

BAKERİT ÜZERİNE BİR İNCELEME

Orhan BAYSAL

Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Bölümü, Ankara

ve

Erhan DİLEKÖZ

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara

ÖZET. — Sivas ilinin Gölcük yaylasında yapılan sondajlardan çıkan karotlarda *bakerit* mineraline rastlanmıştır. Bir Ca-B-silikat olan *bakerit*, diyabazpilit içinde ince damarlar halinde ve çok lokal olarak oluşmuştur. Numune mikroskobik, X ışınları difraksiyon, kimyasal ve diferansiyel termik analiz yöntemleriyle incelenmiştir.

Optik ve X ışınları difraksiyon özellikleri itibarıyla *bakerit*'in *datolit* ve *herderit* ile büyük bir benzerlik gösterdiği anlaşılmış ve bu üç mineralin mukayesesi yapılmıştır. Ayrıca literatürde farklı formüle edilmesi dikkate alınarak, elde edilen kimyasal bileşiminden formülü hesaplanmış ve $\text{Ca}_8\text{B}_{10}\text{Si}_6\text{O}_{35}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ şeklinde olduğu anlaşılmıştır.

GİRİŞ

Bir bazik Ca-B-silikat olan *bakerit*, daha önce muhtelif araştırmacılar tarafından Kaliforniya'dan, bilhassa Inyo, San Bernardino ve Los Angeles yörelerinden rapor edilmiştir (Giles, 1903; Kramer & Allen, 1956; Murdoch, 1962).

Burada incelenen *bakerit* numunesi ise, Etibank tarafından Sivas ili, Zara ilçesi, Şerefiye bucağına 15 km mesafedeki Gölcük yaylasında yapılan sondajlardan elde edilen karotlarda bulunmuştur (Dileküz & Çağatay, 1973). Söz konusu sondajlar bakır aramalarını öngörmekte ve halen devam etmektedir. Sondajlarla kesilen ana kayaç kısmen kloritleşmiş, epidotlaşmış ve silisleşmiş diyabazpilittir. Az miktarda kalkopirit, bornit, galenit ve pirit içeren kayaç, diyabazın Na-metasomatizmasına uğramasıyla oluşmuştur. Bu arada intersertal Struktur gösteren mikroçubuklar ve bunların aralarında serpilmiş mikrofenkristaller halindeki plajiyoklazlar albitleşmişlerdir. *Bakerit* diyabazpilitin içinde, kalınlıkları 1-5 mm arasında değişen ince damarlar şeklindedir ve lokal olarak oluşmuştur.

Bakerit hakkındaki literatür verilerinde farklılıklar ve eksikler mevcuttur. Bu, bir taraftan söz konusu mineralin son derece ince taneli kristal toplulukları halinde ve ender olarak bulunmasından, diğer taraftan ise *datolit*, *herderit* ile benzer optik ve strüktürel ilişkisinden ileri gelmektedir. Örneğin, bazı araştırmacılar inceledikleri *bakerit* kristalinin çok ince taneli olması nedeniyle n_y kırılma indisini ve 2V optik eksenler açısını ölçmemişler (Giles, 1903; Kramer & Allen, 1956); bazı araştırmacılar ise başka şekilde formüle etmişlerdir (Palache ve diğerleri, 1951). Aynı zamanda *bakerit*, *datolit* ve *herderit* e ait X ışınları difraksiyon verilerinin ve optik özelliklerin çok benzer olması da, bu üç mineralin birbirinden ayrılmasını çoğunlukla güçleştirmiştir. Bu nedenle, Şerefiye bucağı, Gölcük yaylasında bulunan *bakerit* numuneleri mikroskobik, X ışınları difraksiyon, kimyasal ve diferansiyel termik analiz yöntemleriyle ayrıntılı incelenmiş kimyasal formülü hesaplanarak kritik edilmiş ve benzeri minerallerle ilişkisi belirtilmeye çalışılmıştır.

MİKROSKOBİK İNCELENMESİ

Monoklinal kristalleşen *bakerit* in X ışınlarıyla tek kristal incelemesi Murdoch (1962) tarafından yapılmıştır. Elde edilen kristalografik veriler Tablo 1 de görülmektedir.

Tablo - 1

Bakeritin kristalografik verileri

Kristal sistemi: Monoklinal				Uzay grubu : $P2_1/c$		
$a_o : b_o : c_o = 0.6342:1:1.2632$				$\beta = 90^\circ 12'$		
Yüzey	Φ	ρ	Φ_2	$\rho_2=B$	C	A
(001)	$90^\circ 00'$	$0^\circ 12'$	$89^\circ 48'$	$90^\circ 00'$	—	$89^\circ 48'$
(110)	$57^\circ 37'$	$90^\circ 00'$	$0^\circ 00'$	$57^\circ 37'$	$89^\circ 59'$	$32^\circ 23'$
(012)	$0^\circ 19'$	$32^\circ 16'$	$89^\circ 48'$	$57^\circ 32'$	$32^\circ 09'$	$89^\circ 50'$
(111)	$-57^\circ 33'$	$66^\circ 59'$	$153^\circ 17'$	$60^\circ 24'$	$67^\circ 09'$	$140^\circ 57'$

Şerefiye bucağı Gölcük yaylasındaki diyabazspilitler içinde ince damar ve damarcıklar şeklinde bulunan *bakerit* oluşumları beyaz renkte, tıkHz kristal toplulukları halindedir. Kısa prizmatik, aynı zamanda da ince levhamsı bir habitusa sahip *bakerit* kristallerinin tane büyüklükleri 0.1-1.5 mm arasında değişmektedir. Levhamsı kristaller genellikle büyüktür. Bunların arasında ise daha küçük prizmatik kristaller yer almaktadır. Ksenomorf, kısmen de hipidiyomorf olan *bakerit* kristalleri belirgin yüzeylerden yoksundur. Murdoch (1962) tarafından belirtildiğine göre, kristali oluşturan en önemli yüzeyler (001), (111), (012), ender olarak da (110) dur. Fakat incelenen *bakerit* kristal yüzeylerinin kalitesi kötü olduğundan, bunları tanıma olanağı bulunamamıştır.

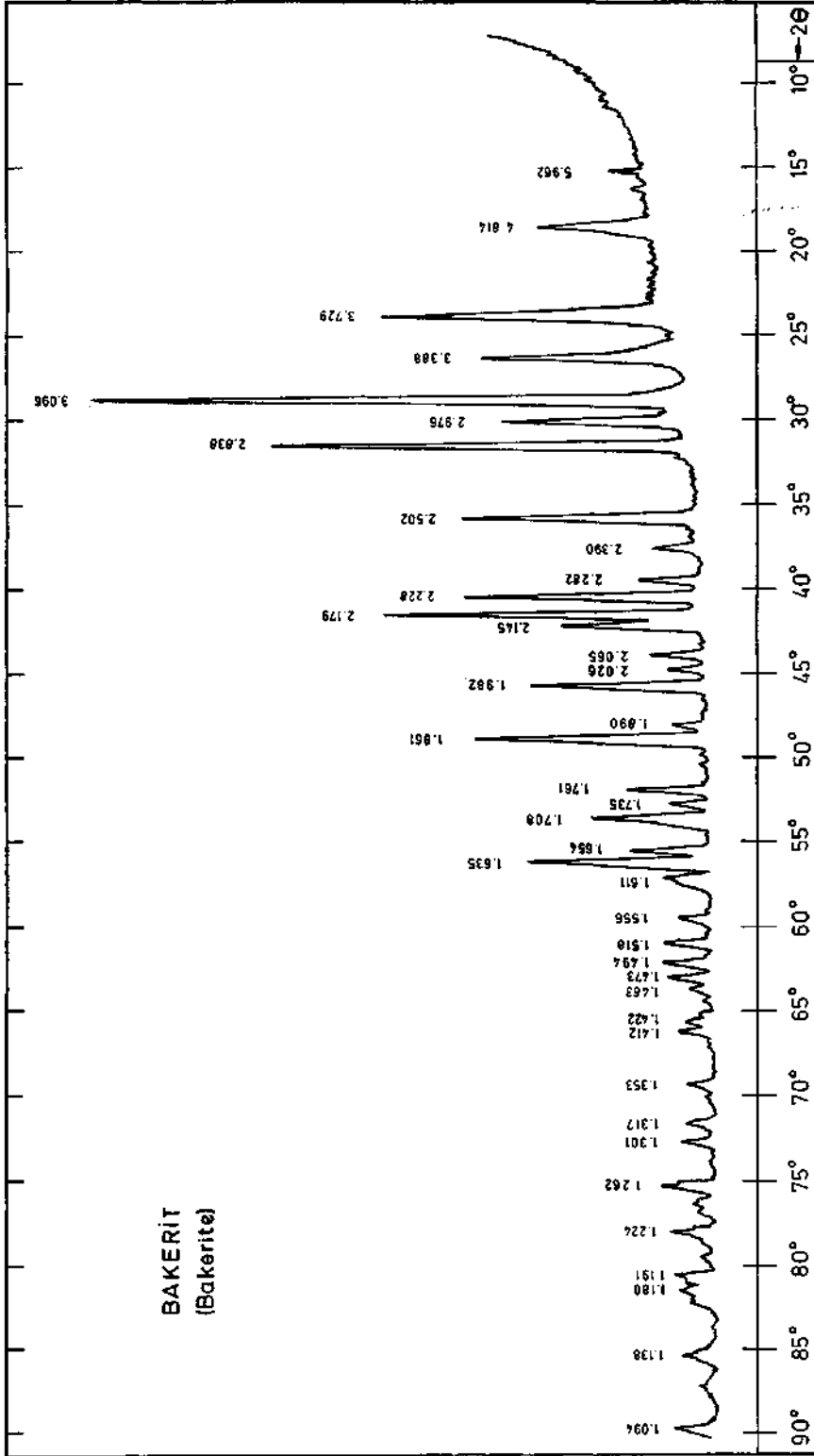
Mikroskop altında rensiz, şeffaf ve iki optik eksenli negatif karakterdeki *bakerit* kristallerinin optik özellikleri kontrol edilmiş, aynı zamanda ışığı kırma indisleri yağ-immersiyon yöntemiyle saptanmıştır. Gerek elde edilen bu veriler ve ileride belirtilecek X ışınları difraksiyon verileri, gerekse Murdoch (1962) tarafından saptanan kristalografik sonuçlar *bakerit* ile *datolit* ve *herderit* arasında sıkı bir ilişkinin mevcut olduğunu göstermiştir. Bir karşılaştırma olanağı sağlayabilme amacıyla, *bakerit* Q ait saptanan optik ve kristalografik verilerle birlikte *datolit* ve *herderit* e ait literatür verileri Tablo 2 de sunulmuştur. Saptadığımız optik veriler Kramer & Allen (1956) ve Murdoch (1962) tarafından elde edilen verilerle uyumluluk halindedir.

X IŞINLARI DİFRAKSIYON ANALİZİ

Bakerit kristalinin X ışınları toz difraksiyon analizi $Cu_{K\alpha}$ radyasyonu ve Ni-filtre kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen diyagram ve hesaplanan d-değerleri Şekil 1 ve Tablo 3 te görülmektedir.

Analizi yapılan *bakerit*'in, d-değerleri Kramer & Allen (1956) ve Murdoch (1962) tarafından bulunan değerlerle hemen hemen aynı olup, bunlarla mukayese olanağı vermektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi, *bakerit*, *datolit* ve *herderit* kristalleri arasında strüktürel açıdan sıkı bir ilişki mevcuttur. Bu nedenle, söz konusu üç kristale ait X ışınları difraksiyon verileri Tablo 3 te yan yana sunulmuştur. Tablodan da anlaşılacağı üzere, her üç kristale ait piklerin hem yerlerinde, hem

BAKERİT ÜZERİNE BİR İNCELEME



Şek. 1 - Bakerit kristalinin X ışınları toz difraksiyon diyagramı (radyasyon: $\text{CuK}\alpha$, filtre: nikel).

de şiddetlerinde büyük bir benzerlik mevcuttur. Dolayısıyla söz konusu kristallerin birbirlerinden ayrılmasında X ışınları difraksiyonu fazla bir olanak sağlamamaktadır. Bu durumda bunların sıhhatli tanınmaları için, yukarıda belirtilen optik özelliklerindeki küçük farkların saptanmasına paralel olarak, ayrıca kantitatif kimyasal analizlerinin yapılması mutlak gereklidir.

Tablo - 2
Bakerit, datolit, herderit kristallerinin kristalografik ve optik özellikleri

	<i>Bakerit</i> ¹	<i>Datolit</i> ²	<i>Herderit</i> ³
Kimyasal formülü	Ca ₈ B ₁₀ Si ₆ O ₃₅ 6H ₂ O	CaB (SiO ₄) (OH)	CaBe (PO ₄) (OH)
Kristal sistemi	Monoklinal	Monoklinal	Monoklinal
Uzay grubu	P2 ₁ /c	P2 ₁ /c	P2 ₁ /c
Kafes sabiteleri	a ₀	4.82 Å	4.63 Å
	b ₀	7.60 Å	7.62 Å
	c ₀	9.60 Å	9.64 Å
	β	90°12'	90°09'
a ₀ : b ₀ : c ₀	0.6342:1:1.2632	0.633:1:1.265	0.604:1:1.276
Işığı kırma indisleri	n _x	1.624 ± 0.002	1.626
	n _y	1.636 ± 0.002	1.6535
	n _z	1.654 ± 0.002	1.670
Çift-kırma	0.030 ± 0.002	0.044	0.029
2V	(-) 83°	(-) 74°	(-) 74°
Habitus	kısa prizmatik, ince levhamsı	kısa prizmatik	kısa prizmatik
Elongasyon	(+)	(-)	(-)
Dilinimlenme	Yok	Yok	(110)
İkizlenme	—	Yok	(100)

¹ Optik veriler bu incelemede saptanmış olup, kristalografik veriler Murdoch'tan (1962) alınmıştır.

² Veriler, Strunz (1936), Winchell & Winchell (1964), Deer ve diğerleri (1967); Palache ve diğerlerinden (1951) alınmıştır.

³ Veriler Strunz (1936), Schüller (1953), Murdoch'tan (1962) alınmıştır.

KİMYASAL ANALİZİ

Optik ve X ışınları difraksiyon verilerinin *datolit* ve *herderit* inkilerle benzer olması göz önünde tutularak, *bakerit* in ayrıca kimyasal analizi yapılmıştır (Tablo 4). Yapılan spektrometrik analizler ise, numunenin aynı zamanda % O.OX - 0.00% mertebesinde Cu, Pb, Mn, Ag içerdiğini ortaya çıkarmıştır.

Literatürde *bakerite* ait çok az sayıda kimyasal analiz mevcuttur. Bizim elde ettiğimiz kimyasal analiz sonuçları Giles (1903) ve Kramer & Allen (1956) tarafından verilen değerlerle uyumluluk halindedir. Söz konusu yazarlar *bakeriti* 8CaO.5B₂O₃.6SiO₂.6H₂O şeklinde formüle etmişlerdir. Buna karşılık Palache ve diğerleri (1951) tarafından verilen kimyasal analiz değerleri, dolayısıyla formül farklıdır. *Bakerit* ı Ca₄B₄(BO₄)(SiO₄)₃(OH)₃H₂O şeklinde formüle eden

Tablo - 3

Bakerit, datolit ve herderitin X ışınları toz difraksiyon verileri (rad.: $\text{CuK}\alpha$, filt.: Ni)

<i>Bakerit</i> ²		<i>Datolit</i> ²		<i>Herderit</i> ³	
<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>
5.962	4	5.94	1	5.99	2
4.814	18	4.84	2	4.77	2
3.729	45	3.75	5	3.79	3
—	—	—	—	3.65	1
3.388	30	3.42	3	3.43	5
—	—	—	—	3.33	1/2
3.096	100	3.12	10	3.14	10
2.976	28	2.98	4	3.00	6
2.838	70	2.86	7	2.86	8
—	—	—	—	2.75	1/2
2.502	40	2.52	5	2.55	6
2.390	8	2.41	1/2	2.40	1
2.282	10	2.30	1/2	2.34	3
2.228	38	2.246	6	2.26	5
2.179	50	2.19	5	2.20	7
2.145	25	2.15	2	2.11	1
2.065	10	2.072	1/2	2.05	1
2.026	7	2.03	1/2	—	—
1.982	30	1.996	3	2.00	4
—	—	—	—	1.957	1/2
1.890	6	1.896	1/2	—	—
1.861	35	1.869	4	1.880	4
1.761	12	1.768	1	1.781	4
1.735	8	1.744	1/2	1.749	1
1.708	20	1.715	2	1.722	3
1.654	12	1.665	1	1.664	1
1.635	30	1.639	4	1.650	5
1.611	7	1.614	1/2	—	—
1.556	5	1.558	1/2	1.573	1/2
1.518	8	1.524	1	—	—
1.494	8	—	—	—	—
1.473	7	1.480	1/2	—	—
1.463	5	1.466	1/2	1.465	1/2
—	—	—	—	1.443	1/2
1.422	5	1.427	1/2	—	—
1.412	7	1.416	1/2	1.419	1/2
1.353	6	—	—	—	—
1.317	7	—	—	—	—
1.301	8	—	—	—	—
1.262	12	—	—	—	—
1.224	10	—	—	—	—
1.191	8	—	—	—	—
1.180	7	—	—	—	—
1.138	8	—	—	—	—
1.094	10	—	—	—	—

¹ Bakerit: Şerefiye, Gölcük yaylası, Türkiye (O.B.).² Datolit: New Jersey, U.S.A. (Murdoch, 1962).³ Herderit: Topsham, Maine, U.S.A. (ASTM-kartı: 6-0338).

Palache ve diğerleri (1951), bu formülün *bakerit* in *datolit* ve *herderit* ile X ışınları toz difraksiyonlarınınca saptanan benzer strüktürel ilişkisine dayandığını ifade etmektedir. Bu formül ikiyle çarpılıp oksit formülü şeklinde yazılacak olursa, $8\text{CaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ elde edilmektedir. O halde her iki formül arasındaki fark yalnız su miktarındadır. Bunun için, *bakerit* in içermiş olduğu "(—) H_2O " nun 105°C nin üzerindeki sıcaklıklarda tutulabilme ihtimalinin ve bunun ısıtma süre-

siyle ilişkisinin kontrol edilmesi yararlı görülmüştür. Bu amaçla, numune bir taraftan etüvde 105°C sabit sıcaklıkta 3, 12 ve 24 saat ısıtılmış, diğer taraftan da 200°C de 1 saat ısıtılmıştır. Yapılan bütün bu ısıtma işlemlerinde elde edilen H₂O kayıplarının arasında önemli bir farkın olmadığı görülmüştür. O halde netice olarak söylenebilir ki, her iki formüldeki su farkı (–)H₂O dan ileri gelmemektedir.

Yukarıda belirtilen formüllerden birinde 40, diğesinde 41 oksijen bulunmaktadır. Onun için, Tablo 4 te görüldüğü üzere, elde edilen kimyasal analiz değerlerinden 40 ve 41 oksijen bazına göre *bakerit*'in ayrı ayrı kimyasal formülü hesaplanmıştır. Bu hesaplama göstermiştir ki, 41 oksijen bazına göre elde edilen katyon sayıları formülü çok daha iyi ifade etmektedir. Dolayısıyla *bakerit*, Kramer & Allen (1956) tarafından da belirtildiği gibi, Ca₈B₁₀Si₆O₃₅.6H₂O veya 8CaO.5B₂O₃.6SiO₂.6H₂O formülüne sahiptir.

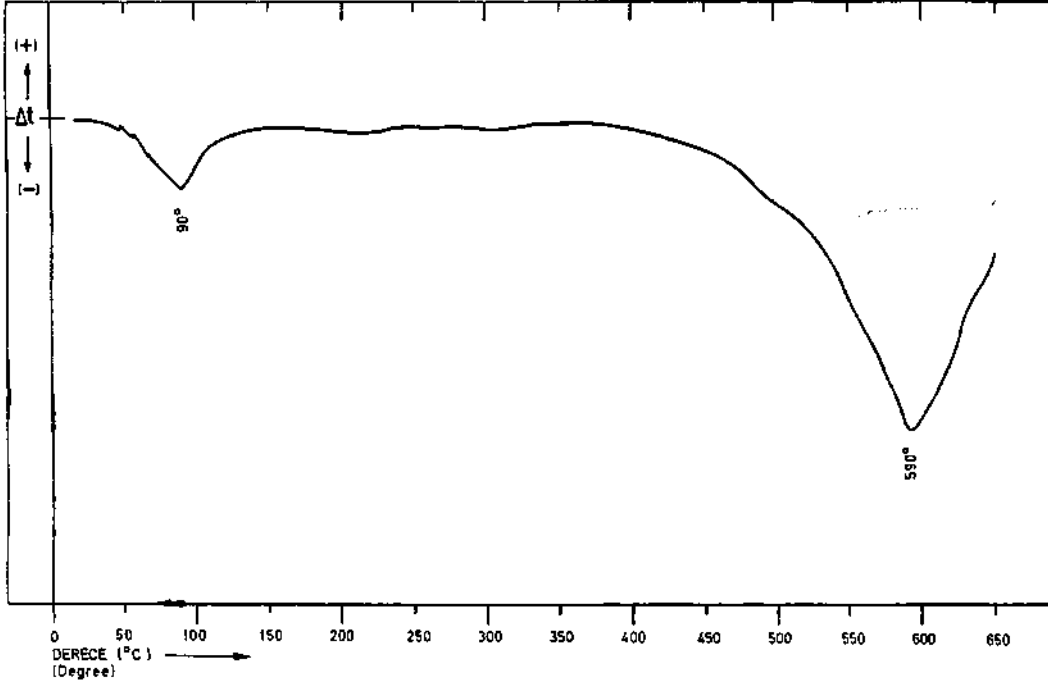
Tablo - 4
Bakeritin kimyasal bileşimi ve formülünün hesaplanması

	Ağırlık yüzdesi	Hesapl. yüzdesi	Mol. oranı	İyon sayısı (O)	İyon sayısı (kat.)	40 oksijen bazına göre katyon sayısı	41 oksijen bazına göre katyon sayısı
CaO	35.18	35.34	0.6302	0.6302	0.6302	Ca : 7.7760	Ca : 7.9701
MgO	0.12	0.12	0.0029	0.0029	0.0029	Mg : 0.0357	Mg : 0.0366
SrO	0.04	0.04	0.0004	0.0004	0.0004	Sr : 0.0049	Sr : 0.0051
B ₂ O ₃	27.42	27.54	0.3955	1.1865	0.7910	B : 9.7601	B : 10.0037
SiO ₂	28.24	28.36	0.4722	0.9444	0.4722	Si : 5.8264	Si : 5.9719
R ₂ O ₃	0.48	—	—	—	—	—	—
+ H ₂ O	8.56	8.60	0.4773	0.4773	0.9546	H : 11.7788	H : 11.9728
– H ₂ O	0.24	—	—	—	—	—	—
Toplam:	100.28						
(–)H ₂ O + R ₂ O ₃	– 0.72						
Toplam:	99.56	100.00					
Sonuç:							
B : 10.0037	} 8.0088	} Formül:	Ca ₈ B ₁₀ Si ₆ O ₃₅ .6H ₂ O veya 8CaO.5B ₂ O ₃ .6SiO ₂ .6H ₂ O				
Ca : 7.9701							
Mg : 0.0336							
Sr : 0.0051							
Si : 5.9719							
H : 11.9728							

DİFERANSİYEL TERMİK ANALİZİ

Diferansiyel termik analiz 10°/dakikalık sabit ısıtma hızı ile Al₂O₃ termik inert madde kullanılarak yapılmıştır. Analiz havada ve normal atmosfer basıncında 650°C ye kadar sürdürülmüştür (Şek. 2).

Şekil 2 deki DTA diyagramında da görüleceği üzere, *bakerit*, termik oldukça kararlı bir mineraldir ve 90°C de küçük bir endotermik reaksiyondan sonra 400-450°C ye kadar bu termik kararlılığını korumaktadır. 90°C de bünyedeki (–)H₂O verilmektedir. 590°C de ise, büyük bir endotermik reaksiyon mevcuttur ve bu *bakerit* için karakteristiktir. Diferansiyel termik analiz verileri de daha önce belirtilen ısıtma işlemlerinden saptanan sonuçları desteklemektedir. Şöyleki, *bakerit* 90-400°C arasında kayda değer miktarda su kaybetmemektedir. Ancak 400-450°C llerde başlayan endotermik reaksiyonla su kaybı başlamakta, bu reaksiyon ise 590°C de maksimuma ulaşmaktadır.



Şek. 2 - Bakerit kristalinin diferansiyel termik analiz diyagramı
(ısıtma hm : 10°/dakika; termik inert madde: Al_2O_3).

OLUŞUMU

Gerek yeterli arazi verilerinin olmaması, gerekse yöredeki kayaç ve mineralleşmelerin ayrıntılı incelenmemesi nedeniyle, *bakerit*'in oluşumu hakkında kesin bir fikir yürütme olanağımız yoktur. Bununla beraber, incelediğimiz birkaç numuneden elde edilen verilerin ışığı altında probleme yaklaşım olanağı mevcuttur. Şöyleki, yörede Na-metasomatizmasıyla oluşmuş diyabazpilitler mevcuttur ve bunun içinde ince damarlar halinde *bakerite* rastlanmıştır. Ayrıca beraberinde *zeolit* (*natrolit*), *klorit*, *epidot*, opak mineral olarak da *kalkopirit*, *bornit*, *galenit* ve *pirit* gözlenmiştir. Dolayısıyla *bakerit*'in kayaçta Na-metasomatizmasına, yani albitleşmeye ve kısmî cevherleşmeye sebebiyet veren geç-magmatik çözeltilerden teşekkül etmiş olması kuvvetle muhtemeldir. Cevher minerallerine göre, bu çözeltiler hidrotermal evrenin artık çözeltileridir.

Yayına verildiği tarih, 3 mayıs 1974

KAYNAKLAR

- DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1967): An introduction to the rock-forming minerals. *William Clowes and Sons*, London, 528. p.
- DİLEKÖZ, E. & ÇAĞATAY, A. (1973): Mineralojik rapor. *M.T.A. Min. Rap.*, no. 825/7849 (yayınlanmamış), Ankara.
- GİLES, W.B. (1903): Bakerite (a new borosilicate of calcium) and howlite from California. *Mineral. Mag.*, 13, 353-355.
- KRAMER, H. & ALLEN, R.D. (1956): A restudy of hakerite, priceite, and veatchite. *Amer. Alin.*, 41, 689-700.

- MURDOCH, J. (1962): Bakerite crystals. *Amer. Min.*, 47, 919-923.
- PALACHE, C.; BERMAN, H. & FRONDEL, C. (1951): DANA's system mineralogy, 7th ed., vol. 2. New York-London. *John Wiley and Sons, Inc.*
- SCHÜLLER, A. (1953): Die Eligenschaften der Minerale II., Berlin., *Akademie Verlag.*
- STRUNZ, H. (1936): Datolith und Herderit. *Zeit. Kryst. (A)*, 93, 146-150.
- WINCHELL, A.N. & WINCHELL, H. (1964): Elements of optical mineralogy an introduction to microscopic Petrography, Part II. *Description of minerals.*- New York, *John Wiley and Sons, Inc.*, 551 p.