

57476



**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# **HİDROFORLARIN VE HİDROFOR SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ**

**Mak. Müh. Atilla ODABAŞI**  
F.B.E.Makina Anabilim Dalı  
Isı Proses Tekniği Bölümünde  
Hazırlanan  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim GENTEZ**

**İSTANBUL, 1996**

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>I</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>III</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>IV</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>V</b>
<b>TÜRKÇE ÖZET</b> .....	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VIII</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>1. HİDROFORLAR</b> .....	<b>2</b>
1.1. Hidrofor Tarifi .....	2
1.2. Hidroforların Çalışma Presipleri.....	4
<b>2. HİDROFOR SİSTEMLERİ</b> .....	<b>5</b>
2.1. Hidroforların Sınıflandırılması .....	5
2.1.1. Piston Pompalı Hidroforlar .....	9
2.1.1.1. Piston Pompalı Hidroforların Ana Parçaları.....	9
2.1.1.2. Piston Boyutlandırması.....	11
2.1.1.3. Piston Pompalı Hidroforların Çalışma Presipleri .....	13
2.1.1.4. Piston Pompalı Hidroforların Yerleştirilmesi .....	14
2.1.1.5. Piston Pompalı Hidroforların Montajı ve İşletmeye Alma.....	16
2.1.2. Hava Kompresörlü Hidroforlar .....	18
2.1.2.1. Hava Kompresörlü Hidroforların Çalışma Presipleri.....	19
2.1.3. Değişken Devirli Hidroforlar.....	22
2.1.3.1. Değişken Devirli Hidrofor Hesapları .....	24
2.1.4. Sınırlı Kapasiteli Sabit Hızlı Çoklu Hidrofor Sistemleri .....	29
2.1.4.1. Sınırlı Kapasiteli Sabit Hızlı Çoklu Hidrofor Sistemlerinin Çalışma Presipleri .....	29
2.1.4.2. Tank Boyutu, Su Hacmi ve Basınç Arasındaki İlişki .....	30
2.1.4.3. Tank Yerleştirilmesi .....	30

2.1.5. Tanksız, Sabit Hızlı, Çoklu Hidrofor Sistemleri .....	33
2.1.5.1. Bağlantı Elemanları ve Akım Hattı .....	34
2.1.5.2. Pompa Kontrol Paneli .....	35
2.1.5.3. Tanksız, Sabit Hızlı, Çoklu Hidrofor Sistemlerinin Çalışma Prensipileri .....	36
2.1.6. Paket Tipi Hidroforlar .....	37
2.1.6.1. Paket Tipi Hidroforların Ana Parçaları .....	39
2.1.6.2. Paket Tipi Hidroforların Çalışma Prensipileri .....	39
2.1.6.3. Paket Tipi Hidroforlarının Montajı ve İşletmeye Alma .....	40
2.1.6.4. Jet Tipi Hidroforlar .....	41
<b>3. HİDROFOR SEÇİMİ, YERLEŞTİRİLMESİ .....</b>	<b>43</b>
3.1. Hidrofor Seçimi .....	43
3.1.1. Hidrofor Karakteristiklerinin Seçimi .....	44
3.1.2. Hidrofor Seçim Örneği .....	49
3.2. Genel Olarak Hidroforların Yerleştirilmesi .....	50
<b>4. HİDROFOR YARDIMCI ELEMANLARI .....</b>	<b>54</b>
4.1. Hidroforlarda Kullanılan Piston ve Santrifüj Pompaların Karşılaştırılması .....	54
4.2. Pompalar .....	56
4.2.1. Pompa Boyutlandırması .....	56
4.2.2. Pompa - Basınç Ayarlı Valf Seçimi .....	60
4.2.3. Güç Tüketim Hesabı .....	61
4.2.4. Pompanın Test Edilmesi .....	62
4.2.5. Pompa Tipleri ve Yerleştirme .....	63
4.3. Membranlı Basınç Dengeleme Tankları .....	64
4.3.1. Membranlı Basınç Dengeleme Tankı Montajı .....	66
<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>67</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>69</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>70</b>

## SEMBOL LİSTESİ

- D - Çap (m)  
E - İki iletken arası Voltaj (Volt)  
F - Alan ( $m^2$ )  
H - Pompa için gerekli basma yüksekliği (mSS)  
 $H_d$  - Sistem dizayn basıncı (mSS)  
 $H_s$  - Eme noktasındaki basınç (mSS)  
I - Akım (A)  
N - Güç (Kw)  
n - Devir sayısı (devir/dk)  
Q - Debi ( $m^3/h$ )  
 $Q_e$  - Geçen net debi miktarı ( $m^3/h$ )  
S - Boy (m)  
V - Hacim ( $m^3$ )  
 $\phi$  - Eş zaman faktörü (-)  
 $\eta$  - Verim (-)  
 $\theta$  - Güç - faktör (-)  
 $\rho$  - Özgül ağırlık ( $g/cm^3$ )

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 - Hidrofor genel prensip şeması .....	3
Şekil 2 - Pistonlu pompanın yandan görünüşü .....	11
Şekil 3 - Hidroforun üst kapağı kaldırıldığında su pompası gövdesinin üstten görünüş resmi .....	14
Şekil 4 - Kuyulu tesislerde boru tesisat şeması .....	15
Şekil 5 - Su depolu tesislerde, boru tesisat şeması .....	16
Şekil 6 - Hava kompresörlü hidrofor .....	18
Şekil 7 - Hava kompresörlü ve hava kompresörsüz iki tankın karşılaştırılması .....	20
Şekil 8 - Değişken devirli hidroforlar .....	22
Şekil 9 - Basınç ayarlı çekvalf boyutlandırması için sistem eğrisi .....	27
Şekil 10 - Tank yerleşiminin, tank boyutlandırmasına ve basınca olan etkisi .....	31
Şekil 11 - Sabit hızlı tanksız çoklu hidrofor sistemlerinin şematik gösterimi .....	33
Şekil 12 - Sistem basıncını sürekli kontrolde tutan ve geri akımı önleyen basınç ayarlı çekvalf .....	34
Şekil 13 - Paket tipi hidrofor .....	37
Şekil 14 - Paket tipi hidrofor .....	38
Şekil 15 - Paket tipi hidrofor montajı .....	40
Şekil 16 - Jet tipi hidrofor .....	42
Şekil 17 - Çalışma şartları .....	47
Şekil 18 - Eğimli çukur duvarı .....	52
Şekil 19 - Hava girişini önleyen borulama sistemi .....	52
Şekil 20 - Basınç ayarlı çekvalf için basınç kaybı .....	57
Şekil 21 - 1 ve 2 nolu örneklerde sistem ve hız değişimi .....	58
Şekil 22 - Membranlı basınç dengeleme tankları ve çalışma şartları .....	65

## TABLO LİSTESİ

TABLO 1 - Hidroforların karşılaştırılması .....	7
TABLO 2 - Kompresörsüz hidroforlarda faydalı tank hacminin yüzde değeri .....	20
TABLO 3 - Tank yerleştirmenin boyutlandırma ve su seviye basıncına olan etkisi .....	32
TABLO 4 - Binaların ortalama günlük su tüketimi .....	45
TABLO 5 - Çeşitli binalara göre eş zaman faktörleri.....	46
TABLO 6 - Santrifüj ve pistonlu pompaların karşılaştırılması.....	55
TABLO 7 - Basınç ayarlı çekvalf için gerekli basma yüksekliği.....	59

## ÖZET

Su ihtiyacı çoğunlukla nehirlerden, gölleden ve barajlardan karşılanır. Özellikle tarım ve hayvancılığın yoğun olduğu bölgelerde yeraltı su kaynaklarından da faydalanılır.

Evlerde kullanılan bulaşık makinaları, şofben ve batarya gibi su ile çalışan makinalar, sulama amaçlı kuyulardan çekilecek sular ve endüstriyel alanda kullanılan çoğu ekipmanlar, bir su kaynağına bağlı olarak ancak sürekli su basıncı sağlandığında düzenli olarak çalışabilir. Su kaynağından basıncın düzenli olarak korunamadığı durumlarda hidroforlar kullanılır.

Genel olarak hidroforları altı kısımda inceleyebiliriz:

- 1 - Piston Pompalı Hidroforlar,
- 2 - Kompresörlü Hidroforlar,
- 3 - Değişken Devirli Hidroforlar,
- 4 - Sınırlı Kapasiteli Sabit Hızlı Çoklu Hidrofor Sistemleri,
- 5 - Tanksız, Sabit Hızlı Çoklu Hidrofor Sistemleri,
- 6 - Paket Tipi Hidroforlar

Piston pompalı hidroforlar ile kompresörlü hidroforların, diğer tip hidroforlara göre bazı üstünlükleri olmasına rağmen son yıllarda diğer tip hidroforların kullanımı yaygınlaşmış ve ilk iki tip hidroforların kullanımı günümüzde azalmıştır. Hidrofor sistemleri için hangi tip hidrofor olursa olsun, istenilen sistem basıncı ile akım miktarının tam olarak dizayn edilen şartlarda korumak zorundadır.

Hidrofor sisteminin uygun biçimde boyutlandırılması, mevcut dizayn bilgilerinin doğruluğuna bağlıdır. Bugüne kadarki uygulamalardan, hidroforlardaki yetersizliğin en önemli sebebinin boyutlandırma bilgilerindeki eksiklikler ve yanlışlıklardır. Bunun için hidrofor seçiminde eldeki bilgilerin doğruluğuna dikkat etmek gereklidir. Hirofor tipi belirlemede başlıca faktörler debi, basınç şartları, maksimum su kullanım dilimi ve binanın yerleşim tipidir.

Hidroforlar için yapılacak optimum seçim, pompaların bakım ihtiyacını ve toplam enerji tüketimini en düşük seviyede tutulmasını sağlayacaktır.



## ABSTRACT

Mostly, Water supplies are obtained from streams, rivers, lakes and barrages. In many areas, especially irrigation and watering livestock heavily originated Regions, significant supplies of water are available from underground sources.

Household purposes, working by water, such as dishwashers, batteries and geysers, pumping water from wells out for irrigation and equipments using in industrial areas, connected to a water source will function properly only when a minimum water supply pressure is consistently available. Whenever this minimum pressure cannot be maintained by the supply source, a means of booster systems should be considered.

Generally booster systems are considered by six parts:

- 1 - Piston pump booster systems,
- 2 - Hydropneumatic tank systems,
- 3 - Variable - speed - drive centrifugal pump booster system,
- 4 - Limited storage, constant - Speed multiple centrifugal pump systems,
- 5 - Tankless constant - speed multiple centrifugal pump systems,
- 6 - Package booster units.

Although piston pump systems and hydropneumatic tank systems have so distinct advantages, recent installations have favored the other systems. And now, piston pump systems and hydropneumatic tank systems are seldom specified. It is important that, the primary function of a pressure booster pump for a building, for all types of water booster systems, is to maintain the desired system pressure over the entire design flow range.

The proper sizing of a pressure booster system is subject to the accuracy of the design data available. The greatest single cause for unsatisfactory pressure booster performance is oversizing. Therefore their source and accuracy should be scrutinized. Pertinent factors are the flow demand rate and hourly profile, pressure conditions, and types of building occupancy.

Optimum pressure booster pump selection results in the lowest total energy consumption by the pumps, while maintaining the demand requirements.



## GİRİŞ

Bu tezde, kullanımı günümüzde giderek yaygınlaşmakta olan hidroforların genel tanımı, çalışma prensipleri, sınıflandırılması, yerleştirilmesi ve seçimi ile hidroforlarda kullanılacak yardımcı elemanlar incelenecektir.



# 1. HİDROFORLAR

## 1.1. HİDROFOR TARİFİ

Su ile çalışan birçok ev eşyası ve endüstriyel tesislerde gerek üretim, gerekse ürün hazırlama aşamasında kullanılan temiz suyun, cihazların çalışma basıncına yükseltilmesi gerekmektedir. Bugün akarsu tesisatı bulunan şehirlerde bile devamlı basınçlı su sağlanması bir sorun olmaya devam etmekte, akarsu tesisatı bulunmayan yerlerde ise su elde etmek büyük masraflara mal olmaktadır. Basınçlı su elde etmek amacıyla kurulan yüksek su depoları da gerek taşıma ve sızdırma olasılığı, gerekse üst katlarda çalışan şofben ve bulaşık makinaları gibi basınç gerektiren cihazlar için yeterli olmamaları yüzünden uygun bir çözüm oluşturmamaktadır. Basınçlı su ihtiyacı için en uygun çözüm, hidrofor setleri ile sağlanmaktadır.

Hidrofor, şehir suyunun zaman zaman kesildiği ya da basıncın yeterli olmadığı koşullarda basınçlı su temin etmek için kullanılan bir cihazdır. Su, basınçlandırılmayan yani hacmi basınçla değiştirilemeyen bir akışkandır. Bu nedenle suyu basınçlandırabilmek amacıyla, hacmi basınçla değişebilen ikinci bir akışkan kullanmak gerekmektedir. Sıkıştırılmış bir gaz ile su, basınçlı olarak harekete geçme kabiliyetini elde etmiş olur.

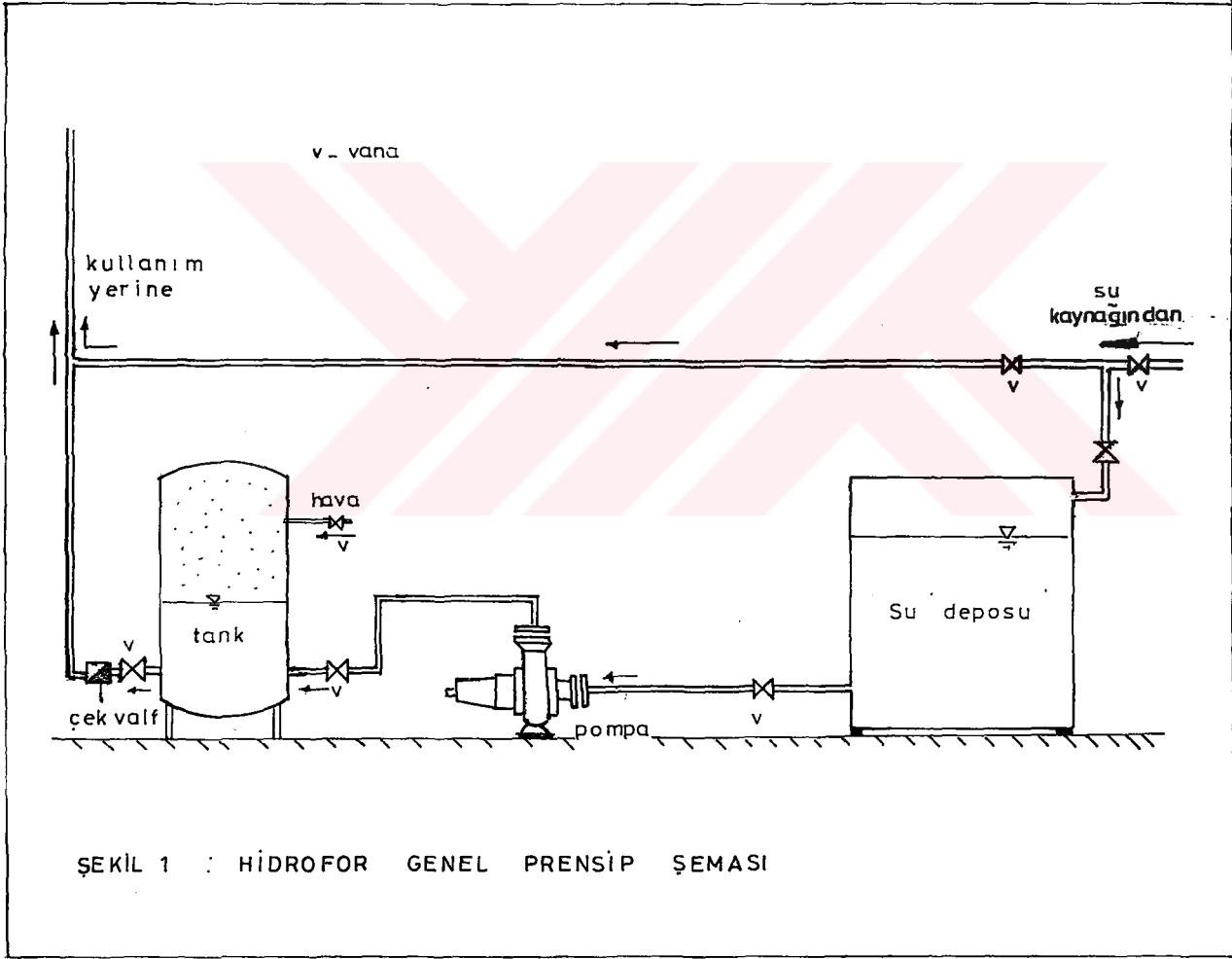
Hidrofor sistemlerinde suyu basınçlı hale getirebilmek amacıyla genellikle basınçlı hava kullanılmaktadır. Bir hidrofor cihazı, yarısı basınçlı hava, diğer yarısı su ile dolu bir basınçlandırma tankı ve tanka suyu basan bir pompadan oluşmaktadır. Pompa tarafından tankın içine basılan su, tankın içinde mevcut bulunan havayı sıkıştırarak basınçlandırmış olur. Tankın içindeki basınç, istenilen çalışma şartlarına ulaştığı zaman pompayı kumanda eden basınç şalteri pompa devresini keserek pompanın çalışmasını durdurur ve tankın içindeki su ile hava istenilen çalışma üst basıncına gelmiş olur. Böylece tankın içindeki hava ile su aynı basınçla depolanmış olur.

Su tüketimi başladığında tank içindeki su ve havanın basıncı giderek düşmeye başlar. Basınç şalterinin önceden ayarlanmış olduğu alt basınç değerine kadar pompa devreye girmeden ne kadar su kullanılırsa kullanılsın hidrofor tankında mevcut bulunan su basınçlı yeterli olur ve

tanka su basılmaz. Basınç şalterinin ayarlandığı alt basınç değerinde basınç şalteri pompayı yeniden çalıştıracak ve depoya yeniden su basılmaya başlanılacaktır.

Özetleyecek olursak bir hidrofor sistemi dört ana parçada oluşur:

- 1) Basınçlı tank,
- 2) Hidrofor pompası,
- 3) Ana su deposu,
- 4) Basınç kumanda elemanı



## 1.2. HİDROFORLARIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Bütün sıvılar gibi suda sıkıştırılmayan yani hacmi basınçla değişmeyen bir akışkandır. Şehir suyunun yeterli olmadığı hallerde binalara hidrofor tesisatı yapılır.

Basınçlandırılmış suyun, basınçlı havanın kompresör deposunda saklandığı gibi bir depo içinde saklanması mümkün değildir.

Basınçlandırılmış tüp içindeki sıvının Freon 11 basıncı ile püskürtülmesi olayının bir benzeri hidrofor sistemlerinde kullanılır. Bir depo içinde bulunan suyun da basınçlandırılabilmesi için aynı Freon 11 ile çalışma prensibine sahip tüpler gibi sıkıştırılmış bir gazdan basınç alınarak saklanabilir. Freon gazı kaçmış bir tüpten sıvıyı membranın basıncı atmosfer basıncı ile eşitlenmiş yani gazı kaçmış bir tankın içindeki suyu da musluktan akıtılabilmek mümkün olmayacaktır.

Buna göre hidroforların çalışabilmesi için suya ihtiyacı olduğu gibi havaya da ihtiyaç duyulacağını gösterir.

Hidrofor, suyun basıncını suni olarak yükselten ve bu basıncı belirli sınırlar içinde, mümkün olabildiğince sabit tutan bir cihazdır.

Pompa tarafından, kapalı bir kabın içine gönderilen su, kabın içindeki havayı sıkıştırarak hacmini küçültmeye çalışır. Miktarı değişmeden hacmi küçülen her gaz gibi bu kabın içinde sıkışan havanın da basıncı yükselmiş olur. Basıncı belirli sınırlar içinde tutabilmek amacıyla aç-kapa vazifesi görecektir, suya ihtiyaç duyulup basıncın düştüğünde pompaya yol verecek ve basıncın üst sınıra ulaştırıldığında pompayı durduracak basınç şalterleri kullanılır. Hidrofor tankı içinde üst basınç sınırında hapsedilerek tutulan hava ile aynı değerinde basınçlandırılmış su bulunmaktadır. Su sarfiyatı başladığında ise basınç şalterleri sayesinde alt basınç değerine ulaşılan kadar pompa çalışmadan basınçlı su alınmış olunur.

Bir biraya hidrofor yerine çatıya yerleştirilebilecek bir depo da kullanılabilir. Alt katlarda yeterli miktarlarda basınçlı su elde edilebilirken üst katlarda mutlaka belirli miktarda basınçlandırılmış suya ihtiyaç duyulan şofben, termostatik banyo bataryası, otomatik çamaşır ve bulaşık makineleri gibi cihazları kullanmak basınç yetersizliği nedeniyle mümkün değildir.

## 2. HİDROFOR SİSTEMLERİ

### 2.1. HİDROFORLARIN SINIFLANDIRILMASI

Su tesisat teçhizat ve ekipmanları, belirli bir su kaynağına bağlı olarak ancak sürekli ve minimum bir su basıncı mümkün olduğu zaman düzenli bir şekilde çalışabilecektir. Sürekli minimum su basıncının su kaynağı tarafından sağlanamadığı durumlarda su basınçlandırma yani hidrofor sistemleri kullanılır. Hidrofor sistemlerinin sınıflandırılmasını birkaç şekilde yapabiliriz.

#### 1. Pompa tipine göre:

a. **Piston pompalı hidroforlar:** Piston pompalı hidroforlarda suyun tanka basılması için emme-basma esasına göre çalışan bir piston pompa kullanılır. Bir elektrik motoruyla harekete geçirilen piston ileri geri çalışarak suyu emer ve tank içine basar.

b. **Santrifüj pompalı hidroforlar:** Merkezkaç kuvveti yardımıyla suyun hızlandırılması esasına göre çalışan santrifüj pompalar, suyun merkezkaç kuvveti yardımıyla pompa gövdesine sıkıştırılması ve bu sayede hız kazanması esasına göre çalışır.

#### 2. Hidrofor tankının üst kısmında toplanan yastıklama havanın temin şekline göre sınıflandırma:

a. **Havayı kendi temin eden cihazlar:** Yastıklama havasını, pompanın her devreye girişinde otomatik bir şarj cihazı ile temin eden hidroforlardır.

a1 - Pompa emişi ile hava temin eden cihazlar; yukarıda anlatılan piston pompalı hidroforlar ile bazı tip santrifüj pompalı hidroforlar bu tiptedir.

a2. Hidrofor pompasının su basma tarafından yastıklama havasını temin eden hidroforlardır. Bu sistemlerde pompanın su basma tarafına bağlı hava şarj cihazı vasıtasıyla pompanın her devreye girişinde bir miktar hava hidrofor tankı içine basılır. Hidrofor içine basılan fazla hava, yine tank içine yerleştirilen iğne sübaplı şamandıra vasıtası ile tahliye edilebilmektedir.

**b. Kompresörlü Hidroforlar:** Tank içine basılacak olan havanın bir hava kompresörü vasıtası ile temin edilmesi esasına dayanan hidrofor tipleridir. Daha ziyade büyük kapasiteli sistemlerde kullanılır.

**c. Membran tanklı hidroforlar:** Yastıklama havasının suda eriyerek gitmesini engelleyen bir lastik membran mevcuttur. Hava yastığı, tankın içerisinde bir kez oluşturulmakta ve uzun süre basıncını muhafaza edebilmektedir. Yastıklama için hava kullanılabilir gibi azot da kullanılabilir. Tüp ile irtibatlanan pompa, tüpe sistem için gerekli suyu basmakta, bu tüp içindeki su, dengeli bir basınçla sisteme gönderilmektedir. Sistemin kapasitesi arttıkça hidrofor pompası ile irtibatlı tüp sayısı da artmaktadır.

En genel şekilde hidrofor sistemlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz:

1. Piston pompalı hidroforlar,
2. Hidrostatik tank sistemleri (Hava kompresörlü hidroforlar)
3. Paket tipi hidroforlar,
4. Değişken devirli hidroforlar
5. Çok pompalı sabit hızlı - sınırlı kapasiteli multi hidroforlar,
6. Tanksız çok pompalı sabit hızlı hidroforlar.

Aşağıda yer alan tabloda bu tip hidroforların avantajları ve dezavantajları yer almaktadır.

TABLO 1: HİDROFORLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

SİSTEM ÇEŞİDİ	AVANTAJLAR	DEZAVANTAJLAR
Piston pompalı Hidrofor	Basit, geniş depolama kapasitesi, düşük enerji sarfiyatı, yedek parça sorunu az.	Boyut ve ağırlık fazla, suyun sisteme zarar verme ihtimali, çirkin dış görünüm, tank seviyesi altında sınırlı basınç.
Hidropnömatik Tank (kompresörlü Hidroforlar)	Yüksek debi ihtiyacı karşılayabilme. Pompa yeri önemli değil.	Basınçlı hava gerekliliği, kirlenme ve korozyon olasılığı, geniş basınç değişimi, oldukça büyük boyut, yüksek maliyet.
Paket tipi hidroforlar	Az yer kaplaması, sessiz ve vuruntsuz çalışması, düzenli debi, hafif ve düşük maliyet.	Sınırlı kapasite, yüksek basınçlar ancak kademe sayısını arttırarak mümkün.
Değişken Devirli Hidroforlar	Basit kontrol sistemi, yüksek kapasiteler için diğer tiplere göre daha düşük maliyet.	Ani sistem şartları değişimine karşı koyamama, kayma kayıplarından dolayı daha düşük maksimum hız ve daha yüksek motor gücü, seçici yatırım ve su depolama bulunmaması.
Alternatif Akımlı Değişken devirli hidroforlar	Motor içinde düşük akım, tüm ve kesin basınç kontrolü. Az mekanik kısım, yüksek kapasiteler için düşük ilk maliyet.	Karmaşık elektrik devresi, düşük kapasitelerde yüksek ilk maliyet, özel tip elektrik motoru gerekebilir. Motorda düşük hız sınırı, seçici yatırım gerektirmesi.
Çok pompalı sabit hızlı, sınırlı kapasiteli multi hidroforlar	Düşük su ihtiyacında çalışma zorunluluğu olmaması, ek kapasite pahalı değil, pompa yeri önemli değil, tank bölümünde havadan suya kirlenme söz konusu değil.	Belirli bir dezavantajı yok. Yüksek çalışma basıncında gerekli debiyi sağlamak zorlayıyor.
Tanksız çok pompalı sabit hızlı hidroforlar	Oldukça düşük ilk maliyet, ek kapasite pahalı değil, pompa yeri önemli değil, iyi basınç ayarlanabilme.	Sürekli çalışan ana pompa, istenilen kapasitenin tam ayarlanması diğerlerine göre zor, su depolaması yok, düşük debilerde problem olabilir.

Piston pompalı hidroforlar ile hidropnömatik tip kompresörlü hidroforların bazı ayırtedici özellikleri olmasına rağmen özellikle düşük kapasiteler için paket tipi hidroforların, yüksek kapasiteler içinse çoklu hidrofor sistemlerinin yaygınlaşması ile bu tip hidroforların kullanım sahası oldukça azalmıştır.

Çoklu hidrofor sistemleri özellikle yüksek binalar, apartmanlar, okullar ve ticari yatırımlar, fabrikalar için oldukça uygun, ideal tip hidroforlardır. Basınç ayar hassaslığı gerektiren, karmaşık elektronik aparat içeren endüstriyel yatırımlar için uygundur.



### 2.1.1. PİSTON POMPALI HİDROFORLAR:

Piston pompalı hidroforlar bir daireden başlayarak elli - altmış daireye kadar basınçlı su sağlayabilir. Gürültüsüz çalışır ve verimi yükseltir. Tam sessizliği temin edebilmek için pompa depoya lastik takozla bağlanır. Su tetsatındaki basıncı, otomatik olarak ayarlandığı seviyede tutar. Basınçlandırma tankları büyük olduğu için tesisata basılacak tüm basınçlı su, tank içinde depolanabilir. Bu sayede basınca bağlı olmaksızın debi her zaman sabit kalmaktadır. Basınçlı tank kapasitesinin büyük olması, pompanın sık sık devreye girip çıkmasını da gereksiz kıldığı için hareketli parçaların aşınması uzar, basınç şalterinin kontaklarının eskimesi gecikir. Pompanın elektrik motoru ile çalıştırılması durumunda elektrik motoruna ihtiyaç duyulur. Gidip gelme hareketlerini gerçekleştirebilmek için küçük stroklardan dolayı büyük yerlere, fazla ağırlığa, sağlam zemine ve yüksek maliyete ihtiyaç duyar.

#### 2.1.1.1. Piston Pompalı Hidroforlarının Ana Parçaları:

Piston pompalı hidroforlar üç ana parça ve yardımcı gözetim ve kontrol elemanlarından oluşur:

1. Hirofor tankı,
2. Pistonlu pompa + elektrik motoru,
3. Emniyet ventili,
4. Manometre,
5. Basınç şalteri

**1. Hidrofor Tankı:** Kapasiteye göre değişen büyüklükteki hidrofor tankı, yine kapasiteye göre değişen kalınlıkta sacdan üretilir, korozyona karşı dayanıklılığının artırılması için galvaniz kaplanır. Tankın altındaki el deliği kapağı ile tankın gerektiğinde temizlenmesi sağlanır.

**2. Emniyet Ventili:** Hirofor tankı üzerine monte edilen emniyet ventili hidrofor üst basıncının aşılması durumunda tank içindeki basıncı tahliye edilir.

**3. Manometre:** Tank içindeki basınç kontrolü içindir.

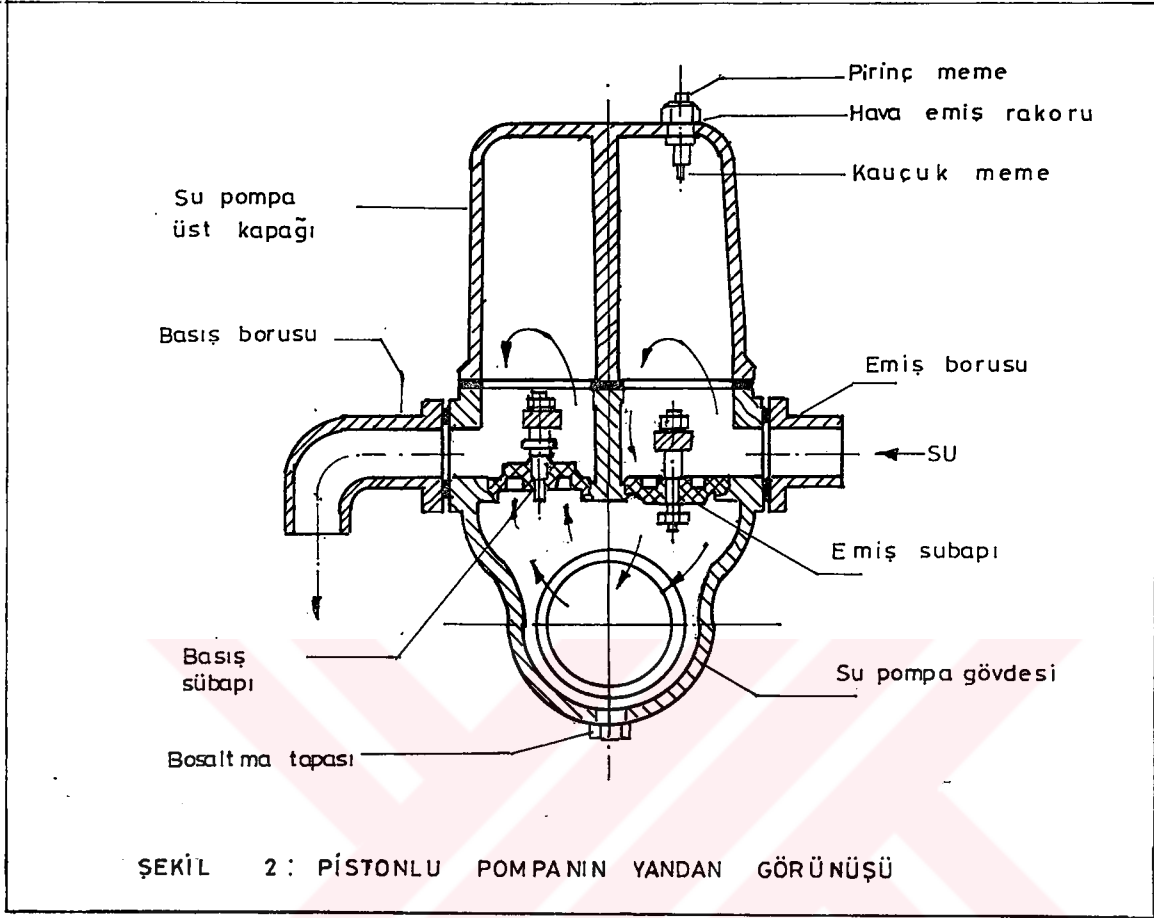
**4. Basınç Şalteri:** Alt basınç değerinde hidrofor pompasını devreye sokar, üst basınç değerine ulaşıldığında pompayı durdurur.

**5. Piston Pompa:** Su ve havanın emilerek basınçlandırma tankına basıldığı bölümdür. Elektrik motoru ve pompa bir kayış-kasnak mekanizmasıyla birbirine bağlanır. Pompa üç temel parçadan oluşur:

**5.1. Ana Gövde:** Pompanın çalışması için gereken öteleme hareketinin pompa miline uygulandığı bölümdür. Elektrik motorundan alınan dönme hareketi ya bir krank vasıtasıyla ya da daha büyük hidroforlarda olduğu gibi bir dişli takımı sayesinde öteleme hareketine dönüştürülür ve piston miline uygulanır.

**5.2. Su Pompası Gövdesi:** Bir silindir, emme basma sübaplarından meydana gelmiştir. Su pompa gövdesinin üzerinde iki emme ve iki basma sübapı bulunur. Piston hem ileri giderken, hem de geri gelirken bu sübaplar açılıp kapanarak suyu emilmesini ve basılmasını sağlarlar, böylece kesintisiz bir çalışma sağlanmış olur.

**5.3. Üst Kapak:** Su pompa gövdesinin üzerine yerleşen ve emme basma için iki bölümü olan parçadır. Emme kısmının altında iki emme sübapı, basma kısmının altında iki basma sübapı bulunur. Emiş kısmının üzerindeki meme ve lastik bir sübaptan meydana gelmiş olan hava emiş sübapı, emme sırasında bir miktar havanın da emilmesini sağlar. Şekil 2'de pistonlu pompa içinde su akımını görülmektedir.



### 2.1.1.2. Piston Boyutlandırması

Piston alanında

$$F = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot m^2 \quad (2.1)$$

ve pistonun strokuna (s) metre diyelim, aynı zamanda pompayı su ile dolu olduğunu kabul edelim. Pistonun silindirden dışarı doğru gitmesiyle silindirin içinde (F x S) m<sup>3</sup> bir hacim boşalarak kalır, bu boşluktan dolayı silindirin içindeki basınç düşer ve suyun alt tarafındaki yüzüne gelen atmosfer basıncının etkisiyle emme ventili açılır, aynı zamanda emme borusunun içindeki su kütlesi de harekete gelir. Böylelikle silindirin içinde boş kalmış olan (F x S) hacmi dolmuş olur. Piston hareketine devam ederek sağ taraftaki ölü noktaya gelince emme ventili kendi ağırlığı ve bir yayın etkisiyle kapanır. Buraya kadar atmosfer basıncının etkisi ile olan olaya pompanın emmesi denilir. Pistonun, silindirin içine geri gelmesi ile silindirin içindeki basınç artar ve basma ventilleri açılır ve piston yoluna devam ederek (F x S) miktarında bir su kütlesini basma borusuna doğru

iter ve bu borunun içindeki su da basma boru donanımına (F x S) miktarda su verir. Pistonun hareketi bittiği zaman basma ventilleri kapanır. Bu olaya pompanın basması denilir.

Piston bir ileri-geri hareket yapınca kadar pompa (F x S) miktarda su verir; pompa dakikada (n) devir yaparsa saniyeye verilen ortalama su miktarı:

$$Q = \frac{F \times S \times n}{60} = (m^3 / sn) \quad (2.2.)$$

olarak bulunur.

Pistonlu pompa konstrüksiyonunda göz önünde bulundurulması gereken noktalar:

(Q) Pompanın saniyede vermesi gereken su miktarı, (Q<sub>e</sub> ise pistonun geçirmesi gereken su miktarı

$$Q = \frac{Q_e}{\eta} \quad (2.3)$$

η pompanın verimidir.

Pompada devir adedi seçilirken verilmiş bir üst sınır yoktur. devir sayısının yüksek olması pompanın kendi konstrüksiyonu için bir yarar sağlamaz. Devir adedi büyüdüğü zaman taşınan su miktarı değişmemek şartı ile yalnız strok hacmi küçülür, yani yüksek devirli pompaların stroku daha kısa olabilir.

Strok hacminin seçilmesinde (2.1) nolu denklemden faydalanılarak:

$$F \times S = \frac{60 \times Q}{\eta} \quad (2.4)$$

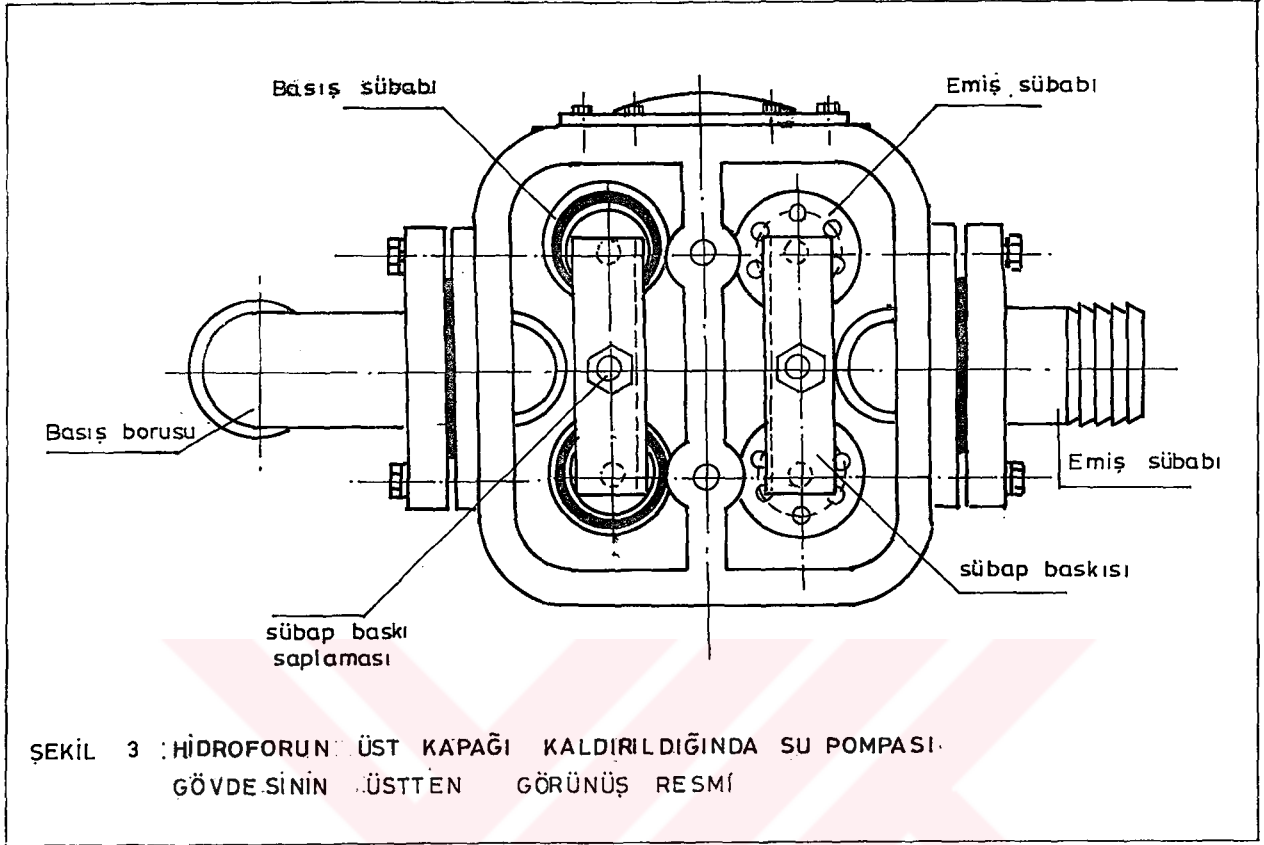
denklemini bulunur. Buna göre devir adedi küçüldükçe silindir hacmi büyür. Piston kesit alanı büyüdükçe piston koluna gelen kuvvet büyür ve pompanın stroku da küçülür. Piston alanı büyük olduğu zaman piston koluna büyük kuvvetler geleceğinden bu kol kalın yapılır. Suyun taşınabileceği yükseklik arttıkça küçük piston kesit alanları ve büyük stroklar kullanılır.

### 2.1.1.3. Piston Pompalı Hidroforların Çalışma Prensipleri

Piston pompalı hidroforlarda suyun basınçlandırılması için bir hava yastığına ihtiyaç vardır. Bu hava yastığı hidrofor pompasının emiş tarafına yerleştirilen bir meme vasıtasıyla emilen havanın pompanın, çalışması sırasında suyla birlikte tank içine basılmasıyla oluşturulur.

Hidrofor tankı içindeki basınç seviyesi düşüp basınç şalteri elektrik motorunu çalıştırdığında elektrik motoru tarafından üretilen dönme hareketi bir kayış - kasnak mekanizması yardımıyla ana gövdedeki krank mekanizmasına aktarılır. Hidrofor tipine göre krank mekanizması farklılık gösterir. Küçük tip hidroforlarda rulmanlı yatak ve kranktan oluşurken büyük tiplerde eksantrik helis dişli takımı bu aktarım işini görür.

Krank mekanizması tarafından dönme hareketi öteleme hareketine çevrilir ve piston miline aktarılır. Pistonlu pompalarda suyun taşınması, silindir içinde pistonun ileri geri hareket etmesiyle sağlanır. Bu harekette su ancak kesik kesik taşınabildiğinden emme ve basma donanımlarını zaman zaman açıp kapayan ventillere ihtiyaç duyulur. Suyun borularda yapacağı kesik kesik hareketin önüne geçmek üzere su donanım borularına verilmeden önce bir basma hava kazanına verilir, kazandaki az çok değişmeyen basınç ile sürekli olarak donanım borularına gönderilir. Silindirden su sızması için salmastra konulmuştur. Silindirin üst kısmında basma ventilleri, alt kısmında emme ventilleri bulunur. Su alt haznedeki emme borusu tarafından pompanın silindirine alınır oradan piston vasıtasıyla boru donanımına basma borusu ile verilir. Suyun emilmesi sırasında üst kısımdaki emme ventiliyle bir miktar hava da emilerek basınçlı tank içine gönderilir. Şekil 3'te piston pompalı hidroforu üst kapağı kaldırıldığında su pompası gövdesinin üstten görünümü yer almaktadır.



Tankın içine giren hava, suyu basınçlandırılmak için gereken hava yastığının oluşmasını sağlar. Basınçlı tank içerisinde istenilen basınç değerine ulaşıldığında basınç şalteri kontaktları açılarak elektrik motoruna giden enerji kesilir. Motor durur ve su basmaya ara verilir. Su tüketildiği sürece tankın içindeki basınç düşer. Hidroforun alt basınç değerine ulaşıldığında basınç şalteri kontaktları yeniden kapanarak elektrik motorunun yeniden çalışmasını sağlar ve böylece çevrim yenilenmiş olur.

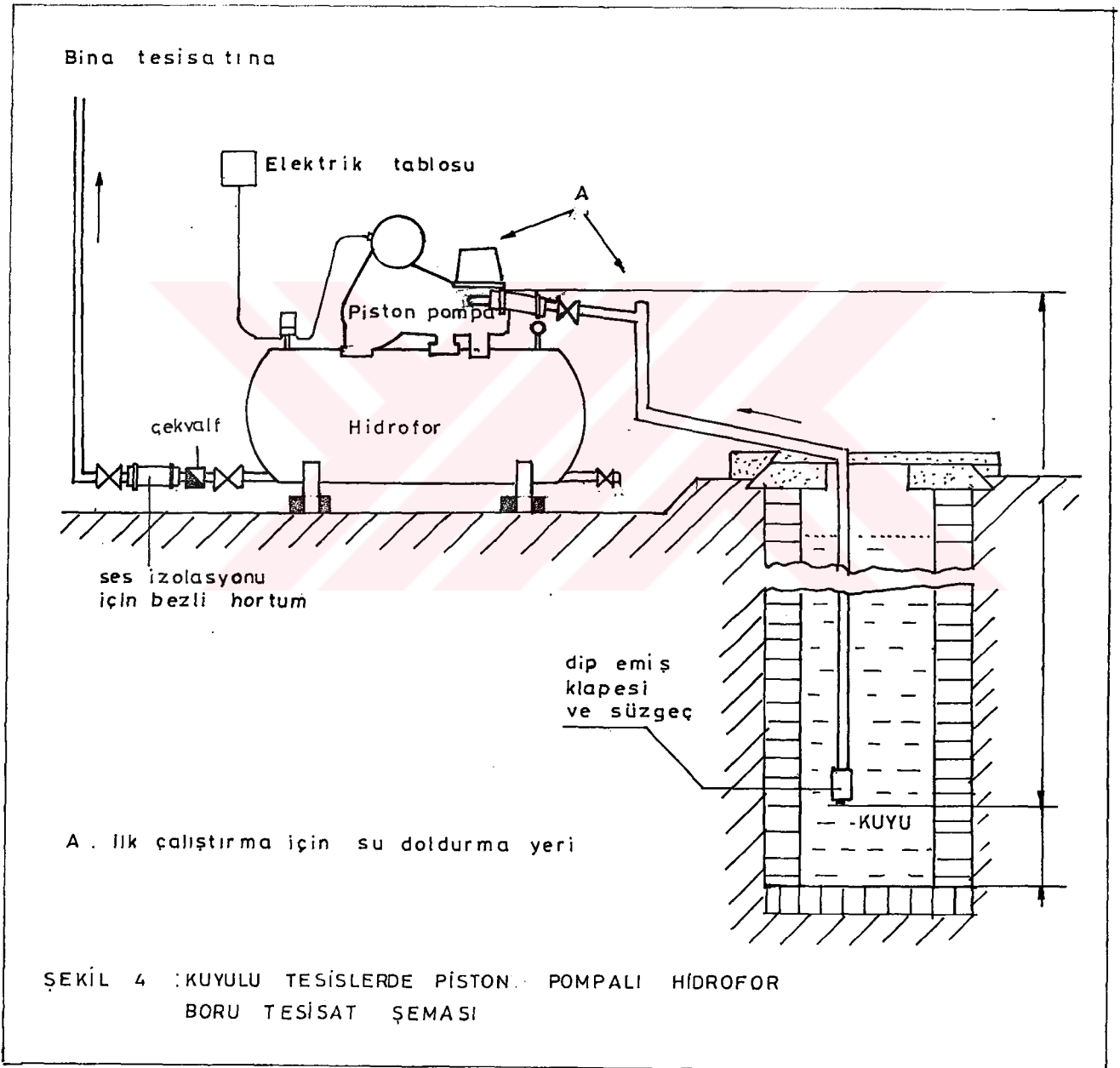
#### 2.1.1.4. Piston Pompalı Hidroforların Yerleştirilmesi:

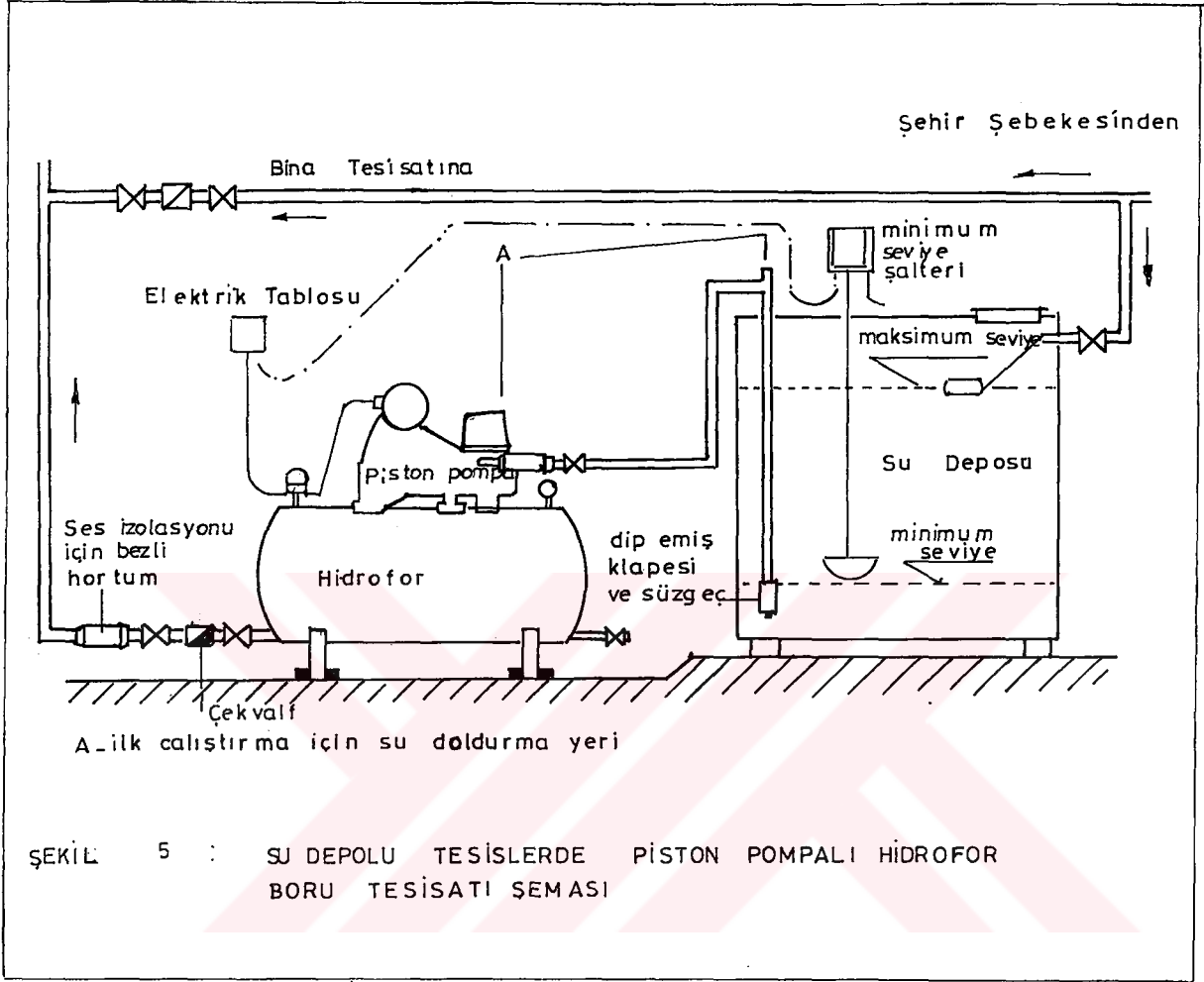
Hidrofor mümkün olabildiğince nemsiz kuru bir ortamda aşırı soğuğa karşı korunmuş beton bir kaide üzerine yerleştirilir.

Basınç tankı altındaki deliklerden bağlantı civataları ile betona tutturulur, bina tuğla duvarları ile bağlantısı yapılmaz. Hidrofor montajı, her yönden kolaylıkla ulaşılacak şekilde yapılır. Hidrofor su deposuna olabildiğince yakın bağlanır. Hidroforun belirli sürelerle

temizlenebilmesi için kullanılacak el deliği, kapağın durumu gözönüne alınarak uygun bir açıklıkla bırakılır.

Su deposu veya kuyu bağlantısı, hidrofor emiş hattı çapına eşit ve kısa yapılır. Hidrofor basış borusu bağlantısında en az dirsek kullanılır.





#### 2.1.1.5. Piston Pompalı Hidroforların Montajı ve İşletmeye Alma:

Piston pompalı hidroforlar devreye alınırken emme ve basma hattındaki vanalar kapatılarak pompa üst kısmında bulunan hava emme rekoru sökülür ve buradan pompa, su ile doldurularak rekor tekrar sıkılır. Hidrofor çalıştırılarak emme hattındaki vana açılır.

Basma hattındaki vana kapalı olduğu için hidrofor üst basınç değerindedir. Hidrofor durduğunda su ve hava kaçağı kontrolü yapılır. Akabinde basma hattındaki vana açılarak tesisata su verilir. Hidrofor tankındaki basınç giderek düşmeye başlar. Alt basınç değerine ulaştığında hidrofor tekrar çalışmaya başlayacaktır.

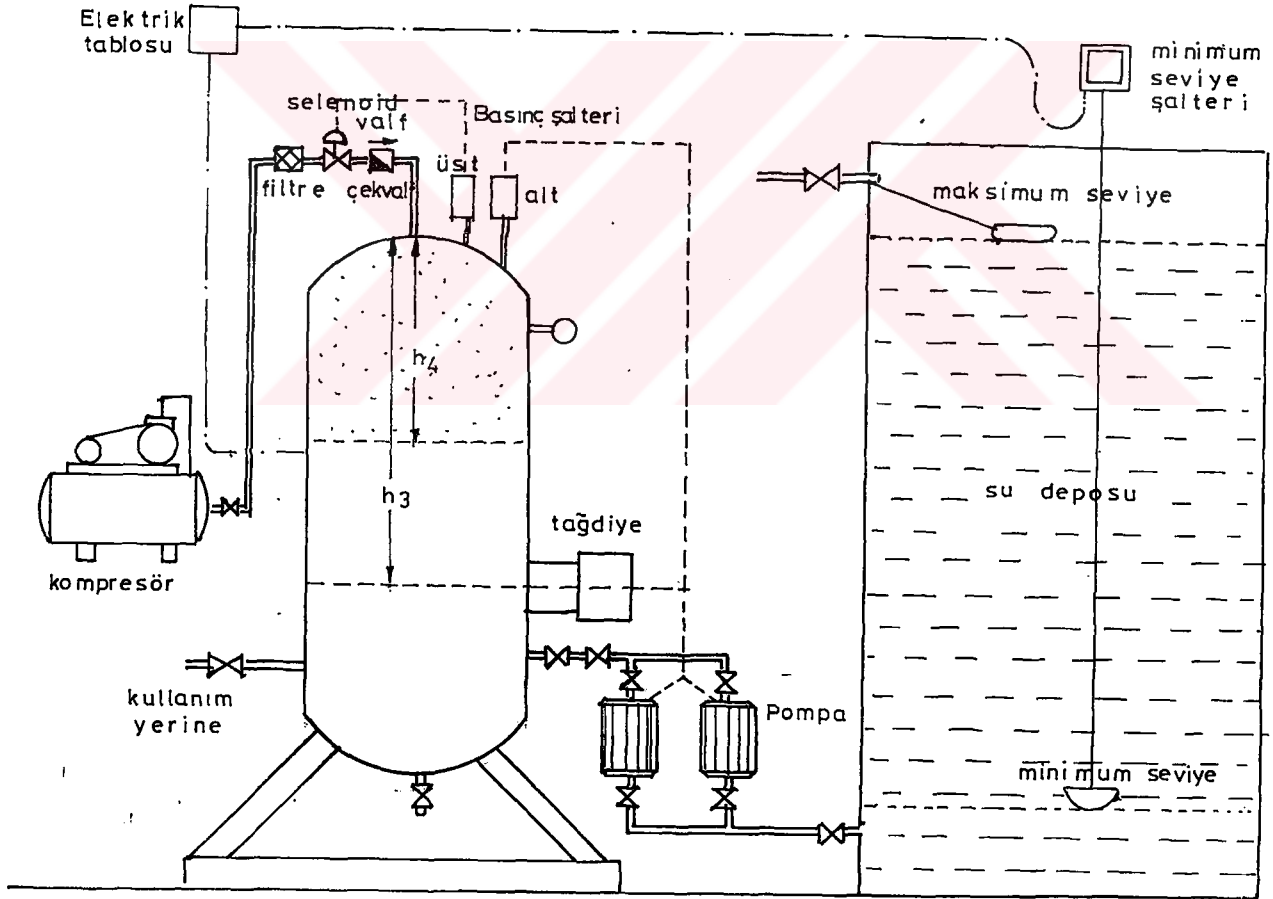
Piston pompalı hidrofor, uzun süre susuz olarak çalıştırılmaz. Yeni yapılan tesisatlarda kum, taş, curuf vs. nedenlerle boruların iç çaplarında küçülmü meydana gelebilir. Bu nedenle hidrofor tesis edilmeden önce tesisat durumu kontrol edilmelidir.

Piston pompalı hidroforların silindiri içerisindeki salmastralar, zamanla damlatma oluşturabilir. Salmastra baskısı sıkılarak bu sorun giderilebilir. Devam etmesi durumunda değiştirilmesi gerekir. V kayışı, hidrofor işletmeye alındıktan 1 - 1.5 ay sonra gerginliği kontrol edilir. Fazla bir esneme görülmesi durumunda gerdirme civatasıyla gerginlik normal duruma getirilir. Yağ kontrolü, piston pompalı hidroforlar için düzenli olarak yapılır.



## 2.1.2. HAVA KOMPRESÖRLÜ HİDROFORLAR

Hava kompresörlü hidroforların özelliği, hidrofor tankına alınacak olan yastıklama havasının bir hava kompresörü ile temin edilmesi esasına dayanır. Genellikle hava şarj cihazları ile temin edilen hava miktarının yeterli olmadığı büyük endüstriyel tesislerde, hidrofor tank hacim hesabının 2000 lt'den büyük çıktığı yerlerde kullanılan hidroforlardır. Teknolojinin gelişmesi sonucu ilk yatırım maliyeti yüksek ve fazla yer kaplayan bu tip hidroforlar yerini, aynı kapasiteyi verebilecek ve daha uygun boyutlardaki hidroforlara bırakmışlardır. Aşağıda yer alan Şekil 6'da hava kompresörlü bir hidroforun çalışma şeması görülmektedir.



ŞEKİL 5 : HAVA KOMPRESÖRLÜ HİDROFOR

### 2.1.2.1. Hava Kompresörlü Hidroforların Çalışma Prensipleri

Şekilde  $h_1$  tankın yerden yüksekliği,  $h_2$  tankın yüksekliği,  $h_3$  hidrofor tankı su alt seviyesi,  $h_4$  ise hidrofor tankı üst seviyesini göstermektedir. Pompalardan yol verilen su, basınç şalteri tarafından kontrol edilerek seviye elektrodu alt noktasına kadar basılır. İkinci bir basınç şalteri, seviye elektrodundan aldığı kumanda ile seviye  $h_3$  'ü biraz geçince hava kompresörü devreye girer ve tanka hava basmaya başlar. Bu esnada selenoit vanaya kumanda eden basınç şalteri  $P_1$  alt basıncına ayarlanmıştır. Pompaya sistem içindeki su ve kompresör tarafından su seviye kontrol cihazı yol verir.  $P_2$  üst çalışma basıncı yine basınç şalteri ile selenoid vanaya kontrol ettirilmiştir. Su  $h_4$  yüksekliğine gelince basılan havanın ortak basıncı  $P_2$ , üst işletme basıncına ulaşmış olur. Bu esnada pompa, basınç otomatığı tarafından devreden çıkartılırken hava kompresör cihazının da selenoid vana tarafından çalışmasına son verilir.

Hidrofor tanklarının  $P_1$  alt işletme basıncı ile  $P_2$  üst çalışma basıncına karşılık gelen  $h_4$  ve  $h_3$  seviyelerinin belirlenmesi için Boyle Mariotte kanunu kullanılır.  $P_1$  alt işletme basıncına karşılık gelen  $h_3$  için genel hidrofor tank yüksekliğinin %80 mesafesi kabul edilir. Buna göre  $h_4$  seviyesi

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

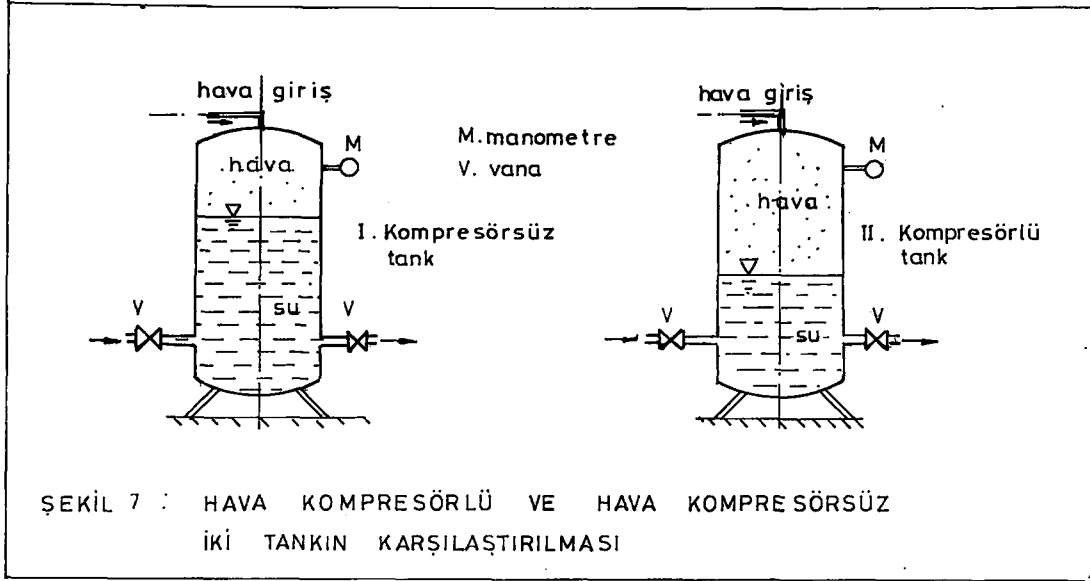
$$P_1 \times h_3 \times \frac{\pi D^2}{4} = P_2 \times h_4 \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$P_1 \times h_3 = P_2 \times h_4$$

$$h_4 = \frac{P_1 \times h_3}{P_2} \quad (2.5)$$

(2.5)'den bulunabilir. Basınç şalterlerinin kullanıldığı diğer tip hidroforların tersine hava kompresörlü hidroforlarda tek seviye şalter cihazı kullanılır. Sistemdeki alt veya üst seviye kontrol cihazından birinin sabit kalmasından doğacak işletme basıncı değişimi nedeniyle basınç, kontrol edilemez hale gelir.

Yüksek kapasiteli hidrofor sistemlerinde hava kompresörü kullanılmaması durumunda hidrofor tankı faydalı hacmi azalacaktır. Şekil 7'de hava kompresörü ve kompresör kullanılmayan iki tank görülmektedir.



1 nolu şekil kompresörsüz durumu ifade ederken II nolu şekilde kompresör kullanılmaktadır. Tablo (2)'de tanklı sistemlerde hidrofor kullanılmaması durumunda faydalı hacmin toplam hacme olan oranı görülmektedir.

Tablo 2: Kompresörsüz Hidroforlarda Faydalı Tank Hacminin Yüzde Değeri

→	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
$P_2$											
2.0	16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	21.5	11.5	4.7	-	-	-	-	-	-	-	-
3.0	25.0	15.0	8.3	3.5	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	17.8	11.1	6.3	2.8	-	-	-	-	-	-
4.0	-	20.0	13.3	8.5	5.0	2.2	-	-	-	-	-
4.5	-	22.0	15.2	10.4	6.8	4.0	1.8	-	-	-	-
5.0	-	23.2	16.7	11.9	8.3	5.5	3.3	1.5	-	-	-
5.5	-	-	18.0	13.4	9.7	6.8	4.6	2.2	1.3	-	-
6.0	-	-	-	14.3	70.7	8.0	5.7	3.9	2.4	1.1	-
6.5	-	-	-	-	11.7	8.9	6.6	4.8	3.3	2.0	1.0
7.0	-	-	-	-	-	9.7	7.5	5.7	4.1	2.9	1.8
7.5	-	-	-	-	-	10.5	8.2	6.4	4.9	3.6	2.5
8.0	-	-	-	-	-	-	8.9	7.0	5.5	4.3	3.2
8.5	-	-	-	-	-	-	9.5	7.5	6.1	4.8	3.7
9.0	-	-	-	-	-	-	-	8.1	6.7	5.3	4.3
9.5	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1	5.9	4.7
10	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	6.3	5.2

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı gibi aynı tank için kompresörlü olması durumunda faydalı hacim büyüyecektir.

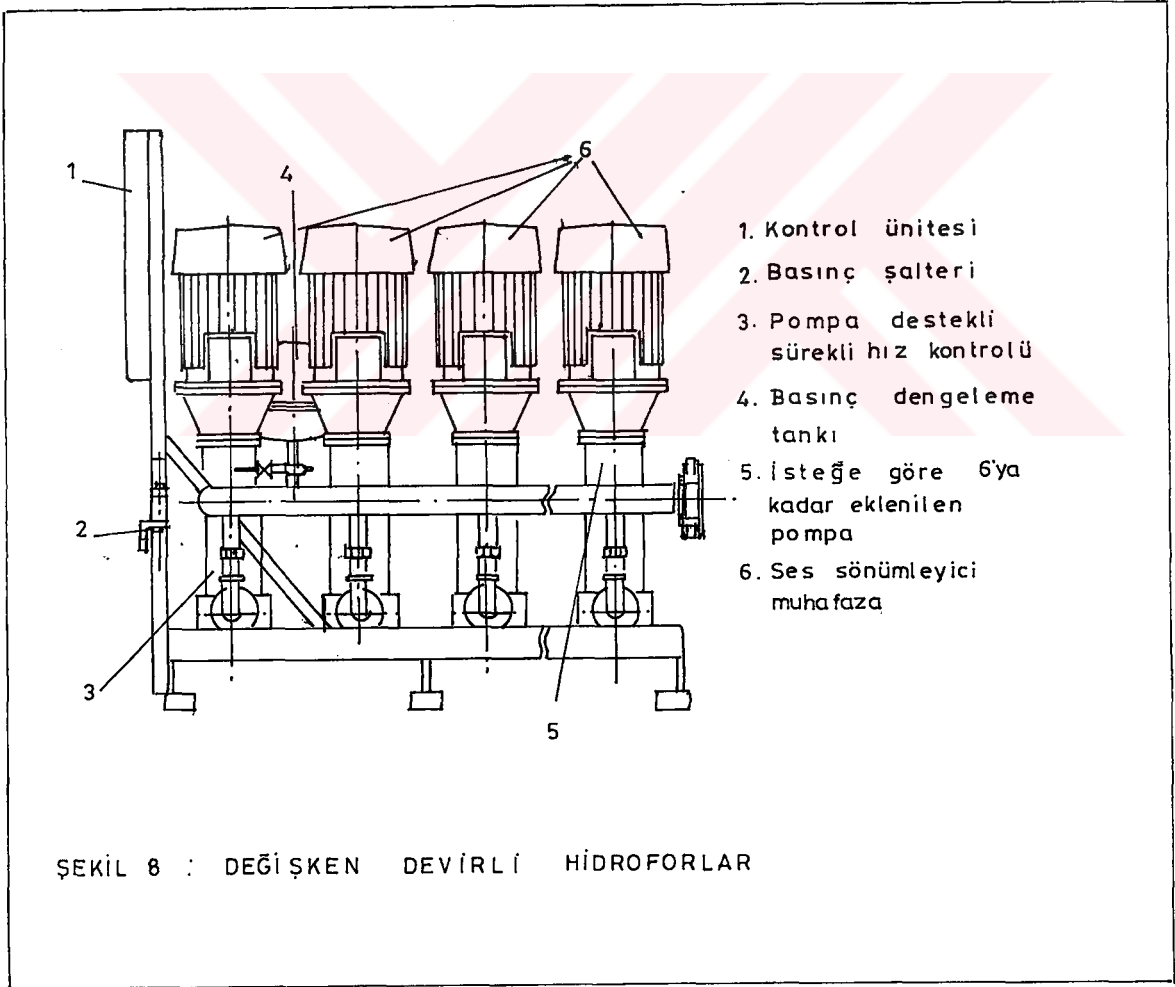
Diğer hidrofor sistemlerine göre yüksek ilk maliyet, ekstra hava kompresörü maliyeti, kompresör bakım problemlerinin oluşu, görülmüş çalışması ayrıca fazla yer kaplaması nedeniyle günümüzde bu tip hidroforların kullanılması oldukça azalmıştır.



### 2.1.3 DEĞİŞKEN DEVİRLİ HİDROFOR SİSTEMLERİ

Değişen devirli hidrofor sistemlerinin ilk tipleri manyetik bağlantı, sıvı bağlantısı ve sıvı reostasından (sarma göbekli motor) oluşuyordu. Bu tip hidroforlar sabit motor devriyle çalışırken sistemin çıkış mili ile hız ayarı yapılıyordu. Elektronik teknolojisinde oluşan gelişmeler ve elektrik devrelerinin küçültülmesi sonucu son zamanlarda bu tip sistemler, alternatif akımlı tiplerin yerine kullanıldı.

Değişen devirli sistemler genellikle düşük çalışma maliyeti ile öne çıktı. Maksimum enerji tasarrufuna yönelme sonucu en fazla çalışma periyodunda devirin %50 ile %75 arasında değişimi uygun bulundu.



Dış görünüş olarak ikiden altıya kadar dikey yerleştirilebilecek yüksek basınç pompaları, basınç tahliye kısmında ön basınçlandırılmış kontrol tankı, ikaz ve kontrol elemanları, frekans bulucu ile sürekli kontrol elemanı, kontrol tablosunda tümüyle elektronik basınç kontrolü için genel bir hata belirleyici bulunur. Hız kontrollü hidrofor üniteleri tümü ile ses izolasyonu ile çevrilir.

Binalarda, hastanelerde, iş merkezlerinde, otel ve fabrikalarda içme, kullanma suyu, yangın söndürme sistemleri, soğutma suyu ve kimyasal ve mekanik korozyon etkisi olmayan sistemlerde değişken devirli hidroforlar kullanılabilir.

İkiden altıya kadar pompa içeren hidroforlardan ilki yedekleme pompasıdır. Sürekli hız kontrolü sabit basıncı sağlar. Diğer pompalar su ihtiyacı artığında paralel olarak hız oranlarına göre kontrol panosuna bağlı devreye girer. Otomatik kontrol panosunda pompa değiştirme mekanizması, bir pompanın tam kapasiteye ulaşması akabinde diğer pompanın devreye girme esasına göre hız ayarı yaparak üniform bir basınç düzeni sağlanır. Üniteler basınca göre devreye girer. Gerçek basınç değeri kontrol elemanlarına örnek basınç iletici ile gönderilir. Sistemin çalışması debi miktarına göre sona erdirilir. Çalışmakta olan bir pompanın bozulması durumunda hemen diğer pompa devreye girer ve bozulma haberi kontrol kısmına iletilir.

İçte bulunan bir basınç düğmesi, pompaları su kaçağından koruyacak şekilde yerleştirilir. Bu yolla 0.3 barlık minimum basınç kaybı kontrol panosunda gözlenebilir. Pompaların her devreye giriş ve çıkışında 0.4 barlık gerçek basınç değerinden ufak sapmalar doğabilir.

Pompa sistemi genellikle iki şekilde kurulur:

1. Değişken hıza sahip birinci pompa ünitesi, maksimum hıza ulaşıncaya kadar çalışır. Daha sonra ikinci değişken hızlı pompa ünitesi devreye girer. İki pompa da aynı, azaltılmış hızda paralel olarak çalışır. Diğer pompa üniteleri için de bu olay tekrarlanır.

2. Birinci değişken hızlı pompa ünitesi, maksimum hıza ulaşınca sabit hızlı pompa gibi çalışacak şekilde bu hızda kilitlenir. İkinci pompa değişken hızla harekete geçer. Diğer pompa üniteleri de ardarda bu işlemi tekrarlar. İkinci pompanın hız değişimi, birinci pompanın maksimum hızdaki basma yüksekliğine kadar gelişeceği için birinci pompaya göre azdır. İkinci pompa ünitesinin hızı, debisi az olduğu için pompa çalışma eğrisinde toplam basma yüksekliğindeki artışlardan dolayı artacaktır.

Yukarıdaki metotlardan birisi seçilirken, ekonomikliğe, ekipman azlığına dikkat edilir. Örneğin ilk metotta iki pompanın da değişken hız çalıştırma ünitesi ile techiz edilmesi gerekirken ilk metota sadece bir tane değişken hız çalıştırma ünitesi ve birinci pompanın maksimum hızda kilitlenmesi gerekeceği için ayrı bir elektrik ünitesi gerekir.

Pompalardan birinin, kontrol noktasında basıncın sürekli olarak kontrol edilmesi gerektiğinden, sistem basınç kumandalı seçilmelidir.

### 2.1.3.1. Değişken Devirli Hidrofor Hesapları

Pompa hızı, basma yüksekliği ve debi arasında aşağıdaki gibi bağlantılar verilebilir;

Debi, devirle doğru orantılı değişim gösterir;

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.6)$$

Basma yüksekliği hızın karesiyle değişim gösterir:

$$\frac{H_2}{H_1} = \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2 \quad (2.7)$$

Q - debi (m<sup>3</sup>/h)

n - pompa hızı (devir / dk)

H - basma yüksekliği (mSS)

Pompa için gerekli toplam basma yüksekliği:

$$H = (H_d - H_s) + H_f \quad (2.8)$$

H = Pompa için gerekli toplam basma yüksekliği (mSS)

H<sub>d</sub> = Kontrol noktasında sistemin dizayn basıncı (mSS)

H<sub>s</sub> = Minimum dizayn emme basıncı (mSS)

H<sub>f</sub> = (dizayn debisine göre) H<sub>d</sub> ile H<sub>s</sub> arasında bütün kayıplar (mSS)

Pompa için gerekli basma yüksekliği, dizayn şartlarından daha düşük debide ve emme basıncının minimum dizayn basıncından daha fazla olduğu durumlarda boru sürtünme kayıpları (H<sub>f</sub>)'in ve diğer bütün kayıpların (H<sub>s</sub>) değişimi ile azalır. Bununla beraber santrifüj pompa

performans eğrisinin debi azaldığında yükselmesi sonucu fazla bir basma yüksekliği elde edilmiş olur. Bütün bu bu değişimler sonucu gerekli pompa toplam basma yüksekliği ve pompa devri, maksimum dizayn değerlerinden farklılaşacaktır.

Basit bir pompa ünitesinde maksimum devir için minimum dizayn emme ve masimum debi gereklidir. Minimum hız içinse maksimum dizayn emme yüksekliği ve minimum debi gerekir. Yöntem olarak pompa çalışma eğrisinin, pompa kapasite eğrisinin ve benzeşme eğrisinin değişimi ile hız değişiminin belirlenmesi gerekir. (2.6) ve (2.7) nolu denklemler yardımıyla:

$$n_2 = n_1 \left( \frac{Q_2}{Q_1} \right) \quad (2.9)$$

$$n_2 = n_1 \left( \frac{H_2}{H_1} \right)^{1/2} \quad (2.10)$$

(2.6) ve (2.7) nolu denklemler aynı çalışma durumlarında ve aynı benzeşme çizgisinde daha yüksek hız değerlerini gösterir. Aşağıdaki örneklerde debinin, boru kayıplarının ve emme yüksekliğinin pompa hızını nasıl etkilediğini görüyoruz:

Emme basıncında bir değişim yapmaszak dizayn koşulları:

$$H_d = 58.8 \text{ mSS}$$

$$H_s = 15.2 \text{ mSS}$$

$$H_f = 2.1 \text{ mSS}$$

$$Q = 43.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n = 3500 \text{ dev/dk}$$

$$H = (58.8 - 15.2) + 2.1. = 45,7 \text{ mSS}$$

İkinci koşullar:

$$H_d = 58.8 \text{ mSS}$$

$$H_s = 15.2 \text{ mSS}$$

$$H_f = 0.58 \text{ mSS}$$

$$Q = 22.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n \text{ _ hesaplanılır}$$

$$H = (58.8 - 15.2) + 0.58 ) 44.18 \text{ mSS}$$

3500 dev./dk'lık pompa karakteristik eğrisi, sistemin basma yükseklik eğrisi ve bağlantı eğrileri Şekil 9'da gösterilmiş, çalışma noktaları işaretlenmiştir. "A" noktasını, maksimum debi, minimum emme basıncı (dizayn koşulları) oluşturuyor. "B" noktası ise minimum emme yüksekliği ve istenilen hızda daha düşük debi içindir. Emme ve basma arasındaki azaltılmış boru kayıpları, sistem karakteristik eğrisini oluşturur. "B" noktasındaki hızı yaklaşık olarak bulabilmek için eşitlik (2.9) ve (2.10) 'daki  $Q$  ve  $H$  (debi ve basma yüksekliği) bilinmediği için deneme - yanılma yöntemi kullanılır. Takip edilecek işlemde hız dikkate alınır:

1. Sıfır debi, sıfır basma yüksekliğinden bir bağlama çizgisi çizilir. Daha düşük çalışma noktası "B" ve üst kapasite eğrisinde bilinen hızla kesişme noktası "C"dir.

2. "C" noktasındaki muhtemel debi okunur. Bağlama eğrisi ve pompa eğrisinin kesişme noktası bilinen hızdır.

3. Eğri üzerine kurulan bağlantıdan ve "C" noktasında okunan debiden faydalanılarak basma yüksekliği hesaplanır;

$$H_1 = \frac{H_2}{\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2} \quad (2.11)$$

4. 3'te hesaplanmış basma yüksekliği, 2'de muhtemel debiye göre hesaplanan pompa karakteristik eğrisinde "C" noktasının biline hızıyla karşılaştırılır. Eğer değerler belirgin şekilde farklıysa diğer bir debi değerine göre 3 ve 4'te yapılan işlemler tekrarlanır.

5. 4'te kabul edilir basma yüksekliği bulunduğu anda (2.9) ve (2.10) ve 4 nolu eşitlikler kullanılarak çalışma noktasındaki "B" devir sayısı hesaplanır. Bu örnekte "A" noktasındaki tahmin edilen 23.6 m<sup>3</sup>/h ve hesaplanan basma yüksekliği aynı nokta için (2.9) ve (2.10) no'lu denklemlerden;

$$H_1 = \frac{44.18}{(22.7/23.6)^2} = 47.76 \text{ mSS}$$

"B" noktasındaki çalışma hızı:

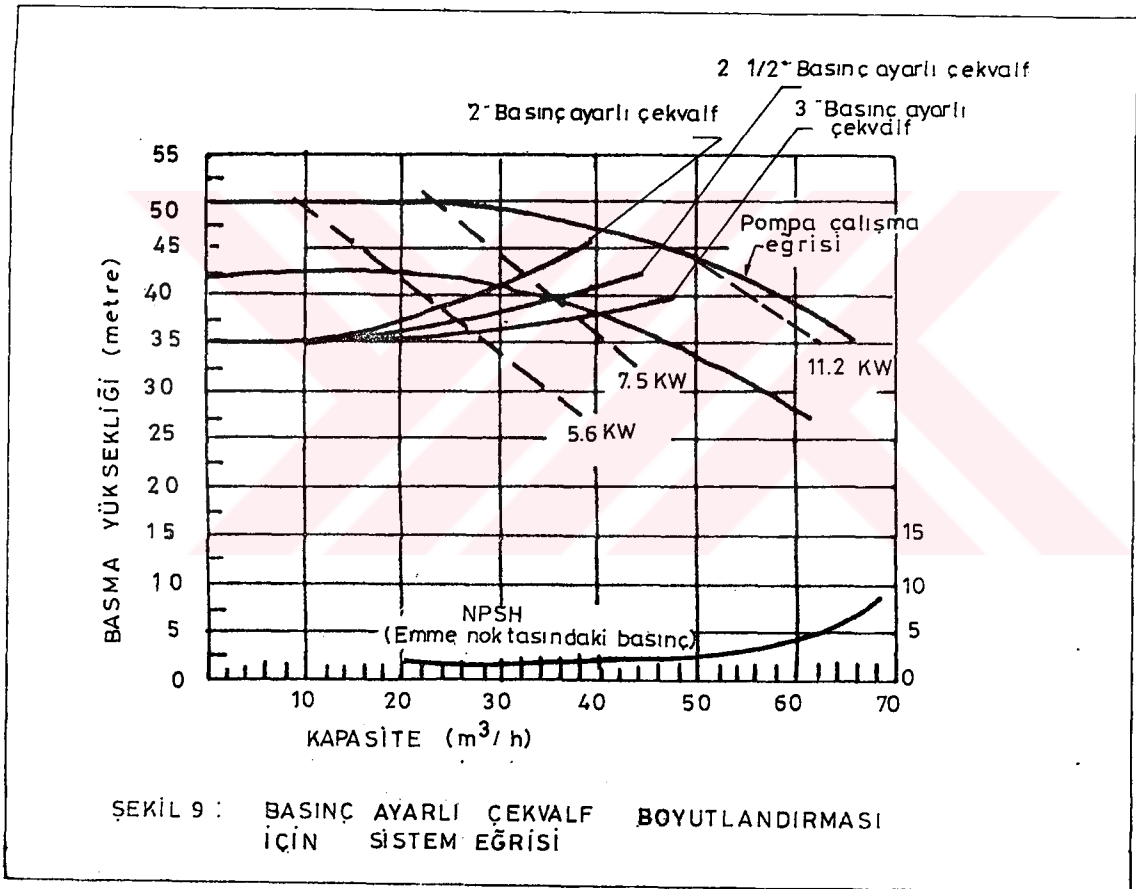
$$n_2 = 3500 (22.7 / 23.6) = 3365 \text{ devir / dk.}$$

kontrol;

$$n_2 = 3500 (44.1 / 47.76)^{1/2} = 3366 \text{ devir / dk.}$$

hız değişimi

$$\frac{(3500 - 3365)}{3500} \times 100 = \%3.9$$



Örnek 2: Emme basıncında değişim kabul edilir. Diğer bütün değerler örnek 1 ile aynı kabul edilir:

$$H_s = 33.5 \text{ mSS}$$

$$H = (58.8 - 33.5) = 25.88 \text{ mSS}$$

Çalışma noktası B' ile diğer eğriler arasındaki bağlantı Şekil 9'da verilmiştir. Bağlama eğrisi ile 3500 devir/dk pompa eğrisinin kesişme noktasından A' okunan debi ve basma yüksekliği (30.4 m<sup>3</sup>/h) ve (46.45 m)'dir. Çalışma noktasındaki hız;

$$n_2 = 3500 \left( \frac{22.7}{30.4} \right) = 2612 \text{ devir/dk.}$$

$$\text{kontrol; } n_2 = 3500 \left( \frac{25.88}{46.45} \right)^{1/2} = 2612 \text{ dev./dk.}$$

hız değişimi;

$$\frac{(3500 - 2612)}{3500} \times 100 = \%25.4$$

Bu örnekler, emme basıncında gözle görülür bir değişiklik olması durumunda pompa hızının da değişime uğrayacağını gösterir. İdeal çalışma için, hız belirlendikten sonra en çok kullanılması istenilen debi miktarının pompanın maksimum verimine uygun olması sağlanmalıdır.

Genel olarak maksimum hızdaki dizayn noktası, pompanın iyi verimdeki noktası olarak seçilmelidir. Değişik hızlardaki çalışma debi alanı, hidrolik ve mekanik olarak pompanın sabit çalışma alanı içinde kalmalıdır.

Herhangi belirtilen bir hız için pompa milinin gücü:

$$N = \frac{H \cdot Q \cdot \rho}{367 \cdot \eta} \quad (2.12)$$

N = pompa gücü (KW)

Q = debi (m<sup>3</sup>/h)

H = basma yüksekliği

$\rho$  = özgül ağırlık

$\eta$  = pompa verimi

H, Q,  $\eta$  değerleri, pompa çalışma eğrisinden belirli devir ve çalıştırma boyutlarına göre belirlenir. Motor gücü, motor tarafından direk olarak çalıştırılan mil gücü ile aynıdır. Değişken hız alanına sahip pompa sistemleri için motor gücüne kayma ve sabit kayıplar ilave edilir. Bir veya birkaç pompa kapasitesinin dizayn debisini aşması durumunda pompa ünitesi eklenmesi mümkündür.

## **2.1.4. SINIRLI KAPASİTELİ - SABİT HIZLI ÇOKLU HİDROFOR SİSTEMLERİ**

Tanksız sabit hızlı multi hidrofor sistemlerinin en önemli eksiği, sistemin sıfır debi -sıfır su kullanımında bile sürekli olarak pompanın çalışmak zorunda kalmasıdır. Bu dezavantaj, tanklı (sınırlı kapasiteli) sabit hızlı multi hidrofor sistemlerinde basınçlandırılmış tankın yüksek basınçlı boru kısmına düşük debide pompaya kesme ünitesi eklenerek giderilmiş olur. Tanklı sabit hızlı sistem, hidropnömatik sistemin küçültülmüş bir örneği değildir. Üç yönde farklılık gösterir:

1. Tankın basit görevi su depolamaktır,
2. Tank basıncı yardımcı pompa ile artırılmıştır,
3. Hava ve su, tank içinde fleksibl bir engelle (membran) gaz ve suyun direk olarak etkileşimini önleyecek şekilde ayrılmıştır. Ayrıca membran, tankta su olmadığında gazın kaçmasını da önler.

### **2.1.4.1. Sınırlı Kapasiteli - Sabit Hızlı Çoklu Hidrofor Sistemlerinin Çalışma Prensipleri**

Bu hidroforların normal su kullanımı boyunca çalışması, tanksız sistemlerin çalışması gibidir. Su kullanımı başladığında ana pompaya güç gelerek ilk pompa tahrik edilir. Sistemin su ihtiyacı artınca kontrol kısmı ikinci pompayı çalıştırır. Daha yüksek debilerde diğer pompalar devreye girer. Su ihtiyacı azaldıkça pompalar sırayla devreden çıkar. Su debisi sıfıra düştüğünde düşük debi hissedicileri pompayı durdurur. Tank, su ihtiyacını çalışma durduğunda basıncın minimum kabul edilecek değere kadar karşılar. Basıncın minimum değere ulaşmasıyla basınç anahtarı, ana pompayı çalıştırarak tankı su ile doldurur ve basıncı yükseltmiş olur. Düşük debi anahtarının görevi, sistem içinde pompanın çalışma ihtiyacının olmadığı, tankın su ihtiyacını karşılayabilecek miktarda su içerdiğinde pompayı devreden çıkarmaktır. Düşük debi cihazı, bir debi anahtarı olabileceği gibi bir basınç anahtarı veya bir sıcaklık kumandalı anahtar olabilir ve 1.14 m<sup>3</sup>/h'in altındaki debide devreyi açacak şekilde ayarlanır.

Tank etkili su seviye hacmine göre pompanın sürekli çalışmasını önleyerek suyun düşük debilerde tanktan kullanımını mümkün kılacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

#### 2.1.4.2. Tank Boyutu, Su Hacmi ve Basınç Arasındaki İlişki:

Sabit sıcaklıkta basınçlandırılmış membranlı tankların boyutlandırma formülü yaklaşık olarak aşağıdaki gibidir;

$$V_t = \frac{V_e}{1 - \frac{P_f}{P_o}} \quad (2.13)$$

$V_t$  = tank hacmi ( $m^3$ )

$V_e$  = tanktaki gaz hacmi değişimi ( $m^3$ )

$P_f$  = son durumda gaz basıncı (Kpa)

$P_o$  = ilk durumda gaz basıncı (Kpa)

Tanktaki su hacmi ve su basıncı için aynı bağlantı:

$V_e$  = Su seviye hacmine eşit,

$P_f$  = Çevrim sonucunda kabul edilebilir minimum sistem basıncı,

$P_o$  = Çevrim başındaki veya dolun sonucundaki suyun basıncı.

#### 2.1.4.3. Tank Yerleştirilmesi:

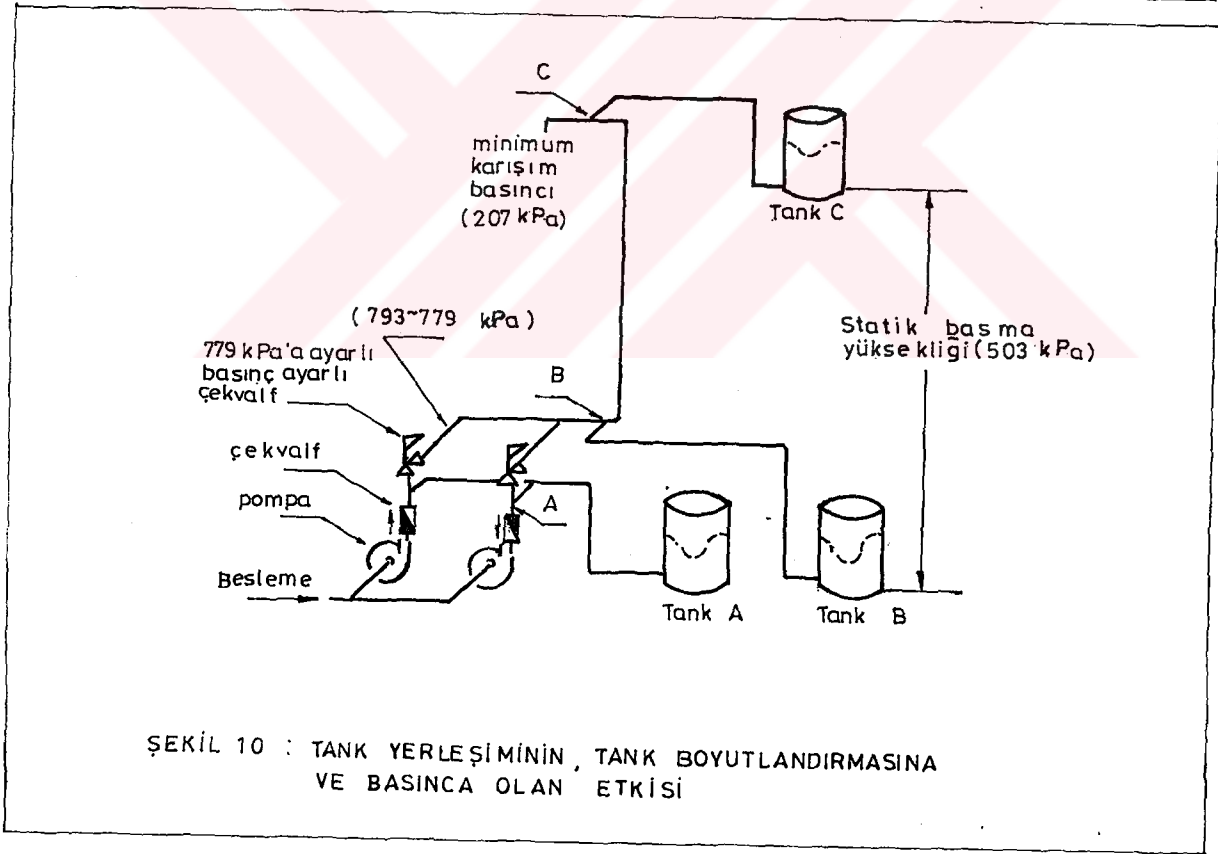
$P_f$  ve  $P_o$ 'ın tankın statik basma yüksekliğine ve doldurma basıncına direk olarak etki ettiği için tankın yerleştirilmesi ve sisteme bağlantısı dikkatle seçilmelidir. Şekil (10)'da görülen tank A noktasından yapılan bağlantı, basınç ayarlı vana nedeniyle basınçtan etkilenmeyeceği için en yüksek doldurma basıncı sağlar. Bu noktadan yapılan bağlantı bir çok dezavantaj da oluşturur:

1. Tank, bu tip yerleştirmede genellikle binaların en alt kısımlarına yerleştirildikleri için maksimum statik basınçla basınçlandırılmış olurlar,
2. Tank, emme basıncında hesaplanan minimum dizayn basıncı üzerindeki artışların pompa basma yüksekliğine eklenmesiyle yüksek çalışma basıncına maruz kalırlar,
3. Tankla bütün pompaların bağlantısı yapılmak zorundadır,

4. Sessiz çalışan bir çekvalfin, pompanın çıkışı ile tankın bağlantı noktası arasına yerleştirilmesi gerekir.

Bağlantının Şekil 10'daki gibi "B" noktasından, basınç ayarlı çekvalfin aşağı doğru balanması durumunda 2, 3, ve 4 nolu dezavantajlar ortadan kalkmış olur. Fakat doldurma basıncı azalacağı için daha büyük boyutta tank gerekir. Bununla beraber tank yerleştirilmesi önemli değildir.

Tankı, C noktasında görüldüğü gibi binanın yerleştirilebilecek en yüksek noktasına konulması, statik basma basıncını azaltır. Bu sebeple daha küçük tanka ihtiyaç duyulur. Maksimum dizayn çalışma basıncı düşer, tankı daha düşük basınç oranlarında çalıştırmak mümkündür, maliyet azalır.



Şekil (10)'da görülen tank yerleştirme planlarının, basma yüksekliği ve tank boyutlandırma değişimi tablo (3)'te gösterilmiştir.

Tablo (3): Tank yerleştirmenin boyutlandırma ve su seviye basıncına olan ekisi.  
Tank Yerleşim Karşılaştırılması:

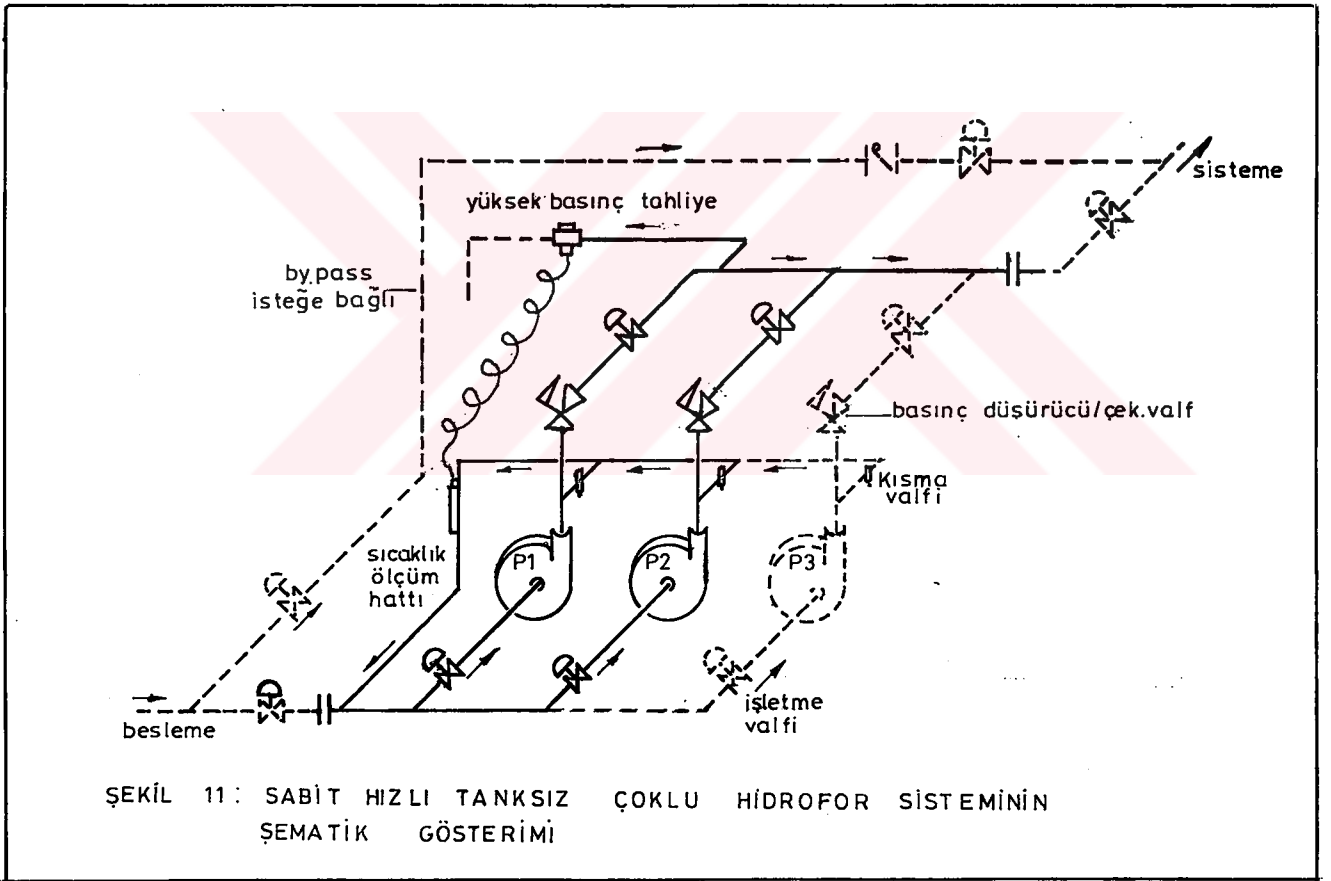
Tank Yeri	Pompa devreye Giriş hacmi	Tank Buyutu	Minimum Çalışma Basıncı	Maksimum Çalışma Basıncı
A	76 litre	484 litre	717 kpa	869 kpa *
B	76 litre	818 litre	710 kpa	793 kpa
C	76 litre	360 litre	207 kpa	290 kpa

\* Emme basıncı dizayn basıncını geçtiğinde maksimum çalışma basıncı da yükselir.

### 2.1.5. TANKSIZ, SABİT HIZLI ÇOKLU HİDROFOR SİSTEMLERİ:

Bu sistemin ana elemanları;

1. Bir veya daha fazla pompa (iki veya üç pompa daha yaygındır),
2. Her pompa için bir basınç ayarlı kombine sistem ve çek-valf. Paralel bağlı basınç ayarlı çekvalf kombinesi büyük sistemlerde kullanılabilineceği gibi ayrı çek-valf ve basınç ayarı da kullanılabilir.
3. Otomatik kontrol paneli,
4. Fabrika kurulurken ünite için beton kaide

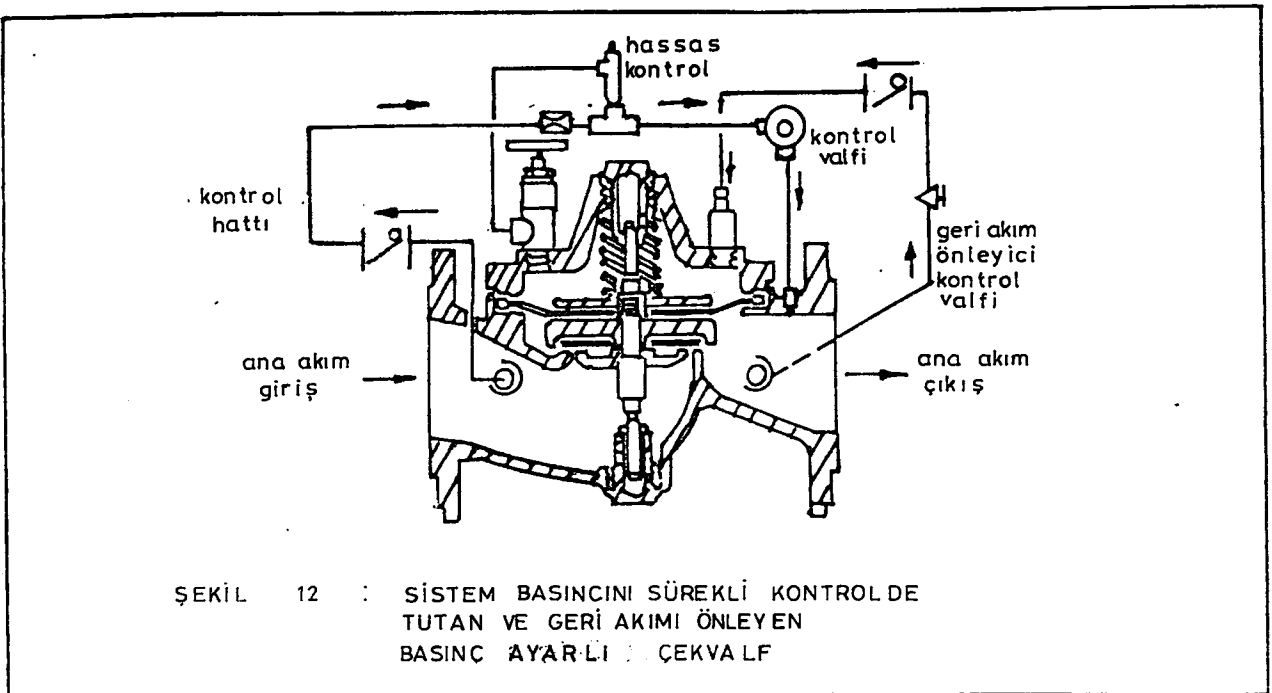


### 2.1.5.1. Bağlantı Elemanları ve Akım Hattı:

Sabit devirli multi hidrofor sistemlerin şematik gösterimi Şekil 11'de gösterilmiştir. Değişken basınç altındaki besleme suyu, yüksek basınca ulaştırılacağı pompaya emme kısmından girerek akışa katılır. Bu değişken basınçlı su, basınç ayarlı çekvalfe (Şekil 12) girer ve basınç dizayn şartlarında istenilen sabit basınca getirilir. Akım geri döner ve basınç ayarlı çek-valf'ın kontrol özelliğinden faydalanılarak paralel pompa devresi korunmuş olur. Ayrıca basınç dalgalanmalarının sebep olduğu ani akım değişiklikleri önlenmiş olur.

Basınçlandırılmamış tank gibi su basıncının küçük değerlerde kalacağı tahmin edilen sistemlerde ve pompa basma kapasite eğrisinin düşük olduğu sistemlerde normal çekvalfler kullanılabilir. Bu, istenilen sabit dizayn basıncından küçük artışlara sebep olacaktır. Değişik boyutlarda pompalar kullanıldığında sistemin, dizayn şartlarından daha fazla veya az basma yüksekliğinde çalışmasına, sıfır akımda veya minimum akımdan daha az debiyle çalışmasına karşı sistem, aşırı bakıma ihtiyaç duyar. Santrifüj pompadan kaynaklanan akımdaki azalma, pompa basma yüksekliği - kapasite eğrisinin gerektirdiği şekilde pompa toplam basma yüksekliğindeki artışla karşılanmış olur. Eğer sadece çekvalfler kullanılırsa, bütün pompaların ve valflerin düzensiz akımdan korunması tercih edilir.

Pompanın susuz çalışması, su sıcaklığının pompanın döküm kısımlarında yükselmesine sebep olacaktır. Sıcaklığın pompanın güven sınırında tutulması için sıcak su termal boşaltma valfleri vardır ve sıcak su burdan tahliye edilir. Bu valf kendisinden kontrollü termostatik valf olabileceği gibi sıcaklık kontrolörü tarafından harekete geçirilen selenoid valfte olabilir.



### 2.1.5.2. Pompa Kontrol Paneli:

Fabrikada hazırlanmış basınç yardımcı paketin avantajlarından biri, önceden elektrik bağlantıları tamamlanmış, test edilmiş ve montaj edilmiş olduğu için uygulaması kolaydır, minimum bağlantı alanı gerektirir. Uygun pompa sisteminin sağlanmasına ek olarak kontrol paneli, uzaktan kumanda üniteleri için çalışma ve güvenlik kontrolleri ve devre bağlantıları için elektriksel kilit sistemi içermektedir.

Standart elemanlar ve isteğe bağlı ilave edilecek elemanlar bir fabrikadan diğerine değişmektedir. Standart panellerle beraber kullanılan parçalar aşağıda listelenmiştir:

- Çekik muhafaza,
- Senkron transformör,
- Kumanda kontrol devresi,
- Selektör anahtarı,
- Düşük emme basıncı kontrolü,
- İşletme anahtarı,
- Yol verici (işlem sıra kontrolü)
- Pompa hata kilitleri,
- Minimum çalışma saati,
- Kontrol ışığı.

İsteğe bağlı kullanılan elemanlar;

- Güç kaynağı sigorta bağlantı ayırıcısı veya devre kesicisi,
- Muhafaza kapak kiliti,
- Yüksek su sıcaklığı kontrolü,
- Yüksek sistem basıncı kontrolü,
- Program saati,
- Geçen zaman ölçeri,
- Düşük sistem basınç ölçeri,
- Düşük su seviyesi anahtarı,
- Acil durum güç anahtarı,
- Alarm devresi,
- Düşük debi kesici,

- Kombine muhafaza,
- Güç ekonomikleştirme devresi,
- Ek kontrol ışığı.

### **2.1.5.3. Tanksız Sabit Hızlı Çoklu Hidrofor Sistemlerinin Çalışma Prensipleri:**

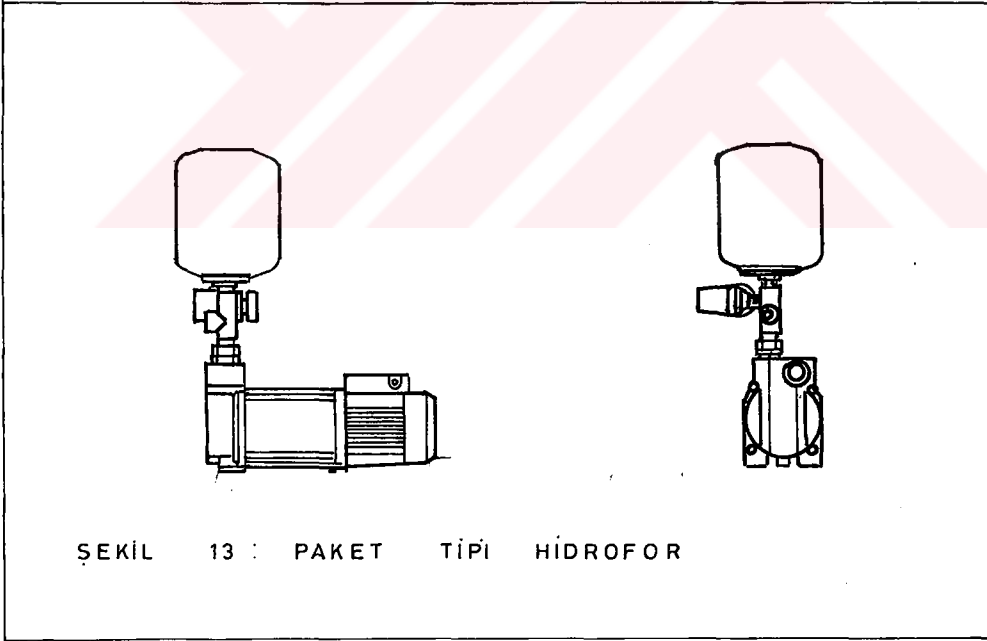
Tipik bir bağlantı şeması, olayların izlenmesini sağlar. İki pompanın selektör anahtarı ile otomatik konumda, bütün güvenlik ve çalışma kontrolleri devredeyken ana pompaya güç gelir ve birinci pompa devreye girer. Sistemin su ihtiyacı arttığında, akımını, debiyi veya sistem basıncını hisseden kontrol düğmesi devreye girerek ikinci pompayı çalıştırır. Bu pompa, su ihtiyacı azalana kadar devrede kalır, ihtiyaç düşünce anahtar açılır, ikinci pompa durur. Eğer devreye bir minimum çalışma saati eklenmişse, pompa anahtarın durumuna bakmaksızın kurulu zamanın sonuna kadar çalışır. Bu saat ikinci pompayı, hızla değişen debi ihtiyacında pompanın kısa sürede devreye girip çıkmasını önler.

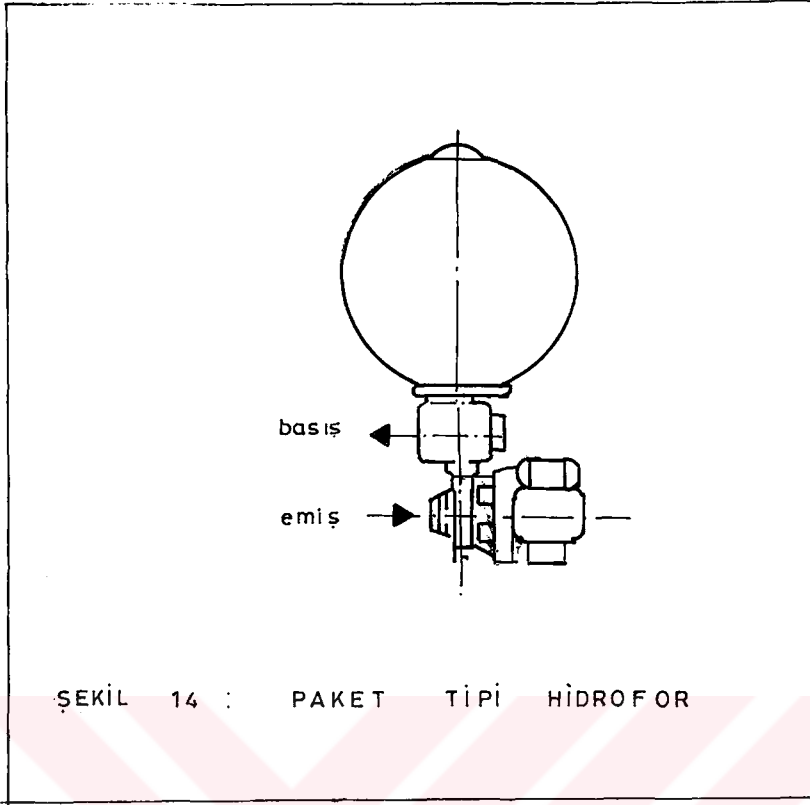
Test veya tehlike anında her iki pompanın selektör anahtarları el modunda çalıştırılabilir. Bu durumda çoğu güvenlik ve çalışma kontrolleri by-pass yaptırılabilir. Birinci pompa aşırı ısınmadan veya starter arızasından dolayı çalışmazsa anahtar otomatik olarak ikinci pompayı çalıştırır. Birinci pompa, yüksek emme basınç kontrolü veya düşük debi kontrolü gibi devrenin kesilmesi gibi bir durum olmaması halinde çalışmaya devam edecektir. Bazı üniteler eşit ölçülü pompaları elle veya otomatik çalıştırarak değiştirme özelliğine sahiptir. Bu özellik pompalar arasında aşınma miktarını eşitler.

Sisteme ek pompa ilavesi ile mevcut kapasiteyi yükseltmek mümkündür. Bu ilave sesteme aşırı bir maliyet getirmemektedir.

### 2.1.6. PAKET TİPİ HİDROFORLAR

Domestik kullanım için ideal olan paket tipi hidroforlar bir ya da birkaç dairesel konutlarda veya villalarda kullanılmak üzere tasarlanmış hidrofor sistemleridir. Elektrik motoruna bağlı pompanın miline direk olarak bağlanmış pervanenin suyun hızını artırması esasına göre çalışırlar. Tam sessizliği temin etmek için motorda kapalı ve sessiz rulmanlar kullanılır ve motor balans edilir. Su sızdırmazlığı için keçeler kullanılır, pistonlu pompa sistemlerinde olduğu gibi salmastra problemi olmamaktadır. Membranlı tüp, çalışma basıncının üç katı basınçla test edilir. membranın içindeki basınçlandırılmış havaya yastıklama havası denilir. Yastıklama havasının suda erimesini önlemek için lastik membran kullanılarak su ile havanın teması önlenmekte ve böylece yastıklama havasını takviye etmeye ihtiyaç kalmamaktadır. Lastik membran, basınçlı bir tüpün içine yerleştirilmekte ve genellikle üst kısmında bulunan bir sübap vasıtasıyla hava basılmaktadır. Bu tüp, hidrofor pompası ile irtibatlandırılmaktadır. Küçük kapasitelerde kullanılan paket tipi hidroforlar Şekil (13) ve Şekil (14)'te görülmektedir.





ŞEKİL 14 : PAKET TİPİ HİDROFOR

Şekil (13)'de görülen membran, ihtiyaç duyulması halinde değiştirilebilir. Şekil 14'de kullanılacak hidrofor tipinde membranda oluşacak arıza durumunda tankın değiştirilmesi gerekmektedir.

Paket tipi hidroforlar ucuz olup az yer kaplar. İşletmeye alınması kolay ve basittir. Montaj için ayrıca kaide yapmaya ihtiyaç duyulmaz, hafiftir. Şasenin altına koyulacak kauçuklar sayesinde titreşim önlenmiş olur. Paket tipi hidroforlar da piston pompalı hidroforlar gibi bir ya da bir kaç dairesel konutlarda veya konutlarda kullanılabilmesine rağmen, paket tipi hidroforların diğerlerine göre mekanik aksamı çok azaltıldığı için arıza oranı da en aza inmiştir.

Pompa milinin direk motor üzerine akuple olarak bağlanması, kaplin sorununu çözmüştür. Kullanım suyu debisi muntazamdır. Pratik olarak kapasitesi oranınca istenilen miktarda yükseltileme imkanı vardır.

### 2.1.6.1. Paket Tipi Hidroforların Ana Parçaları:

Paket tipi hidroforlar altı ana parçadan oluşmaktadır:

1. **POMPA:** Pompa, elektrik motoruna malle akuple edilmiş döküm bir gövdeye sahiptir. Birbirleriyle ters yönde çalışan iki santrifuj pervane ve pervanelerin arasında yer alan bir diskten oluşur. Mekanik salmastra veya küçük pompalarda keçe ile sızdırmalık sağlanmıştır. Pervaneler birbirleriyle ters yönde çalıştığı için vuruntu problemi ortadan kalkmıştır.

2. **MEMBRANLI BASINÇ TANKI:** Önceden basınçlı hava ile doldurulmuş tank, sistemi sabit tutulmak istenilen basınçtır ve tesisat basıncının dengelenmesini sağlar.

3. **SESSİZ ÇEK-VALF:** Sadece hidroforlar için üretilmiş olan çek-valf, plastik malzemeden imal edildiği için çalışma sırasında meydana gelen ve tesisat boyunca yayılan çek-valf çarpma sesi sözkonusu değildir. Bu nedenle daire içinde çok sessiz çalışarak ideal kullanım sağlanmış olur.

**KOLLETÖR BORULARI:** Pompanın emiş ve basış bağlantılarının yapıldığı borulardır. Nemli ortamda çalıştığı için korozyona karşı korunulmalıdır.

**BASINÇ ŞALTERİ:** Basınçlandırma tankının küçük kapasiteli oluşu nedeniyle paket tipi hidroforlar, sık olarak devreye girip çıkarlar. Bu nedenle basınç şalterinin elektriksel ve mekanik dayanımı çok büyük önem taşır. Yüksek mekanik dayanıma ihtiyaç duyan şalter, pompanın besleme hattı yerine kumanda hattı üzerine yerleştirilerek ömrü uzatılmış olur.

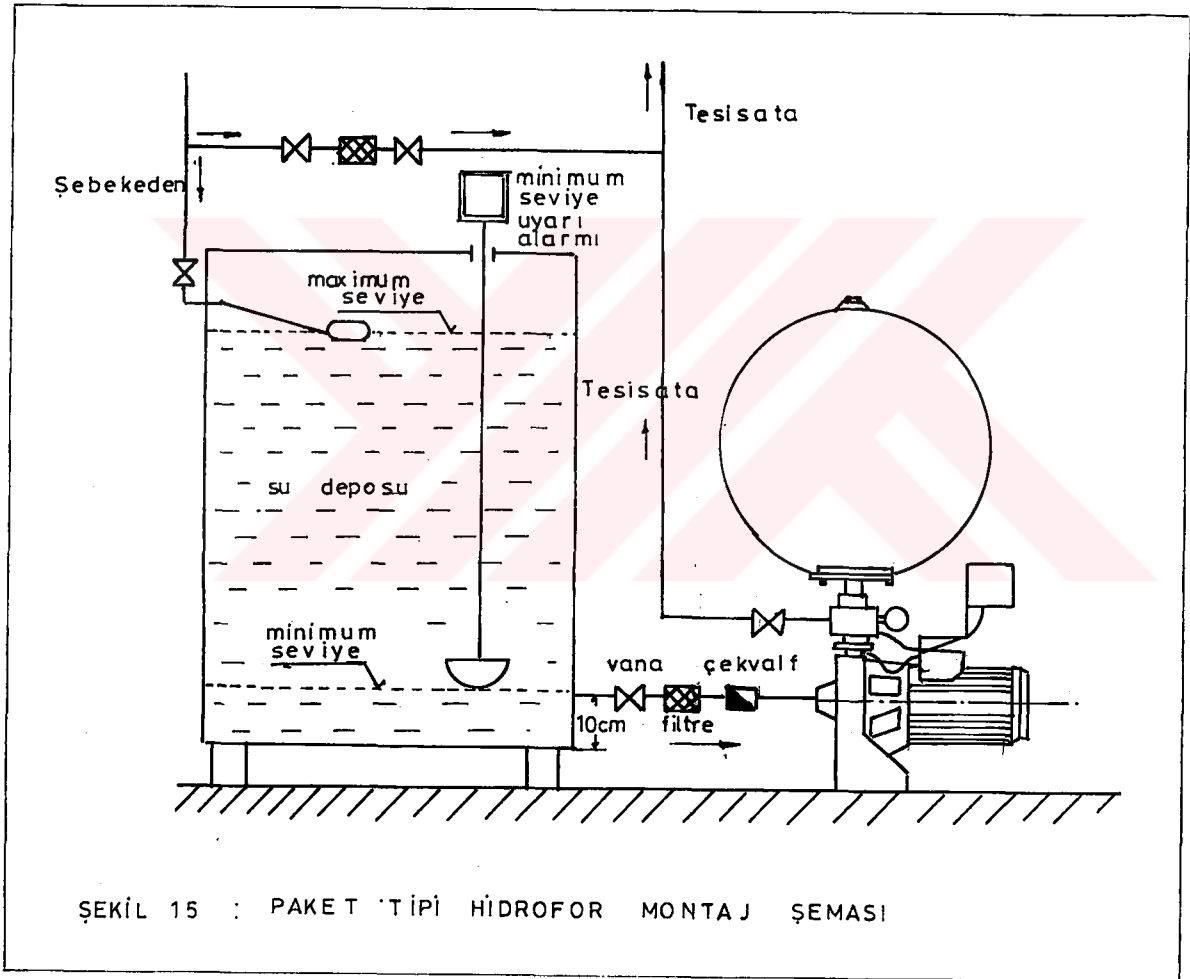
**ELEKTRİK KUMANDA TABLOSU:** Pompayı tahrik eden elektrik motorunun kumandası için hidrofor setleri üzerine elektrik kumanda kutusu yerleştirilir. Kumanda panosu üzerinde çalışma ve arıza lambaları, paket şalter ve seviye şalteri bağlanabilir.

### 2.1.6.1. Paket Tipi Hidroforların Çalışma Prensipleri:

Membran içinde bulunan basınçlandırılmış hava, belirli basınç değerleri arasında devreye girer ve çıkar. Su kullanılmaya başlandığı anda membran içinde hava tarafından sıkıştırılmış olan su, yeterli tazyikle kullanıcıya ulaşır. Alt değere ulaşıncaya basınç şalteri kapanır ve elektrik motoru pompayı tahrik ederek gerekli olan suyu sağlar. Membran tekrar su ile dolarak havayı sıkıştırır. Küre sayesinde basınçta meydana gelecek dengesizlikler ortadan kalkar ve sürekli sabit basınçta ve kesintisiz su sağlanılmış olur.

### 2.1.6.3. Paket Tipi Hidroforların Montajı ve İşletmeye Alma:

Paket tipi hidroforlar su deposuna nazaran daha alçakta veya en azından aynı seviyede olmalıdır. Hidroforun bina tesisatına veya su deposuna olan bağlantıları kasıtsız olmalı, emiş ve basış hatlarına harici bir ağırlık veya kuvvet etki etmemelidir. Hidrofor susuz çalıştırmaya karşı korunulmalıdır. Su deposuna bağlı çalışması durumunda bir seviye şalteri depoya sarkıtılmalı ve pompaların emiş yapabilecekleri asgari su seviyesine ayarlanmalıdır. Direk şehir şebekesine bağlı çalışılması durumunda emiş hattına da basınç şalteri takılmalıdır. İlk çalıştırmada pompanın havası alınmalıdır.



Montajdan önce pompanın serbestçe döndüğü kontrol edilmelidir. Hidrofor grubu iyice havalandırılan, kapalı ve ortam sıcaklığı 40 °C'yi geçmeyen yere montaj edilmelidir.

Emiş borusu en az pompa girişi çapında veya kollektör borusu çapında olmalıdır. Emme mesafesinin uzun olması durumunda boru çapı biraz daha büyük olmalıdır. Emme borusu

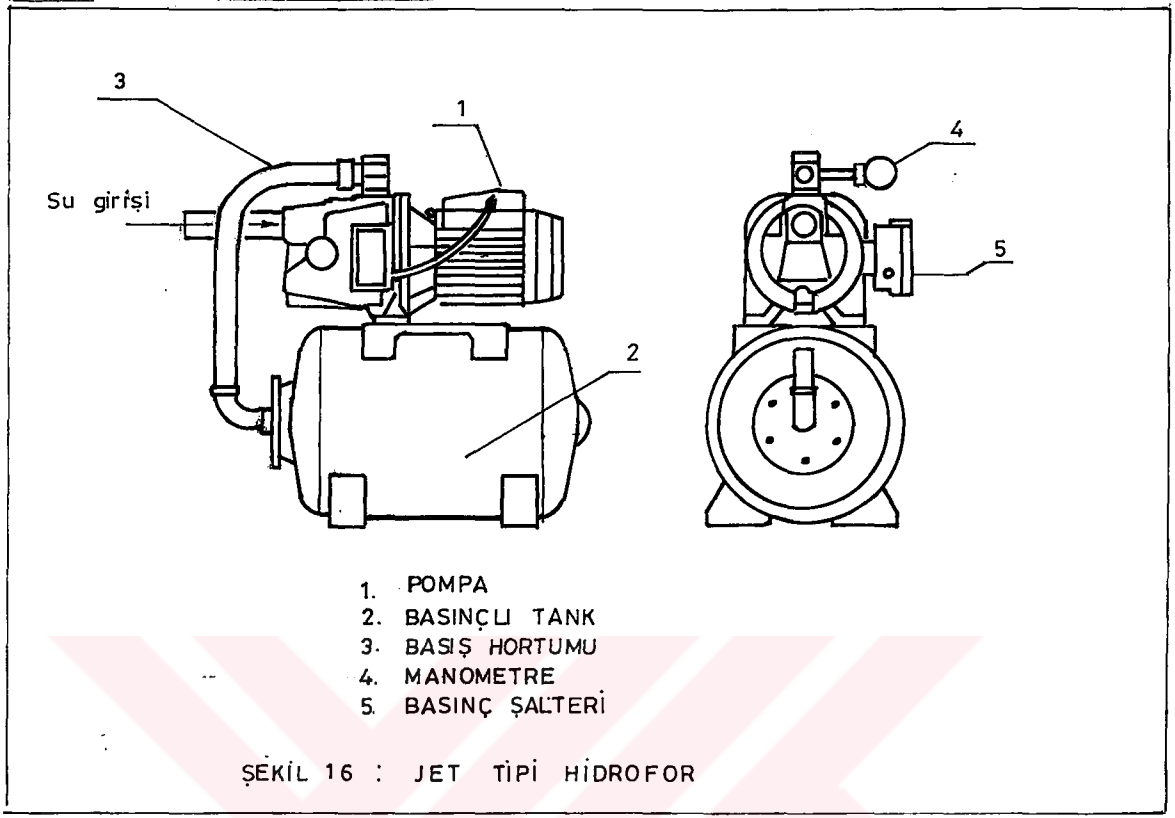
pompaya doğru biraz meyilli yapılmalıdır. Hava tutmaması için emiş hattı kesinlikle sızdırmaz olmalı ve hattın ucuna klape konulmalıdır.

Sıfır derecenin altındaki sıcaklıklarda pompanın çalıştırılması durumunda pompadaki ve boruladaki su kesinlikle boşaltılmalıdır. Aksi halde donma dolayısıyla pompa gövdesi çatlayabilir. Normal kullanımlarda da hidroforun uzun süre kullanılmaması durumunda boşaltma işlemlerinin yapılması tavsiye edilir.

#### **2.1.6.4. Jet Tipi Hidroforlar:**

Özellikle suyun bir kuyudan emildiği durumlar için dizayn edilmiş hidrofor tipleridir. 7.5 m. derinlikten su emebilen jet tipi hidroforlar, bir pompa ve membranlı bir basınç tankından oluşmaktadır. Basınçlandırma tankı ile pompa arasında çelik örgüyle takviye edilmiş fleksibl hortum bağlantıyı sağlar. Domestik kullanımlar için ideal olan hidrofor oldukça sessiz çalışır. Montajda ayrıca kaide gerektirmez, kauçuk ayakları titreşimi önler. Üzerinde isteğe bağlı olarak yerleştirilmek üzere susuz çalıştırmaya karşı emniyet tertibatı, sessiz çalışan çekvalf ve pislik tutucu filtre mevcuttur. Susuz çalıştırmaya karşı sistem otomatik olarak durur ve su geldiğinde sistem tekrar işletmeye girer.

Aşağıda yer alan şekil 16'da Jet tipi hidroforlardan bir örnek yer almaktadır.



Montaj esnasında emiş hattı ile su deposu bağlantı hattı iç çapının aynı olmasına dikkat edilmelidir.

## 3. HİDROFOR SEÇİMİ, YERLEŞTİRİLMESİ

### 3.1. HİDROFOR SEÇİMİ:

Hidrofor seçimin uygun biçimde olması, mevcut dizayn bilgilerinin kesinliğine bağlıdır. Deneyimler göstermiştir ki su basıncı yetersizliğinin en önemli nedeni, boyutlandırmanın gereğinden büyük yapılmasıdır. Eldeki bilgiler, pompa yerleştirilmesi için uygun olmayan kabataslak değerler veya eski veriler olabilir. Bundan dolayı bir sisteme gerekli hidrofor kapasitesinin belirlenmesi için öncelikle eldeki bilgileri doğruluğu tahkik edilmelidir. Sistem için yetersiz basınçta bir hidrofor seçiminin yanlışlığı kadar gereğinden büyük hidrofor seçimi de, ekstra enerji, maliyet, boyut gibi nedenlerle de hatalıdır.

Hidrofor seçimi yapılırken sarfedilen su miktarına karşılık gelecek debiyi, hidroforun basma yüksekliğini ve gereken su deposu hacmini tesbit etmek gerekir.

**1. Debi:** "Q" harfi ile gösterilir;  $m^3/h$ , lt/h veya lt/dk birimleriyle ölçülür. Bir pompa veya hidroforun; saat, saniye veya dakika cinsinden seçilen birim zaman içinde aktığı su hacmine, hidrofor debisi denilir.

**2. Basma Yüksekliği veya Basınç:** "H" simgesi ile gösterilir. mSS, atü, bar birimleri ile ölçülür. pompanın veya hidroforun suya verdiği basınç bu birimlerle gösterilir.

**3. Tank Hacmi:** "V" harfi ile gösterilir. lt veya  $m^3$  birimleri ile ölçülür. Hidrofor deposunun toplam iç hacmidir.

### 3.1.1. HİDROFOR KARAKTERİSTİKLERİNİN SEÇİMİ:

Debi ihtiyacının belirlenmesi: Su ihtiyacının belirlenmesi en zor ve tartışmalı konulardan biridir. Ortalama saatlik ihtiyaç miktarı, sistemdeki pompalar arasında sistem ihtiyacının belirlenmesinde yardımcı olur. Optimum debi seçimi, pompaların bakım ihtiyacını ve toplam enerji tüketimini en düşük seviyede tutar.

Pompanın Gücü: Pompanın, su sarfiyatına göre basması gereken suyu ve basma yüksekliğini sağlayacak olan güç miktarıdır. Formüle eerssek:

$$N = \frac{Q \times H}{270 \times \eta} \quad (3.1)$$

N = Hp olarak motorun gücü

Q = m<sup>3</sup>/h olarak debi

H = Pompa azami basma yüksekliği (mSS)

η = Pompa verimi

Motor gücü hesabı, gerekli güçten yaklaşık %25 fazla seçilir.

Ana su deposu hacmi: Hidroforu besleyecek olan ana su deposu, binanın bir günlük su ihtiyacını karşılayabilecek büyüklükte olmalıdır. Bu nedenle önce, binanın günlük su tüketimini belirlemek gerekir. Binaın günlük su tüketimi için Tablo 4'den faydalanılabilir:

TABLO 4: Binaların Ortalama Günlük Su Tüketimi

		litre / gün insan
Duşsuz, banyosuz konutlar için	60-80	" " "
Duşlu konutlar için	80-150	" " "
Banyolu konutlar için	120-200	" " "
Duşlu otel ve misafirhaneler	100	" " müşteri
Banyolu otel ve misafirhaneler	150	" " "
Lokantalar	20-100	" " "
Hastaneler	250-500	" " Hasta
Okullar (Gündüzcü)	5	" " Öğrenci
Okullar (yatılı) ve yurtlar	80-100	" " "
Kreşler	80-120	" " Çocuk
Kışlalar, polis enstitüleri	60-80	" " Şahıs
Yüzme havuzları	50-150	" " "
Spor salonları	20-80	" " "
Kapalı çarşılar	3-5	" " m <sup>3</sup>
İstasyonlar		
a. Yolcu başına	1-2	" "
b. Lokomotif başına	6000-8000	" "
c. Vagon başına	2000-5000	" "
Garajlarda		
a. Binek arabası başına	100	" "
b. İkibuçuk tondan yukarı kamyon	200	" "
c. Otobüs başına	300	" "

Hidrofor Pompası: Hidrofor pompası, su sarfiyatının en fazla olduğu saate göre saptanır. Günlük su tüketimi günün belirli aralıklarına eşit olarak yayılmaz. Günün belirli saatlerinde su tüketimi artar, yani aynı anda açılan musluk sayısı artar. Hidroforun debisi hesaplanırken aynı anda açılan musluk sayısını dikkate almak gerekir. Bu hesabı yapabilmek için eşzaman faktörü kullanılır. Eşzaman faktörü en fazla su tüketilen zaman diliminde toplam depo hacminin yüzde kaçının tüketildiğini gösterir. Örneğin %40 eşzaman faktörü, toplam depo hacminin %40'ının en çok su tüketilen saatte kullanıldığını anlatır. Hidroforun saatte vermesi gereken su debisi, su tüketiminin en fazla olduğu saatteki tüketimin 1.1 katı olarak alınır. Çeşitli binalar ait eşzaman faktörleri (Tablo 5)'te yer almaktadır.

Tablo 5: Çeşitli Binalara Göre Eş Zaman Faktörleri

10 daireye kadar olan binalarda	$\emptyset = 0,40$
11-20 daireye kadar olan binalarda	$\emptyset = 0.35$
20 daireden fazla olan binalarda	$\emptyset = 0.30$
Sayfiye, çiftlik evleri ve benzerleri	$\emptyset = 0.60$
Otel ve misafirhanelerde:	
20 Yatağa kadar	$\emptyset = 0.40$
20-50 Yatağa kadar	$\emptyset = 0.30$
50 Yataktan fazla	$\emptyset = 0.025$
Hastanelede:	
50 Yatağa kadar	$\emptyset = 0.35$
51-500 Yatağa kadar	$\emptyset = 0.25$
501-1000 Yatağa kadar	$\emptyset = 0.20$
1000 Yataktan yukarı	$\emptyset = 0.15$
Çocuk yuvaları ve yurtlar	$\emptyset = 0.40$
Kışlalar ve polis enstitüleri	$\emptyset = 0.35$
Okullar	$\emptyset = 30$

Basma yüksekliği: Bir hidrofor, binanın en yüksek noktasındaki muslukta  $P_e$  çıkış basıncını sağlayabilmelidir. En yüksek noktada  $P_e$  çıkış basıncını sağlayan hidrofor basıncı, hidroforun minimum basıncıdır ve alt basınç değeri olarak adlandırılır.  $P_1$  alt basınç değeri, binanın yüksekliğinden dolayı meydana gelen basınç kaybının yanı sıra borulardaki basınç kaybı,  $P_e$  çıkış basıncı, emme dolayısıyla meydana gelen basınç kaybını karşılamalıdır. Dolayısıyla tüm basınç kayıplarını toplamı olarak hesaplanır.

$$P_1 = H_f + h_s + P_e + H_r = (mSS),$$

$$P_1 = \text{Hidroforun alt basınç değeri (mSS)},$$

$$H_f = \text{Bina yüksekliği (mSS)}$$

$$H_s = \text{Emme yüksekliği (mSS)},$$

$$P_e = \text{En yüksek muslukta çıkış basıncı (mS)}$$

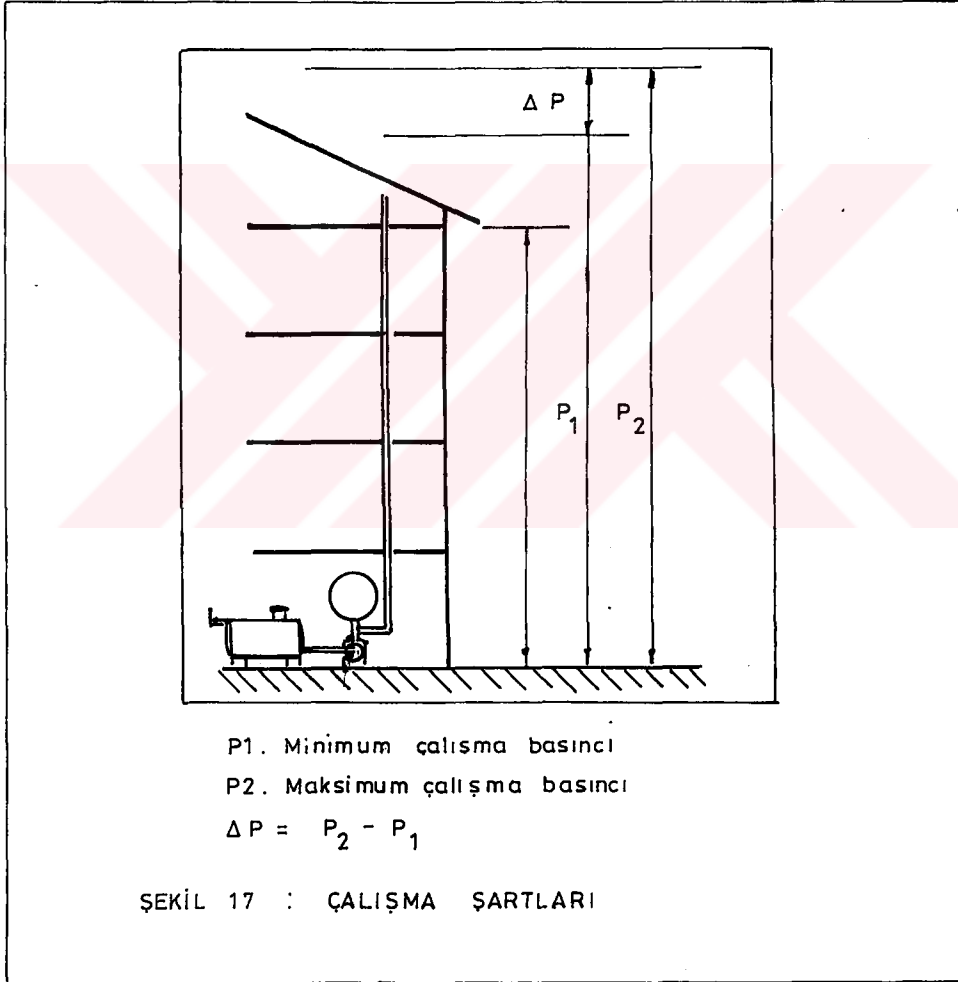
$$H_r = \text{Borulardaki ve tesisattaki basınç kayıpları (mSS)}$$

En yüksek muslukta çıkış basıncı genellikle 5 ile 10 mSS arasında kabul edilir. Borulardaki ve tesisattaki basınç kayıplarını belirlemek için yaklaşık olarak pratik hesap yöntemi

kullanılır. Örneğin borulardaki basınç kaybının bina yüksekliğinden dolayı meydana gelen kaybın onda biri olduğu varsayılır.

$$H_r = 0.1 \times H_f \quad (3.3)$$

Üst basınç değeri: Bir hidrofora ait alt basınç değeri, hidrofor tankındaki en az basınç değeridir. Basınç tüketim dolayısıyla bu değer altına düştüğünde pompa çalışmaya başlayacaktır. Pompanın durduğu basınç değerine üst basınç değeri adı verilir. Üst basınç değeri, alt basınç değerinden 1 ya da 1.5 atü daha yüksek seçilir. Doğal olarak hidrofor üst basınç değeri, hidroforun verebileceği en yüksek basınç değerinden daha düşük olmak zorundadır.



Basınç Şartları: Dört basınç değeri hidrofor belirlenmesinde önemli rol oynar. Sistem dizayn basıncı, minimum emme basıncı, maksimum emme basıncı ve kabul edilir minimum sistem basıncı. Sistem dizayn basıncı ile minimum emme basıncı arasındaki fark, pompanın

dizayn debisinde geliştirilmiş basma yüksekliğini saptamada kullanılır. Kesin olmayan değerler, hatalı pompa mili boyutlandırmasına ve yanlış motor gücü seçimine neden olur.

Sistem dizayn basıncı, kesin ve net doğrulukta hesaplanabilir. Bununla beraber şebekeden su temini için işletmenin emme basıncı hakkında kesin bilgi elde etme zordur. Minimum ve maksimum basınçlar çoğu zaman ortalama şehir geneli değerlerinden hesaplanır. 35 kpa'lık minimum emme basıncı hatası, bir sonraki büyüklükte motorun seçilmesine neden olacaktır.

Maksimum emme basıncını, pompa çalışma basıncı, boru donanımı ve pompaya paralel by-pss bağlantısı gerektirecek etkili bir basıncın olup olmadığı belirler.

Yerleşim Tipi: Binalar için saatlik ihtiyaç miktarının belirli olmadığı durumlarda yerleşim şekli, gerekli tank hacmini ve pompa sayısını belirlemede kullanılabilir. Yerleşim tipi, çoğu hidrofor imalatçıları için pompa boyutlandırmada ve hidrofor seçiminde veri olarak kullanılır.

### 3.1.2. HİDROFOR SEÇİM ÖRNEĞİ:

20 daireli, 6 katlı, 18 m yüksekliğindeki bir konut için hidrofor seçimi yapalım:

Önce ana su deposu hacmini hesaplarız:

Her dairede ortalama beş kişinin yaşadığını kabul edersek eş zaman faktörü tablo (5)'ten  $\emptyset$  0.35 kabul edilir.

Yine günlük su tüketimi tablo (4)'den duşlu konutlar için ortalama 100 litre / gün kabul edilirse;

$$Q_a = \text{Kişi sayısı} \times \text{Günlük su ihtiyacı} \times \text{Daire sayısı}$$

$$Q_a = 5 \times 100 \times 20$$

$$Q_a = 10.000 \text{ litre - gün}$$

11 - 20 daire için eşzaman faktörü  $\emptyset = 0.35$ 'tir.

$$\emptyset_1 = \emptyset \times Q_a$$

$$\emptyset_1 = 0.35 \times 10.000$$

$$\emptyset_1 = 3500 \text{ lt / saat}$$

Maksimum kullanma saatindeki debi:

$$\emptyset = 1,1 \times Q_1$$

$$Q = 3850 \text{ lt/saat}$$

Hidroforun alt basınç değeri hesaplanması,

$$P_1 = H_f + h_s + P_s + H_r$$

Hidroforun setinin bir tanka bağlandığını kabul edersek;

$$h_s = 0$$

En yüksekteki musluğun basıncını 5 mSS kabul edelim;

$$P_1 = 18+5+0.1 \times 18$$

$$P_1 = 24.8 \text{ mSS}$$

Hidroforun alt basınç değeri 25 mSS yani 2.5 at kabul edilir. Üst basınç değeri ise bundan 1 ya da 1.5 at fazla seçilir. Yani st basınç değeri ise 4 at kabul edilir.

Sonuç olarak seğilecek hidrofor seti için gerekli veriler:

$$\text{Debi} = 3850 \text{ lt/saat}$$

Hidrofor basınç ayarı 2.5 ~ 4 at selinde olacaktır.



### 3.2. GENEL OLARAK HİDROFORLARIN YERLEŞTİRİLMESİ

Hidrofor sistemlerinin kullanıldıkları yerlerde maksimum verim elde edebilmek ve optimum çalışma uygunluğunun sağlanması için hidroforların yeri ve montajı önem taşımaktadır. İstenilen basma yüksekliği ve basıncın tam olarak elde edilebilmesi, çalışma eğrilerinde uygun çalışabilmesi, hidroforu doğru yere, doğru şekilde montaj etmekle mümkün olur.

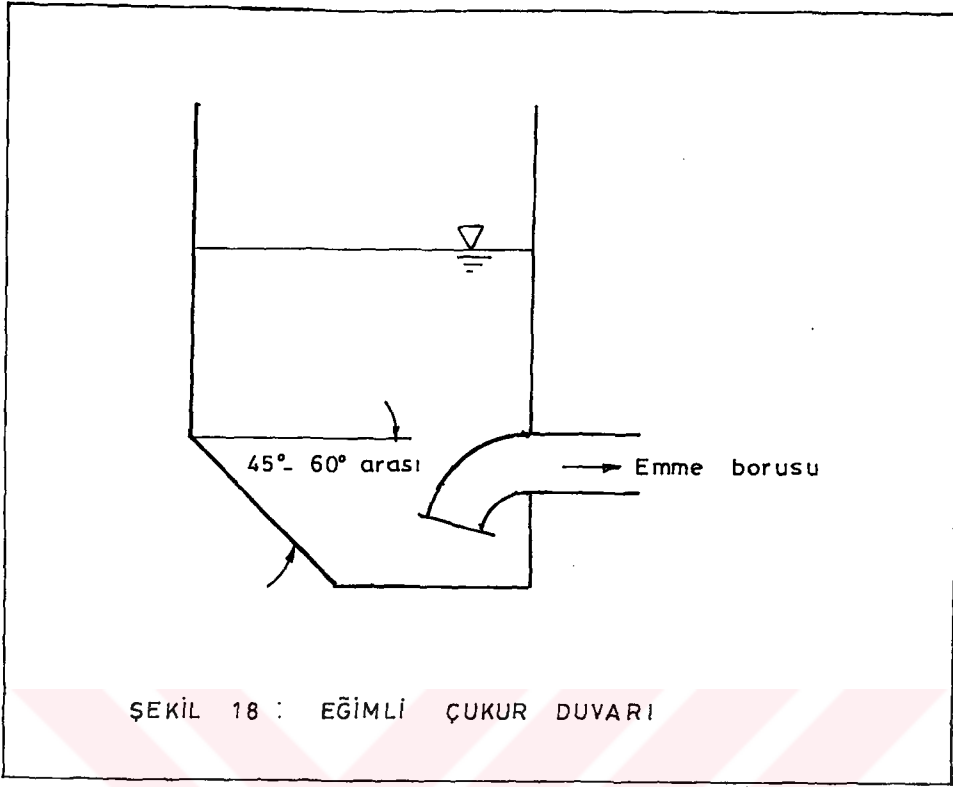
Genel olarak hidroforlar, olabildiğince nemsiz, kuru bir ortamda sağlam bir kaide üzerine yerleőtirmek gerekmektedir. Bağlantı civataları ile sistem betona tutturulmalı, çalışan mekanizmalar ile binanın tuğla duvarları arasında bağlantı yapılmaması titreşimlerin en aza indirilmesi açısından önemlidir. Su deposu ile çalışan hidroforlarda hidroforun su deposuna olabildiğince yakın olmasına ve bağlantısının düz yapılmasına, en az dirsek, fittings malzeme ile basınç kayıplarının minimuma indirilmesine özen gösterilmelidir.

Hidrofor sistemlerine kolaylıkla ulaşılabilmelidir. Su giriş ve çıkıőlarında ani basınç yükselmeleri ve düşümleri olabileceğinden yüksek basınca dayanıklı malzemeler kullanılmalıdır. Tam sessizliği temin edebilmek amacıyla pompa, depoya lastik takozlarla bağlanabilir.

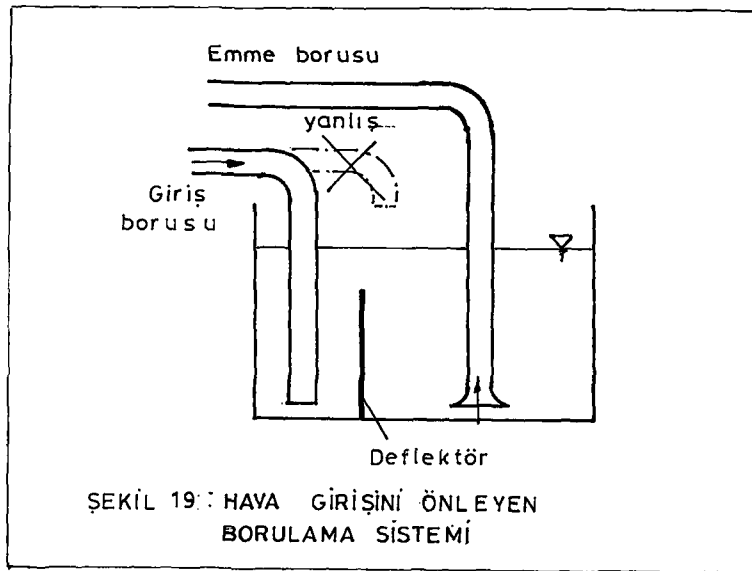
Sistemin emme ve basma hattına harici bir ağırlık etki etmemelidir. Boru bağlantıları kesintisiz yapılmalıdır. Bu amaçla fleksibl boru bağlantısı yapılabilir.

Su deposu ile bağlantısı olan hidroforlarda, depodaki suyun ağırlığıyla hidrofora rahatça akabilmesi açısından su deposunun hidrofordan daha yüksekte olması tavsiye edilir. Cihazın çalıştırılmadan evvel susuz çalışmaya karşı önlem alınması gerekir. Su deposuna bağlı çalışmada seviye Şalteri depoya sarkıtılarak pompanın emiş yapabileceği asgari su seviyesine ayarlanması önemlidir. Eğer hidrofor direk olarak Şehir Şebekesine bağlı çalışacaksa emiş hattına bir basınç Şalteri takılması, susuz çalışmayı önleyecektir. Cihaz ilk çalıştırmada pompa havası alınır. Alt ve üst çalışma değerleri belirlenmiő hidroforlarda istenilen basınç değerleri, basınç hattı çıkıőına bağlı basınç Şalteri üzerinden ayarlanır.

Pompanın suyu emdiği emme hattında kirli ve atık maddelerin direk olarak zeminden ve ölü noktalardan emilmesini önlemek için özellikle büyük kapasiteli sistemlerde emme borusunun önüne Şekil (18)'de görüldüğü gibi 45°'den 60°'ye duvarlar örölür.



Emme borusu olabildiğince kısa olmalı ve pompaya doğru kaba olmayan bir hat ile çalışmalıdır. Emme borusu ve giriş borusu, emme borusuna hava girişini önleyecek genişlikte olmalıdır. Giriş borusunun, ağzı her zaman Şekil (19)'de görüldüğü gibi sıvı seviyesinin altında olmalıdır.



Emme borusu girişi uygun derinlikte olmalıdır. Aksi takdirde çukurdaki suyun hareketi hava girişine ve vortekse neden olur.

Hidrofor ile su deposu bağlantısı ve hidrofor ile suyun çekildiği emme veya kuyu bağlantısı, hidrofor emiş hattı çapına eşit borular ile montaj edilmelidir. Özellikle kuyudan yapılan emişlerde, emme borusu önünde dip klapesi ve süzgeç kullanılması tavsiye edilir.

Santrifüj pompalarda kullanılan kaplinler rijit veya fleksibl olabilir. Rijit kaplinler genellikle çok iyi eksenlemelerde milleri bağlamak için kullanılır. Bu tip sistemlerde çok küçük dereceli sapmalar mil ve kaplin üzerinde önemli gerilmelere sebep olur. Fleksibl kaplinler ise elastik olduklarından bağlantı elemanları arasındaki kaçıklıkları sönümler ve ani şokları önler.

Hidrofor sistemi, basma hattı mümkün olduğunca az dirsek ile bina tesisatına bağlanmalı böylece istenilen basınçtan en az sapma sağlanarak en fazla enerji tasarrufu ve verim sağlanmalıdır. Basış hattına hidrofor tesisatları için üretilmiş özel sessiz ek-valf kullanılır. Boru çapına uygun ekvalften sonra araya vana konulur.

Montajı, işleme şartlarına uygun yapılmış bir hidrofor sistemi sessiz ve daha randımanlı çalışır, sistemin ömrü uzar. Sistem basıncı otomatik olarak ayarlandığı değerlerde çalışır.

## 4. HİDROFOR YARDIMCI ELEMANLARI

### 4.1. HİDROFOR KULLANILAN PİSTON VE SANTRİFÜJ POMPALARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Hidroforlarda gerekli yastıklama havası temini için kullanılacak pompalar, santrifüj veya piston pompalı olabilir. Pompalar genel olarak sıvıların taşınmasını sağlayan makinalardır. Sıvıların taşınması değişik şekillerde yapılabilir. İleri - geri hareket eden pistonlu pompalar, hızla dönen kanatlı bir çarkın suyun merkezkaç kuvvetiyle basınçlandırılan santrifüj pompalar.

Piston pompalarda suyun taşınması bir silindir içerisinde ileri geri giden bir pistonun yardımı ile yapıldığından su ancak kesik kesik taşınabilir. Bunun için emme ve basma donanımlarını zaman zaman açıp kapayan ventillere ihtiyaç duyar. Suyun borularda yapacağı kesik kesik hareketin önüne geçmek üzere su donanım borularına verilmeden evvel bir basma hava kazanına verilir ve borulardaki az çok değişmeyen basınç ile sürekli olarak donanım borularına gönderilir.

Santrifüj pompalarda, üzerinde kanatlar bulunan bir çark, fanı döndürerek suyu harekete geçirir ve meydana gelen santrifüj kuvvet bu suyu kanatlardan dışarı doğru atar. Böylece fanın içinde bir vakum oluşur ve emme borusundaki suyu harekete geçirir. Su, emme borusundan belirli bir hızla ve basınçla fana girer. Gövde içinde su, şeritlerin yön değiştirmesinin ve türbilansların oluşturduğu kayıpları minimuma indirecek şekilde dizayn edilir. Gövde içinde suyun üzerinde meydana gelen basınç, çıkış yani basma borusundaki suyu harekete geçirir. Santrifüj pompalarda su, üzerinde fan bulunan bir çark ile fırlatılarak taşındığından pistonlu pompalarda olduğu gibi vantillere ve hava kazanına ihtiyaç yoktur, su emme borularından basma borularına kadar kesintisiz bir akım olarak gider. Aşağıdaki tabloda pistonlu ve santrifüj pompaların karşılaştırılması yer almaktadır:

Tablo 6: Santrifüj ve Pistonlu Pompaların Karşılaştırılması

	<b>SANTRİFÜJ POMPALAR</b>	<b>PİSTONLU POMPALAR</b>
<b>DEBİ:</b> <b>Q</b>	Tümüyle muntazam bir şekildedir. Pratik olarak istenilen miktarda yükseltilebilme imkanına sahiptirler.	Kesik kesik olarak su verir. Bu kesikliği giderebilmek için hava tankına ihtiyaç duyulur.
<b>BASINÇ:</b> <b>H</b>	Yüksek basınçlar, ancak devir sayısını ve kademe adedini arttırmak suretiyle mümkündür.	Küçük devir adediyle büyük basınçlar temin edilebilir. Küçük debilerde bile yüksek verimlere ulaşılabilir.
<b>DEVİR SAYISI:</b> <b>(n)</b>	Normal devir sayısı, dakikada 1000 ile 3000 arasındadır.	Normal devir sayıları dakikada 100-300 arasında değişir. Elektrik motoru ile çalıştırıldıkları taktide redüksiyona ihtiyaç duyulur.
<b>YER İHTİYACI,</b> <b>AĞIRLIK,</b> <b>FİYAT</b>	Yüksek devir sayısı ve sürekli debi akımından dolayı büyük miktarlar, az bir yerle hafif ve ucuz makinalarla temin edilir.	Gidip gelme hareketinden ve küçük stroklardan dolayı büyük yere, fazla ağırlığa ve yüksek fiyata ihtiyaç duyar.

## 4.2. POMPALAR

### 4.2.1. POMPA BOYUTLANDIRMASI

Birden fazla pompa içeren çoklu sistemleri gözönünde alalım. Pompa boyutlandırma için gerekli veriler sistem bilgisi ve bileşen güçlerden belirlenir. Sistem bilgisi için:

$Q_D$  = Toplam dizayn debisi ( $m^3/h$ )

$H_\phi$  = Sistem çıkışında dizayn basıncı (mSS)

$H_S$  = Emme noktasında minimum basınç (mSS),

$Q_1, Q_2, Q_3$  = Pompaların her birinin debisi ( $m^3/h$ ),

Bileşen güçler için;

\* Pompa performans karakteristik eğrisi,

\* Basınç ayarlı valf-çekvalf akım eğrisi.

Daha sonra, maksimum dizayn şartlarındaki gerekli toplam basma yüksekliği hesaplanır:

$$H = (H_d - H_s) + H_v + H_r \quad (4.1)$$

$H$  = Gerekli toplam basma yüksekliği (mSS)

$H_d$  = Basınç ayarlı valf çıkışında sistem dizayn basıncı (mSS),

$H_s$  = Minimum dizayn emme basıncı (mSS)

$H_v$  = Basınç ayarlı valf kaybı (mSS)

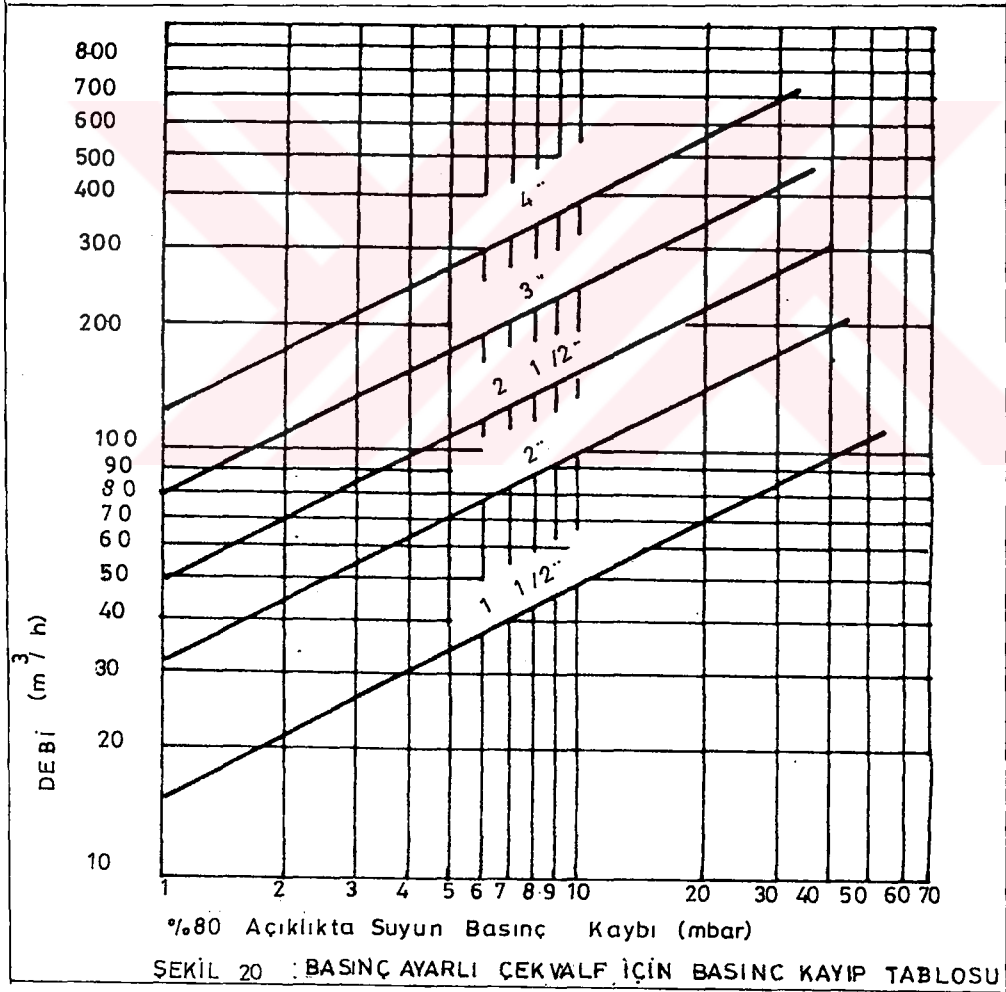
$H_r$  = Hidrofor sistemlerindeki diğer bütün hesaplanmış kayıplar (mSS).

Hidrofor sistemlerinde basınç ayarlı valf genellikle nominal boru hızı 2.4 m/s ile 5.5 m/s arasında alınarak hesaplanır.

$H_v$  - valf kaybı, Şekil (20)'den %80 açıklık şartı için bulunur. Valfin %80 açık olarak çalışması, basınç ayarı için tam olarak açık çalışma pozisyonuna göre tercih edilir.  $H_4$  sıcaklığı, giriş kısmındaki boru için basınç kayıpları ile çıkış kısmında dizayn kapasitesinde basınç ayarlı valfin kayıplarına karşılık gelirler. Hidrofor üreticileri, bu değeri hesaplarken farklı yöntem kullanırlar. Bir kısmı dizayn kapasitesi ve minimum emme basıncındaki kesin olmayan fazla

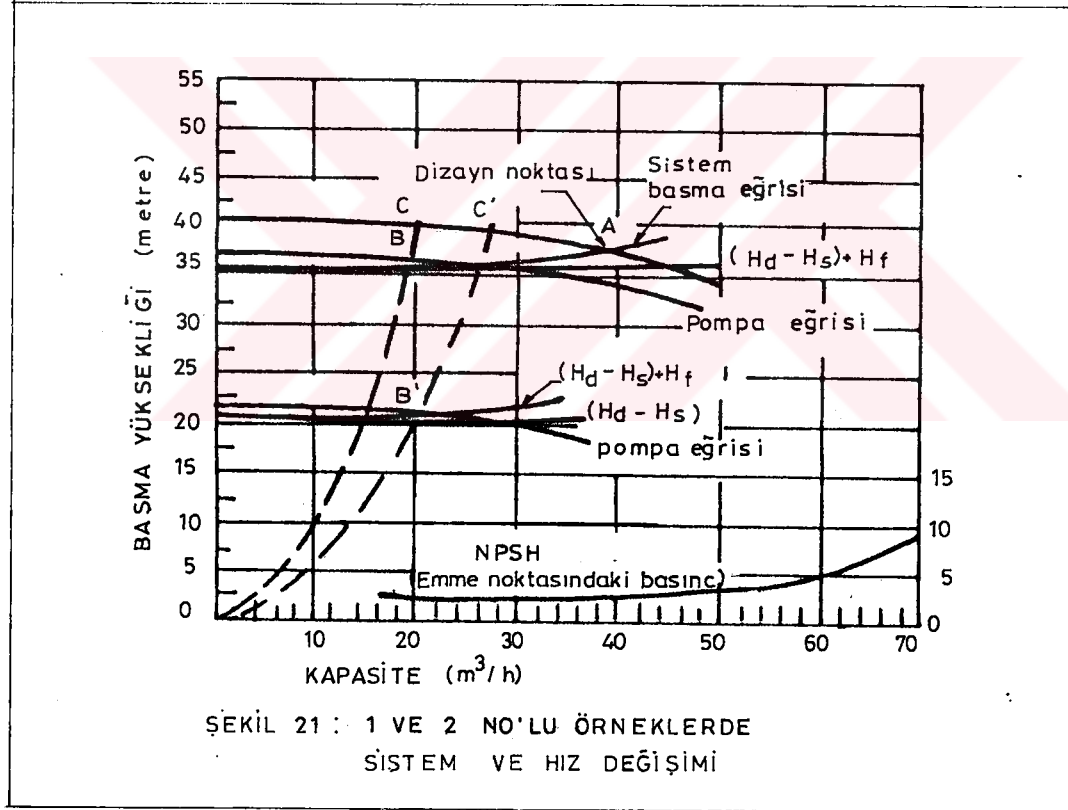
boyutlandırma ve hesaplamalar ile bu kaybı denkleştiren değerleri 1.5 m. veya %3'lük sabit sistem emme basıncı ( $H_d - H_s$ ) farkı ile hesaplarlar.

Bu kayıpların belirlenmesinden sonra en iyi basınç ayarlı valf ve pompa kombinasyonu boyutlandırılmış olur. Bu kombinasyonun belirlenmesinde dizayn için en etkili kriter ya düşük ilk maliyet ya da düşük çalışma maliyetidir. Genellikle en küçük kuvvetteki pompa ve en küçük kapasiteli basınç ayarlı çekvalf en düşük ilk maliyeti sağlarken en küçük motorla çalışacak pompa - basınç ayarlı çekvalf kombinasyonu en düşük çalışma maliyetini ortaya çıkaracaktır. Şekil (21)'de değişik pompa, basınç ayarlı valf ve bir veya daha çok pompa karakteristik eğrisiyle karşılaştırılarak bulunabilir.



Kullanılacak pompalar, en yüksek verimi belirleme açısından öncelikle en çok çalıştıkları debi ve basma yüksekliği eğrilerinden seçilir. Pompaların emme basıncı, minimum dizayn basıncını aştıkları anda basınç ayarlı valfin görevi, aşırı emmeyi kısırarak pompanın toplam basma yüksekliğini kontrol etmek ve dizayn basıncını sabit tutmaktır.

Debi ihtiyacı, maksimum dizayn şartlarından düşük olduğunda santrifüj pompalardaki basma yüksekliği, pompa karakteristik eğrisindeki daha yüksek değerlere arttırılacaktır. Basınç ayarlı çekvalfin görevi, aşırı basma yüksekliğini düşürerek sabit dizayn basıncını yakalamaktır. Bundan dolayı her pompa, kendi kapasite eğrisi üzerinde sistem basma yüksekliği düzenlenmiş olarak çalışır. Hidrofor sistemlerinde özellikle değişik boyutta birçok pompalar kullanıldığı takdirde bu pompaların basma yükseklik eğrilerinin birbirlerine uygun olması gerekmektedir.



Tablo (7): Basınç Ayarlı Çekvalf İçin gerekli Basma Yüksekliği

Basınç ayarlı çekvalf (mm) çapı	Debi (m <sup>3</sup> /h)				
	0	11	23	34	43
50 (2")	42.7	43.6	46	50.6	55.2
65 (2 1/2")	42.7	43	44.5	46.6	48.8
80 (3")	42.7	43	43.6	44.8	46.0

Bütün değerler mSS şeklindedir.

Herhangi bir çalışma noktasında diğer pompalar devrede olsun veya olmasın, shot-off sistemine sahip olan pompanın (ayarlanan değerden fazla akım geçmesi durumunda pompayı durduracak sistem) toplam basma yüksekliğinin, dizayn basma yüksekliğini aşması durumunda pompanın çalışmasına son verecektir. Ayrıca pompa kontrol sistemleri, herhangi bir pompanın tavsiye edilen minimum debiden daha az akımda çalışması durumunda devreye girecektir. Minimum emme basıncının çok düşük olduğu durumlarda pompalar için gerekli net pozitif emme yüksekliğindeki debileri kontrol edilmelidir.

#### 4.2.2. POMPA - BASINÇ AYARLI VALF SEÇİMİ

Toplam dizayn debisi  $Q_d = 86.3 \text{ m}^3/\text{h}$

Dizayn debisi  $Q_1, Q_2 = 43.1 \text{ m}^3/\text{h}$

Sistem çıkışında dizayn basıncı:  $H_d = 64 \text{ mSS}$

Emme kısmındaki minimum basınç:  $H_s = 21.3 \text{ mSS}$

Basınç ayarlı valf kaybı  $H_v = 11 \text{ m}$  (2" için)

Kabul edilen sürtünme kayıpları  $H_r = 1.5 \text{ mSS}$

Hesaplanan toplam basma yüksekliği:

$$H = (H_d - H_s) + H_v + H_r \quad \text{F (4.1)'den}$$

$$H = (64 - 21.3) + 11 + 1.5 = 55.2 \text{ mSS}$$

Tablo (7) kullanılarak  $43.1 \text{ m}^3/\text{h}$ 'lik dizayn debi alanındaki uygun basınç ayarlı çekvalf boyutları için H değerleri hesaplanarak tablo haline getirilir.  $H_v$  ve  $H_r$  değerleri debi oranının karesi ile değişirler.

Uygun pompa eğrisi üzerinde  $43.1 \text{ m}^3/\text{h}$ 'lik değer için H değeri işaretlenir. En az ilk yatırım veya en düşük enerji sarfiyatı sağlayacak uygun pompa - basınç ayarlı valf kombinasyonu seçilir.

3"lık basınç ayarlı valf boyutu için pompa eğrisi üzerine işaretlenen H değerleri, sistemin eğrisini oluşturur ve noktalar 3" valf için 75 kW'lık motor ve 162 mm'lik mil çapının uygun seçim olacağı hesaplanmıştır.

Pompanın dizayn kapasitesinin  $40.4 \text{ m}^3/\text{h}$ 'e düşürülmesi durumunda 2 1/2"lık basınç ayarlı valf ve 165 mm çapında boyutlandırılmış mil çapı ile ek bir güce ihtiyaç kalmayacaktır. Bu seçim ilk yatırım maliyetini düşüreceği gibi basınç ayarlı çekvalfin çalışma performansını da geliştirecektir. 2"lık basınç ayarlı çekvalf kullanımı için 11 kW'lık motor 9.8 kW'ta çalışacaktır ki bu seçim enerji açısından uygun değildir.

### 4.2.3. GÜÇ TÜKETİM HESABI:

Pompa için güç tekitimi, pompa milinin, hareketlendirici kısım tarafından çekilen mekanik enerjidir. Aşağıdaki (4.2) No'lu denklemle hesaplanır:

$$N = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{367 \cdot \eta} \quad (4.2)$$

N = Pompanın çektiği güç (kw)

$\rho$  = Özgül ağırlık (kg / dm<sup>3</sup>)

Q = debi (m<sup>3</sup>/h)

H = Pompa toplam basma yüksekliği (mSS)

$\eta$  = Pompa verimi

#### 4.2.4. POMPANIN TEST EDİLMESİ

Pompanın test edilmesindeki amaç, pompanın debi - basınç - güç ve verim eğrilerini elde etmektir. Test başlamadan evvel pompanın tam devirle dönmesi, işletme şartlarının elde edilebilmesini sağlar.

1. Debinin ölçülmesi - Bir pompanın debisini bulmak için en kolay yol, belirli bir hacimdeki deponun bu pompa ile ne kadar süre ile dolacağını tesbit etmektir. İkinci bir yöntem olarak zemini üçgen veya dikdörtgen savak kullanılmasıdır. Daha çok büyük debiler için kullanılır.

2. Basınçların ölçülmesi: Suyun yükselmesi için gerekli olan toplam "H" yüksekliği üç kısımdan oluşur: Toplam yükseklik, pompanın toplam basma yüksekliği "Hd", toplam emme yüksekliği "Hs" ve emme - basma monometreleri arasındaki "Hw" düşey yüksekliği ölçülerek bulunur.

Hd'nin ölçülmesi, basma borusu üzerine konulacak bir monometre ile yapılır. Hd ve Hs ölçüldükten sonra bunlara manometre ve vakumetre arasındaki yükseklik farkını ekleyerek toplam basma yüksekliği bulunur.

3. Devir sayısının ölçülmesi: Dönen milin punto deliğini devir ölçer saatinin ucuna koyarak saatin gösterdiği rakamı okumak yeterlidir.

4. Çekilen Gücün Ölçülmesi:

$$\text{Monofaze için} : N = \frac{E \cdot I \cdot \rho \cdot \text{Cos}\theta}{736} \quad (4.3)$$

$$\text{Trifaze için} : N = \frac{3E \cdot I \cdot \rho \cdot \text{Cos}\theta}{736} \quad (4.4)$$

E = İki iletken arası voltaj (Volt)

I = Akım (Amper)

$\rho$  = Motor verimi

$\text{Cos } \theta$  = Güç - faktör

N = Motor Gücü (HP)

#### 4.2.5. POMPA TİPLERİ VE YERLEŞTİRME

Emme tankına bağlantılı basit, tekli yatay santrifüj pompadan, çoklu dikey türbin tip pompalar, domestik su kullanımı basınçlandırılmasındaki hidrofor sistemlerinde kullanılırlar. Yüksek basınçlı ve yüksek debili hidroforlarda çift kademeli - aksenal pompalar veya çok kademeli dikey türbin tipi pompalar seçilebilir.

İşletme için en uygun pompa seçiminde, düşük akımda devridaim, düşük akımda kaviteasyon, yüksek akımda kaviteasyon, pompa eğrisinin dikliği, gürültüsüz çalışma ve çalışma etkinliği dikkate alınmalıdır.

Yardımcı pompa sistemlerinde en çok tartışılan konu, düşük akımdaki devridaim olayıdır. Düşük miktardaki debi, mutlak surette çalışma şartlarının içinde yer alacaktır, sistem dışına çıkarılamaz. Çoğu iyi dizayn edilen küçük tip pompalar, sadece su sıcaklığının pompa otomatik kesme akım sıcaklığın üzerine veya civarında dikkat ederek güvenle çalıştırılabilmektedir.

Dikey pompalar genellikle daha az yer kapmalarından dolayı seçicilik kazanırlar. Sıkı bağlantılı pompalar, pompa yatakları olmadığı için daha az bakım gerektirir. Gövde sızdırmazlığı için mekaniki conta-salmastra - veya sızdırmaz conta olabilir.

Bütün pompa ve çalıştırıcılar benzer bir çelik muhafaza ile korunurlar, özel kurulmuş, büyük ünitelerde her pompa için ayrı muhafazalandırma yapılabilir.

Pompalar, valfler ve konstrüksiyon malzemeleri, su kalitesine ve sistem şartlarına uygun olarak teçhiz edilmelidir. Kullanılabılınacak malzeme ve teçhizat hakkında, pompalar içinde federal ve lokal dernekler çeşitli standartlar yayımlamışlardır.

### 4.3. MEMBRANLI BASINÇ DENGELEME TANKLARI


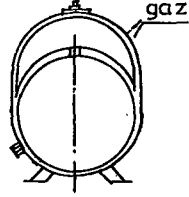
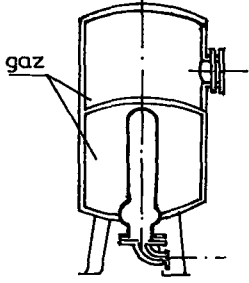
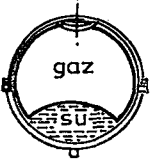
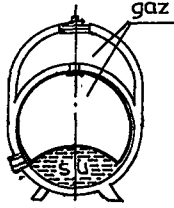
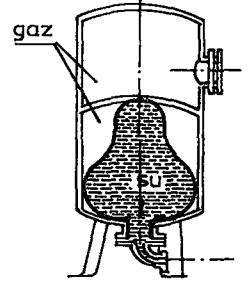


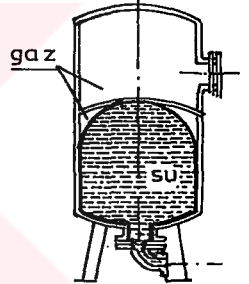
Paket tipi hidroforlarda, tekli veya çoklu tanklı hidrofor sistemlerde kullanılan tankların görevi, tanktan sonra tesisata basılacak olan suyun sürekli olarak belirli bir sabit basınç altında tutulmasını sağlamaktır.

Tanklar gaz ve su olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Deponun gaz bölümü hava ile basınçlandırılabilir gibi azot gazı ile de basınçlandırılabilir. Tesisatta sürekli basınç altında kalan su, depodaki membranın içine dolar ve boşalır. Membran esneme hareketini basınçlı gaza karşı yapar. Böylece tesisata basılan suyun her zaman belirli bir basınç altında tutulması ancak buna rağmen de genişleme hareketini sürekli olarak yapabilmesi de sağlanmış olur.

Tanklar genellikle sacdan yapılır ve fırın boya ile boyanmıştır. Basınç tankı, işletmeye alınmadan önce basınçlı gaz ile basınçlandırılmıştır. Membran malzemesi olarak kullanılan elastik malzeme suda erimeyen sağlığa uygun nitelikte yüksek dayanımlı olarak seçilmelidir. Küre üzerindeki sübap, küre içine gaz doldurmak için kullanılır.

Basıncın dengelenmesi için kullanılan içi hava dolu küreler içerisine bulunan içi su dolu membran, tesisatın basıncını dengeler. Yastıklama havasının suda eriyerek gitmesini engellemek için kullanılan membran ayrıca su ile havanın temasını engellemekte, böylece tekrar yastıklama havasının şarjına ihtiyaç kalmamaktadır. Lastik membran, basınçlı bir kabın içine yerleştirilmekte bir tarafına bir sübap vasıtası ile hava basılmakta; bu tüp hidrofor pompası ile irtibatlandırılmaktadır. Sistemin kapasitesi arttıkça, hidrofor pompası ile irtibatlı tüp sayısı da artmaktadır.

Aşağıda yer alan Şekil (22)de çeşitli basınçlarda ve işletim şartlarında kullanılan membranlı basınç tankları ve bunlara ait özellikler yer almaktadır.

Membranlı Basınç Dengeleme Tank Tipleri			
İŞLETMEDEN ÖNCE			
İŞLETME DURUMUNDA			
AZAMI BASINÇ ALTINDA			
BASINÇ SINIFI	1.5 ~ 4 Bar	3 ~ 5 Bar	8 ~ 15 Bar
MEMBRAN	Değiştirilemez	Değiştirilebilir	Değiştirilebilir
TANK HACMİ	8 ~ 25 lt.	25 ~ 400 lt.	400 ~ 1000 lt.

ŞEKİL 22 : MEMBRANLI BASINÇ DENGELERME TANKLARI VE ÇALIŞMA ŞARTLARI

Membranlı basınç tanklarının hava yerine azot kullanılmasının belirli avantajları bulunmaktadır. Böylece tank içinin zamanla oksijenden kaynaklanan paslanma olayının önüne geçilmiş olunur. Ayrıca depo basıncının zamanla düşmesi de engellenmiştir: Havayla basınçlandırılmış tanklar, belirli bir zaman süreci içinde oksitlenip çürümeye başlar. Ayrıca hava belirli bir zaman içinde tesisat içinde membranından difüze ederek tesisat suyuna karışmasıyla depo basıncının düşmesine ve tesisata taze oksijen girmesine neden olmaktadır.

#### 4.3.1. MEMBRANLI BASINÇ TANKI MONTAJI

Membranlı basınçlı tankın seçiminde, tesisatta oluşan darbelerin sönümlenmesi, düzenli bir işletim ve pompaların şalt sayısını azaltmak için basınç hattında nominal hacmi mümkün olduğunca büyük bir membranlı tank kullanılması gereklidir.

Pompanın basınç ağzına veya basınç kollektörünün bir tarafına kolayca monte edebilmek için fleksibl hortum kullanılabilir. Havayla veya azot gazıyla basınçlandırılabilinecek olan tankın basıncı, hidroforun alt çalışma basıncından 0.2 bar daha düşük olacak şekilde ayarlanması tavsiye edilmektedir.



## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hidrofor üretimi, seçimi ve kullanılacak hidrofor tipinin belirlenmesi.

Ülkemizde hidrofor üretimi yapan veya ithalat yoluyla piyasadaki hidrofor ihtiyacını karşılayan firmaların satış politikası, evlerimizde, işyerlerimizde ve basınçlı su ihtiyacı duyulan kullanım alanlarındaki hidrofor tipini belirlemektedir. Oysa üretici veya ithalatçı firmanın satış anlayışı, sosyal pazarlama düşüncesine dayanmalıdır. Tükitecilerin ihtiyaçları ve beklentilerini karşılayabilecek en doğru hidrofor tipi belirlenerek ürünler geliştirilmeli ve tüketiciye sunulmalıdır.

Özellikle ülkemizin hidrofora adımı verecek kadar köklü üretici kuruluşlarından birinde, kendi üretim politikaları doğrultusunda teknolojik alanda gelişmiş ülkelerde kullanımı yok denecek kadar az olan piston pompalı hidroforun üretimi, toplam üretimin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Yine üretilen bu tip hidroforlarla, ülkedeki hidrofor ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamaktadır. Oysa aynı büyüklükteki kapasiteye ve basma yüksekliğine sahip diğer tip hidroforlarla yaklaşık maliyetlerle, daha az yer kullanarak daha sessiz ve görüntü olarak daha olumlu hidroforlar kullanılabilir.

Bu anlayışla hidrofor üreticileri ve ithalatçıları, tükitecilerin beklentilerini ve ihtiyaçlarını karşılayabilmek için ellerindeki ürün yelpazesini hızla arttırmak, yeni ürün geliştirme faaliyetlerini sürdürmek ve kullanıcıya hitap edecek en doğru ve en kullanışlı hidroforu sunmaları gerekmektedir.

Birden dört kata kadar küçük villa tipi konutlarda paket tepi hidroforların kullanımı, hem maliyet hem de kapladığı alanın küçüklüğü açısından idealdirler.

Kat sayısının artmasıyla birlikte multi tip hidrofor sistemlerinin kullanılması daha uygundur. Yüksek binalarda tek bir hidroforla su beslemesi yapıldığında üst katlarda cihazların çalışabileceği minimum basıncı oluşturacak su basıncının yüksekliği, alt katlar için rahatsızlık meydana getirecek kadar fazla olabilmektedir. Bu durumda ya her kata basınç ayarlı çekvalf konulmalı veya belirli bir kata kadar bir hidrofor, bu kattan daha yüksek katlar için diğer bir

hidroforla besleme yapılmalıdır. Ülkemizde basınç ayarlı valflerin kullanımı yaygınlaşmadığı için genellikle ikinci yol tercih edilir. Oysa basınç ayar valflerinin kullanımı ile her katta tam ve istenilen değerdeki basınçlı suyun temin edilmesi mümkün olur.

Hidrofor seçiminde iki ana faktör etkili olmaktadır. İlk yatırım maliyetinin düşük olması veya işletme masraflarının düşük olması. Yaşam standartlarının gelişmesi, yaşam tipinin değişmesi günlük su kullanım ihtiyacını da farklılaştırmıştır. Hidrofor basma yüksekliği ve tesisat kayıpları tam olarak tesbit edilebilirken kullanılacak debi miktarının doğru belirlenmesi çoğu zaman güçtür. Bu da sistemin gereğinden büyük veya küçük boyutlandırılmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucunda ya hidroforun sürekli devreye girip çıkmasından, şalt sayısının fazla olmasından dolayı hidrofor ömrü kısalacak veya sistem gereğinden fazla çalışarak enerji sarfiyatı yüksek miktarlarda olacaktır. Bu nedenle hidrofor için gerekli iki ana değeri belirlemeye ekstra önem vermek gerekmektedir.

Değişken devirli hidrofor sistemleri, işletme maliyetlerini düşürerek diğer hidroforlara göre üstünlük elde etmektedir. Tesisatta dolaşan debi miktarı azaldıkça direnç kayıpları, parabolik bir çalışma eğrisine sahip olduğu için çok daha hızlı olarak azalmakta bu da seçilmiş olan pompanın büyük bir çalışma diliminde gereğinden daha fazla debi ile çalışmasına ve gereksiz enerji sarfiyatına neden olmaktadır. Bütün bu nedenlerden dolayı yükselen enerji kullanımını azaltmak için sistemlerde debilerin kullanım miktarlarına göre motor devrini ayarlayan değişken devirli hidrofor sistemleri kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır ve geleceğin hidroforları olma yolunda hızlı ilerlemektedirler.

## **KAYNAKLAR**

- American society of Heating, Refrigerating, and AIR Conditioning Engineers: Equipment Handbook. 1983.
- Domestic Water Service - Morton GROVE. 1970.
- Hidrofor Sistemleri - Sistem Pazarlama A.Ş.
- Pump Catalogue Booklet - Hymat MOD (KSB)
- Pump Handbook - Igor J. KARASSIK. 1991.
- Santrifuj Pompa Teknik El Kitabı - 1994 (KSB)
- Tesisat Mühendisliği - Ağustos - Eylül 1994 TMMOB

## ÖZGEÇMİŞ

Adı : Atilla  
Soyadı : ODABAŞI  
Doğum Yeri : Erzincan  
Doğum Tarihi : 1971

### Öğrenim Kurumları;

İlkokul : Bahariye İlkokulu (1977 - 1981)  
Orta öğrenim : Kadıköy İmam Hatip Lisesi (1981 - 1988)  
Üniversite : Yıldız Üniversitesi  
Makina Mühendisliği (1988 - 1992)  
Yüksek Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü (1992 yılından beri)  
Yabancı Dil : İngilizce (İyi derece)  
Almanca (Orta derece)