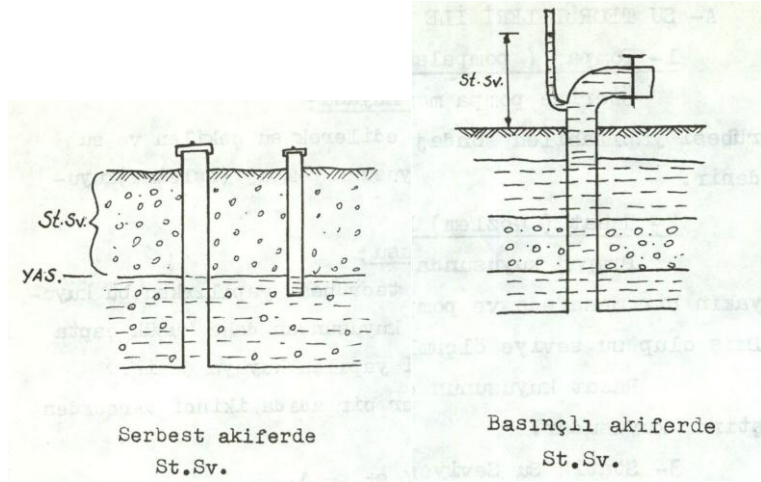


A-SU TECRÜBELERİ İLE İLGİLİ TARİFLER	1
1) Pompaj (Pompalama) Kuyusu	1
2) Rasat (Gözlem) Kuyusu.....	1
3) Statik Su Seviyesi (St.Sv.)	1
4) Dinamik Su Seviyesi (Dn.Sv.).....	1
5) Düşüm (d)	2
6) Artık Düşüm (y).....	2
7) Kuyu Debisi (Q).....	2
8) Özgül Debi	2
9) Tesir Yarıçapı (R).....	2
10) Ölçme Noktası (Ö.N.).....	3
11) Ölçme Noktası Yüksekliği (Ö.N.Y.)	3
12) Akifer	3
13) Porozite	3
14) Özgül Verim ve Özgül Tutum	3
15) Permeabilite (Geçirgenlik) Katsayısı (K).....	3
16) İletimlilik (Transmissibilite) Katsayısı (T)	4
17) Depolama Katsayısı (S)	4
B-POMPALAMA TECRÜBELERİNİN GAYELERİ	4
C-SU SEVİYESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ALETLER:.....	5
a) Çelikmetre	5
b) Elektrikl metre	5
c) Düşümölçme	5
d) Hava borusu.....	5
e) Plastik boru.....	5
f) Manometre.....	5
D- DEBİ ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ALETLER	9
Orifis metre	9
Parshal Savağı.....	9
Orifis Kovası	9
Hacmi Belli Kaplar	9
E-POMPALAMA TECRÜBELERİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR	9
F- POMPALAMA DENEYLERİNİN ÇEŞİTLERİ:	11
1) Sabit Debili Pompalama Deneyi	11

2) Kademeli Pompalama Deneyi.....	11
3) Akım Deneyi (Akan Artezyenlerde)	11
G-POMPALAMA DENEYLERİNİN YAPILIŞI.....	11
1) Sabit Debili Pompalama Deneyi (Düşüm ve Yükselim Deneyi)	11
2) Kademeli Pompalama Deneyi.....	12
3) Akım Deneyi (Akan Artezyenlerde Yapılır)	13
H- POMPALAMA DENEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	13
K) POMPALAMA DENEYİ ESNASINDA SU NUMUNELERİ ALINMASI VE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR: .	14

A-SU TECRÜBELERİ İLE İLGİLİ TARİFLER

- 1) **Pompaj (Pompalama) Kuyusu:** Üzerine pompa monte edilerek su çekilen ve su tecrübesi yapılabilen sondaj kuyusuna pompaj (işletme) kuyusu denir.
- 2) **Rasat (Gözlem) Kuyusu:** Pompaj kuyusunda su tecrübesi yapılırken bu kuyuya yakın bir mesafede pompaj kuyusundan daha küçük çapta açılmış olup su seviye ölçümleri yapılan kuyuya denir. Rasat kuyusunun diğer bir adı da ikinci dereceden araştırma kuyusudur.
- 3) **Statik Su Seviyesi (St.Sv.):**
 - a. Serbest Akiferde: Akiferden pompaj ile veya herhangi bir şekilde su alınmadığı veya akifere su verilmediği andaki kuyuda durgun halde bulunan su seviyesi (yeraltı seviyesi) ile kuyu ağzına (zemine) kadar olan mesafeye statik su seviyesi denir.
 - b. Basınçlı (Arteziyen) Akiferde: Basınçlı akiferde yeraltı suyu kuyunun ağzından kendiliğinden akar. Kuyu ağzı (akıtma başlığı) bir vana ile kapatılır ve akıtma başlığının yan tarafına bir delik delinir ve buraya plastik bir hortum takılırsa yeraltı suyu seviyesi bu plastik hortumda yükselip bir seviyede durur. Suyun durduğu seviyeden zemine kadar olan düşey mesafeye statik su seviyesi denir.
Ölçülen mesafe metre cinsinden yazılır ve rakamın önüne (+) işareti konur.



4) **Dinamik Su Seviyesi (Dn.Sv.):**

- a. Serbest Akiferde: Pompaj kuyusunda pompa ile sabit debide su çekerken yeraltı su seviyesi kuyu içinde daha derinlere doğru düşmeye başlar ve muayyen bir zaman sonra sabit seviyede kalır. Yani artık pompa ile aynı miktardaki su çekilmeye devam edildiği halde su seviyesinde düşme olmaz. İşte bu sabitleşen su seviyesinin bulunduğu yer ile toprak zemine kadar olan düşey mesafeye Dinamik Su Seviyesi denir. (Dn.Sv.) Daha basit olarak dinamik su seviyesini, pompaj halinde kuyu içerisindeki su seviyesi olarak tarif edebiliriz.
Dinamik seviye kuyulara uygun pompa seçiminde önemli şekilde rol oynar. Dn.Sv. de St.Sv. gibi santimetreye kadar ölçülür ve metre cinsinden yazılır.
- b. Basınçlı Akiferde (Artezyende): Artezyen kuyuya pompa kurulur ve artezyenin debisinden (serbest halde akan debiden) daha fazla su çekilmeye başlanırsa su

seviyesi kuyu içerisinde muayyen bir seviyeye kadar düşer ve orada sabitleşir. İşte sabitleştiği bu seviyeden kuyu ağzına (toprak zemine) kadar olan düşey mesafeye Dinamik Seviye (Dn.Sv.) denir.

5) **Düşüm (d):**

a. Serbest Akiferde: Dinamik seviye ile statik seviye arasındaki farka düşüm denir. Yani;

$Dn.Sv.-St.Sv.=d$ dir.

Örnek: $St.Sv.=28.87$ m, $Dn.Sv.=46.34$ m olsun

$d=46.34-28.87=27.47$ m dir.

b. Basıncılı Akiferde: Dinamik seviye ile statik seviyenin toplamıdır. Yani;

$Dn.Sv.+St.Sv.=d$ dir.

Örnek: $St.Sv.=+13.15$ m, $Dn.Sv.=23.61$ m olsun

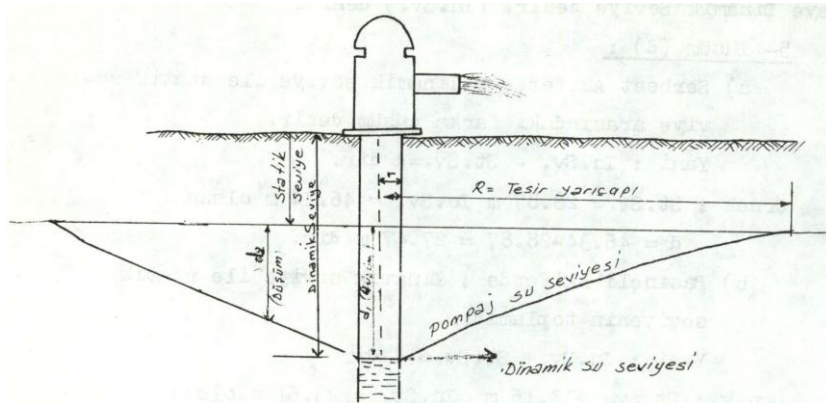
$d=13.15+23.61=34.76$ m dir.

6) **Artık Düşüm (y):** Kuyudan pompa ile su çekimi bittikten sonra yani Dn.Sv. bulunduktan (su seviyesi sabitleştikten) sonra pompa durdurulur. Bundan sonra su seviyesi yükselirken muayyen ve belirli zaman aralıklarında kuyudaki su seviyesi ölçülür. Bu ölçülen seviye ile kuyunun esas statik su seviyesi arasındaki farka artık düşüm denir. (y) ile gösterilir. Daha basit bir deyişle, pompajdan sonra kuyuda yükselen su seviyesi ile statik su seviyesi arasındaki farka denir.

7) **Kuyu Debisi (Q):** Bir kuyunun belirli esaslar dahilinde pompa ile bir saniyede litre olarak alınan su miktarına o kuyunun debisi denir. Bu değer litre/s olarak yazılır. Yani kuyudan birim zamanda alınan su miktarıdır.

8) **Özgül Debi:** Belirli bir zamanda ölçülen debinin bu andaki düşüme oranı o andaki özgül debiyi verir. Yani kuyudaki su seviyesini 1 m düşürebilmek için 1 saniyede litre cinsinden çekilen su miktarına özgül debi denir. Bununda kuyuya uygun pompa seçiminde rolü büyüktür.

Özgül debi: Q/d dir.



9) **Tesir Yarıçapı (R):** Pompaj kuyusunda su çekilirken kuyu içerisindeki su seviyesi düşer. Kuyunun civarında ise bu düşüş daha az olur. Kuyudaki su seviyesi Dn.Sv. ye eriştiğinde kuyunun etrafında tabanı yukarıda olan bir alçalım (düşüm) konisi meydana gelir. Bu koninin tabanının yarı çapına pompaj kuyusunun tesir yarı çapı denir (R) ile gösterilir. Kuyu işletme projelerinde bu tesir yarıçapının önemi büyüktür.

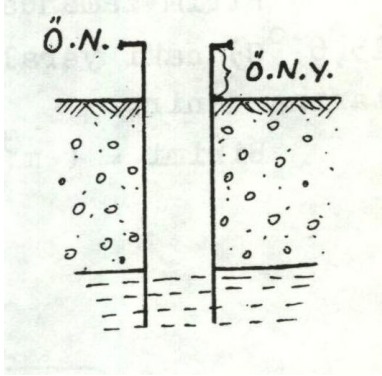
Tesir yarıçapının hesaplanması şöyle olur.

$R = 1,5 (T \cdot t) / B$ T=Transmisibilite katsayısı,

t = Pompanın devamlı su çekme zamanı (dakika olarak)

S = Depolama katsayısı

- 10) **Ölçme Noktası (Ö.N.)**: Pompaj kuyusunda su seviyelerinin ölçümü genellikle sondaj borusunun (veya hava borusunun) üst kısmında yapılır. İşte su seviyelerinin yapıldığı bu yere ölçme noktası denir.
- 11) **Ölçme Noktası Yüksekliği (Ö.N.Y.)**: Ölçme noktasında kuyu ağzına (zemine) kadar olan mesafeye ölçme noktası yüksekliği, ya da boru payı adı verilir.



- 12) **Akifer**: Yeraltısu taşıyan tabakaya akifer denir.

Akiferin suyu depolama ve suyu iletme (taşıma) gibi özellikleri vardır. Su taşıyan formasyonların arasındaki boşluklara por adı verilir.

- 13) **Porozite**: Akiferin içerisindeki yeraltısu taşıyan boşlukların (porların) hacmine denir. Bir başka deyişle akiferin içerisindeki boşlukların hacimlerinin toplamının tüm akiferin hacmine oranıdır.

Örnek:

$$\text{Boşlukların Hacmi} = V_0 = 10 \text{ m}^3$$

$$\text{Akiferin Hacmi} = V = 100 \text{ m}^3$$

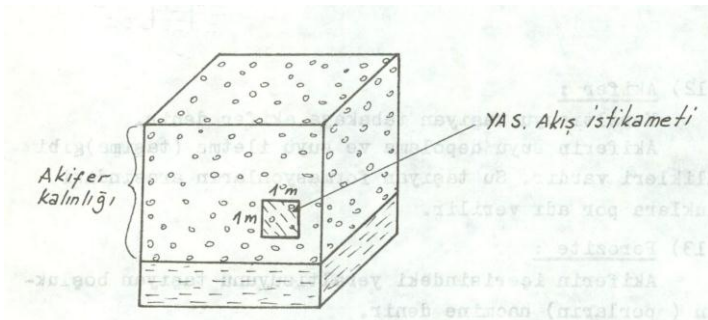
$$\text{(Porozite) } P = V_0/V = 10/100 = 0,10 \text{ dur.}$$

- 14) **Özgül Verim ve Özgül Tutum**: Su ile doymuş bir akiferin birim hacminden (1 m³) yerçekimi kuvveti ile kendiliğinden akabilecek su miktarına özgül verim denir. Aynı birim hacim içerisinde tutulan su miktarına da özgül tutum denir.

Akiferlerde özgül verim ve özgül tutum yüzde (%) cinsinden ifade edilir.

Örnek: Kilin içerisinde su bulunur fakat kil bu suyu vermez. Demek ki özgül verimi hemen hemen sıfırdır. Özgül tutum ise %100 e yakındır.

- 15) **Permeabilite (Geçirgenlik) Katsayısı (K)**: Birim zamanda, birim hidrolik yük altında 60°F (=15,6 °C) daki yeraltısu akımının birim alandan geçen miktarına denir. Birimi = m³/gün/m² dir ve (K) ile gösterilir



16) **İletimlilik (Transmissibilite) Katsayısı (T)**: Bir akiferin bütün kalınlığı boyunca düşey ve birim genişlikteki kesitten bir günde %100 hidrolik meyil altında geçen su miktarıdır. Bir başka tarifile akiferin geçirgenlik katsayısı ile akifer kalınlığının çarpımı neticesidir, diyebiliriz.

Örnek: T=İletimlilik katsayısı =?

K=Geçirgenlik katsayısı=40 m³/gün/m

m= Akifer kalınlığı =100 m olsun

T=Kxm

T=40x100=4000 m³/gün/m olur.

17) **Depolama Katsayısı (S)**: Bir akiferin depolama katsayısı, akiferden çıkarıldığında veya akifere enjekte edildiğinde akiferin birim kesit alanındaki yükte su seviyesi veya piyezometrik seviyede birim değişiklik yapan su hacmine denir.

Daha basit bir ifade ile akiferden pompa ile alınabilecek suyun yüzde (%) olarak miktarına depolama katsayısı denir ve (S) ile gösterilir.

Serbest akiferlerde depolama katsayısı akiferin özgül verimine eşittir.

Akiferlerin geçirgenlik katsayısı, iletkenlik katsayısı ve depolama katsayıları yeraltısuyu planlamasında çok önemlidir. Bu üç katsayıya akiferin “Hidrolik Katsayıları” denir.

B-POMPALAMA TECRÜBELERİNİN GAYELERİ

Pompalanan kuyuda veya (varsa) gözlem kuyusunda su seviyesinin, gerek pompajdan önce, gerek pompalama devam ederken ve gerekse pompalamadan hemen sonra, zamanla değişiminin gözlenmesine pompalama tecrübesi denir. Yani, belirtilen zaman aralıklarında, pompaj öncesi, pompaj süresince ve pompa durdurulduktan sonra su seviyelerinin tespit edilmesi; ölçülmesidir.

Pompalama tecrübelerinin gayelerini kısaca aşağıda belirtildiği şekilde özetleyebiliriz:

I-Akiferin (su veren formasyonun) Özelliklerini tayin ederiz. Esas önemli özellikler şunlardır:

- 1) Akiferin hidrolik katsayıları:
 - a. Akiferin iletimlilik katsayısı (T) (m³/gün/m)
 - b. Akiferin geçirgenlik katsayısı (K) (m³/gün/m)
 - c. Akiferin depolama katsayısı (S)
- 2) Akiferin hidrojeolojik sınırlarının tesbiti ve tesirleri,
- 3) Pompaj neticesi husule gelebilecek akifer kayıpları,

II-Kuyunun Özelliklerini tespit etmek de pompalama tecrübesi yapmamızın gayeleridir.

- 1) Kuyunun umumi hidroliğini tespit ederiz.

Bunlar:

- a) Kuyu kayıpları
- b) Kuyuda (düşüm-verim) ve (zaman-düşüm) münasebetlerinin tesbiti
- 2) Kuyunun tesir yarıçapının tesbiti. Kuyuların tesir sahalarının tesbiti, kuyular arasındaki emniyetli aralığın tesbitinde yararlı olup çok önemlidir.

III-Kuyulara Uygun Pompa Seçmek. En ekonomik şekilde, planlanan sürede hangi karakteristikte bir pompa gereklidir. Onu tayin etmek de gayelerimizdendir.

C-SU SEVİYESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ALETLER:

Kuyularda yapılması gereken pompa tecrübesinden önce ve pompa tecrübesi sırasında ayrıca çeşitli gayeler için yapılan yeraltısuyu araştırmalarında sondaj kuyularındaki su seviyelerinin ölçülmesi icap eder. Ölçme işinin eldeki imkânlar nispetinde en doğru şekilde yapılması gerekir. Şu halde su seviyesinin ölçülmesinde kullanılan aletlerin ne olduğunu ve nasıl kullanılacağını bilmek lâzımdır.

Sondaj kuyularının artezyen olmayan (serbest akifer) ve artezyen olanlarına göre su seviyesinin ölçülmesinde kullanılan aletler ve ölçme şekilleri aşağıda anlatılacaktır.

1-Artezyen Olmayan (Serbest Akifer) kuyularda su seviyesinin ölçülmesinde kullanılan aletler:

- a) Çelikmetre
- b) Elektrikmetre
- c) Dündüklümetre
- d) Hava borusu

2-Artezyen Kuyularda

Artezyen olan kuyularda su seviyesinin ölçülmesinde kullanılan aletler,

- e) Plastik boru
- f) Manometre

Çelikmetre İle Su Seviyesi Ölçümü:

Su seviyesi ölçülmesinde en iyi ölçüm yapan bir alet olup büyük bir doğrulukla netice verir.

Bu alet kullanılırken bir çelikmetreye, tebeşire ve çelikmetreyi koparmadan gergin tutacak bir ağırlığa ihtiyaç vardır. Hassas ölçüm yapmasına rağmen çelikmetre kuyudaki su seviyesine inmeden önce herhangi bir sebeple ıslanırsa tebeşirlenen kısım silineceğinden ölçüm yapmak çok zorlaşır hatta imkânsız hale gelebilir. Bu durum bilhassa Derinkuyu tulumbası kurulmuş olan sondaj kuyularında meydana gelebilir.

Çelikmetre, mm. birimine kadar ölçeklendirilmiş ve çelik şeritten yapılmış bir alettir. Bunun 10 m, 20 m ve 40 m lik uzunluğunda olanları vardır. Çelikmetrenin ucuna bağlanacak ve onu koparmadan gergin tutacak olan ağırlık 10 mm çapında olmalıdır. Ağırlığın fazla olması çelikmetrenin uzamasına veya kopmasına sebep olabilir.

Kullanılışı (Tatbik şekli):

- 1) Çelikmetrenin alt kısmından 1 veya 2 m lik kısım tebeşirlenir.
- 2) Çelikmetre kuyuya sarkıtılır. Çelikmetrenin kuyudaki suyun içine girdiği tahmin edildiğinde elle tutulan suyun içine girdiği tahmin edildiğinde elle tutulan metre taksimatı okunur ve kaydedilir. (Mesela: 5,0 m)
- 3) Çelikmetre kuyudan çıkartılır. Tebeşirlenen yerde en son ıslanan taksimat okunur ve kaydedilir. (Mesela: 1,5 m)
- 4) Elle tutulan ve kuyu ağzındaki kısma rastlayan metre taksimatından ıslanan kısımda okunan taksimat çıkarılır. Bulunan değer kuyudaki su seviyesinin ölçme noktasına kadar olan mesafesini verir. (Mesela: 5,0 – 1,5 – 3,5 m gibi)

Dikkat Edilecek Hususlar:

- 1) Çelikmetrenin ucu suya girmişse ölçme işlemi tekrar edilir. Yalnız bu sefer çelikmetre daha aşağıya indirilir.
- 2) Çelikmetrenin tebeşirlenen yeri suya girince silinir, suya girmeyen kısmı ise tebeşirli kalır. Bu sebeple her ölçümde çelikmetre yeniden tebeşirlenmelidir.
- 3) Su seviye ölçümleri kuyudaki su seviyesinden kuyu zeminine kadar olan mesafenin bilinmesi için yapıldığından çelikmetre ile okunan seviyeden ölçme noktası yüksekliği çıkarılır. Mesela ölçme noktası yüksekliği (yani boru payı) 0,5 m ise kuyudaki su seviyesi yukarıdaki örneğe göre $3,5 - 0,5 = 3,0$ m olacaktır.
- 4) Çelikmetre ile su seviye ölçümleri hassas olarak yapılabilir. Ancak su seviyesinin derin olduğu kuyularda ölçümler güçleşir hatta imkânsızlaşabilir. Bunun için çok dikkatli olmak gerekir.

Elektrikmetre ile Su Seviyesi Ölçümü:

Elektrikmetreler birçok tipte imâl edilmelerine rağmen çalışma prensipleri bakımından farkları yoktur. Ölçüm yapabilmek için bir elektrik bataryasına (Üreteç), bir hassas ampermetreye, iletkenliği temin ve ölçüm için gerekli uzunlukta izole edilmiş bir kabloya ve kablonun gergin durması için bir ağırlığa ihtiyaç vardır. Kablo çift veya tek iletkenli olabilir. Çift kablo kullanılıyorsa elektrik devresi bu iki kabloda su vasıtasıyla kapanır. Tek kablo kullanılıyorsa elektrik devresi kablo, su ve teçhiz borusu vasıtasıyla kapanır. Yani ampermetrenin iki kutbundan bir kabloya diğer kutbu ise küçük bir iletkenle teçhiz borusuna bağlanır.

Kablonun kuyuda gergin durabilmesi için kablo ucuna 1 cm çapında ve 10-15 cm boyunda bir kurşun silindir geçirilir. Kurşun silindir içinden geçen iletkenlerin ucundaki izole (plastik kısım) sıyrılır ve bu kısımdaki iletkenlerin birbirlerine değmemesi için muhafaza altına alınır. Kabloda başka açık yerler var ise bunların izole edilmesi gereklidir. Kablo uçları birbirine veya teçhiz borusuna değerse ölçüm yapmak kabil olmaz. St.Sv. ve Dn.Sv. derin olan kuyular ile su seviyesinin yukarısındaki filitrelerden su sızıntısı olabileceği düşünülerek kolan borusu ile teçhiz arasına pompa montajından sonra birde hava borusu inilir.

Kullanılışı (Tatbik Şekli):

- 1) Kablo ve ampermetre elektrik bataryasına seri olarak bağlanır. Bağlanmadan evvel ve sonra bunların çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.
- 2) Kablonun ucu hava borusunun içinden kuyuya sarkıtılır ve ampermetre gözetlenir.
- 3) Kuyuya sarkıtılan kablo suya değince devre kapanır ve elektrik akımının geçtiği ampermetre ibresinin sapmasından anlaşılır.
- 4) Ampermetre ibresinin sapması kablo uçlarının suya değmesinden mi yoksa başka bir sebepten mi meydana geldiğini kontrol etmek için kablo aşağı yukarı hareket ettirilir. Sapma hep aynı noktada oluyorsa kablo uçlarının suya değdiği kabul edilir.
- 5) Ampermetre ibresinin saptığı andaki kablonun, ölçüm noktasına isabet eden yeri işaretlenir. İşaretlenen kısımdan itibaren kuyuya sarkıtılan kablonun boyu (uzunluğu) kuyudaki su seviyesinin ölçme noktasına olan mesafesini verir.
- 6) Kablonun taksimatlı olması ölçümde kolaylık sağlar. Kabloda taksimat yoksa ölçümde sürati sağlamak için, tahmin edilen su seviyesine göre kablonun muayyen bir yeri ölçülerek işaretlenir. Bu işaretlenen yerle ölçme noktası arasındaki

uzunluk, işaret yerine kadarki uzaklıkla toplanır bulunan değer su seviyesinin ölçme noktasına olan mesafesini verir.

Dikkat Edilecek Hususlar:

- 1) Yağla yağlamalı derin kuyu pompası kurulu kuyularda su yüzüne biriken yağ elektriğin geçmesine mani olacağından, kablo suya girdiği anda ucuna birikecek yağı atmak için kabloyu silkelemek gerekir.
- 2) Elektrikl metre kablosu metreler göre bölünmüş ise ölçme işini tamamlamak için 50 cm lik bir cetvel kullanılmalıdır.
- 3) Elektrikl metre kullanılırken kablonun iyi tecrit edilmiş olmasına ve elektrik bataryasının pillerinin zayıflayıp zayıflamadığına dikkat etmek gerekir.

Düdüklümetre ile Su Seviyesi Ölçümü:

Pompa kurulmamış olan kuyularda (Mesela: gözlem kuyularında) veya statik seviyesi oldukça düşük kuyularda ölçüm yapılırken bu alet kullanılır. Düdüklümetre ile ölçüm yapabilmek için su içine girince ötebilen bir düdüğe ve bu düdüğü kuyuda sarkıtmak için bir bağlantıya ihtiyaç vardır.

Düdük, alt tarafında küçük hücreleri olan sarı madenden silindir biçiminde yapılmıştır. Silindir su içine muayyen nispette girince su silindir içindeki havayı yukarı iter, yukarı itilen hava üst taraftaki düdüğün deliğinden çıkarken ses çıkarır.

Kullanılışı (Tatbik şekli):

- 1) Düdüklümetre bir bağlantı (Mesela bir sicim) ile kuyuya sarkıtılır.
- 2) Düdük sesi duyulduğu anda elle tutulan yer işaretlenir.
- 3) Düdüğün suya batınca öttüğü nokta ile ölçüm noktasına (elle tutulan yer) isabet eden yerdeki işaret noktası arasındaki mesafe su seviyesinin ölçme noktasına olan değeri verir. Şayet düdüklü metreye çelikmetre bağlanmış ise düdüğün ötme noktası ile çelikmetrenin sıfır noktası arasındaki mesafe çelikmetrede okunan miktara eklenir.
- 4) Ölçmenin sıhhatli olabilmesi için ölçme işleminin birkaç defa tekrarlanması lazımdır.

Dikkat Edilecek Hususlar:

- 1) Düdüğün her zaman ötebilmesi için daima temiz tutulması gerekir.
- 2) Düdük dilinin yerinden oynamamış olmasına dikkat edilmelidir.
- 3) Ölçüm yapmadan önce düdüğün su içine ne kadar girince öttüğünü tespit etmek ve düdük üzerine o noktayı işaretlemek lazımdır. Ayrıca düdüğün bağlandığı kablo veya sicim üzerinde taksimetre olması ölçmeyi kolaylaştırır.

Hava Borusu İle Su Seviyesi Ölçümü

Su içine daldırılan bir borudaki su sütununu hava tazyiki ile boru içinden dışarı atıp, boru içine suyun girmesine mani olan hava basıncını manometreden okuyarak atılan su sütununun kaç metreye tekabül ettiğini tayin için hava borusu kullanılır. Bu metodun tatbiki için 1/4 ile 1 inç çapında lüzumlu uzunlukta hava borusuna ve bir manometreye ve birde hava pompasına ihtiyaç vardır. Bu gereçleri temin etmek güçlüğünden dolayı memleketimizde hava borusu sistemi kullanılmamaktadır. Ayrıca çelikmetreler, elektrikl metre ile yapılan ölçümlere nisbeten bu usul hassas değildir. Hata miktarı her manometreye göre değişir ve cm seviyesinde ölçüm yapılmaz.

Kullanılışı (Tatbik şekli):

- 1) Hava borusu kuyudaki dinamik seviyenin altına kadar indirilir ve üzerine manometre ile hava pompası montesi edilir.
- 2) Hava pompası ile hava borusuna hava basılır. Basılan hava borudaki suyu dışarı itmeye başlar. Boru içinde su yüksekliğine eş değerde hava basınca su boru içinden çıkarılmış olur ve manometrede su sütununa eş değerde basınç okunur.
- 3) Manometrede okunan kg/cm^2 olan değer metreye çevrilir ve bu değerden su seviyesine geçilir.
- 4) Mesela hava borusu uzunluğu: 38 m.
Manometrede okunan değer: 1,5 at.=15 m.lik su ise
Kuyudaki su seviyesi : 38-15= 23 bulunur.
- 5) Manometre ile yapılan ölçümlerin doğruluk derecesinin başka bir usulle kontrol edilmesi faydalıdır.

Artezyen olan kuyularda su seviyesinin ölçülmesinde kullanılan aletler:

- a) Plastik boru ile su seviyesi ölçümü:
Statik seviyesi 4 m. ye kadar olan artezyen kuyularda su seviyeleri bu usulle hassasiyetle ölçülebilir. Bu usulün tatbiki için $\frac{1}{4}$ ile 1 inç çapında 4-5 m. uzunluğunda saydam veya yarı saydam bir plastik boru, bu boruyu artezyen akıtma başlığına bağlayan bir tertibat ve borunun dik durabilmesi için boru uzunluğunda dik bir dayanağa ihtiyaç vardır.

Kullanılışı (Tatbik şekli):

- 1) Artezyen kuyunun vanası tamamen açılır.
- 2) Akıtma başlığı üstündeki Kör tapa sökülür ve plastik boru kör tapası sökülen manşona takılır. Plastik borunun dik durabilmesi için dayanağa bağlanır.
- 3) Artezyenin vanası kapatılır. Su plastik borudan yükselmeye başlar ve bir yerde durur. Bu durum da kuyu zemininden itibaren suyun yüksekliği ölçülür.

- b) Manometre ile su seviyesi ölçümü:

Yüksek basınçlı artezyenlerin (yani statik su seviyesi +4 m. Den yüksek olduğu) su seviyesinin ölçme işleminde manometreler kullanılır. Madeni veya civalı manometreler vardır. Bunlarla ölçülen seviyeler cm. hassasiyetini vermez. Burada yalnız madeni manometrenin kullanılışı anlatılacaktır.

Kullanılışı (Tatbik şekli):

- 1) Artezyen vanası açılır.
- 2) Manometre akıtma başlığı üstündeki manşona takılır.
- 3) Artezyen vanası kapatılır ve suyun yükselmesi manometreden takip edilir.
- 4) Manometreden kg/cm^2 taksimatlı okunan değer su sütunu cinsine çevrilir ve kuyudaki su seviyesi ölçülmüş olunur.

NOT: Kuyudaki su seviyeleri ölçüldükten sonra “DSİ Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı Pompalama Tecrübesi Formuna” işlenirken, su seviyesinin kuyu zemininden (kuyu ağız ve betonundan) olan mesafesi yazılır. Bu bakımdan her ölçümden sonra kuyudaki ölçme noktası yüksekliği çıkarılır. Veya pompa tecrübesi süresince bütün ölçülerin ölçme noktasından yapıldığını ve ölçme noktası yüksekliğinin değerini tecrübe formuna yazmak gerekir. Tecrübe bitince gerekli düzeltmeler yapılır. Yani, (Satıhtan

su sathına= Ölçme noktasından ölçülen su mesafesinden ölçme noktası yüksekliği çıkarılır)

D- DEBİ ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ALETLER

Bir kuyuda pompalama tecrübesi yaparken kuyudan çekilen su miktarının bilinmesi gerekir. Bunun içinde debiyi ölçen aletler kullanılır. Pratikte en çok kullanılan aletler şunlardır:

- 1) Orifismetre
- 2) Parshal savağı
- 3) Orifis kovası
- 4) Hacmi belli kaplar

Orifismetre: Uzunluğu çapının 10 misli olan bir borudur. Suyun çıkış çapı boru çapından küçüktür. Orifismetre kuyunun çıkış borusunun ucuna yatay olarak yerleştirilir. Bu uçtan takriben (120 cm.) uzakta ve boru üzerinde, yatay eksen düzlemi içinde açılmış (3-9) mm. çapında bir delik vardır. Bu deliğe şeffaf bir lastik hortum ve bunun ucuna da cam bir tüp geçirilmiştir. Gerek bunların dik durmasını sağlamak gerekse içlerindeki su seviyesini ölçmek için bunlar bir cetvele bağlanmıştır. Borunun ucuna çapları boru çapından küçük orifis plakaları takılarak suyun orifis tüpünde yükselmesi sağlanır.

Kullanılan orifis plakasının çapı, boru çapı ve orifis tüpü içindeki su seviyesi bilinirse, özel olarak hazırlanmış olan orifis tablolarından (cetvelinden) debi bulunur.

Parshal Savağı: Debi ölçmede veya debiyi kontrol etmek için kullanılır. Belirli bir boğaz genişliği olan bir açık kanal gibi düşünebiliriz. Boğaz genişlikleri (7.5 cm. 15.8 vs.) Savakta debi ölçümü savaktan geçen suyun yüksekliği ölçülerek yapılır. Suyun savağa giriş kısmındaki savak boyunun 2/3 üne tekabül eden mesafedeki suyun yüksekliği ölçülür. Kullanılan savağa ait (su yüksekliği-debi) cetvellerinden savaktan geçen suyun debisi bulunur.

Dikkat edilecek hususlar: Savağın yatay olarak yerleştirilmiş olması ve savağın yanlarından su sızıntısı olmaması gerekir. En önemlisi suyun savağa dalgalanma yapmadan gayet düzgün bir akımla (laminer akım) gelmesi sağlanmalıdır.

Orifis Kovası: 6 l/s den küçük debilerin ölçülmesinde kullanılır. Kovanın altında 2.5 cm çapında 5 delik ve kovanın dışında su seviyesini ölçmeye yarayan bir cetvel vardır.

Su kovaya akıtılır ve kovanın altındaki deliklerden biri açılır. Su fazla ise ikinci veya üçüncü veya bütün delikler açılır. Ta ki su seviyesi kova içinde sabit kalıncaya kadar. Açılmış olan delik sayısı ve kovadaki su seviyesi değeriyle debi bulunur.

Hacmi Belli Kaplar: 5 l/s den az debili kuyularda eğer orifis kova yok ise gaz tenekesi vs. gibi hacmi belli kaplar kullanılabilir. Meselâ kullanılan kap 18 litre su alıyorsa ve bu kap 9 saniyede dolmuş ise, debi ölçümünde en iyi usul orifismetre ve parshal savağının beraberce kullanılmasıdır.

E-POMPALAMA TECRÜBELERİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Pompalama deneyinin yapılabilmesi için öncelikle kuyunun inşasının tamamlanmış olması gereklidir. Yani kuyu istenilen derinlikte açılacak; projesine uygun teçhiz edilecek;

çakıllama ve yıkama (lavaj) işinden sonra inkişafa geçip kuyu iyice temizlenmiş olarak ikmal edilip pompalama deneyi yapılabilecek hale getirilecek.

Bir kuyu başına gidildiğinde ilk yapılacak işlerden biri ölçme noktası yüksekliğini tesbit edip, su seviyesi ölçülür ve statik seviye hesap edilerek formdaki ilgili yerine kaydedilir. Ondan sonra diğer işlere geçilir.

Önce pompalama deneyi yapabilmek için lüzumlu malzemeler nelerdir, onları görelim: Daha pompalama deneyi yapılacak yere gitmeden önce (şantiyede) aşağıda bahsedeceğimiz malzemeler hazırlanır; çalışırılıkları iyice kontrol edilir, bütün ikmâl işlemleri tamamlandıktan sonra hareket edilir.

Kullanılacak Ana Malzemeler:

- 1) Derin kuyu tulumbası motoru ile birlikte komple
- 2) Debi ölçme aletleri (Orifismetre bütün teferruatı ile birlikte, orifismetrenin cetveli, 100 cm lik cetvel, parshal savağı ve savak debi-yükseklik cetveli).
- 3) Kullanılacak su seviye ölçme aleti (çelikmetre, elektrikli metre; artezyenler için plastik boru veya manometre)
- 4) Yataylık kontrolü yapabilmek için tesfiye ruhu
- 5) Montaj ve demontaj kullanılacak lüzumlu takım anahtarlar (avadanlıklar)
- 6) Montaj için lüzumlu vinç ve teferruatı
- 7) Eğer gerekiyorsa kaynak makinası ve ekipmanı
- 8) Pompanın monte edileceği kuyunun loğu (Kuyu teçhizinin bilinmesi gerekli).
- 9) Motor için gerekli akaryakıt
- 10) Su tahliye arki açabilmek için kazma kürek
- 11) Pompalama deneyi formları, kâğıt kalem silgi, yapıştırıcı bantlar ve grafik kâğıtları
- 12) Lüzumlu görülebilecek diğer malzemeler (mesela düdük vs.)

NOT: Deneye başlamadan önce kuyu başı deney için uygun vaziyete getirilir. (Suyun pompadan çıkışına göre savak yeri ve suyun kuyu başından tahliyesini sağlayacak arklar ayarlanır vs.) Motoru çalıştırmadan önce muhakkak statik seviyelerin tespit edilmiş olması lâzımdır.

Pompalama deneyine başlamadan önce muhakkak vazife taksimi yapılmalıdır. (Motoru çalıştırma, debiyi ölçme ve kontrol, su seviyelerini ölçme, ölçülen değerleri rapora kaydetme vs. işleri taksim edilmelidir.)

Deney yapılan kuyu civarında göl veya akarsu varsa bunların tahmini mesafesi formda belirtilmelidir. (Açık toprak sulama kanalları da).

Yine civarda su çekilen kuyu varsa mesafesi ve hangi debide çalışıyor tespit edilmelidir. Eğer bu çalışan kuyu deney yapacağımız kuyuya çok yakın ise (50-100 m) ve mümkünse o kuyunun pompası durdurulmalıdır.

F- POMPALAMA DENEYLERİNİN ÇEŞİTLERİ:

Pompalama deneylerini üç çeşitte inceleyeceğiz.

1) *Sabit Debili Pompalama Deneyi*

- a. Sabit debili düşüm deneyi
- b. Sabit debili yükselim deneyi

2) *Kademeli Pompalama Deneyi*

3) *Akım Deneyi (Akan Artezyenlerde)*

- a. Sabit düşüm deneyi
- b. Sabit debili akım deneyi

Bu deneyler gereken yerlerde yapılır.

Şöyle ki: DSİ Genel Müdürlüğünce açılan işletme kuyularında hem kademeli hem de sabit debili pompalama deneyi yapılmaktadır. İhtiyaca, probleme ve şartlara göre deney tipi seçilir.

NOT: Deney süresi ne kadardır? 24 saat sabit debide pompalama deneyi yapılacak denince ne anlaşılır? 24 saat sabit debide pompaj yapılacak, 24 saat sonunda pompa durdurulup su seviyesi St Sv'yi buluncaya kadar seviye ölçümleri belirtilen zaman aralıklarında tespit edilecek demektir. Yani,

Düşüm deneyi süresi + yükselim deneyi süresi = Pompalama deneyi süresi,

Pompa tecrübelerinde kullanılan form ektedir. (Ek:1) formun üst kısmı genel bilgiler içindir (Ova adı, kuyu no, St.Sv.vs.) 7 sütun ihtiva eder.

1. Sütun (saat) deneyin başladığı saat kaydedilerek saatler yazılır.
2. Sütun (zaman farkı (dk) su seviyesini ölçtüğümüz zaman aralıkları dk olarak kaydedilir. (Deneyde belirtilen zaman aralıklarıdır talimatta verilmiştir.)
3. Sütun (satihtan su sathına m.) ölçülen su seviyelerinin satha olan mesafesi yazılır.
4. Sütun (Düşüm+Artık düşüm (m) düşüm deneyinde düşümlerin, yükselim deneyinde artık düşümlerin hesaplanarak kaydedildiği sütundan,
5. Sütun (Verim debi l/s) Tecrübenin yapıldığı debi değeri yazılır.
6. Sütun (Savak-Orifis Yük cm.) Debi ölçmede hangi tip alet kullanılmışsa ona ait su seviye yüksekliği yazılır (Debiyi veren su yüksekliğidir)
7. Sütun (Düşünceler) lüzumlu bilgiler yazılır (Kullanılan savak boğar genişliği, motordaki 1 dk lık bir arıza vs.)

G-POMPALAMA DENEYLERİNİN YAPILIŞI

1) *Sabit Debili Pompalama Deneyi (Düşüm ve Yükselim Deneyi)*

Yapılışı:

- a) Deney süresince istenilen debi sabit tutulur. İstenilen debi sabit olarak tutulamaz ise sabit bir debi (uygun bir kuyu verimi) seçilir.
- b) Statik seviye tespit edilerek formda kaydedilir.

- c) Statik seviye tespit edildikten sonra motor çalıştırılır ve deneyin başladığı vazifelere ıslık veya düdükle bildirilir.
- d) Deneyin başlama saati de forma kaydedildikten sonra belirtilen zaman aralıklarında istenen sürece (asgari 24 saat işletme kuyuları için) su seviyeleri ölçülüp forma kaydedilir. (Düşüm deneyi)
- e) İstlenen pompaj süresi bitince motor durdurulur ve hemen yine belirtilen zaman aralıklarında su seviyeleri ölçülür ve forma kaydedilir. Su seviyesi statik seviyeyi buluncaya kadar ölçüme devam edilir. (Yükselim deneyi)
- f) Düşüm deneyi su seviye ölçümlerinden artık düşümler hesaplanır ve forma işlenir.
- g) Deney süresince su seviye ölçümü yapılacak "Zaman aralıkları" söylediği deney başlangıcından itibaren ilk 6 dk 1 er dakikada bir, 30 uncu dakikaya kadar 2 şer dakikada bir, 60 ıncı dakikaya kadar 5 er dakikada bir, 2 nci saat sonuna kadar 10 ar dakikada bir, 5 inci saat sonuna kadar 20 şer dakikada bir, 5 inci saatten itibaren asgari 24 saat sonuna kadar (motor durduruluncaya kadar) 30 ar dakikada bir su seviyesi ölçülür.

NOT: Bu zaman aralıkları bütün pompalama deneyleri (sabit debili, kademeli, yükselim vs.) için aynen uygulanır.

Sabit debili pompalama deneyi ile akifere ait hidrolik katsayılar ve akifer hidrolik sınırları tayin edilir. Sabit debili pompalama deneyinde bir veya daha fazla gözlem (rasat) kuyusu mevcudiyeti halinde, akifer özellikleri ve sınır şartları hassas olarak tespit edilebilmektedir. Sabit debi ile pompajda, yükselim ölçmelerinin bir manası ve değerlendirmesi olmaktadır.

Rasat kuyularının mevcudiyeti halinde, mevcut randımanı tespit edilebilmekte ve pompalama kuyusundaki hakiki ve teorik düşümler görülebilmektedir. Kuyunun inkişafını müteakip, kuyuya yerleştirilecek pompanın ve kuyunun kendi özeliğini tespit için de bazı hallerde (genellikle işletme kuyularında) kademeli pompalama deneyi yapılır. Kademeli deney ile kuyunun inkişaf ve ıslahının mümkün olup olmadığının tespitine çalışılır. Rasat kuyuları olmaması halinde ekseri kademeli deneye müracaat etmek gereklidir.

2) *Kademeli Pompalama Deneyi*

Yapılışı: Bir (Q_1) debisi ile pompaj başlanır ve bu debide düşüm artmalarının pratikman ölçülemediği zamana kadar pompaj yapılır. Düşüm artmaları pratikman sıfır olduğu veya buna çok yakın bulunduğu (Q_1) debisi (Q_2) debisine artırılır ve tekrar düşüm artmasının pratikman çok küçük olduğu ana kadar (Q_2) debisi ile pompaj yapılır. Bu işe, aynı şekilde (Q_3), (Q_4) debileri ile devam edilerek her kademenin son d_1 , d_2 , d_3 , d_4 düşümleri tespit edilir.

Debiler vana ile ayarlanır. Hesap kolaylığı bakımından her kademe debisinin bir önceki debinin tam katları olması tercih edilir.

1/4, 1/2, 3/4 debi gibi,

Her kademenin debileri kademe süresince sabit tutulmalı ve seviyeler hassas olarak ölçülmelidir.

3) Akım Deneyi (Akan Artezyenlerde Yapılır)

- a. Sabit düşümlü akım deneyi
- b. Sabit debili akım deneyi

olmak üzere iki şekilde yapılır.

- a) Sabit düşümlü akım deneyi genellikle debiler 15 l/s den fazla olan akan artezyenlerde yapılır. Kuyunun vanası kapatılarak statik su seviyesi ölçülür. Kuyunun vanası kapatılarak statik su seviyesi ölçülür. Sonra çıkış vanası açılarak suyun borudan akması temin edilir. Statik seviye ile suyun aktığı seviye arasındaki fark düşüme eşittir. (Plastik boru içindeki su seviyesinin veya manometre basıncının sıfıra düşmüş olması gerekir.) Bundan sonra kuyunun değişen artezyen debisi muayyen zamanlarda ölçülür ve (debi-zaman) değişimi (grafığı) çizilir.
- b) Sabit debili akım deneyi de akan artezyenlerde yapılır. Statik seviye tespit edildikten sonra suyun çıkış vanası açılarak münasip bir debi seçilir. Vana açılıp kapanarak debi (verim) sabit tutulur. Su seviyesindeki düşümler belirtilen zaman aralıklarında ölçülür ve düşüm zaman grafiği çizilir.

H- POMPALAMA DENEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan pompalama deneyleri değerlendirilerek; deney yapılmasındaki gayelerimizden olan akifer ve kuyuya ait özellikler, katsayıları tespit edilir. Çok çeşitli değerlendirme metotları vardır. Metotların sadece birinden kısa olarak bahsedeceğiz. Pompalama deneyleri (düşüm-yükselim) neticelerini nasıl kullanacağız onları göreceğiz.

1) Sabit debili düşüm deneyi

Elimizde belirli zamanlara ait düşümler ve pompaj debisi (Q) var.

- i. Düşüm (m) –Zaman (dk) tablosu hazırlanır.
- ii. Düşüm-Zaman tablosundaki değerler yarı logaritmik kağıt üzerine (d, logt) işaretlenir. Düşümler (m. olarak) aritmetik eksen, zamanlar (dk. olarak) logaritmik eksen üzerinde gösterilmek üzere (d, logt) grafiğine tekabül eden noktalar elde edilir.
- iii. İşaretlenmiş olan bu noktalar ideal olarak bir doğru üzerinde olması lazımdır. Tatbikatta bunu elde etmek imkânsızdır ve mümkün değildir. İşte bu işaretlenen noktalardan en uygun doğru nasıl çizilir onu burada bahsetmeyeceğiz. En uygun doğrunun çizildiğini (geçirildiğini) farz ederek bunu ne şekilde kullanılır onu görelim:
- iv. Jacob yaklaşık metodu olarak bilinen metodun kullanılması halinde müracaat edilecek formül şudur:

$$T = \frac{15.8 \times Q}{d}$$

Burada

T= Akiferin iletimlilik katsayısı (m³/gün/m)

15.8= sabit bir katsayı

Q= Pompaj debisi (l/s)

d= 1 logaritmik devreye (t=10; t=100) tekabül eden düşümler farkıdır. (m)

- v. Şayet deneyde gözlem (rasat) kuyusu varsa ve ölçü alınmış ise (düşüm-log zaman) grafiği çizilir. Elde edilen noktalardan değerlendirilmesi yapılarak geçirilen en uygun doğrunun t (zaman) eksenini, kestiği nokta bulunur. Bu noktanın değeri (t₀) dır

$$S = \frac{2.25 \times T \times x \times t_0}{r^2}$$
 formülü ile depolama katsayısı hesaplanır.

S= Akiferin depolama katsayısı

2.25= Sabit bir katsayı

T= Akiferin iletimlilik katsayısı (m³/gün/m)

t₀= Dakika olup, formülde gün olarak kullanılır. (Grafikten okunur)

r= Rasat (gözlem) kuyusunun pompaj kuyusuna olan mesafesi (m)

--Düşüm ve yükselim deneyleri doneleri ile yaklaşık metodunun grafikte çözümlenmesi yukarıda bahsedilen formüller kullanılarak yapılır. (Düşüm-Zaman) ve (Artık düşüm-zaman) değerleri grafikte (yarı logaritmik kağıtta) noktalama yaparak değerlendirilir. Dolayısıyla akiferin T ve S katsayılarını hesaplamak mümkün olur.

Rasat kuyusu bulunmadığı hallerde, pompaj kuyusundan ölçülen zaman yükselim değerleri ile akifer karakteristiklerinin belirli limitler dahilinde hesap edilmesi mümkün olur.

- vi. Pompaj esnasında, debi sabit olduğu taktirde, yükselim değerlerinin bir manası vardır. Yükselim deneyinde zaman değer olarak yarı logaritmik kağıdın logaritmik ekseninde (t/t') değerleri işaretlenir.

t= (dk) Pompaj başlangıcına göre geçen zaman,

t'= (dk) Yükselim deneyi başlangıcına göre geçen zaman,

Şöyle ki: 24 saat pompajdan (düşüm deneyinden) sonra yükselim deneyine başlandı.

Yükselim deneyinin 1. dk.sı t'=1 t=1441

Yükselim deneyinin 2. dk.sı t'=2 t=1442

Yükselim deneyinin 10. dk.sı t'=10 t=1450

- vii. Grafik kağıt üzerine noktalandığında (düşüm-zaman; artık düşüm t/t') eğriden yani noktaların konumuna göre sınır şartları (pozitif, negatif) tespit edilir.

K) POMPALAMA DENEYİ ESNASINDA SU NUMUNELERİ ALINMASI VE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR:

Su numuneleri, her akiferde ve her deney yapılan kuyudan pompajın (düşüm deneyinin sonlarına doğru alınır)

Kullanma, sulama ve içme maksatlarıyla kullanılacak yeraltısularından, suyun kullanma, içme ve sulama maksatlarına uygunluk derecesini tayin etmek gayesiyle numuneler alınacaktır. Bu su numuneleri

- 1) Kimyasal analize
- 2) Bakteriyolojik analize tabi tutulur. Analiz neticelerine göre suyun maksatlarımıza uygunluğu tespit edilir:
Aşağıdaki hususlara dikkat edilir:
 - a) Su numune şişeleri ve kapakları (mantarları) her türlü kokudan arınmış ve temizlenmiş olmalıdır.
 - b) şişelere su alırken önce (3-5) defa alınacak suyla iyice şişeler yıkanmalı, çalkalanmalı, eller bile yıkanmalıdır. Ondan sonra doldurulmalıdır.
 - c) Numune şişelerinin kapakları veya tapaları şişenin boğazından dolaşan bir iple açılmayacak şekilde düğümlenerek bağlandıktan sonra ipi sarkan iki ucu bir araya getirilerek, numuneyi alan şahıs veya heyet tarafından doldurulan etiket bununla bağlanır.
 - d) Etiketlerde
 - 1- Numunenin alındığı tarih
 - 2- Ovanın ismi
 - 3- Kuyu mevki
 - 4- Kuyu numarası ve ismi
 - 5- Numune alınma sırası
 - 6- Numuneyi alanın ismi, belirtilmelidir.
 - e) Kullanma ve sulama maksadıyla alınan su numunesi için 75 cl lik 3 şişe, bakteriyolojik analiz için 2 steril şişe olmalıdır. (DSİ Genel Müdürlüğünce standart numune şişeleri kullanılmaktadır.)
 - f) Numuneler kırılmayacak şekilde ambalajlanmalı ve ambalaj sandıklarının zerine (ALT-ÜST) yazılmalıdır.
 - g) Alınan su numuneleri bekletilmeden laboratuvara hemen sevk edilmelidir.