YERALTI SULARININ İŞLETİLMESİ

KUYULARDA POMPA SEÇİMİ

Kuyularda pompa seçimi yapabilmek için öncelikle bu kuyudan çekilecek maksimum su debisinin bilinmesi gerekir. Kuyudan çekilebilecek maksimum su debisi akiferin ve kuyunun teknik özelliklerine bağlı olarak hesaplanmaktadır.

- **Kuyularda pompa seçerken aşağıdaki faktörler etkilidir:**

1- **Pompalarda su çekilen boruların çapı** önemli bir faktördür. Küçük çaplı bir borudan akan suyun hızı daha geniş çaplı borudan akan suyun hızından fazla olacaktır. Küçük çaplı borudan geçen daha fazla gelecek, fakat fazla enerji harcanacak, geniş çaplı borudan gelecek su için fazla enerjiye gerek yoktur ancak maliyeti diğerinden daha fazladır. Bunun için *Ekonomik çapın* seçilmesi gerekir. Ekonomik çap iki farklı eğri yardımıyla seçilebilir. Bunlar *Boru-Maliyet* ve *Enerji-Maliyet* eğrileridir. Bu iki eğrinin toplamından ekonomik çap bulunabilir.

2- **Suyun hızı:** Suyun hızı ekonomik çapın seçiminde etkilidir. Hız arttıkça borunun aşınması atacaktır ve dolayısıyla ömrü az olacaktır.

Oysaki kaynakların kaptajı 60 yıl, kuyular 20 yıl, isale (iletim hatları) 40 yıl, su depoları 60 yıl, pompa 15 yıl, su şebekesi 40 yıl kullanılacak şekilde planlanır. Suyun hızını uygun biçimde sağlayabilmek için boru çapını suyun hızına göre seçmek gerekir.

3- Çekilen suyun **hangi yüksekliğe verileceği** pompa seçiminde etkilidir.

4- **Geometrik yükseklik** pompa seçimini etkiler.

Geometrik yükseklik dinamik su seviyesi kodu ile suyun fırlatıldığı en yüksek seviye arasındaki yüksekliğe denir.

Toplam su basma yüksekliğidir, pompa seçimi için bilinmesi gerekir.

5- **Kullanılacak makinenin karakteristiklerinin** bilinmesi gerekir.

Bu seçenekler dışında

- suyun kimyasal bileşimi,
- suyun sıcaklığı,
- kuyunun kotunun da bilinmesi gerekir.

Suyun içerisinde H_2S varsa aşındırıcı özellikte,

kireçtaşlarından gelen sularında tıkayıcı özellikte olduğunu bilmek önemlidir.

- Suyun sıcaklığı ise derin akiferler için önem taşır.

- **Emme Yüksekliğinin Bulunması**

Emme yüksekliği, pompanın ekseniyle dinamik su yüksekliği arasında kalan yükseklikdir.

1 atmosfer basınç ve $0^{o}C$'deki (deniz seviyesindeki) emme yüksekliği 10.33 m'dir. Bu teorik bir değerdir ve borudaki sürtünme kuvveti nedeniyle bu değere ulaşılamaz.

Bunun iki nedeni vardır:

1- emme borusundaki kayıplar,

2- kot farkından ileri gelen kayıplar.

- Emme yüksekliği belirlenirken bu iki kayıplar dikkate alınarak hesaplanmalıdır. Aksi taktirde pompa gereğinden yukarı yerleştirilmiş olur ve su çekilemez.

- Ayrıca emme yüksekliğini:

3- sıcaklığa bağlı kayıplar

4- pompanın imalatına bağlı kayıplar da etkilemektedir.

- ***Kot farkına bağlı kayıp*** aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

Atmosfer basıncı deniz seviyesinden uzaklaştıkça düşer.

Bu düşüş her 1m yükseklik için 1,16 mm Hg'dir

1000 m yükseklikteki düşüm 1.16x1000= 1160 mm =1.16 m olarak hesaplanır.

Bulunan bu değer 10.33 (teorik değer)'ten çıkarılarak o yöre için emme yüksekliği bulunur. (760 Hg =86 mm=884 milibardır).

Pompanın imalatına bağlı kayıp NPSH (Net pozitif emme yüksekliği); makinanın imalatçısı tarafından verilmiştir.

- Maksimum emme yüksekliği 10.33 ‘ten belirtilen bu kayıpların toplamının çıkarılmasıyla elde edilir.
- Pompa bulunan bu mesafeden daha uzağa yerleştirilirse su çekemez, daha kısa mesafeye yerleştirilirse verim artar.
- Bulunan bu değerin %90’nını aşmayacak şekilde ayarlanırsa makine zorlanmadan su çekebilecektir.

- **Manometrik Yüksekliğin Bulunması**
- *Manometrik yükseklik*; geometrik yükseklikle bütün emme basma boruları için düşey, yatay, dirsek, vana gibi aksesuarlardan dolayı hesaplanan yük kaybının toplamına eşittir.

Manometrik Yükseklik = Geometrik Pompa Yüksekliği + Yük Kaybı

Manometrik yüksekliğe etki eden diğer faktörler ve değerleri Aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo-2. Manometrik yüksekliğe etki eden faktörler

Boru Çapı (mm)	**Büyük Çaplı Dirsek R>3d (m)**	**Küçük Çaplı Dirsek R<3d (m)**	**T Bağlantı (m)**	**Vana (m)**
50	3.4	7	14	2.6
100	7.8	15	31	5
150	12.7	25.8	51	9
200	17.7	35.8	77	13
250	23	46.8	93	17
300	28.8	58.6	110	21

Yapılan deneyler, bir sıvı silindirik bir borudan aktığında bütün koşullar aynı olmak şartı ile boru uzadıkça debinin azaldığını göstermiştir.

Bu azalma sürtünmeden kaynaklanır. Sıvı hareketinin bu direnci yük kaybını ortaya çıkarır.

Silindirik bir boruda yük kaybı:

- borunun uzunluğu ile orantılıdır
- iç basınçtan bağımsızdır
- boru cidarına bağlıdır
- akımın hızı ile değişir
- boru çapı ile ters orantılıdır.

- Yük kaybı Prony Formülüne göre hesaplanır:

$$(1/4)xDxj = 0.00001733\ v + 0.0003483\ v^2$$

Burada;

D= borunun çapı

j= bir metre boru için m cinsinden yük kaybı

v= m/sn cinsinden borudan akan suyun hızı

Pompalarda Verim (Randıman)

Pompanın verimi pompanın türüne göre değişir. Pompalar hacim tipli ve santrifüj olmak üzere başlıca iki çeşittir.

1- Hacim Tipli (pistonlu) pompalarda randıman iki türlüdür:

- Hacimsel randıman: Pompanın her hareketinde alınan suyun, pistonun hareket ettiği silindirin hacmine oranıdır. Bu randıman %80 ile %98 arasında değişir.
- Dinamik randıman: Verilen bir zamanda faydalanılan işin teorik işe oranı olarak tanımlanır. Bu randıman el pompalarında %30-%50'dir. Sanayi türü olanlarda %70-%90 arasındadır. Ortalama randıman %80 civarındadır.

2- Santrifüj Pompalarda randıman %80-%85'e erişebilir.

Pompalarda Emme Gücü

- Pompanın emme gücü çeşitli birimlerle tanımlanabilir. *Güç* birim zamanda yapılan iş olarak ifade edilir. Birimi ise kgm/sn'dir. Pompanın gücü aşağıdaki formülle bulunabilir:

$$P = (QH) / g$$

Burada;

Q: Çekilecek suyun debisi (lt/sn)

P: Pompayı çalıştıracak motor gücü (kgm/sn)

H: Manometrik yükseklik (m)

g: Seçeceğimiz pompanın verimi

Bu değerler beygir gücü cinsinden yazılırsa:

P= (QH)/ (3600x75xg)

Burada: P: Beygir gücü cinsinden motor gücü

Q: Çekilecek suyun debisi (m3/saat)

H: Manometrik yükseklik (m) tir.

Eğer randıman (verim) g=0.7 alınırsa ;

P= (QH)/200 olur.

Kilowatt cinsinden yazılırsa;

P=(QH)/ (200x0.736)

P=(QH)/ 150

Burada; P: Pompayı çalıştıracak motor gücü (kwatt)

Q: Çekilecek su debisi (lt/sn)

H: Manometrik yükseklik (m) tir.

Kuyu türlerine göre pompa gücü ve verimi:

Keson kuyu içerisine motopomplu emme basma (santrifüjlü pompa) 1 i yedek 2 adet pompa yerleştirilir.

Manometrik pompa basma yüksekliği;

H_m=(Depo Giriş Seviyesi Kodu - Dinamik Su Seviyesi Kodu)+(Yük Kaybı=JL)+Giriş Basıncı

H =hs+JL+GB

Terfi Sistemi Boyutlandırması

Terfi Merkezi Uzunluğu	GB(m)
500 > L	4
500<L<2000	6
2000>L	10

Yer altı su seviyesinin daha derinde (20-300 m) olması durumunda kullanılan sondaj kuyularında (kuyu çapı daha düşüktür) :

Genelde düşey milli motopomp kullanılır. Pompa su içinde motoru yukarıdaki terfi binasında olur (dalgıç pompa).

Kullanılacak pompanın gücü;

$$P_{pompa} = \frac{\rho x\ H_m x\ Q_{optimum}}{102xg}$$

P: Pompanın gücü (kwatt)

ρ: İletilen sıvının özgül ağırlığı (su için=1000 kg/m^3)

g:Pompa verimi (pistonlu pompa için **0,8-0,9**;santrifüjlü pompa için **0,6-0,7** arasında)

H_m:Pompanın terfi yüksekliği (m)

$Q_{optimum}$: Kuyudan çekilebilecek optimum debi (m^3/sn)

İletim Debisi (L/sn)	Pompa verimi(η)
2-3	0,45
3,1-4	0,50
4,1-5	0,55
5,1-6,5	0,59
6,6-8,0	0,61
8,1-10	0,63
10,1-12,5	0,65
12,6-15	0,66
15,1-17	0,67
18-20	0,68
21-23	0,69
24-26	0,70
27-35	0,71
36-40	0,72
41-50	0,73
51-63	0,74
64-80	0,75
81-90	0,76
91-100	0,77
100-	0,78

Motor Gücü (kW)	Motor verimi(ηmotor)
3	0,82
5,5	0,83
7,5	0,85
11	0,87
15	0,87
18,5	0,88
22	0,88
30	0,89
37	0,89
45	0,90
55	0,90
75	0,90
90	0,91
110	0,92
132	0,93
150	0,93

Eğer *elektropomp grubu* ise bu durumda üç fazlı (trifaze) akım için akım şiddeti aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$i = (1000 \times P) / (E \times \cos\phi)$$

Burada; i: Akım şiddeti (amper)

P: Emme gücü (kwatt)

E: Elektrik akımı gerilimi (volt)

$\cos\phi$: Güç faktörü (0.8 alınabilir)

Eğer çekilecek olan su seviyesi 20 m'den az ise kuyu geniş açılarak uygun olan emme yüksekliğine pompa yerleştirilir.

Eğer emme yüksekliği 20-30 m'yi geçerse derin kuyu pompaları kullanılmaz dalgıç pompalar kullanılır. Bu tip pompalarda motor ve pompanın kendisi kısmen veya tamamen suyun içinde olabilir.