

# SARIOT (BOLU-MUDURNU ) KAPLICA SULARININ ÇOĞALTILMASI ve BUNLARDAN YARARLANMA ÖNERİLERİ

Baki Canik<sup>1</sup> , Suzan Pasvanoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Müh.Fak.Jeoloji Müh. Böl. Emekli Öğretim Üyesi ,Ankara

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi,Müh.Fak.Jeoloji Müh. Bölümü, Kocaeli

[bcanik@ttnet.net.tr](mailto:bcanik@ttnet.net.tr), [suzan@kou.edu.tr](mailto:suzan@kou.edu.tr),

## Özet

*Bu araştırmada, Sariot sıcak ve mineralli sularının sondajlı kaptajlarla çoğaltılması ve mevcut tesislerin güneyinde kurulacak yeni tesislerde, elde edilecek suyun sıcaklık ve debisine bağlı olarak önerilen türlü yararlanma olanakları üzerinde durulmuştur.*

*Sondajlı kaptajlarda dolayın jeolojik özellikleri ve kayaçların petro-fiziksel özelliklerinin bilinmesi çok önemlidir. Kaplıca dolayında temeli yeşil şist fasiyesindeki kayalar oluşturur.Bunların üzerine Kaplıcanın güneydoğusunda Üst Kretase kireçtaşı ile güneybatısında Paleosen kireçtaşı gelir. Alanın güneyinde Pliyosen göl çökelleri ile Kuvaterner oluşukları bunları örter. Sıcak ve mineralli su akiferini diyorit, tonalit, diyabaz, amfibolit gibi yeşil şist fasiyesindeki ikincil gözenekliliğe ve geçirimliliğe sahip kayalar oluşturur. Sariot kaplıca suyu, Kuzey Anadolu Fay (KAF) kuşağındaki ikincil bir fay boyunca çıkmaktadır. Sıcaklık ana kaynaktan 63 °C olup, debi 1.7 l /s dir. Bunun güney batısındaki ikincil kaynaklarda debi ve sıcaklık çok daha azdır..Bu sular meteorik kökenli olup, derinlere inişi sırasında jeotermal gradyanla giderek ısınmakta fay, yarık, çatlak ve kendisine hidrotermal oluk görevi yapan diğer süreksizlik düzlemleri boyunca yükselerek yeryüzüne ulaşmaktadır. AIH sınıflamasında,suların kimyasal bileşimlerine göre sınıfları “Na, Ca, SO<sub>4</sub> lı sıcak ve mineralli sular” dır. Sariot Kaplıcasında yapılacak sondajlarla, suyun sıcaklık ve debisinin artırılması mümkün olacaktır. Elde edilecek suyun debi, sıcaklık ve kimyasal bileşimi, kullanımını yönlendirecek ve çeşitlendirecektir. Alanda, seracılık yanında yeni kurulacak tesislerde sağlık ve sportif amaçlı sauna, çamur banyosu, termal tedavi birimleri, yüzme havuzları vb planlanmalıdır .*

## 1.Giriş

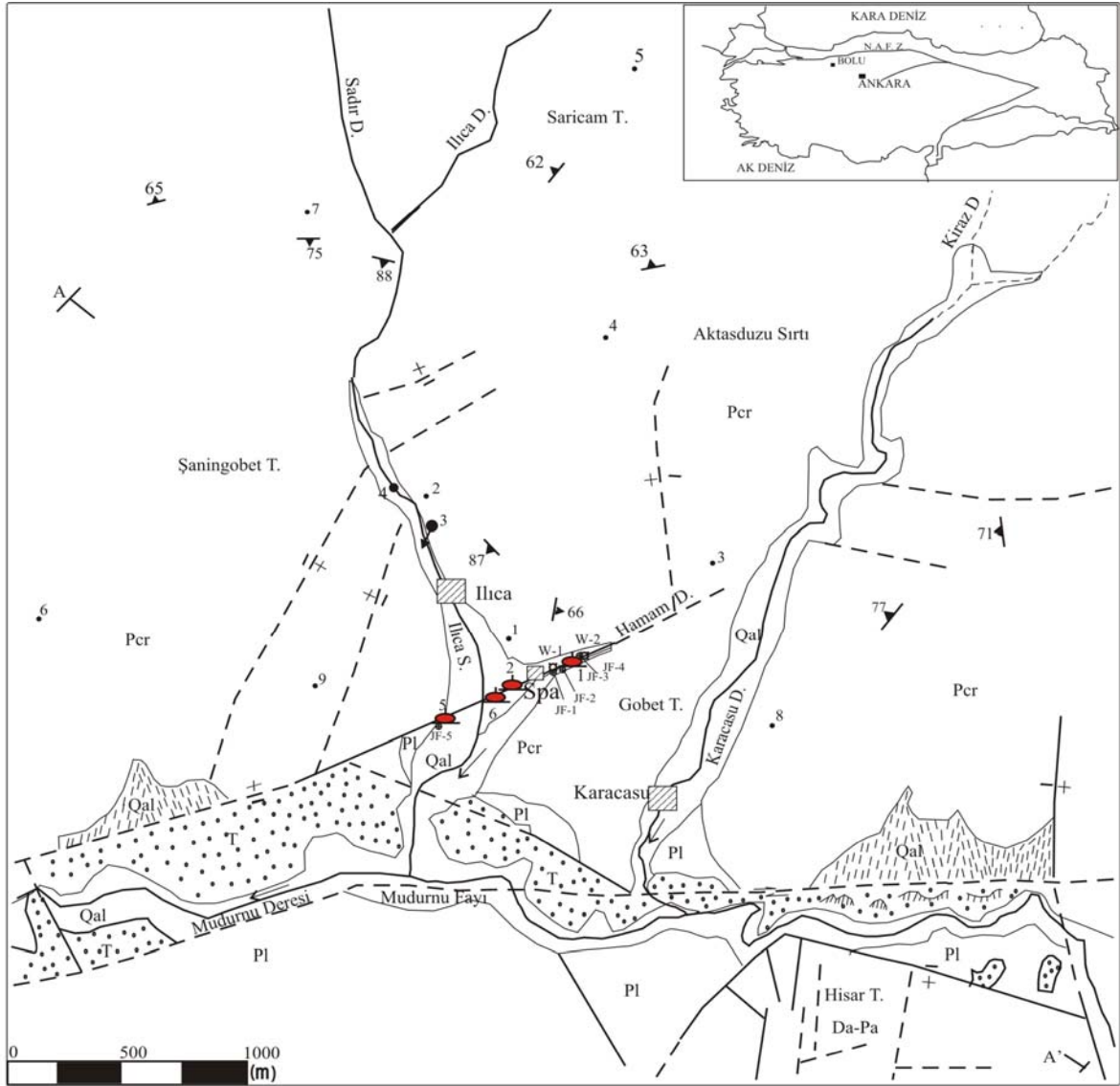
Sariot Kaplıcası Bolu - Mudurnu ilçesinin kuzeybatısındaki, Taşkesti beldesinin 7km batısındadır. Kaplıca, Ilıca köyünün doğu girişindedir. Alan, Elmacık dağlarının güney eteklerinde olup, oldukça sarp ve engebelidir. Kaplıcalarda topografik rakım 540 m dir. Alandaki, Osmanlı dönemine ait küçük bir hamam ile Özel İdare tarafından yaptırılan özel banyolu küçük bir otel vardır. Kuzey Anadolu Fay Kuşağında (KAFK) bulunan Kaplıcalar ve dolaylı bundan morfolojik olarak da çok etkilenmiştir. Sariot Kaplıca suyu Kuzey Anadolu Fay Kuşağındaki ikincil bir fay boyunca çıkmaktadır.. Çalışma alanında karasal iklim hakim olup, kışlar soğuk, yazlar kurak ve sıcak geçmektedir. Mudurnu’da 31 yıllık rasat süresinde yıllık sıcaklık ortalaması [13] 9°,2C, yağış 560,4 mm dir. Sıcak su yıkanma ve tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Sariot sıcak ve mineralli sularının köken, fiziko- kimyasal nitelikleri , sıcak suyun debi ve sıcaklığını artırma olanakları ile turistik önem kazanmasını sağlayacak olanakların araştırılması amaçlanmıştır. Farklı jeotermometrelerle akifer sıcaklığı hesaplanmıştır. Kaplıca dolayında 20 km<sup>2</sup> lik bir alanın 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış, sıcak ve mineralli suyun akifer oluşturma koşulları belirlenmiştir( Şekil 1 ).

## 2. Jeoloji

İnceleme alanında Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kayalar yüzeyler. Bölge Kuzey Anadolu Fay Kuşağında olması nedeni ile çok eskiden beri yer bilimciler tarafından incelenmiştir. MTA tarafından da türlü maden prospeksiyonları yapılmıştır.

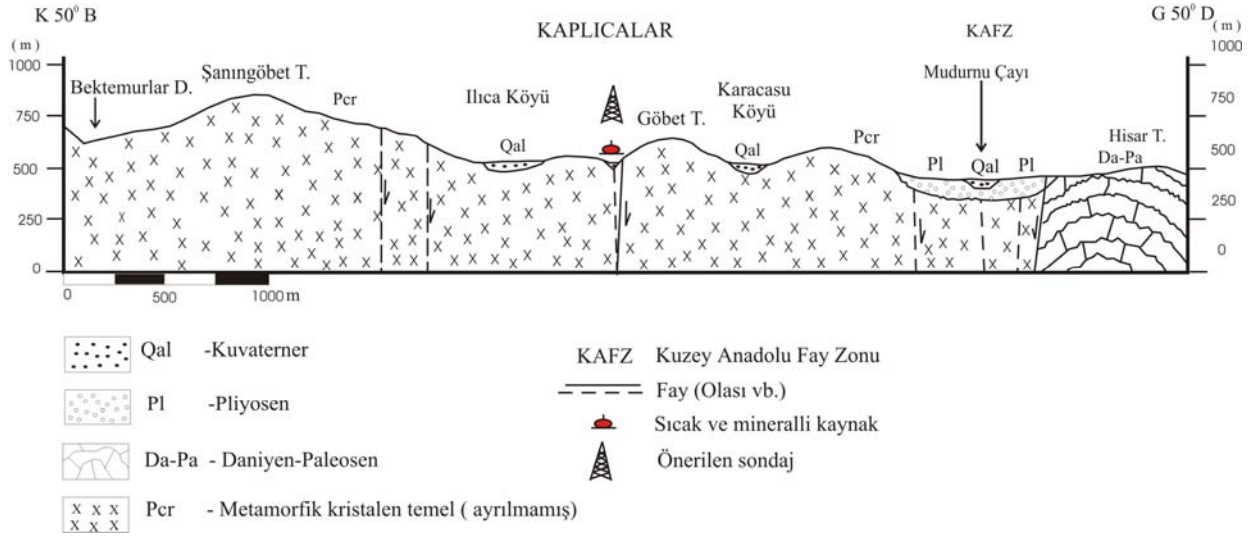
### 2.1. Paleozoyik

Kristalen temeli oluşturan türlü mağmatik ve metamorfik kayalardan oluşmuştur. Bunlar diyorit, tonalit ,diyabaz, amfibolit ve metamorfize olmuş türleridir. Yeşil şist fasiyesinde metamorfize olmuş bu kayaçlar çok çatlaklı, parçalanmış bazen ezilmiş durumdadırlar. Aralarında kuvars damarları vardır.Koyu yeşil ve nefli renktedirler .Tüm seri yer yer bazik damarlarla ve apinitlerle kesilmiştir. Derlenen örneklerin ince kesitleri



Qal	Güncel alüvyon		Fay (olası vb) doğrultu atımlı		Heyalan
	Yamaç moluzu		Çeltiklik ( Gıcık) Sıcak ve mineralli su kaynağı		Numune noktaları (mineroloji-petroloji)
	Taraça, eski alüvyon		Doğrultu ve eğim		Jeofizik Rezistivite Gözlem noktası
Pl	Pliyosen Göl çökeli		Soğuk su kaynağı		Sondaj yeri
Da-Pa	Kireçtaşı- Marn - Üst Kretase		Devamlı akarsu		
Per	Diyorit, gabro, amfibolit, tonalit, mağmatik ve metamorfik ayrılmamış temel		Mevsimlik akarsu		
			Jeolojik enine kesit yönü		

Şekil 1 : Sarıot Kaplıca Kaynaklarının Jeoloji Haritası



**Şekil 2: Sarıot Kaplıcasında Geçen Jeoloji Enine Kesit**

Kadioğlu, Y. tarafından tanımlanmıştır. Bunlar metadiyorit, diyorit, tonalit ,amfibolit, apinit vb olup, çoğu holokristalen taneli dokulu,ileri derecede basınç etkisinde yüksek metamorfizma derecesine maruz kalmış,çoğunlukla killeşmiş plajioklas,amfibol,ikincil olarak kuvars,muskovit,epidot, titanit ve opak mineral içerir. Kayaçlarda çatlaklı yapı gelişmiştir. Kayaçların parçalanmasına, ezilme ve çatlaklı yapı kazanmasına alanın içinden yaklaşık doğu batı yönünde geçen Kuzey Anadolu Fay Kuşağı etkili olmuştur. Kristalen temelin üzerinde, alanın doğusunda Alt Devoniyen yaşlı fosilli şist ve mermerler bulunur [1]. Kristalen temelin yaşınının, karşılaştırma yolu ile Alt Paleozoyik veya Prekambriyen olabileceği düşünülmektedir.

## 2.2. Mesozoyik

İnceleme alanının güney ve batısında gözlenen Mesozoyik yaşlı kireçtaşı mostraları yaygın değildir. Batıdaki mostrası, Bektemurlar köyünün 500 m güneyinden başlar ve Mudurnu Çayına kadar devam eder.Mostrada, bej ve yeşilimsi kireçtaşı, grimsi marnla ardalanmaktadır. Kireçtaşı faylarla parçalanmış, ezilmiş, breşoit ve milonitik yapı kazanmıştır. Alınan örnekte Sirel, E. tarafından, Globotruncana Linneiana (d' Orb),Globotruncana tricarinata (Que) fosilleri tayin edilmiş ve kayaca Üst kretase (Koniasiyen-Kampaniyen) yaşı verilmiştir.Alanın güneyindeki mostrası Hisar tepededir.Burada da kireçtaşı ve killi kireçtaşı faylarla tamamen parçalanmış, ve milonitik bir yapı kazanmıştır. Burada açılan malzeme ocağında farklı yönlerde faylanmalar ve , mostrada adeta parçalanmalar görülmektedir. Alt seviyeler bej renkli üste doğrudaki kırmızımsı sarımsı renktedirler. Alt seviyeden alınan örnekte Sirel,E. Pseudocuzillierina Sireli (İnan), Micellenea primitiva(Rahaglı)fosillerini tayin ederek Daniyen, Tanesiyen arası "Selandiyen" yaşı, üst seviyelerden alınan örnekte, Planorbulina cretae (Majzon) fosili ile kayaca Paleosen yaşını vermiştir.

## 2.3.Tersiyer

Tersiyer oluşukları inceleme alanının güneyinde, Mudurnu Çayı vadisinin her iki yamacında ve düşük kotlarda mostradadır. Göl fasiyesinde olup tabakalanma genellikle seçik ve yataydır. Sarımsı bej renkli, arada koyu gri, yeşilimsi killi siltli, alt seviyelerde çakıllı ve kumlu malzeme ardalanır. Mostraları, Hisar Tepe ile Mudurnu Çayı arasından alanın batı sınırına kadar devam eder. Oluşuklarda yaş tayini için fosil bulunamazken, karşılaştırma yolu ile Pliyosen olarak yaşılandırılmıştır.

## 2.4. Kuvaterner

Buraya Mudurnu çayının eski alüvyonlarının oluşturduğu taraçalar, akarsu tabanındaki güncel çökeller, birikinti konileri ve yamaç molozları dahildir. Taraçalar Mudurnu çayının her iki tarafında mostradadır. Pliyosen göl çökelleri üzerine gelen blok, çakıl kum, silt, ve kil ile bunların ardalanması şeklindedir. Yanal geçişler ve çapraz tabakalanmalar gözlenir. İnceleme alanını güneyde, doğudan batıya kat eder. Genişliği birkaç on metreden bin

metreye kadar ulaşır. Kalınlığı 30m – 40 m dolayındadır. Türlü boydaki kırıntılar sıkılaşmamıştır. Hisar tepenin kuzeyinde, Mudurnu çayının hemen kuzeyinde heyelanlı bir yapı sunarlar. Alüvyonu akarsuların tabanında biriken 20m-25m kalınlıktaki güncel çökeller oluşturur. En yaygınları Mudurnu çayının tabanıdır. Türlü boydaki kırıntılar akarsu yatağını doldurmuştur. Ilıca dere ve Karacasu tabanında bazen birikinti konisi ve yamaç molozu ile karışık alüvyon, sıkılanmamış durumdadır. Özellikle sulu ve kuru derelerin ağızlarında türlü boydaki köşeli malzeme yakından taşınarak birikinti konisi olarak depolanmıştır. Dik yamaçlardan dökülen kırıntılar eğimin azaldığı ortamlarda toplanmışlardır.

## 2.5. Mağmatik Faaliyet

İnceleme alanında tonalit, diyorit, piroksenit, apinit vb pluton kayaları mostra vermektedir. Geniş alanlarda yaygındır. Diyoritler daha çok amfibolitlerle beraber bulunurlar. Bazik mağmatik kayalar genellikle basınç etkisinde bazende aşırı derecede metamorfize olmuş ve değişmişlerdir.

## 2.6. Tektonik

İnceleme alanının güneyinden geçen Kuzey Anadolu Fay Kuşağının etkisi ile alandaki tüm kayalarda çatlaklı yapı gelişmiş, faylar, ezilmeler, breşoit ve milonitik yapılar gözlenmektedir. Kayaçlarda yoğun çatlak sistemleri gelişmiştir. Mağmatik ve metamorfik kayalar çok çatlaklı olup, yol yarmaları, vadi yamaçları ve temel kazılarında ezilme ve ufalanmalar gözlenmektedir. Çatlakların içi genellikle boş olup, bir kısmı ikincil mineral çökeli ile doludur. Alanda, Mudurnu çayı vadisine doğru kayaçlarda parçalanmalar daha da artmaktadır. Doğrultu atımlı sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı alanın güneyinden yaklaşık doğu – batı doğrultusunda geçer. Taşkesti ve civarı, bir pull-apart (çek-ayır) havza görünümündedir. Mudurnu çayı vadisinde bu fayın düşey atımları da gözlenmektedir. Burada farklı seviyelerde taraçalar gelişmiştir. Sıcak suyun çıkışına neden olan Kaplıcalar fayı önce K 65° D yönünde uzanırken batıya doğru K 70° D ile devam etmektedir. Alanda bununla uyumlu ve verrev gidişli pek çok fay tespit edilerek haritalanmıştır.

## 3. HİDROJEOLOJİ

İnceleme alanında sıcak ve mineralli suların akiferi, çok kırıklı ve çatlaklı mağmatik ve metamorfik kayalardır. Bunlar ikincil gözenekliliğe ve geçirimsizliğe sahiptirler. Akışkanın depolandığı seviyenin üzerindeki kayaalar bozuşarak veya bazı kuşaklarda çatlaklar türlü maddelerle doldurularak bu akiferin örtüsünü oluşturmuştur. Sarıot Kaplıcasını besleyen Ana Kaynağın suyu ikincil bir fay boyunca çıkmaktadır. Alanda, Ana Kaynağın güneybatısında ve 600 m mesafeye kadar üç adet sıcak ve mineralli su kaynağı daha vardır. Bunlar Çökeklik, Çeltiklik ve Aşağı Köy Kaynaklarıdır. Bunların oluşumları benzer olup, aynı fay boyunca çıkmakta ,ancak debi ve sıcaklıkları farklıdır( Şekil 1 - 2 ).

**Sarıot Kaplıcası Ana Kaynak:** Tarihi hamamın 115 m doğu – kuzeydoğusundadır. Betondan 3.5m x 2 m boyutunda dikdörtgene benzer kaptajı yapılmıştır . Kaptajda su derinliği yaklaşık 0,70 m dir. Sıcak su kaptajın ortasından , birkaç noktadan ve dipten kaynatarak çıkmaktadır. Sıcaklığı 63°C olup, debisi 1,709 l/s dir.

**Çökeklik Kaynağı:** Ana Kaynaktan sonraki en önemli kaynaktır. Ana Kaynağın 265 m güneybatısındadır. Su çıkışı iki noktadan olup, ikisi arasında 3,20 m mesafe vardır. Sıcaklığı 42°C olup debisi 1,526 l/s dir. Kaplıcalar fayından yükselen sıcak su, Ilıca Köyü önündeki alüvyon içinde dağılmakta, bir miktar da alüvyondaki soğuk su buna karışarak sıcaklığını düşürmektedir.

**Çeltiklik Kaynağı:** Çökeklik Kaynağının 97,5 m güney batısında olup Gıcık hamamı da denmektedir. Su çıkışı birbirine yakın pek çok noktadan olmaktadır. Burası bir kaynak alanıdır. Sıcaklığı 38°C olup, debisi 0,253 l/s dir. Buna da alüvyondaki soğuk sudan bir miktar karışmaktadır.

**Aşağı Köy Kaynağı:** Kaplıcalar Fayının uzantısında, Ana Kaynağın yaklaşık 600 m güney batısındadır. Burası da bir kaynak alanı olup, su pek çok noktadan çıkmaktadır. Debisi 0,476 l/s dir. Sıcaklığı, 30°C tır. Kaynağın oluşumu Çökeklik ve Çeltiklik Kaynakları gibidir.

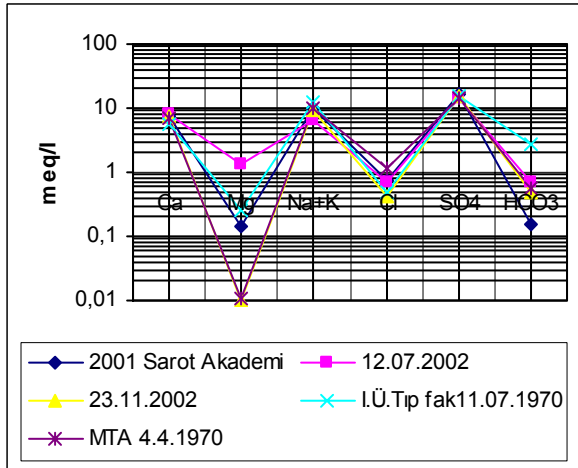
#### 4. Jeofizik İncelemeler

Kaplıcanın gelişmesinde ihtiyaç duyulan sıcak suyun sondajlarla eldesi için açılacak kuyu yerinin belirlenmesi, delme aşamasında kesilecek farklı özellikteki kayaların yayılım ve kalınlığını bulmak ve yapıyı ortaya çıkarabilmek amacıyla jeofizik rezistivite incelemesinden de yararlanılmıştır [2]. Kaplıca alanında 5 noktada 70-200m derinliğe inilecek şekilde jeofizik elektriki sondaj ölçüsü alınmıştır. Kayaçlar, bozmuş kesimlerinde ve sıcak su taşıyan kuşaklarında çok düşük, masif kısımlarda ise yüksek rezistivite değerleri sunmaktadır. Düşük rezistiviteli seviyelere 1 ve 3 nolu ölçülerde daha belirgin rastlanmıştır.

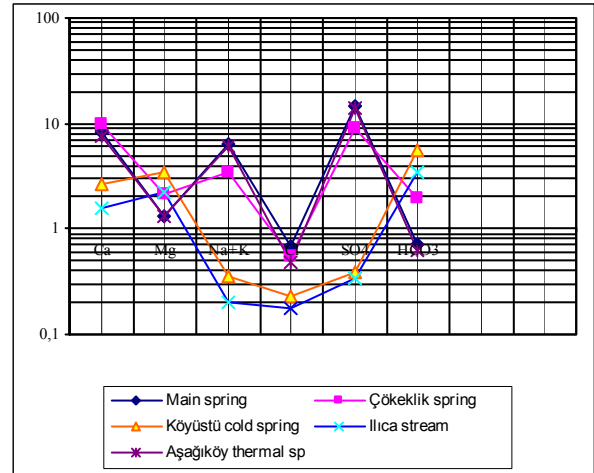
#### 5. Suların Kimyası ve Kökeni

Sarıot Kaplıca suyunun kimyasal özelliklerini incelemek amacıyla Temmuz ve Kasım 2002 de alınan örneklerin analizleri DSİ, TAKK Daire Başkanlığı Laboratuvarında yaptırılmıştır. Bu analizlerin sonuçları ile daha önceki yıllarda bazı araştırmacılar tarafından yapılan Sarıot Ana Kaynağın tahlil sonuçları [7], [10] ve [2], Tablo 1’de verilmiştir. Kaynak sıcaklıklarında ve başlıca çözülmüş iyon miktarlarında zamana bağlı belirgin bir değişme gözlenmemiştir. Suların yarılogaritmik [12] diyagramında iyonların miliekivalen değerlerini birleştiren doğrular birbirine çok yakın geçmektedir. Bu, suların benzer bileşimli olduğunu göstermektedir (Şekil 3 ve 4). Suların pH’ı 7- 9,1 elektriksel iletkenliği (EC) 1035-1740  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , toplam sertliği 33,29 – 49 FS° arasında değişir. Sarıot sıcak suları Uluslararası Hidrojeologlar Birliğine (AIH) [9] göre “Na, Ca, SO<sub>4</sub> , sıcak ve mineralli sular”dır. Na inceleme alanı içindeki magmatik kayaçların bozuşmasından, SO<sub>4</sub> da yine aynı kayalar içindeki piritin sulu ortamda oksidasyonu ile sıcak sulara geçmiş olmalıdır (Şekil 5). Derinlere süzülen yağış suları , jeotermal gradyanla ısınarak tekrar yer yüzüne çıkmaktadır. Sıcak suların geldiği derinlik için bir yaklaşım şu formülle hesaplanabilir:

$D = (S_k - S_o) / J_g + Y$  Yüzey kuşağı (Canik, 1982). Burada, D, sıcak suyun geldiği derinlik (m), S<sub>k</sub> ,incelenen kaynağın sıcaklığı (°C), S<sub>o</sub>, inceleme alanının yıllık ortalama sıcaklığı (°C), J<sub>g</sub> ,alanın jeotermik gradyanı (°C/45m) ve yüzey kuşağı, atmosferik olaylar nedeniyle jeotermal gradyan artışının izlenemediği derinliktir(m). Mudurnunun 6 yıllık ortalama sıcaklığı 10,1 °C olup, jeotermal gradyanı kristalen temellerde yaklaşık 45 m kabullenmek büyük hata olmayacaktır. Yüzey kuşağı kalınlığı da yaklaşık 75 m alınarak, sıcak suyun geldiği derinlik 2450 m bulunmuştur [3]. Fakat sıcak suyun bu derinlikten yükselirken soğuk yer altı suyu ile karışabileceği düşünülürse, bu hesaplanan derinliğin daha fazla olması gerekmektedir. Giggenbach tarafından hazırlanmış olan Na-K-Mg üçgen diyagramına göre alandaki sular “olgun olmayan sular” gurubunda yer almasından dolayı [8], akifer sıcaklığı için hesaplanan katyon jeotermometresi kullanılmamıştır[5] (Tablo: 2). Çökeklik ve Aşağıköy sıcak kaynakları alüvyondan gelen sıg soğuk sular ile karıştıklarından dolayı akifer sıcaklığı hesaplamalarında yalnız Sarıot Ana kaynağının değerleri dikkate alınmıştır.



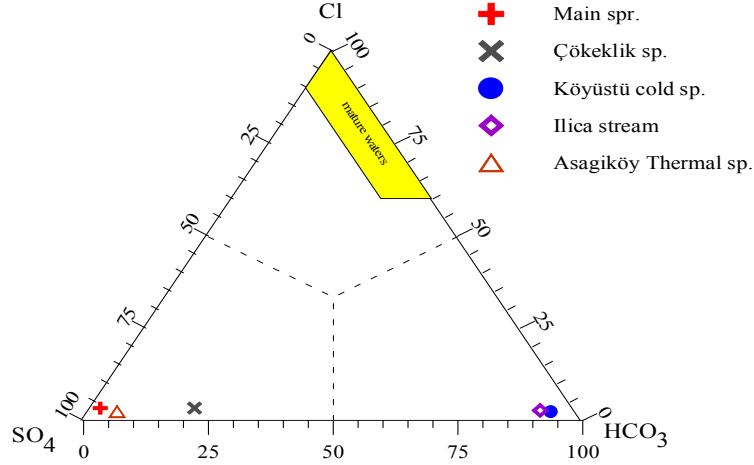
Şekil 3: Sarıot ana kaynağının Schoeller diyagramı



Şekil 4: Sarıot kaynaklarına ait Schoeller diyagramı

## 6. Sıcak ve Mineralli Suların Çoğaltılması

Sarıot Kaplıcasında halk görenek ve sorgulayarak derdine çare aramaktadır. Bu sular  $SO_4$  li sular olup,  $CO_2$  gazı içermediğinden daha çok böbrek ve idrar yolları hastalıkları üzerinde etkili olduğu söylenmektedir. Yörede turizm canlılığı için Kaplıca dolayında yeni kurumların meydana getirilmesi gerekmektedir. Sıcak ve mineralli suların miktarlarının artırılması, yapılacak sondajlara bağlıdır. Yapılan incelemelere göre Kaplıcalarda, sıcak su alınabilecek iki sondaj yeri önerilmiştir. Açılacak kuyuların derinliğide  $200 \pm 25m$  olmalıdır. Her iki sondajın teknik özellikleri aynı olup, 1.nci nokta 1 nolu jeofizik rezistivite noktası ile çakışmakta ve Kaplıca otelinin



kuzey doğu köşesinin 13 m doğusunda yer almalıdır. 2.nci nokta Sarıot Kaplıcası Ana Kaynağının yaklaşık 8m kuzeydoğusundadır. Burası 3 nolu jeofizik noktası ile çakışmaktadır (Şek. 1).

## 7. Sıcak ve Mineralli Sulardan Yararlanma

Sondajlardan alınan su, Ana Kaynağın 700 m güneyinden geçen 82 nolu Ankara-Adapazarı devlet kara yolu ile Mudurnu çayı arasında kalan alana yapılacak tesislerde değerlendirilmelidir. Bu alan 250m-300m genişlikte, 1000m den fazla uzunlukta, az eğimli, vadiye hakim temaşa noktası gibi konumu, tesis kurmaya uygun jeolojik ve jeomorfolojik yapısı ile son derece önemlidir. Tesis alanının batıya doğru çok daha fazla genişletilmesi de mümkündür. Yerli ve yabancı turistlerin yararlanmasına yönelik yeni ve çağa uygun tesisler bu alanda inşa edilmelidir. Bunlardan su ile türlü tedavi üniteleri, çamur banyoları, sauna, yüzme havuzları vb gibi tesisler yanında, yöredeki ormanda yürüyüş parkurlarının da yapılması ile çeşitlenecek tesislere, alanın doğal güzelliği de eklenince, burası ülkemizin önemli bir termal turizm, sağlık, spor ve rehabilitasyon merkezi olarak ünlenecektir.

## 8. Sonuçlar

1. Kaplıca dolayında  $20 km^2$  lik bir alanın 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış, sıcak ve mineralli su kaynaklarının özellikleri belirlenmiştir.
2. Sarıot kaplıca kaynakları fay boyunca yükselen  $63^\circ C$  sıcaklıktaki düşük entalpili, sıg dolaşım ile oluşmuş, kökeni meteorik olan suların yer altına, ikicil gözenekli ve geçirimsizliği gelişmiş olan kuşaklara kadar süzülüp, burada jeotermal gradyanla ısınarak, tekrar yer yüzüne yükselmeleri ile oluşmuşlardır.
3. Silis jeotermometre sonuçları, alanda düşük entalpili  $67-99^\circ C$  arasında akışkan içeren bir sistemin varlığını göstermektedir.
4. Kaplıcalarda, sıcak su alınabilecek iki sondaj yeri önerilmiştir.
5. Yeni kaplıca tesislerinin ana kaynağın 700 m güneyinde bulunan devlet karayolu ile Mudurnu çayı arasındaki alana kurulması gelişmesini hızlandıracaktır.

## 9. Teşekkür

Bu araştırmanın parasal giderleri, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından karşılanmıştır.

## 10. Kaynaklar

- [1]. Abdüsselamoğlu, M.Ş., Elmacık Dağı ile Mudurnu ve Göynük civarının jeolojisi, İ.Ü.F.F. Monografileri, Sayı: 14, 1959, İstanbul.
- [2]. Akademi zemin ve su sondaj Ltd. Şti., Bolu ili, Mudurnu ilçesi Taşkesti-Sarıot Kaplıcasının jeoloji, hidrojeoloji ve jeofizik incelemesi, 2001 Ankara.
- [3]. Canik, B., Bolu sıcak su kaynaklarının hidrojeoloji incelemesi, Doçentlik tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi yayınları, sayfa :74, 1980, Konya.
- [4]. Canik, B., Hidrojeoloji (Yeraltı sularının aranması , işletilmesi, kimyası) ISBN 975-94414-0-3, Ertem Matbaası , 1998 Ankara.
- [5]. Canik, B. & Pasvanoğlu, S. Hydrogeological and Geothermal investigation of the Sarıot Spa (Bolu-Mudurnu) and surroundings. Symposium of balneologie , 2003, Beppu, Japan.
- [6]. Craig, H., Isotopic variations in meteoric waters. Science 133, 1702- 1703.
- [7]. Çağlar, K.Ö., Türkiye Maden Suları ve kaplıcaları. MTA yayını, Seri B, No:11, fas. 3, sayfa: 636, 1961, Ankara-Türkiye.
- [8]. Gigenbach, W.F., Geothermal solute equilibrium. Derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators. Geochim. Cosmochim. Acta, 52, 2749-2765, 1988.
- [9]. Iah (International Association of Hydrogeologists) , Map of Mineral and thermal water of Euarope. Scale 1:500,000. International Association of Hydrogeologists. 1979, United Kingdom.
- [10]. Yenel, O., Türkiye Maden Suları. İstanbul Üniversitesi tıp Fakültesi yayını, Marmara bölgesi fas. 2 sayfa: 202. 1970, İstanbul - Türkiye.
- [11]. Sayın, M., 1987 : İzotop teknikleri kullanılarak yeraltı suyu orijininin belirlenmesi. Hidrolojide İzotoplar ve Nükleer Teknikler Semineri. Bildiriler kitabı, s.177-196, DSİ Matbaası, Ankara.
- [12]. Schoeller, H., Les eaux souterraines Masson et. Cie, 1962, Paris
- [13]. Thornthwaite, C.W., An approach a rational classification of climate, the geographical review, p. 55-94, volume 38, 1948, New York.

Table 1: İnceleme alanındaki suların kimyasal analiz sonuçları (mg/l)

Örnek Adı	Örnek no	tarih	T (°C)	pH (25°C)	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	B	Fe	F	TDS
Ana kaynak	1	23.11.2002	63	8.8	146	0.01	204	4.7	14.2	740	0	15	25	19.9	2.4	0	1.45	1008
		12.7.2002		8.8	164	15.8	147.4	3.7	24.8	704	12.2	15	35	17.2	1.19	<0.05	1.14	1014.4
		2001 kademi		9.16	145.52	1.68	223.1	3.9	26.62	774.24	6.1	3.00		45	1.8	0	n.m	n.m
		22.7.1970		8.92	114.17	3.12	287.37	4.02	17	735.11	97.6	36		44.85	n.m	0.95	0.48	n.m
		4.4.1970		7.82	142.52	n.m	228.51	4.07	39.21	707.49	23.18	6		47	1.68	0.152	0.93	n.m
		1949		8.2	154.5	6.7	220.6	3.9	17.7	782.6	61	10		64.4		0.08	n.m	n.m
Çökeklik kay.	2	23.11.2002	42	6.8	120	16.4	140.4	4.1	21.3	542	94.6	0	77.5	19.2	1.88	0	0.9	830.70
		12.7.2002		7	120	26.1	78.5	2.8	19.5	441	118.9	0	97.5	17	0.64	<0.05	0.56	662.40
Köyüstü soguk kay.	3	23.11.2002	13	7.2	48	41.9	10.6	0.12	14.2	14	335.5	0	277.5	16.6	0	0.04	0.11	398.10
		12.7.2002		7	53	40.7	8.4	0.1	8.5	18.5	344.6	0	282.5	14.1	>0.20	<0.05	0.01	334.10
Ilıca Dere	4	12.7.2002		7.7	32	26.7	4.1	1.3	6.4	16.7	210.4	0	172.5	12.7	>0.20	<0.05	<0.01	204.80
Aşağıköy sıcak kay.	5	23.11.2002	30	7.6	116	10.3	193.5	5	21.3	632.2	82.3	0	67.5	18.3	2.46	<0.05	1.45	953.60
		12.7.2002		7.8	150	15.8	140.8	4.1	17.7	666	39.6	0	32.5	16.5	0.95	<0.05	1.14	956.20

Tablo 2: Sarıot kaplıca kaynak farklı jeotermometrelerle hesaplanan hazne kaya sıcaklıkları

Geotermometer (°C)	Ana Ka.	Çökeklik Ka.	Aşağıköy Ka.
T ölçülen	63	42	30
T <sub>Qz</sub> - buhar kaybı yok (Fournier,1973)	97	58	57
T <sub>Qz.100°C</sub> buhar kaybı ( Fournier,1973)	99	56	63
T <sub>Qz</sub> -buhar kaybı yok (Arnorsson,,1983)	85	44	43
T <sub>Qz</sub> buhar kaybı (Arnorsson, 1983)	97	62	61
T <sub>chalcedony</sub> buhar kaybı yok( Fournier,1977)	67	26	24
T <sub>chalcedony</sub> buh.kay. ( Fournier,1973)	71	33	33
T <sub>chalcedony</sub> buh.kay.yok (Arnorsson,1983)	69	29	28
T <sub>chalcedony</sub> buh.kay. (Arnorsson,,1983)	73	37	36



