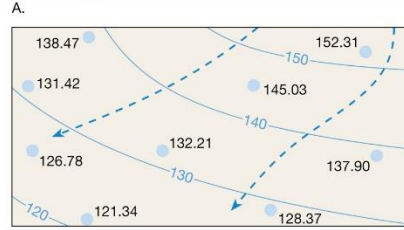
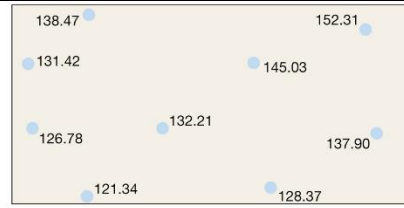


## Yeraltı Suyu Akışı

Su tablası haritası. Kuyularda su seviyesiyle su tablası çakışmaktadır.

- Kuyuların lokasyonu ve su tablasının deniz seviyesi üzerindeki yüksekliği bir harita üzerinde çizilir.
- Bu veri noktaları düzenli aralıklarla (10 m) su kontur çizgilerini çizmek için kullanılır.
- Akış çizgileri (kesikli olarak) doymun zondaki su hareketini göstermek için eklenir.



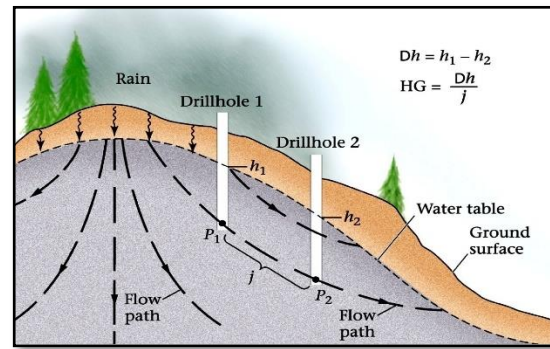
EXPLANATION  
● Location of well and altitude of water table above sea level, in feet  
— 120 — Water table contour shows altitude of water table, contour interval 10 feet  
- - - - - Ground-water flow line  
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

## Yeraltı Suyu Boşalımı ve Darcy Kanunu

### Yeraltı suyu boşalımı:

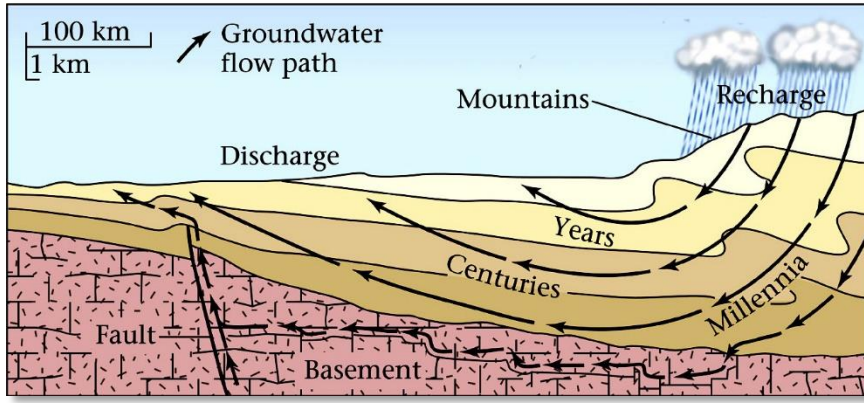
- Henry Darcy (Fransız mühendis) **Darcy's Kanunu' nu ortaya koydu.**
- Eğer biz:
  - Hidrolik eğim ( $\Delta h/j$ )
  - Hidrolik iletkenlik (K)
  - the area through which the water is flowing (A)
- Boşalım =  $Q = K(\Delta h/j)A$

Bazen biz bunu basitleştiririz ve Boşalım = **Su Tablası Eğimi\***  
**Permeabilite = Geçirgenlik**



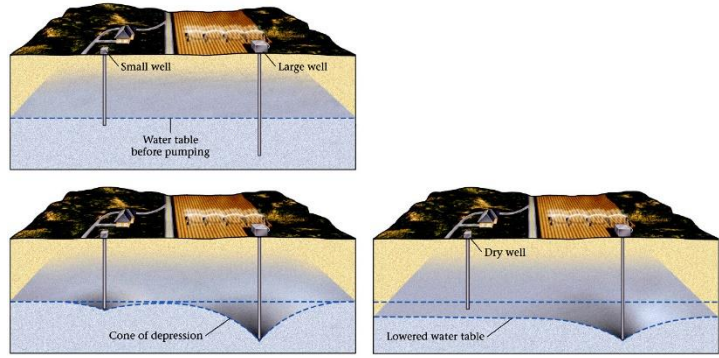
### Yeraltı suyu hangi hızla akar?

- Okyanustaki su akımı ~ 3 km/s (1.8 Mph)
- Nehirdeki su - 30 km/s' e kadar (18 Mph)
- Yer altı suyu - 0.01 - 1.4 m/gün (~4-500 m/yıl)
- Neden bu kadar yavaş?** - Su yolları çok eğimli ve küçüktür, bu yüzden yer altı suyu eğri bürü yoldan akmak zorunda kalması ve kanal duvarları ile sürtünmesi yavaşlatır.
- Hidrojeologlar bazı bölgelerdeki izleri, izleyiciler (bir boya, radyoaktif eleman veya bakteri) enjekte ederek akışı ölçmekte ve hareketlerini izlemektedir.
- Bazı yer altı suyu aylar hatta yıllar sonra ortaya çıkabilir, fakat bazıları on binlerce yıl içinde binlerce yıl ortaya çıkmayabilir.



### Kuyu Düşümü & Düşüm Konileri

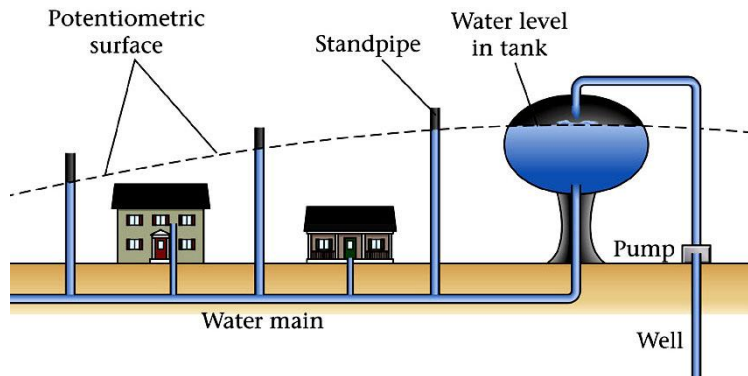
- Bir kuyu akifere erişmek amacıyla delindiği zaman, sondajı açanlar daha az masraf için sığ seviyede suyu bulmak isterler.
- Eğer bir kuyudan normal yer altı suyu akışından daha fazla pompa ile çekim yapılırsa, su tablası aşağı doğru düşer ve buna düşüm konisi denir.
- Düşüm konileri yakınındaki kuyuları geçici olarak kuru hale getirebilir.



- Bu yüzden bir kuyu açıldığı zaman, sondajı yapanlar akiferdeki akış oranı ve çevre kuyulardaki pompalama oranını göz önüne almalıdır.

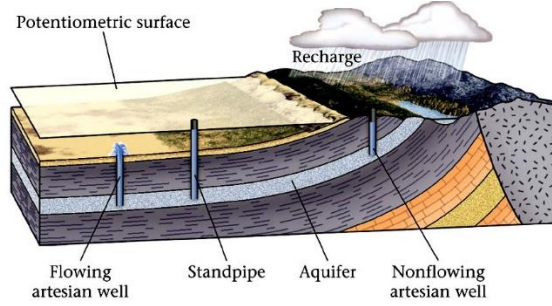
### Artezyen Kuyuları

- Bazı yerlerde, yeraltı sularının kuyudan dışarı pompalanması gerekmez; Su kuyudan serbestçe akarsa, akan artezyen kuyusu denir..
- Bunun nedenini anlamak için, bir şehir su kulelerine bakalım..
- Şehirler önce suyu yerel akifer / kaynaktan yüksek bir depo tankına pompalar..
- Bu yüksek tank kasabadaki evlere yeraltı boruları ağı ile bağlıdır.
- Yüksek tanktaki basınç, kasabanın borularından suyun yükselmesini sağlıyor..
- **PİZOYEMETRİK YÜZEY:** Basınçlı akiferin üzerindeki basınç yüzeyidir.



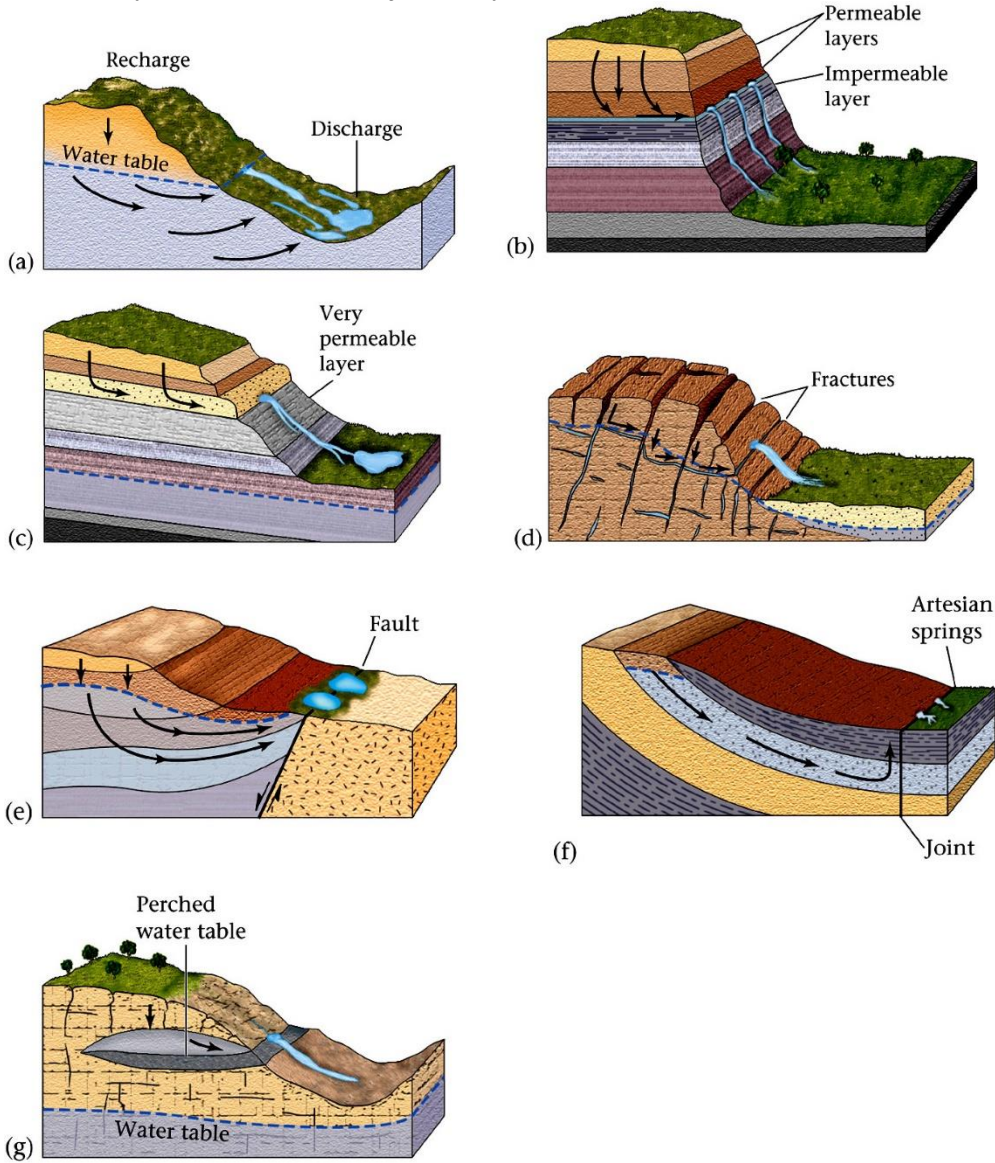
### Doğada Artezyen Kuyuları

- Artezyen bir kuyu doğada büyük basınç altındaki basınçlı akifer delindiği zaman oluşabilir.
- Eğer pizyometrik yüzey zemin üzerinde ise, kuyu **akan artezyen kuyu** olacaktır.
- Eğer pizyometrik yüzey su tablası üzerinde ise, fakat zemin altında ise kuyu akış olmayan artezyen kuyu olacaktır.



### Kaynaklar – Bunların Oluşumuna Hangi Koşullar Neden Olabilir?

- **Kaynak** – Yeraltısuyunun boşalım yaptığı yerdir.
- Kaynaklar çeşitli hidrolojik senaryoda oluşabilir.

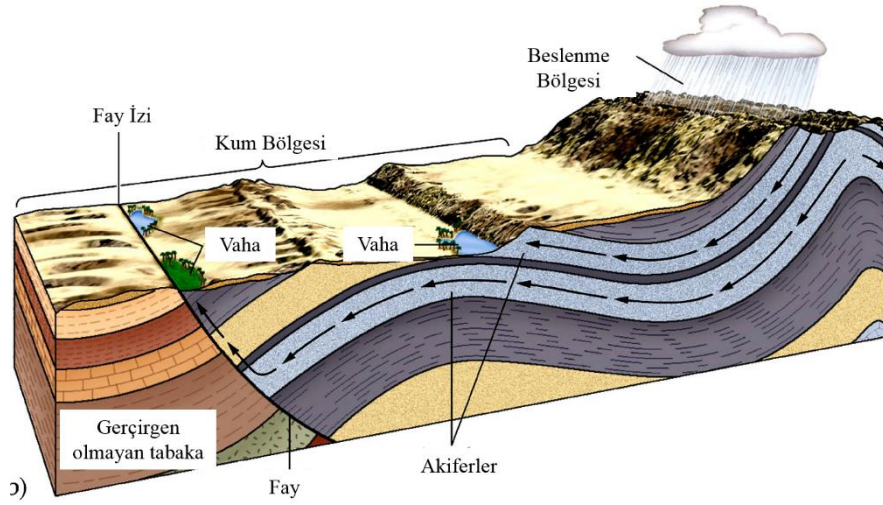


- Burada gösterilen çeşitli koşullar bir kaynağın oluşmasına neden olur.



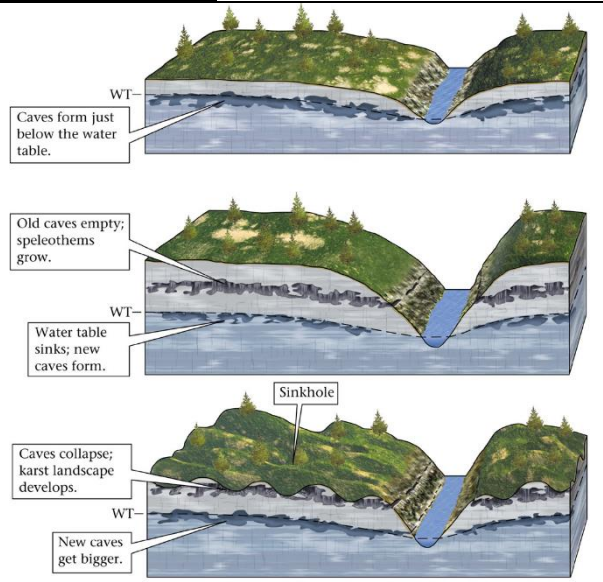
### Vaha...Serap veya Jeoloji?

- Kıvrımlı akiferler ve faylar vaha oluşumuna sebep olabilir.
- Faylar derinlerden yukarıya derin suları getirerek kaplıca oluşturabilir.



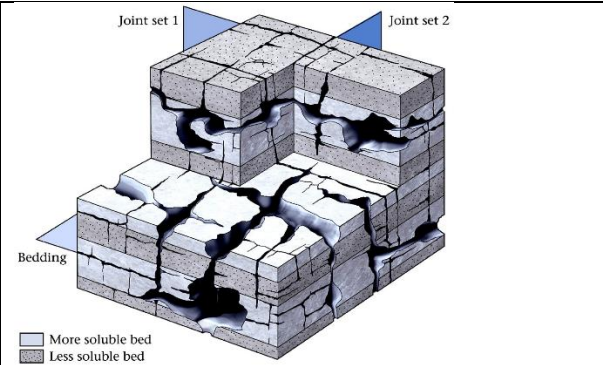
### Karst Manzaraları ve Yeraltı suyu

- Yeraltı suları kalker gibi kalsit taşıyan kayaları çözebilir.
- CO<sub>2</sub>, suyla karıştığında, bu işlemi hızlandıran karbonik asit denilen zayıf bir asit oluşturur..
- Zamanla, su tablasındaki değişiklikler mağaraların karmaşık ağlarını oluşturabilir..
- Eğer büyük bir mağara yeryüzünün yüzeyine yaklaşırsa (genellikle erozyon ile), çökebilir ve bir düden oluşabilir..
- Düdenegemen olan araziye **Karst Landscape veya Karst Topografyası** denilmektedir.



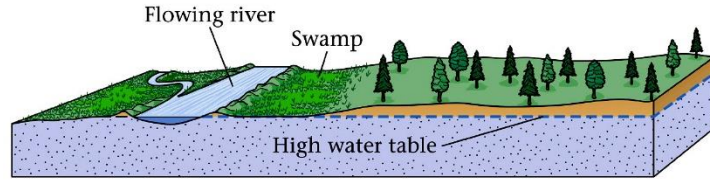
### Yeraltı suyu Kireçtaşından Nasıl Akıyor?

- Kireçtaşı neredeyse geçirimsiz olmasına rağmen, genellikle çatlaklıdır.
- Çatlaklar ikincil bir gözeneklilik sağlar ve yeraltı sularının akmasına izin verir..

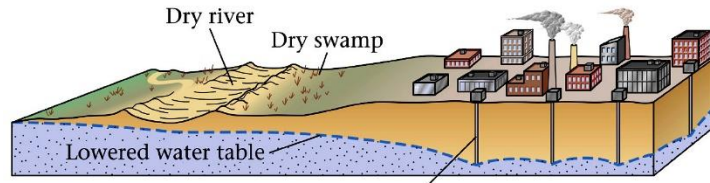


## Yeraltı Suyu...Sonsuz mu veya Sonlu mu?

- Yer altı suyu yenilenebilir olmasına rağmen, eğer kullanım yüksek olursa, yüzlerce yıllık sürelerde büyük problemler olabilir.



(a)

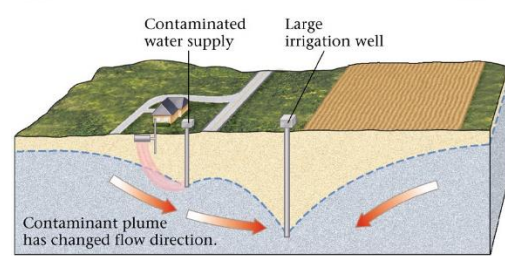
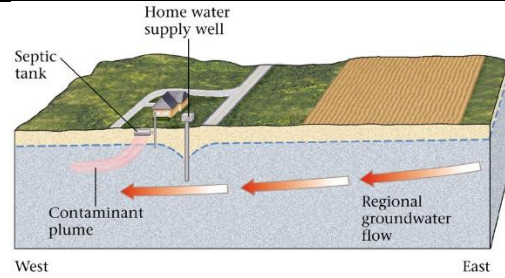


(b)

Industrial pumping

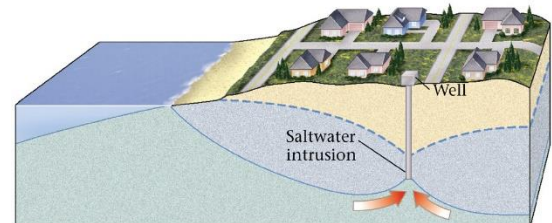
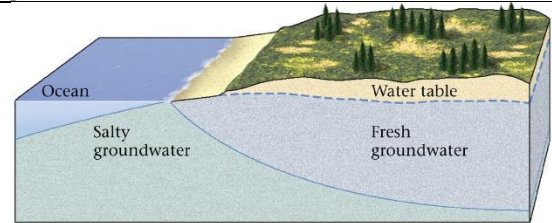
## Yeraltı Suyu Problemleri

- Büyük kuyular yer altı suyu akış yönünü değiştirerek atık hareketini güvenli olmayan bölgeye yönlendirebilir.



## Tuzlu su girişi

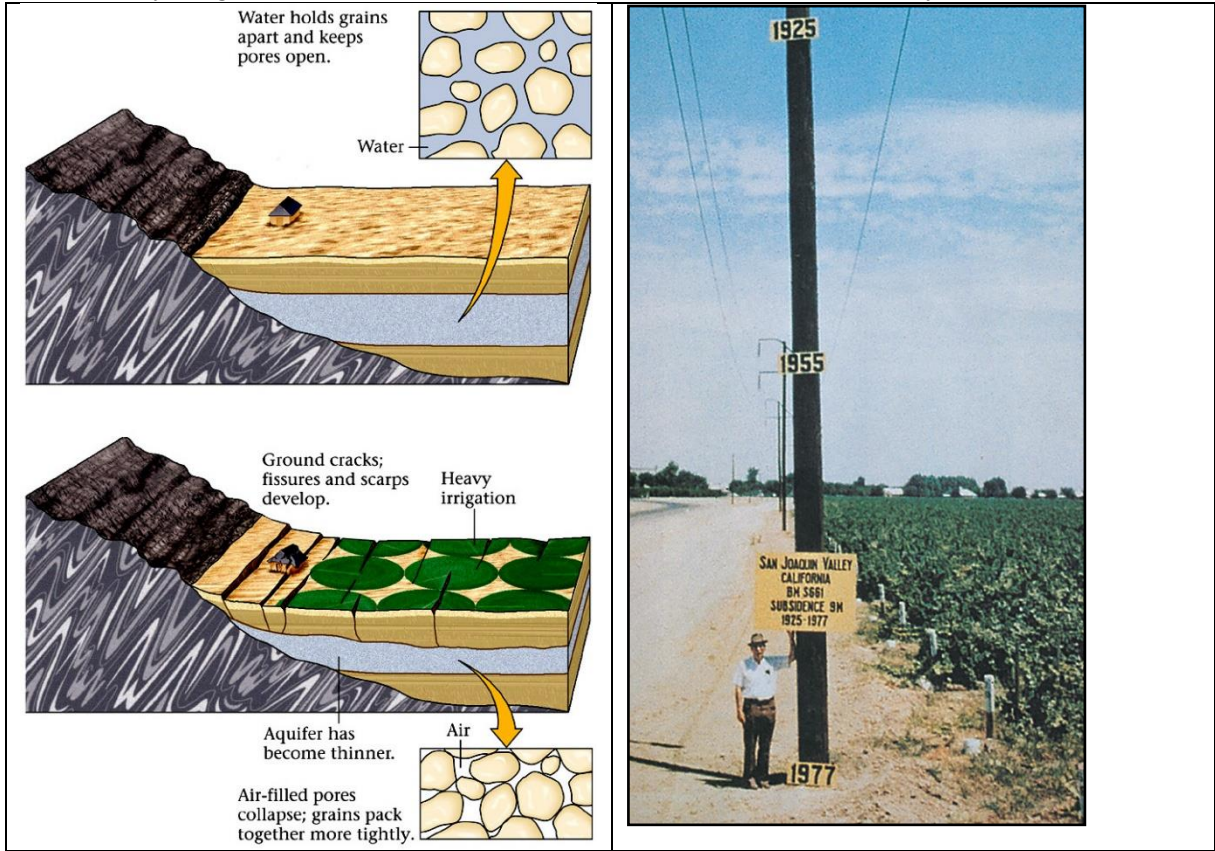
- Tuzlu su tatlı sudan da yoğundur, bu yüzden yer altı suyu tablası altında kalır.
- Pompalama ve düşüm doğal olarak tatlı su akiferlerinin içerisinde tuzlu su istilasına sebep olabilir.





## Cökme

- Yeraltı suyu basıncı kaya tanelerini ayrı olarak tutar.
- Su ayrıldığı zaman, ıslak tabaka sıkışabilir ve akiferin üzerinde çökmeye neden olabilir..



Bu elektrik direği üzerindeki tarihler dramatik biçimde Kaliforniya, San Joaquin Vadisi'nde meydana gelen çökmeleri gösteriyor. Yeraltısuyu çekimleri ve sonrasındaki çökellerin sıkışması nedeniyle 1925 ile 1977 arasında yer zemininde yaklaşık 9 m çökme meydana gelmiştir.

İtalya'da eğik Pisa kulesi. Eğilme kısmen yeraltı suyunun aşırı çekilmesi ile olan çökmenin bir sonucudur.





Kaliforniya, Long Beach’de bulunan petrol sahasından petrol çıkarılması, çökellerin sıkışması yüzünden zemini 9 m kadar çöktürmüştür. Hazneye petrolün yerini alacak suyun pompalanmasıyla zeminin çökmesi durmuştur.

### ***Yeraltısuyu Kalitesi***

Suyun sert ya da yumuşaklığını çözünmüş kalsiyum (Ca+2) ve magnezyum (Mg+2) miktarı belirler. 60 mg/L’den az sular **yumuşak su**, 61-120 mg/L arası **orta sertlikte sular**, 121-180 mg/L arası **sert sular** ve 180 mg/L den daha fazlası **çok sert** sulardır.

Su boruları ve ısıtıcılar ile bulaşık makineleri ve hatta bardaklar ve yemek takımlarında bile kireç (Ca ve Mg tuzları) bağlaması sert suyun olumsuz bir yanıdır.