

DERS 5

Gereği gibi projelendirilen ve inşa edilen bir kuyu, su taşıyan bir formasyondan ekonomik olarak su alınmasını sağlayan hidrolik bir yapıdır. Başarılı bir kuyu projesi hazırlamak ve inşa edebilmek için aşağıdaki hususların yerine getirilmesi gerekir:

- 1) Kuyunun uzun ömürlü ve verimli olmasını sağlamak için en uygun malzemeleri kullanmak.
- 2) Hidrojeolojik şartlardan maksimum faydayı sağlayacak sondaj ve kuyu inşa tekniklerini kullanmak.
- 3) Kuyunun hidrolik özelliklerini ve akifer verimini belirlerken hidrolik kuralları pratik bir şekilde uygulamak.

Su verim (Pompaj) deneyleri

Kuyularda yapılan su verim deneylerinin amacı, kuyuların hidroliği ve su veren formasyonlar (akiferler) hakkında bilgiler elde etmektir. Bu bilgiler jeolojik bilgilerle birleştirildiğinde, akiferlerin ve ovanın yeraltı suyu durumu anlaşılır. Bu bilgilerin tam ve doğru olarak elde edilmesi ve analizi, özellikle işletme projelerinin hatasız olarak hazırlanabilmesi ve pompaların uygun olarak seğilebilmesi için esastır.

Deneyin Amacı

- A. Akifer (su veren formasyon) özelliklerinin saptanması
- B. Kuyu karakteristiklerinin belirlenmesi
- C. Kuyulara uygun pompa seçimi

A. Akiferin özellikleri

- 1) Akiferin hidrolik katsayıları:
 - a) Akiferin iletimlilik katsayısı(T) ($m^3/gün/m$)
 - b) Akiferin geçirgenlik katsayısı (K) ($m^2/gün/m$)
 - c) Akiferin depolama katsayısı (S)
- 2) Akiferin hidrojeolojik sınırlarının tesbiti ve tesirleri (akarsu, göl vb, besleyici sınırları, fay, geçirimsiz tabaka gibi sınırları belirlemek),
- 3) Pompaj neticesi oluşabilecek akifer kayıpları,

B. Kuyu özellikleri

- 1) Kuyunun genel hidroliğinin belirlenmesi.
 - a) Kuyu kayıpları (kuyudaki yük kayıpları ve kuyu veriminin saptanması)
 - b) Kuyuda (düşüm-verim) ve (zaman-düşüm) ilişkilerinin tesbiti
- 2) Kuyu etki yarıçapının belirlenmesi.

C. Pompa seçimi

- En ekonomik şekilde, planlanan sürede hangi karakteristikte bir pompa en verimli olacaktır.



Pompaj deneyi

Pompaj (debi deneme) deneyi; bir kuyudan sabit bir debi ile su çekilmesi sırasında ve su çekimi durdurulduktan sonra, aynı kuyuda ve varsa civardaki kuyularda zamanla oluşan su seviye (YASS) değişimlerinin gözlenmesi işlemidir.

Ölçüm değerlerinin yorumlanmasından gerçeğe en uygun sonuçların elde edilmesi ancak bu gözlemlerin doğru yapılmasına bağlıdır.

Pompaj deneyi tipleri

- 1) Sabit Debili Pompalama Deneyi
 - a) Sabit debili düşüm deneyi
 - b) Sabit debili yükselim deneyi
- 2) Kademeli Pompalama Deneyi
- 3) Akım Deneyi (Fışkıran Artezyende)
 - a) Sabit düşüm deneyi
 - b) Sabit debili akım deneyi

Deney için gerekli malzemeler

- 1) Derin kuyu pompası
- 2) Debi ayar vanası
- 3) Orifismetre ve 100cm lik cetvel, parshal savağı
- 4) Seviye ölçerler ,şeritmetreler,
- 5) Özel manometreler
- 6) Çalar saat ve kronometre, düdük
- 7) Demir testeresi, pense, çekiç, çakı, pil vb.
- 8) Civalı termometre ve barometre
- 9) Seviye kayıt formları

1.Sabit Debili Pompalama Deneyi

Sondaj kuyusunun yapılması bittikten sonra pompalama deneyine geçilmeden önce kuyu 24 saat dinlendirilir.

- a) Deney süresince istenilen debi sabit tutulur.
- b) Statik seviye tespit edilerek forma kaydedilir
- c) Motor çalıştırılır ve deneye başlama saati de kaydedilir.
- d) Deney süresince (asgari 24 saat) belirli zaman aralıklarında pompalama yapılan kuyuda ve varsa gözlem kuyularında aynı anda su seviyeleri ölçülür (Düşüm deneyi).

Seviye ve debi ölçüm zamanları

Pompaj başladığı andan (seviye düşümünün başı) itibaren veya pompaj durduğu andan (seviye yükselimi başı) itibaren	Düşümlerin ne kadar zamanda bir ölçüleceği	Debinin ne kadar zamanda bir ölçüleceği
0 dan 5.dk ya kadar	Her 15 saniyede	Her 2 dakikada
5.dk dan 15. dk ya kadar	Her 30 saniyede	Her 2 dakikada
15.dk dan 30. dk ya kadar	Her 1 dakikada	Her 2 dakikada
30.dk dan 60. dk ya kadar	Her 2 dakikada	Her 2 dakikada
1.saatten 2. saate kadar	Her 5 dakikada	Her 5 dakikada
2.saatten 6. saate kadar	Her 10 dakikada	Her 10 dakikada
6.saatten 12. saate kadar	Her 30 dakikada	Her 30 dakikada
12. saatten itibaren	Her 1 saatte	Her 1 saatte

- d) İstenen pompaj süresi bitince motor durdurulur ve hemen belirtilen zaman aralıklarında yükselen su seviyeleri ölçülür ve kaydedilir. YASS, statik seviyeyi buluncaya kadar ölçüme devam edilir (Yükselim deneyi).
- e) Düşüm deneyi su seviye ölçümlerinden artık düşümler hesaplanır ve forma işlenir.
- f) Deney süresince su seviye ölçümü yapılacak “Zaman aralıkları” 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.

Sabit debili pompalama deneyinde bir veya daha fazla gözlem (rasat) kuyusu olması halinde, akifer özellikleri ve sınır şartları hassas olarak tespit edilebilmektedir.

Gözlem kuyularının olması halinde, mevcut verim tespit edilebilmekte ve pompalama kuyusundaki gerçek ve teorik düşümler görülebilmektedir. Kuyunun inkişafını takiben, kuyuya yerleştirilecek pompanın ve kuyunun kendi özelliğini tespit için de bazı hallerde (genellikle işletme kuyularında) kademeli pompalama deneyi yapılır. Kademeli deney ile kuyunun inkişaf ve ıslahının mümkün olup olmadığının tespitine çalışılır.

Gözlem kuyuları olmaması halinde genellikle kademeli pompalama deneyi yapmak gereklidir.

2. Kademeli Pompalama Deneyi

Bir (Q1) debisi ile pompaj başlanır ve bu debide düşüm artmalarının ölçülemediği zamana kadar pompaj yapılır. Düşüm artmalarının sıfır olduğu veya buna çok yakın bulunduğu anda debi, (Q2) debisine artırılır ve tekrar düşüm artmasının çok küçük olduğu ana kadar (Q2) debisi ile pompaj yapılır. Bu işe, aynı şekilde (Q3), (Q4) debileri ile devam edilerek her kademenin son s_1 , s_2 , s_3 , s_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 tutulur ve seviyeler hassas olarak ölçülür.

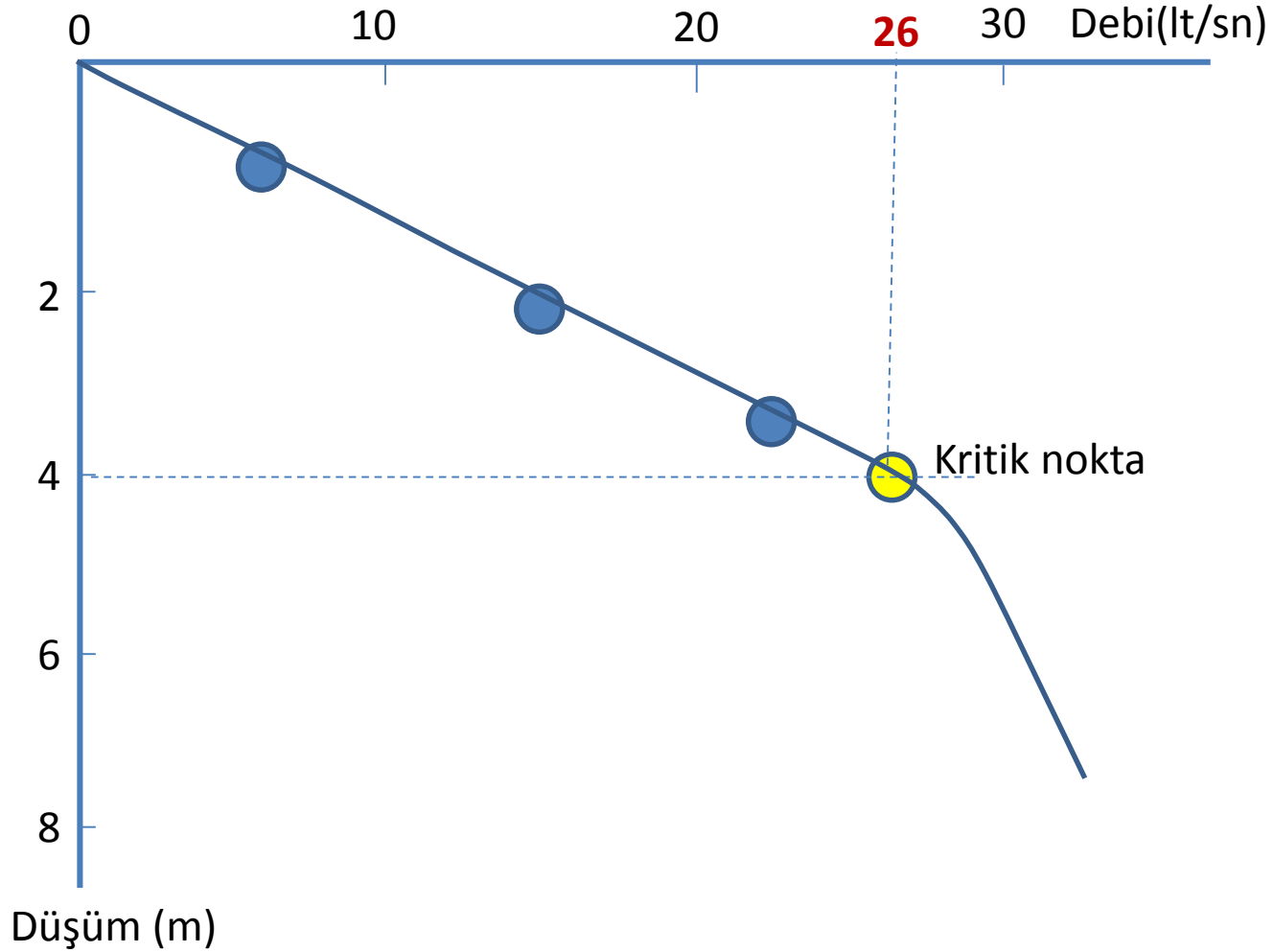
- Debi değişimleri akiferin tane ve geçirgenlik özelliği göz önüne alınarak yapılır.
- İnce taneli formasyonlarda 1. kademe ince tanelerin kuyuya derhal girmesini önlemek ve filtreyi korumak için kuyu için düşünölen max. debinin $1/3$ debi ile yapılır. Debi miktarı daha sonraki kademelerde artırılır.
- İri taneli ve çok geçirgen birimde ise 1. kademe için max. değere yakın debi ile pompaja başlanır. Bu şekilde kuyuda temizleme işleminde yapılmış olur ve debi değeri sonraki kademelerde düşürölür.
- Her iki durumda da seçilecek debi en az akifer için düşünölen debi kadar olmalı ve işletme için istenen debiden daha fazla değere ulaşmalıdır.

Debi kademe değerleri ve süreleri

Akifer formasyonun özelliği	Debi miktarı	Pompaj süresi (saat)	Debi miktarı	Pompaj süresi (saat)	Debi miktarı	Pompaj süresi (saat)
İnce taneli-geçirgen Formasyon	Minimum (<i>max. Q/3</i>)	48	Orta (<i>max. Q/2</i>)	12	Maksimum	12
İri taneli-geçirgen Formasyon	Maksimum	48	Orta (<i>max. Q/2</i>)	12	Minimum (<i>max. Q/3</i>)	12

- Her kademedeki sabit debili denemelere, kuyu yaklaşık denge halini buluncaya kadar devam edilir. Debi ve seviye değişimleri dikkatlice ölçülür. Elde edilen sonuçlara göre «düşüm-debi» grafiği (kuyu ayırtman eğrisi) çizilir.
- Ayırtman eğri üzerindeki bir noktadan itibaren debi artışına karşılık düşümün çok daha fazla olduğu görülür. Bu noktaya «kritik nokta» denir.

Kuyu ayırtman eğrisi



Akım Deneyi (Fıskıran Artezyende)

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

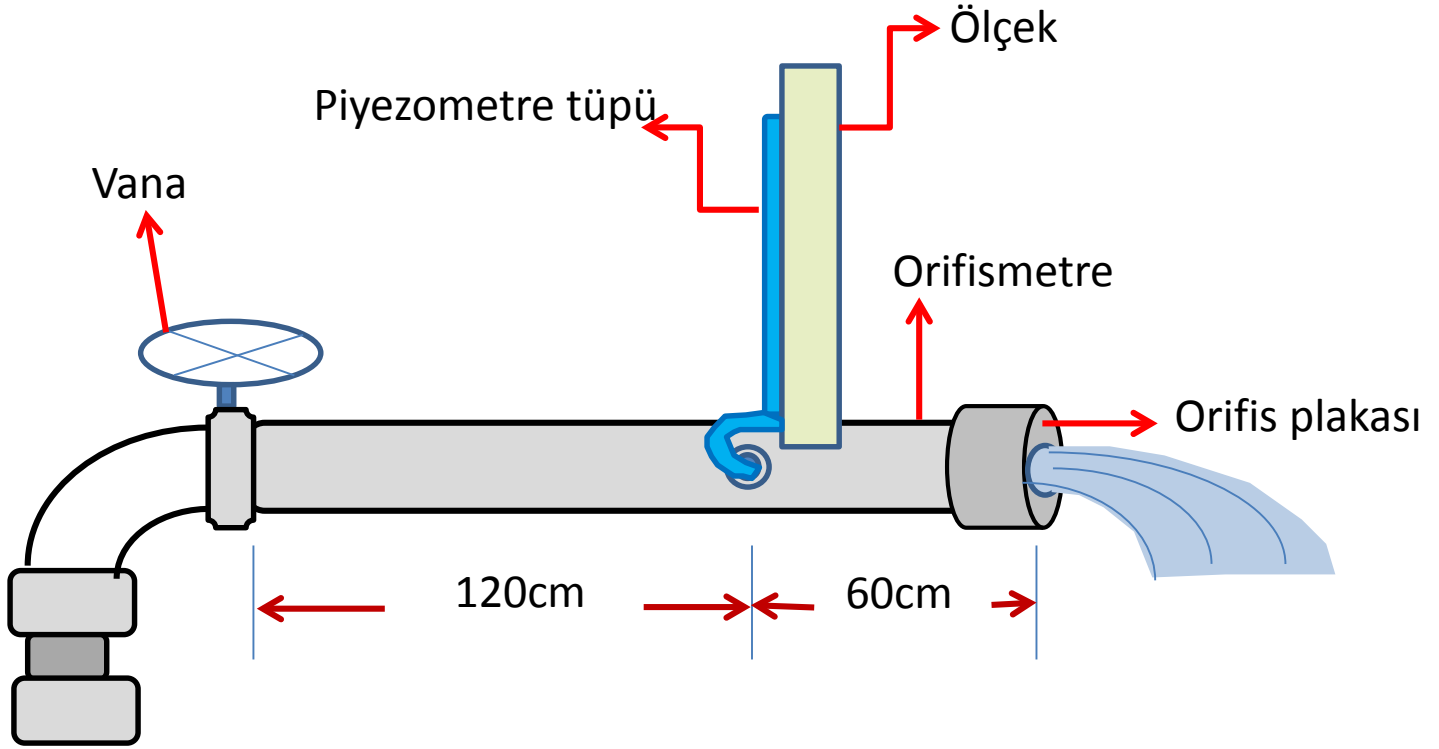
Dikkat edilecek konular

1. Kuyuda su taşıyan her formasyon için ayrı bir verim testi yapılır. Alüvyonlar içindeki tabakaların ve beslenme sahası aynı olan formasyonların deneyleri birlikte yapılır.
2. Pompalama deneyi sırasında, deney yapılan kuyunun 1km civarındaki kuyulardan pompa ile su çekilmemesine dikkat edilir.
3. Kuyunun yıkama işleminden en az 12-24 saat sonra deneye başlanmalıdır.
4. Pompalama deneyleri akiferin tüm kalınlığı boyunca yapılır.
5. Herhangi bir nedenle deneye ara verilmesi durumunda pompalama testine yeni baştan başlanır ve statik seviyenin başlangıçtaki konumuna gelmesi beklenir.

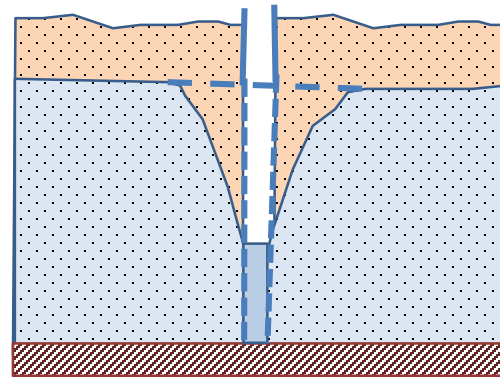
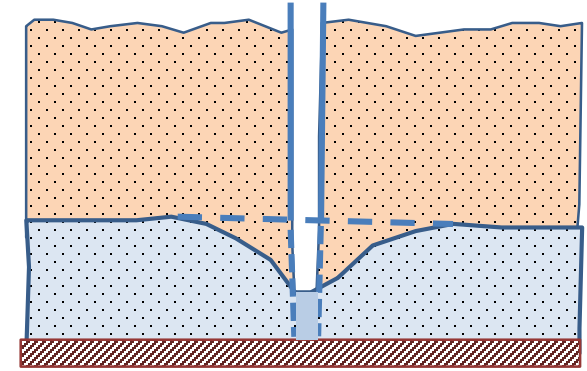
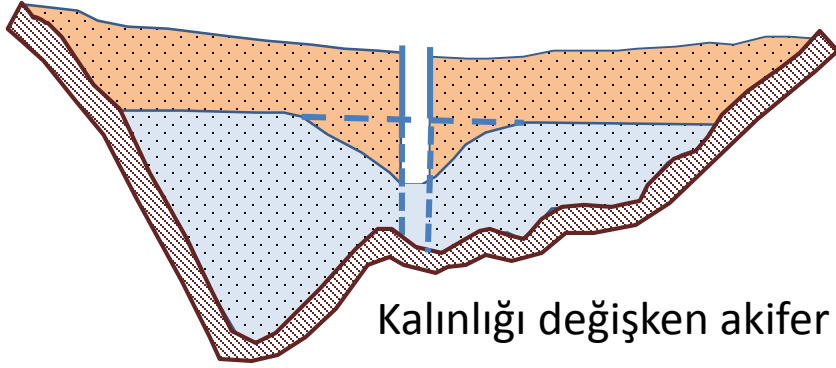
Pompaj testi ölçümleri düşüm verilerinin doğruluğu ve pompaj testlerinin analiz sonuçları aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

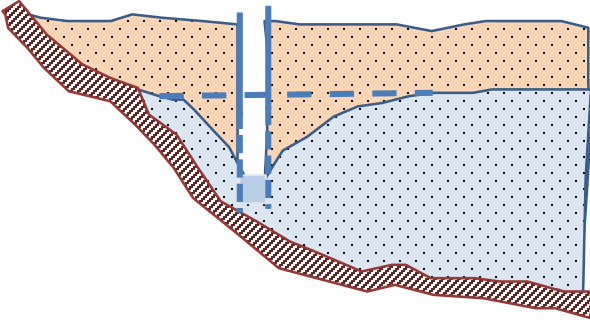
- Sabit bir pompaj debisinin sağlanması
- Farklı uzaklıklardaki ikiden fazla gözlem kuyusunda düşümün ölçümü
- Belirli zaman aralıklarında düşüm ölçümünün alınması
- Barometrik basıncın, nehir seviyelerinin vb. test boyunca ölçülmesi
- Hem alçalım ve hem de yükselim verilerinin ölçülmesi
- Pompaj testine basınçlı akiferler için minimum 24 saat, serbest akiferler için 72 saat sabit Q ile devam etmek
- 24 saatin üzerinde bir pompaj testinde 5 yada 6 farklı Q ile veri toplama

Orifis metre

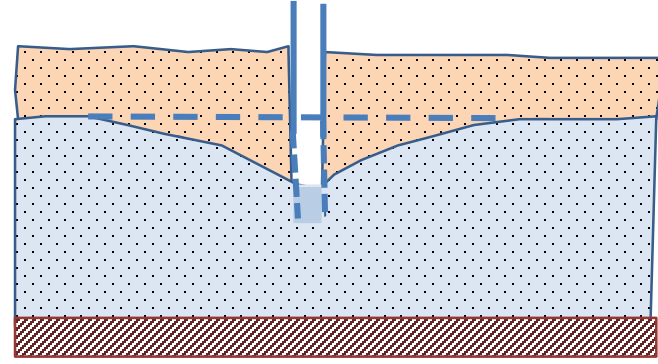


Pompalama deneyinde hatalı yorumlara neden olacak akifer özellikleri

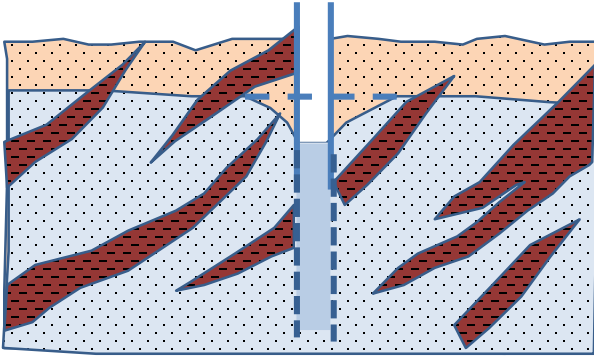




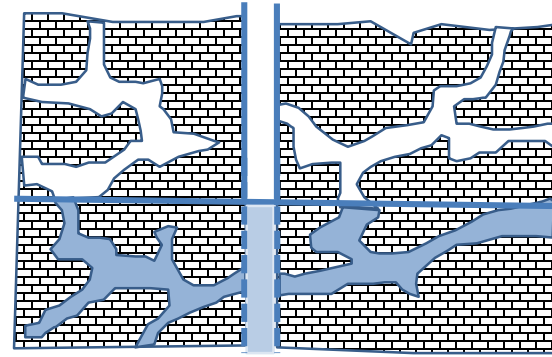
Yayılmı farklı akifer



Sığ sondaj



Heterojen akifer



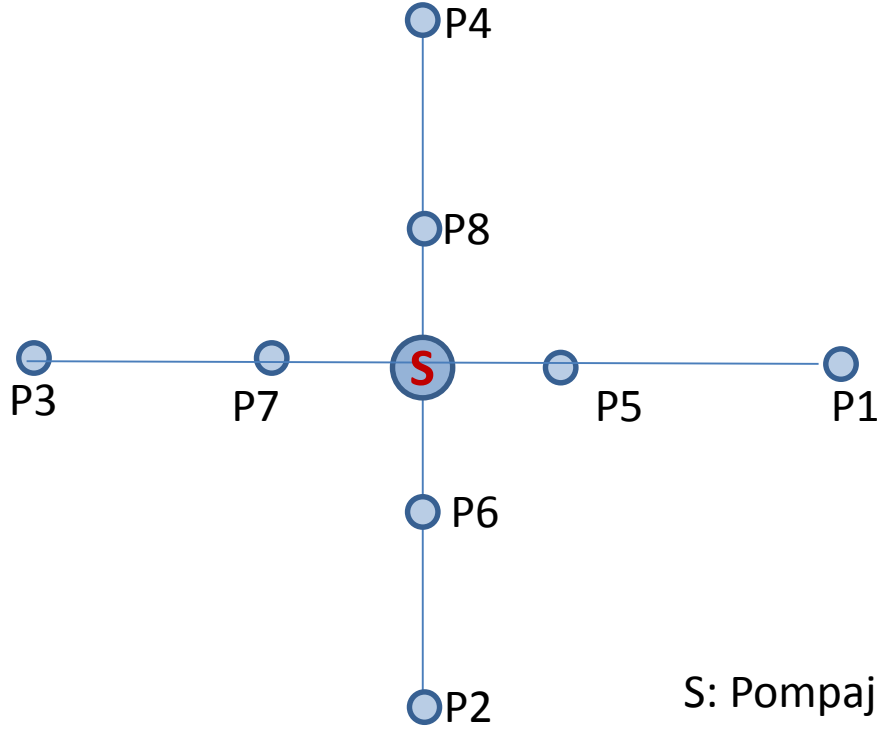
Karstik akifer

Tanımlar

Pompaj (pompalama/işletme) kuyusu: üzerine pompa monte edilerek su çekilen ve su verim test yapılabilen sondaj kuyusudur.

Gözlem (rasat/piyezometre) kuyusu: Pompaj kuyusu civarında pompaj kuyusundan daha küçük çaplı, teçhizli veya teçhizsiz, daha sığ açılmış su seviye ölçümleri yapılan kuyudur.

Kuyuların konumu



S: Pompaj kuyusu

P: piyezometre (gözlem) kuyusu

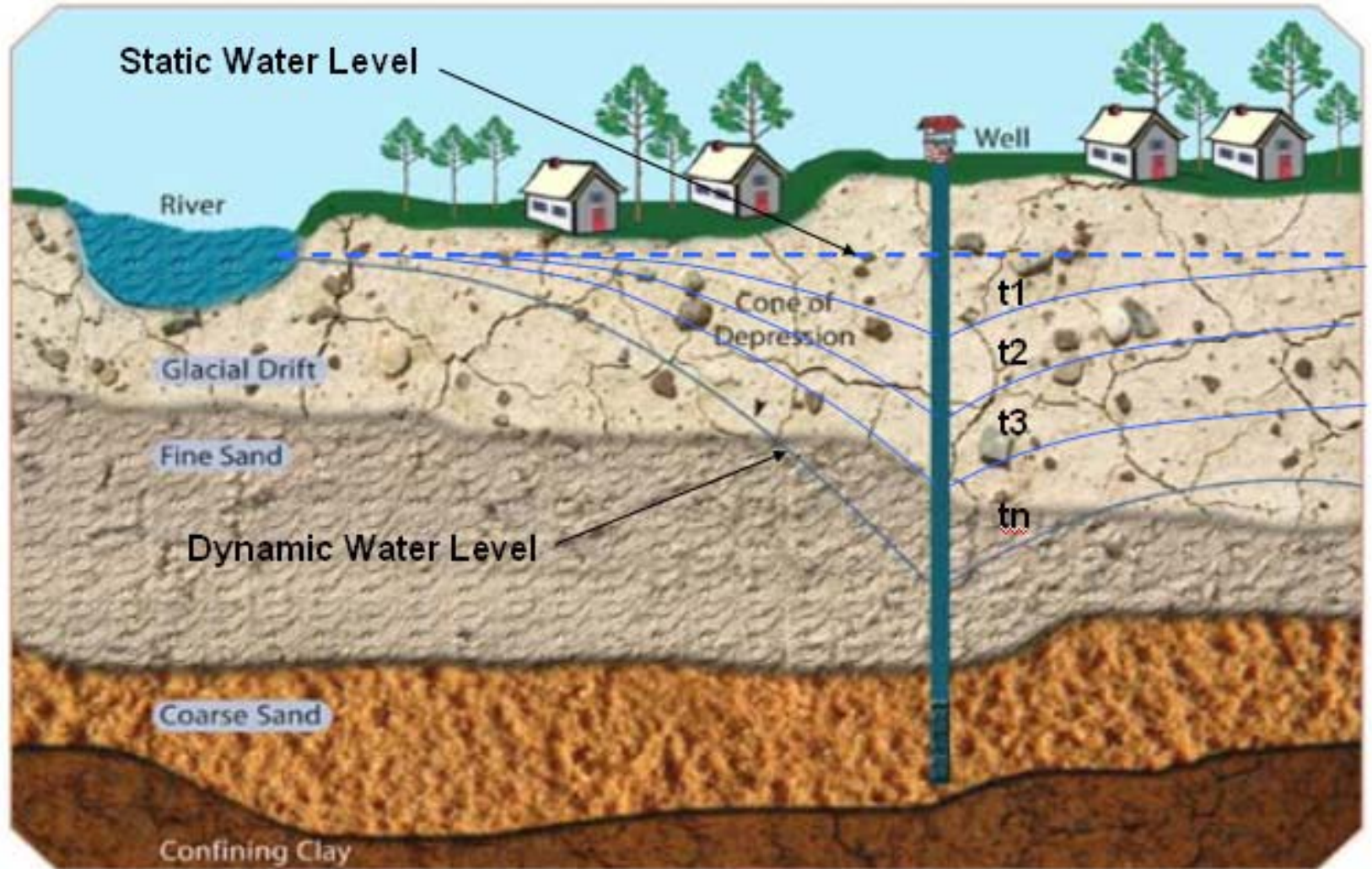


Statik Su Seviyesi (Static water level): Bir kuyudan veya akiferden pompaj veya serbest akış yoluyla su alınmadığında suyun sabit kaldığı seviyedir. Bu genellikle, yeryüzünden (veya zemin yüzeyi yakınındaki bir ölçüm noktasından) kuyudaki su seviyesine olan mesafedir. Örneğin, bir kuyudaki statik seviye 4,6 m denilince bu, pompaj yapılmadığında, su seviyesi 4,6 m aşağıda sabit durumda demektir.

Artezyen yapan (fışkıran) bir kuyunun statik seviyesi, suyun zeminin üstündeki yüksekliği cinsinden ifade edilir. Artezyen akışı durdurulduğunda veya zemin seviyesinde tutulduğunda oluşan basınca artezyen basıncı denir. Eğer kuyudaki su, zemin seviyesinde 1 kg/cm² lik bir basınca sahipse, bu basınç sebebiyle su, zemin yüzeyinden yukarıya doğru çıkan bir boruda 10 m yükselecek demektir.

Dinamik su seviyesi (Dynamic-Pumping water level): Pompaj belli bir debiyle devam ederken, suyun kuyuda sabit kaldığı seviyedir. Artezyen yapan bir kuyuda ise kuyudan fışkıran suyun zemin üstündeki yüksekliğidir.

Düşüm (Drawdown) – s : Statik su seviyesi (su tablası) veya piyezometrik seviye ile dinamik su seviyesi arasındaki metre cinsinden uzaklıktır. Bu uzaklık, kuyudan çekilmekte olan suyun debisine bağlı olarak, suyu akiferden kuyu içine akmaya zorlayan su yükünü (basınç) ifade eder. Serbest akifer durumunda su yükü, düşüm eğrisinin bir noktasındaki gerçek su seviyesi olarak tanımlanır. Basıncılı akifer durumunda ise düşüm eğrisi, o noktadaki basınç yükünü ifade eder.



Adapted from *Groundwater and Wells, Second Edition* by Fletcher G. Driscoll, Ph.D.

Artık Düşüm (Residual Drawdown): Pompajın durdurulmasından sonra su seviyesi yükselerek pompaj öncesinde ölçülmüş olan statik seviyeye yaklaşır. Su seviyesinin yükselimi sırasında, su seviyesi ile başlangıçtaki su seviyesi arasındaki mesafeye “artık düşüm” adı verilir.

Kuyu Verimi (Well Yield) -Q: Bir kuyudan pompajla veya serbest akışla (artezyen) birim zamanda alınan su hacmidir. Genellikle $m^3/gün$ veya lt/s olarak ifade edilir.

Etki Yarıçapı (R): pompaj kuyusunda su çekilirken kuyu içindeki su seviyesi düşer. Kuyunun çevresinde ise bu düşüş daha az olur. Kuyudaki su seviyesi dinamik seviyeye ulaştığında kuyunun etrafında tabanı yukarıda olan bir alçalım (düşüm) konisi oluşur. Bu koninin tabanının yarıçapı yani kuyu merkezi ile düşümün sıfır olduğu yere kadar olan uzaklık değeridir.

Statik seviye

Statik seviyeye olan derinlik

SSS

düşüm

Alçalma eğrisi

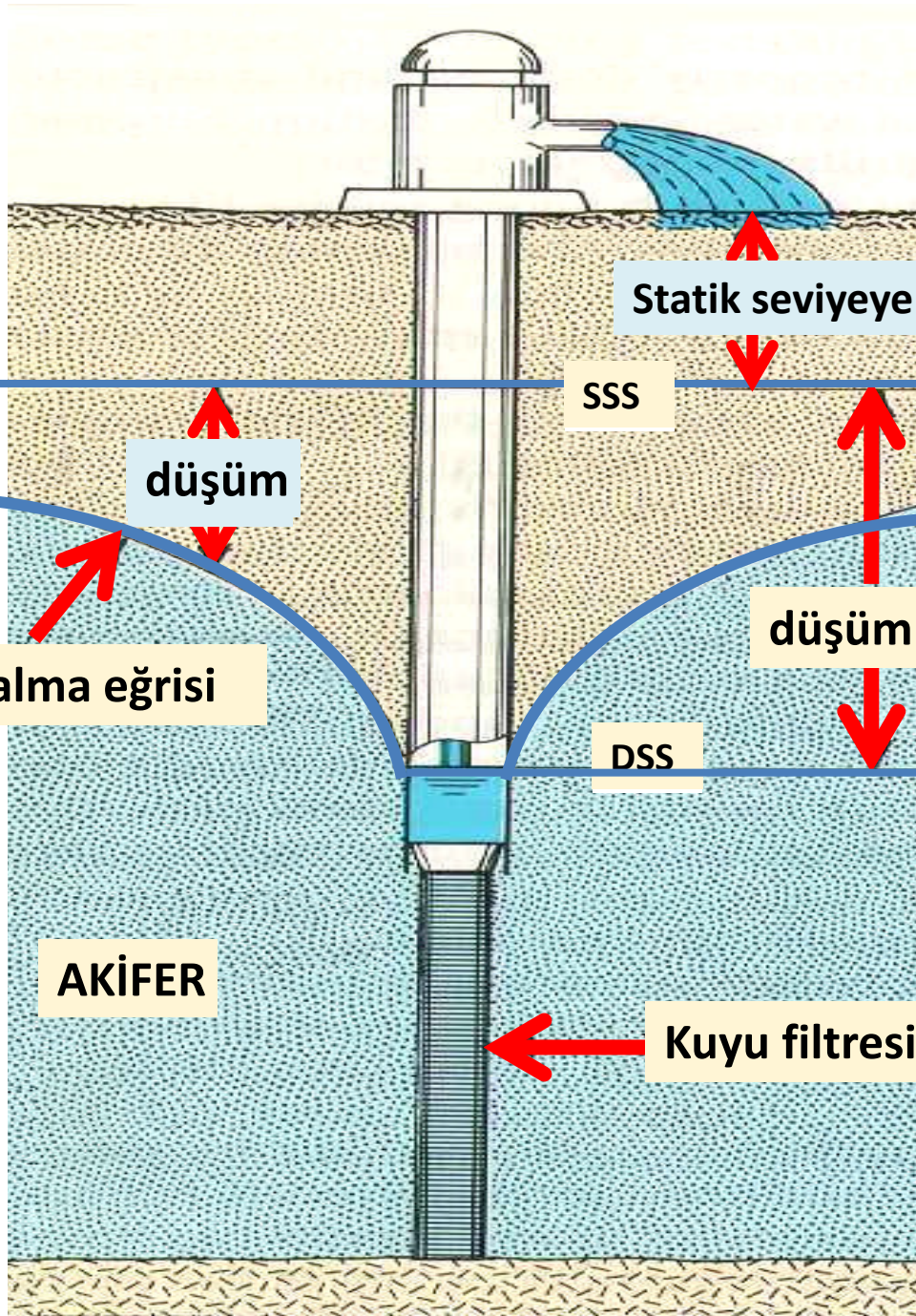
düşüm

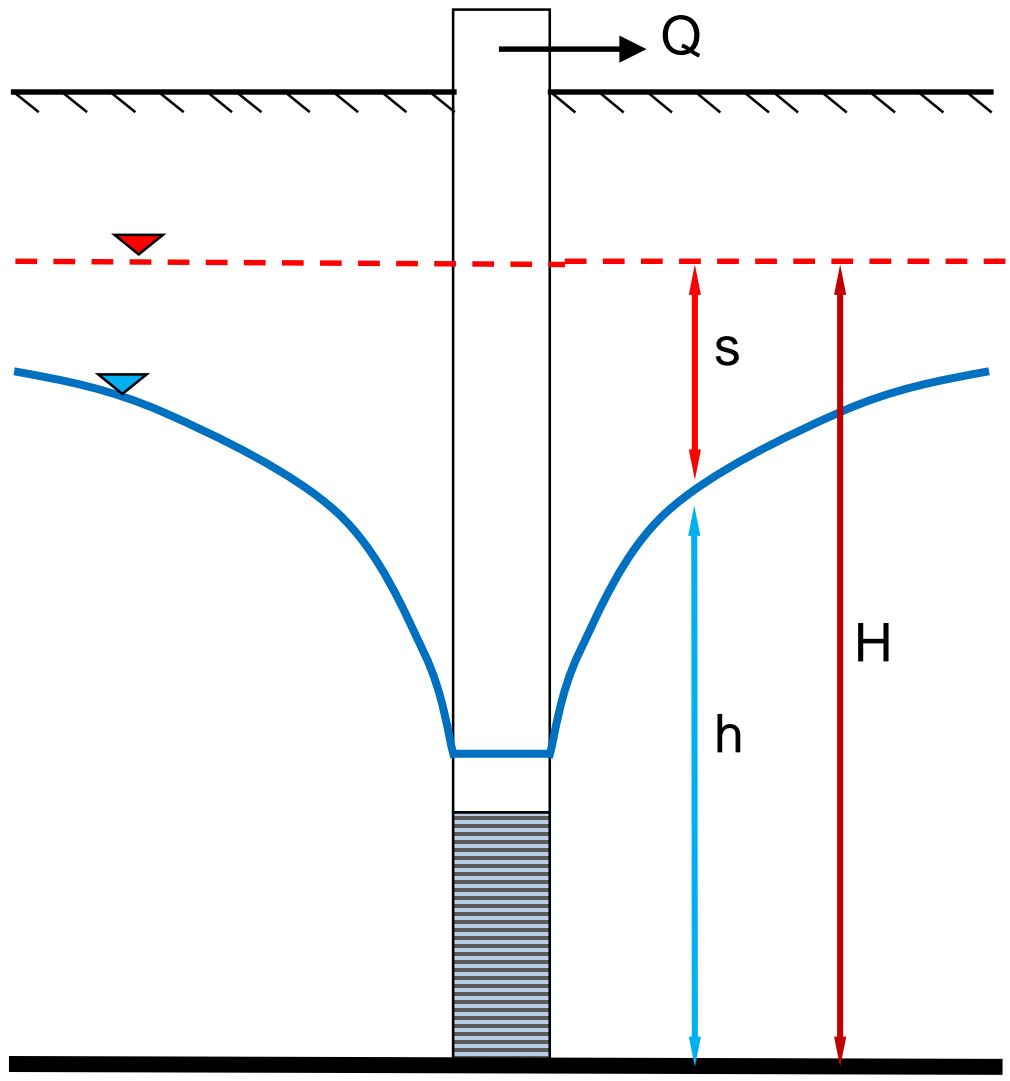
DSS

Dinamik seviye

AKİFER

Kuyu filtresi

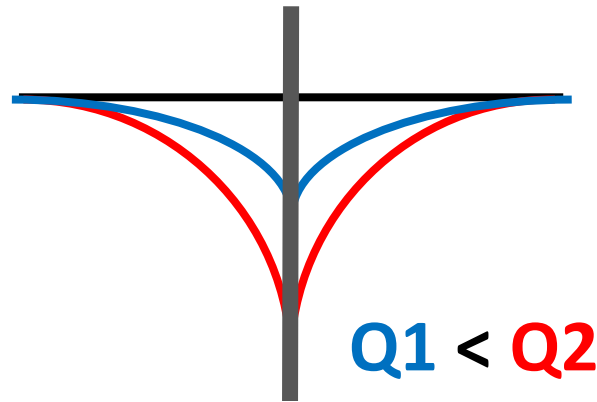
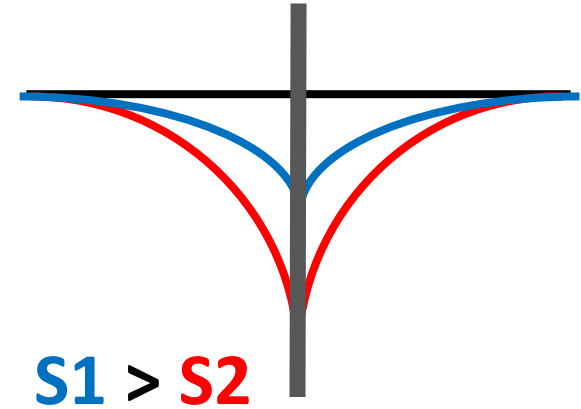
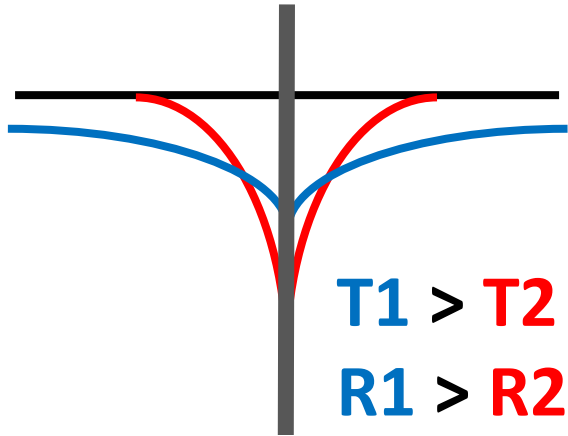




Boşalım veya Düşüm Konisi: Pompalama sırasında kuyu etrafında kuyudaki su seviyesinin alçalması ile oluşur. Böylece napın ilk dengesi bozular. Düşüm konisinin şekli ve boyutu;

- a) Pompaj debisine
- b) Pompaj süresine
- c) Hidrolik eğime
- d) Akiferin depolama katsayısına
- e) Akiferin transmisibilitesine
- f) Kuyu beslenme ve boşalma durumuna bağlı olarak değişir.

Düşüm konisinin şekli



Özgül Debi (Specific Capacity) : Bir kuyunun özgül debisi, birim düşüme karşılık gelen verimidir. Belli bir süre, genellikle 24 saatlik pompaj sonunda, 1 m'lik düşüme karşılık 1 günde çekilen m³ cinsinden su miktarı ile ifade edilir. Aynı anda ölçülmüş olmak şartı ile kuyu debisinin düşüme bölünmesiyle özgül debi bulunur.

Örneğin, pompaj debisi 5000m³/gün, düşüm 10 m ise ölçümlerin yapıldığı andaki özgül debi 500 m³/gün/m dir. Genellikle özgül debi pompaj süresine bağlı olarak değişir; pompaj süresi artarken özgül debi azalır. Aynı şekilde, kuyuda boşalım miktarı arttıkça özgül debi azalır. Özgül debi = Q / s

Statik seviye, dinamik seviye, düşüm ve artık düşüm terimleri pompaj kuyusuna olduğu kadar yakındaki diğer kuyulara ve gözlem kuyularına da uygulanır. Örneğin, pompaj kuyusundan 24m uzaklıkta bulunan bir gözlem kuyusunda pompaj sonucunda su seviyesi 1 m azalmışsa, buna o kuyunun düşümü denir.

Ölçme noktası : pompaj kuyusunda su seviyelerinin ölçümünün yapıldığı sondaj borusunun (veya hava borusunun) üst kısmıdır.

Ölçme noktası yüksekliği (boru payı): ölçme noktasından kuyu ağzına kadar olan mesafedir.

Ölçme noktası



Ölçme noktası yüksekliği



Su seviye ölçümü

Pompaj deneyinden önce ve pompalama deneyi sırasında veya çeşitli yeraltı suyu araştırmalarında sondaj kuyularında ve gözlem kuyularındaki su seviyelerinin zaman zaman ölçülmesi gerekir. Ölçümlerin doğru yapılması oldukça önemlidir.

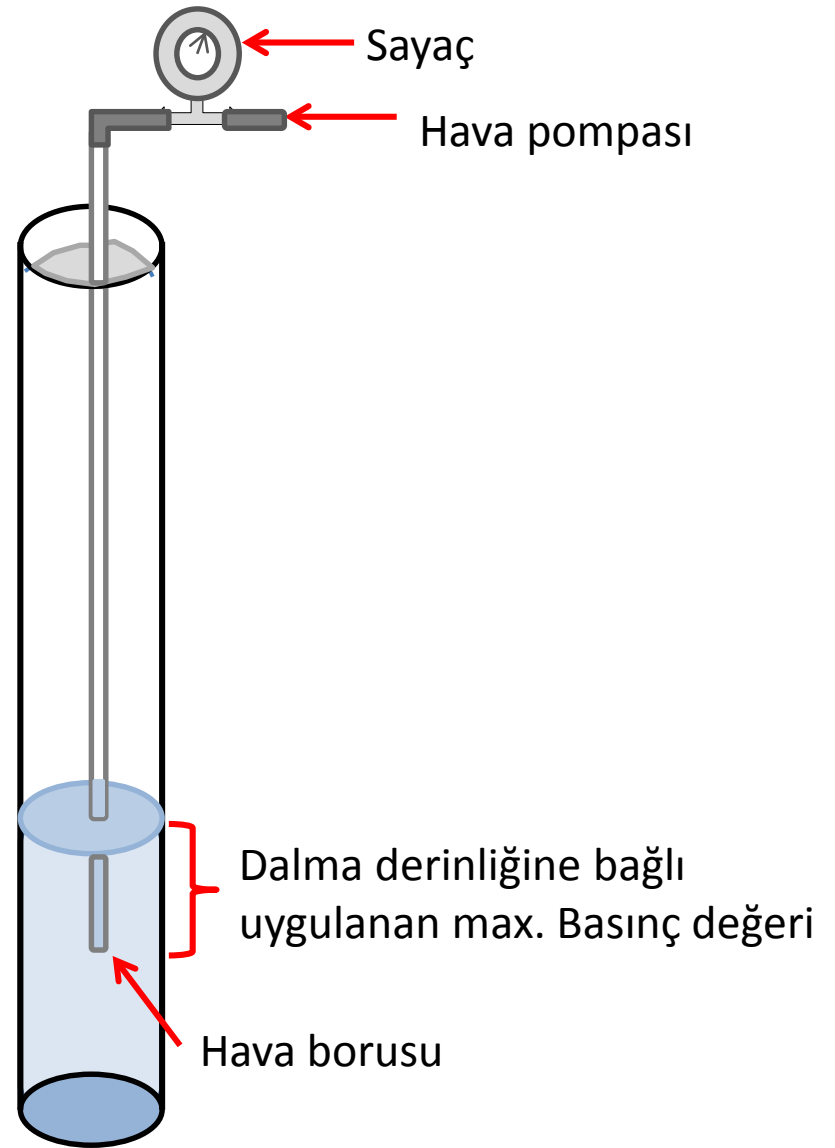
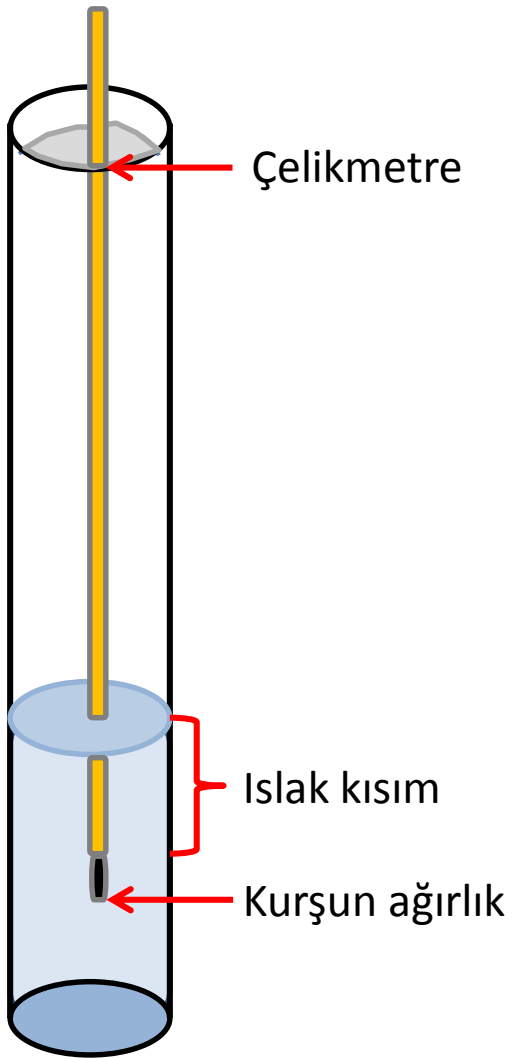
Serbest ve basınçlı akiferlerde su seviyeleri çeşitli yöntemlerle ölçülebilmektedir.

Seviye ölçüm aletleri

Serbest akiferlerde

- Çelikmetre
- Elektriklimetre
- Dödüklümetre
- Hava borusu







Basınçlı akiferde



FıŖkiran artezyende

- Plastik boru
- Manometre

