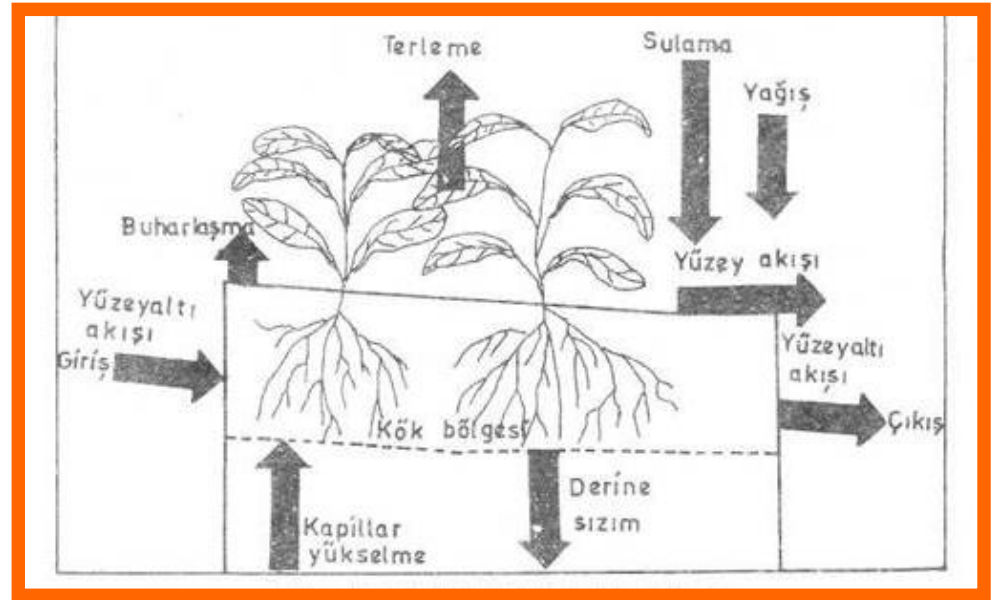


TARIMSAL MAKİNELERİ DERSİ

SULAMA MAKİNELERİ

Bitkinin yetiŒme periyodu boyunca ihtiyaç duyduğu suyun zamanında ve gerektiği kadar bitki kök bölgesine verilmesidir.

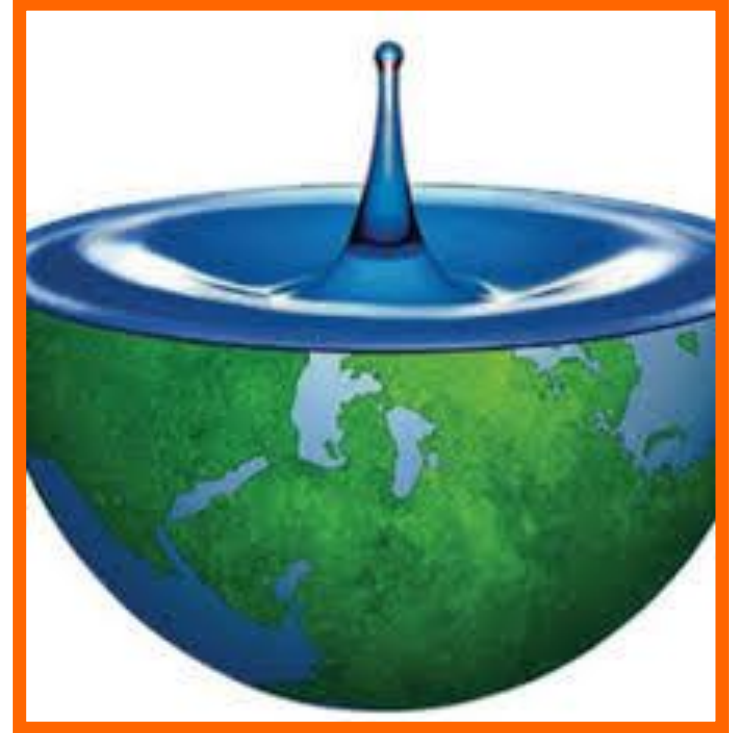


Sulama Makineleri

Sulama kaynakları;

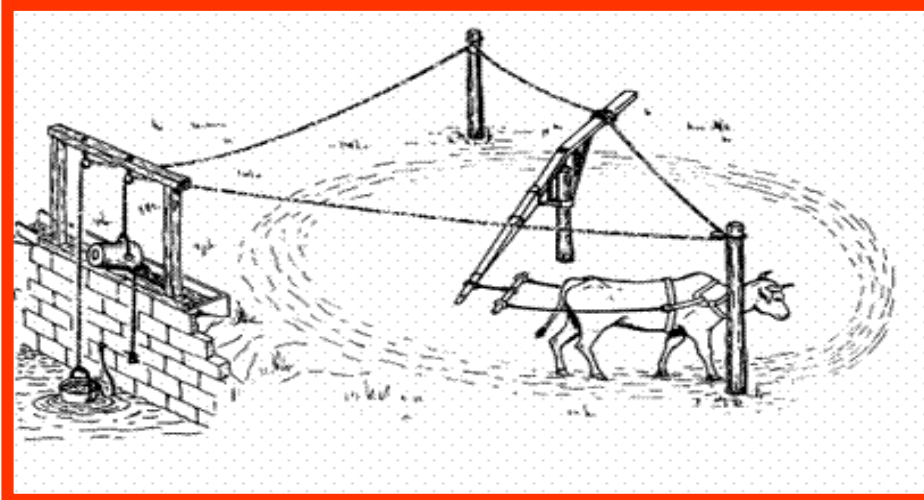
yeraltı ve yerüstünde, durgun veya akış halinde

Yeraltı su kaynağı kuyular



Sulama Makineleri

- Su makineleri değişik amaçlarla suyun enerjisinden faydalanarak iş yapmak veya suya enerji vererek hareketini sağlamak amacıyla kullanılan makinelerdir.
- Suyun potansiyel enerjisi su çarkları ve su türbinleri ile mekanik enerjiye çevrilmektedir. Bunlar enerji üreten su makineleridir.
- Diğer yandan tarımsal üretim en önemli girdisi olan suyun tarlaya ve hatta bitkiye ulaştırılması da suya enerji vererek suyun iletilmesiyle sağlanmaktadır.
- Her ne kadar bir kısım sulama sistemlerinde barajlardan elde edilen sulama suyu yer çekim kuvveti yoluyla taşınmakta ise de bir çok yerde suyun temini için suyun bitkiye ulaştırılması için suya enerji vererek taşınması ve basıncı altında iletilmesi gerekmektedir.



Sulama Makineleri

Sulama tekniği, suyun su kaynağı ile sulama alanına iletilmesi problemi

İlk olarak yerçekiminden yararlanma ile kaynaktan düşük seviyedeki arazi sulamaları,



Sulama Makineleri

Su ıkartma makineleri ve gelişmeler sonucunda;
Su iletiminde mekanik araç kullanımı ve
Su kaynaklarının rasyonel kullanımı, geniş araziler
Sulama ve içme suyu kullanımı



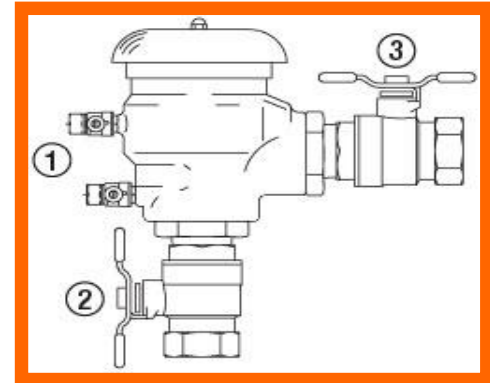
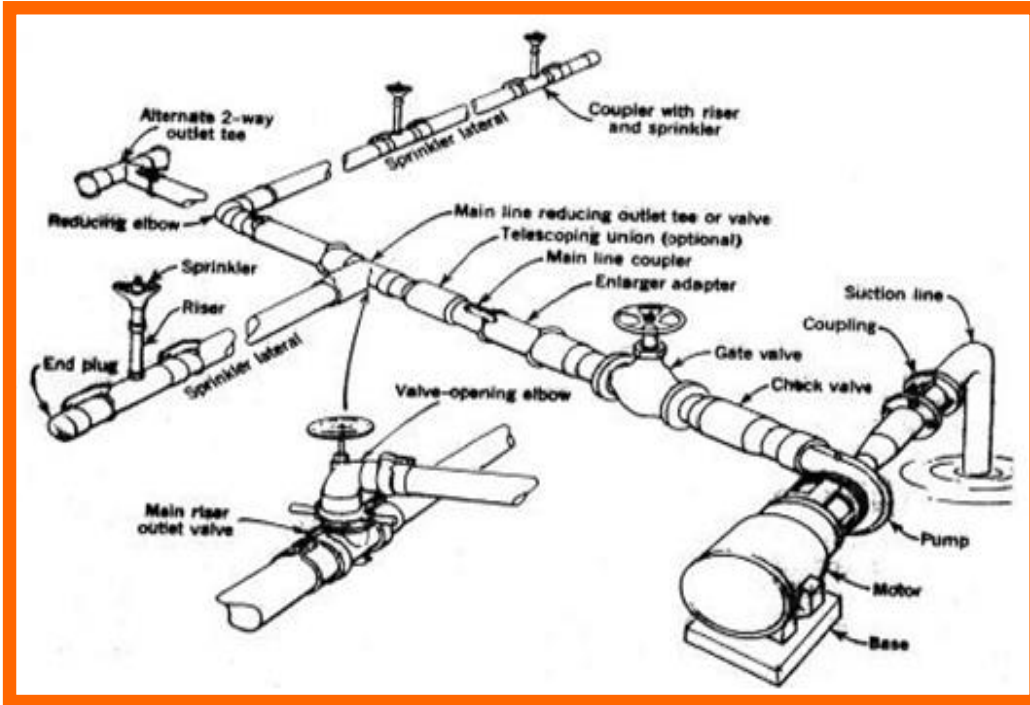
Sulama Makineleri

Su kaynaklarının rasyonel kullanımı, geniş araziler
Sulama ve içme suyu kullanımı
(sonsuz su kaynağı ve sıkıntılar)



Sulama Makineleri

İhtiyaç duyulan suyun kaynağından alınarak kullanım yerine veya depolama bölgesine götürmek için kullanılan makinelerdir.



Sulama Makineleri

Makine seçiminde;

İşletmenin ihtiyaç duyduğu su miktarı,

Suya ihtiyaç duyulan zaman,

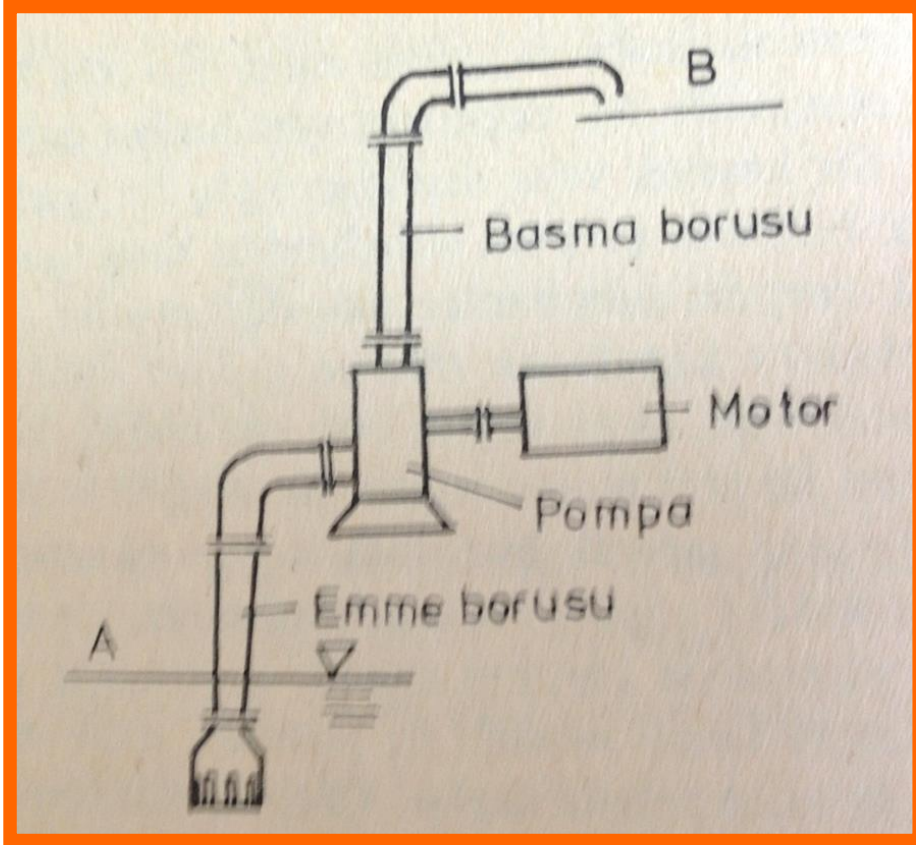
Maliyet

dikkate alınmalıdır

İşletmelerde traktör durumu



Sulama Makineleri



Su iletiminde enerji

Pompaj tesisi

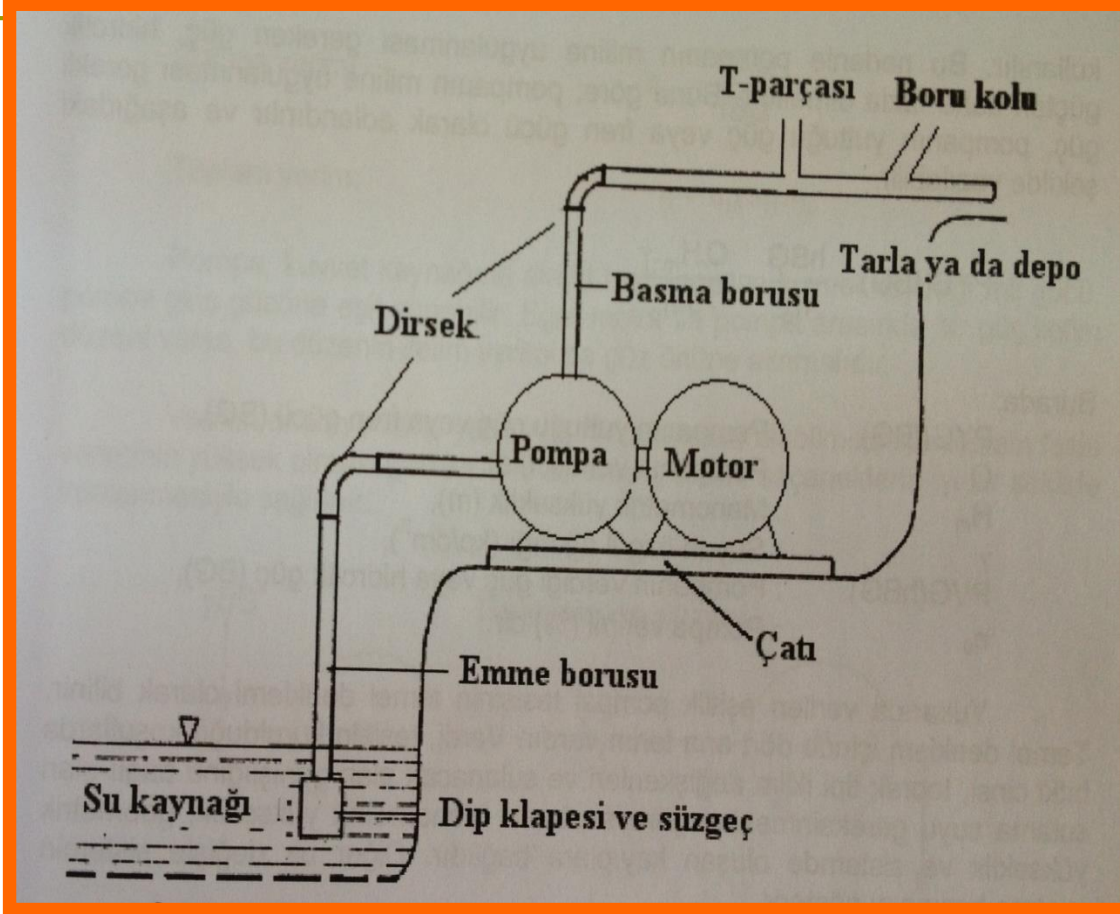
a) pompa

b) motor

c) boru hatları,
parçalar

Sulama pompaj tesisi

Sulama Makineleri

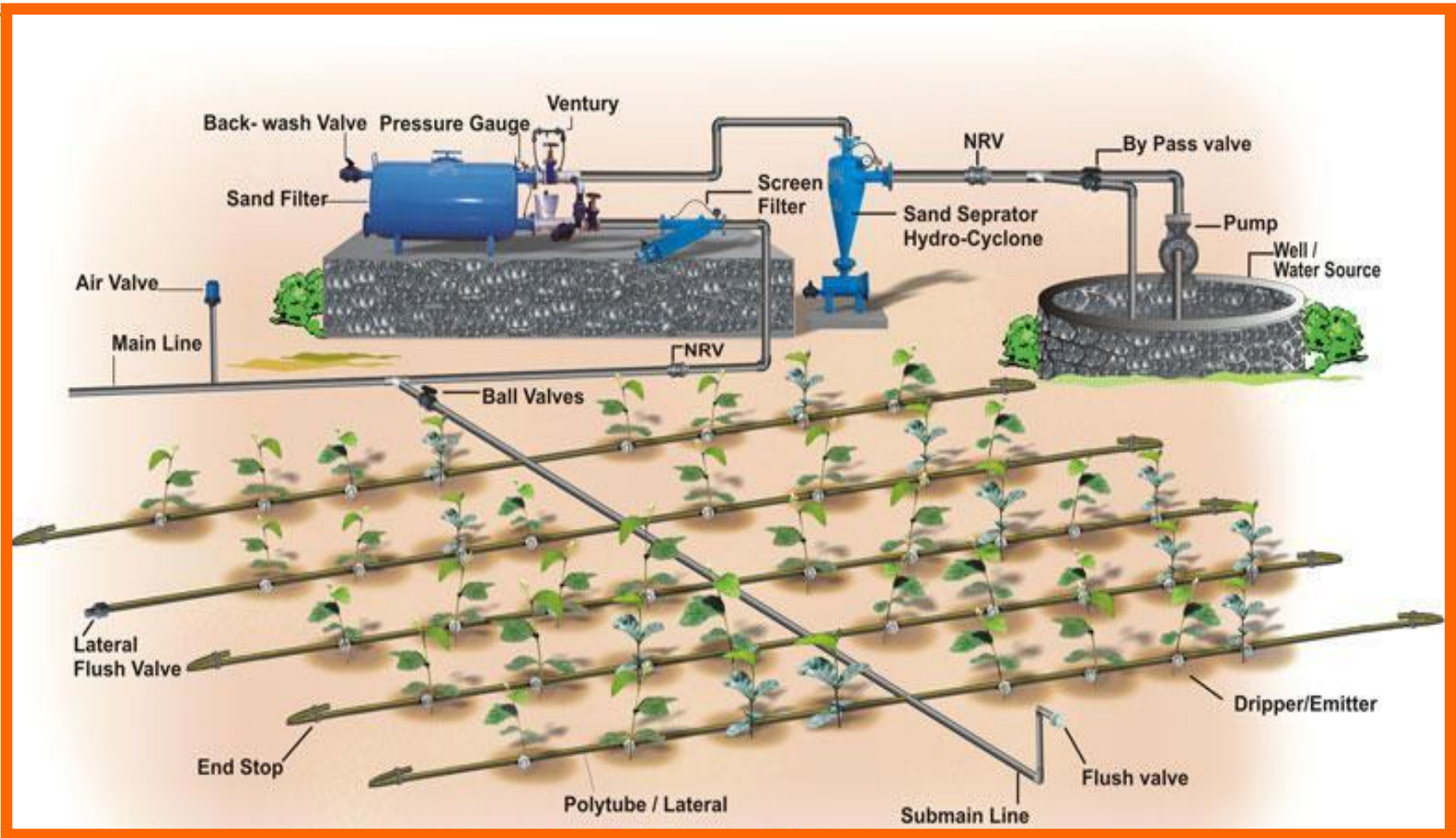


Pompa gücü;
Basma yüksekliği
Borularda
Diğer parçalarda
yük kaybı durumu

Pompa gücü
gerekliliği
Mekanik-hidrolik
enerji dönüşümü

Sulama pompaj tesisi

Sulama Makineleri



Sulama Makineleri



Sulama Makineleri

Sulama yöntemleri



| Sulama Yöntemi | | Kayıp Su Oranı (%) |
|-------------------|--------------------------------|--------------------|
| Yüzey Sulama | Salma | 35-50 |
| | Tava | 35-40 |
| | Karık | 40-50 |
| Yağmurlama Sulama | Sabit | 15-30 |
| | Taşınabilir | 30-40 |
| | Doğrusal ve dairesel hareketli | 15-30 |
| | Büyük başlıklar | 25-35 |
| Mikro Sulama | Toprak üstü damla sulama | 5-15 |
| | Toprak altı damla sulama | 10-20 |
| | Mini yağ. ve mikro jet | 15-20 |

Etkinlikler, sistemin projelendirilmesine, kurulmasına ve işletilmesine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Sulama Makineleri

Sulama yöntemleri



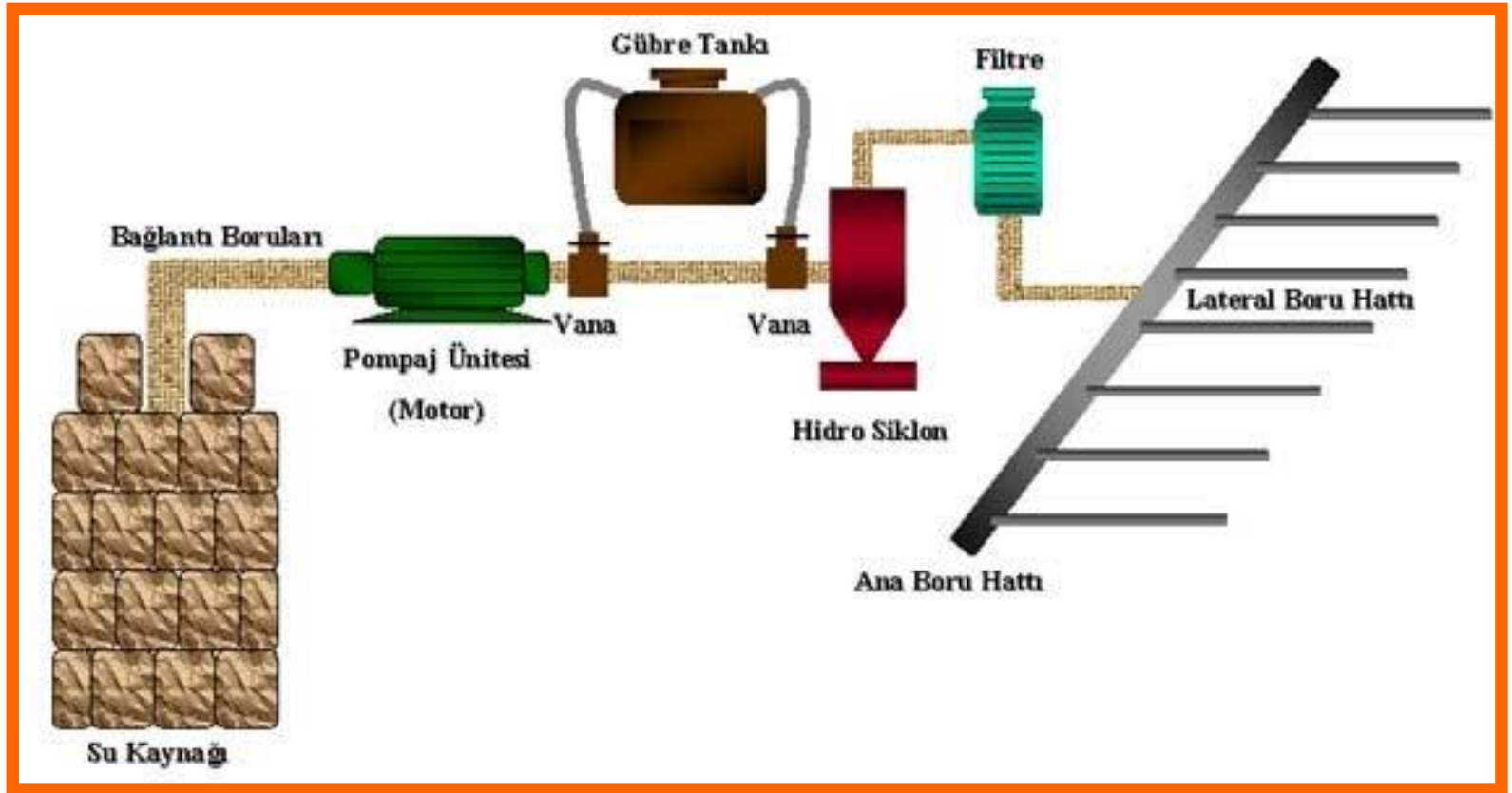
Sulama Makineleri

Sulama yöntemleri (gübreleme)



Sulama Makineleri

Sulama yöntemleri (gübreleme)



Pompaların sınıflandırılması

Su makinelerini enerji alan ve veren makineler olarak iki ana grupta toplayabiliriz:

1- Enerji üreten su makineleri;

a) Alternatif hareketli makineler: Servomotorlar, pistonlu su motoru v.b.

b) Döner hareketli makineler: Su çarkları, su türbinleri, döner pistonlu türbinler v.b.

2- Enerji tüketen su makineleri;

a) Döner hareketli pompalar: Santrifüj pompalar, heliko santrifüj pompalar rejeneratif pompalar.

b) Hacimsel pompalar: Dişli pompalar, diyaframli pompalar, pistonlu pompalar.

Su çarkları

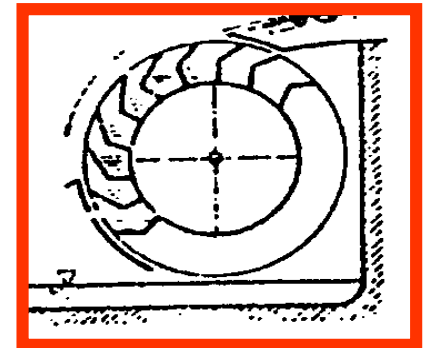
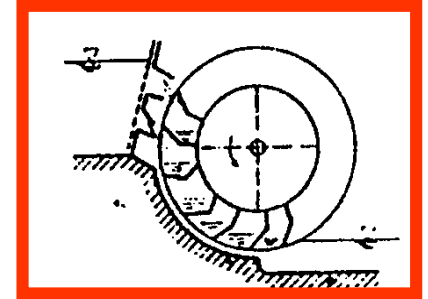
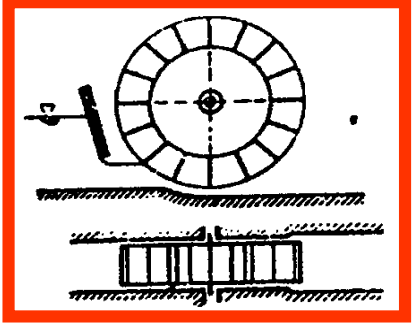


1-Altan arklar: En basit çark tipidir. Bir kanal içinde çalıştırılabildiği gibi doğrudan akarsu üzerine de kurulabilmektedir.

2-Yan arklar: Bu çarklarda su, ilk başta hızı ile arkı çevirmekte ve çark kanatları arasına dolduktan sonra da ağırlığı etkisiyle arkı çevirmektedir.

3-GĞs arkları: Su getirme kanalı üzerindeki bir takım llelerden su püskürtülerek çark kanatlarına çarptırılmaktadır.

4-stten arklar: Bu arklara su üstten dökülerek kanatlar arasına dolmakta ve ağırlığı ile kanatları çevirmektedir. Verimleri %60-80 arasında değişmektedir.



Su türbinleri

Su türbinleri enerji üreten makinelerdir. Geniş bir güç sınırı içinde üretilen ve hali hazırda modern su yapılarında kullanılan su makineleridir. Su kaynağının iki özeliği burada önem kazanmaktadır. Birincisi **düşü yüksekliği** ikincisi ise debidir.

A- Reaksiyon türbinleri. Bu tip türbinler esas olarak suyun basınç enerjisinden yararlanmaktadır.

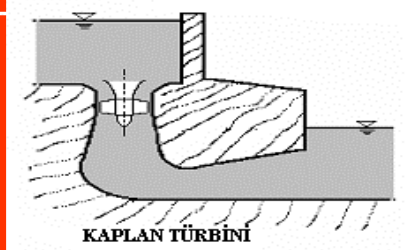
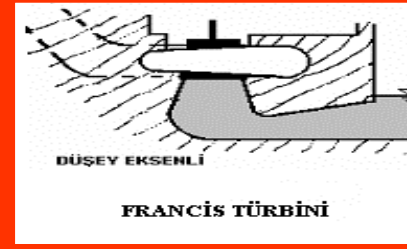
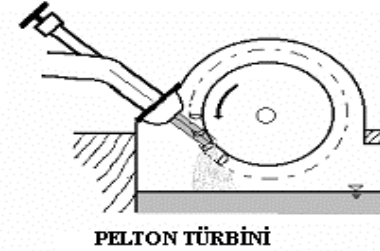
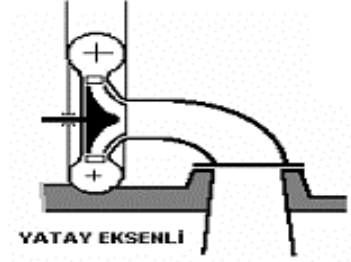
- 1- Francis türbinleri
- 2- Uskur türbinler
- 3- Kaplan türbinleri

B- Aksiyon türbinleri. Bu tip türbinler esas olarak suyun kinetik enerjisinden yararlanmaktadır.

- 1- Pelton çarkları
- 2- Turgo türbinler
- 3-Banki türbinleri

Francis türbinleri: Düşük ve orta debi değerlerinde orta ve yüksek düşülerde kullanılırlar. Genellikle yatay eksenli bir çark ve etrafını saran salyangozdan oluşur.

Ustur ve Kaplan türbinleri: tam eksenel türbinlerdir. Suyun giriş ve çıkış yönü değişmez. Su akışı önünde bulunan eksenel kanatlar (palalar) dönmeye zorlanırlar



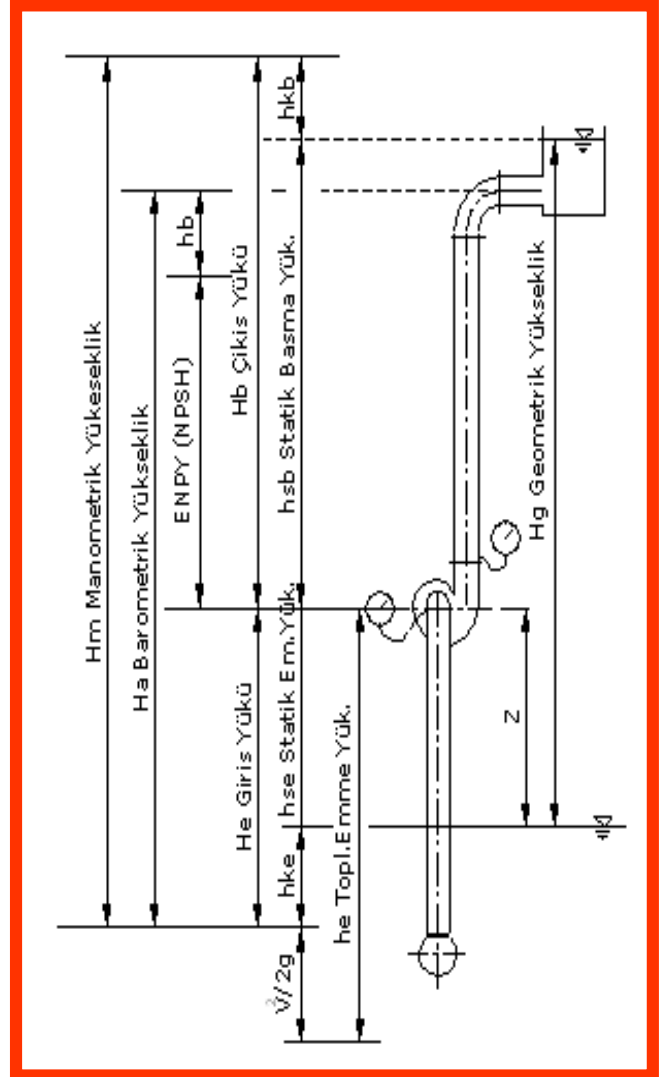
Pompalar

Suyun iki nokta arasında hareketi için gerekli enerjiyi sağlayan makinelerdir. Bu enerji suyun boru hatları içinde hareketi sırasında oluşan sürtünme kayıplarının yenilmesinde, suya konum yükü ve hız yükü kazandırılmasında harcanır. Genellikle pompalar giriş borusunda suyu kaynaktan emerek yükseltirler ve çıkış borusundan basarak iletirler.

Genel anlamda iki farklı pompa tipi ayırt edilebilir.

1-Hacimsel (volümetrik, pozitif) pompalar

2-Rotodinamik (ivme) pompalar.



Pompa tipleri

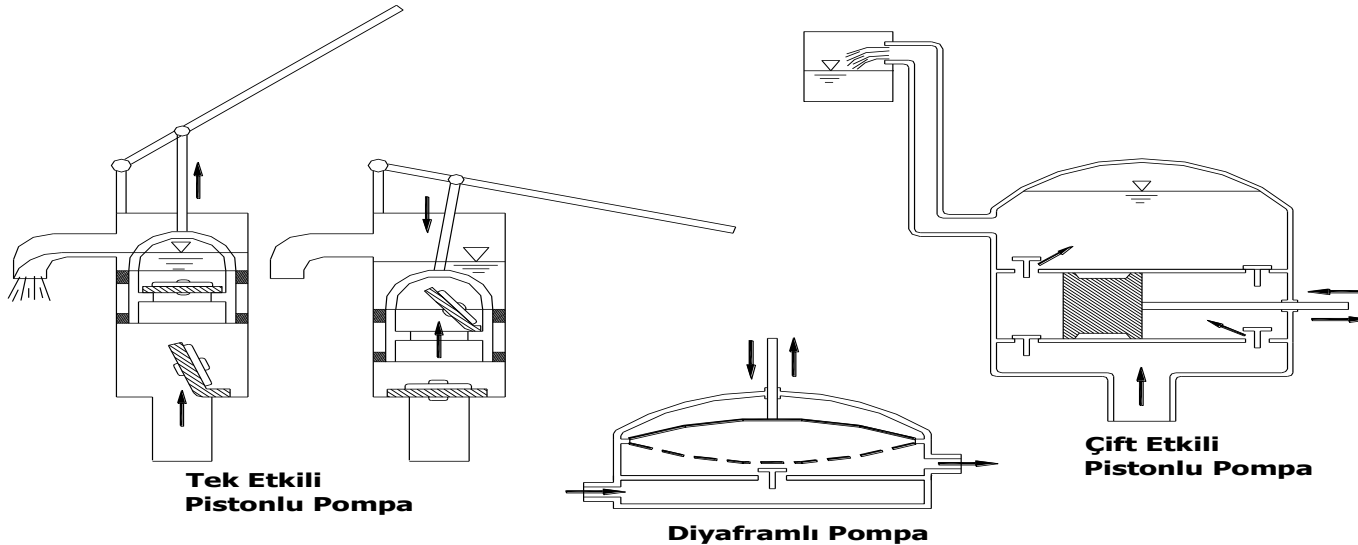
1- Hacimsel Pompalar:

Kapalı bir ortamda oluşturulan hacmin, azaltılıp çoğaltılmasıyla yaratılan emme ve basma etkileriyle çalışan bir pompa tipidir. Hacmin değiştirilebilmesi amacıyla çeşitli elemanlar kullanılır. Bu eleman tiplerine göre hacimsel pompaları kendi içinde

- a) Pistonlu pompalar,
- b) Diyaframlı pompalar,
- c) Dişli pompalar ve
- d) Paletli pompalar.

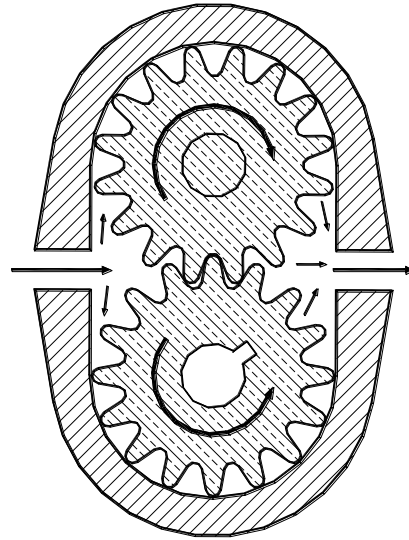
a, b) Pistonlu ve Diyaframlı pompalar:

Piston ve elastik diyafram kullanılan pompaların diğer önemli elemanı ise sübaplardır. Birbirine göre ters yönde çalışan iki sübap yardımıyla emme ve basma sırasında pompa hacmi içine alınan ve basılan sıvının yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Pompa veya diyaframın ileri geri hareketiyle pompa hacmi içine sübaplar yardımıyla sıvı alınmakta ve basılmaktadır.

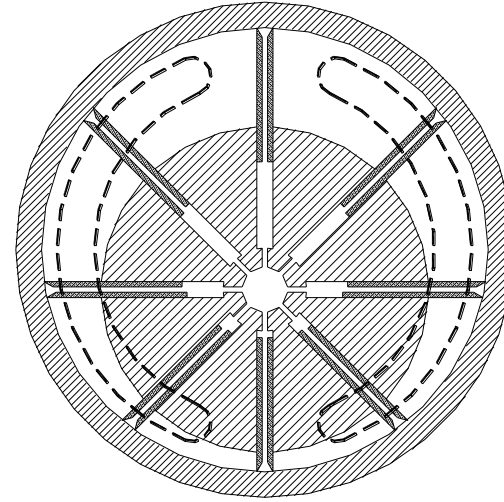


Pompa tipleri

c, d) Dişli ve Paletli Pompalar: Dişli ve paletli pompalar dönerek çalışan pompalar olmalarına karşın hacimsel esaslı çalışan pompalardır



Dişli Pompa



Paletli Pompa

Pompa tipleri

2- Santrifüj pompalar: mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çeviren Rotodinamik su makinalarıdır. Santrifüj pompalar yaygın kullanılan iş makinaları olmaları nedeniyle değişik uygulamalar için bir çok tipi geliştirilmiştir. Suyun çark içindeki hareketine bağlı olarak ;

a) Radyal pompa: Suyun çark eksenine paralel olarak (aksiyal) girip tam dik konumda, radyal olarak çıktığı pompa tipidir.

b) Aksiyal pompa: Suyun çarka giriş ve çıkışı çark eksenine paralel olarak gerçekleşir. Su hareketi sırasında yön değiştirmez.

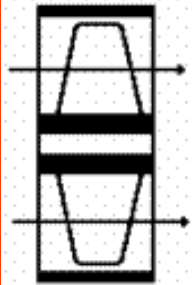
c) Karışık akışlı pompa: Su, çarka aksiyal olarak girer ancak çıkışı tam dik yani radyal değildir. Çıkış açısı aksiyal ile radyal konum arasında gerçekleşir.



RADYAL



KARIŞIK

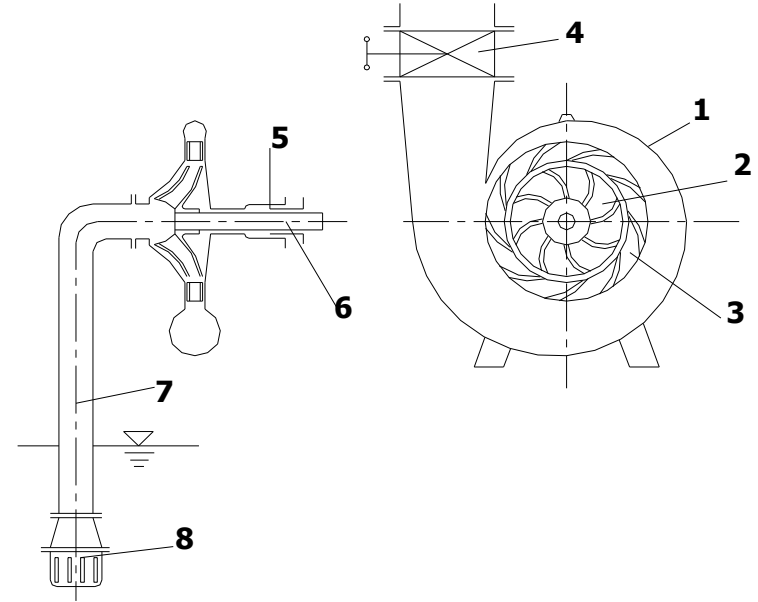


AKSİYAL

Pompa tipleri

Santrifüj pompalar diğer bir deyişle merkezkaç pompalar, suyun radyal kanatlar yardımıyla ivmelendirilmesi esasına göre çalışır. Radyal kanatları bulunan bir çarkı su dolu silindirik bir kap içine batırıp çevirdiğimizde suyun çarkla beraber döndüğünü görürüz. Bu dönüş sırasında aynı zamanda su merkezde azalır düzeyi düşerken çevrede artar ve düzeyi yükselir

Pompanın en önemli parçası çarktır. Çark, üzerinde sikloid, spiral v.b. açınımlı kanatları bulunan bir diskten oluşur.



(1) salyangoz gövde, (2) çark, (3) yayıcı (difüzör), (4) vana ve basma hattı, (5) salmastra (sızdırmazlık), (6) pompa mili, (7) emme borusu, (8) dip klapesidir.

Santrifüj Pompalarda Kayıplar ve Verimler

Pompalarda suyun kazandığı enerji çarkın dönmesiyle sağlanır. Pompanın suya enerji kazandıran başka bir parçası yoktur. Pompanın diğer parçaları hareketsiz parçalardır. Bu parçalar sebep oldukları sürtünmeler nedeniyle basınç enerjisini azaltan etkilere sahiptirler. Bir pompada oluşan kayıplar şunlardır.

Sızma Kayıpları: Pompanın hareketli ve hareketsiz elemanları arasındaki boşluklardan kaynaklanan sızmalar pompada kayıplara neden olurlar.

Çark Sürtünme Kayıpları: Pompa çarkı ile gövde arasında kalan su ile çark arasında önemli bir sürtünme vardır. Bu sürtünme de güç kaybına neden olur.

Hidrolik Sürtünme Kayıpları: Suyun pompa içindeki hareketi sırasında ortaya çıkan diğer sürtünmelerden oluşan kayıplar ve türbülans kayıpları hidrolik sürtünme kayıpları olarak adlandırılır.

Mekanik Sürtünme Kayıpları: Pompanın hareketli ve hareketsiz parçaları arasındaki mekanik sürtünmelerden oluşan kayıplardır.

Pompa miline uygulanan gücün bir kısmı böylece kaybolur. Bu nedenle kayıplar da güç kaybı olarak belirtilirler. Pompa miline verilen güç ile suya verilen güç arasında kayıplar nedeniyle bir fark oluşur. Gücün bir kısmı sürtünmelere harcanır ve kalanı suya verilir.

Pompalarda tanımlanan verimler ise şunlardır:

Hacimsel (volümetrik) Verim (η_V): Pompa çarkından geçen sıvının tamamı çıkışa ulaşmamaktadır. Bir kısmı gövde ile çark arasından girişe yönelmekte, bir kısmı salmastradan dışarı çıkmaktadır. Bu şekilde oluşan kayıplar hacimsel verimi belirlemektedir.

Hidrolik Verim (η_h): Hidrolik verim pompanın gerçekleştirebildiği manometrik yükseklik (H_m) ile teorik yükseklik (H_{teo}) oranını belirler.

Mekanik Verim (η_m): Pompa elemanları arasında çeşitli yerlerde mekanik sürtünme olur. Pompa mili ile salmastra arasında, aşınma bileziklerinde sürtünmeler vardır. Ayrıca çark ile su arasındaki sürtünmede bu kapsamda dikkate alındığında pompa miline verilen gücün bir kısmının sürtünmelerle kaybolduğu görülür. Buna göre verilen gücün alınan güce oranıyla mekanik verim hesaplanabilir.

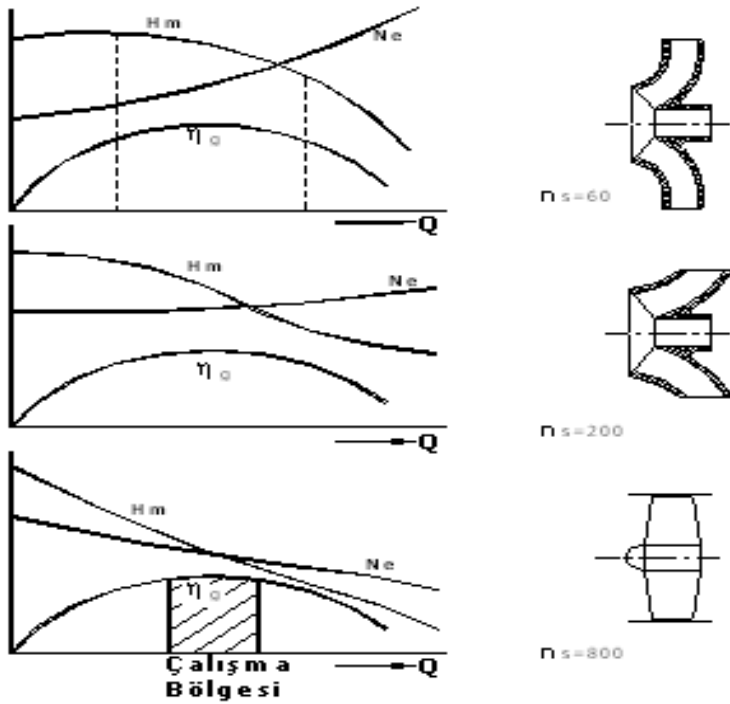
Toplam Verim (η_T) Toplam verim pompaya verilen enerjinin çıkış borusunda suyun içerdiği enerjiye oranı şeklinde değerlendirilmelidir. Pompa miline verilen gücün bir kısmı çeşitli kayıplar nedeni ile suya verilememektedir. Buna göre toplam verim;

$$\eta_T = \frac{h_{BG}}{f_{BG}} \times 100$$

$$\eta_T = \frac{f_{BG} - (s_{BG} + d_{BG} + h_{v, BG} + m_{BG})}{f_{BG}} \times 100$$

$$\eta_T = \eta_V \cdot \eta_h \cdot \eta_m$$

Santrifüj Pompalarda Karakteristik Eğriler



Pompalarda işletme karakteristikleri olan (n ; Q ; H_m ve f_{BG}) değerlerinin pompanın farklı hızlarda çalıştırılması halinde göstereceği değişim birbirinden farklıdır. Pompa (n_1) devrinde (Q_1 , H_{m1} ve f_{BG1}) değerlerini üretiyorsa (n_2) devrinde çalıştırıldığında (Q_2 , H_{m2} ve f_{BG2}) değerlerini üretecektir. Bu değişimin oranları ise aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{H_{m1}}{H_{m2}}} = \sqrt[3]{\frac{f_{BG1}}{f_{BG2}}}$$

Pompa çalışma yükseklikleri

H_g: Geometrik yükseklik. Emme ve basma hatlarının statik yüksekliklerin toplamıdır. Geometrik olarak ölçülebilen bir yüksekliktir.

$$H_g = h_{se} + h_{sb}$$

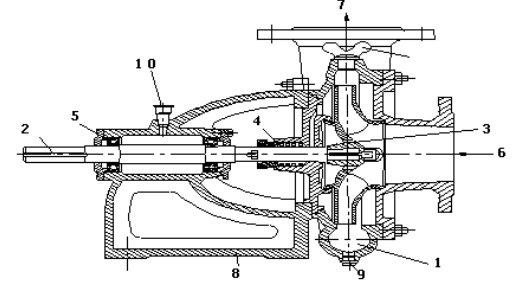
H_m: Manometrik yükseklik. Emme ve basma hatlarında dinamik yüksekliklerin toplamıdır. Bu yükseklik ancak emme ve basma hatlarına yerleştirilen vakum metre ve manometrelerle ölçülebilir.

Çok kademeli pompalar

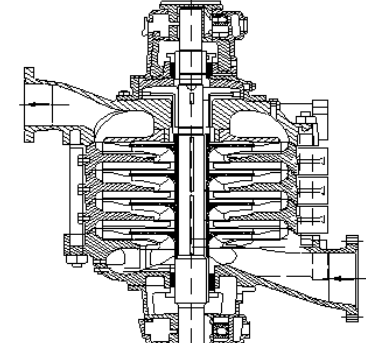
Pompaj tesislerinde çoğu zaman oldukça yüksek manometrik basınç (**H_m**) değerlerine gereksinim duyulur. Bu yüksekliklerin tek kademeli bir pompa ile sağlanması çoğu zaman olanaksızdır. Bu durumlarda birden çok çarkın aynı mil ile bağlandığı ve birlikte döndürüldüğü çok kademeli pompalar kullanılır.

Pompa Tipleri

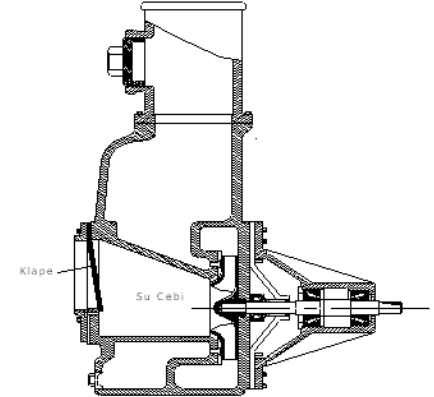
Yatay Eksenli Kademesiz Pompalar



Çok Kademeli Pompalar



Kendinden Emişli Pompalar



Düşey Milli Kademeli Pompalar

Pompa seçimi

Pompa seçiminde dikkate alınacak etmenler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

a)iletilecek suyun özellikleri: Pompa ile iletilecek suyun sıcaklığı bilinmelidir. Diğer yandan tuzluluk, yabancı madde içeriği gibi bilgiler ve bunlara bağlı olarak özgül ağırlığı bilinmelidir.

b)iletilecek debi: Bu değer sulama suyu için toprak, bitki ve atmosfer koşullarına bağlı olarak değişmektedir.

c) işletme yükseklikleri. Tesisin kurulu olduğu yer ile suyun iletileceği yer arasındaki yükseklik farkı ve uzaklık yanında topoğrafik yapıda iyice incelenmelidir.

d)Kavitasyon kontrolü: Tesisin bulunduğu yerdeki atmosfer basıncı ve emmedeki statik yükseklikler belirlenmeli ve bunlara bağlı olarak kavitasyon koşulları kontrol edilmelidir.

f)Çalışma karakteristiği: Tesisin yıllık çalışma özellikleri çıkarılarak bir veya daha fazla pompanın gerekip gerekmediği ve bu pompaların paralel bağlantı koşullarındaki işletme noktaları incelenmelidir.

g)Pompa tipi: Tesisin durumu ve su kaynağının özelliklerine göre yatay veya düşey milli bir pompa gereksinimi ortaya çıkabilir.

Pompa seçimi

h) Tesis yeri: Bu yer bir nehir veya göl yanında ise yıllık su düzeyi değişimleri incelenmelidir. Diğer yandan tesisin kurulumu sırasında ortaya çıkacak malzeme taşınması işlemleri için yol koşulları da dikkate alınmalıdır.

i) Kuvvet kaynağının seçimi: Tesiste kullanılacak motorların seçiminde öncelikle elektrik enerjisinin temin olanakları araştırılmalıdır.

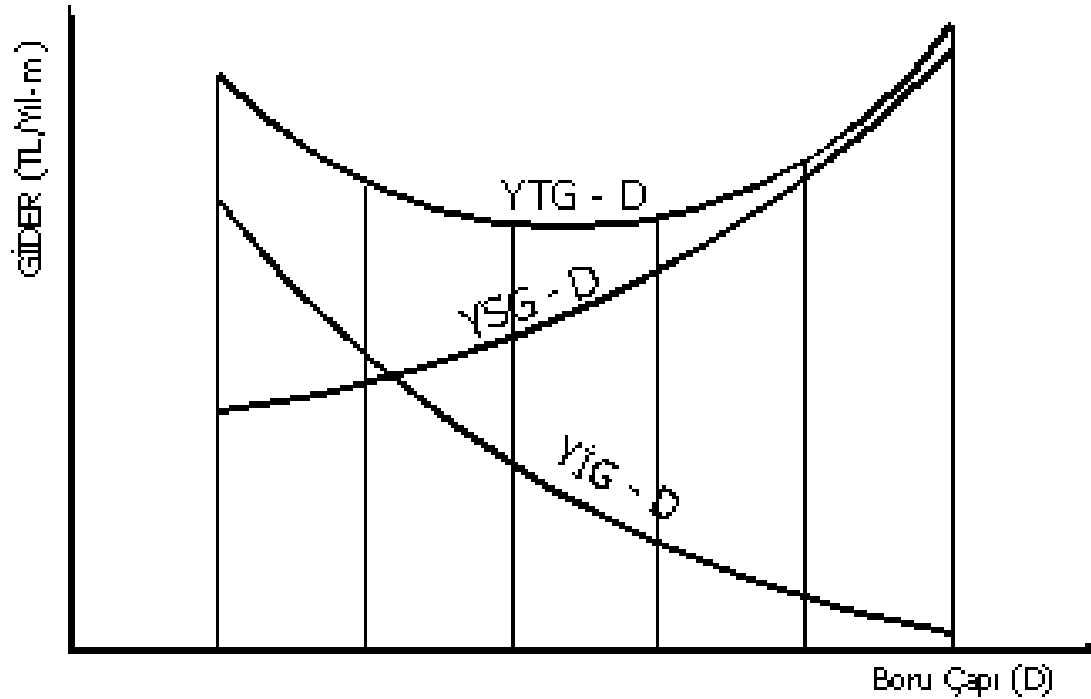
Ekonomik Boru apının Belirlenmesi

Pompaj tesislerinde karar verilmesi en gu konulardan biride **boru çapının** belirlenmesidir. Boru apı sadece teknik veriler dikkate alınarak seçilemez. Bu seçimde teknik veriler yanında **ekonomik** değerlendirmeler de bir o kadar onemlidir. Bir pompaj tesisinde harcanan enerjinin onemli bir kısmı **boru ve armatürlerde** oluşan sürtünme kayıplarının karşılanması içindir. Boru çapları büyüdükçe su hızının azalması, sürtünme kayıplarını da azaltmaktadır. Büyük çaplı boru kullanmak enerji giderlerini azaltacaktır.

Pompaj tesisinin kurulmasında en büyük masraf ise boruların satın alma bedelidir. Ayrıca boru hattının döşenmesi de bir diğer onemli masraftır. Ancak sadece boru satın alıma giderleri kullanılarak hesap yapmak karar vermede yeterli olamamaktadır.

Boru apı özellikle de yakıt tüketimini etkileyen sürtünme giderlerinin artışında doğrudan etkilidir. Buna karşın küçük çaplı borunun satın alma bedelinin de küçük olması nedeniyle sabit giderler azalmaktadır. Boru apı büyüdükçe sürtünmenin azalması nedeniyle, işletme giderleri azalmakta, sabit giderler artmaktadır. Ekonomik boru çapı seçiminde işletmenin yıllık sabit giderleri ile yıllık işletme giderleri toplamının en düşük olduğu boru çapının belirlenmesi yolu izlenmektedir.

Şekil 'den de görüldüğü gibi boru çapı küçüldükçe sürtünme kayıplarının artması nedeniyle *Yıllık İşletme Giderleri (YİG)* artmaktadır. Buna karşın *Yıllık Sabit Giderler (YSG)* azalmaktadır.



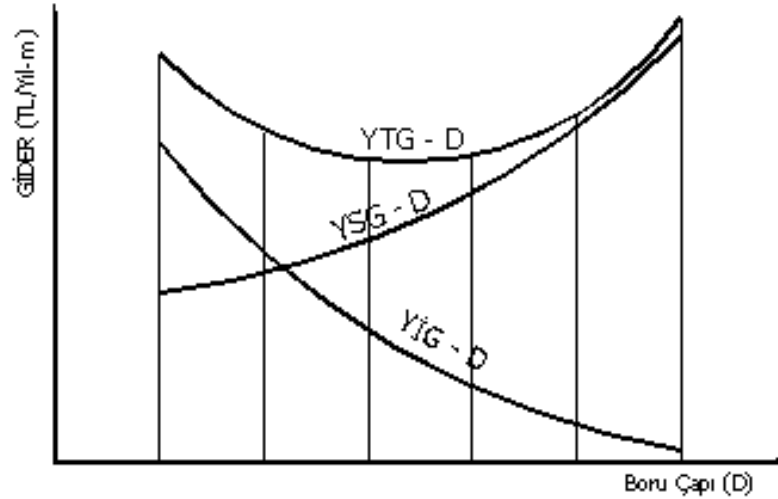
Ekonomik boru çapı seçimi

Pompaj Tesislerinde İşletme Noktasının Bulunması

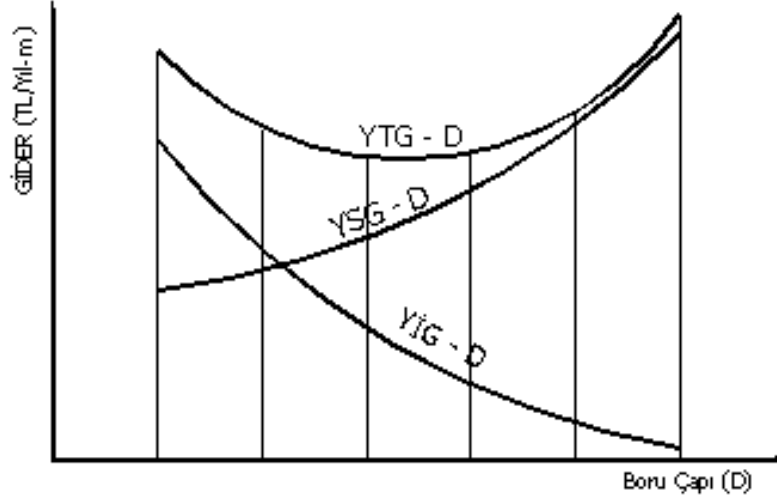
Pompaj tesislerinde pompalar bağlı oldukları boru hattının sürtünmelerini yenecek ve geometrik yüksekliği karşılayacak kadar manometrik yükseklik geliştirirler. Debi ise pompanın bu basınçta sisteme verdiği debidir. İşte bu basınç ve debi karşılığı olan çalışma değerleri *İşletme Noktası*'dır.

Pompalar çalıştırılmadan önce veya tesis kurulmadan önce seçilecek pompanın boru hattında sağlayacağı işletme noktası grafikler üzerinden bulunabilir.

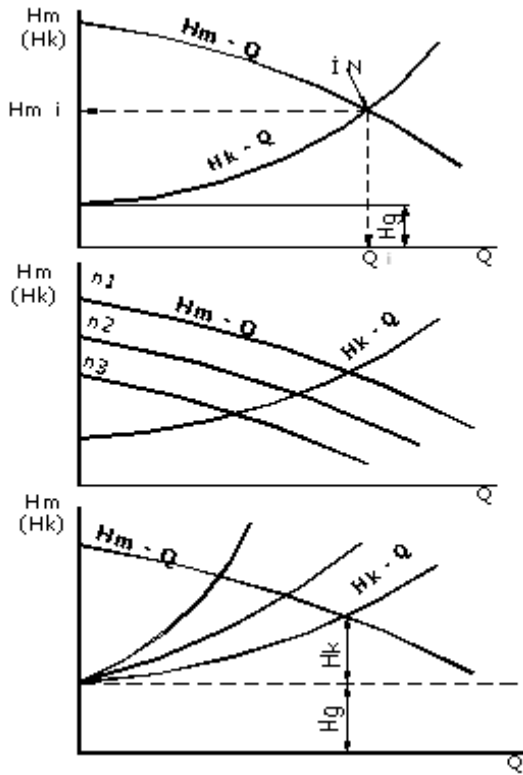
Bir pompaj tesisinde (H_m-Q) pompa eğrisi ile (H_k-Q) tesis sürtünme eğrisinin kesiştiği yer işletme noktasıdır.



Bir pompaj tesisinin sürtünme eğrisi (H_k-Q) seçilen uygun bir pompanın manometrik basınç debi (H_m-Q) eğrisiyle aynı grafiğe işlenmiş ve bu iki eğrinin kesim noktası olan işletme noktası elde edilmiştir.



Bu nokta pompa seçiminde önemlidir. Sürtünme eğrisi belli olan bir tesise seçilecek pompaların bu koşullarda sağlayacağı basınç debinin önceden bilinmesini sağlar. Bilindiği gibi pompalar maksimum basınç sıfır debi koşullarından minimum basınç maksimum debi koşullarına kadar tüm aralıkta çalışabilir. Bu aralıkta hangi değerlerin gerçekleşeceği sistemin sürtünme eğrisi ile belirlenir. Pompanın çalışma koşulları değiştirilerek farklı işletme noktalarının elde edilmesi olanaklıdır. Bunun için iki yol izlenebilir. Birincisi pompa çalışma devrinin değiştirilmesidir.



Şekilde aynı pompanın farklı devirlerde elde edilmiş karakteristik (H_m-Q) eğrileri ile sistemin sürtünme eğrisinin kesiştiği işletme noktaları gösterilmiştir. Bu noktalardan koşulları gereksinimlere uygun olanı seçilerek pompanın çalışma devri seçilebilir.

İkinci yol ise vana ayarları ile istenen işletme noktasına ulaşmaktır. Sistemdeki vana kısıldıkça sistem sürtünme eğrisi dikleşmekte ve her vana açıklığında pompa karakteristik eğrisi ile farklı bir noktada kesişerek yeni işletme noktaları oluşmaktadır. Burada vananın etkisi sisteme ek sürtünme getirerek pompanın yükünü artırmak ve bu yükteki debinin oluşmasını sağlamaktır.

Pompalar yükü arttıkça daha düşük debi ürettikleri bir noktada çalışmaktadırlar. Bu durum aynı pompa sisteminin farklı sürtünme karakteristiğine sahip borulardan kurulması halinde hangi işletme noktalarının oluşacağını da göstermektedir. Boru sürtünmesi azaldıkça pompa daha yüksek debiyle çalışabilmektedir. Örneğin, boru olarak kaba beton, spiral kaynaklı çelik ve plastik boru kullanılması durumunda kaba beton boruda sürtünme fazla olduğu için küçük bir debiyle çalışılacakken, plastik boruda çok küçük bir sürtünme olduğundan aynı pompa ile çok daha yüksek bir debi elde etmek olanaklıdır.