

AIKİNİT İLE BİZMUTİNİT ARASINDA TAM BİR KATI KARIŞIM OLABİLİR Mİ?

Ömer AKINCI

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Bulancak'taki (Giresun) sülfid damarlarının incelenmesi sırasında aikinit mineralinin varlığı elektron mikroprob analizleri, X ışınları yansıma örnekleri ve mikroskop çalışmalarıyla ortaya çıkarılmıştır. Çalışmalar sonucu örneklerdeki aikinitin teorik formülüne sahip olmadığı, aikinit-bizmutinit katı karışım serisi içinde yer aldığı görülmüştür.

Çalışmalarda, aikinit-bizmutinit arasında her oranda katı karışım olabileceği sonucuna varılmıştır.

GİRİŞ

Bulancak güneyinde Tekmezar-Darıköy yörelerindeki sülfid damarlarının jeolojisi, oluşum sıcaklıkları ve cevher getiren eriyiklerin tuzluluk ve yoğunlukları yazarın daha önceki çalışmalarına konu olmuştur (Akıncı, 1974; 1975; 1976a ; 1976b). Bu bölgedeki beş ayrı sülfid damarından toplanan örneklerin incelenmeleri sırasında aikinit grubu minerallerinin varlığı Türkiye'de ilk defa yazar tarafından saptanmıştır.

MİKROSKOPTA İNCELENEN MALZEME

İncelenen örneklerde, grimsi beyaz renkli anizotropik bir sülfosalt minerali olan aikinit ($Cu-PbBi_2S_3$) bu rengi ile galenitin renginden zorlukla ayırtlanabilmektedir. Sflerit ve pirit içinde yer aldığı zaman beyaz rengi donuklaşmakta ve anizotropisi de azalmaktadır. Bunun aksine kalkopirit ve dijenit içinde yer aldığı zaman pembemsi ve daha parlak olup, kuvvetli bir anizotropi göstermektedir. Yansıma çok renkliliği belirgindir. Tek yönlü olan dilinimi dijenit veya kovelin tarafından ornatıldığı zaman belirgin bir durumda görülmektedir. Uzamış, lata şekilli, prizmatik ve şekilsiz taneleri olağandır.

Çapraz nikol altında polarizasyon renkleri ianelerin yönlenmesine ve büyük bir olasılıkla bizmut içeriğine bağlı olarak koyu-parlak maviden parlak sarı-yeşil veya sarımsı yeşile doğru değişmektedir.

Prizma doğrultusunda yönlenmiş olarak kaba taneli bir dokuya sahip olup, bir örnekte kalkopirit ikiz lamelini kestiği de saptanmıştır.

İncelenen örneklerde aikinit tanelerinin olağan bir şekilde yuvarlanmış veya uzamış şekillerde kalkopirit içinde hapsolmuş olarak veya kalkopirit içine alınmış dijenitlerde adalar halinde bulunduğu görülmüştür (Foto 1).

Dijenitin dilinim düzlemleri boyunca aikiniti ornatığı görülmekte veya kendisi aikinit içinde lekeler halinde bulunmaktadır. Tennantitin aikiniti ornatığı, katettiği veya kuşattığı saptanmıştır. Çoğunlukla pirit ve markasit ile ilişkisi vardır. Piriti tane sınırları ve dilinim düzlemleri boyunca ornatmakta veya ornatma bir pirit kristalinin merkezinden başlayarak dilinim yönleri boyunca gelişebilmektedir (Foto 2).

Sfaleritin de ornatıldığı gözlenmiştir. Bir örnekte sfaleriti ornatan aikinitin kendisinin de fahlerz tarafından ornatıldığı saptanmıştır. Bazen de aikinitin limonit kütle içinde kalıntıları görülen kalkopirit ayrışmasından oluşmuş limonit-dijenit içbüyümesi içinde kuvars-fahlerz hududunu katettiği görülebilmektedir.

X IŞINLARI YANSIMA ÖRNEĞİ

Bileşimi daha önce elektron mikroskop ile saptanmış olan aikinit örneklerinden birinin birim hücre parametreleri, yazarın daha önceki yayınında (Akıncı, 1976b) açıkladığı yöntemle ölçülmüş olup, Peacock (1942) tarafından incelenmiş olan Berezovsk aikiniti değerleri ile uyumluluk göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1 - Bulancak ve Berezovsk aikinitlerinin birim hücre parametreleri ve yoğunlukları

| <i>Bulancak</i> | | <i>Berezovsk (Rusya)</i> |
|------------------------|-----------------|--------------------------|
| a = 11.297 | A° | 11.30 |
| b = 11.654 | A° | 11.64 |
| c = 4.061 | A° | 4.00 |
| Hacim = 534.65 | A° ₃ | p ölçülmüş = 7.08 |
| Hesaplanmış = p = 7.66 | | p hesaplanmış = 7.22 |

Yansıma örneğinin ayrıntıları Tablo 2 de verilmiştir.

Peacock (1942), Berezovsk aikinitinin d—2.36 A° de bir yansıma verdiğini, bunun mineral içindeki herhangi bir düzlem takımını yansımadığını, oysa aikinitle birlikte bulunabilen altının böyle bir yansıma örneğine sahip olduğunu ve 2.36 A° deki yansımanın bundan ileri gelebileceğini belirtmiştir. Bununla beraber bu yansıma Tablo 2 de gösterilen tüm aikinitlerde görüldüğünden, yansımanın altından ileri geldiği düşünülemez. X ışınları yansıma örneği verilerinin bilgisayarla yapılan analizleri yansımanın 411 (hkl) düzleminden olduğunu göstermektedir.

Tablo 2 - Aikinitlerin X ışınları yansıma örneği

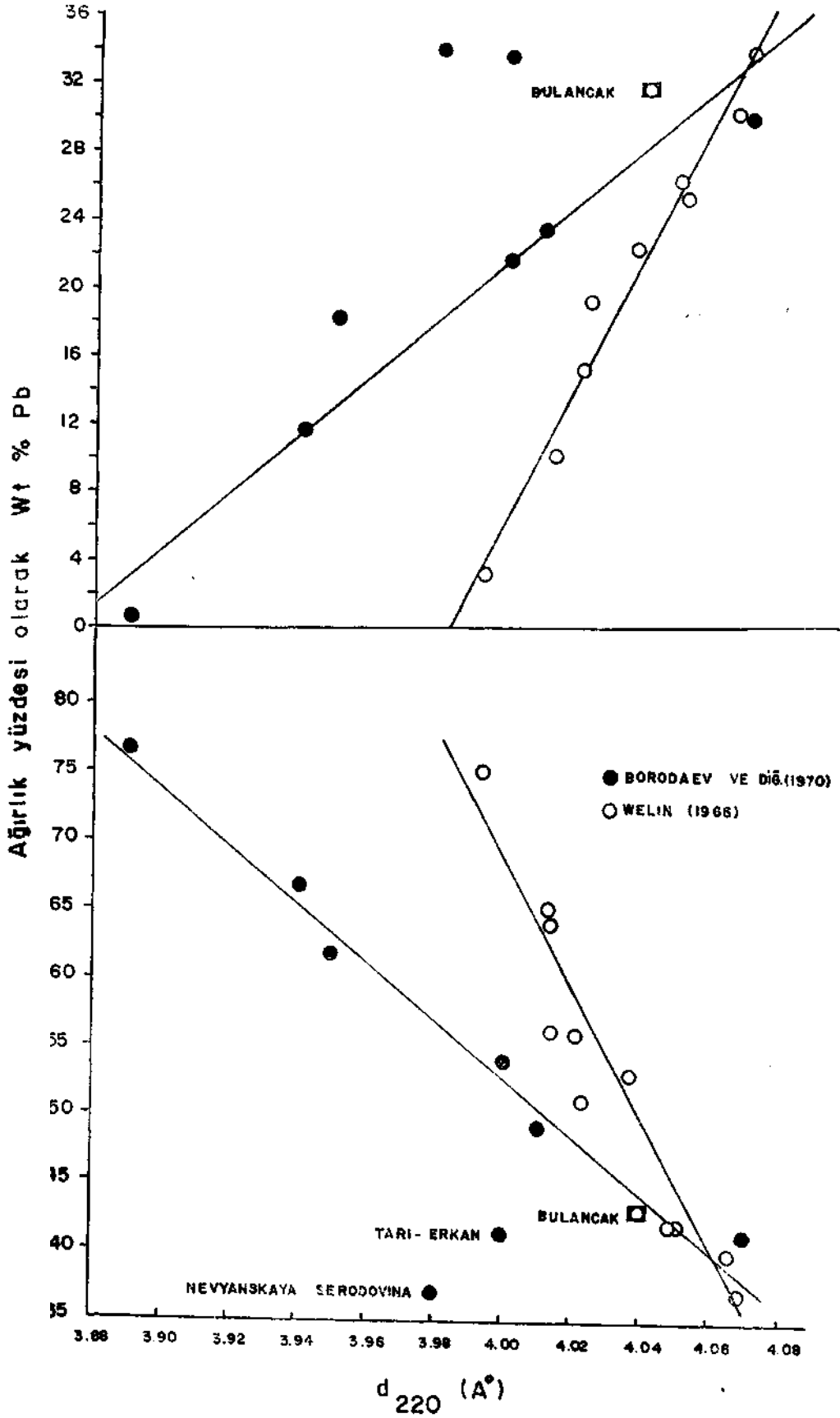
| <i>hkl*</i> | <i>Bulancak</i> | <i>Berezovsk (Rusya)¹</i> | <i>Dzhido (Rusya)²</i> | <i>Gladhammer (İsviç)³</i> |
|---------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 120 | 5.16 | — | 5.20 | — |
| — | — | — | — | 4.862 |
| — | — | — | 4.54 | — |
| 220 | 4.04 | 4.07 | 4.07 | 4.069 |
| 101, 011 | 3.80 | 3.77 | — | 3.82 |
| 130 | 3.66 | 3.67 | 3.66 | 3.716 |
| 111 | — | — | — | 3.626 |
| 310 | 3.59 | 3.58 | 3.58 | 3.600 |
| 021, 201 | 3.29 | — | — | 3.328 |
| 121 | — | 3.18 | 3.18 | 3.194 |
| 211, 320 | 3.170 | — | — | 3.171 |
| 040 | — | — | — | 2.915 |
| 221 | 2.856 | 2.88 | 2.85 | 2.87 |
| 140 | — | — | — | 2.84 |
| 410, 301 | 2.743 | 2.74 | 2.73 | 2.764 |
| 313, 330, 311 | 2.673 | 2.68 | 2.68 | 2.713 |
| 240 | 2.585 | 2.580 | 2.590 | 2.594 |
| 420 | — | 2.56 | 2.55 | 2.553 |
| 231, 321 | 2.498 | 2.510 | 2.510 | 2.513 |

Tablo - 2 (devama)

| hki* | Balanca | Berezovsk (Rusya) ¹ | Dzhido (Rusya) ² | Gladhammer (İsviçre) ³ |
|---------------|---------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 041 | — | — | 2.40 | — |
| 411 | 2.356 | 2.36 | 2.36 | 2.366 |
| 150, 340 | 2.301 | — | 2.30 | 2.314 |
| — | — | 2.27 | 2.27 | 2.278 |
| 510 | — | — | — | 2.25 |
| 241 | 2.174 | 2.17 | 2.190 | 2.183 |
| 250, 421 | 2.145 | 2.15 | 2.16 | 2.157 |
| 440, 051 | 2.015 | 2.02 | 2.03 | 2.024 |
| 431, 151 | 1.985 | 1.984 | 1.99 | 1.993 |
| 501, 151 | — | — | — | 1.979 |
| 530, 112, 511 | 1.9456 | 1.947 | 1.952 | 1.959 |
| 202, 600, 212 | 1.8778 | 1.883 | 1.888 | — |
| 441 | 1.8041 | 1.805 | — | — |
| 312, 351, 132 | 1.7638 | 1.766 | 1.766 | — |
| 360 | 1.7231 | — | 1.731 | — |
| 261 | 1.670 | — | 1.680 | — |
| 621, 042, 170 | 1.6369 | 1.648 | 1.647 | — |
| 270, 710 | 1.5919 | 1.593 | 1.598 | — |
| 720 | 1.5536 | — | 1.564 | — |
| 370, 342 | 1.5208 | 1.524 | 1.525 | — |
| 730, 461 | 1.4867 | 1.488 | 1.490 | — |
| 560 | 1.4697 | 1.475 | 1.478 | — |
| 721 | 1.4488 | — | 1.455 | — |
| — | — | — | 1.425 | — |
| 062 | 1.4017 | 1.406 | 1.417 | — |
| — | — | — | 1.395 | — |
| 651 | 1.3758 | 1.380 | 1.370 | — |
| 471 | 1.3518 | 1.354 | 1.345 | — |
| — | — | 1.330 | 1.323 | — |
| 632 | 1.300 | 1.302 | 1.295 | — |
| 840, 133 | 1.2688 | 1.271 | 2.265 | — |
| — | — | — | 1.241 | — |
| 481 | 1.232 | — | 1.232 | — |
| 413 | 1.2127 | 1.216 | 1.316 | — |
| — | — | — | 1.204 | — |
| — | — | — | 1.192 | — |
| 053, 472 | 1.1704 | 1.174 | 1.170 | — |
| 513 | 1.1546 | 1.158 | 1.157 | — |
| — | — | — | 1.138 | — |
| — | — | 1.123 | 1.125 | — |
| — | — | — | 1.120 | — |
| 603 | 1.0983 | — | — | — |
| 591 | 1.0815 | 1.083 | 1.084 | — |
| — | — | — | 1.078 | — |
| — | — | — | 1.069 | — |
| 690, 902 | 1.0661 | — | 1.0640 | — |
| 4.10.1 | 1.0467 | — | 1.049 | — |
| — | — | — | 1.041 | — |
| — | — | — | 1.031 | — |
| — | — | — | 1.027 | — |
| 723,1.11.1 | 1.0205 | 1.020 | 1.018 | — |
| — | — | — | 1.010 | — |
| — | — | — | 1.000 | — |
| 653 | 0.9928 | — | 0.992 | — |
| 183 | 0.9869 | 0.989 | 0.986 | — |
| 813, 971 | 0.9725 | 0.975 | — | — |
| 823,6.10.1 | 0.9613 | — | — | — |

¹Peacock, 1942.²Welin, 1966.³Welin, 1966.

* Yansımaların birkaç tanesi diğer çalışmacıların makalelerinden alınıp, listeye dahil edilmiştir.



Şek. 1 • Aikinit-bizmutinit katı karışım minerallerinde d_{220} (Å) değerleriyle Bi-Pb içerikleri arasındaki ilişki eğrisi.

Welin (1966), aikinit-bizmutinit minerallerinin 220 yansımasına ait d (A°) değerleri ile Pb içerikleri arasında bir çizgisel bağıntı olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağıntıyı araştırmak için İsveç (Gladhammar) ve Rusya aikinit örnekleri ile Bulancak aikinitinin d_{220} değerleri Pb ve Bi içeriklerine karşı izdüşürülmüştür (Şek. 1). Her iki elementte Borodaev ve diğerlerinin (1970) verdiği değerler kullanıldığında, Welin'in (1966) d_{220} değerlerine oranla daha iyi bir ilişki ortaya çıkmıştır. Yalnız Tari-Erkan ve Newyanskaya Seredovina (Rusya) aikinitleri için verilen değerler (Borodaev ve diğerleri, 1970) çizgiselliğe uymamıştır. Rusya ve İsveç aikinitlerinden elde edilen eğriler % 33.5 Pb değerinin karşılığı olan $4.07 A^\circ$ (d) değerinde kesişmektedirler, her iki eğri de bizmutinit alanına doğru birbirinden uzaklaşırlar. Zira her iki yazarın verdiği bizmutinit (d_{220}) değeri farklıdır.

ELEKTRON MİKROPROB ANALİZLERİ

Yazarın varlığını saptayabildiği beş adet aikinit örneğinin prob analizi yazarın daha önceki bir makalesinde (Akıncı, 1976b) açıklandığından yöntem tekrarlanmayacaktır.

Tablo 3 teki analizlere bakıldığında örneklerin teorik aikinit formülüne uymadığı, fakat aikinit-bizmutinit katı karışım serisinin daha çok aikinit ucuna yakın olduğu görülmektedir (Şek. 2).

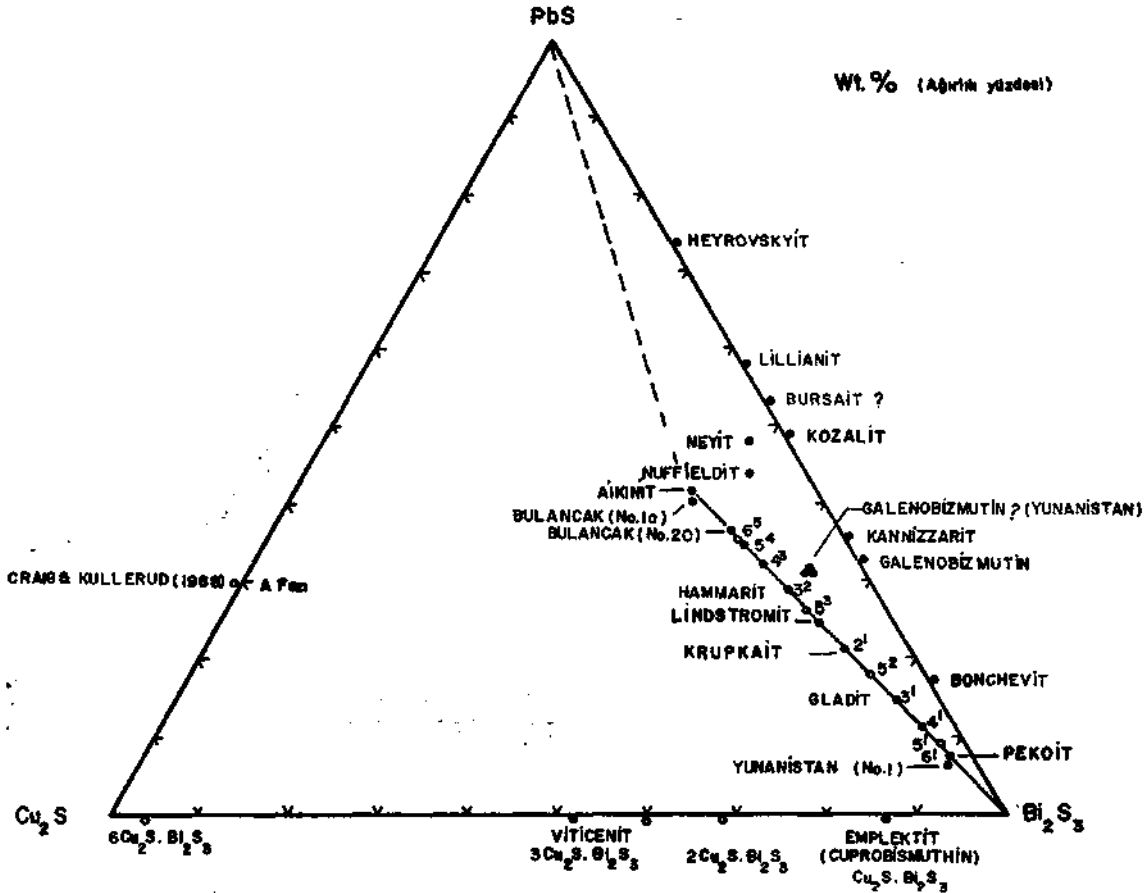
Tablo 3 - Bulancak aikinitlerinin elektron mikroprob analizleri

| | 1a | 1b | 20 | 25 | 50 | Teorik aikinit |
|-----------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Cu | 11.80 | 10.55 | 10.22 | 10.70 | 10.20 | 11.00 |
| Pb | 35.76 | 34.40 | 31.39 | 32.18 | 34.45 | 36.00 |
| Bi | 36.00 | 39.85 | 42.94 | 41.95 | 39.64 | 36.30 |
| Ag | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — |
| S | 16.20 | 15.40 | 15.75 | 15.83 | 16.27 | 16.70 |
| Toplam | 99.76 | 100.20 | 100.30 | 100.21 | 101.06 | 100.00 |
| 1a | Pb_{1.02} Cu_{1.10} Bi_{1.02} S₃ | | | | | |
| 1b | Pb_{1.03} Cu_{1.19} Bi_{1.03} S₃ | | | | | |
| 20 | Pb_{0.98} Cu_{1.25} Bi_{0.93} S₃ | | | | | |
| 25 | Pb_{0.97} Cu_{1.22} Bi_{0.96} S₃ | | | | | |
| 50 | Pb_{1.0} Cu_{1.10} Bi_{0.98} S₃ | | | | | |
| Teorik PbCuBiS₃ | | | | | | |

AİKİNİT - BİZMUTİNİT KATI KARIŞIM SERİSİNİN İRDELENMESİ

Bizmut mineralleri bilinen sülfosaltların % 20 sini oluşturmalarına rağmen, diğer sülfosalt gruplarından daha az ilgi çekmiştir. Aikinitin varlığı 1800 yıllarından beri bilinmektedir (Mohs, 1803), ancak yakın zamanlarda bizmut sülfosaltlarının kristal kimyası üzerinde çalışmalar yapılmaya başlanmasıyla bu mineral önem kazanmıştır. Yapısı üzerinde yapılan çalışmalarla metal atomlarının yeri hemen hemen saptanmıştır (Peacock, 1942; Wickman, 1953). Bununla beraber kükürt atomlarının gerçek koordinatları yakın zamanlarda Kohatsu ve Wuensch (1971) tarafından Berezovsk'dan (Rusya) elde edilen bir aikinit kristali kullanılarak saptanabilmiştir. Bulancak dışında aikinitin varlığı bilinen diğer yerler arasında Rusya (Berezovsk, Dzhido), İsveç (Gladhammar), Grönland (Karup-Moller, 1973), Yunanistan (Nicolau & Hakli, 1970) ve İngiltere (Kingsburry & Hartley, 1953) bulunmaktadır.

Aikinit ve bizmutinitin kristal şebekesi düzeninin (space group) ve birim hücre büyüklüğünün (cell dimension) benzerliği nedeniyle Peacock (1942) ve Padera (1955), aikinit-bizmutinit katı karışım çizgisinin ortasına isabet eden mineral grubu için rezbanyit deyiminin kullanılmasını önermişlerdir. Bu çizgi üzerinde gladit, hammarit ve lindstromit gibi mineraller yer almaktadır (Şek. 2). Bu çizginin ortasında $Pb_3Cu_3Bi_7S_{15}$ bileşimli diğer bir mineral yakın zamanlarda Gladhammar (İsveç) yatağında, yukarıda adı geçen ortaç mineralleri incelerken yekpare kristaller üzerindeki X ışını çalışmalarını sürdürerek süper yapıların varlığını ortaya koyan Welin (1966) tarafından bulunmuştur. Ancak Mumme, Welin ve Wuench (1976) bunun krupkait olduğunu, rezbanyit için verilen bileşimin lindstromite karşılık gelmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır. Welin (*op.cit*) bizmutinit ile aikinit arasındaki katı karışımın devamlı olmadığı, ancak bazı bileşimlerin olabileceği sonucuna varmıştır. Ayrıca bu katı karışım serisi için bir sınıflama da önermiştir.



Şek. 2 - Bulancak yöresinde saptanan mineralleri de gösteren PbS-Cu₂S-Bi₂S₃ sistemi. Rakamlar, Moore (1967) sınıflamasındaki aikinit türevlerini göstermektedir. İçi dolu daireler doğada rastlanan bileşimlerdir.

Sınıflama Moore (1967) tarafından gerçekleştirilmiştir (Tablo 4). Aikinit kurşun bizmut yer değiştirmesinin bileşim yönünden ucu olarak düşünüldüğünden, şebeke yapısında bakırın yerleşebileceği, fazladan bir boşluk kalmamaktadır. Moore aikinitini serinin üç üyesi olarak alıp ortaç üyeleri Zⁿ aikinit şeklinde adlandırmaktadır ki burada n=x/4 olup, kurşun (yahut bakır) atomlarının Z den küçük asimetrik birim hücre içindeki miktarıdır; aikinitte Z=1, x=4, n=1 olduğundan gladit=3¹ aikinit, hammarit=3² aikinit adını almaktadır. Burada «Z», aikinitten türemiş minerallerin

birim hücre yapısını karakterize eden $\text{CuPb Bi}_{3z-x}\text{S}_{12z}$ genel formülü baz olmak üzere, $4Z > x$ koşulu ile sınırlı olan türevsel yapılar elde etmek için (a) eksen boyunca Pbnm yöneliminde, (b) ve (c) eksenlerinin büyüklüğü değişmeden, kaç tekrarlanma olduğunu göstermektedir ($a_0 = NX$ 11.115 Å olacak şekilde).

Bulancak aikmitlerinin analizleri, hiç olmazsa, ideal aikinite en çok yaklaşan Brezovsk aikiniti ile birlikte Dzhido aikiniti ve Moore (1967) tarafından hesaplanan 6^5 aikiniti arasında tam bir katı karışım olabileceğini ortaya koymaktadır. 20 numaralı örneğin analizi hemen hemen 6^5 aikinite eşdeğerdir (Tablo 4 e bkz).

Tablo 4 - Bileşimleri Bi_2S_3 , PbS , Cu_2S cinsinden moleküller yüzde olarak yeniden hesaplanan bizmutinit türevleri*

| Bileşimi | Zn | Bi_2S_3 | PbS | Cu_2S | Mineral | Bulunduğu yer |
|--|----------------|-------------------------|--------------|-----------------------|-------------|------------------|
| Bi_2S_3 | | 90.16 | 6.80 | 3.25 | Bizmutinit | |
| $\text{CuPbBi}_{11}\text{S}_{18}$ | 6 ₁ | 89.90 | 9.15 | 3.00 | Pekoit | Avustralya |
| $\text{CuPbBi}_9\text{S}_{15}$ | 5 ₁ | 87.85 | 9.15 | 3.75 | — | Teorik |
| $\text{CuPbBi}_5\text{S}_9$ | 4 ₁ | 85.15 | 12.95 | 4.65 | Gladit | Rusya |
| | | 80.10 | 14.90 | 5.00 | Gladit | Teorik |
| | | 79.33 | 14.32 | 5.75 | Gladit | Yunanistan |
| $\text{CuPb}_3\text{Bi}_3\text{S}_6$ | 2 ₁ | 71.30 | 21.30 | 7.40 | Krupkait | Avustralya |
| | | 73.82 | 19.50 | 7.40 | Krupkait | Rusya |
| $\text{Cu}_3\text{Pb}_3\text{Bi}_4\text{S}_{15}$ | 5 ₃ | 66.42 | 24.83 | 8.25 | Lindstromit | Dobşina |
| | | 65.60 | 25.40 | 9.00 | Lindstromit | Avustralya |
| $\text{Cu}_2\text{Pb}_2\text{Bi}_4\text{S}_9$ | 3 ₂ | 61.75 | 28.75 | 9.50 | Hammarit | Rusya |
| | | 60.27 | 25.79 | 9.61 | Hammarit | Teorik |
| $\text{Cu}_3\text{Pb}_3\text{Bi}_5\text{S}_{15}$ | 4 ₃ | 57.35 | 32.00 | 10.65 | — | Teorik |
| $\text{Cu}_4\text{Pb}_4\text{Bi}_6\text{S}_{15}$ | 5 ₄ | 54.75 | 34.00 | 11.25 | — | Teorik |
| $\text{Cu}_3\text{Pb}_3\text{Bi}_7\text{S}_{18}$ | 6 ₅ | 53.00 | 35.25 | 11.75 | — | Teorik |
| | | 52.82 | 35.00 | 12.77 | — | Bulancak no.20 |
| | | 51.60 | 35.88 | 12.75 | — | Bulancak no.25 |
| $\text{Cu}_2\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_6$ | | 49.00 | 38.80 | 13.20 | Aikinit | Bulancak no.1b |
| | | 48.76 | 38.41 | 13.37 | Aikinit | Bulancak no.50 |
| | | 44.28 | 39.87 | 14.75 | Aikinit | Bulancak no.1a |
| | | 45.15 | 40.85 | 14.00 | Teorik | Aikinit bileşimi |
| | | 46.13 | 38.02 | 15.25 | Aikinit | Dzhido |
| | | 41.62 | 41.58 | 13.62 | Aikinit | Berezovsk |

* Kimyasal bileşimler Welin (1966), Moore (1977), Mumme (1975), Mumme, Welin ve Wuench (1976).

Sentetik olarak hazırlanmış örnekler aracılığıyla Springer (1971), Bi_2S_3 (bizmutinit)- CuPbBiS_3 (aikinit) katı karışım serisinin üyelerini incelemiştir. Adı geçen yazarın x ışınları ve optik çalışmaları 300°C den yukarıya ergime ve yapısal parçalanma sıcaklıklarına kadar olan sınır içinde bizmutinit ve aikinit arasında tam bir katı karışım olabileceğini ortaya koymuştur. Oluşum sıcaklığı türevsel yapıların meydana gelmesini kontrol altında tutabilmektedir. Bununla beraber Springer (1971), muhtemelen laboratuvar koşullarındaki çabuk soğuma nedeniyle Welin (1966) tarafından doğal örneklerde gözlenen türevsel yapıları saptayamamıştır.

Yakın zamanlarda Yunanistan'da (Nicolaou & Hakli, 1970) keşfedilen aikinit - bizmutinit katı karışım serileri, 6^1 aikiniti ile (1 no.lı analiz) 5^3 aikiniti (6 no.lı analiz) arasında değişmektedir. Adı geçen yazarların makalelerinde analizi verilen galenobizmutit, Bi_2S_3 - PbS - CuPbBiS_8 üçgeninde (Şek. 2) izdüşürüldüğünde, hammarit ve kanizarit arasına düşmektedir. Sonuç olarak her ne kadar Welin (1966) «teorik olarak bizmutinit-aikinit serisinde her bileşim mümkündür... Sürekli bir katı karışım serisi yoktur» demekteyse de, bu çalışmada analizleri yapılan Bulancak doğal örnekleri her oranda katı karışım olabileceğini ortaya koymaktadır. Mumme, Welin ve Wuenck (1976), Z^n şeklindeki sınıflandırmanın da terk edilmesi gerektiğini belirtmektedir.

KATKI BELİRTME

Laboratuvar çalışmaları İngiltere'nin Durham Üniversitesi Jeoloji Bölümünde yapılmıştır. Yazar, bu laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını gördüğü Mr. R. Phillips, Dr. A. Peckett, Mr. R. Hardy'e teşekkürü bir borç bilir. Ayrıca metni okuyarak yerinde tetkik ve uyanlarda bulunan Hacettepe Üniversitesi öğretim görevlisi Sayın Dr. Salancı'ya ve M.T.A. Enstitüsünden Sayın Dr. T. Engin ve Sayın E. Arpat'a şükranlarını arz eder.

Yayına verildiği tarih, 17 ekim 1977

DEĞİNİLEN BELGELER

- AKINCI, ö. (1974): The geology and mineralogy of copper, lead, zinc sulphide veins from Bulancak, Turkey. Doktora tezi (yayınlanmamış). Durham Üniversitesi, İngiltere.
- (1975): Bulancak sfaleritlerinde eser element dağılımına ve renge etkiyen etmenler. *T.f.K. Bült.*, no. 18, sayı 1, s. 63-68, Ankara.
- (1976a): Bulancak güneyindeki sülfid damarlarında sıvı kapanım çalışması. *T.f.K. Bült.*, c. 19, sayı 1, s. 45-52, Ankara.
- (1976b): Bulancak'taki sülfid damarlarında keşfedilen betektinit minerali hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 86, Ankara.
- BORODAEV, Yu, S. ve diğerleri (1970): Isomorphous series of bismuthinite-aikinite. *West. Mosk. Univ. Ser. IV. Geol. no. 1*, 18-33.
- KARUP-MOLLER, S. (1973): A. gustavite-cosalite-galena bearing mineral suite from the cryolite deposit at Ivigrut, south Greenland. *Medd. Grönland*, 195, 5, 1-40.
- KINGSBURY, A.W.G. & HARTLEY, J. (1956): Cosalite and other lead sulphosalts at Grainsgill, Corrock Feel, Calbeck, Cumberland. *Min. Mag.*, 31, 296-300.
- KOHATSU, I. & WUENSCH, B.J. (1971): The crystal structure of aikinite, PbCuBiS_3 . *Acta Cryst.*, 327, 1245-1252.

- MOHS, F. (1804): Des Henin J.F. Null Mineralien-Kabinet, nach einem durchaus auf aussere kennzeichnem gegründeten Systeme geordnet. 38 ve. Vienna.
- MOORE, P.B. (1967): A dassification of sulfosalts structures derived from the structure of aikinite. *Am. Mineral.* 52, 1874-1876.
- MUMME, W.G. (1975): The Crystal structure of Krupkaite, $\text{CuPbBi}_3\text{S}_6$, from the June Mine at Tennant Greek, Northern Territory, Australia. *Am. Mineral.* 60,300-308.
- WELIN, E. & WUENCH, B.J. (1976): Crystal chemistry and proposed nomenclature for sulfosalts intermediate in the system bismuthinite-aikinite (Bi_2S_3 - CuPbBiS_3). *Am. Mineral.* 61, 15-20.
- NICOLAOU, M. & HAKLI, M.T.A. (1970): The presence of aikinite in the Aberdeen area of the Kirki Mine, Western Greece. *Bull. Geol. Soc. Finland*, 42, 53-55.
- PADERA, K. (1955): Beitrag zur revision der mineralien aus der gruppe von wismutglanz und aikinit. *Chemie der Erde*, 18, 14-18.
- PEACOCK, M.A. (1942): Studies of mineral sulfosalts: VI-Aikinite. *Univ. Toronto Studies, Geol. Ser.* 47, 63-69.
- SPRINGER, G. (1971): The synthetic solid-solution series Bi_2S_3 - BiCuPbS_3 (Bismuthinite - Aikinite). *Neues Jahrb. Mineral. Monatsh.* 1, 19-24.
- WELIN, E. (1966): Notes on the mineralogy of Swecden 5. Bismuth bearing sulphosalts from Gladhammar, a revision. *Arkiv Mineral. Geol.*, 4, 13, 377-386.
- WICKMAN, F.E. (1953): The crystal Structure of aikinite, CuPbBiS_3 . *Arkiv Mineral. Geol.*, 1, 501-507.



Foto 1 - Büyütlme X 100. Digenit (D) içinde adalar halinde bulunan aikinitin (A), kalkopirit (C) ve markasit (M) ile olan ilişkisi.

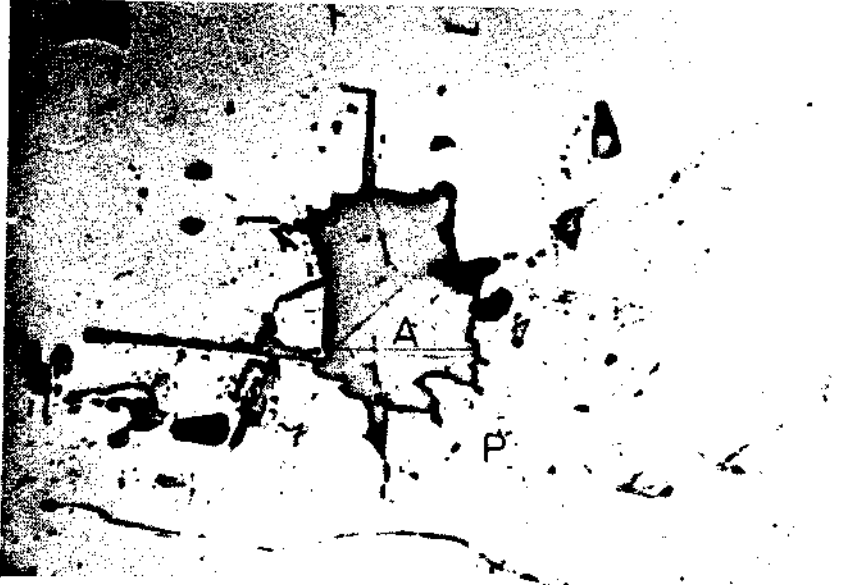


Foto 2 - Büyütlme X 100. Pirit (P) içinde aikinitin (A) dilinim yönünde gelişmesi.