

BİGADIÇ BORAT YATAKLARI VE ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ VE MİNERALOGİSİ

Cahit HELVACI* ve Orhan ALACA**

ÖZ. - Bigadiç volkano-sedimanter havzasında Miyosen yaşlı birimler Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı temci kayaçtan üzerine uyumsuzlukla otururlar. Miyosen yaşlı birimlerin alttan üste doğru dizilimi ise şöyledir: taban volkaniti birimi, taban kireçtaşı birimi, alt tuf birimi, alt boratlı birim, üst tuf birimi, üst boratlı birim ve bazalt. Miyosen yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak genç tortullar ve genç tortulların üzerine yine uyumsuz olarak alüvyon gelir. Bölgede, Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayalardan oluşan temelde, Miyosen öncesinde meydana gelen blok faylanmalar ve dislokasyon sonucu farklı yükselme ve alçalmalar meydana gelmiştir. Bunun sonucu irili, ufaklı birçok dağ arası playa göl tipi çökelim havzaları oluşmuştur. Buralarda Miyosen tortulları çökelmişlerdir. Çalışma alanında görülen kıvrım eksenlerinin genel yönleri KD-GB dir. Tabakalar genellikle KB veya GD ya eğimli olup eğimleri 5° ile 35° arasında değişmektedir. Borat yatakları, birbirlerinden üst tuf birimi ile ayrılan alt ve üst boratlı birim içinde iki ayrı zon halinde görülürler. Bölgede alt borat zonu 35 ile 130 metre arasında, üst borat zonu ise 20 ile 110 metre arasında kalınlık değişimi gösterir. Bor cevherleri kilitaşı, çamurtaşı, tuf ve ince katmanlı kireçtaşı ile ardalanmalı olup, genel olarak mercekli yapılar sunarlar. Her iki cevher zonunda da kolemanit ve üleksit baskın minerallerdir. Bunun yanında görülen diğer bor mineralleri ise pandemit, probertit, havlit, lunclit, meyerhofferit, hidroborasit ve inyoittir. Kolemanit, alt ve üst borat zonlarında, olasılıkla tortul/su arayüzeyinin altında, pekleşmemiş tortullar içinde, tortullaşmayla yaşıt olarak doğrudan doğruya çözellitlerden oluşmuştur ve yumrular tortulların pekişmesine koşut olarak büyümelerini sürdürmüşlerdir. Üleksitin oluşumu da kolemanite benzer şekilde Na konsantrasyonunun arttığı evrelerde gelişmiştir.

GİRİŞ

Balıkesir-İzmir karayolu üzerinde ve Balıkesir'e 37 km uzaklıkta olan Bigadiç ilçesi, çalışma alanı civarındaki en büyük yerleşim alanıdır (Şek. 1).

Bigadiç yöresinde borat yalıklarının 1950 yılında bulunmasından sonra çeşitli araştırmacılar tarafından değişik çalışmalar yapılmıştır (Meixner, 1952, 1953, 1956; Helke, 1955; Bckışoğlu, 1961; Kutlu, 1963; Kalafatçioğlu, 1964; ö/peker, 1969; Borsi ve diğerleri, 1972; Yılmaz, 1977). Son zamanlarda yapılan çalışmalar neticesinde ise:

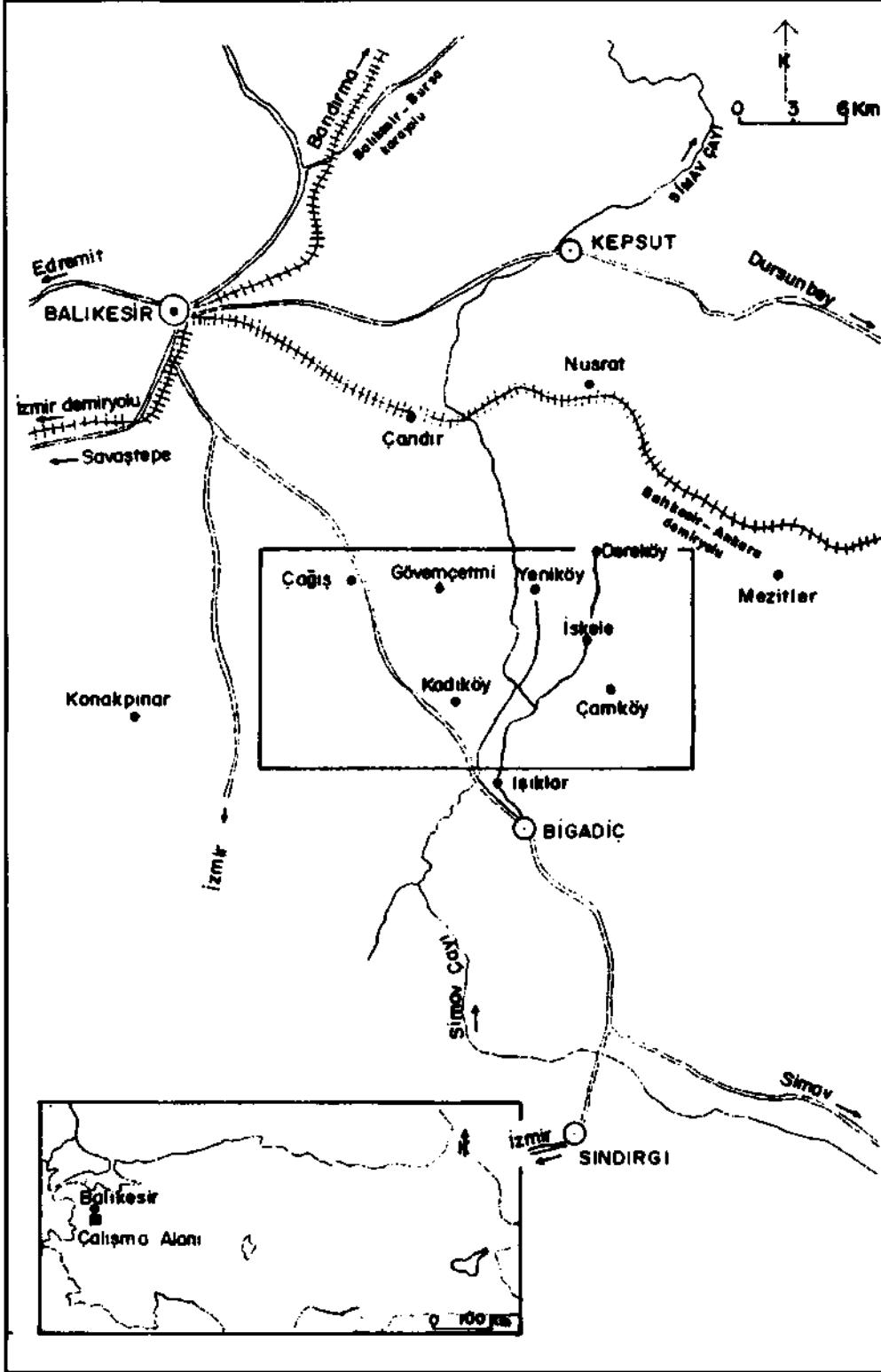
1 - Çakır ve Dündar (1982), bölgenin 1:25 000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak daha önceki yıllarda bir seviye olarak bilinen boratlı zonun iki ayrı seviye halinde yatakladığını ortaya koymuşlardır; 2 - Gündoğdu (1982), basenin stratigrafik istifini ve bu istifteki kaya birimlerinin ayrıntılı mineralojik ve jeokimyasal incelemesini yapmıştır; 3 - Helvacı (1983), Türkiye'deki borat yataklarının dünya borat yataklarına göre konumunu ve Türkiye borat yataklarının ortak özelliklerini ortaya koyar. Ayrıca borat yataklarında görülen bor minerallerinin özelliklerinden ve mineralojisinden ayrıntılı bir şekilde bahseder; 4 - Helvacı ve Alaca (1984), Bigadiç borat yatağının jeolojisini ve Bigadiç'te görülen borat minerallerinin cevher oluşumlarını açıklarlar; 5 - Helvacı ve Dora (1985), Bigadiç borat yalıklarında görülen havlit ve tunelit minerallerinin oluşum evrelerini ortaya koyarlar; 6 - Helvacı ve diğerleri (1987), Batı Anadolu Neojen çökellerinin stratigrafisi ve ekonomik potansiyellerinden bahsederken Türkiye'deki borat yataklarının jeolojisini verirler. Ayrıca borat yalıklarının istiflerini karşılaştırarak çökeme ortamlarının genel özelliklerini ortaya koyarlar; 7 - Alaca ve diğerleri (1987), Bigadiç borat havzasının batı kesiminin jeolojik incelemesini yapmışlardır.

Bu çalışma, Bigadiç volkano-sedimanter havzası ve yakın civarındaki birimlerin ayrıntılandırılması, borat içeren birimlerin ayrıntılı incelenmesini, borat yataklarındaki bor minerallerinin ve cevher tenörlerinin saptanmasını amaçlar.

STRATİGRAFİ

İnceleme alanında; şişli, mermer (Paleozoyik) ve ofiyolit, kireçtaşı, radiolarit, kumtaşından (Mesozoyik) oluşan temel kayaları üzerine uyumsuzlukla gelen Neojen yaşlı volkanik ve volkano-sedimanter kayaları yer alır (Şek. 2). Neojen yaşlı volkanik ve volkano-sedimanter kayalar kendi aralarında alttan üste doğru şu kaya birimlerine ayrılmışlardır: taban volkaniteli birimi, taban kireçtaşı birimi, alt tuf birimi, alt boratlı birim, üst tuf birimi, üst boratlı birim ve ba/alt.

Ayrıca çalışma alanında Neojen yaşlı birimleri uyumsuzlukla üstleyen Kuvaterner yaşlı genç tortullar ile güncel alüvyonlar bulunmaktadır, inceleme alanının jeolojik haritası Şekil 3 te verilmiştir.

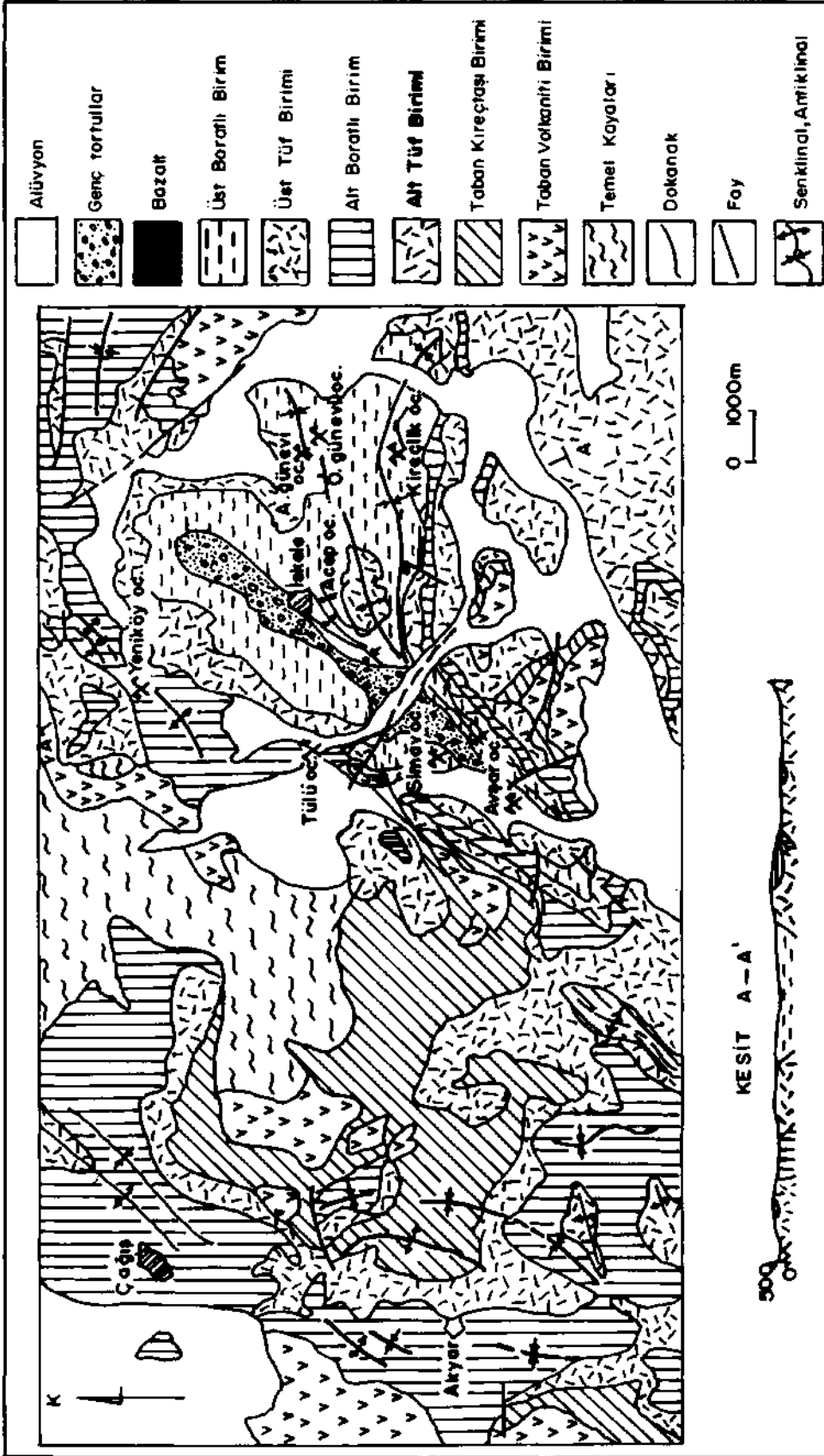


Şek. 1 - Bigadiç havzasının yer bulduru haritası

BİGADIÇBORATYATAKLARI

JEOLOJİK ZAMAN		SENOZOYİK				LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
		PALEO MESO	NEOJEN		KUVATERNER			
ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	KALINLIK (m)				
							Çakıl, kum, silt	ALÜVYON
							Kiltaşı Kumtaşı Konglomera	GENÇ TORTULLAR
							BAZALT	
							Boratlı zon, kiltası, marn, kireçtaşı, tuf	ÜST BORATLI BİRİM
							İnce taneli tuf	ÜST TUF BİRİMİ
							Kaba taneli tuf	
							Boratlı zon, marn, kiltası, killi kireçtaşı, çamurtaşı, tuf	ALT BORATLI BİRİM
							atg: gösel alt tuf atk: karasal alt tuf atkk: kömürlü fasiyes	ALT TUF BİRİMİ
							Kireçtaşı, kiltası, tuf, marn, dolomit	TABAN KİREÇTAŞ BİRİMİ
							Bazalt, Andezit, Traki-andezit, Trakit, Dasit, Tuf, Aglomera	TABAN VOLKANİT BİRİMİ
							Ofiyolit, Kireçtaşı, Radiolarit, Kumtaşı	TEMEL KAYALAR
							Şist, Mermer	

Şek. 2 - Bigadiç bölgesinin genelleştirilmiş istifi.



PALEOZOYİK VE MESOZOYİK

Temel kayaçları

Çalışma alanında Paleozoyik yaşlı kayalar (şist. mermer) ile Mesozoyik yaşlı kayalar (ofiyolit, kireçtaşı, radiolarit, kumtaşı) temel kayaçları adı altında toplanmışlardır.

Şistler yeşil ve grimsi mavi renklerde olup, albit-serisit ve klorit-epidot-muskovit bileşimindedir. Mermerler genel olarak ince kristalli ve şistlerle ardalanmalı olarak bulunurlar.

Peridotitler büyük ölçüde serpantinleşmişlerdir. Açık ve koyu yeşil renklerde görülen bu kayaçlarda talklaşmaya sık olarak rastlanılmaktadır.

Kireçtaşları, koyu gri yer yer siyaha yakın renklerde olup, kırık ve çatlaktır, İri taneli kalsit mineralleri, çift yönlü dilinimli ve basınç ikizlenmeli olarak izlenmiş olup, bazılarının çatlaklarında ise demiroksit, kalsit ve yer yer kuvars bulunur.

Radiolarit, küresel radiolarya kırıntıları kapsamakta olup. bağlayıcı maddesi kriptokristalin kuvars ve limonittir. Koyu kahverengi renklidir.

Kumtaşı, tane büyüklüğü 0.05-0.2 mm arasında değişen kuvars, feldispat, muskovit, kalsit ve opak mineraller içermektedir. Kötü boylanmalı ve derecelenmelidir. Koyu gri ve yeşilimsi renklerde görülürler.

inceleme alanı içinde temel kayaçları üzerine taban volkaniti birimi gelir. Güvemçetmi köyü kuzeyinde temel kayaları üzerine alt boratlı birim gelir. Temel kayaları ile ü/erine gelen birimler arasındaki dokanak uyumsuzdur.

SENOZOYİK

Neojen birimleri

Taban volkaniti birimi. - Yeşilimsi gri. gri. pembe, yeşilimsi siyah renklerde andezit, bazalt, trakiandezit, trakit, dasit, aglomera ve tüflerden oluşan birim, taban volkaniti birimi olarak ayırtlanmıştır.

Bazaltın taze yüzeyleri yeşilimsi siyah renkli, altere olmuş kesimleri ise kırmızımsı kahverenkli. Dikkatlice bakıldığında makroskobik olarak piroksen mineralleri görülebilmektedir. Kayaç içinde plajiyoklaz ve opak minerallere rastlanılmıştır. Plajiyoklazlar idiyomorf-hipidiyomorf. bazen zonlu yapılı, % 55 An içeren labrador bileşimindedir. Polisentetik ikizlenmeleri yaygındır. Ojitler hipidiyomorf ve iri kristallidir.

Makroskobik olarak feldispat ve biyotit mineralleri gözlenen andezitin hâkim rengi pembesidir. Kayaç kısmen kalsitleşmiş ve killeşmiş bağlayıcı camsı madde içinde biyotit, hornblend, feldispat ve kuvars fenokristalleri içerir. Feldispatlarda albit tipi ikizlenme izlenir ve % 25 civarında An içeren oligoklaz bileşimindedir. Tck yönlü tipik klivajlı biyotit kristalleri en yaygın mafik mineraldir. Az miktarda hornblend kristalleri görülmektedir. Hamur içinde sferolitik yapıda kloritleşmiş kısımlara rastlamak mümkündür.

Bölgedeki dasitik kayaçlar, genel olarak lüf ve aglomeralar ile birlikte bulunur. Bu kayaçlar, beyazımsı. gri. açık yeşil ve çoğunlukla açık renklerde gözlenir. Tüflerin baskın olduğu kesimler, sıkça belirgin, aşınmaya uğramışlardır. Belirgin akma yapısı gösteren dasitler, kuvars, feldispat, mika ve amfibol mineralleri içerirler. İnce kesitlerinde, akma yapısının yanı sıra hiyalopilitik doku da gösterir. Bazen akma yapısı bazen de kristalli yapı sunan camsı hamur içinde yüzen feldispat, biyotit, kuvars ve az oranda hornblend mikrolitleri bulunur. Feldispatlar çoğunlukla oligoklaz.-andezin bileşimindedir. Kuvars kristalleri iri ve belirgin olup, biyotitler genellikle ayrışmadan dolayı dilinim yüzeyleri ve kenarları opaklaşmıştır. Kayaç içinde çok az oranda opak mineraller mevcuttur.

Yöredeki trakitik kayaçlarda tuf ve aglomeralar ile birlikte bulunur. Bu kayaçlar, kirli sarı, boz ve grimsi renklerde gözlenir ve bileşiminde belirgin 3-4 cm boyutuna erişen, camsı ve kristalin hamur içinde özbiçimli ve yarı özbiçimli sanidin kristalleri içerirler.

Trakiandezitler, yer yer trakitlerle birlikte bulunup, cam matris içinde yüzen plajiyoklaz, biyotit ve hornblend fenokristalleri ile seyrek olarak bulunan kuvars kristalleri içerirler. Plajiyoklazlar, oligoklaz-andezin bileşimindedir. Hamur içinde yer yer kloritleşmeler, hornblend ve biyotitlerde kısmen opaklaşmalar gözlenir. Seyrek ve küçük boyutlu opak mineraller hamur içinde dağınık olarak bulunur.

Yöredeki volkanik kayaların tuf ve aglomeraları değişik ölçeklerde bu kayalar ile birlikte bölgede bulunur. Tüfler, genellikle ince taneli camsı matris ve bu matris içinde yer alan bol feldispat, kuvars ve biyotit kristalleri içerir. Plajiyoklazlar albit, oligoklaz ve andezin ile temsil edilmiştir. Tüflerin ayrışmasından oluşan yer yer kil mineralleri gözlenir. Aglomeralar, andezit, dasit çakıllarından oluşmuş ve tuf çimentoludur. Çakıllar yuvarlak ve yer yer köşeli olup, tabakalar arasında tüflü seviyeler gözlenir.

Çalışma alanı doğusunda bulunan Hisarköy'deki sıcak su kaplıcaları andezit-trakit içindedir. Buradan alınan su numunelerinde ortalama 10 ppm B'a rastlanılmıştır. Suyun sıcaklığı 90°C dir.

Taban volkaniti birimi, tabanda temel kayaları üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Birimin üzerine ise genellikle taban kireçtaşı birimi uyumsuzlukla oturur. Bu dokanak da uyumsuzdur. Bazen birimin üzerine (Yeniköy civarında) doğrudan alt boratlı birim uyumsuzlukla gelir.

Birim içindeki Kocakır tepede gözlenen bazaltın yaşı K-Ar metodu ile 17 milyon yıl olarak bulunmuştur (Yılmaz, 1977).

Taban kireçtaşı birimi. - Beyaz, sarımsı beyaz, yeşil, krem ve bej renkli ince katmanlı ve laminalı, mam, kireçtaşı, kiltası, dolomitik kireçtaşı ve tüflerden oluşan birim çalışma alanı içinde küçük tepeleri oluştururlar.

Birim, beyazımsı krem renkli, ince tabakalı, bol çatlaklı ve kırıklı bir yapıya sahip dolomitik kireçtaşı ile başlar. Dolomitik kireçtaşının üzerine tuf bantlı plaketsiz kireçtaşı-marn ardalanması gelir. Birimin üst seviyelerinde ise kiltası-kireçtaşı-tuf-marn ardalanması bulunur.

Birim alt seviyelerinde görülen kireçtaşları, genellikle mikritik ve yersel sparitik özelliktedir. Tabaka kalınlıkları 5-40 cm arasındadır. Çatlak ve erime boşlukları olağandır ve boşluklar kalsit ile doldurulmuştur. Tüfler ise sarımsı yeşil renkli olup volkanik küllerden oluşmuşlardır.

Taban kireçtaşı birimi, tabanda taban volkaniti birimi üzerine uyumsuz olarak gelir. Tavanda ise birimi, alt tuf birimi uyumlu olarak üstler.

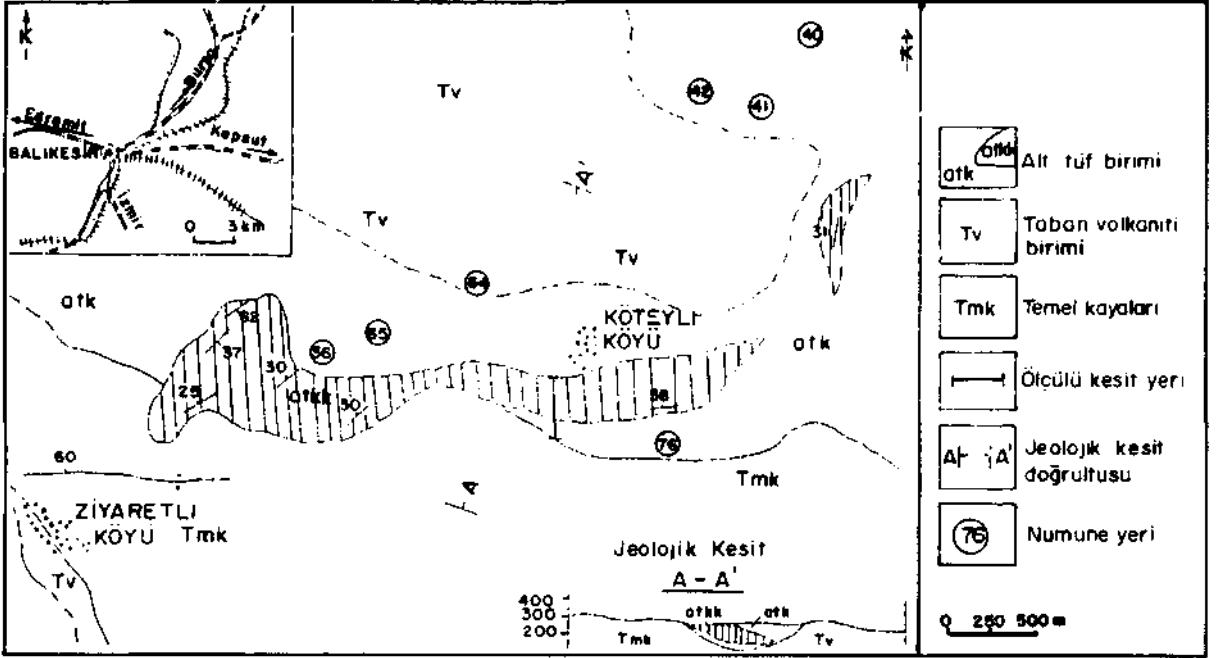
Birim içindeki killi seviyelerden palinolojik inceleme için numuneler alınmıştır. Ancak bu numuneler yaş verecek nitelikte polen içermeyip steril çıkmıştır (Akgün, 1985).

Birimde tuf bantlarının görülmesi birimin çökeli mi sırasında volkanik aktivitenin devam ettiğini gösterir. Birimin alt seviyelerinde gözlenen dolomitik kireçtaşı Alt Miyosenden itibaren gelişen gösel ortamda çökmenin kimyasal çökme ile başladığını, daha sonra epiklastik ve piroklastik malzeme getirimi ile birimin orta ve üst seviyelerinin çökeldiğini göstermektedir.

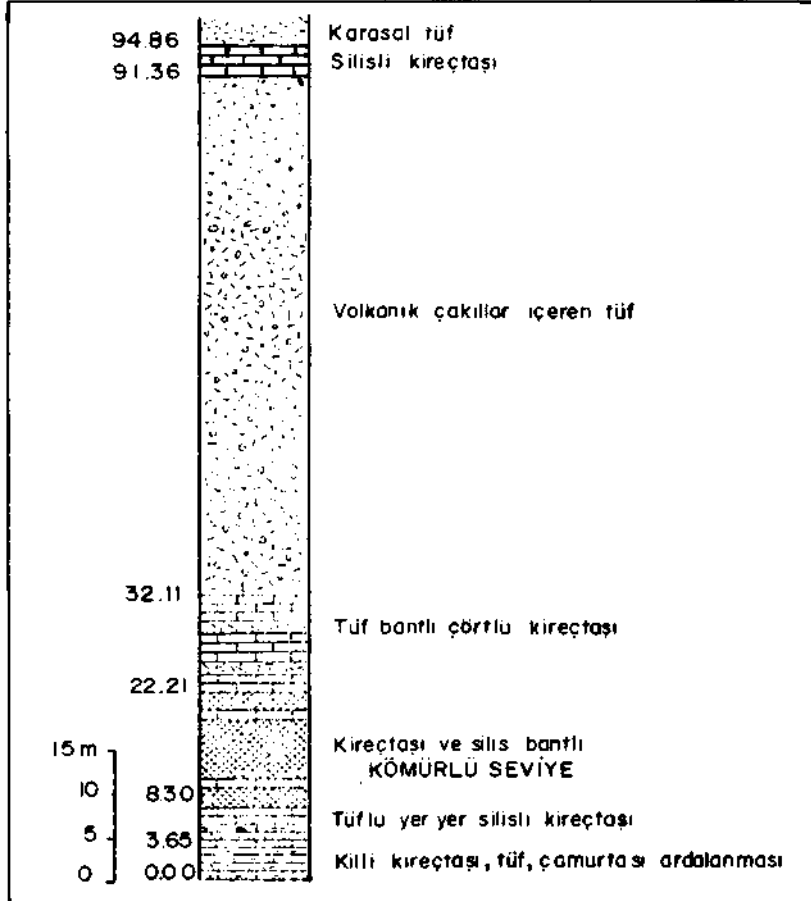
All tuf birimi. - Sarımsı beyaz, koyu gri renkli olan birim, gösel alanlar çevresindeki aktif volkanizmaya bağlı olarak oluşmuştur. Dolayısıyla karasal ve gösel fasiyeler gelişmiştir.

Birim gösel fasiyesteki örneklerinin taze yüzeyleri koyu gri renkte olup, çıplak gözle bakıldığında bol miktarda biyotit, feldispat ve kuvars taneleri görülmektedir. Alt tuf birimi (gösel fasiyesdeki) içinden alınan numunelerin mikroskopik kesitlerinde genelde camsı matris içinde bol miktarda feldispat, kuvars, biyotit, seyrek olarak hornblend ve az miktarda volkanik parçacıklarına rastlanılmıştır. Gösel fasiyesteki tüfler zeolit mineralleri (klinoptilolit ve hoylandit) içermektedir.

Karasal fasiyesteki alt tuf birimi en iyi şekilde, çalışma alanı dışında, Balıkesir ili kuzeyindeki Köteyli köyü civarında gözlenmiştir (Şek. 4 ve 5). Buradan alınan numuneler, yapılan incelemeler sonucu andezitik kristal tuf olarak



Şek. 4 Koteyli köyü civarının jeoloji haması.



Şek. 5 • Alt tuf birimi içindeki kömürlü fasiyesin ölçülü tip kesiti.

tanımlanmışlardır. Kayacın bağlayıcı malzemesi kül boyutundaki volkanik bileşenler ile daha az bulunan plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşmuştur. Ayrıca kayaç içinde hornblend, biyotit gibi opak mineraller görülmektedir.

Alt tuf biriminin görsel fasiyesi, taban kireçtaşı birimini uyumlu olarak üstlemektedir. Taban kireçtaşı biriminin görülemediği yerlerde ise birim, anı ve uyumsuz olarak taban volkaniti birimini üstler. Karasal fasiyesteki alt tuf ise genellikle taban volkaniti birimi ve temel kayaları üzerine uyumsuz olarak gelir. Tavanda ise birimin üzerine uyumlu ve dereceli bir dokanakra alt boratlı birim gelir.

Karasal fasiyesteki alt tufün içinde yersel olarak görülen, kömürlü fasiyesin kömürlü seviyesinden numuneler alınmıştır. Bu numuneler Akgün (1985) tarafından incelenerek aşağıdaki polenler saptanmıştır:

Laevigatosporites haardti

Inaperturopollenites polyformosus

Triatriopollenites pseudorurensis

Pityosporites microalatus

Triatriopollenites rurensis

Triatriopollenites bituitus

Triatriopollenites coryphaeus

Tripoporopollenites simpliformis

Tripoporopollenites lapraferus

Subtripoporopollenites simplex

Polyvestibulopollenites verus

Polyporopollenites stellatus

Polyporopollenites undulosus

Tricolporopollenites cingulum

Tricolporopollenites megaexactus

Tricolpopollenites densus

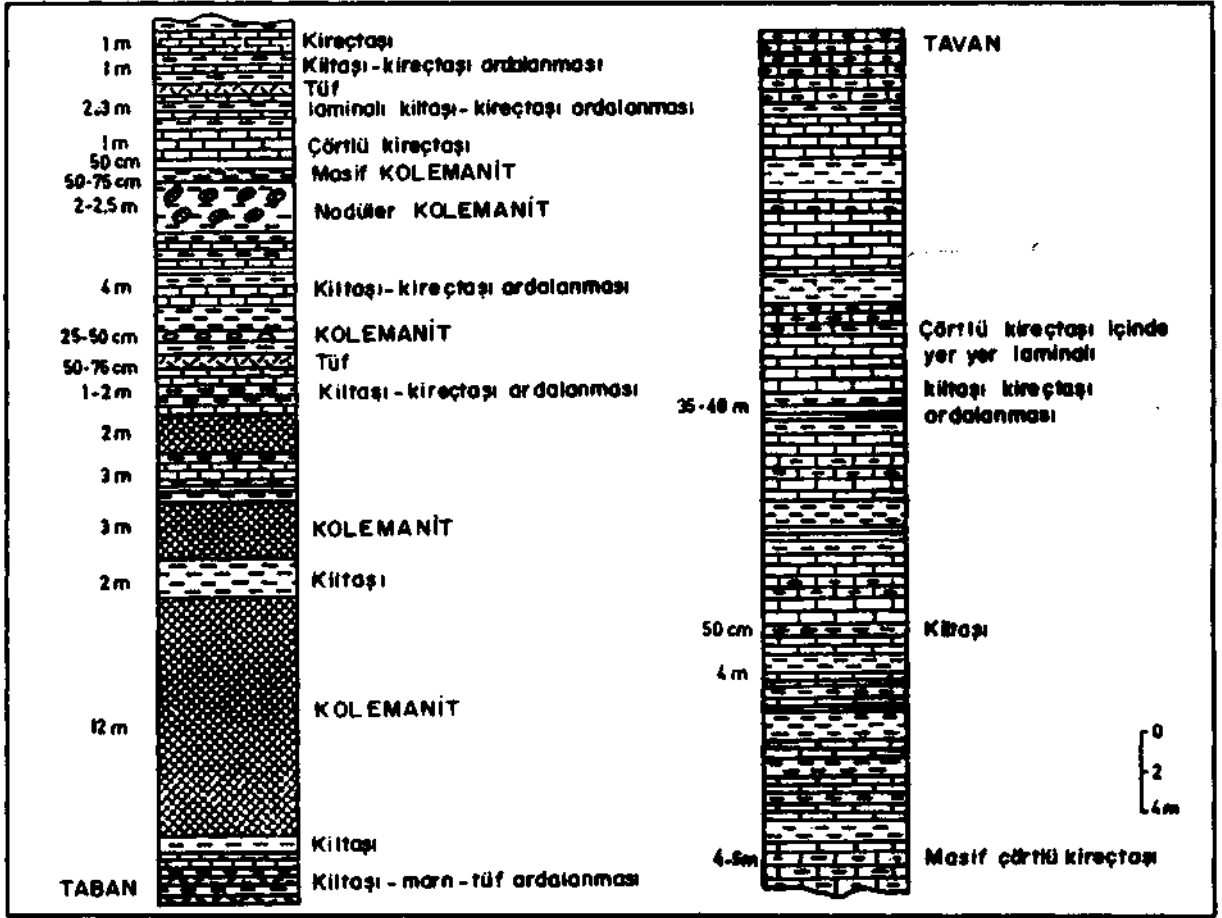
Tricolpopollenites microhenrici

Bu topluluk içinde, düşey dağılımları geniş polen türlerinin baskın olması ile Miyosen öncesi ve sonrası tipik polen türlerinin bulunmamasına dayanılarak Köteyli köyündeki kömürlerin Orta Miyosen yaşlı olduğunu gösterir.

Alt tuf birimi, volkanik kaynaktan püskürme ile atılan, baskın olarak toz boyutundaki piroklastik malzemenin göle ve karaya düşmesiyle oluşmuştur.

Alt boratlı birim. - Birim, sarımsı beyaz renkli, orta iyi pekişmiş, ince orta katmanlı ve laminalıdır. Alt seviyelerinde borat katmanları içeren birim, kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, kiltası, çamurtaşı ve tuf ardalanmasından oluşur.

Alt boratlı birimin en iyi gözleendiği yer Tülü açık ocağı (Şek. 6) ve Yeniköy kapalı ocağıdır (Şek. 7). Birim tabanda ince tabakalı yer yer laminalı mam-kireçtaşı-tuf ardalanmasıyla başlar. Bu ardalanma üzerine kalınlığı 0.20-76.00 m arasında değişen cevher zonu gelir. Cevher zonu içinde boratlarla birlikte gri renkli tuf, plaketli kiltası-kireçtaşı ardalanması ve ince



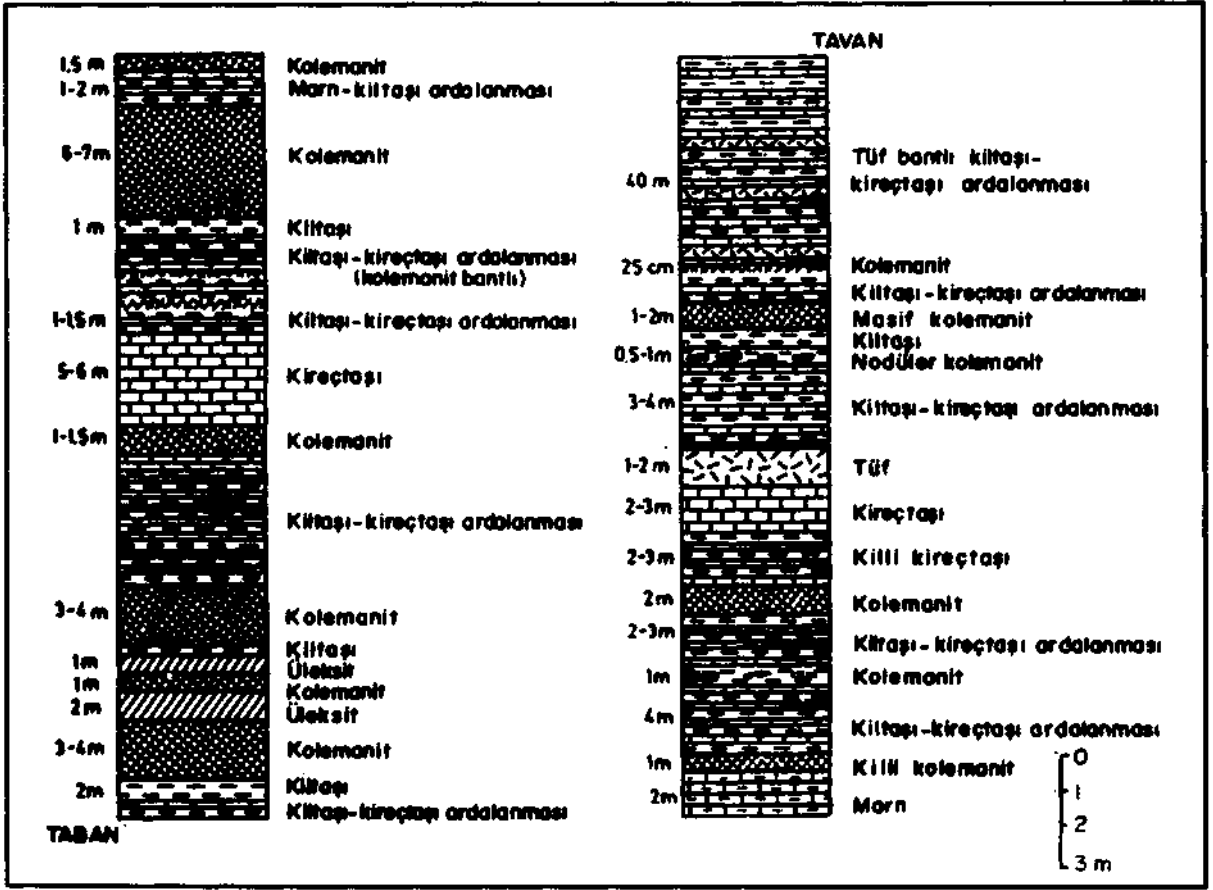
Şek. 6 - Tülü açık ocağının ölçülü kesiti.

tabakalı kireçtaşı, kilitaşı arabantları bulunur. Cevher zonu Üzerinde laminalı kahverengi kilitaşı, grimsi beyaz renkli kireçtaşı ardalanması gelir. Birim, Üst seviyelere doğru orta katmanlı çört bantlı kireçtaşı, kilitaşı, kireçtaşı ardalanmasıyla devam eder. Yeniköy civarında ise birimin üst seviyelerinde 40-60 cm kalınlıkta çört arabantları ve boşluklu kireçtaşı görülür.

Birim içinde görülen kireçtaşları, sparit, biyosparit, fosilli sparit, mikrosparit ve mikritten oluşmuştur. Killi kireçtaşları, kalsit ve kil minerallerinden oluşmuştur. Az olarak kuvars içerirler. Yerel olarak dolomit, kil, kalsit ve feldispat minerallerinden oluşan dolomitik mam özelliğindedir. Çamurtaşları genellikle kötü pekleşmiş karbonatlı çamurdan oluşmuştur. Az olarak volkanik kırıntı içerirler. Tüfler birim içinde arakatki ve arakatman olarak gözlenir.

Birim alt seviyelerinde gözlenen cevher zonu kalınlığı değişkendir. Bu kalınlık 0.20-76.00 m arasındadır. Cevher zonunda bor minerallerinden kolemanit, üleksit, havlit, probertit ve hidroborasit gözlenir. Bu minerallerden ekonomik olarak üretilenleri kolemanit ve üleksittir. Cevher zonunda boratlarla birlikte değişik oranlarda borat olmayan mineraller gözlenmektedir. Borat mineralleri genellikle kalsit, dolomit, anhidrit ve jips ile birlikte bulunmaktadır. Montmorillonit ve illit en yaygın kil mineralleridir (Helvacı, 1983).

Alt boratlı birim, tabanda genellikle alt tüf birimi üzerine uyumlu olarak oturmakta olup dereceli bir geçiş gösterirler. Geçiş zonu kalınlığı yersel olarak değişkendir. Birim, Yeniköy civarında olduğu gibi tabanda taban volkaniti birimi üzerine uyumsuz olarak oturmaktadır. Tavanda ise, alt boratlı birimin üst tüf birimi ile dokanağı uyumlu olup dereceli bir geçiş gösterir.



Şek. 7 - Yeniköy ocağının ölçülü kesiti.

Birim içindeki Tüllü açık ocağındaki killi düzeylerden alınan numunelerin palinolojik incelenmesi Akgün (1985) tarafından yapılmıştır, örnekler içinde aşağıda belirtilen spor ve polenler saptanmıştır:

Laevigatisporites haardtii

Monoporopollenites gramineoides

Monoporopollenites sp.

Inaperturopollenites dubius

Inaperturopollenites hiatus

Pityosporites microalatus

Pityosporites lapdacus

Triatriopollenites bituitus

Triatriopollenites coryphaeus

Tripoporopollenites simpliformis

Tripoporopollenites labraferus

Subtriporopollenites simplex

Polyvestibulopollenites verus

Tricolporopollenites undulosus

Tricolporopollenites microhenrici

Tricolporopollenites pacatus

Tricolporopollenites cingulum

Tricolporopollenites megaexactus

Tricolporopollenites sp. (compositae)

Tetracolporopollenites sp.

Periporopollenites multiporatus

Bu topluluk içinde düşey dağılımı geniş polen türleri düşük yüzdeli olup. Miyosen öncesi tipik türler ise hiç gözlenmemektedir. Çeşitli Pliyosen türleri ise temel tipler arasında yer almaktadır. Bu bilgiler kapsamında birime Geç Miyosen (Geç Pannoniyen-Dasiyen) yaşı verilmiştir.

Birim havza kenarlarında taban volkaniti birimi veya temel kayaları üzerine oturur. Havza ortalarında ise birim düzenli olarak alt tufbirimini üstler. Birimin yayılımı gözönüne alındığında, birimin çökeli mi sırasında çökeltme ortamlarının yayılımının çok geniş olduğu söylenebilir. Çökeltme ortamları birbirleriyle bağlantılı ve/veya ayrık lakustrin playa gölleridir. Lakustrin playa gölleri kireçtaşlarının çökeli mi sırasında derin olmakla beraber, cevherleşme sırasında ise oldukça sık playa konumundadır.

Üst tufbirimi. - Birim çalışma alanının merkezî kesiminde geniş yayılım gösterir. Üst tuf birimi tabanda kaba taneli tüflerle başlar. Kaba taneli tüfler sarımsı yeşil renkleriyle karakteristiktir. Koyu yeşil renkli pomza parçalan içermeleri ve buna bağlı olarak gelişen gözenekli yapıları ile tipiktir. Hafif ve dayanımlı oluşları nedeniyle bölgede yapıtaşı olarak kullanılmaktadır. Birimin üst seviyelerinde ise taze yüzeyleri açık gri renkli olan makroskobik olarak hiç bir minerali tanınamayan, hafif oluşları ve konkoidal kırılmaları tipik olan ince taneli tüfler vardır.

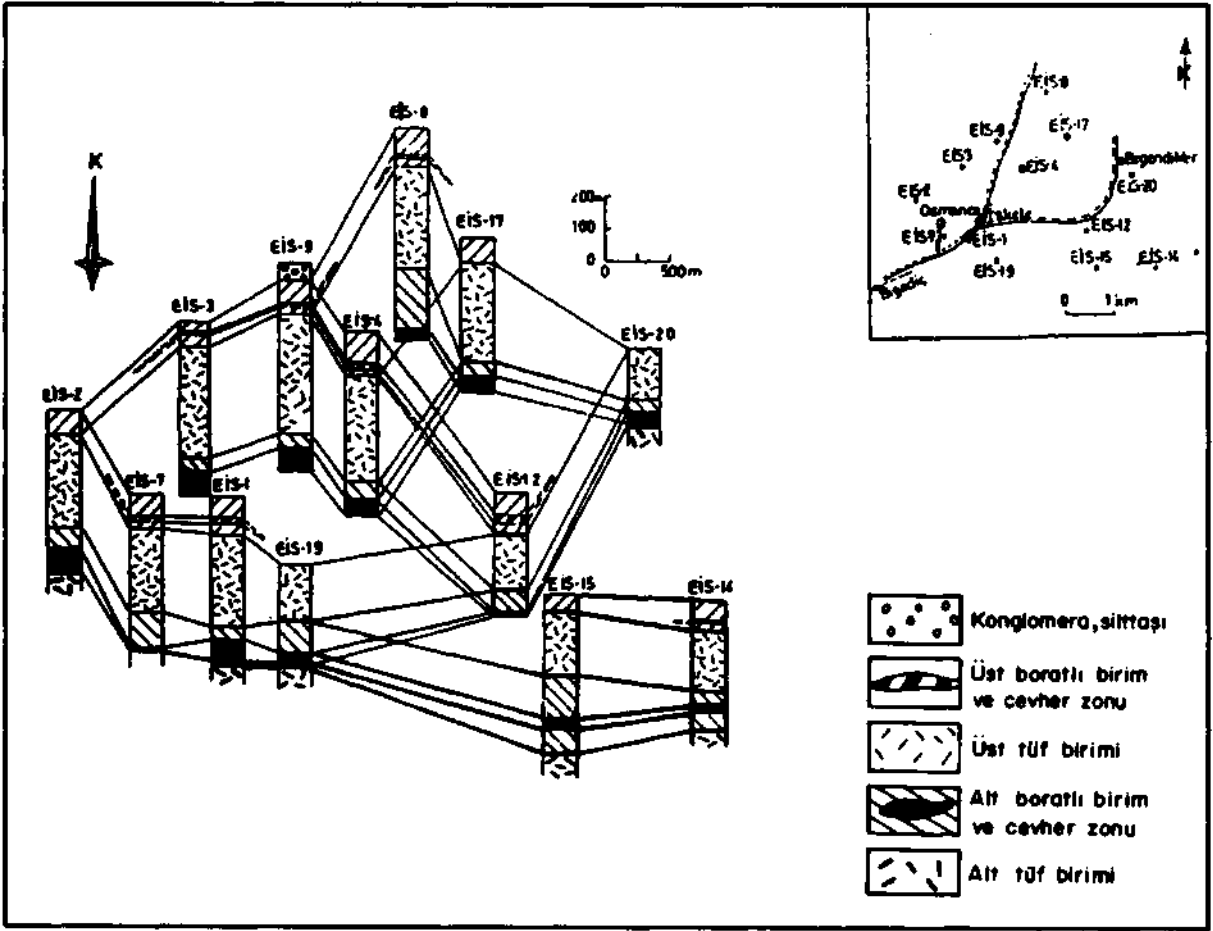
Kaba taneli tüflerde iki veya Uç yönde izlenebilen çatlak sistemleri iyi gelişmiş olup, bu yüzeyler demiroksit suların dolaşımı sonucunda kırmızımsı kahverengiye boyanmış olarak görülürler. Bu tüflerde yapılan petrografik incelemelerde önemli oranda pomza, hoylandit, klinoptilolit ve analsim, az miktarda sanidin, kuvars, plajiyoklaz ve biyotit içerdiği görülmüştür. Lifsi yapılı pomzalar kayaçta gelişigüzel dağılmışlardır. Bu birimin bazı seviyeleri hoylandit ve klinoptilolit gibi zeolit mineralleri yönünden oldukça baskın olup, ekonomik zeolit yatağı oluşturacak düzeye erişir. Bu yönüyle çeşitli etüt ve projelere konu olan bu birim yakın gelecekte çok önemli bir zeolit yatağı olarak değerlendirilmesi kuvvetle olasıdır.

Birimin, tabanda alt boratlı birim ile dokanağı uyumlu ve dereceli geçiş gösterir. Tavanda ise üst boratlı birim ile dokanağı keskin ve uyumludur.

Alt boratlı birimin çökeli mi sırasında sakin bir dönem geçiren volkanizmanın yeniden yoğun bir şekilde faaliyete geçmesi sonucu çökelen üst tuf birimi içinde karbonat veya epiklastik arakatıkların bulunmaması volkanizmanın kesintisiz devam ettiğini gösterir.

Birimin kalınlığı havza içinde kuzeye doğru gidildikçe artmaktadır (Şek. 8). Bu durum volkanizmanın şiddetine bağlı olabileceği gibi, malzemenin beslenme kaynağına yakınlığına ve çökeltme ortamının derinliğine bağlıdır.

Üst boratlı birim. - Orta kesimlerinde borat katmanları içeren birim, kireçtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, marn ve tuf aralanmasından oluşur.



Şek. 8 - Bigadiç havzasında yapılan derin sondajların korelasyonu.

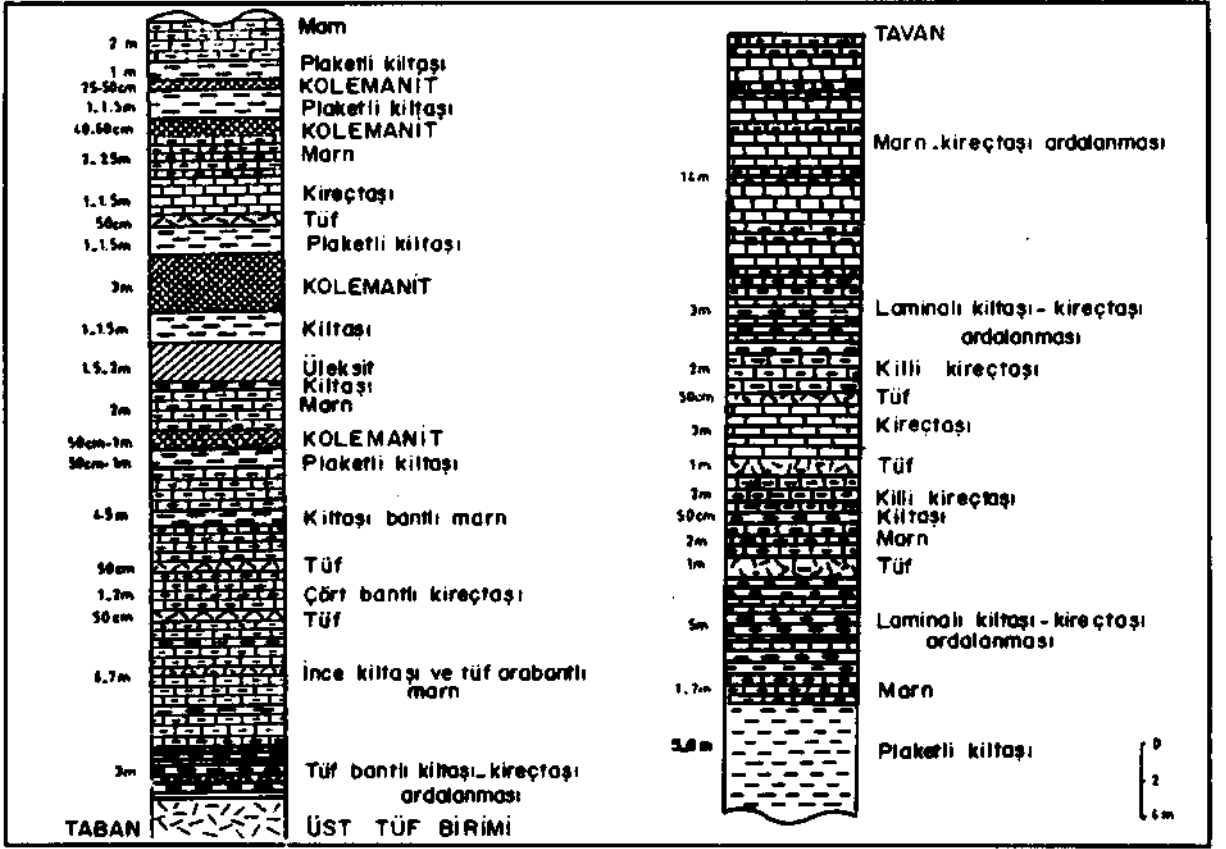
Birim, tabanda ince katmanlı tuf bantlı kilaşı-kireçtaşı-marn ardalanmasıyla başlar. Bu ardalanma üzerine sabunsu plaketli kilaşı ve cevher zonu gelir. Cevher zonu üzerine ise kırmızımsı kahverengi laminalı kilaşı gelir. Bununla birlikte irice ve orta katmanlı tuf ve kireçtaşı bantlı kilaşı-kireçtaşı ardalanması bulunur. Birim üstte yer yer çört bantlı kalın katmanlı kireçtaşı ile son bulur (Şek. 9).

Birim içindeki kireçtaşının rengi beyazımsı krem renklidir. Yer yer oldukça silisli ve erime boşlukludur. Tabaka kalınlıkları 0.2-40 cm arasındadır. Mam sarımsı krem renkli ve ince tabakalıdır. Tüflerin rengi ise alterasyondan dolayı sarımsı yeşil olup orta katmanlıdır. Makroskobik olarak biyotit ve feldispat mineralleri görülür. Kalınlıkları fazla olmamakla birlikte yersel olarak 3-5 m ye kadar ulaştığı kesimler gözlenir. Killer kırmızımsı kahverengi, yeşil ve gri renkli, sabun kayganlığında görülür. Plaketli kilaşları cevher zonuna girişte ve çıkışta kılavuz seviye olarak gözlenir.

Cevher zonu üst boratlı birimin orta kesimlerinde görülmektedir. Cevher zonu kalınlığı 0.10-80.00 m arasındadır. Cevher zonunda görülen bor minerallerinden ekonomik olarak işletilenleri kolemanit ve üleksittir. Üleksit, Acep, Kireçlik, Arka ve öngünevi ocaklarında hâkim olmasına karşın, Avşar ve Simav ocaklarında ise kolemanit baskındır. Üst boratlı birim içindeki cevher zonunda kolemanit ve üleksitin dışında görülen diğer bor mineralleri ise; meyerhofferit, pandemit, probertit, havlit, tunelit, hidroborsit ve inyoitten oluşur. Birim içinde üretim yapılan ocaklarda borat katmanlarının kalınlıkları, katman sayıları ve katmanların dizilişi oldukça farklıdır. Borat katmanlarının genel görünüşü merccekler şeklinde gözlenir.

Üst boratlı birim, tabanda üst tuf birimi üzerine ani ve uyumlu olarak gelir. Tavanda ise birimi genç tortullar uyumsuz olarak üstlemektedir.

BİGADİÇ BORAT YATAKLARI



Şek. 9 - Üst boratlı binmin Kireçlik bölgesindeki genelleştirilmiş kesiti.

Üst boratlı birimin çeşitli seviyelerinden alınmış örneklerde aşağıdaki Ostracod topluluğu saptanmıştır (Gündoğdu, 1982).

Bakunella dorsoarcute (Zalanyi)

Candona conveza Livental

Candona paralella pannonica (Zalanyi)

Amplocypris cf. *recta* (Resus)

Ilungarocypris hierophyfica (Mches)

Bu topluluğa dayanarak birimin alt ve orta seviyelerine Üst Pannoniyen, üst seviyelerine de Alt Ponsiyen yaşı verilmiştir.

Birim, üst tüf birimini oluşturan volkanizma sonunda, çökme ortamında yeniden başlayan kırıntılı ve kimyasal çökelim ürünüdür. Birim içinde görülen karbonatlı kayalarla, kırıntılı kayaların laminallı ardalanmaları birimin çökeli mi esasındaki mevsimsel iklim değişikliklerini, fasiyes değişimini ve havzadaki su seviyesinin değişimini gösterir. Birim içindeki tüf bantları ise birimin çökeli mi esasında kısa aralıklarla da olsa volkanizmanın devam ettiğini gösterir. Birimin çalışma alanı içinde oldukça dar bir alanda görülmesi, üst boratlı birimin çökeli mi esasında çökme ortamının çok küçüldüğünü gösterir.

Bazalt.- Birim siyah ve grimsi siyah renkli olup, kendisinden daha yaşlı olan tüm birimleri kesmiştir. Kalınlığı fazla değildir.

Birim içinden alınan örneklerin petrografik incelenmesi sonucu kayacın hamuru feldispat mikrolitlerinin gelişigüzel dağılımı ile ofitik yapı göstermekte olup, feldispat kristalleri arasında ojit ve olivin kristalleri görülür.

KUVATERNER

Genç tortullar

Çalışma alanının merkezi kesimindeki iskele ve Osmanca köyleri civarında ve Aşar-Simav ocakları arasında görülmektedir.

Birim tabanda çakıllarını kireçtaşının oluşturduğu konglomera ile başlar. Konglomera üzerine kıltaşı, kumtaşı ve çakıltaşı bantlı silttaşı gelir. Birim içindeki silttaşı parlak gri, yer yer sarımsı kırmızı renkli olup ince katmanlıdır. Kıltaşı ise sarımsı kırmızı/ı olup laminalıdır. Çakıltaşının bileşenlerinin bağlayıcı malzemesi killeşmiş tüftür. Birimin kalınlığı 3-180 m arasında değişmektedir.

Birim tabanda üst boratlı birim üzerine uyumsuzlukla oturur. Tavanda ise birimin üzerine uyumsuzlukla alüvyon gelir. Birim, Neojen öncesi ve Neojen yaşlı birimlerinden türemiştir. Bölgesel korelasyon sonucu birime Kuvaterner yaşı verilmiştir. Tüm birimlerin ü/erini uyumsuzlukla örten alüvyon, temel kayaların ve Neojen yaşlı birimlerin çakıl, kum ve killere ibarettir.

TEKTONİK

Bigadiç volkano-sedimanter havzasında görülen Neojen yaşlı çökeller, geniş alanlar kaplayan temel kayaçları ile sınırlandırılmış ve birbirleriyle bağlantılı veya ayrı ve en geç Neojen başında oluşan havzalarda oluşmuştur. Bu çökellerin genel doğrultuları KD-GB dir. Çalışma alanının ana tektonik unsurları kıvrımlar, faylar ve uyumsuzluklardır.

Bölgedeki stratigrafik istifi oluşturan birimlerden tabakalı yapıya sahip olanlar, yerel değişimler dışında tabaka eğimleri (0° - 35°) arasında değişmektedir. Bunların eğim yönleri de genellikle KB ve GD dur.

Kıvrımlar

Bigadiç volkano-sedimanter havzasında çökelleme ile eşyaşı ve çökelleme sonrasında oluşmuş kıvrımlar gözlenmektedir. Tortullaşma ile eşyaşı kıvrımlara, kıltaşı ve laminalı kıltaşı-kireçtaşı ardalanmasının görüldüğü seviyelerde sık rastlanır. Bu kıvrımların altındaki ve üstündeki seviyelerde kıvrımlanma ve eğim değişmesi görülmez.

Tortullaşma sonrası oluşmuş kıvrımların eksen yönleri genellikle KD-GB dir. Bu kıvrımlar, çökelleme ile eşyaşı kıvrımların aksine cevher zonunu etkilerler. Cevherli seviyeler senklinallerin eksenlerinde daha kalın olmakla beraber kıvrımların kanatlarında incelmislerdir.

Üst boratlı birimde küçük ölçekli kıvrımlar bol miktardadır. Bu küçük ölçekli kıvrımlar devrik antiklinal ve senklinaller, İzoklinal kıvrımlar ve fleksürler şeklinde görülürler. Alt boratlı birimde ise küçük ölçekli kıvrımlara fazla rastlanmaz. Bunun nedeni birimin üstünde, birimi deformasyonlara karşı kısmen koruyan üst tuf ve üst boratlı birimlerin bulunmasıdır.

Faylar

Bölgede, temeli oluşturan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayaçlarda. Miyosen öncesi meydana gelen büyüme fayları şeklindeki blok faylanmalar ve dislokasyonlar sonucu farklı büyüme ve alçalmalar meydana gelmiştir. Bunun sonucu ortaya çökelleme ortamları çıkmış ve buralarda Neojen tortulları çökelmislerdir. Çökelleme ortamlarını oluşturan büyük faylar olasılıkla alt ve üst boratlı birimlerin çökeli mi esnasında onama bol miktarda bor ekshalasyonları taşınmasına neden olmuştur.

Birimlerin çökeli mi esnasında oluşan faylar (büyüme fayları) ise birimlerin ve cevher zonlarının kalın olmasına neden olmuştur. Buna örnek Kisekaya fayı ile Beğendikler köyünün güneyinde gözlenen faydır.

Havzada tüm birimlerin çökeli minden sonra oluşan faylar cevher zonunu etkilemişlerdir. Cevher zonu içindeki cevher damarları faylardan etkilenip fay zonlarında altere olmuşlardır.

BİGADIÇ BORAT YATAKLARI

BİGADIÇ BORAT YATAKLARI

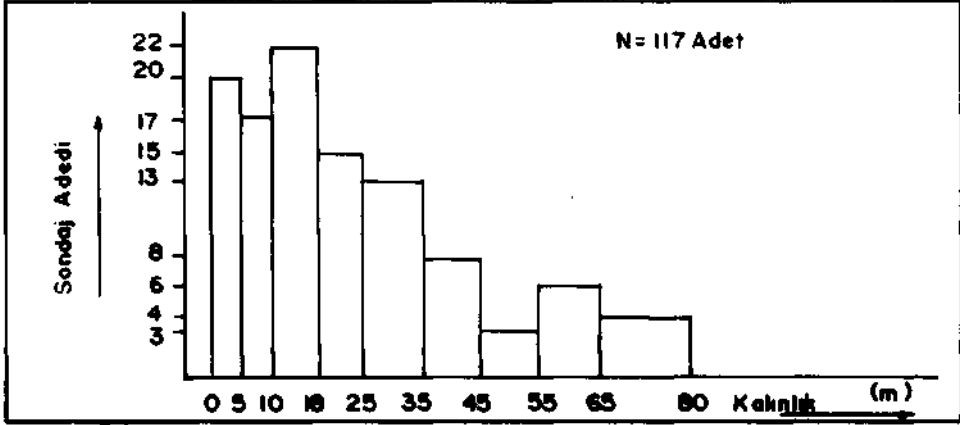
Bigadiç borat yatakları birbirlerinden üst tuf birimi ile ayrılan alt ve üst boratlı birimler içinde iki ayrı zonda bulunur. Hav/a içinde yapılan sondajlar neticesinde üst boratlı birimin orta seviyelerinde yer alan üst borat zonu kalınlığının bölgelere göre dağılımı şöyledir:

Bölge	(Cevher zonu kalınlığı (m))
Avsar Simav (iünevı)	2.80.00 0.5-23.60
Kireçlik	0.7-39.00
Yellıcetpe	3.3-18.60
iskele civarı	0.2-73.70

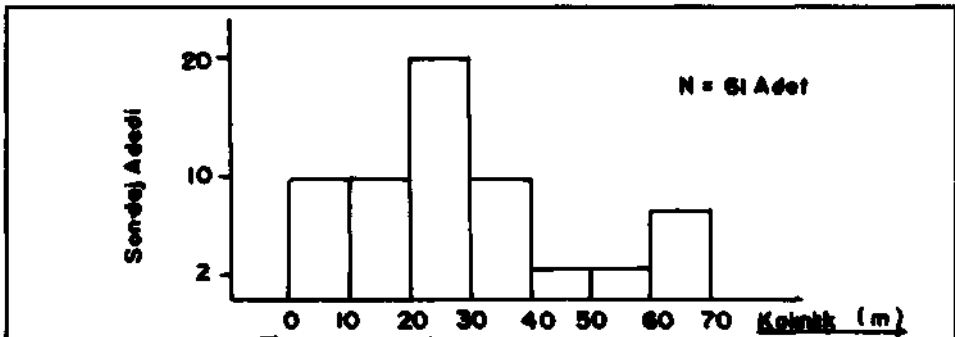
Alt horatlı hırımın alt seviyelerinde yer alan alt borat zonu kalınlığının yapılan sondajlara göre bölgesel dağılımı şöyledir:

Bölge	Cevher zonu kalınlığı (m)
Yeniköy	0.2-76.(X)
Tülü ovası	8.2-54.(X)
Derin sondajlar	8.2-67.90

Buna göre üst borat zonu kalınlığı 0.10-80.00 m, all borat cevher zonu kalınlığı 0.20-76.00 nı leri arasındadır. Üst boratlı zonu kalınlığının alt borat zonu kalınlığından fazla okluğu görülmekle beraber; alt borat zonu kalınlığı üst borat zonu kalınlığından daha fazladır (Şek. 10 ve 11).



Şek. 10 - Üst boratlı birim içinde yapılan sondajlara göre cevher zonu kalınlığının geometrik frekans dağılımı.



Şek. 11 - All boratlı birim içinde yapılan sondajlara göre cevher zonu kalınlığının geometrik frekans dağılımı.

Sondajlarda alt borat cevher zonunda görülen cevher damarlarının korelasyonu, üst borat cevher zonundaki cevher damarından daha kolaydır. Bunun sebebi ise, alt borat cevher damarlarının devamlılığının daha düzenli olmasıdır. Ayrıca alt boratlı birim üzerinde örtü vazifesi gören üst tuf ve üst boratlı birimlerin olması nedeniyle alt borat cevher damarlarının alterasyonu üst borat cevher damarlarına göre daha azdır. Alt boratlı birimdeki cevher zonu içindeki cevher damarları arasındaki tuf banılan, üst borata nazaran daha fazladır.

Şekil 8 de havzada yapılan derin sondajların korelasyonu verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi alt borat cevher zonu kalınlığı üst boratın cevher zonuna göre daha düzenlidir.

Etibank maden üretimini açık ve kapalı ocaklardan sağlar. Bölgedeki ocakların dağılımı şöyledir: Alt borat zonunda Yeniköy kapalı ocağı ve Tülü açık ocağı; üst borat zonunda ise ön ve Arkagünevi, Kireçlik, Avşar, Simav kapalı ocakları ile Acep açık ocaklarıdır.

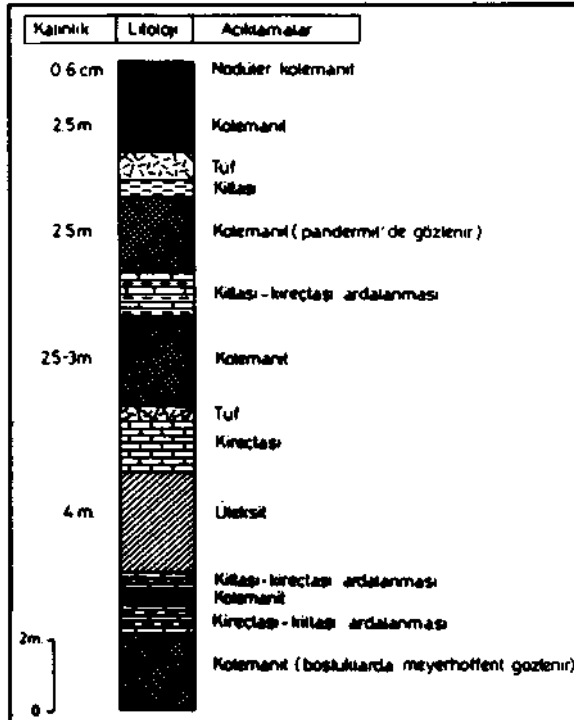
Havzada, üretim yapılan ocakların dışında kapalı olan ocaklar da mevcuttur. Bunların dağılımı ise şöyledir: Üst borat zonunda Mezarbaşı, Acep, Salmanlı, Beğendikler, Çamköy kapalı ocakları ve Kurtpınarı açık ocaklarıdır. Havzadaki ocakların ayrıntılı stratigrafisi aşağıda verilmiştir.

Avşar ve Simav ocakları

Avşar ve Simav kapalı ocakları havzanın güneybatı ucunda yer almakta olup üst boratlı birim içindedir. Yataklarda kolemanit üleksite nazaran daha baskındır. Bununla beraber ocaklarda kolemanit ile üleksit birlikte üretilir.

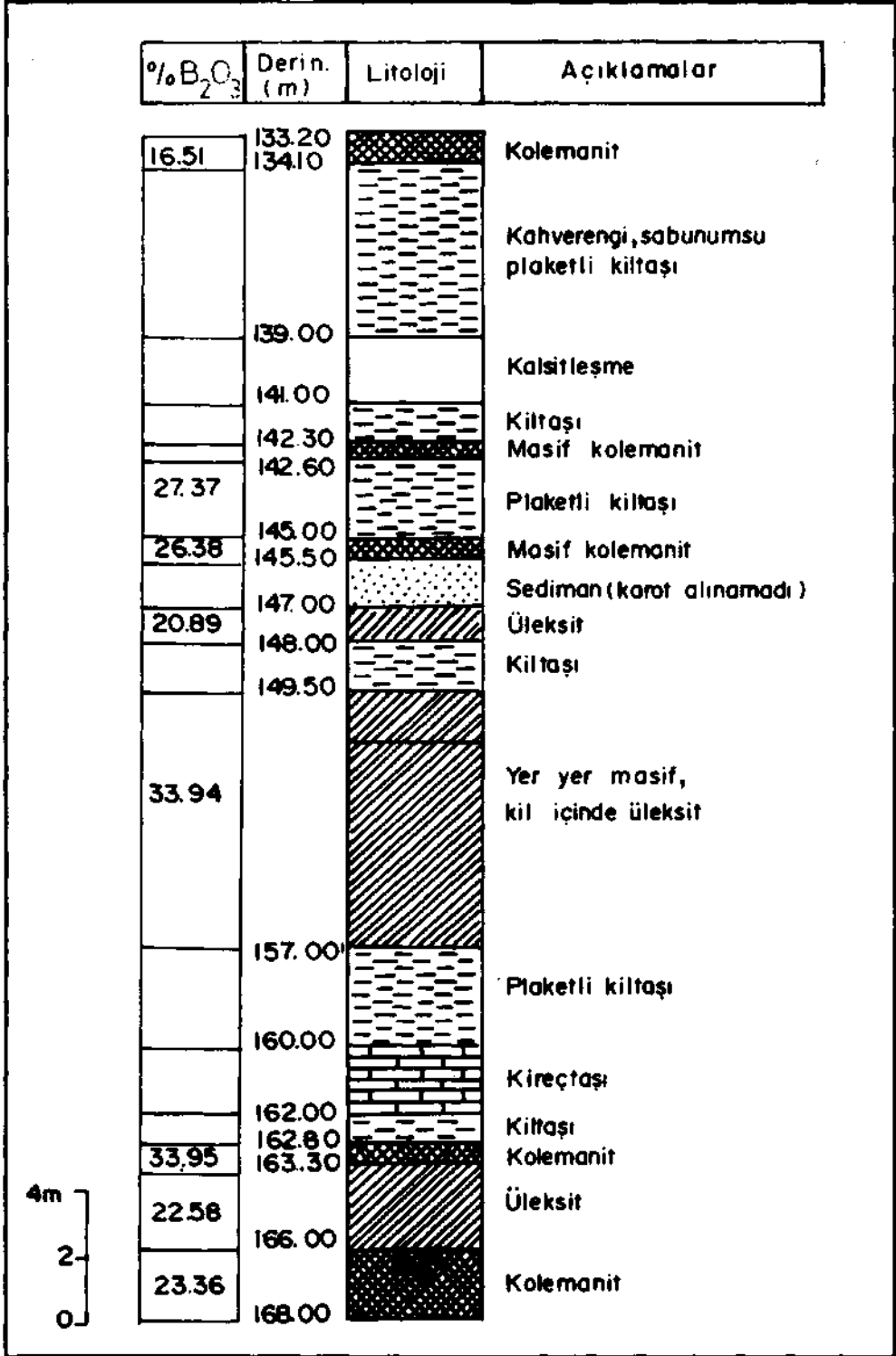
Avşar ocağında 6 adet cevher damarı mevcuttur. Bu damarlardan 4 ü kolemanit, 2 si ise üleksittir. Damarların dizilimi alttan başlayarak kolemanit (% 30 B_2O_3), üleksit (% 32 B_2O_3), üleksit (% 33 B_2O_3), kolemanit (% 34 B_2O_3), kolemanit (% 42 B_2O_3), kolemanit (% 35 B_2O_3) cevherleri şeklindedir. Damarlar arasında değişen kalınlıklarda kıltaşı-kireçtaşı-marn ardanması bulunur.

Simav ocağında ise alttan başlamak üzere, 2-2.5 m kolemanit, kıltaşı-kireçtaşı ardanması, kolemanit, kıltaşı-kireçtaşı ardanması 4 m üleksit (% 34 B_2O_3), tuf ve kireçtaşı bantları, 2.5-3 m kolemanit (% 35 B_2O_3), kıltaşı-kireçtaşı ardanması, 2.5 m kolemanit (% 36 B_2O_3), kıltaşı ve tuf bantları ve 2.5 m kalınlıkta kolemanit cevheri (% 29 B_2O_3) gelir (Sek.12).



Şek. 12 - Simav ocağının ayrıntılı ölçülü kesiti.

Şekil 13 te Avşar-Simav bölgesinde yapılan AS-4 no.lu sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının % değerleri verilmiştir.

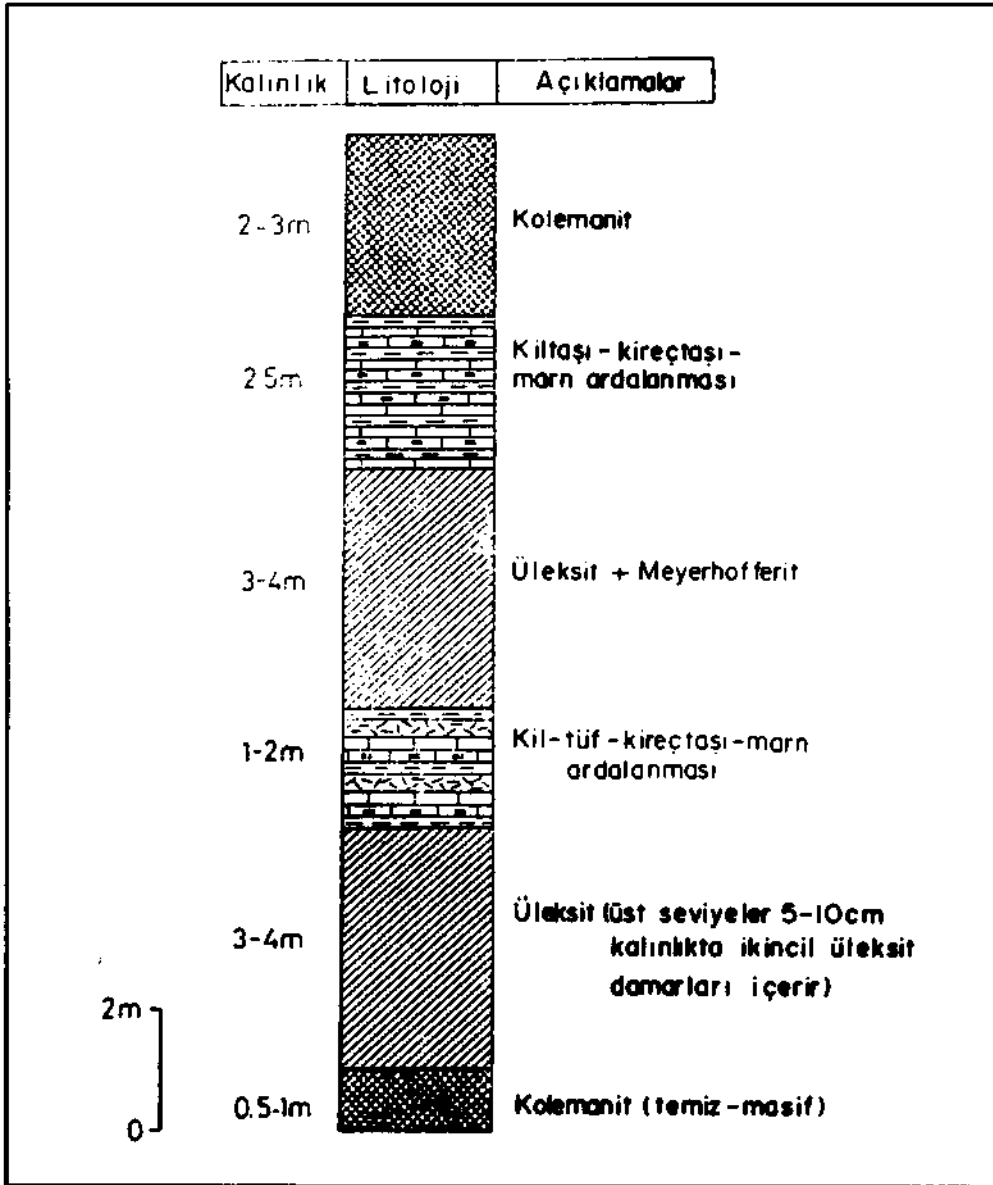


Şek. 13 - Avşar ve Simav ocaktan arasında yapılan AS-4 no.lu sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının % B₂O₃ içerikleri.

Kireçlik ocağı

Ocak. Bigadiç borat havzasının güneydoğu kesiminde Kireçlik tepenin güneşinde, üst boratlı birim içindedir. Bu yaktakta kolemanit ve üleksit üretimi yapılmaktadır.

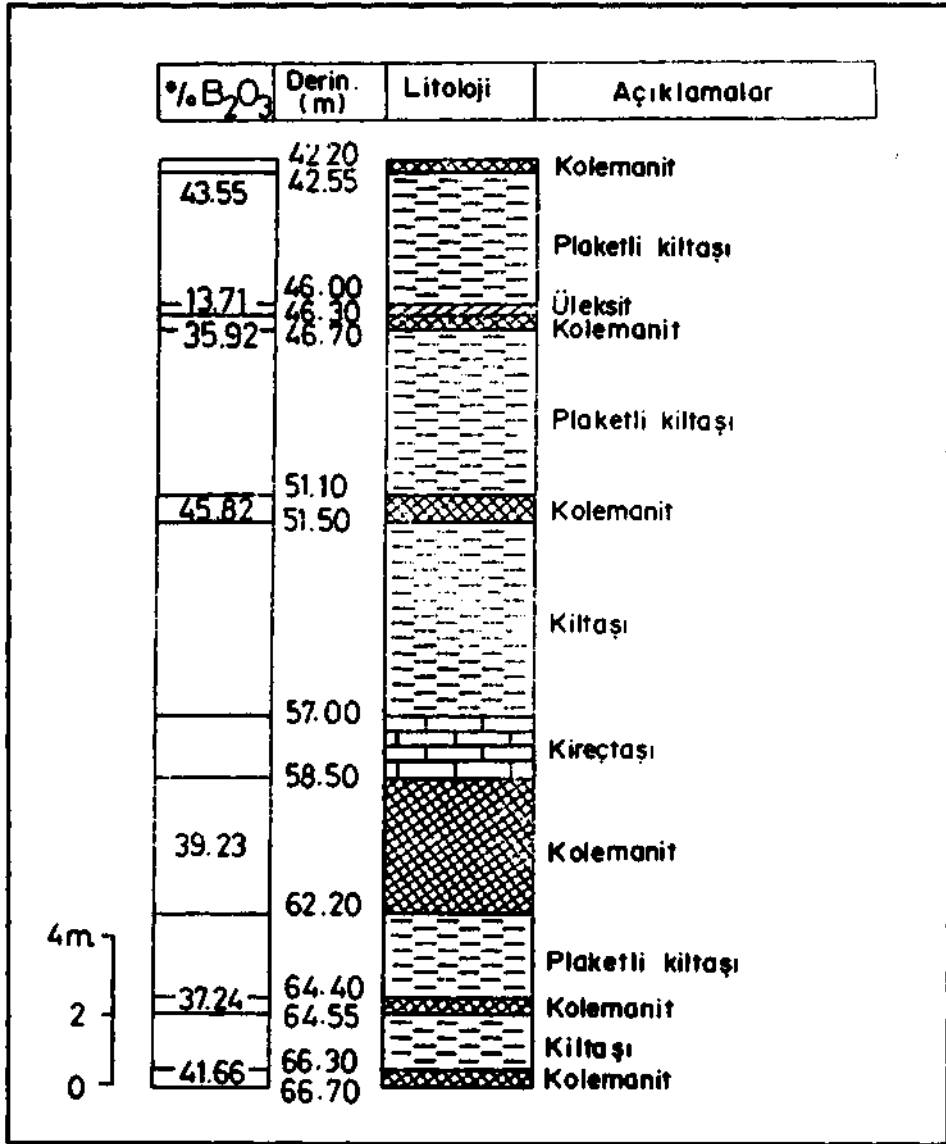
Ocakla cevher zonu tabanda beyaz renkli temiz, masif ve kalınlığı 0.5-1 m arasında değişen kolemanit ile başlar. Kolemanitin üzerine kalınlığı 3-4 m arasında değişen üleksit gelir, Üleksit damarının üst seviyelerinde kalınlıkları 5-10 cm arasında olan ikincil üleksit damarları bulunmaktadırlar. Üleksitin üstüne kalınlığı 4-5 m arasında olan laminalı kıltaşı-kireçtaşı-tüf ve marn ardalanması gelir. Bu ardalanmada kireçtaşı baskındır. Bu ardalanmanın üstünde 3-4 m kalınlıkta üleksit bulunur. Üleksit içinde bantlar halinde kalınlığı 5-10 cm olan meyerhofferit görülmektedir. Üleksitin üstünde 2.5 m kalınlığında kıltaşı-kireçtaşı ardalanması gelir. Cevher zonunun en üstünde 2.5-3 m kalınlıkta kolemanit görülür (Şek. 14). Kireçlik ocağında üretim yapılan üleksitin tenörü %30.50 B_2O_3 , kolemanitin ise % 34 B_2O_3 tür.



Şek. 14 - Kireçlik ocağının ölçülü kesiti.

BİGADIÇ BORAT YATAKLARI

Şekil 15 te ocağın kuzeyinde yapılan KS-17 no.lu sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının %B₂O₃ değerleri görülmektedir.



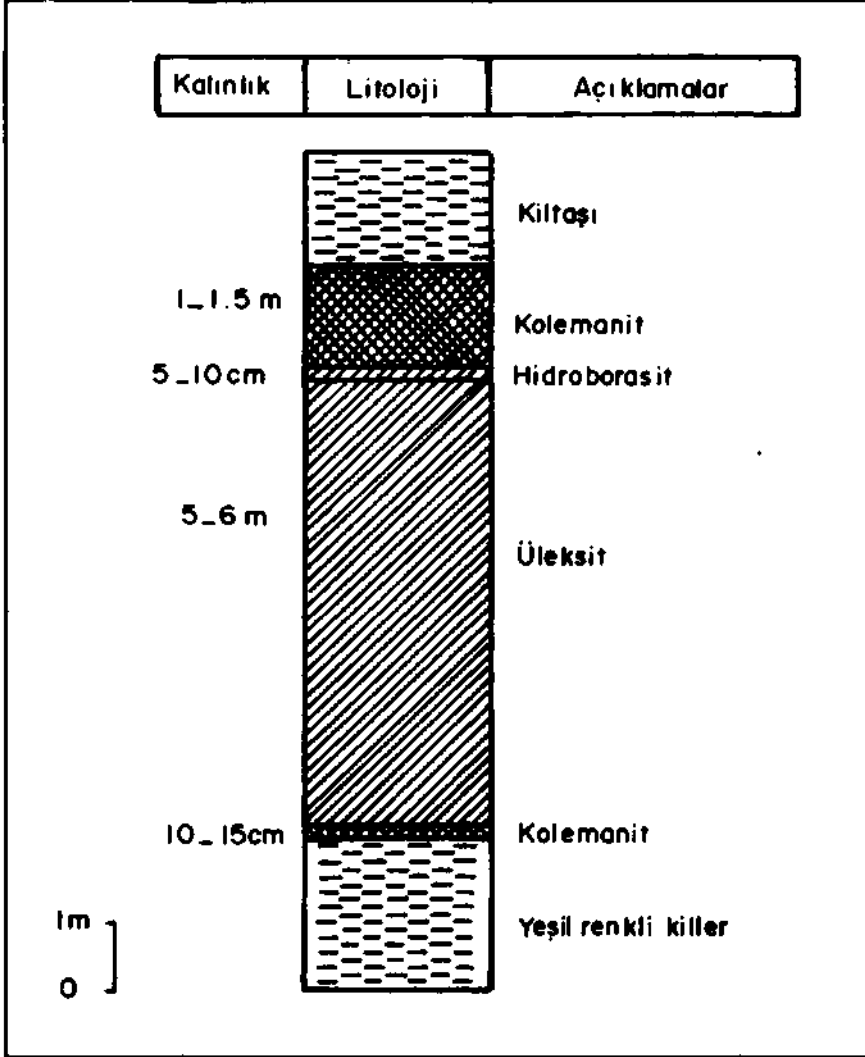
Şek. 15 - Kireçlik bölgesinde yapılan KS-17 no.lu sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının % B₂O₃ içerikleri.

Günevi ocakları

Günevi ocakları havzanın kuzeydoğusunda üst boratlı birim içinde yer alır. Ocaklarda üleksit kolemanite nazaran daha baskındır.

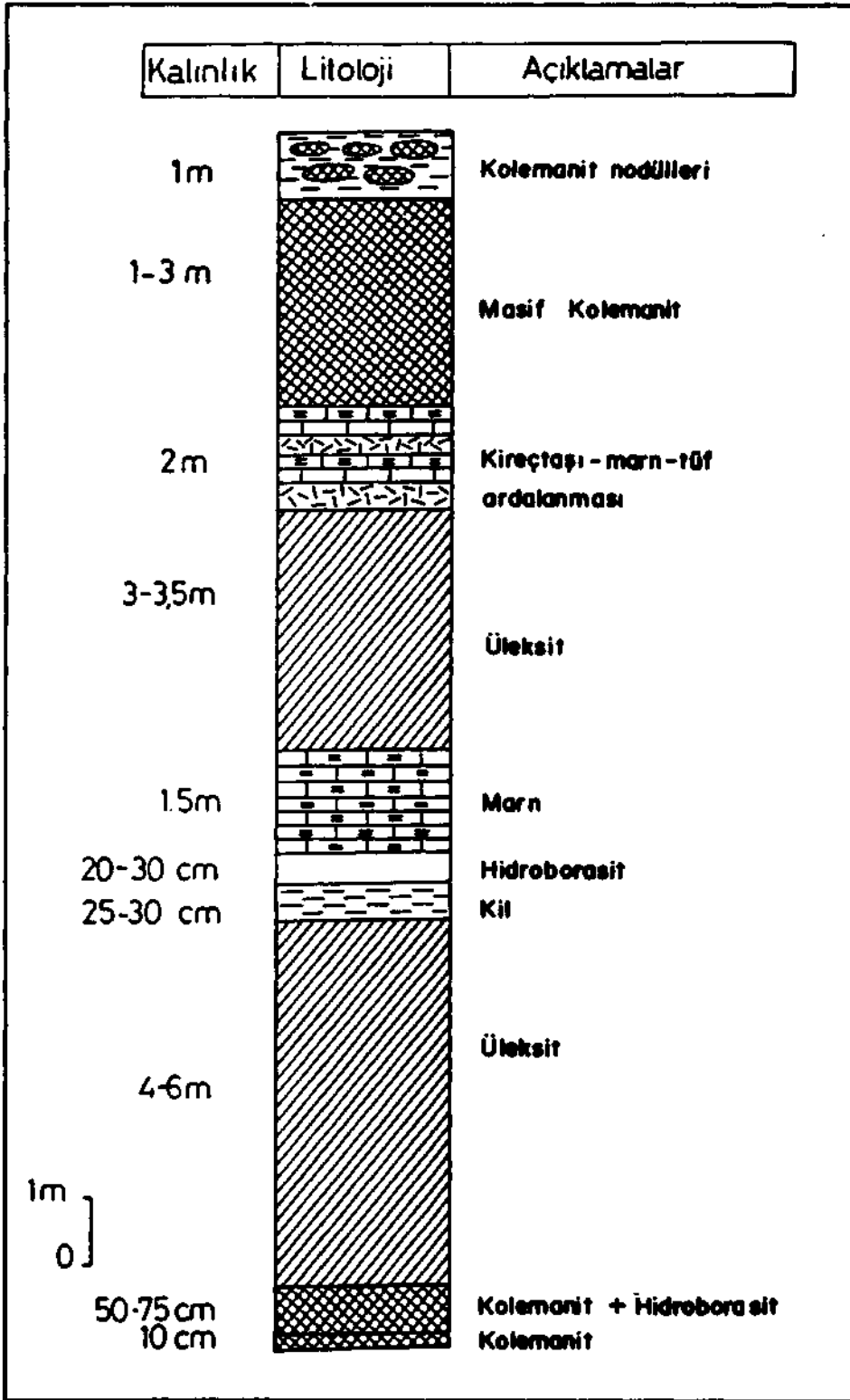
Öngünevi ocağının cevher zonu, tabanda kalınlığı 10-15 cm olan kolemanit ile başlar. Kolemanit içindeki killer arasında yer yer hidroborasit gözlenir. Kolemanitin üzerinde 5-6 m kalınlığına erişen deve dişi görünümlü üleksit bulunur. De-

ve dişi Şeklinde olan ũleksit kristalleri 5 cm ye erişir. Kristaller arası kille kaplıdır. ũleksitin içinde yer yer parlak 2 cm çaplı, muskovit pullarına benzeyen tunelit görülür. ũleksitin ũ/erinde kalınlığı 10-15 cm olan hidroborasit bulunur. Hidroborasitin ũzerinde ise 1-1.5 m-kalınlıkta kil bantlı ũleksit gözlenir. Kil bantları 10-15 cm kalınlıktadır. Cevherli seviyenin en ũstnde de kalınlığı 1-1.5 m arasında değişen jipsli kolemanit gözlenir (Şek. 16).



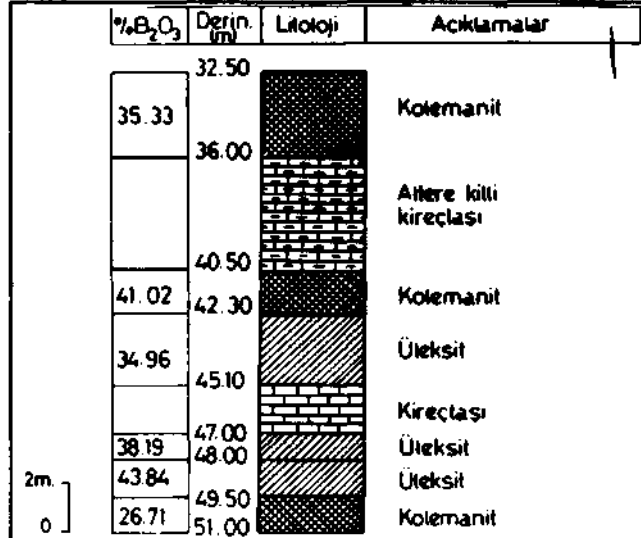
Şek. 16 - öngünevi ocağının ölçülü kesiti.

Arkagünevi ocağında cevher zonu tabanda kolemanit ile başlar. Kolemanitin ũzerinde kalınlığı 4-6 m arasında değişen ũleksit görülür. ũleksit içinde 20-25 cm kalınlıkta kil bantı vardır. ũleksit damarının ũzerinde killi seviye bulunur. Killi seviye ile ũleksit arasında tunelit ve kolemanit gözlenir. Bunların kalınlığı 5-10 cm dir. Killi seviye içinde mam bantları vardır. Bu seviye ũstnde kalınlığı 3-3.5 m arasında değişen deve dişi tipi ũleksit mevcuttur. ũleksitin ũzerinde 1.5-2 m kalınlığında killi seviye görülür. Killi seviye ũzerinde ise kolemanit zonu görülür. Kolemanit zonunda lifimsi kolemanit killele arakatlıdır. Killer ve kolemanitler 5-10 cm kalınlıktadır. Kolemanit zonunun ũst seviyelerinde nodüllü, sabunsu killer arasında kolemanitler gözlenir. Geç diyajenez esnasında gelişmiş çatlaklar içinde ikincil beyaz, parlak ve temiz kolemanitler vardır (Şek. 17). Arkagünevi ocağında ũretimi yapılan ũleksitin tenörü % 31 B₂O₃ tür.



Şek. 17 - Arkagünevi ocağının ölçülü kesiti.

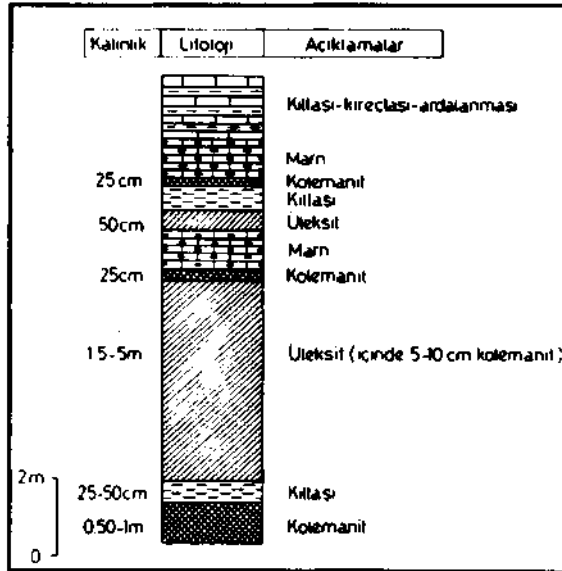
Şekil 18 de Günevi ocakları bölgesinde yapılan GS-3 no.lu sondajın cevher /onu açılımı ve cevher damarlarının o içerikleri verilmiştir.



Şek. 18 - Günevi bölgesinde yapılan GS-3 no.lu sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının % B₂O₃ içerikleri.

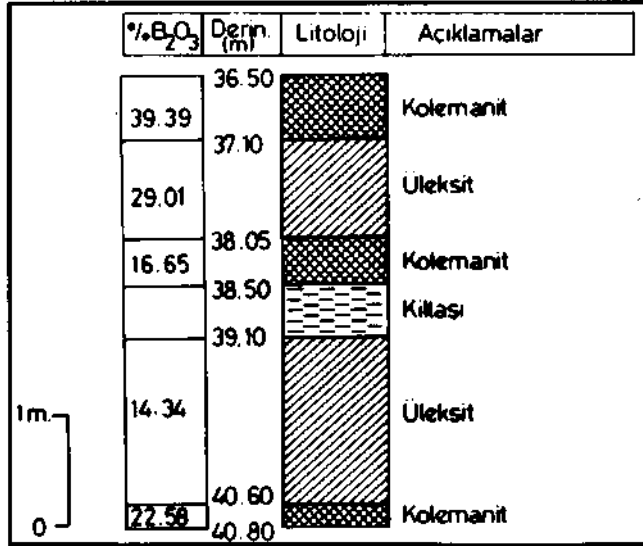
Acep ocağı

Ocak, havanın yaklaşık orta kesiminde üst borat birimi içinde yer alır. Yatakta kolemanit ve üleksit üretimi yapılmakla beraber, üleksitin çökelişi kolemanite na/aran daha fa/ladır. Yatakta alttan başlayarak, 0.5-1 m arasında değişen kolemanit (% 33 82³) düzeyi, 25-50 cm kil dü/.cyi, 1.5-5 m arasında değişen üleksit (% 30 F^{0o}) dü/.cyi (bu dü/cy yer yer 20 cm ye kadar varan iki ayrı kolemanit dü/cyi içerir). 25 cm kolemanit, 1-2 m marn ve kil dü/.eyi, 50 cm kalınlıkta üleksit dü/.cyi görülür (Şek. 19). Üste doğru kil ve mam araldanması artar ve ekonomik olmayan kolemanit bantları yer alır. En üstte ise kilitaşı-kireçtaşı araldanması yer alır. Yatakla seyrek olarak inyoit, meyerhofferit ve jips bulunur. Cevherli seviyeler iskele köyüne doğru ku/.cyc eğimlidir.



Şek. 19 - Acep ocağının ölçülü kesiti.

Şekil 20 de APZ-22 no.lı sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının % B₂O₃ içerikleri görülmektedir.



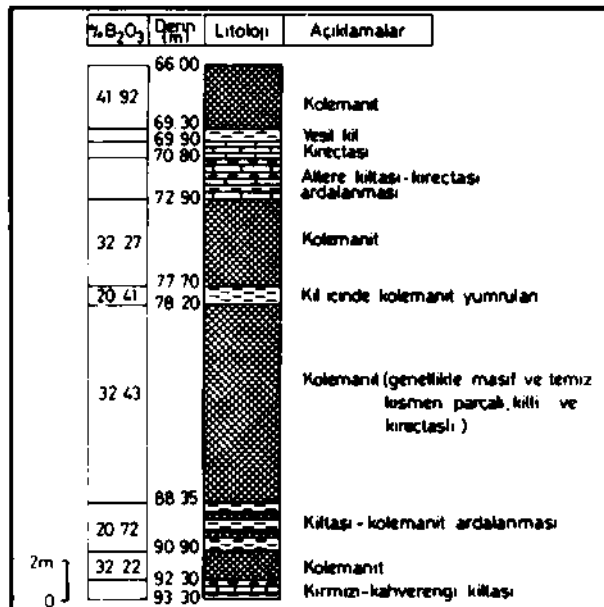
Şek. 20 - Acep bölgesinde yapılan ARZ. 22 no.lı sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının % B₂O₃ içerikleri.

Tülü ocağı

Tülü açık ocağı alt boratlı birim içinde yer alır. Ocaktan kolemanit üretimi yapılmaktadır.

Yatakta istif, alttan başlayarak 10-12 m kolemanit (% 33 B₂O₃), 2 m kil, 2-3 m kolemanit (küçük nodüller halinde), 2.5-3 m ince laminalı kil-kireçtaşı ardalanması, 2 m kolemanit, 4-5 m killaşı-kireçtaşı ardalanması, 25-30 cm kolemanit, 7-8 m killaşı-kireçtaşı ardalanması, 2.5-3 m nodüler kolemanit, 50-75 cm kil, 15-50 cm masif kolemanit şeklindedir (Şek. 16).

Şekil 21 de Tülü ovasında yapılan TS-5 no.lı sondajın cevher zonu açılması ve cevher damarlarının % B₂O₃ içerikleri verilmiştir.



Şek. 21 - Tülü ovasında yapılan TS-5 no.lı sondajın cevher zonu açılımı ve cevher damarlarının % B₂O₃ içerikleri.

Yeniköy ocağı

Ocak, havzanın kuzeybatısında yer almakta olup, alt boratlı birim içindedir. Ocakta kolemanit çökeli mi üleksite nazaran daha fazladır.

Ocaktaki istif tabandan başlamak üzere 3-4 m kolemanit, 2 m üleksit, 1 m kolemanit, 1 m üleksit, 20-30 cm kil, 3-4 m kil bantları içeren kolemanit, 12-14 m içinde 10-15 cm kolemanit bulunan kıltaşı-kireçtaşı ar dalanması, 1-1.5 m kolemanit, 5-6 m kireçtaşı, 20 m kolemanit bantları içeren kıltaşı-kireçtaşı ar dalanması, 1 m yeşil renkli kil, 6-7 m kolemanit, 1-2 m mam, 1.5 m kolemanit, 9-10 m kıltaşı-kireçtaşı ar dalanması (1 m kolemanit bantı içerir), 2 m kolemanit, 0.5-1 m kil, 25 cm kolemanit şeklindedir (Şek. 7).

Yukarıda stratigrafileri anlatılan ocakların hepsinde halen üretim yapılmaktadır. Havzada üretim yapılan ocakların dışında kapalı olan ocaklar mevcuttur. Bunların bölgede dağılımı şöyledir: Üst borat sonunda Mezarbaşı, Acep, Salmanlı, Beğendikler, Çamköy kapalı ocakları ve Kurtpınarı açık ocağıdır.

Kapalı olan ocakların ayrıntılı stratigrafisi verilememekle beraber ocakların önünde yer alan paşalarda görülen bor minerallerine göre Mezarbaşı ocağında kolemanit (pandermitte görülmektedir); Acep ocağında kolemanit ve üleksit; Salmanlı ocağında kolemanit; Beğendikler ocağında kolemanit ve üleksit; Çamköy ocaklarında kolemanit ve üleksit (paşalarda meyerhofferit minerali de vardır) üretildiği saptanmıştır. Kurtpınarı açık ocağında kolemanit ve üleksit üretimi yapılmış olup, ocakta kolemanitle ar dalanan killer içinde havlit nodülleri gözlenir.

MİNERALOJİ

Borat yataklarında; boratların çökeli mi, kalsiyum karbonat çökeli mi izlediğinden ve boratların çökeleceği çözeltilerin içindeki Ca** zenginliğinden dolayı ilk çökelen boratlar çoğunlukla Ca-boratlardır. Çökelenin ve evaporasyonun ilerlemesinden dolayı Ca-boratları Ca-Na boratlar izler. Ortamın şartları uygunsa ve çözeltilerdeki Na* konsantrasyonu yeterli düzeye erişmişse, Ca-Na boratlardan sonra Na-boratlar çökeler. Çökelenin devamını ise tekrar Ca-Na boratlar ve daha sonra Ca-boratlar izler. Borat yatağındaki bu çökeli m, tam bir mineral dizilimini verir (Helvacı, 1983).

Bigadiç borat yatağında ise yukarıdaki borat diziliminden Na-boratlar çökmediğinden eksik bir mineral dizilimi gösterirler. Hatta kaba bir sınıflamayla Bigadiç borat yataklarına Ca-borat yatağı da denilebilir.

Bigadiç borat havzasında görülen iki ayrı borat zonunda da kolemanit ve üleksit diğer bor minerallerine göre daha baskındır. Havzada görülen diğer bor mineralleri ise alt borat zonunda havlit, probertit, hidroborasit; üst borat zonunda ise inyoit, meyerhofferit, pandermit, probertit, hidroborasit, havlit ve tunelittir (Helvacı ve Alaca, 1984).

Çizelge 1 de Bigadiç bor havzasındaki ocaklarda görülen bor mineralleri ve üretimi yapılan minerallerin analizleri ise Çizelge 2 de verilmiştir.

Bor mineralleri ile birlikte bulunan killer genel olarak simektit grubuna girerler. Tüf düzeyleri içinde zeolit minerallerinden hoylandit, klinoptilolit görülür. Yatakların her yerinde ise kalsit, aragonit, dolomit, jips, kuvars ve opal-CT ye rastlanılır (Helvacı ve Dora, 1985).

Ekonomik olarak üretilen bor mineralleri

Bölgedeki tüm ocaklardan kolemanit ve üleksit ekonomik olarak üretilen bor mineralleridir.

Kolemanitler nodüler, masif, levhamsı, bantlı, lifsi ve az miktarda özbiçimli kristaller halindedir. Nodüler kolemanitlerin çapları 40 cm ye kadar erişebilirler. Nodüller kimi zaman tek merkezden, kimi zamanda çok merkezden gelişen ışınal büyümelemlerle oluşmaktadır. Çok merkezli nodüller genellikle birbirinin içine girmiş kristal demetleri biçimindedir. Büyük nodüller oluşturulan küçük nodüllerin çevresini ince kil çevrelemiştir. Bu tür nodüller kırıldığında kil zarfları görülmektedir. Nodüllerin oluşumunda ışınal kristaller çeşitli büyüme aşamaları gösterirler. Lifimsi kolemanitler belirli düzeylerde bantlar oluştururlar. Bu tür kolemanitler saf ve beyazdır. Bazen benzer yapıda gelişmiş üleksitlerle karıştırılabilir. Fakat üleksitin daha az senliği ve ipeksi parlaklığı ayırmada önemli kriterdir (Helvacı ve Dora, 1985).

Çizelge 1- Bigadiç bor havzasında üretim yapılan ocaklarda görülen bor mineralleri

OCAKLAR		ÜST BORATLI ZON								ALT BORATLI ZON	
MINERAL ADI	AVŞAR	SİMAV	ACEP	ÖNGÜNEVİ	ARKAĞÜNEVİ	KIREÇLİK	KURTPINARI	YENİKÖY	TULO		
Kolemanik	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Üleksit	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Meyerohoffent	+	+	+			+					
İnyok			+			+					
Pandermit		+						+			
Tunelin				+	+						
Havlit							+				
Hidroborasit				+	+	+					
Proberit				+	+						

Çizelge 2- Bigadic havzasındaki ocaklarda üretim yapılan kolemanit ve üleksit cevherlerinin analizleri

YATAK ADI	MINERAL ADI	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SnO ₂	BaO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	KK*	Cu	Ni	Zn	Pb	Mn	As	S
	KOLEMANİT																			
	Avşar	35.85	0.07	0.04	8.94	0.98	0.31	26.21	4.18	0.14	0.03	0.01	23.96	0.02	0.01	0.015	0.005	0.01	0.007	0.02
	Simav (1. damar)	30.67	0.06	0.07	10.46	0.84	0.33	27.70	4.54	0.064	0.03	0.01	25.56	0.003	0.005	0.004	0.003	0.009	0.008	0.01
	Yeniköy	24.01	0.06	0.03	7.12	0.28	0.43	38.35	2.99	0.064	0.04	0.02	29.10	0.005	0.005	0.02	0.01	0.16	0.006	0.01
	ÜLEKSİT																			
	Avşar	31.92	0.05	0.12	10.32	1.24	0.23	16.72	5.46	3.96	0.04	0.01	29.01	0.003	0.01	0.003	0.003	0.007	0.006	0.01
	Simav	33.71	0.03	0.04	7.71	0.51	0.20	16.14	4.21	4.88	0.03	0.01	30.21	0.005	0.003	0.003	0.003	0.007	0.006	0.01
	Yeniköy	30.97	0.05	0.13	8.74	0.32	0.22	20.15	4.56	3.97	0.04	0.01	30.36	0.005	0.003	0.003	0.003	0.006	0.006	0.01
	Yeniköy	24.09	0.12	0.33	12.15	0.28	0.31	22.73	6.59	2.87	0.07	0.02	31.06	0.005	0.002	0.005	0.004	0.01	0.006	0.01
	Öngünevi (Tb Üleksiti)	44.19	0.05	0.01	1.58	0.56	0.18	13.41	0.55	6.10	0.01	0.01	29.99	0.02	0.005	0.007	0.004	0.005	0.006	0.001
	Öngünevi (Tv Üleksiti)	40.15	0.02	0.02	5.20	0.38	0.19	13.89	2.00	5.35	0.02	0.01	29.38	0.006	0.006	0.003	0.003	0.004	0.007	0.03
	Arkağünevi (Tv Üleksiti)	37.71	0.04	0.05	11.40	0.45	0.18	12.15	4.89	4.86	0.04	0.01	27.45	0.004	0.01	0.003	0.003	0.006	0.01	0.01
	Arkağünevi	39.73	0.03	0.03	6.40	0.42	0.17	12.24	2.96	5.80	0.03	0.01	29.31	0.003	0.01	0.003	0.003	0.005	0.009	0.025
	Arkağünevi	39.73	0.03	0.03	6.84	0.36	0.17	12.30	2.97	5.65	0.03	0.01	29.06	0.005	0.01	0.003	0.003	0.004	0.008	0.03
	Kireçlik (Tv Üleksiti)	34.98	0.02	0.01	10.36	0.72	0.21	11.98	5.40	4.86	0.04	0.01	28.54	0.004	0.01	0.003	0.003	0.006	0.006	0.04
	Kireçlik (Tb Üleksiti)	37.56	0.04	0.03	9.74	1.35	0.21	13.07	4.24	4.08	0.04	0.01	30.32	0.003	0.01	0.003	0.003	0.005	0.005	0.04

* KK = Kızılma Kaybı (H₂O+CO₂)

Geç diyajenez olayları nedeniyle nodüllerde merkezden başlayarak çepere doğru ilerleyen çatlamlar ve merkezde erimeler meydana gelir. Erime nedeniyle oluşan boşluklarda ve çatlaklarda, tortullar arası dolaşan sıvılar nedeniyle ikincil arı, saydam ve özbiçimli kolemanit kristalleri gelişmiştir. Bu olaya koşut olarak tortullar arası boşluklarda ikincil temiz ve saf kolemanitler gözlenir.

Masif kolemanitlerin katman kalınlıkları farklı olmakla beraber 5 m ye kadar erişebilirler. Bu tür kolemanitler içinde yabancı madde fazla olmayıp oldukça saf, temiz ve beyazdırlar. Killi kolemanitler ise kil ile karışık bir yapı sunarlar. Killerin az veya çok olmasına göre tenörleri değişkendir.

Havzada üleksitler deve dişi, nodüler ve bantlı yapıda görülürler. Deve dişi görünümlü üleksitler baskın olarak kil ile karışık bir yapı sunarlar. Bu tür üleksitlerin rengi kirli beyazdır. Yer altı ocaklarında son derece sağlam ve dayanımlı seviyeler oluşturan bu üleksitler, yüzeyde atmosferik etkenlerle kolayca ayrışabilirler. Deve dişi üleksitlerle diğ şekildeki kristallerin uzunluğu 5 cm ye kadar ulaşabilir. Ocaklarda üleksit seviyelerinin kalınlığı 1.5-5 m arasındadır. Üleksitler bu özellikle havzaortalarında geniş yayılım gösterirler. Havza kenarlarına doğru üleksitler yanal yönde kamalanarak yerini kolemanite bırakır. Bantlı üleksitler bant yüzeylerine dik gelişen ince, ışınal kristal liflerden oluşur. Sık dokusu nedeniyle deve dişi üleksitlere nazaran daha serttirler, ipeksi parlaklık gösteren bu üleksitler an, temiz ve açık renklidirler. Nodüler yapıdaki üleksitlerde çoğunlukla çok merkezden gelişen ışınal kristal demetleri birbirlerinin içine girmiş şekilde gözlenir. Bu kristal demetleri sonuçta büyük bir nodül oluşturur. Kimi zaman bu nodüller ışınal karakterini kaybeder ve ince taneli masif bir görünüm kazanırlar.

Geç diyajenez sırasında ve sonrasında oluşmuş çatlak ve boşluklarda ikincil üleksit gelişmiştir, İpeksi parlaklığı çok belirgin olan bu üleksitler hiç yabancı madde içermezler. Çoğunlukla katmanlanmayı kesen bu üleksitlerin kalınlığı 10 cm ye kadar ulaşabilirler.

Kolemanitin üleksite geçiş kimi zaman çok keskin, kimi zamanda geçiş tedricidir. Tedrici geçişli kesimlerde kolemanit ve üleksit birlikte büyümüşlerdir.

Ekonomikolarak üretilmeyen bor mineralleri

Bigadiç bölgesinde bulunan ve ekonomik olarak üretilmeyen bor minerallerinden inyoit çok seyrek olarak düzgün ve saydam kristaller halinde gözlenir. Acep ve Kireçlik ocaklarında görülen bu mineral kolemanit ile beraber bulunur.

Sarımsı beyaz renkli olan meyerhofferit kafes şeklinde, genellikle çok düzenli kristaller şeklinde gözlenebildiği gibi bazende nodüler ışınal yapılar sunarlar. Avşar, Simav ve Kireçlik ocaklarında görülmekte olup, kolemanitle beraber bulunur.

Pandermit, ince taneli olan bu mineral sık dokulu ve süt beyaz renklidir. Kimi kesimlerde sert boynuz yapısı göstermesine rağmen, ayrıştığında kaolene benzer bir şekle bürünür. Simav, Mezarbaşı ve Yeniköy ocaklarında görülen mineral kolemanit ile birlikte bulunur.

Kirli sarı ve kirli beyaz renkli olan probertit genellikle ışınal kristaller şeklinde gözlenir. Çoğu kristaller arası kille dolmuştur. Kimi üleksit damarları içinde 20-30 cm yi bulan bantlar oluştururlar. Öngünevi ve Arkagünevi ile alt borat cevher zonunukesen derin sondajlarda görülür.

Beyaz renkli olan hidroborasit bir merkezden yayılan iğne şeklindeki kristallerin rastgele yönelmiş olduğu kümeler oluşturmaktadır, iğne şeklindeki kristallerin birbirlerini kestiği görülür. Kolemanitten türeyen hidroborasit arakatmanlanmış kil içinde ince seviyeler oluşturmaktadır. Öngünevi, Arkagünevi ve Kireçlik ocaklarında görülür.

Tunelit, rensiz ve saydam olup muskovit pullarına benzeyen ve yassılaştırmış yüzeylere paralel olan dilinimlere sahiptir. üleksitlerden lateral segregasyon olayı ile oluşmuş olup, saydam ince levhalı paketler halinde bulunup, üleksitlerin bünyelerinde gözlenir, öngünevi ve Arkagünevi ocaklarında bulunur.

Bölgede özellikle alt borat cevher zonunda havlitli düzeye rastlanır. Beyaz renkli, kompakt ve leblebi şeklindedir. üst borat birimi içindeki Kurtpınarı açık ocağında kolemanitle ardalanan killer içinde leblebi biçimli küçük nodüller halinde belli bir düzeyi izleyen havlitler görülmekte olup, kolemanitle birlikte bulunur.

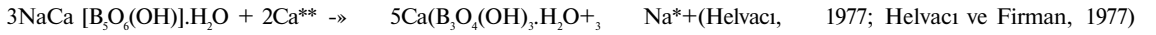
Cevher oluşum mekanizması

Bigadiç borat yatakları kurak veya yarı kurak iklim koşullarında yerel volkanik etkinlik ile bağlantılı olan hidrotermal çözeltiler ve sıcak su kaynaklarıyla beslenen, volkanik bakımdan etkin sahalarda gelişmiş ayrık veya birbirleri ile bağlantılı olabilen playalarda oluşmuşlardır. Yataklar, tüf, tüfit, kilaşı, marn ve kireçtaşı ile ara katlıdır. Bigadiç borat yatakları birbirinden üst tüf birimi ile ayrılan iki ayrı zonda bulunur (Helvacı ve Alaca, 1984).

Bigadiç borat havzasında her iki zonda da görülen bor minerallerinden kolemanit ve Üleksit, diğer bor minerallerine göre daha baskındır. Dolayısıyla kolemanit ile üleksit ana mineraller olurken; havlit, inyoit, hidroborasit, tunelit, pandemit, probertit tali minerallerdir. Bu nedenle bir borat yatağının bileşimini üçlü bir sistemde tanımlamak için kullanılacak olan CaO-bileşenleri en uygun olanlardır.

Boratlar kimyasal karbonat tortullarının çökmesini izlediğinden playa göl suyunda Ca²⁺ zenginliğinden dolayı ilk çökelen boratlar Ca-boratlar olacaktır. Ca-borat çökelişi olurken çökeltilde Na⁺ artması olur. Dolayısıyla çökelişin ilerlemesi ve buharlaşmanın hızla devam etmesi ile ortamda Ca-Na boratların çökelişi başlar. Bigadiç borat havzasında Na-boratların çökmesi olmamıştır. Buna neden de olasılıkla yatak geliştiren çözeltilerin Na⁺ ca yeterince zengin olmayışıdır. Na-boratların çökmemesi nedeniyle tekrar Ca-Na boratlar çökelmiştir. Bu olayların ardışıklı olarak devam etmesi sonucu Bigadiç borat yatakları oluşmuştur.

Kaliforniya'daki yatakları için ilk olarak Foshag (1921) tarafından belirtilen üleksitin başkalaşımından ibaret olan kolemanitin oluşumu aşağıdaki nedenlerden dolayı Bigadiç bor havzasında görülen kolemanitler için mümkün görülmemektedir. Üleksitin yerini almış kolemanit hiç bir yerde bulunamamıştır. Bigadiç'te kolemanitlerle aralanmalı killerde Na⁺ zenginleşmesi görülmemiştir (Helvacı, 1989). Buna karşın üleksit ile killer arasındaki baz alışverişi ile oluşan aşağıdaki kimyasal reaksiyon gerçekleşmiş olsaydı kuramsal olarak killerin Na⁺ bakımından zengin olması gerekirdi.



Üleksitin ayrışması sonucu kolemanit-boraks mineral çiftinin oluşumuna yol açacağına ilişkin savlar ise Bigadiç borat havzasına uygulanamaz. Çünkü Bigadiç'te Na-borat mineralleri hiç görülmez (Helvacı, 1977, 1983; Helvacı ve Alaca, 1984).

Bigadiç'te görülen kolemanitler yüksek sulu inyoitin, gömülme ve diyajenez sonucunda suyunu kaybetmesi sonucunda da oluşmamışlardır. Çünkü havzada inyoit minerali her tarafta görülmez ve inyoitin psödomorf dönüşümleri görülmemiştir (Helvacı ve Alaca, 1984).

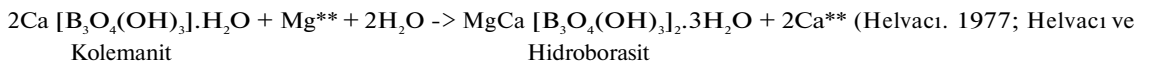
Havzada görülen kolemanitler, olasılıkla tortul/su ara yüzeyinin altında pekleşmemiş tortullar içinde tortullaşmayla yaşıt olarak doğrudan doğruya çözeltilerden ilksel olarak oluşmuşlardır (Helvacı, 1977, 1984, 1986; Helvacı ve Alaca, 1984).

Havzada görülen üleksitlerin çökelişi ise, Ca-boratların çökelişini izleyen dönemde, çözeltildeki Na⁺ konsantrasyonunun arttığı bir devrede olup kolemanite benzer bir şekilde gelişmiştir (Helvacı ve Alaca, 1984).

ikincil öz biçimli kolemanit ve üleksitler geç diyajenez sırasında meydana gelen çatlaklarda ve boşluklarda borca zengin eriyiklerin dolaşması ve ilksel mineralin çözülmesi ile oluşmuşlardır.

Meyerhofferit havzada kolemanitler ile birlikte görülüp başka bir minerale veya başka bir mineralden bu minerale dönüşüm hiç bir yerde izlenmemiştir.

Hidroborasit ise kolemanitin dönüşümünden türemiştir. Bu dönüşümde, yalnızca Mg²⁺ iyonunun. Ca²⁺ iyonu yerine geçmesi ve su eklenmesi yeterli olmaktadır:



Firman, 1977)

Bu reaksiyon diyajenezin ilk aşamalarında Mg** ca zengin tuf ve killerin baz değişimi ile gelişebilir (Helvacı, 1977 Helvacı ve Firman, 1977; Helvacı ve Alaca, 1984).

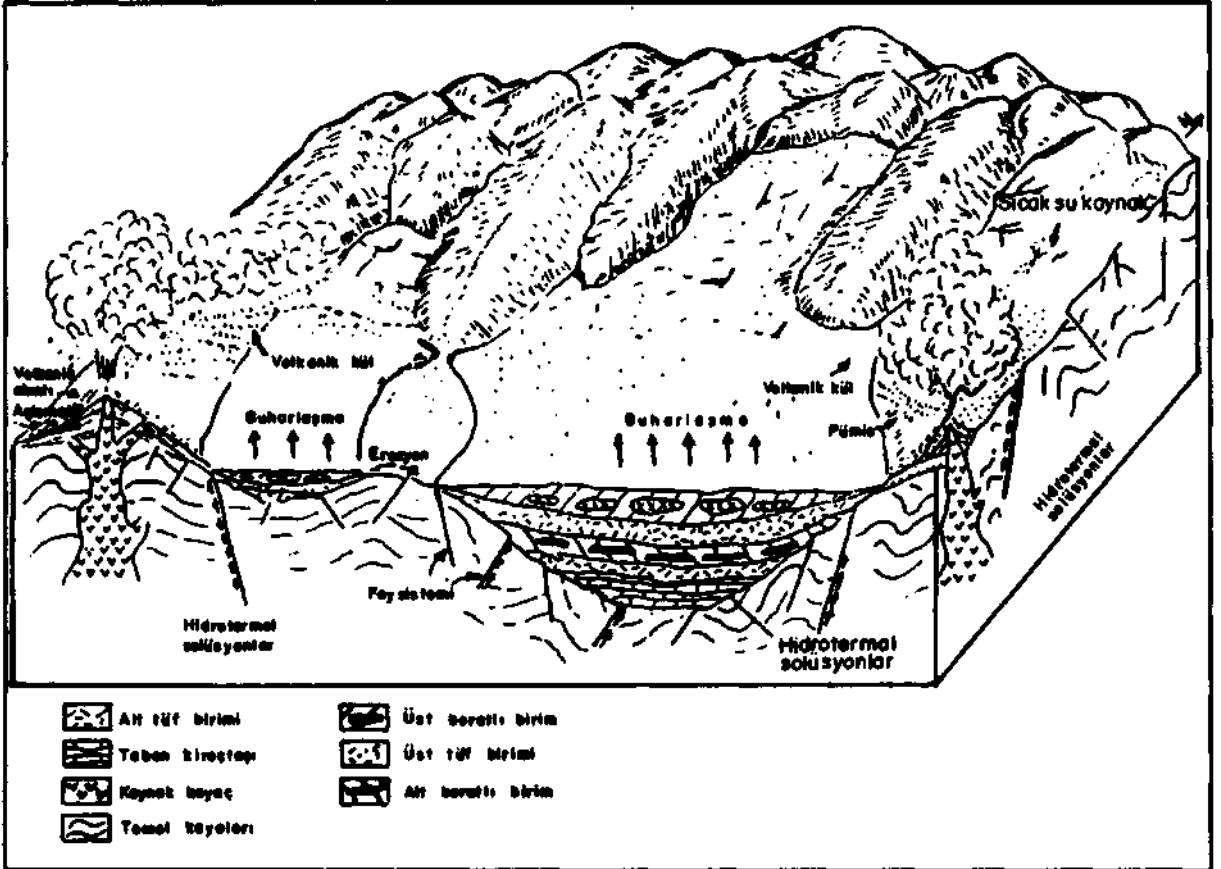
Yataklarda görülen havlit ise ince kolemanit bantları ile ardalanmalı olan killere içinde gelişmiştir ve Si konsantrasyonunun arttığı bir döneme rastlar. Kompaktlaşma ve diyajenetik olaylar sonucu küçük havlit nodülleri henüz tam katılaşmamış kolemanit yumruları içine gömülmüşlerdir (Helvacı ve Dora, 1985).

Kimi üleksit düzeyleri içinde özellikle alt boratlı cevher zonunda probertit bantlarına rastlanır. Üleksitle aynı kimyasal ortamda oluşan bu mineraller, playalarda buharlaşmanın daha yüksek olduğu bir döneme rastlar (Helvacı ve Dora, 1985).

Sr ca zengin üleksit düzeylerinde, çözünüp yeniden kristalleşmeler sonucu tunelitler gelişmiştir.

Kil grubu minerallerin 310 ppm e kadar, hatta daha fazla bor tutabilmesi (Goldschmidt, 1954) göl suyundaki küçümsenmeyecek miktarda borun, killere beraber tabana çökeldiğini, daha sonra borlu suların sirkülasyonu sonucu kille içinde nodüller yapıda cevherlerin oluştuğu düşünülmektedir.

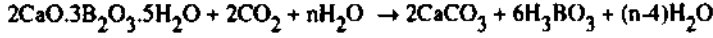
Bigadiç borat havzasının oluşum modeli Şekil 22 de verilmiştir.



Şek. 22 - Bigadiç borat yataklarının oluşum modeli.

Alterasyon

Çalışma alanındaki boratların işletildiği ocaklarda ve açılmış yarmalarda ortaya çıkan cevher damarlarında alterasyon geniş ölçüde izlenmektedir. Şekerleme olarak adlandırılan bu oluşumlar altere cevherden ibarettir (Helvacı, 1989). Kolemanit için bu alterasyon:

**Kolemanit****Kalsit****Borik Asit**

Genelde düzenli borat katmanları alterasyondan dolayı yer yer kesilmekte ve cevher zonundaki damarların izlenmesini zorlaştırmaktadır.

Alterasyon özellikle üst borat cevher zonu için önemlidir. Alt boratlı cevher zonunda alterasyon fazla değildir. Çünkü alterasyon genellikle aşınmanın fazla, tektoniğin bol ve yeraltı suyunun hareketli olduğu kesimlerde mevcuttur (Helvacı, 1989). Alt boratlı birimin üzerinde aşınmaya olanak tanımayacak kadar kalın birimlerin olması bu birimdeki cevherli zonun altere olmasını engellemiştir.

Yan kayaçlar ve gang mineralleri

Cevher yataklarını bünyelerinde bulunduran alt boratlı birim içindeki cevher zonu maksimum 76.00 m, üst boratlı birimdeki cevher zonu kalınlığı ise maksimum 80.00 m dir. Bu zonlar içinde cevherli seviyelere kil, marn, tuf, kireçtaşı, kalsit, jips ve anhidrit eşlik eder. Cevher seviyeleri ve zon içindeki bu çökellerin oransal dağılımıyla birlikte üleksit ve kolemanitin fiziksel özellikleri farklı cevher kalitelerinin oluşumuna neden olmuştur.

Havzada gang mineralleri olarak jips, anhidrit, kalsit, aragonit ve kil bulunmaktadırlar. Jips özellikle alt borat derin sondajlarında, Avşar, Simav, ön ve Arkagüveni ocaklarında cevherler arasında bantlar halinde veya cevherlerle girift olarak bulunur. Anhidrit alt boratlı birim içindeki kolemanit ile birlikte bulunur. Kil ise cevher damarları arasında bantlar halinde, kireçtaşı ile laminalı ardalannmalar şeklinde bulunur. Ayrıca kolemanit ve üleksit ile karışık bir yapıda da bulunabilirler.

SONUÇLAR

Çalışma alanındaki litolojik birimlerin alttan üste doğru dizilimi şöyledir: Temel kayaçtan, taban volkaniti birimi, taban kireçtaşı birimi, alt tuf birimi, alt boratlı birim, üst tuf birimi, üst boratlı birim, bazalt, genç tortullar ve alüvyon.

Çalışma alanında borat yataklanması alt ve üst boratlı birimler içinde iki ayrı seviyede olup, bunların kalınlığı 300-350 m arasında değişen üst tuf birimi ayırmaktadır.

Alt borat cevher zonunda görülen bor mineralleri kolemanit, üleksit, havlit, probertit ve hidroborasittir. Üst borat zonunda ise kolemanit, üleksit, inyoit, meyerhofferit, pandemit, probertit, hidroborasit, havlit ve tunelit gözlenir. Her iki cevher zonunda da kolemanit ve üleksit diğer bor minerallerine göre daha baskındır.

Alt borat cevher zonu kalınlığı 0.2-76.00 m, üst borat cevher kalınlığı ise 0.15-80.00 m arasında değişmektedir.

Alt boratlı birim içindeki cevher zonu, birimin tabanına daha yakın olmasına rağmen, üst borat cevher zonu birimin orta seviyelerinde yer almaktadır.

Alt borat cevher zonu içindeki cevher damarları arasındaki tuf banılan üst borat cevher zonuna göre daha yaygındır.

All borat cevher zonundan sonra görülen kırmızımsı kahverengi sabun kayganlığındaki killer, all borat cevher zonu için kılavuz seviye teşkil ederler.

Bigadiç borat havzasında görülen kolemanitler, olasılıkla tortul/su arayüzeyinin altında pekleşmiş tortullar içinde tortullaşmayla yaşıt olarak doğrudan doğruya çözümlenmişlerdir.

Havzada görülen üleksitlerin çökelişi ise Ca-boratların çökelişi sırasında çözümlenmiş Na* konsantrasyonunun arttığı devrelerde olup kolemanite benzer şekilde olmuştur.

Geç diyajenez esnasında oluşmuş çatlak ve boşluklarda borca zengin eriyiklerin dolaşması ve ilksel minerallerin çözülmesi sonucu ikincil, özbiçimli, an ve temiz kolemanit ve üleksitler gelişmiştir.

Cevher zonlarında boratlarla birlikte değişik oranlarda borat olmayan mineraller gözlenmektedir. Borat mineralleri genellikle kil, marn, tuf, kireçtaşı, jips, anhidrit ve dolomit ile birlikte bulunur.

Genelde düzenli olan borat katmanları alterasyon nedeniyle yer yer kesilmekte ve cevher zonundaki damarların izlenmesini zorlaştırmaktadır.

Üretim yapılan ocaklarda kolemanitlerin % B_2O_3 içerikleri % 24.01 ile % 35.85 arasında değişmesine karşın bu durum üleksitlerde % 24.09 ile % 44.19 arasındadır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, Bigadiç yataklarının incelenmesi sırasında gösterdikleri yakın ilgi ve kolaylıklardan dolayı, Etibank'ın merkez ve işletme yöneticileri ile teknik elemanlarına teşekkür ederler. Polen tayinlerini yapan F. Akgün'e, çizim işlerini gerçekleştiren S. Karamırnak'a ve büyük bir titizlikle yazım işlerini yürüten M. Akdere'ye teşekkür ederler.

Yayına verildiği tarih. 30 Ekim 1989

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alaca, O.; İştetek, I.; Selvi, A. ve Kurul, A., 1987, Bigadiç borat havzası balı kesiminin jeolojik incelenmesi: Etibank Rap. 37s. 12 ek. (yayımlanmamış). Ankara.
- Bekişoğlu, K.A., 1961, Türkiye'de bor yatakları ve bunların arzettiği ehemmiyet: MTA Rap. 3400 (yayımlanmamış), Ankara.
- Borsi, S.; Ferrara, G.; Innocenti, F. ve Mazzouli, R., 1972, Petrology and geochronology of recent volcanism of eastern Aegean Sea: Bull. Volcanol. 36, 473-496.
- Çakır, A. ve Dündar, A., 1982, Balıkesir-Bigadiç boratlı Neojen incelemesi hakkında ön rapor: MTA Rap. 7075 (yayımlanmamış), Ankara.
- Foshag, W.F., 1921, The origin of the Colemanite deposits of California: Econ. Geol., 16, 199-214.
- Goldschmidt, V.M., 1954, Geochemistry: Oxford University Press, Oxford.
- Gündoğdu, M.N., 1982, Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi: Dok. Tezi, 386s, 3 ek, Hacettepe Üniversitesi (yayımlanmamış), Ankara.
- Helvacı, C., 1977, Geology, mineralogy and geochemistry of the borate deposits and associated rocks at the Emel Valley, Turkey: Ph. D. dissertation, University of Nottingham, England.
- , 1983, Türkiye borat yataklarının mineralojisi: Jeol. Müh. Derg., 17, 37-54.
- , 1984, Occurrence of rare borate minerals: Veatchite-A, tunellite, teruggite and cahnite in the Emet borate deposits, Turkey: Mineral. Deposita 19, 217-226.
- , 1986, Emet borat yataklarının kökeni ve jeokimyası: Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Derg., Seri A-Yerbilimleri-C: 3, s. 1, 49-73.
- , 1989, Mineralogy and genesis of Bigadiç borate deposits, Western Turkey: 28th International Geological Congress, Washington, D.C. USA. 2. 49-50.
- , 1989, Türkiye bor madenciliğinin işletme, stoklama ve pazarlama sorunlarına mineralojik bir yaklaşım: Jeoloji Mühendisliği Derg., s. 34-35, 5-17.
- ve Alaca, O., 1984, Bigadiç borat yataklarının jeolojisi ve mineralojisi: TJK 38. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri özleri, 110-111.
- ve Dora, Ö., 1985, Bigadiç borat yataklarında mineral oluşumları hakkında yeni görüşler: TJK 39. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri özleri. 75-76.
- ve Firman, R.J., 1977, Emel borat yataklarının jeolojik konumu ve mineralojisi: Jeoloji Mühendisliği Derg., 2, 17-28.

- Helvacı, C.; İnci, U.; Yağmurlu, F. ve Yılmaz, H., 1987, Batı Anadolu Neojen stratigrafisi ve ekonomik potansiyeli: Akdeniz Üniversitesi İsparta Müh. Fak. Derg., Jeoloji, 3. 31-45.
- Helke, A., 1955, Beobachtungen an Türkischen minerallagerstätten II: N. Jb. Min. Abh., 178-180.
- Kalafatçioğlu, A., 1964, Balıkesir-Kütahya arasındaki bölgenin jeolojisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 9, 46-63.
- Kullu, R., 1963, M. Ali Meydan'a ait bortuzu ruhsat sahası (Balıkesir): MTA Rap., 1011, (yayımlanmamış), Ankara.
- Meixner, H., 1952, Einige boratminerale (colemanit und tertschit ein mineral) aus der Türkei: Fortschr. Mineralogie, 31, 39-42.
- , 1953, Neue turkische boratlagerstätten: Berg. u. Hüttenman, Monatsh, 98, 86-92.
- , 1956, Die neue turkische boratprovinz un İskeleköy bei Bigadiç im Vilayet Balıkesir: Sonderabdruck aus Kali und Steinsals, part, 2, 43-37, Essen, Verlag Glöckkauf.
- özpeker, L., 1969, Batı Anadolu borat yataklarının mukayeseli etüdü: Dok. Tezi, İTÜ Ak Matbaası, İstanbul, 116s.
- Yılmaz, I., 1977, Bigadiç bölgesi bazaltik volkanizmasının mutlak yaşı: Doğa Tem. Bil., 1, 210-212, Ankara.