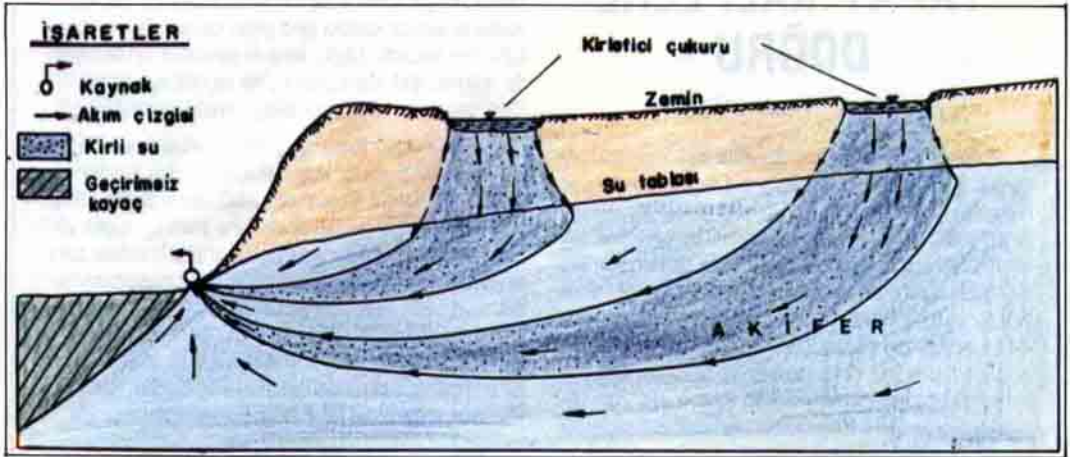


KAYNAKLARIN ÖNEMİ VE KORUNMASI



Dr.Y.Müh. Nuri KORKMAZ*

Kaynak, yeraltısularının yeryüzüne ulaştığı ve suyun tabii olarak aktığı noktadır. Göze, pınar, mamba da aynı anlamdadır. Kaynaklar akifer çeşitlerine, jeolojik yapılarına, akıttığı su (debi) miktarlarına, boşalım katsayilerine, sularının kimyasal bileşimine ve sıcaklığına göre sınıflandırılırlar.

Kaynaklar, akifer çeşitlerine göre genel olarak, yalnız alt tarafından geçirimsiz bir jeolojik ortamla sınırlanmış, yeraltısuyu basınçsız (serbest yüzeyli) olan serbest akifer kaynağı ve alt ve üstten geçirimsiz jeolojik ortamlarla sınırlanmış, basınçlı (artezyen) akifer kaynağı olmak üzere iki gruba ayrılır.

Jeolojik yapılarına göre kaynaklar, depresyon kaynağı, kontakt kaynağı, fay kaynağı, kırık sistemleri kaynağı, karstik kaynak, kıyasal kaynak, vs. gibi gruplara ayrılır.

Kaynaklar, yeraltısularının son boşalım noktası olarak, ya doğrudan doğruya yerüstüne boşalır, ya da göl, deniz gibi su kütlelerine boşalır. Deniz kıyısında yer alan herhangi bir akiferden boşalan ve sahilden çeşitli uzaklıklarda ve derinlikte bulunan kaynaklar, deniz altı kaynağı olarak adlandırılır.

Termal ve maden suyu, tedavi edici özellikleri bulunan tabii bir sudur. Maden suyu kaynağı, içerisinde 1 litrede 1000 mg (1 gr)'dan fazla erimiş madde bulunan ve şifa özelliği olan tabii su boşaltan kaynaktır. İçerisinde 1000 mg/1'den fazla mineral eriyiği bulunan; fakat şifa özelliği olmayan sulara ise sadece "yeraltısuyu" denir; maden suyu denilmez. Termal su (ilıca) kaynağı, sıcaklığı bölgenin ortalama hava sıcaklığından 5-6°C daha fazla olan tabii su boşaltan kaynaktır. Bu kaynakların üzeri kapatı-

Kaynaktan farklı uzaklıktaki kirlenmiş çukurlarından yeraltısuyunun kirlenmesi.

arak bir bina yapılmışsa, bunlara da "kapalı ilıca" ya da kısaca "kaplıca" denir.

Kaynaklar, ortalama debisi (kaynaktan birim zamanda boşalan su hacmi) 10 m³/sn'den büyük olan kaynaklar 1. grup ve 10 ml/sn'den küçük olan kaynaklar 8. grup olmak üzere, bu sınır değerleri arasındaki ortalama debiler de dikkate alınarak, 8 gruba ayrılırlar.

Yeryüzünde bu 8 gruptan her birine giren kaynaklar çok yaygın olarak bulunmaktadır. Bu kaynakların sularından yaygın olarak içme ve kullanma, sanayi suyu ve sulama suyu olarak ve hatta hidroelektrik enerji üretiminde faydalanılmaktadır.

Hidroelektrik enerji üretimine Kırkgöz karstik kaynakları misal olarak verilebilir. Kırkgöz karstik kaynakları, dünyanın sayılı büyük debili kaynaklarından biridir. Bu kaynaklar, Antalya'nın yaklaşık olarak 30 km kuzeyinde yer alan karstik yapılı Katran Dağı'nın doğusunda, yaklaşık olarak 1 km'lik bir zon boyunca 300 m kotundadır. Bu kaynakların sularının bir kısmı iletim kanalı ile Kepez Hidroelektrik Santral'i'ne verilmekte ve bir kısmı da sulamada kullanılmaktadır. Bu kaynakların 1973-1983 akım rasat devresinde minimum debisi 6,437 m³/sn (Ekim-1977'de) maksimum debisi ise 30,434 m³/sn (Şubat-1979'da) olarak ölçülmüştür. Bu 11 yıllık periyot için kaynakların ortalama debisi 15,516 m³/sn'dir. Bu kaynakların 6 aylık bir kurak mevsimdeki debisi değişkenliği (debi azalışı) yaklaşık olarak % 35'tir.

Kaynak sularının kimyasal bileşimlerinin değişmemesi ve genellikle iyi kaliteli oluşu, sediment taşınması, yeraltısuyu kirliliği olan bölgeler dışında temiz oluşu, sıcaklıklarının mevsimlere göre çok az

* DSİ. Jeotek. Hiz. ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı.

değişmesi gibi karakteristik özellikleri yalnız ekonomik faydası bakımından değil, aynı zamanda sağlık bakımından da önemlidir.

Yerüstüne boşalan kaynakların suları, ya bu noktadan itibaren yüzey akışı halinde hareketine devam ederek akarsu, göl, deniz gibi su kütlelerine ulaşır, ya da doğrudan doğruya akarsulara boşalır. Akarsu akımları genellikle yüzeysel akış ve yeraltı-suyu akımının (baz akımı) toplamından meydana gelir. Herhangi bir akarsuyun yüzeysel akış bileşeni, akarsuyun drenaj alanına (su toplama alanı) düşen yağıştan, yeraltı-suyu akımı bileşeni ise, bu alan içindeki akiferlerin tabii boşalımından meydana gelir. Akarsuların yağışlardan beslenen yüzeysel akışı, bir yıl boyunca yağın yağışın miktar ve dağılımına bağlı olarak süratle değiştiği halde, akiferlerdeki su hareketinin çok yavaş oluşu nedeniyle akarsulara doğrudan doğruya veya dolaylı olarak boşalan ve akarsuların baz akımını teşkil eden kaynak akımlarının, mevsimlere göre ve yıllararası değişkenliği genel olarak azdır. Kaynak akımlarının bu özelliğine bağlı olarak akarsu akımları, yağışların olmadığı veya minimum seviyede olduğu kurak mevsim veya yıllar boyunca da akarsuya olan yeraltı-suyu boşalım miktar oranında devam eder. Akarsu akımlarının genel anlamda baz akımını teşkil eden yeraltı-suyu akımlarının veya kaynak akımlarının yüzey suları ile olan sıkı ilişkisi kaynakların bir başka önemli yönünü göstermektedir.

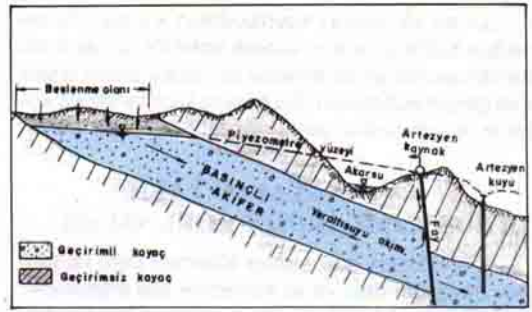
KAYNAKLARIN KAPTAJI

Kaynak sularından sürekli olarak yararlanmak için bu sular, belirli metotlarla, belirli yerlerde toplanır. Bu toplama işlemlerinin tümüne "kaptaj" ismi verilir. Kaynak sularının kaptajı,

- 1) Suyun debisini korumak veya görünür debisini arttırmak ve düzenlemek;
- 2) Suyun, fiziksel ve kimyasal bileşimini, dışarıdan gelebilecek etkilere karşı korumak ya da kirlenmesini önlemek;
- 3) Yerleşme merkezlerine devamlı ve temiz su sağlamak amacıyla yapılır.

Kaynakların kaptajı için gizli bilgilere ve tahmini dayanan değerlere itimat edilmemeli, ölçümler esas alınmalıdır.

Kaynak kaptajına karar vermeden önce, kaynakların debileri uzun süre ölçülmeli, bu ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesiyle, kaynağın kaptaja uygun olup olmadığına karar verilmelidir. Minimum ve maksimum debileri arasındaki oran 1/1-1/8 arasında olan kaynaklar kaptaja elverişlidir. Yani debinin Q ile 8Q arasında değişmesine müsaade edilebilir; daha fazla bir değişiklik olmamalıdır. Debi ölçümleri sırasında hava sıcaklığı ile birlikte su sıcaklığı ölçümleri de yapılmalıdır. Genel olarak kaynak sularının sıcaklıkları arasında mevsimlere göre, 1-5°C arasında fark



Artezyen kaynağı.

görülebilmektedir. Sıcaklık derecesindeki değişim 2°C'den fazla olan kaynaklar, yüzey suları ile karışmış oldukları düşüncesiyle kaptaja uygun değildir. Bunlara ilâve olarak, bir kaynağın kaptaja uygun olabilmesi için aşağıdaki şartların da sağlanması gerekir.

- 1) Kaynak suyu duyuşsal, kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik özellikleri bakımından içmeye, kullanmaya uygun olmalıdır.
- 2) Ahır, mezarlık, fosseptik, vb. gibi kirlenme noktalarından en az 40 m uzakta bulunmalıdır.
- 3) Deniz, göl ve sel sularının ulaşabileceği yerlerde olmamalıdır.
- 4) Kaynağın kaptajı ile elde edilebilecek debi, en düşük halinde bile ihtiyacı karşılamakta yeterli olmalıdır.

5) Kaynağın yeri, yola ve kullanma bölgesine yakın ve kötü, yerçekimi ile iletme uygun olmalıdır. Yerçekimi ile iletme şartlarının uygun olmaması halinde ise, terfili sistemle suyun iletimi ekonomik yönden uygun olmalıdır.

Suların toplayıp biraraya getirilecek kaynaklar üzerinde yapılacak kaptaj şekli, kaynağın tipine ve özelliklerine göre değişmektedir. Kaptajın yeri, galeri ya da drenlerin (küçük çaplı delikli boru) yerleri ve boyutları, bölgede yapılacak ayrıntılı hidrojeolojik etüd sonucunda belirlenir.

Genel olarak bir kaptajda, toplama galerileri ya da drenleri, toplama odası, bazen sediment çöktürme havuzu ve suyu ileten borular (iletim boruları) bulunur. Kazı sınırı, kaynağın bütün gözlerini içine alacak ve tabanı geçirimsiz, ayrışmamış bir zemine oturacak şekilde geniş tutulmalıdır. Özellikle küçük debili karstik kaynakların kaptajı sırasında yapılacak kazılarda, patlatıcı madde kullanılmamalıdır. Aksi halde kaynağın suları, patlatıcı madde etkisi ile meydana gelen yeni kırık sistemleri vasıtasıyla başka noktalara iletilir ve buna bağlı olarak kaynağın orijinal debisi azalabilir. Yüzeysel sularla kirlenme ihtimalinin mevcut olması halinde, kaptajdan yeterli uzaklıkta bir kuşaklama (çevirme) hendeği açılarak, kaptajın yüzeysel su etkilerinden korunması sağlanır.

Deniz altı karstik kaynaklarının kaptajı ise, denizden belirli uzaklıkta karstik kolektör içinde tuzlu denizsuyu girişini önleyecek bir yeraltı barajı inşaatı ile gerçekleştirilebilir. Bu barajın kara tarafında açılacak kuyulardan pompajla tatlı su temin edilir.

KAYNAKLARIN TABİİ BOŞALIMLARININ KORUNMASI

Kaynakların tabii şartlar altındaki debi ve kalitesi, kaynağın debi ve su kalitesine etki edebilecek suni faktörlerin belirlenmesi ve bunlara karşı gerekli tedbirlerin uygulanması ile korunabilir.

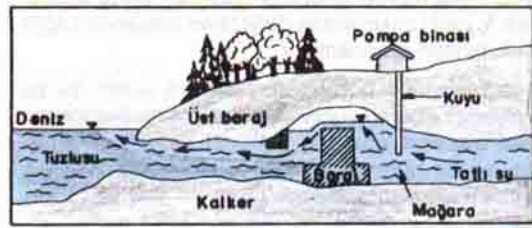
Kaynak debisinin azalmasına sebep olan suni faktörler:

- 1) Kaynak akiferinde yapılan yeraltısu işletmesinin uzun devreli etkileri;
- 2) Kaynağa yakın yeraltısu işletme kuyu veya kuyularının kısa ve uzun süreli çekimlerine bağlı olarak gelişen girişim düşümü etkileri;
- 3) Kaynağın, yağışlara ilâve olarak göl veya akarsudan beslenmesi halinde, bu göl veya akarsu akımının, sulama, içme-kullanma ve sanayi suyu olarak kullanılması, başka bir havzaya akıtılması vs. gibi şartlarla azaltılması veya kurutulması;
- 4) Kaynak akiferinin içinde tünel, maden işletme ve inşaat işleri galerileri, maden ve inşaat kazı çukurlarının açılması ile yeraltısuyunun, tabii boşalım bölgelerine ilâve olarak bu alanlara da boşalması;
- 5) Maden işletme ve inşaat alanlarındaki geçici ve sürekli yeraltısu drenaj çalışmaları;
- 6) Özellikle küçük debili kaynakların beslenim alanındaki kum, çakıl, vs. gibi geçirimli malzemenin kaldırılması veya yol, havaalanı, vs. gibi tesislerle bu alanların kısmen veya tamamen kaplanması;
- 7) Aynı akiferden boşalan birden fazla kaynağın herhangi birinin geliştirilmesi ile kaynağın tabii şartlar altındaki debisinden daha fazla su boşalımının sağlanması;
- 8) Kaynak akiferinde açılmış olan artezyen kuyuların kapatılmaması ve bu kuyuların sürekli akmasıdır.

Kaynak debisinin artmasına sebep olan suni faktörler:

- 1) Sulama suyu, rezervuarlar (baraj, gölet) kanalizasyon ve sanayi atık sularından kaynağın, orijinal şartlara ilâve olarak, ayrıca beslenmesi;
- 2) Suni beslenim tesisleri ile akifere doğrudan doğruya ilâve su verilmesidir.

Kaynakların tabii boşalım debilerinin korunabilmesi için, kaynak akiferinin tabii su dengesini bozarak kaynak debi artışı veya eksilişine sebep olan yukarıdaki faktörler, kaynak beslenim alanında ger-



Deniz altı kaynaklarında tuzlu su girişimini önleyen bir yeraltı barajının şematik kesiti.

çekleştirilmemeli veya minimum derecede etki edecek şekilde projelendirilmelidir.

KAYNAK SULARININ KALİTESİNİN KORUNMASI

Kirlenme, sulama, içme ve kullanma (yemek yapma, temizlik, sanayi suyu, sulama suyu, vs.) gibi çeşitli gayeler için belirlenmiş olan güvenilir sınırların (standartların) dışına çıkarak istenilen niteliklerini kaybetmesidir.

Kirlenme ise, kirlenmeye sebep olan tabii ve suni fiziksel özellikler ile kimyasal ve biyokimyasal maddelerdir.

Yeraltısulunun fiziksel özellikleri (sıcaklık, renk, bulanıklılık, koku ve tat) kimyasal özellikleri, bakteriyolojik ve radyoaktif özellikleri, suyun yeraltında depolandığı ve yeryüzüne ulaştığı yerlere kadar kat ettiği jeolojik teşekküllerin taş cinsi ve yapısal özellikleri ile yakından ilişkilidir. Ayrıca yeraltısu kirlenmeye karşı son derece hassastır. Kirlenen yeraltısu, son boşalım noktası olan kaynakla veya akarsu, göl, deniz gibi su kütlelerine doğrudan doğruya boşalarak yeryüzüne ulaşır. Yeraltısulunun hızı genellikle düşük olduğundan, kirlenen yeraltısu yeryüzüne ulaşması oldukça uzun bir zaman alır. Bu sebeple kaynak suyu kirliliği, teşhisten çok önce büyük oranda akiferde başladığı için, kirliliğin önceden teşhisi oldukça zor ve zaman alıcıdır. Bu şekildeki bir kirlilik genellikle akiferin ve kaynağın terkedilmesini gerektirir.

Kirleticiler, yeraltısuyna nokta, çizgi ya da alan şeklindeki kirlenme yerlerinden başlayan hareketler sonunda karışırlar. Kirleticinin etkinliği, cinsine, konsantrasyonuna, yeraltındaki hızına ve kaynağa olan uzaklığına bağlıdır.

Kirlenme, yeraltına sızarak öncelikle yeraltının suya doygun olmayan bölgesi içindeki sularla karışmakta, düşey doğrultuda da hareket ederek, yeraltısu seviyesine ulaşmaktadır. Yüzeysel sızarak yeraltısu seviyesine bu şekilde ulaşan veya doğrudan doğruya akifere enjekte edilen kirleticiler, yatay doğrultuda hareketlerine devam ederler ve yeraltı-

suyunun akışı yönünde yayılma göstererek kaynağa ulaşmaktadırlar.

Kirleticinin yeraltısuyuna doğru hareketi, yani kirleticiler yerlerden uzaklaşması sırasında, dispersiyon, moleküler difüzyon ve indirgeyici işlevler nedeniyle, kirleticiler etkinlikleri hareket yolunun uzunluğu ile ters orantılı olarak değişmekte, azalmalar görülmektedir. Ayrıca diğer olumlu taraf ise biyolojik ve radyoaktif kökenli kirleticilerin, yeraltısuyunun genellikle yavaş hareketi sebebiyle kaynağa ulaşma zamanının uzun olmasından dolayı etkinliklerini kaybetmeleri, kaynağa ulaşmalar bile etkili olamamalarıdır.

Suyun tabii fiziksel özelliklerine ek olarak, sıcaklık, renk, bulanıklık, koku ve tat gibi değişimlere sebep olan kirleticiler fiziksel kirleticiler olarak ifade edilir.

Bütün kimyasal maddelerin, su içindeki konsantrasyonlarının, suyun çeşitli gayeler için belirlenmiş sınırları dışına çıkması halinde kirleticiler nitelik taşırlar.

İnsan sağlığı yönünden kaynak sularında en önemli kirlenme azot kirlenmesidir. Azot, toprağa bitki atıklarından, azotlu gübrelerden, hayvan dışkılarından, kanalizasyon ve sanayi atıklarından geçmektedir. Bakliyat cinsinden bazı bitkilerin köklerindeki azot bakterileri, hava azotunu alarak nitrata dönüştürmekte ve toprağa bırakmaktadır. Sulama sularında azot kirlilik değil, bilakis gübre olduğundan varlığı istenir. İçme ve kullanma sularında müsaade edilen maksimum nitrat NO_3^- miktarı 25 mg/l'dir.

Kaynak sularının kirlenmesine sebep olan kirleticinin ilk olarak bulunduğu yerler ve durumlar:

- 1) Çöplükler,
- 2) Kirlili su iletim ve depolama yerleri,
- 3) Zemin dolguları,
- 4) Mezarlıklar,
- 5) Kışın karayollarının buz tutmamasını sağlayan tuzlar,
- 6) Fabrika ve termik santrallerin sıvı ve katı atıkları ile duman ve külleri,
- 7) Reaktörler,
- 8) Maden, kömür işletmesi ve drenaj alanları,
- 9) Taşocağı, hafriyat alanı,
- 10) Petrol işleme, iletim, depolama sistemleri ve akaryakıt servis istasyonları,
- 11) Doğal gaz iletim sistemleri,
- 12) Atık çukuru, havuzu veya kuyusu,
- 13) İlaçlanan, gübrelenen ve sulanan tarım alanları,
- 14) Hayvan besleme alanları,
- 15) Kirlenen nehir ve göllerden kaynak akiferine direkt sızmalar,

16) Akiferin kirlili yüzey sularından suni beslenmesi,

17) Kaynak akiferinin alt veya üstündeki tuzlu su akiferinden eskiyen kuyular vasıtasıyla sızma,

18) Petrol sahaları tuzlu suları,

19) Kıyasal akiferlerde yeraltısuyu işletmesine bağlı gelişen tuzlu su girişimidir.

Kaynak sularından ve akiferde açılan kuyulardan alınan su numunelerinin laboratuvar analizleri sonucunda kaynak suları ve akiferin herhangi bir bölgesinde rastlanan kirleticiler, o bölgedeki yeraltısularında kirlenme olduğunun işaretidir.

Kirlenme tespit edilen kaynaklarda şu çalışmalar yapılmalıdır:

a) Kirleticilerin yeri, cinsi ve konsantrasyonu tespit edilir.

b) Kirlenen yeraltısuyunun, kirlenme derecesi, gelişme yönü, kalınlık ve yayılım alanı jeolojik, hidrojeolojik, jeokimyasal ve jeofizik çalışmalarla belirlenir.

c) Arazide, laboratuvar ve büroda sürdürülen bu çalışmalar sonucunda, kirlenme sebebinin ortadan kaldırılması için gerekli tedbirler belirlenir ve bu tedbirler hızla uygulanır.

Kaynak suları yukarıda belirtilen kirleticiler ve kirleticilerin bulunduğu yerlere bağlı olarak kirlenmeye karşı son derece hassastır. Küçük debili kaynaklarda su kirlenmesi, yalnız bu kaynak sularından faydalanma imkânlarını ortadan kaldırdığı halde, özellikle büyük debili kaynaklardaki kirlenmeler, kaynağın terk edilmesine ilâve olarak, kirlili kaynak sularının boşaldığı akarsu ve göllerin kirlenmesine de sebep olmaktadır. Bu nedenle kirlenmeye sebep olan kirleticiler ve yerlerinin seçiminde kaynak sularının etkilenemeyeceği şartlar ve projelendirmeler dikkate alınmalıdır. Bunun için kirleticiler ve tesisleri, kaynak beslenme alanında gerçekleştirilmeli veya tesislerde minimum etki edecek şekilde tedbirler alınmalıdır.

Sonuç olarak ifade edilecek olursa, suya olan ihtiyacın sürekli artışına paralel bir şekilde çeşitli gayeler için büyük çapta kullanılan ve sürekli ihtiyaç duyulan kaynak sularının, israf edilmeden, ekonomik bir şekilde kullanılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, kaynak beslenim tabii debisini değiştiren ve su kirlenmesi ile kaynak sularının kullanılmaz ve çevre için zararlı hale gelmesini sağlayan yukarıdaki suni şartların, kaynak sularına zarar vermeyecek şekilde projelendirilmesine özel önem verilmelidir. □

BİR DÜŞÜNCEYİ SUSTURMAK, YAŞAYAN KUŞAKLAR KADAR, GELECEK KUŞAKLARA KARŞI DA DÜPEDÜZ HAYDUTLUKTUR.

John Stvart Mill