

SULTANÇAYIR (SUSURLUK-BALIKESİR) BORATLI JİPS HAVZASININ JEOLJİSİ, MİNERALJİSİ ve EKONOMİK POTANSİYELİ

Geology, mineralogy and economic potential of Sultançayır (Susurluk- Balıkesir) boratiferous gypsum basin

İBRAHİM GÜNDOĞAN Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Böl. İzmir
CAHİT HELVACI Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Böl. İzmir

ÖZ : Çalışma alanında Permian yaşlı metamorfik temel karmaşığını ve üzerine uyumsuzlukla oturan Triyas yaşlı Dışkaya (Karakaya) formasyonunu Paleosen yaşlı Çataldağ granodiyorit birimi keserek yüzey lemiştir. Bu birimleri Alt Miyosen yaşlı andezit-aglomera ve tüf birimi uyumsuzlukla örtmüştür. Tüm bu birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alan Orta-Üst Miyosen çökelleri alttan üste doğru sırasıyla taban çakıltaşı, alt kireçtaşı, kumlu kilitaşı ve üst kireçtaşı birimlerinden oluşur.

Petrografik çalışmalar sonucu metamorfik temel karmaşığının amfibolit ve kuvars-muskovit şistlerden oluştuğu belirlenmiştir. Dışkaya formasyonu, feldispatik kumtaşı, şeyi ve kumtaşı, şeyi içinde yer alan neomorfik kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır. Taban çakıltaşı biriminden alınan kumtaşları feldispatik litarenit bileşimler göstermektedir.

Kumlu kilitaşı birimi içinde, kalınlığı 10-15 metre arasında değişen boratlı jipsler gözlenmiştir. Bu jipsler içinde modüler şekilli pandermite ve howlit mineralleri bulunmaktadır. Yapılan analizlerde pandermitelerin % 46.49 B₂O₃ ve howlitlerin % 40.69 B₂O₃ içerdikleri belirlenmiştir. Sultançayır borat yatağının tahminen 1 milyon ton rezervi olduğu sanılmaktadır. Ancak, yatağın büyük bir bölümü 1865-1955 yılları arasında Fransız ve İngiliz şirketleri tarafından işletilmiştir. Ayrıca, olası yayılımları belirlenen jipslerin 300 milyon ton jeolojik rezervi olabileceği hesaplanmıştır. Bu jipslerin SO₃ oranları %34'ün üzerinde olup çimento sanayii için aranan özelliklere uygundur.

ABSTRACT : Metamorphic basement complex are unconformably overlain by the Triassic Dışkaya (Karakaya) formation which is intruded by the Paleocene Çataldağ granodiorite unit. Lower Miocene andesite-aglomera and tuff unit rest top of all these older unit with unconformity, Middle-Upper Miocene sediments overly all the older units, and contents in ascending order, basement conglomerate, lower limestone, sandy claystone and upper limestone units.

#

According to the petrographic studies, metamorphic basement complex are composed of amphibolite and quartz - muscovite schist, whereas Dışkaya formation are composed of neomorphic limestone blocks, shale and litharenite sandstones, Sandstones taken from basement conglomerate unit show feldspatic litharenite composition.

Boratiferous gypsum beds varying 10 to 15 metre in thicknesses, occur within the sandy claystone unit. Nodular pandermite and howlite minerals are present within these gypsum horizons. Chemical analysis shows that pandermite and howlite minerals have 46.49% and 40.69% B₂O₃ mean values respectively, It is estimated that the reserve of the Sultançayır borate deposit is approximately 1 million metric tons. However, a great amount of this reserve was mined out by the French and English companies during the period between the years of 1865 and 1955. In addition, probable distribution of gypsum beds are determined and 300 million ton geologic reserve calculated. These gypsum beds have 34% SO₃ mean value and the properties of gypsum beds are suitable for the cement industry.

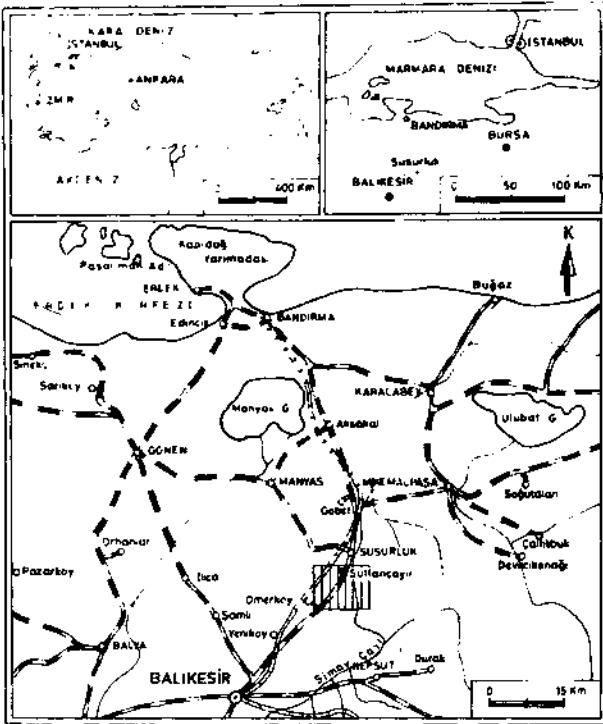
GİRİŞ

Çalışma alanı, Balıkesir ili, Susurluk ilçesinin 8 km güneyinde yer alır (şekil 1). Kuzeyde Sultançayır ve Kadıkırı, kuzeydoğuda Aziziye ve Sülücek, güneyde Babaköy, güneybatıda Yıldızköy ve batıda Ömerköy ile sınırlanarak yaklaşık 100 km²'lik bir alan kapsar.

Çalışma alanında, bor minerallerinin (pandermit ve havlit) jipsler içinde mercekse ve nodüller şeklinde bulunmaları ve bu kalın tabakalı jipslerin geniş yayılım sunmaları nedeniyle, Neojen evaporit havzasına "Sultançayır Boratlı Jips Havzası" ismi verilmiştir. Bu Havza da Batı Anadolu'daki diğer borat havzaları gibi yaklaşık kuzey-güney uzanımlıdır.

Sultançayır boratlı jips havzası, Batı Anadolu'da bilinen borat yatakları içinde en eskisi olup, Türkiye'de pandermit ve havlitin ilk işletildiği yerdir. 1865 yılından 1950'li yılların sonlarına kadar İngiliz ve Fransız şirketlerinin tekelinde olan bu saha kapalı ocak olarak işletilmiştir. Buradan çıkarılan pandermitler Bandırma (Panderma) limanından yurtdışına taşındığından, pandermit minerali dünya literatüründeki ismini bu limandan almıştır (Travis ve Cocks, 1984).

Günümüzde Etibank'ın denetiminde olan bu saha, Kestelek, Bigadiç, Emet ve Kırka'da açık işletmeye uygun yeni borat yataklarının bulunmasıyla günümüz Türkiye'si için ekonomik olma özelliğini yitirmiştir.



Şekil 1: Çalışma alanının yer bulduru haritası
Figure 1: Location map of the study area

Bölgede ilk çalışmayı yapan Brennich (1964), havza temelini Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar oluşturduğunu ve üzerinde açılan Neojen havzasında yer alan jipslerin, tüfitler altında bulunduğunu belirtmiştir. Helvacı (1983), Türkiye borat yataklarının mineralojisini incelemiş, birbirleri ile benzerliklerini ve ayrıcalıklarını ortaya koymuştur. Aynı çalışmada, pandermit mineralinin yalnızca Bigadiç ve Sultançayır havzasında gözlendiğini vurgulamıştır. Ayrıca borat yataklarının volkano-sedimenter istif içinde olduklarını ve bor mineralleri oluşumunun volkanizma ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Helvacı (1989), Kestelek ve Sultançayır borat yataklarının mineral topluluklarını ve oluşumlarını incelemiş. Buna göre Sultançayır borat havzasında, jips, kıltaşı, kireçtaşı ve tüller ile aralanmalı pandermit minerallerinin, ender olarak havlit ve kolemanit minerallerinin bulunduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmada havzanın istifini belirlemek amacıyla önce bölgenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Buna ek olarak birimlerin mineralojik-petrografik özelliklerinin aydınlatılması, yörenin ekonomik olanaklarının belirlenmesi ve boratlı jipslerin jeolojik rezervine bir yaklaşım sağlanması amaçlanmıştır.

STRATİGRAFİ

Saha gözlemleri ışığında bölgede alttan üste doğru sırasıyla, metamorfik temel karmaşığı, Dışkaya (Karakaya) formasyonu, andezit-aglomera, tuf, taban çakıltaşı, alt kireçtaşı, kumlu kıltaşı, üst kireçtaşı ve alüvyon birimleri ayırtlanmıştır (şekil 2,3).

Neojen Öncesi Kaya Birimleri

Metamorfik temel karmaşığı genel olarak amfibolit, klorit şist kuvars muskovit şist gibi düşük dereceli metamorfik kayalardan oluşur. Amfibolit ve klorit şistlerde tektonizmaya bağlı olarak gelişmiş belirgin bir yönlendirme gözlenmektedir. Kuvars muskovit şistlerde santimetre boyutlarında mikro kıvrımlar ve şistoziteye koşut mercekse kuvars bantları yer almaktadır. Demirkapı'nın güneyinde kuvars muskovit şistler içinde şistoziteyle uyumlu antimonit cevherleşmeleri gözlenmiştir. Bingöl (1971), Kazdağ çevresinde yaptığı jeolojik çalışmalarda metamorfik kayaları Kazdağ grubu altında toplamış ve K/Ar ile Rb/Sr yöntemiyle yaptığı ölçümlerde son metamorfizma yaşını 25 ± 3 milyon yıl, bir öncekini ise 233 ± 24 milyon yıl olarak vermektedir. Bu verilere dayanarak çalışma alanı içindeki metamorfik temel kayalara Paleozoyik-Permiyen yaşı verilmiştir.

Metamorfik temel karmaşığını uyumsuz olarak üstleyen Dışkaya (Karakaya) formasyonu, kumtaşı ve kumtaşı - şeyi içinde yer alan kireçtaşı bloklarından

SULTANÇAYIR BORATLIJİPS HAVZASI

oluşur. Karakaya formasyonu olarak bilinen bu birime Kaya ve diğerleri (1986), "Dışkaya formasyonu" adını önermişlerdir. Dışkaya formasyonu içinde yer alan kumtaşları-kuvas-feldispatik bileşiminde olup çok iyi pekleşmişlerdir. Bol çatlaklı ve kırılğan bir yapı gösterirler. Kumtaşı-şeyl araldanması içinde yer alan kireçtaşı blokları tektonik hareketlerle yeniden kristalleşmişlerdir. Kaya ve diğerleri (1986), Dışkaya formasyonunun Geç Triyas yaşlı olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışma alanının doğusunda gözlenen Çataldağ granodiyorit birimi, metamorfik temel karmaşığını ve Dışkaya formasyonunu keserek yüzelemiştir. Simav Çayı'nın doğusunda arenalı ve az dayanımlı bir yapıda olan granodiyorit birimi doğuya doğru gidildikçe ayrışma ve arenalaşmanın azalmasıyla masif bir yapı kazanır. Birim içinde yer yer 5 cm boyutlarına varan ortoklas kristalleri gözlenmektedir. Çataldağ granodiyorit birimi içinde birçok aplit daykı yer alır. Bu dayklar bazen kestikleri birimlerin şizozite ve tabakalanmasına koşut olarak gelişmişlerdir. Yellice tepenin yaklaşık 500 m güneydoğusunda granodiyorit birimi içinde faylanmaya bağlı olarak gelişen sıcak su çıkışları gözlenmiştir. 70.5-77.5°C sıcaklığında olan bu kaynak Yıldız Ilicası olarak bilinmektedir. Ercan ve Türkecan (1984)'nın Batı Anadolu'daki plutonlar üzerinde yaptıkları çalışmalar dikkate alınarak Çataldağ granodiyorit birimine Paleosen yaşı verilmiştir.

Neojen Kaya Birimleri

Havzanın kuzey bölümlerinde yer alan andezit-aglomera birimi, Çataldağ granodiyorit birimini uyumsuz olarak üstler. Genel olarak aglomera ve aglomera içinde yer alan andezit lav akmalarından oluşur. Aglomeralar, beyazımsı renkli, killeşmiş tüf-tüfit türü bir çimento içinde ve genelde 20 cm'yi geçmeyen değişik boyutlarda andezit çakıllarından oluşur. Lav akmaları, koyu gri, grimsi yeşil renklerde olup andezit bileşimlidir. Oldukça çatlaklı bir yapı sunar. El örneklerinde, bileşimdeki çubuksu amfibol minerallerinin ayrışmasıyla sarımsı bir renk kazandıkları gözlenmiştir. Yer yer ayrışmanın çok olduğu yerlerde amfibol mineralleri tamamen ayrışarak geriye çubuksu kristal şeklini koruyan boşluklu bir yapı kazanmıştır. Ercan ve diğerlerinin (1985) Batı Anadolu'da yaptıkları çalışmalara dayanarak bu birime Alt Miyosen yaşı verilmiştir.

Andezit ve aglomeradan sonra bölgede volkanik aktivite, tüflerin oluşumuyla devam etmiştir. Sultançayır'ın kuzeydoğusunda yer alan tüf birimi çok küçük bir alanda yüzlek vermektedir. Grimsi beyaz, beyaz renkli olan bu tüfler içinde patlamalı volkanizma

nedeniyle bol miktarda volkanik cam, andezit ve temel kaya türümlü malzemeler gözlenmektedir. Kale ve çevresinde kalın tabakalı ve masif görünümlü olan bu birim, alt ve üst dokanaklarına yakın yerlerde belirgin bir tabakalanma göstermektedir. Bu tabakalanmalar, patlamalı volkandan püsküren küllerin, playa-göl ortamında yığılıp çökmesiyle oluşmuşlardır. Tüflerin, andezit-aglomera birimiyle olan alt dokanağında, grimsi kahverengi, gözenekli, turba özelliği gösteren ve kalınlığı yer yer 1.5-2 m'yi geçen kömür oluşumları gözlenmiştir. Yanal devamlılığı gözlenemeyen bu oluşumlar, büyük olasılıkla merceknel konumlu olup, gölü besleyen akarsu kollarında oluşmuştur. Tüf biriminden alınan örneğin K/Ar yöntemiyle yapılan radyometrik yaş tayininde, birimin yaşı 20.1 ± 0.46 milyon yıl olarak bulunmuştur. Bu da Alt Miyosen'e karşılık gelmektedir.

Tüm bu birimleri uyumsuz olarak üstleyen Neojen tortulları, altta taban çakıltaşı birimiyle başlar. Genelde havzanın kuzey, batı ve doğusunda gözlenir. Helvacıoğlu çiftliğinin 2 km batısında ve kuzeye doğru birkaç yerde, taban çakıltaşı birimi içinde, temel kayalarına ait stratigrafik pencereler gözlenmektedir. Bu da, tortul birimlerin çökeliminden önce, bölgede bir yalın uyumsuzluğun açındığına işaret etmektedir. Metamorfik, granodiyorit, kireçtaşı, andezit, çört ve tüf gibi temel kayalarından türemiş bileşenleriyle birim litik taban çakıltaşı özelliği göstermektedir. Boylanması kötü, bileşenleri küt köşeli ve az yuvarlaklaşmıştır. Genelde orta ve kalın tabakalanma sunan bu çakıltaşı biriminin dayanımlılığı azdır. Yer yer kumtaşı ve çamurtaşlarıyla araldanmalar, yanal yönde merceklenmeler ve kamalanmalar sunmaktadır. Bu da havzayı besleyen akarsu rejimlerindeki düzensizliğe işaret etmektedir. Yıldız Köyü'nün kuzeyinde taban çakıltaşı birimi içinde kamalı düzlemsel çapraz katmanlanmalar gözlenmektedir.

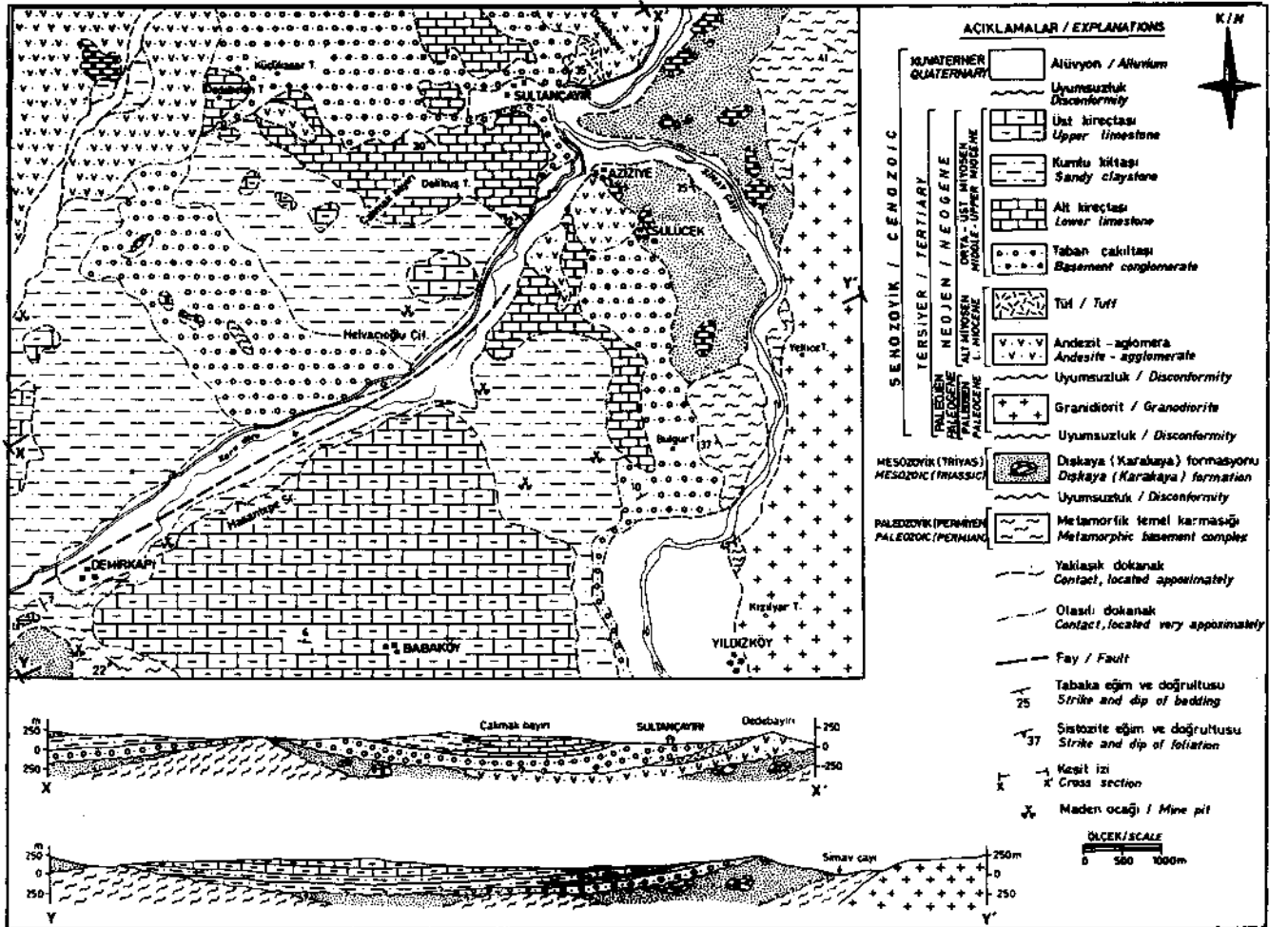
Taban çakıltaşı birimini uyumlu olarak üstleyen alt kireçtaşı birimi Sultançayır çevresinde ve havzanın doğusunda gözlenir. Genel olarak fosilli kireçtaşı ve ince kiltası araldanmalarından oluşur. Bol miktarda lamelli-branş ve gastropod fosilleri içerir. Taban çakıltaşı dokanağına yakın yerlerde, alt kireçtaşı birimi içindeki çamurtaşı düzeylerinde, çapları 3 cm ile 70 cm arasında değişen onkoidler gözlenmiştir. Bu da alt kireçtaşı biriminin havza kenarında, yüksek enerji ortamına yakın yerde çökeldiğini göstermektedir. Küresel ve elipsoidal şekilli olan bu onkoidlerin çekirdeklerinde kireçtaşı biriminden kopan, otokton kireçtaşı parçaları bulunmaktadır. Bu kireçtaşı parçalarının etrafı zamanla algal zarfların sarılmasıyla, soğan yapısı şeklinde büyük onkoidler oluşmuştur.

Alt kireçtaşı birimi, yanal yönde kumlu kilitaşı birimine geçiş gösterir. Kumlu kilitaşı birimi, alttan üste doğru sırasıyla kumlu kilitaşı, kilitaşı, boratlı jipsler, tüt-tüfit, kumlu kilitaşı ve karbonatlı kilitaşlardan oluşan volkano-sedimenter bir yapı sunar. Birim içinde Demirkapı'nın doğusundan başlayarak Hasantepe sırtları boyunca birçok yarmada boratlı jipsler gözlenmektedir. Jipsler, alttan üste doğru, tabakalı boratlı jips, jipsli boratlar, boratlar, tabakalı jips, grimsi yeşil kilitaşları, tüt-tüfit ve en üstte tabakalı jiplerden oluşur. 1 - 1.5 m kalınlığındaki jipsli killer jipsleri alt ve üst olmak üzere iki zona ayırmıştır. Boratlı jipsler içinde yer yer tüt-tüfit arakatmanlarının gözlenmesi, evaporasyon boyunca volkanizmanın hala aktif olduğunu gösterir. Saha çalışmaları sırasında tabanı gözlenemeyen jipslerin görünür kalınlıkları 10 - 15 m arasında değişmektedir. Daha çok masif jipsler içinde gözlenen boratlar, mercek sel ve nodüler şekilli beyaz renkli pandermite ve nodüler

havlit minerallerinden oluşmaktadır. Helvacı (1989) pandermite ve havlit minerallerinin yanında ender olarak kolemanit minerallerinin bulunduğunu belirtmiştir. Sarımsı ve yeşilimsi gri renkli boratlı jipslerin, Yıldızköy'ün 3 km kuzeybatısında, havza kenarına doğru kamalanarak kapandıkları gözlenmiştir.

Kumlu kilitaşı birimini uyumlu olarak üstleyen üst kireçtaşı birimi Babaköy çevresinde ve Helvacıoğlu çiftliğinin kuzeyinde gözlenir. Orta - kalın tabakalı ve yarı peklemiş olan bu birim, killi kireçtaşı ve sarımsı gri renkli ince tabakalı kilitaşlarıyla ardalanmalar göstermektedir. Birim içinde yer yer kahverengi çört yumruları gözlenmektedir.

Tüm birimleri uyumsuz olarak üstleyen alüvyon birimi, akışlı dereler olan Harap Dere, Kara Dere ve Simav Çayı çevresinde gözlenir. Metamorfik, granodiorit, kireçtaşı, kumtaşı ve andezit gibi temel kayalarından türemiş blok, çakıl, kum ve sililerden oluşur.



Şekil 2: Sultançayır boratlı jip havzasının jeolojisi haritası

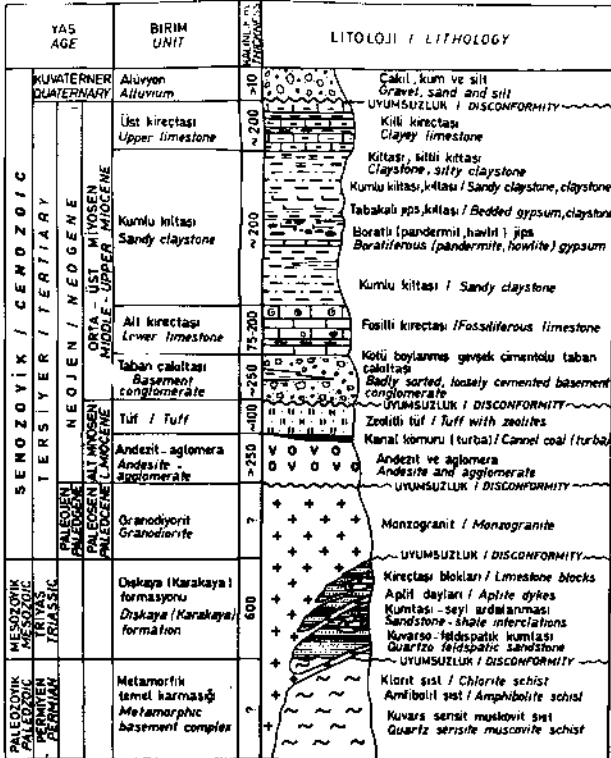
Figure 2: Geological map of Sultançayır boratiferous gypsum basin

PETROGRAFI ve MİNERALOJİ

Neojen Öncesi Kaya Birimleri

Metamorfik temel karmaşığı genel olarak, grimsi yeşil renkli klorit şist, grimsi kuvars-muskovit şist ve koyu yeşil renkli amfibolitlerden oluşur. Mikroskopik incelemelerde, kuvars muskovit şistlerin lepidoblastik dokuda oldukları ve girik sınırlı kuvars mineralleri ile muskovitten oluştuğu gözlenmiştir. Kesitlerde yer yer serisitleşme, epidotlaşma ve zoisitleşmeler görülmektedir. Amfibollerin c eksenlerine dik olarak yapılan ince kesitlerde, paralel nikeldeki tipik yeşil rengi ve dilinimleri arasındaki 120° lik açılarıyla hornblendler kolaylıkla tanımlanmaktadır. Hornblendler arasında kuvars ve az olarak ta opak mineraller gözlenmektedir. Doku çoğunlukta nematoblastiktir. Kuvars ve hornblendlerde yer yer kink kıvrımcılığını gözlenmektedir.

Dışkaya formasyonu, grimsi - kahverengi kumtaşları ve bu kumtaşları içinde yer alan grimsi renkli neomorfik kireçtaşı bloklarından oluşur. Dışkaya formasyonuna ait kumtaşları üzerinde yapılan mikroskopik incelemelerde, kumtaşların, kuvars, ortoklas, plajiyoklas, kireçtaşı kırıntısı, volkanik kaya kırıntısı, biyotit, klorit, granat ve opak mineral bileşenlerinden oluştuğu ve tane destekli doku gösterdiği gözlenmiştir. Bileşenleri köşeli - küt köşeli ve az yuvarlaklaşmış olup boylanması kötüdür. Baskın bileşen olarak gözlenen ku-



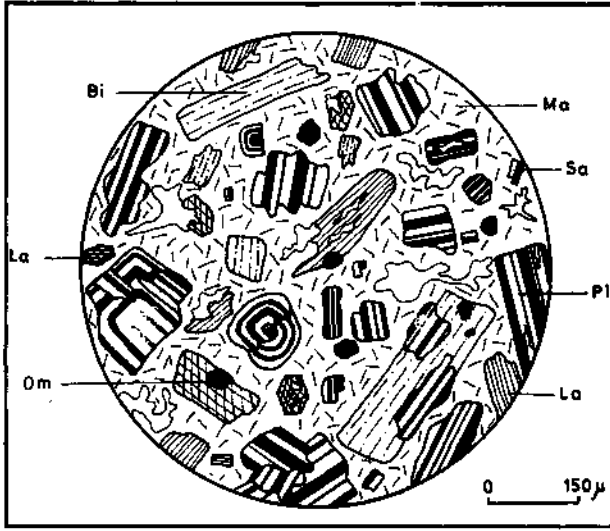
Şekil 3: Çalışma alanının genelleştirilmiş sütun kesiti
Figure 3: Generalized columnar section of the study area

varlar, mega kuvars ve polikristalin kuvarslardan oluşur. Mega kuvarslarda olağan olarak dalgalı sönmeler gözlenmektedir. Polikristalin kuvarslar süturlu sınırlıdır. Kumtaşlarının, Folk (1962) bileşim ağırlıklı sınıflamasına göre, litarenit bileşiminde oldukları saptanmıştır. Kireçtaşı bloklarından alınan örneklerin ince kesitlerinde, kireçtaşları süturlü granoblastik doku göstermektedir. Genel olarak tümsel büyümüş psydosparlardan oluşur. Psydosparlar yer yer optik yönlenme göstermektedir. İlksel allokelemlere ait izler tamamen silinmiştir.

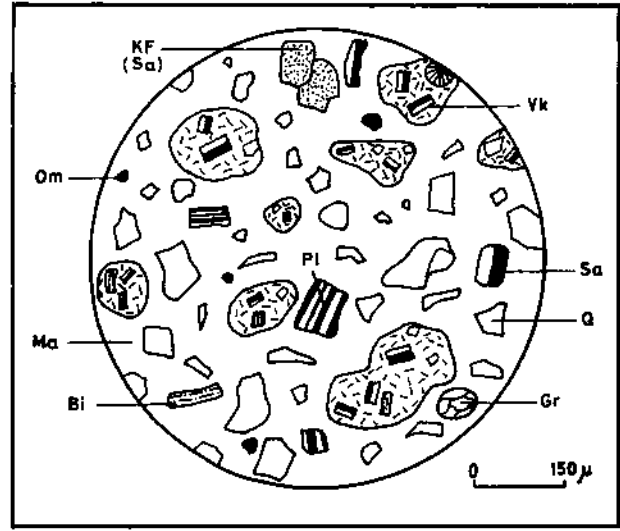
Çataldağ granodiyorit biriminden alınan örneklerin ince kesitlerinde, granodiyoritlerin holokristalin, hipidiyomorf dokuda oldukları gözlenmiştir. Mineral bileşimi, kuvars, ortoklas, mikroklin, plajiyoklas, klorit, biyotit ve opak minerallerden oluşur. Aksesuar olarak sfen, epidot ve apatit minerallerine rastlanır. Beyaz, açık gri interferans rengi gösteren kuvarslar girik sınırlıdır. Ortoklaslar genelde özşekilsiz olarak bulunur, ve çok iyi Karlsbad ikizlenmesi göstermektedir. Kafes ikizlenmesi gösteren mikroklinlerin kuvars mineralleri ile olan tane sınırında mirmekitik mineral dokusu gözlenmektedir. Biyotitler çevresinde yeşil pleokroizma gösteren kloritleşmeler görülmektedir. Streckeisen (1976) sınıflamasına göre Çataldağ granodiyoriti biriminin monzogranit bileşiminde olduğu saptanmıştır. Granodiyorit birimi içinde yer yer apolit dayları görülmektedir. Aplit daylarından alınan örneklerin ince kesitlerinde, polikristalin kuvars hamuru içinde fenokristaller halinde kuvars, plajiyoklas, K-feldispat, klorit, biyotit ve opak mineral bileşenlerinden oluşan porfiritik bir doku bulunduğu gözlenmiştir.

Neojen Kaya Birimleri

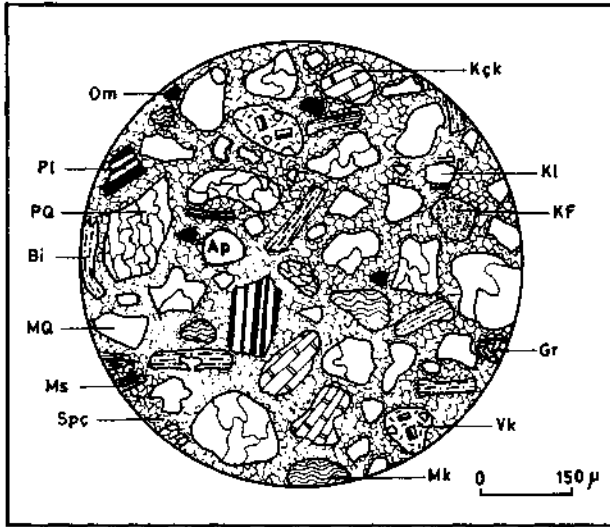
Andezit - aglomera birimi genel olarak aglomeralardan ve aglomeralar içinde yer alan andezit lav akmalarından oluşur. Andezit lav akmalarından alınan örneklerin ince kesitlerinde, andezitlerin mikrolitik camı bir hamur içinde yer alan plajiyoklas, amfibol, biyotit, K - feldispat ve opak mineral fenokristalleri ile porfiritik bir doku gösterdikleri gözlenmiştir (şekil 4). Mikrolitik camı hamurdan oluşan matrikste yer yer ayrışmanın etkisiyle ikincil gözenekler gelişmiştir. Polisentetik albit ikizlenmesi ve zonlanmalar gösteren plajiyoklas fenokristalleri ince kesitte baskın olarak gözlenir. Dilinim izleri arasındaki 124° lik açılan ve tipik altıgen şekilli yapılarıyla kolaylıkla tanınan amfibollerin, paralel nikelde koyu kırmızı, kahverengi pleokroizma vermesiyle lamprobolit türünde oldukları anlaşılmıştır. Lamprobolitlerde dilinim izleri boyunca ayrışmanın etkisiyle oluşmuş boşluklar bulunmaktadır. Yer yer lamprobolitler tamamen ayrışarak geride prizmatik kristal çatısını koruyan şekiller oluşturmuşlardır. Paralel nikelde kahve-



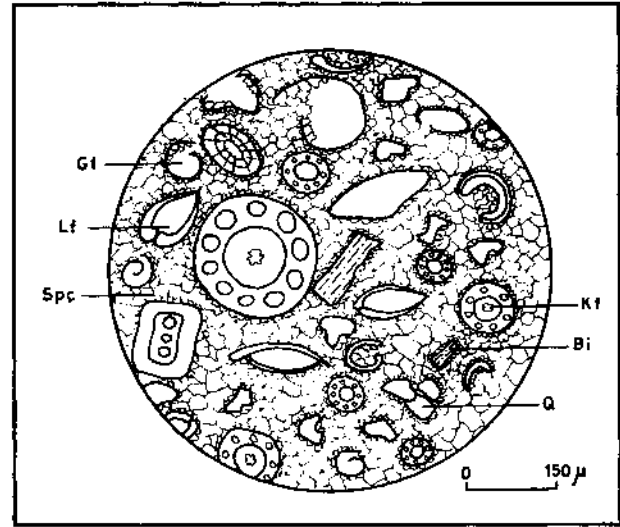
Şekil 4: Porfiritik dokulu andezit, +N, 40x. Ma: Matriks, Pl: Plajiolklas Bi: Biotit, La: Lamprobolit, Om: Opak mineral, Sa: Sanidin
 Figure 4: Andesite showing porphyritic texture, +N, 40x. Ma: Matrix, Pl: Plagioclase, Bi: Biotite, La: Lamprobolite, Om: Opaque mineral, Sa: Sanidine.



Şekli 5. Porfiritik dokulu tüf, +N, 40x. Ma: Matriks, Q: Kuvars, Sa: Sanidin, Pl: Plajiolklas, Vk: Volkanik kaya kırıntısı, Bi: Biotit, Om: Opak mineral, Gr: Granat
 Şekli 5 • Tuff showing porphyritic texture, +N, 40x. Ma: Matrix, Q: Quartz, Sa: Sanidine, Pl: Plagioclase, Vk: Volcanic fragments, Bi: Biotite, Om: Opaque mineral, Gr: Garnet.



Şekli 6: Tane destekli kumtaşı, +N, 40x. MQ: Mega kuvars, PQ: Polikristalin kuvars, PL: Plajiolklas, KF: K-Feldispat, Mk: Metamorfik kaya kırıntısı, Vk: Volkanik kaya kırıntısı, Kçt: kireçtaşı kırıntısı, Bi: Biotit, Kİ: Klorit, Ms: Muskovit, Om: Opak mineral, Ap: Apatit, Gr: Granat, Spç: Spar kalsit çimento.
 Figure 6: Grain-supported sandstone, +N, 40x. MQ: Mega quartz, PQ: polycrystallin quartz, Pl: plagioclase, KF: K-Feldspat, Mk: Metamorphic rock fragments, Vk: Volcanic rock fragments, Kçt: Limestone fragments Spç: Spar calcite cement.



Şekil 7. Spar kalsit çimentolu alt kireçtaşı, +N, 40x. Spç: Spar kalsit çimento, Gf: Gastropod, Lf: Lamellibrans, Kf: Krinoid, Q: Kuvars, Bi: Biotit.
 Şekil 7. Spar calcite cemented lower limestone, +N, 40x. Spç: Spar calcite cement, Gp: Gastropoda, Lf: Lamellibranch, Kf: Crinoid, Q: Quartz, Bi: Biotite.

SULTANÇAYIR BORATLI JİPS HAVZASI

rengi olarak gözlenen biyotitler çapraz nikelde gösterdikleri kedi gözü sönmesiyle lamprobolitlerden ayrılmaktadır. Çalışma alanından alınmış andezit örneklerin yüzde mineral dağılımları çizelge 1'de verilmiştir.

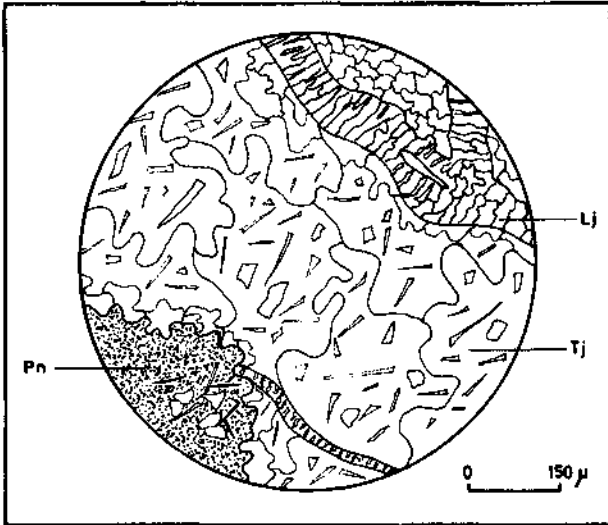
Tüfler üzerinde yapılan petrografik çalışmalarda, tüllerin, kuvars, feldispat, biyotit, granat, opak mineral fenokristalleri ile volkanik kaya parçalarından oluştuğu gözlenmiştir (şekil 5). Doku hipokristalen porfirittir. Fenokristaller, boşluklu ve camsı olan hamur içinde dağınık olarak gözlenir. Kuvarlar köşeli olup özşekilsiz olarak bulunur. K-feldispat grubundan, özşekilli ve yarı özşekilli olarak gözlenen sanidinler çok iyi Karlsbad ikizlenmesi göstermektedir. Yan özşekilli olan biyotitler paralel nikelde koyu kırmızı - kahverengi pleokroizma sunmaktadır. Az oranda gözlenen granatlar izotop olup paralel nikelde yüksek rölyef göstermeleriyle opak minerallerden ayrılır. Tüflerin yüzde mineral dağılımları çizelge 2'de verilmiştir.

Taban çakıltı birimi genel olarak kumlu çakıltı, kumtaşı, ve killi kumtaşlardan oluşur. Çakıltıları, litik çakıltı bileşiminde olup, metamorfik, kumtaşı, kireçtaşı, kuvars, granodiyorit ve andezit bileşenlerinden oluşur. Doku tane destekli ve bileşenler siltli - killi bir çimentoyla bağlanmıştır. Boylanması kötü, bileşenleri küt köşeli bazen az yuvarlaklaşmıştır. Kumlu çakıltı biriminin çakıltı düzeylerinden alman örneklerinde, kuvars, feldispat, kireçtaşı, volkanik kaya kırıntısı, metamorfik kaya kırıntısı, mika, opak mineral, granat ve apatit bileşenlerinden oluştuğu gözlenmiştir, (şekil 6). Kum-

taşları tane destekli doku göstermektedir. Çimento spar kalsit bileşimindedir. Kuvarlar, polikristalin kuvars ve yer yer dalgalı sönmeli mega kuvarlardan oluşur. Metamorfik kaya kırıntıları klorit şist türü düşük dereceli metamorfiklerden türemiştir. Mikalar, muskovit, biyotit ve kloritlerden oluşmaktadır. İzotrop olarak gözlenen granatlar paralel nikelde yüksek rölyef göstermesiyle ayırt edilir. Kumtaşlarının Folk (1962) sınıflamasına göre, feldispatik litarenit bileşiminde oldukları saptanmıştır. Kumtaşlarından alınmış birkaç örneğin yüzde mineral dağılımı çizelge 3 te verilmiştir.

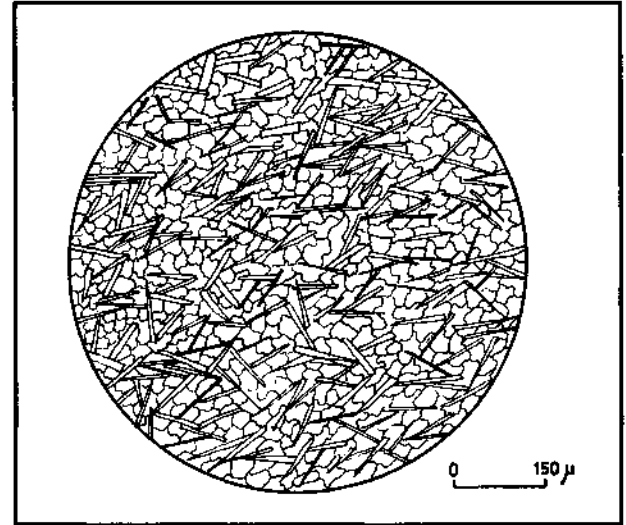
Alt kireçtaşı biliminin fosilli düzeylerinden yapılan ince kesitlerinde, gastropod, lamellibrans, krinoid, kuvars ve biyotitlerden oluşan allokemlerin spar kalsit çimentoyla bağlandıkları gözlenmiştir (şekil 7). Doku tane desteklidir. Spar kalsit çimento, tane kenarından tane arasına doğru radiaksiyolitik kalsit, uzanımlı kalsit ve eşboyut kalsit şeklinde sıralanma göstermektedir. Lamellibrans fosilleri ilksel şekillerini korumuşlardır.

Kumlu kiltası birimi içinde gözlenen tabakalı jipslerin alt bölümlerinde mercekse - nodüler şekilli pandermite ve noduler şekilli havlit mineralleri gözlenmektedir. Pandermite jipslerden yapılan ince kesitlerde, jipslerin girik sınırlı ve taneli yapıda, pandermite ise çok küçük taneli, masif yapıda oldukları gözlenmiştir (Şekil 8). Masif yapı pandermite, sarımsı-turuncu interferans renkleri, taneli jipsler ise çoğunlukla açık gri-gri interferans renkleri sunmaktadır. Pandermite minerallerinin taneli jipslerle olan sınırı girik şekilli olup, pandermite ve taneli jips



Şekil 8 ; Pandermite jips, +N, 40x. Pn: Pandermite, Tj: Taneli jips, Lj: Lifsi jips

Şekil 8 : Gypsum with pandermite, +N, 40x. Pn: Pandermite, Tj: Gypsum grain, Lj: Fibrous gypsum

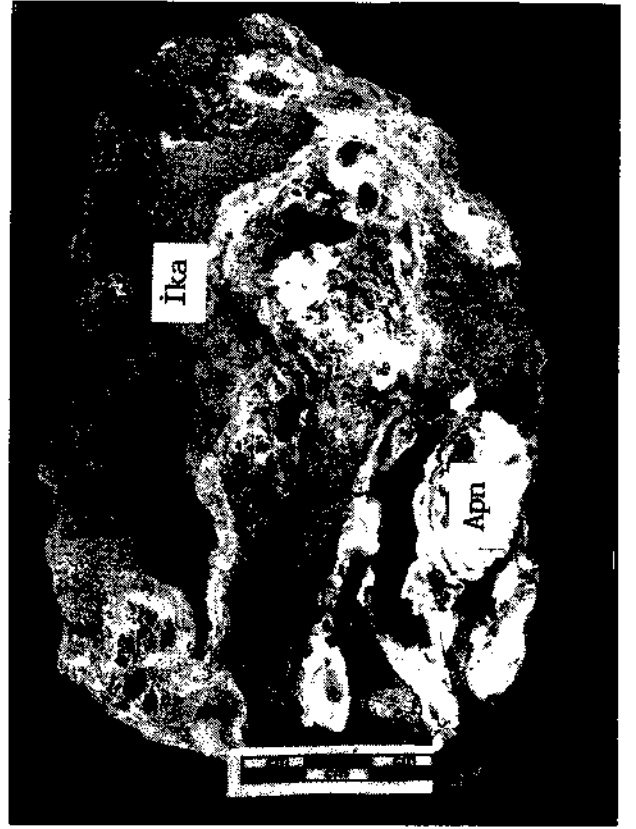


Şekil 9; Havlit, +N, 40x

Şekil 9: Howlite, +N, 40x



Şekil 10; Pandermite örnekleri
Şekil 10; Pandermite samples



Şekil 11: Ayrışmış pandermite nodülleri ve ikincil olarak oluşmuş kalsit mineralleri. Apn: Ayrışmış pandermite, İka: İkincil kalsit mineralleri
Figure 11: Altered pandermite nodules and secondary calcite formation altered pandermite. Apn: Altered pandermite. İka: Secondary calcite minerals



Şekil 12: Ayrışmış pandermite nodülleri
Figure 12: Altered pandermite nodules



Şekil 13: Boratlı jips içinde gözlenen howlit nodule
Figure 13: Howlite nodule occurring within boratiferous gypsum



Şekil 14: Değişik boyutlarda havlit nodülleri
Figure 14: Howlite nodules with different size

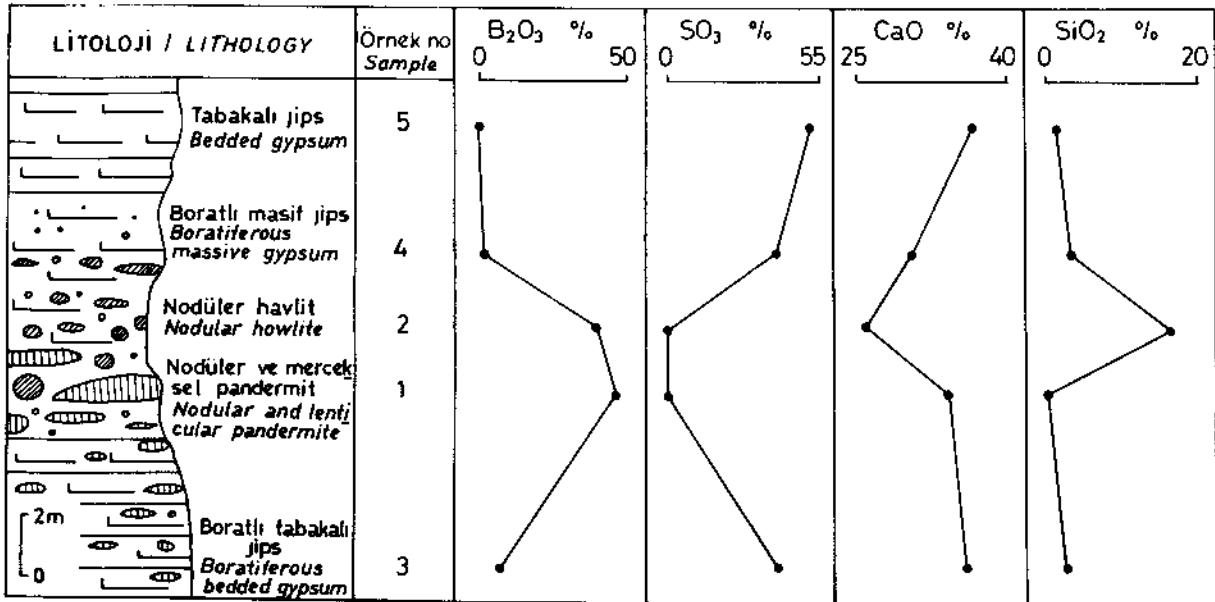
mineralleri içinde otojenetik olarak oluşmuş, çubuksu-prizmatik jipsler gözlenmektedir. Yer yer ikincil olarak oluşmuş lifsi jipsler gelişmiştir. Lifsi jipsler uzun eksenleri boyunca paralel sönme göstermektedir. Havlit minerallerinden yapılan ince kesitlerde taneseli ve çubuksu minerallerin girik bir doku gösterdiği gözlenmiştir (şekil 9). Çapraz nikelde havlit mineralleri gri, turuncu - sarı interferans renkleri sunmaktadır.

EKONOMİK JEOLJİ

Sultançayır Borat Yatağının Tarihçesi ve Bugünkü Durumu

1865li yıllarda II. Mahmut'un reform hareketleriyle yabancı devletlere kapitülasyonlar verilmeye başlandı. Aynı yıllarda Fransızlar Sultançayır havzasından mermer parlatmak için jips çıkarmaktaydılar. Jipsler içinde zaman zaman bilinmeyen yabancı maddeler dikkati çekmekteydi. Bir Fransız mühendisin bu maddeleri analiz etmesiyle bunların yüksek oranda bor içerdiklerini gördü. Bunun üzerine Fransızlar, II. Mahmut dönemiyle kendilerine tanınan ayrıcalıklardan faydalanarak Osmanlı Devleti'nden ocağı işletmek için izin aldılar. 1899 yılına kadar "Societe Lyonnaise de Borat de Chaux" adlı Fransız şirketi, Sultançayır havzasında açtığı Aziziye kapalı işletmesiyle sahadan pandermit çıkardı ve buradan çıkardığı boratları Paris yakınlarındaki "Maisons Lafitte" rafinerisinde işledi.

1899 yılında "The Borax Company" adlı İngiliz şirketi de Osmanlı Devleti'nden imtiyaz alarak Sultançayır



Şekil 15: Borat ve boratlı jipslere ait ana mineral oksitlerin kesit üzerindeki düşey değişimleri
Figure 15: Vertical variation of major oxides of borate and boratiferous gypsum

havzasından borat çıkarmaya başladı. Fransızların Aziziye ocağına karşılık, İngilizlerin yeni açtıkları Sultançayır ocağı daha verimliydi. Ortalama tenor % 46.6 olup iki şirketin toplam borat üretimi 1895 'te 14.608 ton iken 1898'de 15.000 tona yükselmiştir. 1903 yılında İngilizler Sultançayır ocağından 6.800 ton borat çıkarırken, Fransızlar Aziziye ocağından ancak 772 ton üretim gerçekleştirebilmişlerdir (Travis ve Cocks, 1980). Bunu takip eden yıllarda iki şirketin toplam üretimi 1904'te 9610 ton, 1906'da 11.470 ton ve 1912'de 16.712 ton olmuştur. Buradan çıkarılan pandermitler teleferik hattı ile Bandırma'ya ve Bandırma'dan gemilerle yurtdışına taşınmıştır. Böylece pandermit minerali Bandırma (Panderma)'dan gelen mineral olarak anılmaya başlanmış ve zamanla dünya literatüründeki ismini bu limandan almıştır.

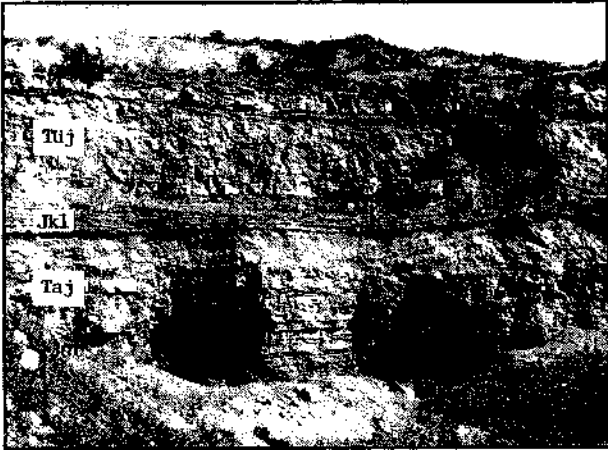
1954 yılında Türk hükümeti madencilik konusunda düzenlemeler yaptı ve 6224 sayılı "Yabancı Yatırım Teşvik" kanunuyla madencilik çalışmaları için özel şartlar getirdi. Borax Consolidated adlı İngiliz şirketi bu kanundan faydalanabilmek için bazı Türk ortakları ve Garanti Bankası başkanlığında Türk Boraks M.A.Ş şirketini kurmuştur. Diğer taraftan M.T.A.'nın sondajlı çalışmalara ağırlık vermesiyle Batı Anadolu'da kolemanit açısından zengin yeni borat yatakları bulundu. Bunun üzerine Borax Consolidated şirketi, Avrupa rafinerilerindeki borik asit üretimini pandermitten kolemanite değiştirerek yeniledi. Böylece, Sultançayır borat yatağının önemi büyük ölçüde azaldı. Ayrıca, işçi hareketlerinin canlanmasıyla üretim maliyetleri de yükselmiştir. 1960'lı yıllarda tüm madenle-

rin devletleştirilmesiyle, Borax Consolidated şirketinin Türkiye'deki varlığı sona ermiştir. Diğer yandan 100 yılı yakın bir üretim sonucu, Sultançayır borat yatağı rezervinin büyük bir bölümü de tükenmiştir.

İngilizlerin ocağı terketmesinden sonra, galerileri su basmış ve göçmeler meydana gelmiştir. Ayrıca, maden taşımacılığında kullanılan 8-9 km'lik teleferik hattından, günümüze beton temellerden başka birşey kalmamıştır. Günümüzde, Sultançayır borat yatağı diğer borat yatakları gibi Etibank'ın denetimi altındadır.

Bor Mineralleri

Bor mineralleri, kumlu kilit taşı birimi içinde yaralan grimsi renkli jipsler içinde gözlenmektedir. Genelde yatay konumlu olan bu jipsler, tabakalı ve masif yapılarda bulunur. Bor mineralleri çoğunlukla masif jipsler içinde gözlenmektedir. Demirkapı'nın doğusundan başlayarak Hasantepe sırtları boyunca ve Eminamca Tepe'nin kuzeyinde bulunan jips yarmalarında bor minerallerini görmek mümkündür. Ayrıca, Helvacıoğlu çiftliğinin kuzeyinde, kapanmış eski ocağına ait jips yarmalarında bor minerallerinin olduğu gözlenmiştir.



Şekil 16: Kumlu kilit taşı birimi içinde gözlenen tabakalı jipsler. Taj: Tabakalı alt jips, Jkl: Jipsli kilit taşı, Tüj: Tabakalı üst jips

Figure 16: Bedded gypsum occurring within sandy elaystone unit. Taj: bedded lower gypsum, Jkl: Gipsiferous elaystone, Tüj: Bedded upper gypsum.



Şekil 17: Lifli jips örnekleri

Figure 17: Fibrous gypsum samples

SULTANÇAYIR BORATLI JİPS HAVZASI

Çizelge 1. Çalışma alanından alınmış andezit örneklerinin yüzde mineral dağılımları

Table I. Distribution of mineral contents of andesite samples collected from the study area

Mineral bileşenleri (%) Mineral component (%)	Ö.N.14	Ö.N.15	Ö.N.16
Matriks	46	51	50
Plajjoklas	25	30	27
Sanidin (K - feldispat)	1	1	1
Kuvars	1	-	1
Lamprobolit (Amfibol)	13	10	18
Biyotit	12	6	2
Opak mineral	2	2	1

Helvacı (1983), Sultançayır borat yatağı üzerinde yaptığı çalışmalarda bor minerallerinin, pandemit, havlit ve az miktarda kolemanitten oluştuğu, pandemitlerin kil ve jips düzeylerinin altında nodüler ve bir ton ağırlığa kadar ulaşan kütleler halinde bulunduğunu belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca, pandemitlerin, borat yatakları içinde, Bigadiç'ten başka yalnızca burada gözlemlendiğini vurgulamıştır.

Çalışma alanı içindeki jips yarmaları üzerinde yapılan gözlemlerde, bor minerallerinin daha çok kuzey ve doğu kesimlerinde yoğunlaştığı görülmüştür.

Burada bulunan grimsi renkli masif jipsler içinde, milimetrik boyutlardan metrik boyutlara kadar değişen merccksel çoğunlukta nodüler şeklinde beyaz pandemit mineralleri gözlenmiştir (şekil 10). Pandemit nodülleri yer yer ayrışarak etrafında ikincil kalsit mineralleri oluşmuştur (şekil 11). Ayrışan pandemit nodülleri, içi boşluklu yapı kazanmışlardır (şekil 12).

Boratlı jipsler içinde, pandemitle birlikte, çaplan 7 cm'yi geçmeyen havlit nodülleri gözlenmektedir (şekil 13, 14). Havlitlerin dış yüzeyi karnıbahar gibi girintili çıkıntılı olup iç kısmı yoğun ve mat beyaz renktedir. Havzada, pandemitler, havlitlere oranla daha baskın olarak bulunurlar.

Çalışma alanındaki boratlı jipslerden ve boratlardan alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgede pandemit, 1 ve havlit 2 nolu örnek numaralarıyla gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, pandemitlerin (4 CaO. 5 B₂O₃. 7 H₂O) % 46.49 B₂O₃ ve havlitlerin (4 CaO. 5 B₂O₃. 2 SiO₂. 5 H₂O) % 40.69 B₂O₃ içerdikleri gözlenmiştir. Bu analizlere göre pandemit (1) ve havlit (2) mineralleri dışında, aynı yerden alınan

Çizelge 2. Tüflerin yüzde mineral bileşimi.

Table 2. Mineral contents of tuff samples.

Mineral bileşenleri (%) Mineral component (%)	Ö.N.19	Ö.N.20
Matriks	69	67
Kuvars	15	14
Feldispat (Sanidin ve Plajjoklas)	3	4
Volkanik kaya kırıntısı	11	13
Biyotit	1	0.5
Opak mineral	1	1
Granat	-	0.5

örneklerde, alttan üstte doğru, 3, 4 ve 5 nolu boratlı jipslerde B₂O₃'ün belirgin bir şekilde azaldığı, buna karşı SO₃ oranının düzenli olmasa da, arttığı gözlenmiştir (şekil 15)., CaO ve SiO₂ değerleri kendi aralarında ters orantılı olarak değişmektedir. Çalışma alanındaki jipsler, kumlu kıltaşı birimi içinde gözlenir. Bunlar alttan üste doğru sırasıyla, boratlı jipsler, jipsli kıltaşlar ve tabakalı jipslerden oluşur. Jipsler arasındaki 1 - 1.5 m kalınlığındaki jipsli killer jipsleri iki zona ayırmıştır. Çalışma alanı içinde jipsler, en iyi şekilde Demirkapı'nın doğusundan başlayarak Hasantepe sırtları boyunca jips çıkarmak için açılan yarmalarda gözlenir. Genelde yatay olarak bulunan jipsler, yarmalarda değişik kalınlıklarda gizlenmektedir. Ölçülen jips kalınlıkları çizelge 5'te verilmiştir. Tüm yarmalarda jipslerin tabanı gözlenemediğinden jipslerin gerçek kalınlıkları çizelge 5'te verilenlerden daha fazla olacaktır. Hasantepe sırtlarındaki bir jips ocağında jipslerin alttan üste doğru, kahverengimsi gri, masif - kalın tabakalı boratlı jips, yeşilimsi gri jipsli kıltaşı ve grimsi renkli tabakalı jipslerden oluştuğu gözlenmiştir, (şekil 16). İki zon halinde bulunan bu jipslerin alt bölümü 6 m, üst bölümü 5 m ortalama kalınlıkta olup, jipsleri ayıran kil zonunun kalınlığı 1 - 1.5 m arasında değişmektedir. Ayrıca, jipsler içinde ve çoğunlukta kıltaşlarında olmak üzere, ikincil olarak oluşmuş, kalınlığı 7 cm'yi geçmeyen beyaz lifsi jipsler gözlenmektedir (şekil 17).

Çalışma alanından alınmış boratlı jips örneklerinin kimyasal analiz sonuçları çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre değişik yerlerden alınmış jips örneklerinin SO₃ oranları arasında değişkenlikler gözlenirken, aynı yerden tabandan tavana doğru alınmış örneklerde (3,4,5),(6,7) ve (8,9,10) gibi, SO₃ oranlarının tabandan tavana belirgin bir artış gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 3. Taban çakıltası birimi içinden alınmış kumtaşlarının yüzde mineral dağılımları.
Table 3. Mineral contents of sandstones collected from basement conglomerate unit.

Mineral bileşenleri (%) Mineral component (%)	Ö.N.21	Ö.N.22	Ö.N.23
Spar kalsit çimento	54	61	54
Kuvars (Mcga ve polikristalin)	27	23	19
Plajjoklas	1	5	6
K - feldispat	3	1	2.5
Mika (muskovit, biyotit ve klorit)	4	2	5
Metamorfik kaya kırıntısı	4	2	4
Vulkanik kaya kırıntısı	2	3	3.5
Kireçtaşı kırıntısı	3	2	4
Opak minral	1	1	1
Granat	1	-	0.5
Apatit	-	-	0.5

CaSC₂ 2 H₂O kimyasal formülüyle bilinen jipslerin, çimento sanayisinde kullanılabilmesi için en az % 34 SO₃ içermeleri istenir. Çalışma alanında gözlenen jipslerin tümü bu sınırın üzerindedir. Hasantepe sırtlarından çıkarılan jipsler, Balıkesir Çimento Fabrikası'nda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Türkiye genelinde çıkarılan jipslerin % 68'i çimento sanayiinde % 13'ü tarım, % 11'i inşaat sanayii ve % 8'i diğer sektörlerde kullanılmaktadır.

Çalışma alanı içinde gözlenen jipslerin ortalama kalınlıklarını 10 m ve en az 13 km²'lik bir alan içinde yayılım sunduğu kabul edilirse, jipslerin jeolojik rezervi yaklaşık 300 milyon ton olarak hesaplanabilir. Bu jeolojik rezerv içinde bor mineralleri de dahildir. Boratların gerçek boyutları bilinmemekle birlikte ilksel olarak 1 milyon tonun üzerinde rezerv olduğu düşünülmektedir. Günümüzde, bu rezervin büyük bir bölümü tükenmiştir. Ayrıca, 300 milyon ton jeolojik rezerve sahip jipslerin ne yazık ki az bir bölümü işletilebilir durumdadır. Babaköy'e doğru üsüeyen örtü birimlerinin kalınlaşmasıyla jips mostralarının büyük bir bölümü ekonomik olma özelliğini yitirmektedir.

Çizelge 4. Sultançayır havzasına ait borat ve boratlı jips örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.
Table 4. Chemical analyses of borate and boratiferous gypsum samples collected from the Sultançayır basin.

Örnek No Sample No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% Oksit Oxide %	Pandermit Pandermite	Havlit Howlite	Boratlı Boratiferous			Jipsler Gypsum				
B ₂ O ₃	46.49	46.49	7.95	3.31	E(Eser)	E	E	E	E	E
SO ₃	0.57	1.49	40.69	38.69	51.47	34.94	39.62	38.86	42.31	43.62
SiO ₂	0.21	15.56	2.20	3.34	1.61	0.20	1.92	0.46	0.080	1.40
Al ₂ O ₃	0.04	0.08	0.37	0.30	0.41	0.05	0.12	0.22	0.34	0.36
FeO ₃	0.04	0.05	0.23	0.32	0.25	0.39	0.28	0.16	0.24	0.24
CaO	34.50	29.98	35.75	30.56	36.20	39.86	32.82	33.04	33.56	32.22
MgO	0.12	0.19	1.28	1.63	1.99	0.30	0.35	0.93	0.03	0.33
K ₂ O	0.05	0.10	E	0.12	E	0.04	0.01	0.01	0.04	0.02
Na ₂ O	0.80	0.92	0.63	0.07	0.62	0.05	0.06	0.06	0.04	0.06
Li ₂ O	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
Kızdırma kaybı	18.09	11.48	10.76	19.29	7.43	22.39	21.01	21.37	22.19	21.80
Toplam	100.94	100.56	99.89	97.64	100.000	98.25	96.22	95.13	99.57	100.06

SULTANÇAYIR BORATLI JİPS HAVZASI

Çizelge 5. Jips yarmalarına ait kalınlıklar.
Table 5. Thickness of gypsum trenches.

Yer Location	Kalınlık (m) Thickness (m)
28	13-14
30	4-5
34	12-14
35	11-13
36	8-10

Diğer Ekonomik Olanaklar

Bor mineralleri ve jipsler dışında ekonomik olabilecek diğer ekonomik olanaklar, Demirkapı antimonit cevherleşmesi, Simav Çayı kum ve çakıl ocakları, Sultançayır tütü, kömür oluşumları ve Yıldız ilıcasıdır.

Antimonit cevherleşmesi, Demirkapı'nın 1 km güneyinde metamorfik temel karmaşığı içinde yer almaktadır. Antimonit yatağı, 1900'lü yılların başlarında işletilmiş olup, günümüzde, galeriler su ile dolarak çökmeler meydana gelmiştir. Demirkapı antimonit cevherleşmesi üzerinde çalışma yapan Alkan (1972), yatağın K8OD/35KB yönlü olduğunu, parajenezin, antimonit, pirit, markazit minerallerinden oluştuğunu, tenorun % 1.62 Sb₂S₃ ve mümkün rezervin 11.250 ton tüvenan cevher olduğunu belirtmiştir. Yatağın hidrotermal kökenli olduğu sanılmaktadır. Aynı araştırmacı, sondajlı çalışmalarla, cevherleşme miktarının büyük ölçüde artabileceğini vurgulamıştır.

Sultançayır'm 350 m güneydoğusunda bulunan tüfler, masif - kalın tabakalı olması ve kolaylıkla şekillendirilebilmeleri sayesinde, yörede yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Sultançayır'ın 750 m kuzeydoğusunda andezit - aglomera ve tuf birimi arasında gözlenen kömür oluşumları ekonomik boyutlarda görünmese de, ayrıntılı sondaj çalışmaları ile ekonomik boyutları araştırılabilir.

Yellice Tepe'nin 500 m güneydoğusunda yer alan Yıldız Ilıcası, granitler içindeki faylanmaya bağlı olarak oluşmuştur. Suyun toplam debisi yaklaşık 5 lt/sn olup, ortalama sıcaklığı 75° dir. Su analizinde yüksek miktarda sodyum bikarbonat içerdiği görülmüştür. Ilıca suyunun tedavi edici özellikleri bilinmekle birlikte, çevrede kurulacak seraların ısıtma işleminde kullanma olanakları araştırılabilir.

SONUÇLAR

1. Metamorfik temel kariliği ve üçüncü uyumsuzlukla oturan Dışkaya (Karakaya) formasyonunu, Çataldağ granodiyorit birimi keserek yüzeylemiştir. Bu birimler üzerinde uyumsuz olarak sırasıyla andezit - aglomera ve tuf birimi yer almaktadır. Neojen çökelleri tüm bu birimleri uyumsuz olarak üstler.

2. Yapılan petrografik çalışmalar sonucu, metamorfik temel karmaşığın amfibolit ve kuvars - muskovit şistlerden oluştuğu, Dışkaya formasyonu içindeki kumtaşlarının litarenit bileşiminde ve Çataldağ granodiyorit biriminin monzogranit bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Taban çakıltası biriminden alınan kumtaşları litarenit ve feldispatik bileşimindedir.

3. Kumlu kiltası birimi içinde kalınlığı 10 - 15 m arasında değişen boratlı jipsler gözlenmektedir. Bu jipsler içinde nodüller şekilli pandemit ve havlit mineralleri bulunmaktadır. Yapılan analizlerde pandemitlerin % 46.49 B₂O₃ ve havlitlerin %40.69 B₂O₃ içerdikleri belirlenmiştir. Elde kesin veriler olmamakla birlikte Sultançayır borat rezervinin büyük bir bölümünün tükendiği söylenebilir.

4. Olası yayılırdan belirlenen jipslerin 300 milyon ton jeolojik rezervi olabileceği hesaplanmıştır. Bu jipslerin SO₃ oranları % 34'ün üzerinde olup çimento sanayii için aranan özelliklere uygundur.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi'nin 908-91-05-08 nolu projesi tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, çizim işlemlerini gerçekleştiren Mualla Gürle ile Kerime Nacaklı'ya ve fotoğraf işlerinde yardımcı olan Erol Şanlı'ya içtenlikle teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alkan, V., 1972, Balıkesir-Susurluk-Demirkapı-Aynıklıdcre Antimonit Zuhuru Ön Raporu: MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, Rapor No: 52, Balıkesir
- Bingöl, E., 1971 Fiziksel (Radyometrik) Yaş Tayini Metodlarını Sınıflama Denemesi ve Rb-Sr ile K-Ar Metodlarının Kazdağ'da Bir Uygulaması: TJK Bülteni XIV, 1-6.
- Brcnnich, G., 1964, Balıkesir Vilayetindeki Jips Zuhurları: Rapor Derleme, MTA Rapor No: 64, Balıkesir.
- Ercan T. ve Türkecen, A., 1984, Batı Anadolu-Ege Adaları Yunanistan ve Bulgaristan'daki Plutonların Gözden Geçirilişi: İhsan Ketin Sempozyumu, TJK Yayını, 189-208,

Ercan, T. Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan, A., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş M., Can, B., 1985, Baü Anadolu Senozoyik Volkanitlerine Ait Yeni Kimyasal, İzotopik ve Radyometrik verilerin Yorumu: TJK Bülteni 28,121-136.

Helvacı, C, 1983, Türkiye Borat Yataklarının Mineralojisi: JMO Bülteni 17,37-54.

Helvacı, C, 1989, Kestelek ve Sultançayır Borat Yataklarının Mineral Toplulukları ve Oluşumları: Ahmet Acar Jeolojisi Simpozyumu. Ç.Ü. Müh. Mim. Fak.Jeo.Müh.Böl., Adana.

Kaya O., Wiedmann, J. ve Kozur, H., 1986, Kuzeybatı ve Batı Türkiye'deki Geç Paleozoyik ve/veya Triyas Yaşlı "Melanj" veya "Kened Zonu Karmaşığı" Şeklinde Anılan Oluşukların Stratigrafisi Yaş ve Yapısına İlişkin Ön Rapor: Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 13,1-16, Ankara

Travis, N.J. and Cocks, E.j., 1984, The Tincal Trail: Har- rap, London.