



Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi  
The Journal of Social Sciences Institute  
Yıl/Year: 2019 – Kış / Winter Sayı/Issue: Ek-1 Özel Sayı  
Sayfa / Page: 105-124  
ISSN: 1302-6879 VAN/TURKEY  
Makale Bilgisi / Article Info - Geliş/Received: 01.11.2019  
Kabul/Accepted: 04.12.2019 - Araştırma Makalesi / Research Article

**BUDAKLI (BİTLİS)  
KAPLICASININ  
JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİ İLE ALANIN  
JEOLJİK VE COĞRAFI  
YAPISI ARASINDAKİ İLİŞKİ**

***THE RELATIONSHIP  
BETWEEN GEOCHEMICAL  
FEATURES OF BUDAKLI  
(BİTLİS) SPRING  
AND GEOLOGICAL-  
GEOGRAPHICAL  
STRUCTURES OF THE FIELD***

**Dr. Öğr. Üyesi Nurcan AVŞİN**  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü  
ORCID: 0000-0003-2542-6334, nurcanavsin@yahoo.com

**Prof. Dr. Arif KIVRAK**  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Fen Fakültesi, Kimya Bölümü  
ORCID: 0000-0003-4770-2686, arifkivrak@yahoo.com

**Emrah KAVAK**  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Öğrencisi  
ORCID: 0000-0002-6161-2030, emkavak05@gmail.com

### Öz

Termal kaynaklar, magma haznesine yakın olan ya da tektonik olarak aktif bölgelerdeki yer altı sularının magma nedeniyle ısınarak yeryüzüne çıkması ile oluşmaktadır. Bu süreçte, magma içerisinde eriyik halde bulunan maddeler ile suyun temas ettiği kayaçlardaki çeşitli elementler sıcak suya karışarak, kaynakların insan sağlığı için şifalı ya da zararlı olmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla kaplıca, ılıca gibi isimler de verilen bu kaynaklar, sodyum, flor, kalsiyum gibi faydalı elementlerin yanı sıra, cıva, uranyum, arsenik gibi ağır metaller de içerebilmektedir. Türkiye, aktif tektonik bir ülke olması nedeniyle çok sayıda termal kaynağa sahiptir. Araştırma alanı olarak seçilen Budaklı kaplıcası da Bitlis ili, Güroymak ilçesi sınırları içerisinde, Nemrut kraterinin batısında yer almaktadır.

Bu araştırma, yıllardır yoğun şekilde kullanılan Budaklı kaynağının jeokimyasal özelliklerini tespit etmek, kaynağın içerdiği elementlerin zarar ya da faydalarını ortaya koyarak hangi hastalıkların tedavisinde kullanılabileceğini analiz etmek, Budaklı kaplıcasının olanaklarının geliştirilmesine katkıda bulunmak amacıyla ele alınmıştır. Bu kapsamda gerçekleştirilen arazi ve büro çalışmaları



neticesinde, alanın coğrafi ve jeolojik yapısının sıcak su kaynağının oluşumu ve yeryüzüne ulaşmasındaki rolü incelenmiş, kaplıcadan alınan su numunelerinin kimyasal analizleri yapılarak element özellikleri belirlenmiştir. Buna göre Budaklı kaplıcası, önemli miktardakalsiyum, sodyum, potasyum ve flor içermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitlis, Budaklı, jeokimyasal özellikler, sağlık turizmi.

### **Abstract**

Thermal springs are formed when the groundwater near the magma reservoir or in the tectonically active zones heats up due to magma. In this process, various substances dissolved in the magma are mixed with hot water to ensure that their sources are healing human health. The hot springs are frequently preferred in terms of health tourism because they contain useful elements such as sodium, fluoride and calcium, despite the metals and semi-metals they contain. Turkey has many thermal springs because it is a tectonically active country. Budaklı hot spring, which is selected as a research area, is located to the west of Nemrut crater within the boundaries of Güroymak district of Bitlis province.

This study was carried out in order to determine the elemental properties of Budaklı thermal source to reveal the benefits of these elements and to find out which diseases can be treated, and to contribute to the development of the facilities of Budaklı thermal spring where there is still a lack of infrastructure. As a result of the land and Office studies carried out within this scope, the role of the geographical and geological structure of the area in the formation and reaching of the hot water source was examined and the chemical contents of the water samples taken from the thermal springs were determined. Accordingly, Budaklı spring contains a significant amount of calcium, sodium, potassium and fluoride.

**Keywords:** Bitlis, Budaklı, geochemical properties, health tourism.

### **Giriş**

Yeryüzünü hem lokal, hem de bölgesel ölçekte etkileyen ve tektonik aktivite olarak isimlendirilen yer kabuğu hareketleri, depremler, volkanik patlamalar, yer kabuğu çökmeleri gibi olumsuz süreçlerin yanı sıra, verimli toprakların oluşumu, çeşitli jeomorfolojik birimlerin meydana gelmesi, yerin derinliklerindeki mineralli sıcak suların yer yüzüne ulaşması gibi, beşeri hayatı doğrudan ve olumlu etkileyen süreçleri de beraberinde getirmektedir. Bu olumlu ve olumsuz etkiler sonucunda, dünya üzerindeki farklı lokasyonlar bir diğerine göre daha çok/daha az tercih edilebilir olabilmektedir.

Tektonizmanın bir alana kazandırdığı olumlu özelliklerin başında gelen termal kaynaklar, yer altı sularının, yerkürenin doğal ısı (magma etkisi) ile sıcaklık kazanarak jeotermal rezervleri meydana getirmesiyle, oluşumlarının ilk basamağını tamamlamaktadırlar. Bu aşamada magmada

eriyik halde bulunan çeşitli elementler ile suların temas ettiği kayaçlardaki mineral, tuz ve gazlar sıcak suya karışarak termal kaynağın kimyasal yapısını oluşturmaktadırlar. Basınçla birlikte fay hatları boyunca yeryüzüne çıkan bu sular çeşitli özelliklerdeki termal kaynaklara dönüşmektedir.

Yeryüzüne ulaşan suların sıcaklıkları, mineral içerikleri ve kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Dolayısıyla yeryüzüne, buhar, buhar + sıcak su ya da yalnızca sıcak su olarak farklı şekillerde çıkabilen bu kaynaklar kendi içerisinde alt sınıflara ayrılmaktadır (Özbek, 2011: 29). Alman Kaplıcalar Birliği'nin düzenlemesine göre, doğal sıcaklıkları 20 °C'nin üzerinde olanşifalı sulara "Termal su", 1 litresinde 1 gr'ın üzerinde çözünmüş mineral içeren sulara "Mineralli su", her iki özelliği sağlayan sulara ise "Termomineral su" ismi verilmektedir. Ayrıca bazı özel minerallerin, standart eşik değerlerin üzerinde olduğu sulara "Balneolojik su" adı verilmiştir(örneğin karbondioksitli sular, kükürtlü sular, radonlu sular, tuzlalar, florlu ya da iyotlu sular gibi (Özbek, 2011: 29, Çevre Sağlığı Raporu, 2011: 7). Termal sular;

-Yeryüzünün derinliklerinden gelen,

-Farmakolojik etkiye sahip,

-Bakteriyolojik ve kimyasal kirlenmeye uğramamış,

-Mineral tuzlar, oligo-elementler, ısı derecesi gibi belirgin özelliklere sahip sulardır.

Ayrıca termal sular mineral yoğunluğuna göre; (1 litrede mg. miktarına göre);

-Çok az mineral içeren sular: 50 mg/L.

-Az mineral içerikli sular: 50 - 500 mg/L.

-Orta derecede mineralli sular: 500-1500 mg/L.

-Çok zengin mineral içerikli sular: 1500 mg/L şeklinde sınıflandırılır (Çevre Sağlığı Raporu, 2011: 7).

Jeotermal sularda çözünmüş halde bulunan katyon, anyon, iyonik molekül ve gazlar ise aşağıdaki gibidir (Özbek, 2011: 28).

-Katyonlar: H, Li, K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, NH<sub>4</sub>

-Anyonlar: OH, Cl, Br, I, Fe, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, HS, SO<sub>4</sub>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, AsO<sub>2</sub>,

-İyonik Moleküller: HBO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, SiO<sub>3</sub>,

-Eser Elementler: Rb, Cs, Sr, Ba, Ti, Zr, V, Cr, Mo, W, Co, Ni, Ag,

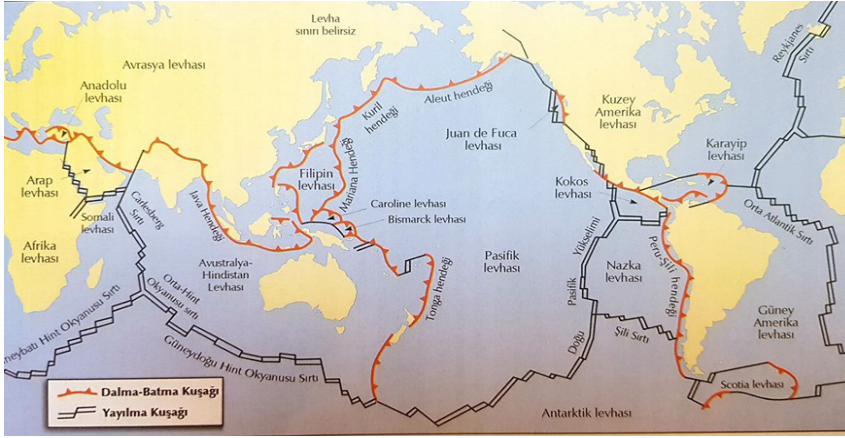


Au, Cu, Zn, Cd, Hg, Ge, Sn, Ra, Rn, Th, Tn, Se

-Gazlar: CO<sub>2</sub>, Radon, H<sub>2</sub>S

Farklı türdeki bu suların kullanım geçmişi 5 bin yıl öncesine kadar uzanmaktadır. İlk olarak Aztekler ve Kızılderililer sıcak su kaynaklarını şifa amaçlı kullanmaya başlamışlar, bu kullanım zamanla diğer bölgelerde de yaygınlaşmıştır (Özbek, 2011: 33). Dünya genelinde jeotermal kaynaklar bakımından en zengin ülkelere bakıldığında bunların, aktif tektonik kuşaklarda yer alan ülkeler olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Alp-Himalaya Orojenik Kuşağı en dikkat çekici alanların başında gelir (Şekil 1). Avrupa'da Almanya, İtalya, Fransa gibi ülkeler (ayrıca diğer doğu, orta ve güney Avrupa ülkeleri), Asya'da Japonya, Çin, Türkiye Cumhuriyetler, Afrika'da Fas ve Tunus gibi Kuzey Afrika ülkeleri ve Amerika kıtası jeotermal kaynakların zengin olduğu bölgelerdir (Özbek, 2011: 33).

Türkiye ise coğrafi konumu sebebiyle Alp-Himalaya kuşağı içerisinde yer alır ve yeryüzünün en aktif tektonik alanlarından bir bölümüne sahiptir (Şekil 1). Jeotermal kaynakların doğrudan kullanımı bakımından dünyada 5. sırada yer alan Türkiye'de, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Ege Bölgesi horst-graben sistemleri ve yüzlerce yıldır Anadolu genelinde meydana gelen yıkıcı depremler buradaki aktif tektonik yapının göstergeleridir. Roma ve Bizans dönemlerinden kalan (Ege Bölgesi başta olmak üzere) çeşitli kaplıcalar ve hamamlar, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde de termal kaynak olarak kullanılmaya devam etmiş, iyileştirilmiş ve bunlara yenileri eklenerek zenginleştirilmiştir (Bursa, Yalova, Ayaş, Kızılcahamam) (Akbulut, 2010: 37). Bugün ise 1000'in üzerinde sıcak mineralli su kaynağı ve 309 kaplıca mevcudu ile jeotermal kaynaklar bakımından zenginliğimiz devam etmektedir (Akbulut, 2010: 38). Kaplıca tesislerimiz ise çoğunlukla Ege, Güney Marmara, İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde bulunmaktadır.



Şekil 1: Tektonik levhalar ve dalma-batma kuşakları (Yıldırım, 2015: 91).

Araştırma alanını kapsayan Doğu Anadolu Bölgesi, Türkiye'nin en hareketli tektonik sahalarından biri olmakla birlikte (Şaroğlu ve Güner, 1981: 40; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984: 74), Erzurum, Bingöl, Tunceli, Elazığ, Ağrı, Bitlis, Van gibi illerde çok sayıda termal kaynak alanına sahiptir (Doğanay, 1989). Ancak kaplıcalardaki fiziksel donanım, alt yapı ve ulaşım yetersizliğinin, uzman personel ve gerekli teknik donanım eksikliğinin yanı sıra, bölgedeki terör olayları, bu kesimlerde kaplıca turizminin gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. Dolayısıyla kaplıcalar dış turizme açılmadığı gibi, iç turizmde de yerli turistin beklenti ve ihtiyaçlarını tam olarak karşılamamıştır (Akbulut, 2010: 46).

Ancak Doğu Anadolu Bölgesi'nin yanı sıra Türkiye'de de genel olarak sağlık ve termal turizm gelişmemiştir. Bunun nedenleri;

- Termal Turizm (TT) ile ilgili kişi ve kurumların bilgi, organizasyon, kadro, bütçe yetmezliği (yetkililer, yönlendiren vb.)

- Jeotermal kaynak, arazi ve tesislerin jeotermal ruhsatların önemli miktarının devlet tekelinde olması (arazi, su, tesis tahsis zorluğu)

- Yatırımcı ve işletmecilere yönelik TT yatırımlarını sağlayan, tevsik ve uygulamaların yeterli olmayışı

- Mevzuat, yetki karmaşası ve yetmezliği, fazla bürokrasinin devam etmesi

- Eğitim, uzman personel ve yardımcı eleman yetersizliği

- Mevcut kaplıca ve tesislerin yarattığı iticilik, standartlaşmanın

yavaş olusu,

-Yapılan eski yatırımların pazar araştırması fizibilitesi olmadan genellikle yerel idarece yapılmış olması, geliştirilememesi,

-Tedavi yönetmeliklerinin, sigorta sistemlerinin yeterince destekleyici ve güncel şartlara uygun olmaması (kamu ve özel),

-Termomineral (jeotermal) suların kullanımındaki karışıklıklar, aşırı tüketim, çevre kirliliği

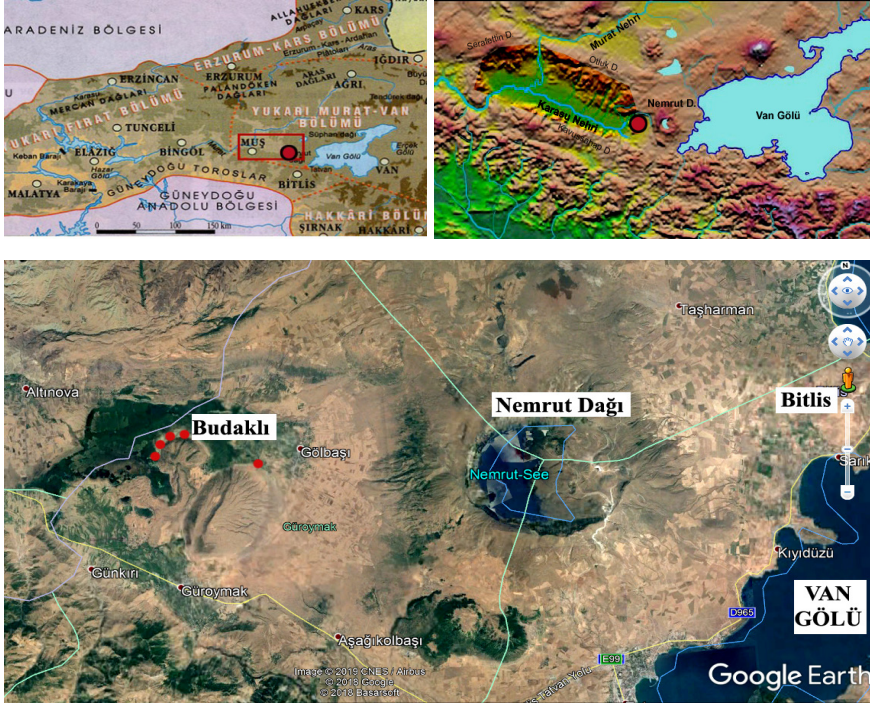
-TT Planlama ve uygulamalarının çok yavaş olusu

Uluslar arası Akreditasyonun tam anlamı ile sektörde yer almaması (sertifika, belge vs.)

-Sivil toplum kuruluşları ile yetkili kuruluşlar, üniversite, özel sektör arasında işbirliği, bilgi uygulama ve iletişimin yeterli olmamasıdır (Özbek, 2011: 112).

Budaklı Kaplıcası, Bitlis ili, Güroymak ilçesi sınırları içerisinde, Nemrut kraterinin batısında yer almaktadır (Şekil 2). Konumu itibariyle kolay ulaşımı ve güvenli bir bölge olması bakımından avantajlı olan alan, çeşitli araştırmacıların ve yerli-yabancı turistlerin sık sık ziyaret ettikleri Nemrut Dağı'na yakınlığı bakımından da bu avantajını korumaktadır. Söz konusu yerli-yabancı turist ve araştırmacıların Nemrut Kraterine yakın konumdaki kaplıcaı kullanma potansiyelleri yüksektir. Ancak mevcut haliyle, alt yapının kullanıma yeterince uygun olmaması ve gerekli araştırmanın, tanıtımın yapılmamış olması kaynağın potansiyelini kısıtlamaktadır. Bu çalışmanın öncelikli amacı, Budaklı termal kaynağının jeokimyasal özelliklerini (anyon, katyon, ağır metal vb) belirlemek, bu elementlerin faydalarını ortaya koyarak hangi hastalıkların tedavisinde kullanılabileceğini saptamak, varsa zararlı bileşenleri tespit etmek, önemli alt yapı eksiklikleri bulunan Budaklı kaplıcasının termal ve sağlık turizmi potansiyelini belirlemektir.





Şekil 2: Araştırma alanının lokasyon haritaları

## 1. Veri ve Yöntem

Budaklı (Bitlis) kaplıcasının jeokimyasal özellikleri ile alanın jeolojik ve coğrafi yapısı arasındaki ilişkiyi inceleyen bu çalışma kapsamında, araştırma alanına ait 1/100.000 ölçekli (K-48 paftası) ve 1/25.000 ölçekli topografya ve jeoloji haritaları ile güncel uydu görüntülerinden yararlanılarak, alanın jeolojik, hidrografik ve jeomorfolojik yapısı analiz edilmiştir. Çalışma alanının jeolojik analizi, alandaki kayaç türleri, yaşları ve tektonik özelliklerini kapsarken jeomorfolojik analiz, alan ve yakın çevresinde mevcut olan jeomorfolojik birimleri (akarsu vadisi, ova tabanı, ova yamaçları, tepeler, dağlık alanlar, fay aynaları, krater vb.) kapsamaktadır. Söz konusu morfolojik birimler, daha önce Atalay (1983: 41) tarafından ortaya konulan jeomorfoloji haritası temel alınarak arazi gözlemleri ile doğrulanmış ve yeniden düzenlenmiştir. Hidrografik analiz ise, inceleme alanındaki yer altı ve yerüstü suları ile sulak alanları içine almaktadır. Çalışmada, bu özellikler ayrı ayrı ve bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanında, araştırma alanına ait literatür taraması yapılarak çeşitli tarihlerde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve yerel yönetim- yerel halk ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler



neticesinde, kaplıca ziyaretçilerinin kaplıcayı kullanma sebepleri, ziyaret sıklıkları, karşılaşılan eksiklikler ve olumsuzluklar değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları sürecinde gerçekleştirilen söz konusu hidrografik, jeolojik ve jeomorfolojik incelemelerin yanı sıra bölgenin yerel yöneticileri ve halk ile yüz yüze görüşmeler yapılmıştır.

Ayrıca kaplıcanın 5 ayrı su çıkış noktasından su numuneleri alınmış, suların sıcaklık ölçümleri gerçekleştirilmiş, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Merkez Laboratuvarı'nda bu suların kimyasal analizleri yaptırılmıştır. Yapılan kimyasal analizlerde, Anyon ve Katyon analizi için IC (İyonkromatografisi) Dionex (ICS 3000), ağır metaller için Icp-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) Thermo Scientific ve minarellerin analizi için Atomik absorpsiyon spektrometri (AAS) Thermo Scientific (İCE-3000 series) cihazları kullanılmıştır. İyonkromatografisi yönteminin temel prensibi farklı tiplerde su numunelerinde ve gıdalarda inorganik anyon ve katyon tayini yapabilmektir. Kullanılan cihazdaki farklı iyon değiştirme reçineleri tarafından iyonları ayırma ve tayini gerçekleştirilmektedir. Anyonları ayırmak için anyon değiştirme reçineleri, katyonları ayırmak için katyon değiştirme reçineleri kullanılır. Katı bir maddenin yapısında bulunan iyonların, bu katı maddenin temasta olduğu bir çözelti içindeki aynı cins yüklü olan başka iyonlarla bir dengeye göre değiştirilmesi özelliğine dayanır. Standart uygulama yöntemine göre analiz için alınan numunelerimiz direkt olarak 0,45um'lik naylon şırınga ucu filtreler ile süzülerek polipropilen HPLC vialine alınır daha sonra enjeksiyon ile cihaza gönderilir. Analizi yapılan numunelerin değerlendirmesi ilk olarak kalitatif (standart alıkonma zamanları referans alınır) olarak ve ardından dış standart metoduyla (seyrelme ve numune miktarı dikkate alınarak) kantitatif olarak tayini gerçekleştirilir.

Alınan numunelerdeki ağır metallerin bulunmasında ise İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi kullanılmıştır. Bu yöntem ve cihaz sayesinde düşük derişimdeki elementlerin derişimleri veya miktarları kesin olarak belirlenen bir analitik tekniktir. Örnek, yüksek sıcaklıkta (6000°-10000°K) argon plazmaya gönderilir. Plazma içinde moleküler bağlar kırılır, atom ve iyonlar oluşur. Bu oluşan atom ve iyonlar plazma içinde uyarıldıktan hemen sonra karakteristik dalga boylarında ışınım yaparak tekrar eski enerji seviyelerine dönerler. Emisyon sinyalleri dizilim detektör sistemiyle ölçülmektedir. Bu yöntem ile istenilen metal miktarı µg/L olarak bulunmaktadır.

Numunelerimizdeki minarellerin analizinde ise Atomik absorpsiyon spektrometri (AAS) kullanılmıştır. Bu yöntem göre, AAS cihazı kullanılarak yapılan ve elementlerin derişimlerini ölçen bir tekli element tekniğidir. Temel durum atomları hava/asetilen veya azot-oksit/

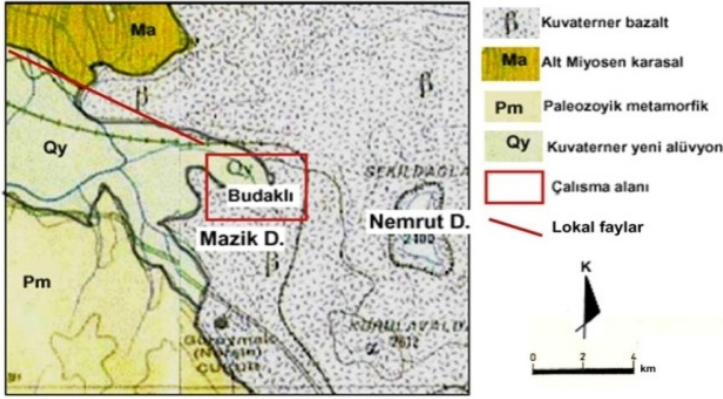


asetilen alevi ile üretilmektedir. Ölçülen elemente özel kullanılan oyuklu katot lambasından yayılan ışınım mevcut alevden geçirilerek parçalı katı hal dedektör tarafından ölçülür. Analizi yapılacak örnek aleve gönderilir, örneğin içinde ilgili element mevcutsa, lambadan gelen ışınımın absorplar ve böylece ışınımın şiddeti azalır. Absorplanan ışınım miktarı örneğin içinde bulunan elementin derişimiyle doğrudan bağlantılıdır. Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler grafiksel olarak alınarak yorumlanmıştır. Sonuçlar doğrultusunda, Budaklı termal kaynağının 5 farklı noktasına ait su içerikleri gerek kendi aralarında, gerekse Türkiye ve dünyadaki diğer önemli kaplıca içerikleri ile karşılaştırılmıştır.

## 2. Alanın Jeolojik ve Jeomorfolojik Yapısı

Araştırma alanı, konumu itibariyle volkanik kayaçların ve alüvyal çökellerin yüzeleendiği bir sahada yer almaktadır (Şekil 3). Son jeolojik devir olan Kuvaterner döneminde faaliyete geçen Nemrut Dağı, piroklastik malzemeleri ve lav akışı ile bölgeyi şekillendirmiş, büyük oranda bazalt, tuf ve andezitlerden oluşan bir arazi yapısının oluşmasına sebep olmuştur (Karaoğlu, Özdemir, Tolluoğlu, Karabıyıkoglu, Köse, Froger, 2005: 127). Ayrıca, Budaklı termal kaynağını içine alan kesimde Kuvaterner yaşlı alüvyal sedimentler bulunmaktadır ki bunlar da Muş Havzası'nın dolgu sedimentleri ve akarsu çökelleridir. Dolayısıyla çalışma alanı, Kuvaterner yaşlı litolojisi ile jeolojik açıdan Doğu Anadolu Bölgesi'nin en genç sahalardan biri olmakla birlikte, Kuvaterner'deki lav akışları ve püskürmelerle meydana gelen Mazik Dağı ve diğer volkan konilerinin eteklerindeki konumuyla da, yörenin tektonik-volkanik yapısıyla ilişkisini sergiler niteliktedir. Budaklı sıcak su kaynağı, söz konusu alüvyal çökeller ile volkanik kayaçlardan oluşan litolojinin kesişim alanı üzerinde yer almaktadır.

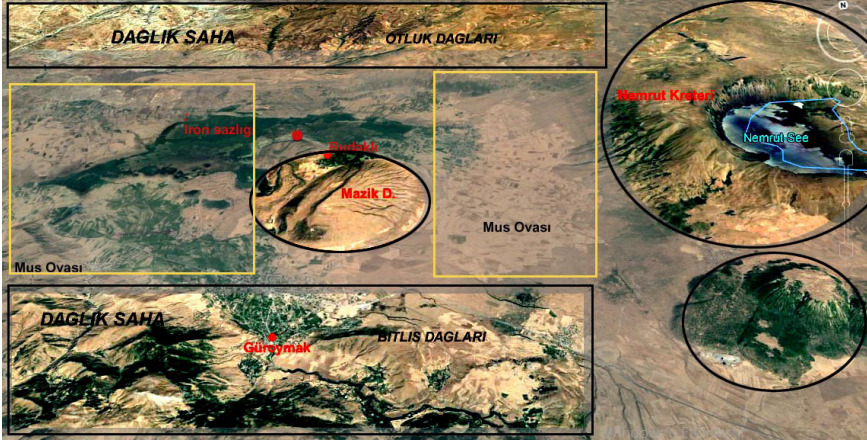
Ayrıca bu bölge, tektonik olarak Türkiye'nin aktif bölgelerinin başında gelir. Araştırma alanında MTA tarafından tespit edilmiş lokal faylar bulunmasının yanında, bölgesel çökme (sübidans) ve bölgesel yükselim (uplift) olayları sahayı etkilemektedir (Şaroğlu ve Güner, 1981: 41; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984: 74). Çalışma alanındaki sıcak su rezervlerinin, söz konusu fay hatları vasıtası ile yüzeye ulaştığı tahmin edilmektedir.



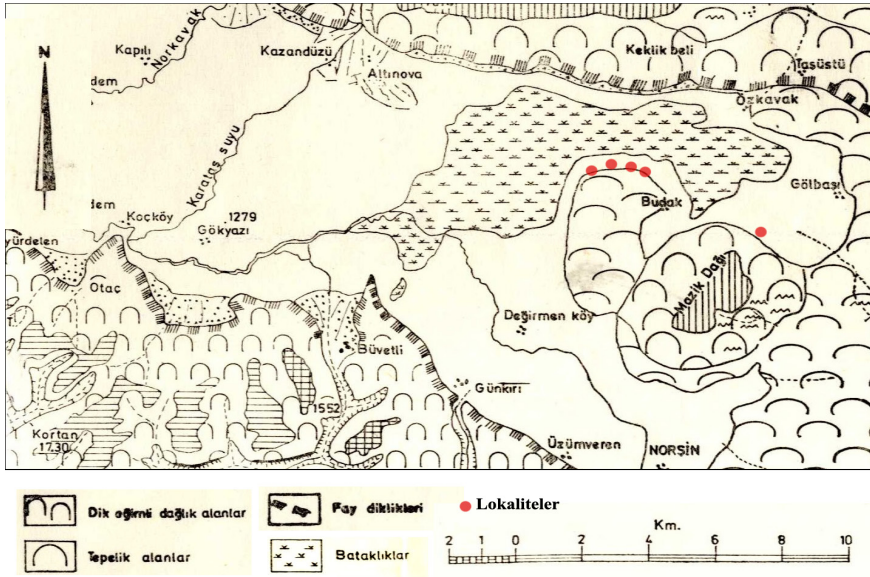
Şekil 3: Araştırma alanının genel jeoloji haritası (MTA, 1985: 1).

Araştırma alanı, jeolojik özelliklerine ek olarak, jeomorfolojik olarak da dikkat çekici bir konumdadır. Van Gölü ve Muş Havzalarını birbirinden ayıran morfolojik bir eşik niteliğindeki Nemrut volkanının eteklerinde yer alan çalışma alanı, Muş Havzası'nın en doğu sınırında bulunmaktadır. Havzanın güneyinde, büyük oranda metamorfik kayalardan oluşan Bitlis Dağları'nın (Bitlis kenet Kuşağı) dik yamaçları uzanırken, havzanın kuzeyinde Otluk Dağları'nın faylı yamaçları kendini göstermektedir (Şekil 4, 5). Bu faylı yamaçlar, aynı zamanda Muş Ovası sınırlarındaki en belirgin fay aynalarını sunmaktadır. Güneyden ve kuzeyden söz konusu dik yamaçlar ve dağlık alanlar ile sınırlandırılan Muş Ovası'nın doğu kesimindeki havza tabanında ise büyük bir bataklık yer almaktadır. İron zıtlığı adı verilen ve birçok canlı türüne ev sahipliği yapılan bu sulak alan, Budaklı kaplıcasını kuzeyden ve kuzeybatıdan kuşatmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu bataklığın konumu ve oluşum koşulları da Budaklı kaplıcası gibi, bu kesimdeki yer altı sularıyla ilişkilidir.

Havzanın bu bölümü aynı zamanda, Muş Havzası'nı D-B yönünde drene eden Karasu Nehri'nin de kaynağını aldığı kesimdir. Bu nedenle flüvyal jeomorfoloji bakımından da dikkat çekici bir alandır. Sonuç olarak araştırma alanı, jeomorfolojik bakımdan zengin sayılabilecek, gerek flüvyal, gerekse volkanik ve tektonik jeomorfoloji unsurlarını bir arada barındıran bir sahadır.



Şekil 4: Araştırma alanının morfolojik birimlerini gösteren güncel uydu görüntüsü.



Şekil 5: Araştırma alanının jeomorfoloji haritası (Atalay, 1983: 41'den düzenlenerek).

### 3. Budaklı Kaplıcasının Genel Özellikleri ve Mevcut Durumu

Budaklı termal kaynağı, araştırma alanındaki Mazik Dağı'nın kuzeyinde yer almaktadır. Beş farklı noktadan sıcak su çıkışının olduğu kaynak suyunun sıcaklığı 22-40 °C arasında değişmektedir. Kaynağın jeokimyasal özellikleri, sürdürülebilirlik potansiyeli ve sağlık turizmi

bakımından işlevleri bugüne kadar bilimsel olarak araştırılmamış, dolayısıyla kullanımı yerel halk ile sınırlı kalmıştır.

Kaynak, yaklaşık 40 yıldır yöre halkı tarafından aktif olarak kullanılan bir kaplıcadır. Ancak son on yıldır kaplıcanın olanaklarında kötüleşme olmuştur. 10 yıl öncesinde, kadın ve erkek havuzları ile giyinme kabinlerine sahip kaplıca binası zamanla kullanım dışı bırakılmış ve harabeye dönmüştür (Şekil 6). Bugün, açık alanda beş ayrı su çıkışının söz konusu olduğu kaynağın ilk su çıkış alanı erkekler için ayrılmıştır ve nispeten daha rahat kullanım koşullarına sahiptir (Şekil 7). Diğer su çıkışları ise arazi üzerinde sıcak suyun gölet oluşturduğu bir konumdadır (Şekil 8). Bu bölüm, yaz aylarında kadınlar tarafından kullanılırken kış aylarında yöre halkının hayvanları için kullanılmaktadır (Şekil 9, 10, 11). Uzun kış aylarında ahırlarında kalmak zorunda olan at, manda gibi büyük baş hayvanların gerek temizliği, gerekse vücutlarında oluşan yaraların tedavisi, hayvanların kaplıcaya sokulması ile yapılmaya çalışılmaktadır. Yerel basında da sıkça yer alan ve dikkat çeken bu görüntü, turistler açısından bir çekicilik oluşturmakta ise de söz konusu göletin kadınlar ve hayvanların ortak kullanım alanı olması sağlık turizmi bakımından da kabul edilebilir bir durum değildir.

Kaplıca büyük ölçüde yöre halkı, yöre halkının yurtdışından gelen akrabaları ve çevre illerden gelen ziyaretçiler tarafından bilinmekte ve kullanılmaktadır. Ziyaretçiler, romatizmal hastalıklarının, eklem rahatsızlıklarının ve hatta sinüzit, fitik vb. hastalıkların tedavisinde Budaklı termal kaynağının oldukça faydalı olduğunu belirtmektedirler. Tümüyle deneyimsel olup bugüne kadar bilimsel bir alt yapıya dayandırılmamış bu tedavi sürecinin bilimsel izahı ve suların jeokimyasal özellikleri bir sonraki bölümde ayrıntılı şekilde ele alınmıştır.



**Şekil 6:** Kullanım dışı bırakılan kaplıca binası



**Şekil 7:** Erkek kaplıca havuzu





**Şekil 8:** Kadın kullanım alanı (gölet)



**Şekil 9:** Hayvan kullanımı ve yerel basın



**Şekil 10:** Atların gölete sokulması



**Şekil 11:** Mandaların gölete sokulması

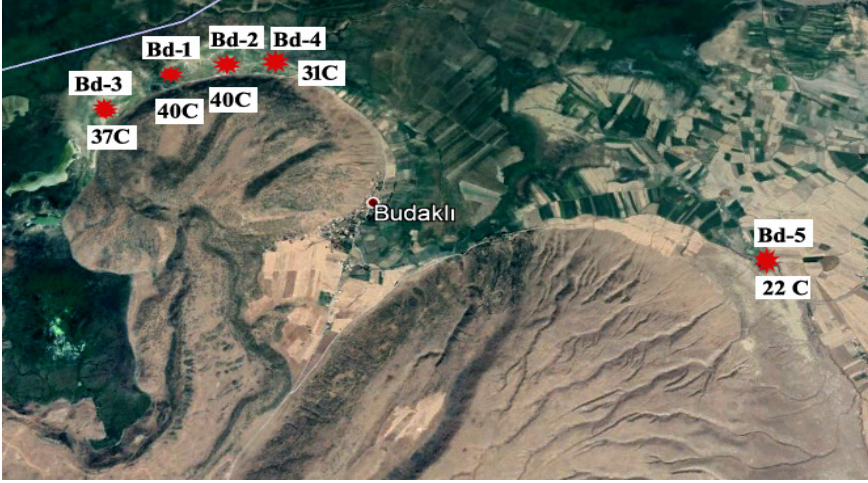
## 4. Bulgular ve Tartışma

### 4.1. Budaklı Kaplıcasının Jeokimyasal Özellikleri

Budaklı kaynağı, sıcaklıkları 22-40 °C aralığında değişen 5 ayrı lokaliteden su çıkışının olduğu “termal bir kaynak” özelliği taşımaktadır (Şekil 12-16). Bunun yanında, kimyasal analizler sırasında bünyesinde bulundurduğu tespit edilen bazı mineraller nedeniyle “mineralli sular” sınıfına dahil olduğu da belirlenmiştir. Dolayısıyla Budaklı'nın sıcaklık değerleri ve kimyasal özellikleri göz önünde bulundurulduğunda “termo-mineral” bir su kaynağı olduğu söylenebilir.

Yapılan analizler, Budaklı termal kaynağı içerisinde çeşitli miktarlarda anyon, katyon ve ağır metal varlığını göstermektedir (Tablo 1). Beş farklı lokaliteden alınan su örneklerine göre araştırma alanında, standart değerlerin üzerinde Kalsiyum (Ca), Sodyum (Na) ve Flor (F) tespit edilmiştir (Şekil 17 A, B ve C). Bu değerlerin bir bölümü, Afyon'daki termal kaynaklardan da yüksektir (Mutlu, 1998; Demer ve Memiş, 2015). Bunun yanında önemli miktarda Potasyum (K) ve Fosfat (PO<sub>4</sub>) varlığı söz konusudur. Ayrıca, analiz sonuçlarına göre Sülfat (SO<sub>4</sub>), Klor (Cl), Demir (Fe) ve Nitrat (NO<sub>3</sub>) gibi anyon ve katyonlar da belirlenmiştir, ancak bu

elementler oldukça düşük değerlerde olduğu için, kaplıca potansiyelini etkileyebilecek düzeyde değildir.



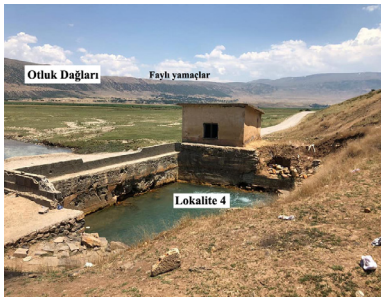
**Şekil 12:** Sıcak su çıkış noktaları, su örneklerinin alındığı lokaliteler ve su sıcaklıkları



**Şekil 13:** 1 ve 2 nolu su çıkış lokaliteleri



**Şekil 14:** 3 nolu su çıkış lokalitesi



**Şekil 15:** 4 nolu su çıkış lokalitesi



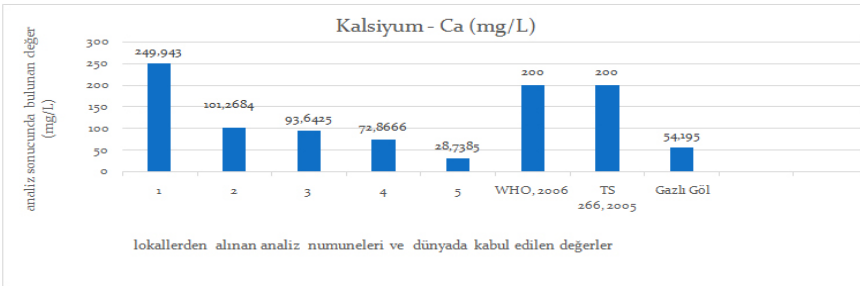
**Şekil 16:** 5 nolu su çıkış lokalitesi

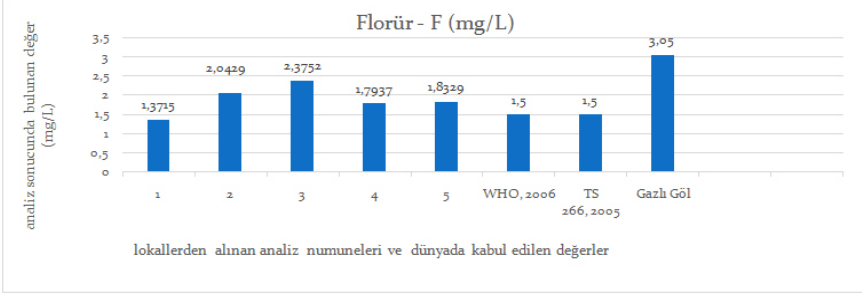
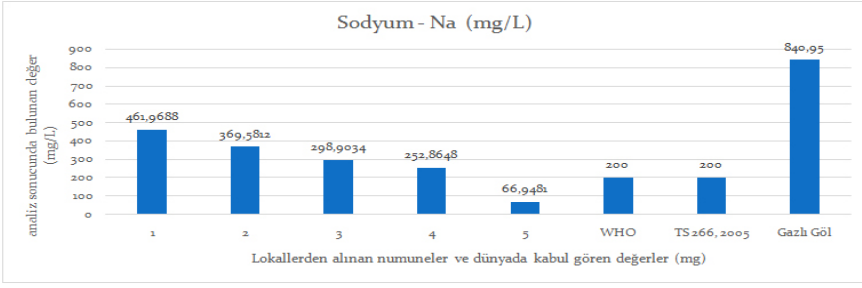


Söz konusu elementler, 5.2. bölümde açıklanacağı gibi insan sağlığına faydalı maddelerdir. Ancak bu maddelerin yanı sıra, Budaklıkaynağı içerisinde bazı zararlı elementler de tespit edilmiştir. Su örneklerinde tespit edilen Arsenik (As) değerleri (ağır metal), Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) standart değerlerine yakındır. Dolayısıyla insan sağlığını tehdit eden bir durum söz konusu değildir. Benzer şekilde, örneklerde saptanan Azotdioksit (NO<sub>2</sub>) miktarı da standart değerlerin altındadır. Ancak oldukça tehlikeli bir ağır metal olan Kurşun elementi (Pb), araştırma alanındaki 5 lokalitede de tespit edilmiş olup dikkatle üzerinde durulması gereken oranlardadır (Şekil 18). Türkiye standartları ve Afyon termallerinin jeokimyasal içerikleri göz önünde bulundurulduğunda (Mutlu, 1998: 5; Demer ve Memiş, 2015: 71), araştırma alanındaki su örneklerinde ölçülen kurşun içeriklerinin oldukça yüksek olduğu görülür (Şekil 18).

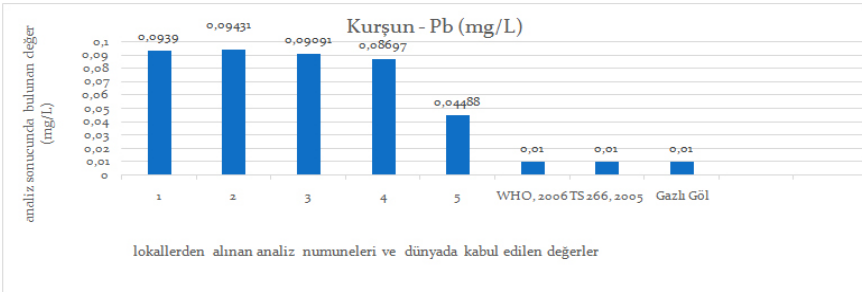
**Tablo 1:** Budaklı kaplıcası su numunelerine ait kimyasal içerikler

Örnek No:	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	As	F <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
1	461,9688	71,2366	122,9667	249,943	0,00774	0,0939	0,0242	1,3715	0,4193	1,2416	0,3924	124,0112	42,1105
Güroyamak 2	369,5812	55,5446	95,1469	101,2684	0,0001≤	0,09431	0,01802	2,0429	0,4111	3,1093	0,3203	129,4457	2,3637
3	298,9034	53,0158	74,1697	93,6425	0,0001≤	0,09091	0,01186	2,3752	0,4483	2,8826	0,3111	129,3281	2,999
4	252,8648	35,7175	62,9848	72,8666	0,00107	0,08697	0,00967	1,7937	0,4761	0,2504	0,2595	104,3434	31,6683
5	66,9481	13,6424	28,4809	28,7385	0,0001≤	0,04488	0,00311	1,8329	0,4997	0	0,3477	70,008	5,5924
WHO, 2006	200	--	--	--	0,3	0,01	0,01	1,5	0,2	50	--	250	250
Standartlar TS 266, 2005	200	---	---	---	0,2	0,1	0,01	1,5	0,5	50	---	250	250
Afyon İzzet Gözü	840,95	72,63	18,19	54,195	0,11	<0,01	<0,01	3,05	<0,01	1,245	<0,05	120,175	8,69





**Şekil 17 A, B, C:**Standart değerlerin üzerinde ölçülen kalsiyum, sodyum ve flor elementleri (1-5 arası sütunlar lokasyonları ifade etmektedir).



**Şekil 18:** 5 ayrı lokalitede standart değerlerin üzerinde ölçülen kurşun ağır metali (1-5 arası sütunlar lokasyonları ifade etmektedir).

## 4.2. Jeokimyasal Özelliklerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Bilindiği gibi mineraller, insan sağlığına doğrudan etki eden elementlerdir. Gerek içme suyu olarak gerekse termal amaçlı kullanımlarda minerallerin çeşitli tedavi edici özelliklerinden faydalanılmaktadır. Jeotermal suların olumlu etki yaptığı hastalıklar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Özbek, 2011: 31).

- Solunum Sistemi Hastalıkları,
- Cilt Hastalıkları, (egzama, akne, psöriasis vb.),

- Lokomotor Sistem Hastalıkları (romatizmal hastalıklar, eklem hastalıkları),
- Ortopedik Operasyon ve Travma Sonrası Rahatsızlıklar,
- Kalp Dolaşım Sistemi Hastalıkları (kalp yetmezliği, dolaşım bozukluğu, hipertansiyon, arter hastalıkları),
- Mide – Bağırsak- Metabolizma Hastalıkları (Balneoterapi, içme, Peloidoterapi ağırlıklı; karaciğer safra kesesi fonksiyonel yemezliği, hepatit, obesite, gut vb.),
- Böbrek ve İdrar Yolları Hastalıkları (piyolonefrit, sistit, prostatit, ürolitiasiz),
- Jinekolojik Hastalıklar,
- Nörolojik Hastalıklar (omurga hastalıkları, inme, travmatik lezyonlar vb.).

Bu hastalıkların tedavi sürecinde ise jeotermal suların kullanımı çeşitli şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Bunların başında, banyo tedavisi, kaplıca kürleri, balneoterapi, içme kürleri ve klimaterapi yöntemleri gelmektedir (Özbek, 2011: 30).

Araştırma alanında tespit edilen ve dünyadaki standart değerlerin üzerinde olduğu belirlenen kalsiyum, sodyum, potasyum, flor ve fosfat, sağlık açısından oldukça önemli olup sinir ve kas sistemleri, kalp ve damar fonksiyonları, vücudun su ve pH dengesinin sağlanması, hücre yenilenmesi, kemik ve dış sağlığı ile böbrek işlevleri bakımından tedavi edici niteliktedir (Boysan ve Şengörür, 2009: 10). Budaklı kaplıcasının ziyaretçileri ile yapılan görüşmeler de bu bulguları doğrular nitelikte, kaplıca suyunun romatizmal hastalıklara ve fitik, sinir sıkışması, sinüzüt, böbrek ağrısı, damar tıkanıklığı gibi rahatsızlıklarına iyi geldiğini savunmaktadırlar.

Fakat yapılan analizlerde, kaplıca suyu içerisinde tespit edilen önemli miktardaki ağır metal (kurşun) içeriğinin ziyaretçiler üzerindeki olumsuz etkisi henüz tespit edilememiştir. Bilindiği gibi kurşun, vücutta kurşun zehirlenmesi olarak nitelendirilen ve güçsüzlük, uzun süreli karın ağrısı, bulantı, kilo kaybı, bitkinlik, baş ağrısı, bilişsel fonksiyonların kaybı gibi belirtilerle kendini gösteren önemli bir sağlık sorununa, hatta ölüme yol açabilen ağır bir metaldir (Şanlı, Hızal ve Albayrak, 2005: 70; Dündar ve Aslan, 2005: 3; Örün ve Yalçın, 2011: 75). Bu maddeye uzun süre maruz kalmak, metabolizmada büyük hasarlara yol açabilmektedir. Özellikle çocuklarda kurşun, nörotoksik bir madde olarak gelişimsel problemlere sebep olabilmektedir (Örün ve Yalçın, 2011: 75). Dolayısıyla, araştırma alanında 5 farklı lokasyona ait su numunelerinde standart değerlerin



üzerinde kurşun tespit edilmesi, üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir durumdur.

### 4.3. Jeokimyasal İçeriğin Jeolojik ve Coğrafi Yapı ile İlişkisi

Kurşun, doğada kendiliğinden var olabilen, ancak endüstriyel süreçlerle de yakından ilgili olan bir maddedir. Doğal haliyle galenit olarak da nitelendirilen bu element, 7.8 yoğunluğu ve 2.5 sertlik derecesi ile hidrotermal yataklarda veya volkanik alanlarda sıkça gözlenmektedir.

Türkiye’de özellikle Bitlis, Elazığ, Adana, Yozgat ve Çanakkale illerinde doğal rezervleri bulunan kurşunun (MTA, 2019: 2). Bitlis ili sınırları içerisinde yer alan Budaklı kaplıcasında da önemli miktarda tespit edilmesi tesadüf olmamalıdır. Araştırma alanında suni bir etkinin ve endüstriyel faaliyetin söz konusu olmaması, tespit edilen kurşun içeriğinin doğal rezervlerden (litolojik yapıdan) kaynaklandığına işaret etmektedir. Dolayısıyla alandaki Kuvaterner yaşlı volkanik kayalardan oluşan jeolojik yapının ve hidrotermal özelliklerin bu sonucu doğurduğu düşünülmektedir.

Su örneklerinin alındığı lokasyonlardan sadece lokalite 5’te diğerler örneklere göre düşük miktarda kurşun tespit edilmiş olmakla birlikte, lokalite 5 deki kurşun derişim standart değerlerin dört katından fazladır. Bunun nedeni, lokal 5’teki su sıcaklığının diğer numune alınan lokasyonlara göre en düşük değere sahip olması (22 °C), bunun sonucu olarak da çözünen kurşun miktarının azalmasıdır.

Sonuç olarak, Budaklı kaplıcasının bünyesinde barındırdığı faydalı elementlere rağmen, içerdiği yüksek kurşun miktarından dolayı daha ayrıntılı çalışmaların yapılması, ziyaretçilerin sağlık durumlarının izlenmesi gerekmektedir.

### Sonuç

Budaklı Kaplıcası, Doğu Anadolu Bölgesi’nde Nemrut kraterinin batısında yer alan konumu ile bölgenin volkanik ve aktif tektonik yapısını yansıtır durumdadır. Yöre halkı ve çevre illerden gelen ziyaretçiler tarafından yaklaşık 40 yıldır kullanılan bu kaynak, sıcaklıkları 22-40 °C aralığında değişen 5 farklı noktadan su çıkışının olduğu “termomineral bir kaynak” özelliği taşımaktadır.

Yapılan jeokimyasal analizler Budaklı’nın, bünyesinde barındırdığı kalsiyum, sodyum, flor gibi faydalı elementlerin yanı sıra kurşun gibi ağır metalleri de içerdiğini göstermiştir.

Alanın coğrafi ve jeolojik konumu incelendiğinde, tektonik bir depresyon olan Muş Havzası’nın doğu sınırında yer alan kaplıcanın, bölgedeki fay hatlarından oldukça etkilendiği görülmektedir. Bununla

birlikte jeokimyasal analizlerde tespit edilen ağır metalin, bölgedeki volkanik kayalarla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla Budaklı termal kaynağının jeokimyasal yapısının, alanın coğrafi ve jeolojik özellikleri sonucu oluştuğu söylenebilir.

Kaplıca suyu içerisinde tespit edilen önemli miktardaki ağır metal (kurşun) içeriğinin ziyaretçiler üzerindeki olumsuz etkisi henüz tespit edilememiştir. Ancak kurşun, vücutta güçsüzlük, uzun süreli karın ağrısı, bulantı, kilo kaybı, bitkinlik, baş ağrısı, bilişsel fonksiyonların kaybı, hatta ölümle sonuçlanan kurşun zehirlenmesine yol açabildiğinden (Şanlı, Hızel ve Albayrak, 2005: 70; Dündar ve Aslan, 2005: 3; Örün ve Yalçın, 2011: 75) bu maddeye uzun süre maruz kalmak, metabolizmada büyük hasarlara yol açabilmektedir. Özellikle çocuklarda kurşun, nörotoksik bir madde olarak gelişimsel problemlere sebep olabilmektedir (Örün ve Yalçın, 2011: 75). Dolayısıyla, araştırma alanında 5 farklı lokasyona ait su numunelerinde standart değerlerin üzerinde kurşun tespit edilmesi, üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir durumdur.

Standart değerlerin oldukça üzerinde tespit edilen kurşun elementi sebebiyle, Budaklı kaynağının içme suyu (ya da maden suyu) olarak kullanıma uygun olmadığı, termal amaçlı kullanım için ise sağlık riski oluşturabileceği belirlenmiştir. Mevcut durumuyla sağlık turizmi potansiyeli olduğu varsayılan Budaklı Kaplıcası, içerdiği yüksek kurşun derişimi nedeniyle önemli oranda risk taşımaktadır. Dolayısıyla yapılan kimyasal analizler ışığında bu bölgenin daha detaylı incelenmesi ve mevcut risklerin bölgede yaşayan insanlar ile paylaşılması önem arz etmektedir.

### Kaynakça

- Akbulut, G. (2010). Türkiye’de Kaplıca Turizmi ve Sorunları. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (1), 35-54.
- Atalay, İ. (1983). *Muş Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Toprak Coğrafyası*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Boysan, F. ve Şengörür, B. (2009). Su Sertliğinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 13, 7-10.
- Çevre Sağlığı Raporu. (2011). *Kaplıca, Kaynak ve Doğal Mineralli Sular*. Ankara, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Demir, S. ve Memiş, Ü. (2015). Afyonkarahisar Jeotermal Sahalarının Hidrojeokimyası ve Jeotermometre Uygulamaları. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19, 66-77.
- Doğanay, H. (1989). Erzurum’un Termal Turistik Potansiyeli. *Turizm Yıllığı*, 156-174.

- Dündar, Y. ve Aslan, R., (2005). Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 6, 1-5.
- Googleearth güncel uydu görüntüleri (2019).
- Harita Genel Komutanlığı, 1/100.000 ölçekli topografya haritası, K 48 paftası
- Harita Genel Komutanlığı, 1/25.000 ölçekli topografya haritaları
- Karaoğlu, Ö., Özdemir, Y., Tolluoğlu, Ü., Karabıyıkoglu, M., Köse, O. ve Froger, J. (2005). Stratigraphy of the Volcanic Products Around Nemrut Caldera: Implications for Reconstruction of the Caldera Formation, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 14, 123-143.
- Maden Teknik Arama Enstitüsü, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları
- Mutlu, H. (1998). Gazlıgöl (Afyon) termal ve maden sularının jeokimyasal özellikleri ve jeotermometre uygulamaları, *Jeoloji Müh. Dergisi*, 50, 1-7
- Örün, E. ve Yalçın, S. (2011). Kursun, Civa, Kadmiyum: Çocuk Sağlığına Etkileri ve Temasin Belirlenmesinde Saç Örneklerinin Kullanımı. *AÜ. Çevre Bilimleri Dergisi*, 3, 73-81.
- Özbek, T. (2011). Jeotermal Kaynakların Sağlık ve Termal Turizmde Değerlendirilmesi. *Jeofizik Bülteni*, 68, 27-37.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişiminde Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 24 (2) Ankara.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y. (1984). Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve İlgili Mağmatizması. *Ketin Sempozyumu* içinde, Ankara, 73-94.
- Şanlı, C., Hızel, S., Albayrak, M., (2005). Kurşun ve çocuk sağlığı, *STED Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 14, 70-75.
- Yıldırım, C. (2015). Levha Tektoniği ve İlişkili Yapısal Yer Şekilleri. Doğan, U. (Ed.). *Jeomorfolojinin Temelleri* içinde (s. 87-108). Ankara: Nobel.