



bu bir MMO
yayımdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Su Basınçlandırma Sistemleri

Etem Sait ÖZ

Gazi Üni.

Teknik Eğitim Fak.

Kurtuluş BORAN

Gazi Üni.

Teknik Eğitim Fak.

Sedef AKKAPLAN

Milli Eğitim Bakanlığı

Yayımlar Dairesi Bşk.

MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLDİRİ

SU BASINÇLANDIRMA SİSTEMLERİ

Etem Sait ÖZ
Kurtuluş BORAN
Sedef AKKAPLAN

ÖZET

Konut ve çeşitli yapılarda sürekli, basınçlı su temin maksadıyla kullanılan hidroforların kullanımında devamlı bir artış gözlenmektedir. Bu yazıda, su sıkıştırma (basınçlandırma) akışkanı olarak hava kullanılan, kullanılan bu havanın su ile temasta olduğu hidroforların çalışma prensibi, tasarımlanmaları ve otomatik hava besleme ve tahliye sistemleri üzerinde durulmuştur.

GİRİŞ

Su, insanın vazgeçilmez fizyolojik ihtiyaçlarından birisidir. Yeryüzünün yaklaşık 3/4'ü su ile kaplı olmasına rağmen içilebilir özellikteki suyun pek fazla olduğu söylenemez. Çeşitli kaynaklardan (kaynak suları, kuyu suları, dere, nehir, göl suları vb.) sağlanan suyun içilebilir özellikte olanları doğrudan, içilemeyecek özellikte olanları da bazı fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra yerleşim birimlerine (köy, kasaba, şehir, site vb.) iletilir. Suyun yerleşim birimlerine iletilmesi üç şekilde yapılmaktadır:

Bunlar;

1. Yerçekimi etkisiyle,
2. Depolama yoluyla,
3. Pompalama yoluyla'dır.

Bilhassa büyük kentlerde, suyun iletimi, yerleşim birimi su şebekesine pompalanarak yapılmaktadır. Yetersizliğinden dolayı su kısıntı programları uygulanması, şebekeye su basan pompaların arızalanması veya elektrik kesilmelerinin olması, şebekede olabilecek arızalar vb. nedenlerle yerleşim birimlerinin susuz kalması sık rastlanılan bir durumdur. Yerleşim birimlerinde konut, okul, hastane, imalathane vb. yerlerin su kesilmelerine karşı duyarlılığı farklılık arzedebilir. Su kesilmelerine neden olan arızalar sırasında da susuz kalınmaması için bazı tedbirler alınmaktadır. Bunların başlıcaları binaların çatı katlarına konulan su depoları ile alt ya da bodrum katlarına konulan hidroforlardır. Çatı katına konulan su depoları, şebeke suyu mevcut iken kendiliğinden dolacak ve su kesilmesinde suyu, alt katlara kendiliğinden verecek şekilde tasarlanırlar. Su depolarının bazı olumsuz yönleri aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır:

1. Çatıya ekstra bir yük olurlar,
2. Depodaki suya, kapaktan ve havalık borusundan bazı kirleticiler girebilir,
3. Suyun dış hava şartlarından etkilenmesi sözkonusudur. Gerekli tedbirler alınmazsa depodaki su kış aylarında donar, yaz aylarında aşırı derecede ısınabilir.
4. Bilhassa üst katlarda su basıncı düşüktür. Düşük su basınçlarında bazı sıhhi tesisat gereçlerinde (gazlı su ısıtıcı, bas vb.) çalışma zorlukları olabilir.
5. Depoda olabilecek arıza ve sızmalar nedeniyle deponun altındaki katta bazı zararlar kaçınılmazdır. Bunun yanında çatıda tamir ve bakım işlerinin yapılması zor olabilir.

Tesis ve işletme maliyetlerinin düşük olmasına rağmen yukarıda sayılan sebeplerden dolayı bilhassa büyük ölçekli yerleşim birimlerinde su depolarının kullanımı pek yaygın değildir.

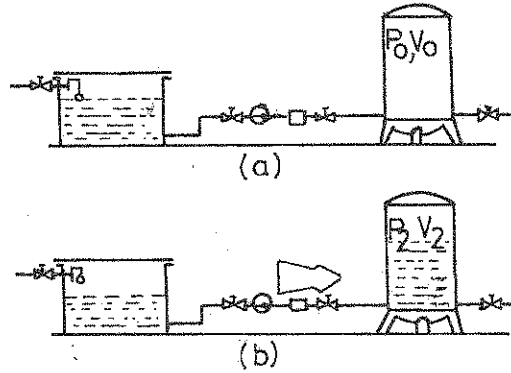
HİDROFORLAR (SU BASINÇLAMA TANKLARI)

Su depolarının yukarıda sayılan olumsuz yönleri, su temin maksadıyla, hidroforların kullanılmasıyla giderilebilir. Hidrofor kullanılmasını gerektiren nedenler aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır:

1. Bina, fabrika, okul, hastane vb. tesislerin bulunduğu yerde şebeke suyu yoktur. İçme ve kullanma suyu içilebilir herhangi bir kaynaktan (kuyu, kaynak suyu vb.) sağlanacaktır.
2. Yetersizliğinden ya da çeşitli arızalar nedeniyle şebeke suyunda kesilmeler olmaktadır.
3. Şebeke suyu basıncı yetersiz olduğundan, su, yapının üst katlarına çıkmamaktadır.
4. Şebeke suyu üst katlara çıkıyor ancak bu katlarda yeterli basınç elde edilememektedir.

Hidroforun Çalışma Prensibi

Hidrofor silindirik bir tanktır. Tank boş iken içindeki hava normal atmosfer basıncında (P_0), havanın hacmi de (V_0) tank hacmine eşittir (Şekil 1a). Hidrofora pompa ile su basılıp, pompa devreden çıktığında (hidrofordan su alınmadığı farzediliyor) hidrofor içinde sıkışan havanın basıncı (P_2), hacmi de (V_2) değerindedir (Şekil 1b).

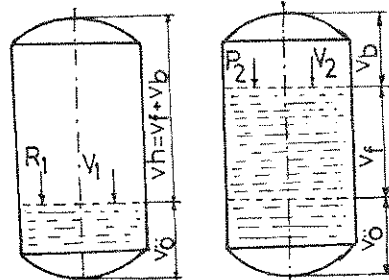


Şekil 1. Hidroforun Çalışma Prensibi

Çalışması sırasında hidroforun alt kısmında (V_0) hacminin % 20-% 25'i kadar ölü su hacmi (V_0) kalır (Şekil 2). Ölü su hacminin % 20 olduğu kabul edilirse hidrofora uygulanması gereken ön sıkıştırma basıncı (P_1) basıncının 0,80'i kadar olur. Şekil 2'den Boyle-Mariotte kanununa göre;

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (1)$$

yazılır (sıcaklık sabit kabul edilir).



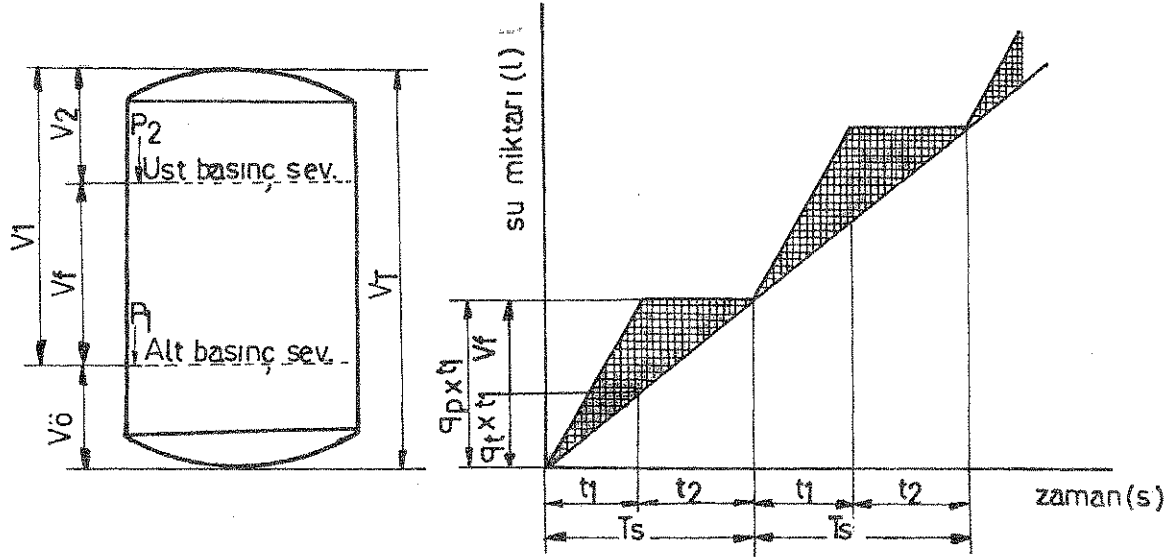
- v_0 - kullanılmayan hacim
- v_f - faydalı hacim
- v_b - boş hacim (P_2 basıncında)
- v_h - boş hava hacmi (P_1 basıncında)

Şekil 2 Hidrofor Basınç-Hacim İlişkisi

(P_2) basıncı hidrofordaki suya uygulanan en yüksek basınçtır. Hidrofordaki su kullanıldıkça basınç (P_1) değerine kadar düşecektir. Su kullanma yerlerinin hidrofordaki basınç (P_1) değerine düştüğünde de su almaları gerekir. Başka bir ifade ile (P_2), hidrofora su basan pompayı durdurma basıncı, (P_1) pompayı tekrar çalıştırma basıncıdır. Hidrofora su basan pompanın (P_2) basıncında durması, (P_1) basıncında çalışması hidrofora monte edilen basınç otomatığı (druk şalter, basınç şalteri) yardımı ile olur. Alt ve üst basınç değerleri, dolayısıyla basınç aralığı, basınç otomatığı ile ayarlanır.

Hidrofor Tankı Hacminin Hesaplanması

Hidrofor tankı hacminin hesaplanmasında şekil 3'den yararlanılacaktır.



Şekil 3. Hidroforda Basınç-Hacim İlişkisi ve Debi-Zaman Grafiği

Şekil 3'de;

V_1 : Alt basınç (P_1) değerinde hidroforda sıkışan hava hacmi (l),

V_0 : Ölü su hacmi (V_T 'nin % 20- % 25'i arasında)

V_f : Faydalı hacim (pompanın her devreye giriş çıkışında depoda biriken su hacmi) (l),

V_2 : Üst basınç (P_2) değerinde hidrofor tankında sıkışan hava hacmi (l),

V_T : Hidroforun toplam hacmi (l),

t_1 : Her devreye girdiğinde pompanın çalışma süresi (s),

t_2 : Pompanın durma süresi (faydalı hacimdeki suyun tesisatta kullanıma süresi) (s),

T_s : Pompanın bir çevrimlik süresi (t_1+t_2) (s),

q_t : Tesisat debisi (l/s),

q_p : Hidrofor pompası debisi (l/s),

(t_1) süresinde tesisatta kullanılan su miktarı:

$$Q_t = q_t \times t_1 \text{ litre olur.} \quad (2)$$

(t_1) süresinde pompanın hidrofora bastığı su miktarı ise;

$$Q_p = q_p \times t_1 \text{ litredir.} \quad (3)$$

dir.

Suyun hidrofor tankında basınçlandırılması için $q_p > q_t$ olmalıdır. Buna göre (t_1) süresinde tankta biriken su miktarı;

$$V_f = Q_p - Q_t = (q_p \times t_1) - (q_t \times t_1) = t_1 (q_p - q_t) \text{ 'dir.}$$

$$t_f = t_1 (q_p - q_t) \quad (4)$$

(4) numaralı eşitlikten

$$t_1 = \frac{V_f}{q_p - q_t} \quad \text{yazılır.} \quad (5)$$

(t_1) süresinde hidroforda biriken su miktarı (V_f), (t_2) süresinde tesisatta kullanılır. Bu nedenle;

$$V_f = q_t \times t_2 \quad (6)$$

(6) numaralı eşitlikten;

$$t_2 = \frac{V_f}{q_t} \quad \text{yazılır.} \quad (7)$$

Diğer taraftan; $T_s = t_1 + t_2$ 'dir. (t_1) ve (t_2)'nin (5) ve (6) numaralı eşitliklerdeki değerleri yazılırsa;

$$T_s = \frac{V_f}{q_p - q_t} + \frac{V_f}{q_t} \quad \text{'dir.}$$

Bu eşitlikten;

$$V_f = \frac{T_s}{q_p} [q_p \times q_t - (q_t)^2] \quad \text{bulunur.} \quad (8)$$

Bu eşitlikte büyük parantez içindeki değer (q_t)'ye göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse (V_f) değerini maksimum yapan (q_t) tesisat debisi ile (q_p) pompa debisi arasındaki ilişki belirlenebilir.

$[q_p \times q_t - (q_t)^2]$ ifadesinin (q_t)'ye göre türevi ($q_p - 2q_t$)'dir. Bu değer sıfıra eşitlenirse;

$q_p - 2q_t = 0$ Buradan da;

$$q_t = \frac{q_p}{2} \quad \text{yazılır.}$$

Görüldüğü gibi (V_f)'yi maksimum yapan (q_t) tesisat debisi, (q_p) pompa debisinin yarısı kadar olmalıdır. (8) numaralı eşitlikte (q_t) yerine ($q_p / 2$) değeri yazılırsa;

$$V_f = T_s \frac{q_p}{4} \quad \text{elde edilir.} \quad (9)$$

Diğer taraftan;

Şekil 3'den $V_f = V_1 - V_2$ 'dir.

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} \quad \text{olduğundan;}$$

$$V_f = V_1 - \frac{P_1 V_1}{P_2} = V_1 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right) \quad \text{dir.} \quad (10)$$

(9) ve (10) numaralı eşitliklerden;

$$T_s = \frac{q_p}{4} = V_1 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right) \quad \text{yazılabilir.}$$

Buradan da;

$$V_1 = \frac{T_s \times q_p \times P_2}{4 \Delta P} \text{ olur. } (\Delta p = P_2 - P_1) \quad (11)$$

Hidrofor tankının tabanında kalan ölü su hacmi tank hacminin % 20'si kabul edilirse ;

$$V_t = V_1 + 0.20 V_t \dots \dots \rightarrow V_1 = 0.8V_t \text{ yazılır.}$$

(11) numaralı eşitlikte (V_1) yerine $0.8V_t$ yazılırsa;

$$0.8V_T = \frac{T_s \times q_p \times P_2}{4 \Delta P}$$

$$V_T = \frac{T_s \times q_p \times P_2}{0.8 \times 4 \times \Delta P} \text{ olur.} \quad (12)$$

(T_s)'nin, pompanın devreden çıkıp tekrar devreye girinceye kadar geçen süre olduğu daha önce belirtilmişti. Pompanın saatte dereye giriş sayısı "Şalt Sayısı" (I); merkezkaç pompalarda 6-10, pistonlu pompalarda 15-20 olarak alınabilir. Buna göre;

$$T_s = \frac{3600}{I} \text{ yazılır.}$$

(12) numaralı eşitlikte (T_s) yerine $3600/I$ yazılırsa hidrofor tankının toplam hacmi;

$$V_T = \frac{3600 \times q_p \times P_2}{I \times 0.8 \times 4 \times \Delta P} = \frac{1125 \times q_p \times P_2}{\Delta P \times I} \text{ bulunur.}$$

$$V_T = \frac{1125 \times q_p \times P_2}{\Delta P \times I} \text{ litre} \quad (12)$$

$$\Delta P \times I$$

Eşitlikte;

V_T : Hidrofor tankının hacmi (l),

q_p : Hidrofor pompasının debisi (l/s),

P_2 : Üst çalışma basıncı (bar),

I : Pompanın şalt sayısı,

ΔP : Üst ve alt basınç farkı (bar),

dir.

Hidrofor Pompa Debisinin (q_p) Belirlenmesi

Pompa debisinin (q_p), tesisat debisinin (q_t) iki katı olması gerektiği daha önce belirtilmişti. O halde tesisat debisi (q_t) belirlendiğinde, pompa debisi (q_p) belirlenebilecektir.

Tesisat debisi (qt), konutlarda, hidrofordan su temin edilecek kişilerin sayısına, su kullanma yerlerinin türüne, endüstriyel tesislerde de tesisin kullanıma amacına göre değişir. Konutlardaki su tüketimi yaklaşık 100 litre/gün-kşi alınabilir. O halde konutlardaki insan sayısı (N) belli ise günlük su tüketimi (100xN) olur.

Konutlarda, su tüketimi günün her saatinde olmadığı gibi günün değişik saatlerindeki su kullanımı da farklılık gösterir.

Bilhassa sabah ve akşam saatlerindeki su kullanımı daha fazladır. Pompa debisi su tüketiminin en fazla olduğu saate göre hesaplanır. Su tüketiminin en fazla olduğu saatteki miktarının bulunmasında "Eş Zaman Faktörü" kullanılır. Eş zaman faktörü, suyun en fazla tüketildiği saatteki miktarını belirleyen bir katsayıdır. Hidroforun saattevereceği su miktarı eş zaman faktörü ile bulunan değer 1.1 katı alınır. Çeşitli yapılara ait eş zaman faktörleri Çizelge-1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli Yapılara Ait Eş Zaman Faktörleri

Yapının Cinsi	Eş Zaman Faktörü (f)
10 daireye kadar olan binalar	0.40
11 - 20 dairesel binalar	0.35
20 daireden fazla olan binalar	0.30
Sayfiye, çiftlik evleri vb.	0.60
Otel ve misafirhaneler:	
20 yatağa kadar	0.40
20 - 50 yataklı	0.30
50 yataktan fazla	0.25
Hastaneler:	
50 yatağa kadar	0.35
51 - 500 yataklı	0.25
501 - 1000 yataklı	0.20
1000 yataktan fazla	0.15
Çocuk yuvaları ve yurtlar	0.40
Kişiler ve polis okulları	0.35
Okullar	0.30

Üst Çalışma Basıncı (P₂)'nin Belirlenmesi

Öncelikle alt çalışma basıncı (P₁) belirlenmelidir. (P₁) basıncının belirlenmesinde en önemli kriter, hidrofora göre en yüksek ve en uzaktaki su kullanma yerinin yeterli basınçta su alabilmesidir. Bu husus dikkate alındığında (P₁) basıncı, en uzak ve en yüksekteki su kullanma yerinin hidrofordan olan yüksekliğine, hidrofor ile su kullanma yeri arasındaki toplam boru uzunluğuna, dolayısıyla boru sürtünme direncine bağlıdır. Diğer taraftan boru bağlantı elemanlarının sayısı ve cinsi ve su kullanma yerinde istenen en az akma basıncı da (P₁) basıncını etkileyen faktörlerdendir. Buna göre;

$$P_1 = h_0 + P_0 + \sum bk \text{ olacaktır.}$$

Eşitlikte;

P₁: Hidrofor işletme alt basıncı (mss),

h₀: En uzak ve en yüksekteki su kullanma yerinin hidrofordan yüksekliği (m),

P₀: En uzak ve en yüksekteki su kullanma yerindeki min. akma basıncı (mss),

∑bk: Boru sürtünme ve bağlantı elemanları özel dirençleri toplamı (mss),

dir. Konutlarda yatay olarak döşenen boru uzunluğu yaklaşık 10 m, boru sürtünme dirençleri (bağlantı parçaları dahil) ortalama 0.1 mss/m, en üstteki su kullanma yerindeki minimum akma basıncı 10 mss kabul edilebilir. Buna göre (13) numaralı eşitlik aşağıda olduğu gibi yazılabilir.

$$P_1 = h_0 + 10 + (h_0 + 10) \times 0.1$$

$$P_1 = 1,1h_0 + 11 \text{ mss bulunur.}$$

İşletme üst basıncı (P_2), konutlarda, işletme alt basıncından (P_1) (1-1,5) bar fazla seçilebilir. Ancak bu fazlalık 3 barı geçmemelidir.

Buna göre;

$$P_2 = P_1 + \Delta P \quad (\Delta P = 1-1.5 \text{ bar}) \text{ olur.}$$

Pompa Gücünün Belirlenmesi

Pompa debisi (q_p) ve pompa çalışma üst basıncı değeri (p_2) belirlendikten sonra pompa gücü aşağıdaki eşitlikten bulunabilir.

$$N = \frac{q_p \times P_2}{198450 \times \eta} \text{ W}$$

Eşitlikte;

N: Pompa gücü (W),
 q_p : Pompa debisi (l/s),
 P_2 : Çalışma üst basıncı (mss),
 η : Pompa verimi (% 80 - % 85),
 dir.

Hidrofor Tankı Et Kalınlığının Belirlenmesi

Gövde Et Kalınlığı (S_1)

Gövde et kalınlığının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$S_1 = \frac{P \times D}{200 \frac{K}{a} \times V + P} \quad (14)$$

Bombeli Başların Et Kalınlığı (S_2)

Bombeli başların et kalınlığı aşağıdaki eşitlikle belirlenebilir

$$S_2 = \frac{P \times D \times B}{400 \frac{K}{a} \times V} \quad (15)$$

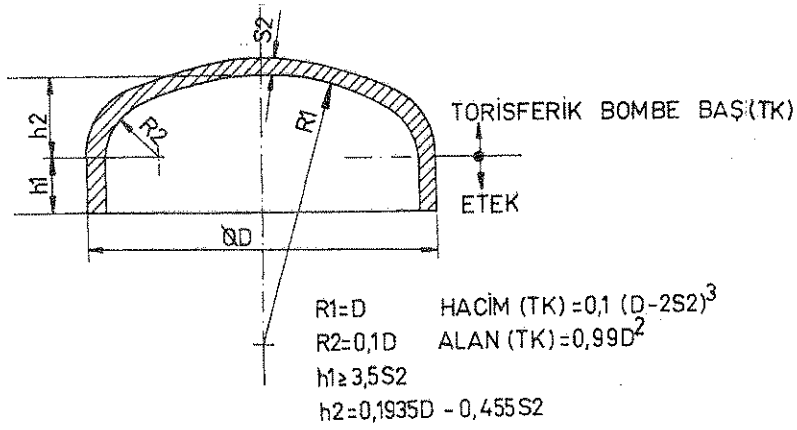
(14) ve (15) numaralı eşitliklerde;

S_1 : Hidrofor tank gövdesi et kalınlığı (mm),
 S_2 : Hidrofor bombeli başların et kalınlığı (mm),
 P: Konstürüksiyon basıncı ($1,3 \times P_2$) (bar),
 D: Tank gövdesi dış çapı (mm),
 K: Gövde ve kapakların yapımında kullanılan sacın akma gerilmesi (kgf/mm^2),
 V: Kaynak faktörü (0,75 - 0,80),
 a: Emniyet katsayısı (1,5),
 C: Korozyon payı (en az 1 mm),
 B: Katsayı (3,4)dir.

Torisferik Bombeli Başlar

Hidrofor başlarının torisferik olması tercih edilir. Torisferik başlarla ilgili tasarım şekil 4'de görülmektedir.

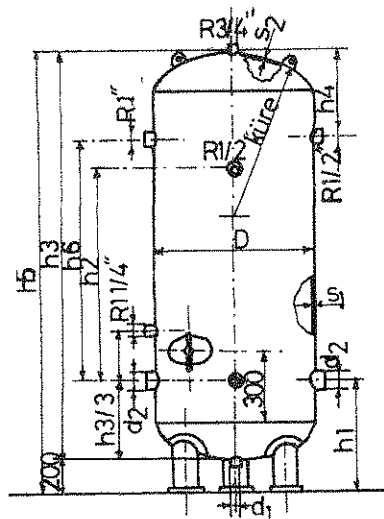
D	R ₁	R ₂	h ₁	h ₂
450	450	45	3,5 s ₂	85
550	550	55		104
650	650	65		124
800	800	80		153
1000	1000	100		192
1100	1100	110		209
1150	1150	115		219
1400	1400	140		275



Şekil.4. Torisferik Kapak (TS 1911)

Hidrofor Anma Kapasitelerine Göre Tasarım Boyutları

(12) numaralı eşitliğe göre belirlenen toplam hidrofor hacmi şekil 5'deki çizelgede verilen en yakın anma hacmine eşdeğer alınmalıdır. Bu anma hacmi ile ilgili boyutlar aynı çizelgede verilmiştir.



Şekil 5: Hidrofor Boyutları

Ölçüler mm dir.

Anma Kapasitesi (L)	D	d ₁	d ₂	h ₁	h ₂	h ₃ ±5	h ₄	h ₅	h ₆
150	450	3/4"	2"	375	500	1000	200	1200	500
300	550	3/4"	2"	400	700	1350	250	1550	675
500	650	3/4"	2"	425	700	1600	250	1800	800
750	800	1"	2"	475	700	1600	250	1800	800
1000	800	1"	2"	475	1000	2100	300	2300	1050
1500	1000	1"	3"	525	1000	2000	300	2200	1000
2000	1100	1 1/4"	3"	575	1000	2250	450	2450	1125
3000	1150	1 1/4"	3"	575	1000	3000	650	3200	1500
5000	1400	1 1/2"	3"	600	1200	3500	700	3700	2000

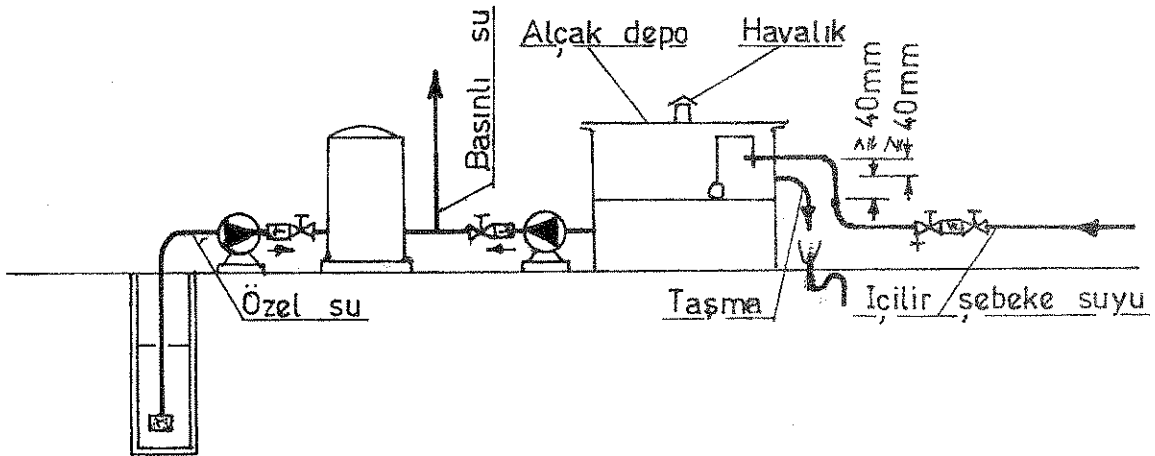
Hidroforun Tesisata Bağlantısı

Hidroforun tesisata bağlantısı, kullanma amacına göre, çeşitli şekillerde olabilir. Hidroforun tesisata bağlantısında dikkate alınması gereken hususlar aşağıda açıklanmıştır.

Besleme Suyunun Sadece Hidroforla Sağlanması

Şebeke suyunun mevcut olmadığı yerlerde (çiftlikler, çeşitli sanayi tesisleri, kışla vb.) basınçlı suya ihtiyaç olması durumunda bu bağlantı düzenlemesi uygulanır.

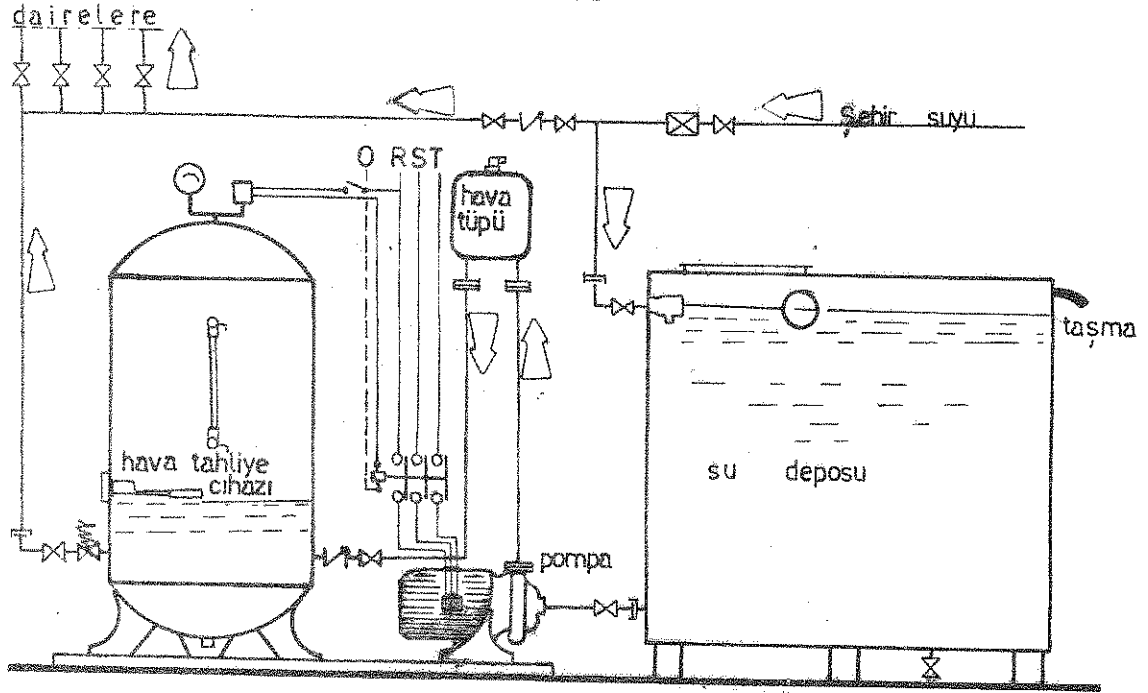
İhtiyaç duyulan su ya bir kuyudan ya da diğer bir kaynaktan beslenen depodan sağlanabilir (Şekil 6). Şekilde her iki sistem birbirine yedekli olarak çalışabilmektedir. Şebeke suyunda kesiklik olması durumunda ihtiyaç duyulan su kuyudan sağlanacaktır.



Şekil 6. Doğrudan Hidroforla Beslenen Tesisat

Besleme Suyunun Hidrofor ve Şebeke Basıncıyla Sağlanması

Bu bağlantı şebeke basıncının bina için yeterli, ancak, şebekede su kesintileri olduğu durumlarda uygulanır. Şekilde de görüldüğü gibi, şehir suyu tesisata doğrudan iletilebildiği gibi kesinti sırasında hidrofor devreye girerek su kullanma yerlerine su basılabilmektedir. Böyle bir uygulamada, direkt bağlantı hattına, depo bağlantısı ile su dağıtım borusu arasına bir çekvalf konulmalıdır. Aksi halde hidroforun sürekli devrede kalması söz konusu olur (Şekil 7).



Şekil 7. Basıncı Yeterli Olan Bir Şebekede Hidroforun Tesisata Bağlantı Şeması

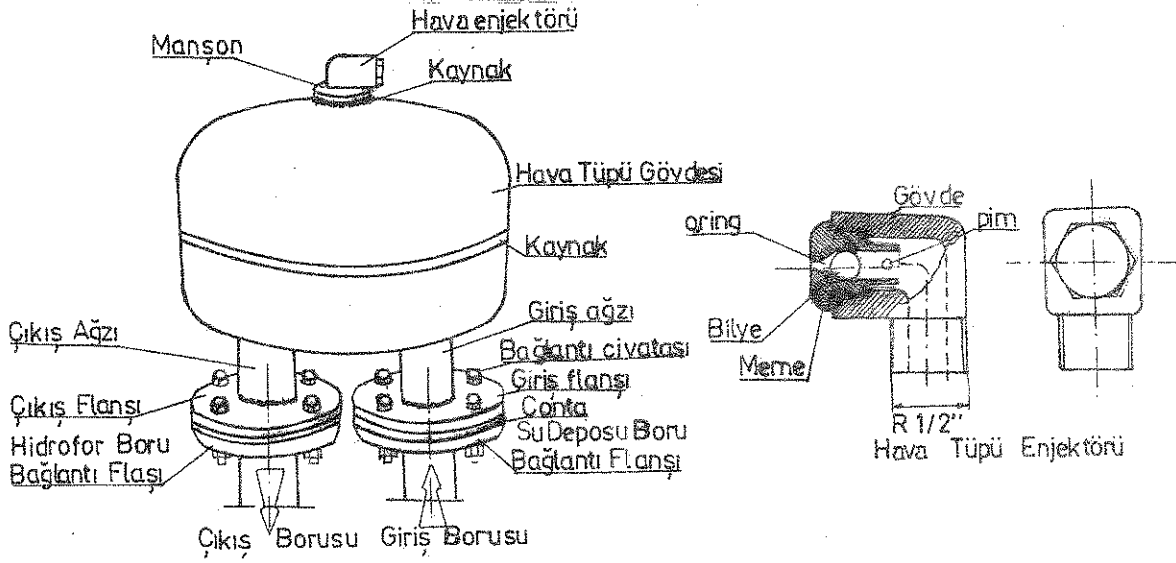
Yeterli basınçta şebeke suyu mevcut iken, tesisat şebekeden beslenirken su deposu da dolu durumdadır. Tesisat şebekeden beslenirken şebeke basıncı, hidrofor çıkışından hidrofora da etki edeceğinden hidrofor çalışmaz. Ancak şebeke suyu kesildiğinde hidrofora da basınç etkisi ortadan kalkacağından hidrofordaki basınçlı durumda bekleyen su tesisata gider. Başka bir ifade ile, hidroforun, şebeke suyu kesildiğinde, devreye girmesi ve şebeke suyu geldiğinde devreden çıkması otomatik olarak gerçekleşir. Hidrofora suyun girdiği hat üzerine bir çekvalf konarak, pompa devreden çıktığında hidroforda sıkışan suyun depoya dönmesi engellenir. Ayrıca hidrofor çıkışına da bir yaylı emniyet ventili konarak basınç anahtarının arızalanması durumunda depodaki basıncın ayarlanan değerin üstüne çıkması önlenir.

Hidrofor Hava Besleme Sistemi

Hidrofor tank içinde sıkışan havanın zamanla çeşitli nedenlerle azalması (suya karışması, sızıntılarla kaçması vb.) sonunda hava yastığı seviyesi düşerken hidrofor faydalı hacmi azalarak pompanın daha sık devreye girmesi sözkonusudur. Bu sakıncanın giderilebilmesi, pompanın hesapla bulunan faydalı hacmin üst bölümünde devreden çıkması, alt bölümünde devreye girmesi için hidrofor tankı içine zaman zaman hava beslemesi yapılmalıdır. Hava beslemesi genellikle bir kompresör yardımıyla yapılmaktadır. Hava beslemesinde kompresör kullanılması, yatırım ve işletme maliyetlerini yükseltici bir faktördür. Hava beslemesinde kompresör kullanılması, yatırım ve işletme maliyetlerini yükseltici bir faktördür. Hava beslemesinde kompresör kullanılması, yatırım ve işletme maliyetlerini yükseltici bir faktördür. Hava beslemesinde kompresör kullanılması, yatırım ve işletme maliyetlerini yükseltici bir faktördür. Hava beslemesinde kompresör kullanılması, yatırım ve işletme maliyetlerini yükseltici bir faktördür.

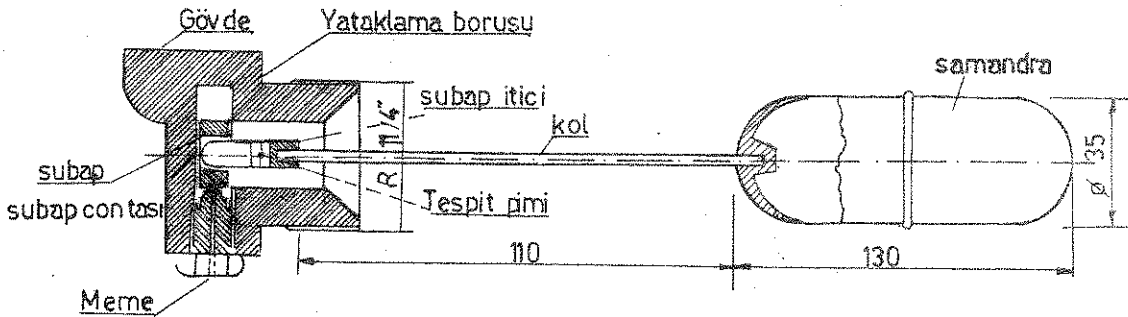
Hava Tüpünün Çalışma Prensibi

Hava tüpü, piknik tüpüne benzeyen, alt kısmında su giriş ve çıkış ağızları bulunan, üstüne hava enjektörü monte edilen içi boş bir tüptür (Şekil 8).



Şekil 8. Hidrofor Hava Tüpü ve Enjektörü (TS 6553)

Hidrofora hava takviyesi yapılmasını sağlayan esas parça enjektördür. Hava tüpü alt seviyesi depodaki suyun üst seviyesinin üzerinde olmalıdır. Su deposu-pompa-hava tüpü boru hattındaki su seviyesi, pompanın çalışmadığı sürede, su deposundaki su seviyesine inecektir. Su seviyesi bu borudan aşağıya inerken tüpte vakum meydana getireceğinden, enjektördeki bilye sınırlama pimine doğru hareket eder ve bu sırada hava tüpüne, dışarıdan hava girer. Pompa çalıştığında, suyu basarken tüpteki hava sıkışacağından bilye hava deliğini kapatır. Daha önce tüpe emilen hava, tüpte pompanın bastığı su ile karışarak hidrofora basılır. Pompanın her devreden çıkış ve girişinde bir miktar hava da hidrofora bu şekilde basılır. Ancak, bu taktirde hidroforda fazla hava birikeceğinden faydalı hacim azalır ve pompa sık sık devreye girer. Bu sakıncanın önlenbilmesi maksadıyla biriken fazla hava otomatik olarak tahliye edilir. Havanın tahliye edilmesinde kullanılan tertibat Şekil 9'da görülmektedir. Bu tertibat hidrofor faydalı hacminin alt seviyesine monte edilmelidir. Böylece hava fazlalığından dolayı pompa, faydalı hacmin alt seviyesinde devreden çıkmayacağı için fazla havanın bu seviyede tahliye edilmesiyle basınç düşeceğinden hemen devreye girecektir. Böylece fazla hava kendiliğinden, tahliye cihazı şamandırasının su seviyesi ile aşağı düşmesiyle boşalacaktır. Pompa çalışıp su bastığında şamandıra tekrar yükselerek subabı ile hava çıkış deliğini kapatacaktır (Şekil 9).



Şekil 9. Otomatik Hava Tahliye Cihazı (TS 6553)

ÖZGEÇMİŞ

Etem Sait ÖZ

1952 yılında Soma'da doğdu. 1974 Yılında Teknik Yüksek Öğretmen okuluna öğretmen olarak atandı. 1979 yılında Ankara İktisadi Ticari İlimler Akademisinde Yüksek Lisansını tamamladı. 1983 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Eğitimi Anabilim Dalında Öğretim görevlisi 1984 yılında aynı Anabilim dalına Anabilim Dalı başkanı olarak atandı. 1988 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Doktorasını tamamladı. 1995 yılında Doçentliğini aldı. Halen Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Enerji Eğitimi Anabilim Dalında Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır.

Kurtuluş BORAN

1956 yılında Niğde'de doğdu. 1980 yılında Eskişehir Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Bir süre özel sektörde Makina Mühendisi olarak çalıştı. 1985 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü Enerji Eğitimi Ana Bilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1987 yılında yüksek lisans eğitimine başladı. 1989 yılında aynı üniversitede öğretim görevlisi olarak atandı. 1993 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği ana bilim dalında doktora eğitimini tamamladı. 1994 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü, Enerji Eğitimi Ana Bilim Dalına Yrd. Doç. Dr. Olarak atandı. Halen bu görevde çalışan Kurtuluş Boran evli ve iki çocuk babasıdır.

Sedef AKKAPLAN

1964 yılında Ankara'da doğdu. 1987 yılında Gazi Üniversitesi Mesleki Eğitim Fakültesinden mezun oldu. 1993 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Ana Bilim Dalından "Yangın Risklerinin Hesaplanması" konulu tezi ile mezun oldu. Halen aynı ana bilim dalında dersleri tamamlamış, tez dönemine geçmiş olarak doktora çalışmasına devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilen Sedef Akkapan halen Milli Eğitim Bakanlığı Yayınlar Dairesi Başkanlığı'nda çalışmaktadır.