ATIKSU ARITIMINDA TESİS TASARIMI

Atıksuların Terfisi ve Terfi Merkezleri

Prof. Dr. Eyüp DEBİK

08.10.2012

Terfi Merkezi

- Terfi merkezleri; atıksuların, çamurun ve arıtılmış suların bir bölgeden başka bir bölgeye pompalar vasıtası ile nakledilmesi ve yükseltilmesi için kullanılır.

- Bir terfi merkezi;
  - Emme haznesi,
  - Pompa odası,
  - Basma hattı,
  - Kontrol odasından

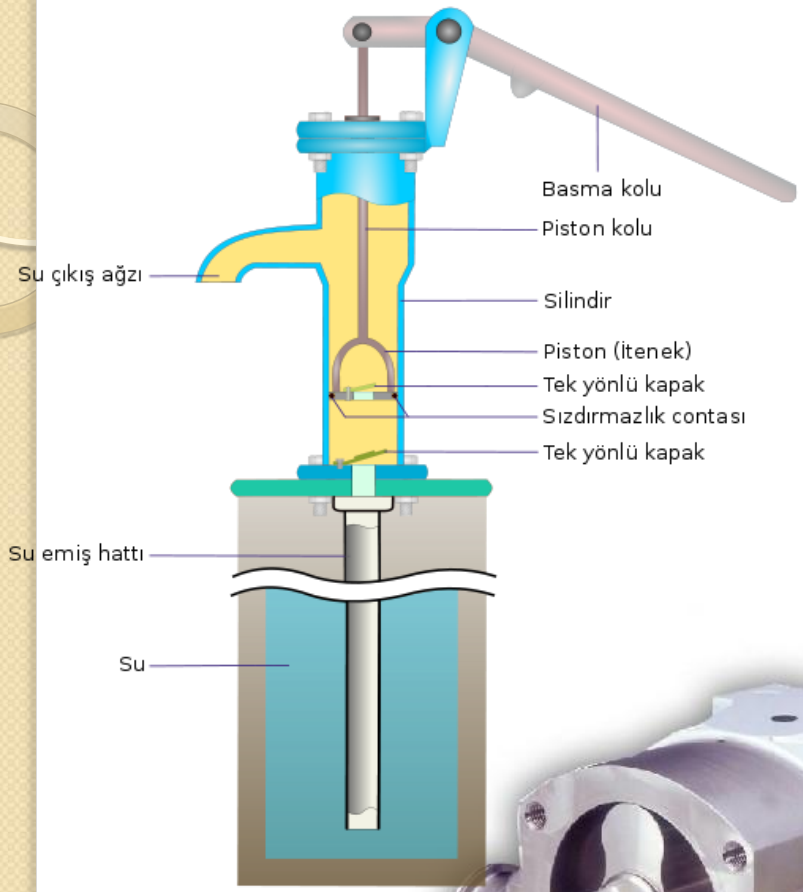
oluşur.

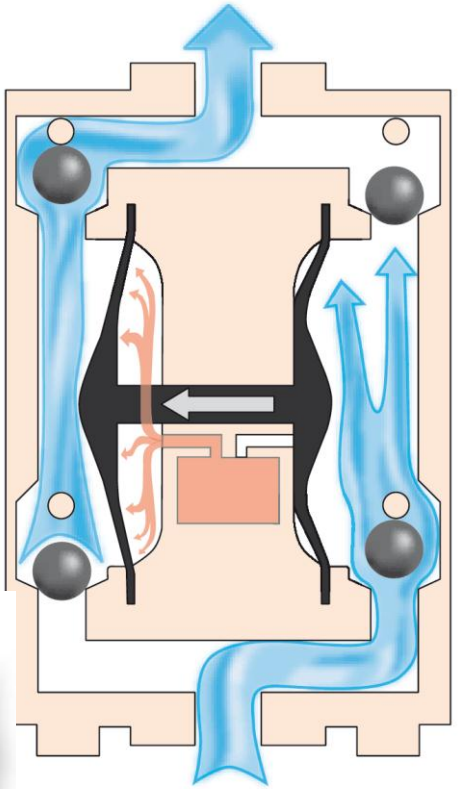
Pompalar

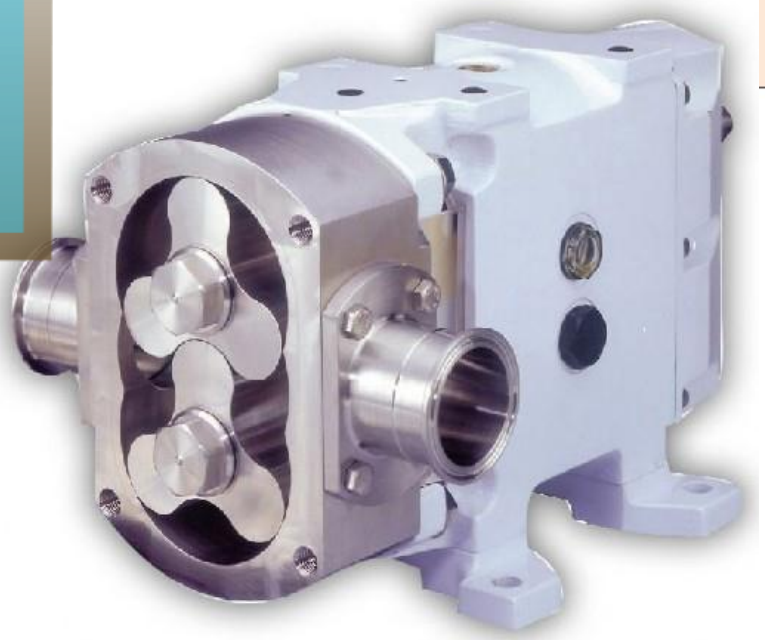
- Pompalar çalışma prensipleri açısından;
  - Pozitif yer değiştirmeli pompalar,
  - Kinetik enerjili pompalar (örn: santrifüj pompalar)

olmak üzere iki ana grupta toplanabilir.

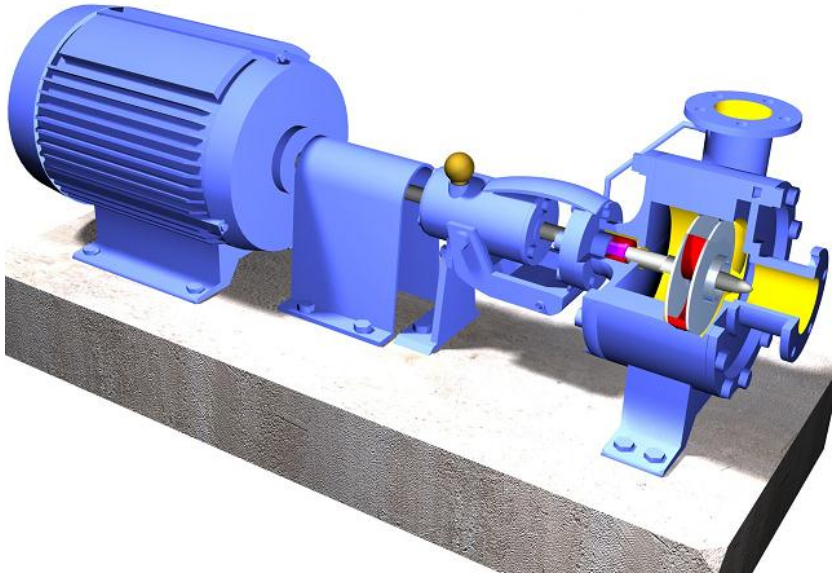
Pozitif yer değiştirmeli pompalar





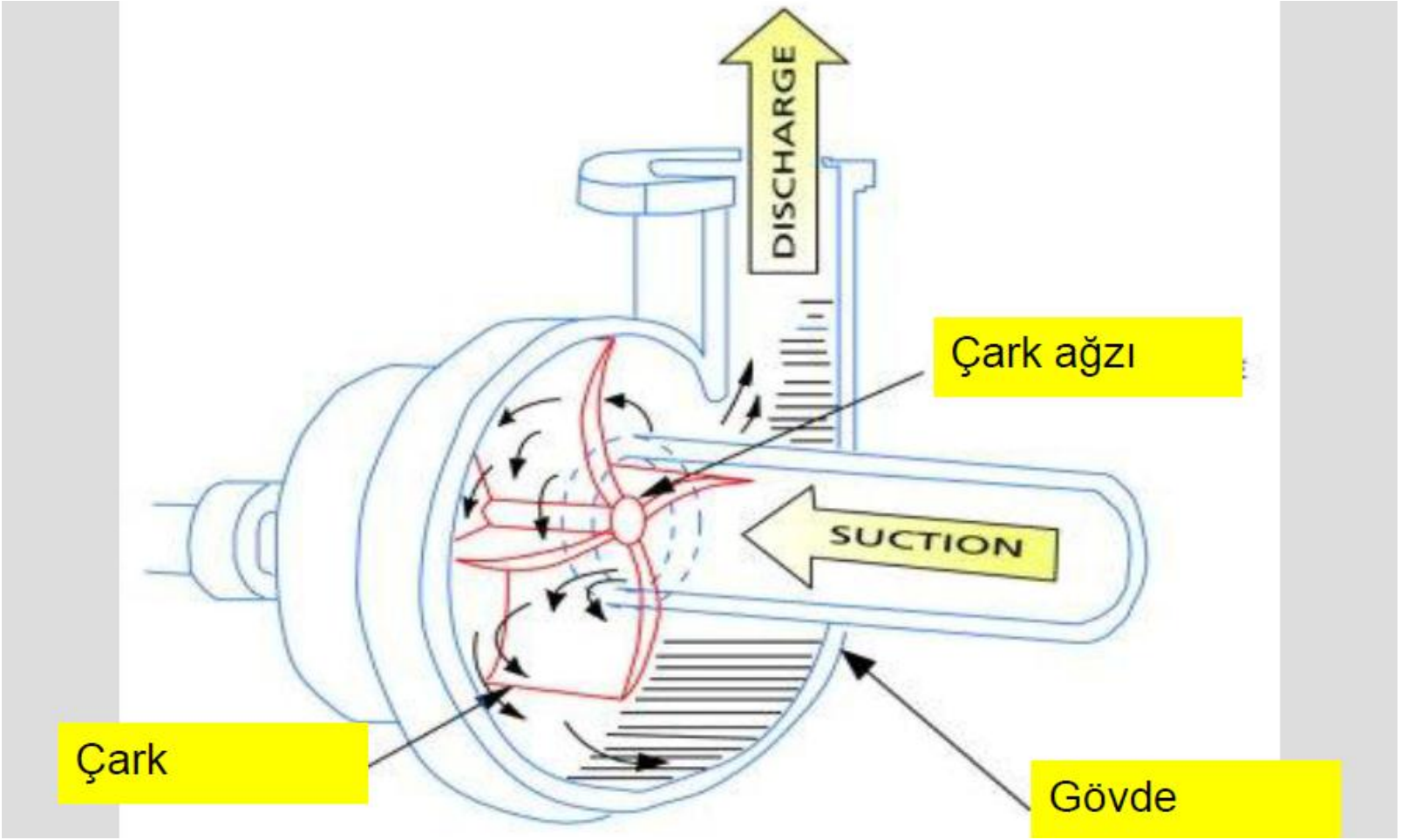


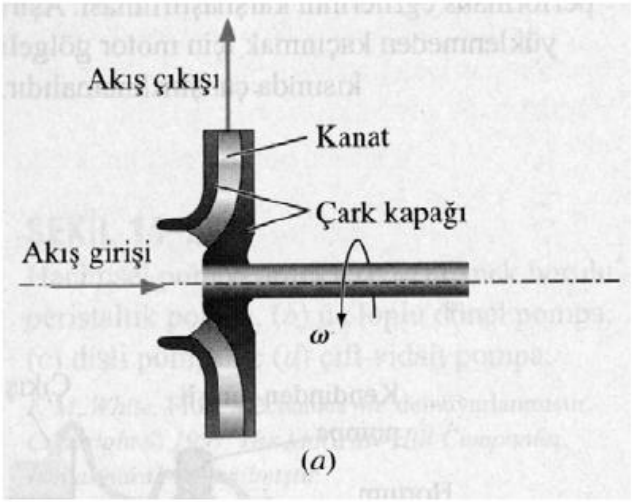
Santrifüj pompalar

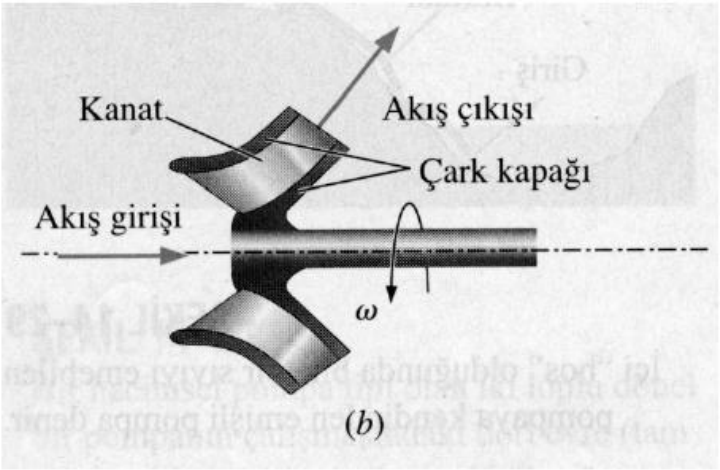


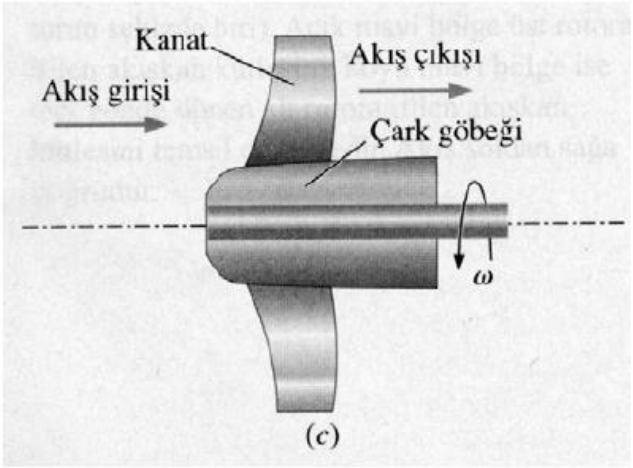


Santrifüj pompalar









Su ve atıksu mühendisliği alanında en çok kullanılan pompalar santrifüj pompalardır

- Bu pompaların üç tipi vardır:
  - Radyal,
  - Karışık,
  - Eksen akışlı.
- Genellikle radyal ve eksen akışlı tipler yaygın olarak kullanılırlar.

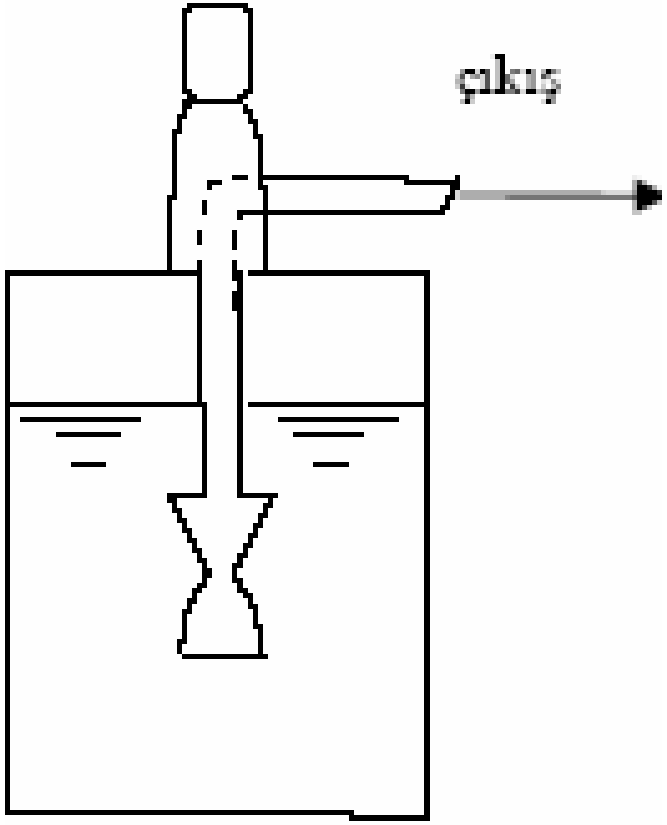
Pompa İstasyonları

- Pompa istasyonları;
  - ıslak ortamlı,
  - kuru hazneli

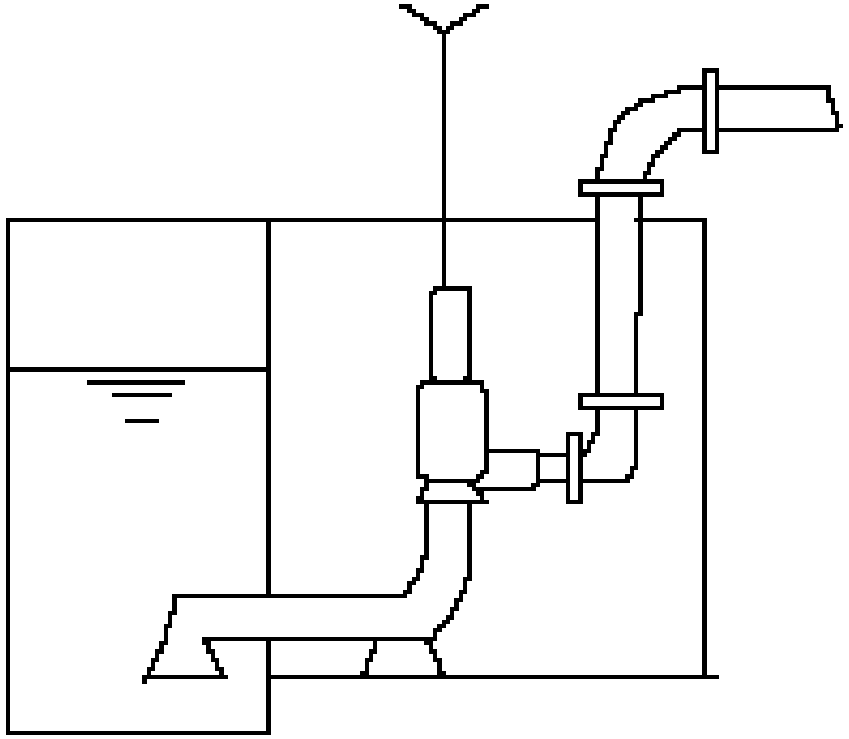
olmak üzere iki grupta sınıflandırılır.

- Islak hazneli terfi merkezleri, düşey milli ve dalgıç pompalar ile teşkil edilir.
- Islak hazneli terfi merkezlerinde düşey milli pompalar, motor ıslak hazne sıvı seviyesinin üstünde olacak şekilde, pompa ise batmış olarak monte edilir.

Pompa İstasyonları



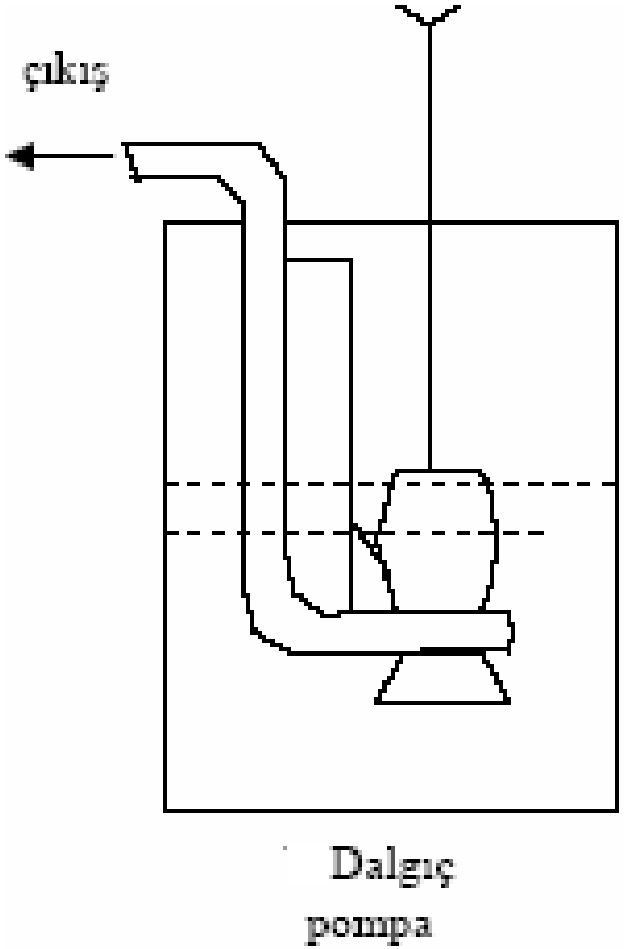
Islak tipli santrifüj pompa



Kuru tip santrifüj pompa

Pompa İstasyonları

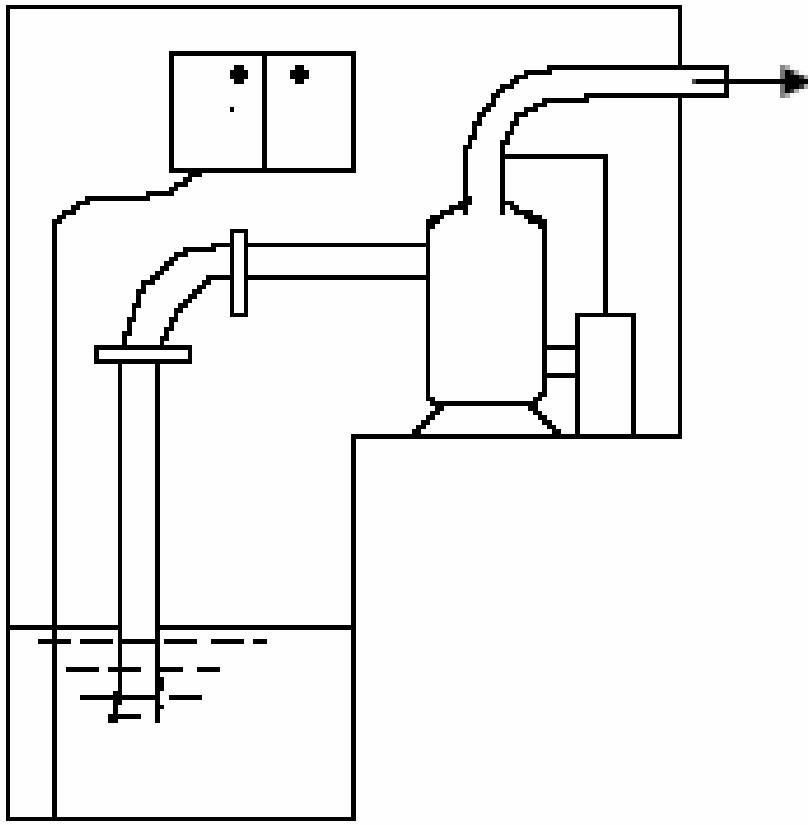
- Dalgıç pompalar sıvı içinde çalışmaya uygun, özel izolasyonlu entegre motorludur.



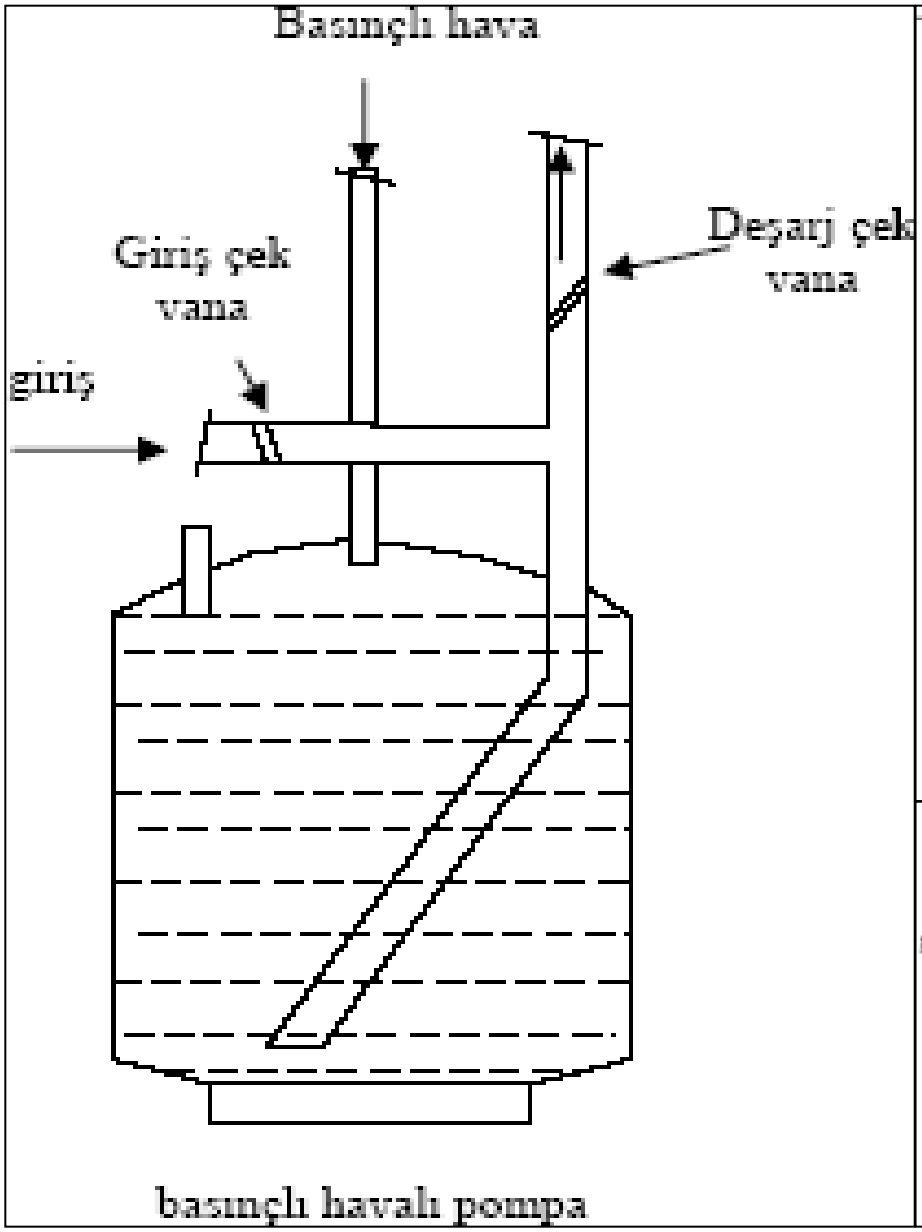
Pompa İstasyonları

- Kuru hazneli terfi merkezleri, kuru tip veya kendinden emişli santrifüj pompalardır.

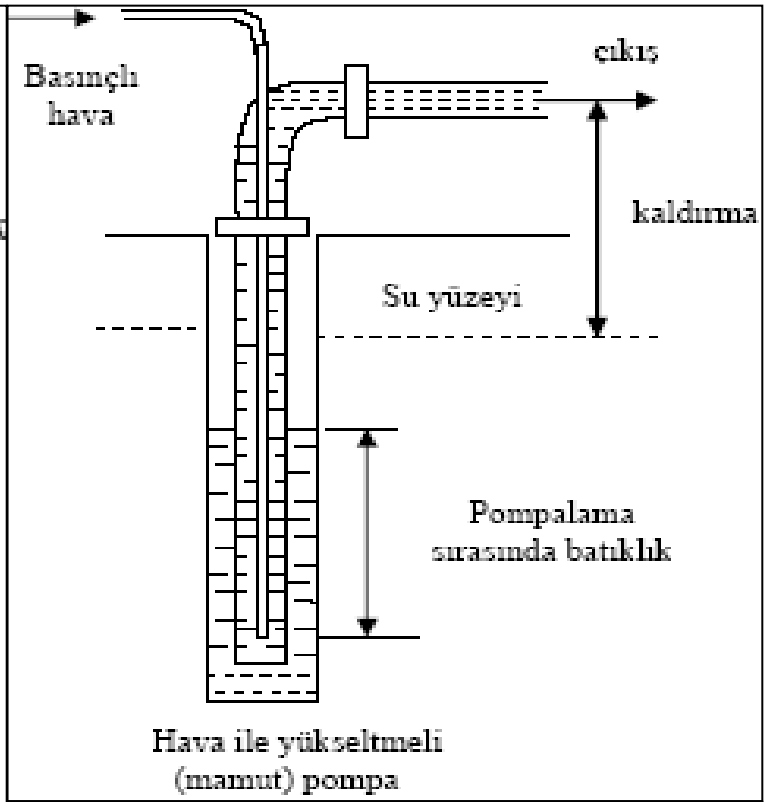
- Pozitif emmenin mümkün olabilmesi için, pompa ekseni ıslak taraftaki suyun alt seviyesi hizasında olmalıdır.



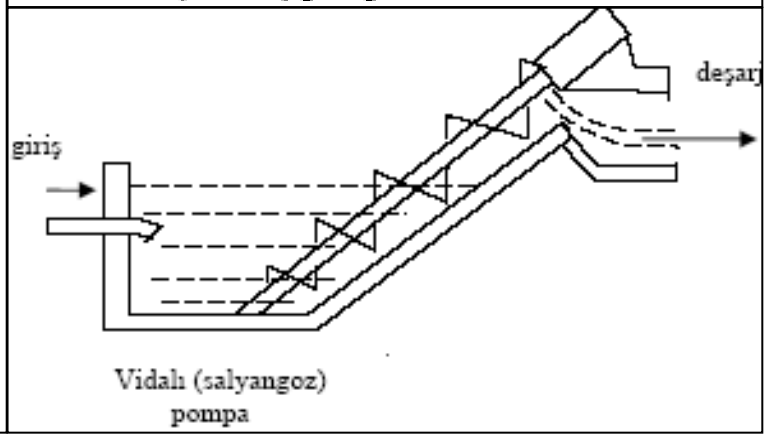
Kuru tip kendinden emişli pompa



basınçlı havalı pompa



Hava ile yükseltmeli (mamut) pompa



Vidalı (salyangoz) pompa

Pompalar için en önemli kavramlar

- (1) Kapasite (debi): Birim zamanda pompanın pompaladığı su hacmidir.

- (2) Manometrik yükseklik (basma yüksekliği): Bir referans düzlemine göre suyun kazandığı yükseklik veya birim ağırlıktaki sıvının pompa girişi ile çıkışı arasında kazandığı enerjidir.

Pompalar için en önemli kavramlar

- (3) Verim (η_P): Pompanın faydalı çıkış gücünün, pompaya giren güce oranı olarak tarif edilmektedir.
  - Santrifüj pompalar için: 0,60 – 0,85

- (4) Güç: Pompalarda enerji (güç) gereksinimi,
  - Q, gerekli pompa debisi (m^3/s),
  - η, pompa verimi (%),
  - ρ, pompalanacak sıvının yoğunluğu (kg/m^3),
  - H_m, toplam terfi yüksekliği,
  - g, yerçekimi ivmesine (m/s^2)

  bağlıdır.

Pompalar için en önemli kavramlar

- (5) Kavitasyon: Sıvı akımındaki basınç, buhar basıncı değerinin altına düştüğü ve buhar ceplerinin oluşmaya başladığı zaman meydana gelir.
  - Verim ve kapasite düşer,
  - Pompa aşırı derecede titreşim yapar,
  - Pompa zarar görür.

Kavitasyonu önlemek için yöntemler

- **Giriş basıncını artırmak**
  - Emme tankında su seviyesini yükseltmek
  - Emme tankını yükseltmek veya pompa seviyesini düşürmek
- **Emme borusundaki direnç kayıplarını azaltmak**
  - Daha büyük boru çapı kullanmak
  - Emiş şartlarını iyileştirmek
  - Pislik tutucuların temizlenmesi
  - Gereksiz vanaların kaldırılması

Manometrik Yükseklik (H_m)

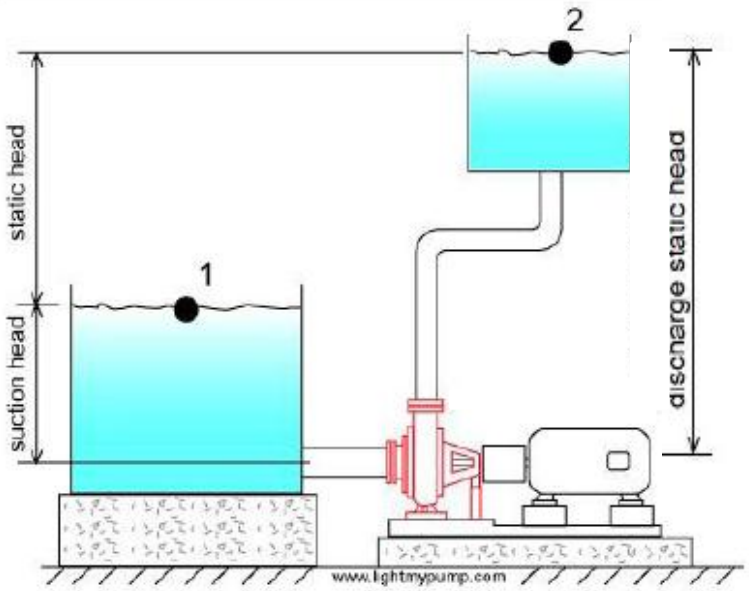
- Statik emme ve basma yükseklikleri,
- Sürekli yük (sürtünme) kayıpları,
- Yersel yük kayıpları,
- Hız yükseklikleri

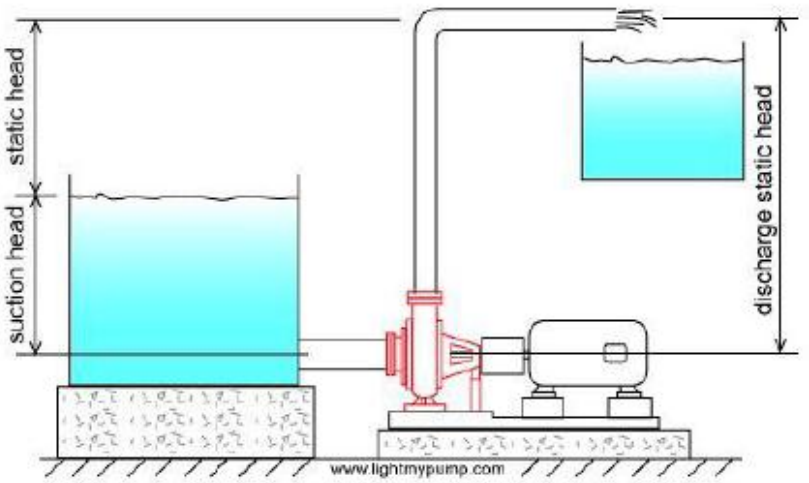
toplamıdır.

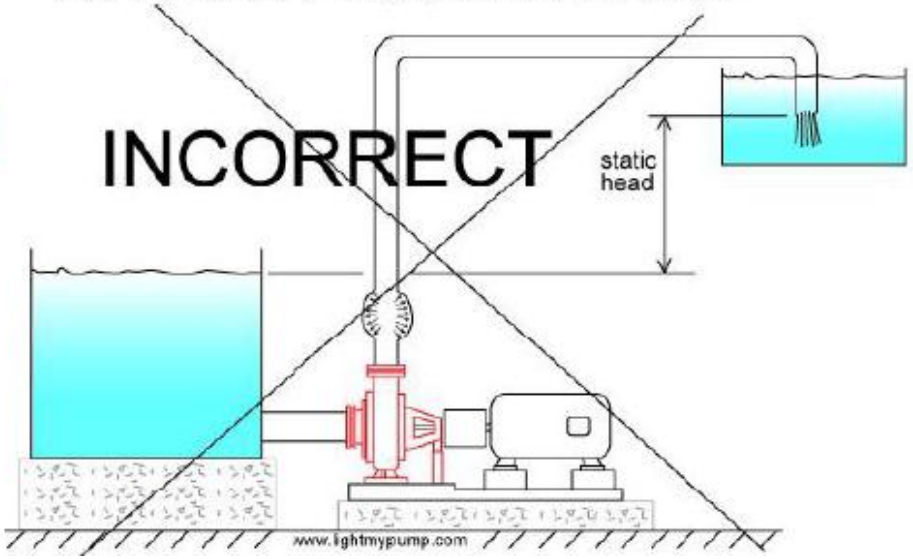
- Statik emme yüksekliği: Sıvı emme seviyesi ile pompa çarkının merkezi arasındaki seviye farkıdır.

- Statik basma (desarj) yüksekliği: Sıvının boşaldığı depodaki su seviyesi ile pompa çarkı ekseni arasındaki yükseklik farkıdır.

- Statik yükseklik: Statik basınç yüksekliği ile statik emme yüksekliği arasındaki yükseklik farkıdır.


2
1
static head
suction head
discharge static head
www.lightmypump.com


static head
suction head
discharge static head
www.lightmypump.com


INCORRECT
static head
www.lightmypump.com

- Sürtünme kayıpları: Boru sistemleri boyunca sıvının sürtünme sonucu kaybettiği enerjidir.

- Hız yüksekliği: Pompalanan (terfi edilen) sıvının herhangi bir noktasındaki kinetik enerjisidir.

- Yersel yük kaybı: Bağlantı, vana, dirsek gibi yerlerde oluşan yük kaybıdır.

Manometrik Yükseklik (Terfi yüksekliği)

$$H_m = H_o + h_f + h_m + h_v$$

- H_m: Terfi yüksekliği
- H_0: Geometrik yükseklik
- h_f: Sürtünme yük kaybı
- h_m: Yersel yük kayıpları
- h_v: Hız yüksekliğidir.

- Borulardaki emme ve basma yük kayıpları Darcy-Weisbach veya Hazen-Williams formülleri ile hesaplanabilir.
- Darcy-Weisbach denklemi:

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \frac{V^2}{2}$$

- ΔP: basınç düşümü,
- f: sürtünme katsayısı (akış rejimine bağlı),
  - Laminer akış şartlarında (Reynold sayısı Re<2100) Hagen-Poiseuille denklemiyle hesaplanır.
- L: boru boyu,
- D: boru çapı,
- V: akışkan hızı
- ρ yoğunluk

- *Hagen-Poiseuille denklemi:*

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

  - μ: Vizkozite
  - Re: Reynold sayısı

$$f = \frac{64}{\mathrm{Re}}$$

- Hazen-Williams formülü:

$$V = 0.849 C_{wh} R^{0.63} J^{0.54}$$

- Tam dolu borularda:

$$J = 6.824 \left(\frac{V}{C_{wh}} \right)^{1.852} .D^{-1.167}$$

- C_{wh}: Hazen-William formülünde pürüzlülük katsayısı, boyutsuz
- R: Islak yarıçap

- Muhtelif borular için Hazen-Williams formülü C_{wh} katsayısı değerleri

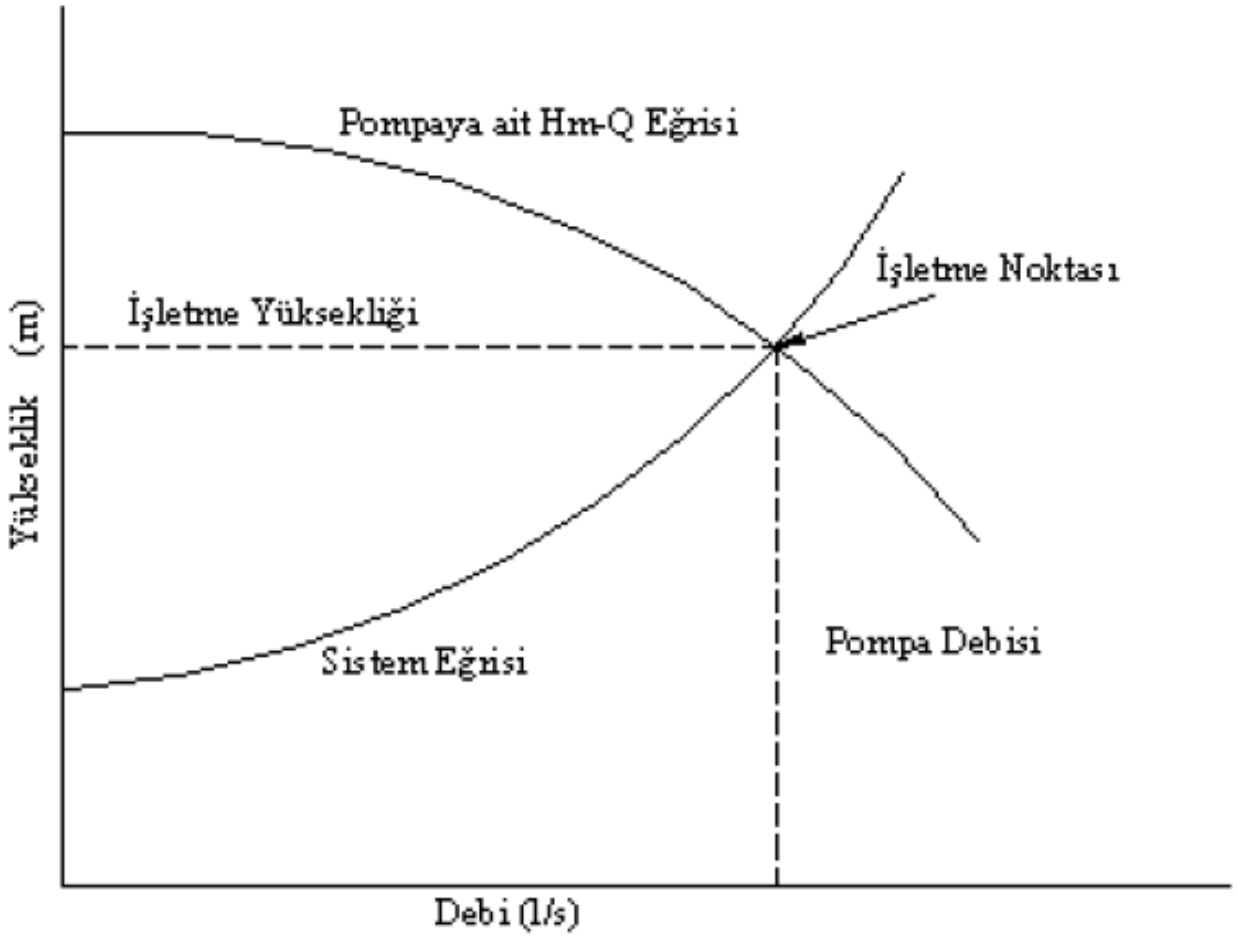
Boru cinsi	C_{wh}
PVC-PRV	140-150
Kaplanmış çelik, yeni	135-150
Kaplanmış çelik, eski	80-120
Beton, asbest, kaplanmış çelik	130-150

- Hazen-Williams formülü türbülanslı akış şartlarında (Re≥2000) her türlü sıvı ve gaz akışkanlarına uygulanabilir.
- Yüksek miktarda süspansiyon içeren sıvı akışkanların yük kayıplarının hesaplanması için uygun değildir.

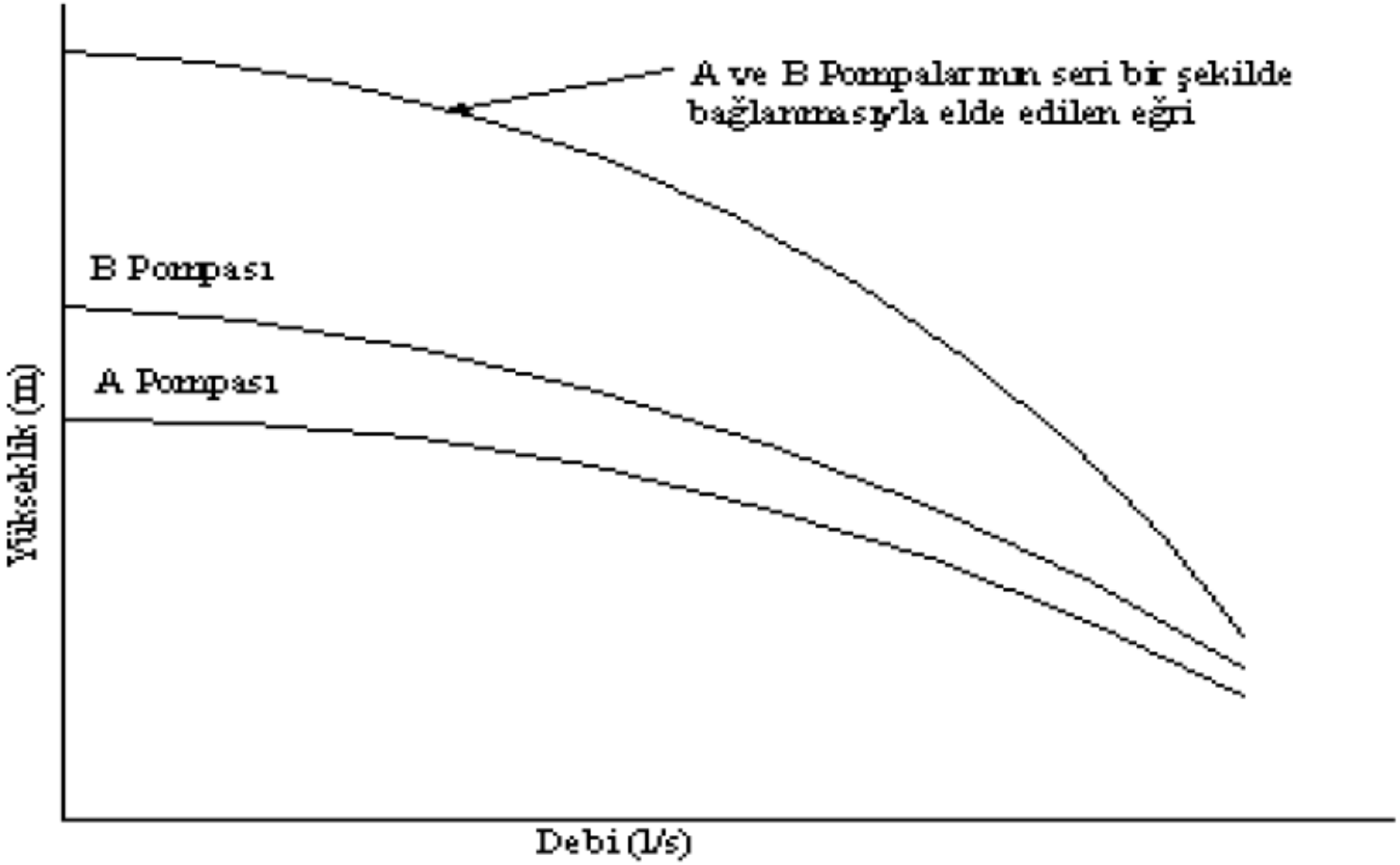
Pompa Karakteristik Eğrisi

- Toplam yük kaybı: Sürtünme ve yersel yük kayıpları toplamıdır.
  - Bu değer, iletilen debinin (Q) bir fonksiyonudur.
- Karakteristik eğri: Sistem yükü ile debi arasındaki ilişkiyi gösteren eğridir.
- Pompa karakteristik eğrisi: Sabit devir sayısında çalışan bir santrifüj pompanın ürettiği yük (h_p) ile debi (Q) arasındaki ilişkidir.
- Bu iki eğrinin kesim noktası gerçek işletme noktasını göstermektedir.

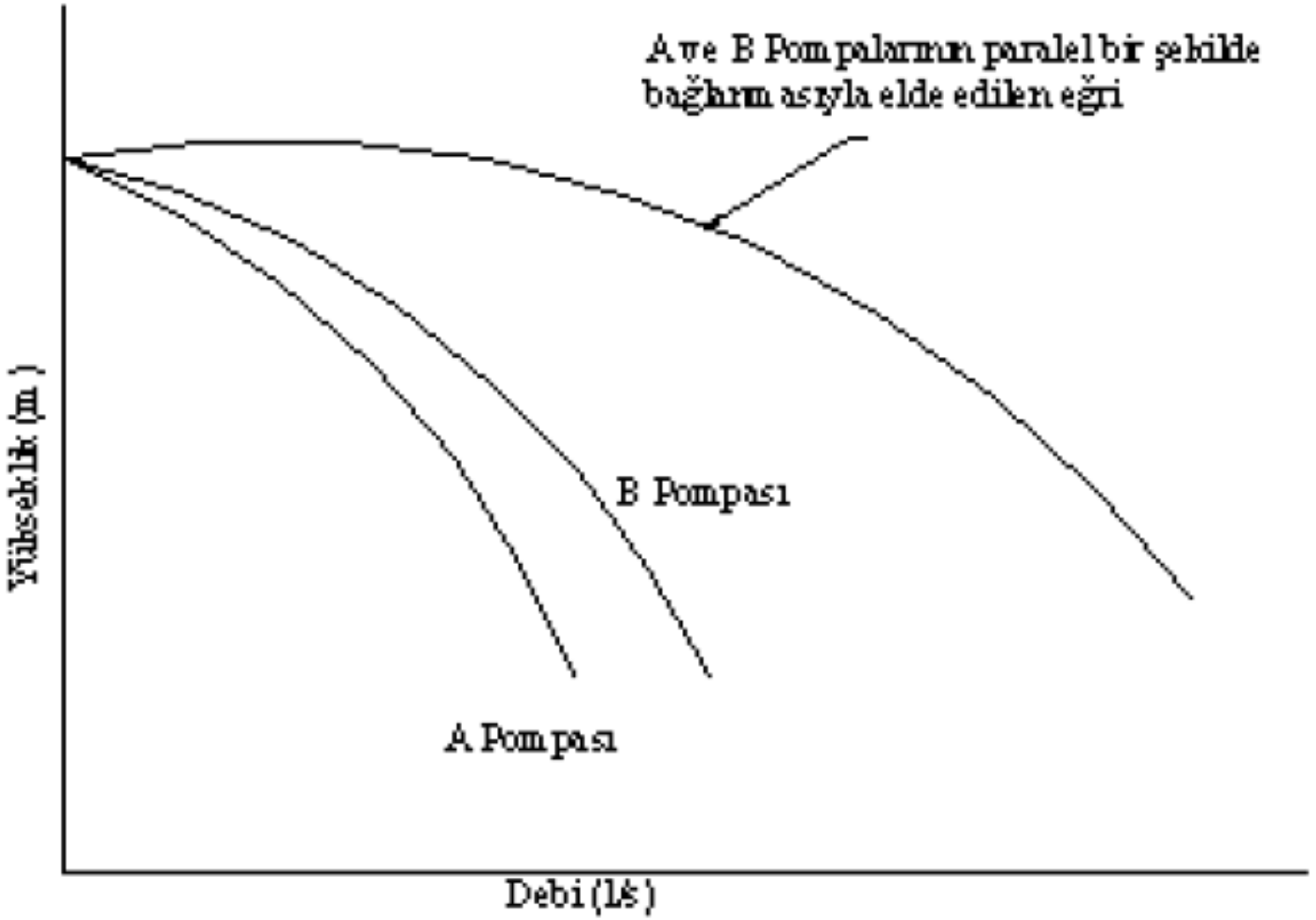
Pompa Karakteristik Eğrisi



Pompa Karakteristik Eğrisi (Seri Bağlı)



Pompa Karakteristik Eğrisi (Paralel Bağlı)



Pompa Seçimi

Her terfi merkezi için biri yedek olmak üzere en az iki tulumba seçilir. Aynı karakterde olan tulumbalar nöbetleşe çalıştırılır. Tulumbaların sayısı sarfiyat salınımlarına göre tayin edilir. Pratikte en çok karşılaşılan haller aşağıda verilmiştir:

1. $Q_{max} = 2\ Q_{min}$ ise her birinin kapasitesi Q_{min}'a eşit olan üç tulumba seçilir, biri yedek, biri minimum debide çalışır. Sarfiyatın maksimum olması halinde 2 tulumba beraber çalışır.

2. $Q_{max} = 3\ Q_{min}$ ise :

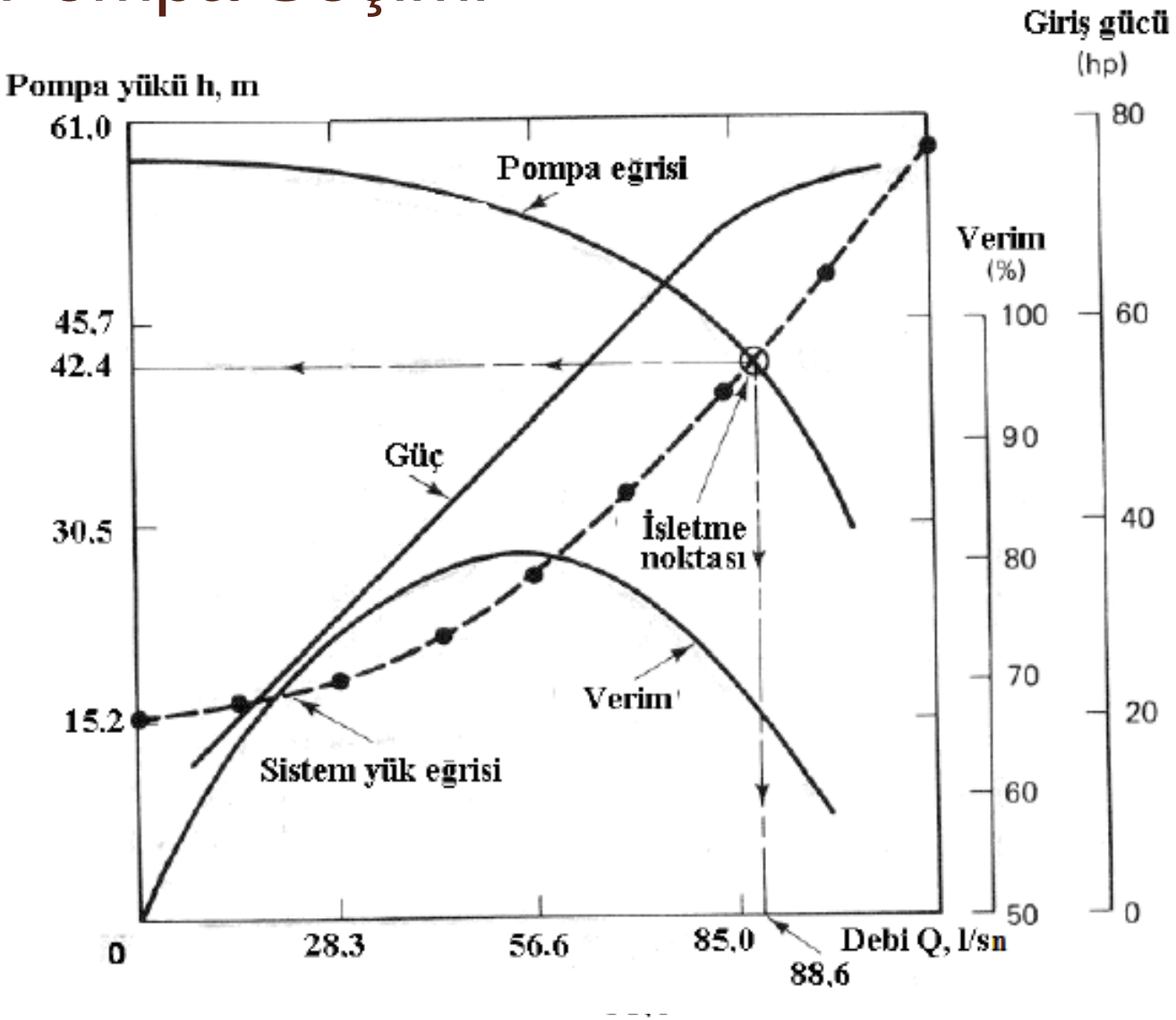
a) Her birinin kapasitesi minimum debiye eşit olan dört tulumba seçilir. Biri yedek, biri minimum debiyi iletir. Ortalama sarfiyatta ikinci, maksimum sarfiyatta da üçüncü tulumba devreye girer.

b) Verimi Q_{min}'a eşit bir, 2/3 Q_{max}'a eşit iki olmak üzere üç tulumba seçilir. Büyük tulumbalardan biri yedektir.

- Boru hatlarında sürtünmeden kaynaklanan yük kayıpları boru çapı ile ters orantılıdır.
  - Boru çapı büyüdükçe terfi için gerekli enerji maliyeti düşer.
  - Bu durumda boru hattının amortisman maliyeti yükselir.

- Ekonomik çap: Bu iki giderin minimum olacağı çaptır.

Pompa Seçimi



Sistem karakteristik eğrisi (Topacık ve Koyuncu, 2006)

Pompalarda Enerji Gereksinimi

- $$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_m}{1000 \cdot \eta}$$

- Burada:
  - P: Enerji gereksinimi, kW
  - Q : gerekli pompa debisi, m^3/sn
  - η : pompa verimi, %
  - ρ : pompalanacak sıvının yoğunluğu, kg/m^3
  - H_m : toplam terfi yüksekliği,
  - g : yerçekimi ivmesi, m/sn^2

Hazne Hacmi

- Pompa emme haznesi, pompanın çalışma ve durma seviyeleri arasındaki su hacmidir. Bu hacim,
  - pompanın çalışma periyodu T'ye
  - Şalt sayısı (Bir saatteki durma veya başlama sayısı) i'ye, i=1/T (saat)
  - pompanın kapasitesine (Q) bağlıdır.
- Gerekli hazne hacmi, debinin 4i'ye oranı şeklinde ifade edilmektedir.
- V= Q/4i
- Şalt sayısı, i, büyük tesislerde 6-8, orta büyüklükteki tesislerde (fabrika, kasaba vb.) 8-15 ve küçük tesislerde 15-30 arası alınabilir.

Terfi merkezlerinde dikkat edilmesi gereken önemli hususlar

- (1) Elektrik kesintileri ve pompaların arızalı olduğu zamanlarda emme haznesi dolmakta ve atıksu geri tepebilmektedir.
  - Bu durumlarda atıksuyun geri tepmesini önlemek üzere, uygun kottan bir tahliye (dolu savak) yapılmalıdır.
  - Yedek enerji imkanları sağlanmalıdır.
- (2) Terfi merkezi projelendirilirken, gelecekte konulması muhtemel pompalar için de yer ayrılmalıdır.
- (3) Çalışanların emniyeti için pompa istasyonlarında uygun havalandırma sağlanmalıdır.
  - Emme haznesinde de mutlaka hava bacası bulunmalıdır.