

Sayı (Number): 5



Yeraltı Suyu Hidroliği Esasları

Zekâi Şen

Eylül (September) 2017
İstanbul - Türkiye

YERALTI SUYU KÜLLİYESİ
TURKISH WATER FOUNDATION
GROUNDWATER FACULTY

YERALTI SUYU BÜLTENİ : SAYI 5

Yeraltı Suyu Hidroliği Esasları

Zekai Şen

©2017 SU VAKFI

Tüm yayın hakları anlaşmalı olarak Su Vakfı'na aittir.
Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir, izinsiz çoğaltılamaz, basılamaz.

Basıma Hazırlayan :
Muhiddin YENİGÜN



SU VAKFI

Libadiye Cad. Doğanay Sokak No:6 Kat:4 Üsküdar İstanbul
Tel: (216) 412 3383 - Faks: (216) 412 3390
suvakfi@suvakfi.org.tr - www.suvakfi.org.tr

Yeraltı Suyu Hidroliği Esasları

Zekai Şen

Su Vakfı

1. GiriŐ

Jeolojik kayalar içinde görülen su çevriminin en önemli bileŐeni yeraltı suyudur. Bu kayalar arasında su, zemin nemliliği, vadoz su ve yer altı suyu olarak bulunur. Su yeraltındaki jeolojik kayaların çoğunda değişik oranlarda bulunur ve bunlardan gözenek ve boŐlukları tamamen suya doymuş olan jeolojik çevreye, yeraltı suyu hazneleri adı verilir. st tarafta geçirimsiz bir tabakanın bulunmaması halinde, suya doygun olan bu kısmın st tarafındaki doygun-doygun olmayan kısımlar arasındaki sınıra su tablası veya yeraltı suyu seviyesi adı verilir. Su tablasının st tarafında kalan kısımlara yeraltı nemliliği bakımından su ve hava karıŐımı bulunduğu için havalı kısım adı verilir. Doygun olmayan bu kısımdaki zemin nemi ile beraber bulunan su türlerine vadoz su denir.

Dünya su dengesi çalışmaları değişik araŐtırmacılar tarafından yapılmıŐtır (L'Vovitch, 1970; O'Kane, 1992 ve Singh, 1992). Bunlardan son araŐtırmacı tarafından yapılan çalıŐmalara göre, su tablasından yaklaşık 8 km derinlik içinde 4 milyon kilometre kp su bulunur ve daha da derinlere gidilince bu miktar artar. Maalesef, bu suların ekonomik olarak yeryüzüne çıkarılması pahalıdır ve tuzluluğu da fazladır. Kıtaların st 800 metrelik kabuk kısmında bulunan yer altı suyunun, bir anda dünyada akan akarsuların taŐıdđı su hacminin 3000 katı kadardır. Tüm akarsu ve dünyadaki gllerin bir andaki su

hacimlerinin de 20 katı kadardır. Diğer su çevrimi elemanları (yüzeysel su, buharlaŐma, vs.) ile kıyaslandđında yeraltı suyunun önemi daha da anlaşılır. Yeraltı suyu dünyada bulunan içilebilir suların üçte ikisini kapsar. Buna tuzlu olan okyanus ve deniz suları dhil değildir. Yukarıda belirtilen 4 milyon km³lk suyun %95'i yeraltı suyu, geri kalan %5'lik kısımda, %1,5'i zemin nemi ve %3,5'i de gl, bataklık, biriktirme haznesi ve akarsularda depolanmıŐtır. Yeraltı suyunun bu çok miktarda bulunuŐu onun jeolojik tabakalarda ne kadar uzun sürede çok yavaŐ hareket ettiğini gösterir. Freeze ve Cherry (1979) tarafından belirtildiği üzere yeraltı suyunun 10'lar, 100'ler ve hatta 1000'lerce yıl boyunca çok yavaŐ hareket ettiği anlaŐılmıŐtır. İŞte bu fazla miktarda bulunan yeraltı suyu kuyular ve pompalar vasıtası ile çekilmesi sonucunda yenilenebilmesi hemen mümkün olmamaktadır. Singh(1992) tarafından belirtildiği üzere beslenme olmaması durumunda dünyadaki yeraltı suları gelecekte 550 yıl süre ile yeterli olabilecektir.

2. Su taşıyan tabakanın (Akiferin) jeolojik zellikleri

İnsanlar çok eski devirlerden beri yeraltı suyu kaynaklarını tarım ve evsel kullanımlar için geniş çaplı kuyular ve kaynaklar vasıtası ile kullana gelmiŐlerdir. Bu tür kuyular, dünyanın birçok yerinde hayvan kuvvetinden yararlanarak suyun yeryüzüne çıkarılması

için kullanılmıştır. Bu durum, bundan yaklaşık 70 yıl öncesine kadar derin sondaj kuyularının vurulmaya başlamasına kadar devam etmiştir. Büyük şehirlere su temini, geniş alanları sulama ve endüstri amaçları için yeraltı suyunun bol miktarlarda kullanılması için gelişen petrol endüstrisi ve teknolojisi sayesinde, 1 km derinliklere kadar sondaj kuyularının vurulması mümkündür. Mevcut yeraltı haznelerinden yeraltı suyunun planlı bir şekilde çekilmesi için hesaplamalarda gerekli olan su taşıyıcı tabakaların (akifer) hidrolojik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu özellikler su taşıyan tabakanın depolama parametresi ile iletim parametrelerinin öncelikli olarak belirlenmesi ile olur. Bu parametrelerin yapılan arazi çalışmaları sonucunda belirlenmesi ile bir akiferde bulunan ve çekilebilecek su miktarlarının tahmin edilmesi mümkün olabilir.

Yeraltı suyu çekilmesi için kuyuların vurulmasından önce, jeolojik ve hidrojeolojik olarak tabakaların incelenmesi önemlidir. Pratik olarak yer kabuğunun en üstteki 1 km'lik kısmı yeraltı suyu bakımından önemlidir. Çünkü tatlı yeraltı suyu daha ziyade bu derinliklerde bulunur. Suyun daha da kıymetli olduğu kurak veya yarı-kural yörelerde, sondajların 1 km'lik derinliğin bile altına geçmesine müsaade edilir. Değişik özelliklere sahip olan yer kabuğu jeolojik kayalar tarafından örtülmüştür. Kayaların içinde bulunan katı ve boşluk kısımlarının oranları bunların yeraltı suyu depolama ve hareketine müsaade etme özellikleri bakımından önemlidir. Bu kısımların birbirine göre durumları ve kaya kütlesi içindeki yüzdeleri, hidrojeolojik çalışmalar için önemlidir. Bu katı ve boşluk kısımlarının bir kaya içinde gelişmesinde litoloji, stratigrafi ve yapısal jeoloji gibi olayların başlıca rolleri olmuştur. Bunlardan litoloji, kayaların fizik olarak yapılarını gösterir ve bu bakımdan onların mineral bileşenlerini, dane boyu ve sediment kayalarda bunların paketlenmesi-

ni veya kayalar içindeki jeolojik oluşumları inceler. Stratigrafi ise, değişik kayaların geometri ve yaş ilişkilerini, kayaların yatak ve sedimentler orijinli jeolojik sistemlerinin neler olduğunu araştırır. Yapısal durumlar ise çatlaklar, faylar, kıvrımlar, tabakalar arası süreksizlikler gibi geometrik büyüklükleri yığılma, tektonik aktiviteler sonrası oluşma ve kristalleşme olayları hallerini inceler. Konsolide olmamış sediment kayalarda litoloji ve stratigrafi en önemli jeolojik kontrollerin neler olduğu hakkında bilgi verir. Jeolojik kayaların depositleşmesi esnasında geçirdiği evrimler de bunların tanınmasında yardımcı olur. Değişik kayalar çeşitli dane ve boşluk ilişkileri sergilerler. Depositleşmenin yönü ve şiddeti jeolojik oluşumlarda anizotropi ve heterojen olmayışları izah eder. Anizotropi ve heterojen olmayış her ne kadar matematik hesaplamalarında arzu edilmeyen özellikler ise de, bunlar o jeolojik kayacın yeraltı suyu depolama ve hareketinin belirlenmesi için sayısal olmayan inceleme ve yorumların yapılmasına yarar. Bu bakımdan bu tür yeknesak olmayışlar kayaların gerçek davranışları hakkında bilgiler verir.

Jeolojik kayaların içinde bulunan dane ve özellikle boşluklar hidrolojik çevrimden sızan suların yeraltında depolanmasına sebep olur. Aslında boşluklar yeraltı suyunu depolayan hacimlerdir. İşte bu boşlukların bulunması sayesinde yeraltı sularının depolanması mümkün olur. Bu nedenle de yeraltı suyu haznelerinden bahsedilir. Benzer olarak, petrol ve doğal gazında bulunmasının sebebi bu tür boşluklardır. Hazne genel olarak, yeraltı suyu depolanması bakımından "yeraltı suyu depolayabilen ve gerektiğinde bu suları kolayca bırakabilen jeolojik ortamlar" olarak tarif edilebilir. Mesela, nasıl bir banka para deposu, beyin bilgi deposu, güneş enerji deposu, denizler yüzeysel su deposu ise, gözenekli, çatlaklı ve erime boşluklu jeolojik kayalarda, yeraltı suyu haznesidir.

Kumtaşı, kil, kireçtaşı gibi sedimanter jeolojik kayalar hazne özellikleri taşır ama granit, gabro ve bazalt gibi püskürük ve başkalaşmış jeolojik kayalar yeraltı suyu hazneleri değildir. Bir jeolojik kayacın hazne olabilmesi için onun istenilen miktarlarda yeraltı suyunun verilmesine müsaade etmesi gerekli değildir. Püskürük ve başkalaşmış kayalar ancak çatlaklıklar içerdikleri zaman yeraltı suyu haznesi olabilirler. Bir kayaç içinde bulunan boşlukların birbirleri ile irtibat halinde olması hallerinde yeraltı suyunun hareket ederek buralardan geçmesine imkan sağladıkları zaman bunlara geçirimli (permeable) kayalar aksi takdirde ise geçirimsiz (impermeable) kayalar adı verilir. Mesela, kil yüksek oranda gözenekli olması bakımından yeraltı suyu haznesi olarak düşünülür ama önemli miktarlarda su vermediğinden dolayı geçirimsiz olarak kabul edilir. Boşlukların geometrik ara ilişkilerine (boyut, şekil, yön, birbiri ile irtibatlı olmak) göre geçirimli olan hazneler gözenekli, çatlaklı ve karstik (erime boşluklu) olmak üzere üç ana kısma ayrılır.

3. Yeraltı suyu taşıyan tabakaların (Akiferlerin) sınıflandırılması

Mühendislik bakımından hesaplarının yapılabilmesi için yeraltı suyu hazneleri başka bakımdan da sınıflandırılır. Bu bakımdan, depolama ve iletim özelliklerine bakılarak jeolojik kayalar yer altı suyu araştırmalarında dört temel sınıfa ayrılır. Bunlar sırası ile akifer, akitard, akiklud ve akifüjdür. Ancak, yeraltı suyu terminolojisinde akifer ve akitard diğerlerine göre daha fazlaca kullanılır.

3.1. Su taşıyan geçirgen tabaka (Akifer)

Meinzer (1923) akiferi yeterli miktarda yer altı suyu depolayan ve gerektiğinde bu suyu önemli miktarlarda bırakan jeolojik kayaç veya bunların bir kısmı olarak tanımlar. Yani akifer durumunda, o jeolojik kayaç yeraltı suyunu kolayca depolayabilir ve bunu

kuyular veya kaynaklar vasıtası ile kolayca salıverir. Freeze ve Cherry (1979) ise olağan hidrolik eğimler altında yer altı suyunun kolayca hareket etmesini sağlayan doygun jeolojik kayalar olarak tarif etmiştir. Hâlbuki Şen (1995) tarafından verilen tarifler daha kapsamlı ve akiferlerin değişik konular bakımından davranışlarını esas almaktadır. Ona göre:

Pratik çalışmalarda hidrojeolog ve hidrologlara ışık tutması açısından üç tamamlayıcı tanımının göz önünde tutulması gereklidir. Bunlardan ilki, jeolojik bakımından akifer doygun bir tabakadır ve normal şartlar altında içerdiği suyun kolayca ve önemli miktarlarda hareket etmesine müsaade eder. Bu tanımda “doygun”, “kolayca” ve “önemli” kelimeleri bir akiferin tanımında düşünülmesi gerekli üç kelimedir.

İkinci bir tarif ise, akifer yeraltı suyu içeren bir jeolojik kayaçtır ve kuyulardan suyun kolayca çekilmesine ekonomik olarak müsaade eden bir birimdir. Böyle bir tanım yeraltı suyu ile uğraşan mühendislere hitap eder. Çünkü bu tanımda jeolojiden ziyade hidrolik özellikler ve ekonomiklik söz konusudur.

Üçüncü tanım ise, akifer yeraltı suyunun hareket ettiği jeolojik kayaç ortamıdır. Bu tanım, konuda uzman olmayan kişilerin anlayabileceği seviyede ve yeraltı suyunun hareketini izah eder. Akifer olarak geçerli olan jeolojik kayalar arasında çakıl, kum ve kum taşları, allüvyon, erime boşluklu kireç taşları, sakat mermer, çatlaklı granit, başkalaşmış gnays ve şist, fazlaca kırılmış kuvarz, gaz boşluklu bazalt ve tabakalaşmış sleyt gelir. Yukarıdaki tüm akifer tanımları tarafından ortak nokta, bunların su depolama ve geçirimsizlik özellikleridir. Bu iki özelliğin biri veya ikisinin bir jeolojik kayaçta bulunmamasına göre geri kalan üç tür yeraltı suyu taşıyan tabaka sınıfı ortaya çıkar.

3.2. Su taşımayan yarı geçirgen tabaka (Akitard)

Oldukça yarı geçirgen bir jeolojik tabaka olup akiferden daha küçük hızlarda suyun geçişine müsaade eder. Freeze ve Cherry (1979) tarafından akitardlar stratigrafik oluşumda az geçirimli olan tabakalar şeklinde tanımlanmıştır. Bu tabakalar bölgesel olarak önemli su miktarı verebilecek nitelikte yeterli derecede geçirimlidir. Bunlar yer altı suyu haznesinden rahatlıkla su çekilmesine müsaade etmeyecek kadarda az geçirimliliğe sahiptir. Bir bakıma büyük alanlar göz önünde tutulduğunda yeterli su haznesi bulunur ama küçük ölçekteki kuyu ve civarından çekilebilecek suyun miktarı yeterli olmaz. Bazı durumlarda akifer ve akitard birbiri yerine kullanılan iki terminolojidir. Mesela, birbirine geçmiş tabakalar halinde bulunan silt ve kum tabakaları dizisinde su taşıyıcı tabakalara akifer denir. Diğer taraftan, kil, şeyl ve siltli-kil stratigrafik birimleri ise akitard olarak nitelendirilir.

3.3. Su taşıyan geçirgen olmayan tabaka (Akiklud)

Freeze and Cherry(1979) tarafından verilen tanımlamaya göre bu, suya tamamen doygun bir jeolojik tabaka olmasına rağmen olağan hidrolik eğimler altında bile önemli sayılabilecek miktarda yeraltı suyu geçirmez. Diğer taraftan, Şen(1995) akikludu yavaşça suyu alabilen bir jeolojik tabaka olmasına karşılık, bir kuyudan yeterli miktarda suyun çekilmesine müsaade etmeyecek kadar geçirimsiz olarak tanımlar. Bunlara esas misaller kil mercekleri ve silt tabakalarıdır.

3.4. Su taşımayan geçirimsiz tabaka (Akifuj)

Jeolojik tabakaların yer altı suyu bakımından kıyaslanmaları için böyle bir terime gerek vardır. Hidrojeolojik bakımından bir tabakanın akifuj olarak nitelendirilebilmesi için, o jeolojik tabakadaki boşlukların birbiri ile ilintili olmaması gereklidir. Ne suyun

içine girmesine, nede içindeki suyun hareketine müsaade eder. Yani tam anlamı ile geçirimsiz bir jeolojik birimdir. Bu özelliğe sahip olabilen çok az jeolojik tabaka vardır. Bunların başlıcaları, çatlaklaşmamış, değişime uğramamış püskürük kayalardan bazalt, granit gibi birimlerdir. Bunlar jeolojik geçmişleri boyunca hiçbir tektonik aktiviteye maruz kalmamıştır.

4. Önemli hidrojeolojik terimler

Su taşıyan jeolojik tabakaların nitelik ve nicelik bakımlarından incelenerek bunların ekonomik durumlarının da göz önünde tutulabilmesi için bazı temel hidrolojik tanımların bilinmesi gereklidir. Bu tanımlar akiferlerin değişik jeolojik ortamdaki özelliklerinin niceliklerinin sayısal olarak bilinmesine yarar ve yeraltı suyu hesaplamalarının yapılmasında esas teşkil ederler. Sonuçta bir akiferin su depolama ve geçirme durumlarının sayılarla ifade edilerek, o akiferin su temini bakımından ekonomik olup olmadığının da incelenmesinde rol oynarlar. Bu tanımlar arasında hidrolik yük, su tablası (serbest basınçlı yer altı suyu yüzeyi), piezometrik yüzey ve hidrolik eğim en önemli olanlar arasında gelir.

4.1. Hidrolik yük

Jeolojik tabakalar içindeki yeraltı suyunun bölgesel akış özelliklerinin belirlenebilmesi için, gerekli noktalarda yeraltı suyu seviyesinin ortalama deniz yüzeyinden veya belirli bir referans noktasından olan yüksekliğinin ölçülmesi gereklidir. İşte bu referans noktasından yeraltı suyu yüzeyine kadar olan düşey mesafeye hidrolik yük adı verilir. Buna hidrolik yükseklik veya yer altı suyu seviyesi de denilebilir.

4.2. Hidrolik eğim

Bölgesel hidrolik yük durumlarına bakarak yeraltı suyu bir dinamiklik, yani bölgesel olarak hareket içinde bulunur. Mesela, bir hidrojeolojik tabaka içinde değişik iki nokta-

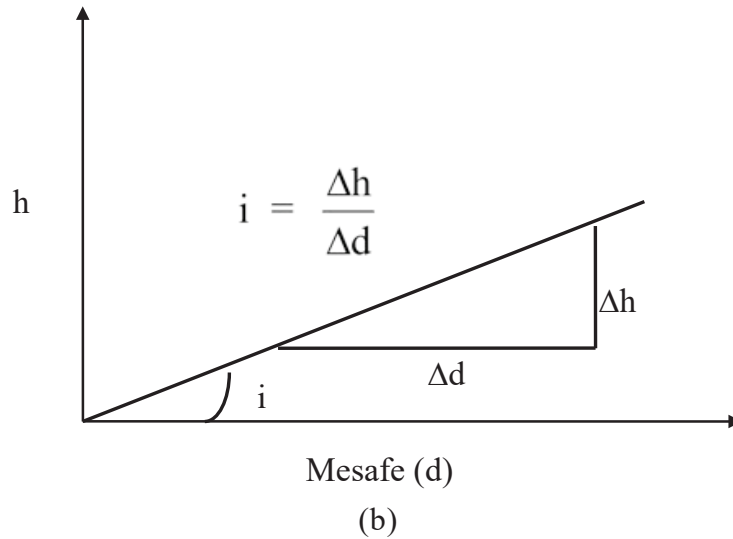
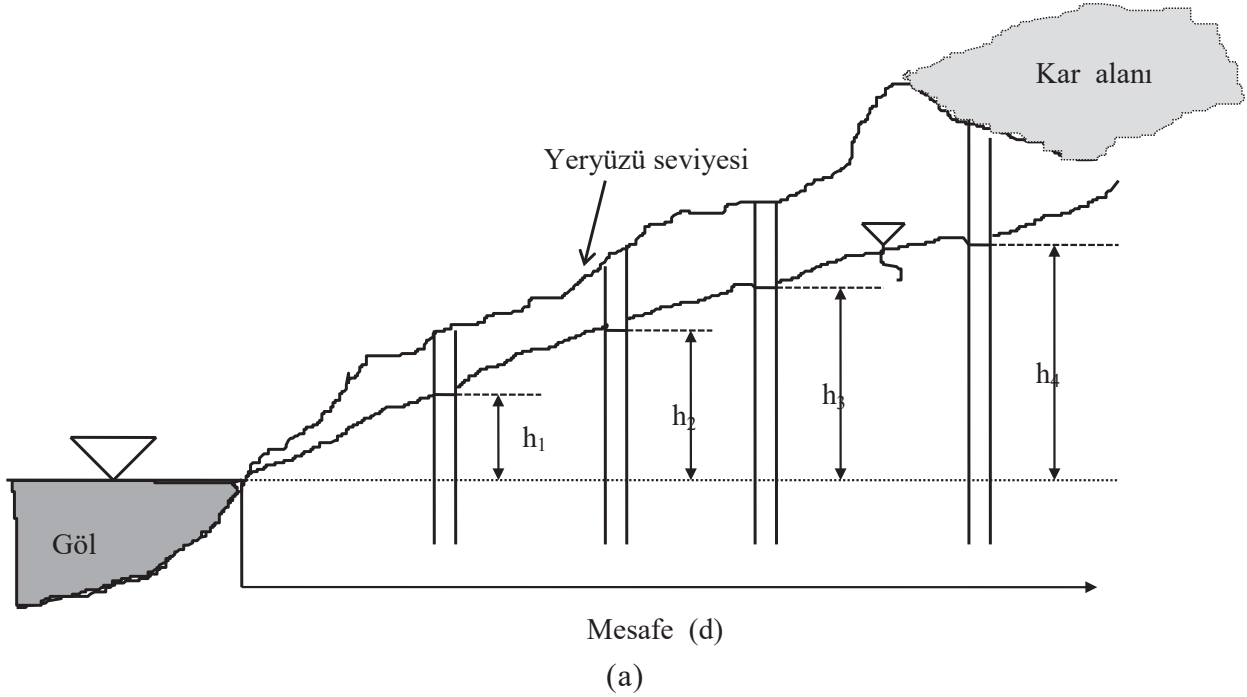
da ölçülen yeraltı suyu seviyeleri bir doğru ile birleştirilirse, bu doğrunun yatayla yaptığı açıya hidrolik eğim adı verilir. Eğimin sıfır olması halinde bu iki nokta arasında, o doğrultuda bir yeraltı suyu hareketinin bulunmadığı, yani yeraltı suyu akışının olmadığı sonucuna varılır. Eğimin bulunması durumunda ise, yeraltı suyu yüksek hidrolik yükü olan noktadan düşük hidrolik yükü noktaya doğru hareket eder. Sayısal olarak hidrolik eğim iki noktadaki hidrolik yük farkının, o iki nokta arasındaki yatay mesafeye bölümü olarak tanımlanır ki, bu da hidrolik eğimin boyutsuz olduğunu gösterir. Hidrolik eğimin şekil ola-

rak tarifi Şekil 1a, b'de gösterilmiştir.

Hidrolik eğim notasyon olarak i ile gösterilirse bunun matematik ifadesi basitçe,

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta d} \quad (1)$$

olur. Burada Δh , Δd mesafesi boyunca olan hidrolik yük farkıdır. İşte böyle hidrolik eğimler yeraltı suyu alanı içinde istenen herhangi iki noktanın hidrolik yüklerinin bilinmesi ve aradaki mesafenin de ölçülmesi sonucunda bulunur. Buradan bir yeraltı suyu alanı içinde sayısız hidrolik eğim büyüklüğünün olduğu anlaşılır.



Şekil 1 Hidrolik eğim (a) Arazide, (b) Teoride

4.3. Su tablası (serbest yüzey)

Şen (1995) tarafından su tablası yer altı suyu haznesinin üst tarafında atmosfer basıncı ile sınırlı noktaların teşkil ettiği yüzey olarak tariflenmiştir. İşte bu sebepten bu yüzeye serbest yüzey adı da verilir. Bu yüzeyde su basıncı sifıra eşittir. Bu tablanın arazide konumu açılan bir kuyuda meydana gelecek olan yeraltı suyu seviyesi ile bilinir. Böyle bir kuyunun derinliği boyunca, üstte doymamış altta ise doymuş tabaka bulunur. Diğer bir ifade ile su tablası doymamış ve doymuş tabakaların arasındaki sınırı gösterir. Bölgesel anlamda yeraltı suyu tablası, o bölgede yeraltında bulunan su yüzeyini gösterir. Bir bakıma su tablasının her noktası, o noktadaki hidrolik yükün değerini verir. Bunun anlamı, yeraltı suyu yüzeyinin bilinmesi ile o su taşıyan tabaka içindeki herhangi iki nokta arasındaki hidrolik eğimin de hesaplanabileceğidir.

4.4. Piezometri (potansiyometrik) yüzey

Bazı durumlarda, yeraltı suyu serbest atmosfer basıncına açık olmayıp ilave bir basınç altında hapsedilmiştir. Bu gibi durumların arazide anlaşılabilmesi için yapılan sondaj kuyularının açılması sırasında, belirli bir derinlikten sonra aniden kuyu içinde yeraltı suyu seviyesinde artış oluyor ise, bu basınçla hapsedilmiş olan suyun serbestleştirilerek atmosfer basıncına maruz kalacak duruma getirilmesi anlamındadır. Bu bakımdan, ani yeraltı suyu yükselmesinin bulunduğu zamanlarda yeraltı suyunun kuyu açılmadan önce o noktada ilave bir basınç altında bulunduğu sonucuna varılır. İşte, kuyu açılmamasına rağmen her noktada bulunan ilave basınçlı seviyeye piezometrik seviye adı verilir. Bir bölgedeki tüm piezometre seviyelerinden geçen hayali yüzeye de piezometrik yüzey veya piezometre yüzeyi adı verilir. Yeraltı suyu tablası gerçek olmasına rağmen piyezometre yüzeyi hayalidir. Ancak kuyu açıldığı zaman o kuyunun

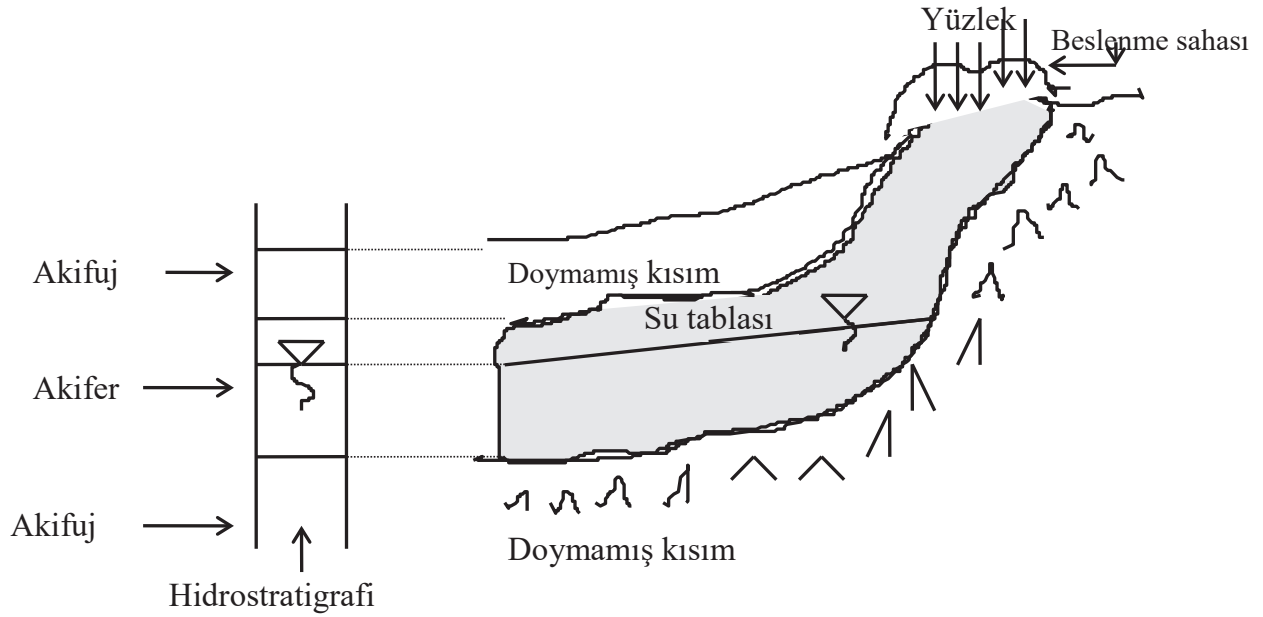
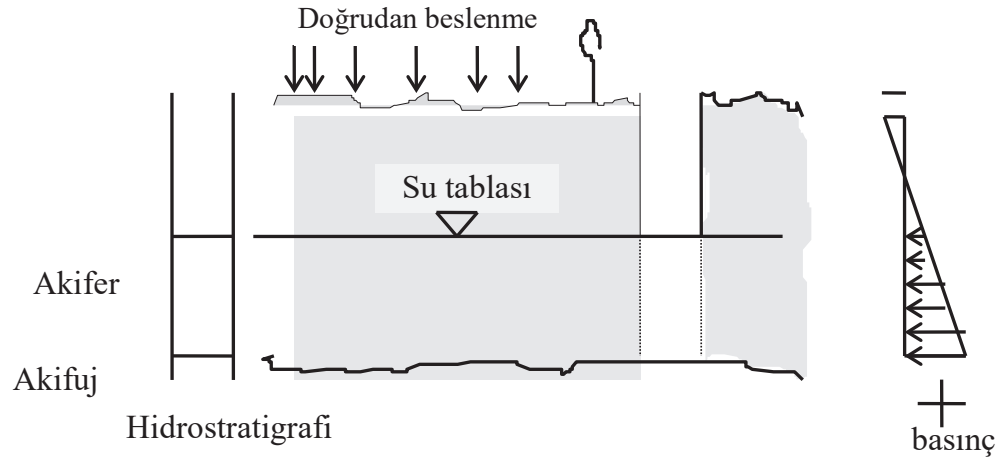
bulunduğu noktada kendisini gerçek olarak açığa verir.

5. Su taşıyan geçirimli tabaka (Akifer) türleri

Yukarıda açıklanan hidrostratiğrafi esas alınarak akiferi basınçlı, basınçsız, sızdırmalı ve merceksi gibi değişik türlere ayırmak mümkün olabilmektedir. Şen (1995) ve Freeze and Cherry (1979) tarafından yapılan açıklamalarda, bir yerdeki akiferin türüne karar verilirken, oradaki jeolojik tabakanın hidrolojik ve basınç durumlarının göz önünde bulundurulmasının gerekliliği belirtilmiştir. Basınçlı olan bir akifer değişik zamanlarda basınçsız duruma da dönüşebilir. Bunun akside vakidir. Hidrolojik açıdan önemli olan akifer beslenmesinin doğrudan veya dolaylı olmasıdır. Bundan başka jeolojik tabakanın alansal büyüklüğü, etrafındaki diğer jeolojik kayaların özellikleri ve tabaka olarak tür ve sayıları da böyle bir çeşitlemede önemli rol oynar.

5.1. Basınçsız (serbest yüzeyli) akifer

Bu tür akiferlerde yeraltı suyunun en üst yüzeyini yeraltı suyu tablası teşkil eder. Ancak jeolojik bakımdan, bölgesel olarak her yönde uzantısı olan en azından iki tabakanın bulunması gereklidir. Bunlardan alttaki tabakanın akifuj karakterinde, üsttekinin ise yeraltı suyunu depolayabilir ve geçirebilir özellikte yani akifer olması gereklidir. Böyle bir jeolojik durumda üstteki tabaka beslenmesini doğrudan doğruya yağın yağış sonrası sızmalardan, yakınlarında akan akarsulardan, tarımsal sulama için kullanılan sulardan ve kanallardan sızan sulardan alır. Atmosfer basıncı kesin olarak akifer türünün basınçsız olduğunu gösterir. Üst tarafta üçüncü bir tabaka olarak başka bir akifuj bile olsa aradaki akiferde yeraltı suyu yüzeyi atmosfer basıncına sahip ise, yer altı suyu taşıyan yapıya yine basınçsız akifer adı verilir. Bir basınçsız akiferin durumu Şekil 2'de verilmiştir.

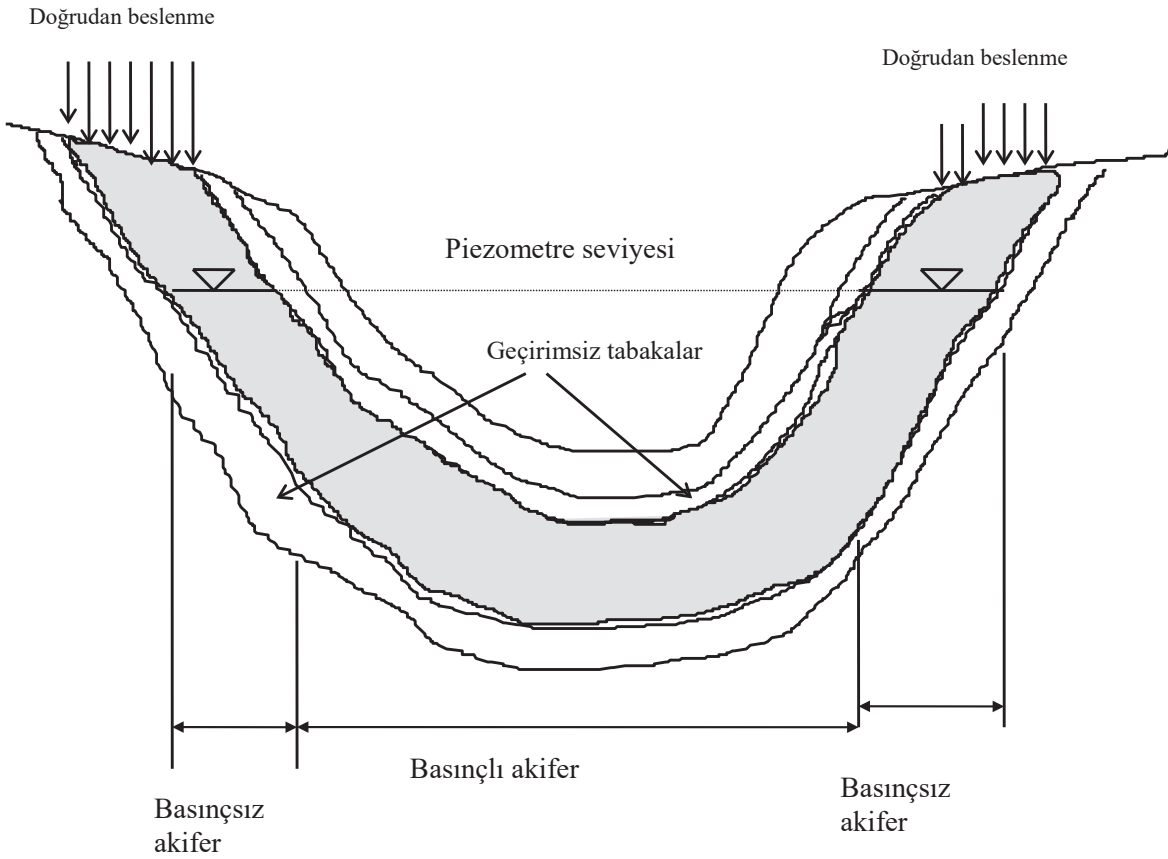
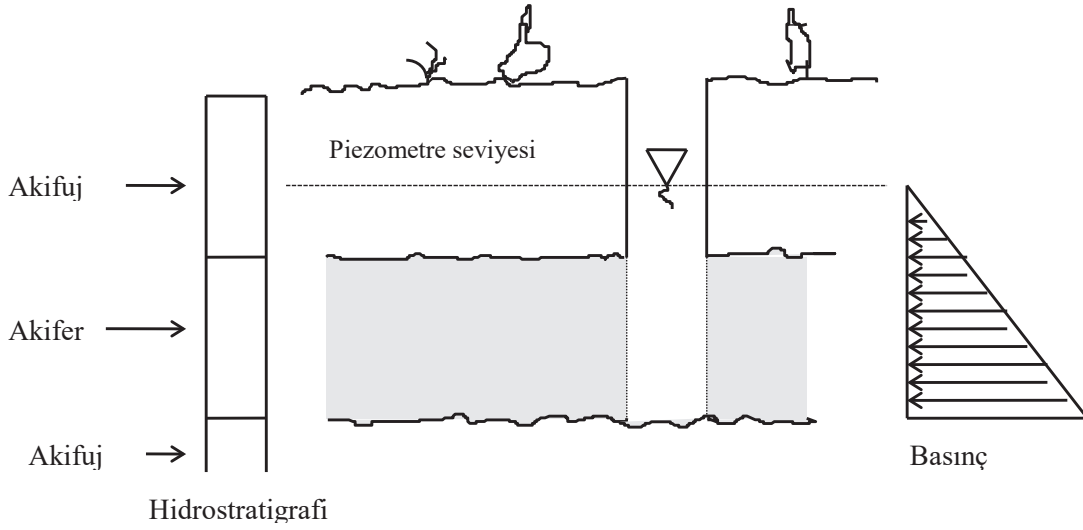


Şekil 2 Basıncsız akifer

5.2. Basıncılı akifer

Bu hidrojeolojik birimde üç tane jeolojik tabaka bulunur. Bunlardan alt ve üstteki-ler akifuj karakterinde ama ortada tıpkı bir sandviç gibi sıkışmış olan jeolojik tabaka ise akifer olup yeraltı suyunu taşır. Böyle bir akiferde açılan bir kuyu, su taşıyan tabakaya ulaşıncaya, yeraltı suyu seviyesi ilave basıncın fazla olmaması durumunda üstteki akifujün içinde bir yere kadar yükselir. Fazla ilave basınç durumunda ise yeraltı suyu kendiliğinden yer yüzeyinin üzerine kadar çıkabilir. Bu durumlarda, kuyuya artezyen kuyusu, yer altı suyuna da artezyenli akifer de denir. Şen (1995) tarafından tasvir edildi-

ğine göre, basınçlı akiferin meydana gelmesi için gerekli temel jeolojik yapılar, senklinal, antisinklinal, tek eğimli jeolojik tabakalar, depresyonlar, grabenler ve tektonik çatlaklaşmış jeolojik tabakalardır. Basınçlı bir akiferde beslenme yer altı suyu seviyesinde daha yüksekte olan yeryüzü beslenme sahalarından Şekil 3'de gösterildiği gibi olabilir.

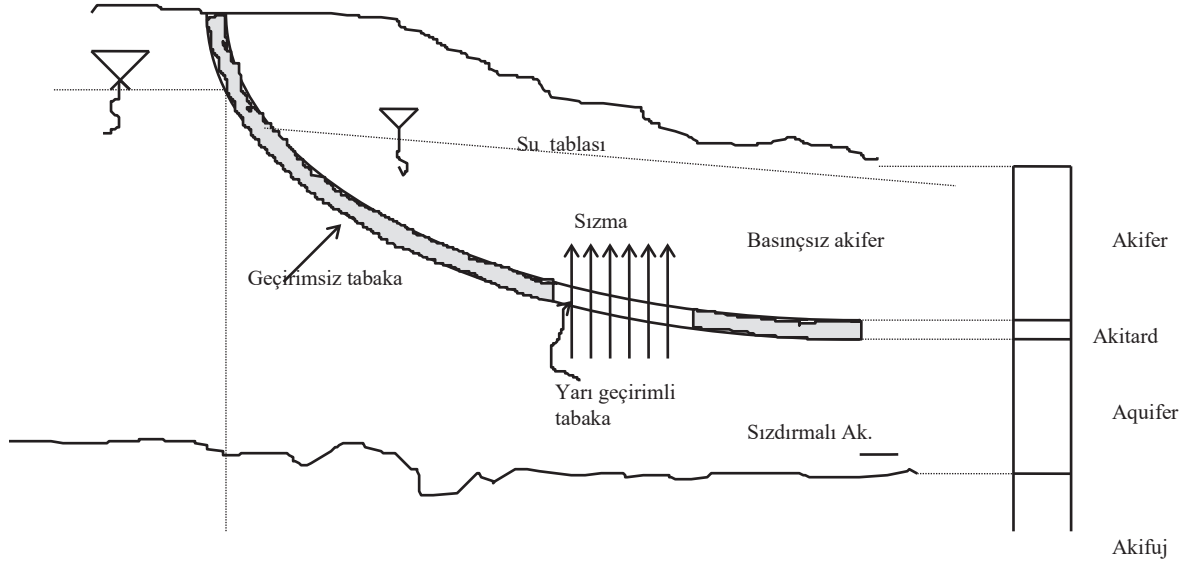


Şekil 3. Basınçlı akifer

5.3. Sızdırmalı akifer

Gerçek jeolojik durumlarda akiferler yukarıda anlatılanlar gibi tektürden değil karmaşık bir şekilde ortaya çıkarlar. Bazı durumlarda, üst taraftaki basınçsız akifer ile alt taraftaki basınçlı akifer arasında akıtard türünden geçirimli, ama su depolamayan bir tabakanın bulunması ile hidrodinamik yük-

lere göre, bazen yukarıdan aşağıya bazen de tersi yönde yeraltı suyu akımı meydana gelir. Aradaki yarı geçirimli akıtard, tıpkı bir membran gibi rol oynar. Buradaki akıtardın görevi, yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya su sızıntılarını temin etmektir. İşte bu gibi jeolojik durumu olan akifer birleşimine sızdırmalı akifer adı verilir. Böyle bir durum şematik olarak Şekil 4'te gösterilmiştir.

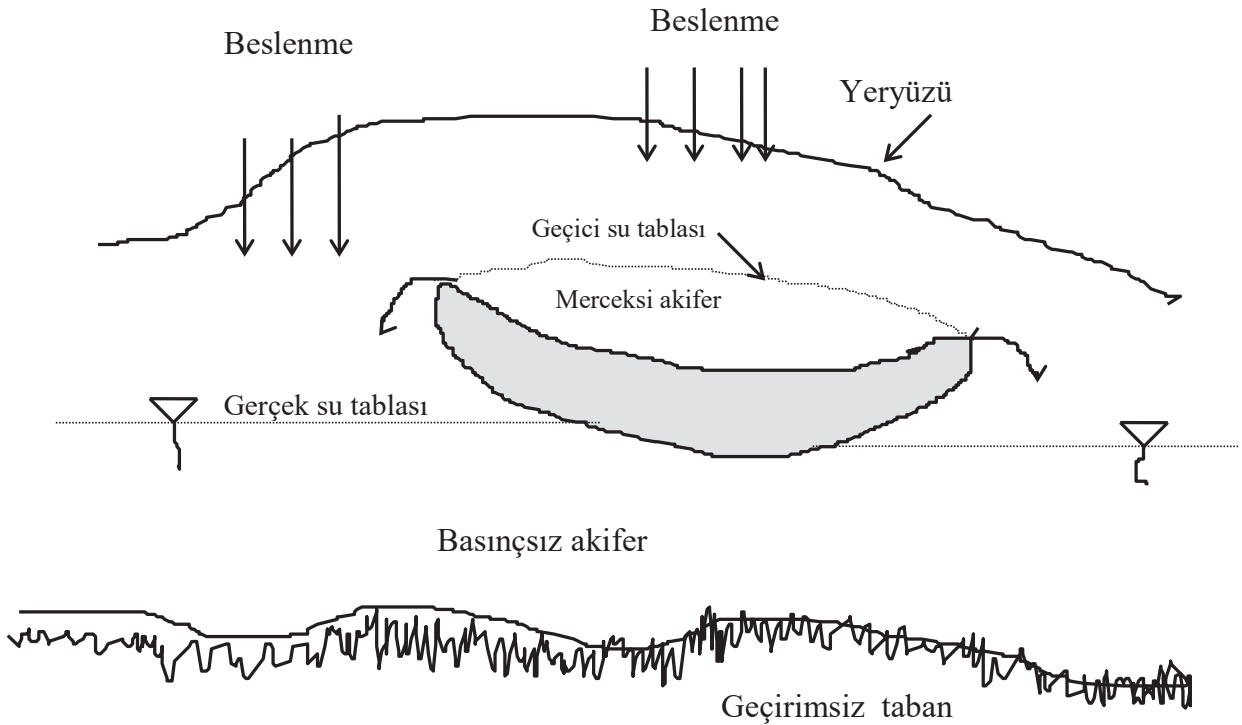


Şekil 4. Sızdırmalı akifer

5.4. Merceksi akifer

Dördüncü zaman jeolojik yapılarından olan allüviyonlu tabakalar arasında merceksi kil tabakalarının sınırlı olarak bulunması söz konusudur. Bu gibi kil mercekleri üzerlerinde, içinde buldukları basınçsız akifer ortamında, basınçsız olan sınırlı yeraltı suyu merceklerinin de meydana gelmesine sebep olurlar. Bunlar genel olarak, yağışlardan sonra geçici bir müddet için meydana gelirler. Bu gibi yerlere açılan kuyular va-

sıtası ile oralardan sürekli olarak su temin etmek mümkün değildir. Yağışlar sonrasında ortaya çıkan sızmalar vasıtasıyla beslenirler. Şekil 5’de merceksi bir akifer şematik olarak gösterilmiştir. Daha önce de söylendiği gibi tabiatta yukarıda sayılan akifer tiplerine yalnız başına rastlanmaz ve bunların değişik karışımlarının ortaya çıkardığı yer altı suyu durumları da mümkündür (bak Şekil 6). Bunlara çoklu akiferler de denir.



Şekil 5. Merceksi akifer

Kaynaklar

Freeze, R. A. and Cherry, J. A. (1979). Groundwater, Printice-Hall, New Jersey, pp. 241-260.

L'Vovitch, M. I. (1970). World Water Balance, general report, Proc. Symp. World Water balance, Intern. Assoc. Sci. Hydrol., 2, pp. 401- 415.

Meinzer, O. E. (1923). The occurrence of groundwater in the United States, with a discussion of principles, U. S. Geol. Surv. Water Supply Paper 489.

O' Kane, J. P. (1992). Advances in Theoretical Hydrology, Elsevier Publ., pp. 177-187.

Singh, V. P. (1992). Elementary Hydrology, Prentice Hall Pub., pp. 22-35.

Şen, Z. (1995). Applied Hydrogeology for Scientists and Engineers, CRC, Lewis pub. New York, pp. 161-299.

SU VAKFI YERALTI SUYU KÜLLİYESİNDE DAHA ÖNCE YAYINLANAN BÜLTENLER

SAYI 4	Basınçlı Akifer Parametre Tahminlerinde Grafikselsel Yöntemler <i>Mesut Çimen</i>
2017 Nisan (April)	
TÜRKÇE	
SAYI 3	Yeraltı Suyu Çözümlemesinde Eğim Yöntemi <i>Zekai ŞEN</i>
2017 Şubat (February)	
TÜRKÇE	
SAYI 2	Yeraltı Suyu Akifer Parametre ve Özellikleri <i>Zekâi Şen</i>
2017 Şubat (February)	
TÜRKÇE	
SAYI 1	Durağan Olmayan Yeraltı Suyu Hareket Denklemi <i>Zekâi Şen</i>
2017 Şubat (February)	
TÜRKÇE	

Tüm Su Vakfı bültenlerini <http://bulten.suvakfi.org.tr> adresinden bilgisayarınıza indirebilirsiniz.



SU VAKFI

Libadiye Cad. Doğanay Sokak No:6 Kat:4 Üsküdar İstanbul
Tel: (216) 412 3383 - Faks: (216) 412 3390
suvakfi@suvakfi.org.tr - www.suvakfi.org.tr