



**bu bir MMO
yayıdır**

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

Pompa Seçimine Etki Eden Faktörler ve Dik Pompalar

ÖZDEN ERTÖZ

VANSAN
Makina San.

POMPA SEÇİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE DİK POMPALAR

Özden ERTÖZ

ÖZET.

Pompa seçiminde pratikten gelen bazı alışkanlıklar sonucu, seçici, pompacı ve elektrik motoru imalatçısının kullandığı emniyet faktörlerinin pompa performansını ne kadar değiştirdiği ortaya konmaktadır.

Doğru bir pompa seçimi yapmak için gerekli olan sistem karakteristiklerinin tipleri tanıtılmaktadır.

Sisteme uygun pompa karakteristiklerinin nasıl elde edilebileceği konusu incelenerek dik pompaların karakteristiklerinin sistem karakteristiklerine denk getirilmesindeki avantajları etüd edilip örnekler verilmektedir.

Son olarak ta pompa satın alımına karar vermenin ekonomik kriterleri incelenmektedir.

GİRİŞ

Enerji ekonomisi yönünden işletmelerde en çok dikkat edilmesi gereken ünitelerden bir tanesi de pompalardır. Pompa seçiminde iyi niyetle verilen bazı kararlar, pompaların ve elektrik motorlarının gerekenden daha büyük seçilerek hem fiyatının artmasına hem de en iyi verim bölgesi dışında çalışmasına sebep olmaktadır. Bir tesis planlanırken genelde, boru ve armatürlerin çapları minimum ilk maliyete göre seçilmektedir. İşletme maliyeti ile ilk maliyet toplamının mevcut ekonomik şartlarda minimum yapmak üzere seçim yapılarak optimum pompa, boru ve armatür büyüklükleri saptanmalıdır.

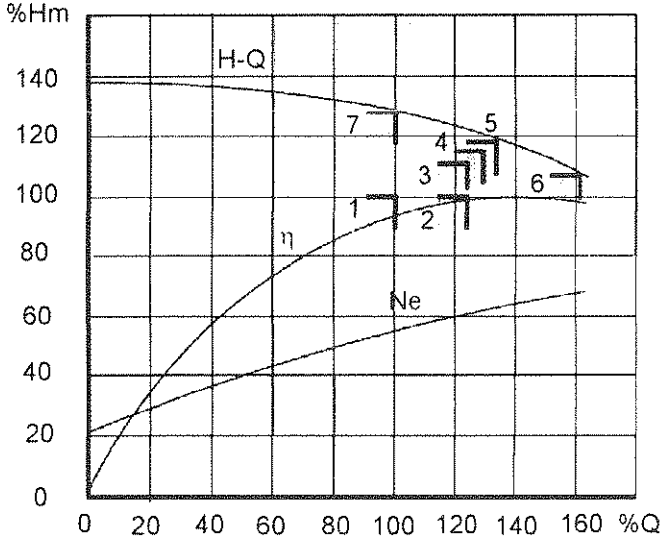
EMNİYET FAKTÖRLERİNİN POMPA PERFORMANSINA ETKİLERİ.

Pompa seçiminde debi ve manometrik yükseklik hesaplandıktan sonra pompayı sipariş ederken debiyi %20-30, manometrik yüksekliği de %10 arttırmak adet olmuştur.

Siparişi alan pompa imalatçısı çalışma noktasını garanti etmek için çark çapını biraz büyük seçecek veya kayışla tahrik ediliyorsa kasnak çapını biraz küçük seçecektir.

Pompa sincap kafesli bir elektrik motoru ile tahrik edilirken motor devir sayısı (elektrik motoru imalatçısının emniyet faktörü ve etiketindeki devir sayısı tam yükteki devir sayısı olduğundan ve pompa çok kere tam yükte çalışmadığından) etiket değerinden daha hızlı dönecektir.

Bunların sonucu olarak pompamız gereken noktanın oldukça dışında bir noktada çalışacaktır.



- 1-%100 debi ve manometrik yükseklik
- 2-Debi için %25 emniyet faktörü
- 3-Basma yüksekliği için %10 emniyet faktörü
- 4-Pompa imalatçısının emniyet faktörü
- 5-Elektrik motoru imalatçısının emniyet faktörü
- 6-Pompanın hakiki çalışma noktası (öngörülenden %60 daha büyük debide çalışma)
- 7-Debiyi normale getirmek için vana ile yapılan kısılma. 1-7 nolu noktalar arasındaki manometrik yükseklik farkı kısılma esnasında lüzumsuz olarak harcanan %30 enerjiye tekabül etmektedir.

Şekil 1

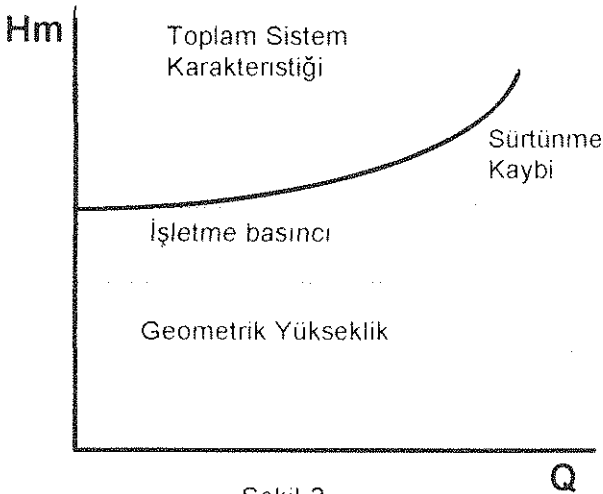
SİSTEM KARAKTERİSTİĞİNİN SAPTANMASI

Debi ve basma yüksekliği ile pompa seçimine karar vermeden önce sistem karakteristiğinin çizilmesi tercih edilmelidir. Sistem karakteristiği, bir devrede her debiye karşılık gelen basıncın grafik olarak gösterilimidir. Bu grafikte absiste debi, ordinatta ise bu debinin geçebilmesi için sistem direncinin değişimi, basılan sıvı sütunu cinsinden gösterilir.

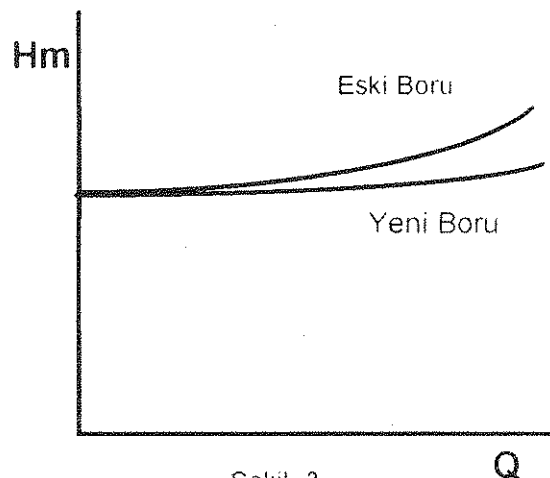
Bu direnç üç bölümden oluşur

- 1- Geometrik basma yüksekliği (debi değişimi ile değeri değişmez).
- 2- Çalışmadaki dizayn basıncı. (debi değişimi ile değeri değişmez).
- 3- Debi ile değişen sürtünme kayıpları (boru sürtünme kayıpları ile özel dirençler toplamı). (şekil 2).

Sistem karakteristiği yeni boru için çizilirken, ileride boruların sürtünme kayıplarının artacağı göz önüne alınmak istenirse, değişik sürtünme katsayıları için iki tane sistem karakteristiği çizilmesi gerekir. (şekil 3)

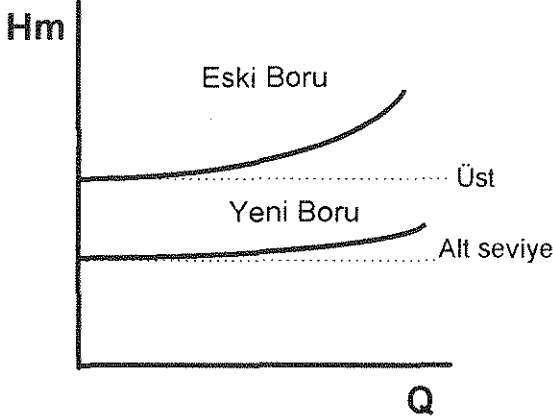


Şekil-2



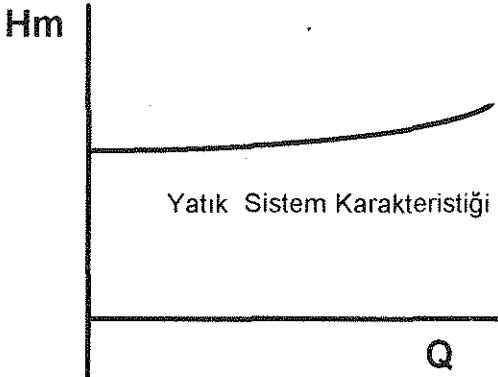
Şekil-3

Pompanın emme deposundaki veya kuyu içindeki seviye değişiklikleri veya hidroforun alt ve üst basınçları değişimini ve boru kayıplarının zamanla artması sonucu sistem karakteristiğinde meydana gelecek değişiklikleri beraberce göstermek gerekince (şekil 4) teki gibi bir sistem karakteristiği ortaya çıkar.

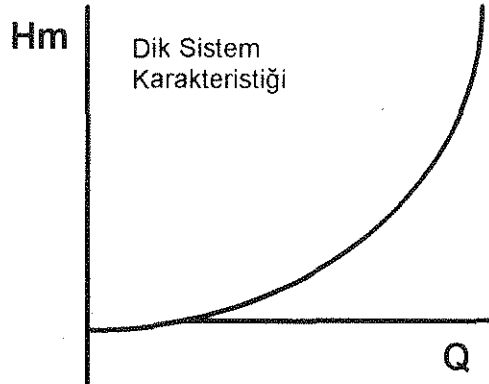


Şekil-4

Burada tanımladığımız en basit bir hidrolik devredir. Daha karmaşık şebekelerde her çıkış noktası için bir sistem karakteristiği tanımlamak mümkündür. Sistem karakteristiği, değişik uygulamalar için oldukça fark gösterebilir. Bir sistemin toplam basma yüksekliğinin büyük kısmı geometrik basma yüksekliğinden oluşuyorsa, oldukça yatık bir sistem karakteristiği vardır (şekil 5). Sürtünme kayıplarının fazla, geometrik basma yüksekliğinin az olduğu sistemlerin ise oldukça dik bir sistem karakteristiği olur. (şekil -6)



Şekil -5

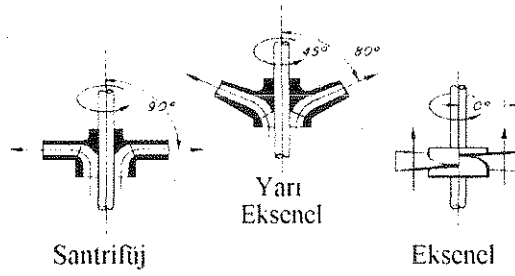


Şekil -6

Derinkuyu pompalarında veya seviyesi değişken bir havuzdan su emen pompalarda geometrik basma yüksekliği değişkendir. Hidrofor devrelerinde de sistem iki basınç arasında çalıştığından alt ve üst basınçlar için iki sistem karakteristiği (şekil 4) teki gibidir. Çalışma noktası bu iki eğri arasında herhangi bir yerde olabilir. Pompa seçilirken bu husus göz önüne alınmalıdır.

Pompa imalatçıları müşteri taleplerini en az sayıda pompa tipi ile karşılamaya gayret ederler. Tek kademede fazla basma yüksekliği elde etmek için dizayn edilen radyal tipte bir santrifüj pompa çarkının çıkışı dönme eksenine dik olur. H-Q karakteristiği genel olarak yataya yakın bir görünümde olan bu pompaların güç eğrileri oldukça dik olup, güç eğrisinin yükselişi en iyi verim noktasından sonra da devam eder. Bunlar özgül hızları en düşük pompalardır.

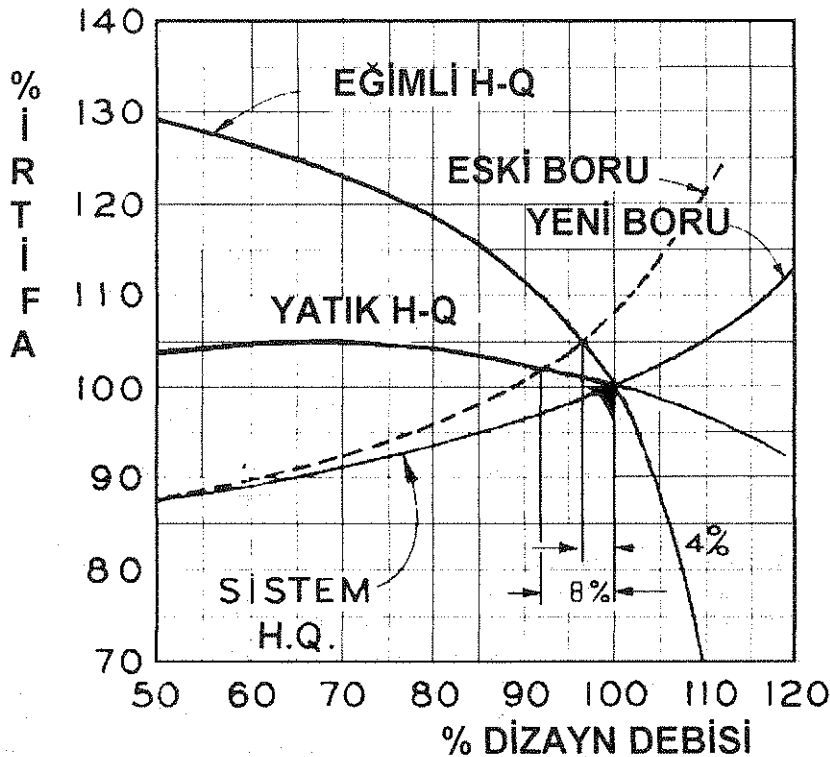
Eksenel pompalar ise dizaynın öteki ekstrem ucudur. Bu pompalarda çark çıkışı dönme eksenine paraleldir. Pompa karakteristiği ve güç eğrisi oldukça diktir. Bu tip pompaların debileri büyük basma yükseklikleri azdır. Kapalı vana durumundaki basma yükseklikleri en iyi verim noktasındaki basma yüksekliklerinden oldukça yüksektir. Güç eğrisi de kapalı vana durumunda maksimumdur. Debi arttıkça çekilen güç azalır. Bu iki ekstrem durumdaki pompalar en iyi verim noktası civarında çalıştırılmadıkça sakıncalar yaratır. Dizayn bakımından yukarıda bahsettiğimiz örneklerin arasında kalan özgül hızı ortalarda olan yarı aksiyal pompaların çark çıkışı eksen ile 45°-80° açı yapar (şekil 7)



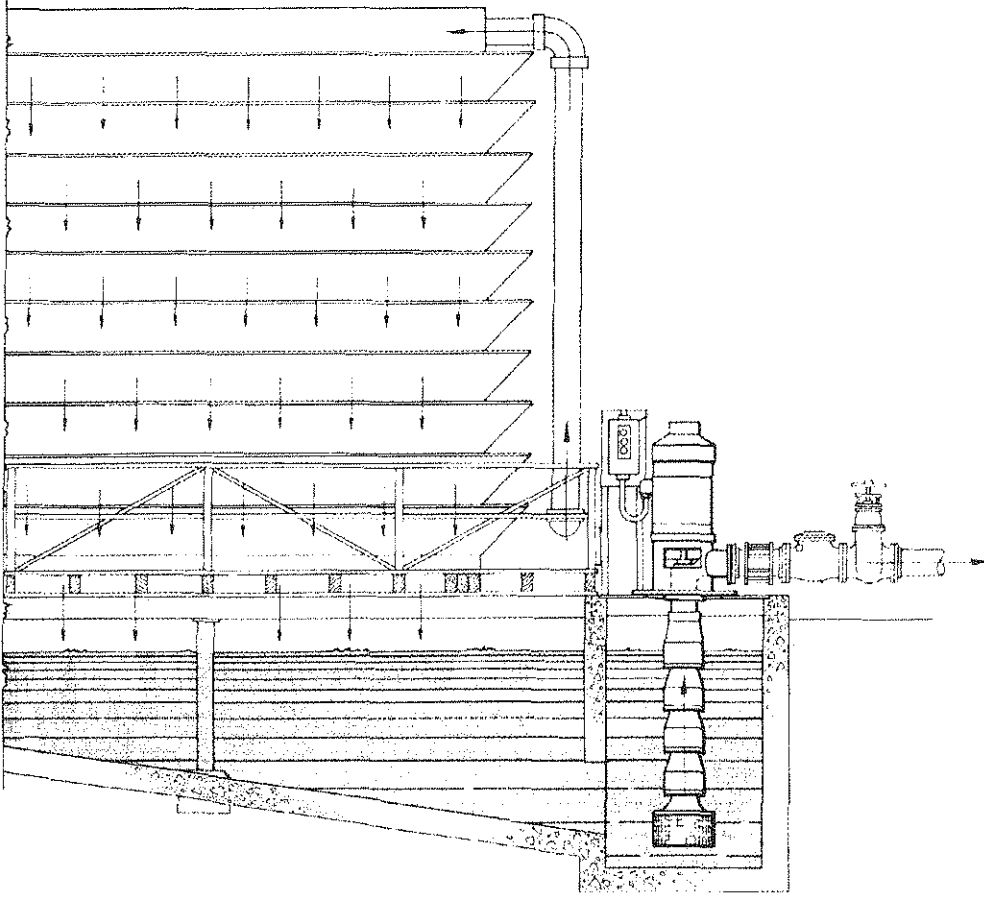
Şekil -7

Pompa karakteristiklerini dengelemek yani, kapalı vana durumuna kadar düzgün yükselen bir karakteristik ile maksimum verim noktasında maksimuma ulaşan bir güç eğrisi elde etmek, özgül hızı ortalarında olan bir dizayn ile mümkündür. Özgül hızı ortalarında olan pompaların verimleri maksimum olduğundan diğer tip pompalara göre daha az enerji harcayan bir pompa ortaya çıkmaktadır. Pek tabii olarak istenilen maksimum basma yüksekliğini tek kademede bu yöntemle elde etmek mümkün olmayabilir. Bu sebepten bu tip pompaların kademeli yapılması gerekir. Yatay milli kademeli pompalarda, eksenel kuvvetleri dengelemek, pompanın rijitliğini sağlamak için pompaların çok uzun yapılmasından kaçınılarak, kademe başına basma yüksekliğinin fazla olması yeğlenir. Yatay milli pompalar yerine dik milli pompalar kullanıldığında pompanın rijitliği problemi ortadan kalktığı için kolaylıkla çok kademeli yapılarak istenilen basma yüksekliği yüksek verimle elde edilmektedir.

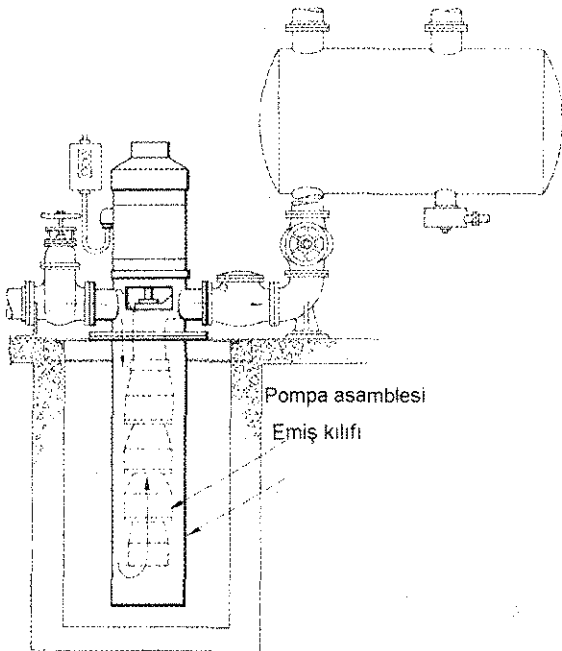
(Şekil 10) da sistem karakteristiği orijinal hal ve zamanla boru çapında meydana gelecek pürüzlenme ve darlamaları da gözönüne alan sistem karakteristiğine göre seçilen bir pompa, pompa karakteristiği eğiminin etkisi gösterilmektedir. Pompa karakteristiği dışı olan pompanın debisi sistem direnci artınca %4 azaldığı halde yatık karakteristikli pompanın debisi %8 azalmaktadır. Pompa seçerken emniyet olarak basma yüksekliğini arttırmak yerine belli bir debinin geçmesini garanti altına almak için dik karakteristikli pompalar tercih edilmelidir.



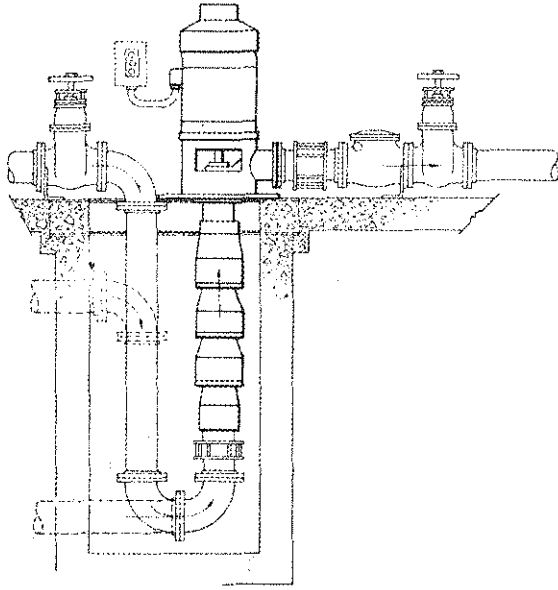
Şekil-10



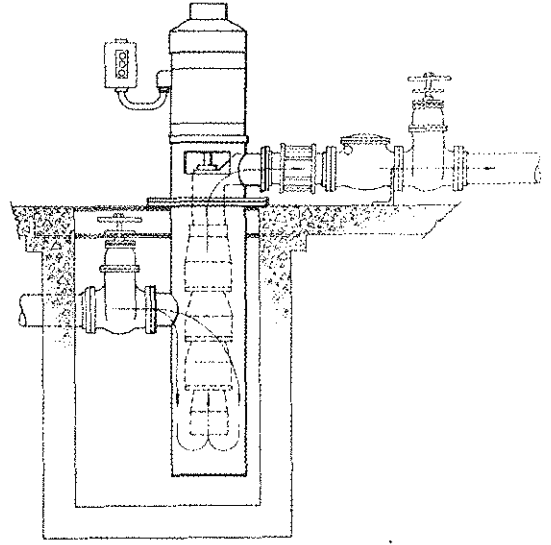
ŞEKİL-11 Bir soğutma kulesi havuzu kenarına monte edilmiş dik pompa görülmektedir. Bu tip pompalarla yapılan tesisatta emme borusu, emme vanası ve emme kollektörü bulunmaz. Pompa montajı için ayrı bir yer de gerekmediğinden yerden de tasarruf edilmiş olunur.



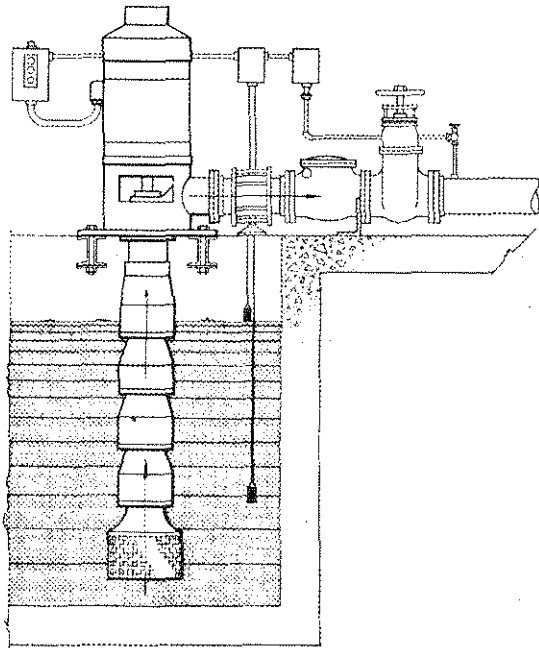
ŞEKİL-12 Kazan besleme pompası olarak kullanılan bir dik pompa görülmektedir. Kazan besli pompalarında NSPH (net pozitif emme yüksekliği) kritik ise kondens deposunu yüksekere kaldırmak yerine dik millî pompalarla çözüme ulaşmak mümkündür.



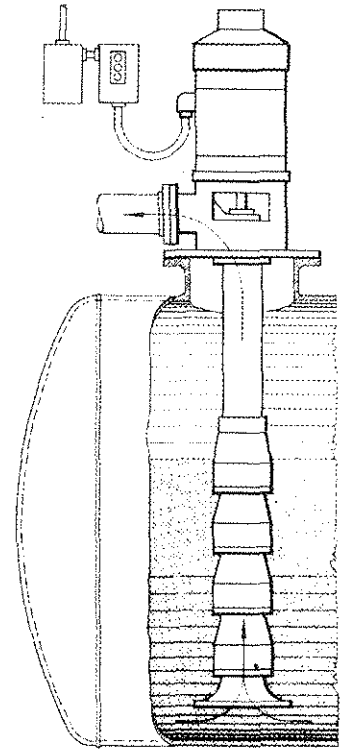
Şekil-13 Ara pompaj (booster pump) olarak dik milli pompaların emme kılıfsız olarak ta monte edilmeleri mümkündür.



Şekil-14 Ara pompajda gelen boru yer altında ise emiş kılıfının herhangi bir yerinden kaynakla irtibatlandırmak kolaylık sağlar.



Şekil-15 Dik pompalar sadece derin kuyu pompaları olmayıp aynı zamanda kolon borusuz veya kısa kolon borulu olarak yatay milli kademeli santrifüj pompalar yerine kullanılmaktadır.



Şekil-16 Yakıt transfer pompası olarak kullanılan bir dik pompa

Yatay milli pompalar yerine dik milli pompaların kullanımında :

- 1- Emme vanası, ip klapesi, emme kollektörü olmadığından emiş hattı basınç kaybı yoktur.
- 2- Motajda yatay milli pompalara göre yarıdan daha az yer kaplar. Yerden tasarruf edilir.
- 3- Basma yüksekliğini değiştirmek gereken durumlarda hiç bir tesisat tadilatı yapmadan kademe eklemek veya çıkarmak mümkündür.
- 4- Kademe başına basma yükseklikleri az olduğundan pompa karakteristiğini hassas olarak ayarlamak mümkündür.

POMPA SEÇİMİNİN EKONOMİK KRİTERLERİ

Bir tesis için satın alınacak ekonomik bakımdan en uygun pompanın seçiminde mevcut alternatiflerin ekonomik analizinin yapılması gerekir. Ekonomik analiz sonucu, problemsiz bir şekilde çalışmakta olan bir pompanın değiştirilmesi daha ekonomik olabilir. Detaylı amortisman hesapları yapmamız konumuz dışındadır. Ama ekonomik bakımdan mantıklı bir seçim yapmak için konuyu ana hatları ile bilmek gerekir.

Yıllık işletme maliyeti; yıllık enerji maliyeti ile sabit masraflar toplamıdır.

Sabit masraflar: Yıllık ortalama bakım maliyeti + vergiler + ilk yatırımın faizi + sigorta bedeli + amortisman (pompa ve tahrik motorunun satın alma maliyeti bölü tahmini ömür) toplamıdır.

Yıllık işletme maliyetine göre satın alma kararı verirken sabit masraflar ilk maliyetin yüzdesi olarak alınır.

Yıllık işletme maliyeti = yıllık enerji bedeli * enerji maliyeti + ilk maliyet * A

Örnek olarak: sabit masrafların % 20 ve enerji maliyetinin 3000 TL/Kwh olduğunu varsayalım. 50 Lt/sn. debili 45 mss. basma yüksekliği olan günde 8 saat ve yılda 300 gün çalışacak bir sirkülasyon pompası için üç firmadan aldığımız teklifler aşağıdadır.

firma	A	B	C
fiyat	45.000.000	70.000.000	65.000.000
verim	% 70	% 79	% 73

$$\text{Hidrolikgüç} = \rho * Q * g * H = 1000 * 0.05 * 9.81 * 45 = 22.07 \text{ Kw}$$

$$\text{Pompanın çektiği güç} = \frac{\text{Firma hidrolikgüç}}{\text{verim}} \quad \frac{A}{0.70} = 31.51 \quad \frac{B}{0.79} = 27.92 \quad \frac{C}{0.73} = 30.22 \text{ Kw.}$$

	A	B	C
yılda harcanan enerji Kwh	75.624	67.008	72.528
yıllık enerji maliyeti	226.872.000	201.024.000	217.584.000
sabit masraflar	9.000.000	14.000.000	13.000.000
yıllık işletme maliyeti	235.872.000	205.024.000	230.584.000

Bu üç pompanın fiyatlarının oldukça farklı olmasına rağmen yıllık işletme maliyetinin en pahalı pompa için en az olduğu görülmektedir. Eğer pompalar günde 24 saat senede 365 gün çalışacak olursa maliyetler

A	B	C
837.082.800 TL	747.737.600 TL	807.181.600 TL

lira olur.

Buradan verimi yüksek pompanın çalışma müddeti uzadıkça daha avantajlı olduğu çalışma süresi kısa pompalarda verim düşüklüğünün etkisinin az olduğu görülmektedir. Bu maliyet analizi verimi yüksek pompaya ne kadar fazla ücret ödeme kararı verilmesine veya mevcut bir pompanın daha yüksek verimli bir pompa ile değiştirilmesinin uygun olup olmadığı hakkında karar verilmesine de yardımcı olur.

SONUÇ

Pompa seçiminde gösterilecek itina tesisin işletme ekonomisine büyük ölçüde tesir etmektedir. Pompalar bir yılda kendi maliyetlerinin 10 katı tutarında enerji harcayabilir. Uygun seçimle bu enerji minimuma indirilmelidir. İlk örnekte görüldüğü gibi emniyet faktörlerinin toplam etkisi %30 fazla enerji harcanması na sebep olmaktadır. Pompaj sistemlerinde göz önüne alınması gereken diğer bir nokta da zamanla sisteme yapılan ilavelerle debinin arttırılması gerektiğinde pompa sayısının arttırılarak ana borudaki kayıpların anormal ölçüde artmasına karşılık boru çapı ve armatürlerin değiştirilmesi gereğinin düşünülmemesidir. Bir çok tevsî edilmiş tesiste, pompa basınçlarının gereğinin iki katından daha yükseklere çıktığı nı gördüm.

Kaynaklar:

- 1- Allis Chalmers Mnf. Co. pompa kataloğu
- 2- Vertical Turbine Pump Association "Turbine Pump Facts"
- 3- CHURCH Austin H. "Centrifugal Pumps and Blowers" 1957

Özgeçmiş: A. özden Ertöz 1934 yılında izmirde doğdu. 1960 yılında İ.T.Ü. den makina mühendisi olarak mezun oldu. Finlandiyada pompa araştırma mühendisi olarak çalıştı, 1964 yılında kendi firması Vansan makina sanayiini kurarak pompa imalatına başladı. Halen Vansan Makina Sanayii adlı kendi firmasında derin kuyu pompaları ve çekvalfler imal etmekte olup öğretim görevlisi olarak Dokuz Eylül Üniversitesinde "hidrolik makinalar " dersini vermektedir.