

ÖRENLİ GÖLETİNDE (BAYRAMIÇ-ÇANAKKALE) REZERVUAR HİDROLOJİSİNİN YERALTISUYU DİNAMİĞİ İLE İLGİNÇ İLİŞKİSİ

Ahmet APAYDIN
Giresun Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 28200 Giresun
ahmet.apaydin@giresun.edu.tr

Nazif DEMİR
Jeoloji Mühendisleri Odası Çanakkale İl Temsilciliği, Çanakkale
ndemir7419@hotmail.com

Fatma YILMAZ
DSİ 252. Şube Müdürlüğü, Çanakkale
fatmay@dsi.gov.tr

(Makalenin geliş tarihi: 31.12.2018 , Makalenin kabul tarihi: 24.06.2019)

ÖZ

Çanakkale'nin Bayramiç ilçesi sınırları içinde 2008 yılında inşa edilen Örenli göletinin menba kısmını kuşaklayan kireçtaşlarına rezervuardan kaçak olurken, yağışlı dönemlerde gölete yeraltısuyu beslenimi gerçekleşmektedir. Rezervuar tabanından kaçaklar devam ederken, yeraltısuyu seviyesinin yükselmesiyle kaynaklar oluşarak rezervuara su girişi artmakta ve su seviyesi yükselmektedir. Yağışlı mevsim sonunda yeraltısuyu seviyesinin alçalmasına bağlı olarak kaynak debileri düşerken rezervuara yeraltısuyu girişinin gittikçe azalması ve bununla birlikte rezervuardan kireçtaşına sızmanın devam etmesi nedeniyle rezervuarda su seviyesi tekrar düşmektedir. Gölete boşalan kaynakların beslenimi yağışla birlikte kireçtaşları üzerinden akan Patlak Dereden süzülme yoluyla olur. Sonuçta, kireçtaşları rezervuardan kaçaklara neden olurken aynı zamanda göletin beslenmesini de sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Rezervuar, kaçak, kaynak, yeraltısuyu seviyesi, Örenli Göleti

AN INTERESTING RELATION BETWEEN THE RESERVOIR HYDROLOGY AND GROUNDWATER DYNAMICS OF THE ÖRENLİ DAM (BAYRAMIÇ-ÇANAKKALE)

ABSTRACT

Leaks occur in to the limestone, located in the upstream parts of the reservoir with the groundwater recharge during wet seasons of the Örenli reservoir, which was built in 2008 in the Bayramiç district of Çanakkale. While the leaks continue, some springs occur in the upstream parts of the reservoir due to the risen groundwater level, so the recharge of the reservoir increases and the reservoir level rises. At the end of the wet season, the reservoir level decreases again due to the decreased flow of groundwater because of lowering of the groundwater level, as the leakage from the reservoir to the limestone continues. The recharge of the springs that are discharged into the reservoir is from precipitation and leaks from the Patlak creek. As result, the limestone recharges the reservoir while causes the leaks.

Keywords: Reservoir, leakage, spring, groundwater level, Örenli dam

1 GİRİŞ

Karbonatlı formasyonların bulunduğu ortamlarda rezervuarlardan kaçak sorunu yaygın bir durumdur. Keban Barajı (Ertunç 1999, Özdemir ve Özgen 2000, Milanović 2014), May Barajı (Doğan ve Çiçek 2003, Yılmaz ve Doğan 2011), Armağan Barajı (Ünal vd. 2008) ülkemizdeki örneklerden birkaçıdır. Baraj yapımında bu tür ortamlardan çoğunlukla kaçınılsa da bazı hallerde ilave önlemlerle (enjeksiyon, kaplama vb.) baraj yapılabilir. Bazen de inşaat öncesi jeolojik araştırmaların yetersizliğinden veya elde edilen verilerin projede yeterince dikkate alınmamasından tehlike önceden görülmeyebilmektedir.

Rezervuarlarda geçirimsizliğin araştırılmasında çoğu zaman gövde altı ve yakın çevresine odaklanılmakta, göl alanında yeterli ayrıntıda ve çözünürlükte çalışma yapılmamaktadır. Göl alanında karbonatlı, sülfatlı jeolojik birimler veya su kaçaklarına neden olabilecek tektonik yapılar yeterince iyi araştırılmamış veya önemsenmemişse rezervuarda su tutulmaya başlandıktan bir süre sonra acı sürprizle karşılaşılır. Baraj gövdesinden, gövde ile jeolojik formasyon dokanağında veya gövde altında sıyrılmış geçirimli zondan meydana gelen kaçakların haricinde, rezervuar jeolojisine bağlı kaçak problemi genellikle aşağıdaki gibi ortaya çıkar ve gelişir (Milanovic 2004, Milanovic vd. 2010, Turkmen 2003, Unal vd. 2007, Mozafari ve Raesi 2015).

1-Rezervuara gelen suyun tamamı kaçır, su hiç depolanmaz veya su seviyesi yükselmez.

2-Su belirli bir seviyeye yükselip kalır, gölete su girişi olmasına rağmen daha fazla yükselmez.

3-Fazla miktarda su gelişi ile rezervuarda su yükselir, hatta dolusavaktan taşar, ancak bir süre sonra su seviyesi ani olarak veya yavaş yavaş düşer.

4-Özellikle su girdisi fazla olan büyük rezervuarlarda su seviyesi normal yükselmesine ve bu nedenle herhangi bir kaçağın hissedilmemesine rağmen çevrede yeni kaynaklar oluşur veya mevcut kaynakların debileri bariz veya ani bir şekilde artar (giren su, kaçan yani eksilen suyu fazlasıyla karşılamaktadır)

Baraj rezervuarlarında kaçaklar çoğunlukla çevrede yeni kaynak çıkışları ortaya çıkmasıyla veya mevcut kaynaklarda anormal debi artışlarıyla kendini gösterir. Bazı durumlarda ise rezervur su seviyesinin yükselmemesinden veya ani olarak düşmesinden kaçak olduğu anlaşılmamasına rağmen yakın çevrede belirtileri bulunamaz. Böyle bir durumda kaçan suyun

nerelere gittiğini araştırmak kapsamlı bir çalışmayı gerektirir.

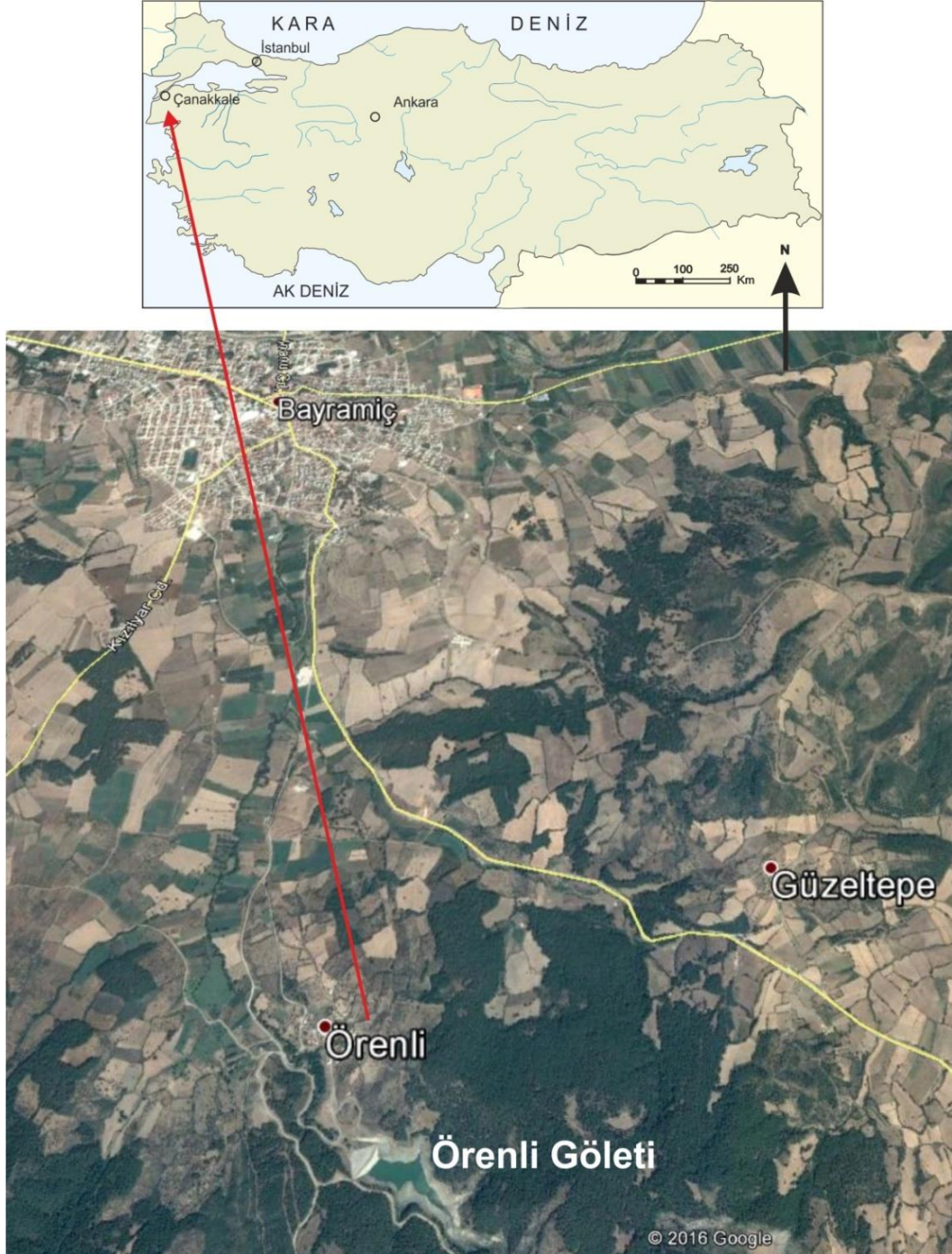
Ülkemizin birçok bölgesinde olduğu gibi, kurak-yarıkurak bölgelerde kaçak sorunu olan bir rezervuara su girişi mevsimsel olarak büyük farklılık göstermesi halinde, yağışlı mevsimlerde göle giren su debisi kaçaktan fazla ise rezervuarda su seviyesi yükselir ve belirli bir süre kullanım için yeterli olduğundan bir sorun oluşturmaz, ancak kurak yıllarda rezervuara giren su miktarı kaçan suya nazaran az olduğunda rezervuarda yeterli su depolanamaz veya depolanan su kalıcı olmaz.

Uygulamalarda tecrübeler göstermiştir ki kaçaklar bazı barajlarda iyileştirme çalışmaları ile tamamen önlenmiş, bazılarında kısmen başarılı olunmuştur. Aslında rezervuar altındaki formasyon ne kadar geçirimsiz olursa olsun, geniş ve karmaşık jeolojiye sahip rezervuarlarda depolanan suyun bir kısmı yeraltına sızarak yeraltısuyunu besler. Eğer yakın yerden yüzeye çıkmadığı ve su bütçesini etkilemediği sürece bu olayın hissedilmesi zordur.

Örenli Göleti Çanakkale'nin Bayramiç ilçesi sınırları içinde (Şekil 1) sulama amaçlı olarak 2008 yılında inşa edilmiş ve 12.11.2008 tarihinde su tutulmaya başlanmıştır. Su seviyesi yağışlı mevsimin sonunda, 2009 yılı Mayıs ayında maksimum su kotuna ulaşmış ve dolusavaktan akmaya başlamıştır. Ancak yaklaşık 2 ay kadar kısa bir süre sonra, daha sulama başlamamasına rağmen sürpriz bir şekilde su seviyesinin yaklaşık 2 m düştüğü gözlenmiştir. Gölette su seviyesi yaz mevsimi sonunda su alma kotunun da altına düşmüştür. Yapılan incelemede gövdeden, gövde ile formasyon dokanağında veya gövdenin mansap bölgesinde formasyondan boşalan herhangi bir sızıntıya rastlanmamıştır. Daha sonra yağışlı mevsimde (2010 yılı baharı) göl su seviyesi tekrar yükselmiş ancak su tüketilmemesine rağmen bir süre sonra bariz bir şekilde tekrar düşmüştür. Ancak ilginçtir ki, 2010 hidrolojik yılı yağışlı mevsiminde (2009 sonbaharı ve 2010 yılı kış ve baharı) gölette su seviyesi yükselirken dereden rezervuara hiç su girişi olmamış, göl su seviyesinin bir sonraki yaz aylarında alçalmasından bir süre sonra ise kuyruk bölgesinde birkaç noktada kurumuş kaynaklar gözlenmiştir. Bundan sonra yapılan incelemelerde, rezervuarda su seviyesinin kurak mevsim sonunda en düşük seviyeye ulaşmasından sonra yağışlı mevsimin başlamasıyla o anki göl su seviyesinden daha yüksek kotta bulunan kaynakların en alt kottakinden başlayarak sızıntı halinde akmaya başladığı, zamanla kaynakların debilerinin arttığı, böylece rezervuarda su seviyesinin

yükselmeye başladığı (akarsudan hiç su girişi olmamasına rağmen) gözlenmiştir. Bu tespitlere göre göl su seviyesi davranışının yeraltı suyu dinamiği ile ilişkili olduğu anlaşıldığından, gölet havzasının jeolojik-hidrojeolojik koşulları

yeniden gözden geçirilerek araştırılmıştır. Bu makale, yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçların yorumlanması ile kaçığın önlenmesi için yapılabilecek iyileştirme çalışmaları konusunda önerileri kapsamaktadır.



Şekil 1 - Örenli Göleti bulduru haritası

2 ÖRENLİ GÖLETİ

2.1 Genel Karakteristikler

Örenli Göleti Çanakkale'nin Bayramiç ilçesi sınırları içindedir. Gölet, ilçe merkezinin 2 km güneyinde bulunmaktadır. Göletin bulunduğu Marmara bölgesinde (Biga Yarımadası) ılıman Akdeniz iklimi egemendir. Bayramiç istasyonuna göre yıllık ortalama yağış 658 mm, yıllık ortalama sıcaklık 14.9 °C'dir. En yağışlı ay Aralık (119 mm), en kurak ay Ağustos (10 mm) tur. En sıcak ay Temmuz (24.3 °C), en soğuk ay Ocak (5.8 °C)'tir.

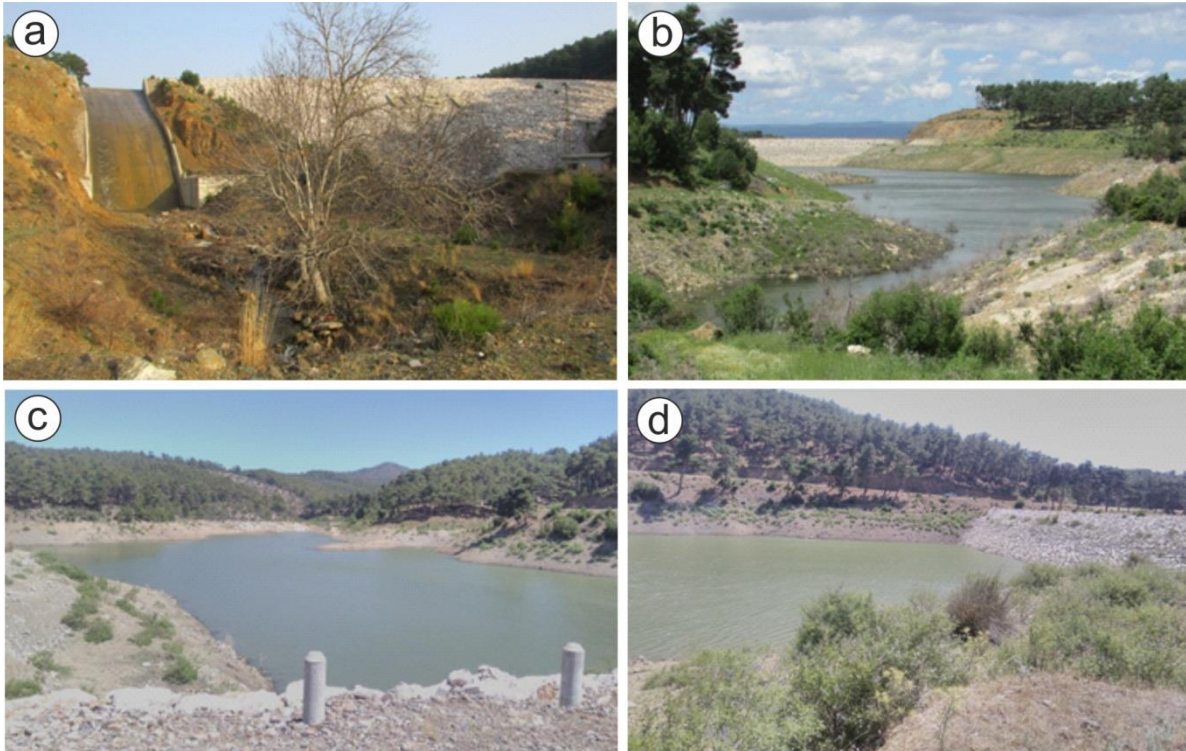
Göletin beslenme havzası 1-2 km genişliğinde, 5 km boyunda, uzunlamasına küçük bir havzadır. Havza alanı 8 km²'dir. Havzayı derene eden ve göleti besleyen Patlak dere, göletten sonra Bayramiç ilçe merkezi batısından kuzeybatıya doğru akarak, Menderes çayına dökülür. Menderes çayı ise Çanakkale Boğazına boşalır. Menbadaki kaynaklar Patlak dereyi (menbadi adı Kozdere) beslemektedir. Patlak dere ve menbaidaki Koz drenin kurak mevsimlerde çok azaldığı, hatta bazı yıllar

kurduğu bilinmektedir. Gölet havzası yoğun ormanlarla (çoğunlukla iğne yapraklılar) ve menbada küçük bir alanda çayırılıkla kaplıdır. Havzada en düşük kot 190 m, en yüksek kot 753 m'dir.

Göletin planlama ve proje çalışmaları 2000'li yılların başında yapılmış ve inşaatı 2008 yılında tamamlanmıştır. Sulama amaçlı olan gölet, kil çekirdekli kaya dolgu tipinde, temelden yüksekliği 37 m, depolama hacmi 1.08 hm³'dür (Çizelge 1, Şekil 2).

Çizelge 1 - Örenli Göleti karakteristik bilgileri

Gövde tipi	Kil çekirdekli kaya
Amacı	Sulama
Sulama Alanı, ha	200
Temelden Yüksekliği, m	37.70
Talvegden Yüksekliği, m	34.70
Kret Kotu, m	224.70
Kret Uzunluğu, m	162.50
Max. Depolama Hacmi, m ³	1 081 000
Normal Su Seviyesi, m	220.44
Maksimum Su Seviyesi, m	221.97
Su Alma Yapı Kotu, m	198.89



Şekil 2 - Örenli Göletine ait bazı fotoğraflar (a: 2017 yılı Şubat ayında dolusavaktan akış, b: 3 ay sonra Mayıs sonunda su seviyesinin alçalmış halinin kretten görünümü, c,d: Temmuz başında su seviyesinin biraz daha düşmüş halinin sağ sahilden görünümü)

2.2 Planlama Çalışmalarından Elde Edilen Bulgular ve Yapılan Değerlendirmeler

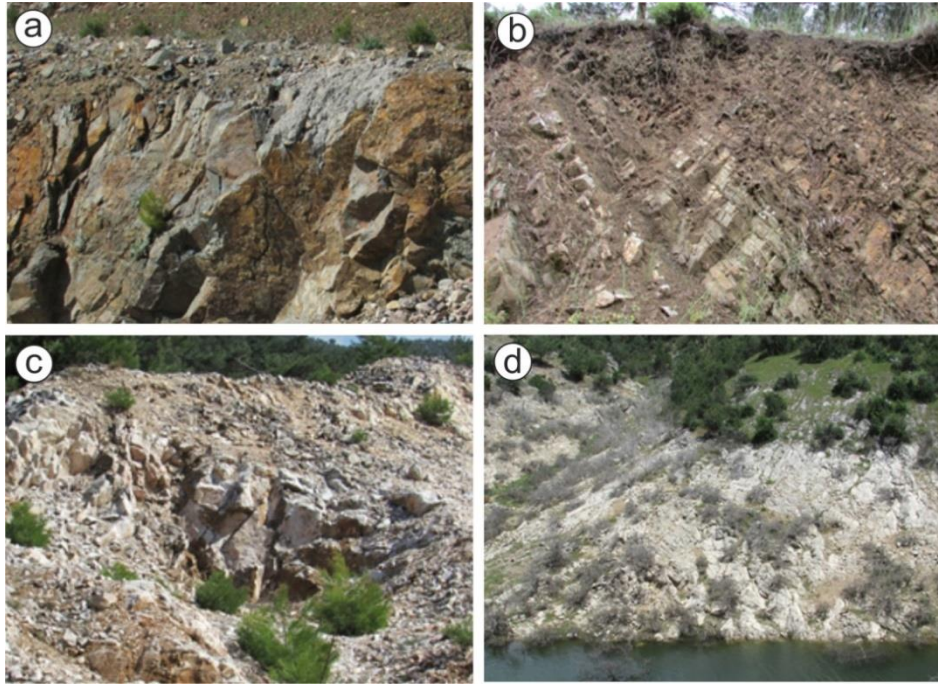
Jeoteknik Planlama çalışmalarında (Afat 2000). gölet seksen yerinde 5 ve dolusavak yerinde 2 adet olmak üzere 7 adet, toplam 192,5 metre temel araştırma sondajı yapılmıştır. Göl alanının araştırılmasına yönelik temel araştırma sondajı yapılmamıştır. Sondajların tamamında bitkisel toprak ve onun altında metabazit–metapelit birimleri kesilmiştir. Planlama aşamasında ekseninde açılan araştırma sondaj kuyularında yapılan permeabilite ve basınçlı su testlerine göre eksen yerindeki metamorfikler (çoğunlukla metabazik volkanikler) geçirimsiz-yarı geçirimli, sağ yamaçta ise bazı geçirimli zonlar tespit edilmiştir.

Planlama aşaması çalışmalarında (Afat 2000) Örenli Göletinin Patlak Deresi ve gölete yamaçlardan giren küçük derelerden gelen yağmur suları ile besleneceği belirtilmiştir. Mühendislik jeolojisi raporunda, BST sonuçlarına göre eksen boyunca kayalar geçirimsiz veya az geçirimlidir. Yer yer geçirimlilik artarak 22.5 Lugeon değerine ulaşsa da, yapılacak enjeksiyon perdesi ile geçirimsizliğin sağlanacağı öngörülmüştür. Ayrıca, yan vadiye su kaçıışı olmayacağı belirtilmiştir. Göl alanının menbaında gözlenen kireçtaşlarının geçirimlilik yönünden sorun oluşturmayacağı ifade edilmiştir. Buna göre gölet gövdesi altında enjeksiyon perdesi önerilmiş ve uygulamada buna uyulmuştur.

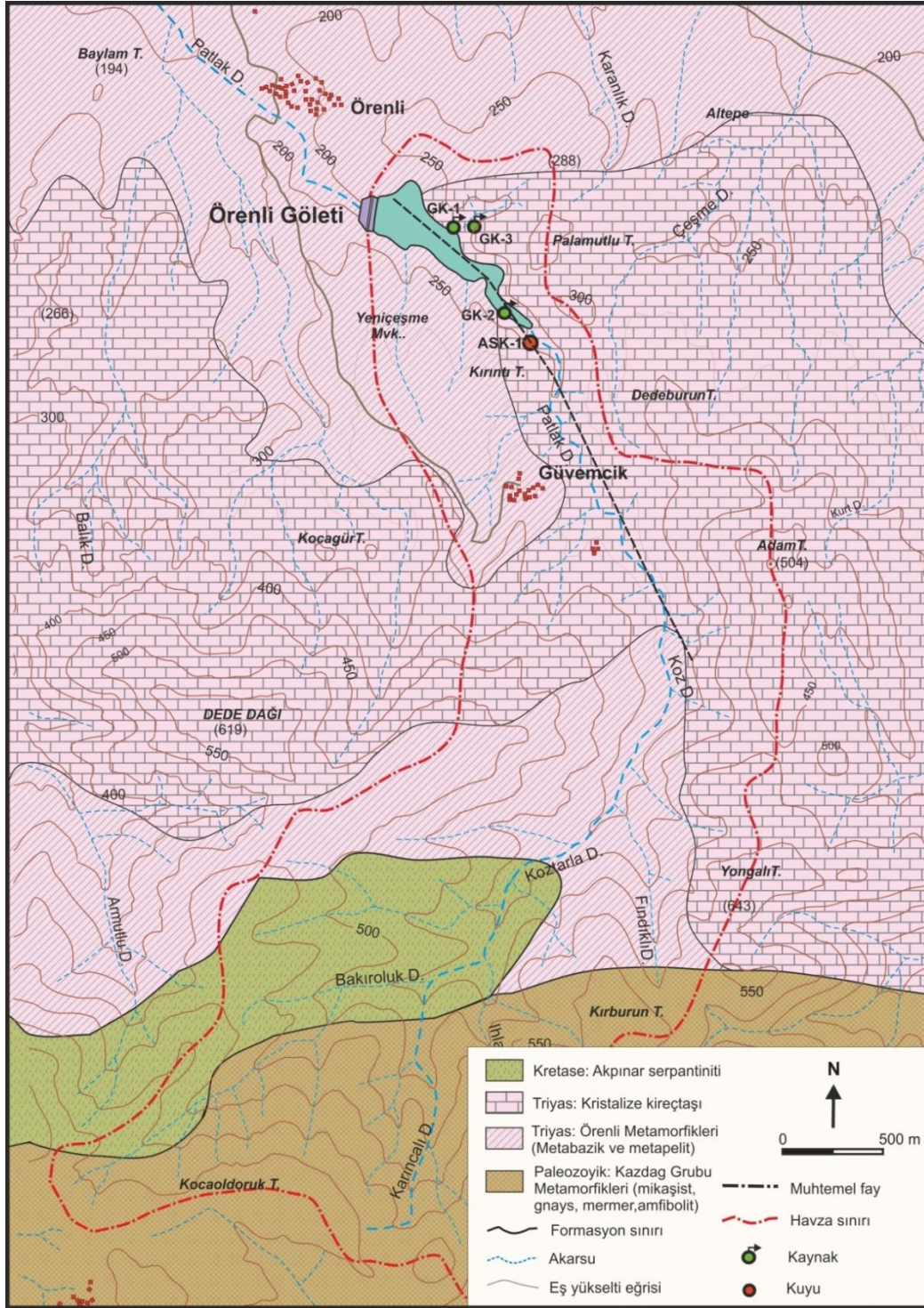
3 İŞLETME AŞAMASINDA İNCELEME, ARAŞTIRMA VE YENİ BULGULAR

3.1 Eksen Yeri, Göl Alanı ve Beslenme Havzası Jeolojisi

Örenli Göleti eksen yeri, rezervuar ve yağış havzası dikkate alındığında bölgede 4 jeolojik formasyondan söz edilebilir. Bunlardan en yaşlısı, yağış havzasının menba kısmında yayılım gösteren ve çoğunlukla mikasist, gnays, mermer ve amfibolitlerden oluşan Kaz Dağı Grubu metamorfikleridir. Aynı bölgede daha az alan kaplayan Kretase yaşlı Akpınar Serpantiniti bulunur. Gölet eksen yeri, rezervuarın mansap kısmı ve yağış havzasının menba kısmında yayılım gösteren Örenli Metamorfikleri, metabazik magmatikler ve metapelitlerden oluşur. Örenli metamorfikleri üzerinde ve yer yer onun içinde bloklar halinde bulunan kristalize kireçtaşları, göl alanının menba kısmında ve yağış havzasının orta kısmında yayılım göstermektedir. Kireçtaşları bol kırıklı çatlaklı, küçük boyutlu erime boşlukludur. Planlama aşamasında eksen yerinde ve dolusavak üzerinde açılan sondajlarda metabazikler kesilmiştir. Örenli göleti çevresinde buluna formasyonlara ait bazı görüntüler Şekil 3'te, jeoloji haritası Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3 - Gölet gövdesinin üzerine oturduğu Örenli metamorfikleri (a ve b) ve göl alanının menbaındaki kireçtaşlarından (c ve d) görüntüler



Şekil 4 - Gölet havzası jeoloji haritası (Yiğitbaş ve Bozcu 2005, MTA 2007'den revizyon)

3.2 Rezervuar Hidrolojisi İle İlgili İnceleme ve Ölçümler

2009 hidrolojik yılında su tutulmaya başlanan Örenli Gölünde ilk yağışlı mevsimde su seviyesi yükselip dolusavaktan taştıktan sonra, su

kullanımı olmamasına rağmen kısa sürede su seviyesinin bariz bir şekilde düşmesi ve 2009 yaz sonunda da su alma kotunun altına düşmesi, sonraki yağışlı mevsimde rezervuara yüzeysel akışla su girmemesine rağmen su seviyesinin tekrar yükselmesi, ancak bir süre sonra tekrar

düşmesi, su seviyesi düştükten sonra rezervuarın menba kısmında kireçtaşlarından boşalan kaynakların gözlenmesi üzerine göl su seviyesi, kaynaklar, yüzeysel akış ve yeraltısuyu seviye değişimi gibi önemli parametrelerin izlenerek göletin mercek altına alınmasına karar verilmiş ve dört aşamalı bir çalışma uygulanmaya çalışılmıştır.

1-Göl alanı ve havza jeolojisinin çalışılması, jeolojik durumun rezervuar hidrolojisine etkisine yönelik ön bulguların elde edilmesi, (özellikle kireçtaşlarının yayılımının belirlenmesi, göl alanı ve çevresinde, hatta havza dışında kaynak boşalmalarının tespiti, ayrıca göleti besleyen akarsuların incelenmesi) buna göre hidrolojik modelin kurulması,

2-Göl su seviyesinin ölçülmesi ve yükselim-alçalım durumunun izlenmesi,
3-Gölet menbaında ve gövde mansabında araştırma sondajları açarak kireçtaşlarının kalınlık ve hidrolik özelliklerinin araştırılması,
4-İlk üç maddede yapılan çok yönlü araştırma, deney ve gözlemlere göre bir model oluşturulması ve mümkünse bu modele göre rezervuardan kaçakların önlenmesine yönelik iyileştirme yöntemlerinin önerilmesi.
Gölette tespit edilen kaynaklar ve açılan kuyuların yerleri Şekil 5'te, çeşitli tarihlerde rezervuar seviyesi ve yeraltısuyu seviyesinin konumu Şekil 6'da, gözlem ve ölçümlere ait bilgiler Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.

Çizelge 2 - Örenli Göleti ve havzasında yapılan gözlemlere ait bilgiler

TARİH	GÖZLEM-ÖLÇÜM	GÖL KOTU (m)	GK-1 (202 m)	GK-2 (211 m)	GK-3 (218 m)	ASK-1 YAS (m)
Ekim, 2008	Gölet inşaatı tamamlandı					
12.11.2008	Gölette su tutulmaya başlandı					
21.07.2011	Araştırma sondaj kuyuları açıldı					
12.03.2012	Gölet rezervuarında normal su kotuna (220.44) ulaştı, dolusavaktan akmaya başladı	221.91				
25.10.2013	Göl ve kuyuda YAS ölçümü	204.54				200.82
21.01.2014	Göl su seviyesi çok düşük	199.00	Kuru			
12.03.2014	Gölde su seviyesi GK-1 kaynak kotu altında	201.00	Sızıntı halinde akmaya başladı, ancak göle ulaşmadı			202.11
12.03.2014	Gölde su seviyesi GK-1 kaynak kotu altında	201.00	Aynı gün kaynak göle ulaştı, debi 7 l/s'ye çıktı			
20.04.2014	Göl su kotu GK-1 Kotuna ulaştı	202.00				
24.04.2014	Su seviyesi biraz yükseliyor, GK-1 su altında gömüldü, gölette su seviyesi hala çok düşük	202,30				
15.05.2014	Göl su seviyesi GK-1'in üstünde, GK-2'nin altında, GK-2'de sızıntı halinde akış başladı	205.00		0.3		
15.05.2014	Aynı gün GK-2 kaynağında debisi 7 l/s'ye ulaştı			7.0		
22.05.2014	Göl kotu GK-2 kaynağı kotuna çok yakın	206.50		8.0		
30.05.2014	Göl kotu GK-2 kaynağı kotuna ulaşıyor, kaynak su altında kaldı.	207.00				
06.06.2014	GK-3 ile birlikte sol ve sağ yamaçtaki sızıntı kaynaklar akmaya başladı	212.94			10.0	213.67
31.07.2014	Gölette su seviyesi düşüyor	211.14				211.15
10.09.2014	Gölette su seviyesi (GK-3'e ulaşmadan) 35 günde 6 m düştü, ancak YAS seviyesi de 5,33 cm düştü	206.54				206.23

Çizelge 2 (Devam ediyor)

TARİH	GÖZLEM-ÖLÇÜM	GÖL SU KOTU	GK-1 (Kot:202)	GK-2 (Kot: 211)	GK-3 (Kot: 218)	ASK-1 YAS (m)
06.02.2017	Gölette su seviyesi normal su kotundan 41 cm, kuyudaki YAS seviyesinden 82 cm düşük	220.03	Batık	Batık	Batık	220.85
28.02.2017	Gölette su seviyesi normal su kotuna ulaştı, dolusavaktan akmaya başladı, ancak henüz YAS seviyesinden 41 cm düşük	220.44	Batık	Batık	Batık	220.85
31.03.2017	Gölette su seviyesi çok az düştü	220.32	Batık	Batık	Batık	220.85
12.04.2017	Gölette su seviyesi düşmeye devam ediyor, sulama yok	219.92	Batık	Batık	Batık	220.85
20.04.2017	Gölette su seviyesi düşmeye devam ediyor, sulama yok	219.64	Batık	Batık	Batık	220.05
27.04.2017	Gölette su seviyesi düşmeye devam ediyor, sulama yok	219.29	Batık	Batık	Batık	219.85
04.05.2017	Gölette su seviyesi düşmeye devam ediyor, sulama yok	218.64	Batık	Batık	Batık	219.20
10.05.2017	Gölette su seviyesi düşmeye devam ediyor, sulama başladı	218.14	Batık	Batık	-	218.65
23.05.2017	Gölette su seviyesi düşmeye devam ediyor, sulamaya 91.3 l/s su veriliyor)	216.54	Batık	Batık	-	216.85
13.12.2018	Gölette su seviyesi yükselme eğiliminde. GK – 1 ile GK – 2 arasında sağ yamaçta yaklaşık 209 m kotlarında daha önce fark edilmemiş yeni bir kaynak görüldü. Yaklaşık debi: 10 L/s	205.26	Batık	Kuru	Kuru	211.75

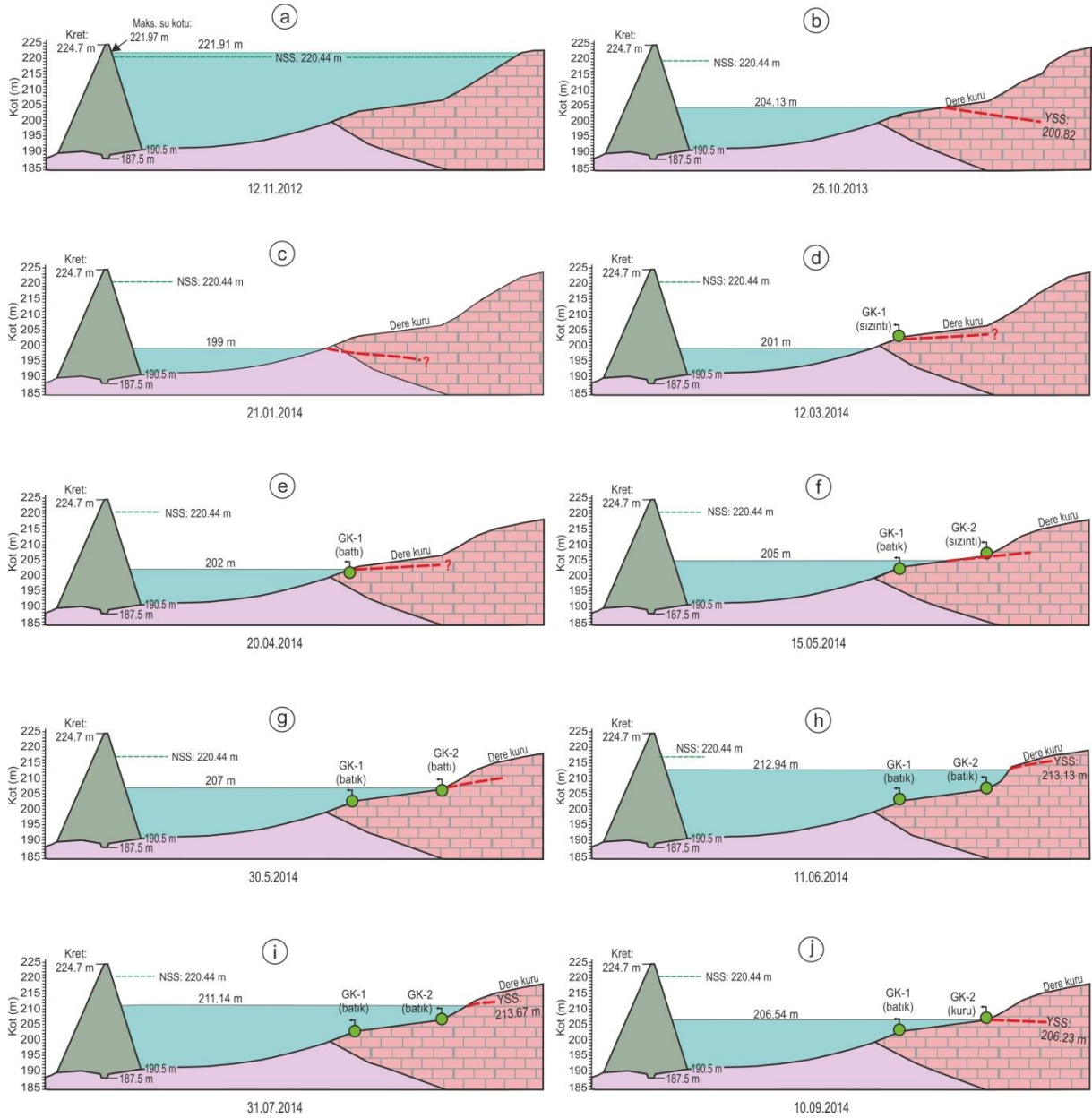
Bütün ölçüm ve tespitlerde Patlak Dere'den ve yamaçlardan gölete yüzey suyu girişi yoktur.

Çizelge 3 - Örenli göletini besleyen kaynaklarda 2014 yılında ölçülen maksimum debiler

KAYNAK ADI	KOT (m)	DEBİ (L/s)	TARİH
GK – 1	202	25	20.04.2014
GK – 2	207	80	30.05.2014
GK – 3	218	120	11.06.2014



Şekil 5 - Google Earth görüntüsü üzerinde kaynaklar ve araştırma kuyusu



Şekil 6 - Gölet su seviyesi, kaynaklar ve yeraltısıyu seviyesinin (YSS) farklı tarihlerdeki konumu (a: Su seviyesinin yağışlı yıl olan 2012 yılı Kasım ayında dolusavaktan taşması ve maksimum su seviyesine çok yaklaşması, b: Yaklaşık bir yıl sonra seviyenin 18 m düşmesi, c: üç ay sonra su seviyesinin 5 m daha düşmesi, d: Göle yüzey suyu girişi olmamasına rağmen su seviyesinin üç m yükselmesi ve GK-1 kaynağının sızıntı halinde akmaya başlaması, e: Göl su seviyesinin bir metre yükselmesiyle GK-1 kaynağının su altında kalması, f: 25 gün sonra su seviyesinin 3 m daha yükselmesi ve GK-2 kaynağının akmaya başlaması, g: 15 gün gibi kısa bir sürede göl su seviyesinin 2 m daha yükselmesi ve GK-2 kaynağının göl seviyesi altında kalması, h: 12 gün içinde göl su seviyesinin neredeyse 6 m yükselmesi, i: 52 gün sonra göl su seviyesinin 1.8 m düşmesi, j: 40 gün sonra göl seviyesinin 4.6 m düşmesi ve 206.54 m ölçülmesi)

3.3 Havza Hidrolojisi-Hidrojeolojisi ve Sondaj Çalışmaları

Örenli Göletinde 2008 yılında su depolanmaya başladıktan sonra iki yıl içinde fark edilen ani su seviye düşümü, gölete yüzeysel akışla beslenim olmadığı halde yağışlı aylarda su seviyesinin

yükselmesi, daha sonra kaynakların akışa geçmesi gibi tespitlerden sonra imkanlar dahilinde göl seviyesi, kaynaklar ve yeraltısıyu seviyesinin izlenmesi amacıyla çalışmalar başlatılmıştır. Öncelikle, göl alanı menbaında 3 noktada gözlem kuyuları açılması planlanmıştır,

ancak ulaşım yolu ve kuyu yerlerinde çok sayıda ağacın kesilmemesi için tek sondaj ile yetinilmiştir. Açılan ASK-1 sondajı (Şekil 7) 50 m derinliğinde olup, üstte 4 m metamorfikler, onun altında ise kuyu sonuna kadar kristalize kireçtaşları kat edilmiştir.

Kuyu açılmadan önce rezervuarda su bulunduğu bir zamanda görüldüğü kadarıyla rezervuarın orta ve mansap kısmı ile gövde altının Örenli metamorfikleri, menba kısmının kireçtaşları ile kaplı olduğu ve gölün yaklaşık üçte birinin kireçtaşları üzerinde bulunduğu görülmüştür. Rezervuarın menba kısmında bulunan kireçtaşlarının havza ortasına kadar uzandığı, havzanın menba kısmında ise tekrar Örenli metamorfikleri ile Kazdağ Metamorfikleri ve serpantinitle yayılım gösterdiği görülmüş, özellikle geçirimsizlik yönünden önem arzeden kireçtaşı sınırları mevcut haritalardan (Yiğitbaş ve Bozcu 2005, MTA 2007) faydalanılarak revize edilmiştir. Kireçtaşları bol kırıklı ve çatlaklı, yer yer küçük boyutlu erime boşlukludur. İçinde; kuvarsit-çört yumruları ve merccekleri, bazen de 1-2 m kalınlığa ulaşabilen kuvarsit bantları görülmektedir.



Şekil 7 - ASK-1 sondajı kuyusu açılırken

4 İLAVE ÇALIŞMALARLA KURULAN HİDROLOJİK MODEL

4.1 Örenli Göleti-Yeraltısuyu İlişkisi

Örenli Göletinde yağışlı geçen 2011-2012 yılında gölet dolmuş ve dolusavaktan akmıştır. O zamana kadar gölette kaçak sorununa yönelik gözlemler seyrek olduğu için, yağışlı mevsimlerde gölete Patlak Dere vasıtasıyla yüzey akışı olup olmadığı, başka bir ifadeyle menbada metamorfikler üzerinde akışı olan Patlak Derenin gölet rezervuarına yüzeyden su ulaştırıp ulaştırmadığı bilinmemektedir. Bilinen tek şey; 2013-2018 arasında gölete dereden yüzey akışının gerçekleşmemiş olduğudur.

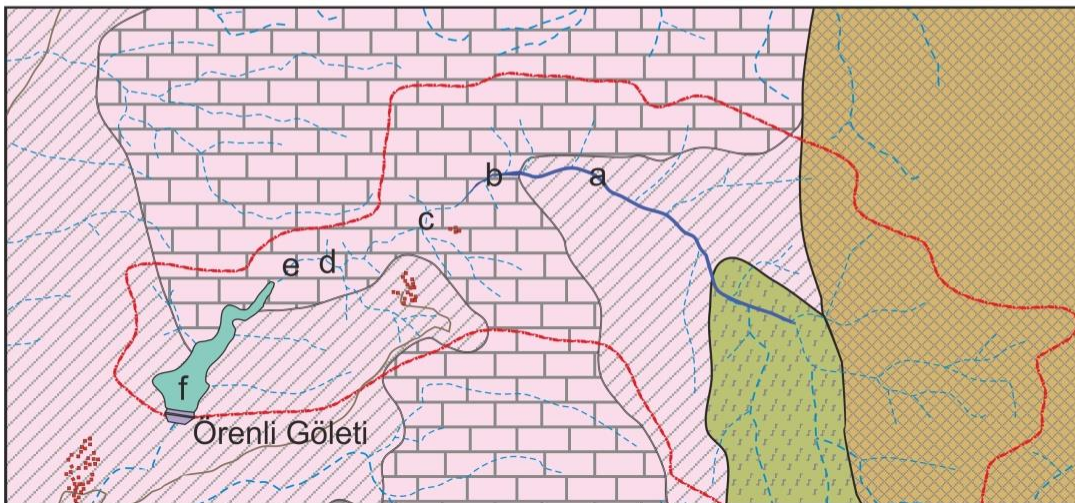
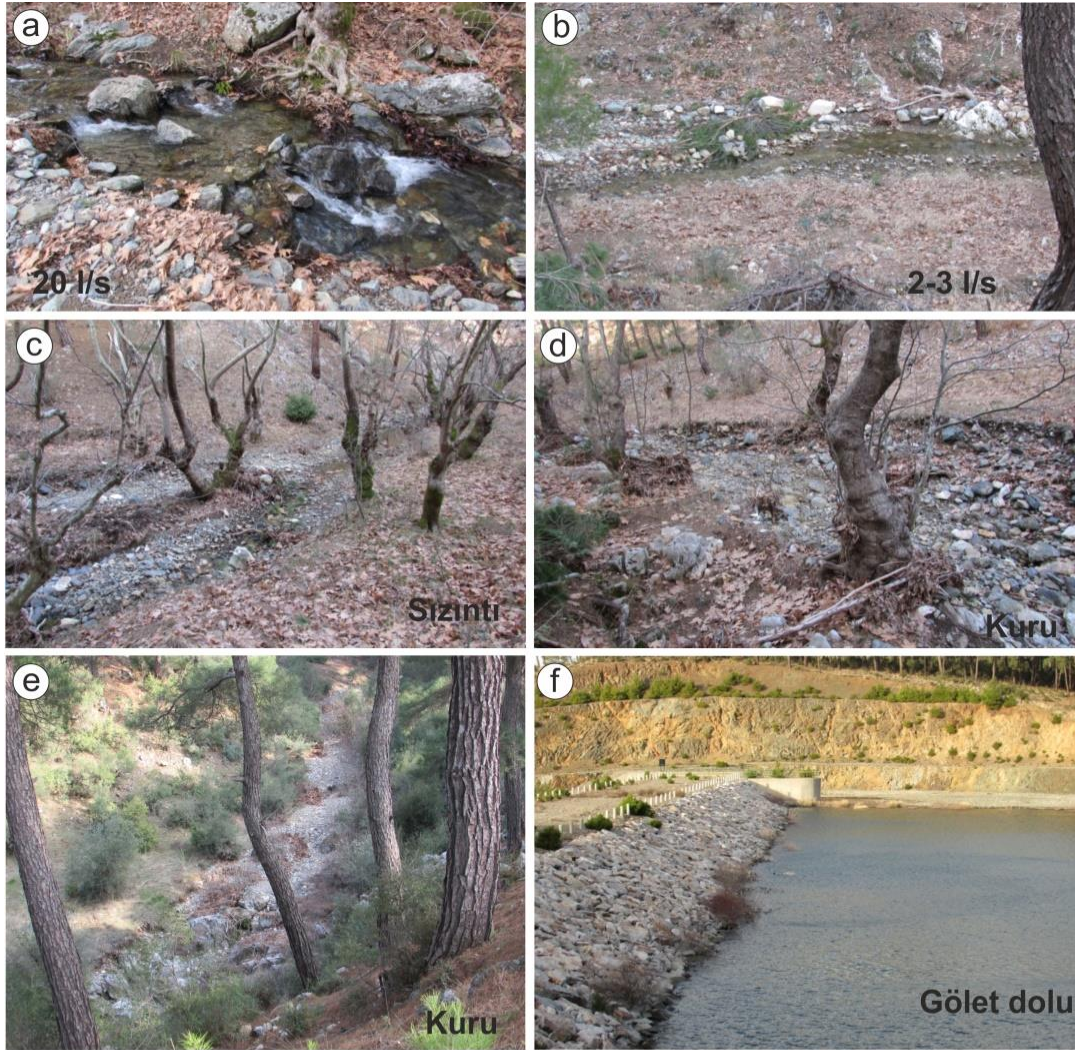
Farklı tarihlerde yapılan incelemelere göre, Patlak Dere'nin menba kısmında yaz aylarında bile az da olsa akış gözlenmektedir; ancak akan su, metamorfiklerden kireçtaşları üzerine gelmesiyle birlikte yavaş yavaş süzülerek kaybolmakta ve mansaba doğru debi azalarak yüzeysel akış bir süre sonra tamamen kaybolmaktadır (Şekil 8). Örneğin, 6 Şubat 2017 tarihinde yapılan tespit ve ölçümlerde metamorfiklerle kireçtaşı dokanağında 20 l/s olan dere debisinin kireçtaşına girdikten sonra gözle anlaşılabilecek kadar bariz bir şekilde azaldığı ve 550-600 m sonra debinin 2-3 l/s'ye düştüğü ve ilk noktadan kabaca 1 km sonra akışın tamamen kaybolduğu ve oradan gölete kadar yatağın kuru olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 2017 yılı Temmuz ayı başında metamorfiklerle kireçtaşı dokanağında 5-6 l/s olan debi, 300 m sonra tamamen kaybolmuştur. Bu önemli gözleme ek olarak, 2013-2018 yılları arasında yağışlı mevsimlerde dahi gölet rezervuarına yüzeysel akışla hiç su girişi olmamış ve rezervuar su seviyesi sadece kaynaklarla yükselmiştir. Ancak, yağışların fazla olduğu bazı yıllarda Patlak Dere debisinin kireçtaşlarının süzülme kapasitesinin üzerine çıkmasıyla yüzeysel akışın gölete ulaşmasının mümkün olduğu tahmin edilmektedir. Örneğin, çok yağışlı olduğu bilinen 2012 yılı baharında kireçtaşları üzerinden akarken süzülme devam etmesine rağmen Patlak Dere'de akışın gölete kadar ulaşmış olması mümkündür. Ancak yaz aylarında debinin azalması ile dere suyunun kireçtaşı ile buluşmasından itibaren azalarak bir süre aktıktan sonra tamamen kaybolmaya başladığı ve artık rezervuara yüzeyden ulaşmadığı kuvvetle muhtemeldir.

Yapılan inceleme ve ölçümlere göre, Örenli göleti büyük oranda rezervuarın menba bölümünde bulunan kireçtaşlarından beslenmektedir. Gölet rezervuarı arkasında açılan ASK-1 araştırma ve gözlem amaçlı sondaj kuyusunda 50 m, jeofizik etütlere göre maksimum 125 m kalınlığında olan kireçtaşlarının ise büyük oranda menbadan gelen Patlak dereden ve üzerine düşen yağıştan beslendiği anlaşılmaktadır.

Göletin planlama çalışmalarında açılan araştırma sondajlarında yapılan testlere göre, rezervuarın orta ve mansap bölgesinde ve gövde altında bulunan Örenli metamorfikleri geçirimsiz-zayıf geçirimlidir. Yapılan incelemelere göre aynı durum, havzanın menbada da geçerlidir. Bu bölgede Örenli metamorfikleri ile Kazdağ grubuna ait metamorfikler ve Kretase yaşlı serpantinitle de geçirimsiz-zayıf geçirimli özellikte olduğu anlaşılmaktadır.

Örenli Göletinin beslenmesinde baş etken olan kireçtaşları, aynı zamanda formasyona boşalımın, yani sulama olmamasına rağmen rezervuarda ani düşüm olmasıyla keşfedilen kaçakların da sorumlusudur. Kaçakların

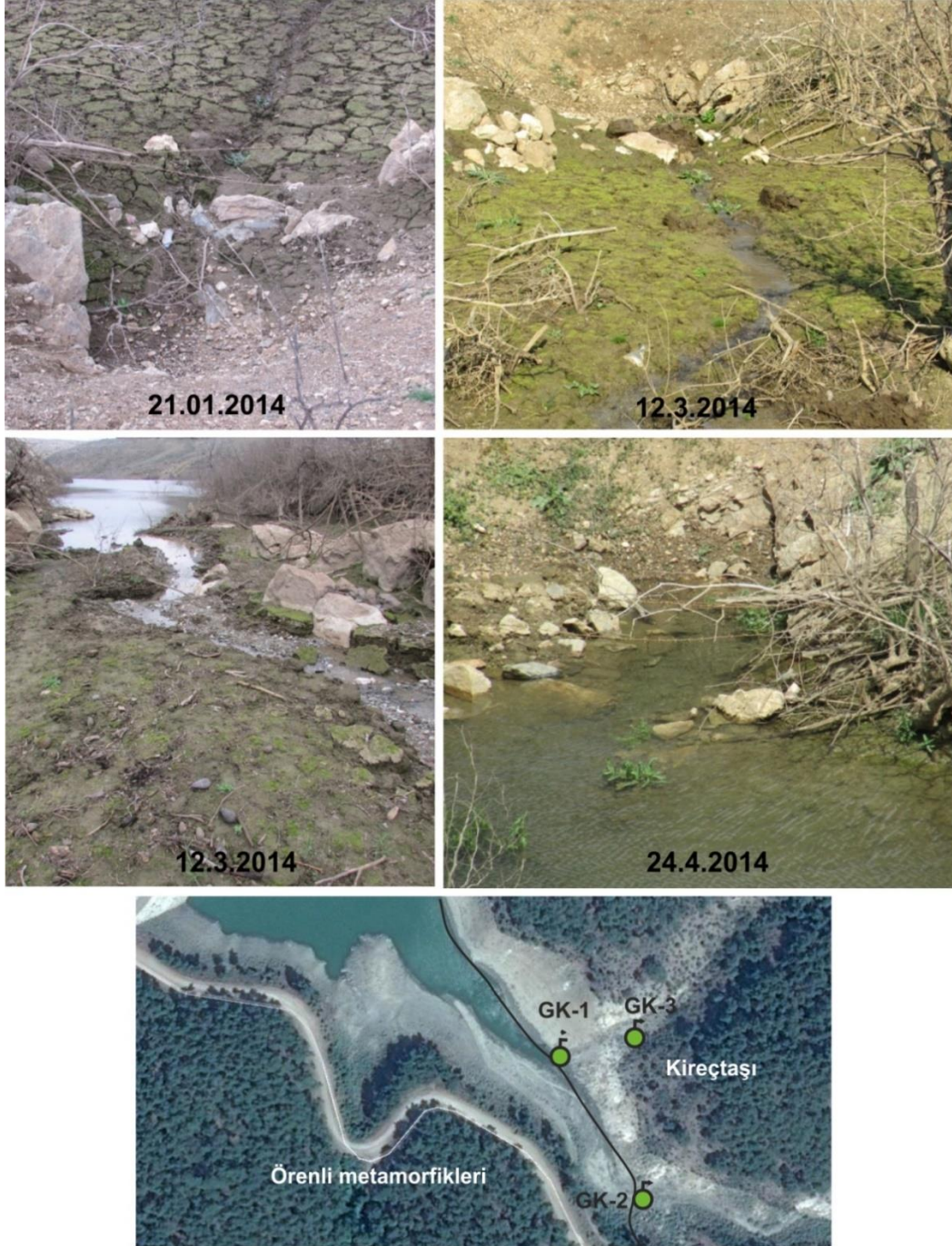
meydana gelmesinde kireçtaşlarının kırıklı, çatlaklı ve yer yer küçük boyutlu erime boşluklu olmasıyla sahip olduğu ikincil gözeneklilik etkilidir.



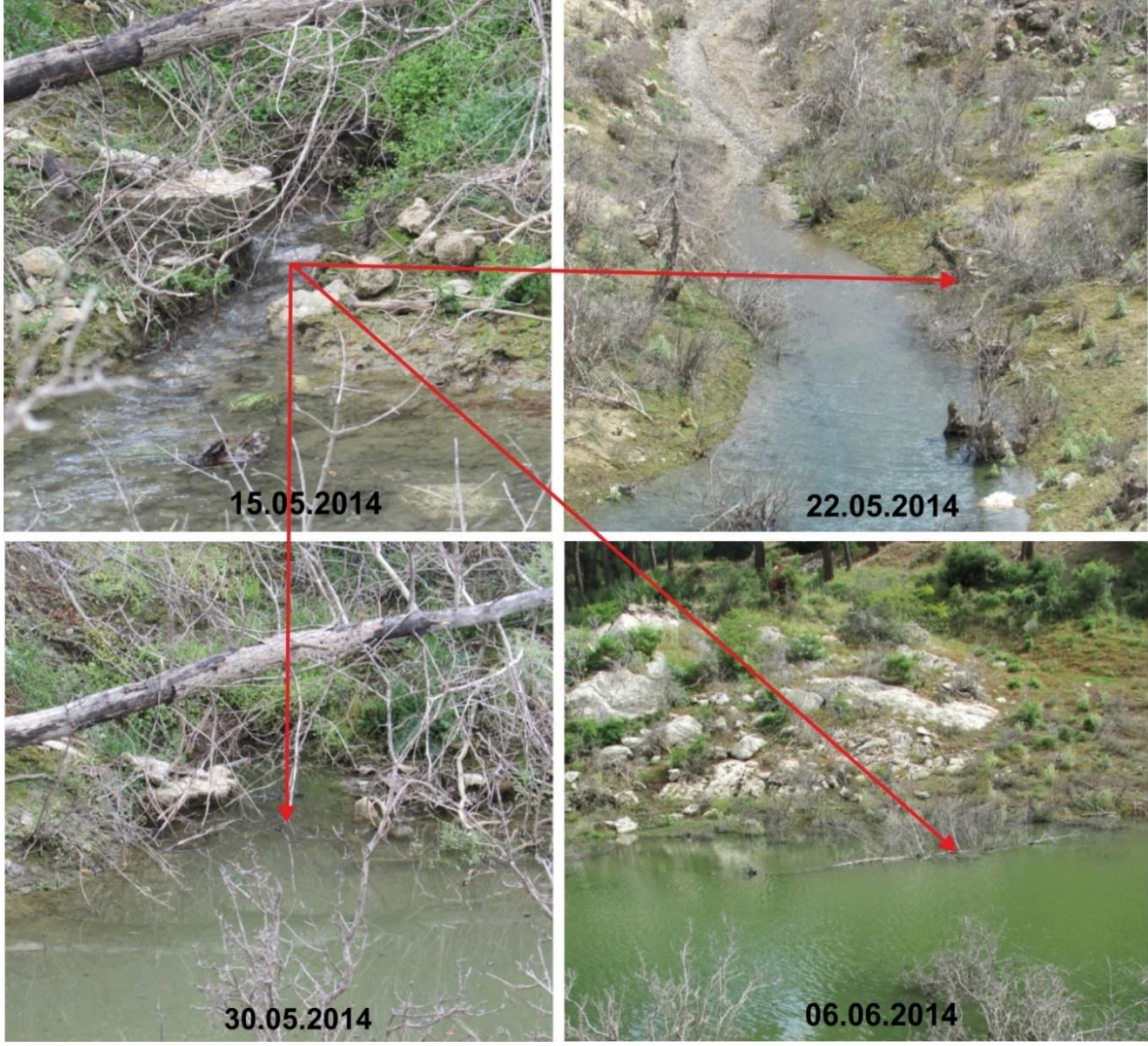
Şekil 8 - Göleti besleyen ana dere boyunca akışın durumuna ait görüntüler (6 Şubat 2017)

İlginç olan husus; kireçtaşlarının yağışlı mevsimlerde beslenmesiyle birlikte yeraltısuyu seviyesinin yükselmesi nedeniyle göletin dolmaya başlaması, bu beslenmenin sırasıyla GK-1, GK-2 ve GK-3 kaynağı (Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11) ile diğer kaynakların akmaya başlamasıyla gözle görülmesi ve bu kaynakların göl su seviyesinin yükselmesini hızlandırması, ancak kireçtaşlarının kurak mevsimde Patlak

Dere'den, kısmen de yağıştan beslenmesinin azalmasıyla yeraltısuyu seviyesinin düşmesi ve bir süre sonra göl su kotunun altına düşmesiyle yeraltısuyu akımının tersine dönmesi ve tamamen rezervuarın yeraltısuyunu beslemeye başlamasıdır (Şekil 12). Bütün bunlar olurken gölete Patlak Dere'den hiç su girişi olmaması ayrı bir ilginç hidrolojik olaydır.



Şekil 9 - GK-1 kaynağından 2014 yılında alınan görüntüler (21 Ocak'ta sızıntı ile başlıyor ve 24 Nisan'da rezervuar içine gömülüyor)



Şekil 10 - GK-2 kaynağından 2014 yılında alınan görüntüler (15 Mayıs sabahı 1 L/s'nin altında bir debiyle akan kaynak aynı gün akşam saatlerinde 7 l/s'nin üzerine çıkıyor, 15 gün sonra 30 Mayıs'ta rezervuar içine gömülüyor)

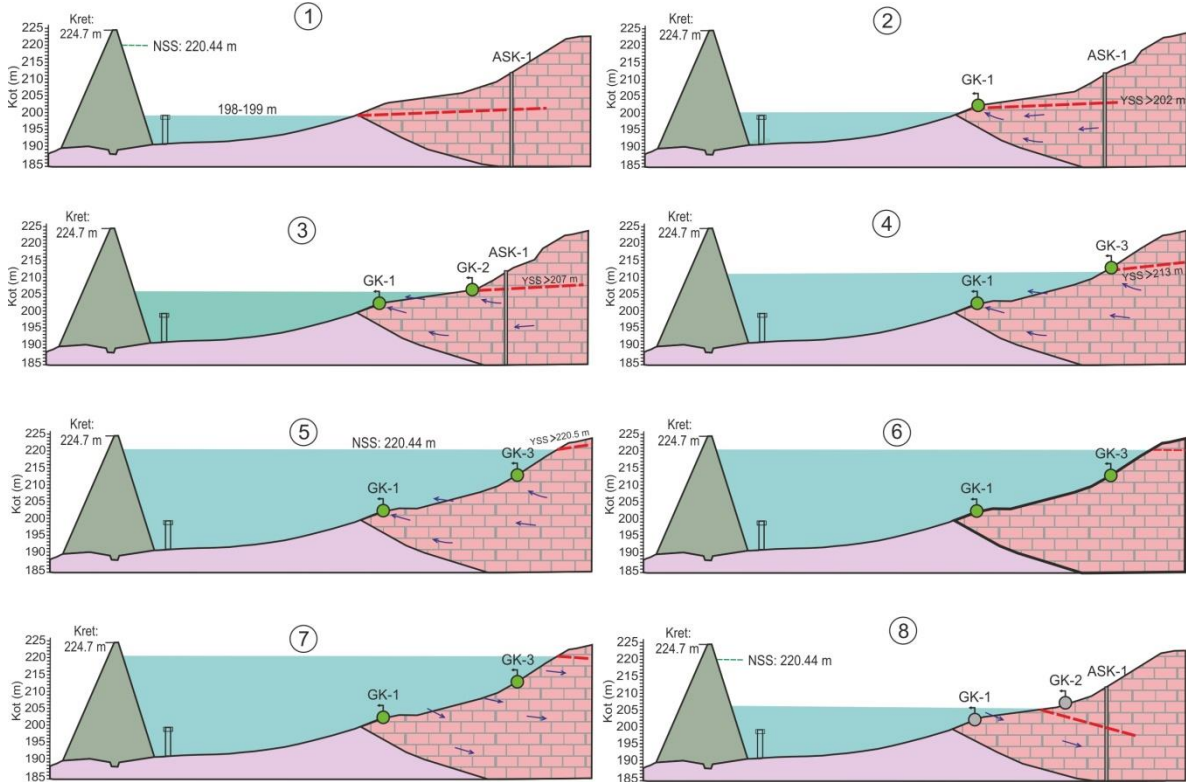


Şekil 11 - GK-3 kaynağından 11 Haziran 2014 tarihinde alınan görüntüler

4.2 Yeraltısuyu Davranışına Göre Rezervuar Su Seviyesinin Pozisyonunun Yorumu

Örenli Göletinde su tutulmaya başlanıp, gölette depolanan su 2012 yılında dolusavaktan taştıktan sonra su seviyesinde 2013 yılında bariz bir düşme olması ve 2014 yılı Ocak ayında en düşük seviyeye (199 kotuna) ulaşmasının anlamı; gölette kaçığa neden olan geçirimli kireçtaşlarının en az bu kota kadar indiğidir. Yapılan haritalama çalışmalarında, rezervuarın menba kısmında bulunan kireçtaşlarının en düşük kotunun 198- 199 m arasında olduğu görülmüştür (Şekil 12-1). Buna göre rezervuar su seviyesi su alma kotu (198.89 m) altında iken kireçtaşlarıyla temas olmadığından kaçak sorunu beklenmemektedir. Gölette ilk defa su depolanmaya başladığında rezervaarda yükselmeye başlayan su 199 kotuna ulaştığında kireçtaşları ile temas başlamakta ve bu durumda yeraltısuyu tablası eğimi rezervuara doğru olduğunda (yağışlı dönem) yeraltısuyu göleti beslemektedir. Yeraltısuyu seviyesi ASK-1 gözlem kuyusunda 202 kotunun üzerine çıktığında GK-1 kaynağı sızıntı halinde akmaya başlamakta (Şekil 12-2) ve su seviyesi yükseldikçe kaynağın debisi artmaktadır. Yeraltısuyu seviyesi yükselirken gölette su seviyesi de yükselmekte ve bir süre sonra yeraltısuyu seviyesi 211 kotu üzerine çıktığında

GK-2 kaynağı da akmaya başlamaktadır (Şekil 12-3). Yağışlı mevsimde yüksek debili Patlak Dereden ve kireçtaşı üzerine düşen yağıştan beslenimin devam etmesi halinde yeraltısuyu seviyesi 218 kotuna ulaştığında rezervuarın sağ tarafındaki GK-3 kaynağı ve aynı kotlarda bulunan daha küçük debili kaynaklar akmaya başlamaktadır (Şekil 12-4). Rezervuar su seviyesi 2017 yılı bahar ayarında olduğu gibi 213 kotu üzerine çıktığında GK-1, GK-2 ve aynı kotlardaki daha küçük kaynaklar rezervuar su seviyesi altında kalmaktadır. Ancak Patlak dereden gölete hiç su girişi olmadığı halde göl su seviyesi yükselmeye devam ettiğine ve gözlem kuyusunda yeraltısuyu seviyesi rezervuar su seviyesinden yüksek olduğuna göre, batık kaynaklardan ve diğer kırık-çatlak ve erime boşluklarından göle yeraltısuyu girişinin devam ettiği anlaşılmaktadır. Su seviyesi biraz daha yükseldiğinde normal su seviyesine (NSS=220.44 m) ulaştığında dolusavaktan boşalma başlamaktadır (Şekil 12-5). 2017 yılının Mart ayı başında dolusavakta yapılan ölçümlerde 64 L/s civarında bir boşalım ölçülmüştür. Patlak Derenin kuru olmasına rağmen, dolusavaktan akış olması gölete çeşitli kaynaklardan (daha önce tespit edilen bütün kaynaklar batık durumda) su girişinin devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 12 - Örenli Göleti rezervuar seviyesinin yeraltısuyu seviyesi, kaynaklar ve yüzeyel akış durumuna göre aldığı pozisyonların modellenmesi

Kış sonu ve ilkbahar aylarındaki beslenmelerden sonra Haziran-Temmuz aylarında yeraltısuyu besleniminin azalmasıyla yeraltısuyu seviyesi yavaş yavaş düşmekte ve önce yatay konuma gelmekte (Şekil 12-6), kurak mevsim boyunca rezervuardan formasyona doğru dönmektedir (Şekil 12-7,8). Böylece rezervuarda su seviyesi düşmeye başlamakta, formasyona doğru olan yeraltısuyu tablası eğimi arttıkça rezervuarda eksilme ve su seviyesinde düşme o kadar fazla olmaktadır. Rezervuar su seviyesi kaynak kotlarının altına düşünce kaynaklar kuru olarak gün yüzüne çıkmaktadır. Bir sonraki yağışlı mevsimle birlikte yeraltısuyu besleniminin artmasıyla yeraltısuyu seviyesi yükselmekte ve bir süre sonra ters yöne dönerek göleti besleme tekrar başlamaktadır.

4.3 Rezervuar Su Bütçesi Hesaplamaları

Örenli göletinde sağlıklı ve güvenilir bir bütçe hesaplaması için, en azından gölete giren kaynakların (içten başka sızıntılar da olduğu anlaşılıyor), Patlak dereden yüzeysel akışla giren suyun, göl seviyesinin, dolusavaktan boşalan debinin, sulamaya verilen suyun ve buharlaşma kayıplarının düzenli bir şekilde ölçülmesi gerekir. Bunun başarılması halinde gölete giren suyun ve formasyona kaçan miktarın tahmin edilmesi mümkündür.

Rezervuar tabanının menba bölümünün 198 kotu üzerinde kireçtaşları ile kaplı olduğu bilindiğine göre, su seviyesi bu kot üzerine çıktığında kaçakların başladığı, yağışlı mevsimde gölete beslenmenin artmasıyla su seviyesi yükselirken de, kurak mevsimde tekrar düşerken de kaçakların devam ettiği anlaşılmaktadır. Yeraltısuyu seviyesi yağışlı mevsimde göle doğru, kurak mevsimde gölden formasyona doğru olduğundan, gölete beslenmenin ise mevsimsel olduğu da açıktır. Gölette doğrudan ölçülemeyecek olan ancak

yukarıda sözü edilen parametrelerin düzenli ölçülmesiyle hesaplanabilen kaçak miktarının rezervuarda su seviyesi yükseldikçe hem hidrolik yükün artması, hem de suyun temas ettiği kireçtaşı alanının genişlemesi nedeniyle arttığı tahmin edilmektedir. Ancak, göleti besleyen kaynakların karmaşık rejimi (farklı kotlardan farklı zamanlarda akışın başlaması, kaynakların suya gömülmesiyle birlikte davranışının ve debisinin değişmesi, kireçtaşlarında çözünme ile zamanla yeni kaçak yollarının oluşabilmesi vb.) sulama sezonu dışında dahi rezervuarda yükselme veya düşme eğilimini düzensiz hale getirmektedir.

Gölette bugüne kadar elde edilen verilere göre 2017 yılı bahar aylarında değişik su seviyelerindeki hacimler, proje aşamasında elde edilen kot-hacim grafiğinden hesaplanmıştı (Çizelge 4). Buna göre, Örenli Göleti'nde N.S.S'de (220.44 m) 1.169 hm³ su depolanmakta, bu miktar su seviyesi düştükçe doğal olarak azalmaktadır. Örneğin, 2017 yılı Şubat ayı sonunda dolusavaktan taşan, yani N.S.S'de olan su seviyesi, 2 ay içinde, yeraltısuyu akımı gölete doğru olmasına rağmen neredeyse 1.5 m düşmüştür. Öyle ki, 5 Mayıs tarihinde rezervuarda depolanan su 0.96 hm³'e düşmüştür. Yaklaşık iki aylık sürede (65 gün) depolamadan eksilme 209 hm³'tür (%20'ye yakın bir azalma). Bu süre zarfında buharlaşma kayıpları ihmal edilmek kaydıyla, gölete hiç su girişi olmaması halinde ortalama kayıp 37 L/s civarında denebilirdi. Ancak, bu sürede içinde kaynaklar batık durumda ve yeraltısuyu (yeraltısuyu seviyesi düşme eğiliminde olsa da) rezervuarı besler durumdadır. Kaçaklar olurken bir taraftan da beslenme olduğuna göre, gölet rezervuarından kaçakların 37 L/s'den fazla olduğu anlaşılmaktadır. Mayıs başında sulamanın başlamasıyla depolamada eksilme hızlanmaktadır.

Çizelge 4 - Örenli Göletinde değişik su seviyelerine göre hesaplanan su hacimleri

Tarih	Rez. Su Kotu (m)	YAS kotu (ASK-1, m)	Su hacmi (m ³)	Eksilme (m ³)	l/s
28.02.2017	220.44	220.85	1169000		
31.03.2017	220.32	220.85	1140000	29000	27.8
12.04.2017	219.92	220.85	1080000	60000	57.8
20.04.2017	219.64	220.05	1010000	70000	101.2
27.04.2017	219.29	219.85	9860002	24000	39.6
04.05.2017	218.64	219.20	960000	26000	42.9
10.05.2017	218.14	218.65	918000	42000	80.0

4.4 Yeraltısuyu Muhtemel Boşalım Bölgeleri ve Gölet Rezervuarı İle İlişkisi

Örenli Göletinde gövdeden, gövde-anakaya dokanağından veya gövde altından mansaba bir kaçak olayı gözlenmemiştir. Ancak rezervuarın orta ve menba kısmında bulunan kireçtaşları vasıtasıyla hem kayıplar olduğu, hem de yağışlı dönemlerde oluşan kaynakların göleti beslediği görülmektedir. Başka bir ifade ile yeraltısuyu seviyesinin yükseldiği ve rezervuara doğru eğim kazandığı dönemde rezervuar yeraltısuyundan beslenmektedir. Ancak, rezervuarda su seviyesinin kireçtaşları ile temas edecek şekilde yüksek olması halinde her hâlükârda tabandan veya tabana yakın bölgelerden yeraltısuyu sistemine boşalım söz konusudur. Sonuç olarak, gölete beslenim mevsimsel olarak gerçekleşmekte, formasyona boşalım ise sürekli devam etmektedir.

Gölet rezervuarında yeraltısuyundan beslenmenin kanıtları olan kaynaklar hakkında (4.1) ve (4.2) bölümlerinde ayrıntılı bilgi verilmiştir. Bunun yanında, rezervuarın sağ yamacında rezervuar ile kireçtaşları arasında su alış-verişine işaret eden küçük oyuklar tespit edilmiştir (Şekil 13). Yamaçta düzensiz olarak dağılmış olan bu oyuklar üzerinde ayrıntılı araştırma yapılamamıştır, ancak şekil ve boyut olarak Apaydın (2013) tarafından Ankara-Sincan-Bucuk Göletinde tespit edilen kaçak izlerine benzer özelliktedir. Tek farkı, gölette su seviyesi düşerken, muhtemelen dalga etkisi ve geri boşalım nedeniyle oyuk izlerinin alt kısmında malzeme birikimidir.

Mevcut jeoloji haritalarına göre (Yiğitbaş ve Bozcu 2005, MTA 2007), gölet rezervuarından başlayarak menbaya doğru uzanan geçirimli kireçtaşları gölet havzasının doğusunda Daloba köyü yakınına kadar, havzanın batısında ise göletin 4-5 km batısına ve kuzeybatıda Örenli-Kutluoba hattına kadar uzanmaktadır (Şekil 14). Örenli göletiyle ilgi yapılan çalışma kapsamında yapılan arazi incelemelerinde de bu durum teyit edilmiştir. Havza doğusunda Evciler Plütonu ile dokanak halinde olan kireçtaşlarından, dokanak boyunca boşalım gözlenmemiştir. Kaldı ki, dokanak bölgesinin kotu (250 m'den yüksek) Örenli göleti rezervuar kotuna (190-220 m) göre bariz bir şekilde yüksek olduğundan, rezervuardan bu bölgeye bir boşalım söz konusu değildir. Tam tersine, rezervuarın ve havzanın

doğu bölgesindeki, başka bir ifade ile Patlak Dere ile Daloba arasındaki kireçtaşları, konumu gereği Örenli göletini besler durumdadır.

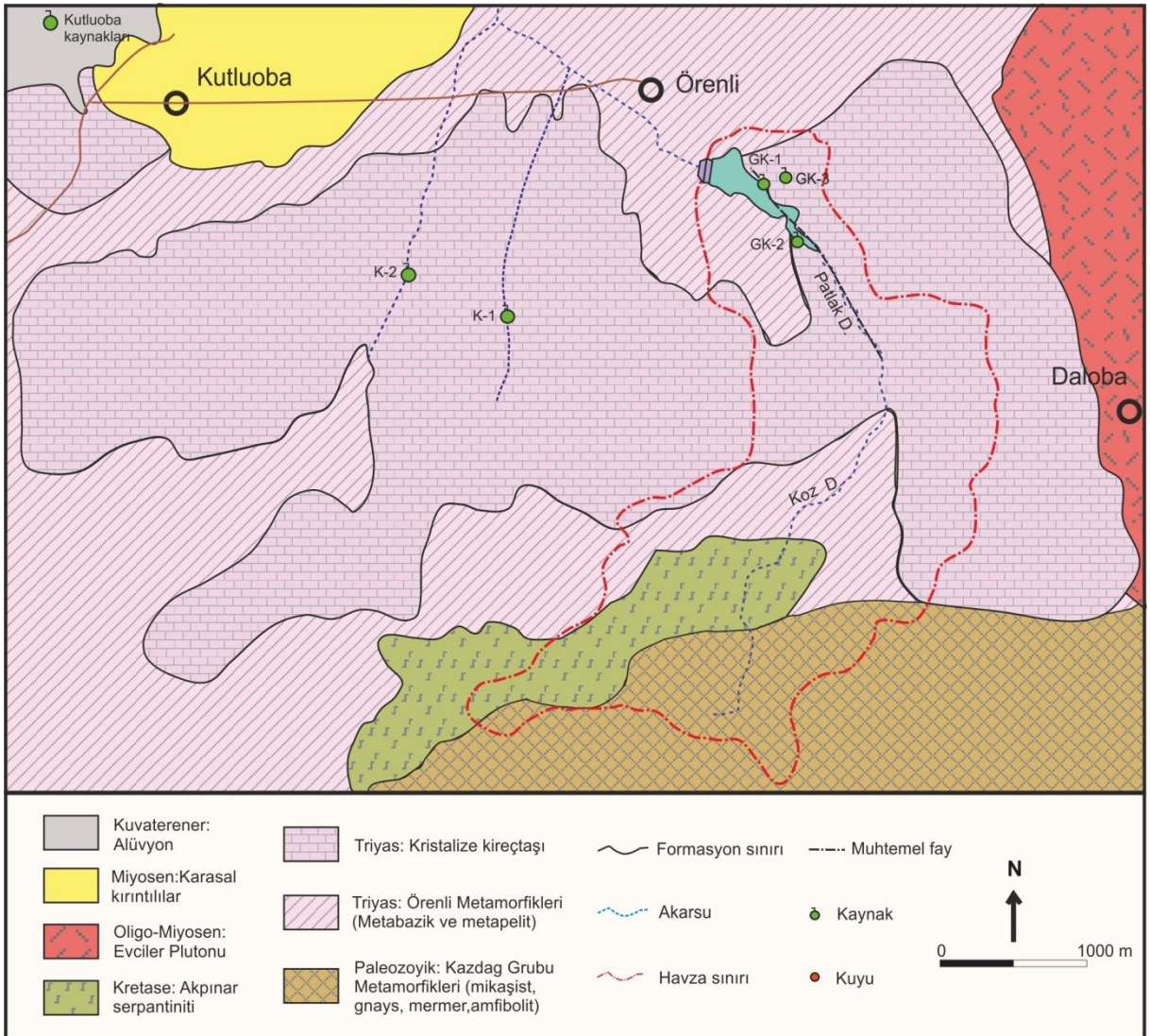
Kireçtaşlarının yaygın olduğu batı-kuzeybatı bölgesi incelendiğinde, bu bölgede kaynak boşalımının bulunduğu gözlenmiştir (Çizelge 5). Bunlardan, gölete en yakın olan K-1 kaynağının boşalım kotu (211 m) rezervuarın (190-220 m) üst seviyelerine, K-2 kaynağının boşalım kotu (2004 m) ise rezervuarın alt seviyelerine karşılık gelmektedir. Buna göre, rezervuarda su seviyesi 204 kotunun üzerine çıktığında K-2 kaynağına, 211 kotu üzerine çıktığında ise K-1 kaynağına doğru boşalım fiziken mümkün olmaktadır. Ancak, gölette su seviyesi 204 kotunun altına düştüğünde de hiç kullanım olmadığı dönemde kaçakların devam ettiği bilinmektedir. Rezervuar tabanının menba kısmında bulunan geçirimli kireçtaşlarının rezervuar ortasına doğru uzandığı uçta 198-199 kotuna kadar inmesi bunun gerçekleşmesini sağlamaktadır. Örneğin, 2013 yılı sulama mevsimi sonunda (Ekim ayı) 204 kotuna inen rezervuar seviyesi, yeraltısuyu seviyesi rezervuar seviyesi altına inerek düştükçe alçalmaya devam etmiş ve 25 Ocak 2014 tarihinde 199 kotuna kadar düşmüştür.

Yağışlı mevsimde (Mart 2017) yapılan ölçümlerde; K-1 kaynağında 152 L/s, K-2 kaynağında ise 140 L/s debi tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Yukarıda açıklanan duruma göre, Örenli göletinde su seviyesi 204 kotunun altına düştüğünde, rezervuardan kaybolan suyun K-1 ve K-2 kaynaklarına göre daha düşük kotlardaki Kutluoba kaynaklarına (Pınarbaşı kaynakları da denir) doğru boşalması mümkün görülmektedir. Her ne kadar, Yiğitbaş ve Bozcu (2005) ve MTA (2007) haritalarında gölet rezervuarının sol tarafı ve gövdenin yakın sağ tarafı metamorfiklerle kaplı görünse de, gövdenin sağ tarafındaki son derece faylanmış kireçtaşlarının rezervuar içine dalması, ayrıca sol sahil orta kesimdeki burunun kireçtaşından oluşması (Şekil 15), rezervuar ile havza dışına yayılan kireçtaşı akiferi ve onu boşaltan kaynaklarla hidrolik ilişkisinin olabildiğini mümkün kılmaktadır. Ancak bunlar mevcut gözlemlere göre sadece bir yaklaşımdan ibaret olup, gölet rezervuarından kaybolan suların nerelere boşaldığı, ne kadar olduğu, zaman ve rezervuar su seviyesi ile nasıl değiştiği gibi hususlar ayrı bir araştırma konusudur.



Şekil 13 - Örenli Gölü rezervuarı sağ yamacında kireçtaşları ile rezervuar arasında su alışverişine işaret eden köstebek yuvasına benzeyen küçük oyuklar (Çekim tarihi: 05.10.2011)



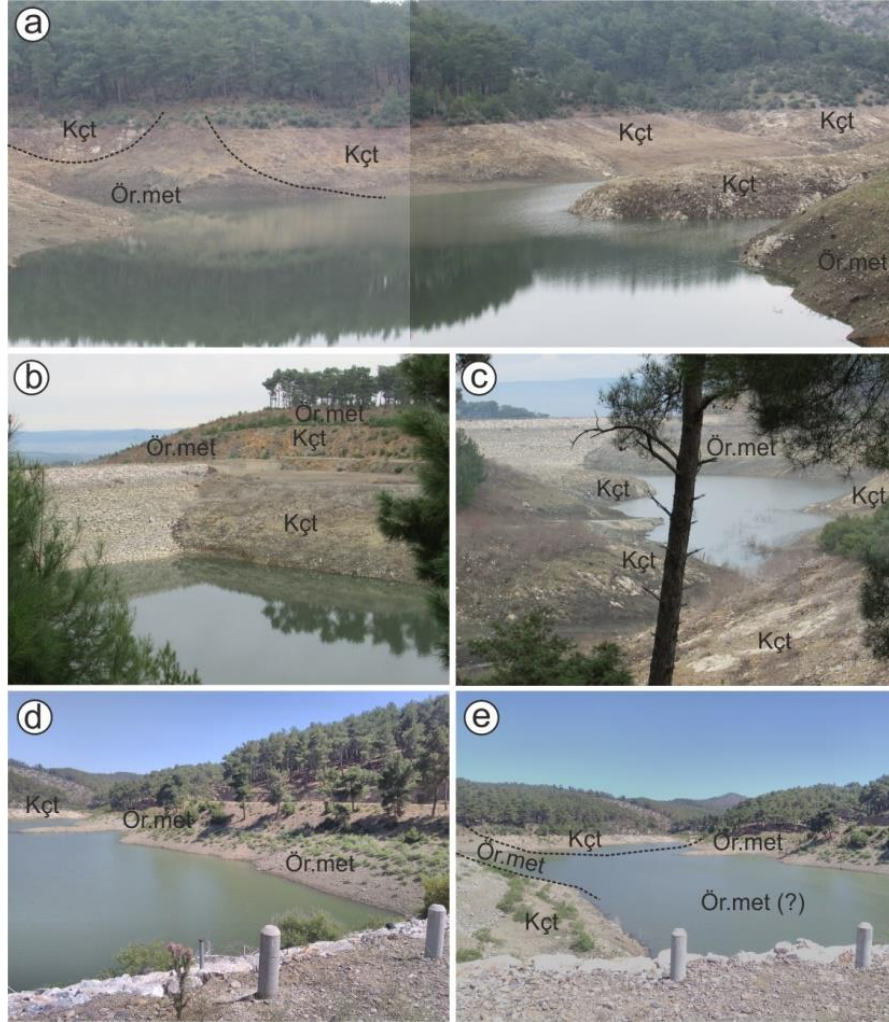
Şekil 14 - Örenli göleti çevresindeki kireçtaşlarının bölgesel yayılımı ve rezervuar ile ilişkili olabilecek boşalımalar (Yiğitbaş ve Bozcu, 2005 ve MTA, 2007'den revizyon)

Çizelge 5 - Örenli göletinin bulunduğu bölgede kireçtaşlarının ana boşalım noktaları

Kaynak adı	Gölete Mesafesi (km)	Kotu (m)	Debisi (L/s)
K – 1	2	211	30-152
K – 2	2.5	204	40-140
Kutluoba (Pınarbaşı)	5.0	146	150-200 (tahmini)

Çizelge 6 - Örenli göleti ve havzasında 2017 yılında yapılan hidrolojik ölçümler (Koz Dere debisi ölçümü kireçtaşı-metamorfik dokanağından 200 m menbadaır)

KOZ DERE (L/s)	K-1 (L/s)	K-2 (L/s)	DOLUSAVAK (L/s)	TARİH
-	152	140	64	08.03.2017
67	56	73	48	25.03.2017
30	58	66	1	11.04.2017
6	30	87	-	03.05.2017
1	-	40	-	07.07.2017



Şekil 15 - Örenli gölet rezervuarı ile ilişkili jeolojik birimlerden (kçt: geçirimli kireçtaşları,

Ör.met: geçirimsiz-zayıf geçirimli Örenli metamorfikleri) görüntüler

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Örenli göletinde yapılan gözlemler ve ölçümlerden elde edilene verilere göre, gölet rezervuarı ile yeraltısuyu sistem dinamiği arasında çok ilginç bir hidrolik ilişki bulunmaktadır. Rezervuarın orta ve menba kısmını kuşaklayan kireçtaşlarına rezervuardan hem kayıplar olduğu, hem de yağışlı dönemlerde oluşan kaynakların göleti beslediği tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile yeraltısuyu seviyesinin yükseldiği ve rezervuara doğru eğim kazandığı dönemde rezervuar yeraltısuyundan beslenmektedir. Ancak, rezervuarda su seviyesinin kireçtaşları ile temas edecek şekilde yükselmesi halinde (en az 198 kotuna çıkması) her hâlûkârda tabandan veya tabana yakın bölgelerden yeraltısuyu sistemine boşalım söz konusudur. Yağışlı dönemlerde gerek üzerine düşen yağış ve gerekse Patlak Derede debinin yükselmesiyle beslenen kireçtaşlarında yeraltısuyu seviyesi yükselmekte, bir süre sonra rezervuarı kaçaklarla kaybolan miktara göre daha fazla beslenmektedir. Rezervuar tabanından kaçaklar devam etse de, yeraltısuyu seviyesinin yükselmesiyle yeni kaynaklar oluşarak rezervuara su girişi artmakta ve su seviyesi hızla yükselmektedir. Yağışlı mevsim sonunda yeraltısuyu seviyesinin düşmeye başlamasıyla kaynakların azalması ve kuruması sonucunda gölete yeraltısuyu beslenmesinin gittikçe azalması ve bu esnada rezervuardan tabana sızmanın devam etmesiyle rezervuar su seviyesi hızla düşmeye başlamaktadır. 28.02.2017 tarihindeki incelemede görüldüğü gibi Patlak Dere'den gölet rezervuarına su girişi olmamasına rağmen dolusavaktan su akışının olması, göletin normal su kotunda dolu iken bile rezervuar içinde batık olan kaynakların hala göleti beslediklerini göstermektedir.

Göletin beslenimi çoğu yıllar sadece yeraltısuyundandır. 2008-2017 arasında yapılan gözlemlerde Patlak dereden gölete bir yüzeysuyu girişine tesadüf edilmemiştir. Ancak, menbada kayda değer bir debiyle akan, ancak kireçtaşı üzerinde akarken kısa mesafede debisi azalan ve bir süre sonra tamamen kaybolan dere yatağının gölete giriş bölgesinde çökelmiş olan kumlu, çakıllı malzeme, derenin aşırı yağışlarda malzeme taşıyacak kadar güçlü bir debiyle aktığını ve gölete kadar ulaştığını göstermektedir. Gölete boşalan kaynakların kuruduktan sonra önlerinde biriken ince kum boyutlu malzeme ise kireçtaşının akarsudan beslendiğinin bir göstergesidir. Örenli gölet rezervuarının sol tarafı ve gövdenin yakın sağ tarafı geçirimsiz-zayıf geçirimli metamorfiklerle

kaplı olmakla birlikte, gövdenin sağ tarafındaki son derece faylanmış kireçtaşlarının rezervuar içine dalması, ayrıca sol sahil orta kesimdeki burunun kireçtaşından oluşması (bkz. Şekil 15), rezervuardan kaçakların havza dışına ve havza dışındaki kaynaklara doğru gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır. Ancak gölet rezervuarından kaybolan suların nerelere boşaldığı ayrı bir araştırma konusudur.

Örenli göletinde var olan yeraltısuyu-yüzeysuyu ilişkisi ve gölet rezervuarı ile yeraltısuyu dinamiği arasındaki hidrolik ilişki, bu tür projelerde planlama aşamasında havza jeolojisi ve hidrojeolojisinin araştırılıp aydınlatılmasının çok önemli olduğunu göstermiştir. Aksi halde, gölet eksen yerinde ölçülen debilerin tamamen yüzeysuyu ürünü olduğu yanılgısı kaçınılmaz olmaktadır. Ayrıca, gölet yeri çalışmalarında geçirimsizliğin araştırılmasında çoğu zaman gövde altına odaklanılmakta, göl alanında yeterli ayrıntıda ve çözünürlükte çalışma yapılmamaktadır. Göl alanında karbonatlı, sülfatlı jeolojik birimler veya su kaçaklarına neden olabilecek tektonik yapılar yeterince iyi araştırılmamışsa rezervuarda su tutulmaya başladıktan bir süre sonra sorunlarla karşılaşmaktadır.

Örenli göletinde su kaçakları nedeniyle rezervuarda eksilme söz konusudur, ancak yağışlı yıllarda sulamayı büyük oranda engelleyecek boyutta değildir. Kaçakları azaltmak ve rezervuar beslenmesini arttırmak için iki yöntem üzerinde ayrıntılı çalışılması önerilmiştir. Bunlardan biri, rezervuar tabanının kireçtaşı ile kaplı olan bölümünde kaynak boşalmalarını kapatmayacak şekilde membranla kaplanması ve Patlak derenin suyunu bir kanala veya boruya alarak doğrudan gölet rezervuarına akıtılmasıdır. Ancak bunun için en az iki sezon kesiksiz bir şekilde, rezervuar su seviyesi, yeraltısuyu seviyesi, kaynak debileri, Patlakdere'de belirli kesitlerde debi ölçümü yapılması, gölet rezervuarından kaçak ve yeraltısuyu katkılarının rezervuar su kotu ve zamana bağlı değişiminin hesaplanması ve rezervuarın boşaltılarak 1/1000 ölçekli jeolojik haritasının çıkarılarak özellikle kireçtaşı sınırlarının ve tektonik yapıların işlenmesi, buna göre bir iyileştirme modeli kurularak projeye aktarılması önerilmiştir. Aksi halde, yeteri kadar araştırma yapmadan yapılacak müdahale sonuçsuz kalabileceği gibi, bugünkü dinamiği bozarak beslenmeyi azaltabileceği veya kayıpları daha da arttırabileceği unutulmamalıdır.

6 KAYNAKLAR

- [1] Afat A, "Örenli Göleti Planlama Aşaması Mühendislik Jeolojisi Raporu", DSİ 25. Bölge Müdürlüğü, 16 s, Balıkesir (yayımlanmamış rapor), 2000
- [2] Apaydın, A., "Bucuk göleti (Sincan-Ankara) kaçakları araştırma ve önleme çalışmaları değerlendirme raporu", DSİ 5. Bölge Müdürlüğü, 46 s (yayımlanmamış rapor), 2013
- [3] Doğan U ve Çiçek İ, "Occurance of cover-collapse sinkholes (cover-collapse dolines) in the May Dam reservoir area (Konya, Turkey)", *cave and Karst Science*, 29 (3): 111-116, 2003
- [4] Ertunç A, "The geological problems of the large dams constructed on the Euphrates River (Turkey)", *Engineering Geology*, 51 (3): 167-182, 1999
- [5] Milanovic, P. T., Water Resources Engineering In Karst, Crc Press, Boca Raton, Fl, P. 312, 2004
- [6] Milanovic, S.; Stevanovic, Z.; and Jemcov, I., "Water Lossesrisk Assessment: An Example From Carpathian Karst", *Environmental Earth Sciences*, Vol. 60, Pp. 817-827, 2010
- [7] Milanovic P, "Hydraulic roperties of karst groundwater and its impacts on large structures", *Environmental Earth Sciences*, DOI: 10.7/978-3-319-06139-9_2, 19-48, 2014
- [8] Mozafari M, Raesi E, "Understanding karst leakage at the Kowsar Dam, Iran, by hydrogeological Analysis", *Environmental and Engineering Geoscience*, Vol. XXI, No. 4, 325-339, 2015
- [9] MTA, Ayvalık-İ17 paftası jeoloji haritası, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Dairesi, Ankara, 2007
- [10] Özdemir MA, Özgen N, "Keban Barajında su kaçakları ve sunduğu doğal potansiyel", *Akdeniz Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi*, 65-86, 2000
- [11] Turkmen, S., "Treatment of The Seepage Problems at The Kalecik Dam (Turkey)", *Engineering Geology*, Vol. 68, Pp. 159-169, 2003
- [12] Unal, B.; Eren, M.; And Yalcın, M. G., "Investigation of leakage at Ataturk Dam and Hydroelectric Power Plant by Means of Hydrometric Measurements", *Engineering Geology*, Vol. 93, Pp. 45-63, 2007.
- [13] Ünal B, Çelik M, Yıldırım T, "Evaluation of seepage problems of the Armağan Dam, Kırklareli, Northwestern Turkey", *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 67 (3): 335-344, 2008
- [14] Yılmaz M, Doğan U, "Natural and induced sinkholes of the Obruk Plateau and Karapınar-Hotamış Plain, Turkey", *Journal of Asian Earth Sciences*, 40 (2011) 496-508, 2011
- [15] Yiğitbaş E ve Bozcu M, "Biga Yarımadası ve Kazdağı'nın Jeolojisi", TÜBİTAK 10 012 no.lu proje raporu, 2005