

ÇANKIRI-ÇORUM HAVZASINDA MEVSİMLİK GÖL ALANINDA GÜNCEL BLÖDİT OLUŞUMU

İlhan SÖNMEZ *

ÖZ.- Ekonomik yönden önemli bir sodyum sülfat minerali olan blödit ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) Çankırı-Çorum Havzasında Çorum Bayat ilçesi İshaklı Köyü kuzeyindeki mevsimlik bir göl olan İshaklı Gölünde evaporasyon sonucu güncel olarak çökelmektedir. Türkiye'de ilk defa bu çalışma ile belirlenen güncel blödit çökelinin olduğu küçük bir mevsimlik göl (playa gölü) olan İshaklı Gölü doğu-batı uzanımlı olup yaklaşık 220 000 m²'lik bir yayılıma sahiptir. Göl kış ve ilkbahar aylarında derinliği 2 m' yi aşan sulu bir göl olmaktadır. Buharlaşmanın olduğu sıcak dönemlerde ise göl suyu kurumakta ve beyaz bir mineral kabuk ile kaplanmaktadır. İshaklı playa gölünde belirgin zonlanmalardan alınan temsili örneklerde; mineralojik tayinler, kimyasal analizler ve SEM incelemeleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre göl alanında egemen mineralin blödit olduğu, buna karşın tenardit (Na_2SO_4), çok az halit (NaCl) ve jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) çökeline eşlik ettiği saptanmıştır. İshaklı Gölünde yaklaşık 187 500 m²'lik evaporasyon alanı içerisinde ortalama 3 cm kalınlığa ulaşan sodyum sülfat kabuklaşması (blödit+tenardit) yaklaşık 12 500 ton görünür rezervi ile ekonomik bir potansiyel taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Blödit, Güncel Evaporit Çökeli, Playa gölü, Çankırı-Çorum Havzası

ABSTRACT - Bloedite ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) which is an economically important sodium sulfate mineral currently precipitates through evaporation in Lake İshaklı, a small seasonal lake (playa lake) situated to the north of İshaklı Village (Bayat - Çorum) in Çankırı-Çorum Basin. Lake İshaklı, in which actual bloedite precipitation has been determined for the first time by this work in Turkey, extends in East-West direction and covers an area of approximately 220 000 m². During winter and spring months it becomes a lake with a depth of more than 2 m. However, during hot periods when evaporation becomes effective, the lake dries up and is covered with a white mineral crust. Mineralogical determinations, chemical analyses and SEM examinations were carried out on the representative samples taken from conspicuous zonings in the lake. According to the results of the analysis, it has been determined that the predominant mineral in the area is bloedite; however, thenardite (Na_2SO_4), very little halite (NaCl) and gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) accompany this precipitation. The sodium sulfate crustification (bloedite + thenardite), which reaches an average thickness of 3 cm over an evaporation area of approximately 187 500 m² in Lake İshaklı, has economical potential with its proven reserve of about 12 500 tons.

Key words: bloedite, actual evaporite precipitation, playa lake, Çankırı-Çorum Basin

GİRİŞ

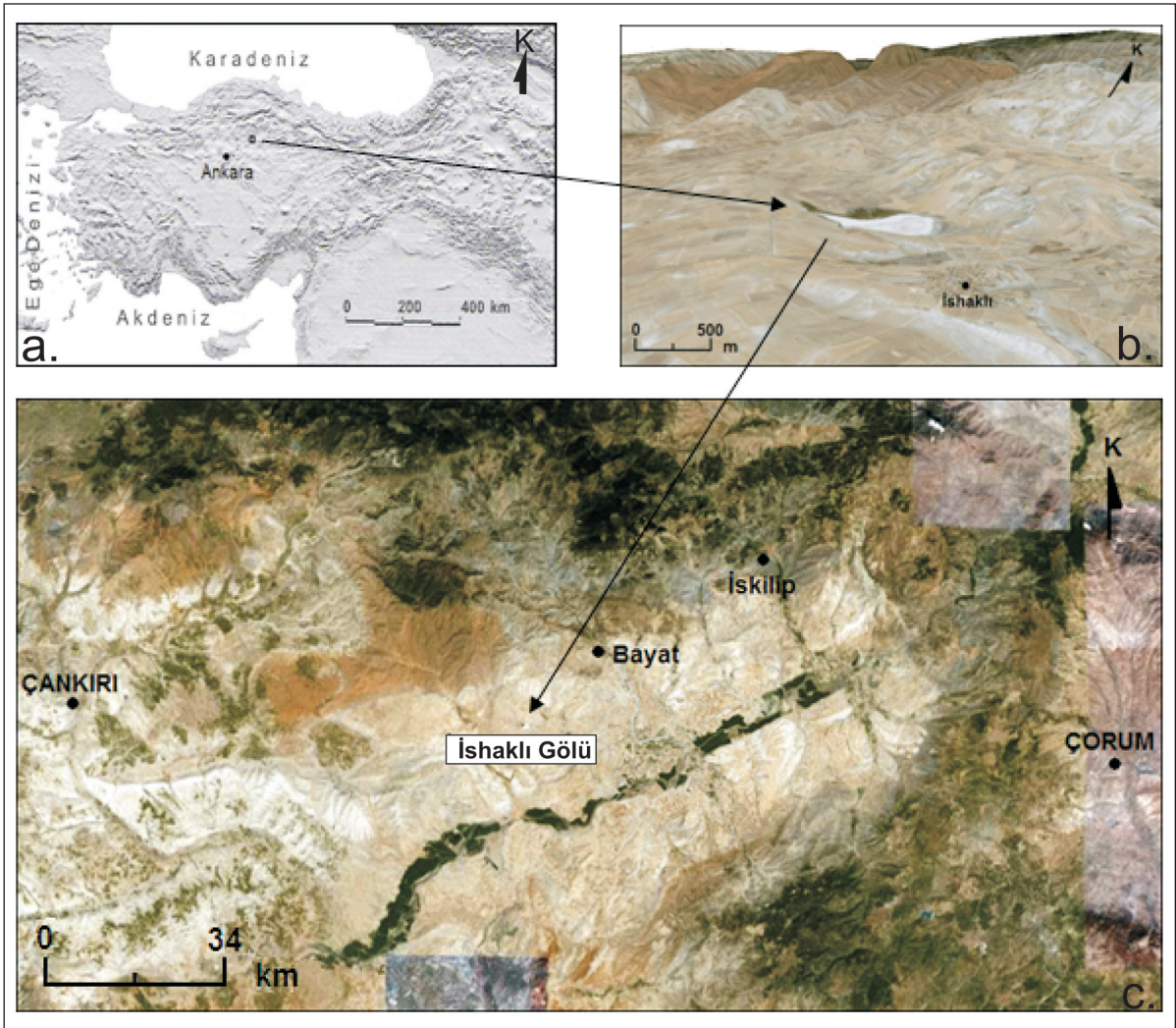
Türkiye'de ilk defa belirlenen güncel blödit çökelinin olduğu playa gölü olan İshaklı Gölü Çorum Bayat ilçesi, İshaklı Köyü yakın kuzeyinde yer alır (Şekil 1 a,b,c). Gölün suyu çok tuzlu olup, yağışlı mevsimlerde maksimum derinliği 2 m' yi aşmaktadır. (Şekil 2). Buharlaşmanın etkin olduğu sıcak aylarda ise bu gölcük kurumakta ve göl ortasında maksimum kalınlığı 10 cm'i bulan ve yaklaşık 187.500 m² evaporasyon alanında

ortalama 3 cm kalınlık gösteren güncel bir mineral (blödit+tenardit) kabuk ile kaplanmaktadır (Şekil 3).

Buharlaşmanın olduğu dönemlerde gölü besleyen belirgin bir kaynağın bulunmamasına karşın, tabanda gölü besleyen bir kaynağın olabileceği düşünülmektedir.

Yüzeyde oluşan bu güncel mineralleşmenin sahadaki gömülü bir Na-sülfat çökeline işaret

*MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara.



Şekil 1 a,b,c- İshaklı Gölü bulduru haritası (görüntü "Google Earth"ten alınmıştır.)

edebileceği düşünülerek İshaklı Gölü batı kenarından 966,45 m karotlu sondaj çalışması yapılmıştır. Bu sondaj çalışmasında 227 m'den sonra girilen tuz domunda toplam 592 m halit (NaCl) minerali kesilmiştir. Blödit-tenardit birlikteliğine ait net bir bulguya rastlanılmamıştır.

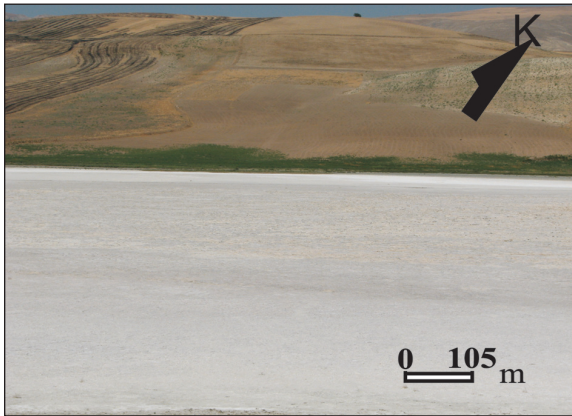
Çankırı - Çorum Havzasında küçük bir playa tipinde gölde saptanan güncel blödit+tenardit oluşumu evaporitik ortamda önceden çökeliş gömülü fosil Na-sülfat yataklanması tarafından

beslenebilir. Bununla beraber havza temelinde yer alan ofiyolitik kayaların magnezyumca, jipslerin sülfatça, halit ve volkaniklerin sodyumca zengin olduğu ve bunların yer altı suyunu besleyebileceği düşünülürse oluşan bu iyon dengesini takip eden yüzeydeki buharlaşma ve sıcaklık değişimleri sonucunda da bu mineralleşmenin oluşması mümkündür.

Bu çalışma, saha ve laboratuvarında elde edilen verilerin ön bulgularına dayalı olarak hazır-



Şekil 2- İshaklı Gölü yağışlı mevsim (Kasım - Nisan arası)



Şekil 3- İshaklı Gölü kurak mevsim (Mayıs - Ekim arası)

lanmıştır. Bu çökelimin kökeni ve oluşumu havzada devam eden ve edecek olan çalışmalarda elde edilen yeni veriler ile çözülmesi mümkün olacaktır.

Ayrıca bu güncel oluşumu besleyen iyon konsantrasyonunun, playa gölünün altında sondajda kesilen kalın halit mineral zonu ile olan ilişkisini açıklamak da diğer detay veri gerektiren bir konudur.

Bu çalışmanın amacı Çankırı-Çorum havzasında ilk defa saptanan bu güncel mineralleş-

menin varlığını belirtmek ve oluşumun kökeni, çökelim sistemini tartışmaya açıp, havzada ya da Türkiye'de Na-sülfat aramacılığında kullanılabilir yeni kılavuz veriler üretilmesine katkıda bulunmaktır.

Doğada Na-sülfat çok sayıda mineral oluşturmakla beraber ekonomik ve işletilebilirlik yönünden en önemli mineralleri mirabilit ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), tenardit (Na_2SO_4), globerit ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$) ve blödit ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)'tir. Na-sülfat mineralleri sertlikleri 2-3 arasında değişen, saf halde renksiz, şeffaf, suda kolayca eriyebilen, acı ve tuzlu bir tat veren, yoğunlukları $1,49-2,8 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen, evaporitik karasal ortamlarda oluşan ve atmosferik şartlarda korunamayan minerallerdir.

Na-sülfat dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de başta tuzlu ve acı sular içeren alkali göllerden, katı halde bulunan gömülü sedimanter yataklardan ve kimyasal proseslerden yan ürün (sentetik) olarak elde edilmektedir.

Ülkemizde üretilen doğal Na-sülfatın %99'u acı ve tuzlu sulara sahip alkali göllerden %1'ise katı halde bulunan gömülü sedimanter yataktan elde edilmektedir. (Türkel ve Ertok, 2001).

Türkiye'deki en önemli Na-sülfat üretim yerleri Acıgöl (Denizli), Tersakan, Bolluk (Konya) alkali gölleridir (Şekil 4). Bu göllerden mirabilit (glauber tuzu) ve tenardit gibi sodyum sülfat mineralleri üretilmektedir (Gündoğan, 1994).

Bunlardan başka Beypazarı havzasındaki Çayırhan (Ankara) yatağı dünyada az sayıda bulunan sedimanter gömülü Na-sülfat yatağına bir örnektir (Çelik ve diğerleri, 1987).

Beypazarı havzasındaki Çayırhan yatağı Üst Miyosen yaşlı, playa göl ortamında çökelmiş Kirmir formasyonunun jipsli evaporit düzeyleri arasında yer alır. Yatakta Na-sülfat globerit ve tenardit olarak bulunmaktadır (Helvacı ve diğerleri, 1989). Formasyon içerisindeki Na-sülfat olu-



Şekil 4- Türkiye'deki Na-Sülfat üretimi yapılan yerler

şumları çoğunlukla öz şekilli globerit minerallerinden oluştuğu gözlenmiş ve bunlar arasında gözlenen tenardit mineralleri, globerit minerallerini ornatarak ve/veya çimentolayarak bağlamaktadır (Gündoğan 2000; Gündoğan ve Helvacı, 2001). Orta Anadolu da yer alan Çankırı - Çorum ve Beypazarı havzalarında, Miyosen'de playa göl ortamında çökelmiş ve Na-sülfat içeren evaporitik formasyonlar mevcuttur. Çankırı - Çorum havzasında Na-sülfatın varlığı ilk defa Gündoğan (2000), tarafından tespit edilmiştir. Çalışmacı Üst Miyosen Bozkır Formasyonu içerisindeki bazı düzeylerde gözlenen globeritlerin alterasyonları sonucu oluşmuş psödomorfik ikincil jipslerde, gözlenen özel dokuların, Na-sülfat aramacılığında kılavuz anahtar görevi görecek nitelikte olduğunu söylemekte ve petrografik çalışmaların önemini ön plana çıkarmaktadır

Bunların yanında Fransa da Valence havzasında Oligosen yaşlı Üst Evaporit Formasyonunda Dromart ve Dumas (1997) ve İspanya Ebro havzasında Folces jips formasyonu globerit içermektedir (Salvany, 1997).

Dünyada Üst Miyosen yaşlı Çayırhan Na-sülfat (tenardit-globerit) ocağına benzer yatakları İspanya'da Calatayud havzasında, Alt Miyosen Calatayud jipslerinde (Orti ve Rosell, 2000) ve Madrid - Tajo havzasında Alt Miyosen yaşlı Tuzlu birimde (Ordenez ve Garcia del Cura,

1994) gözlenir. Ayrıca İspanya'da Ebro havzasında Alt Miyosende Lerin jips formasyonu (Salvany ve Orti 1994) ve Zaragoza jips formasyonu (Salvany ve diğerleri, 2007), globerit içermektedir.

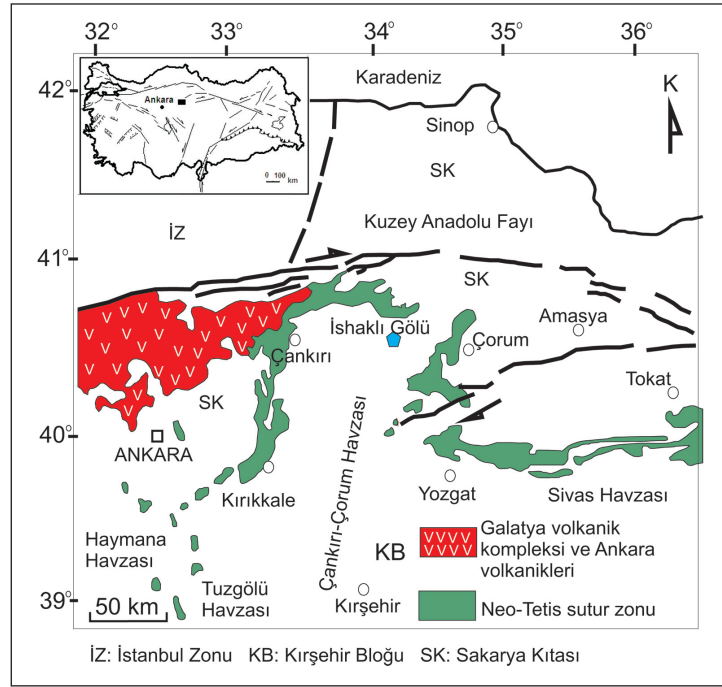
BÖLGESEL KONUM VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışmaya konu olan bu mevsimlik göl alanı Türkiye'nin en büyük çökelme havzalarından biri olan Çankırı-Çorum havzasında yer almaktadır. Havza Orta Anadolu'da yaklaşık 33,5°- 35° doğu boylamları ile 39,5°- 41° kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 5). Havzanın çevresi batıda Elmadağ-Eldivan dağı, kuzeyde Ilgaz dağları, doğuda ise Köse dağı topografik yükselimleri ile çevrilidir (Tüysüz ve Dellaloğlu 1992). Evaporitik bir havza olan Çankırı-Çorum havzasında farklı evaporitik dönemlerde çökelmiş ve halen de işletilmekte olan kalın kayatuzu (halit) yatakları mevcuttur.

İncelemenin konusunu teşkil eden playa tipindeki İshaklı Gölü civarında yapılan arazi ve sondaj çalışmasında gölün Çankırı-Çorum havzasının örtü birimi olan alüvyal yelpaze ortamında çökelmiş Pliyo-Kuvaterner yaşlı Değim formasyonu üzerinde yer aldığı gözlemiştir. Bu örtü biriminin altında havzanın ilk evaporitik birimi olan gölsel ortamda çökelmiş; jips, kıltaşı ardanmasından oluşan Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Bozkır formasyonunu yer alır. (Şekil 6).

Çankırı-Çorum havzasındaki öncel çalışmalarda Birgili ve diğerleri (1975), Akyürek ve diğerleri (1982), Yoldaş (1982), Hakyemez ve diğerleri (1986)'nin Tersiyer jeolojisi ve stratigrafisine yönelik çalışmaları mevcuttur. Koçyiğit (1991), ile Kaymakçı (2000)'de ise bu çalışmaların ötesinde havza tektoniği ve stratigrafisine ait yeni bulgular ortaya konulmuştur.

Seyitoğlu ve diğerleri (1997, 2001), tarafından havza tektoniğinde etkili fay sistemleri ve bunların kontrolünde gelişen kaya düşmesi çökelleri



Şekil 5 - Çankırı - Çorum havzası basitleştirilmiş jeoloji haritası (Karadenizli ve diğerleri, 2004).

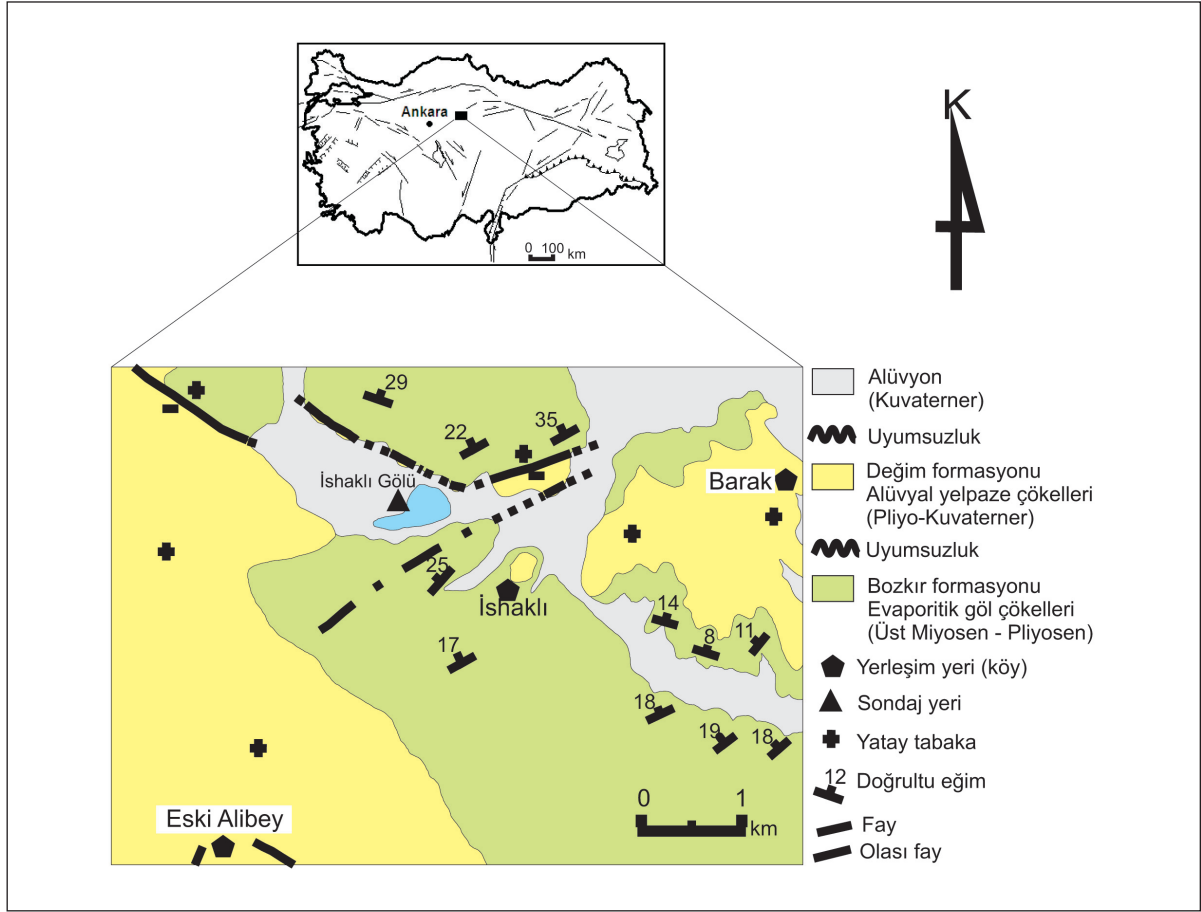
tanıtılmıştır. Bölgedeki evaporit sedimantolojisi konusunda ise Ergun (1977), Karadenizli ve Kazancı (2000), Karadenizli (1999), Karadenizli ve diğerleri (2004), Gündoğan (2000), Gündoğan ve Helvacı (2001), Varol ve diğerleri (2002) incelemeleri vardır. Ayrıca MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2006 yılından beri havzada sondajlı endüstriyel hammadde aramaları çalışması devam etmektedir.

TEKTONİK KONUM

İç Anadolu'nun en önemli Tersiyer havzalarından biri olan Çankırı-Çorum Havzası Anatolid Tektonik Birliği içinde Sakarya ve Kırşehir Kitaları ile Ankara-Erzincan Kenedi'nin oluşturduğu karmaşık bir bölgede yer almaktadır. Havzanın temelindeki birimleri, Sakarya ve Kırşehir Kitası ile İzmir - Ankara - Erzincan Sütur zonuna ait birimler oluşturmaktadır. Kuzey ve batıdan ofiyolitik melanj ile güneyden de Kırşehir Masifi ile

kuşatılmıştır. Güneybatıda ise Haymana-Polatlı ve Tuz Gölü Havzaları ile dar bir bağlantısı olduğu gözlenmektedir.

Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolu (İzmir - Ankara - Erzincan Okyanusu) Erken Kretase'de kuzey yönlü yitimle Sakarya Kitası altında tüketilmeye başlamış ve Sakarya Kitası ile Kırşehir Kitası, Üst Kretase'de Tokat ve Galatya Masifleri ile kapatılmış ve Geç Kretase - Geç Eosen'de kuzey kanadı kapanan Neotetis; kompleks bir tektonik model yaratmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Düzensiz levhalar arasında sıkışmaya maruz kalan bölgeler İç Anadolu Havzası olarak adlandırılmıştır (Görür ve diğerleri, 1984). İç Anadolu Havzası; Çankırı - Çorum, Tuz Gölü, Haymana-Polatlı, Beypazarı ve Sivas Havzalarından oluşmaktadır (Birgili ve diğerleri, 1975; Görür ve diğerleri, 1984). Tüm bu havzalar, yükselen plakalar arasındaki çöküntü havzaları olarak tanımlanmıştır.



Şekil 6 - İshaklı Gölü yakın civarı jeoloji haritası Aziz (1972)'den revize edilmiştir.

GENEL JEOLJİ

Çankırı - Çorum Havzası'nda Paleosen'den Pliyosen'e kadar uzanan bir çökel dolgusunun var olduğu, Paleojen yaşlı kayaların denizel, Neojen yaşlı kayaların ise karasal, kırıntılı ve evaporitik kayalardan oluştuğu bilinmektedir.

Çankırı-Çorum Havzası'nın temelini Mesozoik yaşlı ofiyolitler oluşturmaktadır. Bunların üzerine uyumsuzlukla Paleosen-Eosen filiş geliri. Bu filiş düzgün katmanlı kumtaşı - şeyl ardalanmasından oluşmakta ve bunları bazaltik kökenli Eosen volkanitleri (Bayat formasyonu) kesmektedir. Tüm bu birimlerin üzerine Oligo - Miyosen çökel-

leri gelir. Havzada Üst Kretase'den Pliyosen'e kadar devam eden kesiksiz, çok kalın bir tortul istif vardır. Bu istifin Oligosen'e kadar olan kısmı denizel, Oligosen sonrası kaya birimleri ise karasal ortamda çökelmişlerdir.

Orta Anadolu havzaları içinde önemli yer tutan Çankırı-Çorum Tersiyer Havzası'ndaki evaporitik birimler, dört farklı jeolojik zaman içinde oluşmuştur. İlk evaporit çökeliminin olduğu Geç Eosen'de (Kocaçay formasyonu) denizel ortam, bunu izleyen Oligosen (İncik formasyonu), Miyosen (Bayındır formasyonu) ve Üst Miyosen-Pliyosen (Bozkır formasyonu) evaporitlerinde ise tümüyle gölsel ortam egemen olmuştur.

Havzadaki tüm kaya birimleri akarsu ve yelpaze ortamında çökelmiş Pliyo-Kuvaterner yaşlı Değim formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür.

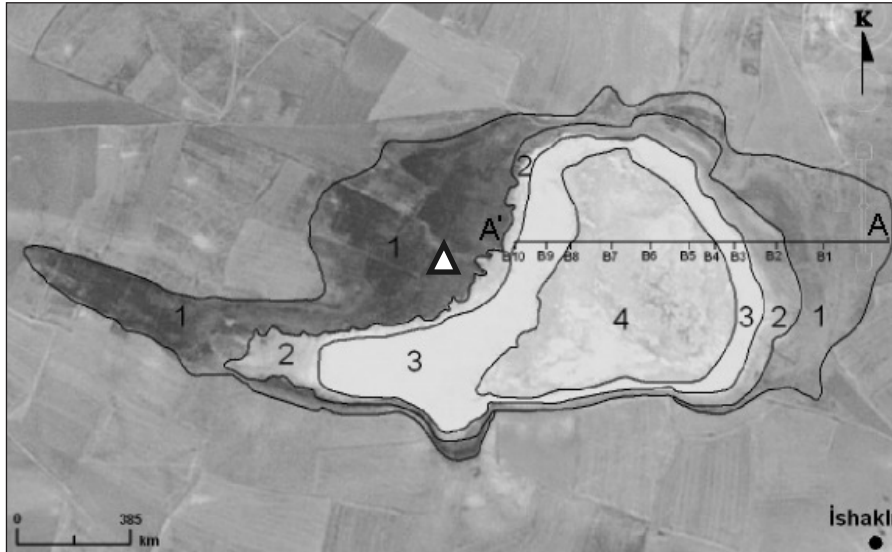
METODOLOJİ

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yürütülen proje kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda bulunan sahada jeolojik harita (1/25.000) revizyonu, stratigrafik kesit alımı, yoğun arazi gözlemleri yapılmış ve gömülü bir yataklanmayı kontrol etmek amacıyla 966,45 m karotlu istikşaf sondajı yapılmıştır.

Mineralojik incelemeler için göl alanında gözlenen belirgin zonlanmaların haritası yapılmış ve göl alanı üzerindeki (A-A') doğrultusunda on ayrı temsili örnek alınmıştır (Şekil 7). Alınan bu örneklerde XRD ve kimyasal analizler yapılmış, mineral ilişkilerini anlamak amacıyla SEM çalışması gerçekleştirilmiştir.

Mineralojik analizler MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Laboratuvar'ındaki Philips PW XRD cihazı ile yapılmıştır. Difraktogramlar Cu-K radyasyonu kullanılarak ve 2,5°-70° ve 2θ aralığında elde edilmiştir. Kimyasal analizler sırasında numuneler 105°C'de kurutulmuştur. Analizler XRF cihazında IQ + (Standartsız program) programda yine MTA Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

SEM çalışmalarında seçilen 4 adet numuneden (B4-B7-B9-B10) FEI Quanta 400 MK2 model taramalı elektron mikroskop altında toplam 18 adet ikincil elektron dedektör (SE) görüntüsü ve 7 adet EDS (Energy Dispersive X Ray Spectrometer) nokta analizi sonucu alınmıştır. EDS nokta analizleri EDAX Genesis XM4I model EDS dedektörü ile standartsız ve yarı kantitatif elementsel ve oksit analiz sonuçlarıdır. Elementsel nokta analizler kV:25.00 Tilt:0.00 Take-off:34.94 AmpT:102.4 DetType:SUTW,Sapphire Res:130.54 Lsec:10 dedektör koşullarında yapılmıştır.



Şekil 7- İshaklı Gölündeki zonlanmayı gösterir harita (görüntü "Google Earth" ten alınmıştır). A-A' örnek alım doğrultusu, 1: jips+kalsit zonu, 2: jips+kalsit+blodit zonu, 3: blodit+jips zonu, 4: blodit+tenardit zonu
Δ : Sondaj lokasyonu

MİNERALOJİ

İshaklı playa gölünde bölgenin "google earth" görüntüsü ve arazi gözlemleri kullanılarak dört farklı mineralojik zona ayrılmıştır (Şekil 7). Bunlar dıştan içe doğru; 1. zon: jips + kalsit zonu, 2. zon: jips + kalsit + blödit zonu, 3. zon: blödit + jips zonu ve 4. zon: blödit + tenardit zonedir. Yaklaşık doğu-batı yönündeki (A-A') doğrultusunda bu zonlardan alınan temsili örneklerin XRD incelemeleri ile zonların mineralojik içerikleri belirlenmiş ve XRF analizi ile aynı örneklerin kimyasal analizleri yapılarak temel oksit yüzdeleri saptanmıştır. (Çizelge-1). Ayrıca minerallerin mikromorfolojilerini ve ilişkilerini anlamak amacıyla SEM incelemeleri yapılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre zonlanmalardaki mineralojik ve kimyasal değişim net bir şekilde gözlenmektedir. Şekil 7'de A-A' doğrultusunda alınan örneklerde blödit-tenardit zonuna doğru Na_2O ve SO_3 oranında net bir artış, Al_2O_3 , SiO_2 , CaO ve Fe_2O_3 oranında ise net bir düşüş gözlenmektedir. MgO yüzdesi ise bütün zonlarda 4,9-8,7 arasında değişmektedir. Cl yüzdesi ise bütün zonlarda sabit 0,02 olup çok düşüktür. Bu durum sondajda kesilen kalın halit (NaCl) mine-

ralinin yüzeydeki güncel mineral oluşumuna etkisinin yok denecek kadar az olduğunu göstermektedir.

1. Zon:Jips + Kalsit Zonu

Yeşil renkli killeri ile temsil edilen bu zon gölün taşkın düzlüğüne karşılık gelmekte olup, şekil 7'deki (A-A') doğrultusu üzerinde yaklaşık 215 m bir uzunluğa sahiptir (Şekil 8). Bu zondan alınan örneklerde jips, kalsit, kuvars, amorf madde ve çok az anhidrit belirlenmiştir (Şekil 9). Ayrıca örneğin MgO , SO_3 , Fe_2O_3 ve CaO açısından zengin olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

2. Zon:Jips + Kalsit + Blödit Zonu

Mineralleşmenin zayıf, tozlaşma "efflorescence" şeklinde görüldüğü zondur (Şekil 10). A-A' doğrultusu boyunca ~80 m bir uzunluğa sahiptir. Zonun mineralojik bileşiminin belirlenmesi için alınan temsili örnekte yapılan XRD analizinde jips, kalsit, amorf madde, blödit, kuvars ve çok az tenardit saptanmıştır (Şekil 11). Örneğin kimyasal analizi sonuçları çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1- Belirlenen zonalara ait analiz sonuçları (Oksit değerleri % ağırlık olarak verilmiştir).

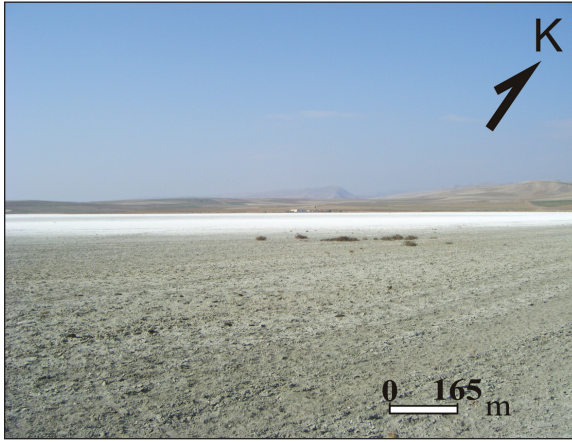
Örnek No	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	SO_3	Cl	A.K.	XRD mineralojik bileşim	Zonlar
B1	1,2	5,7	7,0	24,9	17,1	6,0	15,7	0,02	19,50	Jips, Kalsit, Kuvars, Amorf madde, Çok çok az anhidrit	Jips-Kalsit Zonu
B2	6,7	4,9	3,0	10,8	14,7	3,0	21,3	0,02	34,00	Jips, Kalsit, Amorf madde, Blödit, Kuvars, Çok az Tenardit	Jips-Kalsit-Blödit Zonu
B3	13,0	8,0	0,6	2,2	6,3	2,1	36,4	0,02	30,75	Blödit, Jips, Az Tenardit, Çok az halit	Blödit-Jips Zonu
B4	23,3	7,4	0,1	0,4	1,3	0,1	50,1	0,02	17,10	Blödit, Tenardit, Halit, Çok az Jips,	Blödit-Tenardit Zonu
B5	27,5	5,7	<0,1	0,1	0,5	0,1	52,4	0,02	13,50	Tenardit, Blödit, Az Halit	
B6	21,0	8,7	0,3	1,1	5,4	0,2	49,1	0,02	13,85	Blödit, Halit, Tenardit, Az Jips	
B7	23,2	7,7	0,3	0,8	3,3	0,1	52,4	0,02	12,00	Tenardit, Blödit, Çok çok az Halit	
B8	29,9	6,2	0,1	0,3	0,2	0,1	53,2	0,02	9,95	Tenardit, Blödit, Az Halit	
B9	24,7	6,7	0,1	0,3	1,8	0,1	50,3	0,02	15,80	Blödit, Tenardit, Halit, Az Jips,	Blödit-Jips Zonu
B10	26,1	5,7	0,1	0,6	1,4	0,2	47,1	0,02	18,65	Tenardit, Blödit, Az Jips, Az Halit	

Çizelge 2 - B1 Örneğinin kimyasal analizi (Oksit değerleri % ağırlık olarak verilmiştir).

Örnek No:	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SrO	A.K.
B1	1,2	5,7	7,0	24,9	1,0	17,1	6,0	15,7	0,02	0,2	0,1	0,5	0,49	19,50

Çizelge 3 - B2 Örneğinin kimyasal analizi (Oksit değerleri % ağırlık olarak verilmiştir).

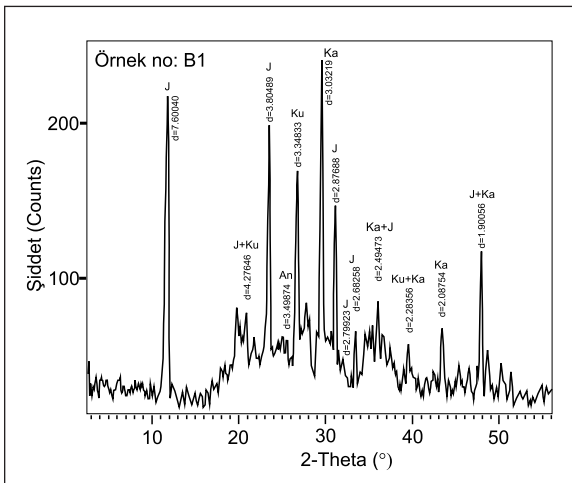
Örnek No:	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SrO	A.K.
B2	6,7	4,9	3,0	10,8	0,5	14,7	3,0	21,3	0,02	0,1	0,1	0,5	0,33	34,00



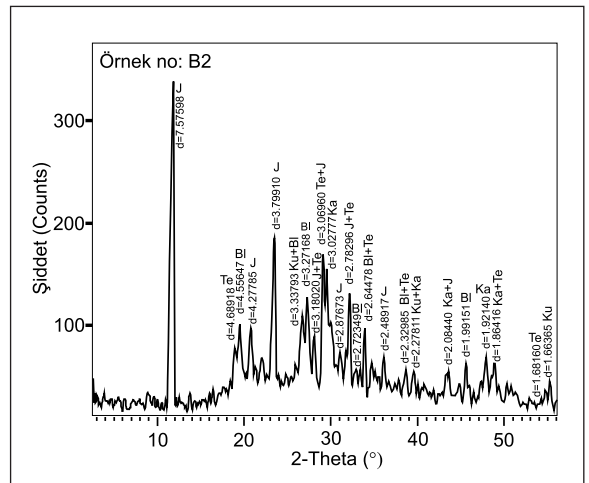
Şekil 8- Göl düzlüğünde jips + kalsit zonu



Şekil 10- Jips+Kalsit+blödit zonunu temsil eden pürüzlü zayıf mineralleşme yüzeyi



Şekil 9- B1 Örneğinin XRD difraktogramı; J: Jips, Ku: Kuvars, Ka: Kalsit, An: Anhidrit



Şekil 11- B2 örneğinin XRD difraktogramı; J: jips, Bl: blödit, Te: tenardit Ku: kuvars, Ka: kalsit

3. Zon: Blödit + Jips Zonu

Mineralleşmenin pürüzlü ve köpüksü "efflorescence" bir görünümde kabarmalar şeklinde yoğunlaşmaya başladığı, ortalama 3-5 cm kalınlığında bir mineral kabuğun gözlemlendiği zondur (Şekil 12 a,b). A-A' doğrultusu boyunca gölcüğün doğu kenarında yaklaşık 55 m batı kenarında yaklaşık 93 m uzunluğa sahiptir. Bu zondan alınan örnekte yapılan XRD analiz sonucunda bol miktarda blödit, jips, az tenardit, çok az feldispat ve eser miktarda halit saptanmıştır (Şekil 13). Kimyasal analiz sonucuna bakıldığında Na_2O , MgO ve SO_3 oranındaki artış ve CaO oranındaki düşüş açık olarak görülmektedir (Çizelge 4).

4. Zon: Blödit + Tenardit Zonu

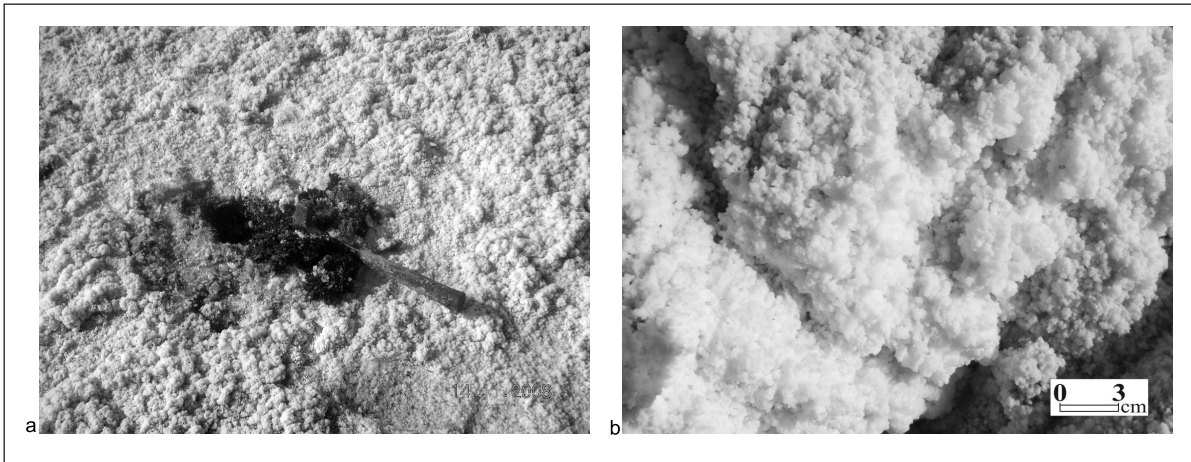
Bu zon blödit-tenardit birlikteliği ile temsil edilmekte olup 5-10 cm arasında değişen kabuk kalınlığı ile mineralleşmenin en kalın olduğu

zondur (Şekil 14 a,b). A-A' doğrultusu boyunca yaklaşık 285 m bir uzunluğa sahiptir. Bu tuzlu zonda büyüyen bitkiler göl ortasında yoğunlaşarak evaporasyonu çabuklaştırmakta ve absorbe ettikleri tuzlu su nedeniyle çökeli mi beslemektedirler (Şekil 15a,b). Bu alanda çadır yapıları "tepee structure" (Şekil 16 a,b), çubuksu blödit kristalleri (Şekil 17), poligonal kuruma çatlakları (Şekil 18) ve kuruma etkisinde gelişen breşik yapı içerisindeki blödit kristalleri (Şekil 19) yaygın olarak bulunmaktadır. Zondan alınan B4, B5, B6, B7, B8 temsili örneklerinde yapılan XRD analizinde blödit - tenardit birlikteliği ile çok az halit ve çok az jips minerali içermektedir (Şekil 20a, b, c, d, e). Kimyasal analiz sonuçları da bu birlikteliği desteklemektedirler (Çizelge 5).

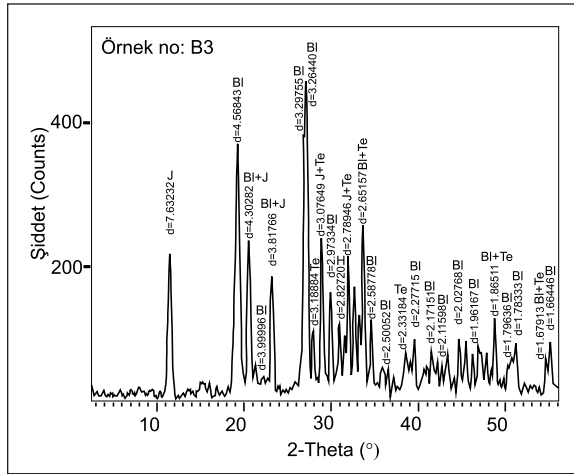
İshaklı playa gölünün batı tarafındaki blödit + jips zonuna karşılık gelen B9 ve B10 temsili örneklerinde yapılan XRD analizinde blödit, tenardit, halit ve çok az jips minerali saptanmıştır.

Çizelge 4- B3 örneğinin kimyasal analizi (Oksit değerleri % ağırlık olarak verilmiştir).

Örnek No	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	Fe_2O_3	SO_3	Cl	MnO	P_2O_5	TiO_2	SrO	A.K.
B3	13,0	8,0	0,6	2,2	0,2	6,3	2,1	36,4	0,02	<0,1	0,1	<0,1	0,20	30,75



Şekil 12- Blödit + jips zonunu temsil eden köpüksü "efflorescence" mineralleşme yüzeyi a: genel görünüm, b: yakın görünüm.



Şekil 13-B3 örneğinin XRD difraktogramı; J: Gips
Bl: blödit, Te: tenardit, H: halit

(Şekil 21 a,b). Bu örneklerin kimyasal analiz sonuçları da yüksek Na_2O , SO_3 oranları vermektedir (Çizelge 6).

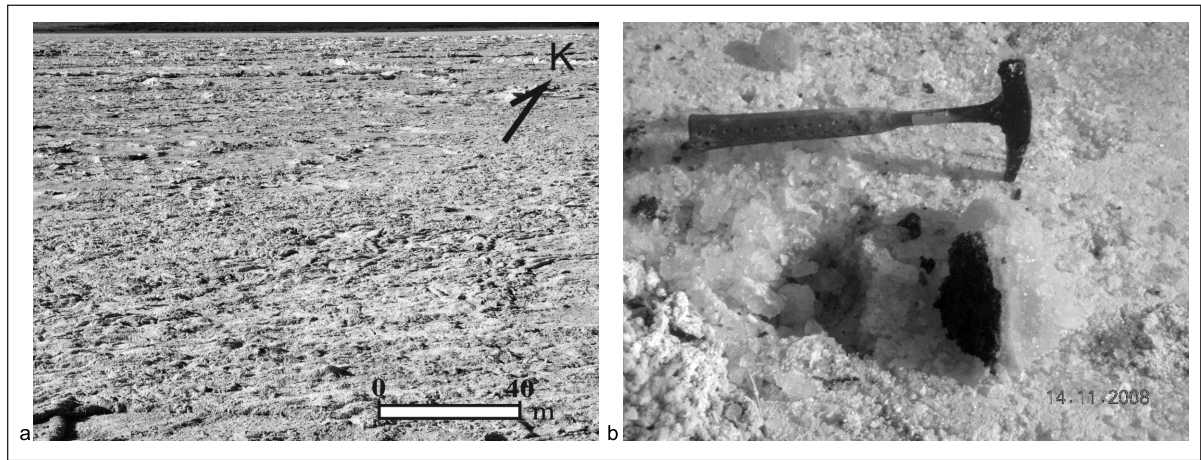
Analiz sonuçlarına göre İshaklı playa gölünün batı tarafı blödit + jips zonunun doğu tarafındaki zona göre daha yüksek Na_2O , SO_3 içermesi ve mineralleşmenin de batıda, doğu tarafa göre daha kalın gözükmesi İshaklı playa gölünde beslenmenin batı tarafından daha etkin olabileceğini düşündürmektedir.

Elektron mikroskobu (SEM) çalışmalarında XRD analizlerinde belirlenen blödit - tenardit birlikteliğinin mineral ilişkisi tanımlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca kristaller üzerinde EDS nokta analizleri yapılarak (Şekil 22 b,d,f), (Şekil 23 b) minerallerin farklı formları tanımlanmıştır. Yarı öz şekilli, tabular blödit kristalleri (Şekil 22 a,c,e) üzerinde çubuksu ve zonlu yapıda gözlenen tenardit minerallerinin (Şekil 23 a,c) büyüdüğü ve blöditten sonra kristallendiği gözlenmiştir (Şekil 24a,b).

SONUÇLAR

Türkiye'de ilk defa Çankırı - Çorum havzasında ekonomik bir Na-sülfat minerali olan blödit minerali güncel çökeliminin varlığı İshaklı playa gölünde tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde bu oluşuma tenardit, çok az halit ve jipsin de eşlik ettiği saptanmıştır.

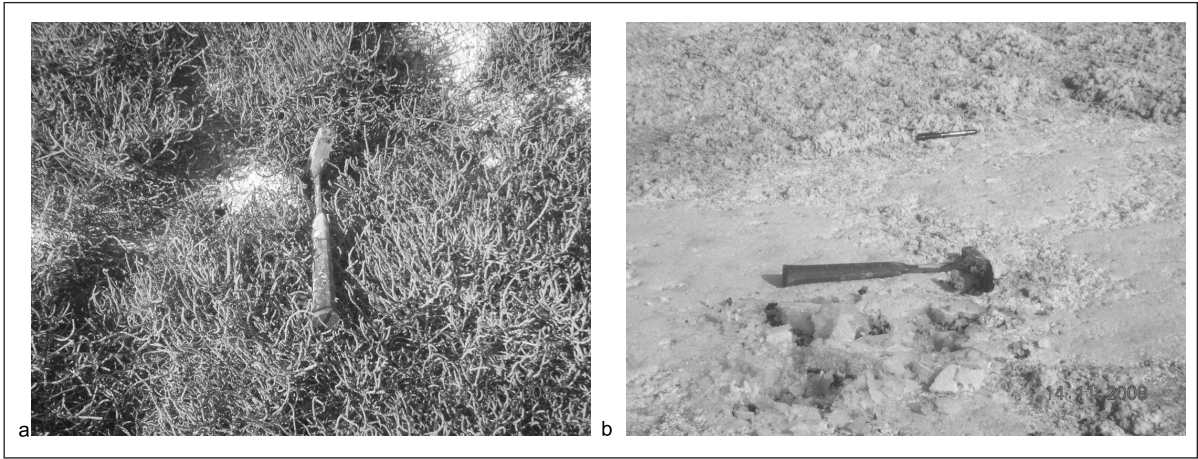
İshaklı playa gölünde yapılan mineralojik zon haritasına göre göl alanı dört farklı zona ayrılmıştır. Bunlar dıştan içe doğru; 1. zon: jips+kalsit zonu, 2. zon: jips + kalsit + blödit zonu, 3. zon: blödit + jips zonu ve 4. zon: blödit + tenardit zonudur. Bu zonlardan alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre playa gölünün batı tarafın-



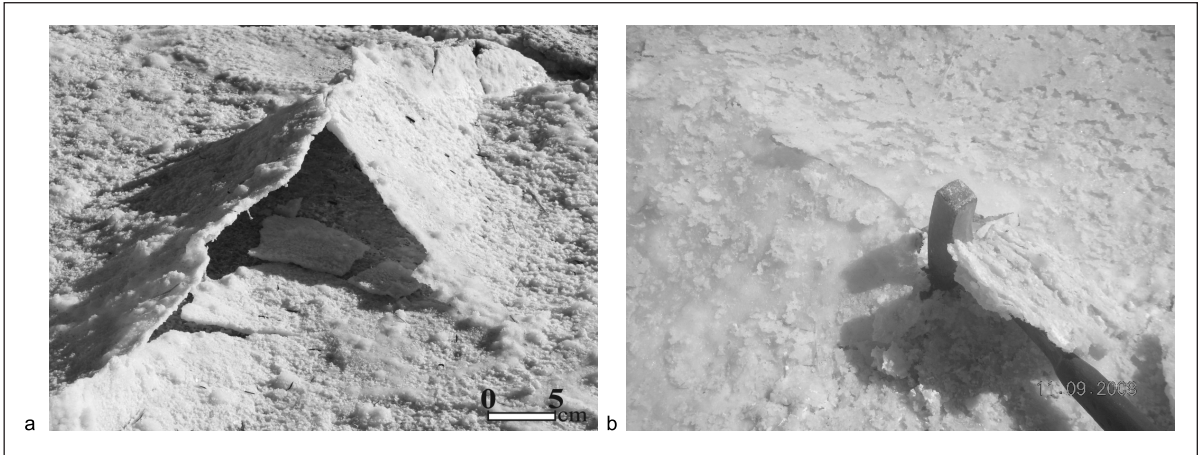
Şekil 14- Blödit + tenardit zonunda görülen büyük ölçekli kuruma çatlakları ve kabuklaşmalar a:genel görüntüsü, b: yakın görüntüsü.

Çizelge 5- B4, B5, B6, B7, B8 nolu örneklerin kimyasal analizi (Oksit değerleri % ağırlık olarak verilmiştir).

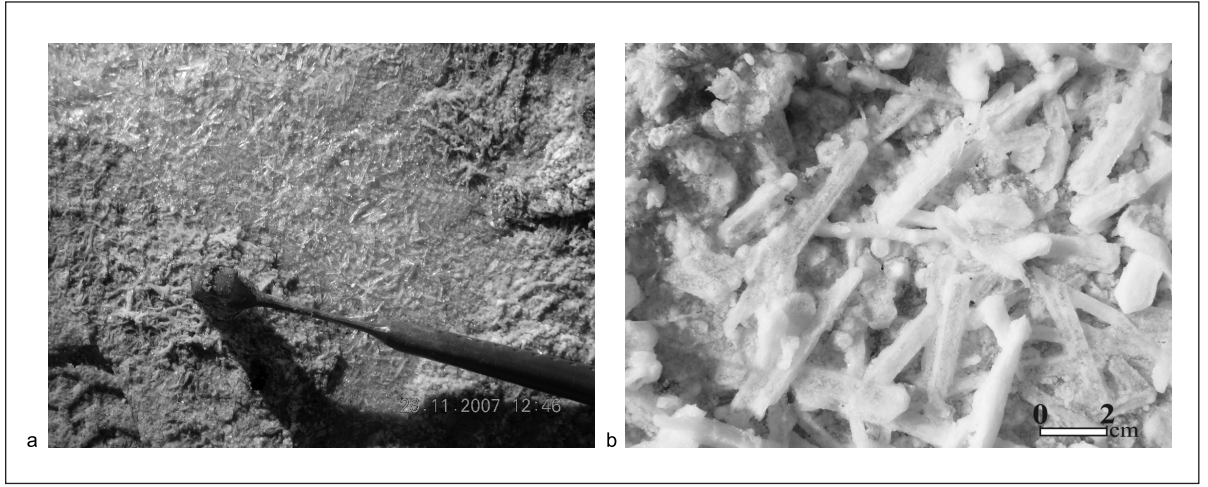
Örnek No	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SrO	A.K.
B4	23,3	7,4	0,1	0,4	0,1	1,3	0,1	50,1	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,04	17,10
B5	27,5	5,7	<0,1	0,1	<0,1	0,5	0,1	52,4	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,03	13,50
B6	21,0	8,7	0,3	1,1	0,1	5,4	0,2	49,1	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,16	13,85
B7	23,2	7,7	0,3	0,8	<0,1	3,3	0,1	52,4	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	12,00
B8	29,9	6,2	0,1	0,3	<0,1	0,2	0,1	53,2	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,01	9,95



Şekil 15- a: Göl kenarında tuza dayanıklı bitkilerin genel görüntüsü, b: göl ortasında tamamen blödit minerali ile örtülmüş bitki kalıntıları.



Şekil 16- Çadır yapıları a: gelişmiş çadır yapısı, b: zayıf çadır yapısı.



Şekil 17- Çubuksu blödit kristalleri a: genel görünüm, b: yakın görünüm.



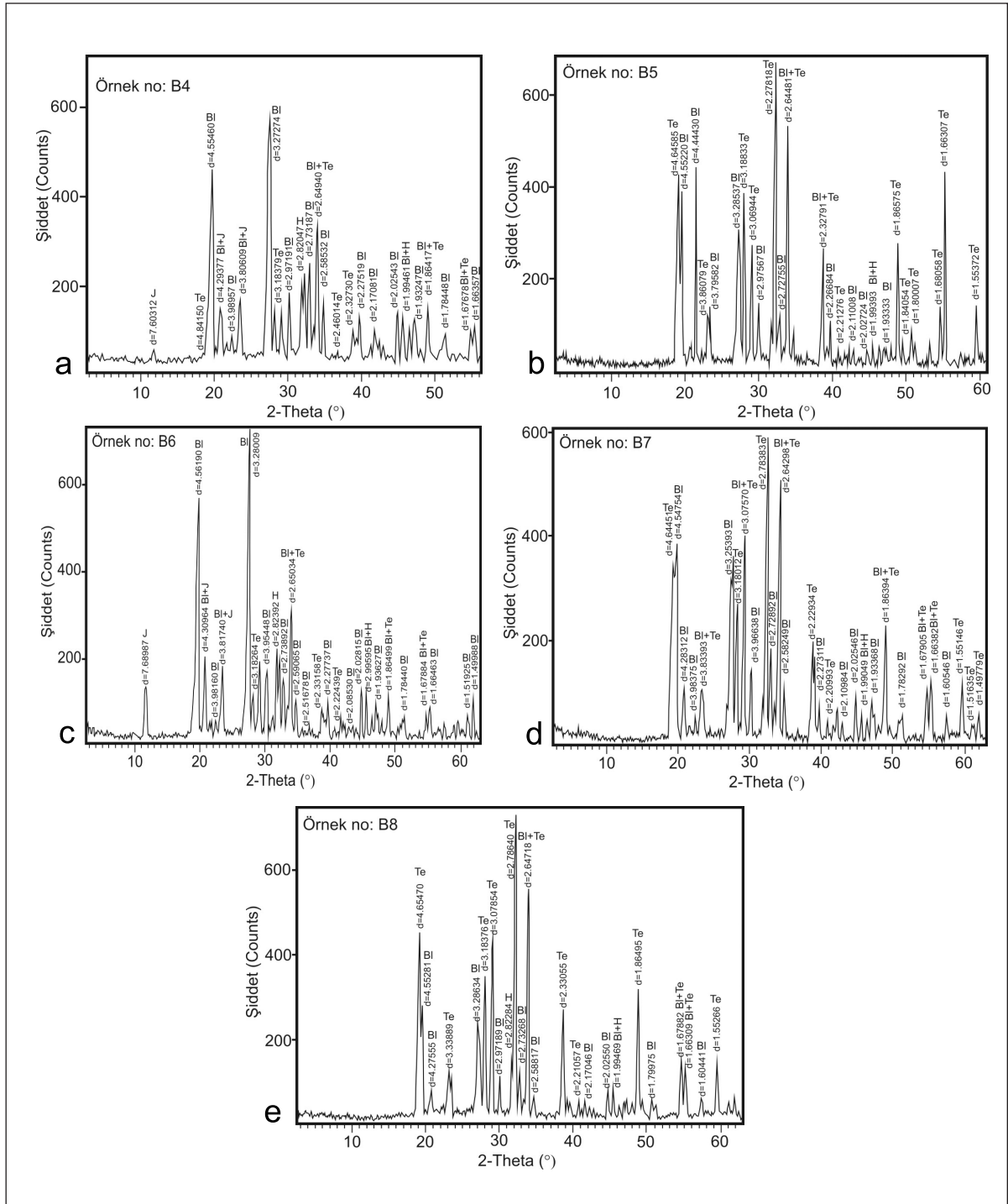
Şekil 18- Göl ortası poligonal kuruma çatlakları



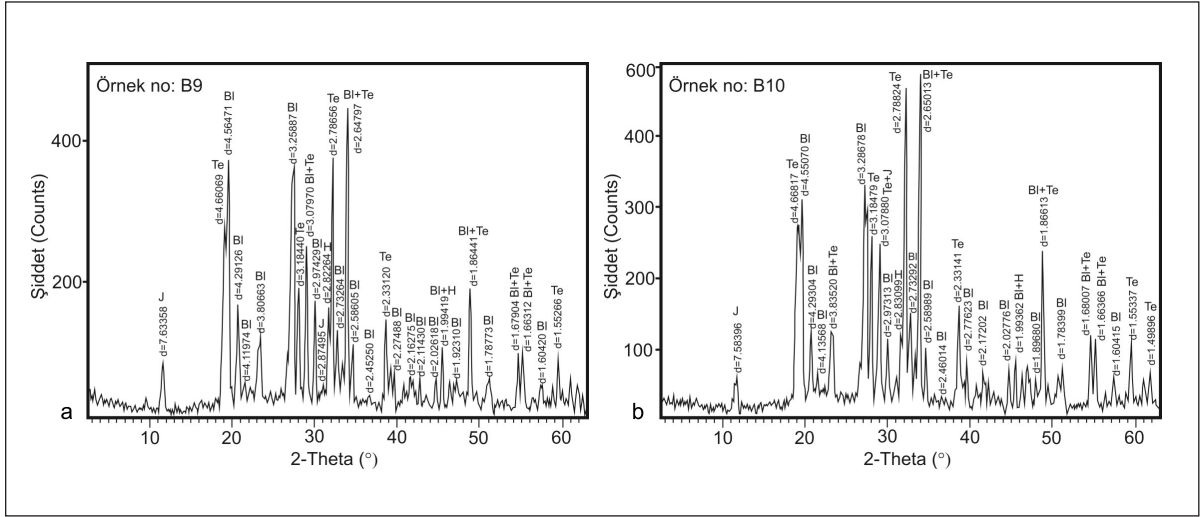
Şekil 19- Kuruma etkisinde gelişen breşik yapı içerisindeki blödit kristalleri

Çizelge 6- B9, B10 nolu örneklerin kimyasal analizi. (Oksit değerleri % ağırlık olarak verilmiştir).

Örnek No	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SrO	A.K.
B9	24,7	6,7	0,1	0,3	0,1	1,8	0,1	50,3	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,05	15,80
B10	26,1	5,7	0,1	0,6	0,1	1,4	0,2	47,1	0,02	<0,1	<0,1	<0,1	0,05	18,65



Şekil 20- Blödit + Tenardit zonundan alınan örneklerin XRD difraktogramları; J: jips, BI: blödit, H: halit, Te: tenardit; a: B4 nolu örnek, b: B5 nolu örnek, c: B6 nolu örnek, d: B7 nolu örnek, e: B8 nolu örnek.



Şekil 21- B9, B10 nolu örneklerin XRD difraktogramları; J:jips, Bl:blödit, H:halit Te: tenardit; a: B9 nolu örnek, b: B10 nolu örnek

da blödit-jips zonu mineralleşmesinin daha kalın olması ve yüksek Na_2O , SO_3 içermesi sebebiyle beslenmenin gölün batı tarafından daha etkin olabileceğini düşünülmektedir.

Yapılan SEM çalışmaları etkin olarak gözlenen blödit - tenardit birlikteliğinde blödit kristalleri üzerinde tenardit mineralinin büyüdüğü ve blöditten sonra kristallendiği net bir şekilde gözlenmiştir.

Sahada gölün çamur düzlüğünü oluşturan jips+kalsit zonunda yapılan karotlu sondaj çalışmasında toplam 592 m kalınlıkta halit tabakası kesilmiştir. Blödit-tenardit birlikteliğine ait net bir bulguya rastlanılmamış olmakla birlikte detay analizler ve sondaj çalışmaları devam etmektedir.

Güncel olarak göl suyundan evaporasyonla çökelen bu mineralleşme yaklaşık 187.500 m² gölcük alanı içerisinde, ortalama 3 cm'lik mineral kalınlığı ile yaklaşık 12.500 ton (blödit + tenardit) görünür ekonomik rezerve karşılık gelmektedir. Ancak bu çökelen rezerv toplandıktan sonra yeni çökelinin süresinin ve kalınlığının takip edilmesi

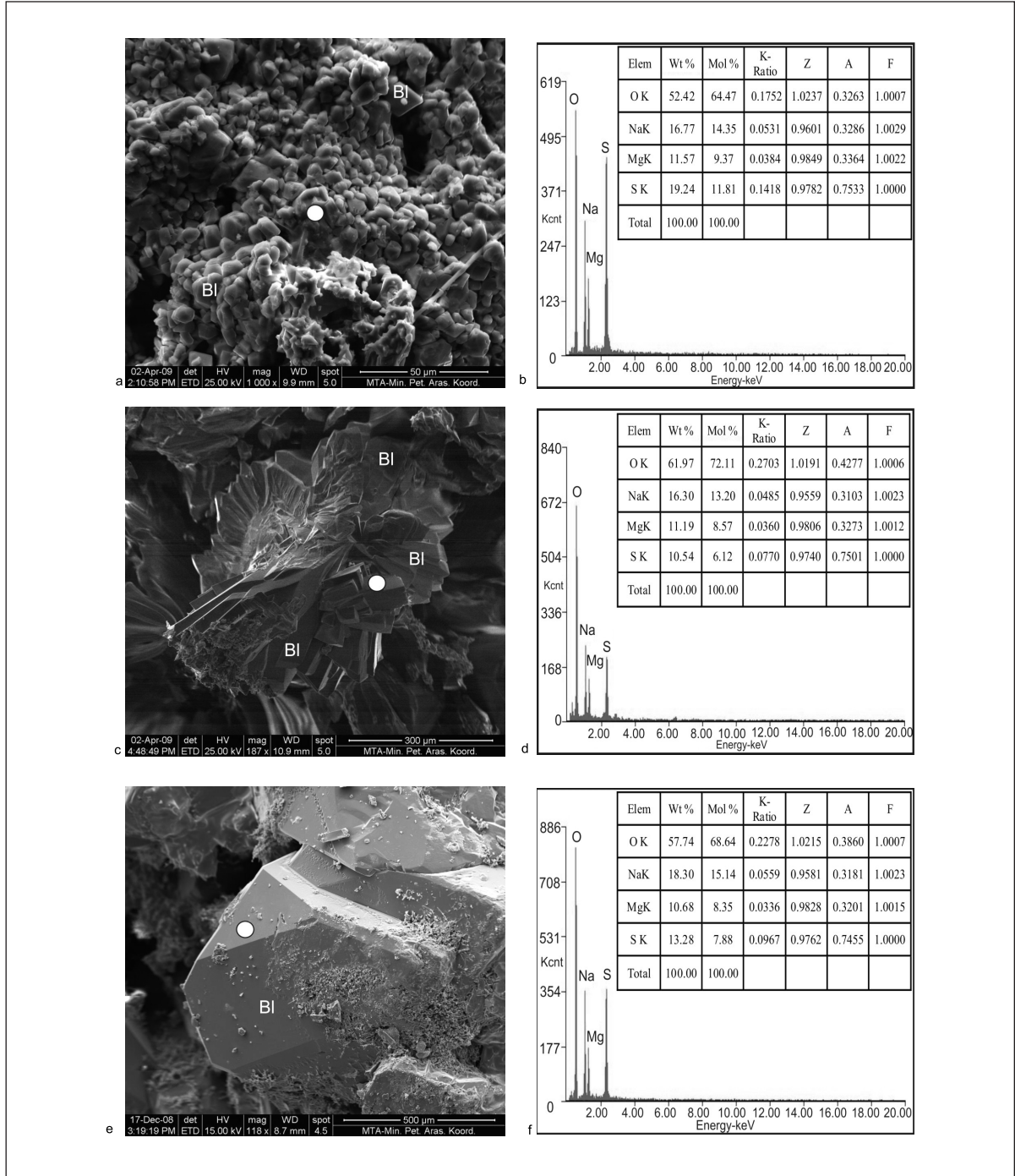
gerekmektedir. Bu verilerden sonra ancak sahanın Na-sülfat yönüyle ekonomikliğine karar verilebilecektir.

Yüzeydeki bu güncel mineralleşmenin gömülü bir yatak tarafından mı beslendiği ya da yer altı suyundaki iyon zenginleşmesini (Na, Mg) takip eden yüzeydeki buharlaşma sürecinde mi geliştiğinin belirlenmesi için daha detaylı çalışmalar gerekmektedir.

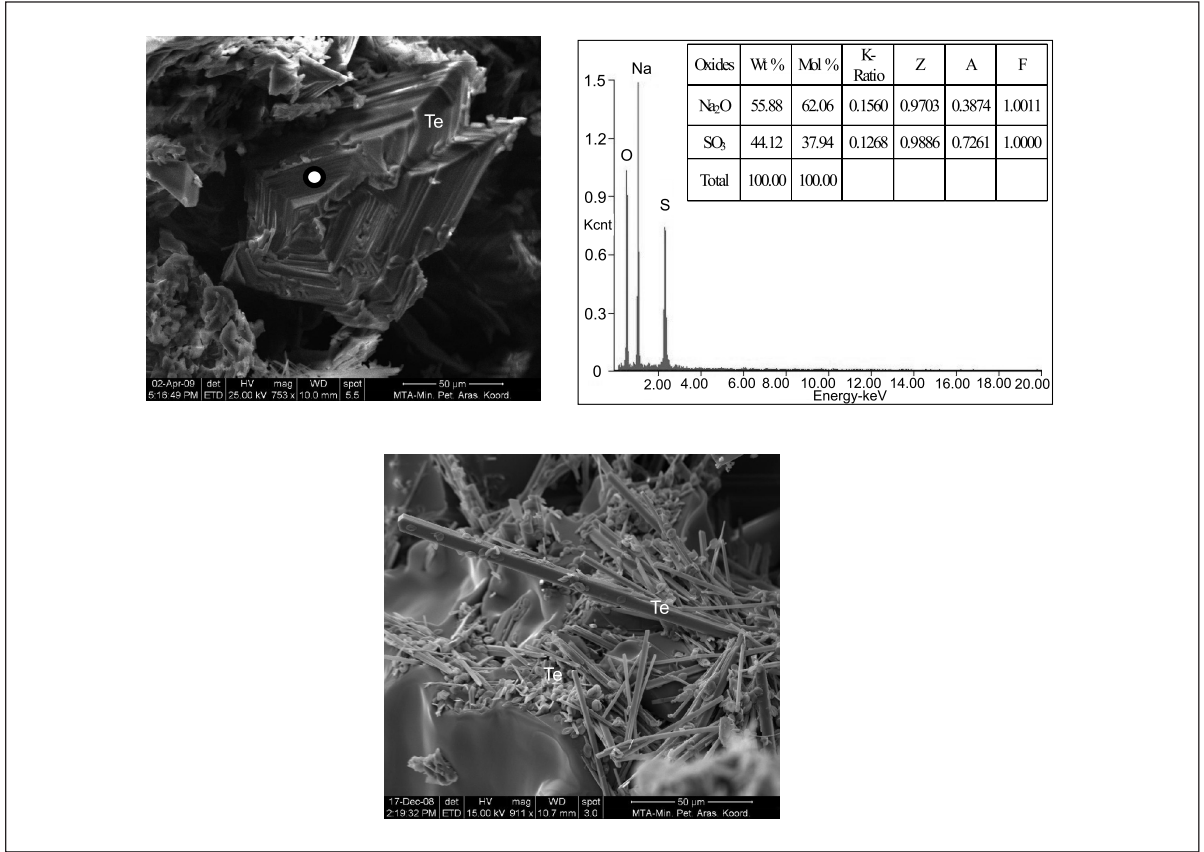
Ayrıca, havzada kesilen çok kalın halit (NaCl) mineralleşmesinin bu güncel çökeltimlere eşlik etmemesinin nedenleri araştırılmalıdır. Sistemi besleyen yeraltı suyu kimyasının kökeni, güncel tektonik ve hidrojeoloji gibi etmenler de göz önüne alınıp detaylı veriler üretilmelidir.

KATKI BELİRTME

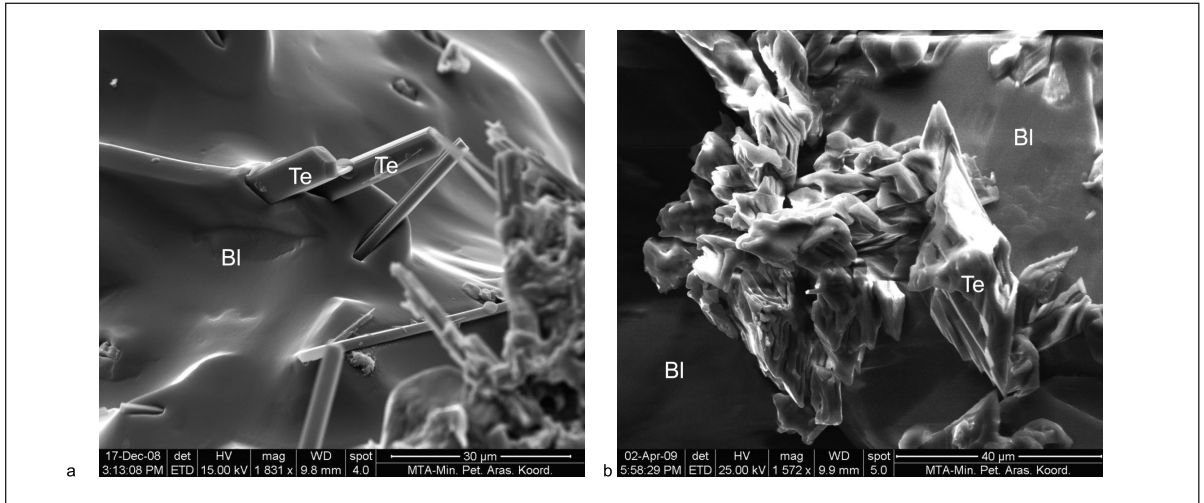
Bu çalışma Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yürütülmekte olan Orta Anadolu Endüstriyel Hammadde Aramaları Projesi kapsamında elde edilen bazı verileri içermektedir. Arazi ve büro çalışmalarındaki katkılardan dolayı Prof. Dr. Baki Varol'a, XRD ve SEM



Şekil 22- Blödit kristalleri a: Blödit mineral topluluğu (B4), b:Blödit kristali üzerinde alınan EDS nokta analizi (B4), c: Tabular blödit kristali (B7), d: Tabular kristal üzerinde alınan EDS nokta analizi (B7), e:Yarı özşekilli blödit kristali (B10), f: Yarı özşekilli blödit kristali üzerinde alınan EDS nokta analizi (B10), (O: kristal üzerinde alınan EDS analiz ölçüm noktası).



Şekil 23- Tenardit kristalleri a: Zonlu yapıda tenardit kristalleri (B9), b: Zonlu yapıdaki tenardit kristali üzerinde alınan EDS nokta analizi (B9), c: Çubuksu yapıda tenardit kristalleri (B9).



Şekil 24- Blödit kristali üzerindeki tenardit kristalleri a: çubuksu tenardit kristali (B9), b: disk şekilli tenardit kristali (B9).

incelemelerindeki katkılarından dolayı İnciser Girgin'e (MTA) ve Okan Zimitoğlu'na (MTA), teşviklerinden dolayı Haşim Ağrılı'ya (MTA), çizimler konusunda yardımcı olan M. Ali Yastı'ya (MTA) teşekkür ederim.

Yayına verildiği tarih, 8 Nisan 2009

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Çatal, E., Dağ, Z., Sözeri, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez, Y. 1982. Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeolojisi Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 7298 Ankara; (Yayımlanmamış).
- Aziz, A.1972. İskilip civarı ile güney ve güney batısının jeolojisi ve petrol olanakları: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 6132 Ankara (Yayımlanmamış).
- Birgili, S.,Yoldaş, R. ve Ünal, G. 1975. Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 5621 Ankara (Yayımlanmamış).
- Çelik, E., Kayakıran S. ve Kartalkanat A.,1987 Çayırhan doğal sodyum yatağı maden jeolojisi raporu ve dünyada sodyum sülfat, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 8206 (Yayımlanmamış).
- Dromart, G. ve Dumas, D., 1997. The Salt Basin of Valence (France): In: (Sedimentary deposition in Rift and Foreland Basins in France and Spain (Eds. G. Busson and B.Ch. Schreiber) pp. 195-239, Columbia University Press, New York.
- Ergun, O.N., 1977. Sedimentology and Tertiary evaporites, Uğurludağ Area Çankırı - Çorum basin, Turkey. Doktora Tezi Imperial College, London, 260s. (Yayımlanmamış).
- Görür, N., Oktay, F. Y., Seymen, İ. ve Şengör, A. M. C. 1984. Paleotectonic evolution of the Tuzgölü Basin complex, Central Turkey. Sedimentary record of a Neo-Tethyan closure, In: (Eds. Dixon, J. E. and Robertson, A. H. F.) The geological evolution of the eastern mediterranean: Geological Society of London special Paper, 17, 467-482.
- Gündoğan, İ., 1994. Geology, mineralogy, geochemistry and economic potential of the Bolluk Lake and the adjacent area Cihanbeyli - Konya. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 79s (Yayımlanmamış).
- _____,2000. Geology, mineralogy - petrography and economic potential of the Upper Miocene evaporites in the Beypazarı and Çankırı-Çorum Basins. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 254 s (Yayımlanmamış).
- ____ ve Helvacı, C., 2001. Sedimentological and petrographical aspects of Upper Miocene evaporites in Beypazarı and Çankırı - Çorum Basins, Turkey. International Geology Reviews, 43, 818-829.
- Hakyemez, Y., Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağ, Z. ve Sözeri, B., 1986. Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 7966 Ankara (Yayımlanmamış).
- Helvacı, C. ,İnci, U. ,Yılmaz, H. ve Yağmurlu, F., 1989. Geology and Neogene Trona Deposit of the Beypazarı region, Turkey, Doğa Türk Müh. ve Çev. D., 13/2, 245-256.
- Karadenizli, L. 1999. Çankırı-Çorum Havzası'ndaki Orta Eosen-Erken Miyosen Tortullarının Sedi-mantolojisi, Doktora Tezi Ankara Üniversitesi, 189 s (Yayımlanmamış).
- ____ ve Kazancı, N. 2000. Çankırı-Çorum havzasındaki paleo - yükselti ve alt havzalar. Cumhuriyetin 75. yıldönümü yerbilimleri ve madencilik kongresi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Bildiriler 209-227.

- Karadenizli, L. Saraç, G., Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Antoine, P.O., Kazancı, N., Varol, B., Alçiçek, M.C., Gül, A., Erten, H., Esat, K., Özcan, F., Savaşçı, D., Antoine, A., Filoreau, X., Hervet, S., Bouvrain, G., De Bonis, L. ve Hakyemez, Y., 2004. Çankırı-Çorum Havzasının batı ve güney kesiminin memeli fosillere dayalı Oligo-Miyosen biyostratigrafisi ve dolgulama evrimi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor no: 10706 Ankara (yayımlanmamış)
- Kaymakçı, N., 2000. Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı basin (Central Anatolia Turkey). PhD Thesis, Univ. Utrecht, Geologia Ultra-lectina. 190, 247 p.
- Koçyiğit, A., 1991. Changing stress orientation in progressive intracontinental deformation is indicated by the Neotectonics of the Ankara Region (NW Central Anatolia). TPJD Bülteni, 3 (1), 43-55.
- Ordóñez, S. ve Garcia del Cura, M.A., 1994. Deposition and diagenesis of sodium-calcium sulfate salts in the Tertiary saline lakes of the Madrid basin, Spain. In: (Eds. R.W. Renault and W.M. Last). Sedimentology and Geochemistry of modern and ancient saline lakes SEPM Spec. Publ., 50, 229-238.
- Orti, F. ve Rosell, L., 2000. Evaporative systems and diagenetic patterns in the Calatayud Basin (Miocene, central Spain). Sedimentology, 47, 665-685.
- Salvany, J. M., 1997. Continental evaporitic sedimentation in Navarra during the Oligocene to Lower Miocene: Falces and Lerin Formations. In: Sedimentary deposition in rift and foreland basins In France and Spain, Paleogene and Lower Neogene (Eds. G.Busson and B.Ch. Schreiber), 397-419, Columbia University Press, New York.
- _____ ve Orti, F., 1994. Miocene glauberite deposits of Alcanadre, Ebro Basin, Spain, sedimentary and diagenetic processes, Sedimentology and Geochemistry of modern and ancient saline lakes (Eds R.W. Renault and W.M. Last), SEPM Spec. Publ., 50, p. 203-215.
- Salvany, J.M., Veigas, J.G., ve Orti F., 2007. Glauberite-halite association of the Zaragoza Gypsum Formation (Lower Miocene, Ebro Basin, NE Spain), Sedimentology 54, 443-467.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karakuş, K., Fodor, L., Araz, H. ve Karadenizli, L., 1997. Does continuous compressive tectonic regime exist during Late Palaeogene to Late Neogene in NW Central Anatolia, Turkey? Preliminary observations. Turkish Journal of Earth Sciences, 6, 77-83.
- _____, _____, Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B. ve Karabıyıkoglu, T., 2001. Rockfall avalanche deposits associated with normal faulting in the NW of Çankırı basin: Implication for the post-collisional tectonic evolution of the Neotethyan suture zone. Terra Nova, 12/6, 245-251.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- Türkel, K. ve Ertok, H., 2001. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu, Cilt II, Sodyum Sülfat Çalışma Raporu, s 113-150.
- Tüysüz, O. ve Dellaloğlu, A.A., 1992. Çankırı havzasının tektonik birlikleri ve havzanın Jeolojik evrimi. Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildirileri özeti, 180.
- Varol, B., Araz, H., Karadenizli, L., Kazancı, N., Seyitoğlu, G. ve Şen, Ş., 2002. Sedimentology of the Miocene evaporitic succession in the North of Çankırı-Çorum Basin, Central Anatolia, Turkey. Carbonates and Evaporites, 17/2, 197-209.
- Yoldaş, R., 1982 Tosya (Kastamonu) ile Bayat (Çorum) arasındaki bölgenin jeolojisi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi. 311 s (Yayımlanmamış).

