

İSTANBUL-TAŞDELEN ve KARAKULAK KAYNAK SULARININ HİDROJEOLJİSİ ve KAPTAJ SORUNLARINA ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Hydrogeology of Taşdelen and Karakulak springs in İstanbul and solution proposals for the problems in the Water Catchments

Erdoğan YÜZER İTÜ Maden Fak. Jeoloji Müh. Böl., İSTANBUL

Turgut ÖZTAŞ İTÜ Maden Fak. Jeoloji Müh. Böl., İSTANBUL

Orhan MUTLU İTÜ Maden Fak. Jeoloji Müh. Böl., İSTANBUL

ÖZ: İstanbul-Taşdelen ve Karakulak kaynak sularında bulanıklılık ve debide yetersizlik şeklinde zaman zaman ortaya çıkan sorunların nedenlerini belirlemek amacıyla, kaynak sularının kaptaj tesisleri ve kaynak bölgelerinin hidrojeolojisi incelenmiştir. İnceleme sonunda; kaynak sularındaki sorunların, gerekli araştırmalar yapılmadan inşaa edilen kaptaj tesislerindeki ve koruma alanlarındaki yapım hatalarından doğduğu belirlenmiştir. Kaptaj galerilerinin yüzeye çok yakın sürülmüş olması ve koruma alanlarındaki çevresel düzenleme eksikliği, bulanıklılık ve debi azlığı sorunlarının esas nedenleridir. Varolan yapılarda fazla değişikliğe gitmeden bu sorunları ortadan kaldıracak veya en azından azaltacak bazı çözümler her kaynak suyu için ayrı ayrı önerilmiştir.

ABSTRACT: The turbidity and less flow rate of Taşdelen and Karakulak springs in İstanbul are the most important problems occurring time by time. To establish the reasons of these problems, hydrogeology of the vicinity and the water catchments of these springs have been investigated. As the result of this investigation, too small distance between topographical surface and underground discharge points and also, the insufficient environmental arrangements at the water catchment areas are established to be main reasons of the problem. The most available and practicable solutions, taking into account the main reasons of problem, have been proposed in this paper.

GİRİŞ

İşletilmekte olan kaynak (membra) sularının uygulamada karşılaşılan temel sorununu, kaptaj tesisine ve kaptaj arazisinin doğal özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan teknik ve yerel yetersizliklerle bunların işletme üzerindeki olumsuz etkileri oluşturmaktadır. İşletme ekonomisini ve dolayısıyla rantabiliteyi etkileyen bu sorunlar daha işin başlangıcında gerçekleştirilmesi zorunlu olan ayrıntılı hidrojeolojik araştırmalarla ortaya çıkarılabilecek ve gerek yapılaşma öncesinde gerekse yapılaşma sırasında alınacak önlemlerle giderilebilecek düzeydedir. Buradaki temel sorun, başlangıçta yapılması gereken araştırmalara yeterli önem verilmemesi ve işletmeye geçildikten sonra

çıkan aksaklıkların giderilmesine çalışma alışkanlığının ısrarla sürdürülmesinden kaynaklanmaktadır. Böylece, işletmelerin her türünde olduğu gibi kaynak suyu işletmeciliğinde de sonradan yapılması zorunlu olan bu müdahaleler ve dolayısıyla işletmede oluşan kesiklikler nedeniyle rantabilite olumsuz yönde etkilenmektedir.

Kaptaj sorunlarına ve bunların çözümüne yönelik olarak hazırlanan bu makale, 1988-89 yıllarında gerçekleştirilen "İstanbul Vakıf Memba Suları İşletmeleri, Taşdelen ve Karakulak Kaynakları Dolayının Hidrojeolojik Etüdü"nü her kaynak bölgesi için ayrı ayrı yapılan çalışmalarının birleştirilmiş özeti şeklindedir.

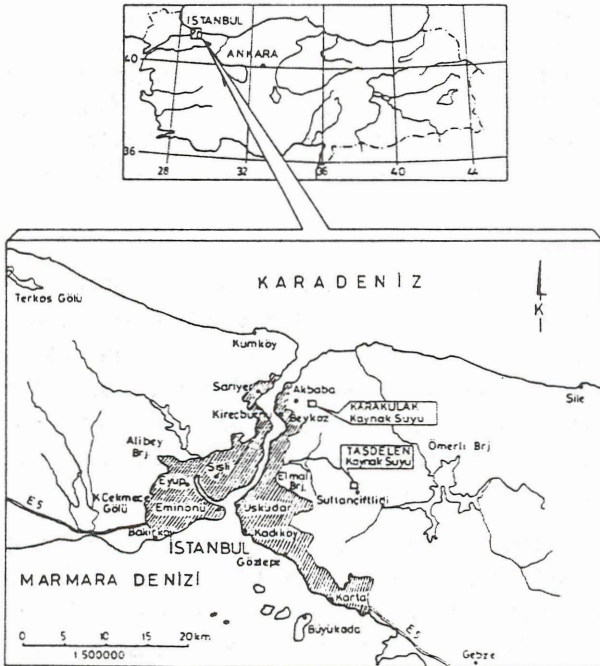
KAYNAK SUYU BÖLGELERİNİN TANITIMI

İstanbul il sınırları içinde bulunan ve İstanbul Boğazı'nın doğu yakasında yer alan Taşdelen Kaynağı, Üsküdar-Şile karayolunun 18. km'sindeki Sultançiftliği köyünden Kuzeye ayrılan asfalt yolun 1,5 km sonrasında, Karakulak Kaynağı ise Beşiktaş yerleşim merkezinden 5 km uzaklıktaki Akbaba köyünün 1,5 km kadar doğusundaki Dereseki köyü yakınındadır (Şekil 1).

Kaynaklar dolayı, yerel etkin faylara ve litoloji farklılıklarına bağlı olarak gelişmiş akarsu vadileri ve kuru dere yataklarıyla parçalanmış engebeli bir morfoloji sunar. Başlıca yükseltileri; Karakulak'da Sırmakeş T. (280m) ve Gökkaya T. (250 m), Taşdelen'de ise Türbe T. (380 m) ve Kara T. (320 m) oluşturur.

Yerleşim birimleri ve sırtlar dışındaki alanlarda meşe, çam gibi yüksek ağaçlar ve özellikle tepelerde yer yer geçit vermeyecek derecede sık bir maki topluluğu bulunur.

Bölge iklimi, tüm mevsimlerde düşen yağışlarla Karadeniz iklimine yaklaşırken yaz dönemlerindeki yağış azlığı ile de Akdeniz iklimi özellikleri taşır. Yıllık yağış, gerçek buharlaşma ve sıcaklık ortalamaları; Taşdelen'de 685 mm, 558 mm ve 13,3°C, Karakulak'da ise 763 mm, 611 mm ve 13,7°C'dir.



Şekil 1 İnceleme alanı bulduru haritası.
Figure 1 Location map.

JEOLOJİ

Kaynaklar dolayının jeolojisi, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritadan büyütülen 1/10.000 ölçekli haritalar üzerinde çalışılmıştır. Haritalamada litoloji farklılıkları gözönüne alınmış ve her istif içerdiği en yaygın kayaç türü ile adlandırılmıştır.

Ordovisiyen (arkoz-alacalı kumtaşı, O₁: alt kuvarsit, O₂) ve Silüriyen (grovak-silttaşı-şeyl, s₁) yaşlı kayaç birimlerine her iki kaynak suyu dolayında ve benzer özelliklerde rastlanmaktadır. Devoniyen (silttaşı-siltli fosilli şeyl, d₂₋₃: kumtaşı-şeyl-grovak, k₄) yaşlı kayaç birimleri ise sadece Karakulak Kaynağı çevresinde bulunmaktadır. Tüm birimler, her yerde Kuvaterner (alüvyon, Q_{a1}) ile örtülmüştür (Şekil 2,3).

Tüm istiflerde belirgin bir tabakalaşma yanısıra yer yer laminalı ve şisti yapıya da rastlanır. Taşdelen dolayında düşük kanat açılı monoklinaler şeklinde olan makroyapı, Karakulak dolayında oldukça kıvrımlı ve belirgindir.

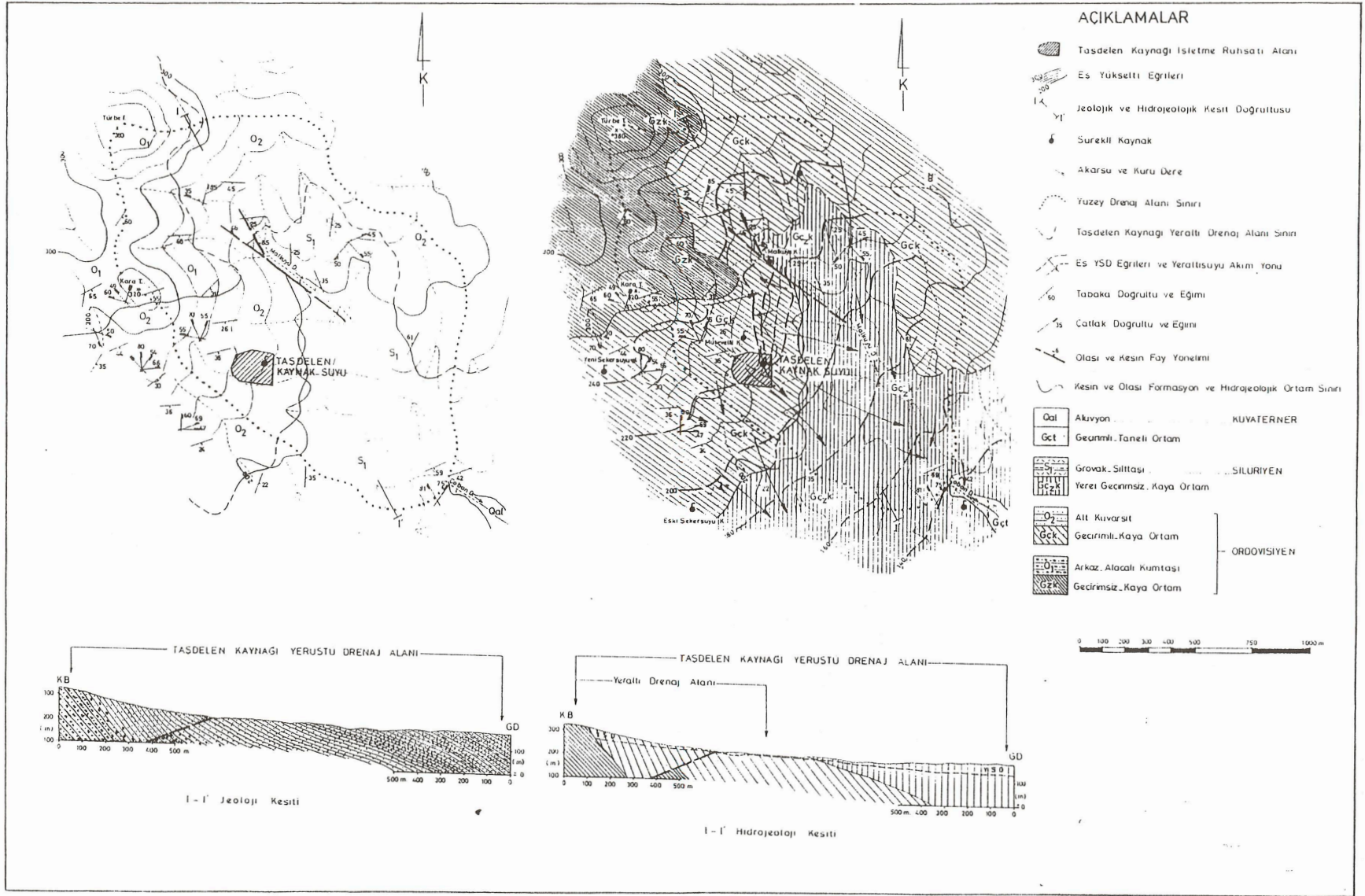
Tüm birimler çok sık çatlaklıdır. Ordovisiyen ve Silüriyen birimlerinde genellikle açık ve bazen yarı dolgulu olan çatlaklar, Devoniyen ve Karbonifer birimlerinde tane inceliğine ve ayrışmaya bağlı olarak genellikle dolgulu ve bazen yarı dolguludur.

Her iki kaynak bölgesinin de yoğun bitki örtüsü ile kaplı oluşu, morfolojik ve petrografik özelliklerindeki bozukluklara bağlı olarak varlığı kesin olan fayları gizlemektedir. Karakulak bölgesindeki tüm kaynaklar ile Taşdelen bölgesindeki Mütevelli ve Malkuyu Kaynaklarının varlığı haritalanmış olan bu olası faylara bağlıdır.

HİDROLOJİ

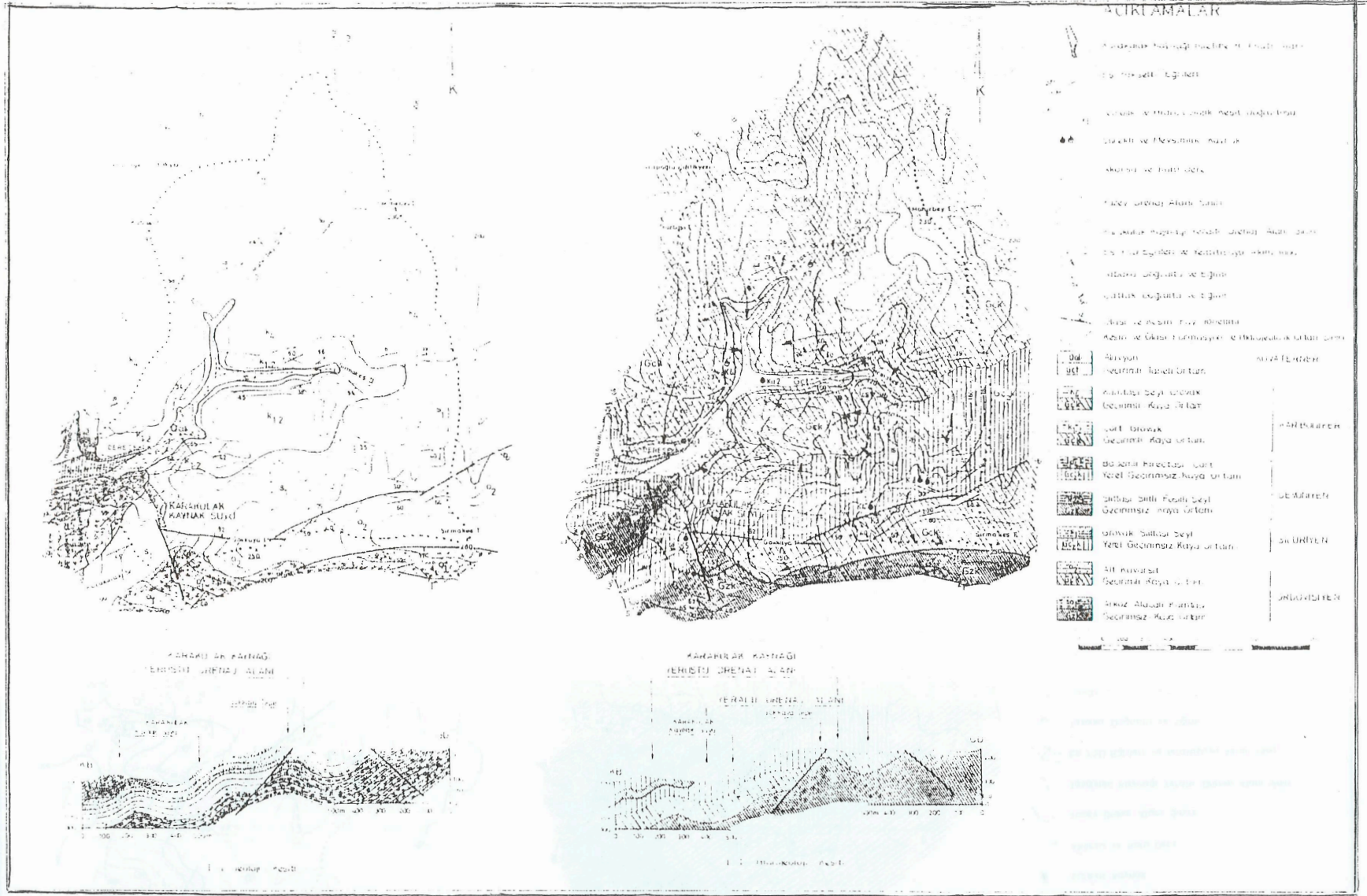
Her iki kaynak bölgesinin yüzey akaçlama alanlarına ait yüzeysuyu özellikleri (akarsu ve kuru dereler, su noktaları) bu bölümde incelenmiştir.

Taşdelen Kaynağı bölgesinin 1,8 km² yüzey akaçlama alanının ana akarsuyunu oluşturan Malkuyu deresi GD'ya akışlıdır. 2,1 km² büyüklükteki Karakulak Kaynağı bölgesinin yüzey akaçlama alanı içindeki ana akarsu ise batıya akışlı Sırmakeş deresidir. Taşdelen bölgesindeki Taşdelen, Mütevelli ve Malkuyu Kaynakları ile Karakulak bölgesindeki Karakulak, Deliosman ve Sırmakeş Kaynakları, bu bölgelerin bilinen ve sürekli yararlanan temel su noktalarıdır. Tümü kaptaja alınmış olan bu kaynaklar dışında arazide mevsimlik sızıntılar şeklinde bazı su çıkışlarına da rastlanmaktadır. Olasılıkla bir formasyon kaynağı niteliğindeki Taşdelen dışında, sözü edilen bu kaynak-



Şekil 2 Taşdelen Kaynak Kuyusu dolayının jeolojî-hidrojeolojî haritaları ve kesitleri

Figure 2 Geological and hydrogeological maps of the vicinity of Taşdelen Spring and the cross-sections.



Şekil 3 Karakulak Kaynak Suyu dolayının jeolojî-hidrojeolojî haritaları ve kesitleri.

Figure 3 Geological and hydrogeological maps of the vicinity of Karakulak Spring and the cross-sections.

ların tümü fay kaynağı türündedir. Dere yataklarındaki bir kaç kuyu ve yerleşim alanları içindeki bazı çeşmeler diğer su noktalarını oluşturur (Şekil 2, 3).

HİDROJEOLOJİ

İnceleme alanlarındaki kayaç birimleri, mevcut açık süreksizliklerinin (tabaka, çatlak, vb) yoğunluğuna ve birbirleriyle olan ilişkilerine bağlı olarak gelişen geçirimsizliklerine göre hidrojeolojik açıdan 4 kümede toplanmıştır.

Fissür ve çatlak sistemlerinin gelişmemiş olması, var olanların ise silis dolgulu oluşları yanısıra arkozlardaki feldispatların kaolenizasyon ürünü kille dolgulu bulunuşları nedeniyle, Ordovisiyen yaşlı "arkoz-alacalı kumtaşı, o₁" ve Devoniyen yaşlı "silttaşı-siltli fosilli şeyl, d₂₋₃" istifleri, hidrojeolojik açıdan "geçirimsiz ortam, Gz" olarak adlandırılmıştır.

Çatlak sistemlerinin iyi gelişmiş olmasına rağmen çatlakların üst seviyeler dışında, yüzeyden tabana doğru giderek killi-siltli malzeme ile daha çok doldurulması, tane boyutunun inceliği, istifler içinde yerel geçirimsiz kıltaşı-şeyl ara seviyelerinin varlığı, Silüriyen yaşlı "grovak-silttaşı, s₁" ve Devoniyen yaşlı "bademli kireçtaşı-çört, d₄" istiflerinin, hidrojeolojik açıdan "yerel geçirimsiz-yarı geçirimli kaya ortam, gçk_z" olarak adlandırılmasına neden olmuştur. Bu tür ortamlar, düşük kapasiteli yarı basınçlı ve yarı serbest çatlaklı kaya akiferi oluşturmaktadır.

Çatlak sistemlerinin iyi gelişmiş ve çoğunlukla açık oluşu yanısıra bunların su iletimini sağlayacak bir konum geometrisine sahip olmaları, Ordovisiyen yaşlı "alt kuvarsit, o₂" ile Karbonifer yaşlı "çört-grovak, k₁₋₂" ve "kumtaşı-şeyl-grovak, k₄" istiflerinin, hidrojeolojik açıdan "geçirimli kaya ortam, Gçk" olarak adlandırılmasını sağlamıştır. Taşdelen ve Karakulak bölgelerinde kaptaja alınmış olan tüm kaynak suları, değişik basınçlı ve serbest karakterler taşıyabilen bir çatlaklı kaya akiferi niteliğindeki bu hidrojeolojik ortam içinden çıkmaktadır.

Gevşek bir killi-siltli-kumlu çimento ile tutturulmuş olan ve kum-çakıl-blok boyutundaki çevre kayaç parçalarından oluşan Kuvaterner yaşlı "alüvyon, Q_{a1}", hidrojeolojik açıdan "geçirimli taneli ortam, Gçt" oluşturmaktadır. Her iki kaynak bölgesinin de ikincil önemli yeraltısu potansiyeli

lini barındıran bu hidrojeolojik ortam serbest akifer niteliğindedir.

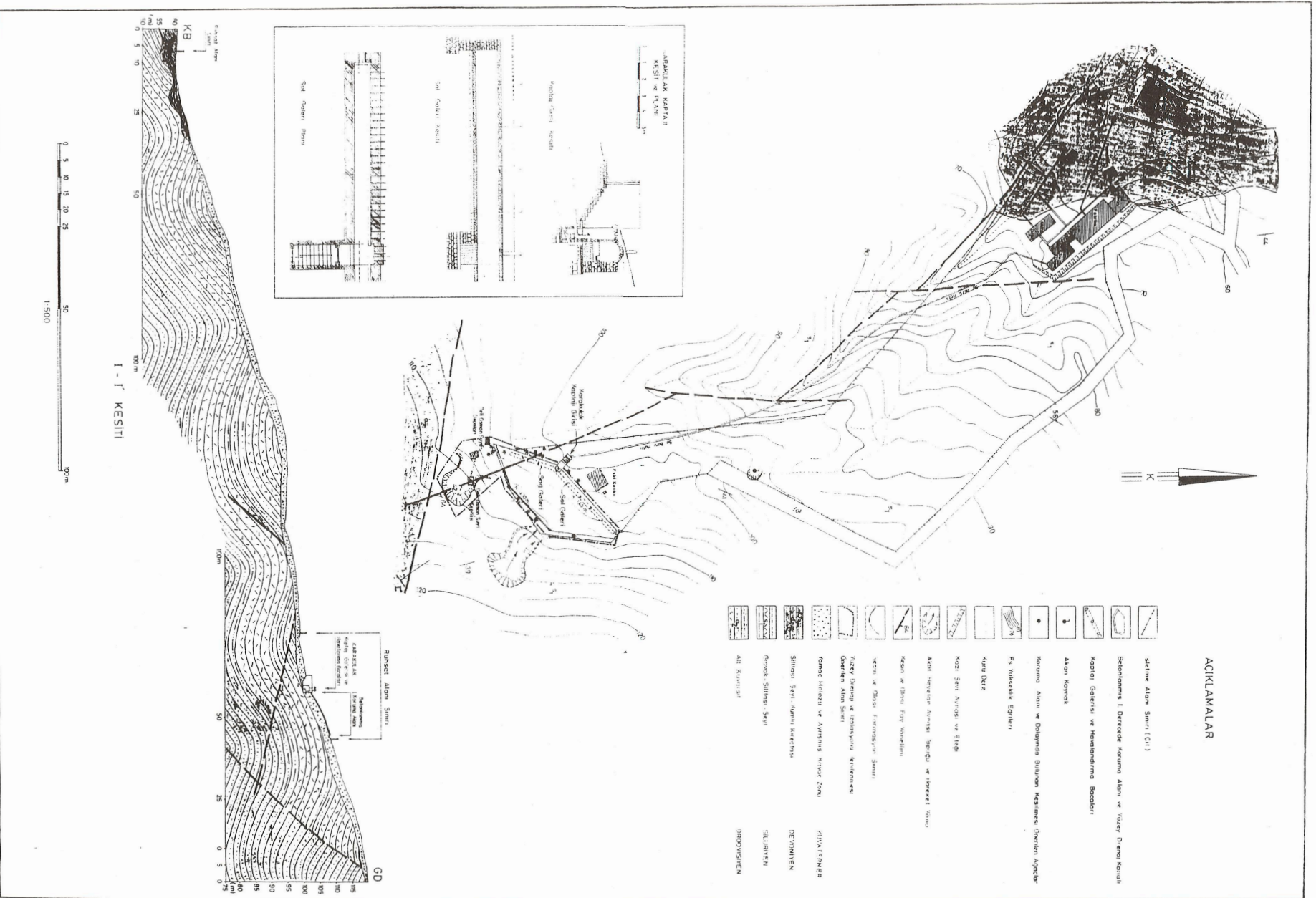
Kaynakların boşalım kotları temel alınarak hazırlanan eş yeraltı su düzeyi eğrileri, hidrolik eğim değerlerindeki değişimlerle, aynı zamanda hidrojeolojik ortam türlerinin de bir göstergesi durumundadır. yüzey akaçlama sistemi genellikle yeraltısu tarafından beslenmektedir.

İncelenen kaynakların resmi kuruluşlarca yapılan kimyasal analizleri esas alınarak, içme suyu özellikleri de değerlendirilmiştir. Sağlanan veriler ışığında, tüm kaynak suları 1. derece içme suyu kaynak suyu niteliğinde görülmüştür (Çizelge 1).

KAYNAK SUYU İŞLETMELERİNİN GÜNCEL DURUMU

Sultan III. Murad'ın annesi Nurbanu Sultan tarafından vakfedilen ve 1582 yılından bugüne kullanılmakta olan Taşdelen Kaynak Suyu'nun kaptaj tesisi, 2 kaynağın suyunu toplayan bir sağ galeri ile 4 kaynağın suyunu toplayan bir sol galeriden oluşmaktadır (Şekil 4). Kaptaj sahası yüzeyde iri blokaj taşlarla örülmüş, araları ve üzeri çimento harcı ile sıvanarak bir beton kaplama oluşturulmuştur. Yüzey sularının koruma alanına girmesini önlemek için çepeçevre bir çevirme hendeği ve betonlanmış alan içinde de ayrıca su toplama kanalları yapılmıştır. İşletmede 1969 yılında küçük şişe, 1976 yılında da galon dolum tesisleri hizmete sokulmuştur. Kaptaj galerilerinde toplanarak bir boru hattıyla depolara alınan su, klorlandıktan sonra dolum tesisine getirilmektedir.

Valide kethüdası Yusuf Ağa tarafından 1796 yılında vakfedilerek kullanılmaya başlanan Karakulak Kaynak Suyu'nun kaptaj tesisi bugünkü görünümüne 1958 yılında kavuşturulmuştur. Kaptajı, giriş yönüne göre sağ ve sol galeri olarak adlandırılan 2 galeriden ibarettir (Şekil 5). Günümüzde sadece sol galeri içinde drenlerle toplanan kaynak suyundan yararlanılmakta, sağ galeri ise daha girişinde beton bir duvar ile kapatılarak iptal edilmiş bulunmaktadır. Kaptaj sahası iri blokaj taşlar ile kaplanmış ve araları harçla doldurularak, ayrıca bir çevirme hendeği yapılarak, yüzey sularının yeraltına sızması önlenmeye çalışılmıştır. Sol kaptaj galerisinde toplanan su, 160 ml bir boru hattıyla getirildiği bir bekleme odasından geçirilip dinlendirildikten ve otomatik olarak klorlandıktan sonra elle çalışan tabancalar kullanılarak damacanalara doldurulmaktadır.



Şekil 5 Karakulak Kaynağı işletme alanının mühendislik jeolojisi harita ve kesiti.

Figure 5 Engineering geological map and cross-section of the exploitation area of Karakulak Spring.

KAYNAK SULARININ OLUŞUM-DEBİ VE KİMYASAL BİLEŞİM ÖZELLİKLERİ

Taşdelen kaynağı, Ordovisiyen yaşlı "alt kuvarsit, o_2 " biriminin orta seviyelerinden boşalmaktadır (Şekil 4). Hidrojeolojik açıdan "geçirimli kaya ortam Gçk olarak adlandırılan bu birim alttan "geçirimsiz ortam, Gz" niteliğindeki Ordovisiyen yaşlı "arkoz-alacalı kumtaşı, o_1 " istifıyla, üstten de "yerel geçirimsiz-yarı geçirimli kaya ortam, gçk_z" niteliğindeki Silüriyen yaşlı "grovak-silttaşı-şeyl, s_1 " istifıyla sınırlanmıştır. Formasyon kaynağı niteliğindeki Taşdelen Kaynağı'nın akiferi, boşalım alanında "basınçlı çatlaklı kaya akiferi" özelliği taşımaktadır.

Karakulak Kaynağı, hidrojeolojik açıdan "yerel geçirimsiz-yarı geçirimli kaya ortam, gçk_z" niteliğindeki Silüriyen yaşlı "grovak-silttaşı-şeyl, s_1 " istifinin alt seviyelerinden boşalım göstermekte ise de fay kaynağı özelliğindeki bu kaynağın temel akiferini "geçirimli kaya ortam, Gçk" niteliğindeki Ordovisiyen yaşlı "alt kuvarsit, o_2 " birimi oluşturmaktadır. Boşalım alanında "yarı basınçlı-yarı serbest çatlaklı kaya akiferi" niteliği taşıyan Karakulak Kaynağı akiferi, tabandan "geçirimsiz ortam, Gz" özelliğindeki Ordovisiyen yaşlı "arkoz-alacalı kumtaşı, o_1 " istifıyla sınırlanmıştır (Şekil 5).

6 ayrı noktada boşalım gösteren Taşdelen Kaynağı'nın toplam debisi 18.9.1986-20.4.1987 tarihleri arasındaki sürekli ölçümlere göre, 16-17.12.1986 tarihindeki $74 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'lük en düşük ve 24.3.1987 tarihindeki $234 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'lük en yüksek değerler arasında değişim göstermektedir. Ortalama debi $80-85 \text{ m}^3/\text{gün}$ dolayındadır. Eldeki verilerden hareketle hazırlanan debi-zaman "Q=f (t)" grafiğine göre, Mart ayında maksimuma erişen kaynak debisi, Aralık ayına kadar süregiden bir azalma dönemi geçirmekte ve eğrideki sivri piklerden anlaşıldığı üzere ani yağışlardan hemen etkilenmektedir.

Karakulak Kaynağı'nda ise, arasıra yapılan debi ölçümleri bile kaydedilmemiş olduğu için, kaynağın debi-zaman ilişkisi ve ortalama debi değeri bir söz söylemek olasılığı olmamıştır. 1976-1987 yılları arasında değişik araştırmacılarca ölçülen ve sadece sol galerinin su gelirini belirten debi değerleri $17-26 \text{ m}^3/\text{gün}$ arasında değişmektedir. 10.11.1988'deki doğal durumuyla bu çalışmada ölçülen debi değeri $12 \text{ m}^3/\text{gün}$, sol galerideki drenlere uygulanan çok basit bir müdahale ile (drenler içinde bir dal parçasının ileri geri hareket ettirilmesi) 2 gün sonra ölçülen debi değeri ise $17 \text{ m}^3/\text{gün}$ dolayındadır.

Taşdelen ve Karakulak Kaynakları ile bu

bölgeler içinde kalan diğer önemli kaynak sularını oluşturan Mütevelli ve Sırmakeş kaynak sularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Görülen kimyasal kalite üstünlüğü, kaynak sularının akiferlerini oluşturan hidrojeolojik ortamların kayaç litolojisine bağlıdır ve doğal olarak kaynak ömrü boyunca da süregidecektir.

KAYNAK SULARININ KAPTAJ SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Taşdelen ve Karakulak Kaynak sularının kaptaj sistemleri; kendilerini oluşturan yeraltı galerilerinin ve yerüstündeki blokaj taşlar üzerine beton kaplama inşaatları öncesinde yapılması zorunlu bulunan ve bu sistemleri plânlayıcı olan ayrıntılı hidrojeolojik araştırmaların yeterince gerçekleştirilmemesine bağlı olarak güncel bazı önemli sorunlar taşımaktadır. Bu sorunları, kaynaklardan optimum debinin sağlanamaması ve kaynak sularında zaman zaman görülen bulanıklık oluşturur.

Kaynak Sularının Optimum Debilerinin Sağlanamama Nedenleri ve Çözüm:

Taşdelen ve Karakulak Kaynaklarında düzenli aralıklarla yapılmış debi ölçümleri bulunmamaktadır. Taşdelen Kaynağı'nın sadece 18.9.1986-20.4.1987 tarihleri arasındaki düzenli ölçümleri ile Karakulak Kaynağı'nın herhangi bir zaman aralığını dahi içermeyen 6-7 ölçümü, bu kaynakların işletmesine temel alınacak uzun zaman aralığındaki gerçek ortalama debilerini ortaya çıkarmaktan çok uzaktır. Büyük bir teknik eksiklik oluşturan bu durum dışında, şiddetli yağışlar sonrasında ve de sırasında görülen ve hiç bir zaman işletme debisine bir ölçüt oluşturmaması gereken ani debi artışları da var olan kaptaj sistemindeki kusurların bir sonucu olarak nitelendirilebilir.

Her iki kaynak kaptajının da en önemli ortak kusuru, kaptaj galerilerinin yüzeye çok yakın olarak sürülmesidir. Öyleki, galeri tavanı ile yüzey arasındaki malzeme kalınlığı 0,8-2,6 m'ler, galerilerdeki kaynak noktaları ile yüzey arasındaki malzeme kalınlığı da 2,6-4,6 m'ler arasında değişmektedir. Bu düşük kalınlık değerleri, galerilerdeki kaynak suyu çıkış noktalarının her iki bölgede de yüzeydeki ayrılmış, killi-siltli malzeme içinde kalmasına yol açmıştır. Gerekli ayrıntılı araştırmaların kaptaj yapımı öncesinde yeterince gerçekleştirilmemiş olmasına bağlı bilinmezliğin verdiği çekingenlik, kaynak suyu çıkış noktalarının daha aşağı kotlardaki geçirimli kaya ortam seviyesine kadar indirilmesi için yapılacak geliştirme işleminden kaçınılması sonucunu getirmiştir. Bu nedenlerle, gereken geliştirme işlemleri yapılmamış olan kaynaklar, özellikle Karakulak Kaynağı'nda görüldüğü gibi, galerilerin çok sık derin-

Kaynak Suları		TAŞDELEN	MÜTEVELLİ	KARAKULAK	ÇİĞNARLIK
Analiz Özellikleri		Kaynak Suyu	Kaynak Suyu	Kaynak Suyu	Kaynak Suyu
FİZİKSEL	Sıcaklık, °C	-	-	-	-
	Renk, Pt birimi	-	-	-	-
	Bulanıklık, Sf birimi	Yok	Yok	Yok	Yok
	Buharlaştırma Kalıntısı, mg/lit	37.5	45.0	-	-
KALİTE	pH	6.0	5.8	6.8	5.5
	EC, µs/cm	50	50	-	-
	Karbonat Sertliği, °F	-	-	-	-
	Karbonat Olmayan Sertlik, °F	-	-	-	-
	Toplam Sertlik °F	1.3	3	2	-
	Toplam Çözünmüş Katı Madde, mg/lit	32	38	-	-
ZEHİRLEYİCİ	Siyahur, Cr ⁶⁺	-	-	-	-
	Kurşun, Pb ²⁺	-	-	-	-
	Arsenik, As ³⁺	-	-	-	-
	Selenyum, Se ⁶⁺	-	-	-	-
	Krom, Cr ⁶⁺	-	-	-	-
	Gıva, Hg	-	-	-	-
KİRELİCİ	Nitrit, NO ₂	Yok	Yok	-	-
	Nitrat, NO ₃	-	-	Yok	Eser
	Amonyak, NH ₃	Yok	Yok	-	-
	Organik Maddeler	0.3	0.4	2.2	0.1
İÇİLEBİLİRLİĞİ ETKİLEYİCİ	Mangan, Mn ²⁺	-	-	Yok	Yok
	Demir, Fe ²⁺	-	-	Yok	Yok
	Bakır, Cu ²⁺	-	-	Yok	Yok
	Çinko, Zn ²⁺	-	-	Yok	Yok
	Bor, B ³⁺	-	-	-	-
	Baryum, Ba ²⁺	-	-	-	-
	Alüminyum, Al ³⁺	-	-	-	-
	Silisyum, SiO ₂	-	-	-	-
	Potasyum, K ⁺	-	-	-	-
	Sodyum, Na ⁺	-	-	-	-
	Magnezyum, Mg ²⁺	0.7	0.4	-	-
	Kalsiyum, Ca ²⁺	6.0	8.0	-	-
	Sülfat, SO ₄ ²⁻	-	-	Yok	Yok
	Klorür, Cl ⁻	21.3	21.3	14	11.75
	Karbonat, CO ₃ ²⁻	0.0	0.0	-	-
	Bikarbonat, HCO ₃ ⁻	13.3	24.4	-	-
	Fosfat, PO ₄ ³⁻	-	-	-	-
	İyot, I ⁻	-	-	-	-
	Fluor, F ⁻	-	-	Yok	0.1
Oksijen, O ₂	-	-	-	-	
Karbondioksit, CO ₂	-	-	-	-	
Koliform Bakteriler	-	-	-	-	
Debi, lt/sn	0.70-1.00	0.25-0.45	0.17-0.46	0.53-0.75	
Ortalama Kotu, m	220	230	103	204	

Çizelge 1 İncelenen kaynak sularının Çeşitli analiz sonuçları.

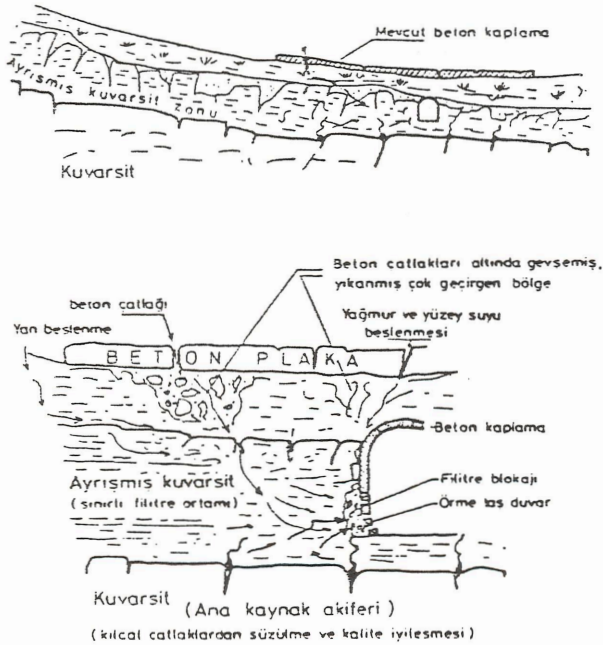
Table 1 The results of several analysis belong to spring water under this investigation.

likte sürülmüş olmalarına bağlı önemli bir ek nedenle, drenlerinin ince boyutlu malzeme ve bitki kökleri ile tıkanması sonucu, gerçek debileriyle akış gösterememektedirler.

Bazı varsayımlarla yola çıkılsa bile, kaynak sularının yeraltısuyu bilançosu hesaplarının beslenme ile boşalım arasında yaklaşık bir eşitliği ifade etmesi, sözkonusu kaynaklar ile olan boşalmanın bulunan yeraltısuyu potansiyelinin büyük bir bölümünü oluşturduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, var olan kaynakların çeşitli şekillerde geliştirilmesi ile debilerinin artırılması küçük sınırlar içinde kalacaktır. Böylelikle bundan sonra geliştirilmesi planlanan kaynaklarda hedefin, varolan ve boşalan suyun tamamından yararlanılmasına yönelik olması gerektiği sonucuna varılmaktadır ki, bu üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Sağlanan tüm bilgiler ışığında heriki kaynağın geliştirilmesi için aşağıdaki çalışmaların yapılması, küçük sınırlar içinde de kalsa kaynak debilerinde görülür bir artış meydana getirecektir.

I. Taşdelen Kaynağı'nda optimum debinin sağlanmasına yönelik çözüm önerileri:

a) Diğerlerine göre yüksek kotlarda ve sığ derinlikte bulunan K3 ve K4 kaynak noktalarında 1 m dolayında derinleştirme yapılmalı ve ortaya çıkacak kazı çukurları kuvars kumu ve çakıldan



Şekil 6 Kaynak suyunda bulanıklılığın temel nedeni.

Figure 6 Maden reason of the turbidity in the spring water.

oluşan filtre malzemesi ile yeniden doldurulmalıdır.

b) K1, K2, K5 ve K6 kaynak noktalarını bağlayan galerilerdeki dren borularının çapları büyütülerek içlerinde birikebilecek ince taneli malzeme ve bitki kökleri periyodik olarak (örneğin her ay) temizlenmelidir.

II. Karakulak Kaynağı'nda optimum debinin sağlanmasına yönelik çözüm önerileri:

a) Galeriye gelen sudaki bulanıklılık giderilerek bu galeriden gelen su kesinlikle üretime katılmalıdır.

b) Sol galeride mevcut 28 drenin içi öncelikle temizlenerek ince taneli ayrılmış kayaç malzemesinin ve özellikle ağaç köklerinin neden olduğu tıkanıklılık giderilmeli, daha sonra da bu drenler daha geniş çaplı olarak yeniden açılmalıdır. Gerçekten inceleme tarihinde (Aralık 1988) sadece 12 drenin çalışmakta olduğu saptanmış ve tıkanan drenler bir dal parçasıyla bile olabildiğince temizlendiğinde, gelen toplam su miktarının aniden % 75 arttığı, bir kaç gün sonra da temizlenmeden önceki debiye göre % 40 artışla kararlılık kazandığı görülmüştür.

Yukarıda her iki kaynak suyu için ayrı ayrı önerilen işlemlerin yapılması durumunda, Taşdelen Kaynağı'ndan yaklaşık % 15-20, Karakulak Kaynağı'ndan ise yaklaşık % 250-300 oranında daha fazla su üretilebileceği düşünülmektedir.

Kaynak Sularının Bulanıklılık Gösterme Nedenleri ve Çözüm:

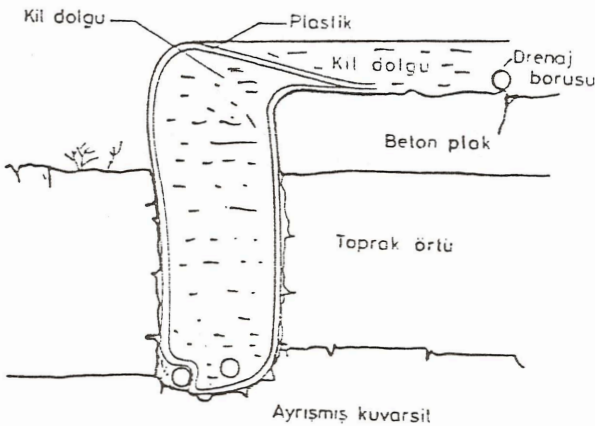
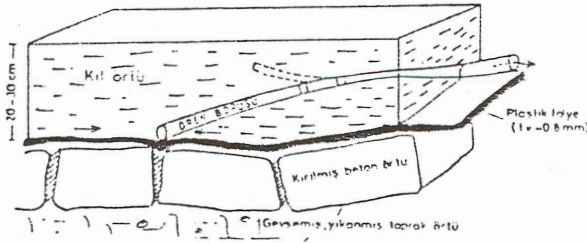
Taşdelen ve Karakulak Kaynak sularının zaman zaman gösterdikleri geçici bulanıklılığın ana nedenini; geçirimli kaya ortamın oluşturduğu çatlaklı kaya akiferinden doğal koşullarda boşalan temiz ve berrak yeraltısuyuna, yeterli süzülme boyu olmaksızın kısa yoldan ulaşarak karışan yağış suları oluşturmaktadır. Yüzeydeki sellenme suyunun yeraltına hızla inişini gösteren bu durum; kaptaj galerileri üzerindeki malzeme kalınlığının az oluşundan, blokaj taşları arasındaki açıklıklardan, beton kaplamada ve çevirme hendeklerinde oluşan ayrılmalardan ve en önemlisi de beton kaplama alanı içinde ve çevresinde bırakılmış olan ağaçların kök basınçları sonunda ortaya çıkan çatlaklar gibi süreksizlik açıklıklarından kaynaklanmaktadır (Şekil 6).

Bulanıklılığın diğer bir nedenini de her iki kaynak kaptaj alanının hemen yakınında (15-40 m mesafede) yeralan ve hareket yönü betonlanmış koruma alanına doğru olan aktif heyelanlar meydana getirmektedir. Bu heyelanlar, yüzeydeki bitkisel

toprağı hareket ettirerek yüzeysel suların süzülmesini kolaylaştıran gevşek bir örtü oluşturmak suretiyle ayrıca neden olduğu açık çatlaklarla, yağış suyunun yeraltına doğrudan inişine ve kaptaj koruma alanındaki mevcut kaplamanın sürekli gelişmeler etkisi altında kalmasına yol açmaktadır.

Yalnızca yağış sırasında ve sonrasında bulanıklılığın görülmesine neden olan bu etkenler yanısıra, Karakulak Kaynağı kaptajındaki sağ galerinin sürekli bulanık olmasına ve kullanılmasına yolaçan özel nedenler de bulunmaktadır. Bunlar; sağ galerinin hemen yakınındaki Deliosman suyunun yeraltındaki oda kaptajından taşan suyun yeraltından sağ galeriye ulaşması ve yine bu oda kaptaj noktasındaki kazı yapılmış alana gelen yağış suyunun, kazı sonucu kalınlığı azalan bu bölgede birikerek sığ olan sızdırma zonu içinde yeterli filtrasyona uğramadan yeraltına inişidir.

Sağlanan bu veriler ışığında, her iki kaynağın da bulanıklılığının giderilmesi için aşağıdaki çalışmaların yapılması gereklidir.



Şekil 7 Yüzeysel sızdırmazlığı için alınabilecek bir Örnek.

Figure 7 A sample to prevent the percolation from surface.

a) Kök basınçları ile Karakulak'daki iri blokaj taşlı kaplamayı ve Taşdelen'deki beton kaplamayı çatlatan, bundan sonra yapılacak olan benzeri kaplamaları da çatlatacak olan, koruma alanı içindeki ve hemen yakın çevresindeki ağaçlar kesilmelidir.

b) Yüzeysel akaçlaması ve izolasyonu yenilenmesi önerilen alan olarak belirlenen bölgede kesin sızdırmazlık sağlanmalıdır. Bunun için, sağlığa zararlı olmayacak ancak geçirimsizliği arttıracak katkı maddeleri ilave edilmiş püskürtme beton (sıcak beton gibi) ile bir örtü oluşturulabilir (Şekil 7).

c) Heyelanlı alanların geçirimsiz hale getirilmesi için, önce yüzey iyice temizlenmeli daha sonra geçirimsizliği ve duraylılığı sağlayıcı önlemlerin alınması düşünülmelidir.

Her iki kaynak bölgesi için bulanıklılığı gidermek amacıyla ortak olarak alınacak bu önlemler dışında; beton kaplamalı Taşdelen koruma alanındaki fazla akaçlama kanalı doldurularak iptal edilmeli, Karakulak için de sağ galeriden yararlanabilmek açısından özellikle önem taşıyan Deliosman suyu oda kaptajı iyileştirilerek (ya da yeniden yapılarak) bu noktadaki süzülme derinliğini azaltan ve yağış suyunu biriktiren kazı alanı geçirimsiz hale getirilmelidir.

SONUÇ

İstanbul-Taşdelen ve Karakulak Kaynak suyu (membra suyu) kaptaj alanlarının ve çevre hidrojeolojisini incelenmesiyle, bu kaynak sularında zaman zaman görülen bulanıklılığın ve debide yetersizliğin nedenleri belirlenmiştir. Böylece bir kaynak suyunun kaptaj tesislerinin yapımına geçilmeden önce gerçekleştirilecek hidrojeolojik araştırmanın zorunluluğu bir kez daha ortaya çıkmış ve ancak bu şekilde gerek kaptaj tesislerinin ve gerekse koruma alanlarının sağlıklı yapılabileceği, sözkonusu kaynak sularında görülen sorunlar örneğiyle somut olarak açıklanmıştır.

KATKI BELİRTME

İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı elemanlarınca, İstanbul Vakıf Memba Suları İşletme Müdürlüğü'nün başvurusu üzerine bir proje şeklinde ve her iki kaynak suyu için ayrı ayrı yürütülerek gerçekleştirilen bu araştırmaya olan katkılarından dolayı Prof. Dr. Mahir VARDAR'a, Y. Müh. Rahmi EYÜBOĞLU'na, Vakıf Memba Suları Müdürü Müh. Selçuk ORHON'a ve koordinatör Ahmet ŞEN'e içten teşekkürlerimizi sunarız.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alduman, K., Alperat, A., Yeniley, A. 1983, Taşdelen Memba Suyu Kaptajlarının Islâhı ile İlgili Teknik Rapor, DSİ 14, Bölge Md., 2 s., İstanbul.
- Alduman, K., Şamilgil, K., 1985, Taşdelen Kaynaklarının Jeolojik ve Hidrojeolojik İstikşaf Etüdü, DSİ 14. Bölge Md., 3 s., İstanbul.
- Berkün, E., 1982, Taşdelen Memba Suyu Hidrojeolojik Etüd Raporu, 2 s., İstanbul.
- Berkün, E. 1987, Rapor, 1 s., İstanbul.
- Bilican, A., Kahraman, S. Kıvançer, A.K., Suda, H., 1983, Rapor, 3 s., İstanbul,
- Erguvanlı, K., Yüzer, E., 1984, Yeraltı Suları Jeolojisi, İTÜ Maden Fakültesi Yayını, No. 23, 339 s., İstanbul,
- Eroskay, S.O., 1976, Karakulak Kaynağı Hidrojeolojik İncelemesi, 2 s., İstanbul.
- Göknil, H.M., Kor, N., Köşoğlu, M., Sarkaya, Z.H., 1980 Taşdelen Memba Suyunun Etüdü ve Islâhı ile İlgili Rapor, İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Müh. Böl., 4 s., İstanbul.
- Kılıç, H., Muş, A.K., 1987, İstanbul-Alemdağ-Mütevelli ve Beykoz-Karakulak Suyu ile İlgili Çalışma Raporu, İstanbul Köy Hizmetleri 18. Bölge Md., 3 s., İstanbul.
- Konyalı, İ.H., 1977, Üsküdar Tarihi, Ahmet Sait Matbaası, İstanbul.
- Kurama, H., Kahya, S., 1976, İl Kaynak İnceleme Kurulu Raporu, 2 s., İstanbul.
- Kuratorium Für Kulturbauwesen Deutscher Verein von Gasund Wasserfachmannern, 1960, Kleinbauwerke der Wasserversorgung Hinweise und Arbeitsblätter, (Çev. Muslu, Y., 1968, Küçük Su Getirme Tesisleri, 10-XI s., İTÜ Kütüphanesi, S. 718, İstanbul).
- Nirven, N.S., 1846, İstanbul Suları, Halk Basımevi, 247 s., İstanbul.
- Resmi Gazete, 23/6/1972, Galeri-Tünel ve Kehriz Yapımı, S. 14224, 16 s., Ankara.
- Resmi Gazete, 17/6/1974, Kaynak Suları Yönetmeliği, S. 14918, s. 8-13, Ankara.
- Saraçlı, R., 1982, İstanbul-Beykoz-Sırmakeş ve Karakulak Kaynak Suları ile Dolayının Hidrojeolojisi, İTÜ Maden Fak. Bitirme Ödevi, 44 s., İstanbul.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1967, İçme Suları, TS 266/Nisan 1965, UDK 663.7: 543, 32 s., Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1986, İçme Suları, TS 266/Haziran 1984, UDK 662.6: 543, 91-VI s., Ankara.
- Tüstaş, 1988, İstanbul Vakıf Memba Suları İşletmesi Taşdelen Memba Suyu Tesisinin Modernizasyonu, Ankara.
- Uluhan, R., Süral, C., 1976, İl Kaynak İnceleme Kurulu Raporu, 2 s., İstanbul.
- Yıldırım, C., 1981, İstanbul Boğazı-Ömerli Barajı Arasındaki Önemli Kaynak Suları ve Alemdağ-Sultançifliği Yöresinin Kaynak Sularının Hidrojeolojisi, İTÜ Maden Fak. Bitirme Ödevi, 74 s., İstanbul.
- Yüzer, E., Öztaş, T., Dumlu, O., 1989, İstanbul Vakıf Memba Suları İşletmeleri Taşdelen Kaynağı ve Dolayının Hidrojeolojik Etüd Raporu, İTÜ Yerbilimleri ve Yeraltı Kaynakları UYG-AR Merkezi Rapor No. 1989/2, 47 s., İstanbul.
- Yüzer, E., Öztaş, T., Dumlu, O., 1989, İstanbul Vakıf Memba Suları İşletmeleri Karakulak Kaynağı ve Dolayının Hidrojeolojik Etüd Raporu, İTÜ Yerbilimleri ve Yeraltı Kaynakları UYG-AR Merkezi Rapor No. 1989/3, 45 s., İstanbul.