

ALABAYIR TEPE GERSDORFİT VE ANABERJİT MİNERALLERİ HAKKINDA

Halil ARAL

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

GİRİŞ

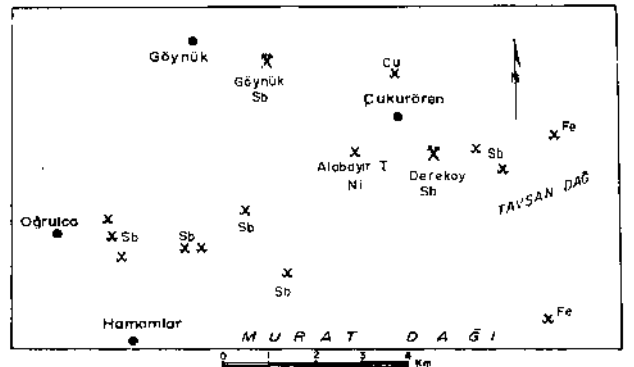
1968-1970 yılları arasında «Göynük-Çukurören bölgesinin jeoloji ve antimon yatakları» (Ref. 1) çalışılırken, silisifiye mermerler içinde o anda tayin edilemeyen bir sülfid ve yeşil renkli pulcuklar halinde bazı kristaller görülmüştür. Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve M.T.A. Enstitüsü laboratuvarlarında yapılan çalışmalar neticesinde bunların gersdorfit ve anaberjit oldukları tespit edilmiştir. Dünyada nadir bulunmaları bakımından Alabayır tepe gersdorfit ve anaberjitlerinin önemi büyüktür. Profesör J. Bernard'a göre (O.D.T.Ü.), bu muntazamlıkta anaberjit kristali çok enderdir. M.T.A. Enstitüsü Tabiat Tarihi Müzesinde teşhir edilmesi için numuneden ilgililere verilmiştir.

Kütahya ilinin Gediz ilçesinin 40 km doğusunda, Murat dağı'nın kuzey kesiminde ve Çukurören köyünün 1 km SW sında stibnitçe zengin bir saha içinde rastlanan bu zuhurun konumu Şekil 1 de görülmektedir.

Çalışmalara yön vermesi ve ilgilerinden dolayı Prof. J. Bernard'a ve X-ray grafiklerinin alınmasındaki yardımlarından dolayı M.T.A. Enstitüsünden Fizik Mühendisi Nurgün Güngör'e teşekkür ederim. Ayrıca, makalede gerekli düzeltmeleri yapan Prof. A. K. Snelgrove, Dr. Gültekin Elgin ve Dr. Orhan Akıman'a da teşekkür ederim.

GERSDORFİT (Ni, Fe, Co). AsS

Gersdorfit, serpantin ve yeşil kayalar (greenstones) üzerinde şapka gibi duran çok kırık ve çatlak silisifiye mermerler içindedir. Cevherleşme, jeod dolgusu görünümündeki kuvars kristallerinin replasmanı şeklindedir. Çevrede NW istikametti fayların kontrol ettiği antimon cevherleşmesi üzerine yapılan çalışmalarda, kuvars jeodlarını meydana getiren tektonik ve hidrotermal faaliyetin yaşı Miosen (belki Pliosen) olarak tespit edilmiştir (Ref. 1).



Şek. 1 - Alabayır tepe gersdorfit ve anaberjit mineralizasyonunun lokasyon haritası.

Gersdorfitin de aynı tip jeodlarda meydana gelmesi cevherleşmenin hidrotermal olduğunu ve aşağı yukarı stibnitle aynı zamanda meydana geldiğini göstermektedir.

Mikroskopta kuvars gangi içine serpilmiş küçük beyaz taneler halinde görülen gersdorfit, bazan zayıf anizotropi göstermesine rağmen genellikle izotropdur. (100) yüzeyine paralel dilinim izleri bariz şekilde görülmektedir (Mikrofoto 1).

Vickers mikrosertlik tayini

Mikrosertlik okumada prensip, mineralin bir noktasına elmas uçlu iğne ile belirli bir ağırlık bastırarak ve meydana gelen kare tabanlı Vickers piramidinin köşegenlerini ölçerek sertliğine tekabül edecek değeri tablodan (Ref. 8 veya Şek. 2) okumaktır. Vickers sertliği aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$VH \text{ (kg/mm}^2\text{)} = \frac{1854.4 \times P}{d^2}$$

P = tatbik edilen yük (gram)

d = ortalama köşegen uzunluğu, 0,001 mm olarak.

Parlak kesitin çeşitli yerlerine 100 gramlık ağırlık tatbik edilmiştir. Hâsıl olan piramidin tabanının köşegenleri ölçülmüş ve bunların ortalamasına tekabül eden VH (Vickers microhardness) değeri bulunmuştur. Buna göre:

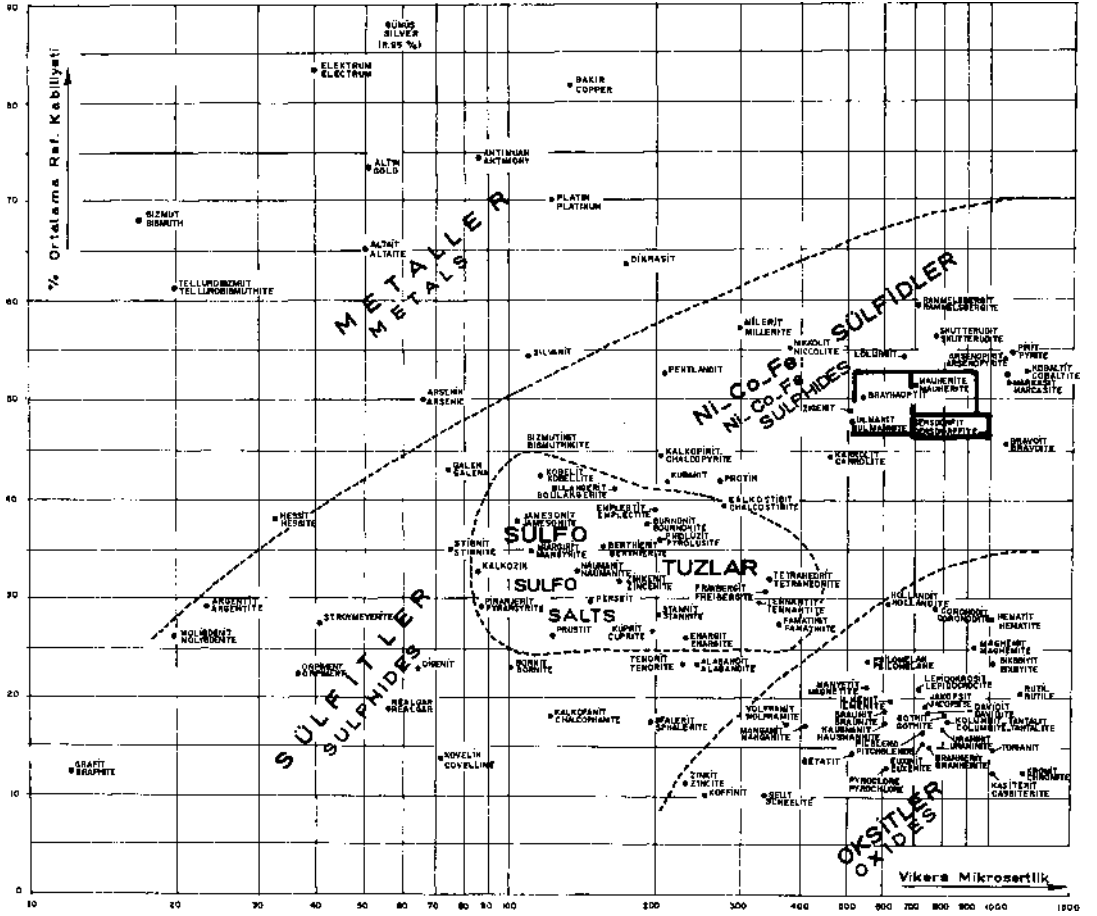
| | | | |
|-------------------|----------------|--------------------------|------------|
| Deney I : | Ağırlık | = 100 gr | |
| | 1. köşegen | = 196 Fillar mikro-ünite | } VH = 668 |
| | 2. köşegen | = 204 Fillar mikro-ünite | |
| Deney II : | Ağırlık | = 100 gr | |
| | 1. köşegen | = 175 Fillar mikro-ünite | } VH = 874 |
| | 2. köşegen | = 180 Fillar mikro-ünite | |

Bu iki deneyde görüldüğü gibi mineralin sertliği her yerde aynı değildir. Mineralin her yüzü için ekseriya değişik sertlik elde edilir. Ayrıca mineralin şekline, büyüklüğüne ve parlatma yüzeyinin düzgünlüğüne göre sertlik değişebilir. Bu sebepten tablo ve referanslarda VH değeri bir limit dahilinde, en az ve en yüksek değer olarak verilir. Ref. 9 a göre gersdorfit için bu limit 520-907 dir. Bulunan 668 ve 847 değerleri görüldüğü gibi bu limit içindedir.

Refleksiyon kabiliyetinin tayini

Refleksiyon kabiliyetinin ölçülmesinde prensip, refleksiyon kabiliyeti bilinmeyen bir numunenin, reflektivitesi katı olarak bilinen bir standartla mukayesesidir. Maden mikroskopu altında önce standart, sonra bilinmeyen ve daha sonra da yine standart yüzeyin reflektivitesi digital voltmetrede okunur. Standarta ait iki okumanın birbirine eşit olması lâzımdır. En sonra siyah bir yüzeyde okuma yapılır ve bu değer standart ve bilinmeyen numunenin değerinden çıkarılır. Genel olarak mat siyah yüzeyde okunan değerlerin sıfır olması lâzımdır. Standarta ait okumanın bilinmeyen reflektiviteye tekabül ettiği kabul edilip orantı yoluyla bilinmeyen numunenin refleksiyon kabiliyeti bulunur.

Gersdorfitle yapılan çalışmalarda 5150 Å lük yeşil monokromatik ışık ve tabii parlaklık yüzü 20 olan silikon karbit (SiC₂) standartı kullanılmıştır. Digital voltmetrede standart için % 20.7 değeri, gersdorfit için ise sırası ile çeşitli yerlerde



Şek. 2 - Sertlik ve refleksiyon kabiliyetine göre opak minerallerin dağılışı
(Bowie & Taylor, 1958).

% 46.3, 47.7, 47.6, 48.8, 48.5 değerleri okunmuştur. Bu okumalarda en iyi parlatılmış kısmın parlaklığı, 48.8 nazarı itibara alınmış ve standartla oranlanarak:

$$\frac{20.0}{48.8} \times 20.7$$

gersdorfitin parlaklığı % 47.1 olarak bulunmuştur.

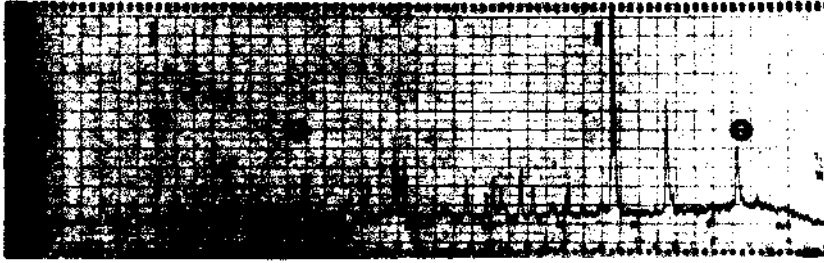
Numunenin iyi parlatılmaması ve mikroskopun optik hassasiyetine bağlı hatalar parlaklığın değerine tesir eden faktörlerdir. Parlaklık için Ref. 9 da verilen sınır % 47.5 ile % 53.0 arasındır.

X-ray difraksiyon

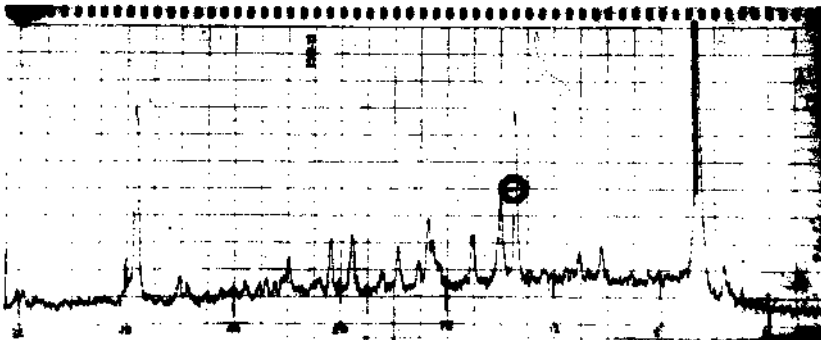
Maden mikroskobu ile gersdorfit olarak tayin edilen numune X-ray difraksiyon yoluyla tekrar incelenmiş ve gersdorfit olduğu açıkça belirlenmiştir. Mineralin kuvars gangı içinde dissemine halde bulunması nedeniyle numune hazırlanışı sırasında kuvars gangından arınamamıştır. Bu sebeple X-ray diyagramında kuvars pikleri görülmektedir. Grafikte ayrıca gersdorfitin oksitlenmesi ile meydana gelen anaberjit pikleri de tespit edilmiştir (Şek. 3).



Mikrofoto 1 - Sol üst köşede, (100) yüzeyine paralel dilinim gösteren gersdorfit, 495 X.



Şek. 3 - Otomatik olarak kaydedilmiş gersdorfitin difraksiyon diyagramı (grafığı).



Şek. 4 - Anaberjitin X-ray difraksiyon diyagramı.

X-ray difraksiyon çalışmaları Rieckermann-Seifert tip kamera ile Cu-K α radyasyon ve Ni filtre kullanılarak 40 kV, 20 mA de yapılmıştır. Çalışma şartı 1000 pulse, zaman konstantı 2, Geiger-Müller sayacının çalışma voltajı 1470 voltur. Elde edilen diyagram A.S.T.M. data kartlarından 10-470 no. 1, Green Hill, Sudbury, Ontario, Kanada'dan alınan numuneye ait değerlerle karşılaştırılmıştır (Tablo 1).

Tablo - 1

| Gersdorfit (Ni, Fe, Co). AsS | | | | | |
|--|---------|----------|---|---------|----|
| A.S.T.M. data kartı no. 10-470 ile verilen standart değerler. Ref: R. M. Thompson, Univ. British Columbia, Vancouver, Canada. | | | Şekil 3 teki grafikten ölçülen değerler. Ref: Alabayır tepe, Çukürören, Gediz. | | |
| dA° | I/I_1 | θ | dA° | I/I_1 | |
| 2.81 | 60 | 15.86 | 2.81 | | 16 |
| 2.51 | 90 | 17.80 | 2.51 | | 17 |
| 2.30 | 80 | 19.50 | 2.30 | | 13 |
| 1.994 | 30 | 22.65 | 1.99 | | 4 |
| 1.710 | 100 | 26.80 | 1.708 | | 10 |
| 1.629 | 20 | — | — | | — |
| 1.566 | 60 | — | — | | — |
| 1.508 | 70 | 30.50 | 1.51 | | 7 |
| 1.412 | 20 | — | — | | — |
| 1.372 | 5 | 34.00 | 1.377 | kuvars | 18 |
| 1.331 | 5 | — | — | | — |
| 1.296 | 10 | — | — | | — |
| 1.264 | 20 | — | — | | — |
| 1.233 | 40 | — | — | | — |
| 1.204 | 20 | — | — | | — |
| 1.157 | 30 | 42.00 | 1.15 | | 6 |
| 1.088 | 70 | 45.50 | 1.079 | | 6 |
| 1.051 | 40 | — | — | | — |
| 1.033 | 30 | — | — | | — |
| 1.001 | 60 | 49.50 | 1.01 | | 5 |

Numunede tespit edilen kuvars ve anaberjite ait değerler ise şöyledir:

| Anaberjit | | | |
|--------------------------|----------|------------------------|---------|
| dA° (A.S.T.M.) | θ | dA° (okunan) | I/I_1 |
| 7.82 | 5.63 | 7.85 | 6 |
| 6.58 | 6.70 | 6.60 | 28 |
| 4.33 | 10.20 | 4.35 | 10 |
| 3.18 | 14.00 | 3.18 | 6 |
| 2.97 | 15.10 | 2.956 | 6 |
| 2.43 | 18.35 | 2.44 | 25 |
| 1.96 | 23.10 | 1.96 | 13 |
| 1.66 | 27.60 | 1.66 | 14 |

| <i>Kuvars</i> | | | | |
|-----------------------|---------|----------|---------------------|----------------|
| dA° (A.S.T.M.) | I/I_1 | θ | dA° (okunan) | I/I_1 |
| 4.26 | 35 | 10.45 | 4.246 | 60 |
| 3.343 | 100 | 13.45 | 3.31 | 100 |
| 2.458 | 12 | 18.35 | 2.446 | 25 : anaberjit |
| 2.282 | 12 | 19.85 | 2.268 | 20 |
| 2.237 | 6 | 20.25 | 2.225 | 11 |
| 2.128 | 9 | 21.30 | 2.12 | 18 |
| 1.980 | 6 | — | — | — |
| 1.817 | 17 | 25.25 | 1.805 | 35 |
| 1.801 | (1 | — | — | — |
| 1.672 | 7 | — | — | — |
| 1.659 | 3 | 27.60 | 1.66 | 14 + anaberjit |
| 1.608 | (1 | — | — | — |
| 1.541 | 15 | 30.10 | 1.535 | 24 |
| 1.453 | 3 | 32.10 | 1.449 | 5 |
| 1.418 | (1 | — | — | — |
| 1.382 | 7 | — | — | — |
| 1.375 | 11 | 34.00 | 1.377 | 18 |
| 1.372 | 9 | — | — | — |
| 1.288 | 3 | — | — | — |
| 1.256 | 4 | 38.00 | 1.251 | 11 |

Görüldüğü gibi A.S.T.M. kartlarındaki dA° (Bragg kanununa göre, «hkl» ler arasındaki uzaklık) değerlerinin çoğu numunemizdeki değerlere tekabül etmektedir. Şiddetlerde (I/I_1) görülen uyumsuzluk ise esas olarak,

a) toz numunenin zaporlakla cam üzerine elle yapıştırılması ile birim hücrelerin (unit celi) oryante olması neticesinde, gerekli homojen mozaik yapının sağlanamamasından doğan hata ve

b) H açısının büyümesi ile meydana gelen hatalar sebebiyledir.

ANABERJİT ($Ni_3As_2O_3 \cdot 8H_2O$)

Gersdorfitte yakın yerlerde, kuvars kristalleri etrafında büyüklüğü 2 mm yi bulan elma yeşili renkli kristallerin yapılan spektrografik ve X-ray difraksiyon çalışmaları neticesinde anaberjit oldukları tespit edilmiştir.

Sekonder orijinli anaberjit gersdorfitin meteorik sular vasıtasıyla oksitlenmesi ile meydana gelmiştir. Kuvars jeodlarında, boyları 1 cm yi bulan kuvars kristallerinin arasını doldurur. Çok yumuşak olan kristaller (010) yüzeyine paralel muntazam tek yönlü dilinim gösterir ve kolayca pulcuklar halinde ayrılabilir. Hidro-

klorik asitte eridiği tespit edilmiştir. Dimetilgloksim ile yapılan testte koyu pembe renk elde edilmiştir. Polarize mikroskop altında renksizden çok açık yeşile giden hafif pleokroizma izlenmiştir.

Anaberjitli numunenin spektrografik analiz neticesinde yüksek Ni, Co, As, Fe, Si, Mg ve Mn değerleri tespit edilmiştir. Ni, As ve Co nün değerleri yanında tespit edilen diğer yüksek değerler muhtemelen numunenin hazırlanışı sırasında, gangdan tamamen aranamamasından ileri gelmektedir. Yapılan iki analiz neticesi Böyledir:

Tablo - 2

| Numune | Ag | Al | As | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Mg | Mn | Ni | Pb | Sb | Si | Tl | Zn | |
|--------|----|-------|-------|-----|---------|----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|--|
| I | ? | 2 | 3 | 0.5 | 3 | — | 2 | 3.5 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 | 1.5 | |
| II | ? | 2 | 4 | — | 3.5 | 3 | 2.5 | 4 | 4.5 | 3.5 | 5 | — | — | 5 | 2 | 1.5 | |
| İzah : | | 4.5-5 | | | % 10 | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | | | % 5 | | | | | | | | | | | | |
| | | 3.5 | | | % 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | | % 0.5 | | | | | | | | | | | | |
| | | 2.5 | | | % 0.1 | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | | % 0.05 | | | | | | | | | | | | |
| | | 1.5 | | | % 0.01 | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | | | % 0.005 | | | | | | | | | | | | |
| | | 0.5 | | | % 0.001 | | | | | | | | | | | | |

X-ray difraksiyon

X-ray difraksiyon tayini bir lam üzerine yapıştırılmış ince toz numuneye tek dalga boylu X - ışını gönderilerek yapılır. Lam, daire şekilli tablaya tespit edilmiş bir gonyometrenin ortasına, X-ray kaynağının karşısına konur. Kristallerden Bragg kanununa ($n\lambda = 2d \cdot \sin(-)$) göre yansıyan ışınlar tablanın kenarına tespit edilmiş bir sayaçla kaydedilir. Gonyometrenin dönme hızı, numune x derece dönerken yansıyan ışın 2x derece dönecek şekilde ayarlanmıştır. Sayaç ekseriya $20 = 4^\circ$ olarak başlanır ve 20 nin bütün değerleri için (176° ye kadar) okuma yapılabilir. Değerler sabit bir hızla dönen, üzerine milimetrik kâğıt raptedilmiş otomatik kaydedici tarafından zapt edilir ve neticede Şekil 4 te görülen diyagram elde edilir. Hız, milimetrik kâğıdın her birim uzunluğu $0 = 1^\circ$ ye tekabül edecek şekilde ayarlanmıştır.

Rieckermann-Seifert tip kamera ve gersdorfite tatbik edilen şartlar altında elde edilen X-ray diyagramında numunenin çok az yabancı madde ihtiva ettiği, hemen hemen anaberjite ait bütün pikleri verdiği görülür. Yabancı madde olarak

Tablo - 3

| <i>Anaberjit (Ni₃As₂O₈ · 8H₂O)</i> | | | | | |
|--|------------------------|--|--|------------|------------------------|
| <i>A.S.T.M. data kartı no, 11-625 ile verilen standart değerler. Ref: Nat. Bur. Standards Circ. 539 10 8 (1960).</i> | | | <i>Şekil 4 teki grafikten ölçülen değerler. Ref: Alabayır tepe, Çukurören, Gediz. M.T.A. Tabiat Tarihi Müzesi.</i> | | |
| <i>dA°</i> | <i>I/I₁</i> | | <i>θ</i> | <i>dA°</i> | <i>I/I₁</i> |
| 7.82 | 25 | | 5.65 | 7.82 | 13 |
| 6.58 | 100 | | 6.72 | 6.58 | 100 |
| 4.87 | 8 | | — | — | — |
| 4.33 | 20 | | 10.25 | 4.33 | 10 |
| 4.01 | 4 | | 11.00 | 4.00 | 10 |
| 3.86 | 4 | | — | — | — |
| 3.18 | 26 | | 14.00 | 3.18 | 30 |
| 2.98 | 30 | | 15.00 | 2.976 | 17 |
| 2.71 | 18 | | 16.50 | 2.71 | 15 |
| 2.67 | 14 | | 16.70 | 2.68 | 23 |
| 2.63 | 8 | | 17.05 | 2.627 | 9 |
| 2.52 | 8 | | 17.75 | 2.52 | 16 |
| 2.43 | 12 | | 18.45 | 2.43 | 9 |
| 2.29 | 12 | | 19.60 | 2.29 | 21 |
| 2.17 | 8 | | 20.80 | 2.169 | 7 |
| 2.06 | 6 | | 21.90 | 2.06 | 14 |
| 1.96 | 4 | | — | — | — |
| 1.93 | 4 | | — | — | — |
| 1.89 | 4 | | — | — | — |
| 1.66 | 6 | | 27.65 | 1.659 | 70 + kuvars |
| 1.64 | 7 | | — | — | — |

Numunede tespit edilen kuvars piklerinin değerleri ise şöyledir:

| <i>K u v a r s</i> | | | |
|-----------------------|-------------------|------------|------------------------|
| <i>dA° (A.S.T.M.)</i> | <i>θ (okunan)</i> | <i>dA°</i> | <i>I/I₁</i> |
| 3.343 | 13.45 | 3.31 | 60 |
| 2.237 | 20.40 | 2.209 | 20 |
| 1.983 | 22.85 | 1.983 | 6 |
| 1.659 | 27.65 | 1.659 | 70 |

numunede az miktarda kuvars tespit edilmiştir. Elde edilen diyagramın 11-625 no. lu A.S.T.M. data kartı ile karşılaştırılması Tablo 3 te gösterilmiştir.

Neşre verildiği tarih, 2 şubat 1971

R E F E R A N S L A R

- 1 — ARAL, Halil (1970) : Geology and antimony deposits of Göynük-Çukürören region-Gediz-Kütahya. *M. Sc. thesis. O.D.T.Ü. Kütüphanesi.*
- 2 — BASTIN, Edson (1931) : Criteria of age relations of minerals with polished Sections of ores. *Econ. Geol. Bul.*, vol 26, p. 561.
- 3 — BAYLISS, P. & STEPHENSON, N. G. (1967) : The crystal structure of gersdorffite. *Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society*, vol. 36, pp. 38-41.
- 4 — BOWIE, S. H. & TAYLOR, K. (1958) : A system of mineral identification,. *Mining Magazine*, London, vol. 99, pp. 265-267, 337-345.
- 5 — CULLITY, B. D. (1967) : Elements of X-ray diffracton. *Adison Wesley Co.*
- 6 — EDWARDS, A. B. (1947) : Textures of ore minerals and their significance. *Australian Inst. Min. Metali.*, Melbourne, p. 185.
- 7 — EUGENE, N. Cameron (1961) : Ore microscopy. *John Wiley and Sons, Inc.*
- 8 — Instruction hardness testing equipment book for M 73-74 microscopes. *Vickers Limited, York.*
- 9 — McLEOD, C. R. & CHAMBERLAIN, J. A. (1969) : Reflectivity and Vickers microhardness of ore minerals. *Geol. Survey of Canada*, paper 68-64.