

YAPAN	TARİH	AÇIKLAMA	REV.



DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
İÇMESUYU DAİRESİ BAŞKANLIĞI

İNCELENDİ

TASDİK OLUNUR

DSİ 9.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ / ELAZIĞ

İNCELENDİ

TASVİP OLUNUR

ELAZIĞ İÇMESUYU İSALE HATTI
PROJE REVİZYONU

MEK

MEKANİK HESAP RAPORU

YÜKLENİCİ :



KARAPINAR PROJE MÜH. MÜŞ. İNŞ. ÇEV. DAN.
SAN. TİC. LTD. ŞTİ.

25 MART MAHALLESİ
S.S.K. BLOKLARI - 51 / 6 - YENİMAHALLE / ANKARA
TEL - FAX : 0312 - 397 11 44
www.karapinar.com.tr

YAPAN

ÇİZEN

KONTROL

KÜRŞAD KARAPINAR (İNŞ. YÜK. MÜH.)
İNŞ. : 81038 - ÇEV. : 07244 (ÇEV. MÜH.)

TARİH

2015

ÖLÇEK :

-

RESİM NO :

ELZ

İSU

MHR

RP

U

01

REV.

1

ARŞIV NO

Klasör Sıra NO : 35

İÇİNDEKİLER

1. İLETİM HATLARI HİDROLİK HESAPLARI	2
2. DİRSEK ET KALINLIĞI HESABI.....	3
3. TERFİLİ HATLARDA DARBE HESAPLARI.....	4
3.1. TM2 – İAT ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI.....	4
3.2. TM1 – ANA DEPO ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI.....	8
3.3. TM3 – BEYYURDU DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI	10
3.4. MTM – HARPUR DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI.....	12
3.5. TM4 – KİREÇOCAĞI.1 DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI.....	14
3.6. TM5 – ABDULLAHPAŞA.2 DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI	16
3.7. TM6 – HİLALKENT DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI.....	18
4. CAZİBELİ HATLAR DARBE HESAPLARI.....	21
4.1. GENEL TANIMLAR	21
4.2. HAMSU HATTI DARBE HESABI.....	23
4.3. TOKİ DEPOSU - ŞAHİNKAYA DEPOSU HATTI DARBE HESABI	24
4.4. HİLALKENT DEPO - SARIÇUBUK DEPO ARASI DARBE HESABI	25
4.5. ARITMA – AKÇAKİRAZ DEPOARASI DARBE HESABI	26
4.6. ARITMA - YAZIKONAK ARASI DARBE HESABI.....	27
4.7. ARITMA - YURTBAŞI DEPO ARASI DARBE HESABI	28
4.8. ARITMA - MOLLAKENDİ ARASI DARBE HESABI.....	29
4.9. ANA DEPO - P3 DEPO ARASI DARBE HESABI.....	30
4.10. ANA DEPO - ARAŞTIRMA DEPO ARASI DARBE HESABI.....	31
4.11. ANA DEPO - ZARFAN DEPO ARASI DARBE HESABI	32
4.12. ANA DEPO - YEŞİLKENT ARASI DARBE HESABI	33
4.13. ANA DEPO - ABDULLAHPAŞA DEPO ARASI DARBE HESABI	34
4.14. ANA DEPO - BASKİL DEPO ARASI DARBE HESABI.....	35

1. İLETİM HATLARI HİDROLİK HESAPLARI

Tablo 3 : Hidrolik Hesap Tablosu

SIRA NO	HATTIN BAŞLANGICI	HATTIN SONU	UZUNLUK (m)	İLETİM HATTI ÖZELLİĞİ	İSALE DEBİSİ (l/s)	SEÇİLEN BORU	C PÜRÜZLÜK KATSAYISI	SEÇİLEN BORU İÇ ÇAPı (mm)	HIZ (m/s)	SÜREKLİ YÜK KAYBI (J)	YERSEL KAYIP (m/m)	BİRİM METREDE TOPLAM KAYIP (m/m)	TOPLAM KAYIP (m)	BAŞTA PİYEZOMETRE KOTU (m)	SONDA PİYEZOMETRE KOTU (m)	BAĞLANTI NOKTASI KOTU (m)	BAĞLANTI NOKTASI İŞLETME BASINCI (m)	BAĞLANTI NOKTASI STATİK BASINÇ (m)	AÇIKLAMA
TM2 - İAT ARASI																			
1	TM2	İAT	3,810	TERFİLİ	743.6	ø914,4 ÇB PN20 e=7.1	130	884.2	1.21	0.0014	0.00020	0.0016	5.99	1,023.78	1,017.79	1,013.06	4.73	4.73	Hm=65m
TM1 - ANA DEPO ARASI																			
2	TM1	S9	1,026	TERFİLİ	2056	ø1626 ÇB PN30 e=20.0	130	1,558.0	1.08	0.0006	0.00009	0.0007	0.67	1,192.00	1,191.33	1,067.00	124.33	124.33	Hm=178m
3	S9	ANA DEPO	810	TERFİLİ	2056	ø1626 ÇB PN20 e=12.7	130	1,572.6	1.06	0.0005	0.00008	0.0006	0.51	1,191.33	1,190.82	1,186.00	4.82	4.82	
TM3 - BEYYURDU ARASI																			
4	TM3	BEYYURDU	466	TERFİLİ	3	ø98 SDDDB C40 e=3.0	130	84.0	0.54	0.0048	0.00072	0.0055	2.57	1,208.00	1,205.43	1,199.50	5.93	5.93	Hm=28m
MTM - HARPUR DEPOSU ARASI																			
5	MTM	S8	295	TERFİLİ	5.07	ø118 SDDDB C50 e=3.5	130	103.0	0.61	0.0047	0.00070	0.0054	1.59	1,525.00	1,523.41	1,287.35	236.06	236.06	Hm=306m
6	S8	HARPUR DEPO	2,708	TERFİLİ	5.07	ø118 SDDDB C40 e=3.0	130	104.0	0.60	0.0045	0.00067	0.0051	13.94	1,523.41	1,509.47	1,492.30	17.17	17.17	
TM4 - KİREÇOĞLU DEPO ARASI																			
7	TM4	KİREÇOĞLU DEPO	948	TERFİLİ	238.4	ø532 SDDDB C30 e=5.60	130	510.8	1.16	0.0024	0.00036	0.0028	2.62	1,228.00	1,225.38	1,219.50	5.88	5.88	Hm=76m
TM5 - ABDULLAHPAŞA2 DEPO ARASI																			
8	TM5	ABDULLAHPAŞA2 D.	1,039	TERFİLİ	81.25	ø429 SDDDB C30 e=4.80	130	409.4	0.62	0.0010	0.00014	0.0011	1.15	1,276.70	1,275.55	1,266.50	9.05	9.05	Hm=130m
TM6 - HİLALKENT DEPO ARASI																			
9	TM6	HİLALKENT D.	1,895	TERFİLİ	249.6	ø532 SDDDB C30 e=5.60	130	510.8	1.22	0.0026	0.00039	0.0030	5.71	1,197.77	1,192.06	1,187.50	4.56	4.56	Hm=60m

Not: yersel kayıp sürekli kaybın %10'u kadar alınmıştır.

Onaylı ilk projedeki boru tipleri değiştirilerek hidrolik hesaplar tekrardan yapılmıştır. Proje şubenin onayı alınarak yersel kayıplar eskisi gibi %10 alındığı için ve boru boyları değişmediği için pompa basma yükseklikleri aynı çıkmıştır. Hidrolik hesaplarda değişiklik olmamıştır.

Üçüncü Bölüm Hidrolik Hesaplarda terfili hatlar için hidrolik kayıplar detaylı şekilde hesaplanmış ve pompa basma yükseklikleri belirlenmiştir. Proje şubenin onayı alınarak yersel kayıplar eskisi gibi %10 alındığı için ve boru boyları değişmediği için pompa basma yükseklikleri aynı çıkmıştır. Hidrolik hesaplarda değişiklik olmamıştır.

Pompa debileri de aynı olduğu için pompa güçleri, adetleri, tipleri vs. değişiklik göstermemiştir. Bundan pompa gücü hesapları tekrardan yapılmamış ve onaya sunulmamıştır. Sadece aşağıdaki tabloda onaylı terfi merkezi özellikleri verilmiştir.

Terfi	Hm(m)	Debi (l/s)	Nm (kW)	Pompa Tipi	Adet
TM1	178	411,2	1250	Yatay Milli, Çift Emişli, Tek Kademeli, Eksenel Ayrılabilir Gövdeli, Santifrüj Pompa	5 A+1 Y
TM2	65	185,90	315	Yatay Milli, Çift Emişli, Tek Kademeli, Santifrüj Pompa	4 A+2 Y
MTM	306	5,07	45	Düşey Milli Inline Pompa	1 A+1 Y
TM3	28	3,0	1,5	Düşey Milli Inline Pompa	1 A+1 Y
TM4	76	119,19	132	Yatay Milli, Çift Emişli, Tek Kademeli, Santifrüj Pompa	2 A+1 Y
TM5	130	40,63	55	Düşey Milli Inline Pompa	2 A+1 Y
TM6	60	124,79	110	Yatay Milli, Çift Emişli, Tek Kademeli, Santifrüj Pompa	2 A+1 Y

2. DİRSEK ET KALINLIĞI HESABI

AWWA C208 sayfa 9'da belirtildiği üzere dirseklerde R/D oranı 2.5 üzerinde olduğunda dirsek et kalınlığını hesap yapmadan boru et kalınlığı ile aynı alınması uygundur denmektedir. Çelik Boru dirsek kol boyu hesapları paftasından görüleceği üzere projedeki dirseklerde minimum 2.5 R/D oranına uyulmuştur, boru et kalınlıkları ayrıca değiştirilmemiştir.

3. TERFİLİ HATLARDA DARBE HESAPLARI

Onaylı projeye kıyaslandığında TM4 ve TM6 hatları hiç değişmemiş, TM1 ve TM2 hatları ise düktil borudan çelik boruya dönmüştür. Bu hatların darbe hesapları onaylı proje ile birebir aynıdır ve aşağıda tekrar sunulmuştur.

TM3 ve TM5 boru tipi HDPE'den düktile dönmüş, MTM hattının ise sadece boru çapı artmıştır. Bu hatların darbe hesapları tekrardan yapılmış ve aşağıda sunulmuştur.

Terfi hattı üzerindeki hat vanalarının ve pompaların aniden ya da hızlı bir şekilde kapatılması neticesinde borularda “su darbesi” adı verilen, su kolonu ataletinin etkisiyle oluşan basınçlara maruz kalmalarına sebep olur. Vanaların ve pompaların belirtilen şekillerde kapatılması sonucu su kolonu ataleti ilk olarak kaynaktan depoya doğru göreceli bir boşluk yaratarak alçak basınç dalgası oluşturur. Bu etkiye “depresyon” denir ve borunun içeriye doğru büzülmesine neden olur. İlk durumdaki enerjisi bittiğinde su kolonu durur ve tersi yönde harekete başlar. Bu tersi yöndeki hareket ise “süpresyon” adı verilen yüksek basınç dalgasının oluşmasına sebep olur.

Yüksek ve alçak basınç dalgaları zamanla sönümlenir. Ancak ilk anda oluşan basınç değerleri iletim hattı boruları üzerinde hasara sebep olabilirler. Oluşan su darbeleri boru cinsinin, çapının ve et kalınlığının bir fonksiyonu olarak belli bir yayılma hızı değerine sahip olurlar.

Koç Darbesi Hesapları

Koç darbesi hesapları için bildirim:

$Q = \text{Debi, l/sn}$

$V = \text{Boru hattındaki akış hızı, m/sn}$

$L = \text{Boru hattı hızı, m}$

$a = \text{Dalga yayılım hızı, m/sn}$

$H_m = \text{Çalışma basıncı, m}$

$H_m^* = \text{Boru hattının başlangıcında, pompaların yakınındaki mutlak basınç, m}$

$\Delta h = \text{Koç darbesi basıncı, m}$

3.1. TM2 – İAT ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI

Temel veriler;

$Q = 743,60 \text{ l/sn}$

$\varnothing_{dış} = 914,4 \text{ mm (Boru dış çapı)}$

$\varnothing_{iç} = 884,2 \text{ mm (Boru dış çapı)}$

Boru Tipi : Çelik Boru

$L = 3810 \text{ m (boru hattı uzunluğu), } t = 7,1 \text{ mm et kalınlığı.}$

$H_m = 65,00 \text{ m}$

$V_{ort} = 1,21 \text{ m/sn}$

$h_w = 5,99 \text{ (toplam yük kaybı)}$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{t}}}$$

a: Dalga yayılım hızı

D: Boru iç çapı

t: Boru et kalınlığı

k: karbon çelik boru için 0,5

Dalga Yayılma Hızı (Selerite) Hesabı;

$$a_{ort} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \text{ m/sn}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{884,2}{7,1}}} = 942,78 \text{ m/sn}$$

Dalganın Gidiş ve Dönüş Zamanı (Refleksiyon) Hesabı;

L : Boru hattı uzunluğu

T : Refleksiyon süresi

$$T = \frac{2xL}{a} = \frac{2x3810}{942,78} = 8,08 \text{ sn}$$

Pompanın Durması İçin Geçen Zamanın Hesabı;

$$K = 2 - (L / 2000) = 2 - (3810 / 2000) = 0,10$$

$$t_p = 1 + Kx \frac{VxL}{gxH_m} = 1 + 0,10 \frac{1,21x3810}{9,81x65,00} = 1,72 \text{ sn}$$

$t_p = 1,72 < T = 8,08$ sn olduğundan ΔH hesabında Uzun Hat Formülü kullanılır.

H₀* ve P_{max}* Hesabı;

$$H_{0*} = H_0 + 10,00$$

H₀* = Hattın başlangıcında normal işletme basıncı, (m)

H₀ = Normal İşletme Basıncı, (m)

$$H_{0*} = 65,00 + 10,00 = 75,00$$

$$P_{\max*} = P_{\max} + 10,00$$

P_{max}* = Hattın başlangıcında izin verilebilir maksimum basınç, (m)

P_{max} = Boru İşletme Basıncı, (m)

$$P_{\max*} = 200,00 + 10,00 = 210,00$$

Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta H = \mp \frac{axV}{g} = \frac{942,78 \times 1,21}{9,81} \sim 116,29 m \text{ (Parmakyan Formülü)}$$

Kontrol-1:

1. $\Delta H \leq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) > P_{max}$
 $116,29 \leq (75,00 - 6,00)$ ve $(75,00 + 116,29) > 210,00$
 $116,29 \leq (69,00)$ ve $(181,29) > 210,00$ sağlanamadı (SÜRPREZYON yok)
2. $\Delta H \geq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) < P_{max}$
 $116,29 \geq (75,00 - 6,00)$ ve $(75,00 + 116,29) < 210,00$
 $116,29 \geq (69,00)$ ve $(181,29) < 210,00$ sağlandı (DEPRESYON var)

Kontrol-2:

3. $H_{max} = H_m + \Delta H = 65,00 + 116,00 = 181,00 < 300$ (SÜRPREZYON yok)
 $H_{min} = H_m - \Delta H = 65,00 - 116,00 = -51,00 > 0$ (DEPRESYON var)

Hatta depresyon riski olduğu için hava kazanı yapılarak önlem alınacaktır.

Sadece Depresyon Olması Durumunda ΔP_s ve Hava Kazanı Hacmi Hesabı

$$H_{min} = H_0 - \Delta H$$

$$H_{min} = 75,00 - 116,29 = -41,29$$

$$\Delta P_d = H_0 - H_{min} = 65,00 - 41,00 = 24,00 m$$

$$\frac{\Delta P_d}{H_0^*} = \frac{24,00}{75,00} = 0,32$$

$$2\rho = \frac{axV}{gxH_0^*} = \frac{\Delta H}{H_0^*} = \frac{116,29}{75} = 1,55$$

alınarak abağa girilecektir.

PARMAKYAN ABAĞI (K)	OKUNAN 2C _{0a} /Q _{0L}	OKUNAN $\Delta P_s/H_0^*$
0,0	23	0,50
0,3	19	0,22
0,5	18	0,19
0,7	20	0,12

Buradan en küçük $2xC_0xa/Q_0xL$ değeri için 18,00 için C₀ değeri;

$$C_0 = \frac{18,00 \times Q_0 \times L}{2 \times xa} = \frac{18,00 \times 0,74 \times 3810}{2 \times 942,78} = 26,91$$

$$H_{min}^* = H_0^* \times (1 - P_{dmax}) = 75,00 \times (1 - 0,19) = 60,75$$

$$C' = C_0 \times \left(\frac{H_0^*}{H_{\min}^*} \right) = 26,91 \times \left(\frac{75,00}{60,75} \right) = 33,22 m^3$$

$$V_G = C' \times 1,3 = 33,22 \times 1,30 = 43,19 m^3$$

$$V_{\text{seçilen}} = 50 m^3$$

Hava kazanı boyutları uygulama aşamasında üretici firma tarafından tahkik edilecektir.

Güvenli tarafta kalmak amacıyla, uygulama aşamasında motora volan ekleyerek su darbesinin şiddetini azaltılması sağlanmalıdır.

Yeniden Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta P_s = (\Delta P_s / H_0^*) \times H_0^*$$

$$\Delta P_s = 0,19 \times 75 = 14,24 m$$

$$H_{\max} = H_0 + \Delta P_s < P_{\max} \text{ olmalı,}$$

$$H_0 - \Delta P_d > 0 \text{ olmalı}$$

$$H_{\max} = H_0 + \Delta P_s = 65,00 + 14,24 = 79,24 < 200$$

$$H_{\min} = H_0 - \Delta P_s = 65,00 - 24,00 = 41,00 > 0$$

Olduğu için depresyon yoktur.

ΔP_s ve ΔP_d Kabulü

$$\Delta P_s = 14,24 m$$

$$\Delta P_d = 24,00 m$$

3.2. TM1 – ANA DEPO ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI**Temel veriler;**

$$Q= 2056,00 \text{ l/sn}$$

$$\varnothing_{\text{dış}}=1626,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

$$\varnothing_{\text{iç}}=1558,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

Boru Tipi : Çelik Boru

$$L= 1836 \text{ m (boru hattı uzunluğu), } t= 20,0 \text{ mm et kalınlığı.}$$

$$H_m=178,00 \text{ m}$$

$$V_{\text{ort}}=1,08 \text{ m/sn}$$

$$h_w= 1,18 \text{ (toplam yük kaybı)}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{t}}}$$

a:Dalga yayılım hızı

D:Boru iç çapı

t:Boru et kalınlığı

k:karbon çelik boru için 0,5

Dalga Yayılma Hızı (Selerite) Hesabı;

$$a_{\text{ort}} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \text{ m/sn}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{1558,0}{20,0}}} = 1061,69 \text{ m/sn}$$

Dalganın Gidiş ve Dönüş Zamanı (Refleksiyon) Hesabı;

L : Boru hattı uzunluğu

T : Refleksiyon süresi

$$T = \frac{2xL}{a} = \frac{2x1836}{1061,69} = 3,46 \text{ sn}$$

Pompanın Durması İçin Geçen Zamanın Hesabı;

$$K = 2 - (L / 2000) = 2 - (1836 / 2000) = 1,08$$

$$t_p = 1 + Kx \frac{VxL}{gxH_m} = 1 + 1,08 \frac{1,08x1836}{9,81x178,00} = 2,20 \text{ sn}$$

$t_p=2,20 < T=3,89$ sn olduğundan ΔH hesabında Uzun Hat Formülü kullanılır.

H0* ve Pmax* Hesabı;

$$H_0^* = H_0 + 10,00$$

H_0^* = Hattın başlangıcında normal işletme basıncı, (m)

H_0 = Normal İşletme Basıncı, (m)

$$H_0^* = 178,00 + 10,00 = 188,00$$

$$P_{max}^* = P_{max} + 10,00$$

P_{max}^* = Hattın başlangıcında izin verilebilir maksimum basınç, (m)

P_{max} = Boru İşletme Basıncı, (m)

$$P_{max}^* = 300,00 + 10,00 = 310,00$$

Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta H = \mp \frac{axV}{g} = \frac{1061,69 \times 1,08}{9,81} \sim 117,00 m \text{ (Parmakyan Formülü)}$$

Kontrol-1:

1. $\Delta H \leq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) > P_{max}$ ise Sürpresyon vardır.

$$117,00 \leq (188,00 - 6,00) \text{ ve } (188,00 + 117,00) > 310,00$$

$$117,00 \leq (182,00) \text{ ve } (305,00) > 310,00 \text{ sağlanamadı (SÜRPREZYON yok)}$$

2. $\Delta H \geq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) < P_{max}$ ise Depresyon vardır.

$$117,00 \geq (188,00 - 6,00) \text{ ve } (188,00 + 117,00) < 310,00$$

$$117,00 \geq (182,00) \text{ ve } (305,00) < 310,00 \text{ sağlanmadı (DEPRESYON yok)}$$

Kontrol-2:

3. $H_{max} = H_m + \Delta H = 178,00 + 117,00 = 295,00 < 300$ (SÜRPREZYON yok)

$$H_{min} = H_m - \Delta H = 178,00 - 117,00 = 61,00 > 0 \text{ (DEPRESYON yok)}$$

Hatta sürpresyon ve depresyon meydana gelmemekte olup, sistemin emniyeti açısından terfi hattına

herhangi bir darbe önleyici sistemin teşkiline gerek duyulmamaktadır.

ΔP_s ve ΔP_d Kabulü

$$\Delta P_s = \Delta H = 117,00 m$$

$$\Delta P_d = \Delta H = 117,00 m$$

3.3. TM3 – BEYYURDU DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI

Temel veriler;

$$Q= 3,00 \text{ l/sn}$$

$$\varnothing_{dış}=98,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

$$\varnothing_{iç}=84,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

Boru Tipi : Duktıl Boru

L= 466 m (boru hattı uzunluğu), t= 3,0 mm et kalınlığı.

$$H_m=28,00 \text{ m}$$

$$V_{ort}=0,54 \text{ m/sn}$$

$h_w = 2,57$ (toplam yük kaybı)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{t}}}$$

a:Dalga yayılım hızı

D:Boru iç çapı

t:Boru et kalınlığı

k:karbon çelik boru için 0,5

Dalga Yayılma Hızı (Selerite) Hesabı;

$$a_{ort} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \text{ m/sn}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{84,0}{3,0}}} = 1257,30 \text{ m/sn}$$

Dalganın Gidiş ve Dönüş Zamamı (Refleksiyon) Hesabı;

L : Boru hattı uzunluğu

T : Refleksiyon süresi

$$T = \frac{2xL}{a} = \frac{2x466}{1257,30} = 0,74 \text{ sn}$$

Pompanın Durması İçin Geçen Zamanın Hesabı;

$$K = 2 - (L / 2000) = 2 - (466 / 2000) = 1,77$$

$$t_p = 1 + Kx \frac{VxL}{gxH_m} = 1 + 1,77 \frac{0,54x466}{9,81x28,00} = 2,62sn$$

$t_p=2,62 > T=0,74$ sn olduğundan ΔH hesabında Kısa Hat Formülü kullanılır.

H0* ve Pmax* Hesabı;

$$H_0^* = H_0 + 10,00$$

H_0^* = Hattın başlangıcında normal işletme basıncı, (m)

H_0 = Normal İşletme Basıncı, (m)

$$H_0^* = 28,00 + 10,00 = 38,00$$

$$P_{max}^* = P_{max} + 10,00$$

P_{max}^* = Hattın başlangıcında izin verilebilir maksimum basınç, (m)

P_{max} = Boru İşletme Basıncı, (m)

$$P_{max}^* = 400,00 + 10,00 = 410,00$$

Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta H = \frac{2xLxV}{gxTp} = \frac{2x466,00x0,54}{9,81x2,62} \sim 20,00m \text{ (Vensano Formülü)}$$

Kontrol-1:

1. $\Delta H \leq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) > P_{max}$ ise Süpresyon vardır.
 $20,00 \leq (38,00 - 6,00)$ ve $(38,00 + 20,00) > 410,00$
 $20,00 \leq (32,00)$ ve $(58,00) > 310,00$ sağlanamadı (SÜRPRESYON yok)
2. $\Delta H \geq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) < P_{max}$ ise Depresyon vardır.
 $20,00 \geq (38,00 - 6,00)$ ve $(38,00 + 20,00) < 410,00$
 $20,00 \geq (32,00)$ ve $(58,00) < 410,00$ sağlanmadı (DEPRESYON yok)

Kontrol-2:

3. $H_{max} = H_m + \Delta H = 28,00 + 20,00 = 48,00 < 400$ (SÜRPRESYON yok)
 $H_{min} = H_m - \Delta H = 28,00 - 20,00 = 8,00 > 0$ (DEPRESYON yok)

Hatta sürpresyon ve depresyon meydana gelmemekte olup, sistemin emniyeti açısından terfi hattına

herhangi bir darbe önleyici sistemin teşkiline gerek duyulmamaktadır.

ΔP_s ve ΔP_d Kabulü

$$\Delta P_s = \Delta H = 26,00 \text{ m}$$

$$\Delta P_d = \Delta H = 26,00 \text{ m}$$

3.4. MTM – HARPOT DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI**Temel veriler;**

$$Q= 5,07 \text{ l/sn}$$

$$\varnothing_{\text{dış}}=118,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

$$\varnothing_{\text{iç}}=103,0 \text{ mm(Boru iç çapı)}$$

Boru Tipi : Duktıl Boru

$$L= 3003 \text{ m (boru hattı uzunluğu), } t= 3,5 \text{ mm et kalınlığı.}$$

$$H_m=306,00 \text{ m}$$

$$V_{\text{ort}}=0,61 \text{ m/sn}$$

$$h_w= 15,53 \text{ (toplam yük kaybı)}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{t}}}$$

a:Dalga yayılım hızı

D:Boru iç çapı

t:Boru et kalınlığı

k:karbon çelik boru için 0,5

Dalga Yayılma Hızı (Selerite) Hesabı;

$$a_{\text{ort}} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \text{ m/sn}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{84,0}{3,0}}} = 1250,12 \text{ m/sn}$$

Dalganın Gidiş ve Dönüş Zamanı (Refleksiyon) Hesabı;

L : Boru hattı uzunluğu

T : Refleksiyon süresi

$$T = \frac{2xL}{a} = \frac{2x3003}{1257,30} = 4,80 \text{ sn}$$

Pompanın Durması İçin Geçen Zamanın Hesabı;

$$K = 2 - (L / 2000) = 2 - (3003 / 2000) = 0,50$$

$$t_p = 1 + Kx \frac{VxL}{gxH_m} = 1 + 0,50 \frac{0,61x3003}{9,81x306,00} = 1,31 \text{ sn}$$

$t_p=1,31 < T=4,80$ sn olduğundan ΔH hesabında Uzun Hat Formülü kullanılır.

H₀* ve P_{max}* Hesabı;

$$H_0^* = H_0 + 10,00$$

H_0^* = Hattın başlangıcında normal işletme basıncı, (m)

H_0 = Normal İşletme Basıncı, (m)

$$H_0^* = 306,00 + 10,00 = 316,00$$

$$P_{max}^* = P_{max} + 10,00$$

P_{max}^* = Hattın başlangıcında izin verilebilir maksimum basınç, (m)

P_{max} = Boru İşletme Basıncı, (m)

$$P_{max}^* = 500,00 + 10,00 = 510,00$$

Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta H = \mp \frac{axV}{g} = \frac{1250,12 \times 0,61}{9,81} \sim 78,00m \text{ (Parmakyan Formülü)}$$

Kontrol-1:

1. $\Delta H \leq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) > P_{max}$ ise Sürpresyon vardır.

$$78,00 \leq (316,00 - 6,00) \text{ ve } (316,00 + 78,00) > 510,00$$

$$78,00 \leq (310,00) \text{ ve } (394,00) > 510,00 \text{ sağlanamadı (SÜRPREZYON yok)}$$

2. $\Delta H \geq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) < P_{max}$ ise Depresyon vardır.

$$78,00 \geq (316,00 - 6,00) \text{ ve } (316,00 + 78,00) < 510,00$$

$$78,00 \geq (310,00) \text{ ve } (394,00) < 510,00 \text{ sağlanmadı (DEPRESYON yok)}$$

Kontrol-2:

3. $H_{max} = H_m + \Delta H = 306,00 + 78,00 = 384,00 < 500$ (SÜRPREZYON yok)

$$H_{min} = H_m - \Delta H = 306,00 - 78,00 = 228,00 > 0 \text{ (DEPRESYON yok)}$$

Hatta sürpresyon ve depresyon meydana gelmemekte olup, sistemin emniyeti açısından terfi hattına

herhangi bir darbe önleyici sistemin teşkiline gerek duyulmamaktadır.

ΔP_s ve ΔP_d Kabulü

$$\Delta P_s = \Delta H = 78,00 \text{ m}$$

$$\Delta P_d = \Delta H = 78,00 \text{ m}$$

3.5. TM4 – KİREÇOĞAĞI.1 DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI

Temel veriler;

$$Q= 238,38 \text{ l/sn}$$

$$\varnothing_{\text{dış}}=532,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

$$\varnothing_{\text{iç}}=510,8 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

Boru Tipi : Duktıl Boru

$$L= 948 \text{ m (boru hattı uzunluğu), } t= 5,6 \text{ mm et kalınlığı.}$$

$$H_m=76,00 \text{ m}$$

$$V_{\text{ort}}=1,16 \text{ m/sn}$$

$$h_w= 2,62 \text{ (toplam yük kaybı)}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{t}}}$$

a:Dalga yayılım hızı

D:Boru iç çapı

t:Boru et kalınlığı

k:karbon çelik boru için 0,5

Dalga Yayılma Hızı (Selerite) Hesabı;

$$a_{\text{ort}} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \text{ m/sn}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{510,8}{5,6}}} = 1023,24 \text{ m/sn}$$

Dalganın Gidiş ve Dönüş Zamanı (Refleksiyon) Hesabı;

L : Boru hattı uzunluğu

T : Refleksiyon süresi

$$T = \frac{2xL}{a} = \frac{2x948}{1023,24} = 1,85 \text{ sn}$$

Pompanın Durması İçin Geçen Zamanın Hesabı;

$$K = 2 - (L / 2000) = 2 - (948 / 2000) = 1,52$$

$$t_p = 1 + Kx \frac{VxL}{gxH_m} = 1 + 1,52 \frac{1,16x948}{9,81x76,00} = 3,24 \text{ sn}$$

$t_p=3,24 > T=1,85$ sn olduğundan ΔH hesabında Kısa Hat Formülü kullanılır.

H₀* ve P_{max}* Hesabı;

$$H_0^* = H_0 + 10,00$$

H_0^* = Hattın başlangıcında normal işletme basıncı, (m)

H_0 = Normal İşletme Basıncı, (m)

$$H_0^* = 76,00 + 10,00 = 86,00$$

$$P_{max}^* = P_{max} + 10,00$$

P_{max}^* = Hattın başlangıcında izin verilebilir maksimum basınç, (m)

P_{max} = Boru İşletme Basıncı, (m)

$$P_{max}^* = 300,00 + 10,00 = 310,00$$

Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta H = \frac{2xLxV}{gxTp} = \frac{2x948,00x1,16}{9,81x3,24} \sim 70,00m \text{ (Vensano Formülü)}$$

Kontrol-1:

1. $\Delta H \leq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) > P_{max}$ ise Sürpresyon vardır.

$$70,00 \leq (86,00 - 6,00) \text{ ve } (86,00 + 70,00) > 310,00$$

$$70,00 \leq (80,00) \text{ ve } (156,00) > 310,00 \text{ sağlanamadı (SÜRPREZYON yok)}$$

2. $\Delta H \geq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) < P_{max}$ ise Depresyon vardır.

$$70,00 \geq (86,00 - 6,00) \text{ ve } (86,00 + 70,00) < 310,00$$

$$70,00 \geq (80,00) \text{ ve } (156,00) < 310,00 \text{ sağlanmadı (DEPRESYON yok)}$$

Kontrol-2:

3. $H_{max} = H_m + \Delta H = 76,00 + 70,00 = 146,00 < 300$ (SÜRPREZYON yok)

$$H_{min} = H_m - \Delta H = 76,00 - 70,00 = 6,00 > 0 \text{ (DEPRESYON yok)}$$

Hatta sürpresyon ve depresyon meydana gelmemekte olup, sistemin emniyeti açısından terfi hattına

herhangi bir darbe önleyici sistemin teşkiline gerek duyulmamaktadır.

ΔP_s ve ΔP_d Kabulü

$$\Delta P_s = \Delta H = 70,00 \text{ m}$$

$$\Delta P_d = \Delta H = 70,00 \text{ m}$$

3.6. TM5 – ABDULLAHPAŞA.2 DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI

Temel veriler;

$$Q= 81,25 \text{ l/sn}$$

$$\varnothing_{dış}=429,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

$$\varnothing_{iç}=409,4 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

Boru Tipi : Duktıl Boru

$$L= 1039 \text{ m (boru hattı uzunluğu), } t= 4,8 \text{ mm et kalınlığı.}$$

$$H_m=129,70 \text{ m}$$

$$V_{ort}=0,62 \text{ m/sn}$$

$$h_w= 1,15 \text{ (toplam yük kaybı)}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{t}}}$$

a:Dalga yayılım hızı

D:Boru iç çapı

t:Boru et kalınlığı

k:karbon çelik boru için 0,5

Dalga Yayılma Hızı (Selerite) Hesabı;

$$a_{ort} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \text{ m/sn}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{409,4}{4,8}}} = 1038,11 \text{ m/sn}$$

Dalganın Gidiş ve Dönüş Zamanı (Refleksiyon) Hesabı;

L : Boru hattı uzunluğu

T : Refleksiyon süresi

$$T = \frac{2xL}{a} = \frac{2x1039}{1039,11} = 2,00 \text{ sn}$$

Pompanın Durması İçin Geçen Zamanın Hesabı;

$$K = 2 - (L/2000) = 2 - (1039/2000) = 1,48$$

$$t_p = 1 + Kx \frac{VxL}{gxH_m} = 1 + 1,48 \frac{0,62x1039}{9,81x129,70} = 1,75sn$$

$t_p=1,75 < T=2,00$ sn olduğundan ΔH hesabında Uzun Hat Formülü kullanılır.

H0* ve Pmax* Hesabı;

$$H_0^* = H_0 + 10,00$$

H_0^* = Hattın başlangıcında normal işletme basıncı, (m)

H_0 = Normal İşletme Basıncı, (m)

$$H_0^* = 129,70 + 10,00 = 139,70$$

$$P_{max}^* = P_{max} + 10,00$$

P_{max}^* = Hattın başlangıcında izin verilebilir maksimum basınç, (m)

P_{max} = Boru İşletme Basıncı, (m)

$$P_{max}^* = 300,00 + 10,00 = 310,00$$

Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta H = \mp \frac{axV}{g} = \frac{1038,11x0,62}{9,81} \sim 66,00m \text{ (Parmakyan Formülü)}$$

Kontrol-1:

1. $\Delta H \leq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) > P_{max}$ ise Süpresyon vardır.

$$66,00 \leq (139,70 - 6,00) \text{ ve } (139,70 + 66,00) > 310,00$$

$$66,00 \leq (133,70) \text{ ve } (205,70) > 310,00 \text{ sağlanamadı (SÜRPREZYON yok)}$$

2. $\Delta H \geq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) < P_{max}$ ise Depresyon vardır.

$$66,00 \geq (139,70 - 6,00) \text{ ve } (139,70 + 66,00) < 310,00$$

$$66,00 \geq (133,70) \text{ ve } (205,70) < 310,00 \text{ sağlanmadı (DEPRESYON yok)}$$

Kontrol-2:

$$3. \quad H_{max} = H_m + \Delta H = 129,70 + 66,00 = 195,70 < 300 \quad (\text{SÜRPREZYON yok})$$

$$H_{min} = H_m - \Delta H = 129,70 - 66,00 = 63,70 > 0 \quad (\text{DEPRESYON yok})$$

Hatta sürpresyon ve depresyon meydana gelmemekte olup, sistemin emniyeti açısından terfi hattına

herhangi bir darbe önleyici sistemin teşkiline gerek duyulmamaktadır.

ΔP_s ve ΔP_d Kabulü

$$\Delta P_s = \Delta H = 66,00 \text{ m}$$

$$\Delta P_d = \Delta H = 66,00 \text{ m}$$

3.7. TM6 – HİLALKENT DEPOSU ARASI TERFİ HATTI DARBE HESAPLARI

Temel veriler;

$$Q= 249,57 \text{ l/sn}$$

$$\varnothing_{\text{dış}}=532,0 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

$$\varnothing_{\text{iç}}=510,8 \text{ mm(Boru dış çapı)}$$

Boru Tipi : Duktıl Boru

$$L= 1895 \text{ m (boru hattı uzunluğu)}, t= 5,6 \text{ mm et kalınlığı.}$$

$$H_m=57,77 \text{ m}$$

$$V_{\text{ort}}=1,22 \text{ m/sn}$$

$$h_w= 5,71 \text{ (toplam yük kaybı)}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{t}}}$$

a:Dalga yayılım hızı

D:Boru iç çapı

t:Boru et kalınlığı

k:karbon çelik boru için 0,5

Dalga Yayılma Hızı (Selerite) Hesabı;

$$a_{\text{ort}} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \text{ m/sn}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{510,8}{5,6}}} = 1023,25 \text{ m/sn}$$

Dalganın Gidiş ve Dönüş Zamanı (Refleksiyon) Hesabı;

L : Boru hattı uzunluğu

T : Refleksiyon süresi

$$T = \frac{2xL}{a} = \frac{2x1895}{1023,25} = 3,70 \text{ sn}$$

Pompanın Durması İçin Geçen Zamanın Hesabı;

$$K = 2 - (L / 2000) = 2 - (1895 / 2000) = 1,05$$

$$t_p = 1 + Kx \frac{VxL}{gxH_m} = 1 + 1,05 \frac{1,22x1895}{9,81x57,77} = 5,28 \text{ sn}$$

$t_p=5,28 > T=3,70$ sn olduğundan ΔH hesabında Kısa Hat Formülü kullanılır.

H₀* ve P_{max}* Hesabı;

$$H_0^* = H_0 + 10,00$$

H₀* = Hattın başlangıcında normal işletme basıncı, (m)

H₀ = Normal İşletme Basıncı, (m)

$$H_0^* = 57,77 + 10,00 = 67,77$$

$$P_{max}^* = P_{max} + 10,00$$

P_{max}* = Hattın başlangıcında izin verilebilir maksimum basınç, (m)

P_{max} = Boru İşletme Basıncı, (m)

$$P_{max}^* = 300,00 + 10,00 = 310,00$$

Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta H = \frac{2xLxV}{gxTp} = \frac{2x1895,00x1,22}{9,81x5,28} \sim 90,00m \text{ (Vensano Formülü)}$$

Kontrol-1:

1. $\Delta H \leq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) > P_{max}$ ise Sürpresyon vardır.

$$90,00 \leq (67,77 - 6,00) \text{ ve } (67,77 + 90,00) > 310,00$$

$$90,00 \leq (61,77) \text{ ve } (157,77) > 310,00 \text{ sağlanamadı (SÜRPREZYON yok)}$$

2. $\Delta H \geq (H_0^* - 6,00)$ ve $(H_0^* + \Delta H) < P_{max}$ ise Depresyon vardır.

$$90,00 \geq (67,77 - 6,00) \text{ ve } (67,77 + 90,00) < 310,00$$

$$90,00 \geq (61,77) \text{ ve } (155,77) < 310,00 \text{ sağlandı (DEPRESYON var)}$$

Kontrol-2:

3. $H_{max} = H_m + \Delta H = 57,77 + 90,00 = 147,77 < 300$ (SÜRPREZYON yok)

$$H_{min} = H_m - \Delta H = 57,77 - 90,00 = -32,23 < 0 \text{ (DEPRESYON var)}$$

Hatta depresyon riski olduğu için hava kazanı yapılarak önlem alınacaktır.

Sadece Depresyon Olması Durumunda ΔPs ve Hava Kazanı Hacmi Hesabı

$$H_{min} = H_0 - \Delta H$$

$$H_{min} = 67,77 - 90,00 = -22,23$$

$$\Delta P_d = H_0 - H_{min} = 67,77 - (-22,23) = 90,00m$$

$$\frac{\Delta P_d}{H_0^*} = \frac{90,00}{67,77} = 1,33$$

$$2\rho = \frac{axV}{gxH_0^*} = \frac{\Delta H}{H_0^*} = \frac{90,00}{67,77} = 1,33$$

alınarak abağa girilecektir.

PARMAKYAN ABAĞI (K)	OKUNAN 2Coa/QoL	OKUNAN ΔPs/H0*
0,0	3,00	0,90
0,3	2,80	0,90
0,5	2,70	0,75
0,7	3,00	0,65

Buradan en küçük $2xC_0xa/Q_0xL$ değeri için 2,70 için C_0 değeri;

$$C_0 = \frac{2,70xQ_0xL}{2xa} = \frac{2,70x0,25x1895}{2x1023,25} = 0,63$$

$$H_{\min}^* = H_0^*x(1 - P_{d\max}) = 67,77x(1 - 0,75) = 15,58$$

$$C' = C_0x\left(\frac{H_0^*}{H_{\min}^*}\right) = 0,63x\left(\frac{67,77}{15,58}\right) = 2,74m^3$$

$$V_G = C'x1,3 = 2,74x1,30 = 3,56m^3$$

$$V_{\text{seçilen}} = 5 m^3$$

Hava kazanı boyutları uygulama aşamasında üretici firma tarafından tahkik edilecektir.

Güvenli tarafta kalmak amacıyla, uygulama aşamasında motora volan ekleyerek su darbesinin şiddetini azaltılması sağlanmalıdır.

Yeniden Depresyon ve Sürpresyon Kontrolü;

$$\Delta Ps = (\Delta Ps / H_0^*) \times H_0^*$$

$$\Delta Ps = 0,75 \times 67,77 = 50,83 \text{ m}$$

$$H_{\max} = H_0 + \Delta Ps < P_{\max} \text{ olmalı,}$$

$$H_0 - \Delta Pd > 0 \text{ olmalı}$$

$$H_{\max} = H_0 + \Delta Ps = 67,77 + 50,83 = 118,60 < 300$$

$$H_{\min} = H_0 - \Delta Ps = 67,77 - 50,83 = 16,96 > 0$$

Olduğu için depresyon yoktur.

ΔPs ve ΔPd Kabulü

$$\Delta Ps = 50,83 \text{ m}$$

$$\Delta Pd = 16,96 \text{ m}$$

4. CAZİBELİ HATLAR DARBE HESAPLARI

4.1. GENEL TANIMLAR

Su darbesi sonucu oluşan basınç değeri ΔH , proje debisi için statik basıncı H_0 olmak üzere;

Depresyon ve Süpresyon sonucu oluşan aşırı basınçlar :

$H_{min} = H_0 - \Delta H_{depresyon}$ ve $H_{max} = H_0 + \Delta H_{depresyon}$ eşitlikleri ile gösterilmektedir.

Kullanılan borunun işletme basıncı P_i olmak üzere; $H_{max} > P_i$ veya $H_{min} < 0$ olduğu durumlarda isale hattı su darbelerine karşı korunmalıdır.

Cazibe hattının maruz kalabileceği su darbesini hesaplamak için Allievi Abağı kullanılacaktır.

Kullanılan Formüller:

- **Selerite Hesabı:**

$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{D}{t} x \frac{E_w}{E}}}$$

a = İvme, Selerite (basınç dalgasının yayılma hızı - m/s²)

$$T = 2 * L / a$$

$E_w = 2,07 * 10^8$ kg/m² (Suyun elastisite modülü)

$E = 2,1 * 10^{10}$ kg/m² (Çeliğin elastisite modülü)

E = Kullanılan boru malzemesinin elastisite modülü

$D_{dış} =$ Boru çapı $D_{iç} =$ Boru İç Çapı

$t =$ Boru et kalınlığı

$V =$ Su Hızı (m/s)

$g = 9,81$ m/s² (Yer çekimi ivmesi)

$L =$ Boru hattının uzunluğu

$H_0 =$ Statik seviye – Boru eksen kotu (m)

$T_c =$ Vanaların kapanma süresi

- **Allievi Abağı Değerleri**

$$\rho = \frac{axV}{2xgx\Delta H} \quad \& \quad \theta = \frac{axT}{2xL}$$

ρ ve θ değerleri kullanılarak Allievi abağından süpresyon ve depresyon için ayrı ayrı z^2 değerleri bulunur.

$$\frac{Ho + \Delta H_{süp}}{Ho} = z_{süp}^2 \quad \& \quad \frac{Ho - \Delta H_{dep}}{Ho} = z_{dep}^2$$

$$H_{süp} = Ho + \Delta H_{süp} \quad \& \quad H_{dep} = Ho - \Delta H_{dep}$$

- **Birden Fazla Çap Olması Durumunda Ortalama Selerite ve Hız Bulunması**

Her bir hat için ayrı ayrı selerite ve hız hesabı yapılır. Ortalama Selerite ve Ortalama Hız aşağıdaki formüllerle bulunur.

$$a_{ort} = \frac{(L_1 + L_2 + \dots + L_{son})}{\left(\frac{L_1}{a_1} + \frac{L_2}{a_2} + \dots + \frac{L_{son}}{a_{son}} \right)} \quad \& \quad V_{ort} = \frac{(V_1 * L_1 + V_2 * L_2 + \dots + V_{son} * L_{son})}{(L_1 + L_2 + \dots + L_{son})}$$

Vana Kapanma Süreleri Özet Tablosu	
Vana Yeri	Süre
Aritma Tesisi Giriş Vanası	200 s
Şahinkaya Depo Giriş Vanası	60 s
Sarıçubuk Depo Giriş Vanası	60 s
Akçakiraz Depo Giriş Vanası	60 s
Yazıkonak Depo Giriş Vanası	60 s
Yurtbaşı Depo Giriş Vanası	60 s
Mollakendi Depo Giriş Vanası	60 s
P 3 Deposu Giriş Vanası	100 s
Araştırma Depo Giriş Vanası	100 s
Zarfan Depo Giriş Vanası	100 s
Yeşilkent Depo Giriş Vanası	200 s
Abdullahpaşa Depo Giriş Vanası	200 s
Baskil Depo Giriş Vanası	200 s

4.2. HAMSU HATTI DARBE HESABI

T_c = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 200 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 120 \text{ m}$$

$$D = 1524 \text{ mm}$$

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = 81,562 \text{ m}$$

Yukarıdaki değerler selarite formülünde yerine konulursa;

$$a = 1425 / \sqrt{1 + (D/t) * (E_w/E)} = 950 \text{ m/s}^2$$

$$T = 2 * L / A = (2 * 81,562 / 950) = 171.8 \text{ s} < T_c = 200 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (950 * 1) / (2 * 9.81 * 120) = 0.4$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (950 * 200) / (2 * 81,562) = 1.16$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.2$

$$\Delta H_{süp} = H_o * z^2 - H_o = (120 * 1.2 - 120) = 24 \text{ m}$$

$$H_{süp} = H_o + \Delta H_{süp} = 144 \text{ m} < 200 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.5$

$$\Delta H_{dep} = H_o - H_o * z^2 = (120 - 120 * 0.5) = 60 \text{ m}$$

$$H_{dep} = H_o - \Delta H_{dep} = 60 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.3. TOKİ DEPOSU - ŞAHİNKAYA DEPOSU HATTI DARBE HESABI

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 60 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_0 = 124 \text{ m}$$

$$D = 98 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = 2,303 \text{ m}$$

Yukarıdaki değerler selarite formülünde yerine konulursa;

$$a = 1425 / \sqrt{1 + (D/t) * (E_w/E)} = 1239 \text{ m/s}^2$$

$$T = 2 * L / A = (2 * 2,303 / 1239) = 3.7 \text{ s} < T_c = 60 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_0) = (1239 * 1.03) / (2 * 9.81 * 124) = 0.53$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (1239 * 60) / (2 * 2,303) = 16.14$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.05$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_0 * z^2 - H_0 = (124 * 1.05 - 124) = 6.2 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_0 + \Delta H_{\text{süp}} = 130.2 \text{ m} < 400 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.95$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_0 - H_0 * z^2 = (124 - 124 * 0.95) = 6.2 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_0 - \Delta H_{\text{dep}} = 117.8 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.4. HİLALKENT DEPO - SARIÇUBUK DEPO ARASI DARBE HESABI

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 60 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 12 \text{ m}$$

$$D = 118 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = 416 \text{ m}$$

Yukarıdaki değerler selarite formülünde yerine konulursa;

$$a = 1425 / \sqrt{1+(D/t) * (E_w/E)} = 1210 \text{ m/s}^2$$

$$T = 2 * L / A = (2 * 416 / 1210) = 0.7 \text{ s} < T_c = 60 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (1210 * 0.59) / (2 * 9.81 * 12) = 3.05$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (1210 * 60) / (2 * 416) = 87.24$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.02$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_o * z^2 - H_o = (12 * 1.02 - 12) = 0.24 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_o + \Delta H_{\text{süp}} = 12.24 \text{ m} < 400 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.93$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_o - H_o * z^2 = (12 - 12 * 0.93) = 0.84 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_o - \Delta H_{\text{dep}} = 11.16 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.5. ARITMA – AKÇAKİRAZ DEPOARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ							
	ÇAP1	ÇAP2					Birim
D =	532	378					mm
t =	5.6	4.7					mm
L =	3,463	4,227					m
Q =	231.4	62.4					m ³ /s
V =	1.09	0.58					m/s
a =	1024	1064					m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 7,690m	a = 1046 m/s²	V = 0.81 m/s
--------------------	---------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 60 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 98 \text{ m}$$

$$P_i (\text{Boruların Basınç Dayanımı}) = 400 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 7,690 / 1046) = 14.7 \text{ s} < T_c = 60 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (1046 * 0.81) / (2 * 9.81 * 98) = 0.4$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (1046 * 60) / (2 * 7,690) = 4.08$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.16$

$$\Delta H_{süp} = H_o * z^2 - H_o = (98 * 1.16 - 98) = 15.7 \text{ m}$$

$$H_{süp} = H_o + \Delta H_{süp} = 113.68 \text{ m} < 400 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.7$

$$\Delta H_{dep} = H_o - H_o * z^2 = (98 - 98 * 0.7) = 29.4 \text{ m}$$

$$H_{dep} = H_o - \Delta H_{dep} = 68.6 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.6. ARITMA - YAZIKONAK ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ						
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3			Birim
D =	532	429	274			mm
t =	5.6	4.8	3.9			mm
L =	3,463	3,049	115			m
Q =	231.4	169.0	81.9			m ³ /s
V =	1.09	1.22	1.47			m/s
a =	1024	1039	1095			m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 6,627m	a = 1032 m/s²	V = 1.16 m/s
--------------------	---------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 60 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 64 \text{ m}$$

$$P_i \text{ (Boruların Basınç Dayanımı)} = 400 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 6,627 / 1032) = 12.8 \text{ s} < T_c = 60 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (1032 * 1.16) / (2 * 9.81 * 64) = 1$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (1032 * 60) / (2 * 6,627) = 4.67$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.15$

$$\Delta H_{süp} = H_o * z^2 - H_o = (64 * 1.15 - 64) = 9.6 \text{ m}$$

$$H_{süp} = H_o + \Delta H_{süp} = 73.6 \text{ m} < 400 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.7$

$$\Delta H_{dep} = H_o - H_o * z^2 = (64 - 64 * 0.7) = 19.2 \text{ m}$$

$$H_{dep} = H_o - \Delta H_{dep} = 44.8 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.7. ARITMA - YURTBAŞI DEPO ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ						
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3	ÇAP4		Birim
D =	532	429	326	274		mm
t =	5.6	4.8	4.6	3.9		mm
L =	3,463	3,049	1,611	358		m
Q =	231.4	169.0	87.1	66.3		m ³ /s
V =	1.09	1.22	1.10	1.19		m/s
a =	1024	1039	1093	1095		m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 8,481m	a = 1045 m/s²	V = 1.14 m/s
--------------------	---------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 60 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 54 \text{ m}$$

$$P_i \text{ (Boruların Basınç Dayanımı) } = 400 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 8,481 / 1045) = 16.2 \text{ s} < T_c = 60 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (1045 * 1.14) / (2 * 9.81 * 54) = 1.1$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (1045 * 60) / (2 * 8,481) = 3.7$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.5$

$$\Delta H_{süp} = H_o * z^2 - H_o = (54 * 1.5 - 54) = 27 \text{ m}$$

$$H_{süp} = H_o + \Delta H_{süp} = 81 \text{ m} < 400 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.7$

$$\Delta H_{dep} = H_o - H_o * z^2 = (54 - 54 * 0.7) = 16.2 \text{ m}$$

$$H_{dep} = H_o - \Delta H_{dep} = 37.8 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.8. ARITMA - MOLLAKENDİ ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ						
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3	ÇAP4		Birim
D =	532	429	326	222		mm
t =	5.6	4.8	4.6	3.1		mm
L =	3,463	3,049	1,611	10,923		m
Q =	231.4	169.0	87.1	20.8		m ³ /s
V =	1.09	1.22	1.10	0.57		m/s
a =	1024	1039	1093	1091		m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 19,046m	a = 1070 m/s²	V = 0.81 m/s
---------------------	---------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 60 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 36 \text{ m}$$

$$P_i \text{ (Boruların Basınç Dayanımı)} = 400 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 19,046 / 1070) = 35.6 \text{ s} < T_c = 60 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (1070 * 0.81) / (2 * 9.81 * 36) = 1.2$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (1070 * 60) / (2 * 19,046) = 1.69$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 2.3$$

$$\Delta H_{süp} = H_o * z^2 - H_o = (36 * 2.3 - 36) = 46.8 \text{ m}$$

$$H_{süp} = H_o + \Delta H_{süp} = 82.8 \text{ m} < 400 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 0.4$$

$$\Delta H_{dep} = H_o - H_o * z^2 = (36 - 36 * 0.4) = 21.6 \text{ m}$$

$$H_{dep} = H_o - \Delta H_{dep} = 14.4 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.9. ANA DEPO - P3 DEPO ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selarite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selarite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ							
	ÇAP1	ÇAP2					Birim
D =	1422	532					mm
t =	12.0	5.6					mm
L =	5,493	475					m
Q =	2053.0	259.0					m ³ /s
V =	1.34	1.22					m/s
a =	968	1024					m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selarite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 5,968m	a = 972 m/s²	V = 1.33 m/s
--------------------	--------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 100 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 110 \text{ m}$$

$$P_i \text{ (Boruların Basınç Dayanımı) } = 300 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 5,968 / 972) = 12.3 \text{ s} < T_c = 100 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (972 * 1.33) / (2 * 9.81 * 110) = 0.6$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (972 * 100) / (2 * 5,968) = 8.14$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.15$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_o * z^2 - H_o = (110 * 1.15 - 110) = 16.5 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_o + \Delta H_{\text{süp}} = 126.5 \text{ m} < 300 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.8$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_o - H_o * z^2 = (110 - 110 * 0.8) = 22 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_o - \Delta H_{\text{dep}} = 88 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.10. ANA DEPO - ARAŞTIRMA DEPO ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ						
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3			Birim
D =	1422	1219	532			mm
t =	12.0	10.0	5.6			mm
L =	5,493	758	230			m
Q =	2053.0	1658.0	271.0			m ³ /s
V =	1.34	1.47	1.27			m/s
a =	968	960	1024			m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 6,481m	a = 969 m/s²	V = 1.35 m/s
--------------------	--------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 100 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 63 \text{ m}$$

$$P_i \text{ (Boruların Basınç Dayanımı) } = 300 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 6,481 / 969) = 13.4 \text{ s} < T_c = 100 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (969 * 1.35) / (2 * 9.81 * 63) = 1.1$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (969 * 100) / (2 * 6,481) = 7.47$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.12$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_o * z^2 - H_o = (63 * 1.12 - 63) = 7.6 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_o + \Delta H_{\text{süp}} = 70.56 \text{ m} < 300 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.8$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_o - H_o * z^2 = (63 - 63 * 0.8) = 12.6 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_o - \Delta H_{\text{dep}} = 50.4 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.11. ANA DEPO - ZARFAN DEPO ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ						
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3	ÇAP4		Birim
D =	1422	1219	1219	429		mm
t =	12.0	10.0	10.0	4.8		mm
L =	5,493	758	2,530	217		m
Q =	2053.0	1658.0	1387.0	196.0		m ³ /s
V =	1.34	1.47	1.23	1.42		m/s
a =	968	960	960	1039		m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 8,998m	a = 967 m/s²	V = 1.32 m/s
--------------------	--------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 100 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 66.5 \text{ m}$$

$$P_i \text{ (Boruların Basınç Dayanımı) } = 300 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 8,998 / 967) = 18.6 \text{ s} < T_c = 100 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (967 * 1.32) / (2 * 9.81 * 67) = 1$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (967 * 100) / (2 * 8,998) = 5.37$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 1.2$$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_o * z^2 - H_o = (66.5 * 1.2 - 66.5) = 13.3 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_o + \Delta H_{\text{süp}} = 79.8 \text{ m} < 300 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 0.65$$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_o - H_o * z^2 = (66.5 - 66.5 * 0.65) = 23.3 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_o - \Delta H_{\text{dep}} = 43.225 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.12. ANA DEPO - YEŞİLKENT ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ						
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3	ÇAP4	ÇAP5	Birim
D =	1422	1219	1219	1118	635	mm
t =	12.0	10.0	10.0	8.8	6.7	mm
L =	5,493	758	2,530	4,480	482	m
Q =	2053.0	1658.0	1387.0	1191.0	348.0	m ³ /s
V =	1.34	1.47	1.23	1.25	1.15	m/s
a =	968	960	960	950	1025	m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 13,743m	a = 962 m/s²	V = 1.29 m/s
---------------------	--------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 200 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 30.5 \text{ m}$$

$$P_i (\text{Boruların Basınç Dayanımı}) = 300 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 13,743 / 962) = 28.6 \text{ s} < T_c = 200 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (962 * 1.29) / (2 * 9.81 * 31) = 2.1$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (962 * 200) / (2 * 13,743) = 7$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 1.3$$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_o * z^2 - H_o = (30.5 * 1.3 - 30.5) = 9.2 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_o + \Delta H_{\text{süp}} = 39.65 \text{ m} < 300 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 0.55$$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_o - H_o * z^2 = (30.5 - 30.5 * 0.55) = 13.7 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_o - \Delta H_{\text{dep}} = 16.775 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.13. ANA DEPO - ABDULLAHPAŞA DEPO ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ							
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3	ÇAP4	ÇAP5	ÇAP6	Birim
D =	1422	1219	1219	1118	1016	635	mm
t =	12.0	10.0	10.0	8.8	8.0	6.7	mm
L =	5,493	758	2,530	4,480	2,600	282	m
Q =	2053.0	1658.0	1387.0	1191.0	843.0	435.0	m ³ /s
V =	1.34	1.47	1.23	1.25	1.07	1.43	m/s
a =	968	960	960	950	950	1025	m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 16,143m	a = 959 m/s²	V = 1.26 m/s
---------------------	--------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 200 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 35.5 \text{ m}$$

$$P_i (\text{Boruların Basınç Dayanımı}) = 300 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 16,143 / 959) = 33.7 \text{ s} < T_c = 200 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (959 * 1.26) / (2 * 9.81 * 36) = 1.7$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (959 * 200) / (2 * 16,143) = 5.94$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 1.35$$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_o * z^2 - H_o = (35.5 * 1.35 - 35.5) = 12.4 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_o + \Delta H_{\text{süp}} = 47.925 \text{ m} < 300 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

$$\text{- Allievi abağından Süpresyon için } z^2 = 0.6$$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_o - H_o * z^2 = (35.5 - 35.5 * 0.6) = 14.2 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_o - \Delta H_{\text{dep}} = 21.3 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

4.14. ANA DEPO - BASKİL DEPO ARASI DARBE HESABI

Bu hatta birden fazla çap bulunmaktadır. O yüzden selerite ve hız ortalama ile bulunmalıdır.

$$E_w = 20,700 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,100,000 \text{ kg/cm}^2$$

Aşağıdaki değerler, E ve E_w selerite formülünde yerine konarak her boru için a değeri hesaplanmıştır.

İSALE HATTI BORU ÖZELLİKLERİ							
	ÇAP1	ÇAP2	ÇAP3	ÇAP4	ÇAP5	ÇAP6	Birim
D =	1422	1219	1219	1118	1016	738	mm
t =	12.0	10.0	10.0	8.8	8.0	6.8	mm
L =	5,493	758	2,530	4,480	2,600	3,527	m
Q =	2053.0	1658.0	1387.0	1191.0	843.0	408.0	m ³ /s
V =	1.34	1.47	1.23	1.25	1.07	0.99	m/s
a =	968	960	960	950	950	990	m/s ²

Bu durumda Genel Tanımlar bölümünde belirtilen formüller kullanılarak toplam uzunluk, ortalama selerite ve ortalama hız aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Lt = 19,388m	a = 964 m/s²	V = 1.21 m/s
---------------------	--------------------------------	---------------------

Tc = Süre (s) İsale hattı üzerindeki vanaların kapanma süresinin 200 s olduğu kabul edilmiştir.

$$H_o = 41.5 \text{ m}$$

$$P_i (\text{Boruların Basınç Dayanımı}) = 250 \text{ m}$$

$$T = 2 * L / a = (2 * 19,388 / 964) = 40.2 \text{ s} < T_c = 200 \text{ s} \text{ -----> UYGUN}$$

Allievi abağı için ρ ve θ aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$\rho = (a * V) / (2 * g * H_o) = (964 * 1.21) / (2 * 9.81 * 42) = 1.4$$

$$\theta = (a * T_c) / (2 * L) = (964 * 200) / (2 * 19,388) = 4.97$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 1.35$

$$\Delta H_{\text{süp}} = H_o * z^2 - H_o = (41.5 * 1.35 - 41.5) = 14.5 \text{ m}$$

$$H_{\text{süp}} = H_o + \Delta H_{\text{süp}} = 56.025 \text{ m} < 250 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$

- Allievi abağından Süpresyon için $z^2 = 0.6$

$$\Delta H_{\text{dep}} = H_o - H_o * z^2 = (41.5 - 41.5 * 0.6) = 16.6 \text{ m}$$

$$H_{\text{dep}} = H_o - \Delta H_{\text{dep}} = 24.9 \text{ m} > 0 \text{ m} \text{ -----> Boru Basınç Sınıfı Yeterlidir}$$