

SU BASINÇLANDIRMA SİSTEMLERİ

İnsanlığın toplu yaşama geçmesi ile beraber hayatın kaynağı olan suyun bulunması ve istenilen yere taşınması en önemli konu olarak hayatımızda yerini almıştır ve almaya da devam etmektedir. İlk zamanlar bu sorunu çözmek için suya yakın yerleşim birimleri tercih edilmiş daha sonra nüfusun artması ile beraber suyu taşımak için devasa su kemerleri inşa edilmiştir. Teknolojinin gelişmesi ile suyu tutmak için barajlar inşa edilmiş, taşımak için boru sistemleri kullanılmış ve iletmek için pompa sistemleri tasarlanmıştır.

Kısaca, bir akışkanı bir yerden alarak istenilen yere iletilmesinde kullanılan sistemlere su basınçlandırma sistemleri denir. Değişik özellikteki sıvıları basmak için de aynı sistemler kullanılmakla beraber yapısal ve malzeme olarak değişiklikler gösterebilmektedir. Bu eğitim notunda genel pompa bilgisi, pompa çeşitleri ve seçimi, hidrofor bilgisi, hidrofor çeşitleri ve seçimi konularından bahsedeceğiz.

1. GENEL POMPA BİLGİSİ:

1.1. Pompalarda Kullanılan Temel Terimler:

- a.) Debi:** Genel olarak Q sembolü ile gösterilir. Pompa debisi, pompa basma flanşından birim zamanda geçen veya basılan sıvı hacmine verilen isimdir. m^3/h (metreküp/saat), t/h (ton/saat), lt/dak (litre/dakika), lt/sn (litre/saniye), galon/dak genel olarak kullanılan birimlerdir. Dönüşümü şu şekildedir:

$$15,85 \text{ galon/dak} = 3,6 \text{ m}^3/h = 3,6 \text{ t/h} = 3600 \text{ lt/h} = 60 \text{ lt/dak} = 1 \text{ lt/sn}$$

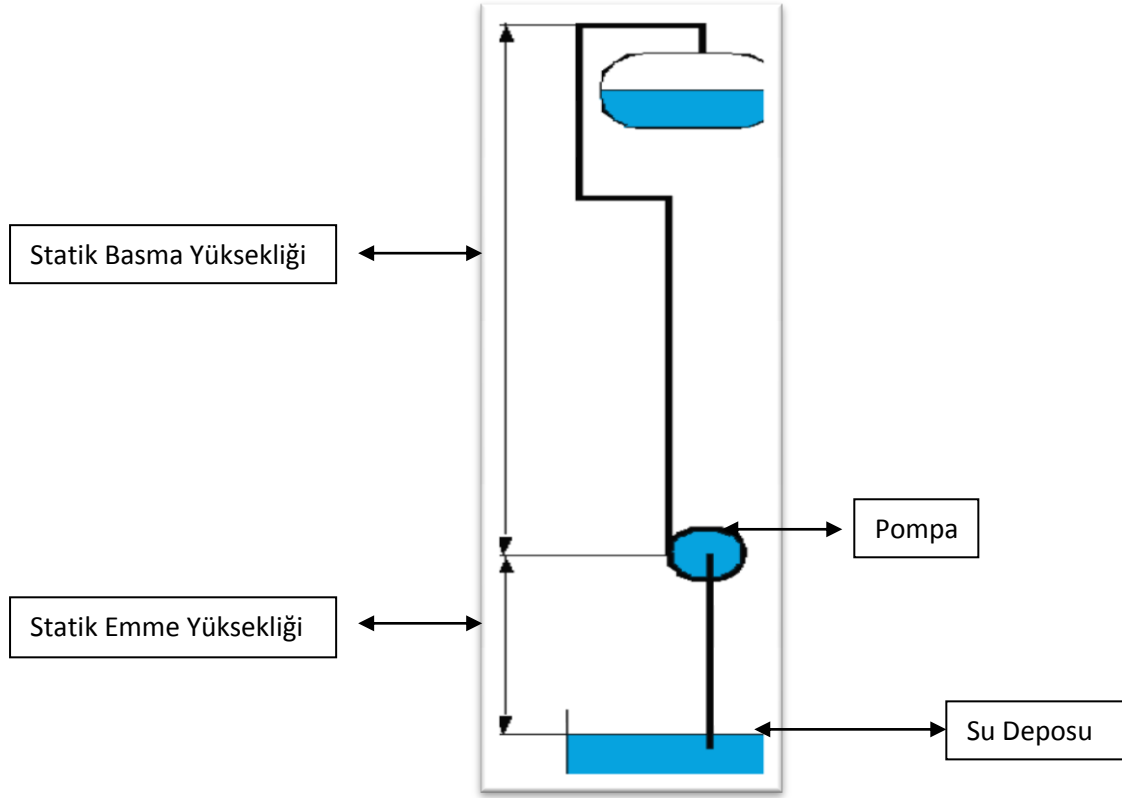
- b.) Manometrik Basma yüksekliği:** Genel olarak Hm sembolü ile gösterilir. Basma yüksekliği, belirli bir zamanda belirli bir debiye sahip suyun negatif yöndeki kuvvetleri yenerek çıkacağı maksimum yüksekliktir. Bu yükseklik su sütunu olarak belirlenir. Diğer bir deyişle sistemdeki geometrik yüksekliklerin ve emiş kayıplarının toplamıdır. Bütün santrifüj pompalarda kapalı vana durumunda (yani debi sıfırken) ulaşabildiği manometrik basma yüksekliği maksimumdur. mSS, bar, atm, psi, Pa genel olarak kullanılan birimlerdir. Dönüşümü şu şekildedir.

$$1 \text{ atm} = 10.3349 \text{ mSS} = 1,01325 \text{ bar} = 101,325 \text{ Pa} = 14.6956 \text{ psi}$$

Pratik hesaplarda kolaylık olması açısından genel olarak;

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 10 \text{ mSS}$$

- c.) Statik Basma Yüksekliği:** Pompa ile suyun taşınmasını istenilen yer arasındaki dikey mesafedir ve su sütunu olarak hesaplanır.



Şekil.1. Statik Basma Yüksekliği

d.) **Verim:** Kullanılan pompa sisteminde pompa, kaplin ve motor verimi toplam sistem verimini oluşturmaktadır. Kısaca verim, suya iletilen hidrolik gücün, bu gücü elde etmek için sisteme verilen güce oranıdır.

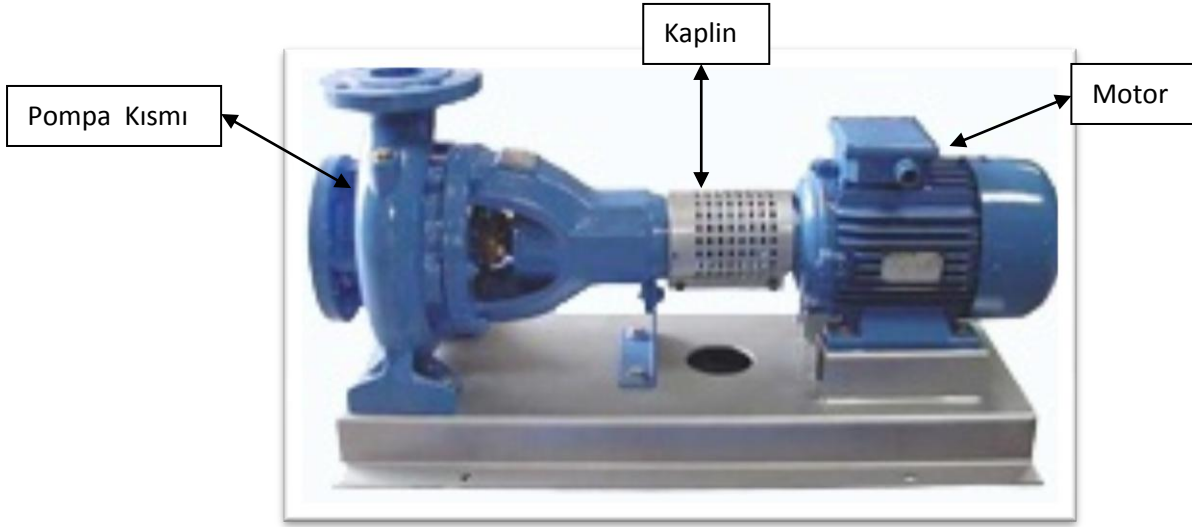
$$\eta = \text{Suya İletilen hidrolik güç} / \text{Giren Güç}$$

Verimlerden yola çıkarak sistemin toplam verimini aşağıdaki şekilde buluruz:

$$H_s = \eta_p \times \eta_k \times \eta_m$$

Sistem verimi = Pompa verimi x Kaplin verimi x Motor verimi

Pompa verimini pompa gövdesinin şekli, çark ve difüzörün şekli, yüzey özellikleri, basma ve emiş kısmı arasındaki sızdırmazlık gibi faktörler etkilemektedir.



Şekil.2. Santrifüj Pompa

e.) **Elektrik Motoru:** Pompalar için yapılan toplam sahip olma maliyeti analizinde, en büyük maliyeti enerji tüketiminin oluşturduğu görülmüştür. Aynı zamanda tüm dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık %20 gibi büyük bir kısmını pompalar tek başına harcamaktadır. Bu nedenlerle motor seçimine çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Elektrik motorları verimlerine göre IE2 ve IE3 olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. IE sınıfı motorların verimleri daha yüksektir. Motor gücünün hesaplanması şu şekildedir:

$$P_{\text{motor}} = (Q \times H_m \times \rho) / (\eta_{\text{pompa}} \times 367,2)$$

P_{motor} : Motor gücü kW

Q : Debi m³/h

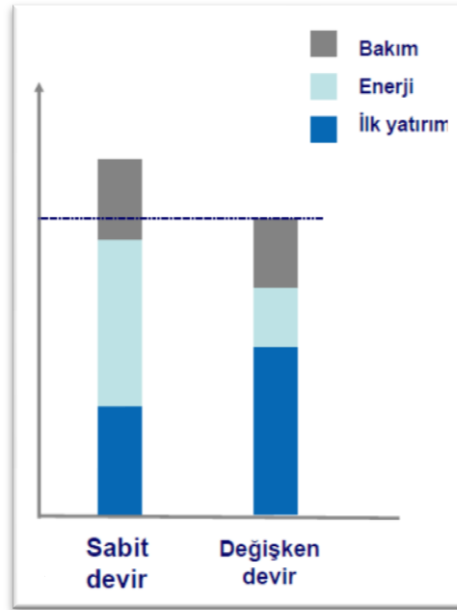
ρ : Emniyet faktörü

Güç ≤ 1,5 kW için $\rho = 1,15$

1,5 kW < Güç ≤ 15 kW için $\rho = 1,1$

Güç > 15 kW için $\rho = 1,05$

η_{pompa} : Pompanın verimi



Şekil.3 Motorlar için toplam maliyet tablosu

- f.) Değişken ve Sabit Devirli:** Motorlar standart olarak sabit devirlidir. (750-1000-1500-3000 dev/dak.) Değişken devirli motorlarda ise frekans invertör yardımı ile debiye, basınca, sıcaklığa ve zamana göre devir sayısı ayarlanabilmektedir.
- g.) Kutup Sayısı:** Motorun devir hızını belirten ifadedir. 2 kutup 3000 dev/dak, 4 Kutup 1500 dev/dak, 6 kutup 1000 dev/dak, 8 kutup 750 dev/dakika'yı belirtmektedir. Motor hızı; debi ile aynı oranda, basıncın karesi, gücün kübü ile doğru orantılıdır. Örneğin motor hızını 1500 dev/dak.'dan 3000 dev/dak.'ya çıkardığımızda debi iki, basınç dört, güç sekiz katına çıkar. Burada anlatılmak istenen 4 kutuplu bir motor yerine 2 kutuplu bir motor takılması durumunda bu parametrelerin nasıl değişeceği. “ O zaman her daim 4 kutuplu ya da daha üstü motor seçerim” ifadesi tam olarak doğruyu yansıtmamaktadır. Önemli olan tesisatın kapasitesine göre pompa ve motor seçiminin yapılmasıdır. Yüksek basınç gereken bir sistemde 4 kutuplu bir motor yerine 2 kutuplu bir motor ile seçim yapmak hem motor gücünün büyüklüğü hem de kapasite açısından daha akılcı bir yol olacaktır.
- h.) Kaviteasyon:** Santrifüj pompalarda çarkın yüksek hızla dönmesi nedeni ile çarka doğru su vorteksleri oluşmaktadır. Su vorteksinin ortasında kalan bölgede basınç çok düşüktür. Basınç düşüklüğü nedeni (Suyun buharlaşma basıncından düşüktür.) ile bu bölgede bulunan su buharlaşmaya başlar ve buhar kabarcıkları oluşur. Ayrıca sıvı içerisinde erimiş olarak bulunan hava ve gazlar da yukarıda belirtilen suyun buharlaşma basıncından çok daha yüksek basınçlarda buharlaşarak hava kabarcıkları oluşturur. Bu kabarcıklar basıncın çok düşük olduğu bölgeden çıktıklarında tekrar yüksek basıncın etkisine maruz kalır ve aniden yoğuşur. Bu buharlaşma ve yoğuşma işlemine kaviteasyon denir. Bu yoğuşmanın etkisi ile boşalan kısmı su, tekrar çok büyük bir hızla doldurur. Bu sırada kütle farkından dolayı basınç lokal olarak 4000 bara kadar ulaşabilir. Bu çevrimin saniyede 300-400 kez civarında olması nedeni ile pompa titreşimli ve çok gürültülü çalışır. Ayrıca çarkın ön tarafına müthiş bir hızla çarparak çarkı aşındırır. Kaviteasyon, pompalar için istenmeyen bir durumdur. Kaviteasyon, pompanın emiş hattındaki borunun çapı, boru malzemesi, debi, hız, pompanın emiş

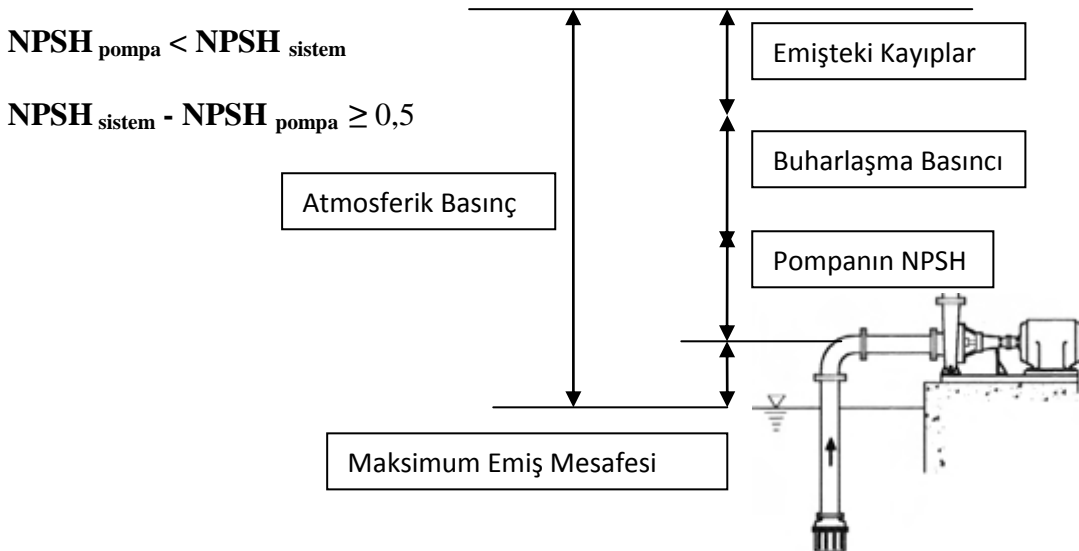
yapma mesafesi, pompanın deniz seviyesinden yüksekliği ve sıvı sıcaklığı ile değişkenlik gösterir. Ayrıca emilen su içerisinde mümkün olduğu kadar su kabarcıklarının oluşması engellenmelidir.

Kavitasyonu engellemek için alınabilecek önlemler şunlardır:

- NPSH değeri mümkün olduğunca küçük olan pompa seçilmelidir.
- Düşük hızlı pompa seçilmelidir.
- Çift girişli pompa kullanılmalıdır.
- Emiş borusu hattı kısa tutulmalıdır.
- Emme borusu üzerinde minimum seviyede armatür kullanılmalıdır. Emiş klepesi takılabilir ama bunun da bir kayıp yaratacağı unutulmamalıdır.
- Emme borusu çapı, pompa emiş flanş çapından büyük seçilmelidir.
- Vakum pompası ile sıvı içerisinde erimiş halde bulunan hava ve gazlar tahliye edilmelidir.
- Pompa emiş ve çıkışı arasında by-pass hattı yaparak giriş basıncı yükseltilmelidir.
- Emiş mesafesini düşürmek için mümkünse pompanın bulunduğu yer kazılarak pompa su seviyesine yaklaştırılmalıdır.
- Pompa optimum debisinden büyük debilerde çalıştırılmamalıdır.
- Kavite ihtimali yüksek sistemlerde, debisi daha büyük pompa seçilmeli ve optimum debisinden daha küçük debilerde pompa çalıştırılmalıdır.

Pompada kavite riskinin olup olmadığı NPSH değerinin belirlenmesi ile hesaplanabilir.

- i.) **NPSH (Net Positive Suction Head)** : Emmedeki net pozitif Yük olarak adlandırılır. Pompanın kavite olmadan emiş yapabilme kabiliyetini göstermektedir. Her pompa için, pompa üreticilerinin yayınlamış olduğu bir NPSH değeri vardır. Bu değerle, sistemin NPSH değeri hesaplanarak karşılaştırılır. Eğer pompanın NPSH değeri sistemin NPSH değerinden büyükse kavite riski bulunmaktadır. Emniyet payı için aradaki farkın en az 0,5 olması istenmektedir.



Şekil.4 Pompanın Emiş yapma mesafesi

Maksimum Emiş Mesafesi

= Atmosferik Basınç-Emmedeki kayıplar-NPSH_{pompa}-Buharlaşma Basıncı

$$H_{\max} = P_{\text{atm}} - H_{\text{emiş}} - \text{NPSH}_{\text{pompa}} - P_{\text{buharlaşma}}$$

Yukarıdaki formülden de anlaşılabilceği gibi her pompa maksimum atmosferik basınç kadar emiş yapabilir. Yani deniz seviyesindeki bir pompa teorik olarak emiş kayıplarının ve buharlaşma basıncının sıfır olduğunu kabul edersek maksimum 10,33 metreden emiş yapabilir.

z (m)	P _{atm}	
	(bar)	(mm Hg)
0	1.01325	760
250	0.984	738
500	0.955	716
750	0.927	695
1000	0.899	674
1250	0.872	654
1500	0.845	634
1750	0.820	615
2000	0.795	596
2250	0.771	578
2500	0.747	560
2750	0.724	541
3000	0.701	526
3500	0.657	493
4000	0.616	462
5000	0.541	406
6000	0.472	354
10000	0.265	199

Tablo.1. Yüksekliğe göre atmosferik basınç değişimi

t : Sıcaklık

p_b : mutlak buharlaşma basıncı

ρ : yoğunluk

γ : özgül ağırlık

ν : kinematik viskozite

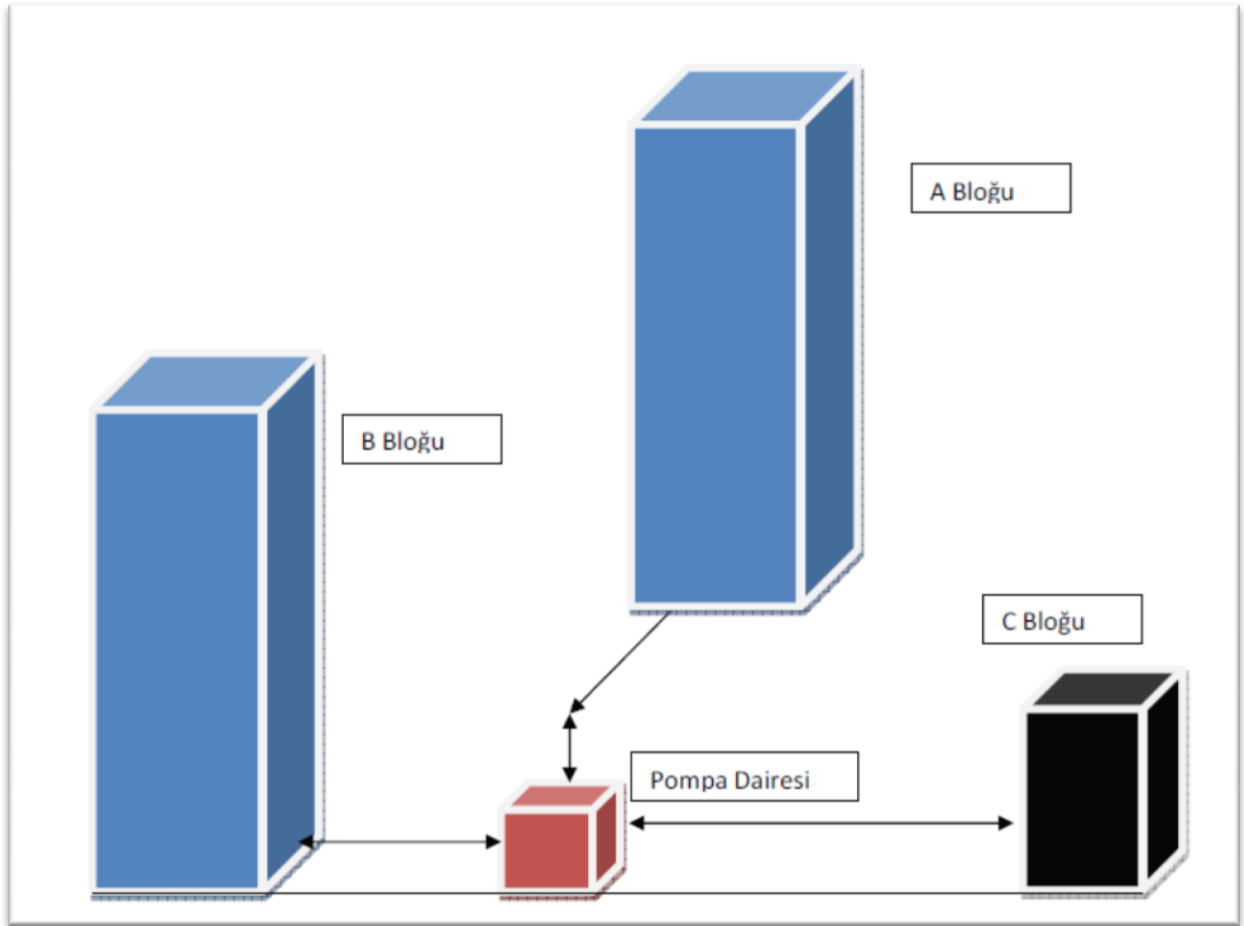
μ : mutlak (dinamik) viskozite

C_p : sabit basınçta özgül ısı

t (°C)	ρ (kg/m ³)	γ (N/m ³)	p_b (bar)	μ (cP)	ν (cSt)	C_p (kJ/kg . K)
0	999.8	9804.7	0.00611	1.785	1.785	4.217
4	1000.0	9806.7	0.00813	1.556	1.556	4.208
10	999.7	9803.7	0.01227	1.306	1.306	4.193
15	999.2	9798.8	0.01704	1.138	1.139	4.196
20	998.3	9790.0	0.02337	1.001	1.003	4.182
25	997.1	9778.2	0.03166	0.891	0.893	4.179
30	995.7	9764.5	0.04242	0.797	0.800	4.179
40	992.3	9731.1	0.07375	0.651	0.656	4.179
50	988.0	9689.0	0.12334	0.544	0.551	4.181
60	983.2	9641.9	0.1992	0.463	0.471	4.185
70	977.7	9588.0	0.3116	0.400	0.409	4.190
80	971.6	9528.1	0.4736	0.351	0.361	4.197
90	965.2	9465.4	0.7011	0.311	0.322	4.205
100	958.1	9395.8	1.01325	0.279	0.291	4.216
110	950.7	9385.	1.4326	0.252	0.265	4.229
120	942.9	9247.	1.9854	0.230	0.244	4.245
130	934.6	9165.	2.7012	0.211	0.226	4.263
140	925.8	9079.	3.6136	0.195	0.211	4.258
150	916.8	8991.	4.7597	0.181	0.197	4.310
160	907.3	8898.	6.1804	0.169	0.186	4.339
170	897.3	8800.	7.9202	0.159	0.177	4.371
180	886.9	8698.	10.003	0.149	0.168	4.408
190	876.0	8591.	12.552	0.141	0.161	4.449
200	864.7	8480.	15.551	0.134	0.155	4.497
210	852.8	8363.	19.080	0.127	0.149	4.551
220	840.3	8241.	23.201	0.122	0.145	4.614
230	827.3	8113.	27.970	0.116	0.140	4.686
240	813.6	7979.	33.480	0.111	0.136	4.770
250	799.2	7838.	39.776	0.107	0.134	4.869

Tablo.2. Sıcaklığa göre suyun buharlaşma basınçları

- j.) **Kritik Hat:** Pompa seçimleri yapılırken, suyun birden fazla noktaya ulaşması gereken sistemlerde basınç kaybının en fazla olduğu hatta verilen addır. Bu hatta çıkan basınç pompa seçimi yapılırken kullanılır. Uygulamalarda genellikle yapılan hata ise hat basınçlarının debi gibi toplanmaya çalışılmasıdır. Kritik hat belirlenmesindeki en önemli etken dikey mesafelerdir.



Şekil.5 Kritik Hattın Bulunması

B Bloğu: 10 Kat, pompa dairesine olan yatay boru mesafesi 25 metre, boru çapı DN 100

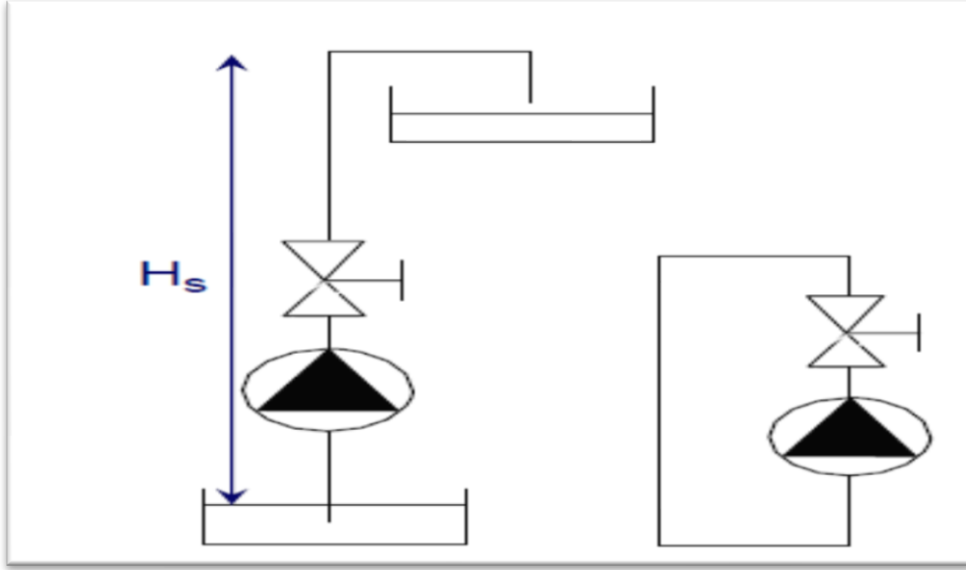
A Bloğu: 10 Kat, pompa dairesine olan yatay boru mesafesi 25 metre, dikey mesafe 5 metre, boru çapı DN 100

C Bloğu: 5 Kat, pompa dairesine olan yatay boru mesafesi 100 metre, boru çapı DN 100

Böyle bir sistemde A,B ve C bloklarının en üst katı ile pompa dairesindeki arasındaki basınç kayıplarını tek tek hesaplayarak en fazla basınç kaybının olduğu hattı kritik hat olarak belirlemeli ve pomparamızı bu basınca göre seçmeliyiz. Yukarıdaki sistemde dikey mesafenin fazla olması nedeni ile A Bloğunun en üst katındaki daire ile pompa dairesi arasındaki tesisatı kritik hat olarak belirleyebiliriz.

k.) Açık ve Kapalı Sistem: Pompa ile yapılan su basınçlandırmasının dışarı çıkışı olmayan ve başladığı noktaya geri dönen bir tesisatta olması durumunda kapalı sistem, dışarıya çıkışı olan ve başladığı noktaya geri dönmeyen bir tesisatta olması durumunda açık sistem olarak adlandırılır. Tüm ısıtma ve soğutma sistemleri kapalı sistemdir.

Sulama, yangın, kullanım suyu için kullanılan sistemler açık sistemdir.



Şekil.6 Açık ve kapalı Sistem

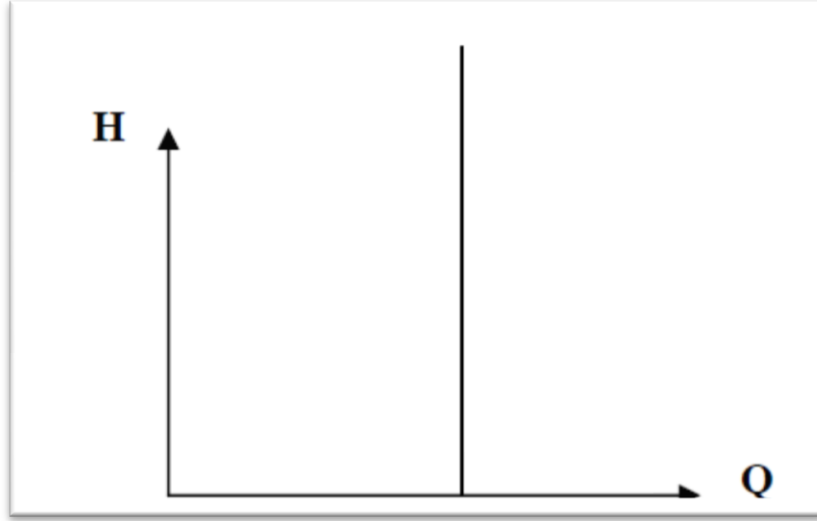
1.2 Pompaların Sınıflandırılması:

Çok geniş bir kullanım alanına ve sınıflandırmaya sahip pompaları basit bir şekilde incelemek için ikiye ayırabiliriz:

a) ROTADİNAMİK (Santrifüj - Karışık Akımlı - Eksenel) Pompalar

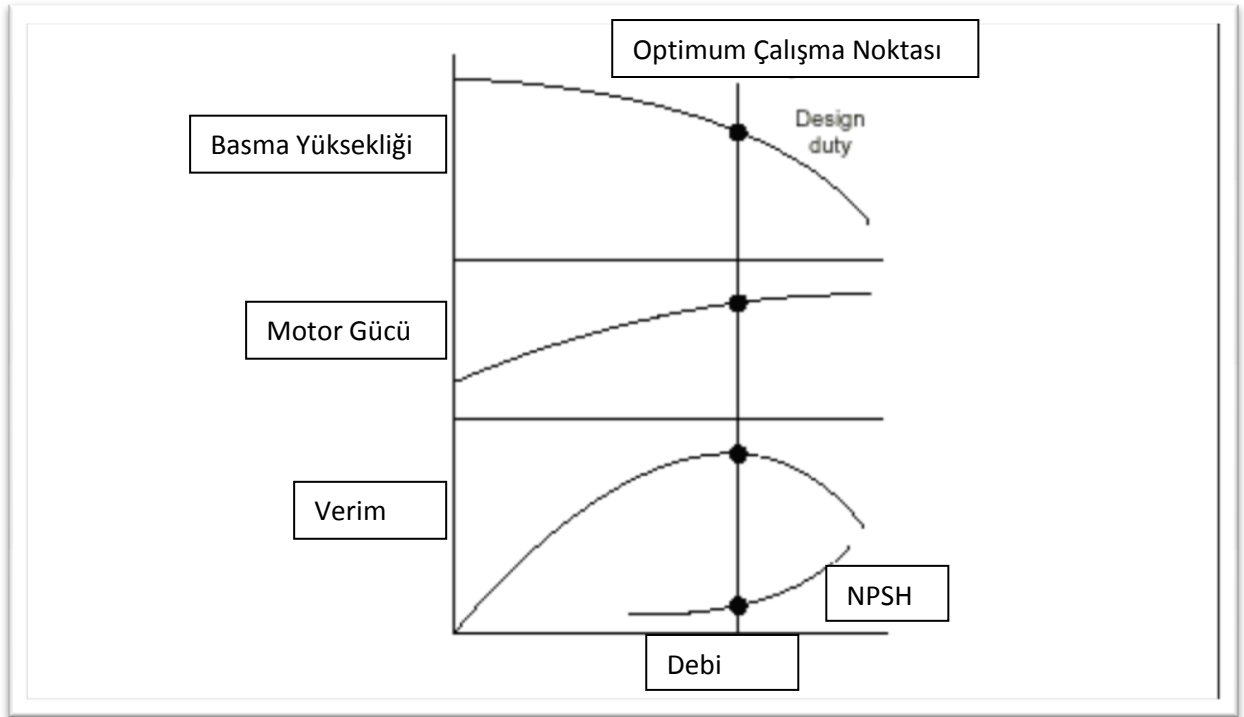
b) HACİMSEL (Volümetrik - Pozitif Deplasmanlı) Pompalar

i.) **Pozitif deplasmanlı pompalar:** Bu tip pompalar döner hareketle santrifüj etki yapan çark olmadan akışkanı basınçlandıran pompalardır. Çalışma prensipleri insan vücudunda bulunan kalp gibidir. Bir bölümde sıvı sıkıştırılarak basınçlandırılırken diğer bölümde vakum etkisi olur. Santrifüj pompalara göre çok daha düşük debinin buna karşın sınırsız basıncın elde edildiği pompalardır. Debi en fazla 200 m³/h olabilir. Düşük hızlarda ve her debi için istenilen basınç elde edilebilir. Yani debi ve basınç arasında bağlantı yoktur. Dönme hızı santrifüj pompalara göre çok daha düşüktür. 100-1000 devir/dakika arası. Verim % 85-90 civarındadır ve akışkan cinsine bağlı değildir. Akışkan akıcı olduğu sürece pompa basınçlandırmaya devam eder. Özel pompalar olduğu için hacim, ağırlık ve fiyatları daha yüksektir. Ayrıca eğitilmiş personele ihtiyaç vardır. En çok kullanılan pozitif pompalar şunlardır: Dişli, Loplü, Helisel, Paletli, Konik, Diyaframlı ve Pistonlu Pompalar.



Şekil7. Pozitif Deplasmanlı Pompaların Debi-Basınç performans grafiği

- ii.) **Santrifüj pompalar:** Akışkanı basınçlandırmak için döner hareket yaparak santrifüj etki yaratan çarkların kullanıldığı pompalardır. İstenilen debi ve basınç büyüklüğüne göre tasarlanırlar. Yüksek basınç elde etmek için çok kademeli ve yüksek devirli pompalar kullanılmalıdır. Debi ve basınç arasında bağlantı vardır. Pozitif deplasmanlı pompalara göre verimleri daha düşüktür. Yüksek devirlidirler. (1000-3600 devir/dak.) Bu eğitim notunda santrifüj pompalar üzerinde duracağız.

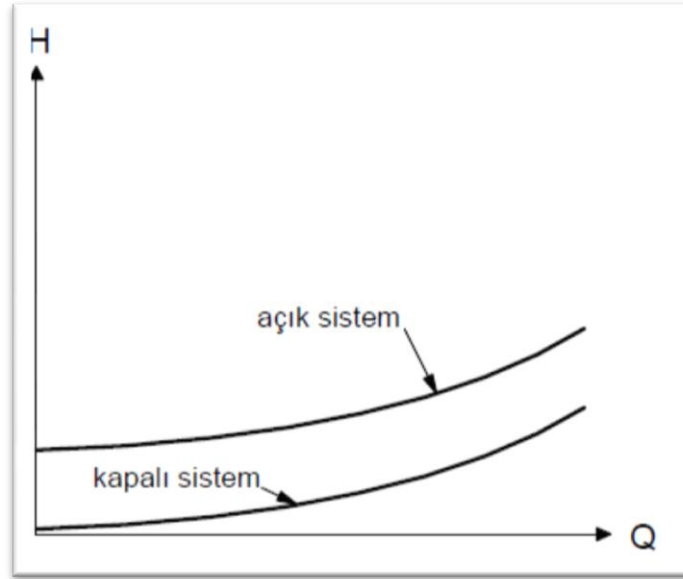


Şekil.8 Santrifüj Pompaların Q-H Performans Eğrisi

1.3 Tesisat:

Pompaların performans eğrisi olduğu gibi su iletmede kullanılan tesisatında bir performans eğrisi bulunmaktadır. Kapalı sistemlerde statik basınç olmadığı için sıfırdan başlarken, açık

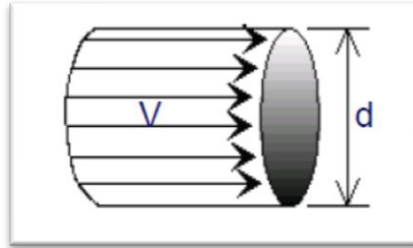
sistemlerde statik basınç nedeni ile daha yukarıdan başlamaktadır. Tesisat karakteristik eğrisi pompa seçimi için gereklidir.



Şekil.9 Tesisatın karakteristik eğrisi

Tesisat karakteristik eğrisini çıkarmak için tesisatta meydana gelen basınç kayıplarını ve tesisatta geçen debiyi hesaplayabiliriz.

- a.) **Debinin Hesaplanması:** Sistem dizayn ederken kullanılan boru çapına göre geçebilecek maksimum debiyi hesaplayabiliriz:



Şekil.10 Borudan geçen maksimum debinin hesaplanması

$$Q = A \times V = m^2 \times m / sn = m^3 / sn$$

$$Q = \text{Suyun Debisi} = m^3 / sn$$

$$A = \text{Borunun Kesit Alanı} = m^2 = \pi d^2 / 4$$

$$V = \text{Suyun Hızı} = m / sn$$

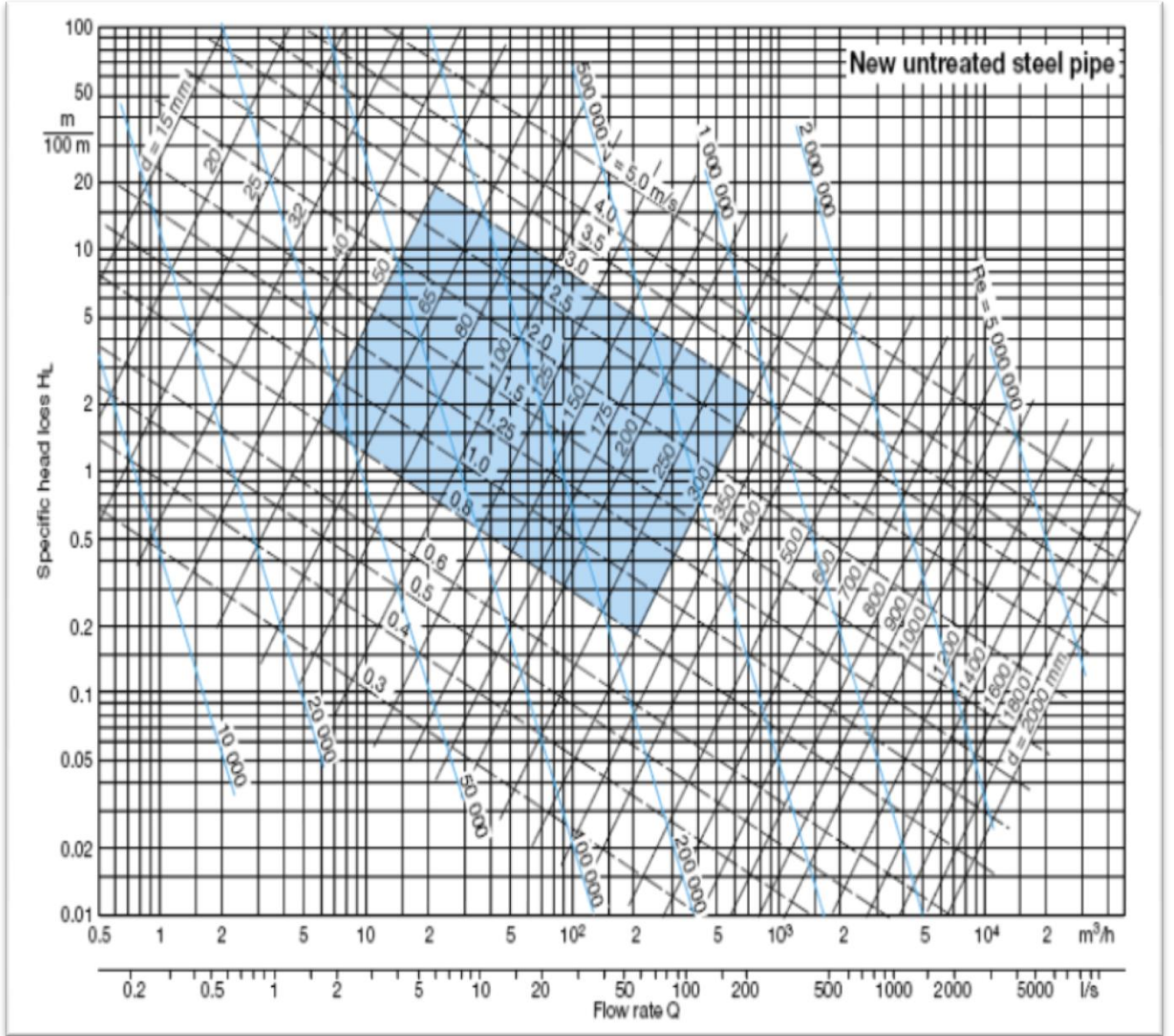
Su hızı konfor şartları için 2 ile 4 m/sn arasında alınabilir. Genel olarak 2 m/sn tercih edilmektedir.

Diğer yandan debisi bilinen sistemler için boru çapını hesaplayabiliriz:

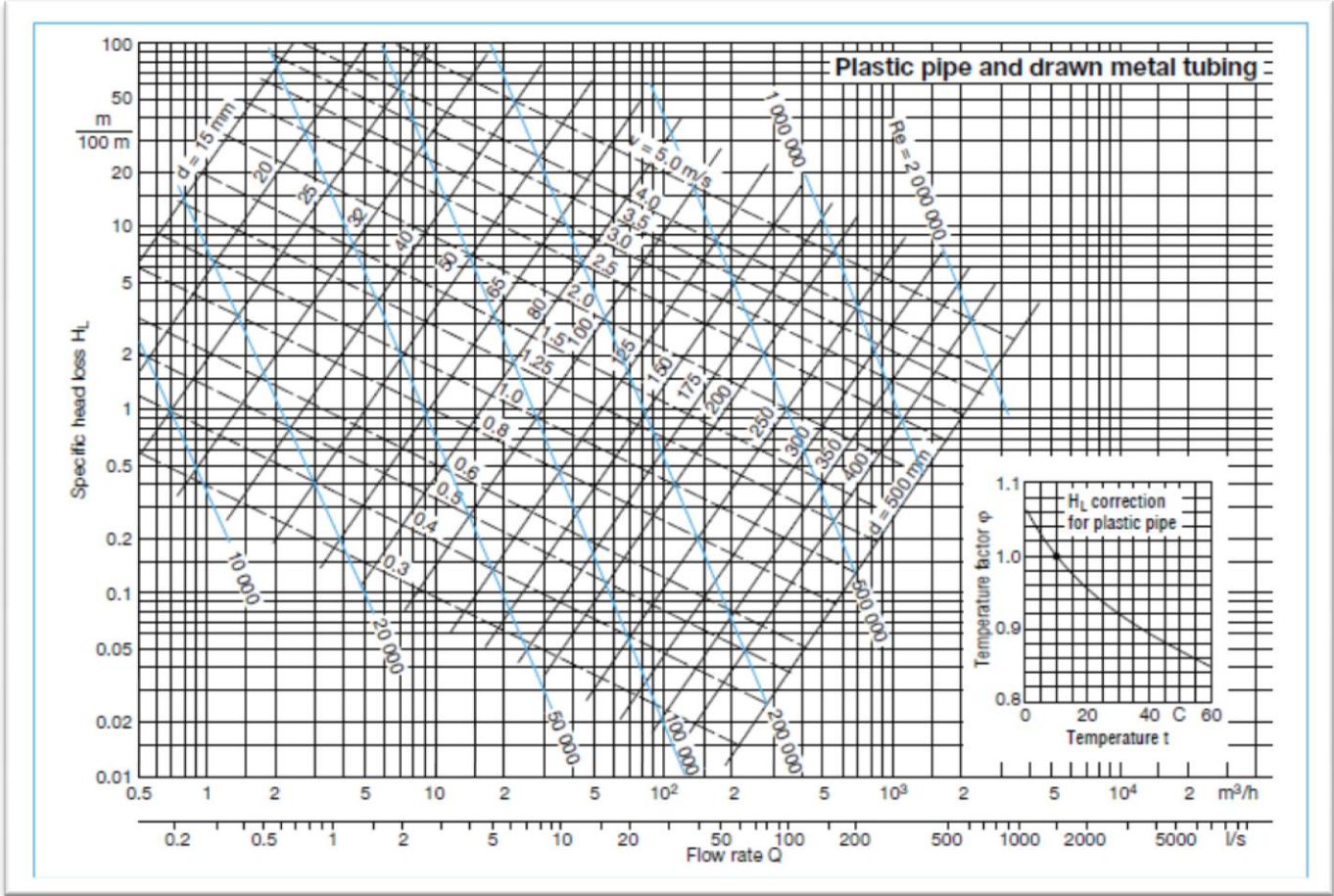
$$d^2 = 4 Q / V \pi$$

- b.) **Basıncın Hesaplanması:** Kullanılan boru çapına, geçen debiye ve tesisatta bulunan dirsek, T, vana gibi basınç kaybına yol açacak elamanlara göre tesisattaki basınç kaybını hesaplayabiliriz.

Tablo.3' de Amerika Makine Mühendisleri Odasının (ASME) yayınlamış olduğu çelik boruya göre basınç kaybı grafiğini görmekteyiz. Mavi ile boyalı olan konfor şartlarının sağlanması için kabul edilebilir su hızını göstermektedir. (Amerikan sistemine göre su hızı için 0,8 – 3 m/sn arası kabul edilmektedir.)



Tablo.3. Yeni Çelik boruda değişik boru çapı ve debiye göre basınç kaybı



Tablo.4. Plastik Borular için değişik debi ve borular için basınç kaybı

Tablo.5’ de her 100 metre için metal olmayan ve Tablo.6’ de her 100 metre içi metal borulara ait kayıpları görmekteyiz. Üst taraftaki değerler suyun hızını göstermektedir.

Su debisi			PN 10 basınç sınıfında, metal olmayan su borularında basınç kayıpları (mSS/100 m)												
m ³ /h	Litre/ dakika	Litre/ saniye	DN.. cinsinden borunun nominal anma çapı ve mm cinsinden borunun iç çapı												
			25 20.4	32 26.2	40 32.6	50 40.8	63 51.4	75 61.4	90 73.6	110 90.0	125 102.2	140 114.6	160 130.8	180 147.2	
0.6	10	0.16	0.49 1.8	0.30 0.66	0.19 0.27	0.12 0.085									
0.9	15	0.25	0.76 4.0	0.46 1.14	0.3 0.6	0.19 0.18	0.12 0.063								
1.2	20	0.33	1.0 6.4	0.61 2.2	0.39 0.9	0.25 0.28	0.16 0.11								
1.5	25	0.42	1.3 10	0.78 3.5	0.5 1.4	0.32 0.43	0.2 0.17	0.14 0.074							
1.8	30	0.50	1.53 13.0	0.93 4.6	0.6 1.9	0.36 0.57	0.24 0.22	0.17 0.092							
2.1	35	0.58	1.77 16.0	1.08 6.0	0.69 2.0	0.44 0.70	0.28 0.27	0.2 0.12							
2.4	40	0.67	2.05 22.0	1.24 7.5	0.80 3.3	0.51 0.93	0.32 0.35	0.23 0.16	0.16 0.063						
3.0	50	0.83	2.54 37.0	1.54 11.0	0.99 4.8	0.63 1.40	0.4 0.50	0.28 0.22	0.2 0.09						
3.6	60	1.00	3.06 43.0	1.85 15.0	1.2 6.5	0.76 1.90	0.46 0.70	0.34 0.32	0.24 0.13	0.16 0.050					
4.2	70	1.12	3.43 50.0	2.08 18.0	1.34 8.0	0.86 2.50	0.54 0.83	0.38 0.38	0.26 0.17	0.18 0.068					
4.8	80	1.33		2.47 25.0	1.59 10.5	1.02 3.00	0.64 1.20	0.45 0.50	0.31 0.22	0.2 0.084					
5.4	90	1.50		2.78 30.0	1.8 12.0	1.16 3.50	0.72 1.30	0.61 0.57	0.36 0.26	0.24 0.092	0.18 0.05				
6.0	100	1.67		3.1 39.0	2.0 16.0	1.26 4.6	0.8 1.80	0.56 0.73	0.39 0.30	0.26 0.12	0.2 0.07				
7.5	125	2.08		3.86 50.0	2.49 24.0	1.59 6.6	1.00 2.50	0.70 1.10	0.49 0.50	0.33 0.18	0.25 0.10	0.20 0.055			
9.0	150	2.50			3.00 33.00	1.91 8.6	1.20 3.5	0.84 1.40	0.59 0.63	0.39 0.24	0.30 0.13	0.24 0.075			
10.5	175	2.92			3.5 38.0	2.23 11.0	1.41 4.3	0.99 1.80	0.69 0.78	0.46 0.30	0.36 0.18	0.28 0.09			
12	200	3.33			3.99 50.0	2.55 14.0	1.60 5.5	1.12 2.40	0.78 1.0	0.52 0.40	0.41 0.22	0.32 0.12	0.26 0.065		
15	250	4.17				3.19 21.0	2.01 8.0	1.41 3.70	0.98 1.50	0.66 0.57	0.51 0.34	0.40 0.18	0.31 0.105	0.25 0.06	
18	300	5.00				3.82 28.0	2.41 10.5	1.69 4.60	1.18 1.95	0.78 0.77	0.61 0.45	0.48 0.25	0.37 0.13	0.29 0.085	
24	400	6.67					3.21 19.0	2.25 8.0	1.57 3.60	1.05 1.40	0.81 0.78	0.65 0.44	0.50 0.23	0.39 0.15	
30	500	8.33					4.01 28.0	2.81 11.5	1.96 5.0	1.1 2.0	1.02 0.63	0.81 0.53	0.62 0.33	0.49 0.21	
36	600	10.0					4.82 37.0	3.38 15.0	2.35 6.6	1.57 2.60	1.22 1.50	0.97 0.82	0.74 0.45	0.59 0.28	
42	700	11.7					5.64 47.0	3.95 24.0	2.75 8.0	1.84 3.50	1.43 1.90	1.13 1.10	0.87 0.60	0.66 0.40	
48	800	13.3						4.49 26.0	3.13 11.0	2.09 4.5	1.62 2.60	1.29 1.40	0.99 0.81	0.78 0.48	
54	900	15.0						5.07 33.00	3.53 13.5	2.36 5.5	1.83 3.20	1.45 1.70	1.12 0.95	0.88 0.58	
60	1000	16.7						6.64 40.0	3.93 16.0	2.63 6.7	2.04 3.90	1.62 2.2	1.24 1.2	0.96 0.75	
75	1250	20.8							4.89 25.0	3.27 9.00	2.54 5.00	2.02 3.00	1.55 1.60	1.22 0.95	
90	1500	25.0							5.88 33.0	3.93 13.0	3.05 8.0	2.42 4.1	1.86 2.3	1.47 1.40	
105	1750	29.2							6.86 44.0	4.59 17.5	3.56 9.7	2.83 5.7	2.17 3.2	1.72 1.9	
120	2000	33.3								5.23 23.0	4.06 13.0	3.23 7.0	2.48 4.0	1.96 2.4	
150	2500	41.7								6.66 34.0	6.08 18.0	4.04 10.5	3.10 6.0	2.46 3.5	
180	3000	50.0								7.86 45.0	6.1 27.0	4.85 14.0	3.72 7.6	2.94 5.2	
240	4000	66.7									8.13 43.0	6.47 24.0	4.96 13.0	3.92 7.5	
300	5000	83.3										8.08 33.00	6.2 18.0	4.89 11.0	

Tablo 5. Metal Olmayan Borularda Debi ve Çaplara Göre Basınç Kayıpları

Su debisi			Metal borularda basınç kayıpları (mSS/100 m)												
m ³ /h	Litre/ dakika	Litre/ saniye	Parmak (inç) cinsinden borunun nominal anma çapı ve mm cinsinden borunun iç çapı												
			½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	3½"	4"	5"	6"	
			15.75	21.25	27.00	35.75	41.25	52.50	68.00	80.25	92.50	105.0	130.0	155.5	
0.6	10	0.16	0.855 9.910	0.470 2.407	0.292 0.784										
0.9	15	0.25	1.282 20.11	0.705 4.862	0.438 1.570	0.249 0.418									
1.2	20	0.33	1.710 33.53	0.940 8.035	0.584 2.588	0.331 0.677	0.249 0.346								
1.5	25	0.42	2.138 49.93	1.174 11.91	0.730 3.834	0.415 1.004	0.312 0.510								
1.8	30	0.50	2.565 64.34	1.409 16.50	0.876 5.277	0.498 1.379	0.374 0.700	0.231 0.223							
2.1	35	0.58	2.993 91.54	1.644 21.75	1.022 6.949	0.581 1.811	0.436 0.914	0.269 0.291							
2.4	40	0.67		1.879 27.66	1.818 8.820	0.664 2.290	0.498 1.160	0.308 0.368							
3.0	50	0.83		2.349 41.40	1.460 13.14	0.830 3.403	0.623 1.719	0.385 0.544	0.229 0.159						
3.6	60	1.00		2.819 57.74	1.751 18.28	0.996 4.718	0.748 2.375	0.462 0.751	0.275 0.218						
4.2	70	1.12		3.288 76.49	2.043 24.18	1.162 6.231	0.873 3.132	0.539 0.988	0.321 0.287	0.231 0.131					
4.8	80	1.33			2.335 30.87	1.328 7.940	0.997 3.988	0.616 1.254	0.376 0.363	0.263 0.164					
5.4	90	1.50			2.627 38.30	1.494 9.828	1.122 4.927	0.693 1.551	0.413 0.449	0.289 0.203					
6.0	100	1.67			2.919 46.49	1.660 11.90	1.247 5.972	0.770 1.875	0.459 0.542	0.329 0.244	0.248 0.124				
7.5	125	2.08			3.649 70.41	2.075 17.93	1.558 8.967	0.962 2.802	0.574 0.809	0.412 0.365	0.310 0.185	0.241 0.101			
9.0	150	2.50			2.490 25.11	1.870 12.53	1.154 3.903	0.868 1.124	0.494 0.506	0.372 0.256	0.589 0.140				
10.5	175	2.92			2.904 33.32	2.182 16.66	1.347 5.179	0.803 1.488	0.578 0.670	0.434 0.338	0.337 0.184				
12	200	3.33			3.319 42.75	2.483 21.36	1.539 6.624	0.918 1.901	0.699 0.855	0.486 0.431	0.385 0.234	0.261 0.084			
15	250	4.17			4.149 64.86	3.117 32.32	1.924 10.03	1.147 2.860	0.823 1.282	0.620 0.646	0.481 0.350	0.314 0.126			
18	300	5.00				3.740 45.52	2.309 14.04	1.377 4.009	0.988 1.792	0.744 0.903	0.577 0.488	0.377 0.175	0.263 0.074		
24	400	6.67				4.967 78.17	3.078 24.04	1.836 6.828	1.317 3.053	0.992 1.530	0.770 0.829	0.502 0.294	0.351 0.124		
30	500	8.33					3.848 36.71	2.295 10.40	1.647 4.622	1.240 2.315	0.962 1.254	0.628 0.445	0.439 0.187		
36	600	10.0					4.618 51.84	2.753 14.62	1.976 6.505	1.488 3.261	1.155 1.757	0.753 0.623	0.526 0.260		
42	700	11.7						3.212 19.52	2.306 8.693	1.736 4.356	1.347 2.345	0.879 0.831	0.614 0.347		
48	800	13.3						3.671 25.20	2.635 11.18	1.984 5.582	1.540 3.009	1.005 1.066	0.702 0.445		
54	900	15.0						4.130 31.51	2.964 13.97	2.232 6.983	1.732 3.762	1.130 1.328	0.790 0.555		
60	1000	16.7						4.689 38.43	3.294 17.06	2.480 8.521	1.925 4.595	1.266 1.616	0.877 0.674		
75	1250	20.8								4.117 26.10	3.100 7.010	2.406 2.458	1.570 1.027	1.087	
90	1500	25.0								4.641 36.97	3.720 18.42	2.887 9.892	1.883 3.468	1.316 1.444	
105	1750	29.2								4.340 24.76	3.368 13.30	2.197 4.665	1.535 1.934		
120	2000	33.3								4.980 31.94	3.850 17.16	2.511 5.995	1.754 2.496		
150	2500	41.7									4.812 26.26	3.139 9.216	2.193 3.807		
180	3000	50.0										3.767 13.05	2.632 5.417		
240	4000	66.7										5.023 22.72	3.509 8.926		
300	5000	83.3											4.388 14.42		

Tablo 6. Metal Borularda Debi ve Çaplara Göre Basınç Kayıpları

Bu tabloları debiden yatay ve boru çapından dikey doğru çizilerek kesişme noktasındaki basınç kaybı değeri alınır. Burada dikkat edilmesi gereken üst tarafta yer alan suyun hızının

konfor şartları arasında olmasıdır. Konfor şartları sağlanamıyorsa ya bir üst boru çapına geçilmelidir ya da istenen debi tekrar kontrol edilmelidir.

Tablo.7 ve Tablo.8’de tesisatta kullanılan fittings ve vanaların eşdeğer boru boyları yer almaktadır. Değişik çaplarda kullanılan malzeme eşdeğer boyu adedi ile çarpılır ve toplam boru boyuna eklenir. Tablo.5 ve Tablo.6 kullanılarak basınç kaybı hesaplanır.

Çap (inch)	90° Standart Dişli Dirsek	90° Kaynaklı Dirsek (r/d=1,5)	45° Dirsek	Te Bağlantı (Akışta 90° Dönüş)	Alarm veya Çekvalf (swing tip)	Alarm veya Çekvalf (mantar tip)	Kelebek Vana	Glob Vana (Küresel Vana)	Sürgülü Vana	Emiş Klepesi
¾	0,76	0,3	0,34	1,3	X	X	X	X	X	X
1	0,77	0,36	0,4	1,5	X	X	X	8	0,2	2
1 ¼	1,00	0,49	0,55	2,10	X	X	X	11	0,25	3,51
1 ½	1,22	0,56	0,66	2,4	X	X	X	14	0,3	4,08
2	1,58	0,69	0,76	2,9	2,4	12	2,2	16	0,38	5,24
2 ½	1,89	0,88	1,0	3,8	3,2	19	2,9	21	0,51	6,19
3	2,35	1,1	1,3	4,8	3,9	19,7	3,6	26	0,63	7,77
4	3	1,4	1,6	6,1	5,1	25	4,6	34	0,81	8
6	4,3	2,0	2,3	8,6	7,2	35	6,4	48	1,1	12
8	5,7	2,6	3,1	11	9,4	47	8,6	64	1,5	16
10	7,4	3,4	3,9	14	12	62	9,9	84	2	

120° nın bir C değeri için düz çelik borunun eş değer uzunluğu (m)

Diğer C değerli borular için gerekli olduğunda aşağıdaki faktörler kullanılabilir:
C Değeri: 100 110 120 130 140
F Faktör: 0,714 0,85 1,00 1,16 1,33

Tablo.7. Vana ve Fittingslerin Eşdeğer Boru Boyları (m)

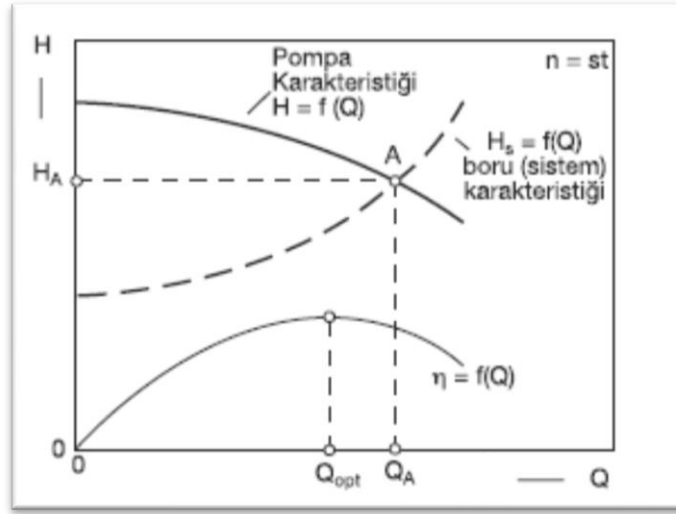
Fittings(inch)	1/2	3/4	1	1 ¼	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
90° Dirsek	0,46	0,61	0,76	1,16	1,22	1,74	2,10	2,41	3,66	5,49	6,71	7,92	9,75
45° Dirsek	0,24	0,34	0,43	0,55	0,64	0,79	0,94	1,22	1,55	2,44	3,23	4,11	4,72
Sürgülü Vana	0,09	0,12	0,18	0,24	0,30	0,46	0,61	0,91					
Te (Direkt)	0,30	0,43	0,52	0,70	0,82	1,31	1,55	1,89	2,53	3,81	5,03	5,33	6,10
Te (Dönüş)	1,22	1,52	1,83	2,13	2,44	3,66	4,57	4,88	6,71	9,97	14,9 4	17,3 7	20,42
Dişi/ Erkek Adaptör	0,30	0,46	0,61	0,85	1,07	1,37	1,68	1,98	2,74	4,27			

Tablo.8. PVC/CPVC/Termoplastik Malzemelerin Eşdeğer Boru Boyları (m)

1.4 Pompa Seçimi:

Pompa tipinin seçimindeki en önemli kıstas, tesisat eğrisi ile pompa eğrisinin kesiştiği noktanın en yüksek verime ya da yakın bir verime sahip olmasıdır. Şekil.10’da gördüğümüz üzere, en yüksek verime sahip noktanın optimum çalışma noktası olduğunu daha önce belirtmiştik, tesisat eğrisi ile pompa eğrisinin kesiştiği nokta A noktasıdır. Yani pompa burada en yüksek verime sahip noktada çalışmamaktadır. Bu aralık için genel olarak uygulamalarda tavsiye edilen değer aşağıdadır.

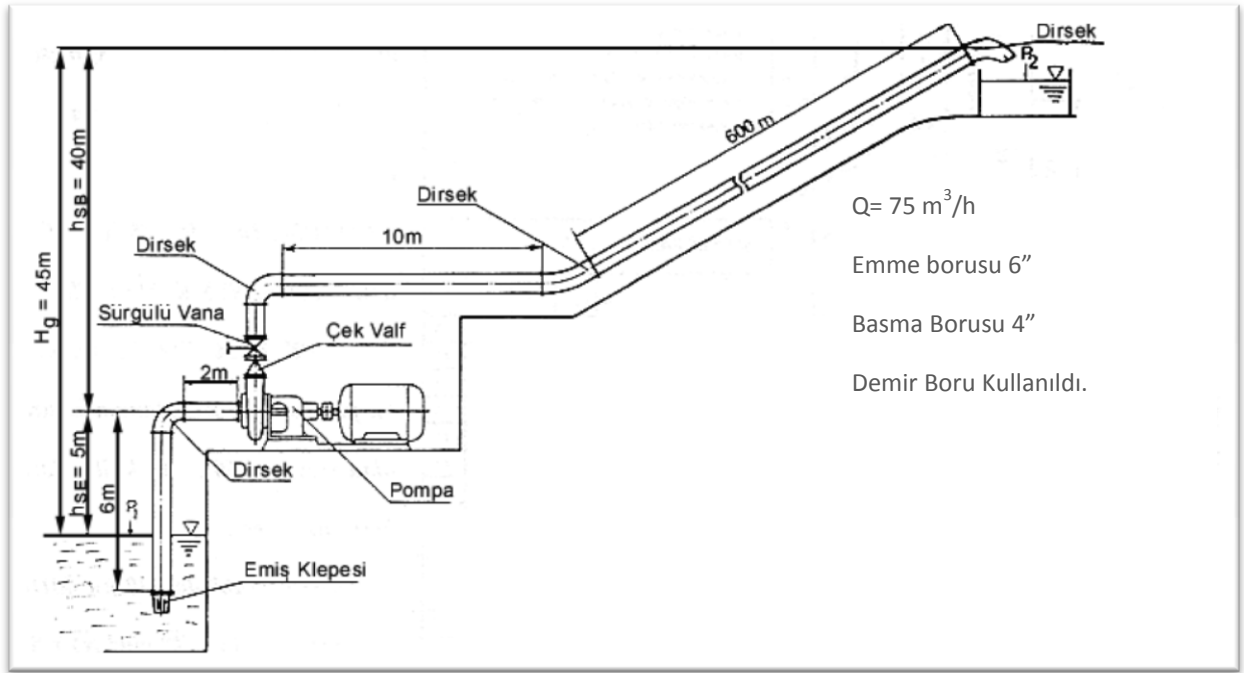
$$0,7Q_{opt} \leq Q_A \leq 1,2Q_{opt}$$



Şekil.11 Pompa ve tesisat karakteristik eğrileri

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda bir örnek ile pompa için basınç kaybını hesaplayalım:

Örnek.1



Şekil.12 Tesisat örneği

A – Manometrik Basma Yüksekliğinin Hesaplanması: (H_m)

$$H_m = H_g + h_{ke} + h_{kb}$$

a - (H_g) nin hesaplanması

$$H_g = h_{sb} + h_{se} = 40 + 5 = 45 \text{ mSS}$$

b-(h_{ke})Emiş borusundaki direnç kayıpları

6" Emiş tarafi toplam boru boyu $6 \text{ m} + 2 = 8 \text{ m}$

6" Emiş klepesi eşdeğer düz boru boyu 1 adet x 12m =12m (Tablo.7.)

6" Standart 90° dirsek eş değer düz boru boyu 1 adet x 4,3 m = 4,3m (Tablo.7.)

Emiş tarafi toplam eş değer düz boru boyu = **24,3m**

$$h_{ke} = 24,3 \text{ m} \times 1,027 / 100 = 0,25 \text{ mSS}$$

- 75 m³/h - 6 inç metal boruda sürtünme kaybı her 100 metre için 1,027 mSS dir.(Tablo.6.) Aynı tablodan suyun hız değeri 1,097 belirlenir. Konfor şartlarını sağlamaktadır.

c- (h_{kb}) Basma borusundaki direnç kayıpları

4" basınç tarafi toplam boru boyu $10\text{m} + 600 = 610 \text{ metre}$

4" Çek valf eş değer düz boru boy ve eş değeri 1 adet x 9 m = 9 metre (Tablo.7.)

4" Standart 90° dirsek eş değer düz boru boyu eş değeri 3 adet x 3m=9 m (Tablo.7.)

4" Sürgülü vana eş değer düz boru boyu eş değeri 1 adet x 0,81m = 0,81

Basınç tarafi toplam eş değer düz boru boyu = 628,81 m

$$h_{kb} = 628,81 \text{ m} \times 7,010 / 100 = 44,08 \text{ mSS}$$

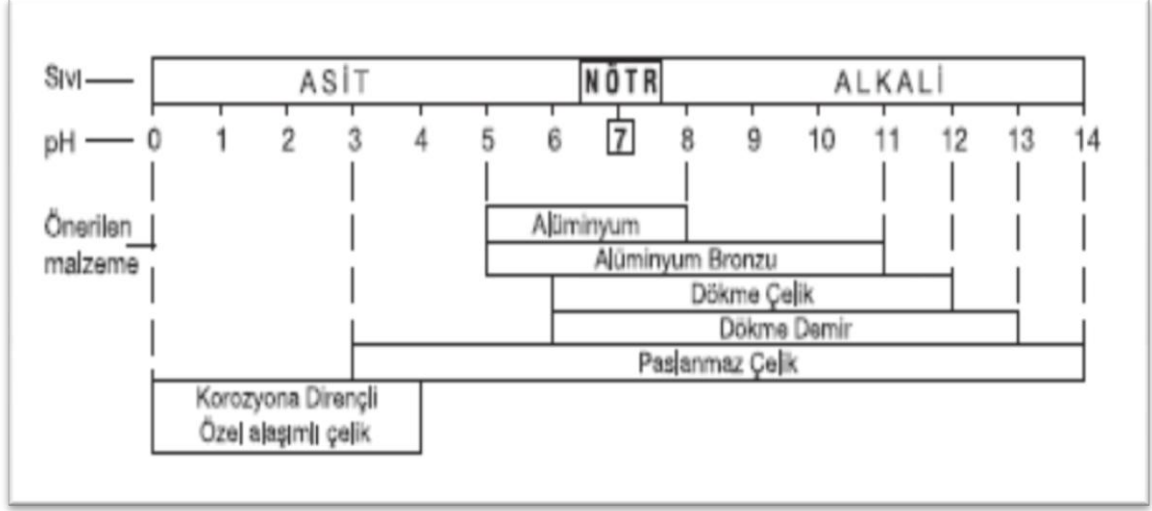
- 75 m³/h - 4 inç metal boruda sürtünme kaybı her 100 metre için 7,010 mSS dir. (Tablo.6.) Aynı tablodan suyun hız değeri 2,406 dır. Konfor şartlarını sağlamaktadır.

$$H_m = H_g + h_{ke} + h_{kb} = 45 \text{ mSS} + 0,553 \text{ mSS} + 44,11 \text{ mSS} = 88,44 \text{ mSS dir.}$$

Seçeceğimiz pompanın debisi 75 m³/h ve basıncı 88,44 mSS olacaktır.

1.5 Malzeme Seçimi:

Pompalarda katı madde içermeyen su ve benzeri akışkanları basınçlandırmak amacı ile malzeme seçimi yapılır. Bu malzeme seçimi pompa gövdesi, çarkı ve mili için değişiklikler gösterebilir. Genelde standart bir pompada pompa gövdesi-çarkı GG-25, mili AISI 304, hidrofor pompasında pompa gövdesi GG-25/AISI 304, çark NORYL/AISI 304 ve mil AISI 304 şeklindedir. Ancak basılacak akışkanın bir takım özelliklerinin farklı olması durumunda pompa malzemesi değişebilir. Bunlar PH değeri, sıcaklık, konsantrasyon, saflık, katkı maddeleri, erimiş gaz miktarı (oksijen, karbondioksit, hidrojen, sülfat vb.), askıda katı madde cinsi, miktarı, aşındırıcı özelliği, tane büyüklüğü, akışkan hızı, erimiş tuzların miktarı (kalsiyum karbonat, klor, sülfat vb.) gibi özelliklerdir. Tablo.8'de akışkanın PH değerine göre genel malzeme seçimi yer almaktadır.

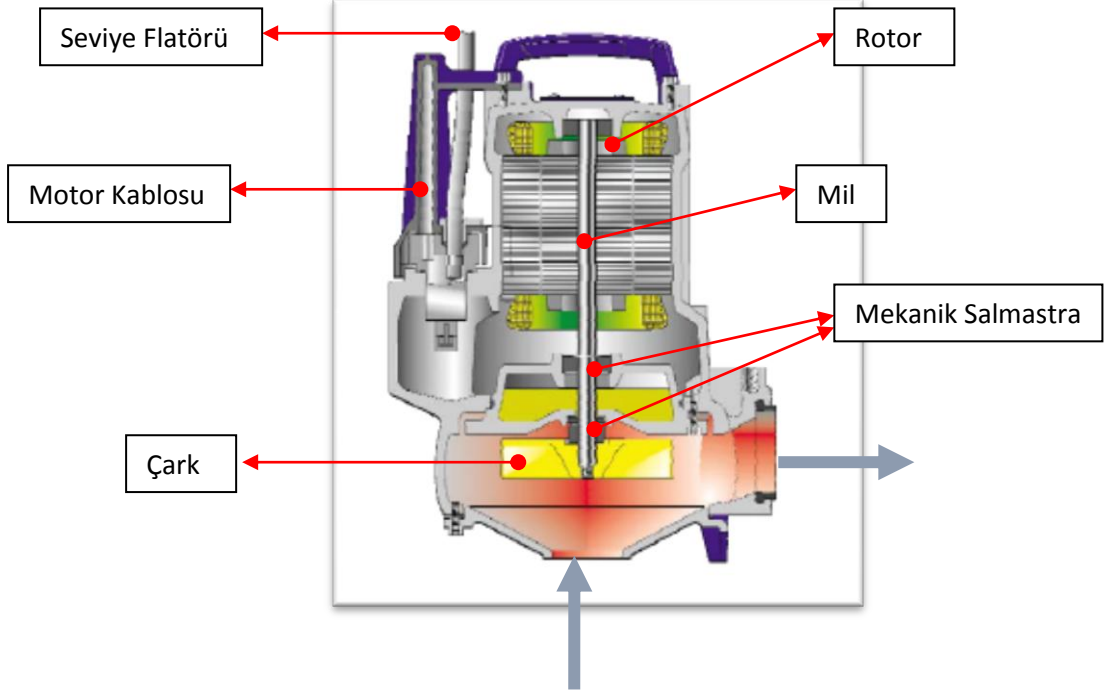


Tablo.9. PH Değerine Genel Malzeme Seçimi

1.6 Pompa Çeşitleri:

Bina teknolojisinde karşılaştığımız pompalar, kullanım yerleri ve seçim kriterleri yönünden farklılık göstermektedir.

- I. **Atık Su Dalgıç Pompalar:** Yağmur suyu, pis su, foseptik tahliyesi, havuz, depo boşaltımı gibi yerlerde kullanılan pompalardır. Adından da anlaşılacağı üzere tahliye edilecek su içerisine atılmakta ve motor soğutması bu su ile sağlanmaktadır. Bundan dolayı su olmayan yerde çalıştırılırsa motor soğutulmadığından yanar. Susuz çalışmayı önlemek için tüm modellerde seviye flatörü kullanımı zorunludur. Seviye flatörü, su seviyesine göre pompayı çalıştırmaya veya durdurmaya yaramaktadır. Tüm dalgıç pompalar mekanik salmastralıdır ve bazı dalgıç pompa modellerinde çift mekanik salmastra kullanılır. Atık su dalgıç pompalar, tahliye edilecek suyun cinsine göre çeşitlenmektedir:



Şekil.13. Atık Su Dalgıç Pompa Kesit Resmi

- a.) Drenaj Atık Su Dalgıç Pompaları:** Minimum seviyede partikül içeren yağmur suyu, depo suyu ve havuz suyu gibi atık suların tahliyesinde kullanılır. Genellikle plastik gövdeli ve plastik çarklıdır. Üst pompa gövdesi paslanmaz çelik-emme-basma ağızı döküm-çarkı plastik olan ya da alt ve üst kısmı komple paslanmaz çelik-çarkı plastik olan modeller de bulunur. Atık su pompanın alt kısmını çepçevre saran süzgeç gibi delikli bölmeden geçerek basınçlandırılır. Zaten bu süzgeç kısım katı parçacıkların geçişini engeller. Bu tip pompalar lifli malzemeler içeren atık suyun basılmasında kullanılmaz.
- b.) Vortex Çarklı Atık Su Dalgıç Pompalar:** Daha çok foseptik suyunun basınçlandırılmasında kullanılır. Bu tip çarklarda kapalı kısım yoktur. Çark gövdenin gerisinde kalır. Yüksek hızla dönen çark, su kütlelerini hareketlendirir ve su kütlesi serbest vortex hareketi yaparak basınçlanır. Çark sahip olduğu özel yapı ile daha büyük katı parçaların ve lifli malzemelerin geçişini sağlar. Buna karşı düşük verime sahip olması dezavantajdır. Gövde döküm-çark paslanmaz çelik veya komple döküm veya komple paslanmaz çelik olabilir.



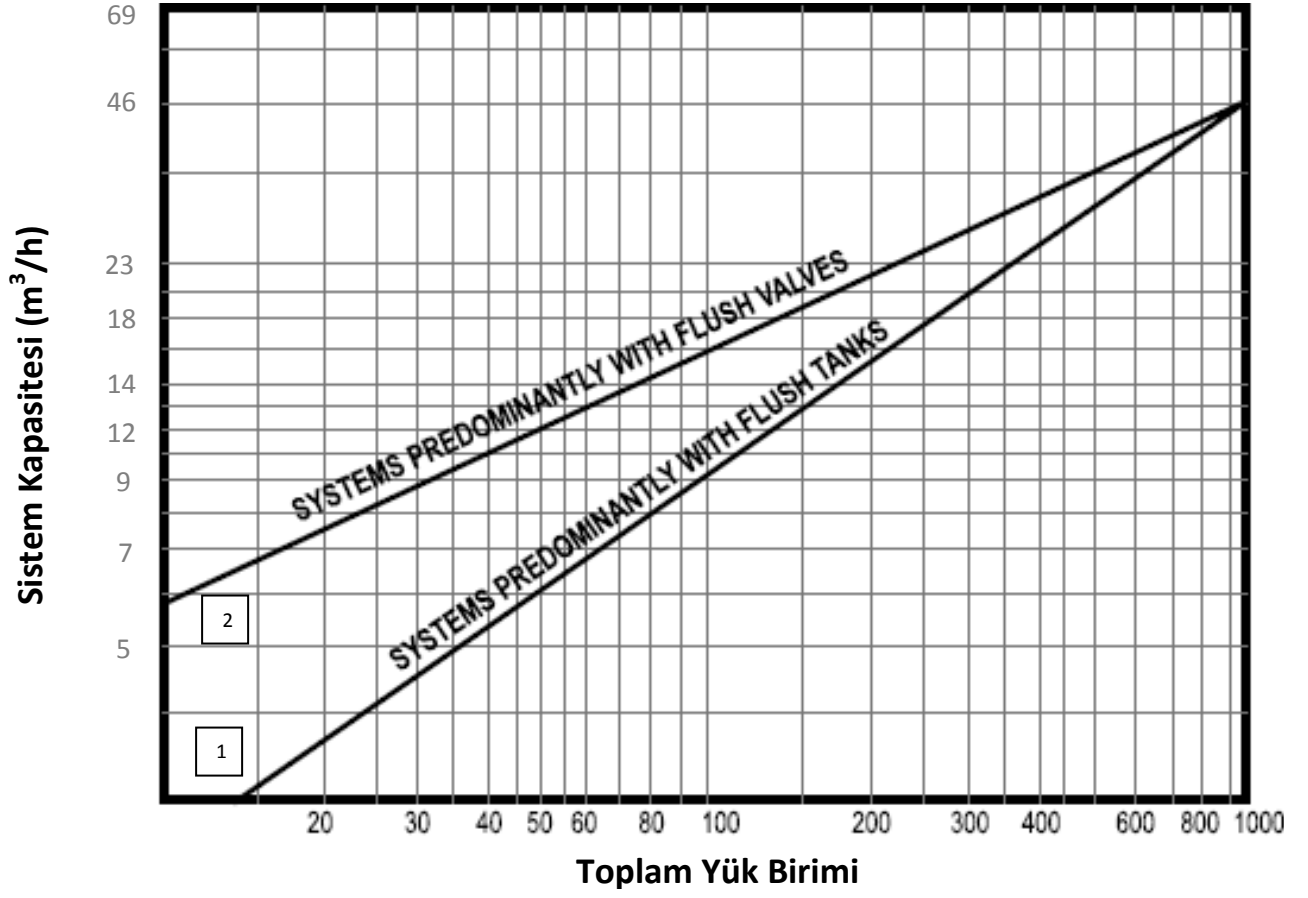
Şekil.14. Serbest Akışlı Vortex Çark

c.) Parçalayıcı Bıçaklı Atık Su Dalgıç Pompa: Foseptik suyunun basınçlandırılması için kullanılır. Diğer pompalardan farklı olarak pompanın emiş ağzında katı maddeleri ezerek parçalamaya yarayan bıçak bulunmaktadır. Katı atık parçalanarak ufak parçalara ayrılır ve tıkanma olmadan daha düşük boru çaplarında foseptik suyu basılmış olur. Genelde parçalayıcı bıçak, alaşımlı çelikten imal edilir.

d.) Atık Su Dalgıç Pompa Seçimi: Atık su dalgıç pompa debisini bulmak için atık su kaynaklarını tespit etmemiz gerekir. Atık su kaynakları ile ilgili Tablo.10'da yük birimleri verilmiştir. Bu yük birimleri adet ile çarpılarak toplam yük birimi bulunur. Daha sonra toplam yük birimini kullanarak Tablo.11'de verilen grafikte sistem için gerekli debiyi belirleyebiliriz. Sistem debisi bize atık su dalgıç pompa debisini verecektir. Bu tabloda sifon suyu için sistemde, rezervuar kullanılırsa 1, açma-kapama vanası kullanılırsa 2 numaralı eğriden seçim yapılır.

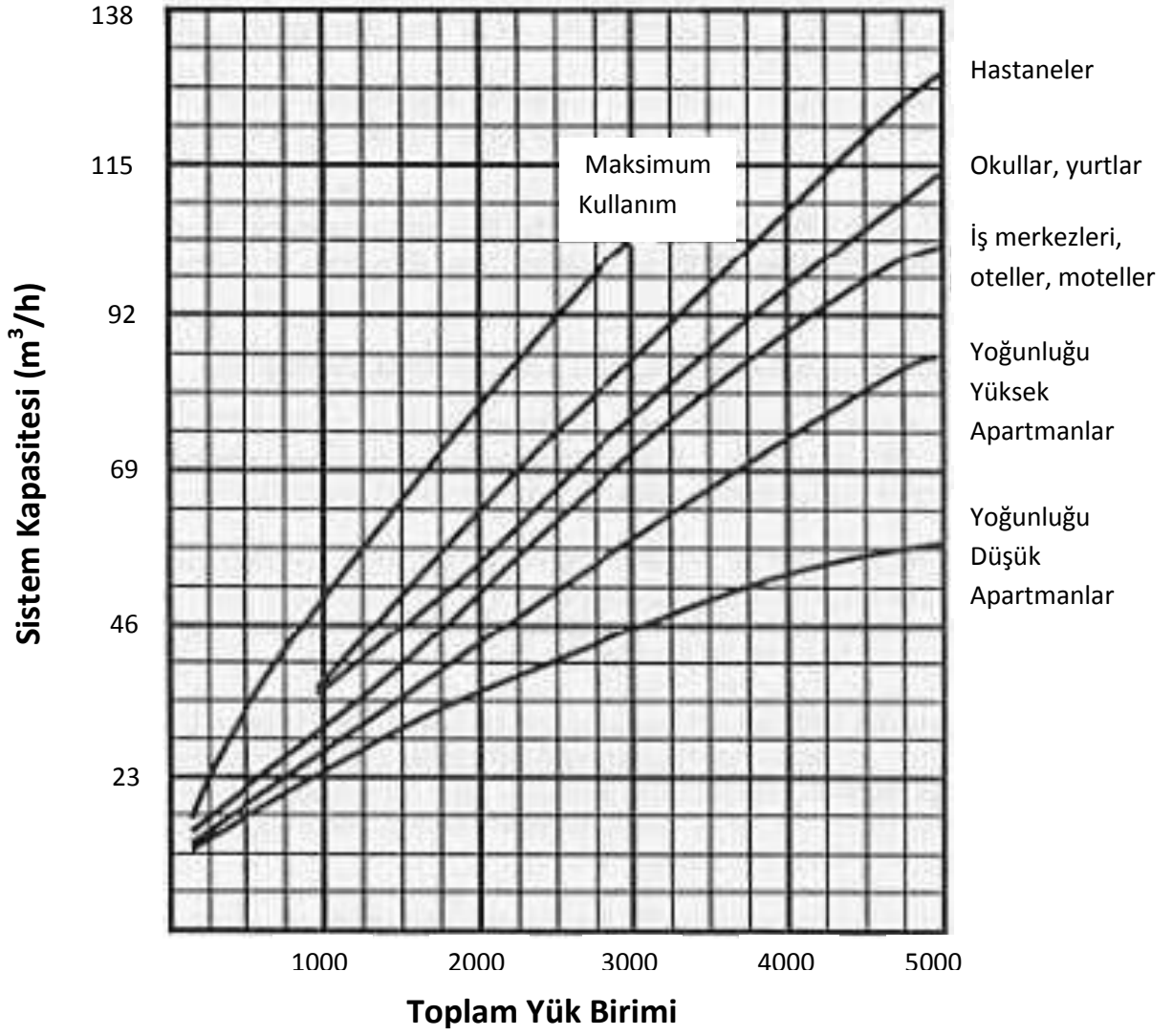
Ürün	Birim Yük	Adet	Toplam
Banyo Grubu tuvalet, Küvet/Duş, Klozet (Vanalı)	8		
Banyo Grubu tuvalet, Küvet /Duş, Klozet (rezervuarlı)	6		
Küvet 1 1/2" atık su çıkış ağızlı olan	2		
Küvet 2" atık su çıkış ağızlı olan	3		
Taharat Küveti 1 1/2" atık su çıkış ağızlı olan	3		
Dişçilerde Tükürük İçin kullanılan lavabo	1		
İçme Suyu Çeşmesi	1/2		
Mutfak evyesi	2		
Mutfak evyesi (çöp öğütme cihazı ile)	3		
Tuvalet (1 1/2" atık su çıkış ağızlı olan)	1		
Tuvalet (Berber, kuaför veya güzellik salonu için)	2		
Duş	2		
Umumi Duş (Her duş bölümü için)	3		
Lavabo(Vanalı)	8		
Lavabo(Bulaşık)	4		
Lavabo(Doktorlar için)	3		
Pisuar(vanalı)	8		
Pisuar(rezervuarlı)	4		
Klozet (vanalı)	8		
Klozet (rezervuarlı)	4		
Yüzme Havuzu (Her 3800 litre su için)	1		
Su Arıtma Cihazı	4		
Çamaşır Makinesi	2		
1 1/4 " atık su çıkış ağızlı üniteler	1		
1 1/2 " atık su çıkış ağızlı üniteler	2		
2 " atık su çıkış ağızlı üniteler	3		
2 1/2 " atık su çıkış ağızlı üniteler	4		
3" atık su çıkış ağızlı üniteler	5		
4" atık su çıkış ağızlı üniteler	6		

Tablo.10. Atık su kaynaklarına göre yük birimleri



Tablo.11. Yük Birimlerine Göre Debi

Toplam yük birimi açısından daha yüksek kapasiteye sahip yapılarda aşağıdaki tabloyu kullanabiliriz:



Tablo.12. Yük Birimlerine Göre Debi

Atık su kapasitesinin belirlenmesinden sonra bina için gerekli fosseptik kuyusunun boyutları için Tablo.13'ü kullanabiliriz. Burada sistem kapasitesine göre çukurun çapı ve boyutu yer almaktadır.

Sistem Kapasitesi m³/h	Foseptik Kuyusu Çapı (cm)					
	46	61	76	92	107	122
4,54						
5,68						
6,81						
7,95						
9,08						
10,22						
11,36						
13,63						
15,90						
18,17						
20,44						
22,71						
28,39						
34,07						
39,75						
45,42						
51,10						
Kuyu Derinliği (cm)	402	729	1119	1612	2195	2865

Tablo.13. Foseptik Çukurunun Boyutları

Atık su pompasının belirlenmesinden sonra atık suyu dışarı atmak için kullanılacak borunun çapı (atık su hızını 0,6 m/sn olarak alırsak) debilere göre şu şekildedir:

Atık Su Dalgıç Pompa Debisi	Minimum boru çapı
2 m ³ /h	1 ¼"
3 m ³ /h	1 ½"
5 m ³ /h	2"
7 m ³ /h	2 ½"
11 m ³ /h	3"

Tablo.14. Atık Su Dalgıç Pompa için Boru Çapları

Basınç kaybı için ise hattaki boruların sürtünme kaybı, tesisat elemanlarındaki kayıp, geometrik yükseklik bulunmalıdır. Tablo.5, Tablo.6, Tablo.7 ve Tablo.8’da kayıp tabloları yer almaktadır ve Örnek.1’de basınç kaybı hesabı yapılmıştır.

Atık su dalgıç pompa kapasitesini belirlemek için bir örnek yapabiliriz:

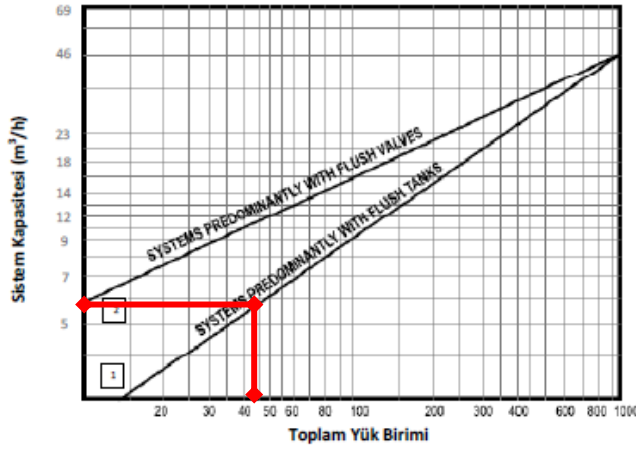
Örnek.2

4 banyo grubu (reservuarlı sistem), su arıtma cihazı, çamaşır makinesi, bulaşık yıkama lavabosu, çöp öğütmeli mutfak lavabosu, 1 ½" atık su çıkış ağızlı bahçe lavabosu, 15.200 litrelik yüzme havuzu ve duş olan bir yapı için hesaplamayı yapalım:

4 Banyo Grubu (reservuarlı)	24
Su Arıtma Cihazı	4
Çamaşır Makinesi	2
Bulaşık Lavabosu	4
Çöp Öğütmeli Mutfak Lavabosu	3
15.200 Lt yüzme havuzu	4
1 ½" çıkış ağızlı bahçe lavabosu	2
Toplam Yük Birimi	43

(Tablo.10 kullanılarak çıkartılmıştır.)

Tablo.11 kullanılarak 43 yük birimine karşılık gelen sistem kapasitesi yani atık su dalgıç pompamızın debisi yaklaşık 6 m³/h olarak belirlenmiştir.



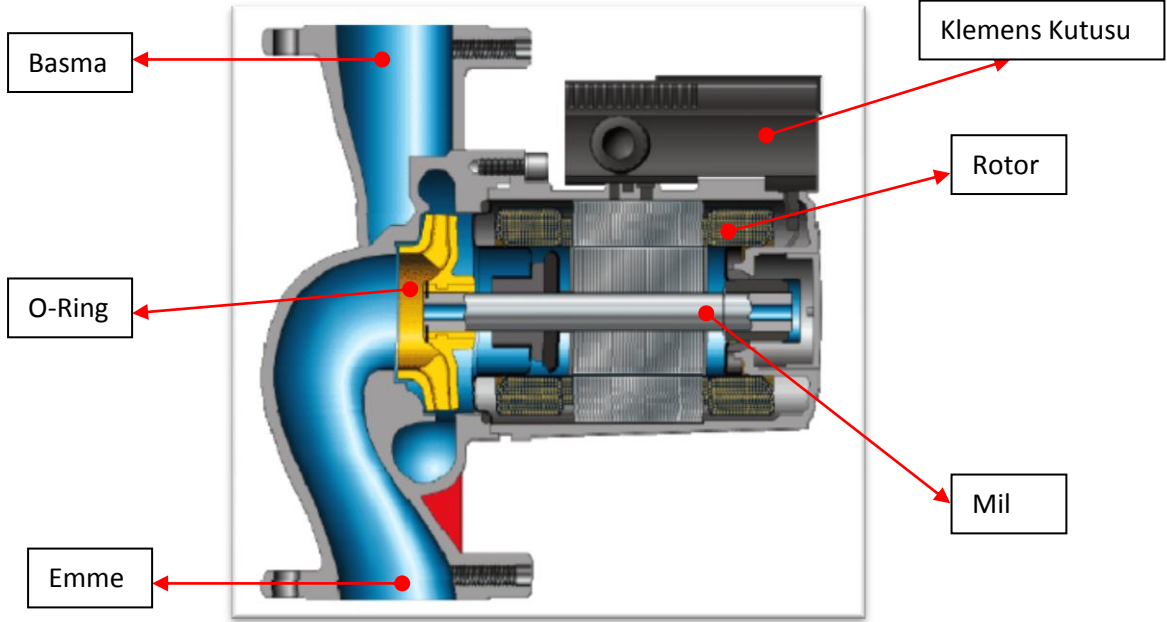
Basınç kaybı hesabı; boru, fittings ve vana kayıpları hesaplanarak bulunabilir. Buradaki önemli noktalardan bir 6 m³/h debi için 2 ½" çapında boru kullanılması gerektirir. Ayrıca foseptik için 46 cm çapında çukur açılmalıdır.

II. Sirkülasyon Pompası: Kapalı sisteme sahip ısıtma ve soğutma tesisatlarında suyun çevrimini sağlamak amacı ile kullanılan düz boruya takılabilen inline tip pompalardır. (Emiş ve basma ağızlarının aynı düzlem üzerinde olması durumunda pompa inline tip olarak adlandırılır.)

a.) Islak Rotorlu Sirkülasyon Pompası: Motorun soğutulma işlemi tesisatta bulunan su vasıtası ile sağlanır. Rotor ile motor gövdesi arasında bulunan paslanmaz sac çok az bir boşluk bırakarak tesisattaki suyun motor gövdesinde rotor kısmına inmeden dolaşmasını sağlamaktadır. Böylece motor soğutulmuş

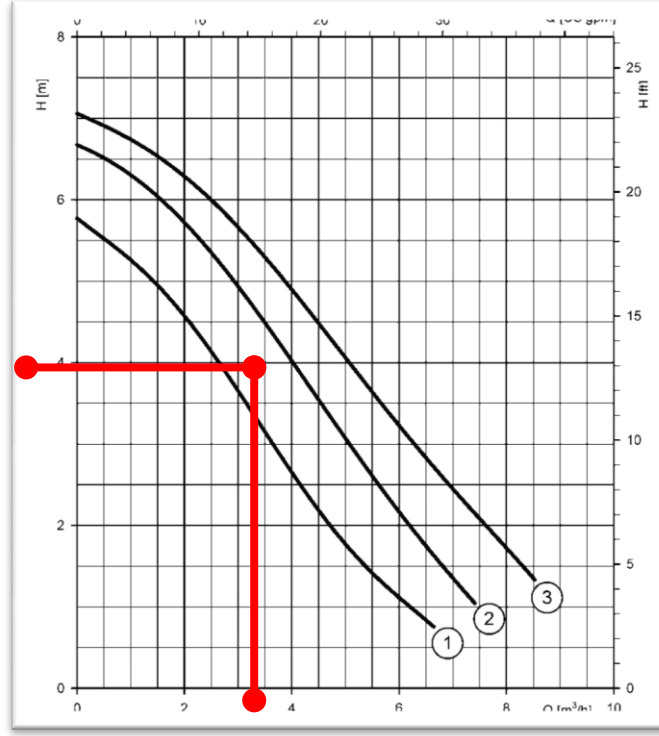
olur. Aynı zamanda bu su yağlamayı da sağlamaktadır. Bu pompalarda mekanik salmastra kullanılmamaktadır. Kuru rotorlu sirkülasyon pompasına göre;

- Daha sessiz çalışır.
- Kapasiteleri daha düşüktür.



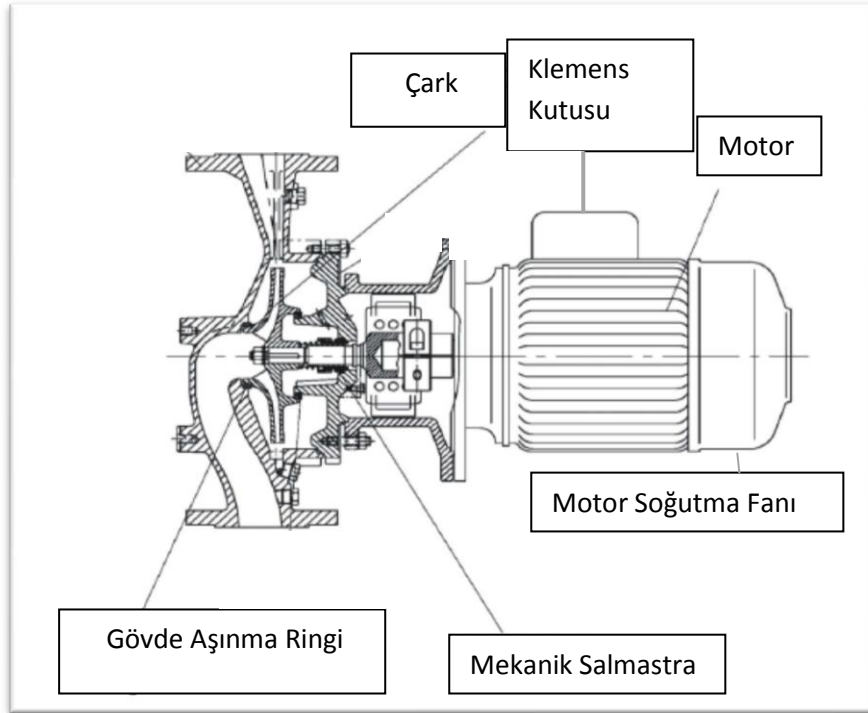
Şekil.16 Islak rotorlu sirkülasyon pompası kesidi

Dişli, flanşlı ve ikiz flanşlı tipleri bulunmaktadır. Düşük kapasitelerde dişli bağlantı, daha yüksek kapasitelerde flanşlı bağlantı kullanılmaktadır. Dişli bağlantıya sahip sirkülasyon pompası rekor seti ile tesisata kolayca bağlanabilmektedir. Genel olarak frekans invertörlü, üç hızlı ve tek hızlı olarak üretilmektedir. Üç hızlı modellerde klemens kutusu üzerinde (dişli tip sirkülasyon pompası) veya içerisinde (flanşlı tip sirkülasyon pompası) bulunan bölüm vasıtası ile manuel olarak hızı artırarak debi ve basınç olarak pompa kapasitesini artırmak mümkündür. Burada hız artışı ile motor devrinin artırılmasından bahsedilmektedir. Pratikte pompa seçiminin 1 ve 2. Hız arasında kalan bölgede yapılması tavsiye edilir. Böylece herhangi bir nedenle kapasitenin yüksek ya da düşük çıkması durumunda hız azaltma ve artırma seçeneklerini sağlamış oluruz ki pompanın performans eğrisi ve motorun gücü bu yeni hıza göre şekillenecektir. İkiz tip sirkülasyon pompaları daha çok sistemin yedek pompa ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Frekans invertörlü sirkülasyon pompaları değişen debiye göre motor devrini ayarlayarak çektiği akımı düşürür ve böylece enerji tasarrufu sağlanmış olur.



Şekil.17 Islak rotorlu sirkülasyon pompası performans grafiği

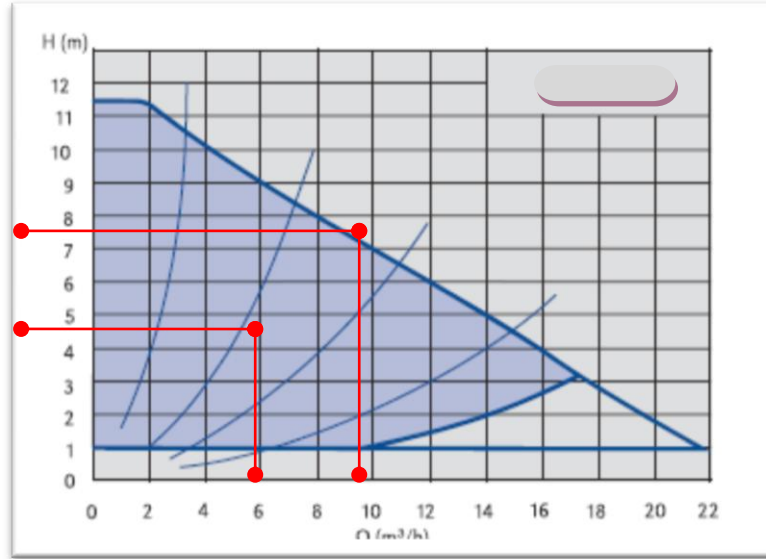
- b.) Kuru Rotorlu Sirkülasyon Pompası:** Motorun soğutulma işlemi pompa arkasında yer alan fan vasıtası ile yapılır. Sızdırmazlık mekanik salmastra vasıtası ile sağlanır. Islak rotorlu sirkülasyon pompasına göre;
- Debi ve basınç olarak çok daha yüksek kapasitelerde de üretilebilmektedir.
 - Tamiri daha kolaydır.



Şekil.18. Kuru Rotorlu Sirkülasyon Pompası

Yüksek kapasitelere ulaşabilmesi nedeni ile daha çok hastane, otel, alışveriş merkezleri ve fabrikalar gibi büyük yapılarda tercih edilmektedir. Bu yapılarda debiyi etkileyen ısıtma ya da soğutma kaynağının gücü, hem de basıncı etkileyen yatay mesafeler fazladır. Ayrıca kuru rotorlu sirkülasyon pompaları tek hızlıdır.

- c.) **Frekans İntertörlü Sirkülasyon Pompası:** Tesisat kapasitesinin belirlendikten sonra buna uygun olarak pompa seçimi yapılmaktadır. Buradaki asıl sorun, sistemin her zaman en yüksek kapasite ile çalışmamasından ancak seçilen pompanın ise her zaman tam kapasite çalışmasından kaynaklanmaktadır. 500.000 kcal/h ısıtma kapasitesine sahip bir ısıtma sistemini ele alırsak, kış aylarının ancak belirli günlerinde sistem tam kapasiteye ulaşmakta, ısıtma sisteminin devrede olduğu diğer günlerde daha düşük kapasitelerde çalışmaktadır. Burada seçilen normal pompa, kapasitenin düşük olduğu günlerde fazla enerji tüketmektedir. Frekans invertörü bu noktada devreye girerek motor devrini ısıtma kapasitesine göre düşürmekte bu sayede enerji tasarrufu sağlamaktadır. Şekil.16'da görüldüğü üzere mavi ile boyalı alan frekans invertörlü pompanın performans gösterebileceği kapasiteyi göstermektedir.



Şekil.19. Motordan Frekans İntertörlü Sirkülasyon Pompası Performans Eğrisi

Frekans invertörü kullanımı iki şekilde olmaktadır: Birinci yol, frekans invertörü her pompa üzerine akuple edilir ve motordan frekans invertörlü adını alır. Genel olarak frekans invertörlü ıslak rotorlu sirkülasyon pompaları bu şekildedir. İkinci yol ise, pano içerisinde yerleştirilen frekans invertörü ile yapılır ve panodan frekans invertörlü adını alır. Bu uygulama daha çok kuru rotorlu sirkülasyon pompalarında görülmektedir. Ancak motordan frekans invertörlü kuru rotorlu sirkülasyon pompaları da ürün gamımızda bulunmaktadır.

Motordan frekans invertörlü siskülasyon pompaları ihtiyaç olan debi ve basınca göre motor devrini azaltıp artırarak çalışır. Genel olarak basıncı sabit alarak ya da basıncı oransal olarak düşürerek değişen debiye göre motor devrini ayarlar.

Panodan frekans invertörlü sistemler, asıl ve yedek olarak birden fazla pompanın çalışabildiği yerlerde tercih edilmektedir. Örneğin 3 asıl+1 yedek pompanın olduğu bir ısıtma sisteminde. Burada sistem, 4 pompanın bağlı olduğu pano ve emme&basma kollektörü üzerine yerleştirilen 2 adet transmitter (algılayıcı) den oluşmaktadır. Çalışma şekli şöyledir: Algılayıcı basınç ya da sıcaklık farkını algılayarak panoya iletir, pano set edilen değere göre motorun devrini düşürerek ya da artırarak çalışmasını sağlar.

d.) Sirkülasyon Pompası Seçimi: Kapalı sistemlerde debinin belirlenmesi için ısıtma kapasitesinin bilinmesi gerekmektedir. Ya direkt olarak kazan kapasitesinden hareket edilir ya da bina için gerekli ısı ihtiyacı radyatörden veya daire boyutlarından hesaplanır.

$$Q_{\text{kazan}} = Q_{\text{pompa}} \times C \times \Delta T / 1000 \quad Q_{\text{pompa}} = Q_{\text{kazan}} / (C \times \Delta T \times 1000)$$

C: Suyun Özgül ısısı 1 kcal / kg°C

Q pompa: Debi m³/h

Q kazan: Isıtma kapasitesi kcal/h

ΔT: Gidiş ve Dönüş Arasındaki Sıcaklık Farkı °C

Genel olarak uygulamalarda gidiş-dönüş sıcaklık farkı 20°C olarak alınmaktadır. Dolayısı ile debi hesabı;

$$Q_{\text{pompa}} = Q_{\text{kazan}} / 20.000 \text{ olmaktadır.}$$

Kazan kapasitesinin m² olarak verildiği kömürlü ve fueloilli kazanlar için:

$$Q_{\text{pompa}} = A / 2,5 \text{ kömürlü kazan için,}$$

$$Q_{\text{pompa}} = A / 2 \text{ fuel oil için}$$

A: Kazan ısıtma alanı m²

ΔT: 20°C olarak alınmıştır.

Dairenin ısı kaybı hesabından ise pompa debisi şu şekilde yapılabilir:

$$Q_{\text{pompa}} = (f \times \text{Daire Sayısı}) / (\Delta T \times 1000)$$

f: Daire için gerekli ısı ihtiyacı kcal/h

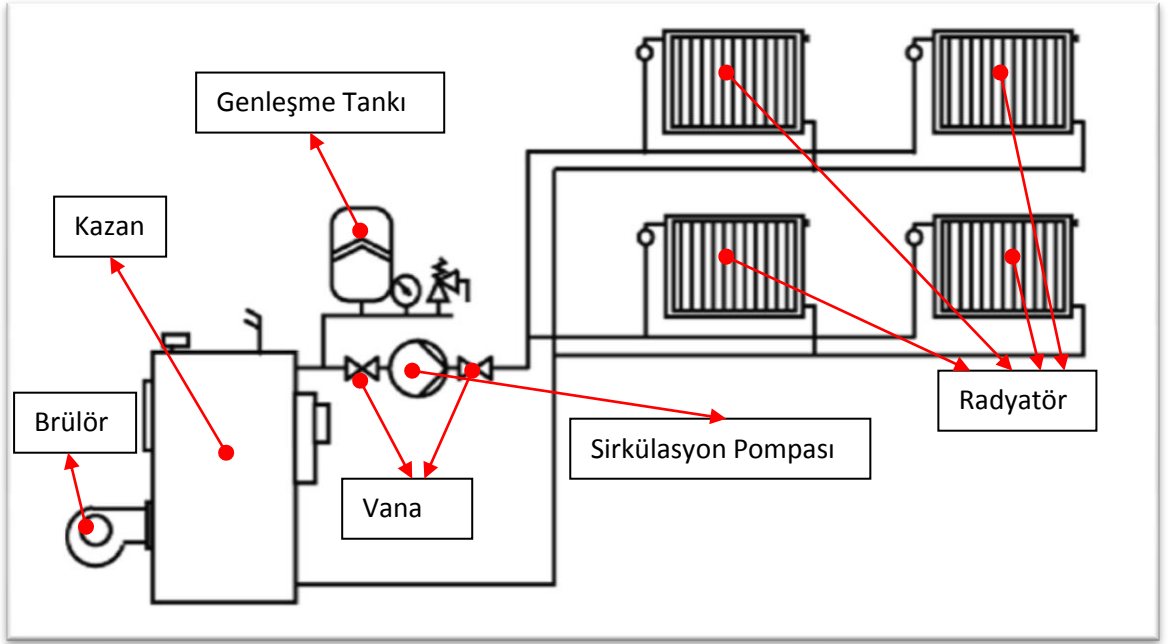
100-120 m² daireler için yaklaşık olarak f= 12.000 kcal/h

120-150 m² daireler için yaklaşık olarak f=15.000 kcal/h alınabilir.

ΔT: Gidiş ve Dönüş Arasındaki Sıcaklık Farkı °C

Genel olarak uygulamalarda gidiş-dönüş sıcaklık farkı 20°C olarak alınmaktadır. Dolayısı ile debi hesabı;

Q pompa = (f x Daire Sayısı) / 20.000 olur.



Şekil.20 Basit bir ısıtma sistem

Debinin bulunmasından sonra basınç kaybının hesaplanması gereklidir. Kapalı sistem olması nedeni ile su üst kata çıkarken kaybedeceği kaybı alt kata inerken kazanacaktır. Bu sebeple kapalı sistemlerde sadece borulardaki ve kullanılan armatürlerdeki sürtünme kayıpları alınır.

$$H_m = \Sigma R \times L + \Sigma Z$$

H_m: Basma Yüksekliği mSS

L: Boru boyu m

R: Boru Çapında metre başına düşen kayıp mSS/m

Z: Bağlantı elemanları, özel cihazlar ve vanaların kayıpları mSS

Gerekli bilgiler alınamıyorsa pratik olarak basma yüksekliğini hesaplamayı şu şekilde yapabiliriz:

$H_m = \text{Binanın (yüksekliği + genişliği + boyu) } \times k$

k: 0,04 (10 yıldan eski binalar için)

k: 0,03 (Yeni binalar için)

Basınç kaybını hesaplariken kritik hat dikkatlice tespit edilmelidir. Kapalı sistemlerde kritik hat kazandan başlar, kolektör, vanalar, boyler veya eşanjörü takip ederek en uzak ve en yukarıdaki radyatöre kadar devam eder.

Bazı ürünler için basınç kayıp tablosu aşağıda verilmiştir:

Cihaz	Basınç Kaybı (mSS)
Kazan	0,1-0,5
Kompakt Kazan	0,5-1,5
Eşanjör	1-2
Isı Ölçer	1,5-2
Su Isıtıcısı	0,2-1
Isı Pompası	1-2
Radyatör	0,05
Konvektör	0,2-2
Radyatör Vanası	1
Kontrol Vanası	1-2
Çek Valf	0,5-1
Filtre	1,5-2

Tablo.15. Değişik Ürünlere Ait Basınç Kayıpları

Bu bilgiler ışığında debi ve basınç kaybını hesaplamak için bir örnek yapabiliriz:

Örnek.3

Kazan kapasitesi 200.000 kcal/h olan bir binanın Boyu 20 m, genişliği 20 m ve yüksekliği 15 m'dir. Kritik hatta boru mesafesi 50 metre, çapı 3" ve termoplastiktir. Ayrıca 2 tane 90° lik dirsek, 2 tane T bağlantı, 20 tane ½ inç düz radyatör vanası, 4 tane kelebek vana, 1 tane çekvalf bulunmaktadır ve çapları 3" tır. Bu sistem için gerekli debi ve basınç kaybını hesaplayalım:

$$Q = 200.000 / 20.000 = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

3" çap ve 10 m³/h su debisinde metal olmayan boru için 100 metredeki boru kaybı 1,8 mSS dir. (Tablo.5)

Kullanılan fittings ve vanaların eş değer boru boyları:

3" dirsek için 2,41 mSS (Tablo.8)

3" T bağlantı için 4,88 mSS(Tablo.8)

½ in. Radyatör vanası 0,91 mSS (Tablo.8)

3" Vana 3,6 mSS (Tablo.7)

3" Çekvalf 7,77 mSS (Tablo.7)

Kazandaki basınç kaybı: 0,3 mss (Tablo 14)

$$H_m = (50 \text{ m} + 2 \times 2,41 \text{ mSS} + 2 \times 4,88 \text{ mSS} + 20 \times 0,91 \text{ mSS} + 4 \times 3,6 \text{ mSS} + 1 \times 7,77 \text{ mSS}) \times 1,8 / 100 + 0,3 \text{ mSS}$$

$$H_m = 2,19 \text{ mSS dir.}$$

Diğer formülle;

$$H_m = (20 \text{ m} + 20 \text{ m} + 15 \text{ m}) \times 0,04 = 2,2 \text{ mSS dir.}$$

Ayrıca pratik hesaplar için Tablo.16 kullanılabilir. Ancak bu değerler yaklaşık değerlerdir ve daha çok konutsal uygulamalar için geçerlidir. En doğru çözüm proje üzerinden hesaplama yapılarak sistem kaybının belirlenmesidir

Tesisat Uzunluğu	Pompa Basıncı
100 metreye kadar	1 - 2 mSS
100-500 metre arası	4 - 6 mSS
1000 metrede	6 - 12 mSS
Kazan Kapasitesi	Pompa Basıncı
50 kW'a kadar	0,5 - 3 mSS
50-100 Arası	2 - 5 mSS
100 kW ve üzeri	5 - 10 mSS

Tablo.16. Tesisat uzunluğu ve kazan kapasitesine göre pompa basıncı

e.) **Re-Sirkülasyon Pompası:** Merkezi ısınma kullanılan sistemlerde, kullanım sıcak suyu boyler ya da akümülyasyon tankı içerisinde. İhtiyaç olması halinde hemen kullanılması ve tesisatta kalan suyun soğumaması için devamlı çevrim içerisinde. Bu çevrim için kullanılan sirkülasyon pompalarıdır ve diğer sirkülasyon pompalarından en önemli farkı pompa gövdesinin bronz olmasıdır. Böylece pompanın, suyun ısınması ve soğutulması ile ortaya çıkan kirece karşı dayanımı arttırılmıştır.

f.) **Re-Sirkülasyon Pompası Seçimi:** Boyler için kullanılan sirkülasyon pompalarının kapasite hesabı şu şekilde yapılmaktadır:

$$Q_{\text{boyler}} = V_{\text{boyler}} \times 50 \text{ kcal/h}$$

$$V_{\text{boyler}} = \text{Boylere Hacmi (lt)}$$

Q_{boyler} : Boylere ısı kapasitesi

$$Q_{\text{pompa}} = (Q_{\text{boyler}} \times 0,05) / (\Delta T \times 1000)$$

$$Q_{\text{pompa}}: \text{Debi m}^3/\text{h}$$

ΔT : Boylere giriş ve çıkış sıcaklık farkı (°C)

Uygulamalarda 10 °C alınabilir.

Re-Sirkülasyon pompası basınç hesabı, boru, fittings ve vana kayıpları dikkate alınarak yapılabilir.

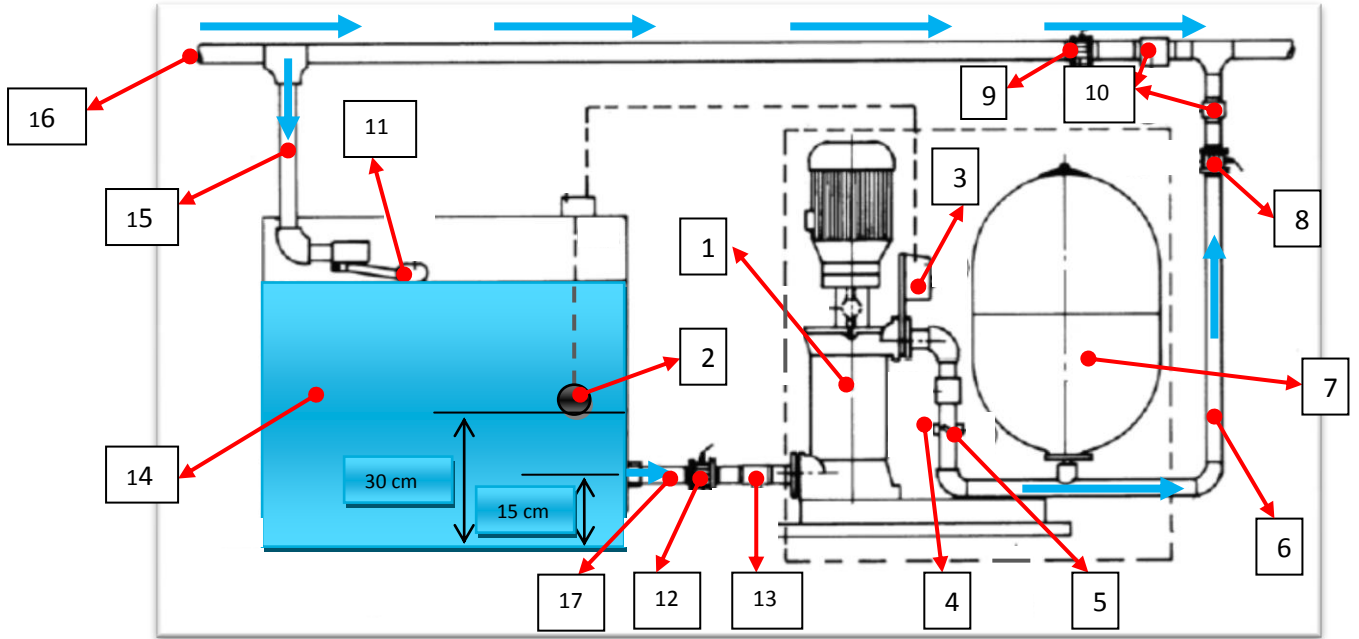
1.6. Hidrofor

Hidrofor; pompa, denge tankı, bağlantı flexi, basınç şalteri, manometre, 5 yollu fittings, vanalar, kolektör ve pano gibi bir takım malzemelerden oluşan ve yine su basınçlandırma için kullanılan sisteme verilen isimdir. Pompalar, enerji kaynağı olduğu ve dışarıdan müdahale edilmediği sürece çalışmalarını devam ettirirler. Kullanım suyu ihtiyacı ise sürekli değildir. Yerleşim için kullanılan binalarda kullanım suyu için pompa kullanılması durumunda, devamlı olarak açma ve kapatma amacı ile pompaya müdahale edilmesi gerekir. Konfor isteğinin ön plana çıkması ile kullanım suyu için ayarlandığı basınca göre kendi kendine açılıp-kapanan bir sistem olan hidrofor kullanılmaya başlanmıştır. Hidroforlarda kullanılan tüm pompaların mekanik salmastra ile tam sızdırmazlığı sağlanır.

I. Hidroforu Oluşturan Cihazlar:

- a.) **Pompa:** Su basınçlandırmasını gerçekleştirir.
- b.) **Denge Tankı:** Suyun kullanılmadığı durumda su içine dolarak basıncı artırır. İstenilen basınca gelindiğinde pompa durur. Kapasiteye göre denge tankı seçimi yapılmalıdır.
- c.) **Membran:** Basınçlandırılan suyun denge tankına temas etmesini önleyerek denge tankında korozyon oluşumunu önler. Böylece suyun hijyenik koşullarda basınçlandırılması devam eder. Membran ile denge tankı arasında hava bulunmaktadır. Genelde EPDM (Etilen-Propilen-Dien-Monomer) malzemeden yapılır ve su geçirgenliği diğer malzemelere çok daha azdır.
- d.) **Bağlantı Flexi:** Pompa ve denge tankı arasında bağlantıyı sağlar. Dış tarafı hasır şeklinde örülmüş paslanmaz çelikten oluşur.
- e.) **Basınç Şalteri:** Üzerinde yer alan alt basınç ve üst basınç ayar vidaları sayesinde istenilen (pompa kapasitesi belirleyicidir) basınçlarda pompanın durması ve çalışmasını sağlar. Pompa kapasitesine göre şalter tipi seçilmelidir.
- f.) **Manometre:** Sistemdeki basıncı ölçer.
- g.) **Beş yollu fittings:** Basma hattı, bağlantı flexi ve devamında denge tankı, pompa, manometre ve duruk şalter bu fittings sayesinde pompa ile birleştirilir.
- h.) **Çekvalf:** Basılan suyun geri gelmesini önlemekle beraber şehir şebeke hattından gelen basınçlı suyun hidrofora gelmesini de engeller.
- i.) **Pano:** Monofaze pompalarda koruyucu termik olması nedeni ile bu pompaların kullanıldığı hidroforlarda panoya gerek yoktur. Ancak trifaze pompaların kullanıldığı hidroforlarda aşırı akıma karşı pano kullanılması şarttır. Yine isteğe bağlı olarak eş yaşlandırma (Çok pompalı hidroforlarda), sıvı seviye rölesi (Emiş yapılması durumunda), sesli-ışıklı-alarmlı otomatik test sistemi (Yangın hidroforları için) ve frekans invertör gibi eklemeler yapılabilir.

j.) **Seviye Flatörü:** Hidroforun su alımını gerçekleştirdiği depo içerisindeki su seviyesinin azalması ile pompayı durduran ve su seviyesinin artması ile tekrar çalıştıran cihazlardır.



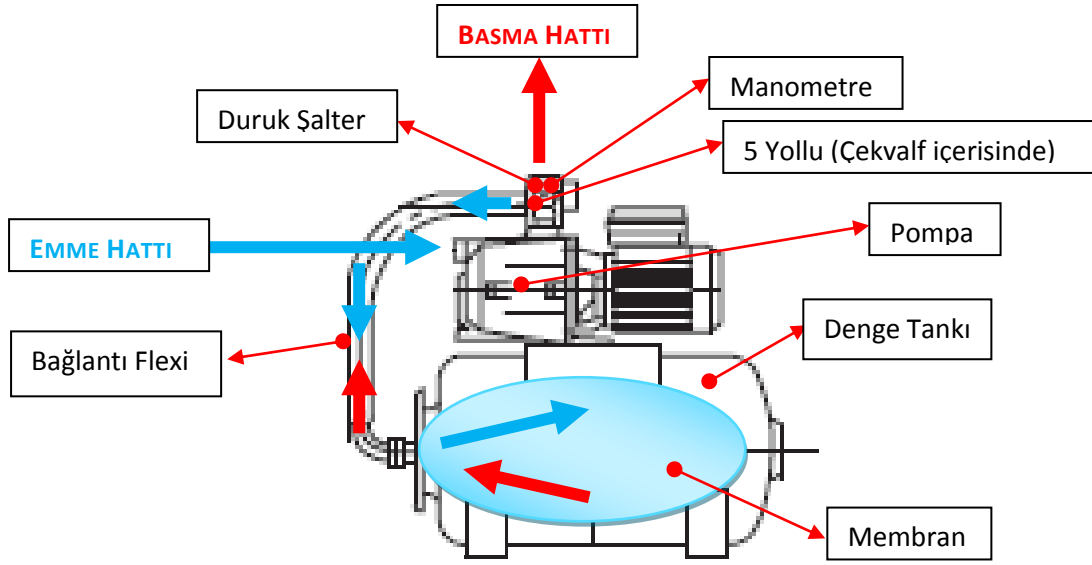
Şekil.21 Hidrofor Tesisatı

1. Hidrofor Pompası
2. Seviye Flatörü
3. Hidrofor Panosu
4. Manometre
5. Duruk Şalter
6. Hidrofor Basma Hattı
7. Denge Tankı
8. Hidrofor Basma Hattı Vanası
9. Şebeke Suyu Basma Hattı Vanası
10. Çekvalf
11. Su Deposu Flatörü
12. Hidrofor Emme Hattı Vanası
13. Pislik Tutucu
14. Su Deposu
15. Şehir Şebekesi Depo Hattı
16. Şehir Şebekesi Hattı
17. Hidrofor Emme Hattı

II. Hidroforun Çalışma Prensibi:

Pompa tiplerine göre çeşitlilik gösterse de hidroforların çalışma prensibi aynıdır. Depodan gelen su, pompa ile basınçlandırılır. Su kullanımı bittiğinde pompa çalışmaya devam eder fakat su artık basma hattında gidecek yer bulamadığı için denge tankı içerisinde bulunan membrana dolmaya başlar. Denge tankına su dolması ile

beraber basınç yükselmeye başlar. Sistem basıncı, hidrofor üst basıncına ulaştığında duruk şalter pompanın çalışmasını durdurur. Hidroforlarda genellikle $\Delta P = 2$ Bar (1,8 olarak da alınabilir) olacak şekilde alt ve üst basınç ayarlanır. (3-5 Bar, 4-6 Bar gibi.) Su kullanımının tekrar başlaması ile beraber ilk önce denge tankı içerisinde bulunan su basma hattına doğru hareketlenir ve basınç da düşmeye başlar. Su kullanımının devam etmesi durumunda sistem basıncı alt basıncın altına inecek ve aynı anda pompa tekrar çalışacaktır. Bu çevrim, alt-üst basınç sınırlarının altına inilmesi veya üstüne çıkılması ile güç kaynağı olduğu sürece devam edecektir. Su kullanımı olmadığı zamanlarda ise pompa çalışmayacaktır. Hidrofor alt ve üst basıncı pompa kapasitesine göre belirlenir.



Şekil.22 Hidrofor Çalışma Prensibi

Çok pompalı hidroforlarda ise birinci pompa devreye girdikten sonra eğer basınç düşmeye devam ederse ikinci pompa, daha da düşerse diğer pompa devreye girecektir. Kullanım azalıp basınç tekrar yükselmeye başlarsa pompalar sıra ile devreden çıkacaktır. Çok pompalı hidroforlarda birinci pompa 4-6 Bar arası ayarlanmışsa, ikinci pompa 3,5-5,5 Bar arası ve üçüncü pompa 3-5 Bar arası ayarlanır. Böylece birinci pompadan daha düşük alt basınçta devreye girmesi ve daha düşük üst basınçta devreden çıkması sağlanmış olur. Bu ayarlar üretim esnasında yapıldığı gibi devreye alma esnasında yetkili servisler tarafından da yapılmaktadır.

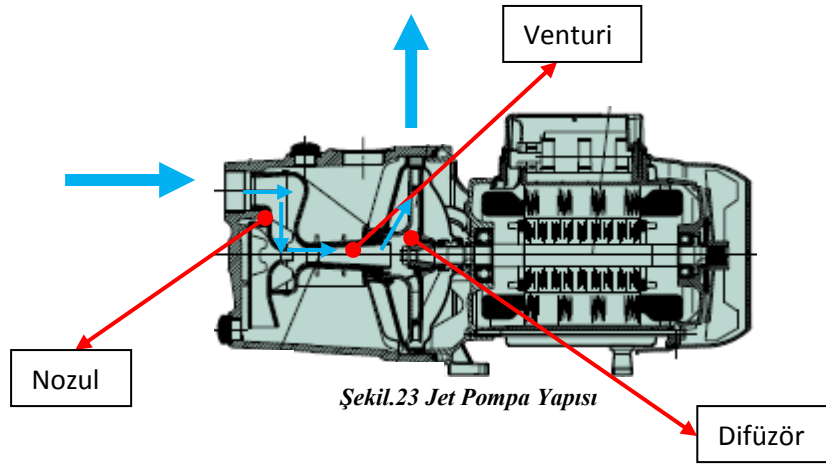
III. Hidrofor Çeşitleri:

Kullanılan pompa tipine göre hidroforlar çeşitlere ayrılmaktadır. Bina teknolojileri için en kullanılan hidroforları inceleyeceğiz:

a.) Periferik Pompalı Hidroforlar: Periferik pompaların kullanıldığı hidroforlardır. Sürtme fanlı pompa olarak bilinir. Bronz veya pirinç fan, basınç kaybını önlemek amacı ile gövdenin alt kesimine sürterek döner. En fazla 1-2 kat ve 2-3 daire içindir. 24 litrelik denge tankının bağlantı flexi olmadan fittings yardımı ile pompa

üzerine direkt montaj edilmesi ile hidrofor haline dönüştürülür. En ekonomik hidroforlardır ve az yer kaplarlar ancak sesleri yüksektir.

- b.) Kendinden Emişli Jet Pompalı Hidroforlar:** Bu tip hidroforlar 8 metreye kadar kendinden emiş yapabilir. En çok kuyu, depo üstü, havuz gibi emiş gerektiren yerlerde kullanılırlar. Pompa emiş ağzı ile çark arasında yer alan yapı, emiş ağzında genişken çarka doğru daralmakta ve çarkta tekrar genişlemektedir. (Nozul-Venturi-Difüzör Hattı) Bu sayede kavitasyon engellenmiş olur. Pompa çarkı NORYL malzemedendir. Pompa gövdesi malzemesine göre döküm ve paslanmaz çelik olmak üzere ikiye ayrılır. Gövdesi paslanmaz çelik olanlar inox olarak adlandırılır. Motor gövdesi ise alüminyumdur. En çok satılan hidrofor grubudur. 24 ve 50 litre denge tankı seçeneği bulunmaktadır.



- c.) Dikey Milli Çok Kademeli Hidroforlar:** Daha az yer kaplamaktadır. Çok kademeli olması nedeni ile daha düşük motor güçlerinde daha yüksek basınca ulaşabilmektedir. Dönen parçaların hafif malzemelerden imal edilmesi nedeni ile sessiz çalışmaktadır. Mil yapılarının kamalı tip olmaması sonucu dönen parçaların yıpranma ömrü uzundur. Yukarıda sayılan avantajlar sayesinde tercih edilen bu tip hidroforlarda, çok pompalı olarak da üretilebildikleri için debi artışının sağlanması mümkündür. Genel olarak asıl pompa(lar) ve asıl pompa ile aynı kapasitede 1 adet yedek pompa şeklinde tercih edilmektedir. Bu sayede her ihtimale karşı pompa yedeklenerek yapının susuz kalma ihtimali minimuma indirgenmiş olur. Örneğin 30 m³/h lik debi ihtiyacı olan bir yapı için tek pompalı bir hidrofor yerine 10 m³/h debiye sahip 3 pompalı veya 15 m³/h debiye sahip 2 pompalı bir hidrofor kullanımı daha akılcı olacaktır. Bunun nedenlerini şöyle açıklayabiliriz:

- Tek pompalı bir hidroforda eğer yedek pompa da yoksa herhangi bir arıza durumunda yapı susuz kalmaktadır. Çok pompalı bir hidroforda ise yedek pompa olmamasına rağmen bir pompanın arızalanması durumunda diğer pompa(lar) çalışmaya devam edecek ihtiyacı belirli oranlarda karşılayacaklardır.
- Pompa ömrünün tespit edilmesindeki en büyük etken şalt sayısıdır. Şalt sayısı pompanın belirli bir zamanda yapabildiği durma-kalkma sayısıdır.

Her pompa için ömrü boyunca yapabileceği şalt sayısı belirlenmiştir ve motor gücü büyüdükçe bu sayı düşmektedir. Pompalar için, 1 saatte yapabilecekleri azami şalt sayısı şu şekildedir:

Motor gücü $\leq 1,5$ kW için Şalt sayısı ≤ 80 1/h (1 saatteki şalt sayısı)

Motor gücü $\leq 3,7$ kW için Şalt sayısı ≤ 60 1/h (1 saatteki şalt sayısı)

Motor gücü $\leq 7,5$ kW için Şalt sayısı ≤ 30 1/h (1 saatteki şalt sayısı)

Motor gücü ≤ 15 kW için Şalt sayısı ≤ 20 1/h (1 saatteki şalt sayısı)

Motor gücü ≤ 18 kW için Şalt sayısı ≤ 15 1/h (1 saatteki şalt sayısı)

30 m³/h lik debiyi tek pompa ile sağlayacak olursak motor gücü yükselecek ama pompanın bu sistem için yapması gereken şalt sayısı değişmeyeceğinden pompanın ömrü kısacaktır. Pompa sayısının artması ile beraber motor gücü düşecek böylece pompanın yıpranması önlenecektir.

- Hidroforun çalışması tüketilen su ile orantılıdır. Çoğu zaman da gerçek ihtiyaç, hesaplanan su ihtiyacından daha az olacaktır. Tek pompalı ve yüksek motor gücüne sahip hidrofor, gereğinden fazla bile olsa her zaman tam kapasite ile çalışacak ve buna göre de enerji harcayacaktır. Kapasitenin bölüdüğü çok pompalı hidroforlarda ise böyle bir durumda zaten motor gücünün daha az olduğu tek pompa çalışacağından daha az enerji harcanacaktır. Ayrıca pompaların en çok enerjiyi çalışmaya başladığı anda tükettiğini unutmamak gerekir. Buna demeraj akımı denir.

Kullanılan hidroforun çok pompalı olması başka bir durumu da ortaya çıkarmaktadır. Eğer dışarıdan müdahale edilmezse her zaman 1. pompa ilk olarak devreye girecektir. Belirli bir kullanım süresi geçtikten sonra 1. pompa diğer pompalara göre çok daha fazla dur-kalk yapmış, dolayısı ile çok daha fazla ve çabuk yıpranmış olacaktır. Bu eşitsizliği önlemek amacı ile çok pompalı hidroforlarda pano içerisine eş yaşlandırma modülü takılarak tüm pompaların aynı oranda çalışması sağlanır.

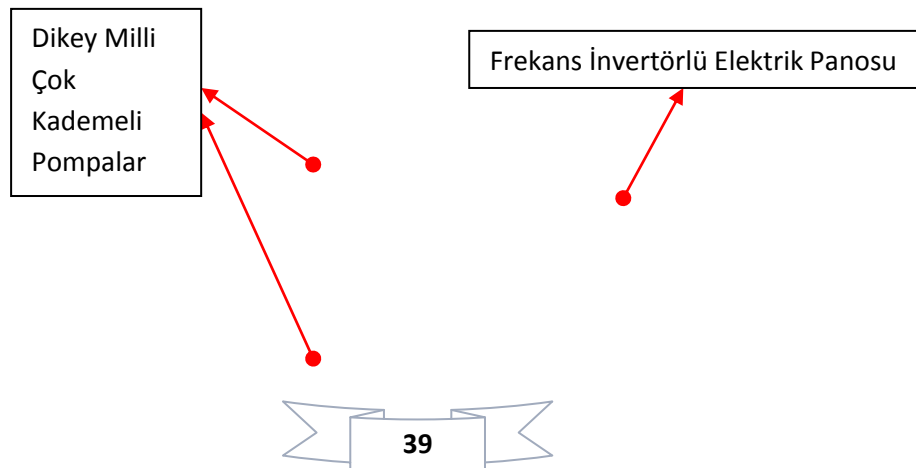
Genellikle bu tip hidroforlar kullanılan malzeme özelliklerine ikiye ayrılmaktadır:

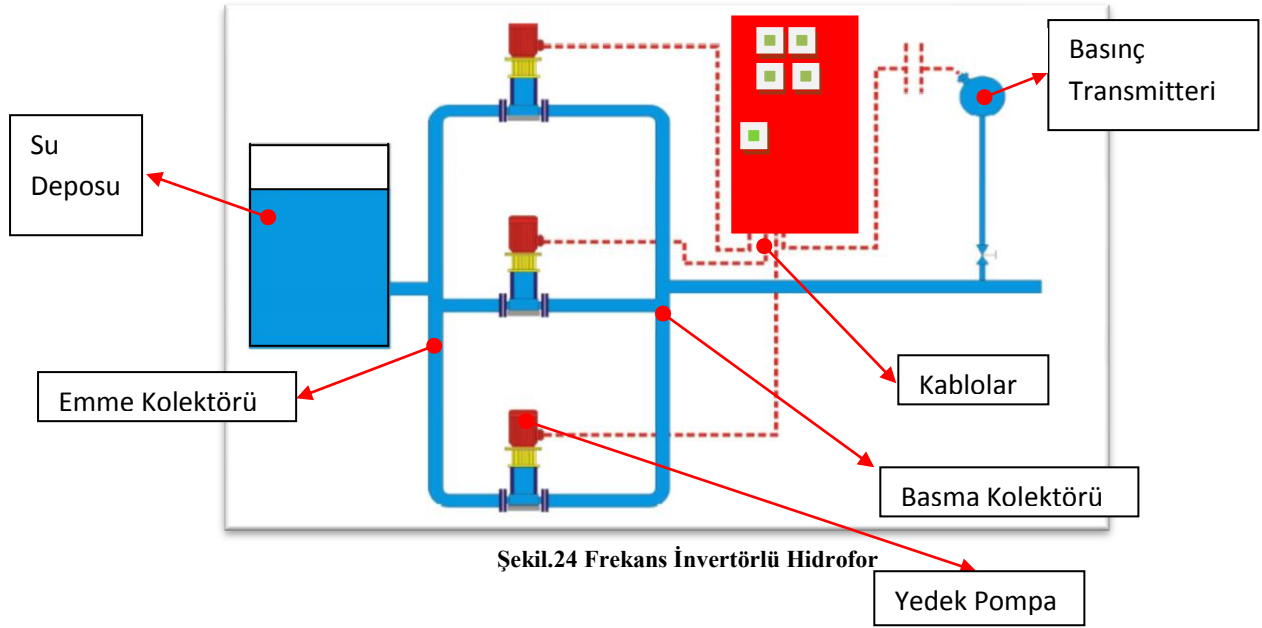
Birinci tip için pompa zırhı, pompa mili paslanmaz çelik, alıcı-verici gövde dökme demir, çark-difüzör noryl malzemedir. Noryl fanlı hidrofor olarak adlandırılır.

İkinci tip için pompa zırhı, pompa mili, çark-difüzör, alıcı-verici gövde paslanmaz çeliktir ve komple paslanmaz çelik hidrofor olarak adlandırılır. İçme suyu için de kullanılabilir. Yüksek kapasiteli hidroforlarda alıcı-verici gövde dökme demir olabilir.

Yukarıda belirtilen birçok avantajı nedeni ile dikey milli çok kademeli hidroforlar, çok daireli konutlar, otellerde, iş merkezleri, hastaneler gibi debi ve basınç ihtiyacının fazla olduğu tüm binalarda tercih edilmektedir.

- d.) Yatay Milli Çok Kademeli Hidroforlar:** Dikey milli hidrofor özelliklerini taşımakla beraber yatay olarak montaj edilirler. En çok tercih edilen modeli tek pompanın denge tankı üzerine monte edildiği modeldir. Çok pompalı modelleri şase üzerine monte edilir. Yine komple paslanmaz ve noryl fanlı tipleri bulunmaktadır.
- e.) Otomatik Hidroforlar:** Hidroforlarda denge tankı ve basınç şalteri, basıncın kontrol edilerek pompanın çalışmasını veya durmasını sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile beraber pompa üzerine takılan ve pompanın denge tankı ve duruk şalter olmadan hidrofor haline dönüşmesini sağlayan hidromatlar kullanılmaya başlamıştır. Bu otomatik hidroforlar, aynı kapasitedeki diğer hidroforlara göre daha az yer kaplamaktadır. Diğer bir avantajı ise hidroforlar tesisatta su kaynağı önüne monte edilirken hidromatlar tesisat arasına da monte edilebilirler. Bunun nedeni, susuz çalışmaya karşı hidroforlarda seviye flatörü ile koruma sağlanırken otomatik hidroforlarda hidromat vasıtası ile bu işlem gerçekleştirilir. Örneğin 5 katlı bir bina düşünelim. İlk 4 kata su, şehir şebekesi basıncı ulaşmakta fakat son kata çıkmamaktadır. 4 ve 5. kat arasına susuz çalışmaya karşı kendini koruyabilen otomatik hidrofor monte edilebilir ve basınçlandırma sağlanmış olur. Ancak buraya normal hidrofor monte edilir ise depo olmadığı için susuz çalışmaya karşı koruma sağlayan seviye flatörünü kullanamayız. Ancak hidromatlar sınırlı kapasiteler için kullanılabilir. Daha çok periferik ve jet pompalar hidromat için tercih edilmektedir.
- f.) Frekans İvertörlü Hidroforlar:** Tüm pompalarda olduğu gibi hidroforlar için kullanılan pompalarda da en büyük sorun, su ihtiyacının ancak çok kısa süreler için tam kapasiteye ulaşması pompa çalışma süresinin büyük kısmında çok daha düşük kapasitelerde olmasıdır. Buna karşın hidrofor pompasının her zaman tam kapasite ile çalışması sonucu gereksiz bir enerji tüketimi yaşanmaktadır. Daha önce bahsedildiği üzere tek pompa yerine kapasitenin bölünerek çok pompalı hidroforların kullanılması da kısmi olarak çözüm sağlasa da enerji tasarrufunun en iyi yolu frekans invertörlü hidroforların kullanılmasıdır. Frekans invertörlü sistem basınca göre çalışır ve basınç transmitteri kolektör veya denge tankı üzerine takılarak basınç değişimine göre invertöre bilgi ulaştırır ve frekans invertör de pompanın devir sayısını ayarlar. Genellikle emniyet açısından frekans invertörlü hidroforlarda normal hidroforlardan daha düşük kapasitede denge tankı kullanılır.





g.) Yangın Suyu Hidroforları: Yangın hidroforları ve yangın pompa grupları yangın tesisatında basınçlı su ihtiyacını karşılamak amacı ile kullanılır. Yangın tesisatında basınçlı su ihtiyacı olan donanımlar yangın dolapları, sprinkler ve yangın hidrantlarıdır.

Özellikle sadece yangın dolaplarının kullanıldığı konutlarda, debi ve basınç ihtiyacını karşılamak amacı ile yangın hidroforları kullanılmaktadır. Yangın hidroforları, kullanım suyu hidroforlarına bir takım eklemeler yapılarak oluşturulur. Pano içerisine yerleştirilen sesli ve ışıklı uyarı verebilen otomatik test sistemi, belirli zaman aralıklarında pompayı çalıştırır. Bunun nedeni, yangın hidroforlarının her zaman kullanılmaması ancak kullanım ihtiyacı olması durumunda da çalışmaya hazır olmasını sağlamak içindir. Eğer pompa herhangi bir nedenden dolayı çalışmazsa, sistem sesli ve ışıklı olarak uyarı verir ve yetkili personelin hidrofora müdahale etmesini sağlar. Bu hidroforlar tek başına ihtiyacı sağlayacak bir elektrikli pompa ve yine aynı kapasitede elektrikli yedek pompadan oluşmaktadır. Ayrıca elektrikle açma kapama yapan selenoid vana da yangın hidroforlarında kullanılmaktadır.

h.) Yangın Suyu Pompa Grupları: Yangın dolabı yanında sprinkler ve/veya hidrantların kullanıldığı yapılarda ise debi ve basınç ihtiyacını karşılamak için yangın pompa grupları tercih edilmektedir. Elektrikli bir ana pompa, yine aynı kapasitede elektrikli veya dizel yedek pompa ve elektrikli joker pompadan oluşmaktadır. Her pompa için ayrı bir pano kullanılmaktadır. Joker pompa sistemde oluşabilecek kaçaqları gidermek amacı ile kullanılır.

TS EN 12845 Sabit Yangın Söndürme Sistemleri, Otomatik Sprinkler Sistemi- Tasarım, Montaj ve Bakımı Avrupa Birliği ülkeleri ile beraber ülkemiz için de geçerli olan standarttır. Bir yapıda sprinkler bulunuyorsa tasarımı ve kapasite hesabı bu standartlara göre yapılmalıdır.

Yangın Yönetmeliği; Ülkemizde mevcutta uygulanan yangın yönetmeliği 2009 yılında oluşturulmuştur. Yangın yönetmeliğinde yangın ile ilgili birçok şart ile beraber tehlike sınıflarının belirlenmesi, kapasite hesapları ve yangın pompası şartları yer almaktadır.

**Daha ayrıntılı bilgi için “Yangın Yönetmeliği ve TS EN 12845 standartlarının incelenmesi gerekir.

Bu yönetmelik ve standartlar dışında ülkemizde yangın pompaları için NFPA standartları dikkate alınmaktadır.

NFPA (National Fire Protection Association) Amerika’da geçerli olan ve yangından korunma şartlarını belirten kurumdur. NFPA’in 20. Maddesi yangın pompaları standartlarını belirtmektedir. Tüm çalışma ömrü boyunca, maksimum güvenilirlik ve net çıkış basınç değerini sağlamak amacı ile tasarlanırlar. NFPA 20’ yi özetlersek yangın pompaları için yer alan bir kaç şart şu şekildedir:

- ✓ Pompa gövdesi malzemesi basınç sınıfına göre GG-25 pik döküm veya GGG 40 sfero döküm olmalıdır.
- ✓ Yangın pompası çarkı bronz veya paslanmaz çelik döküm malzemeden olmalıdır.
- ✓ Pompa mili AISI 316 paslanmaz çelik olmalıdır.
- ✓ Sızdırmazlık yumuşak salmastra ile sağlanmalı ve en az 5 sıra olmalıdır. Herhangi bir salmastra arızası veya kırılması durumunda bile yumuşak salmastralı pompa çalışmaya devam etmesi nedeni ile tercih edilmektedir.
- ✓ Yataklar gres yağlamalı rulmanlı yatak olmalıdır. Kullanılan rulmanlar maksimum yükte en az 5000 saat çalışabilecek şekilde seçilmelidir.
- ✓ Yangın pompalarının, kapalı vana (sıfır debi) basma yüksekliği anma basma yüksekliği değerinin en fazla % 140’ı kadar olması ve % 150 debideki basma yüksekliği anma basma yüksekliğinin % 65’inden daha küçük olmaması gerekir.
- ✓ Yangın pompalarında su hızı 3 m/sn’den fazla olamaz. Tasarlanan sistemde boru çapları bu değere göre belirlenir.

Daha ayrıntılı bilgi için lütfen NFPA 20 yi inceleyiniz. Türkiye’de bulunan bağımsız gözetim kuruluşları, gerekli testleri yaparak yangın pompalarının NFPA 20 ye uygunluğuna dair belge vermektedirler.

i.) Hidrofor Seçimi:

Hidrofor seçimi için de debi ve basıncın bulunması gerekir:

I. Debinin Bulunması:

Konutlar, yazlıklar, villalar gibi yerleşim amacı ile kullanılan yapılarda debi şu şekilde hesaplanır.

$$Q = DS \times a \times Q_g \times k / 1000$$

Q: Debi m³/h

DS: Hidroforun kullanılacağı binadaki daire sayısıdır.

a: Bir Dairedeki Kişi Sayısı. Türkiye için genelde 4 alınır.

Q_g: 1 kişinin 1 günde tüketeceği su miktarıdır. lt/gün/kişi

k: Eş kullanım faktörü. Bir apartmanda bulunan tüm dairelerde aynı anda su tüketme ihtimalini gösterir. Daire sayısı arttıkça oran düşer.

1000: Birimi litreden m³'e çevirmek için kullanılmaktadır.

Daire Sayısı	k değeri
Yazlıklar, villalar ve benzeri olan yerler	0,60 - 0,70
5 - 10 Daire	0,40 - 0,45
11 - 20 Daire	0,35 - 0,40
21 - 50 Daire	0,30 - 0,35
51 - 100 Daire	0,30
100 Daire Üstü	0,25

Tablo.17. Daire Sayısına Göre Eş Kullanım Faktörü

Aynı anda tüketimin olduğu yerlerde debi hesaplanırken eş kullanım faktörü “1” alınır. Örneğin okullarda teneffüs ile beraber başlayan su kullanımı için eş kullanım faktörü “1”dir. Zaten bu tip yerlerde debinin hesaplanması için kişi sayısından ziyade musluk, duş gibi kullanılan armatürler dikkate alınır.

Kullanım Amacı	Kişisel Günlük Tüketim
Misafirhaneler	100 - 120 litre/gün/misafir
Oteller	200 - 600 litre/gün/yatak
Hastaneler	250 - 600 litre/gün/hasta
Bürolar – İşyerleri	40 - 60 litre/gün/çalışan
Okullar	5 - 20 litre/gün/öğrenci
Yatılı Okullar	100 - 120 litre/gün/öğrenci

Tablo.18.Genel Yerlere Göre Kişisel Günlük Tüketim Değerleri

Konut Cinsi	Kişisel Günlük Tüketim
Toplu Konutlar	100 - 150 litre/gün/kişi
Lüks Apartmanlar	150 - 200 litre/gün/kişi
Lüks Villa ve Yazlıklar	200 - 250 litre/gün/kişi

Tablo.19. Konutlara Göre Günlük Tüketim Değerleri

Genel amaç ile kullanılan işyeri, okul gibi yerlerde debi hesabı kişiden değil kullanılan armatürler üzerinden hesaplanır.

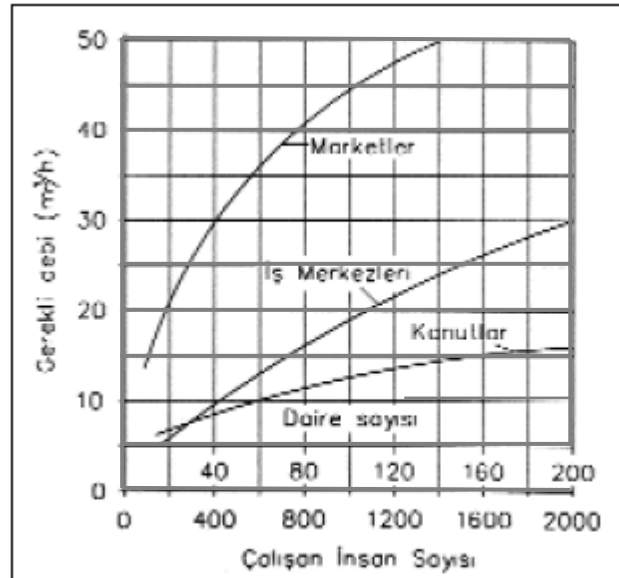
Kullanım Yeri	Kullanım Miktarı (lt/sn)
WC, Rezervuar ve Pisuar Muslukları	0,125
Bulaşık Musluğu, Çamaşır Musluğu, Banyo Bataryası	0,4
Bahçe Sulama, Araba Yıkama Musluğu	0,4
Lavabo, Evye Musluğu, Taret Musluğu	0,25

Tablo.20. Değişik Armatürlerin Tüketim Değerleri

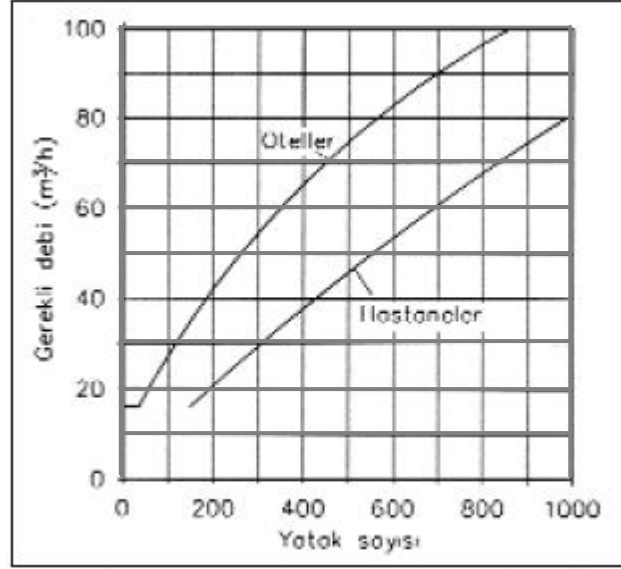
Her armatür tipine göre kullanım adedi ile kullanım miktarı çarpılır ve toplanarak debi hesaplanır.

Kullanım Alanı	Tüketim	Birim
Kırsal alanda konut	40-60	L/gün/kişi
İşçi konutları	40-100	L/gün/kişi
Kaplıca	150-250	L/gün/kişi
100 000'e kadar nüfuslu kentlerde konutta	100-250	L/gün/kişi
100 000 üzerinde nüfuslu kentlerde konutta	150-300	L/gün/kişi
Banyolu ve tuvaletli konut	100-220	L/gün/kişi
Banyosuz ve tuvaletli konut	50-100	L/gün/kişi
Banyosuz ve tuvaletsiz konut	25-40	L/gün/kişi
1 Duşlu banyo	40-100	L/gün/kişi
1 oturma banyo	35-50	L/gün/kişi
1 küvetli banyo	150-400	L/gün/kişi
1 bide kullanımı	15-20	L/gün/kişi
1 küçük çocuk banyosu	30-40	L/gün/kişi
1 klozet temizliği	6-12	L/gün/kişi
1 lavabo kullanımı	15-30	L/gün/kişi
İçme, yemek pişirme temizlik	20-30	L/gün/kişi
Bulaşık makinası	20	L/gün/kişi
Çamaşır makinası	20-40	L/gün/kişi
Ticari bahçelerin sulanması, m ² başına	0,3-3	L/gün/m ²
Sebze bahçesi, hektar başına	3000-4000	L/gün/hektar
Meyva bahçesi, hektar başına	4000-6000	L/gün/hektar

Tablo.21. Konutlarda Günlük Temiz Su İhtiyacı (Alman standartlarına göre Feurich'ten)



Tablo.22. Personel ve Daire Sayısına Göre Gerekli Debi



Tablo.23. Yatak Sayısına Göre Hastane ve Oteller için Gerekli Debi

II. Basınç Kaybının Hesaplanması:

10 kattan daha düşük yapılarda tek kolon sistemi ile tesisat tasarlanmaktadır. 10 kattan daha fazla kata sahip yapılarda ise tek kolon sistemi olması, en üst kat (kritik hat) için ihtiyaç olan su basıncının alt katlar için çok fazla gelmesi sonucu bir takım sıkıntılara sebep vermektedir. Bu önlemek için ya basınç düşürücüler kullanılır ya da alçak ve yüksek basınç zonu uygulanarak iki kolon dolayısı ile alt ve üst basınç hidroforu olmak üzere iki hidrofor grubu kullanılır. İster tek zon olsun ister çift zon olsun özellikle ilk iki kat için çıkış basıncının 3 bardan fazla olması durumunda basınç düşürücü kullanılması uygun olur.

a.) 10 Kata Kadar Yüksekliği Olan Yapılar İçin:

Normal bir tesisatta gerekli basıncın bulunması daha önce sözünü ettiğimiz gibi geometrik yükseklik, boru ve tesisat elemanlarının kayıplarının birebir bulunması ile yapılmaktadır. Hidrofor noktasal basınç yerine bir basınç aralığında çalıştığı için, basınç kaybının hesaplanması için bütün kayıpların hesaplanması yerine pratik olarak aşağıdaki formül kullanılır.

$$P_A = (H_{geo} + H_{sk}) \times 1,15 + H_{ab} + H_{özel}$$

$$P_U = P_A + 18 \text{ mSS}$$

P_A : Alt Basınç. mSS

P_U : Üst Basınç. mSS

1,15: Bu katsayı boru ve tesisat elemanlarına ait basınç kaybının dahil edilmesi için kullanılır.

H_{geo} : Geometrik Yükseklik. (Kat Sayısı x Kat Yüksekliği)

Kat Yüksekliği bilinmiyorsa yaklaşık 3 metre olarak alınabilir.

H_{sk} : Su sayacı kaybı. mSS

Su sayacı kaybı yaklaşık olarak 5 mSS alınabilir.

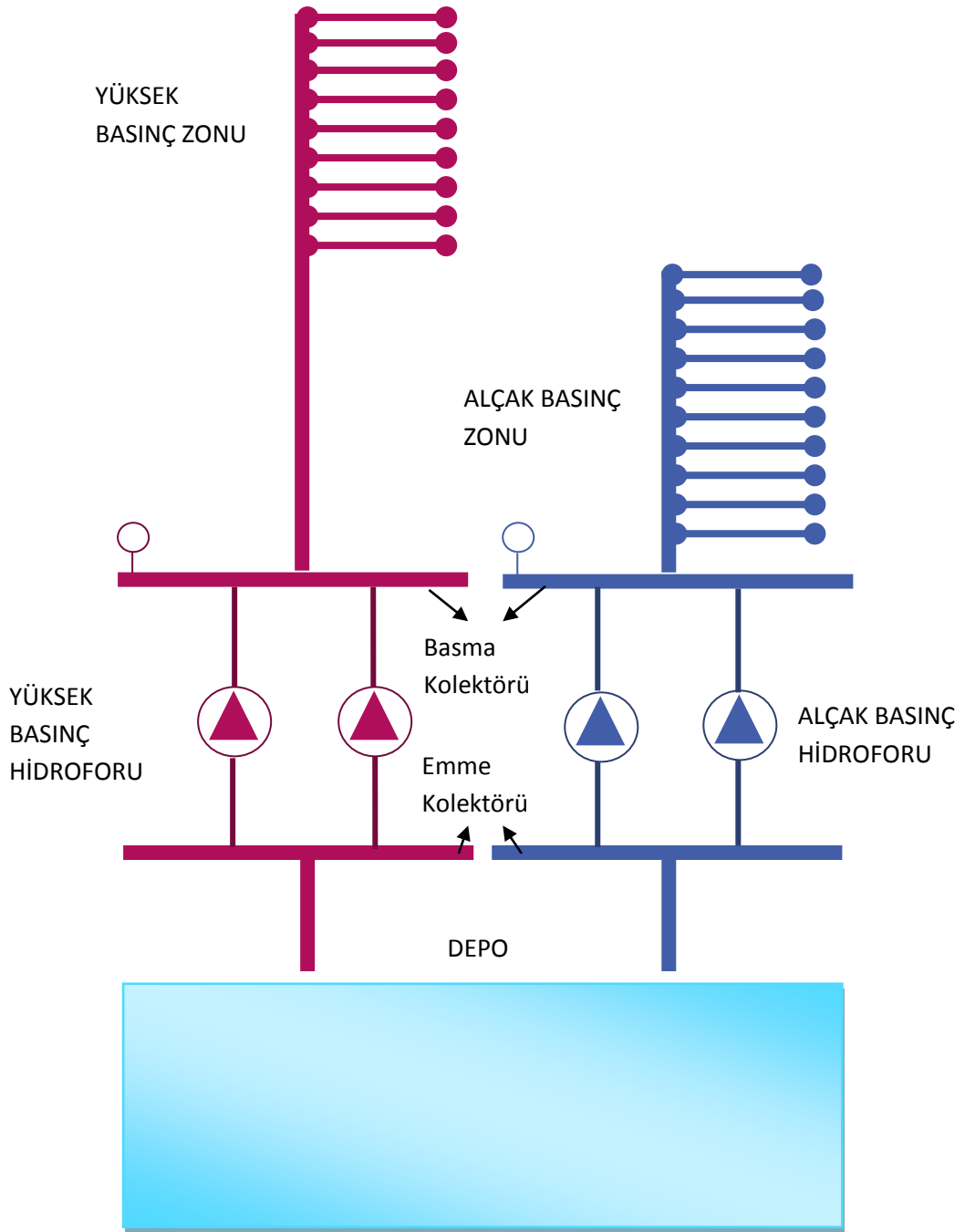
H_{ab} : Akma Basıncı.

Akma basıncı yaklaşık 15 mSS alınabilir. Daire içerisinde kullanılan standart cihazlar için gerekli basınçtır.

$H_{özel}$: Daire içerisinde kullanılan özel cihazlar için gerekli basınçtır. (Jakuzi, Su filtresi, şok duş, su arıtma vb.)

b.) 10 Kattan Daha Yüksek Yapılar İçin:

Yüksek katlı binalarda da basınç kaybı kritik hatta göre hesaplanır. Örneğin 20 katlı bir binada kullanılacak hidrofor 9-11 Bar basınç aralığında çalışmalıdır. Bu basınç aralığı, üst katlar için gerekli olmasına rağmen alt katta kullanılan armatürler ve cihazlar için tehlike arz edecektir. Bu sebeple alçak ve yüksek basınç zonu oluşturarak yüksek basıncın alt katlara etki etmesi engellenmiş olur. Çift zonda hidrofor kapasite hesabı tek zon hidroforu gibi hesaplanır ancak burada iki hidrofor grubu olduğu ve her hidrofor için daire sayısı-basma yüksekliğinin farklılık göstereceği dikkate alınmalıdır. Alçak ve yüksek basınç zon uygulaması yerine tek zon uygulandığı takdirde basınç düşürücü kullanılmalıdır.



Şekil.25 Hidroforda Alçak ve Yüksek Basınç Zonları

j.) Denge Tankı:

Hidroforda sürekli olarak taze su girişi olması nedeni ile kullanılan denge tankı değiştirilebilir membranlı tip olmalıdır. Membran, suyun denge tankı sacı ile temas etmesini önleyerek korozyon ihtimalini ortadan kaldırır. Böylece su hijyenik olarak basınçlandırılır. Denge tankı, şalt sayısını sınırlandırmakla beraber kullanıma hazır basınçlı suyun depolanması ve tesisatta oluşabilecek basınç şoklarını sönümlendirilmesi

amacı ile kullanılır. Denge tankı hacmi, pompa şalt sayısı ve pompa kapasitesine göre belirlenmektedir. Pompa şalt sayısının pompa ömrü ile doğrudan alakalı olduğunu daha önce belirtmiştik. Denge tankı hacminin belirlenmesi şu şekilde yapılır:

$$V_{\text{tank}} = \frac{0,33 \times Q_{\text{max}} \times (P_{\text{alt}} + 1) \times 1000}{(\Delta P \times S)}$$

V_{tank}: Denge tankı hacmi (lt)

0,33: Sabit Kat Sayı (Birimlessiz)

Q_{max}: Hidroforun maksimum debisi (m³/h)

P_{alt}: Hidroforun alt çalışma basıncı (Bar)

ΔP: Hidrofor üst ve alt çalışma basıncı arasındaki fark

S: Hidrofor pompası şalt sayısı

1000: m³'ten litreye çevrim kat sayısı

Denge Tankı ön gaz basıncı, hidrofor alt çalışma basıncının %10 altında olacak şekilde ayarlanır. Ayrıca hidrofor üst çalışma basıncı 10 bar'ın altında ise işletme basıncı 10 bar, 10 barın üzerinde ise işletme basıncı 16 bar olan denge tankı seçilmelidir. Denge tankları işletme basıncının 1,5 katı üzerindeki basınçta test edilirler.

