Pompa seçimi;

GÜÇ		3000devir/dak		1500devir/dak		1000devir/dak		750devir/dak	
kW	HP	Tip	Fiyat	Tip	Fiyat	Tip	Fiyat	Tip	Fiyat
0,75	1	-	-	-	-	90 S	875	100 L	1.065
1,1	1,5	-	-	90 S	875	90 L	970	100 L	1.210
1,5	2	90 S	855	90 L	975	100 L	1.165	112 M	1.445
2,2	3	90 L	1.005	100 L	1.010	112 M	1.390	132 S	1.830
3	4	100 L	1.100	100 L	1.085	132 S	1.760	132 M	2.085
4	5,5	112 M	1.405	112 M	1.355	132 M	1.930	160 M	2.635
5,5	7,5	132 S	1.695	132 S	1.670	132 M	2.070	160 M	2.845
7,5	10	132 S	1.830	132 M	1.910	160 M	2.445	160 Lb	3.375
11	15	160 M	2.500	160 M	2.400	160 Lb	2.895	180 Lb	4.210
15	20	160 M	2.705	160 Lb	2.780	180 Lb	3.610	200 L	5.435
18,5	25	160 Lb	3.110	180 M	3.260	200 L	4.295	225 S	7.730
22	30	160 L	*2.930	-	-	-	-	-	-
22	30	180 M	3.890	180 Lb	3.585	200 L	4.705	225 M	8.495
30	40	200 L	5.020	200 L	4.725	225 M	7.580	250 M	9.555
37	50	200 L	5.400	200 L	*5.135	-	-	-	-
37	50	-	-	225 S	6.900	250 M	8.670	280 S	12.360
45	60	225 M	7.900	225 M	7.465	280 S	10.685	280 Ma	13.595
55	75	225 M	9.040	225 M	*8.145	-	-	-	-
55	75	250 M	8.935	250 M	8.120	280 Ma	11.665	315 S	15.795
75	100	250 M	10.535	250 M	*8.885	-	-	-	-
75	100	280 S	11.060	280 S	10.030	280 Mc	*13.695	-	-
75	100	-	-	-	-	315 S	14.760	315 M	16.930
90	125	280 Ma	11.980	280 Ma	10.975	315 Ma	16.130	315 M	20.035
110	150	280 Mc	*13.480	280 Ma	*12.035	315 Ma	17.415	315 L	22.550
110	150	315 S	15.625	315 S	15.255	-	-	-	-
132	180	315 Ma	17.360	315 Ma	17.025	315 Ma	18.840	315 L	27.085
132	180	-	-	-	-	-	-	355 S	33.495
160	220	315 M	19.115	315 Ma	18.460	315 L	22.800	-	-
160	220	-	-	-	-	355 S	25.685	355 S	34.340
185	250	315 L	21.250	315 Lb	20.255	355 S	27.955	355 L	36.555

1 adet 55 kW motor  
~12 000 TL

2 adet gerekli



## 9. ŞAB hesabı;

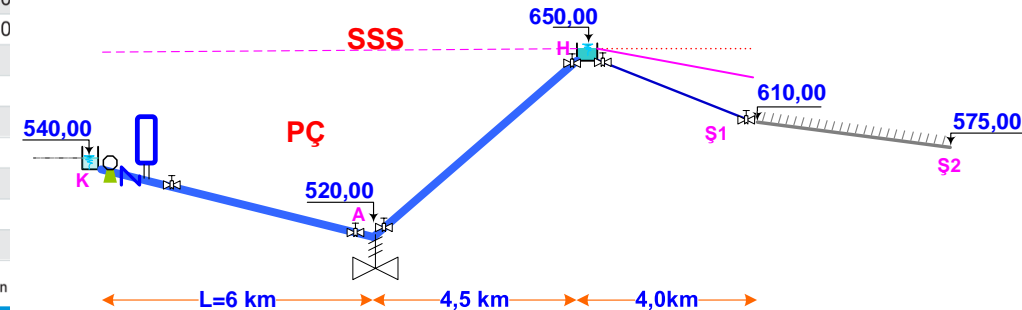
**PN10, Ø200 borunun et kalınlığı s=11,9 mm için su hızı ve yük kaybı;**

TS EN 12201-2:2011+A1

HDPE 100 BORU BİRİM AĞIRLIKLARI

MRS=10 Mpa c=1,25 ó=8,0 Mpa	4		5		6		8		10		12,5		16		20		25		32	
PN	41		33		27,6		21		17		13,6		11		9		7,4		6	
çap (mm)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)	s (mm)	m (kg/mt)
16															2,0	0,091	2,3	0,101	3,0	0,124
20													2,0	0,117	2,3	0,131	3,0	0,153	3,4	0,179
25											2,0	0,150	2,3	0,171	3,0	0,211	3,5	0,239	4,2	0,276
32									2,0	0,196	2,4	0,230	3,0	0,280	3,6	0,326	4,4	0,391	5,4	0,452
40							2,0	0,249	2,4	0,293	3,0	0,357	3,7	0,430	4,5	0,507	5,5	0,606	6,7	0,701
50					1,8	0,286	2,4	0,371	3,0	0,454	3,7	0,548	4,6	0,666	5,6	0,787	6,9	0,931	8,3	1,085
63			2,0	0,400	2,4	0,473	3,0	0,580	3,8	0,720	4,7	0,872	5,8	1,050	7,1	1,252	8,6	1,480	10,5	1,725
75			2,3	0,545	2,7	0,632	3,6	0,825	4,5	1,015	5,6	1,234	6,8	1,480	8,3	1,744	10,3	2,100	12,5	2,442
90	2,3	0,658	2,8	0,790	3,3	0,921	4,3	1,178	5,4	1,457	6,7	1,767	8,2	2,120	10,1	2,537	12,3	3,020	15,0	3,513
110	2,7	0,939	3,4	1,167	4,0	1,359	5,3	1,767	6,6	2,176	8,1	2,608	10,0	3,140	12,3	3,773	15,1	4,490	18,3	5,236
125	3,1	1,22	3,9	1,515	4,5	1,733	6,0	2,269	7,4	2,807	9,2	3,362	11,4	4,080	14,0	4,875	17,1	5,800	20,8	6,759
140	3,5	1,537	4,3	1,868	5,1	2,194	6,7	2,834	8,3	3,468	10,3	4,212	12,7	5,110	15,4	6,018	19,2	7,270	23,3	8,477
160	4,0	2,001	4,9	2,426	5,8	2,846	7,7	3,714	9,5	4,540	11,8	5,507	14,6	6,670	17,9	7,970	21,9	9,470	26,6	11,058
180	4,4	2,473	5,5	3,058	6,5	3,583	8,6	4,663	10,7	5,733	13,3	6,977	16,4	8,420	20,1	10,066	24,6	12,000	29,9	13,981
200	4,9	3,054	6,2	3,821	7,2	4,404	9,6	5,776	11,9	7,078	14,7	8,566	18,2	10,400	22,4	12,454	27,4	14,000	33,2	17,248
225	5,5	3,848	6,9	4,779	8,2	5,631	10,8	7,303	13,4	8,976	16,6	10,872	20,5	13,100	25,2	15,755	30,8	18,700	37,4	21,846
250	6,2	4,809	7,7	5,917	9,1	6,937	11,9	8,938	14,8	10,991	18,4	13,386	22,7	16,200	27,9	19,385	34,2	23,100	41,5	26,937
280	6,9	5,986	8,6	7,393	10,1	8,618	13,4	11,260	16,6	13,797	20,6	16,776	25,4	20,300	31,3	24,343	38,3	28,900	46,5	33,795
315	7,7	7,507	9,7	9,368	11,4	10,930	15,0	14,174	18,7	17,474	23,2	21,244	28,6	25,700	35,2	30,791	43,1	36,600	52,3	42,756
355	8,7	9,545	10,9	11,853	12,9	13,923	16,9	17,985	21,1	22,206	26,1	26,927	32,2	32,600	39,7	39,123	48,5	46,400	59,0	54,338
400	9,8	12,101	12,3	15,056	14,5	17,622	19,1	22,885	23,7	28,097	29,4	34,164	36,3	41,400	44,7	49,627	54,7	59,000		
450	11,0	15,266	13,8	18,990	16,3	22,271	21,5	28,965	26,7	35,592	33,1	43,255	40,9	52,400	50,3	62,810	61,5	74,600		
500	12,3	18,946	15,3	23,380	18,1	27,464	23,9	35,760	29,7	43,972	36,8	53,416	45,4	64,850	55,8	77,424				
560	13,7	23,621	17,2	29,414	20,3	34,478	26,7	44,732	33,2	55,042	41,2	66,964	50,8	81,462						
630	15,4	29,849	19,3	37,113	22,8	43,546	30,0	56,526	37,4	69,729	46,3	84,648	57,2	102,800						
710	17,4	37,98	21,8	47,214	25,7	55,292	33,9	71,950	42,1	88,443	52,2	107,527								
800	19,6	48,176	24,5	59,765	29,0	70,268	38,1	91,100	47,4	112,178	58,8	136,454								
900	22,0	60,807	27,6	75,708	32,6	88,873	42,9	115,364	53,3	141,884										
1000	24,5	75,205	30,6	93,239	36,2	109,580	47,7	142,488	59,3	175,351										

Ø225 için  
e=11,9 mm  
SDR=9  
PN 10



s: Et kalınlığı (mm) / Wall Thickness • m: Birim Ağırlığı (kg/mt) / Unit Weight • MRS: Minimum Gerekli Mukavemet (Mpa) / Minimum Required Strength (Mpa) • c: Emniyet Katsayısı / Safety Coefficient • ó: Dizayn



## 9. ŞAB hesabı;

PN10, Ø200 borunun et kalınlığı  $s=11,9$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=11,9$  mm

$$\text{Ø}200 \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times \overbrace{1,5 \times 1500 / 86400}^{0,02604 \text{ m}^3 / \text{sn}}}{\pi \times \underbrace{(0,2 - 2 \times 11,9 / 1000)}_{D=0,1762 \text{ m}}^2} = 1,07 \text{ m / sn}$$

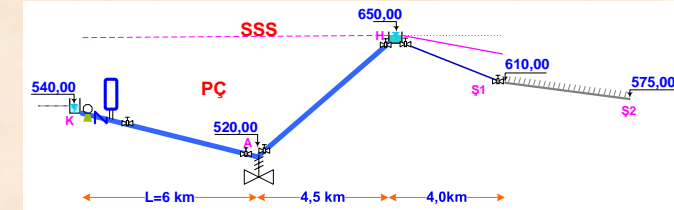
$$\text{Ø}200 \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D - 2s)}{\nu} = \frac{1,07 \text{ m / sn} \times 0,1762 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 123802$$

$5^\circ\text{C}$  su için

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{123802^{0,237}} = 0,017$$

$$\text{Ø}200 \rightarrow J = \frac{\lambda}{D - 2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,017}{\underbrace{(0,2 - 2 \times 11,9 / 1000)}_{D=0,1762 \text{ m}}} \times \frac{1,07^2}{2 \times 9,81} = 5,583 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

$$\text{Ø}200 \rightarrow \Delta L = J \times L = 5,583 \times 10^{-3} \times 4000 = 22,83 \text{ m} \rightarrow (650 - 22,83 - 610 = 17,17) < 25 \text{ m SS} \quad \times$$



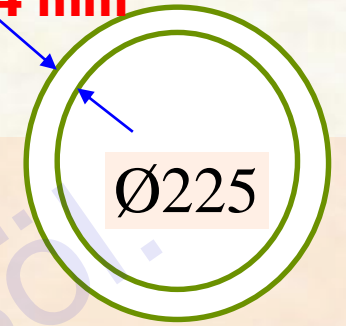
$e=11,9$  mm



## 9. ŞAB hesabı;

PN10, Ø225 borunun et kalınlığı  $s=13,4$  mm için su hızı ve yük kaybı;

$e=13,4$  mm



$$\text{Ø225} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times \overbrace{1,5 \times 1500 / 86400}^{0,02604 \text{ m}^3 / \text{sn}}}{\pi \times \underbrace{(0,225 - 2 \times 13,4 / 1000)^2}_{D=0,1982 \text{ m}}} = 0,844 \text{ m / sn}$$

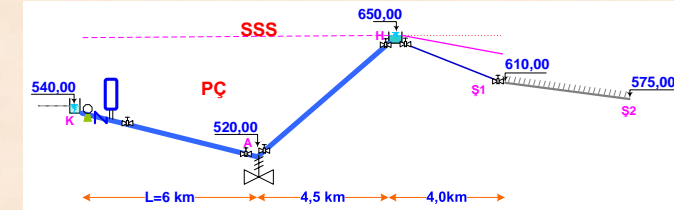
$$\text{Ø225} \rightarrow \text{Re}; \quad 10^5 < \text{Re} < 10^8 \text{ için } \lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} \Rightarrow \text{Re} = \frac{V(D-2s)}{\nu} = \frac{0,844 \text{ m / sn} \times 0,1982 \text{ m}}{1,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sn}} = 110060$$

$5^\circ \text{C}$  su için

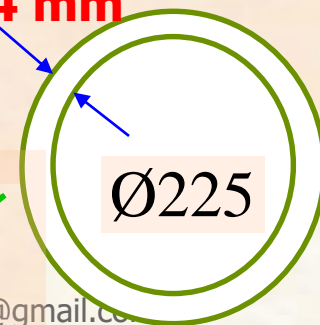
$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{123802^{0,237}} = 0,0173$$

$$\text{Ø225} \rightarrow J = \frac{\lambda}{D-2s} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{0,0173}{\underbrace{(0,225 - 2 \times 13,4 / 1000)}_{D=0,1982 \text{ m}}} \times \frac{0,844^2}{2 \times 9,81} = 3,171 \times 10^{-3} \text{ m / m}$$

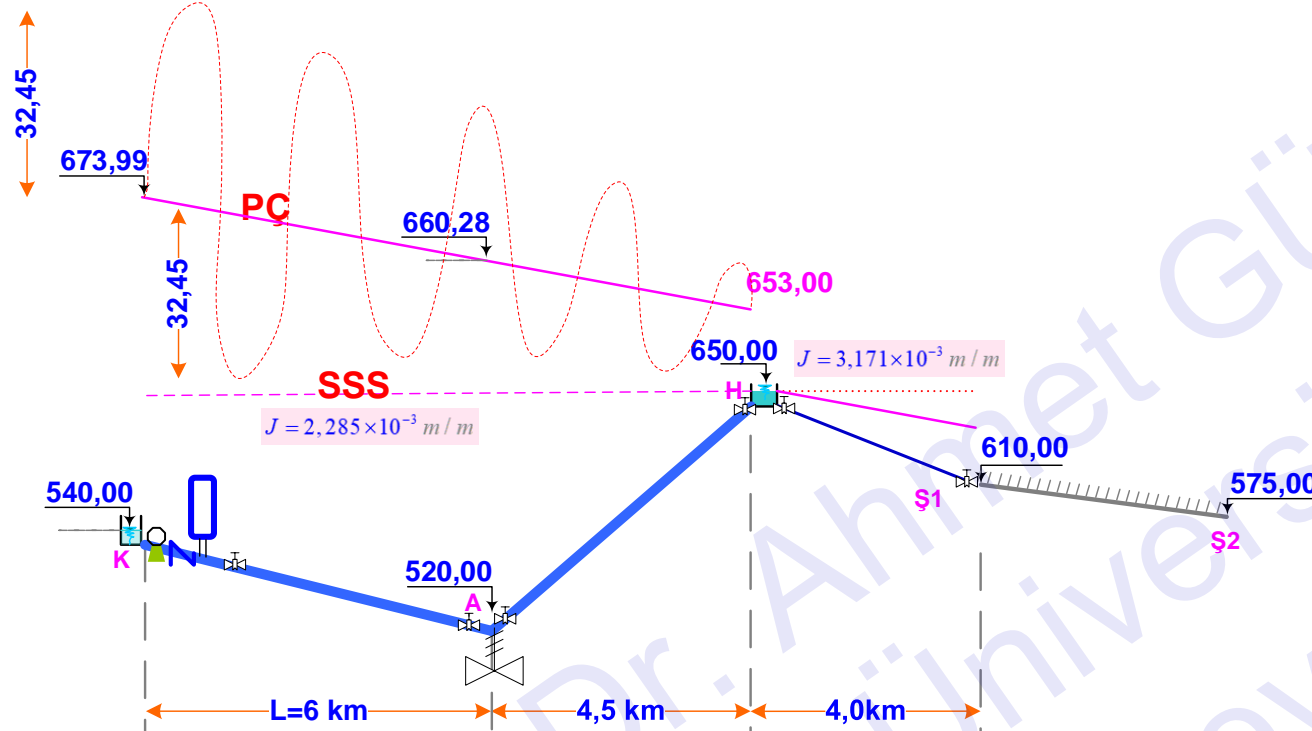
$$\text{Ø225} \rightarrow \Delta L = J \times L = 3,171 \times 10^{-3} \times 4000 = 12,68 \text{ m} \rightarrow (650 - 12,68 - 610 = 27,32) > 25 \text{ m SS} \checkmark$$



$e=13,4$  mm



## 10. Piyozometre çizgisi;



Kazık no	K	A	H	Ş1	Ş2
Zemin kotu	541	521	648	616	
Ara mesafe		6000	4500	4000	
Başlangıca mesafe	0	6000	10500	4000	
Boru eksen kotu	540	520	650	615	
Piyozometre kotu	673,99	660,28	653 650	637,32	
İşletme basıncı	133,99	140,28	3,00 0,00	27,32	
Statik basınç	110,00	130,00	0,00 0,00	40,00	75,00
Boru çapı cinsi	HDPE $\phi 280$ (PN20 = 200 mSS, e = 31,3 mm)		HDPE $\phi 225$ (PN10; e = 13,4 mm)		

### İSALE Tasarım özeti

$\phi 280$  (200 mSS, e = 31,3 mm)

$$Q_{Terfi} = 100 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

$$V = 0,748 \text{ m} / \text{sn}$$

$$J = 2,285 \times 10^{-3} \text{ m} / \text{m}$$

$$\Delta h = 23,99 \text{ mSS}$$

$$H_m = 133,99 \text{ mSS}$$

$$N_{kW} \cong 55 \text{ kW}$$

$$V_{kazan} = 1 \sim 2 \text{ m}^3$$

$$PK_{(K)} = 673,99 \text{ mSS}$$

$$\Delta P_{Deps.-Süpr.} = 32,45 \text{ m}$$

$$Max P_{İşl.} = H_m + \Delta P = 140,28 \text{ mSS}$$

### ŞAB Tasarım özeti

$\phi 225$  (100 mSS, e = 13,4 mm)

$$Q_{Hes.} = 26,04 \text{ L} / \text{saat}$$

$$V = 0,844 \text{ m} / \text{sn}$$

$$J = 3,171 \times 10^{-3} \text{ m} / \text{m}$$

$$\Delta h = 12,68 \text{ mSS}$$

$$PK_{(Ş1)} = 650 - 12,68 = 637,32 \text{ mSS}$$

$$P_{İB-Ş1} = 637,32 - 610 = 27,3 \text{ mSS} > 25 \text{ mSS}$$

$$P_{İB-Ş2} = ?? \text{ mSS}$$

$$P_{SB-Ş1} = 650 - 610 = 40 \text{ mSS}$$

$$P_{SB-Ş2} = 650 - 575 = 75 \text{ mSS} < 80 \text{ mSS}$$