

SİMAV-EMET-TAVŞANLI YÖRELERİNİN HİDROTERMAL ALTERASYON ZONLARI

Hydrothermal Alteration Zones of Simav-Emet-Tavşanlı Regions

MEHMET ŞENER
A.İHSAN GEVREK

M.T.A. Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüd ve Arama Dairesi, Ankara
M.T.A. Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüd ve Arama Dairesi, Ankara

ÖZ: Bu çalışmada Kütahya il sınırları içerisinde yer alan hidrotermal alterasyon zonları, X-ışınları tekniği ve jeo-kimyasal analiz yöntemleri ile incelenmiştir.

Çalışma sahasında klorit-illit, montmorillonit, kalk aliminyum silikat ve silisifiye zonlar saptanmıştır. Zonların dağılımına göre, çalışma sahasında yer alan Simav yöresinde; Abide jeotermal sahasında 180-230^o C, Naşa-Eynal jeotermal sahasında 100-160^o C, Tavşanlı yöresinde 100-160^o C, Emet yöresinde 150-200^o C ve Kütahya-Ilıca yöresinde ise 100-160^o C sıcaklığa sahip jeotermal akışkanın varlığından söz edilebilir.

ABSTRACT: Hydrothermal alteration zones have been investigated by X-ray diffraction techniques and geochemical methods in this study at Kütahya region.

There are Chlorite-İllite, Montmorillonite, Calc Aliminium silicate and silisification zones in investigated area. As a result of these studies; Abide geothermal field has 180-230^o C, Naşa-Eynal geothermal fields have 100-160^o C in Simav region, Tavşanlı region has 100-160^o C, Emet region has 150-200^o C, Kütahya-Ilıca field has 100-160^o C temperature geothermal fluid has been found.

GİRİŞ

Jeotermal akışkan aramalarında hidrotermal alterasyon önemli bir yer tutmaktadır.

Bu noktadan hareketle, bu amaçla MTA Genel Müdürlüğü tarafından Kütahya-Simav Jeotermal sahasında yapılmakta olan çalışmalara paralel olarak adı geçen yörelerdeki hidrotermal alterasyon zonlarının dağılımı, oluşumu ve jeotermal akışkanla olan ilişkisinin saptanması amaç edinilmiştir.

Çalışma alanı Ege Bölgesinde, Kütahya il sınırları içerisinde Simav, Emet ve Tavşanlı ilçelerindeki Abide, Eynal, Naşa (Simav), Göbel, Başköy (Tavşanlı), Yonca-ağaç, Dereli (Emet) ve Ilıca (Kütahya) yörelerini kapsamaktadır. (Şekil 1).

Çalışma için gerekli olan mineralojik incelemeler X-ışınları kırınımı yöntemi, hidrotermal alterasyonun kayaç kimyasındaki etkilerini araştırmak için kimyasal analiz yöntemleri kullanılmıştır.

GENEL JEOLojİ

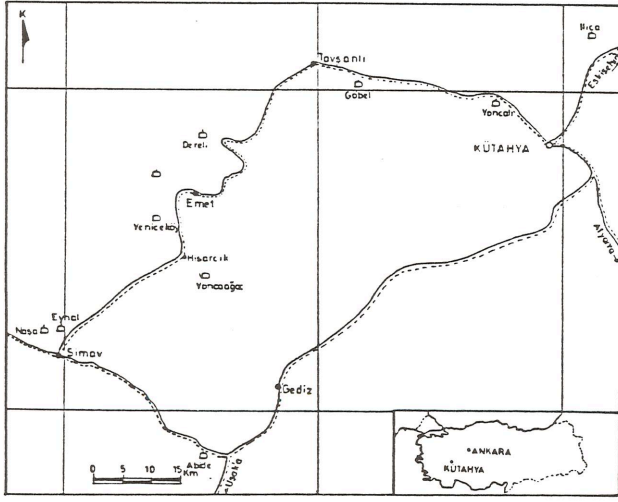
Çalışmanın özelliği nedeni ile, bu bölümde çalışma sahasının stratigrafik ve tektonik özellikleri özet olarak verilmiştir.

Menderes Masif'inin metamorfik kayaçlarından oluşan metamorfik temel çalışma sahasının değişik kesimle-

rinde gözlenmektedir. Antekambriyen yaşlı bu temel üzerinde, Permokarbonifer yaşlı sığ denizel, karbonat fasiyesi ile belirgin Paleozoyik genellikle Alt Triyas yaşlı az metamorfik litoloji içerisinde olistostromlar şeklinde izlenir. Alt Jura epikontinental klasik fasiyestedir. Üst Jura-Alt Kretase genellikle karbonat fasiyesindeki kayaçlarla temsil edilir. Üst Kretase'de bölgeye yerleşen Ofiyolitli Melanj genellikle güneye devriktir. Alt Tersiyer granit-granodiyoritik intrüzyonlarla belirgindir. Bu intrüzyonlar Mesozoyik yaşlı çevre kayaçları kontakt metamorfizmaya uğratmışlardır. Miyosen serileri klastik ve genellikle volkanosedimenter olup, asit ve kalkalkalen bileşimlidir. Kaba klastik ve gölsel kireçtaşları ile belirgin Pliyosen yaşlı çökellerin doğrultuları gelişen graben doğrultularına paraleldir. Kaba klastik, asılı teras ve travertenlerle bazaltik lav akıntılarında oluşan Kuvaterner, Pliyosen havza doğrultularını korumuştur. (Bingöl, 1975).

Bu genel stratigrafik özellikler baz alınarak, çalışma sahasına ait stratigrafik korelasyon çizelgesi Şekil 2'de verilmiştir.

Çalışma sahasının genel tektonik yapısı N-S ve NW ve SE yönlü kuvvetlerle oluşmuştur (Bingil, 1977). Buna göre çalışma sahasındaki hidrotermal alterasyona neden olan jeotermal akışkan genellikle E-W uzanımlı ana tektonik hatlara diyagonal gelişen çatlak ve tali faylardan gelmektedir.



Şekil 1 : Bulduru haritası,
Figure 1 : Location map.

HİDROTHERMAL ALTERASYON

Ayrıntıları Gevrek ve Şener (1985) ile Gevrek, Şener ve Ercan (1985) de verilen hidrotermal alterasyon minerallerinden gidilerek ayrırtlanan hidrotermal alterasyon zonları:

1. Montmorillonit-Kaolinit Zonu (100-160°C)
2. Geçiş Zonu (Montmorillonit-İllit Zonu) (160-180°C)
3. Klorit-İllit Zonu (180-230°C) (180-230°C)
4. Kalk Aliminyum Silikat Zonu (230-330°C)
5. Biyotit Zonu (330°C üstü) olarak bilinmektedir.

Çalışma sahasında yer alan hidrotermal alterasyon minerallerinin kararlılığına göre; Montmorillonit-Kaolinit Zonu, Klorit-İllit Zonu, Kalk Aliminyum Silikat ve Silisifiye zonlar saptanmıştır.

Adı geçen bu zonların çalışma sahasındaki dağılımları aşağıda sunulmuştur.

Simav Yöresi Hidrotermal Alterasyon Zonları

Abide İlçası ve Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları: Bu yörede aktif hidrotermal alterasyon gözlenmektedir. Şekil 3'de görüldüğü gibi yörede Klorit-İllit ve Silisifiye zonlar saptanmıştır.

Silisifiye Zon: Özellikle Abide ilçasının batısında gözlenen bu zon, kayacın bünyesinde bulunan 260/90 konumlu çatlakla gelen hidrotermal solüsyonların kireçtaşı bünyesindeki mikrokonglomeratik seviyeleri ve ofiyolit yerleşimi esnasındaki ezik zonları etkilemesi sonucu oluşmuştur. Bu zondaki örneklerde yapılan jeokimyasal analizlere göre kayaçlardaki SiO₂ oranı % 1.66 ila % 89.50 arasında bulunmaktadır.

Klorit-İllit Zonu: Hidrotermal solüsyonların serpan-tinit ve kireçtaşlarını (Kretase) etkilemesi sonucu oluşan bu zon Ilıca yöresinde gözlenmektedir. Bu zonda yer alan kayaçlardaki mineral parajenezi Dolomit-Kuvars-Klorit-İllit-Feldispat olarak saptanmıştır.

Ilıca kaynaklarının yüzey çıkışlarında, boru kenarlarındaki kabuklaşma örneklerinde yapılan incelemeye göre: kabuklaşmayı oluşturan mineralin aragonit (CaCO₃) olduğu saptanmıştır. Oldukça duraysız olan bu mineral, sıcak su kaynakları civarında sabit sıcaklık altında duraylı kalabilmektedir. (Dana, 1956).

Aragonit mineraline ek olarak sıcak su kaynakları civarındaki havuzlarda su yüzeyinde ince jelatin özelliği gösteren mineral ise ternadit (NaSO₄) olarak saptanmıştır. Ortorombik sistemde piramidal olarak bilinen bu mineral genellikle tuzlu ortamlarda oluşmaktadır.

Bunlara ek olarak Ilıca civarından alınan örneklerde götüt, rozanit gibi demirli mineraller saptanmıştır. Bu minerallerden götüt minerali inorganik veya biyojenik olarak suların direk olarak çökelebilmektedir. Bataklık ve sıcak su kaynakları civarında yaygın olarak depolanabilen bu mineral, demir içerikli kireçtaşları bünyesinde oluşabilmektedir. Kayaç içerisindeki sirkülasyon sularının etkisi ile çözeltiyeye alınan demir iyonları kalsiyumla yer değiştirerek götütü oluşturabilmektedir. Genellikle limonitin alterasyonu sonucu oluşan bu mineralin yanı sıra çözeltideki demir iyonlarının, ortanda bulunan SO₄ iyonları ile birleşmesi sonucu bir hidrotermal sülfat minerali olan rozanit oluşabilmektedir.

Tüm bu minerallere ek olarak ikincil dolmit mineralinin varlığı, yöredeki jeotermal akışkanla çevre kayaçları arasında çok geniş bir iyon alışverişi olduğunu göstermektedir.

Saptanan bu mineral parajenezlerine göre bu yörede 180-230°C rezervuar sıcaklığına sahip bir jeotermal akışkandan söz edilebilir.

Eynal ve Naşa Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları: Aktif hidrotermal alterasyonun gözlendiği bu yörede Silisifiye zon ile Montmorillonit zonu saptanmıştır (Şekil 4.)

Silisifiye Zon: Kaplıca kaynaklarının çıkışını sağlayan aktif tektonik yapılardan NW-SE yönlü fay boyunca gelişen silisleşme özellikle Eynal civarında gözlenmektedir.

Yöreden alınan örneklerde yapılan jeokimyasal analizlere göre kayaçlardaki SiO₂ içerikleri % 45.60 ila % 55 arasında olup Kuvars-Kristobalit mineral parajenezine sahiptir.

Montmorillonit Zonu: Yörede egemen litoloji olan Naşa Bazaltının hidrotermal solüsyonlardan etkilenmesi sonucu oluşan bu zon Montmorillonit-Feldispat mineral parajenezine sahiptir.

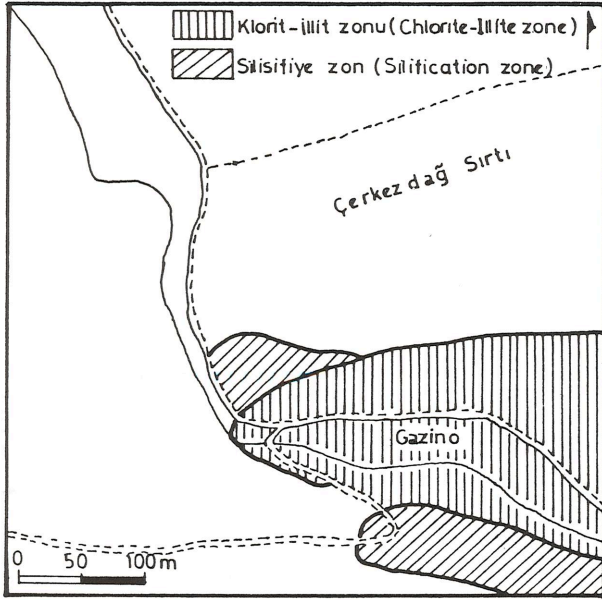
Naşa Bazaltında gözlenen bu zonun karakteristik özelliği, iri boşluklarda ikinci kalsik oluşumlarının göz-

			SİMAV Akdeniz ve Konak 1979	TAVŞANLI Baş, 1983	SİMAV Yücel vd 1984		
S E N O Z O Y I K (S E N O Z O I C)	Kuvaterner (Quaternary)		Alüvyon(Alluvium)	Alüvyon(Alluvium)	Alüvyon(Alluvium)		
			Traverten Travertine	Traverten Travertine	Traverten Travertine		
			Toklar gölü For. Toklar gölü Fm.	Kocayatak For. Kocayatak Fm.	Toklar gölü For. Toklar gölü Fm.		
		T E R S İ Y E R (T e r t i a r y)	P L İ Y O S E N (P l i o c e n e)	Emet For. Emet Fm.	Emet Fm.		
				Hisarcık For. Hisarcık Fm.	Çokköy Fm. Karaköy Volc.		
				Kuru Üye Sandy Member	Saruhanlar Fm.		
				Akdağ Volk. Akdağ Volc.	Okluk dağı Volk. Okluk dağı Volc.	Akdağ Volk. Akdağ Volc.	
				Civanadağ tüfl. Civanadağ Tufts.	Civanadağ tüfleri. Civanadağ Tufts	Civanadağ tüfleri Civanadağ Tufts	
				Kızılıbük Fm.	Tunçbilek Fm.	Kızılıbük Fm.	
				Taşbaşı For. Taşbaşı Fm.	Beke For. Beke Fm.	Taşbaşı For. Taşbaşı Fm.	
					Oğulcaktepe For. Oğulcaktepe Fm.		
				Paleosen (Paleocene)	Eğrigöz Graniti Eğrigöz Granite		Eğrigöz Graniti Eğrigöz Granite
			M E S O Z O Y I K (M E S O Z O I C)	K R E T A S E (C r e t a c e o u s)	ÜST (Upper)	Dağardı Melanjı Dağardı Melange	
		ALT Lower			Budağan Kireçtaşı		Budağan Kireçtaşı
JURA (Jurassic)	Malm Dogger Lias	Budağan Limestone			Budağan Limestone		
T R İ Y A R (T r i a s s i c)		Kırkbudak For. Kırkbudak Fm.			Kırkbudak For. Kırkbudak Fm.		
P A L E O Z O Y I K (P A L E O Z O I C)			Arikaya For. Arikaya Fm.		Arikaya Fm.		
			Sarıcasu For. Sarıcasu Fm.		Sarıcasu For Sarıcasu Fm.		
			Balıkbaşı For. Balıkbaşı Fm.		Balıkbaşı For. Balıkbaşı Fm.		
			Simav Met. Simav Met.		Simav Met. Simav Met.		
			Kalkan For. Kalkan Fm.		Kalkan For. Kalkan Fm.		

Şekil 2 : Stratigrafik korelasyon çizelgesi.
Figure 2 : The table of Stratigraphic correlation.

lenmesidir. Amigdoloidal boşluklu lavlardaki kireçli silikatların (Lime silicates) bozulması ile boşluklara yerleşmesi sonucu gözlenen kalsit oluşumları özellikle montmorillonit zonunda 5 cm.'ye varan irilikte gözlenmektedir.

NE-SW yönlü akıntı izleri gösteren bu birimde akma doğrultusuna dik gelişen soğuma çatlaklarında küllü geliş, NW-SE yönlü tektonik hatta paralel gelişen çatlakların çevresinde ise killeşmeler gözlenmektedir. Eynal Kaplıcası civarında gelişen silisleşmeye paralel



Şekil 3 : Abide ılıcası hidrotermal alterasyon zon haritası.
Figure 3 : Hydrothermal alteration map of Abide ılıcası.

olarak gözlenen korozyona karşı Naşa Kaplıcası civarında tam tersine kabuklaşma yaygın durumda gözlenmektedir.

Saptanan tüm bu verilere göre bu yörede 100-160°C rezervuar sıcaklığına sahip bir jeotermal akışkanın varlığından söz edilebilir.

Tavşanlı Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları

Göbel Yöresi Hidrotermal Alterasyon Zonları: NE-SW yönlü düşey atımlı fay boyunca gelişen bu zon hidrotermal solüsyonların kireçtaşları ile etkileşimi sonucu oluşmuştur. (Şekil 5 a)

Başköy Yöresi Hidrotermal Alterasyon Zonları: Güncel tektonizmanın hakim olduğu yörede yer alan Budağan Kireçtaşının altere kesimlerinde gözlenir.

Montmorillonit-Kaolinit Zonu: Bu zonun karakteristik mineral parajenezi; Kaolonit-Montmorillonit-az İllit-Kuvars-Kalsit olarak saptanmıştır (Şekil 5 b).

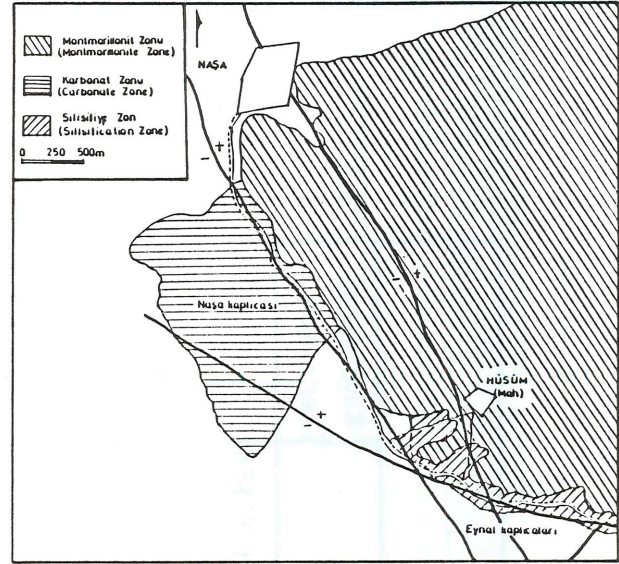
Saptanan bu verilere göre Tavşanlı yöresinde 100-160°C rezervuar sıcaklığına sahip bir jeotermal akışkanın varlığından söz edilebilir.

Emet Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları

Dereli Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları: Ofiyolitik melanj ve kireçtaşlarının hakim olduğu bu yörede yapılan incelemelere göre klorit zonu gözlenmiştir.

Klorit Zonu : Bu zonun karakteristik mineral parajenezi: Klorit-Kalsit-Dolomit-Kuvars-Rozanit-Götit mineral parajenezi saptanmıştır (Şekil 6 a).

Abide ılıcasına benzer olarak bu yörede de iyon alışverişinin yaygın olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4 : Eynal-Naşa yöresinin hidrotermal alterasyon zon haritası.

Figure 4 : Hydrothermal alteration map of Eynal-Naşa region.

Aşağı Yoncağaç Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları: Kireçtaşı blokları ile tüflerin egemen olduğu yörede yapılan incelemelere göre Kalk Aliminyum Silikat zonu hakimdir.

Kalk Aliminyum Silikat Zonu: Bu zonun karakteristik mineral parajenezi: Kalsit-Dolomit-Hölandit mineral parajenezleri saptanmıştır (Şekil 6 b)

Kalk aliminyum silikant minerali olan hölandit genellikle diğer zeolit mineralleri ile kalsitin ilişkisi sonucu oluşmaktadır (Dana, 1956).

Saptanan bu verilere göre, Emet yöresinde 150-200°C rezervuar sıcaklığına sahip bir jeotermal akışkanın varlığından söz edilebilir.

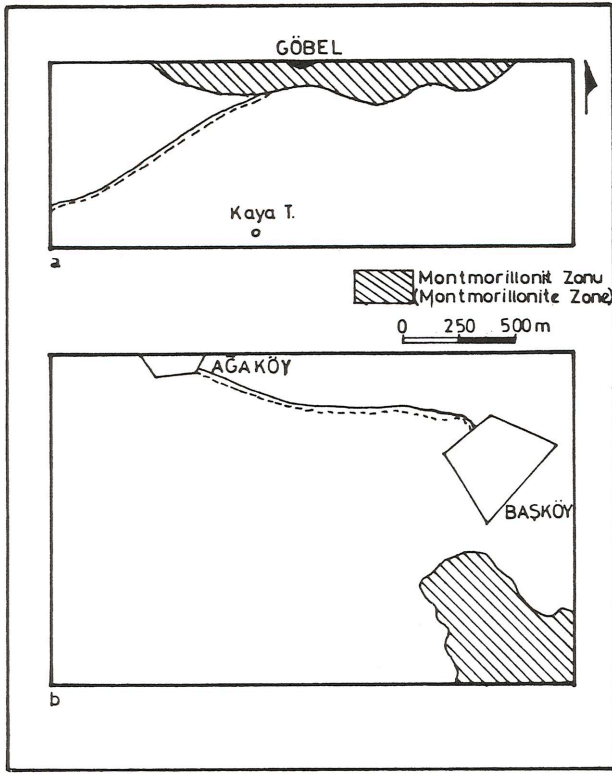
Kütahya-Ilıca Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları

Kütahya-Ilıca Yöresinin Hidrotermal Alterasyon Zonları: Bu yörede, genç epirojenik hareketlerle oluşmuş fay sistemleri etkin durumdadır. Sahada en önemli kırık ve fay doğrultuları NW-SE dur (Erdoğan, 1971). Bu ana doğrultuları paralel konumlu çatlaklarda ilis dolguları dikkati çekmektedir. Neojen yaşlı bazaltlarla Kretase yaşlı kireçtaşlarının gözleendiği yörede Silisifiye ve Montmorillonit zonları saptanmıştır. (Şekil 7)

Silisifiye Zon: Kretase yaşlı kireçtaşı ile jeotermal akışkanın etkileşimi sonucu oluşan bu zonda; Kuvars-Kalsit-Dolomit mineral parajenezi saptanmıştır. Yapılan jeokimyasal analizlere göre SiO₂ içeriği % 5.12 - % 94.95 arasında değişmektedir.

Montmorillonit Zonu: Yöredeki bazalt ile diğer birimler arasında gözlenen bu zonda Montmorillonit-Dolomit-Feldispat-Kalsit mineral parajenezi saptanmıştır.

Saptanan bu verilere göre Kütahya-Ilıca yöresinde 100-160°C rezervuar sıcaklığına sahip bir jeotermal akış-



Şekil 5 : Göbel ve Başköy yörelerinin hidrotermal alterasyon zon haritası (a. Göbel, b. Başköy)
 Figure 5 : Hydrothermal alteration map of Göbel and Başköy (a. Göbel, b. Başköy).

kanın varlığından söz edilebilir.

Hidrotermal alterasyon zonlarının dağılımlarına göre Simav yöresinde gözlenen formasyonların durumuna bakacak olursak;

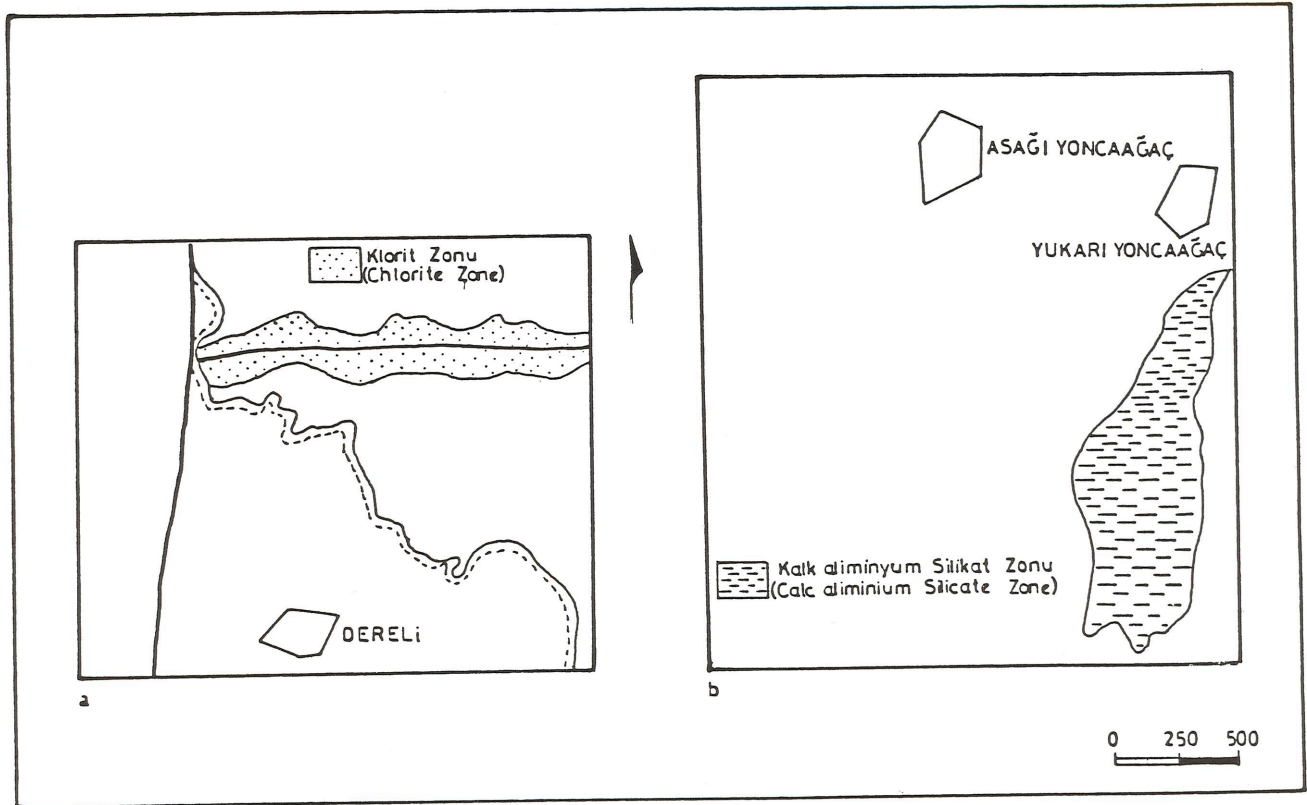
Naşa Bazaltı	Montmorillonit Zonu
Taşbaşı Formasyonu	Montmorillonit Zonu
Eğrigöz Graniti	Montmorillonit-İllit Zonu
Abide Silisifiye K.taşı	Montmorillonit Zonu
Simav Metamorfikleri	Montmorillonit Zonunda

Bunlara ek olarak Emet yöresinde Civanadağ Tüfleri Kalk Aliminyum Silikat zonunda yer almaktadır.

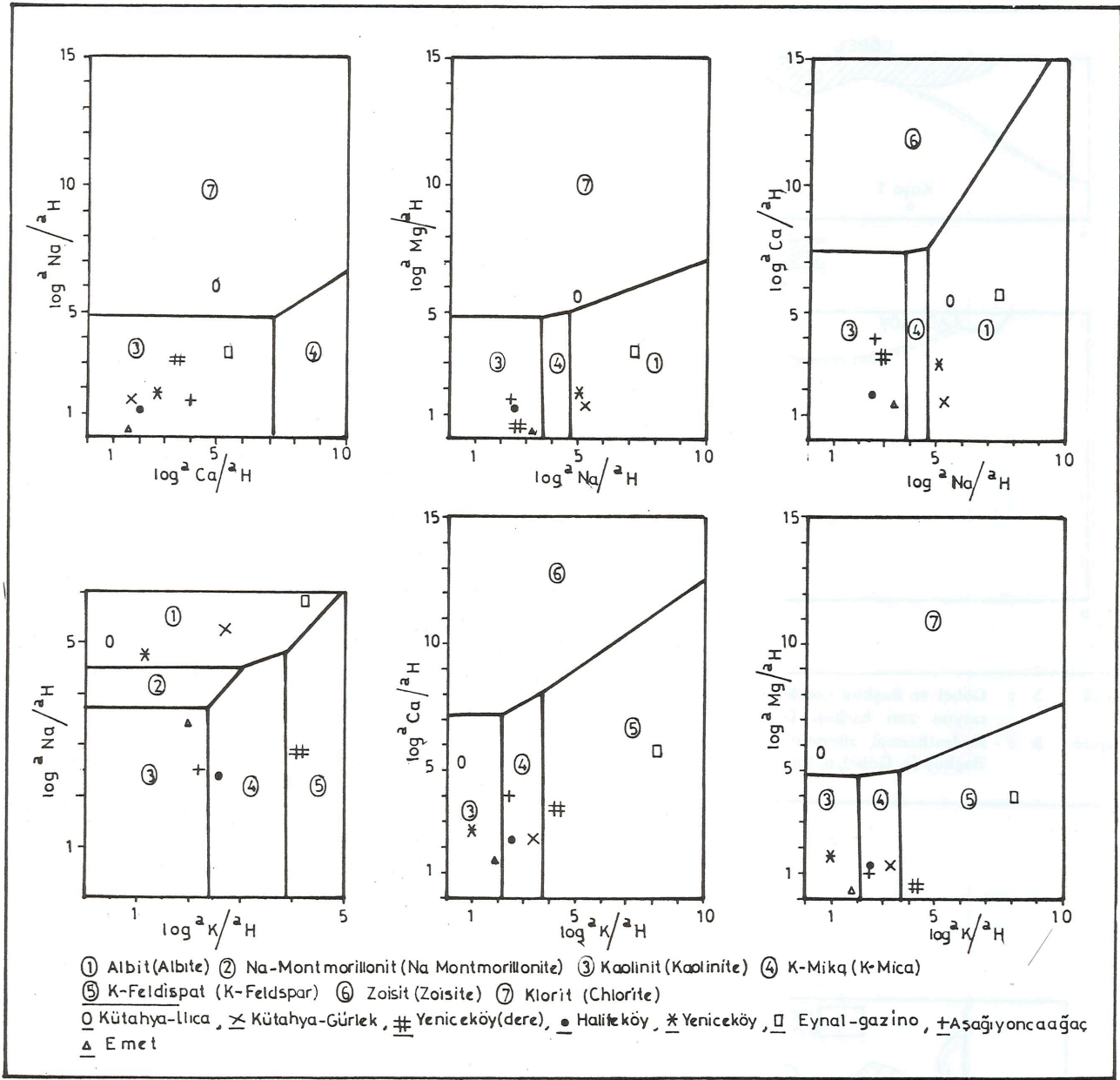
Bu durumda Eğrigöz Graniti ile Akdağ Volkanitlerinin bulunduğu seviyelerde yüksek sıcaklık indikatörü olan mineral parajenezine sahip hidrotermal alterasyon zonları gözlenmektedir.

KİMYASAL ANALİZLER

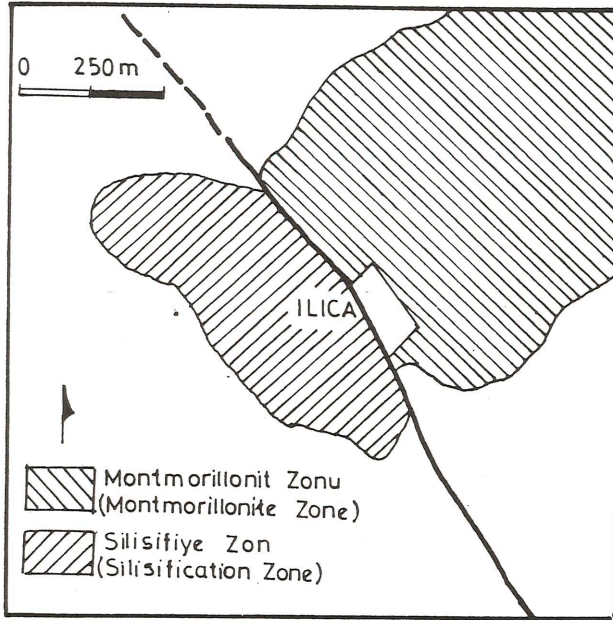
Sahadan 10 adet yüzeyden alınan kayaç örneğinin jeokimyasal analizleri yapılmıştır. Buna ek olarak, çalışma sahası içinde yer alan sıcak su kaynaklarının ve buhar çıkışlarının su kimyası analiz sonuçları kimya mühendisi Nazım Yıldırım'dan alınarak kare diyagramları çizilmiştir.



Şekil 6 : Dereli ve Aşağı Yoncağaç yörelerinin hidrotermal alterasyon zon haritası (a.Dereli, b.A. Yoncağaç).
 Figure 6 : Hydrothermal alteration map of Dereli and Aşağı Yoncağaç regions (a.Dereli, b.A. Yoncağaç).



Şekil 8 : Hidrojeokimyasal Kare diyagramlar.
 Figure 8 : Square diagram of hydrogeochemical.



Şekil 7 : Kütahya-Ilıca yöresinin hidrotermal alterasyon zon haritası.

Figure 7 : Hydrothermal alteration map of Kütahya-Ilıca region.

Jeokimyasal Analizler

Bu aşamada, örneklerin tam analizi yerine SiO_2 içeriklerine yönelik analizler yapılmıştır. Bölgesel olarak silisleşmenin egemen olması nedeni ile yapılan bu analizler, de SiO_2 değerleri % 1.66-% 94.95 arasında değişmektedir. Kütahya-Ilıca % 94.95'lik SiO_2 içeriği ile en yüksek silisleşmeyi gösterir. Bunu sırası ile, Simav-Abide (% 9.5), Simav-Eynal (% 55.07) ve Emet-Aşağı Yoncağağaç (% 20.95) ile izlemektedir (Şener, 1986).

Hidro-Jeokimyasal Analizler

Su kimyası analiz sonuçlarına göre; Na, K, H, Ca ve Mg iyonlarının bağıl değerlerinden gidilerek kare diyagramları çizilmiştir.

Şekil 8'de verilen bu diyagramlar gözönünde tutulduğunda; çalışma sahasında güncel aktivitelerini sürdüren kaynakların, altere kayaç mineral parajenezlerindeki minerallerle uygunluk göstermesi diğer çalışmaları destekler durumdadır.

SONUÇLAR

Bu çalışmalarda, Kütahya il sınırları içerisinde yer alan çalışma sahasında; Klorit-İllit-Montmorillonit, Kal-Alüminyum-Silikat ve Silisifiye zonlar saptanmıştır.

Zonların dağılımına göre çalışma sahasında genel olarak 100-230°C rezervuar sıcaklığına sahip bir jeotermal akışkanın varlığından söz edilebilir.

Sahanın tektonik yapısı N-S, NW-SE yönlü kuvvetlerle gelişmiş olup E-W uzanımlı ana hatlara diyagonal gelişen çatlak ve tali faylanmalar hidrotermal alterasyon için gerekli jeotermal akışkanın iletilmesinde önemli rol oynamıştır.

Yapılan çalışmalara göre, Eğrigöz Graniti ile Akdağ Volkanitlerinin bulunduğu seviyelerde yüksek sıcaklık indikatörü olan mineral parajenezlerine sahip hidrotermal alterasyon zonları gözlenmektedir.

KATKI BELİRLEME

Yazarlar, çalışma olanaklarını sağlayan Dr. M. Fahri Akkuş başta olmak üzere, gerekli kaynakları temin eden Dr. Şakir Şimşek, Şükrü Hakyemez, Bilge Erişen ve Nazım Yıldırım ile birlikte emeği geçen kişilere teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER:

- AKDENİZ, N. ve KONAK, N., 1979, Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi' MTA Raporu No: 6547.
- BAŞ, H., 1983, Domanıç-Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi: MTA Raporu No: 7293.
- BİNGÖL, E., 1975, Batı Anadolunun jeotektonik evrimi 'MTA Dergisi, No: 86, 14-34.
- BİNGÖL, E., 1977, Muratdağı Jeolojisi ve anakaya birimlerinin petrolojisi : TJK Bül. No: 20 (2), 13-66,
- DANA, EDWARD, J., 1956, Manual of Mineralogy: Hurlbut, Jr. 16 ed. 4 bs. Newyork.
- ERDOĞAN, E., 1971, Ilıca (Kütahya) kaplıca etüdü' MTA Raporu No: 4681.
- GEVREK, A.İ. ve ŞENER, M., 1985, Çanakkale-Tuzla jeotermal sahasının hidrotermal alterasyon zonları : MTA Raporu Baskıda).
- GEVREK, A.İ., ŞENER, M ve ERCAN, T., 1985, Çanakkale Tuzla jeotermal sahasının hidrotermal alterasyon zonları ve volkanik kayaçların petrolojisi. MTA Dergisi (Baskıda).
- YÜCEL, B., DEMİRCİ, S ve ÇOŞKUN, B., 1984, Simav yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları : MTA Raporu (Başkıda).