

# EMET BORAT YATAKLARININ JEOLOJİK KONUMU VE MİNERALOGİSİ\*

O. Helvacı<sup>1</sup>H., Dip. Geol., M.Sc., Associate Member

B.J. Firman Ph, D., F.L.M.M., F.G.3,  
Nottingham Üniversitesi Jeoloji Bölümü, Nottingham/İngiltere

**ÖZ :** *Bu yamda Emet borat yatacmcmr nm, daha önce düşünöldüğünden daha yaş\* h ve mineralojik bakımdan daha karmaşık olduğı ve Orta Oligosen-de play a göllerin\* in çamurlarında oluştuğı gösterilmiştir, Bor mineralleri^ jeokimyasal farklılıklar gösteren iki sedimanier basende oluşmuş ve volkanik materyalden ürediğı anlatılan marn; volkanik tüfler ve killer ile arataba\* kalanmışlardm*

*! Bu yataklarda kolemanit egemendir, İ fakat diğer bor minerallerinden meyerhof\* ferii; uleksit tunelit<sub>β</sub> terujii<sub>β</sub> kahnit hid\* roborasii ve bir tür vğit de bulunmaktadır. Kalsit; jips, sölestifij elementer kükürt realgar ve orpiment borat olmayan ana minerallerdir, Kolemanitin oluşumu prob\* lemlidir\* Diğer yerlerden elde edilen veriler; kolemanitin<sub>β</sub> yataklar örtöldükten sonra uleksitin yerini alması veya inyoitin su kaybetmesi (dehidrasyonu) ile oluşabüecim belirtmektedir. Emet'te bu İM tip oluşum biçimini kesin olarak destekleyici hiçbir arazi verisi bulunmamıştır. Köle - manitin daha sonraki oluşumları^ damar lan ve boşlukları (jeodları) doldurmuş olarak ve kolemanit nodüllerine ipliksi kenarlar olarak bulunmaktadır. Diğer diyajeneiik değışimler, viçit veya hidro - borasit minerallerinin kısmı olarak köle manitin yerini almalarıdır, Kolemanit ayrıştığı mman, genellikle yerini titmmfte kalsit alır.*

*Remrvler boldur^ fakat hem sülfid<sub>β</sub> hem de borat fazlardaki arşen varlığı? cevher hamrlama sıramnda sorunlar yara- tabilir,*

**ABSTRACT** *rThe Emet borate deposits are shown to be older and mineral - ogically more complem than was previously ihoughtj and to have formed within the muds of play a lakes during the Middle Oligocène. The borate minerals formed in two geochemically distinct sedimentary basinsj and are inierbedded with mmls^ volcanic tuffs and days? which appear to have been derived mostly from a volcanic terrain.*

*Oolemanite predominates^ but other borates include meyerhofferite<sub>β</sub> ulemite<sub>β</sub> iunellite; teruggite, cahnite? hydroboraci « te and a form of veatchite. Calcitej gyp - sum; celesiie\* native sulphurj realgar and orpiment are the principal non-borates\* The genesis of colemanite is problematicaL Evidence form elsewhere suggests that it may form by replacement of ulecæite or by dehydration of inyoite after burial. At Emet<sub>β</sub> no field evidence has been found which unambiguously supports either mode of formation. Later generations of colemanite occur in vughs and veins j and as fibrous margins to colemanite nodules. Other diageniic changes include the par - Hal replacement of colemanite is often almost completely replaced by caleiie.*

*Reserves are ample, but the presence of arsenic in both the sulphide and borate phases can present problems during mine\* ml processing.*

Bu makale, «Geological setting and mineralogy of Emet borate deposits, Turkey» adıyla APPLIED EARTH SCIENCE dergisinin Vol. 85, 1976 sayısında, B 142-152 sayfa arafında yayınlanmış, daha sonra Türkiye'deki yayın hakkı yazarlar tarafından dergimize verilmiştir.

GİRİŞ : Emet borat yatakları, Batı Anadolu'nun bilinen borat yataklarının ortasında, Eskişehir ve Bigadiç borat bölgelerinin arasında bulunmaktadır (Şekil. 1). Bunlar, Gawlik (1956) tarafından, MTA Enstitüsü adına linyit yatakları araştırması yapılırken bir rastlantı sonucu bulunmuştur. Kaydedilen tek mineral, diğer Türkiye Borat yataklarından da genellikle bilinen Ca borat (kolemanit) idi (Gawlik, 1956; Melxner, 1952; 1953; Özpeker, 1969),

Türk Boraks Şirketi, ispey ve Kılılk saha\*

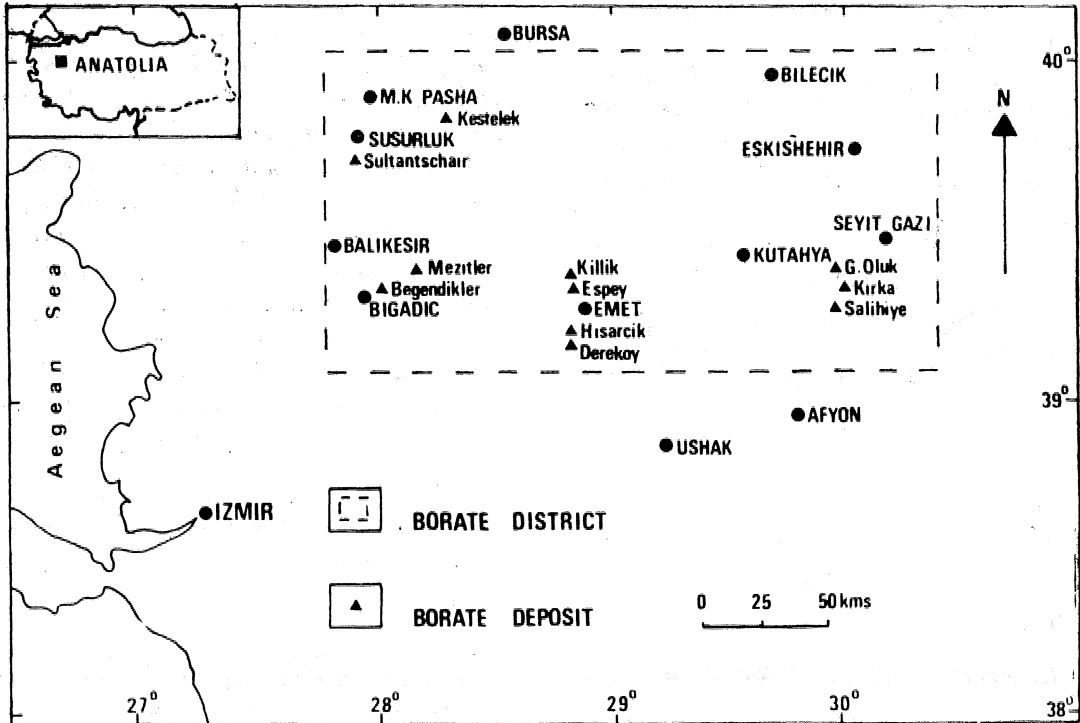
larında, 1956 yılından beri ocakları işletmektedir. İtibank adına 1958-1959 yıllarında M.T.A. Enstitüsü tarafından geniş bir araştırma sondaj programı Espey ve Hisarcık bölgelerinde ele alınmıştır.

Bu yataklar Hisarcık'ta açık işletme yöntemi ile ve Espey ve Kılılk'te ise gelecekte açık işletmeye dönüştürülecek olan yeraltı işletme yöntemleri ile işletilmektedir. Çizelge 3'te Emet bölgesindeki rezervler verilmiştir.

Çizelge 3 — Emet borat yataklarındaki bor minerallerinin rezervleri \ Borate minerals reserves in the Emet borate deposits.

| Lokasyon               | Görünür                | Rezervler (ton) |            | % Ort, Ağ, B2O3 | Mineraller Çizelge 3'e bakınız |
|------------------------|------------------------|-----------------|------------|-----------------|--------------------------------|
|                        |                        | Muhtemel        | Toplam     |                 |                                |
| Hamamköy (Etibank)     | Güvenilir değerler yok |                 |            |                 |                                |
| Hisarcık (Etibank)     | 7 175 440              | 5 125 804       | 12 938 282 | 43              | »                              |
| Espey (Etibank)        | 53 690 000             | 39 862 000      | 93 425 500 | 46              | »                              |
| Espey (Türk Boraks ŞJ) | 20 000                 | 640 000         | 660 000    | 49,5            | »                              |
| Kılılk (Türk B. Ş.)    | 181 900                | 2 379 000       | 2 560 900  | 45              | »                              |

\* Déferler, Etibank ve Türk Borata Şirketinin inisi ile yayımlanmıştır.



Şekil : 1 — Anadolu'daki borat bölgeleri Borate districts in Anatolia

Türkiye'de bilinen bütün borat yataklarını inceleyen türkçe bir makale (Özpeker, 1969), Emet Vadisi'nin jeolojisini anlatan tek yayındır. Bu makalede, Emet yataklarında bulunan boratlar ve diğer mineraller belirtilmektedir (Çizelge 2), Hisarcık yataklarında terujit mine» rail saptanmış ve kristal yapısı anlatılmıştır (Dal Negro, Kumbasar ve Ungaretti, 1973), Bundan sonra, yazarlardan biri (C.H.) meyhofferit, hidroborasit, viçlit, tunelit ve kahlit minerallerini bulmuştur,

Emet Vadisi'ndeki borat yatakları 1972 yılında yazarlardan biri (C.H.) tarafından ilk kez incelenmiş ve 1973 yılı yazında (C.H. v© R.J.F.) tarafından ve 1974 yılında (GHJ) tarafından ayrıntılı haritasını yapmak, örnekler toplamak ve gözlemler yapmak için ziyaret edilmiştir. Örneklerin çoğu Hisarcık bölgesi açık işletmesinden, Ispey ve Kılıç yeraltı işletmelerinden toplanmıştır. Sondaj sonuçları ve her iki şirketin araştırmaları yazarlara verilmiş» bütün ocaklara ve açık işletmelere serbestçe girebilmelerine olanak sağlanmıştır,

**YAŞ VE JEOLJİK KONUM :** Emet boratları, Gawlik (1956) ve Özpeker (1969) tarafından Neojen yaşlı olarak kabul edilmiştir. Yazarlardan biri (C.H.) tarafından toplanan fosiller, yatakların daha önce düşünüldüğünden daha yaşlı olduğunu belirtmektedir\* Boratları örten kireçtaşlarından alınan bazı ostrakodlar Bata (1976) tarafından incelenmiş ve şu türler saptanmıştır Candona (Psödoeandona) fertilis fertilis ve Erpetoorypris sp. Bu fosiller, Orta Oligosen acı ve tatlı su yataklarını göstermektedir.

Emet borat havza veya havzalarının çöktürmeleri üstten alta doğru aşağıdaki görsel istiftten oluşmaktadır:

Kil, marn ve çört tabakalı üst kireçtaşı (yaklaşık 400 metre kalınlığında);

Borat yataklarını kapsayan kil, tuf ve marn (0-100 metre kalınlığında);

Kömür ve jips bantları içeren konglomera kumtaşı, kii, marn ve kireçtaşı (kırmızı formasyon, yaklaşık 125 metre kalınlığında);

Marn ve tuf mercekleri içeren İnce tabakalı alt kireçtaşı (yaklaşık 150 metre kalınlığında),

Bu istif, mermer, mika şist, kalk-şist ve kiorit şistlerden oluşan Paleozoik (?) yaşlı metamorfik karmaşığın üzerine aşıl bir diskordansla oturur\*

Harita alanının dışında (Şekil 2) alt kireçtaşı ve taban metamorfik karmaşığı arasına taban konglomerası ve kumtaşı girer. Borat göllerindeki tortullar, sedimanter devirlerin açık kanıtlarıdır. Sedimantasyon, karbonatlarla başlar, tuf ve borat aratabakalı konglomera kumtaşı, kil ve marnlarla devam eder ve tekrar karbonata döner.

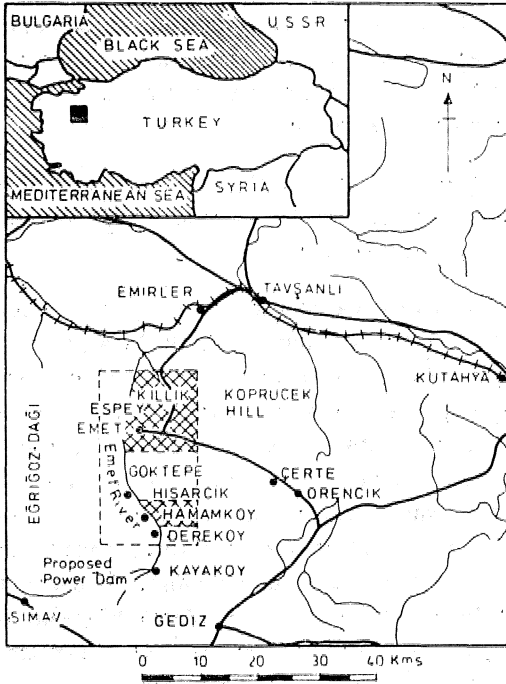
Şekil 3, Bankaya (Hisarcık yöresindeki kil ve tuf aratabakalı borat zonu İla üst kireçtaşı'nı göstermektedir.

Volkanik kayaların istifi ayrıntılı olarak saptanmıştır. Volkanik etkinlik Tersiyerin ilk aşamalarında başlamış ve en az Kuaterner'in başlangıcına dek sürmüştür. Gözlenen ilk lav akıntıları, riyoitlik, dasitik ve trakitik türlerdir, Bundan sonraki volkanizma trakiandezitik - andezitik karakterlidir. Bölgedeki son lav akıntıları ise, boratları içeren formasyondan daha genç olup olivince zengin andezitik bazaltlardır. Volkanik etkinlik, esas olarak bölgenin kuzeybatı ve güneybatı kesimlerinde oluşmuştur. Borat tiâvzalarındaki sedimanların çoğu volkanik materyelden türemiştir. Tersiyer sôdimanlarının kalınlığı yer yer değişir. Buna, muhtemelen birbirine zincirleme bağlı göllerdeki çökelme neden olmuştur. Toplam Tersiyer kalınlığı 750 metreyi geçer. Bor minerallerinin çökelme havzası kuzey - güney doğrultusunda uzanır ve Kocaçay'ın (Emet Nehri) doğu tarafında Dereköy'den kuzeye doğru, Killik'e kadar mostra verir, Şekil 4 ve 5, sırasıyla Hisarcık ve Espey bölgelerindeki borat zonlarının izopak haritalarıdır,

Orta Oligosen sedimanter formasyonları, kabaca Emet Nehri'ne paralel doğrultudadır. Tabaka eğimleri yataydan 10° ye kadar değişir ve çoğu hala aktif olan kuzeybatı - güneydoğu uzanımlı gravita fayları tarafından dislokasyona uğramıştır. Kuzeydoğu \* güneybatı

**Çizelge 1** — İm©t borat yataklarındaki mineraller (Özpekor, 1069)  
Minerals in the İtttt borate deposits.

| Mineralin adı | Formülü                 | lokasyonu                          |
|---------------|-------------------------|------------------------------------|
| Kolemanit     | $Ca^2B_4O_{10}H_2O$     | Espey, Göktepe, Hisarcık, Hamamköy |
| Uleksit       | $NaCaB_5O_9 \cdot H_2O$ | Göktepe, Hisarcık                  |
| Sölesfın      | $SrSO_4$                | Hisarcık                           |
| Realgar       | $As_2S_3$               | Hisarcık                           |
| Orpiment      | $As_2S_3$               | Hisarcık                           |
| Jips          | $CaSO_4 \cdot 2H_2O$    | Göktepe                            |
| Kalsit        | $CaCO_3$                | Espey, Göktepe, Hisarcık, Hamamköy |



**Şekil 1** — Emet borat bölgesinin buMuru haritası  
LoeaMty map of Emet borate district

üzammh gravite fayları» boratların çökelmesin» den sonra oluşmuştur. Fakat bunlar bugün ak« tif değillerdir, Bölgede egemen olan fay tipi, eğimieri 30° den düşeye kadar değişen normal faylardır, Ekonomik bakımdan zengin borat yataklarını içeren Espey - Killik ve Hisarcık bölgelerinin ayrıntılı jeolojisi, sırasıyla Şekil 6 ve 7 de verilmiştir.

Halen traverten ve kükürt çökelten termal kaynaklar, Emet Nehri'nin batısında aktif halindedir. 1970 Yılında, Gediz depremi sırasında, kuzeybatı - güneydoğu uzanımlı fayların hareketi ile yeni kaynaklar oluşmuştur. Bu kaynak-

lar, şimdi büyük miktarlarda bor ve arsen içermelerine karşın, boratların oluşumu sırasında benzer kaynakların önemli miktarda bor, arsen, kükürt ve muhtemelen kalsiyum ve stronsiyum ürettikleri anlaşılmaktadır.

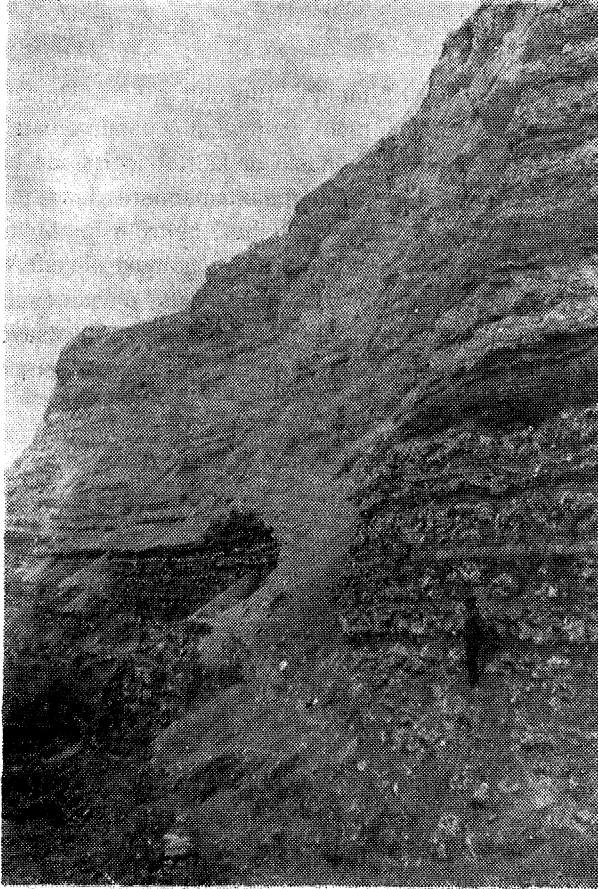
#### MİNERALOGİ :

Emet borat bölgesindeki gölse! çökeltilerden alınan boratlar ve diğer mineraller, standart toz ve yönlendirilmiş örnek tekniklerine sahip X-ışını difraksiyon analizlerinin doğrudan kaydedilmesi ile tayin edilmişlerdir. Tek kristal analizi gelişme halindedir ve viçit mineralinin tayini için kullanılmaktadır (Beevers ve Stewart, 1960; Braitsch, 1959),

Mineralojik incelemeler, borat yataklarını ilk düşünülenden çok daha karmaşık olduğunu göstermiştir. Bu çalışmamızda, daha önceki çalışmalarda kaydedilen minerallere ek olarak meyerhofferit, hidroborasit, viçit veya p-viçit (kanıtlanması gerekir), tunelit ve kahnit minerallerinin varlığı saptanmıştır. Uleksit, Espey ve Killik sahalarında bulunmuş, fakat Özpekor (1969) tarafından daha önce kaydedilen Göktepe ve Hisarcık yörelerinde görülmemiştir. Çizelge 3'te Emet yataklarında bu zamana kadar kaydedilen borat mineralleri sıralanmaktadır, Montmorillonit ve illit saptanan yegane kil minerali gruplarıdır; montmorillonit, İncelenen tüm örneklerde egemen kil mineralidir. Elementer kükürt ve arsen süfitler bölgenin tümünde borat zonunda bulunurlar. Boratlarla birlikte bulunan selenit ve ipliksi jips ise Göktepe ve Hisarcık yörelerinde gözlenmiştir.

## DOKUİAL VE JENİTİK İNCELEMİLİR :

Şekil 8 ve 9'da gösterildiği gibi borat zonu nundaki mineral toplulukları, istifteki değişik seviyelerde farklılıklar göstermektedir. Kuzey bölgesi (Espey - Killik) ve güney bölgesi (Hisarcık) arasındaki fark, yatakların ayrı, muhtemelen birbirine bağlı göllerde çöktüğünü belirleyecek kadar büyüktür. Gözlemlerimiz, meyerhofferit, uleksit, tunelit ve viçit mineralerinin kuzeydeki havzaya; terujit mineralinin ise güneydeki havzaya özgü olduğunu göstermektedir. Şekil 8 ve 9'un karşılaştırılmasıyla, kimyasal bakımdan, kuzeydeki kalın yataklarda, güneydeklere oranla Na-Ca ve Sr boratlarının oluşumu için gerekli koşulların zaman zaman daha uygun olduğu görülür.



Şekil. 3 — Sarakaya (Hisarcık)'tan bir kesit: Borat zonu (kolemanit, hidroborasit ve elif er mineraller), kil ve tüflerle aratabakalıdır. Bu zonu, üst kireçtaşları tarafından örtülmüştür.

Kolemanit ( $\text{Ga} [\text{B}_3\text{O}_4\text{COH}]_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) en çok rastlanan mineraldir, BLT nedenle Emet borat yatakları genellikle ekonomik olarak kolemanit yatakları diye adlandırılır (Gâwlik, 1958; Çkpeker, 1969). Kolemanit değişik şekillerde bulunur ve iriliği kildeki ince kristal toplulukları halinden yarım metre çapındaki nodul büyüklüğüne dek değişir. En çok rastlanan şekilleri ışınal yapıları nodüller (Şekil, 10); masif granüler kolemanit, kil matrisinde ışınal olarak dağılmış kristaller; nodülleri saran lifli tabakalar (Şekil, 11); bazan bresleşmiş ve kil ile aratabakalı ince tabakalar ve jeodolgulardır.

Nodüller, kolemanitin en yaygın şekilleridir, ancak bu nodüller türlü biçimler vs bü-

LIMESTONE WITH CHERT BANDS

CLAY

MARL

CLAY WITH REALGAR AND ORPIMENT

COLEMANITE WITH CLAY

TUFF

COLEMANITE HYDROBORACITE WITH CLAY

TUFF

COLEMANITE NODULES WITH CLAY

CLAY

COLEMANITE NODULES WITH CLAY AND TUFF

Section from Bankaya (Hisarcık) : borate zone (colemanite, hydroboracite and other minerals) interbedded with clay and tuff; upper limestone overburden,

Çizge 3— Entât Yataklarında Bulunan Sor Minerallerinin Tipik Bileşimleri ve Yapısal Formülleri

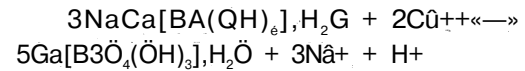
Typical compositions and structural formulae of borate minerals found in the Emet deposits.

| Mineral Adı         | Oksit Formölü  | Yapısal Formülü  | Lokasyon   |
|---------------------|--|--|--|
| Koemanit            | $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                            | $\text{Ca}\text{ÇBjOJOHyj}^{\wedge}\text{Ö}$   | Kıllık, Espey,<br>Göktepe, Hamam-<br>köy, Hisarcık»<br>Dereköy |
| Meyerfiofferlt*     | $2\text{CaO} \cdot \text{JB}2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                             | $\text{Ca}(\text{B}_3\text{O}_3(\text{OH})_5) \cdot \text{H}_2\text{O}$                                | Kıllık Espey.  |
| Uteksit*            | $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{JCaO} \cdot \text{JB}_a\text{O}_3 \cdot 1\text{ÖH}_2\text{O}$ | $\text{NaCa}(\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                             | » »  |
| Viçit (Sensu lato)* | $4\text{SrO} \cdot 11\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                           | $2\text{Sr}_2(\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_2) \cdot \text{B}(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | * »  |
| Tönelif             | $\text{SrO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                             | $\text{Sr}(\text{B}_6\text{O}_9(\text{OH})_2) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$                               | » »  |
| Hidroborasit*       | $\text{MgO} \cdot \text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{JH}_2\text{O}$            | $\text{MgCa}(\text{B}_3\text{Q}_4(\text{OH})_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$                           | Kıllık, Espey,<br>Hisarcık                                     |
| Terujlt             | $4\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{§BAA}a\text{A} \cdot 2\text{OH}_2\text{Q}$           | $\text{Ca, Mg} (\text{ÅsB}_6\text{O}_n (\text{OH})_6)_a \cdot 14\text{H}_2\text{O}$                    | Hisarcık   |
| Kahnit*             | $4\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{Q}_3 \cdot \text{AS}_2\text{O}_s \cdot 4\text{H}_2\text{Q}$ | $2(\text{Ca}_2\text{B}(\text{OH})_4 \cdot \text{ÅsO}_4)$   | Kıllık, Espay»<br>Hisarcık                                     |

yüklükler göstermektedir. Küçük nodüllerin küresel; daha büyük nodüllerin ise oval şekil (erine daha sık rastlanır (Şekil. 12), Bazıları, irili ufaklı jeodları doldurur» bazıları da bir granular kolemanit çekirdeği çevresinde gelişmişlerdir, Büyük nodüllerin çoğu, ışınal kristallerden oluşan küçük küresel nodul topluluklarıdır. Orta boydaki nodüllerin banlarında (Şekil 10 ve 11), kristaller sediman tıkklaşması sırasında büyümüşeşine kıvrılmışlardır. Yakından incelediğimizde, bu nodüllerin ardışık aşamalarda büyüdüğünü ve herbir tabakanın ince, süreksiz kil örtüleriyle ayrıldığını yürürüz, Kolamanit kristallerinin daha sonraki oluşumları, orijinal nodül üzerindeki ayrı merkeplerden ışınal olarak gelişmiştir. Genellikle nodul gelişiminin tüm aşamalarını saptamak güçtür, fakat içindeki kilin varlığından, bu nodulların sediman\*su yüzeyi altındaki kil vs tüfler içinde oluştuğu ve sedimanlar sıkıştıkça büyümesini sürdürdüğü anlaşılmaktadır.

Kaliforniya'daki yataklar için ilk olarak Föshag (1921) tarafından belirtilen uieksitin başkalaşımından ibaret olan kolemanit oluşumu. aşağıdaki nedenlerden dolayı Emet Vadisi kolemanitlerine uygulanamaz gözükmektedir: Uleksite kuzey yörede bile az rastlanır; uleksit ile birlikte büyümüş veya uieksitin yerini almış kolemanit hiçbir yerde bulunamamıştır;

Kaliforniya-Kramer'de (fiowser 1965; Bowser and Dickson, 1966) olduğu gibi pamuk yumağı (öotonball) şeklindeki uleksitler içerisinde kolemanit çekirdekleri bulunamamıştır; Emet'teki boratlarla aratabakalı killer, belirgin bir biçimde  $\text{Na}^+$  bakımından fakirdir, halbuki uieksit ve killer arasındaki baz alışverişi ile oluşan aşağıdaki kimyasal reaksiyon gerçekleşmiş olsaydı kuramsal olarak killer  $\text{Na}^+$  bakımından zenginleşmiş olacaktı.



Uieksitin başkalaşımının kolemanit + boraks mineral çiftinin oluşumuna yol açacağına ilişkin savlar Emet bölgesine uygulanamaz, Çünkü burada ne boraks ne de ulaksitten başka bir  $\text{Na}^+$  içeren mineral vardır; kolemanit ve uleksit daima ayrı nodullar halinde bulunur,

Kolemanitin jenezi için çeşitli savların kabul edilebilirliği de aynı derecede güçtür. Kireçtaşının metasomatik değişimi olası değildir, çünkü kolemanitli tabakalar yanıl olarak kireçtaşı nodüllerine geçmez ve ayrıca kısmi

\* Yatakta İlk defa Cahit Helvacı tarafından bulunan mineraller. Bu çizelgedeki «Sensu lato» terimi, viçit olarak belirtilen mineralin viçit ya da p-viçit olabileceğini anlatmak için kullanılmış, latince bir deyimdir.

olarak ayrılmış hiçbir kireçtaşı bulunamamıştır. Death Valley, California (Rogers, 1919) ve Bigadiç (Meixner, 1952; 1953; 1956) gibi diğer yerlerden elde edilen petrografik veriler, yüksek sulu inyoit'in, gömülme ve diyajene? sonucunda suyunu kaybederek daha yoğun mıyerhoferit veya genellikle kolemanite dönüşen birincil Ga-borat minerali olduğunu belirtmektedir, «Kısmi boşlukların su içermesi ve septar\* yen çatlaklarda temiz kolemanit dolgularının varlığı (Şekil, 11), bazı nodüllerde hacim küçülmesinin oluştuğunu kanıtlar. Bununla birlikte, Emet yöresinde hiçbir inyoit «bulunmadığı? gibi, İnyoitin kolemanit psödomorf dönüşümleri de bulunamamıştır (Gawlik, 1958; Helvacı, 1974; Özpeker, 1969). Buzulma çatlaklarının ve mineral dölşeli boşlukların, İnyoitin dehidrasyonundan ileri gelmesi gerekmez. Aynıca, Emet'te İnyoitin herhangi bir zamanda oluşup oluşmadığı da bir tartışma konusudur,

İnyoit, güncel çökellerde bulunan tek Ga-borat mineralidir (Muessing, 1966). İnan, Dunham ve Esson (1973) tarafından yapılan dşneyssi çalışmalar, kolemanit oluşumu için basıncın gerekliliğini göstermiştir. Deneylerinde 1 atm basınç ve 38°C nin altında, inyoit'in kalsiyum borat çözeltisiyle ilişki halinde bulunan tek Ca-borat minerali olduğu görülmüş; 38°C m üzerinde ise inyoit kolemanite değil meyerhoferite dönüşmüştür, 500 atm Basınç altında ve yine 38°C de, İnyoit, kolemanit 4-suya dönüşmüştür. Bu reaksiyon için kritik koşulların saptanamamış olmasına karşın, sözkonusu deneyler kolemanit'in sıg göllerdeki ya da konsolide olmamış gölşel çamurlardaki basınçlarda oluşamayacağını kanıtlamaktadır. Oo«layısıyla gerek saha çalışmalarından, gerekse dşneysel petroloji araştırmalarından elde edilen veriler, kolemanit'in gömülü inyoit'in diyajenetik yerini alması (diagenetic replacement) ile veya çökme sonrası mineralizasyonu sıradaki oldukça yüksek basınçlar altında ve 38°C nin üzerinde kalsiyum borat çözeltilerinden doğrudan doğruya oluştuğunu göstermektedir, Emet'te eğer kolemanit inyoit'in yerini almış ise bu olgu tam anlamıyla gerçekleşmiş olmalıdır, çünkü yataklarda inyoit artıkları veya psödomorfları bulunamamıştır. Tam olarak kanıtlanmamış veya dşneysel olarak incelenmemiş fiziko - kimyasal koşullarda, kolema-

nitin birincil mineral olarak oluşması sözkonusu olabilir mi? Emet borat yatakları görel olarak yüksek arşen ve stronsiyum içeriği ile karakterize olur. Bu elementlerin Ca-borat kristalleşmesi üzerindeki etkileri ise kesin olarak bilinmemektedir. Aynı şekilde, düşük kısmi su basıncının etkileri de araştırılmalıdır,

Kolemanit ve kalsitin 1 ; 1 ve 1 :2 oranındaki karışımlarının HCl içinde çözülmüş evaporasyon ürünleri, birkaç ay süre ile (en az 5 veya 6 ay) havayla temas ettirildiğinde, kolemanit ve kalsitin oluştuğu yazarlar tarafından gösterilmiştir. Bu reaksiyon» atmosferik basınçta ve laboratuvar sıcaklığı koşullarında olur, Böylece, doğal koşullarda kolemanit'in yeniden çökmesi için fazlaca bir derinliğe ve yüksek basınca gerek olmadığı da belirlenir,

Meyerhoferit ( $Ca [B_3O_3 \cdot tOH]_5 \cdot H_2O$ )<sub>f</sub> İri, ışınal kristallerin, kenarlardaki kil ile birlikte çökeymiş nodülleri olarak görülür, Nodüllerin ortasında İnce, İğne şeklinde, kristaller de vardır ki bunlar da meyerhoferittir. Başka bir minerale veya başka bir mineralden bu minerale dönüşüm, hiçbir yerde izlenmemiştir, İnan\* Durhan ve Esson (1973), 38°C nin üzerindeki sıcaklıklarda ve atmosferik basınçta kalsiyum borat çözeltisinden meyerhoferit mineralinin oluştuğunu göstermişlerdir, Meyerhoferitin ertder olarak bulunmasının nedeni de, yüzey ve yeraltı sularının 38°C nin üstünde pek bulunmamamasıdır.

Uleksit ( $NaCa [B_5O_6 (OH)_6]_2 \cdot 5H_2O$ ), mıyerhoferit gibi sahanın kuzeyinde gözlenir. Üç seviyede gözlenmiştir ve genellikle kamabaha biçimli nodullar halindedir. Uleksitin diğer mineraller üzerindeki sert kabuklar halindeki şekilleri ve damar halleri, Emet'te bilinmemektedir. En saf şekli beyazdır, fakat nodulun kılınları içinde büyümesine bağlı olarak gri de olabilir, Kolemanit ve meyerhoferit gibi uleksit nodüllerinin de çökeltilerinin üzerinde değil, içinde geliştiği gözlenmiştir.

Terujit ( $Ca^*Mg [As_6O_{11} (OH)_6]_2 \cdot 14H_2O$ ) enderdir, saf beyaz olarak havzanın güneyinde tek seviye halinde oluşmuştur. Toz halinde patetes şekilli nodüllerini, çok küçük kahnt (2 [ $Ca_2B (OH)_4 AsO_4$ ] sferulitleri içerir.

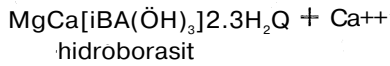
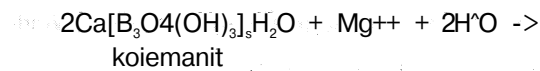
Arasira bulunuştan, arşen sülfittlerin oh duka düzenli olan dağılımı ile karşılaştırılınca, bunların çözeltiler içinde suffit (muhtemelen H<sub>2</sub>S) azlığı görülen bölgelerde oluştuğu söy\* ienebilir. Aksi halde arşenin, arşen içeren boratlar yerine roaigar olacak çökmesi gerekirdi. »Kafnit ayrıca, kolemanit nodüllerinin içindeki öhedral koiemanit kristalleri üzerinde bir tabaka olarak kuzey bölgde de oluşmuştur.

Arsen içeren boratlar gibi Sr-boratlar, tunelit ve viçit (sensu lato) de sınırlı bir dağılım gösterir. Tunelit ve vıçit, sadece Espey Kİ İlik bölgesinde bulunmuştur. Tunelit (Sr [B<sub>6</sub>O<sub>9</sub>(OH)â].3'H<sub>2</sub>O) Baysal (1972) tarafından Kırka yöresindeki yataklarda bulunmuş olmakla birlikte, Türkiye'deki diğer borat yataklarının hiçbirinde saptanamamıştır. Emet yataklarında tunelit, koiemanit ve uleksit ile birlikte bulunur. Genellikle ince tabular şekilli kristaller halindedir ve uleksitin üzerinde kümelenmiştir (fakat ornatma değildir). Ayrıca kil arabakalarında küçük beyaz nodoller halinde büyümüşlerdir, Tunelitin uleksit ve kolemanitten daha sonra oluştuğu anlaşılmiştir ancak ornatma minerali değildir,

Viçit (2Sr<sub>2</sub>[B<sub>5</sub>O<sub>8</sub>(OH) ]<sub>2</sub>B(OH)<sub>3</sub>,H<sub>2</sub>O) diğer bir stronsiyum borat mineralidir, Viçit ile p-viçit arasındaki farkı saptamak, sadece tek kristal X-ışınları yöntemi ile olasıdır. Yeterli derecede kıvrılmış çok ince keçe görümlü kristal topluluğu, bu İki mineral arasındaki kesin farklılığı bulmayı olanaksız kılar. Saha gözlemleri ve dokusal araştırmalar, bu mineralin, kolemanitin yerine geçtiğini ve tunelit ile birarada oluşmadığını ortaya çıkarmıştır.

Kolemanitin çok daha sık rastlanan başkalaşım ürünleri hidroborasit ve .kalsittir,

Hidroborasit genellikle koiemanit ile birlikte oluşmuş ve bazan koiemanit damarları ile kesilmiştir, Kolemanitin hidroborasite dönüşümünde, yalnızca Mg<sup>++</sup> İyonunun Ca<sup>++</sup> İyonu yerine geçmesi ve su eklenmesi yeterli olmak tadır :



Bu reaksiyon, diyajenezin ilk aşamalarında Mg<sup>++</sup> bakımından zengin tüflerin ve kille- rin baz değişimi ile gelişebilir. Bu süreçteki karbonik asit varlığı kalsit, hidroborasit ve kolemanitin birlikte oluşumunu sağlar, Kalsit aynı zamanda mostra yüzeylerinde ve faylara W\* tışık olarak güncel ayrışma sonucunda da oluşur. Bu nedenle, kalsitlerin büyük bir bölümü yakın geçmişte oluşmuştur.

Damar ve boşluklardaki minerallerden ko\* lemanit hemen her yerde rastlanır. Realgara sık, sık, sölestin ve kahnite İse ender olarak koiemanit kristallerinin boşluklarında rastlamak olasıdır.

Elementler kükürt ve realgar hemen hemen bütün kil ve boratlarda bulunur; sedimantasyonun ve diyajenezin tüm aşamalarında oluşabildikleri gözlenmiştir.

#### ÇÖKELME VE ÇÖKELME SONRASI TARİHÇİSİ :

Kolemanitin, İnyoİtin suyunu kaybetmesi ile mi, yoksa doğrudan doğruya çözeltilerden mi oluştuğu kesin olarak bilinmemektedir. Fakat kuşkusuz birincil cevher yatağının % 95 ten fazlasını oluşturan mineral bir Ca-borattır. Her ne kadar az miktarlarda iseler de, arşen sülfürleri ve elementer kükürt de Ca-boratlar kadar yaygındırlar. Dolayısıyla ilk çözeltilerin az miktarda arşen ve kükürt, çok miktarda kalsiyum ve bor içerdiği varsayılabilir. Bu çözeltilerde, aynı zamanda stronsiyum ve sodyum da bulunabilir veya cevher oluşturan çözeltilere periyodik olarak katılabilirler.

Bu elementlerin kaynağı belirsizdir. Jeokimyasal araştırmalar B, As ve S'ün olası kaynaklarının, akarsular tarafından borat havzalarına taşınan Tersiyer volkaniklerinin ayrışım ürünleri olduğunu; veya volkanik küllerin doğrudan doğruya borat havzasına depolanması ile ya da termal kaynaklardan itibaren cevher oluşturan çözeltilere karıştığını kanıtlamaktadır. Akıntılar aynı zamanda, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>M+</sup> ve çözeltideki diğer elementleri de, yolları üzer-



rindeki kayaçların atmosferik koşullar altında ayrışması yardımıyla kapsamlarına alabilmişlerdir. Bugünkü hidroloji bilgilerine göre  $Ca^{++}$  ve  $Sr^{++}$  un asıl kaynağı, termal kaynakların katet<sup>tiği</sup> ve yatağın tabanını oluşturan Tersiyer yaşlı kireçtaşıdır. Bu konuya ilişkin ayrıntılı jeokimyasal veriler karşılaştırılmaktadır ve bu araştırmanın sonuçları (C.H.) tarafından ayrı bir makalede yayınlanacaktır.

Yukarıdaki bölümde ele alınmış olan saha verileri ve petrografik gözlemler\* Ca-boratlardan, uleksit ve tunelit, çökeltilerin içinde kristaliz@ olduklarını, doğrudan doğruya çöze<sup>tiler</sup>den çökemediklerini göstermektedir.

Çözeltilerin bileşimi, akarsular tarafından taşınan sedimanların gelişi, termal kaynaklardan gelen materyelin eklenmesi ve göl tabanındaki kristalizasyon sonucunda değişmektedir. Sözü edilen bu değişkenler nedeni ile İnan ve arkadaşları (1973)'nin Kırka yatağı için ta<sup>mm</sup>lanmış oldukları «gross phase zoning» veya «oscillatory zoning» şeklinde hiçbir kesin kristalizasyon sırası ortaya çıkmamaktadır. Bazı genel eğilimler saptanmış olmasına karşın, kolemanit dışındaki borat minerallerinin çok en<sup>der</sup> olarak bulunması nedeniyle, bu eğilimlerin geçerliliği tartışma konusudur. Kalsit marlarından kolemanitli killere doğru hem yatay ve hem de düşey bir geçişin olduğu gözlenmiştir; ayrıca, yatay ve düşey doğrultularda olmak üzere kalsitten kolemanite doğru ve tekrar kar site doğru oluşmuş bir kaba zonlaşmanın var<sup>lığı</sup>, her iki sahada da genel bir özellik olarak dikkati çekmiştir. Güneydeki Hisarcık sahasında jipsin dağınık bir biçimde oluşu, sıralanmanın, sülfatların varlığında kalsit-jips-kolemanitten oluştuğunu kanıtlamaktadır. Kuzey havzada ise, erken kolemanit fazı ve uleksit, tunelit<sup>ten</sup> önce kristalime olmuştur. Bu durum, Sr-feoratlardan, ancak Ca ve Na-Ga-boratlardan çökmesinden sonra çözeltiden kristalize olduklarını göstermektedir.  $Sr^{++}$  un tabaka arası çözeltilerde ahkonmuş olması, kolemanitin kuzey havzada vıçit tarafından diyajenetik olarak yerinin alınması ve güney havzalarda da sölestinin  $CSrSO_4$  geç çökme sonrası kristalizasyonuna neden olmuştur. Sr-boratlardan ve arsenli boratlar, aynı tabakada bir arada bulunmamaktadırlar. Bu durumun» terujit ve kah-

nitin son derece ender olmasından dolayı m», yoksa «bir arada bulunmalarının olanaksız olu<sup>ş</sup>undan mı İleri geldiği bilinmemektedir.

Bu görüşlerden hareketle, Emet yataklarının tarihçesini şöyle özetlemek olasıdır :

(1) Playa göller, termal kaynaklar ve yer üstü suları tarafından beslenen, sismik bakımdan aktif özellik gösteren alanlarda oluşmuşlardır.

(2) Bu göllerde kil ve volkanik küller çökeltiilmiş olup, Ca-borat nodülleri pekişmemiş sedimanlar içinde ve evaporasyon periyotlarında gelişmişlerdir, Kuzey havzada uleksit ve tunelit de periyodik olarak oluşmuş ve arsenli borat (terujit) güney havzada zaman zaman çökeltiştir. Çökeltiler içinde, boratlar ile aynı zamanda az miktarda kükürt ve realgar da oluşmuştur.

(3) Ga-borat nodülleri gelişmelerini gömüldükten sonra da sürdürmüşlerdir, İnyolt eğer oluşmuşsa, suyunu kaybederek kolemanit haline dönüşmüş ve kolemanit, realgar ve da<sup>ha</sup> ender olarak da sölestin ve kahlit ile birlikte, boşluklarda yeniden çökeltiştir.

(4) Mg (bakımından zengin killer ile kolemanit arasındaki kimyasal reaksiyon, hidrobo<sup>rasit</sup> oluşumuna neden olmuştur.

(5) Sr bakımından zengin tabaka arası çözeltiler ile kolemanit arasındaki reaksiyon, kolemanitin kısmen vıçit minerali tarafından ornatılmâsına yol açmıştır,

(6) Çözünen kolemanit, diğer kolemanit nodülleri çevresinde ve damarlarda yeniden çökeltiştir,

(7) Bölgenin yükselmesi ve aşınması, kolemanitin ayrışmasına ve mostralarda ve faylarda kalsite dönüşmesine neden olmuştur, Realgar ise atmosferik koşullarda örpiment@ dönüşmüştür.

Pekçok yerde» kolemanitin, yeniden kristalleşmesi dışında herhangi bir şekilde bozulmadığı görülmüş olup« bu nedenle 4, ve 5. maddelerde belirtilmiş olan çökme sonrası değişiklikler, yatakların sadece bazı sınırlı kesimlerinde gelişmiştir. Realgar ve kükürtün, Ca-eoratlardan çökmesi sırasında ve sonrasında oluştukları da gözlenmiştir,

## GELECEĞE YÖNELİK UMUTLAR I

mine-

Türkiye, halen ikinci en büyük bor raileri üreticisi durumunda olup, Dünya'nın en büyük rezervlerine sahiptir, Ülkenin üret me düzeyi, A.B.D. nin ulaşmış olduğu seviye» ye hızla yaklaşmaktadır. Üretim, 1974\* yılında İki katından fazla artarak 1 000 000 tona erişmiştir. Özellikle Kırka bölgesinden yapılacak boraks üretimi ile, Türkiye'nin Dünya pazarla\* rına egemen duruma geleceğine kesin gözü ile bakılabilir, Türkiye, halen başlıca kolemanit üreticisi olup, üretimin büyük bir kesimi Emet Vadisi'nden sağlanmaktadır. Ülkenin sahip ol- duğu görünür ve oiasıl bor mineralleri rezerv- leri üretime oranla çok büyük olup, en karam- sar gözlemciler bile bu rezervlerin birkaç yüz- yıl süre ile gerekli istekleri karşılayabileceği- ne inanmaktadırlar. Türkiye'de, bugünkü koşul- larda, başka rezervlerin aranması için pek az neden vardır, Başka borat yataklarının bulu- nabileceği konusu, yazarlardan bin (C.H.) ta- rafından ortaya çıkarılan ve şimdi kalsit şek- linde ayrışma gösteren tipik kolemanit nodul\* ierinin, bugüne dek hiçbir borat yatağının sap- tanmamış olduğu Çerte'de (Emet'in 20 km. doğusu) yüzey mostralarında görülmesi ile önem kazanmıştır.

Emet bölgesindeki bilinen yataklar niceîk bakımından yeterin çok üzerinde olup, nitelik sorunu kesinliğe kavuşmuş değildir, Arsen sülf- itler, Emet bölgesinin hemen her yanında iz- lenmekte, buna karşılık arsenli boratlar (te- rujit ve kahnit) ender olarak bulunmaktadır. Sülfitlelerin ve kükürtün büyük bir bölümünü içe\* ren killer, yıkama ve gravite seperasyonu is^ lemeleri ile elimine edilebilmektedir. Realgar ve örpimentin kolemanite oranla daha parlak renkte oluşu, kölemanitIn içindeki realgar ve örpimentin el ile ayıklanmasını olası kılmakta- dır, Terujit ve kahnit, renk bakımından köle- manite benzediğinden hareketli bir bant üze- rinde kolayca tamnamamaktadır, Terujit ve kah- nitin, havzanın henüz işletilmemiş kesimierin- deki dağılımı bilinmemektedir. Ancak, bu ke- simlerde terujit ve kahnitIn büyük miktarlarda bulunmaları halinde, özellikle düşük arşen içe- rikli yüksek tenörlü koiemanit gerektiğinde, se- perasyon işleminde büyük sorunlar doğacaktır. Araştırma kuyularından alınan karotlar üzerin-

de, yeterli mineralojik ve leoşimik incelemele- rin yapılmamış olması nedeni ile arşen ve kü- kürtün bölgedeki dağılımı tam olarak bilineme- mektedir; bu nedenle de, yüksek ve düşük ar- şen içerikli alanların (eğer varsa) kesinlikle tanımlanması bugün için olanaksızdır. Başka kuyuların açılması halinde, bu kuyulardan ge- leoğe dönük çalışmalar için gerekli olacak mineralojik ve jeoşimik bilgilerin toplanması yoluna gidilmeli ve bu yolla saptanacak yük- sek tenörlü ve saflık derecesi en yüksek ya- taklar özel istemleri karşılamak için bekletil- meli veya arşen bakımından zengin olan cev- her ile karıştırılarak kabul edilebilir tenörlerin elde edilmesi yoluna gidilmelidir. Çizelge 1'de de gösterildiği gibi, B<sub>3</sub> yüzdesi bütün saha- larda yeterince yüksektir; fakat B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yüzdesi, sadece kolemanitIn kısmen veya tamamen kal- sit halinde başkalaşmış olduğu faylarda ya da yüzey mostralarında en düşük değerdedir. Yazarlardan biri tarafından (C,H>) yapılmış olan ayrıntılı harita alımı çalışmaları sonucun- da, sahanın ewelce düşünülmüş olandan daha yoğun bir biçimde fay lanmış olduğu anlaşı- lmış olup, bu nedenle dar fay zonlarında dü- şük B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlerine sık sık rastlanmaktadır. Makalede belirtilmiş olan mineralojik karışık- lığa karşın» Emet boratları yüksek tenörlü kole- manit yatakları olup uzun yıllar Dünya gerek- siniminin büyük bir bölümünü karşılayacak du- rumdadır.

## TEŞEKKÜR ;

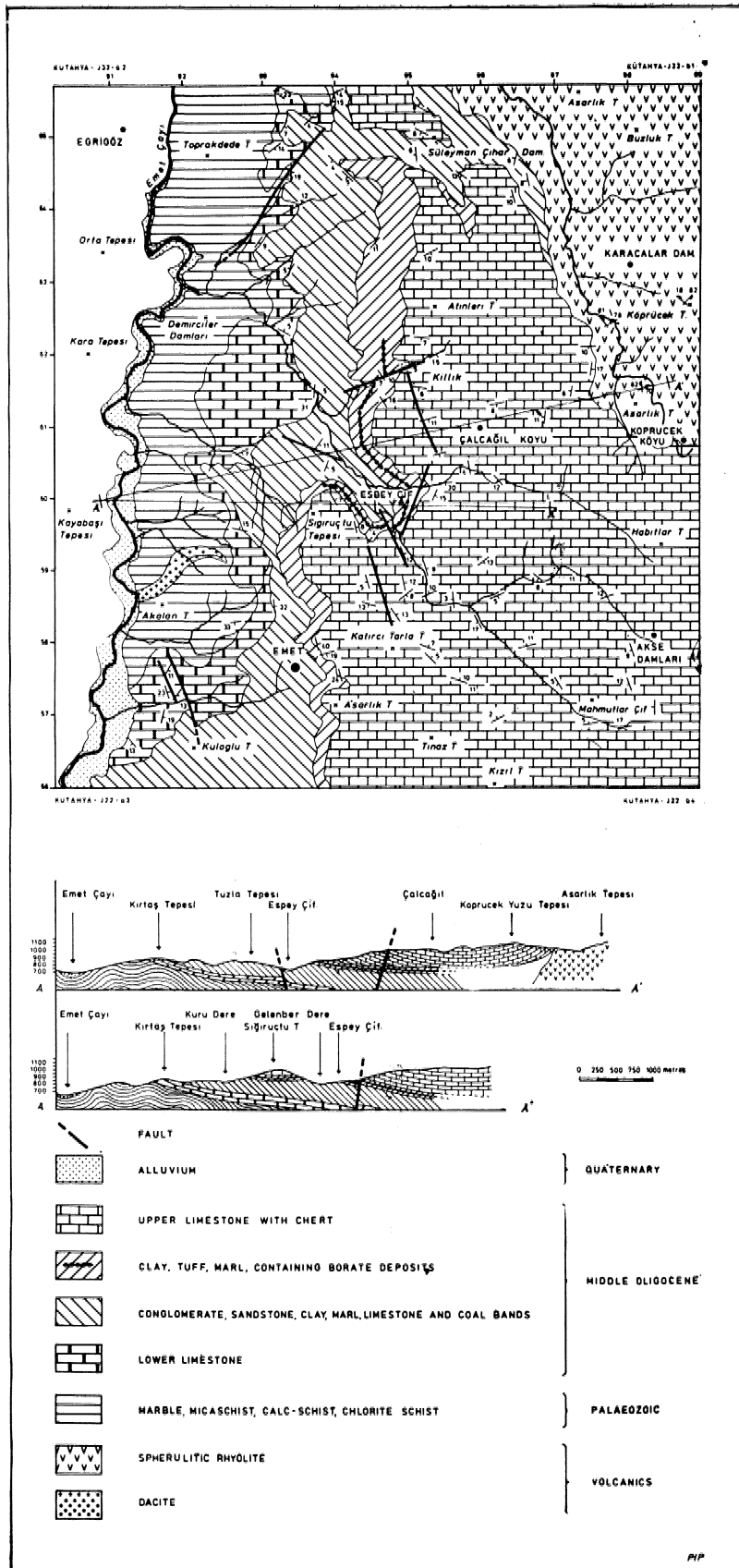
Emet ve Kırka yataklarının incelenmesi sı- rasında gösterdikleri yakın ilgi ve kolaylıklar- dan dolayı, Etibank'ın yöneticilerine ve teknik elemanlarına teşekkürü borç biliriz, Bu çalış- manın yapıldığı Nottingham Üniversitesinde, çeşitli yardımları dokunan, bize bu olanakları sağlayan Prof. Lord Energlyn'e, öğretim üyele- rine ve araştırma öğrencilerine, özellikle Dr. J,A,D, Dickson, D. Jones, Mrs, BA Waiden, Miss. R.Â. Lockwood ve Miss.-A.M. Hargrea- ves'e teşekkür ederiz. Üst kireçtaşmdan fosil tayinlerini yapan Dr. R.H. Bate'e (British Mu- seum, Natural History) teşekkür borçluyuz.

\* 1976 Yılı Türkiye bor mineralleri üretimi, 1974 yılı üretimi ile aynıdır.

DKÖİNÜ.FN BELCELER

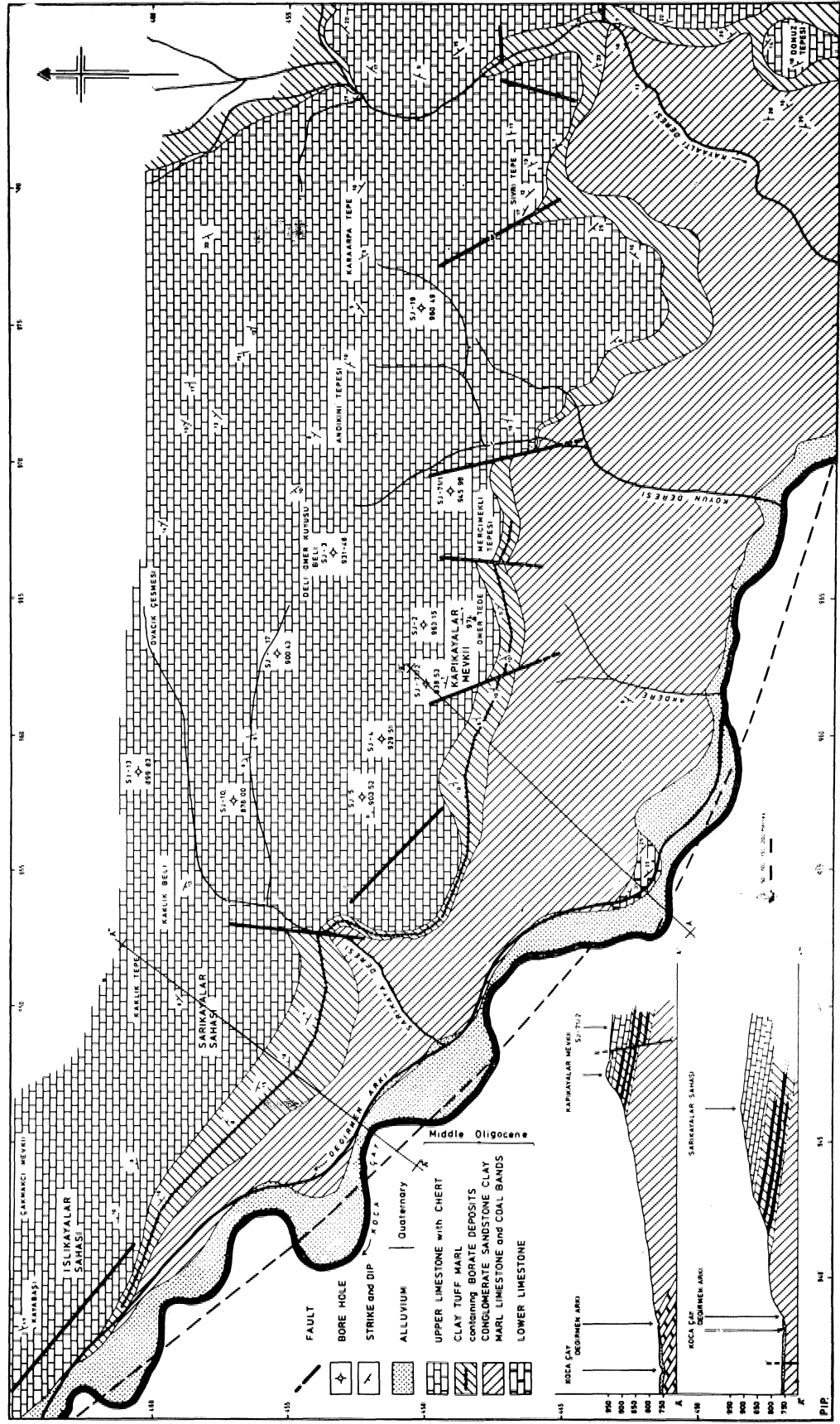
- 1, Baysal, O, (1972) «Tunellite, a new hydrous strontium borate from the Sarıkaya borate deposits in Turkey» Bull. M.T.A, Inst., no, 79, 9-22,
- 2, Beevers, C.A, and Stewart, F.H. (1960) «Pecheloneite from Yorkshire» Mineralog. Mag., 32, 1-500,
- 5, Bowser, Ö.J, (1905) «Geochemistry and petrology of the sodium (borates in the non-marine evaporite environment» Ph. D, dissertation, University of California, Los Angeles,
- 4, Bowser, C.J, and Dickson, F.W, (1906) «Chemical constitution of the borates of Kramer, California» In 2nd Symp, on Salt, volume 1, 32-122, (Cleveland Ohio: Northern Ohio Geological Society)
- 5; Braitsch, O, (1959) «Über Pecheloneit, eine neue Pecheloneit-Varietät aus dem Zeehssteinsattel Beiträge Miner, Petr., 6, 6-352,
- 6, Christ, C.X., Truesdell, A.H. and Erd, C.R, (1967) «Borate mineral assemblages in the system Na<sup>+</sup>O-Ga<sup>3+</sup>O-MgO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O » Geodün, cosmochim, Acta, 31, 37-318,
- 7, Foshag, W.F, (1921) «The origin of the colemanite deposits of California» Econ, Geol., 16, 199-214,
- 8, Gale, H.B, (1913) «The origin of colemanite deposits» Prof, Pap, U.S, geol. Surv., 85, 3-9.
- 9, Gawllk, J, (1956) «Borate deposits of Emet Neogene basin» M.T.A, Rep. no. 2479 (Turkish and German text)
- 10, Helvacı, C. (1974) «Contribution to discussion of reference 11» Trans. Instn. Min. Metall. (Sect, B: Appl, earth sci.), 83, B36.
11. Inan, K, Dunham, A.O, and Bşion, J, (1973) «Mineralogy, chemistry and origin of Kirka borate deposit, Eskisehir Province» Turkey» Trans. Instn. Min, Metall. (Sect. B: Appl, earth sei.), 82, B23-114,
- 12, Meixner, H. (1952) «Einige Boratminerale (Colemanit und Tertchit ein neues Mineral) aus der Türkei» Fortschr. Mineralogie, 31, 39-42,
- 13, ———\*— (1953) «Mineralogische Beobachtungen an Colemanit, Inyoit, Meyerhofferit, Tertchit und Ulexit aus neuen Türkischen boratlagerstätten» Hiedelb. Beitr, Miner, Petrogr., 3, 55-44Ö,
14. ———\*— (1956) «Die neue Türkische boratprovinz un iskelekoy bei Bigadiç im Vilayet Balikesir» In Sonderabdruck aus Kali und Steinsalz» part 2 (Essen: Verlag Glückauf), 7-48,
- 15, Muissinf, S. (1960) «Recent South American borate deposits» In 2nd Symp. on Salt, volume 1, 3-151, (Cleveland, Ohio: Northern Ohio Geological Society)
- 16, Dal Negro, A., Kumbasar, I and Ungaretti, L. (1973) «The crystal structure of terruggite» Am. Miner., 58, 43-1034,
- 17, Öpöker, I, (1960) «Western Anatolian borate deposits and their genetic studies» Ph, D, dissertation, Technical University of Istanbul (Turkish text)
- 18, Rogers, A.F, (1919) «Colemanite pseudomorphous after inyoite from Death Valley, California» Am. Miner., 4, 9-135,
- 19, Bate, E.H., Personal communication, 1976,





Şekil. 6 — Espey - Killik sahasının ayrıntılı jeoloji haritası  
Detailed geological map of northern area (Espey - Killik)





Şekil. 7 — Güneydeki Hisarcik sahasının ayrıntılı jeolojik haritası  
Detailed geological map of southern area (Hisarcik)





LAGES

)

## EMBLAGES

algar .orpiment,

elestite

t

cite

tient

terrugite. cahnite

il'onita;

!nts

'h't«{ sensu fata)

*He*

Ida

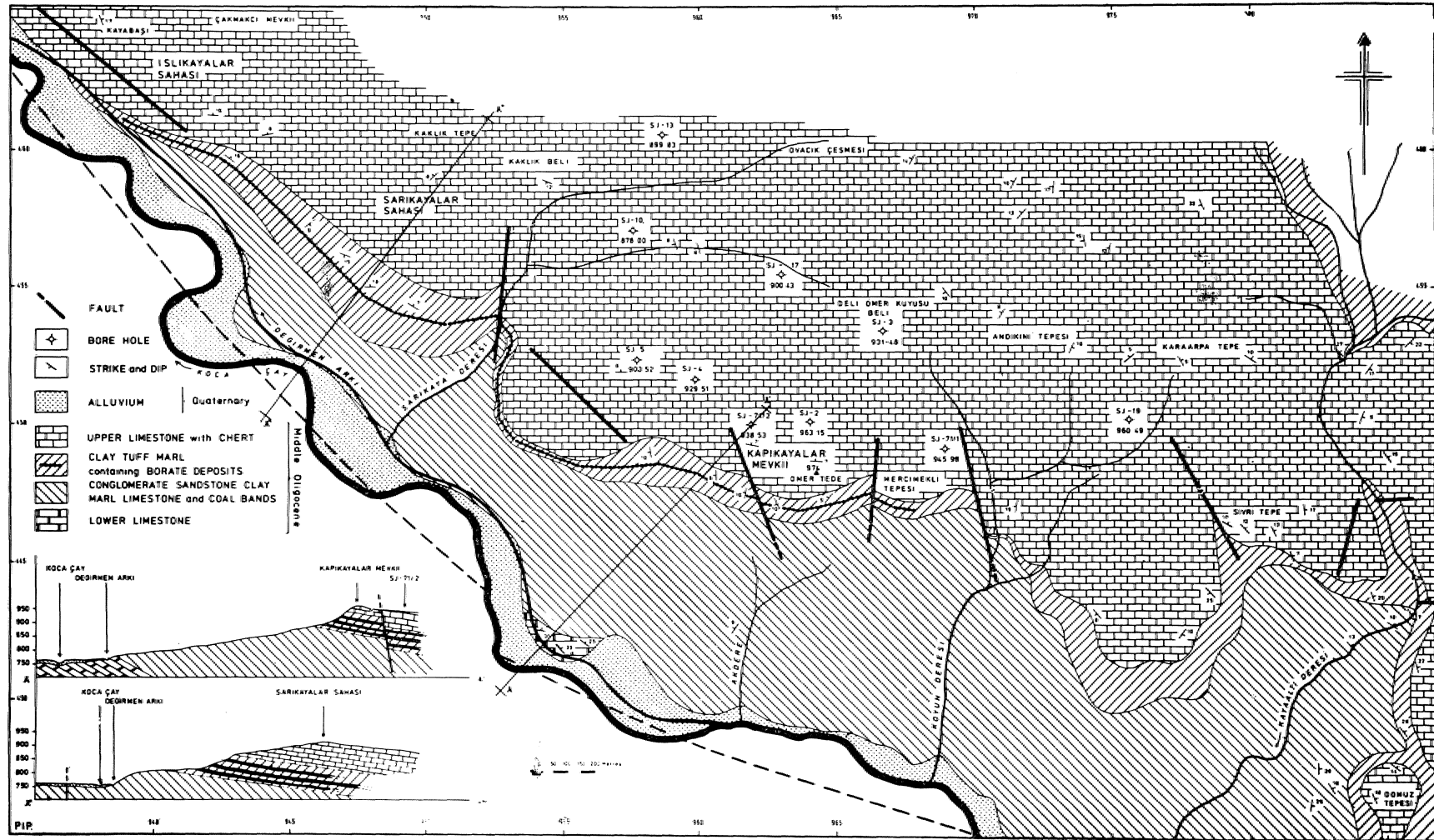
In

algar, orpiment

mineral  
taya ke-

Аептb in  
k).

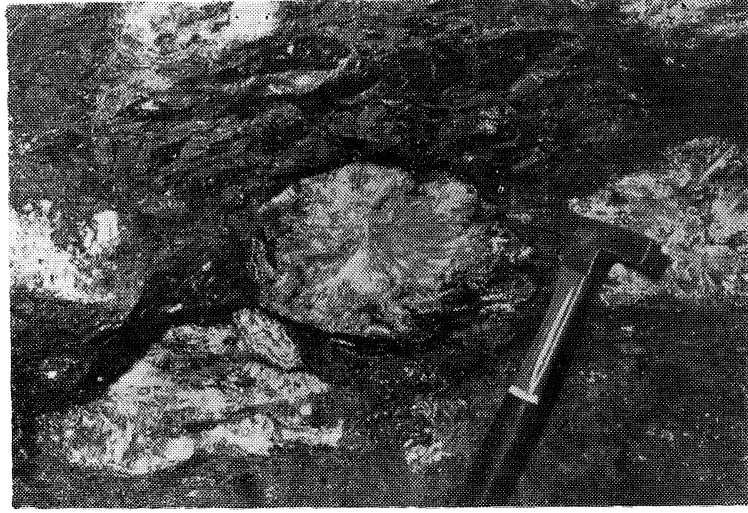




Şekil. 7 — Güneydeki Hisarcık sahasının ayrıntılı jeoloji haritası

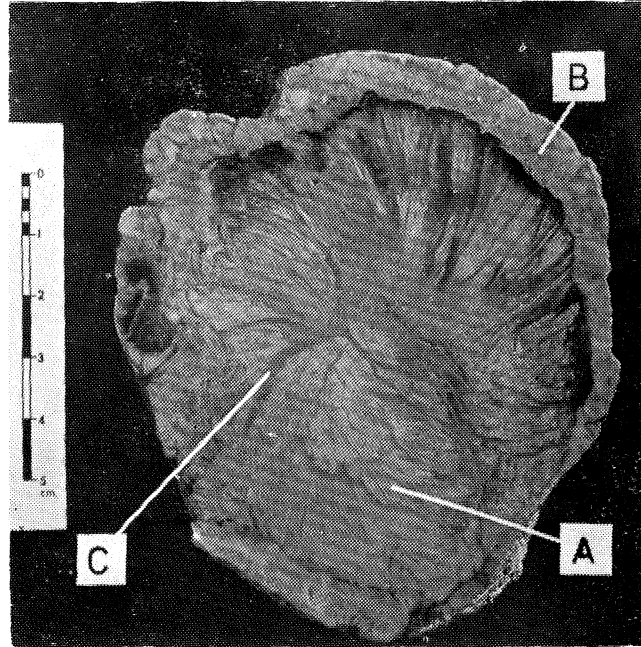
Detailed geological map of southern area (Hisarcık)





Şekil. 10 — Borat zonunda kolemanit nodülleri: Killik yeraltı işletmesinde kil ile çevrili ışınsal yapı.

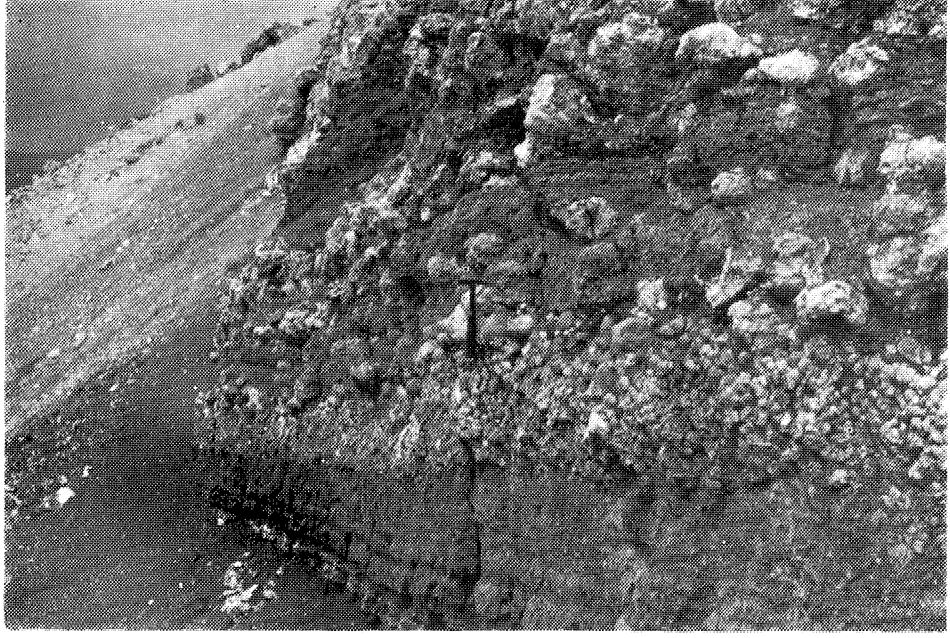
Colemanite nodules in borate zone : radiating structure, surrounded by clays at Killik underground mine.



Şekil. 11 — Üç jenerasyonlu kolemanit nodülü kesiti : A, masif kolemanit kristalleri; B, lifli kolemanit kristalleri; C, çatlaklardaki kaba kristalli kolemanit (muhtemelen septaryen kökenli)

Section of colemanite nodule with three generations of colemanite : A, massive colemanite crystals; B, fibrous colemanite crystals; and C, coarsely crystalline colemanite in cracks (possibly of septarian origin)





Şekil 12 — Hisarcık açık işletmesinde, değişik boyut ve şekillerde kolemanit nodüllerini\*

Colemanite nodules of different size and shapes at Hisarcık opencast mine.

