

IV. BÖLÜM SULARIN DERLENMESİ (KAPTAJ)

4.1 MENBA SULARININ DERLENMESİ

Menbalar (pınar) yeraltı sularını taşıyan tabakanın herhangi bir şekilde yer yüzeyine çıkması sonucu oluşur. Böylece yeraltı suyu kendiliğinden yeryüzüne çıkmış olur.

4.1.1 Menbaların Sınıflandırılması

Menbaların su akışına göre bütün menbalar iki grupta toplanabilir.

1. Yerçekimi etkisiyle meydana gelen menbalar : Bu tip menbalarda su akışı hidrostatik basınç altında cereyan eder.

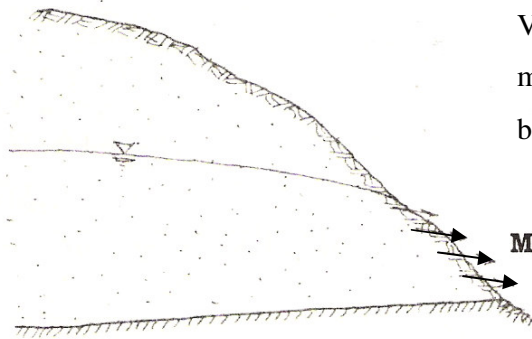
Bu menbalar aşağıdaki gruplara ayrılır:

- a. Yamaç menbaları
- b. Tabaka menbaları
- c. Savak menbaları
- d. Zemin çatlak ve boşluklarında oluşan menbalar
- e. Yeraltı boşluklarındaki su kütlelerinin meydana getirdiği menbalar.

2. Yerçekimi kuvvetinin dışındaki tesirler neticesinde meydana gelen menbalar:

Bu grubu volkanik menbalar ile yer kabuğunun derinliklerine ulaşan zemin çatlaklarında ortaya çıkan menbalar oluşturur. Sıcak su menbaları ile karstik menbalar da bu gruba girer (Karpuzcu, 2005).

a) Yamaç Menbaları:

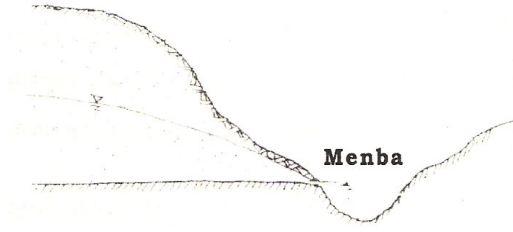


Vadinin geçirimli tabakayı kesmesi sonucu meydana gelir. Bazen yeraltı suyu bir yüzey boyunca açığa çıkar (Şekil 4.1).

Şekil 4.1 Yamaç menbaı

b) Tabaka Menbaları:

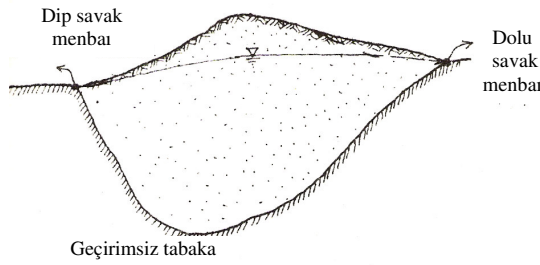
Vadinin su taşıyan tabakanın altındaki geçirimsiz tabakayı kesmesi sonucu meydana gelir. Burada yeraltı suyu akışı bir çizgi boyunca açığa çıkar (Şekil 4.2).



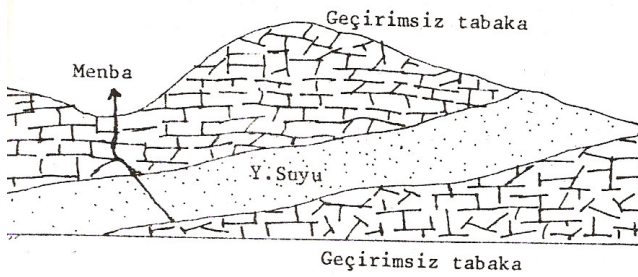
Şekil 4.2 Tabaka menbaı

c) Savak Menbaları:

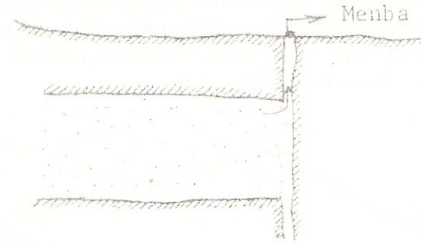
Yeraltı suyu yüzeyi ile geçirimsiz tabakanın eğiminin zıt yönde olması halinde savak menbaları ortaya çıkar. Dolu ve dip savak menbaı olmak üzere iki tipi vardır. Dip savak menbaının verimi daha yüksektir. Dolu savak menbaları zaman zaman kuruyabilir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Dip ve dolu savak menbaları

d) Zemin çatlak ve boşluklarında oluşan menbalar:

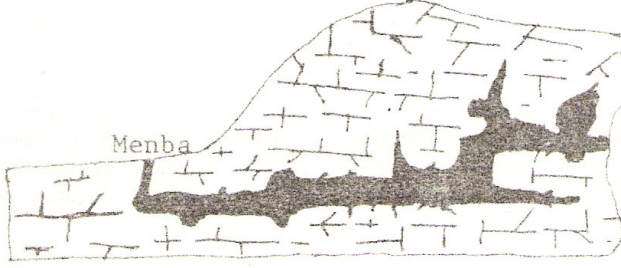
Şekil 4.4 Tabaka çatlakları menbaı



Şekil 4.5 Fay menbaları

İki geçirimsiz tabaka arasında kalan yeraltı suyu üstteki tabakanın çatlak ve yarıklarından yeryüzüne çıkarak tabaka çatlakları menbaını meydana getirir. Şayet sular bir fay çatlakları boyunca yüzeye çıkarsa fay menbaı adını alır (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).

e) Yeraltı boşluklarındaki su kütlelerinin meydana getirdiği menbalar:



Şekil 4.6'da bu tip bir menba görülmektedir. Kütle halinde yer altındaki boşluklarda hareket eden sular, bu boşlukların zeminle irtibatlı olduğu bir noktadan açığa çıkar ve menba meydana getirir.

Şekil 4.6 Zemin boşluğundaki menba

4.1.2 Menbaların debileri

Bir menbadan alınabilecek su miktarının bağlı olduğu faktörler:

1. Su taşıyan tabakanın porozitesine
2. Menbanın morfolojik yapısı
3. Zeminin sızdırma kapasitesi
4. Beslenme havzasının büyüklüğü
5. Bölgenin topoğrafyası
6. Yağışların şiddet, süre ve frekansı
7. Zemindeki bitki örtüsü
8. Yağış bölgesindeki meteorolojik şartlar.

Debisi mevsime göre değişmeyen menbalar, su temini bakımından en uygun olan menbalardır. Debisi çok değişkense o menba, su kalitesi ve su miktarı bakımından uygun değildir, tercih edilemez.

• **Menba debilerinin ölçümü:** Menba debilerini ölçme metotları, menba debisinin büyüklüğüne bağlıdır.

- Verim 1lt/sn veya daha küçük ise; hacmi belli olan kaplarla(mesela 20 lt olabilir), bir kabın doluş süresinin ölçülmesi ile ölçülür.

- Verim biraz daha büyük ise (1~10 lt/sn)arasında ise; 0,5*0,5*1 m boyutlarında sızdırmaz sandıklar kullanılır

- Eğer verim 10 lt/sn'den daha büyük ise savaklar yardımıyla ölçülür (Karpuzcu, 2005).

Menbada ölçülen en büyük ve en küçük debi arasındaki oran;

- $\frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} = \frac{1}{1} \approx \frac{1}{8}$ oran varsa bu tip menbalar çok uygundur. Bu menba kaynak olarak

kullanılabilir.

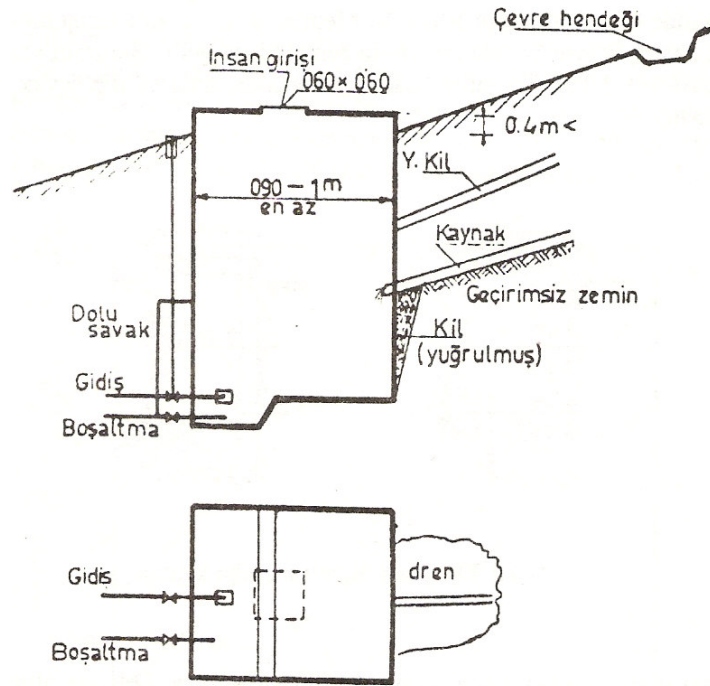
- $\frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} \geq \frac{1}{50}$ \Rightarrow menbada kirlenme söz konusu olabilir, basit arıtma ile kullanılabilir.

- $\frac{Q_{\min}}{Q_{\max}} < \frac{1}{50}$ \Rightarrow böyle bir menba kaynak olarak kullanılamaz (Muslu, 2005).

4.1.3 Menba Sularının Kaptajı

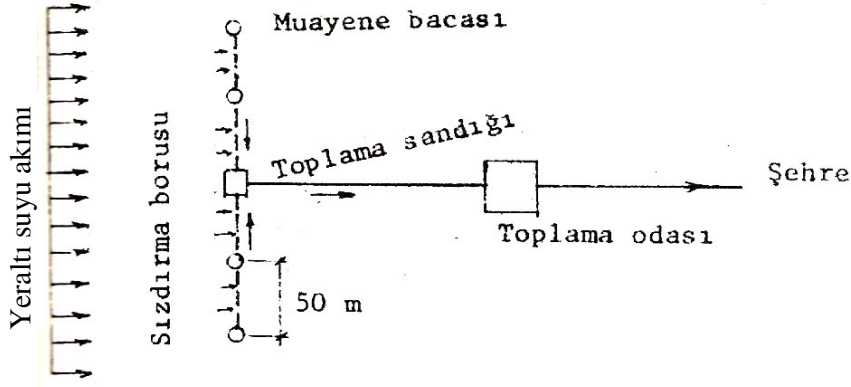
Suların kaynaktan alınması ve toplanması “kaptaj” kelimesi ile ifade edilir.

4.1.3.1 Yamaç Menbalarının Kaptajı: Menba da su toplama tesisi bir odadan ibarettir. En basit şekliyle bu oda tek bölmeden meydana gelir. Bunların vanaları dışarıdadır (Şekil 4.7). Toplama odaları giriş-çıkış, dolu ve dip savak boruları ile donatılmıştır (Karpuzcu, 2005).



Şekil 4.7 Tek bölmeli menba kaptajı

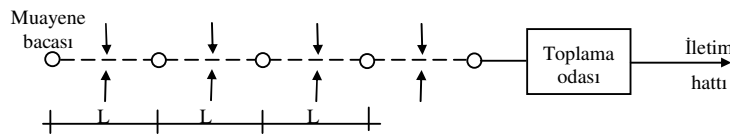
4.1.3.2 Tabaka Menbalarının Kaptajı: Tabaka menbalarının sularını toplayan tesisler, sızdırma galerileri veya boruları, toplama sandığı, suları toplama sandığından toplama odasına ileten boru ve toplama odasından meydana gelir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Tabaka menbalarının kaptaj elemanları

Tabaka menbalarından suların derlenmesinde büyük debiler için sızdırma galerileri, küçük debiler için ise sızdırma boruları kullanılır. Sızdırma boruları, özel olarak delikli yapılmış veya derzleri açık bırakılmış olan borulardır. Bu borular menbain maksimum debisine göre boyutlandırılırken su hızının 0,2 ~ 0,4 m/sn arasında ve yarı dolu akacak şekilde boyutlandırılır. Sızdırma boruları 10 cm'den küçük yapılamaz. Sızdırma boruları üzerinde her 50 veya 100 m'de bir muayene bacaları konur. Sızdırma boruları ile toplanan sular toplama sandığına getirilir. Toplama sandığındaki maksimum su seviyesi sızdırma borularının taban seviyelerinin altında kalmalıdır (en az 20 cm). Sızdırma borularına suyun girdiği kesimlerde, kum-çakıl filtreleri teşkil edilir. Yağış sularının dren borularına girişinin önlenmesi için filtrenin üstü, beton bir perde ile onun da üstü bir kil tabakası ile örtülür. Suları toplama sandığından, toplama odasına getiren boru yarı dolu olarak ve 0,5 m/sn'lik hıza göre boyutlandırılır.

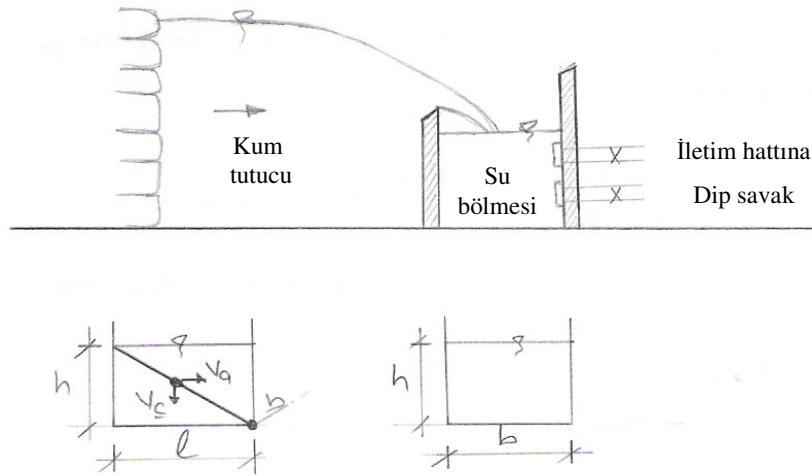
Sızdırma boruları yeraltı suyunun durumuna göre iki yandan da suları toplayabilir (Şekil 4.9) (Karpuzcu, 2005).



Şekil 4.9 Suları çift taraftan alan drenaj galerisi

4.1.4 Kum Tutucu Bölmenin Hesabı

Menbalardan alınan suların ince kumları sürüklemesi halinde bu kumların isale ve şebekede işletme güçlükleri doğurmaması için sulardan ayrılması gerekir. Bu yüzden menba kaptajlarında su bölmesinden önce bir kum tutma bölmesi teşkil edilir. Kum tutucuların boyutlandırılabilmesi için sudan ayrılması istenen en küçük kum taneciğinin çapı, özgül ağırlığı ve su sıcaklığı bilinmelidir. Kum tutucu bölme, o şekilde boyutlandırılmalıdır ki çökmesi istenen zerrecik suyun yatay doğrultudaki hızı ile L mesafesini kat ederek bölmenin sonuna geldiğinde, düşey doğrultudaki çökme hızı ile h mesafesini almış olsun ve bölmenin tabanına inerek orada biriksinsin (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Kum tutucu bölme hesabı

Kum tutucu bölmenin hesabında; esas alınacak akış hızı (V_a), çökelen tanelerin su ile sürüklenmesi için $V_a \leq 5$ cm/sn olacak şekilde seçilir. Daha büyük olursa çökelen taneler su ile akıp gider. Çökme hızı (V_ϕ) ise tablo veya Reynolds'tan bulunur.

$$Re = \frac{V_\phi d}{\nu} \quad (4.1)$$

V_ϕ : çökme hızı d : dane çapı ν : kinematik viskozite

$$1. Re \leq 0,5 \quad \Rightarrow \quad V_\phi = \frac{g}{18} (\gamma - 1) \frac{d^2}{\nu} \quad (4.2)$$

$$2. Re = 0,5 \sim 10^3 \quad \Rightarrow \quad V_\phi = \sqrt{\frac{4g}{3\lambda} (\gamma - 1) d} \quad , \quad \lambda = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0,34 \quad (4.3)$$

$$3. Re > 10^3 \quad \Rightarrow \quad V_\phi = \sqrt{\frac{10}{3} g (\gamma - 1) d} \quad \gamma : \text{tanenin özgül ağırlığı} \quad (4.4)$$

Tablo 4.1 Çökeltme hızı ($t = 10^0\text{C}$, $\nu=1,3.10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sn}$ şartları için geçerli)

Tane Çapı (mm)	1,0	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005
Çökeltme Hızı $V_{\text{ç}}$ (cm/sn)	14,45	7,38	2,35	0,682	0,175	0,0086	0,000172

Çökeltme ve akış hızları tesbit edildikten sonra çökelen daneciğin yörüngesi takip edilerek aşağıdaki denklem elde edilir. Daneciğin $V_{\text{ç}}$ hızı ile h yolunu alması için geçen süre, aynı taneciğin V_a hızı ile L yolunu alması için geçen zamana eşittir. Bun göre aşağıdaki ifade yazılabilir:

$$\frac{h}{V_{\text{ç}}} = \frac{L}{V_a} \quad (4.5)$$

Burada, h : kum tutucu bölmedeki su derinliğini, L : kum tutucu bölmenin uzunluğunu gösterir.

(4.5) denkleminde L çözülür ve her iki taraf kum tutucu bölmenin genişliği (b) ile çarpılırsa:

$$b * L = \frac{h.V_a}{V_{\text{ç}}} * b = \frac{h.V_a b}{V_{\text{ç}}} \quad (4.6)$$

ifadesi elde edilir. Burada,

$b*L = A$ A : bölmenin üst yüzey alanını,

$b*h = F$ F : enkesit (suyun giriş) alanını gösterir. Buna göre (4.6) ifadesi

$$A = \frac{F V_a}{V_{\text{ç}}} \quad (4.7)$$

şeklini alır. $F.V_a = Q$, menbaın debisidir. Buna göre (4.7) ifadesi debi cinsinden

$$A = \frac{Q}{V_{\text{ç}}} \quad (4.8)$$

şeklinde yazılabilir (Karpuzcu, 2005).

4.2. KUYULAR

Bir su kuyusu en basit şekliyle yeraltı sularını yer yüzüne çıkarmak için zemin içerisinde düşey doğrultuda açılan boşluk olarak tarif edilebilir. Bazen de kuyular yeraltı araştırmaları için, suni olarak yer altı suyunu beslemek için veya kullanılmış suları uzaklaştırmak için açılabilir. Kuyu tipleri çok çeşitlidir. Kuyular genel olarak:

1. Deney kuyuları
2. Basit ve hazneli kuyular
3. Derin ve borulu kuyular

olmak üzere üçe ayrılır.

Sığ kuyular elle kazmak, burguyla delmek veya çakmak suretiyle; derin kuyular ise döner veya darbeli sondaj metotları ile açılır. Kuyular açıldıktan sonra çeşitli malzemelerle kaplanarak kirlenmeye karşı korunur (Karpuzcu, 2005).

4.2.1. Deney Kuyuları

Bir kuyu inşa etmeden önce açılan kuyulardır. Deney kuyuları, yeraltı suyunun derinliğini, suyun kalitesini, akiferin fiziksel özelliklerini ve kalınlığını tayin etmek için açılır. Deney kuyularından iyi sonuç alınır, bu kuyular geliştirilerek normal kuyu haline dönüştürülür, aksi takdirde vazgeçilir (Karpuzcu, 2005).

4.2.2. Basit ve Hazneli Kuyular

Yeraltı suyunun fazla derinde olmadığı zeminlerde el aletleri veya kazı makineleri ile 1-10 m çapında ve 20 m derinliğe kadar açılan kuyulara *Basit veya Hazneli Kuyular* adı verilir. Hazneli kuyuların çapları çok nadir olarak 3 m'yi geçer. Minimum kuyu çapı kuyuyu açacak insanın rahat çalışabileceği kadar büyük olmalıdır (1m). Çapları 2 m'den daha küçük olan kuyular hazır beton halkalardan inşa edilebilir (Karpuzcu, 2005).

Hazneli kuyuların borulu kuyulara nazaran bazı avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları :

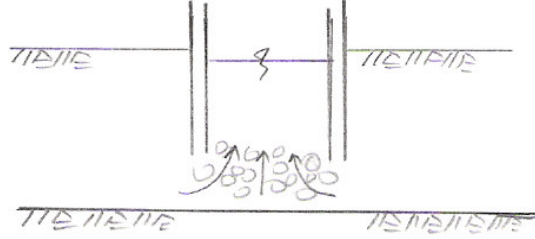
1. Sığ yeraltı yataklarından daha bol su temin edebilir. (Uygun inşa edilen kuyuların verimi 2500 – 7500 m³/gün)
2. Basit metotlarla açılabilir.
3. Yeteri kadar derin açılırsa fazla su depolanabilir (Karpuzcu, 2005).

Dezavantajları:

1. Büyük çaplı ise rüzgardan sürüklenen ve dışarıdan gelen maddelerle kirlilik tehlikesi fazladır.
2. Yeraltı suyu çok derin de ise bu tip kuyulardan su temini zordur (Karpuzcu, 2005).

Hazneli kuyular su alma şekillerine göre üç grupta incelenebilir:

1. **Sadece tabandan su alan hazneli kuyular:** Bu tip kuyular küçük grupların su ihtiyacı için kullanılır ve kuyunun geçirimsiz tabakaya kadar indirilmesi gerekmez.



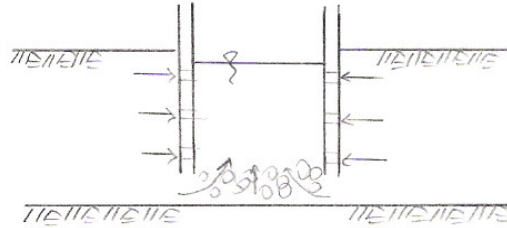
Şekil 4.11 Tabandan su alan hazneli kuyu

Bu tip kuyulardan alınabilecek debi miktarı (4.9) ifadesiyle hesaplanır.

$$Q = \pi r^2 \frac{\sqrt{K}}{15} \quad (4.9)$$

Burada; r kuyu yarıçapını, h kuyudaki su derinliğini, K hidrolik iletkenlik (permeabilite) katsayısını, Q debiyi göstermektedir (Karpuzcu, 2005).

2. **Hem tabandan hem de yanlardan su alan kuyular:** Yan cidarlarda boşluklar bırakılır ve bu boşluklardan suyun kuyuya girmesi sağlanır. Bu durumda kuyu birinciye nazaran daha derindir.



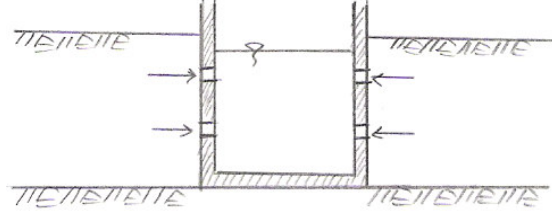
Şekil 4.12 Hem tabandan hem yan yüzeyden su alan kuyu

Bu tip kuyulardan alınabilecek debi miktarı (4.10) ifadesiyle hesaplanır.

$$Q = \pi r^2 \frac{\sqrt{K}}{15} + 2\pi r h \alpha \frac{\sqrt{K}}{15} \quad (4.10)$$

Burada; h kuyudaki su derinliğini, α kuyu yan cidarlarındaki boşlukların kuyu yan yüzeyine oranını ($\alpha = 1/4 - 1/5$) gösterir (Karpuzcu, 2005).

- 3. Sadece yanlardan su alan hazneli kuyular:** Bu durumda kuyu geçirimsiz zemine kadar inmektedir.



Şekil 4.13 Sadece yan yüzeyden su alan hazneli kuyu

Bu tip kuyulardan alınabilecek debi miktarı (4.11) ifadesiyle hesaplanır (Karpuzcu, 2005).

$$Q = 2\pi r h \alpha \frac{\sqrt{K}}{15} \quad (4.11)$$

4.2.3 Borulu Kuyular

Borulu kuyular birbirine ekli boru parçalarını zemin içine indirmek suretiyle teşkil edilir. Bu kuyulara su yeraltı su seviyesinin altında kalan boru parçaları üzerinde açılmış deliklerden girer. İnşa edilmeleri kolaydır. Çapları küçüktür ve kirlenme tehlikesi çok azdır. Her türlü yeraltı suyu tabakasından su temin edilebilir. Derin tabakalardan su alınabildiğinden, debileri mevsimlere göre fazla değişmez. Borulu kuyular genel olarak:

1. Sığ borulu kuyular
2. Derin borulu kuyular

olmak üzere iki grupta incelenir.

Sığ kuyularında inşa metodlarına göre

1. Çakma kuyular,
2. Burgu ile açılan kuyular,
3. Enjeksiyon metodu ile (su püskürtülerek) açılan kuyular,

olmak üzere üç tipi vardır (Karpuzcu, 2005).

Borulu kuyular, yeraltı su tabakasının

- basınçsız (serbest nap)

- basınçlı (sıkışık nap) olması durumuna göre iki şekilde hesaplanmaktadır.

NAP (akifer) : Su taşıyan yeraltı tabakasıdır (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).

Serbest yüzeyli ve basınçlı kuyuların hesabında temel debiler, “Dupuit debisi” ve “Müsaade edilen debi” değerleridir.

Dupuit debisi: Kuyunun açıldığı zeminin teorik olarak verebileceği debi değeridir.

Müsaade edilen debi: Zemini sürükmeden ulaşılabilecek maksimum su hızı ile kuyudan alınacak maksimum debi değeridir.

Optimum debi: Dupuit ve müsaade edilen debinin birbirine eşit olduğu debiye optimum debi denir. Bu eşitliği sağlayan seviye alçalmasına da “optimum seviye alçalması” adı verilir.

Borulu kuyular için, optimum debi ve optimum seviye alçalması değerleri, tatonman (deneme- yanılma) ve grafik metot ile hesaplanır (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).

Sichardt, tesir yarıçapını aşağıdaki (4.12) bağıntısı ile ifade etmiştir.

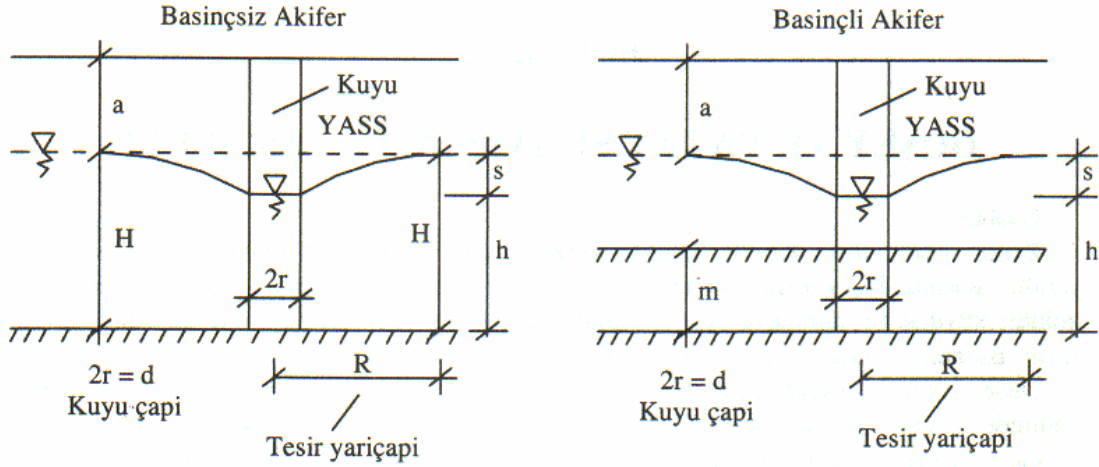
$$R = 3000 * s * \sqrt{K} \quad (4.12)$$

R : Tesir yarıçapı (m)

s: Seviye alçalması (m)

Kuyuya girişte zemini sürükmeden ulaşılabilecek maksimum hız değeri ise, Sichardt tarafından (4.13) bağıntısı ile verilmiştir.

$$V_{\max} = \frac{\sqrt{K}}{15} \quad (4.13)$$



Şekil 4.14 Basıncısız ve basınçlı kuyu kesitleri

Şekil 4.14'de basınçlı ve basıncısız kuyulara ait kesitler verilmiştir. Basıncısız ve basınçlı kuyular için maksimum debiler (müsaade edilen debi) aşağıdaki (4.14) ve (4.15) bağıntılarından hesaplanır (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004):

Basıncısız akifer (serbest yüzeyli kuyu) için;

$$Q_{\text{müsaade}} = Q_{\text{max}} = A * V_{\text{max}} = (2\pi r h) \frac{\sqrt{K}}{15} = (2\pi r (H - s)) \frac{\sqrt{K}}{15} \quad (4.14)$$

Basınçlı akifer için;

$$Q_{\text{müsaade}} = Q_{\text{max}} = A * V_{\text{max}} = (2\pi r m) \frac{\sqrt{K}}{15} \quad (4.15)$$

Eğer açılan kuyular geçici maksatlar için kullanılacaksa, maksimum debilerin hesabında paydada 15 değeri alınır.

Ancak kuyulardan uzun ömürlü su temini için yararlanılacaksa paydada 30 değeri alınır (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).

Basıncısız ve basınçlı kuyular için “Dupuit debileri” sırasıyla (4.16) ve (4.17) bağıntılarından hesaplanır.

Basıncısız kuyu için;

$$Q_{\text{Dupuit}} = Q_D = \left[\frac{\pi k (H - h)}{\ln \left(\frac{R}{r} \right)} \right] (H + h) \quad (4.16)$$

Basınçlı kuyu için;

$$Q_{\text{Dupuit}} = Q_D = \left[\frac{\pi k (H - h)}{\ln \left(\frac{R}{r} \right)} \right] (2m) \quad (4.17)$$

Kuyu problemlerinin çözümünde izlenecek yöntem, debi formülleri içerisinde bulunan “h” parametresini, “s” cinsinden yazmaktır. ($h = H - s$)

Buna göre basıncısız kuyu için “Dupuit debisi”;

$$Q_{\text{Dupuit}} = Q_D = \left[\frac{\pi k (s)}{\ln \left(\frac{R}{r} \right)} \right] (2H - s) = \left[\frac{\pi k (s)}{\ln \left(\frac{3000 s \sqrt{K}}{r} \right)} \right] (2H - s) \quad (4.18)$$

Basınçlı kuyu için “Dupuit debisi”;

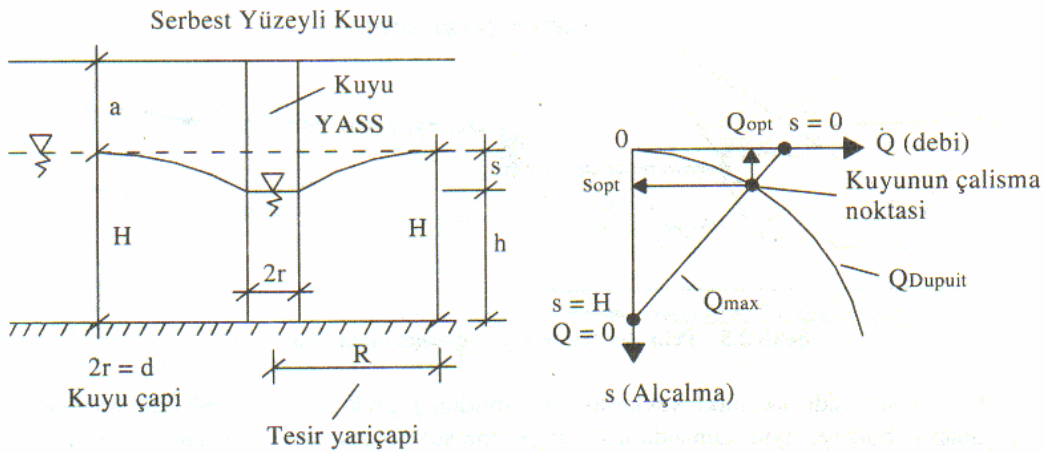
$$Q_{\text{Dupuit}} = Q_D = \left[\frac{\pi k (s)}{\ln \left(\frac{R}{r} \right)} \right] (2m) = \left[\frac{\pi k (s)}{\ln \left(\frac{3000 s \sqrt{K}}{r} \right)} \right] (2m) \quad (4.19)$$

Kuyular için elde edilen optimum debi ve optimum seviye alçalmasından sonra, gerekli olan kuyu sayısı (4.20) bağıntısından hesaplanır.

$$n = \frac{Q_{\text{ihtiyaç}}}{Q_{\text{optimum}}} = \frac{\left[\frac{q_{\text{max}} N}{86400} \right]}{Q_{\text{optimum}}} \quad \text{gereken kuyu sayısı} + 1 \text{ yedek} \quad (4.20)$$

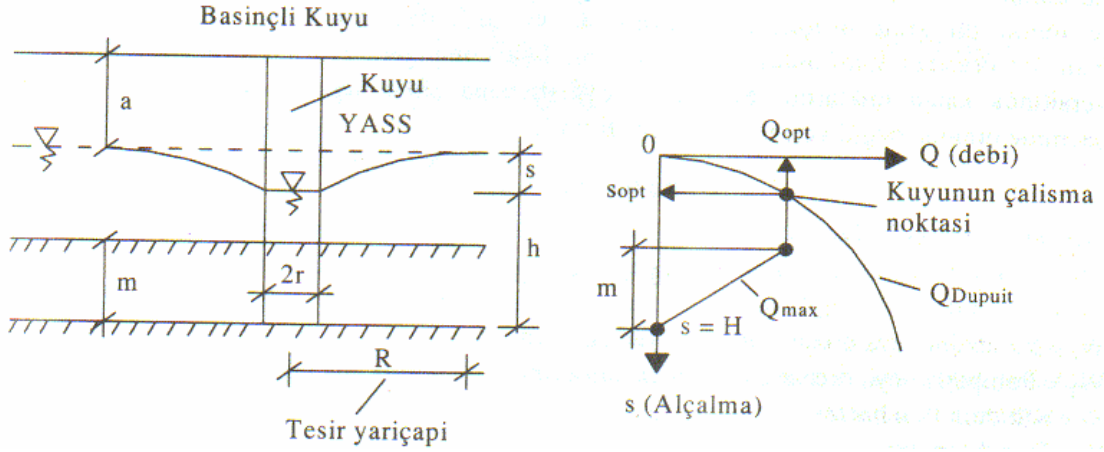
Basıncsız kuyular için, optimum debiyi bulmak amacıyla her iki debi formülünde (serbest yüzeyli kuyular için yazdığımız Dupuit debisi ve müsaade edilen debi formülleri) yer alan “s” seviye alçalması için “H” değerine kadar çeşitli değerler verilir. Dupuit debisini maksimum debiye (müsaade edilen debi) eşitleyen “s” değeri optimum seviye alçalması değeridir. Bu iki debinin birbirine eşit olduğu debi değeri ise optimum debidir (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).

Basıncılı kuyular için, optimum debi değeri bu tip kuyular için yazdığımız maksimum debi formülüne eşittir. Yani basıncılı akifer için, optimum debi doğrudan maksimum debiye eşittir. Buna karşılık gelen Dupuit debisi yazılarak “s” değeri, tatonman ile hesaplanır. Yine burada da optimum debiyi veren “s” değeri, optimum seviye alçalmasıdır. Kuyular için diğer bir çözüm yöntemi olan grafik netodlarda basıncsız kuyular için Şekil (4.15) ve basıncılı kuyular için Şekil (4.16)’daki grafikler kullanılır.



Şekil 4.15 Basıncsız kuyular için grafik yolla kuyunun ekonomik çalışma noktasının tespiti

Şekil 4.15’de görüldüğü gibi, serbest yüzeyli kuyular için optimum debi ve optimum alçalma değerleri, Dupuit debisi ile maksimum debi grafiklerinin kesişim noktasından çizilen yatay ve düşey doğruların eksenleri kestiği noktalar olarak belirlenmektedir (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).



Şekil 4.16 Basınçlı kuyular için grafik yolla kuyunun ekonomik çalışma noktasının tespiti

Yeraltı suyu akımı Darcy kanuna uymaktadır. Darcy kanununa göre zemindeki filtre hızı (4.21) bağıntısından hesaplanır:

$$V_f = \frac{Q}{A} = KJ \quad (4.21)$$

Burada Q debiyi, A kesit alanını, K hidrolik iletkenlik ve J ($\Delta H/\Delta L$) piyezometrik eğimdir. Filtre hızı (V_f) zemin için gerçek hız değeri olmayıp hayali yani fiktif bir hız ifadesidir. Gerçek şartlarda su akımı zeminin boşluklarında meydana geldiğinden gerçek hız değeri bulunmalıdır. Gerçek hız ile filtre hızı arasında;

$$V_f = V_g \cdot p \quad (4.22)$$

bağıntısı mevcuttur. Bu ifade de p parametresi zeminin porozitesini göstermektedir (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).

İletim kapasitesi: Birim genişlikteki bir akiferin kesitinden birim eğimde ve birim zamanda geçen su miktarına denir ve "T" ile gösterilir. Bunun boyutu uzunluğunun karesinin zamana oranı şeklindedir. Bir akiferin kalınlığı "m" ve hidrolik iletkenlik "K" olarak ifade edilirse iletim kapasitesi;

$$T = m K \quad (4.23)$$

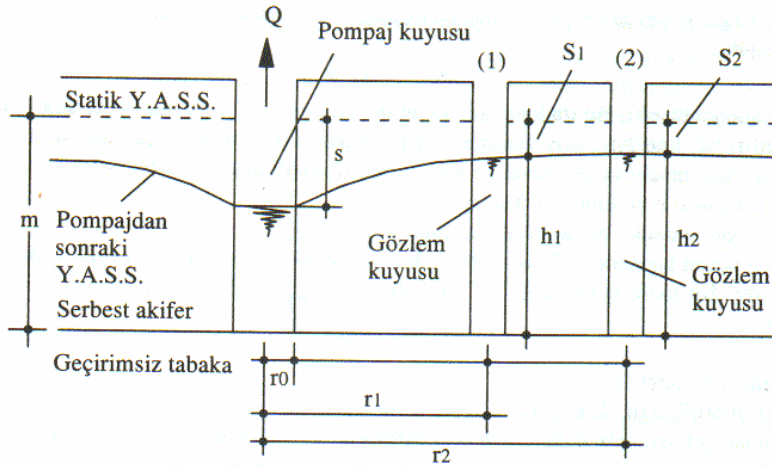
olarak elde edilmektedir (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).

Kuyu hidroliğinde, Darcy kanunu ve Dupuit hipotezlerinden yararlanılarak bir pompaj kuyusundan çekilen debi değeri elde edilebilmektedir. Bu yaklaşımlarda yeraltı suyu hızının düşey bir kesit boyunca her noktada yatay bir hızı olduğu, üniform bir hız dağılımı sergilediği

kabul edilmektedir. Bu kabuller gerçekte tam doğru olmasa da yeraltı suyu yüzeyinin eğiminin çok büyük olmadığı haller için kabul edilebilir. Ancak yeraltı suyu yüzeyinin eğimi büyük ise sonuçlara pek güvenilmez.

Serbest yüzeyli bir akiferde açılan bir kuyudan kararlı halde su çekilmesi durumunda pompaj debisi (4.24) bağıntısından hesaplanır.

$$Q = \left[\frac{\pi K (h_2 - h_1)}{\ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right)} \right] (h_2 + h_1) \quad (4.24)$$

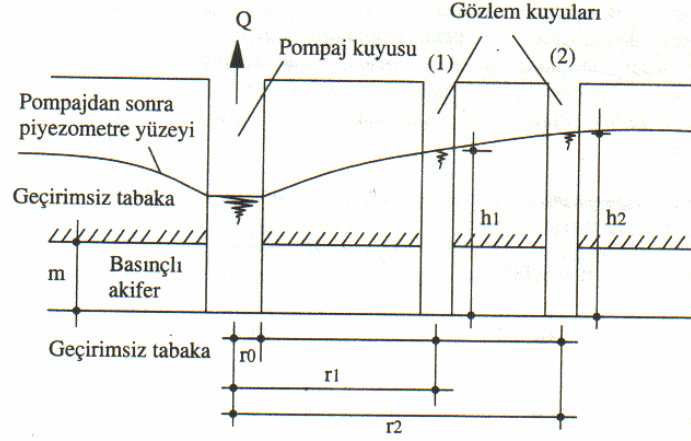


Şekil 4.17 Serbest yüzeyli akiferde açılan kuyu

Şekil 4.17'de serbest yüzeyli bir akiferde açılan pompaj kuyusu ve gözlem kuyuları görülmektedir.

Basıncılı bir akiferde açılan bir kuyudan kararlı halde su çekilmesi durumunda pompaj debisi (4.25) bağıntısından hesaplanır (Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004).

$$Q = \left[\frac{\pi K (h_2 - h_1)}{\ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right)} \right] (2m) \quad (4.25)$$



Şekil 4.18 Basınçlı bir akiferde açılan kuyu

Kaynaklar

1. Karpuzcu, M., Su Temini ve Çevre Sağlığı, Kubbealtı Neşriyatı, 2005
2. Muslu, M., Çözümlü Problemlerle Su Temini ve Çevre Sağlığı, Su Vakfı Yayınları, 2005.
3. Türkođan, F.İ., Yetilmezsoy, K., Su Getirme ve Kanalizasyon Uygulamaları, Su Vakfı Yayınları , 2004