

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMET VE HİSARCIK (KÜTAHYA) CİVARI BOR YATAKLARININ
MİNERALojİK ve JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Alp İLHAN

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2006

Her hakkı saklıdır

Doç Dr. İ. Sönmez SAYILI danışmanlığında, **Alp İLHAN** tarafından hazırlanan “Emet ve Hisarcık (Kütahya) Civarı Bor Yataklarının Mineralojik ve Jeokimyasal Olarak İncelenmesi” isimli tez çalışması **17 / 08 /2006** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.
(Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Başkan	: Prof.Dr.Asuman Türkmenoğlu Orta Doğu Teknik Üniversitesi	İmza:
Üye	: Prof.Dr.Baki Varol Ankara Üniversitesi	İmza:
Üye	:Doç.Dr.İ.Sönmez Sayılı	İmza:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EMET VE HİSARCIK (KÜTAHYA) CİVARI BOR YATAKLARININ MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL İNCELEMESİ

Alp İLHAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İ.Sönmez SAYILI

Bu çalışmada, Emet ve Hisarcık yöreleri arasındaki Doğanlar Köyü'nün doğusunda alüvyon ve nehir taraçalarının altında yer alan bor oluşumları dört sondajdan alınan karotlar ile incelenmiş, istifler oluşturulmuş ve her istifte mineralojik ve jeokimyasal özellikler belirlenmiştir. İstiflerden üçü daha önceki araştırmacılar tarafından ortaya konulan Kırmızı Birim ve Borat Zonu'na ait litolojilerle temsil olunmakta, biri ise tavandaki Üst Kireçtaşı Birimi'nden geçmektedir. İstiflerde kilitaşı – silttaşı, tuf (ve tüfit), kireçtaşı ve kilitaşı-kömür ardalanmalarına sıklıkla rastlanmaktadır. Bu ardalanmalar içinde ince – kalın bor cevheri zonları bulunmaktadır. Karot örneklerinde borların damar, masif, yumru ve benekli biçimlerde, ardalandığı kayalarla birlikte yer aldığı görülmektedir.

Mineralojik çalışmalarda silttaşları, tüfler ve kireçtaşlarını oluşturan mineraller ve dokuları incelenmiştir. Tüflerin, litik tuf ve tüfit olarak bulunduğu kuvars, biyotit, feldispat ile metamorfik ve magmatik yer yer de sedimanter kayalar parçalarından oluştuğu ve volkan camı ile çemintolandığı görülmüştür. Silttaşlarında kuvars ve feldispat taneciklerinin yanı sıra bazen kloritlerde görülmüştür. Kireçtaşları ise mikritik olup, boşluklarına silis ve genç karbonat mineralleri girmiştir.

Yapılan XRD çalışmalarında, 10 örnekte kil difraktogramlarına göre illit, montmorillonit ve biraz da Mg-Saponit ile Saukonit belirlenmiştir. Bor cevherlerinden seçilen 16 örnekte borların türü kolemanit, uleksit ve probertit olarak belirlenmiştir. İki sondajda üst kesimlerde kolemanit, alta doğru uleksit ve probertit saptanmıştır.

Yapılan jeokimyasal çalışmalarda killi, tüflü ve boratlı birimlerde ana ve eser element dağılımları yorumlanmıştır. Buna göre istiflerde bor hakim olup, Ca ve Ca-Na oranları bor mineral türleri ile uyumlu olacak şekilde değişimlidir. Öte yandan istifte Li, Cs, Sr, As içerikleri yer yer yüksek değerlerdedir. Mo ve W değerleri de zaman zaman yükselmektedir.

Emet havzasının bu kesiminde daha önceki bor mineral dağılım modellerinde yer almayan probertit mineralinin varlığı sonucuna ulaşılmıştır.

2006, 88 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bor, mineraloji, jeokimya, Emet, Hisarcık, Batı Anadolu

ABSTRACT

Master Thesis

MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS ON BORATE DEPOSITS AROUND EMET AND HISARCIK REGION OF KUTAHYA, TURKEY

Alp İLHAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geology Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İ. Sönmez Sayılı

In this thesis, stratigraphic sequences are determined by using drill cores obtained from four drillings which intersect stream sediments and alluvium at the east of Doğanlar village in the Emet-Hisarçık region of Kütahya. Mineralogical and geochemical characteristics are found out at each sequences. While three of four drillings are represented by lithologies described in Kırmızı Birim (Red Unit) and Borat Zonu (Borate Zone), one cut the upper unit called as Üst Kireçtaşı Birimi (Upper Limestone Unit). Alternations of claystone, siltstone, tuff (and tuffite), limestone and claystone-coal are observed frequently which contain thin to thick borate ore zones. Veins, massive, nodular, spotted type of ores are scattered in these zones and associated with the above mentioned lithologies.

Mineralogical investigations pointed out mineral assemblages and textures within siltstone, tuffs and limestones. Siltstones contain quartz and feldspar grains and chlorites. Tuffs are classified as lithic tuffs and tuffites. They are composed by quartz, feldspar and biotite minerals rock fragments of mainly metamorphic and magmatic origin and sedimentary rock which are cemented by volcanic glass. Limestones are micritic in character and filled by siliceous and young carbonate materials.

10 samples are analysed by XRD method for the determinations of clay types which gave illites, montmorillonites and some Mg-saponite and saucornite formations. XRD analyses from 16 selected samples of borate ores indicated that colemanites, ulexites and probertites are the main borate minerals.

Major and trace element geochemical analyses are carried out and interpreted on claystone, tuff and borate ore zones. Boron values are dominant in sequences and display alternations of Ca and Ca-Na which are in accordance with borate mineral types. On the other hand, Li, Cs, Sr and As contents increase spatially. Mo and W values are also sometimes enriched.

At this part of Emet basin, the existence of probertite minerals is pointed out for the first time which is not shown borate minerals distribution models.

2006, 88 pages

Key Words: Borate, mineralogy, geochemistry, Emet, Hisarçık, West Anatolia

TEŞEKKÜR

Emet – Hisarcık (Kütahya) arasındaki Doğanlar Köyü’nün doğusunda alüvyon ve nehir taraçalarının altında yeralan borat oluşumlarının, mineralojilerinin ve jeokimyalarının incelenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, bana araştırma olanağı sağlayan ve çalışmanın her safhasında yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren, engin fikirleriyle gelişmeye ve yetişememe katkıda bulunan danışman hocam sayın Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)’ya, arazi çalışmaları sırasındaki yardımlarından dolayı sayın Ali Balcı (Eti Bor Emet İşletme Müdürlüğü) ve Atlan Cüranlı (MTA Genel Müdürlüğü)’ya , bir kil örneğindeki fosilin tanımlanmasındaki yardımlarından dolayı sayın Prof. Dr. Yavuz Okan (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) ve İzzet Hoşgör (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)’e, XRD çekimleri sırasındaki yardımlarından dolayı Dr. Mustafa Albayrak (MTA Genel Müdürlüğü) ve Prof. Dr. Abidin Temel (Hacettepe Üniversitesi)’e, XRD difraktogramlarının yorumlamaları sırasındaki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Zehra Karakaş (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)’a, XRF çekimlerindeki yardımlarından dolayı Doç. Dr. Yusuf Kağan Kadioğlu (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)’na, tezin her aşamasındaki yardımlarından dolayı yüksek jeoloji mühendisi Sinan Akıska (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) ve Özge Kavrazlı (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)’ya teşekkürlerimi sunarım.

Alp İLHAN
Ankara, Ağustos 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	2
2.1 Önceki Çalışmalara Göre Emet Bor Havzasının Jeolojisi	6
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
4.EMET DOĞANLAR KÖYÜ DOĞUSU BOR OLUŞUMU İNCELEMELERİ	14
5.EMET BOR YATAKLARININ MİNERALOGİSİ ve PETROGRAFİSİ	24
5.1 Emet Bor Yataklarının Mineralojisi	24
5.1.1 Kırmızı Birim ve Borat Zonu.....	24
5.1.2 Üst Kireçtaşı Birimi	46
6.XRD İNCELEMELERİ	49
6.1 Analiz Yöntemleri	49
6.2 Kil Mineralleri Verileri ve Yorumları.....	50
6.3 Bor Mineralleri ve Yorumlaması.....	52
7.EMET DOĞANLAR KÖYÜ BOR OLUŞUMLARININ JEOKİMYASI ve YORUMLANMASI	56
7.1 Analiz Yöntemleri	56
7.2 Jeokimyasal Veriler ve Değerlendirilmesi	57
7.3 Ana Element Jeokimyası	61
7.4 Eser Element Jeokimyası.....	62
7.5 Emet Yöresindeki Diğer Jeokimyasal Çalışmalar ve Yorumlamalar	77
8.TARTIŞMA	84
9.SONUÇLAR	87
KAYNAKLAR	89
EKLER.....	92
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar	93
EK 2 XRD Çalışmalarında Belirlenen Bor Minerallerine Ait Difraktogramlar	108
ÖZGEÇMİŞ.....	113

SİMGELER DİZİNİ

A.B.D.	Amerika Birleşik Devletleri
As	Arsen
Al	Alüminyum
Atm	Atmosfer
B	Bor
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Cm	Santimetre
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
HCl	Hidroklorik Asit
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
K	Potasyum
Li	Lityum
M	Metre
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Na	Sodyum
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun
S	Kükürt
Si	Silisyum
Sn	Çinko
Sr	Stronsiyum
Th	Toryum
Ti	Titan
XRD	X-Ray Difraktometre
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası	7
Şekil 2.2 Emet bor havzasında belirlenen litostratigrafik birimlerin önceki araştırmacıların çalışmaları ile karşılaştırılması.....	8
Şekil 2.3 Emet civarı borat yataklarının genelleştirilmiş kolon kesiti (Özpeker)	9
Şekil 2.4 Emet – Hisarcık yöresi jeoloji haritası	11
Şekil 2.5 Emet borat yataklarının genelleştirilmiş kolon kesiti (Helvacı)	12
Şekil 4.1 Sondaj lokasyonlarını gösterir harita	15
Şekil 4.2 BME-54 sondajı stratigrafik kolon kesiti	16
Şekil 4.3 BME-5 sondajı stratigrafik kolon kesiti	18
Şekil 4.4 BME-3 sondajı stratigrafik kolon kesiti	21
Şekil 4.5 BME-1 sondajı stratigrafik kolon kesiti	22
Şekil 5.1 Kireçtaşlarının el örneği görüntüleri	25
Şekil 5.2 Kireçtaşlarında ince kesit çalışmalarıyla belirlenen özellikler	26
Şekil 5.3 Tüf ve tüfitlerin el örneği görüntüleri	28
Şekil 5.4 Tüf ve tüfitlerin ince kesit görüntüleri	30
Şekil 5.5 Kıltaşı, silttaşı ve kumtaşı el örneği görüntüleri	32
Şekil 5.6 Kıltaşı, silttaşı ve kumtaşlarının incekesit görüntüleri	33
Şekil 5.7 Kıltaşı ile kömürlerin ardalanmasının el örneğindeki görünümü	34
Şekil 5.8 Bor mineralleri içeren kayaçların el örneği görüntüleri	35
Şekil 5.9 Bor minerallerinin şekilleri	36
Şekil 5.10 Bor içeren el örnekleri	37
Şekil 5.11 Bor mineralleri içeren el örnekleri	37
Şekil 5.12 Bor minerallerin türlerinin incekesitteki görüntüleri	38
Şekil 5.13 Bor minerali oluşumlarının boyutlarının incekesitteki görüntüleri	39
Şekil 5.14 Bor minerallerinin tane büyüklüğü ve şekilleri	40
Şekil 5.15 Bor minerallerinin birlikte bulunduğu mineraller	41
Şekil 5.16 Bor minerallerinin kıltaşı içindeki dağılımları	42
Şekil 5.17 Bor minerallerinin tüfler içindeki dağılımı	43
Şekil 5.18 Bor minerallerinin kireçtaşları içindeki dağılımı	44
Şekil 5.19 Bor minerallerinin kıltaşı-kömür ardalanmaları incekesit görüntüleri	44
Şekil 5.20 Bor minerallerinde farklı büyümeler ve jenerasyonlar	45
Şekil 5.21 Işınsal dizilimli bor minerallerinin içindeki küçük bir çatlakta ikincil bor minerali damarcığının incekesit görüntüsü	46
Şekil 5.22 Üst kireçtaşı Birimine ait kireçtaşları	47
Şekil 5.23 Kireçtaşlarının mikroskoptaki görüntüleri	48
Şekil 6.1 Bor cevheri kesilen 3 sondajda bor minerali türlerinin dağılımı	54
Şekil 7.1 BME-1 sondajı karşılaştırmalı ana element dağılımı	65
Şekil 7.2 BME-54 sondajı karşılaştırmalı ana element dağılımı	66
Şekil 7.3 BME-3 sondajı karşılaştırmalı ana element dağılımı	67
Şekil 7.4 BME-1 sondajı karşılaştırmalı eser element (1) dağılımı	68
Şekil 7.5 BME-54 sondajı karşılaştırmalı eser element (1) dağılımı	69
Şekil 7.6 BME-3 sondajı karşılaştırmalı eser element (1) dağılımı	70

Şekil 7.7 BME-1 sondajı karşılaştırmalı eser element (2) dağılımı	71
Şekil 7.8 BME-54 sondajı karşılaştırmalı eser element (2) dağılımı	72
Şekil 7.9 BME-3 sondajı karşılaştırmalı eser element (2) dağılımı	73
Şekil 7.10 BME-1 sondajı karşılaştırmalı eser element (3) dağılımı	74
Şekil 7.11 BME-54 sondajı karşılaştırmalı eser element (3) dağılımı	75
Şekil 7.12 BME-3 sondajı karşılaştırmalı eser element (3) dağılımı	76
Şekil 8.1 Türkiye Borat havzalarındaki bor mineralleri dağılımının ölçeksiz gösterimi	85
Şekil 8.2 Tam ve eksik Bor çökelimine göre Borat yataklarının sınıflanışı ve havzalardaki mineral fasiyeslerinin dağılımı.....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 6.1 XRD çalışmaları sonucunda belirlenen mineraller	51
Çizelge 6.2 XRD çalışmaları sonucunda belirlenen bor mineralleri türleri	53
Çizelge 7.1 Analizi yapılan örneklerle ilgili bilgiler	57
Çizelge 7.2 Ana element analiz sonuçları	58
Çizelge 7.3 Eser element (1) analiz sonuçları	59
Çizelge 7.4 Eser element (2) analiz sonuçları	60
Çizelge 7.5 Eser element (3) analiz sonuçları	61
Çizelge 7.6 Emet civarı kil ve tuf örnekleri analiz sonuçları	78
Çizelge 7.7 Emet bölgesi volkanitlerinin B, Sr, Li ve As analizleri, kaya tipleri	82
Çizelge 7.8 Yeni Zelanda Taupo Volkanik Zonu B, Li, As ve Sr analizleri	82
Çizelge 7.9 Emet borat yatağındaki killerin Li_2O içerikleri	83

1. GİRİŞ

1. 1 Amaç ve Kapsam

Bu tez, Batı Anadolu bor havzaları içerisinde ekonomik bir potansiyele sahip olan ve borat oluşumları açısından önemli bir yer oluşturan Emet ve Hisarcık (Kütahya) yöreleri arasında yer alan Doğanlar köyü'nün doğusundaki alanda alüvyon ve nehir taraçalarının altındaki birimlerde bor oluşumlarının varlığını araştırmak üzere yapılan sondajlarda izlenen kayaçların ve bor oluşumlarının mineralojileri ile jeokimyasalarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, elde edilen jeolojik veriler Emet ve Hisarcık bölgelerinde halen işletilmekte olan bor yataklarının stratigrafisi ile karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın diğer amacı da MTA Genel Müdürlüğü tarafından Doğanköy doğusunda bulunan yeni bor oluşumlarının içinde bulunduğu istif ile bölgeye özgü genel istifin karşılaştırmasını yapmaktır.

Batı Anadolu'da yer alan Bigadiç, Kırka ve Kestelek bor yataklarında bazı birimlerde yapılan analizlerle Li, Sr ve As başta olmak üzere eser element değerlerinin dağılımları saptanmaya çalışılmış ve bu yatakların başta killi ve tüflü birimleri olmak üzere bazı birimlerinde de ana element dağılımları verilmiştir. Ayrıca, Emet ve Hisarcık ocaklarında da bazı ana ve eser element analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada ise sondaj örneklerinde gerekli görülen zonlardan ve maddi olanaklar ölçüsünde seçilen bazı örneklerde X-Işınları Difraksiyonu (Kırınımı) (XRD) ile ana ve eser element analizleri yapılarak, elde edilen verilerden bazı birimlerdeki kimyasal değişimlerin yorumlanmasına çalışılmıştır. Bu yolla, Batı Anadolu bölgesinde yer alan bor yataklarının oluşumları hakkında mineralojik ve jeokimyasal bilgiler edinilecek ve bundan sonra yapılacak çalışmalar için ilave veriler elde edilmiş olacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Batı Anadolu'da bor içeren havzalarda çok sayıda araştırma yapılmış ve bun çalışmaların sonucunda da bazı raporlar ve tezler yazılmış, yayınlar yapılmıştır. Aşağıda sadece Emet havzası bor oluşum ve yatakları ile ilgili olarak belirlenebilen literatürler sunulmuştur.

Emet dolayındaki dar Neojen havza, Gawlik (1956) tarafından kolemanit yatağı olarak bulununcaya dek, fazla ilgi çekmemiş, yapılan maden jeolojik çalışmalar genellikle Eğrigöz granodiyoriti ve kontaklarındaki cevherleşme üzerine toplanmıştır. Bu amaçla, 1947-1954 yılları arasında Sağıroğlu, Zeschke ve Holzer bölgenin 1/100000 lik jeolojik haritasını tamamlamışlardır. Ancak, bu harita geniş bir alanı kapsadığından Neojen yaşlı birimler ayrıntılı olarak belirtilmemiş ve ayırtlanmamıştır.

Emet bor havzasındaki ilk incelemeler Gawlik (1956) tarafından yapılmış olup yazar, MTA Enstitüsü adına linyit yatakları araştırması yaparken Emet borat yataklarını bir rastlantı sonucu bulmuştur.

Bekişoğlu (1961) boratların andezit ve dasit bileşimli volkanitlerle ilişkili olduğunu ve bu volkanizma ile bağlantılı tüflerin bazen sedimanter tabakalar arasında yer aldığını belirtmiştir. Borat oluşumlarındaki kalsiyumun kireçtaşlarından kaynaklandığını savunmuştur.

Özpeker (1969) Emet bölgesindeki bor yataklarının mineralojisi ve kökenini incelemiştir. 200 km² 'lik bir alanı haritalayarak bölgenin jeolojisini belirleyen istifi oluşturmuştur.

Brown and Jones (1971) ise Emet Neojen istifinin 300 m kalınlıkta olduğunu ve kolemanit seviyelerinin Üst Pliyosen yaşlı gölsel sedimanların oluşturduğu serinin en üst kesimlerinde yer aldığını ileri sürmüşlerdir. Yazarlar volkanik hareketler sonucu çıkan gaz ve çözeltilerin

göl sularında çözünerek kil-marn-kireçtaşı ve tüflerden oluşan bir dizi içinde arakatkılar yaparak borat minerallerinin çökeldiğini belirtmişlerdir.

Gün vd. (1976) Menderes Masifi kuzeydoğusundaki Tersiyer havzalarının jeolojisini (bu havzalardan biri de Emet havzasıdır) inceleyerek denemişlerdir. Bu arada Miyosen ve Pliyosen havzalarının litofasiyes haritalarını da yapmışlardır.

Helvacı ve Firman (1977) Emet borat yataklarının mineralojisi ve jeolojik konumlarını incelemişlerdir. Bu havzadaki bor oluşumlarının içinde yer aldığı sedimanter kayalara göre daha yaşlı ve Orta Oligosen'in playa göllerinin çamurlarında oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.

Ataman (1977a,b) ise Emet havzasındaki tüf örneklerinde klinoptilolit bulunduğunu saptamıştır. Klinoptilolit- α klinoptilolit parajenezinin farklı ısı kararlılıklara sahip olmasına bakarak bunun sebebinin kimyasal yapı, jeolojik yaş ve ortam suyu kimyası ile ilgili olabileceğini belirtmiştir.

Helvacı (1977), Emet ve çevresindeki Neojen tortulların yaklaşık K-G yönünde uzanan bir havzada, birbirine zincir şeklinde bağlı göllerde çökeldiği ifade etmiştir. Yazara göre Neojen istif, Paleozoyik (?) ve Mesozoyik yaşlı temel üzerine açılı bir uyumsuzlukla oturur ve alttan üste doğru:

- Üst kesimleri kömür arabantları içeren çakıltası, kumtaşı, silttaşı, kıltaşı,
- Tüf ve marn mercekli ince katmanlanmış "alt kireçtaşı",
- Kömür ve jips bantı kumtaşı, çakıltası, kireçtaşı, kıltaşı, marn ve tüften oluşan "kırmızı birim",
- Kıltaşı, tüf, tüfit, marn ve ince katmanlı kireçtaşı ile aratabakalı "borat zonu",
- Kıltaşı, marn ve çört katmanları içeren "üst kireçtaşı"

olarak dizilir.

Ataman ve Baysal (1978) Türkiye borat yataklarının kil mineralojisini incelemişlerdir. Borat, karbonat ve fillosilikat minerallerinin önemli bir kısmının pH'nın 9 civarında bulunduğu sıcak sayılabilecek gölsel ortamlarda otijenik olarak oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Borlarla ardalanmalı killi seviyelerde montmorillonitin egemen olduğunu, buna illitin daha az oranda katıldığını ve kloritlerin ise ender bulunan kil mineralleri olduğunu söylemişlerdir.

Akdeniz ve Konak (1979) ise Emet yöresinde 1/25000 ölçekli jeolojik harita yapmışlar ve bu alandaki kayaçların altta Miyosen öncesi değişik yaş ve birimlerden oluşan temel kayaçlarla başladığını ve üste doğru Miyosen yaşlı Taşbaşı ve Kızılbük formasyonları ile devam ederek aynı yaşlı volkanizma ile Civanadağ tüfleri ve Akdağ volkanitlerinin oluştuğunu belirtmişlerdir. En üstte ise Hisarcık, Emet ve Toklargoğlu formasyonları ile Kuvaterner yaşlı birimlerden Naşa bazaltları ve alüvyon ve travertenlerin geldiğini belirtmişlerdir.

Gün vd. (1979) Emet havzasının jeolojisini ve yaş sorunlarını incelemişlerdir. Volkanik ve tüflerin Miyosen ve bunların üstüne gelen sedimanların ise Pliyosen yaşlı olduğunu savunmuşlardır. İki ayrı yaşlı birimler arasında açısız bir uyumsuzluğa işaret etmişlerdir.

Ercan (1983) Emet çevresindeki volkanitler üzerinde petrokimyasal çalışmalar yapmıştır. Orta Miyosen'den itibaren kıta kabuğu ürünü kalkalkalin nitelikli volkanizmanın gençleştikçe alkalin nitelik kazandığını ve Pliyosen'den Kuvaterner'e doğru gelişen volkanizmada ise alkali bazaltların oluştuğunu ileri sürmüştür.

Helvacı 1983 yılındaki yayınında, Türkiye'deki borat yataklarının dünya borat yataklarına göre konumunu ve Türkiye borat yataklarının ortak özelliklerini ortaya koymaya çalışmış, ayrıca borat yataklarında görülen bor minerallerinin özelliklerinden ve mineralojisinden ayrıntılı bir şekilde bahsetmiştir.

Yalçın (1984) yüksek lisans çalışmasında Emet Neojen gölsel baseninin jeolojik ve mineralojik-petrografik incelenmesini yapmıştır. Çalışmasında ayrıca kil minerallerini

XRD ve SEM yöntemleri ile inceleyerek bu minerallerin bölgedeki dağılımlarını saptamış ve haritalamıştır. Ayrıca bor minerallerinin türlerini belirlemiş ve oluşumlarına açıklık getirmeye çalışmıştır. Elde ettiği veriler ışığında basenin jeolojik evrimi ve paleocoğrafik gelişimini yorumlamıştır.

Gündoğdu and Yalçın (1985), Kuzeybatı Anadolu’da yer alan Bigadiç ve Emet Neojen basenlerindeki borat oluşumları ile alınan sondaj karotu ve yüzey örneklerinde karbonat, borat ve simektit minerallerinde Sr’nin dikey dağılımını incelemişlerdir.

Helvacı (1986), Emet sahasının jeoloji ve stratigrafisi, genel yapısı, civarındaki termal kaynakları ile borat zonunun ayrıntılı olarak özelliklerini kısmen açıkladıktan sonra borat çökelim havzasının ayrıntılı olarak ne şekilde oluştuğunu ve ne gibi tektonik safhalardan geçtiğini anlatmıştır. Emet bölgesi bor yataklarını içeren ve Miyosen yaşını verdiği seriyi, 1977 yılında verdiği stratigrafik istifi revize ederek yeniden vermiştir.

Helvacı vd. (1987), Batı Anadolu Neojen çökellerinin stratigrafisini ve ekonomik potansiyellerini vermiş; Türkiye’deki borat yataklarının jeolojisini ortaya koymaya çalışmışlardır. Ayrıca borat yataklarının istiflerini karşılaştırarak çökeltme ortamlarının genel özelliklerini belirlemişlerdir.

Helvacı and Kistler (1994), borat minerallerinin kimyasal özelliklerini ve cevherleştiği yerleri incelemişlerdir.

Helvacı and Orti (1998), Miyosen kolemanit-üleksit havzalarının sedimantolojik ve diajenetik incelemesini yapmışlardır. Emet bölgesi bor yataklarının yörede Espey ve Killik yataklarının bulunduğu Kuzey Bölgesi ile Hisarcık yataklarının bulunduğu Güney Bölgesi olmak üzere iki ayrı alanda ortaya çıktığını ve bor mineralizasyonlarının Orta Oligosen’deki iki ayrı playa gölünün çamurlarında oluştuğunu savunmuşlardır.

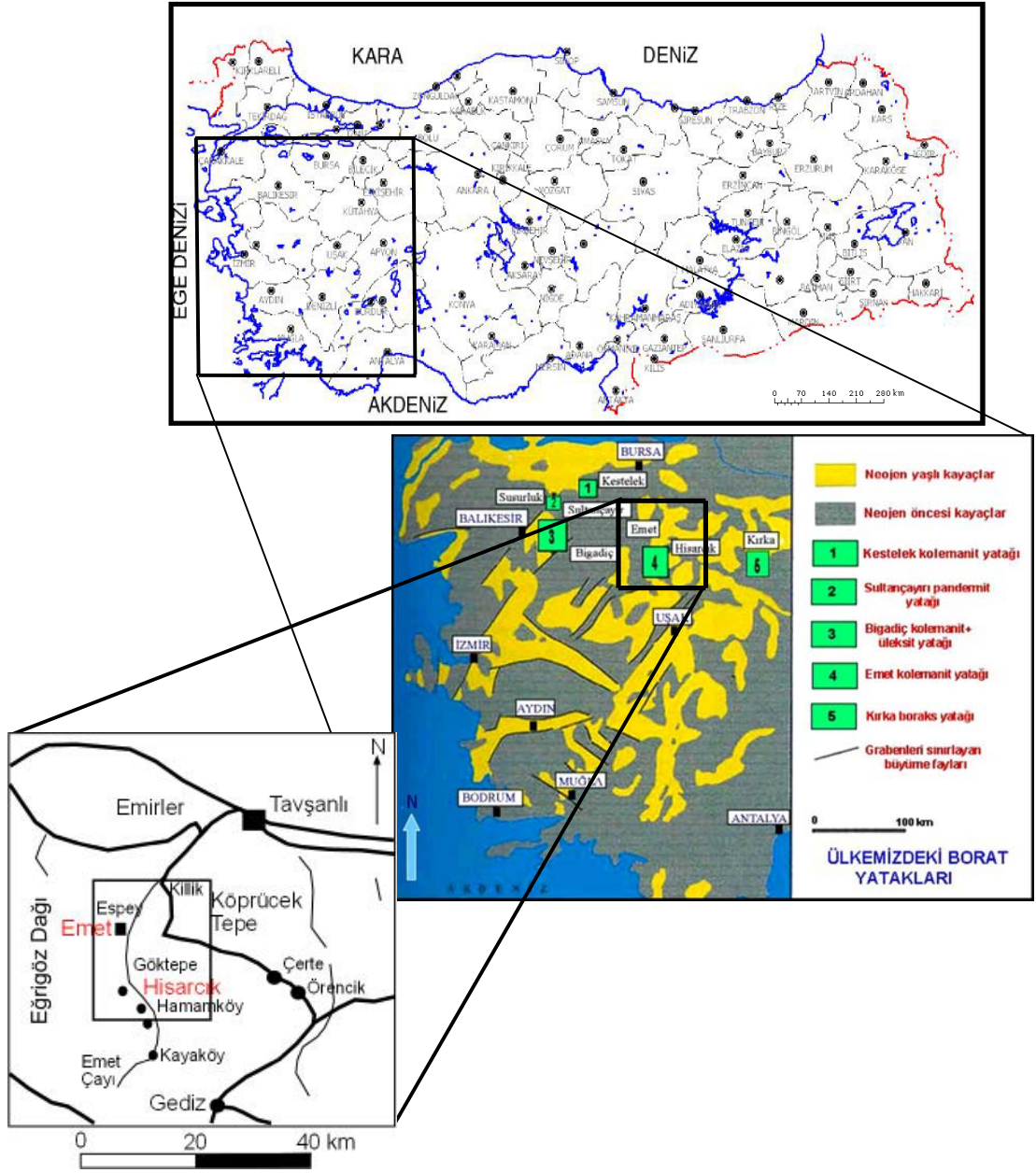
Helvacı and Alonso (2000), Türkiye ve Arjantin borat depolarının benzeyen ve benzemeyen jeolojik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Oluşan mineralleri, analiz sonuçlarını ve yaş tayinlerine yönelik bulguları aktarmışlardır.

Gemici and Tarcan (2002), Batı Anadolu özellikle de Menderes Masifi kayalarındaki sıcak termal kaynak sularındaki jeokimyayı ve akifer sistemlerini incelemişlerdir. Neticede oluşan bor, serizit, illit ve turmaline dikkat çekmişlerdir.

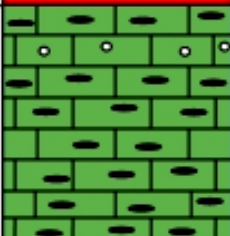
Helvacı *et al.* (2004), Batı – Orta Anadolu'daki bazı göl suları yakınlarındaki ve borat depolarındaki Li'nin dağılım ve varlığından bahsetmişlerdir. Li'nin, geleceğin stratejik ve teknolojik unsuru olduğunu belirtmişlerdir.

2.1 Önceki Çalışmalara Göre Emet Bor Havzasının Jeolojisi

Emet borat yatakları, Kütahya'nın batısında, Batı Anadolu'nun bilinen borat yataklarının ortasında, Gediz, Simav ve Tavşanlı bölgelerinin arasında bulunmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası (Helvacı 1986, Helvacı 2001'den derlenmiştir)

ZAMAN		KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
S E N O Z O Y İ K	? KUVATER NER			Konglomera, taraça molozları, alüvyon	
				Volkanitler (dasit, riyolit, andezit, ojit andezit)	
	N E O J E N	400		Örtü Kireçtaşları	Çört, Çörtlü Kireçtaşı, Küresel Kireçtaşı, Kumtaşı
		40		Boratlı Seri	Boratlı Kil, Marn, Tuf, Kireçtaşı
		125		Kırmızı Seri	Kumtaşı, Konglomera, Tuf, Kireçtaşı, Grovak, Linyitli Kil (?), Marn (?)
		150		Taban Seri	Plaket Kireçtaşları, Camsı Tuf, Jips, Linyitli Kil, Marn, Konglomera, Bantlı ve killi kireçtaşları
PALEOZOİK			Metamorfik Seri	Mermer, Kalkşist, Mikalı Kuvarsit, ± Kloritli Şist	

Şekil 2.3 Emet civarı borat yataklarının genelleştirilmiş kolon kesiti (Özpeker 1969'dan kendi verdiği istif için yaptığı açıklamalar esas alınarak yeniden düzenlenmiştir)

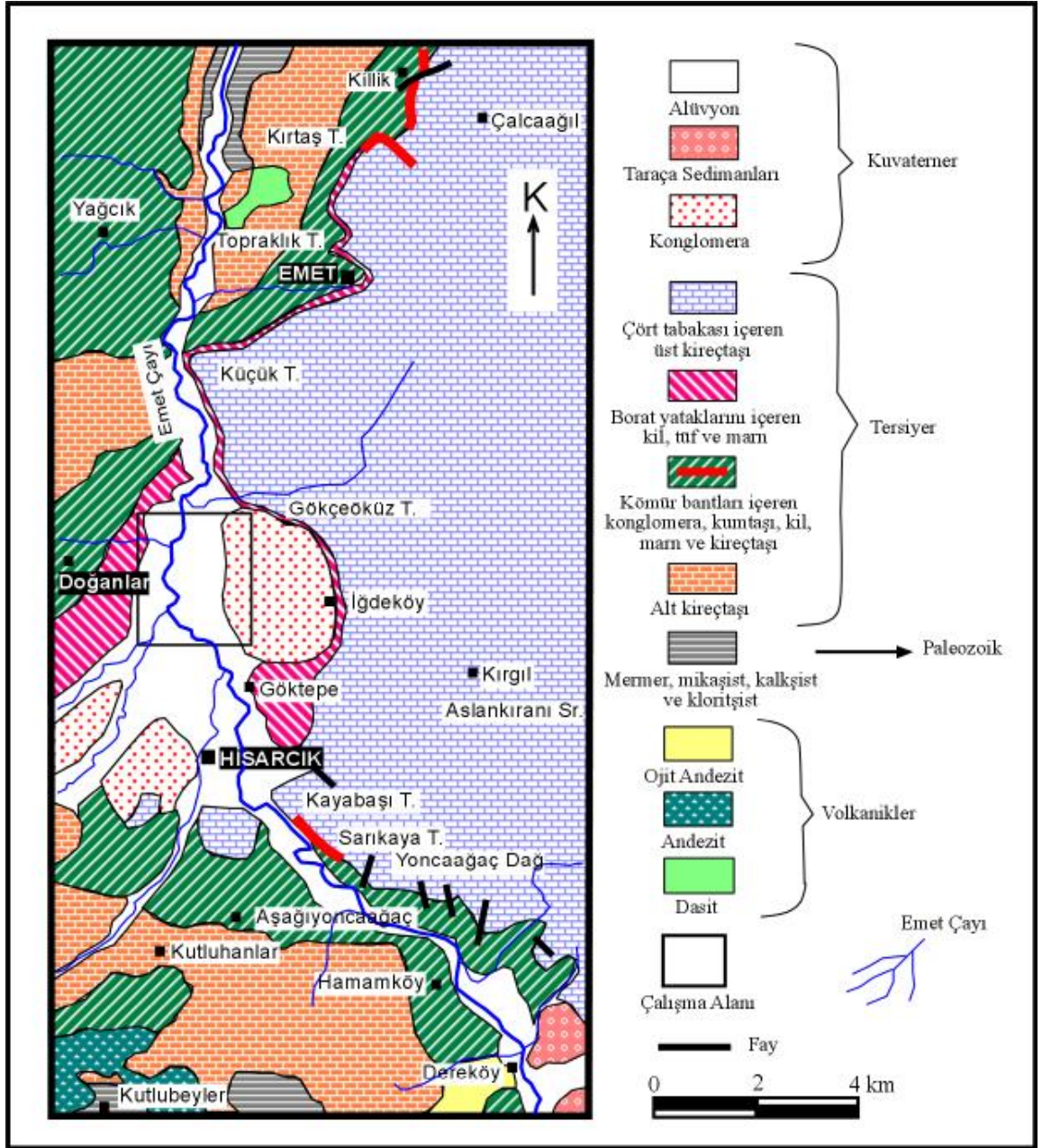
Metamorfik kayalarda, mermer ve kalkşistler en yaygın kayalardır. Yer yer mikalı kuvarsitlere ve kloritli şistlere de rastlanır.

Helvacı (1986) da Emet havzasının jeolojisi ve istifini oluşturmuş ve daha sonra birlikte çalıştığı araştırmacılarla yaptığı yayınlarda bazı ufak değişikliklere yer vermiştir. Helvacı (1986) nın istifi aşağıda özetlenerek sunulmuştur (Şekil 2.4 ve 2.5).

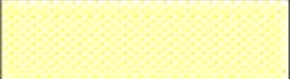
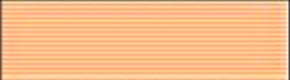
Emet bölgesi bor yataklarını içeren Miyosen yaşlı seri, temeli oluşturan Mesozoyik-Paleozoyik yaşlı mermer, mikaşist, kalk şist ve klorit şistlerden oluşan metamorfik kayaları üzerine uyumsuz olarak gelmiştir. Bu serinin alttan üste doğru dizilimi:

- traverten, alüvyon
- örtü bazalt,
- kil, marn ve çört tabakalarını içeren üst kireçtaşı,
- borat yataklarını içeren kil, tuf, tüfit ve marn,
- kömür ile jips bantları içeren konglomera, kumtaşı, kil, marn ve kireçtaşı (kırmızı birim),
- ortaç ve asidik karakterli volkanitler ile tuf ve aglomera,
- marn ve tuf mercekli ince katmanlı alt kireçtaşı,
- konglomera ve kumtaşı,

şeklindedir.



Şekil 2.4 Emet – Hisarcık yöresi jeoloji haritası (Helvacı 1986)

ZAMAN	KALINLIK(m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
S E N O Z O İ K	0-75		Alüvyon
	0-75		Traverten
	150		Gölsel sedimanlar
	0-50		Uyumsuzluk Bazalt
	400		Üst Kireçtaşı (Bazen kil,marn ve çört katmanlı)
	0-100		Borat Zonu:kil,marn, kireçtaşı,tüf,tüfit içeren bor çökelleri
	125		Kırmızı Birim:bazen kömür ve jips katmanlı
	100		Volkanikler:andezit, trakit,dasit,riyolit
	100		Tüf ve Aglomera
	150		Alt Kireçtaşı:bazen tüf,marn,kil ve kömür bantlı
MESOZOİK + PALEOZOİK	700		Konglomera ve kumtaşı
	?		Uyumsuzluk Ofiyolit, mermer, şist

Şekil 2.5 Emet borat yataklarının genelleştirilmiş kolon kesiti (Helvacı 1986, 2001; Helvacı *et al.*1993; Helvacı and Kistler 1994; Helvacı and Orti 1998; Helvacı and Alonso 2000'den derlenerek alınmıştır)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez kapsamında Doğanlar Köyü'nün doğusunda boratlı zonları araştırmak amacıyla Eti Holding adına MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan sondajlardan 4 adedinin karotları incelenmiştir. Elde edilen litolojik, mineralojik ve jeokimyasal veriler Emet ve Hisarcık bölgeleri ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan dört adet sondaja ait karotlardan yan kayaç ve cevher zonlarından olmasına dikkat edilerek 220 adet örnek alınmıştır. Bu karot örneklerinden seçilen 130 adedinde ince kesitler yapılarak mineralojik ve petrografik olarak incelenmişlerdir. Bor minerallerinin türlerini belirlemek üzere 16 adet örnekte Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde XRD yöntemi ile tüm kayaç toz örnek çekimleri yapılmıştır. Kil minerallerinin türlerini belirlemek için seçilen 10 örnek de MTA Laboratuvarlarında XRD yöntemiyle analiz edilmiştir.

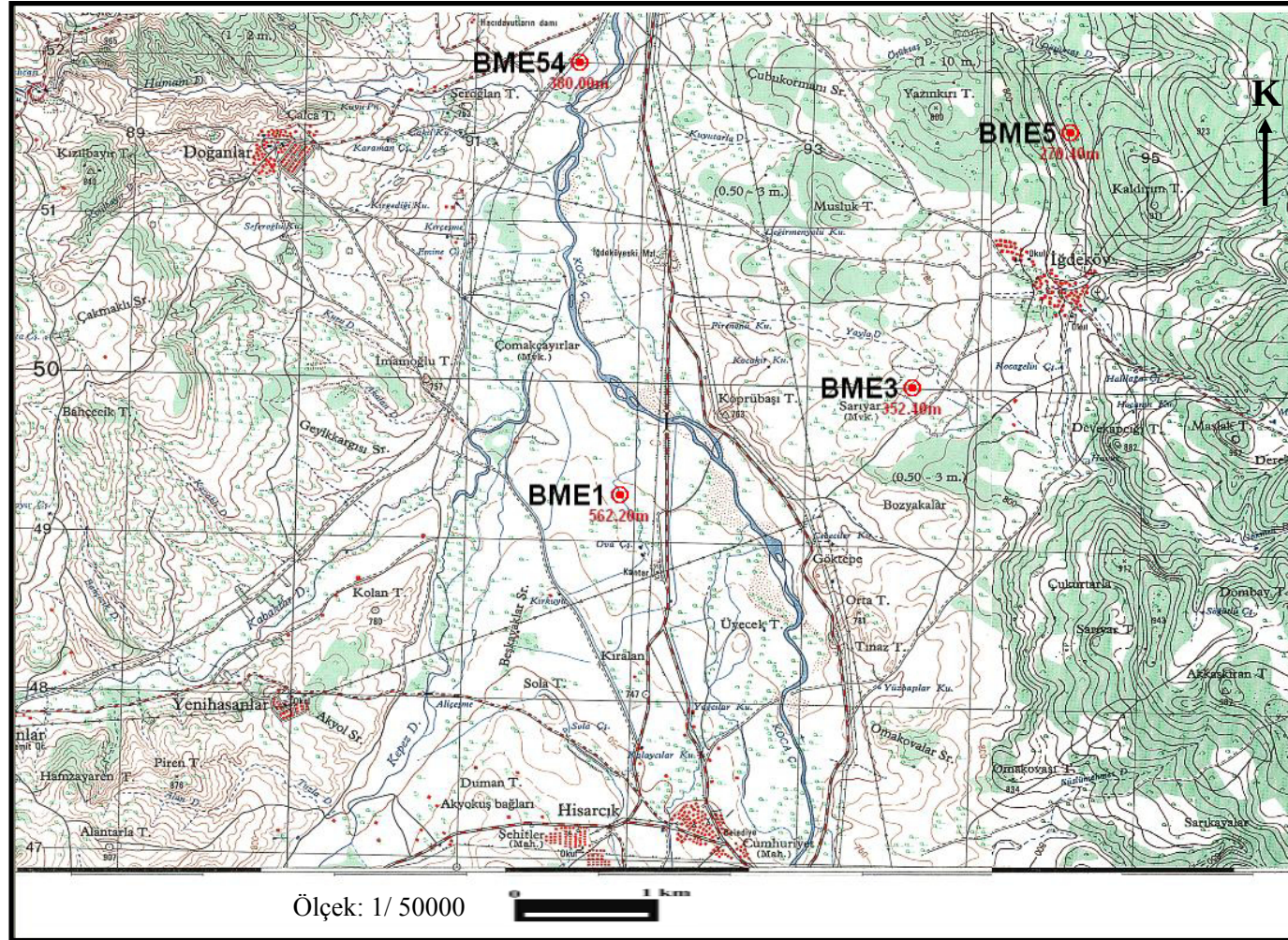
Öte yandan Kestelek, Kırka ve Bigadiç bor yataklarına eşlik eden ve özellikle killi birimlerde % 0.5' lere varan Li değerleri (Koçak ve Sözügözel 1989) belirlenmiştir. Emet bölgesinde de Helvacı and Alonso (2000) tarafından cevherin altı, üstü ve içi olmak üzere sadece üç örnekte Li değerleri elde edilmiştir. Son olarak Helvacı *et al.* (2004), Espey ocağının killeri, tuf ve cevher atıklarından aldıkları 7 analizi sunmuşlardır. Bu çalışmada ise belirlenen istifin her birimine dikkat edilerek özellikle bor mineralleri içeren zonlardan seçilen 25 örnekte bazı ana ve pek çok eser element analizleri (toplam 53 element) Kanada ACME analiz laboratuvarlarında (ICP-MS yöntemiyle) yaptırılmıştır. Li başta olmak üzere As, Sr ve diğer bazı eser element değerleri kontrol edilip, diğer oluşumlarla deneştirmeleri yapılmıştır. Ayrıca incelenen 4 sondajdan ikisinde, her birinden birer tane killi birimden ve birer tane de tuf biriminden olmak üzere 4 örnek ana ve eser element içeriklerini belirlemek üzere Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde XRF yöntemi ile analiz edilmiştir.

4.EMET DOĞANLAR KÖYÜ DOĞUSU BOR OLUŞUMU İNCELEMELERİ

Emet bölgesinde Doğanlar Köyü civarındaki bor oluşumlarının rezervine yönelik MTA tarafından yapılan sondajlardan 4 tanesinin karotları incelenerek, bu havzada yukarıda diğer yazarlar tarafından belirtilen istiflerin bir bölümü görülmüştür. Aşağıda incelenen karotlardan elde edilen stratigrafik istifler her bir sondaj için ayrı ayrı verilecek ve diğer yazarların istifleri ile karşılaştırılmaları yapılacaktır.

İnceleme alanında yapılan sondajların yerleri Şekil 4.1’de verilmiştir. Bu sondajlardan BME-5 sondajında bor cevheri kesilmemiş diğer üç sondajda ise farklı seviyelerde bor cevherleri kesilmiştir. Karot determinasyonları ve bunlara dayanarak oluşturulan istifler ise aşağıda sunulmuştur.

BME-54 sondajı yüzeyden (719.54m) başlayıp 380 metre aşağıya (339.54m) yapılmıştır (Parantez içindeki sayılar deniz seviyesinden yükseklikleri vermektedir). İstifi aşağıdan yukarı doğru incelendiğinde (Şekil 4.2); en alta 380. metreden yukarı doğru 56 metrelik kalınlığı olan mikritik kireçtaşı seviyesi izlenmektedir. Bunun üzerine 3 metre kalınlığında karbonat çimentolu yeşil renkli tüfitler gelmektedir. Tüfitler yukarı doğru 9-10 metre daha devam ederken aralarında kilaşı birimleri de bulundurmaktadır. Tüfitlerin üzerine 2-3 metre kalınlıkta masif bor cevherleri gelmektedir. Daha sonra tüfitler yine 8 metreye varan bir kalınlıkta bor cevherlerini örtmekte onların da üzerinde 7 metrelik bir kalınlıkta bor cevherleri yer almaktadır. Bu sondajda tüfitler son kez 16 metrelik bir kalınlık sunmakta ve yer yer arsenli çözeltilerin boyadığı bor cevherleri ve killi birimleri de içermektedirler. Bu seviyenin üstünde yaklaşık 11’er metre kalınlıklarla önce kilaşı birimi daha sonra da mikritik kireçtaşları bulunmaktadır. Killi kısımlar içinde 3 metre kalınlığa varan bor cevheri seviyesi de izlenmiştir. Üste doğru 48 metre civarında bir kalınlığa sahip masif bor cevherleri, sarı-turuncu arsen boyamaları ve killi birimlerle karışmış olarak görülmektedir. Bor seviyesi, üzerine 4 metrelik kilaşı birimi geldikten sonra, bu kez de 18-19 metre kalınlık ile yeniden ortaya çıkmaktadır. Daha sonra 30 metrelik kilaşı birimi, onun da



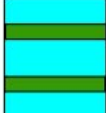
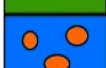
Şekil 4.1 Sondaj lokasyonlarını gösterir harita

BME - 54 Sondajı (ölçeksiz)			
X: 4351884 Y:691600 Z:719.54			
Metraj	Simge	Ana Litoloji	Litolojik Açıklamalar
0.00		Alüvyon	Kolay dağılan, kumsu, boz renkli parçalar
12.15		Kireçtaşı	Erime boşluklu kireçtaşı alta doğru killi yeşil killi birim
17.25			Kirli yeşil killi birim jips damarlı
27.50		Bor cevheri seviyeleri olan kilitaşları	Kirli yeşil renkli killi birim içinde yer yer ışınsal, tane ve yumru şekilli bor cevherleri
48.80			Kirli yeşil renkli killi birim içinde mikritik kireçtaşı ince seviyeler, yer yer dik konumlu jips damarları, 10 cm ile 100 cm arasında kalınlıkları olan bantlı, yumrulu bor cevheri seviyeleri
114.60			
137.50			Masif bor cevherleri (4 m'ye varan kalınlıklarda) aralarında killi birimler. Bor cevherlerinde yer yer örpiment-realgarlı saçınımlı damarcıklar
145.00		Kireçtaşı	Mikritik yer yer breşik kireçtaşı içinde killi birim bantları
156.10		Kumtaşı	Killi, kırıntılı kayaç parçaları içeren karbonat çimentolu kumtaşı
186.00		Kilitaşı	Killi, siltli birimler içinde yer yer kireçtaşı seviyeleri ve en altta bantlı bor cevherli seviyeler
204.50		Bor Cevheri	Realgar ve örpimentli seviyeler içeren kille karışık masif bor cevheri
208.75		Kilitaşı	Yer yer kırmızı damarlar içeren kırmızı birim
256.70		Bor Cevheri	Genellikle bantlı, yumrulu, taneli bor cevheri zonu içinde 1-2 m arası kalınlıklarda killi birimler
267.80		Kireçtaşı	Kireçtaşı içinde örpiment ve realgar boyamaları
278.00		Kilitaşı	Killi birim içinde 3 m kalınlıkta masif bor cevheri seviyesi
294.00		Tüf	Örpiment ve realgar boyalamalı, tüf aralarında yer yer bor cevherli ve killi birimler
302.30		Bor Cevheri	Masif bor cevheri zonu (aralarında yer yer 1 m kalınlığa varan killi birimler)
310.05		Tüf	Benekli bor cevheri içeren tüf
312.70		Bor Cevheri	Masif bor cevheri
321.20		Tüf	Yer yer killi birim arakatlı tüf
324.50		Tüf	Karbonat çimentolu yeşil renkli tüfler
380.00		Kireçtaşı	Kırıntılılar içeren boşluklu mikritik kireçtaşı

Şekil 4.2 BME-54 sondajı stratigrafik kolon kesiti

üzerine 11 metrelik kumtaşı ve sonra da 8-9 metrelik kireçtaşı birimleri sırasıyla yer almaktadır. Kireçtaşları üzerine 23 metre civarında bir kalınlığı olan yer yer masif bor mineralleri içeren cevherli zon gelmektedir. Onun da üzerinde toplam 87 metreye varan kalınlığı olan kıltaşı birimi içinde arakatkılar halinde borlu seviyelerle birlikte görülmektedir. Sonraki 10-12 metre jips damarları içeren kıltaşı birimidir. Bu birimin üzerine 3 metreye varan kalınlığa sahip boşluklu kireçtaşları gelmekte ve istif en üstteki 12 metrelik bir alüvyon zonu ile bitmektedir. Bu istifin alt kısımları , Özpeker (1969) istifinin Taban Kireçtaşlarına daha sonra üste doğru Kırmızı ve Boratlı serilerine uyum gösterir. En üst kısımda ise ince (3 metrelik ?) bir Örtü Kireçtaşı seviyesi var gibidir. Helvacı (1986) istifinin ise sırasıyla Alt kireçtaşı, Volkanitler (tuf ?), Kırmızı Birim ve Borat Zonu ile en üstte kireçtaşı izlenmesi nedeniyle Üst Kireçtaşı Birimine büyük benzerlikler sunar.

BME-5 sondajı yüzeyden (851.37m'den) başlayıp 270.40m aşağıya (580.97m'ye) yapılmıştır. Aşağıdan yukarı doğru istif incelendiğinde (Şekil 4.3), en altta yaklaşık 13 metre kalınlıkta silttaşı biriminin üzerine 16-17 metre kalınlığında organik madde(kömür) – kireçtaşı ve kıltaşı/silttaşı ardalanmalı bir birim gelmektedir. Bunun üzerinde, yaklaşık 25 kalınlıkta killi-siltli birimlerden oluşan ve içlerinde yer yer boşluklu kireçtaşları içeren bir birim yer almaktadır. Bu birim içinde, yer yer sarı renklerde ve bazen de çok küçük merccekikler şeklinde arsenli çözeltiler izlenmektedir. Üste doğru 73 metreye varan kalınlıkta karbonat çimentolu kumtaşları görülmektedir. Bundan sonra da 3 metreye yaklaşan bir kalınlığa sahip çörtlü kireçtaşı seviyesi gelmektedir. Yukarı doğru 3 metrelik kalınlıkta kumlu, siltli seviyeleri olan kıltaşı birimi görüldükten sonra, 68 metre civarında kalınlığı olan yer yer kırmızı renge boyanmış breşik ve boşluklu mikritik kireçtaşlarından oluşan bir seviye izlenmektedir. Sondajda 70. metre ile yüzey arasında kum ve kaba kum boyutlu kırıntılar içeren boz-bej renkli kıltaşı- marnlı birim bulunmaktadır. Bu istifin alt kısımları, Özpeker (1969) istifinin Kırmızı Seri'sine uyum gösterir. Boratlı Seri bulunmamakta ve en üst kısımda ise Örtü Kireçtaşı seviyesine benzerlik sunar. Helvacı 1986 istifinin ise Kırmızı Birim ve en üstte çörtlü kireçtaşı izlenmesi nedeniyle Üst

BME - 5 Sondajı (ölçeksiz)			
X: 4351884 Y:694566 Z:719.54			
Metraj	Simge	Ana Litoloji	Litolojik Açıklamalar
0.00		Kil Marn	Kum ve kaba kum boyutlu kırıntılar içeren boz, bej renkli killi marnlı birim
70.50		Kireçtaşı	Yer yer kırmızı boyalı breşik ve boşluklu mikritik kireçtaşı
138.30		Kil	Kumlu, siltli seviyeler içeren killi birim
141.30		Çörtlü Kireçtaşı	Çörtlü kireçtaşı
143.90		Kumtaşı	Karbonat çimentolu kumtaşları
216.50		Kiltaşı - Silttaşı	Yer yer arsenli çözeltilerin etkin olduğu killi-siltli birim içinde aralarında boşluklu kireçtaşı mercekleri
241.10	 	Kömür Kireçtaşı	Organik madde kireçtaşı-kil/silttaşı geçişi
257.60		Kiltaşı-Silttaşı ardalanması	
270.40		Silttaşı	Silttaşı

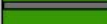
Şekil 4.3 BME-5 sondajı stratigrafik kolon kesiti

Kireçtaşı Birimine benzerlikler sunar. Bu sondajın yapıldığı yerin havzanın kenar kısmına düştüğü sanılmaktadır.

BME-3 sondajı yüzeyden (775.44m'den) başlayıp 352.40m aşağıya (423.04m'ye) yapılmıştır. Aşağıdan yukarı doğru istife bakıldığında (Şekil 4.4) en altta 35 metre civarında kalınlığı olan ve kirli yeşil-gri yer yer de bej renklerde kumlu-siltli-killi birimler izlenmektedir. Bunun üzerine 21-22 metre kalınlıkta örpiment-realgar türü arsenli minerallerin görüldüğü ışınal ve masif, özşekilli bor mineralleri içeren cevher zonu gelmektedir. Bu zonun üzerine doğru bor cevherlerinin giderek azaldığı ve jips mineralleri de içeren breşik mikritik kireçtaşları kömürlerle ardalanmalı olarak gelir. Bu birimin en üstü çörtlü kireçtaşları ile biter. Birimin toplam kalınlığı 176 metredir. Daha sonra 30 metre civarında bir kalınlığa sahip bazen arsenli çözeltilerin boyamalarının görüldüğü kıltaşı birimi izlenmektedir. En üstte ise 90 metrelik bir kalınlıkta kumtaşı arakatlı kıltaşı birimi yer almaktadır. Bu istifin alt kısımları , Özpeker 1969 istifinin Boratlı serilerine uyum gösterir. Üst kısımları ise çörtlü kireçtaşları ile Örtü Kireçtaşı seviyeni andırır. Helvacı 1986 istifinin ise Borat Zonu ile onu örten Üst Kireçtaşı Birimine çok benzemektedir.

BME-1 sondajı yüzeyden (730.36m'den) başlayıp 562.20m aşağıya (168.16m'ye) yapılmıştır. İstif aşağıdan yukarı doğru şöyle izlenmektedir (Şekil 4.5). Sondajın sonundan yukarı doğru 14 metre tüfit izlenmekte onun üzerine 2 metrelik kireçtaşı gelmektedir. Sonra 4 metrelik bor cevheri zonundan 2 metrelik kıltaşı-kömür ardalanmasına geçilmektedir. Bunun üzerine 18 metrelik bor cevheri zonu ve tekrar 9 metrelik kıltaşı-kömür ardalanmalı seviye yer almaktadır. 37 metrelik breşik görünümlü kireçtaşı ve 30 metrelik bor zonu üst üste geliyorken, bu 30 metrenin alttaki 26 metresi karbonatlı kayaçlar içinde iken son 4 metresi kıltaşları içindedir. Bunların üzerinde 11 metrelik tüf seviyesi ve sonra da 20 metrelik bor içeren killi seviye gelmektedir. 1.5 metrelik kil-tuz ardalanmasından 19 metrelik bor seviyesine geçilip bu kez 11 metrelik kil-tuz ardalanması izlenmektedir. Onları üzerine 48 metrelik bor cevheri içeren katman ve üstüne de 7 metrelik tüf katmanı gelmektedir. 1 metrelik ince bor cevheri seviyesinden sonra 23 metrelik kireçtaşı ve yeniden 17 metrelik bor cevheri seviyesi bulunmuştur. Üste doğru 12 metrelik kıltaşı-

kömür ardalanmalı birim ve yine 28 metre kalınlığında bor cevherli seviye görülmektedir. Daha sonra 4 metrelik breşik kireçtaşı, 5 metrelik bor cevheri ve yine 4 metrelik breşik kireçtaşı seviyeleri yer almaktadır. 14 metre kalınlıklı kıltaşı-silttaşı biriminin üzerine 4 metrelik kireçtaşı, 2 metre kalınlıklı bor cevheri ve de 8 metrelik kıltaşı birimleri izlenmektedir. Bunların üzerinde masif olmayan ama zon olarak tanımlanan 62 metrelik bor cevheri oluşumları görülmektedir. 6 metrelik kıltaşı-silttaşı seviyesi üzerine 14 metre civarındaki bir kalınlıkla tuf içeren seviye bulunmuştur. Daha üstte 15 metrelik bor ve 9 metrelik tuf oluşumlarından sonra bu kez 14 metrelik bor cevheri seviyesi yer almaktadır. Sonra üstte doğru 16 metre kalınlıklı volkanik kayaç ve 7 metrelik son bor seviyesi görülmekte üzerine ise 60 metrelik kıltaşı seviyesi gelmektedir. En üstte 5 metre kalınlıklı alüvyon seviyesi bulunmaktadır. Bu istifin alt kısımları , Özpeker 1969 istifinin Kırmızı Serisi ve sonra da Boratlı serilerine uyum gösterir. Üst kısımları Örtü kireçtaşlarını içermeyip doğrudan alüvyona girmektedir. Helvacı (1986) istifinin ise Kırmızı birimi ile Borat Zonu içindeki birimlere çok benzemektedir. Üste yine Üst Kireçtaşları birimi eksiktir ve alüvyon ile sonlanmaktadır.

BME - 3 Sondajı (ölçeksiz)			
X: 435000 Y:693629 Z:775.44			
Metraj	Simge	Ana Litoloji	Litolojik Açıklamalar
0.00		Kumtaşı arakatkılı Kil	Boz-bej renkli killi birim içinde yer yer Valvata sp. (Miyosen-Pliyosen gastropoda) fosili, çakıl boyutu tanelerine varan kumtaşı kesimleri
			
			
			
89.90		Kiltaşı	Killer içinde yer yer örpigment realgar boyamaları
			
120.90		Kireçtaşı	Mikritik kireçtaşı, yer yer çörtlü yer yer kırmızı renkli boyalamalar içerir. Boşluklu yapıda olup boşluk dolgusu olarak karbonat bulunmaktadır.
			
		Kömür - Kireçtaşı	Alt seviyelerde organik madde kireçtaşı geçişi
		Kireçtaşı - Bor cevheri	En alt seviyede arsenli bor mineralleri, jipsli breşik kireçtaşı geçişi
			
296.40		Bor cevheri	Bor cevherleri (alta doğru özşekilli cevherler gözlenmekte) İçlerinde arsenli örpigment ve realgar boyamaları içerirler.
			
317.30		Kumtaşı Silttaşı Kiltaşı	Gri-bej ve killi yeşil renkli kumlu - siltli - killi birimler
			
			
352.40			

Şekil 4.4 BME-3 sondajı stratigrafik kolon kesiti

BME - 1 Sondajı (ölçeksiz)			
X: 4349384 Y:691866 Z:730.36			
Metraj	Simge	Ana Litoloji	Litolojik Açıklamalar
0.00		Alüvyon	Toprak katmanları, kumlu birimler çakıllar (gevşek malzemeler)
5.00			
		Kiltaş	Yer yer sarı-turuncu renkli arsen boyalı
			Bazen jips damarlı
65.60		Bor cevheri	
72.00		Volkanik Kayaç	Killeşmiş serizitleşmiş volkanik kayaç
88.40		Bor cevheri	İleri derecede alterasyon
102.20			Killerle birlikte işinsal bor mineralleri, bazen örpigment eşlenikli
111.90		Tüf	Yeşil renkli, biraz killeşmiş tüf
126.05		Bor Cevheri	Killi birimlerle birlikte bor cevheri
140.00		Tüf	Litik Tüf
146.65		Kiltaş - Silttaş	Kiltaş-silttaş yeşil renkli birim
208.00		Bor Cevheri (killi birim içinde)	Yeşil renkli killi birim içinde işinsal ve taneseli bor cevherleri (yer yer arsen boyalı)
216.00		Kiltaş	Yeşil-bej renkli yer yer kum boyutlu bazen içlerinde jips damarlı killi birim
218.60		Bor Cevheri	Killi-siltli birim tarafından eşlenikli bor cevheri
222.40		Kireçtaş	Bor mineralleri de içeren kireçtaş
236.10		Kiltaş-Silttaş	Yer yer jipslerde içeren kumlu, killi, siltli birim
240.80		Breşik kçt	Tipik breşik görünümü kireçtaş
245.80		Bor Cevheri	Küçük yumrular şeklinde bor cevheri
249.50		Breşik kçt	Breşik dokuya killi kısımlarında eşlik ettiği kireçtaş
277.90		Bor Cevheri	Killi birim içerisinde arsenli damarcıkların eşlik ettiği bor mineralleri
289.40		Kiltaş-kömür arıdanması	Yer yer bor mineralleri içeren killi-kömürlü seviyelerin arıdanması
306.80		Bor Cevheri	Killi birim içerisinde yer yer azalan oranlarda bor cevheri
329.40		Kireçtaş	Üste doğru bor minerali, altında mikritik kireçtaş, en altta ise breşik zon
330.20		Bor Cevheri	İşinsal bor mineralleri
337.40		Tüf	Tüf
384.40		Bor Cevheri	Killi birimlerle eşlenikli bor cevheri
395.70		Kiltaş-Tuz Arıdanması	Tuzlar arasında gri-bej renkli bantlı killi birimler
414.00		Bor Cevheri	Kahverengi renkli küçük işinsal bor mineralleri
415.60		Kiltaş + Tuz	Tuzlar arasında gri-bej renkli bantlı killi birimler
435.00		Bor Cevheri	Yer yer killi birim ara katlı bor cevheri
446.60		Tüf (borlu)	Tüf içinde bor mineralleri
450.60		Bor	Killi birim içinde bor cevheri
476.20		Cevheri	Yer yer karbonatlı birim içinde bor cevheri
513.40		Kireçtaş (breşik)	Yer yer breşik doku çok tipik gözlenen kireçtaş
522.00		Kiltaş - Kömür	Kil ve kömür arıdanması
540.00		Bor Cevheri	Killi birim içinde bor cevheri
542.00		Kiltaş - Kömür	Killi, siltli, kloritli, kömürlü arıdanma
546.20		Bor Cevheri	20-30 cm kalınlıklı bantlar halinde bor cevheri
548.70		Kireçtaş	Arsenli boyamalar içeren kireçtaş
562.20		Tüfit	Kireçtaş, volkanik kayaç parçaları içeren, çimentosu karbonat olan tüfit

Şekil 4.5 BME-1 sondajı stratigrafik kolon kesiti

Her sondaja ait istifler oluşturulduktan sonra cevher kesilen sondajlar ağırlıklı olmak üzere sondajlar arasında toplam 4 adet kesit hattına istifler yerleştirilmiştir. Jeolojik kesit çizilememesinin nedeni sondajlar arasındaki uzaklıkların 1800-2700 m arasında değişen çok uzun mesafeler bulunmasından dolayıdır.

5. EMET BOR YATAKLARININ MİNERALOJİSİ ve PETROGRAFİSİ

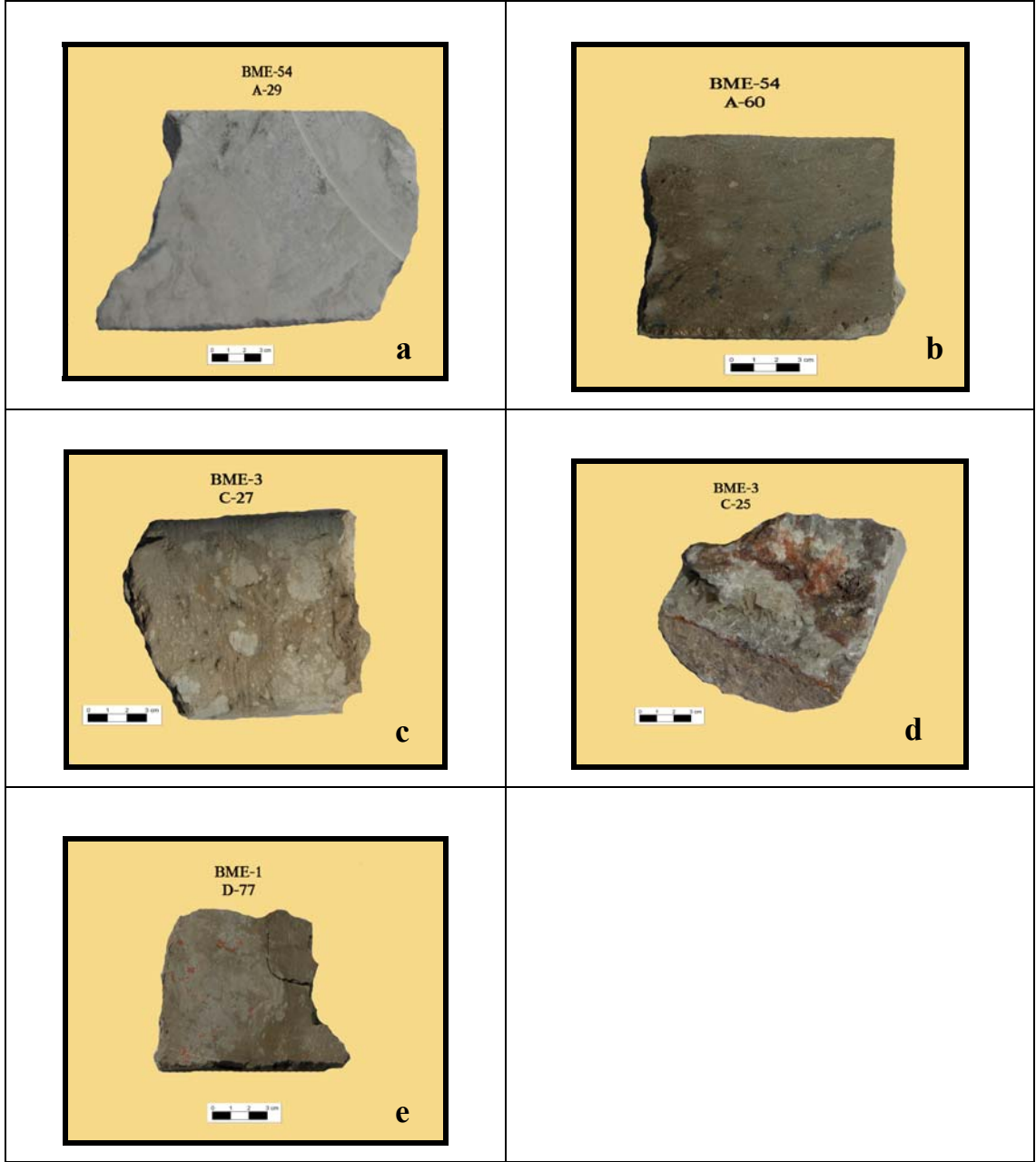
5.1 Emet Bor Yataklarının Mineralojisi

Emet Doğanlar köyü doğusunda yapılan sondajların istifleri bir önceki bölümde verilmişti. Alınan karotlardan elde edilen istif, Helvacı 1986 istifinin genellikle “Kırmızı Birim”, “Borat Zonu” ve “Üst Kireçtaşları” içindeki birimlerle benzerlik sunarlar. Bu nedenle aşağıdaki mineralojik ve petrografik incelemeler bu zon adları altında anlatılacaktır. Sondajlardan oluşturulan istiflere bakıldığında birimlerin tekrarlamaları olduğu görülmektedir. İstiflerin en altındaki birimlerden yukarı doğru sırayla kayalar ve mineralojileri anlatılacaksa da bazen sıralamadan sapmalar kaçınılmaz olarak oluşmaktadır.

5.1.1 Kırmızı Birim ve Borat Zonu

Kırmızı birim ve Borat zonu sedimanları borat mineralleri de içerebilen kireçtaşları, tüf-tüfit ve kıltaşı/silttaşı ve kumtaşı ile kıltaşı-kömür ardalanmalarından ile bor cevheri zonlarından oluşur.

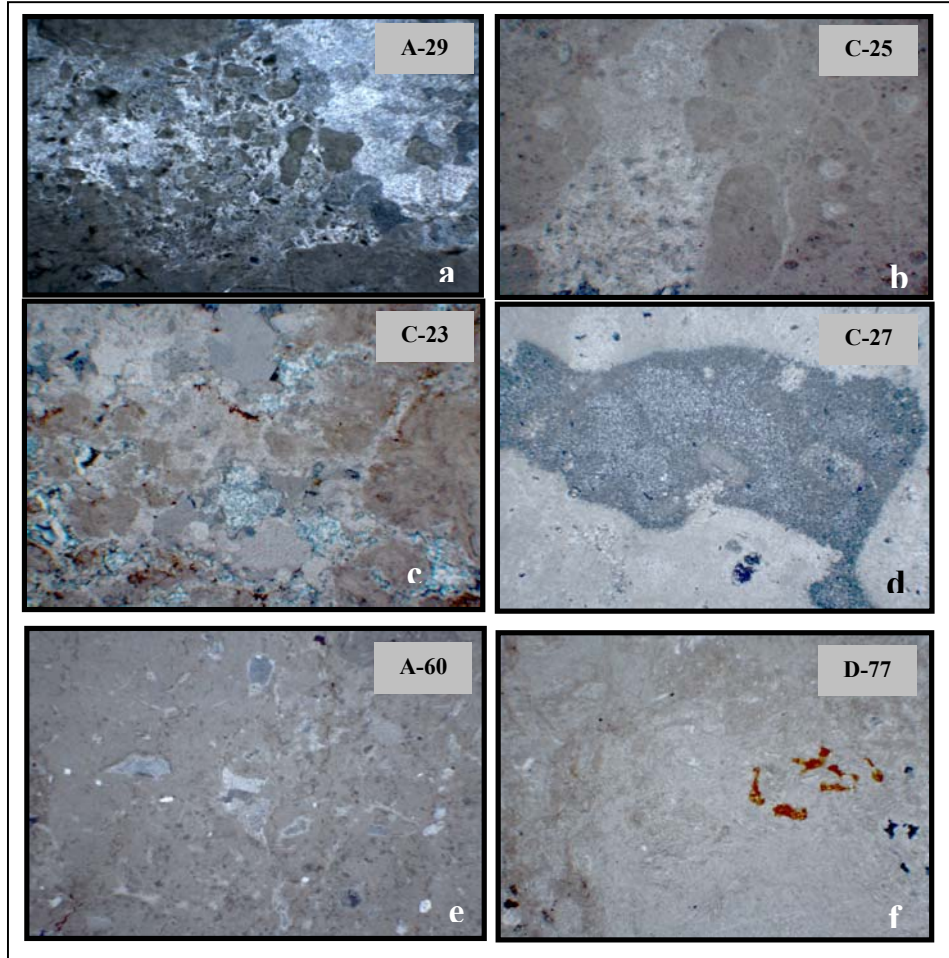
Kireçtaşları : Bej-açık sütlü kahve renkli bu karbonat kayalar, genellikle ince, çok ince taneli mikritik kireçtaşlarından meydana gelir (Şekil 5.1.a). Kireçtaşları borat zonu içinde bor cevher zonlarının altında ve üstünde olmak üzere 2-4 metre arasında ince katmanlar sunarken bazen 23 metreye varan kalınlıklarda da izlenmektedir(Şekil 4.2 ve 4.5) Kireçtaşları yer yer breşik, yer yer de boşlukludur. Kayaçta erime boşlukları da izlenmektedir. Breşik kireçtaşı parçalarının arasında genç ve iri kalsitler yer alırken boşluklu kireçtaşlarının boşlukları bazen boş-yarı boş kalmış, bazen de genç ve iri kalsitlerle ve/veya ince taneli kalsedonik kuvarslarla doldurulmuştur(Şekil 5.1.b,c,d). Kireçtaşlarında (breşik olanları dahil) bor mineralleri ile birlikte bulunanları (şekli ilerde Bor Cevheri Zonları bölümünde verilecektir) ve boşluklarında arsenli çözeltilerin de birikmiş olanları da gözlenmiştir (Şekil 5.1.e).



Şekil 5.1 Kireçtaşlarının el örneğinde görünüşleri (örnek numaraları resmin üzerindedir)

a) ince taneli mikritik kireçtaşı, b) boşluklu kireçtaşı, c) Breşik kireçtaşı breş parçaları daha sonra çözeltiyle çözülmüş araları karbonat minerallerince doldurulmuş, d) Kireçtaşının çatlağını dolduran iri taneli, özşekli kalsitler, e) Kireçtaşı gelen çözeltiyle çözülmüş ve içlerini yer yer realgar-örpigment gibi arsenli mineraller doldurmuş

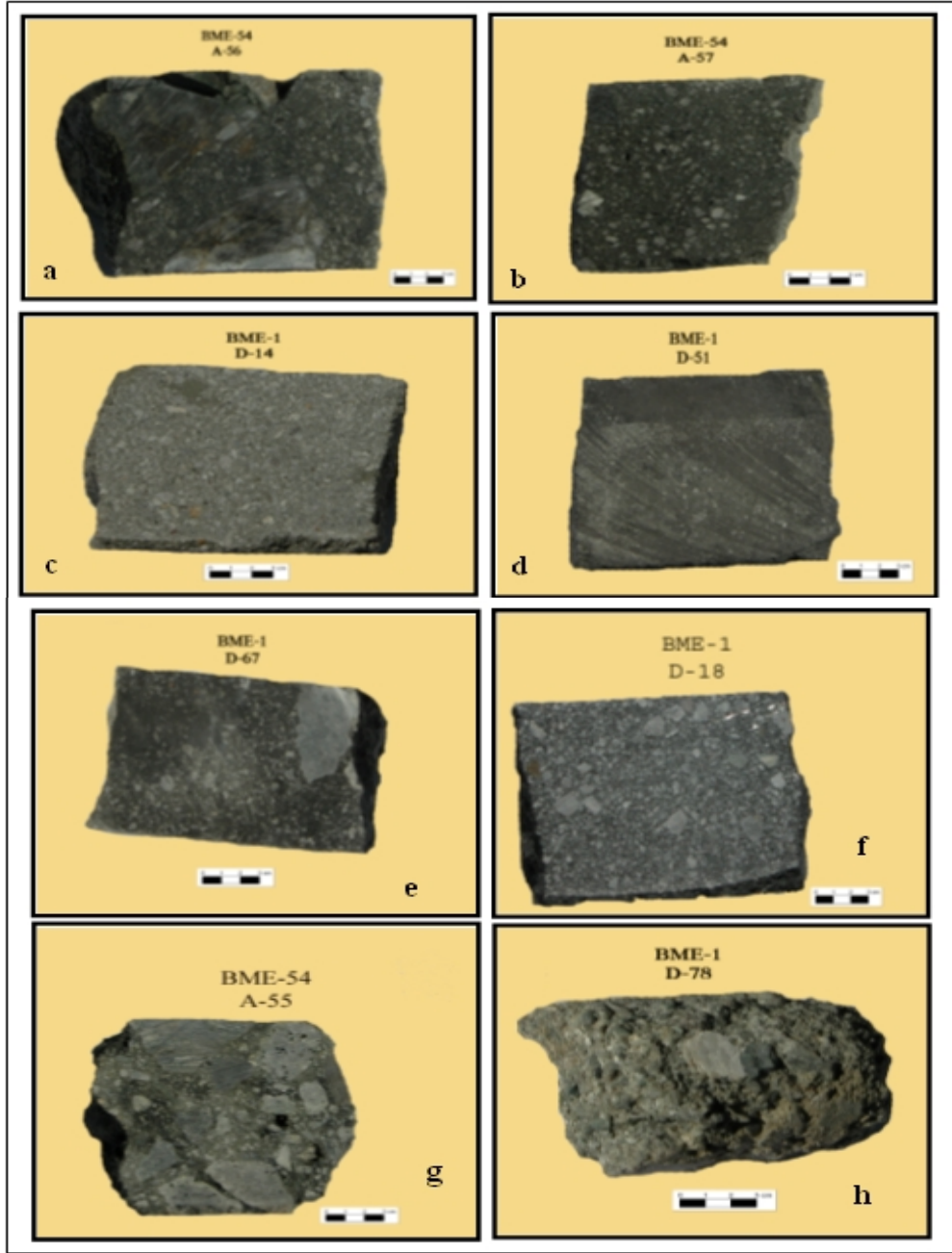
El örneklerinde görülen özellikler mikroskopik çalışmalarda doğrulanmıştır. Breşik kireçtaşları içinde erime boşluklarına genç karbonat ve kuvars dolguları girmiştir (Şekil 5.2.a,b,c,d). Kireçtaşları içinde bazen kuvars ve feldispatlardan oluşan kırıntılara da rastlanmaktadır (Şekil 5.2.e). İncekesitte kireçtaşları içinde yer yer arsenikli çözeltilerin boyamaları görülmektedir (Şekil 5.2.f).



Şekil 5.2 Kireçtaşlarında incekesit çalışmaları ile belirlenen özellikleri. (Örnek numaraları resmin üzerindedir)

a) ve b) breşik ve erime boşluklu kireçtaşları içinde boşluklarda izlenen genç karbonat dolguları c) Kireçtaşları içindeki genç karbonat ve silis dolguları, d) Kireçtaşı içinde çört ve onun içinde de karbonatlar (Tüm resimler çift nikolde ve 40 büyütme ile çekilmiştir)

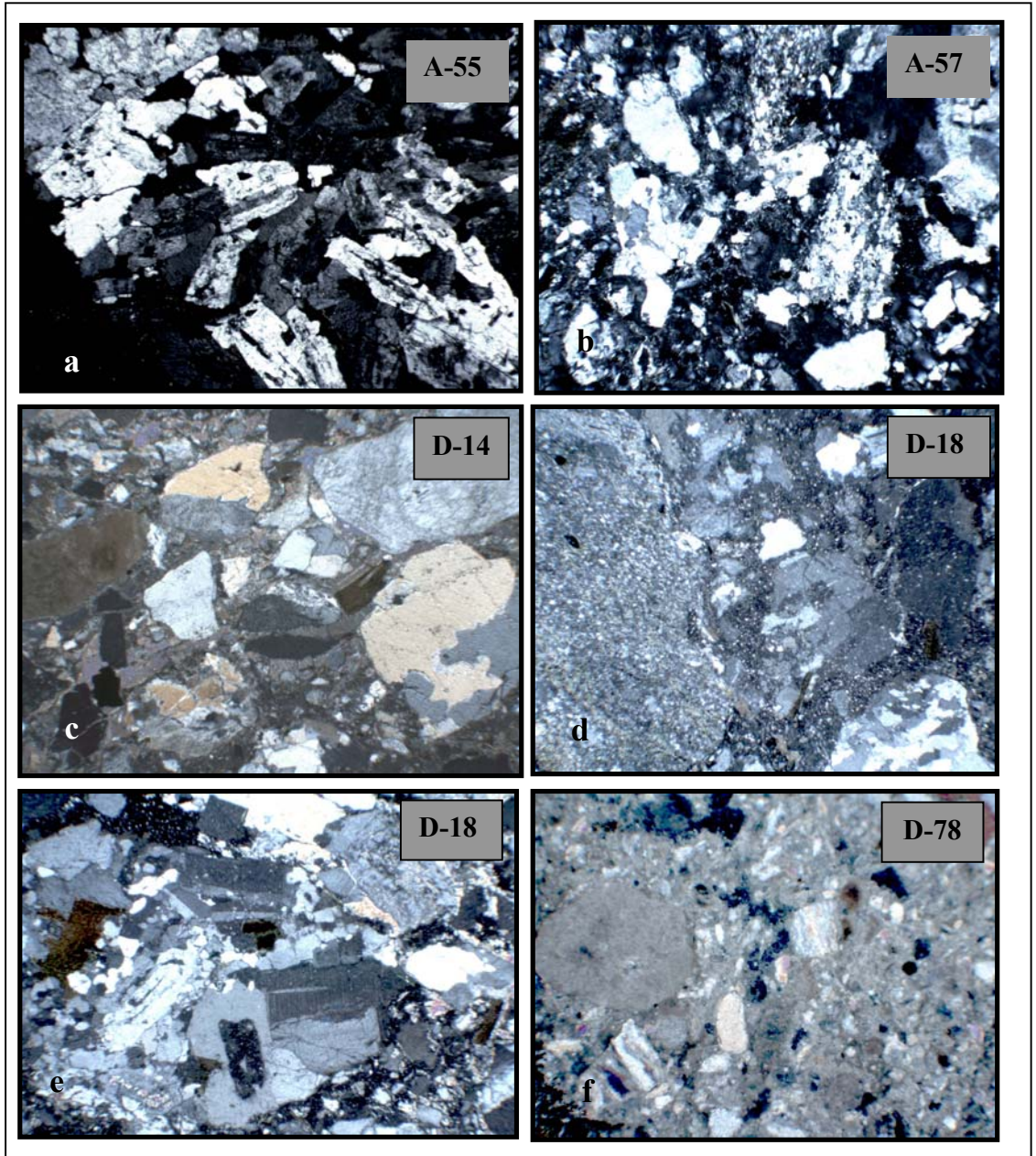
Tüf ve Tüfitler : Tüfler el örneklerinde taze iken yeşilimsi-gri renklerde, altere olduklarında da bozlaşmış ve dağılğan özellikleri ve içlerindeki farklı büyüklüklerdeki mineral ve kayaç taneleri ve onları saran çok ince taneli veya afanitik-volkan camından oluşan hamurları ile kendilerini hemen belli ederler (Şekil 5.3.a,b,c,d,e). Bu durumda incelenen tüfler litik tüf karakterindedir (Şekil 5.3.f,g). Tüfitler ise yine farklı tane boylu ve farklı türdeki mineral ve volkanik ve detritik kayaç parçacıkları içermektedir (Şekil 5.3.h). Tüf ve tüfitlerin kalınlıkları birkaç metre ile 14 metre arasında değişmektedir (Şekil 4.2 ve 4.5). Tüf seviyeleri bor cevherlerinin hem altında hem de üstünde yer alırlar. Bor cevherleri ile geçişler sundukları gibi killi seviyelerle de iç içe ve ardalanmalı olarak bulunurlar.



Şekil 5.3: Tüf ve tüfitlerin el örneğindeki görünüşleri (Örnek numaraları resmin üzerindedir)

a), b), c), d) ve e) Tüflerde 3-4cm'ye varan kayaç parçacıkları ve arasındaki volkanik hamur f) ve g) karbonatlı kayaç parçaları içeren litik tüfler, h) Detritik kayaçlar içeren tüfit

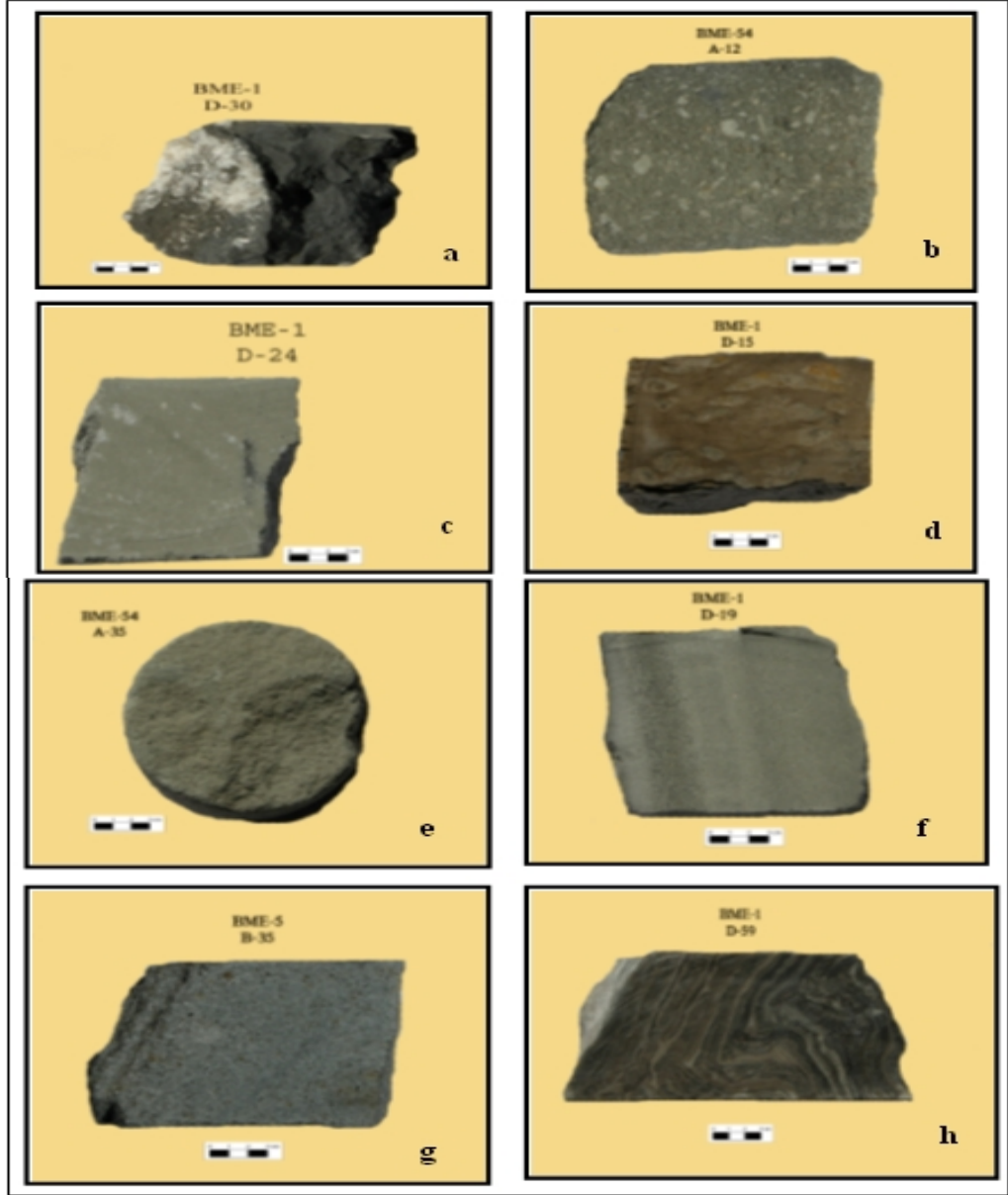
Tüf ve tüfitlerde belirlenebilen kayaç türleri magmatik (derinlik) kayaç parçaları, metamorfik kayaç parçaları, iri kenetli kuvars parçaları (olasılıkla derinlik kayacının parçaları) olarak verilebilir (Şekil 5.4.a,b,c,d). Tüflerde izlenen minerallere gelince kuvars, K-feldispat, plajiyoklaz, biyotit, amfibol mineralleri (hornblend) gözlenir (Şekil 5.4.e). Tüflerde ayrıca boşluklarında bor mineralleri de yer almaktadır. Bu özellik Bor Cevheri Zonları bölümünde ayrıntılı olarak verilecektir. Tüfitlerde ayrıca yuvarlaklaşmış kireçtaşı detritik kayaç parçaları da izlenmektedir (Şekil 5.4.f). Kuvars taneleri 500 mikron civarındadır. Plajiyoklazlarda zonlu ve polisentetik ikizlenmeler vardır. Biyotitler yer yer kloritleşmiş yer yer de muskovitleşmiştir. Hornblendlerde opaklaşmalar da izlenmektedir. Hamurda çok ince taneli mineraller ve volkan camı izlenmekte, alterasyona uğrayan örneklerde hamur killeştiği görülmektedir.



Şekil 5.4 Tüfler ve tüfitin incekesit görüntüleri (Örnek numaraları resmin üzerindedir)

a) Tüf içinde magmatik kayaç parçası, b) ve c) Tüf içinde değişik kayaç parçaları, d) ve e) Litik tüf (Tüm resimler çift nikolde ve 40 büyütme ile çekilmiştir) f) Karbonatlı detritik parçalar içeren tüfit. (Tüm resimler çift nikolde ve 40 büyütme ile çekilmiştir)

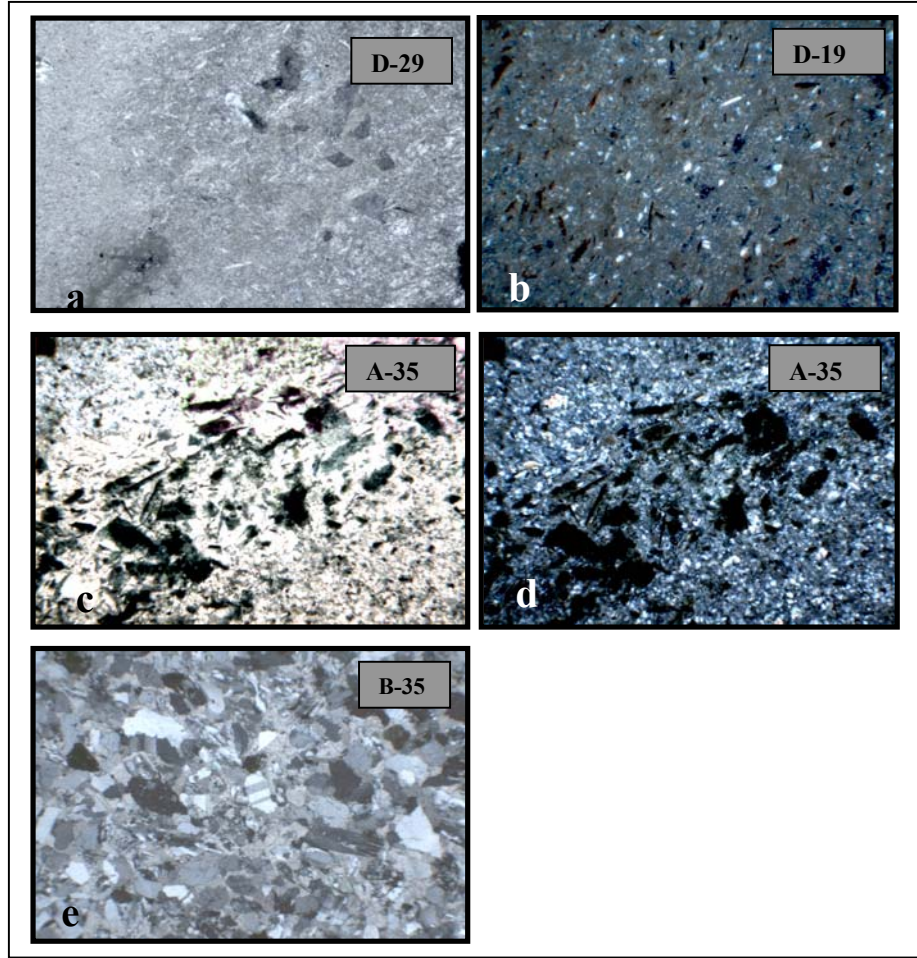
Kiltaşı/Silttaşı-Kumtaşı : Kiltaşları el örneklerinde kirli yeşil ve açık sütlü kahve renklerde izlenirler ve içlerinde çeşitli boyutlarda benekcikler ve damarlar şeklinde bor mineralleri vardır (Şekil 5.5.a,b,c,d). Çok ince tanelidirler. Silttaşları ise el örneklerinde dikkatli bakıldığında taneleri ve özellikle de muskovitlerinin parlak olmasıyla tanınırlar. Renkleri yeşildir. Kumtaşlarına gelince, grimtrak renkteki bu kayaçta artık kum boyutundaki taneler rahatlıkla görülmektedir (Şekil 5.5.e,f). Kumtaşları bazen karbonat çimento ile çimentolanırken kiltaşlarında borlarla ar dalanma ve kıvrımlanmalar gözlenmektedir (Şekil 5.5.g,h). Sondajlarda bu birimler birkaç metre kalınlıktan 60 metreye çıkan kalınlıklara kadar katman kalınlıkları vardır (Şekil 4.2, 4.4 ve 4.5). Kıl minerallerinin türlerini belirlemek üzere XRD çalışmaları yapılmış ve veriler ve sonuçlar bir sonraki bölümde sunulmuştur.



Şekil 5.5 Kiltası, silttaşı ve kumtaşı el örneği görünümüleri (Örnek numaraları resmin üzerindedir)

a) Kirli yeşil kiltası örneğin sol tarafında bor damarı izlenmektedir., b) ve c) Kirli yeşil renkli kiltaları içinde beyazımsı benekler halinde bor mineralleri d) Açık sütlü kahverenkli kiltası içinde göze benzer yapılarda bor minerali yığılımları e) Silttaşı-kumtaşı arası kayaç, grimtrak renkli f)Kumtaşı-silttaşı ardalanması, grimtrak renkte, g) Karbonat çimentolu kumtaşı, h) kiltası ile bor mineralleri kıvrımlı yapıda

Mikroskopik çalışmalarda kiltatşları ve silttatşları içinde jips mineralleri görülmektedir (şekil 5.6.a). Bor mineralleri ile kil mineralleri birliktelik ve eşitlilikleri Bor Cevheri Zonları bölümünde verilmiştir. Silttatşı birimi içinde taneler ufaktır ama mikroskopta bir parça olsun tanınırlar (şekil 5.6.b). Silttatşları içinde kloritli kısımlarda saptanmıştır (şekil 5.6.c,d). Kumtatşlarının bazen karbonatlarca imentolandığı da belirlenmiştir (şekil 5.6.e).



şekil 5.6 Kiltatşları, silttatşları ve kumtatşlarının incekesit görüntüleri (rnek numaraları resmin üzerindedir)

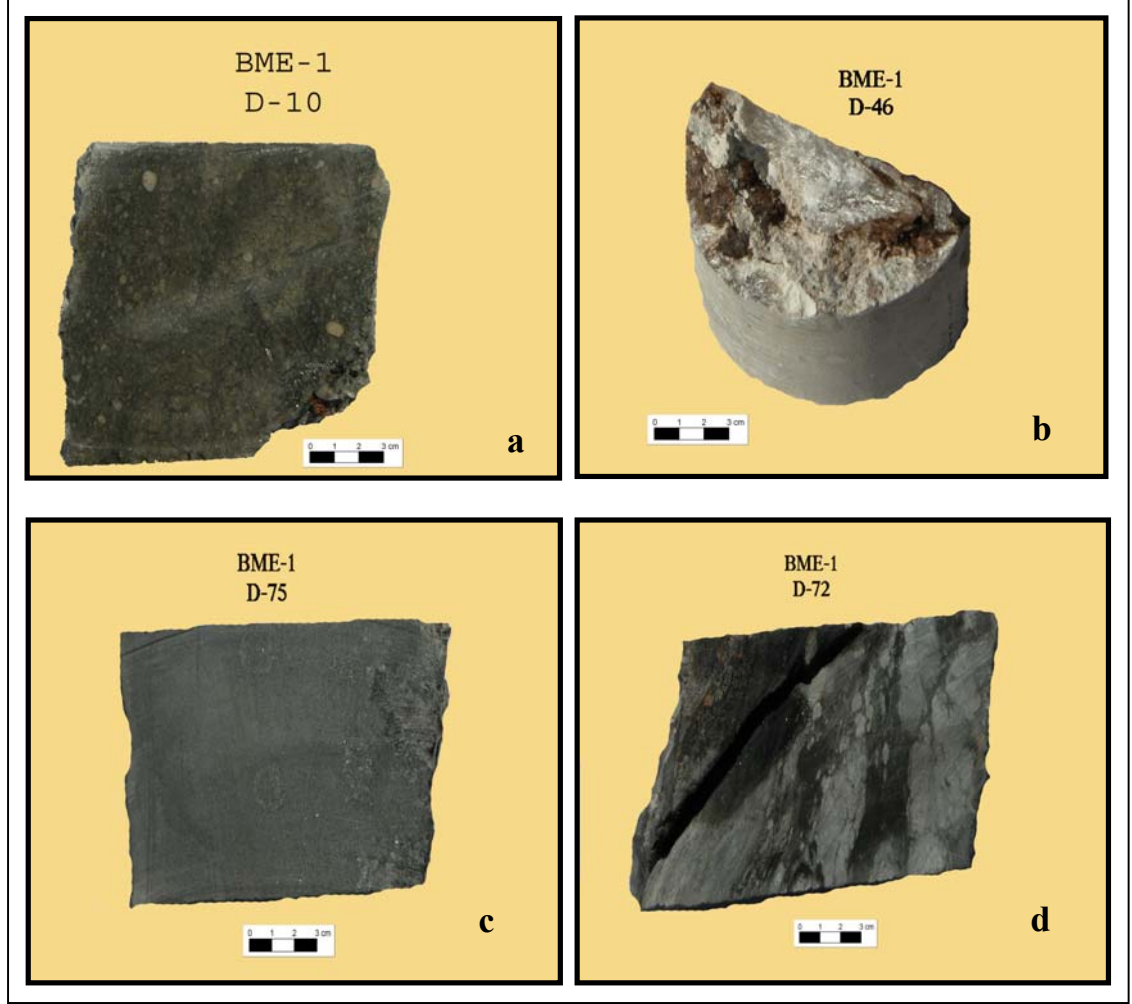
a) Kiltatşı içindeki jips mineralleri (ift nikol, 40 büyütme) b) Silttatşı (ift nikol, 40 büyütme), c) Silttatşı içinde kloritler (ift nikol, 40 büyütme), d) c'deki görüntü çift nikolde, e) Karbonat imentolu kumtatşı (ift nikol, 40 büyütme)

Kiltaşı-Kömür Ardalanması: Borat zonu içinde birkaç metre ile 9 metre arasında kalınlıklarda izlenmektedirler (Şekil 4.5). Birkaç santimetrelik ince ardalanmalar sunmaktadır (Şekil 5.7). İçlerinde ince kılcak bor iğnecikleri de izlenir (Bor Cevheri Zonları bölümü).



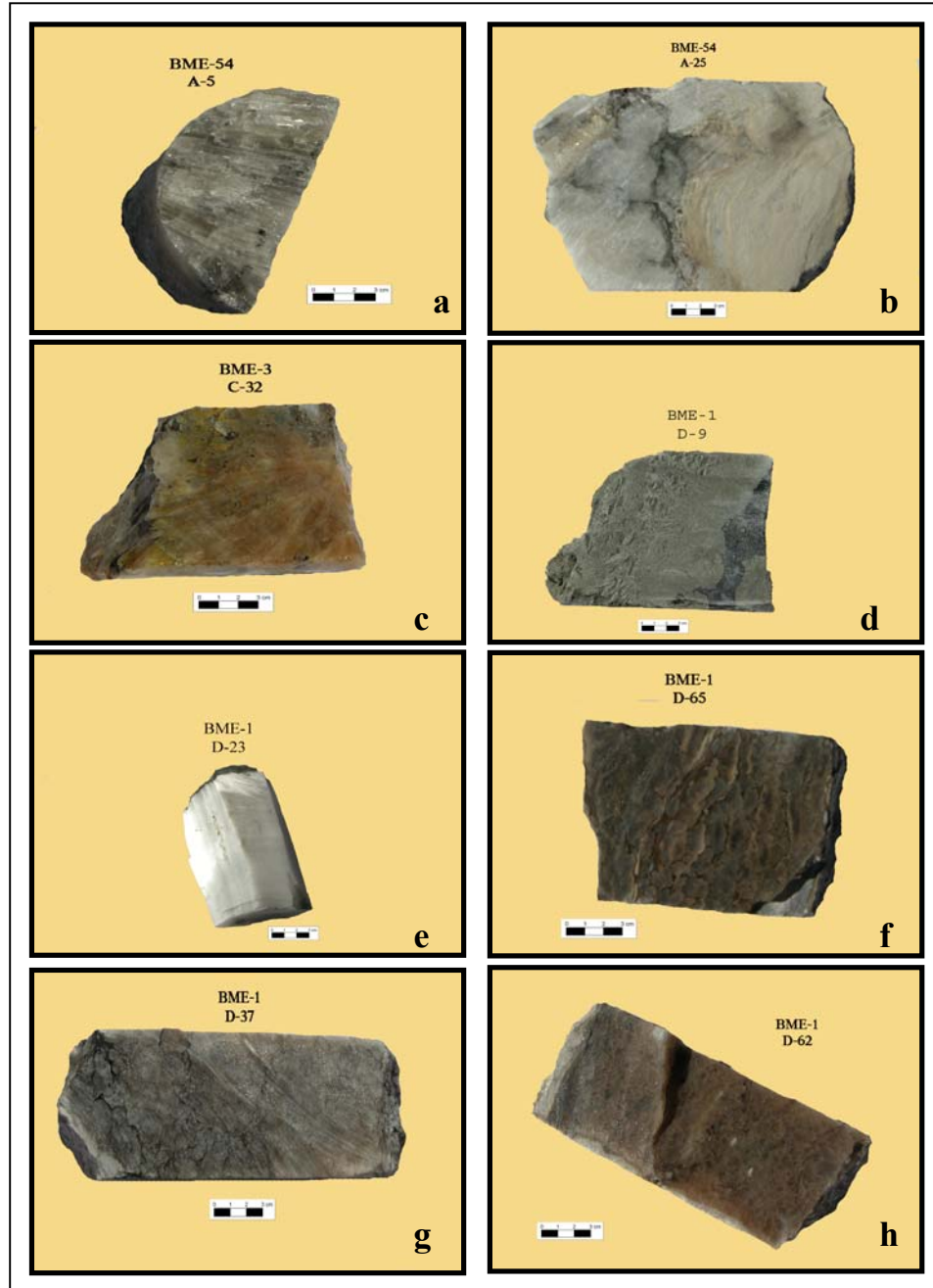
Şekil 5.7 Kilttaşları ile kömürlerin ardalanmasının el örneğindeki görünümü (Örnek numarası resmin üzerindedir)

Bor cevheri zonları: Borat zonu içinde kalınlıkları santimetreden 48 metrelere kadar varan kalınlıklara sahiptirler (Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5). Bor cevherleri; tüfler, kireçtaşları, kilsilttaşları ve killi-kömürlü katmanlar içinde izlenmektedirler (Şekil 5.8.a,b,c,d aynı zamanda Şekil 5.5.a,b,c,d). Bor mineralleri ışınal, yumrusal, kristalli, masif, katmansı ve benekli oluşumlar sunarlar (Şekil 5.9.a,b,c,d,e,f,g,h, aynı zamanda Şekil 5.5.b,c,d). Birbirini kesen farklı jenerasyonları da görülmektedir (Şekil 5.10.a,b). Bor mineralleri, aynı zamanda sarı ve turuncu renkli realgar ve örpigment mineralleri ile kesilmiş ve boyanmışlardır (Şekil 5.11.a,b).



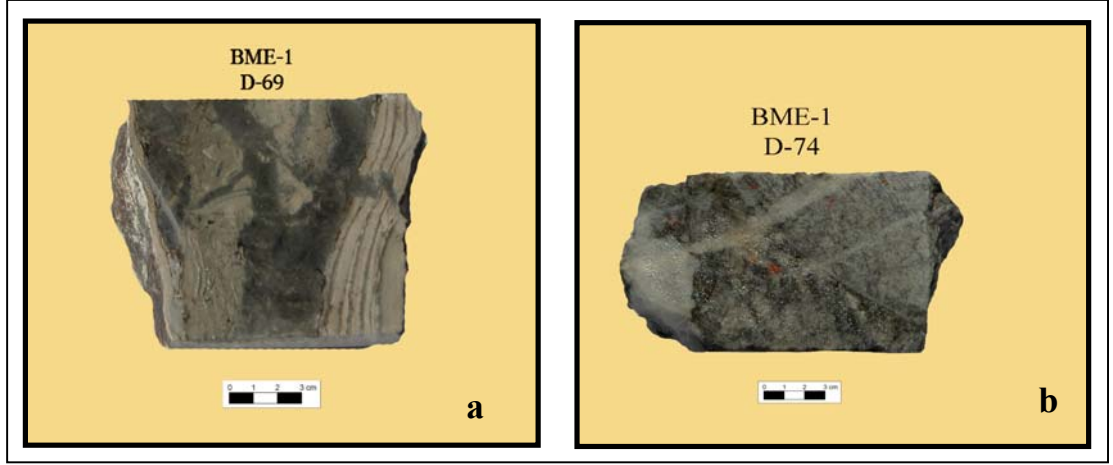
Şekil 5.8 Bor mineralleri içeren kayaçların el örneği görünümleri (Örnek numaraları resmin üzerindedir)

- a) Tüf içinde bor mineralleri, b) Kireçtaşı içindeki bor mineralleri, c) Kiltası içindeki bor mineralleri, d) Kiltası-kömür aralanmasındaki bor mineralleri



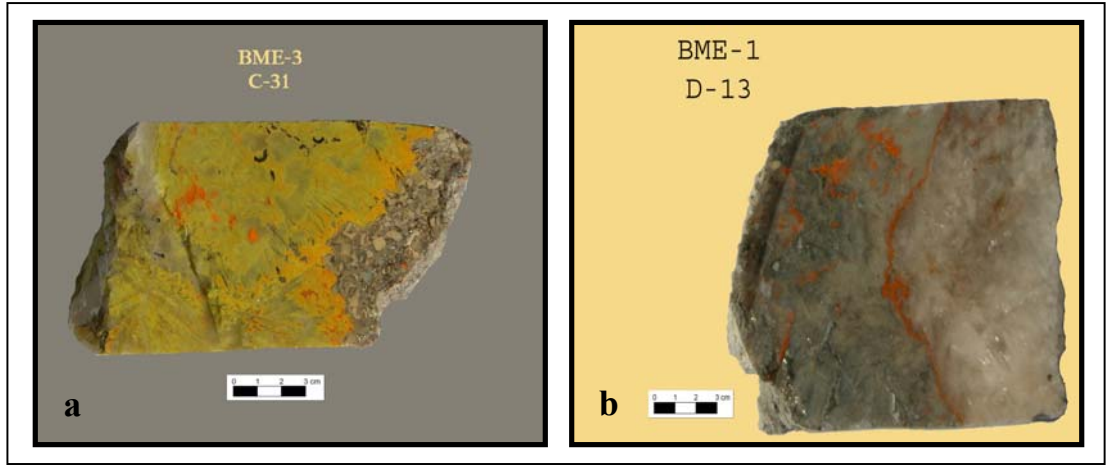
Şekil 5.9 Bor minerallerinin şekilleri (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

a) Işınsal, b) ve c) Yumrusal, d) Kristalli, e) Masif, f) Katmansı, f) ve h) Benekli oluşumlar



Şekil 5.10 Bor içeren el örnekleri (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

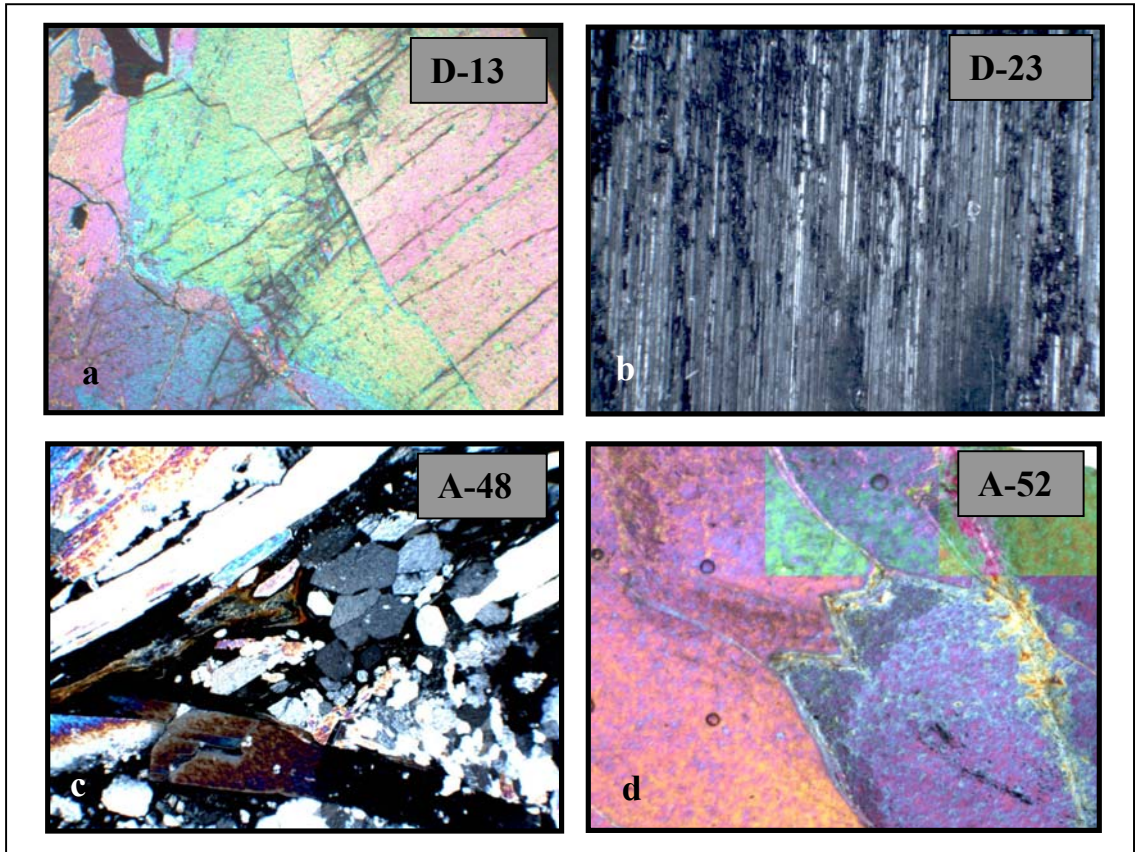
a) ve b) Birbirini kesen farklı bor jenerasyonları



Şekil 5.11 Bor mineralleri içeren el örnekleri (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

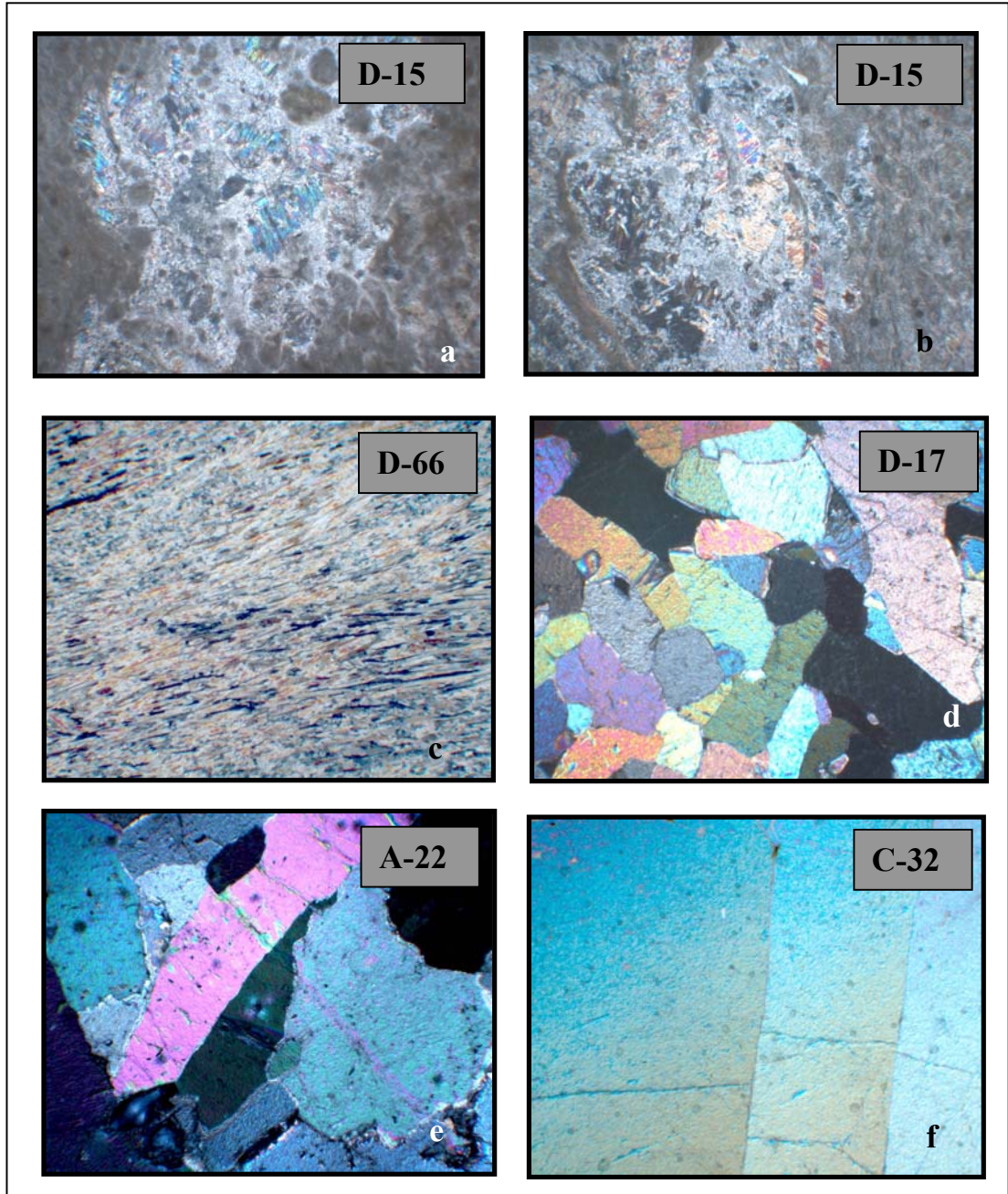
a) ve b) Sarı ve turuncu renkli realgar ve örpigment mineralleri ile kesilmiş ve boyanmış bor mineralleri

Mineralojik incelemelerde bor mineralleri çeşitli özelliklerine göre ele alınacaktır. Bor minerali türü olarak XRD çalışmalarına göre kolemanit, uleksit ve probertit saptanmıştır. Kolemanitler bundan sonraki kesitlerde sık sık görülecekse de bu minerallerin incekesitteki görünüşleri kıyaslamak için verilmiş ve probertit ve uleksitlerle birlikte Şekil 5.12.a,b,c,d'de sunulmuştur. Bor minerali oluşumlarının boyutlarına gelince, oluşum halindeki bor minerallerinden ince taneli, orta taneli, iri taneli ve çok iri tanelilerine kadar geniş bir yelpaze sunarlar (Şekil 5.13.a,b,c,d,e,f).



Şekil 5.12 Bor minerallerin türlerinin incekesitteki görünüşleri (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

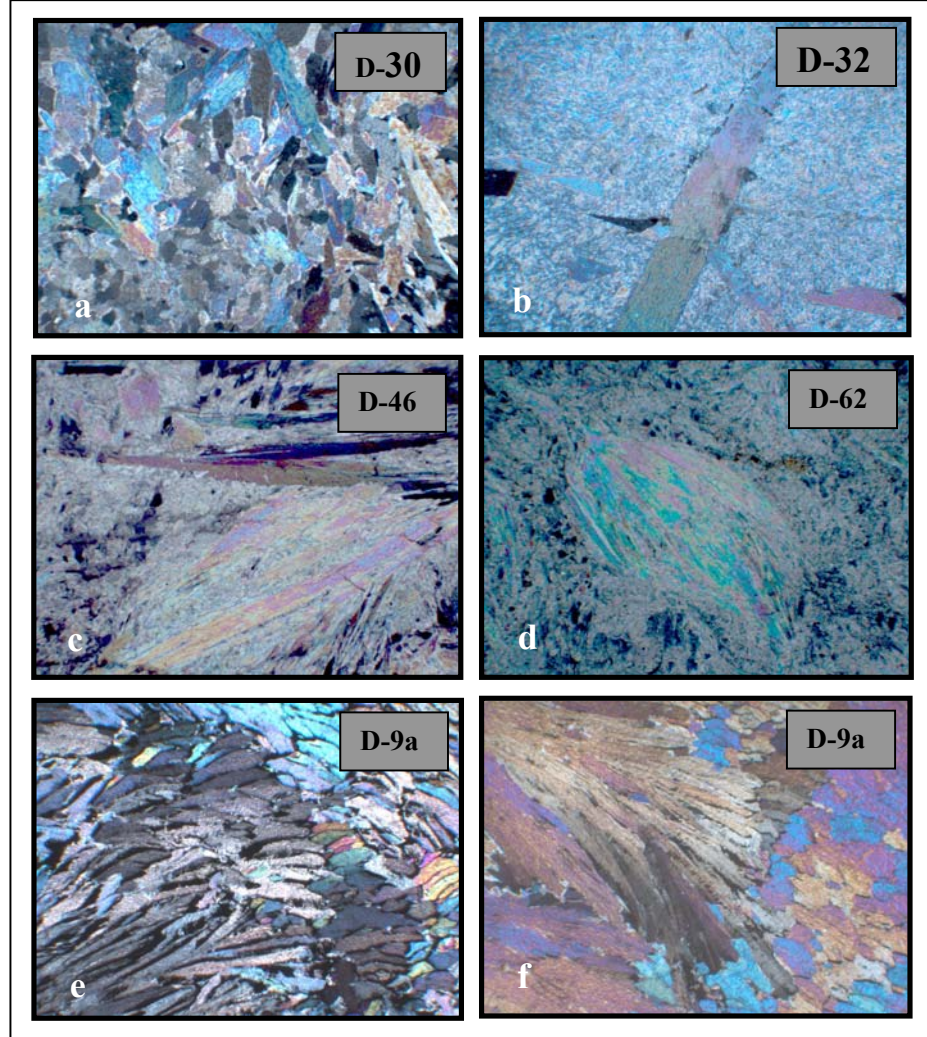
a) Kolemanit, b) Uleksit (lifsi), c) ve d) Probertit. Son resimdeki probertitlerde palisade fabriği (kristallerin zonlu büyümeleri) görülmektedir



Şekil 5.13 Bor minerali oluşumlarının boyutlarının incekesitteki görünümleri (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

a) ve b) Oluşum halindeki bor mineralleri c) İnce uzun taneli, d) Orta taneli(yarı özşekilli), e) İri taneli (yarı öz- öz şekilli), f) Çok iri taneli

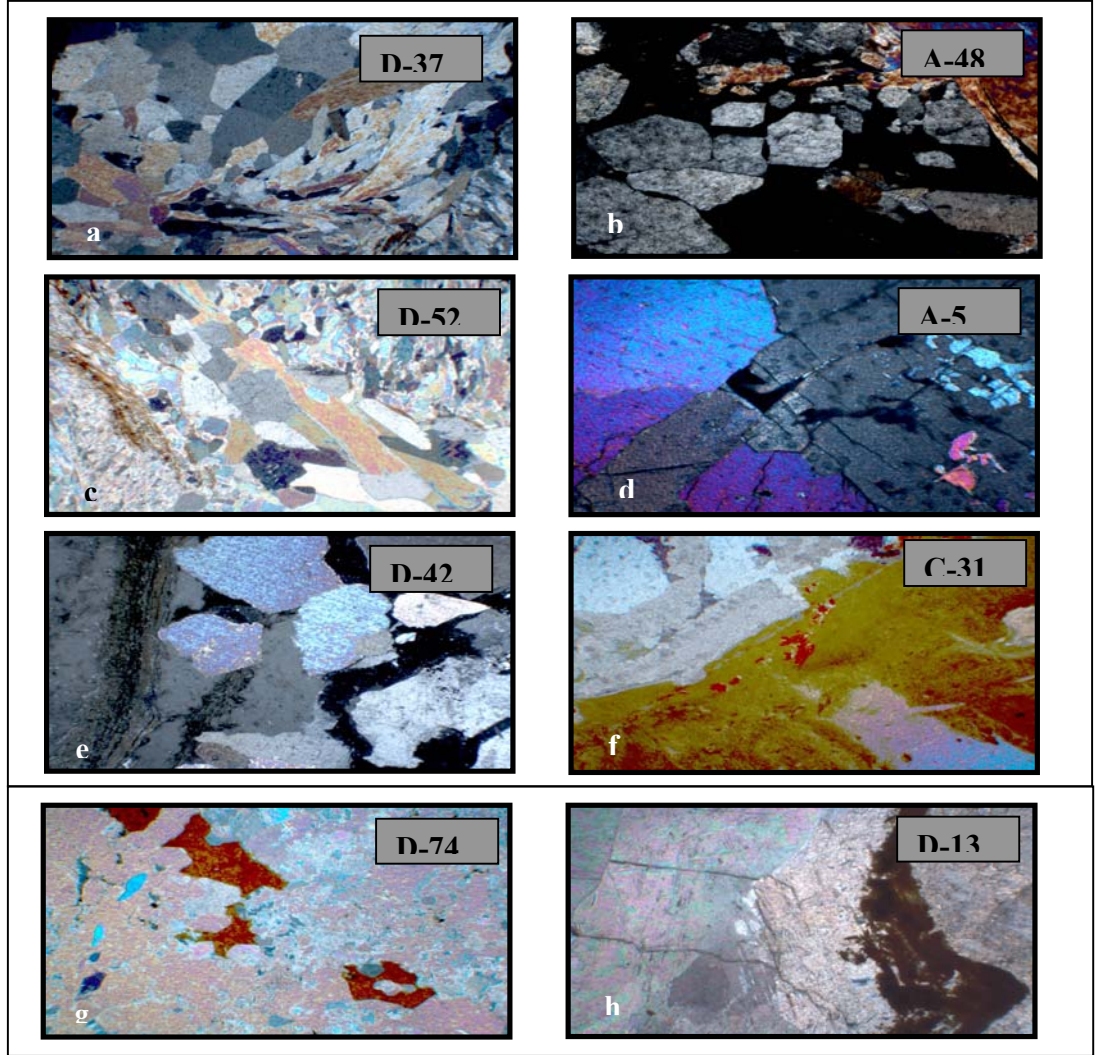
Bor minerallerinin şekillerine baktığımızda yarı öz şekilli olanlarının (Şekil 5.13.d,e ve Şekil 5.14.a) yanı sıra lifsi, ışınsal ve yelpaze şekilli olanlarında oldukça yaygın olduğu görülmektedir (Şekil 5.14.b,c,d,e,f).



Şekil 5.14 Bor minerallerinin tane büyüklüğü ve şekilleri (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

a) Yarı öz şekilli, b) Lifsi ve özşekilli, c) ve d) Işınsal, e) ve f) Yelpaze şekilli. Yelpaze şekilli olanların en uçlarında opak mineraller kapanım halinde (Tüm resimler çift nikolde ve 40 büyütmede çekilmiştir)

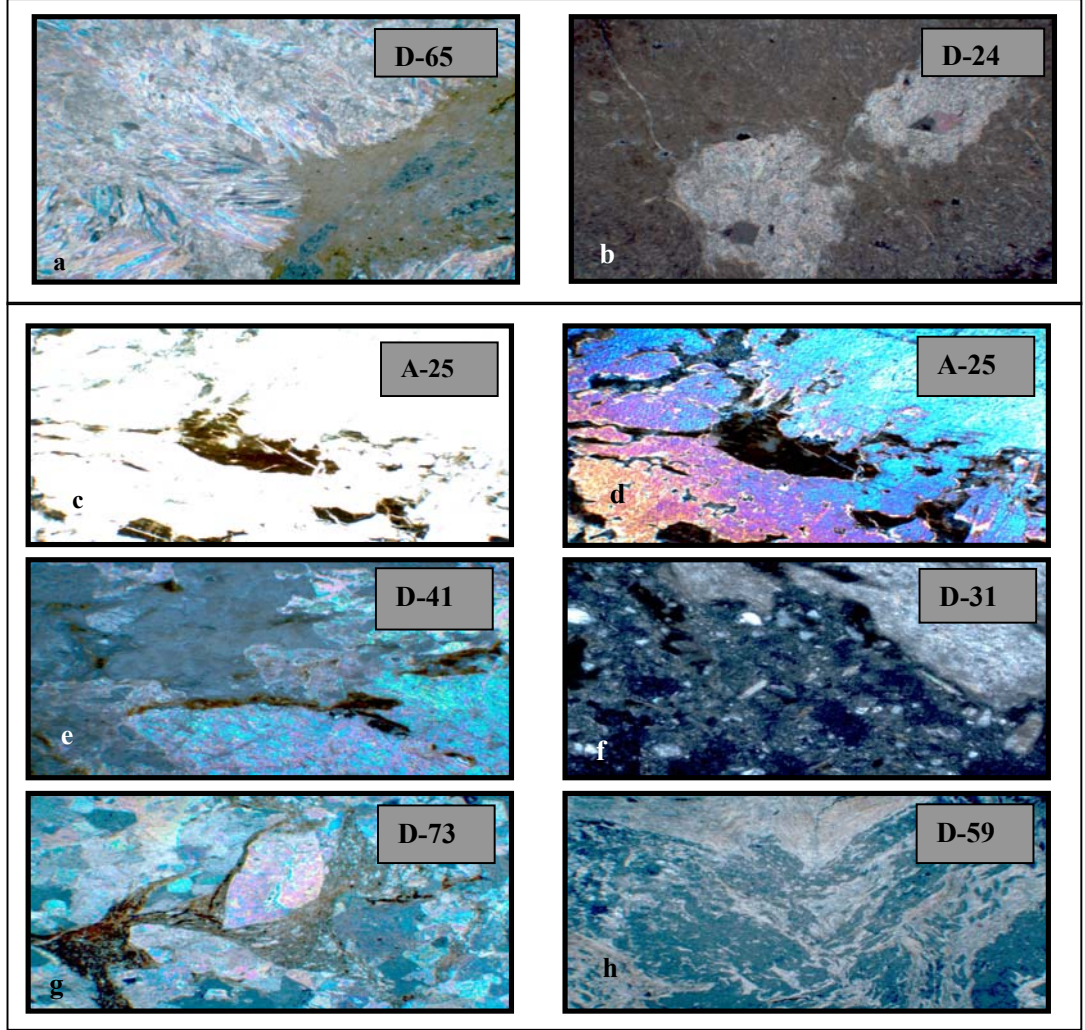
Bor minerallerini bazen de jips, karbonat, organik madde (kömür), opak mineraller ve arsenli minerallerle birlikte görmekte olasıdır (Şekil 5.15.a,b,c,d,e,f,g,h).



Şekil 5.15 Bor minerallerinin birlikte bulunduğu mineraller (incekesitte) (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

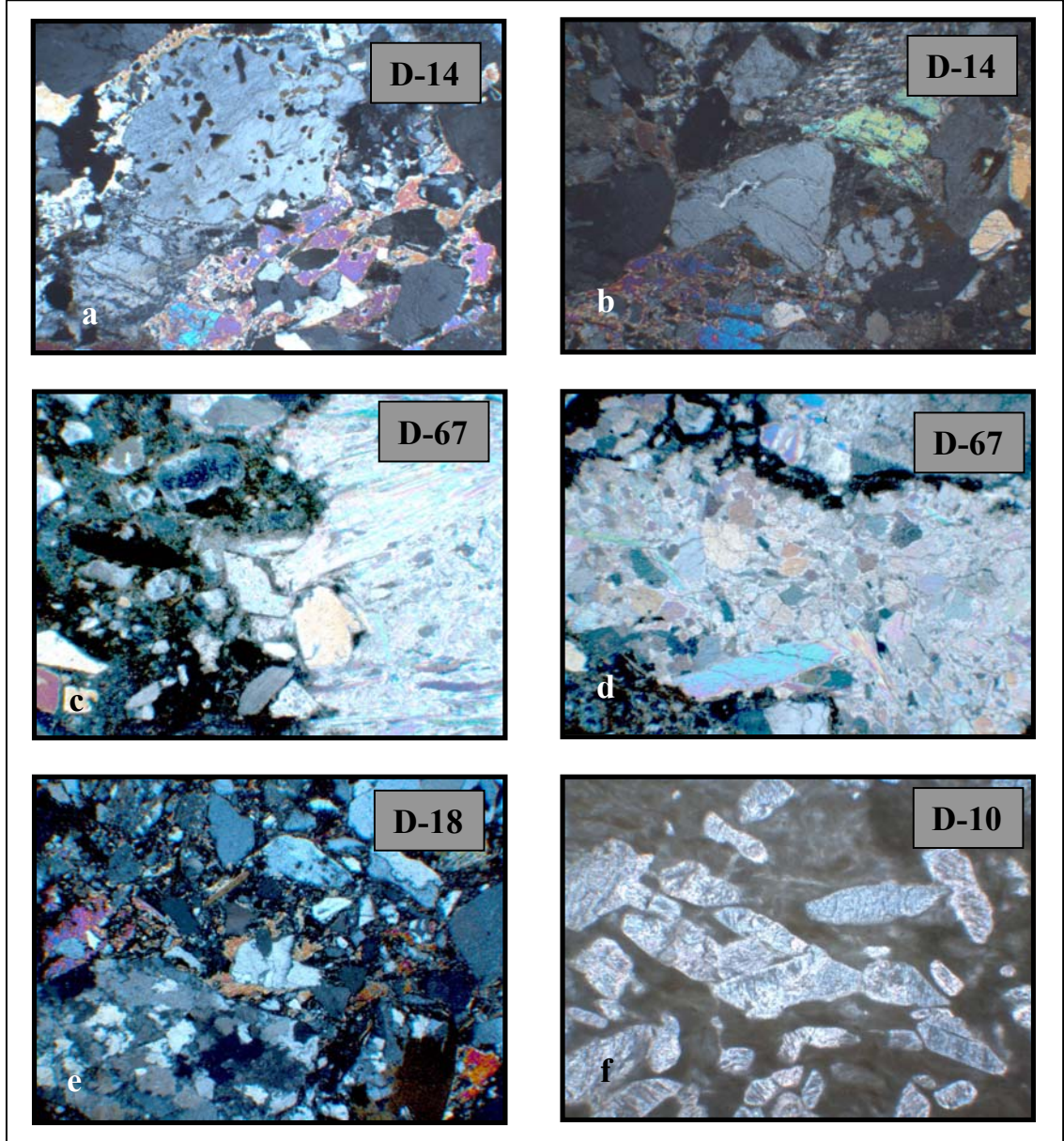
a) Bor ve jips mineralleri, b) Bor, jips ve opak mineraller, c) Bor ve jips mineralleri, d) Bor ve karbonat mineralleri, e) Bor, kil, organik madde(kömür) ve jips mineralleri, f) Bor, jips, karbonat ve arsen içeren mineraller g) Bor ve boşluklarında arsen içeren mineraller, h) Bor minerallerinin dilimlerinde opak mineraller izlenirken içlerinde arsen içeren mineraller yer alıyor

Bor Cevheri Zonlarda izlenen bor minerali türlerini daha öncede belirtildiği gibi kilttaşları, tüfler, kireçtaşları ve kilttaş-kömür katmanları içinde görmek olasıdır (Şekil 5.16, 5.17, 5.18 ve 5.19)



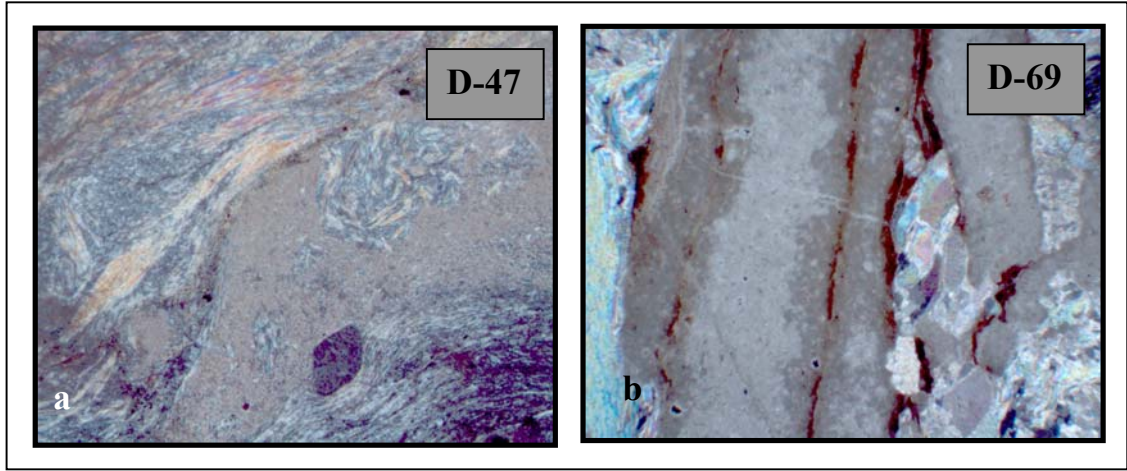
Şekil 5.16 Bor minerallerinin kilttaşları içindeki dağılımları (incekesitlerde) (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

a) Killerle beraber yelpaze şekilli bor, b) Kilttaşları içinde bor minerali dolguları ve özşekli bor oluşumları c) ve d) Killerle birlikte bor mineralleri (tek ve çift nikol) e) Kil içinde iri bor mineralleri, f) Kilttaş ve siltaşı içinde bor mineralleri (100 büyütme), g) Kil mineralleri ile bor mineralleri birlikteliği, borlar oluştuktan sonra kırılmış ve aralarında çözümler dolaşmıştır, h) Borlar ile killer beraber oturma yapıları gösteriyor. (Aksi belirtilmedikçe tüm resimler çift nikol ve 40 büyütmede çekilmiştir)



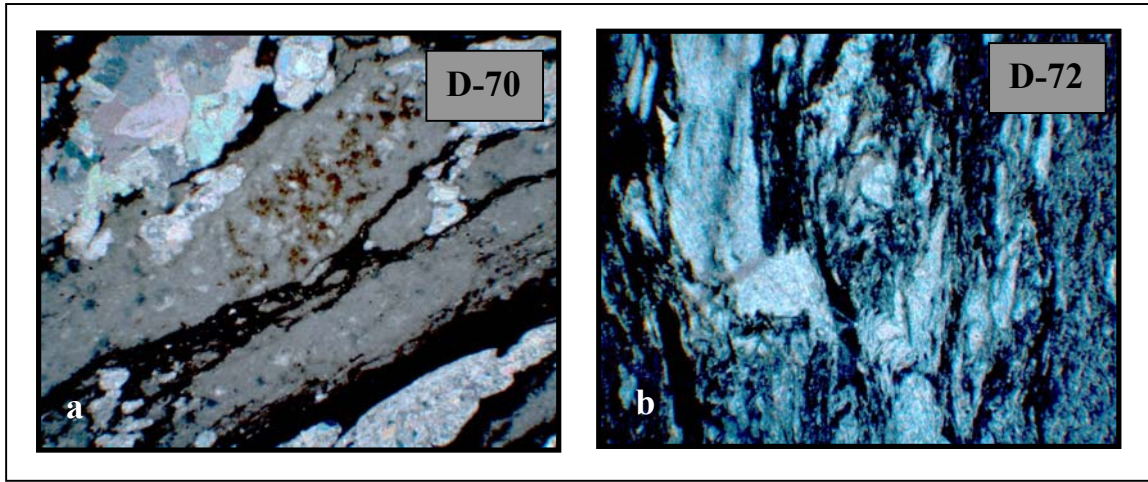
Şekil 5.17 Bor minerallerinin tüfler içindeki dağılımı (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

a), b), c) ve d) Tüfün hamuru içinde bor mineralleri (renkli mineraller), e) Litik tüf içinde bor mineralleri ile şist ve kireçtaşı parçaları, f) : Killeşmiş, serisitleşmiş volkanik kayaç. Plajiyoklaz fenokristalleri özşekilli ama pseudomorf . Bu fenokristal pseudomorflarının içini bor mineralleri doldurmuş



Şekil 5.18 Bor minerallerinin kireçtaşları içindeki dağılımı (Örneklerin numaraları resimlerin üzerindedir)

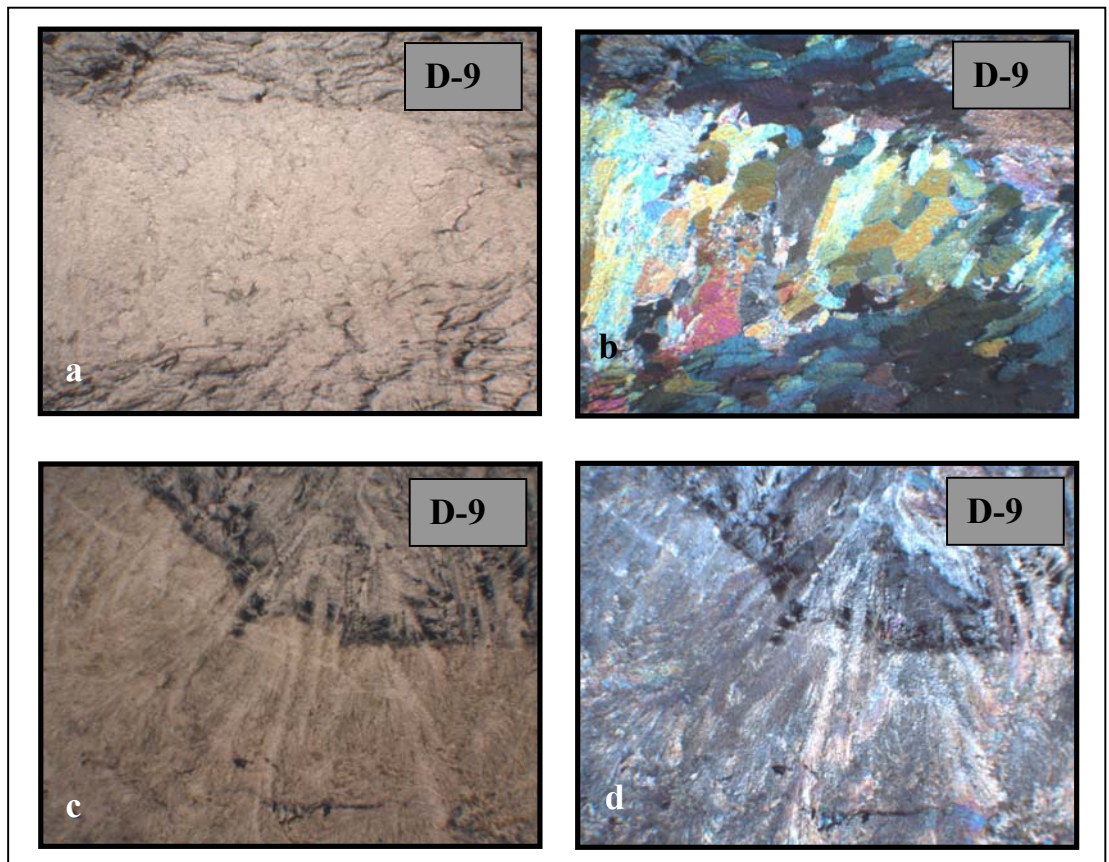
a) Karbonat, jips (özşekli) ve bor mineralcikleri(çift nikol, 100 büyütme), b) Kırılmış, breşleşmiş karbonatlı kayaç dolgusu şeklinde bor mineralleri (çift nikol 40 büyütme)



Şekil 5.19 Bor minerallerinin kilaşı-kömür ardalanmaları içindeki incekesit görünümleri (Örneklerin numaraları resimlerin üzerindedir)

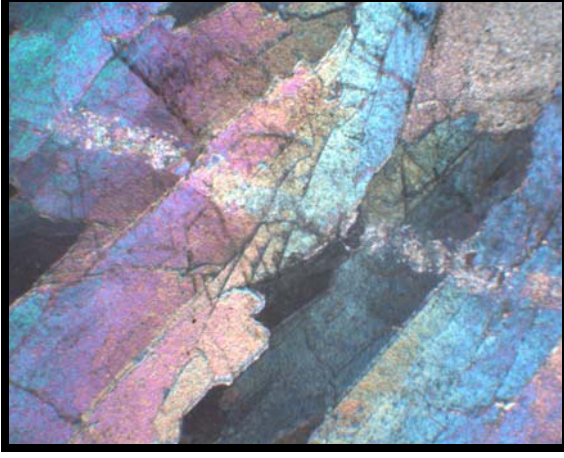
a) Kil , organik maddeler ve bor mineralleri (çift nikol, 40 büyütme), b) Organik maddelerle birlikte yeni ve ufak iğnecikler şeklinde bor mineralleri (çift nikol, 40 büyütme)

Bor minerallerinde farklı büyümler ve jenerasyonlar görülmektedir. Çok belirgin olarak gözlenen bir özellik yelpaze şekilli bor (kolemanit) minerallerindedir. Bu mineraller önce opak minerallerle birlikte büyümüşler, daha sonra gelen çözeltiler arasında opak mineralleri oluşturacak element gelimi olmamış ve aynı mineral bu kez opak mineralsız büyümüştür (Şekil 5.20.a,b,c,d). Ayrıca bir bor mineralini kesen başka bir bor minerali evresi de saptanmıştır (Şekil 5.21).



Şekil 5.20 Bor minerallerinde farklı büyümler ve jenerasyonlar (incekesitte) (Örneklerin numaraları resimlerin üzerindedir)

a) Yelpaze şekilli bor minerallerinin içinde opak mineral kapanımı olanlar (altta ve üstte) ve olmayan bor mineralleri (ortada) (iki farklı jenerasyon), (Tek nikol, 40 büyütme), b) a'daki görüntü çift nikol, c) Yelpaze şekilli bor mineralleri büyümlerinin başlangıcında opak minerallerle birlikte kristallenme varken kristal büyümlerinin sonunda hiç opak mineral kapanımı yok (Tek nikol, 40 büyütme), d) c'deki görüntünün çift nikollü hali

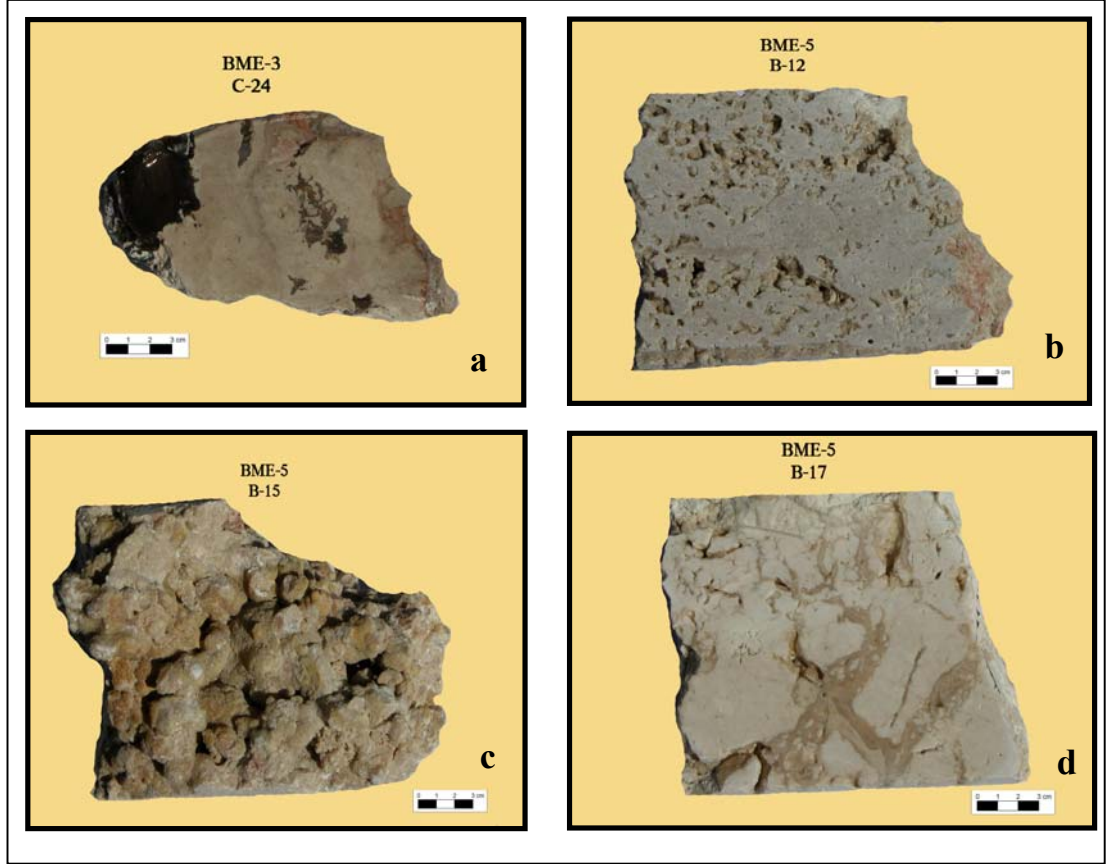


Şekil 5.21 Işımsal dizilimli bor minerallerinin içindeki küçük bir çatlakta ikincil bor minerali damarcığının incekesit görüntüsü (Çift nikol , 40 büyütme)

5.1.2 Üst Kireçtaşı Birimi

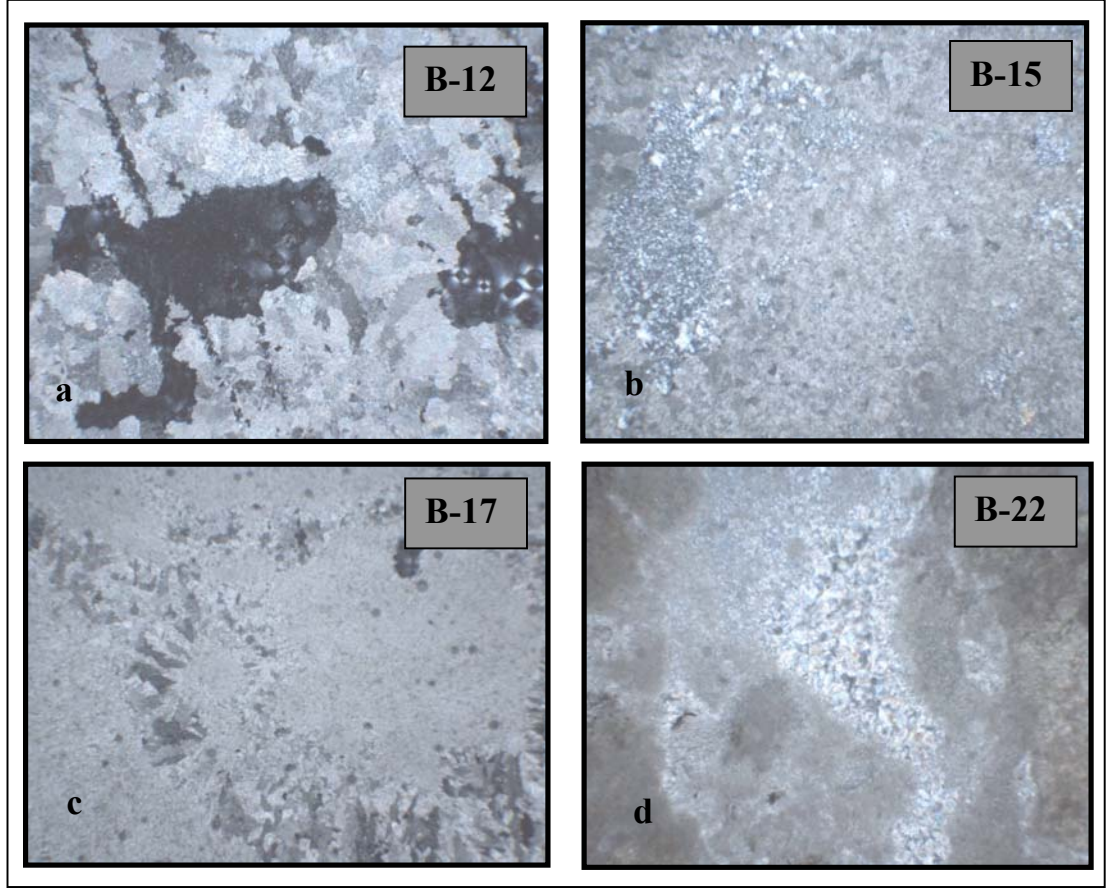
Bu birim içinde yapılan ve incelenen 4 sondaja baktığımızda birimin çörtlü ve boşluklu (Özpeker 1969’a göre küresel) kireçtaşları görülmektedir. Killi birimler (Helvacı 1986’nın Üst Kireçtaşları Biriminde izlenmektedir) Borat Zonu kilaşları ile anlatıldığından ve her iki killi birim arasında sondajlarda çok net bir ayırım yapılamadığından burada anlatılmayacaktır.

Çörtlü Kireçtaşları : Bu kireçtaşları içinde yumrular şeklinde kahverengi çörtler ve yer yer de boşluklar görülmektedir. Boşluklar genç karbonatlar ve silisli çözeltiler tarafından doldurulmuştur (Şekil 5.22.a,b,c,d). İnce kesitlerde bu kayaçların dokuları ve mineralleri görülmektedir (Şekil 5.23.a,b).



Şekil 5.22 Üst kireçtaşı Birimine ait kireçtaşları (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

a) Çörtlü kireçtaşı, b) Boşluklu kireçtaşı, c) Boşluklarda gelişmiş genç karbonatlar, d) Çatlak ve boşlukları dolduran karbonat ve silisler



Şekil 5.23 Kireçtaşlarının mikroskoptaki görüntüleri (Örnek numaraları resimlerin üzerindedir)

a) Boşluklu kireçtaşı, b) Silis dolgulu kireçtaşı, c) Boşluklu kireçtaşında boşluklarda genç karbonatlar, d) Kireçtaşında silis (kalsedon) dolguları. (çift nikol, 40 büyütme).

6. XRD İNCELEMELERİ

Bu çalışmalar kil mineralleri ve bor mineralleri türlerini birbirinden ayırt etmek amacıyla yürütülmüştür.

6.1 Analiz Yöntemleri

Kil analizi için seçilen örnekler Fritsch marka öğütücüde 20 saniye öğütülmüş ve MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknoloji (MAT) Dairesi'ne gönderilmiştir. Orada uygulanan yöntem şöyledir:

Kil minerallerinin XRD'de mineralojik çözümlemeleri, bunların (001) yansımalarına göre yapılmıştır. Bu yansımalar en iyi şekilde yönlendirilmiş hazırlamalardan elde edilen diyagramlarda gözlenebildiği için kil çamurundan bir miktar alınarak oluklu (0.1-0.15 mm derinlikte) lamalar üzerine konulmuştur. Bir başka lamla çamurun, yüzeyi düzgün olacak biçimde oluğu doldurması sağlanmış ve laboratuvar sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Hazırlanan bu yönlendirilmiş örneklerde (her bir orijinal örnek için iki ayrı yönlendirilmiş örnek hazırlanmıştır.) bir dizi standart talı işlemler uygulanmak yoluyla kil minerallerinin özellikle düşük 2θ açılı bölgesindeki bazal kırınımalarında yapay değişimler meydana getirilmeye çalışılmıştır. Bu yapay değişimlerin sistematik incelemesi ile kırınım profilleri benzer kil minerallerinin birbirinden ayırd edilmesi ve kesin tanımlaması yapılmıştır.

Yukarıda açıklanan biçimde her örnekten iki hazırlama yapılır. Bunların birinde, önce normal (N) difraktogramı kayıtlı edilir ($2\theta = 2-30^\circ$). Aynı hazırlama, etilen glikol içeren ağız açık bir kabın yerleştirildiği etüvde ($\sim 60^\circ\text{C}$ ısıya ayarlanmış) en az 1 saat bekletilmiş ve XRD çekimlerinde E.G. difraktogramı elde edilir ($2\theta = 2-18^\circ$).

İkinci örnek ise, 550°C 'de 4 saat fırınlandıktan sonra F-difraktogramı kayıtlı edilmiştir ($2\theta = 2-18^\circ$). EG-kayıtlı ile simektit ve enterstratifiyel killer ayırt edilmiştir. F-kayıtlı ile de kaolinit ile klorit birbirinden ayrılmıştır.

XRD cihazının markası Rigaku Geiger Flex olup aletsel koşullar şöyledir:

Anot: Bakır, Filtre: Nikel, Gerilim: 40kW, Akım: 30 mA, Kayıt hızı: 0.020, Başlangıç-Bitiş Açısı: $^{\circ}(2\theta \text{ Cu K } \alpha)$

Kullanılan bilgisayar programı MDI Jade 6.5'tur.

Bor minerallerinin türlerini belirlemek üzere mikroskopik çalışmalarla belirlenen bor cevheri zonlarından 16 örnek seçilmiştir. Örneklerde Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Rigaku marka XRD cihazı ile toz çekimleri yapılmış ve D/Max 2200 PC 2 θ programı ve ASTM kartları yardımıyla bor mineralleri belirlenmiştir.

6.2 Kil Mineralleri Verileri ve Yorumları

İnceleme alanında killi birimlerin olması, kil minerallerinin ne türde olduklarını sorusunu akla getirmektedir. Yapılan el örneği ve mikroskopik incelemelerde gerek bor cevherlerine eşlik eden gerekse cevher içermeden gözlenen ardalı killi birimler saptanmıştır. Maddi olanaklar çerçevesinde BME-54 sondajından dört örnek (A-8, A-14, A-39 ve A-44), BME-3 sondajından üç örnek (C-6, C-11 ve C-35) ve BME-1 sondajından üç örnek (D-6, D-8 ve D-28) olmak üzere toplam 10 örnekte kil minerallerinin türleri belirlenmiştir. BME-5 numaralı sondajda cevher kesilmediğinden kil minerali belirleme çalışması yapılmamıştır.

Yapılan tüm kayaç ve kil minerali XRD çalışmalarında belirlenen mineraller Çizelge 6.1'de sunulmuştur. Bu 10 örneğin tamamını temsil ettiğine inanılan 5 örneğe ait difraktogramlar ise Ek 1' de verilmiştir.

Bu veriler, incelenen üç sondajda illitin yanı sıra simektit grubu killerden montmorillonitin hakim kil mineralleri olduğunu ve bunlara çok ender ve az oranda klorit, Mg-Saponit (?) ve Savkonit (?)'in eşlik ettiğini göstermektedir. Bu bulgular aşağıda değinileceği gibi Ataman ve Baysal (1978), Yalçın (1984) ve Helvacı (1986) nın belirttiği kil mineral parajenezleri ile uyum içindedir.

Çizelge 6.1 XRD çalışmaları sonucunda belirlenen mineraller

Sondaj No	Metraj (m)	Örnek No	Kil mineralleri	Diğer mineraller
BME-54	46.50	A-8	İllit, Simektit (Montmorillonit)	Jips, Kolemanit
BME-54	74.50	A-14	İllit, Simektit (Montmorillonit)	Jips, kuvars, kalsit, amorf madde
BME-54	181.00	A-39	İllit, Simektit (Montmorillonit)	Kuvars, feldispat, amorf madde
BME-54	208.50	A-44	İllit, Simektit (Montmorillonit)	Kolemanit, çok az amorf madde
BME-3	61.20	C-6	İllit, Simektit (Montmorillonit, Mg Saponit(?))	Amorf madde, jips
BME-3	96.55	C-11	İllit, Simektit (Montmorillonit)	Kuvars, kalsit, dolomit, amorf madde
BME-3	317.30	C-35	İllit, Klorit, Mg saponit (?)	Kuvars, muskovit, dolomit
BME-1	53.75	D-6	İllit	Jips, kuvars, opal CT, feldispat, dolomit
BME-1	65.90	D-8	İllit, Savkonit (?)	Jips, kolemanit, çok az amorf madde
BME-1	208.00	D-28	İllit, Simektit (Montmorillonit, Mg saponit(?))	Üleksit, jips, kuvars, feldispat, muskovit, amorf madde

Diğer bor havzalarının yanı sıra Emet bölgesini de inceleyen Ataman ve Baysal (1978) bu havzadaki kil fraksiyonlarının (40 örnek alınmıştır) jelatinimsi bir görünümde ve bunların XRD çalışmalarında amorf olduklarını söylemişlerdir. Ayrıca illit minerallerinin tüm istif boyunca bazı ayrıcalıklar dışında hep az oranda bulunduğunu ve tüflü örnek yakınlarında veya içinde oranlarının arttığını belirtmişlerdir. Buna karşın montmorillonitin hakim kil minerali olduğunu savunarak klorit ve karışık tabakalı killerin ise çok ender izlendiğini ifade etmişlerdir. 5 kil örneği üzerinde yaptıkları kimyasal çalışmalara göre montmorillonitlerin Al'li, Mg'li veya Al-Mg-Fe'li montmorillonit türünde olduğunu belirlemişlerdir. K₂O içeriklerinin Na₂O içeriklerinden hep daha yüksek izlendiğini

saptamışlardır. Bazı illit örneklerinde Mg içeriğini yüksek bulmuşlardır. Bazı örneklerde de amorf silisin ana bileşen olduğunu belirtmişlerdir.

Yalçın (1984) ise stratigrafik istifteki her birime ait kil minerali oluşumlarını ayrı ayrı yorumlamıştır. Bu çalışmadan özet olarak killerin illit, montmorillonit, klorit ve karışık tabakalı killeri olduğu söylenebilir.

Helvacı (1986) yaptığı XRD çalışmaları ile montmorillonit ve illitin saptanan kil minerali grupları olduğunu ve montmorillonit incelenen tüm örneklerde egemen kil minerali olduğunu belirtmiştir.

6.3 Bor Mineralleri ve Yorumlaması

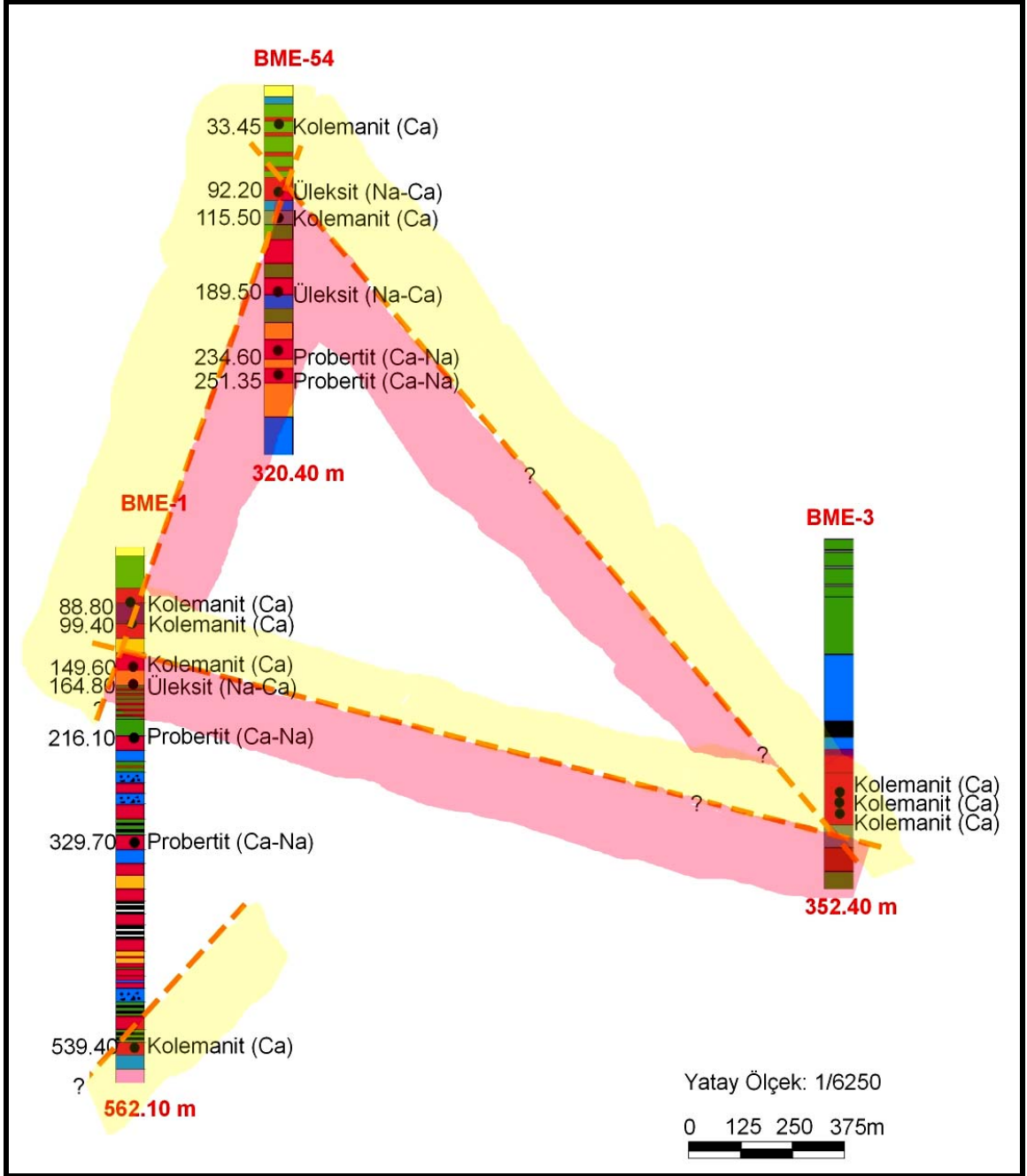
Toz çekimleri yapılan 16 adet bor örneğinin sondajlara göre dağılımları bor mineralleri türleri Çizelge 6.2’de sunulmuştur. Bu difraktogramlardan seçilen 10 tanesi Ek 2’ de sunulmuştur.

Bu veriler ışığında bu örnekler sondajlardaki yerlerine konulmuştur (Şekil 6.1).

BME-54 ile BME-1 sondajları ele alındığında kuzeydeki BME-54 sondajında 92.20 veya örnek yokluğundan olasılıkla 150-160. metreden itibaren Üleksit, Probertit mineralleri yani Ca-Na’lı borlar sondaj sonuna kadar izlenirken BME-1 sondajında da 160. metrelerden sonra aynı mineraller (Ca-Na’lı bor mineralleri) saptanmıştır. Öte yandan 539.40’da yine Kolemanit görülmektedir.

Çizelge 6.2 XRD çalışmaları sonucunda belirlenen bor mineralleri türleri

Sondaj No	Metraj (m)	Örnek No	Mineral Adı
BME-54	33.45	A-5	Jips, kolemanit, borasit (?)
BME-54	92.20	A-19	Üleksit
BME-54	115.50	A-22	Kolemanit
BME-54	189.50	A-41	Üleksit
BME-54	234.60	A-48	Probertit
BME-54	251.35	A-52	Probertit
BME-3	296.40	C-31	Kolemanit
BME-3	307.70	C-33	Kolemanit
BME-3	309.50	C-34	Kolemanit
BME-1	88.80	D-12	Kolemanit
BME-1	99.40	D-13	Kolemanit, borasit (?)
BME-1	149.60	D-20	Kolemanit
BME-1	164.80	D-23	Üleksit
BME-1	216.10	D-30	Probertit
BME-1	329.70	D-50	Probertit
BME-1	539.40	D-74	Jips, anhidrit, kolemanit



Şekil 6.1 Bor cevheri kesilen 3 sondajda bor minerali türlerinin dağılımı

BME-54 sondajı 320 metrelerde bittiğinden ve o metrelere yakın örnekte analiz edilmediğinden karşılaştırma yapmak zordur.

BME-3 sondajından 300. metreler civarında ortaya kolemanitler çıkmaktadır. Sondajın üstü ve 350. metrelerdeki sondaj sonuna kadar bor türü belirlenemediğinden yorum yapılamamaktadır.

Sonuç olarak K-G yönlü kesitte 160. metrelere kadar Kolemanit, 160-320 (?) m arası Üleksit, Probertit oluşumları görülür.

İleride alınan ve alınacak örneklerden elde edilebilecek daha fazla veri ile daha sağlıklı yorumlar yapılabilir.

7. EMET DOĞANLAR KÖYÜ BOR OLUŞUMLARINI JEOKİMYASI ve YORUMLANMASI

Emet ilçesi Doğanlar köyü doğusunda yüzeyleyen alüvyonların altındaki bor oluşumlarının araştırılması amacıyla Eti Bor A.Ş. adına MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan sondajlardan 4 tanesinin karotları incelenmiş ve 3 sondajda bor cevherlerine rastlandığından borat cevher zonları ve bazı sedimanter kayalardan özellikle killi birimlerden 25 örnek jeokimyasal analizler yapılmak üzere seçilmiştir. Jeokimyasal analizlerin yapılmasının amacı borat yatakları ve onlara eşlik eden sedimanlar içindeki kimyasal değişiklikleri görebilmek, Li, As ve Sr başta olmak üzere eser elementlerin belirlenen seviyelerdeki dikey ve yatay dağılımlarını irdelemek ve Emet bölgesinde diğer araştırmacılar tarafından yapılan analizleri derleyerek veri setini arttırarak kimyasal değişimler üzerine yorumlar yapmaya çalışmaktır.

7.1 Analiz Yöntemleri

Seçilen karot örneklerinden sert olanları çekiç ile birkaç parçaya ayrıldıktan sonra AÜ. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında çeneli kırıcı ile 1 cm'nin altına kırılmıştır. Bunlar ve yumuşak olan diğer örnekler Fritsch marka öğütücüde 200 mesh'in altına öğütülmüştür. Naylon torbalara örnek numarası etiketleri ile birlikte 30 gram'dan fazla olmalarına dikkat edilerek konulmuş ve Kanada ACME laboratuvarlarına analiz edilmek üzere gönderilmiştir. ACME laboratuvarlarında analizler "Ultratrace Aqua Regia Digest" jeokimyasal analiz türünde Group 1F-MS analiz yöntemiyle analiz edilmişlerdir. Bu yöntemin seçilmesinin nedeni, 53 elementi aynı anda analiz etmesi ve bu elementler arasında B başta olmak üzere Li, As, Sr gibi araştırılmak istenen tüm elementlerin bulunmasıdır. 30 gram örnek seçilerek temsili analiz yapılması sağlanmıştır. Bu analiz yöntemi hakkında ayrıntılı bilgi <http://acmelab.com> sitesinden Price Brochure seçeneği ve oradan da ICP-MS Ultratrace Packaces seçeneği ile görülebilir.

7.2 Jeokimyasal Veriler ve Değerlendirilmesi

Analizi yapılan örneklerin jeokimyasal değerlendirilmesi sırasında yararlı olacak bazı veriler Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1 Analizi yapılan örneklerle ilgili bilgiler

Sondaj No	Metraj (m)	Örnek no	Örnek Adı
BME-54	45.50	A-7	Bor Cevheri
BME-54	99.90	A-20	Bor Cevheri
BME-54	125.60	A-24	Bor Cevheri
BME-54	151.00	A-32	Kiltaşı
BME-54	186.50	A-40	Bor Cevheri
BME-54	237.00	A-49	Bor Cevheri
BME-54	251.35	A-52	Bor Cevheri
BME-54	278.05	A-54	Tüf
BME-54	286.00	A-55	Tüf
BME-3	89.90	C-10	Kiltaşı
BME-3	103.50	C-12	Kiltaşı
BME-3	232.80	C-27	Kireçtaşı
BME-3	296.40	C-31	Bor Cevheri
BME-3	309.50	C-34	Bor Cevheri
BME-3	317.30	C-35	Kiltaşı
BME-1	67.10	D-9	Bor Cevheri
BME-1	70.00	D-10	Bor Cevheri
BME-1	99.40	D-13	Bor Cevheri
BME-1	120.00	D-16	Bor Cevheri
BME-1	126.50	D-18	Bor Cevheri
BME-1	157.60	D-22	Bor Cevheri
BME-1	174.90	D-24	Bor Cevheri
BME-1	183.70	D-25	Bor Cevheri
BME-1	208.00	D-28	Bor Cevheri
BME-1	329.70	D-50	Bor Cevheri

Elementlerin birlikteliklerine dikkat edilerek oluşturulan örnek gruplarına ait ana ve eser element değerlerini içeren çizelgeler aşağıda verilmiştir (Çizelge 7.2, 7.3, 7.4 ve 7.5).

Çizelge 7.2 Ana element analiz sonuçları

ELEMENT →	Ca	Na	Mg	K	Al	Fe	Ti	Mn	P
ÖRNEK NO ↓	%	%	%	%	%	%	%	ppm	%
A-7	14.74	0.092	0.51	0.45	0.73	0.82	0.040	105	0.010
A-20	7.07	3.393	1.13	0.74	1.31	1.27	0.041	208	0.026
A-24	8.11	4.570	0.90	0.21	0.46	0.63	0.021	105	0.017
A-32	1.26	0.028	0.84	0.33	0.59	1.42	0.074	807	0.046
A-40	12.37	0.384	1.53	0.43	1.23	1.63	0.053	173	0.033
A-49	12.86	0.198	0.80	0.48	0.83	1.38	0.052	112	0.033
A-52	8.96	5.141	1.32	0.04	0.11	0.17	0.004	27	0.008
A-54	4.69	0.199	1.91	0.13	0.45	0.35	0.015	330	0.026
A-55	0.22	0.064	0.62	0.41	0.62	1.70	0.082	188	0.043
C-10	5.66	0.025	1.61	1.48	2.48	3.27	0.016	819	0.092
C-12	12.64	0.051	6.57	0.41	1.24	1.15	0.014	2425	0.043
C-27	25.09	0.050	4.56	0.12	0.29	0.08	0.008	80	0.012
C-31	18.37	0.004	0.03	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.001	3	0.005
C-34	18.67	0.006	0.13	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.001	<1	0.008
C-35	11.04	0.024	3.20	0.52	0.78	1.44	0.028	596	0.038
D-9	15.37	0.048	0.56	0.39	0.64	0.97	0.021	86	0.008
D-10	13.65	0.061	3.51	0.14	0.31	0.30	0.010	320	0.015
D-13	16.96	0.035	0.87	0.07	0.15	0.14	0.007	47	0.009
D-16	18.01	0.042	0.23	0.20	0.30	0.21	0.009	118	0.007
D-18	2.89	0.071	0.55	0.37	0.61	2.51	0.062	361	0.041
D-22	9.62	5.596	0.03	0.02	0.03	0.03	< 0.001	3	< 0.001
D-24	7.14	2.658	3.36	0.52	0.99	1.14	0.035	170	0.046
D-25	8.64	4.884	0.50	0.08	0.18	0.14	0.005	32	0.005
D-28	6.96	1.705	1.81	1.09	1.59	1.76	0.029	1276	0.056
D-50	10.45	6.110	0.59	0.34	0.02	< 0.01	< 0.001	2	0.001

Çizelge 7.3 Eser element (1) analiz sonuçları

ELEMENT →	B	As	Li	Cs	Be	S	Sb	Bi	Hg	Ag	Au
ÖRNEK NO ↓	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppb	ppb	ppb
A-7	>2000	44.9	85.4	73.61	1.4	< 0.01	0.58	0.47	44	43	6.0
A-20	>2000	694.2	230.1	355.57	0.6	1.13	0.61	0.59	<5	139	< 0.2
A-24	>2000	3359.6	166.9	234.95	0.5	0.19	0.62	0.24	<5	22	2.2
A-32	<1	73.9	30.7	97.78	0.8	< 0.01	1.82	0.43	43	106	3.8
A-40	>2000	1199.4	283.9	772.94	0.9	0.13	1.32	0.36	13	201	5.8
A-49	>2000	687.9	245.9	518.13	0.8	0.02	1.20	0.71	<5	117	2.3
A-52	>2000	3208.2	458.8	294.24	0.1	0.21	0.77	0.06	8	36	1.5
A-54	332	>10000	233.4	101.42	0.6	3.18	3.20	0.20	23	488	3.1
A-55	112	3133.6	65.5	361.36	0.3	0.84	0.82	1.28	<5	98	0.4
C-10	338	253.8	109.2	165.45	1.7	0.10	1.82	0.52	41	118	0.3
C-12	734	7672.6	305.7	179.79	0.9	0.60	0.56	0.25	<5	102	< 0.2
C-27	403	97.0	45.5	32.60	2.0	< 0.01	4.23	0.07	14	18	1.7
C-31	>2000	>10000	5.4	5.33	0.5	1.49	20.63	0.02	<5	3	0.9
C-34	>2000	172.2	31.3	2.55	0.8	< 0.01	0.02	< 0.02	9	2	1.9
C-35	423	3961.3	78.8	243.37	1.3	0.66	1.29	0.17	110	27	< 0.2
D-9	>2000	251.0	79.1	181.59	0.4	0.04	1.00	0.33	21	14	1.5
D-10	>2000	810.0	96.1	72.56	0.2	7.83	0.92	0.10	7	39	3.1
D-13	>2000	6676.3	133.3	74.43	0.4	< 0.01	0.66	0.06	16	<2	1.4
D-16	>2000	136.7	39.6	84.90	0.1	< 0.01	0.68	0.47	<5	46	0.2
D-18	>2000	363.9	57.5	138.28	0.4	1.10	2.98	0.77	18	157	1.9
D-22	>2000	16.5	5.7	9.39	0.3	< 0.01	0.91	0.24	31	28	< 0.2
D-24	>2000	405.6	362.6	393.45	0.9	< 0.01	1.07	0.41	<5	176	1.3
D-25	>2000	1613.4	106.4	79.77	0.4	< 0.01	0.17	0.08	<5	<2	< 0.2
D-28	>2000	2017.8	216.1	391.51	1.4	0.64	0.71	0.52	43	25	0.9
D-50	>2000	18.9	206.9	67.33	< 0.1	< 0.01	0.12	< 0.02	25	<2	< 0.2

Çizelge 7.4 Eser element (2) analiz sonuçları

ELEMENT→	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	V	Mo	W	Sn	U	Th
ÖRNEK NO↓	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
A-7	15.43	76.65	83.4	10.3	22.2	5.1	22	10.24	1.6	1.2	1.2	7.5
A-20	16.22	64.04	69.3	18.6	19.4	5.2	33	0.73	0.7	1.5	0.7	7.1
A-24	8.48	14.98	33.4	3.7	24.7	4.2	16	0.96	0.9	0.6	0.3	2.2
A-32	98.27	156.05	99.8	11.4	8.5	11.5	39	0.32	45.2	2.3	0.6	9.6
A-40	9.84	129.97	70.6	13.4	27.9	6.4	35	0.06	7.4	1.6	0.4	5.8
A-49	10.54	71.80	87.5	16.7	9.8	5.1	40	0.37	6.9	1.6	1.0	6.2
A-52	2.24	21.44	11.6	< 0.5	0.1	0.8	14	0.42	3.0	0.1	0.3	0.3
A-54	1.85	16.83	17.5	1.9	4.2	3.3	23	28.52	30.3	0.6	13.4	4.5
A-55	7.62	17.18	76.2	6.9	5.3	7.8	32	0.36	41.3	2.3	0.7	8.7
C-10	13.47	26.94	60.7	81.7	184.0	15.2	28	0.20	1.2	1.2	3.0	12.7
C-12	10.52	23.33	37.2	25.5	43.1	5.0	29	80.60	0.5	0.6	8.9	4.1
C-27	1.30	2.18	6.8	2.0	3.8	1.7	13	0.80	7.3	0.1	0.9	0.5
C-31	0.71	0.61	3.8	< 0.5	< 0.1	1.1	17	0.15	12.3	0.1	< 0.1	< 0.1
C-34	0.04	< 0.01	0.1	< 0.5	< 0.1	2.2	21	0.01	22.1	< 0.1	0.5	< 0.1
C-35	10.44	10.65	30.3	35.9	99.4	10.8	25	0.15	5.2	0.6	1.2	5.9
D-9	7.79	15.84	32.9	12.3	9.4	3.7	31	< 0.01	2.4	0.7	0.3	4.0
D-10	3.54	5.76	9.6	7.1	9.5	1.5	33	3.15	1.5	0.3	1.5	1.0
D-13	1.01	3.76	4.6	2.9	< 0.1	1.5	30	1.85	9.8	0.2	0.5	0.7
D-16	4.05	23.71	5.8	6.6	11.7	2.2	21	< 0.01	3.9	0.2	< 0.1	1.9
D-18	31.73	53.54	78.2	9.3	15.3	9.0	46	1.40	66.8	2.2	0.9	8.2
D-22	13.09	65.71	4.1	< 0.5	16.1	1.8	12	< 0.01	2.4	< 0.1	< 0.1	< 0.1
D-24	14.77	29.57	58.9	20.8	30.1	6.1	37	< 0.01	0.6	1.0	0.7	5.3
D-25	2.62	5.36	7.9	3.7	0.6	1.1	22	< 0.01	0.7	0.2	< 0.1	0.6
D-28	15.38	46.57	58.7	54.8	106.4	13.0	36	< 0.01	0.3	1.1	1.2	9.2
D-50	1.04	0.31	< 0.1	0.9	< 0.1	0.1	26	1.18	2.4	< 0.1	0.3	< 0.1

Çizelge 7.5 Eser element (3) analiz sonuçları

ELEMENT→	Ba	Sr	Rb	La	Ce	Y
ÖRNEK NO ↓	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
A-7	69.9	427.1	63.2	12.0	30.5	35.10
A-20	133.0	4378.5	146.3	5.4	10.0	5.97
A-24	59.7	2299.3	61.1	2.3	5.0	4.58
A-32	86.8	160.1	42.0	10.0	19.9	12.29
A-40	67.0	4515.1	107.5	6.6	14.9	12.28
A-49	97.8	4641.3	135.4	6.8	15.2	12.99
A-52	58.8	9547.3	10.9	0.5	1.3	0.88
A-54	17.9	95.8	21.1	5.4	9.8	5.74
A-55	108.2	24.8	68.3	7.4	15.0	9.02
C-10	619.6	>10000	176.0	20.0	37.2	13.32
C-12	143.4	8601.4	85.2	5.7	10.9	5.55
C-27	13.7	1016.4	16.3	0.9	2.1	0.84
C-31	1.2	4663.1	0.2	< 0.5	< 0.1	0.41
C-34	7.0	8594.9	0.4	< 0.5	0.2	0.17
C-35	132.1	304.5	134.3	13.3	24.4	8.86
D-9	20.9	631.9	69.6	5.5	12.7	11.96
D-10	31.2	2188.3	23.5	1.5	3.0	1.71
D-13	17.4	1588.3	15.7	0.9	2.1	2.40
D-16	72.2	1392.2	45.7	3.5	6.7	13.92
D-18	54.8	169.4	46.5	7.9	15.7	13.70
D-22	2.0	92.2	5.2	1.1	2.9	7.30
D-24	104.6	4311.1	133.8	7.7	15.4	7.67
D-25	17.2	927.7	22.2	3.4	7.1	3.95
D-28	184.6	627.4	250.0	14.8	29.5	15.29
D-50	25.0	3079.1	7.8	< 0.5	0.2	0.12

7.3 Ana Element Jeokimyası

Analiz için seçilen örneklerden A-32, A-54, A-55, C-10, C-12, C-27, C-35 numaralı olanların dışındakiler bor cevherlerini temsil etmektedir (Çizelge 7.1). A-54 ve A-55 numaralı örnekler tüflerden alınmıştır. Çizelge 7.2 incelendiğinde A-54 örneğinde Ca, Na ve Mg değerlerinin A-55' e göre daha yüksek olduğu görülmektedir. K ve Al değerlerinin her ikisi de düşüktür. Fe değerlerinde A-55 biraz daha yüksektir. C-27 örneği kireçtaşıdan alındığından Ca ve Mg değerleri yüksek Na, K ve Al değerleri düşüktür.

A-32, C-10, C-12 ve C-35 örnekleri kilitaşlarından alınmıştır. Ca değerleri 1.26 ile 12.64 arasındadır. Na değerleri % 0.051 den azdır. Mg değeri Ca'sı yüksek olanda yüksektir. K değeri % 1.5 i, Al değeri % 2.5 ve Fe değeri ise % 3.3  geçmemektedir.

Diğer rnekler, bor cevherleri ağırlıklı seçilmiştir. Bu rneklerle bakıldığında Ca değerleri artarken Na değerleri genellikle düşmektedir. Na değerlerinin yükseldiği A-20, A-24 ve A-52 ile D-22, D-24, D-25, D-28 ve D-50 rneklerinden A-52 ve D-50 rnekleri XRD sonuçlarında Probertit türü bor mineralini vermekte yani Ca-Na'lı bor mineraline işaret etmektedir. Diğerleri de izelge 6.2 ve şekil 6.1'den de görüleceği gibi üleksit ve Probertitli mineral zonları içi veya yakın civarındadır. Mg değerleri ise %0.03 ile 3.51 arasında değişmekte ve bor mineralleri açısından bir düzen sunmamaktadır. K, Al ve Fe değerleri de %1.76 nın altında çok küçük değerlerde izlenmektedir.

7.4 Eser Element Jeokimyası

Eser elementlerde, element birlikteliklerine dikkat edilerek üç ayrı izelge oluşturulmuştur. Çizelge 7.3'te B, As, Li, Cs, Be ve S birlikteliğine bakıldığında, yukarda belirtilen kilitaş, tf ve kireçtaş örneklerinde (A-32, A-54, A-55, C-10, C-12, C-27 ve C-35) bor miktarının 734 ppm den az olduğu görülür. Diğer örneklerde bor 2000 ppm in üstündedir. As değerleri gerek yankayalarda gerekse cevherli örneklerde belirli bir sistematik sergilememektedir. Havzaya her evrede As gelimi olmuştur. Bu değişim 19 ppm lerle 10 000 ppm lerin üstü (% 1'in üstü) aralığındadır. Li değerleri de oldukça yüksektir. Bor cevherleri ve diğer kayaçlar da belirlenebilen bir sistematik dağılım yoktur. Li değerleri 5.4 ppm ile 458.8 ppm arasında değişmektedir. Cs değerleri de benzer şekilde belirli bir sistematik dağılıma sahip değildir. 2.55 ppm ile 773 ppm arasında oynamaktadır. Bu elementlere eşlik etmesi beklenen Be ise 2 ppm leri aşmayarak gelen zltilere pek katılmadığını göstermektedir. S değerleri ise karotlarda izlenen örpigment ve realgar ile bağlantılı olarak yani (As ile) %7.83 lere varan değişken değerler sunar (izelge 7.3). Ancak bu As ile iyi bir korelasyon gösterdiği anlamını da taşımamaktadır. Bu durumda havzaya bir başka formda veya serbest halde

kükürt gelişinden söz edilebilir. Sb değerleri 4 ve 20 ppm civarında olan bir iki yükselme dışında daima düşüktür. Benzer özellik Bi, Hg, Ag ve Au içinde söylenebilir.

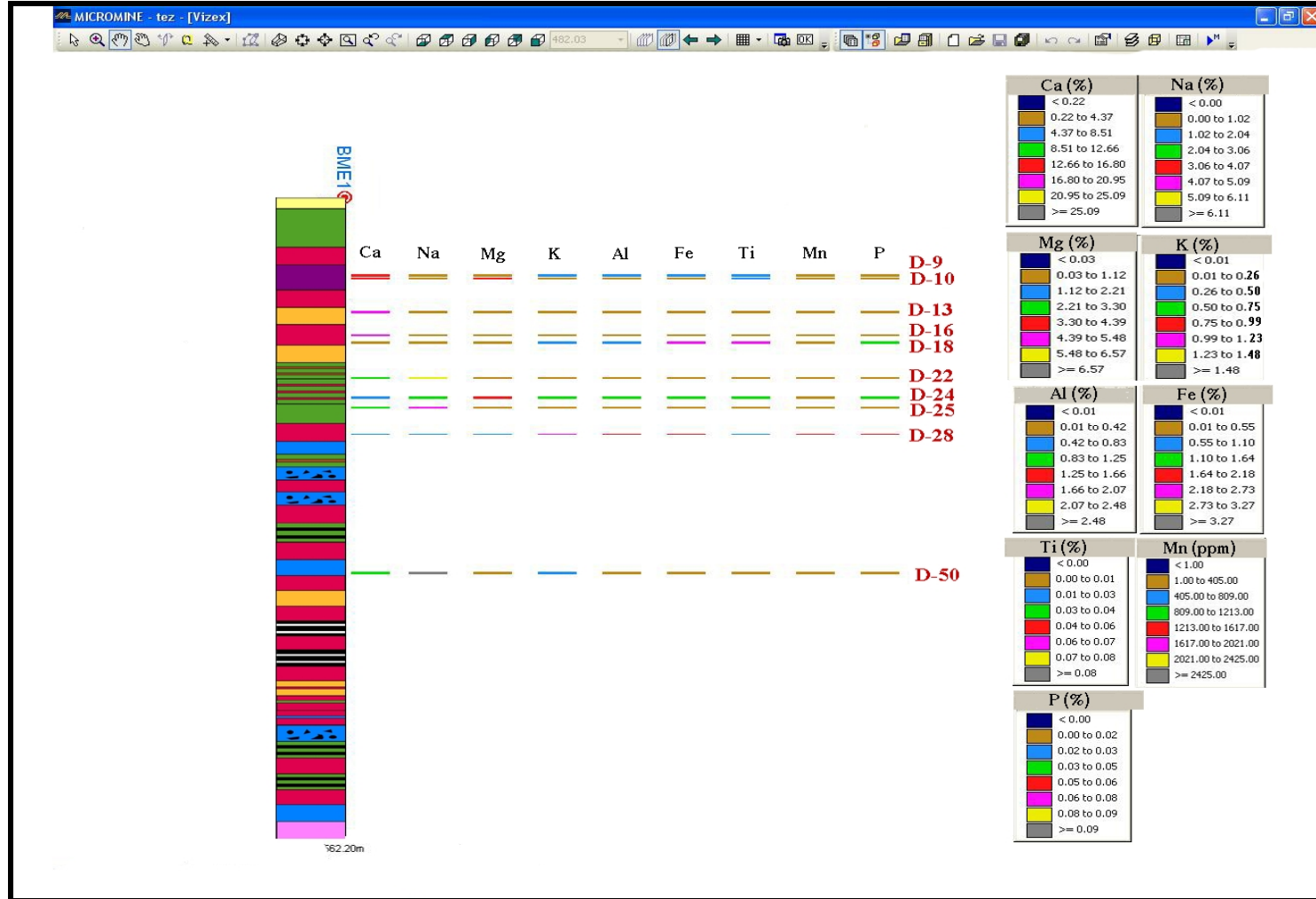
Analiz edilen örneklerde Cu, Pb ve Zn değerleri 130 ppm lerin altında kalmıştır (Çizelge 7.4). Yapılan değerlendirmelerde örnekler arası veya gruplar arası bir benzerlik bulunamamıştır. Cr-Ni-Co ve V arasında iyi bir korelasyon gözükmemekte ama değerler düşük çıkmaktadır. Çok ilginç bir durum Mo ve W değerlerinde görülmektedir. Bazı örneklerde Mo değeri 10-80 ppm lere yükselmekte, W değerleri de başka örneklerde yaklaşık 10-67 ppm arasında oynamaktadır. A-54 tuf örneğinde hem Mo hem de W değeri birlikte yüksektir. Bu sonuç Mo ve W'nin bölgedeki volkanizmaya kaynaklık eden magmatik faaliyetle bağlantılı olabileceğini düşündürmektedir. Aslında Mo ve W'nin Li-Be-Cs-Sn gibi elementlerle de bağlantısı bulunmaktadır. Sn değerlerinin 2.3 ppm lere kadar çıkması derindeki magma ocağının karakteri ile ilgili olabilir.

Ba değerleri bir örnekte 620 ppm ler civarında ama genellikle 100 ppm in altındadır. Sr değerleri ise genellikle çok yüksektir (Çizelge 7.5). C-10 örneğinde %1'i (10 000 ppm i) geçmekte ama 100 ppm in altındaki dört değer dışında 300 ile 9550 ppm ler arasında değişmektedir.

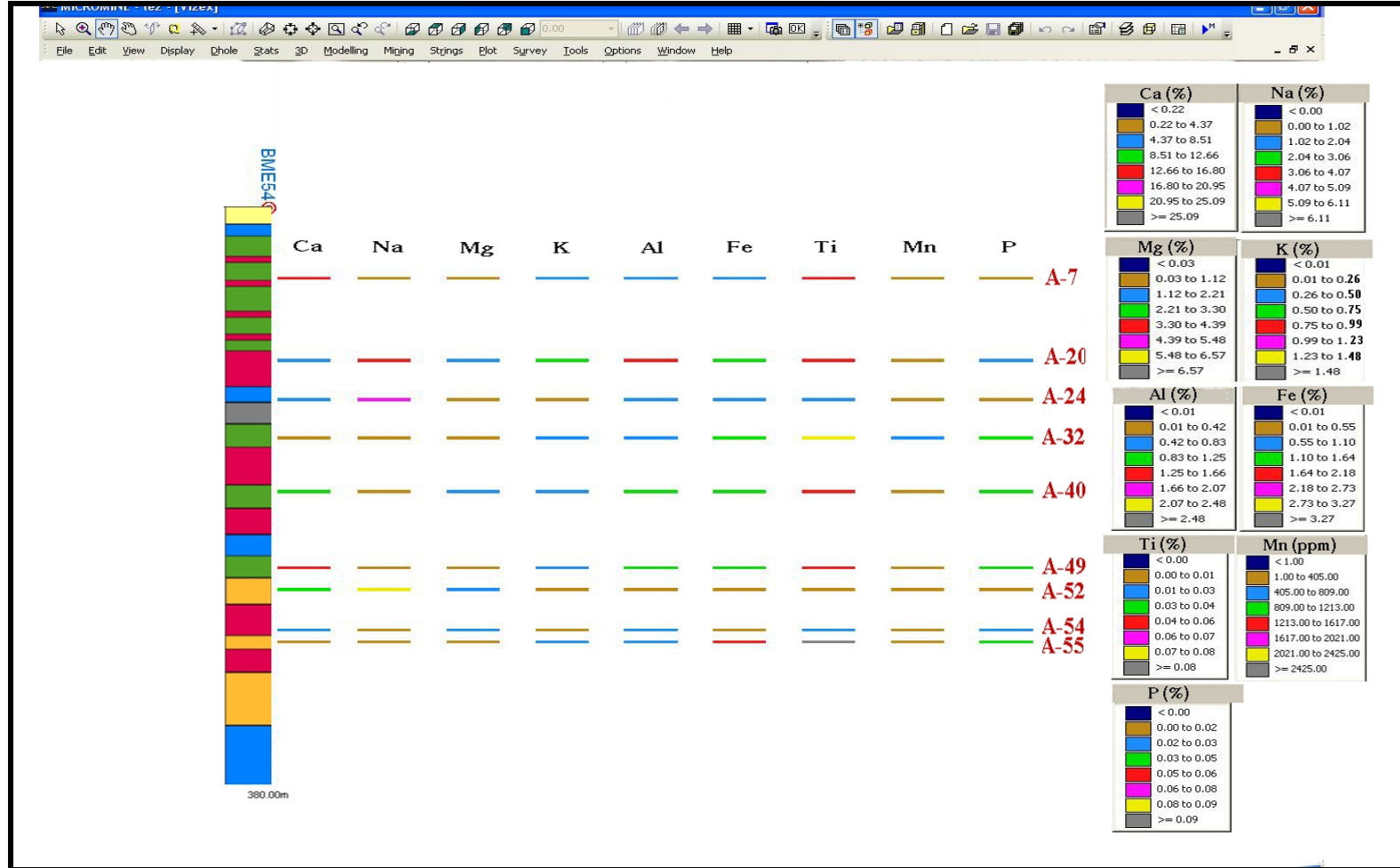
Bor cevheri örneklerinde yüksek değerler sunan Sr'ler kıltaşı, kireçtaşı ve tüflerde nispeten daha düşük oranda bulunmaktadır. Bu da havzaya bor getiren çözeltilerin Sr'ce zengin olduğunu göstermektedir.

Yukarıda sunulan element verileri ve yorumlarını daha derli toplu görmek üzere MICROMINE 10.1 isimli programdan yararlanılmıştır. Bu program, sondaj verilerinden ve jeokimyasal analizlerden yararlanarak rezerv, tenör gibi parametreleri daha kolay hesaplamaya yarayan, jeolojik kesit almayı kolaylaştıran mühendislik programıdır. Bu tez kapsamında programdan, sondaj verileri ve jeokimyasal analizlerin girilmesi ve programda gösterilmesi konularında yararlanılmıştır.

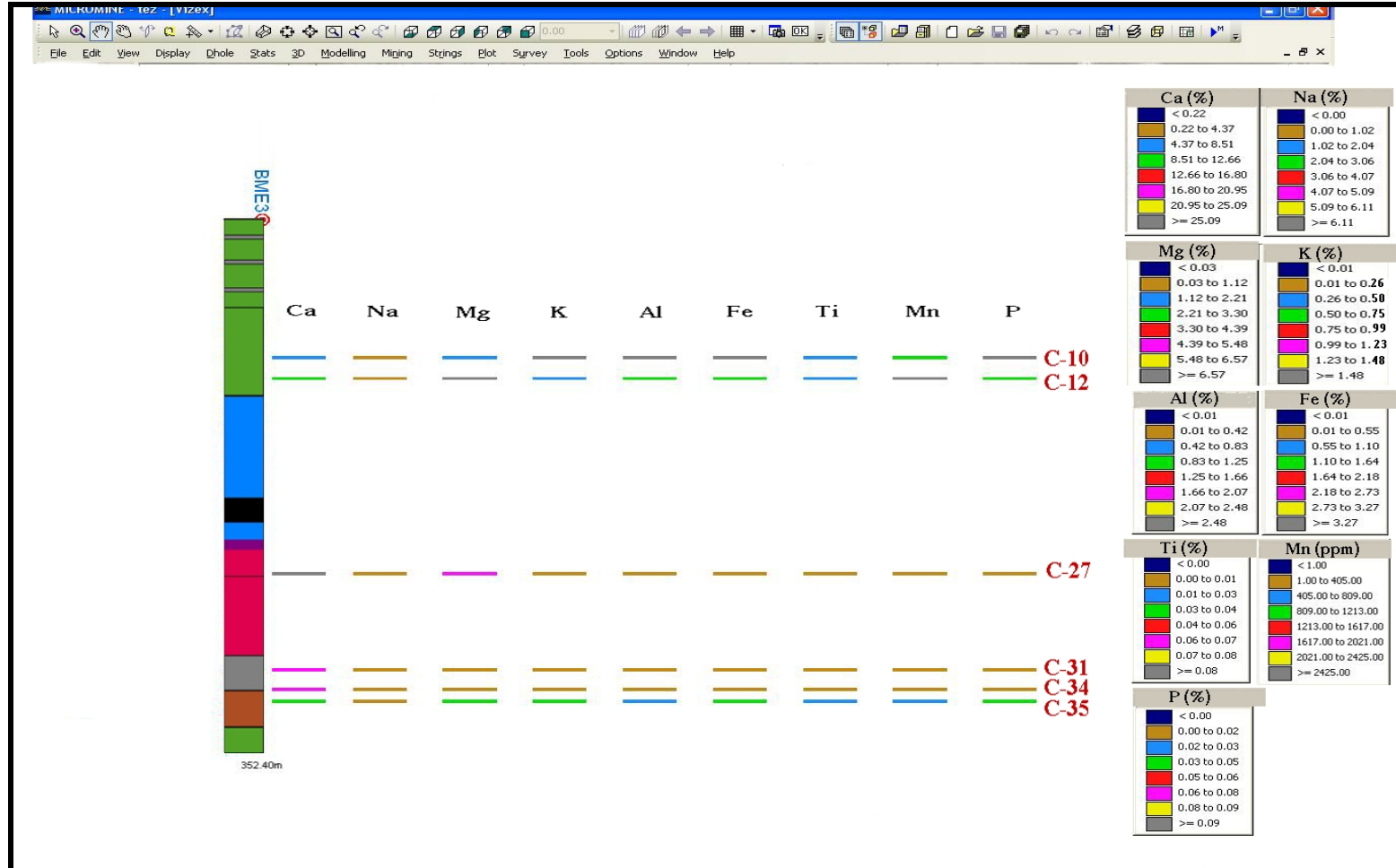
Bu program kullanılarak, her element için en düşük ve en yüksek değerleri arasını dikkate alan 6’sar sınıflı gruplamalar oluşturulmuş ve her sınıf aralığına bir renk verilmiştir. Böylelikle verilerin yorumlanması kolaylaştırılmıştır. Bu diyagramlarda aynı zamanda sondaj logu da çizilmiştir (şekil 7.1– 7.12). Burada diyagramlarda elementlerin dağılımları ayrı ayrı yorumlanmamış olup, şekilsel olarak bu diyagramlar incelendiğinde çok sayıda yorum yapma olasılığı vardır. Bu yorumlar tezi okuyanlara bırakılmıştır.



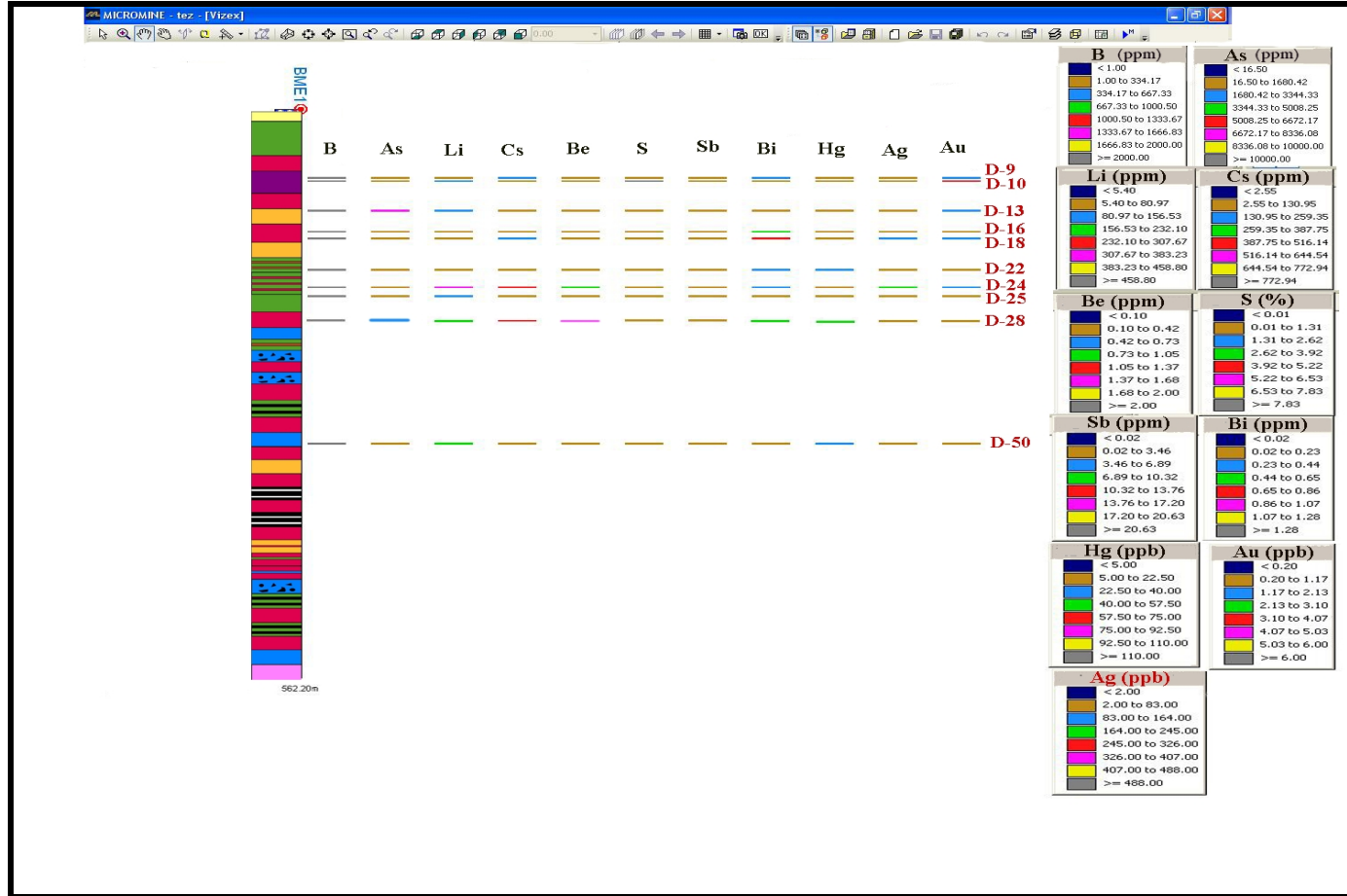
Şekil 7.1 BME-1 sondajı karşılaştırmalı ana element dağılımı



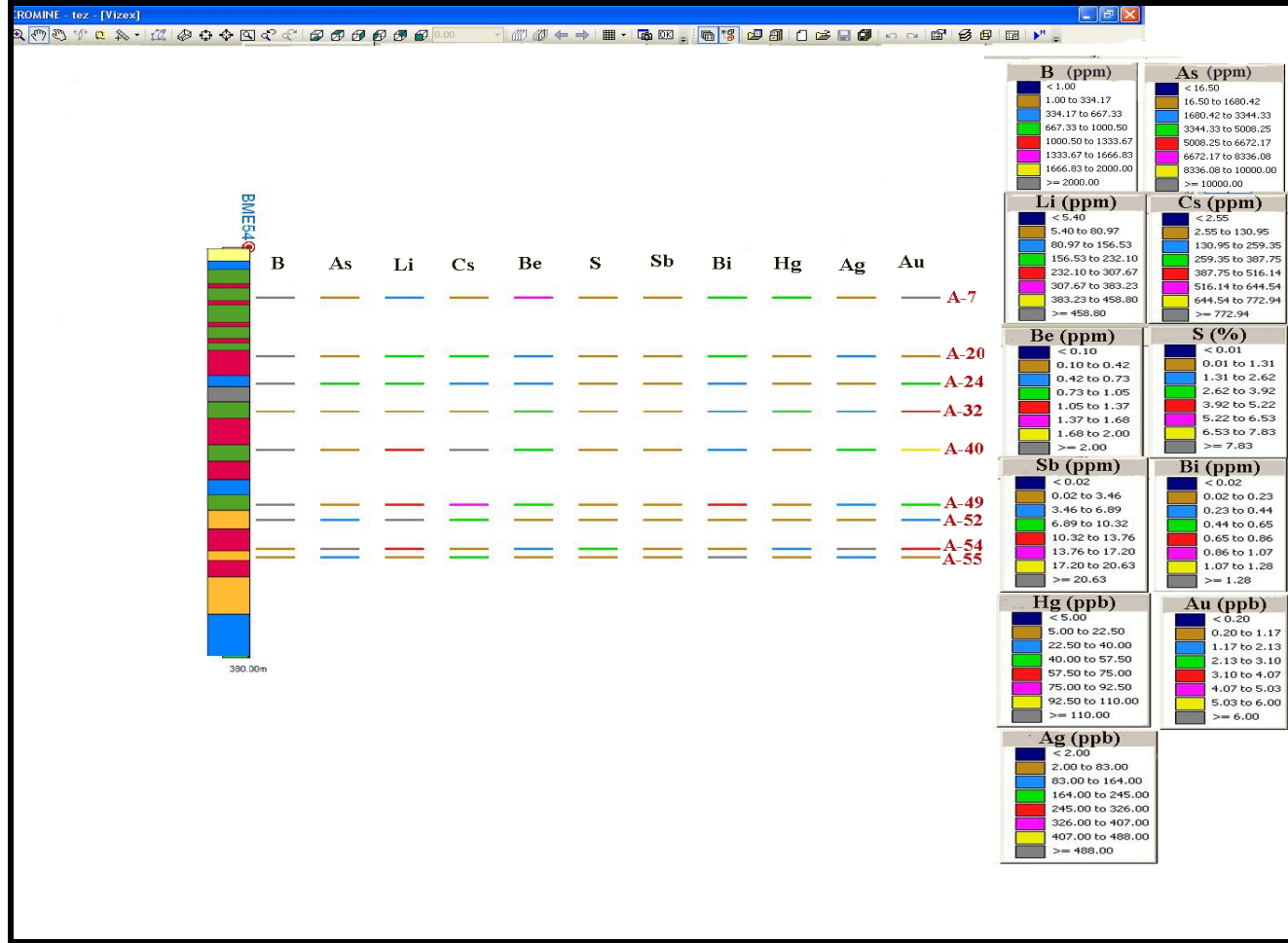
Şekil 7.2 BME-54 sondajı karşılaştırmalı ana element dağılımı



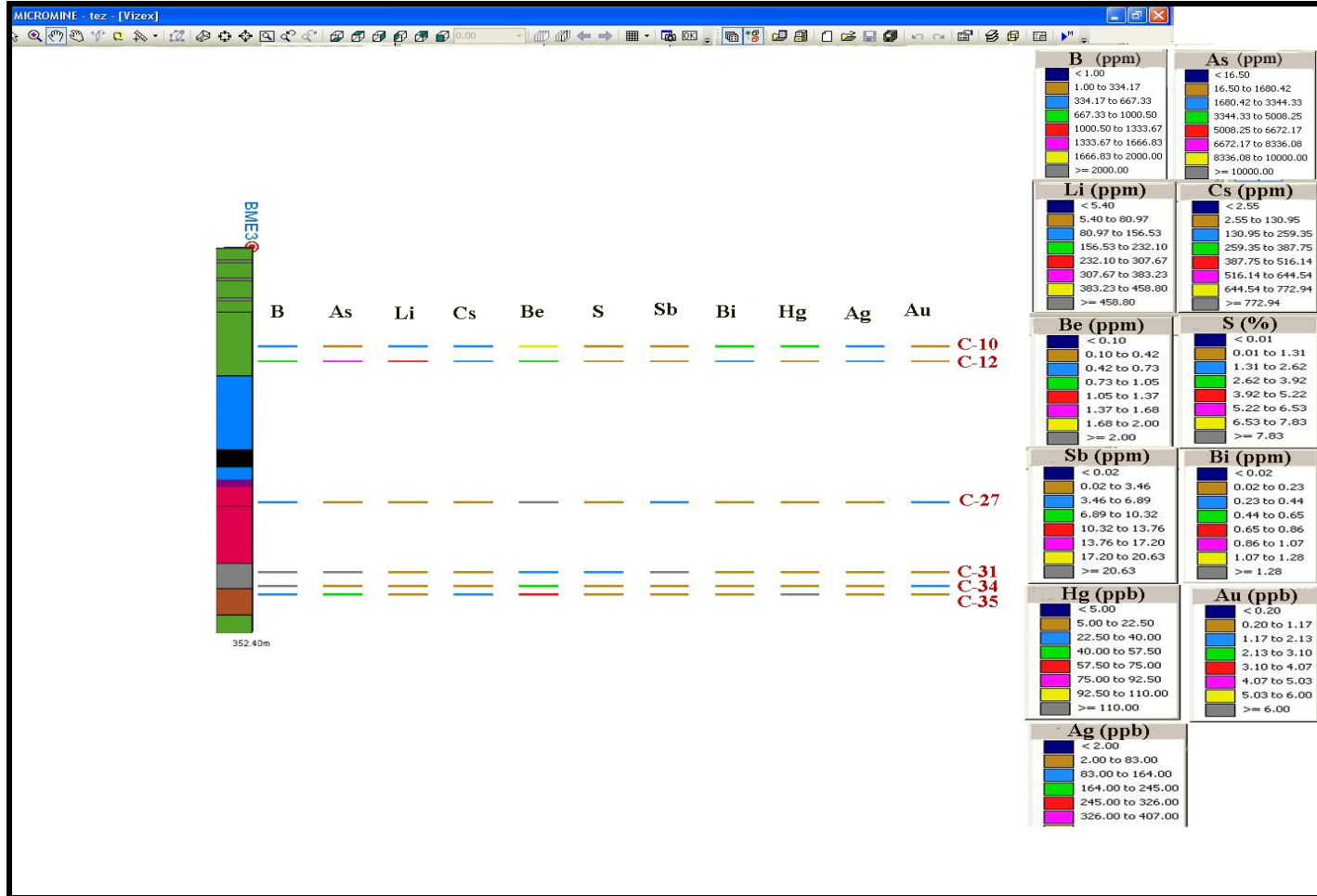
Şekil 7.3 BME-3 sondajı karşılaştırmalı ana element dağılımı



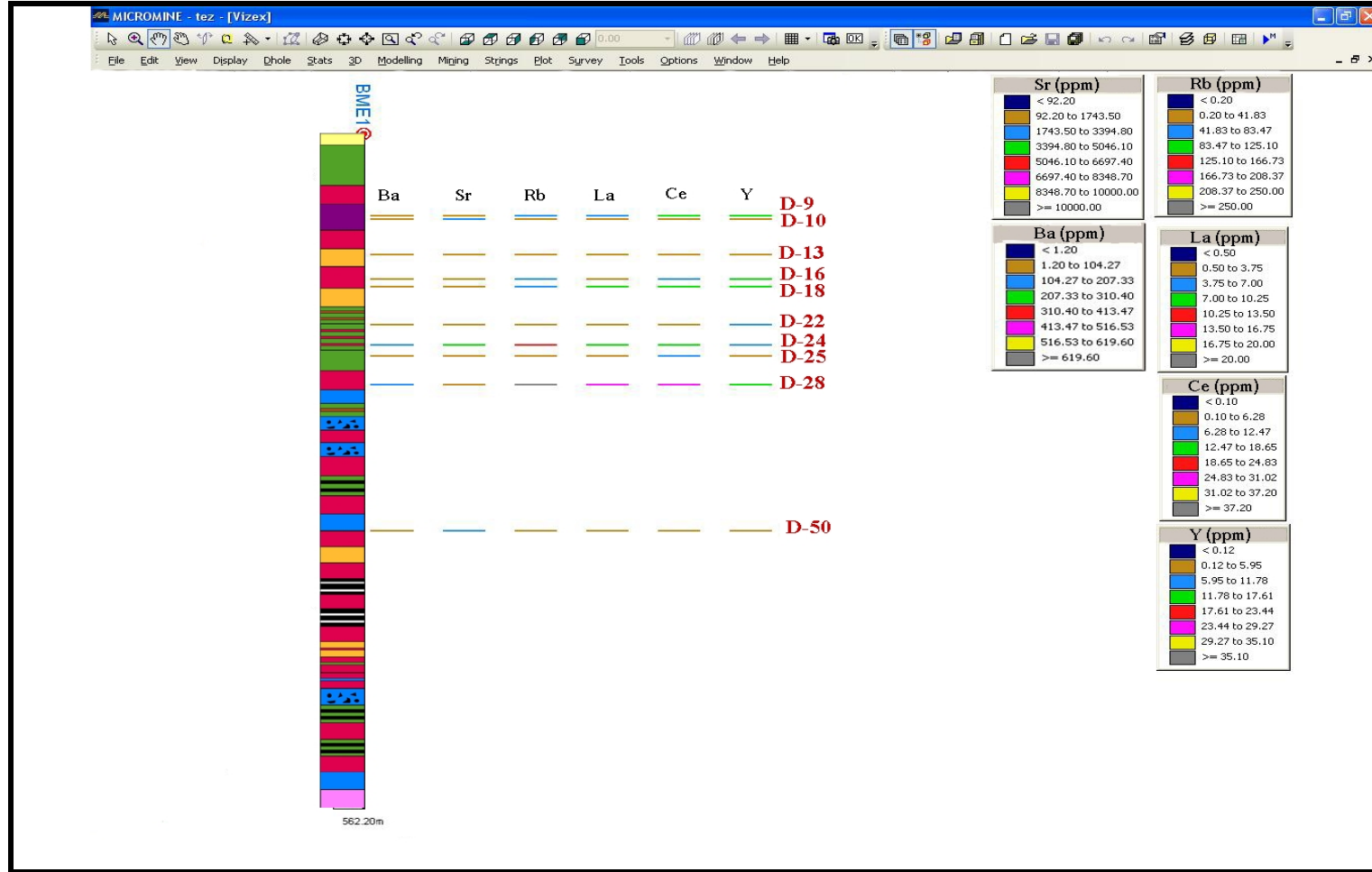
Şekil 7.4 BME-1 sondajı karşılaştırmalı eser element (1) dağılımı



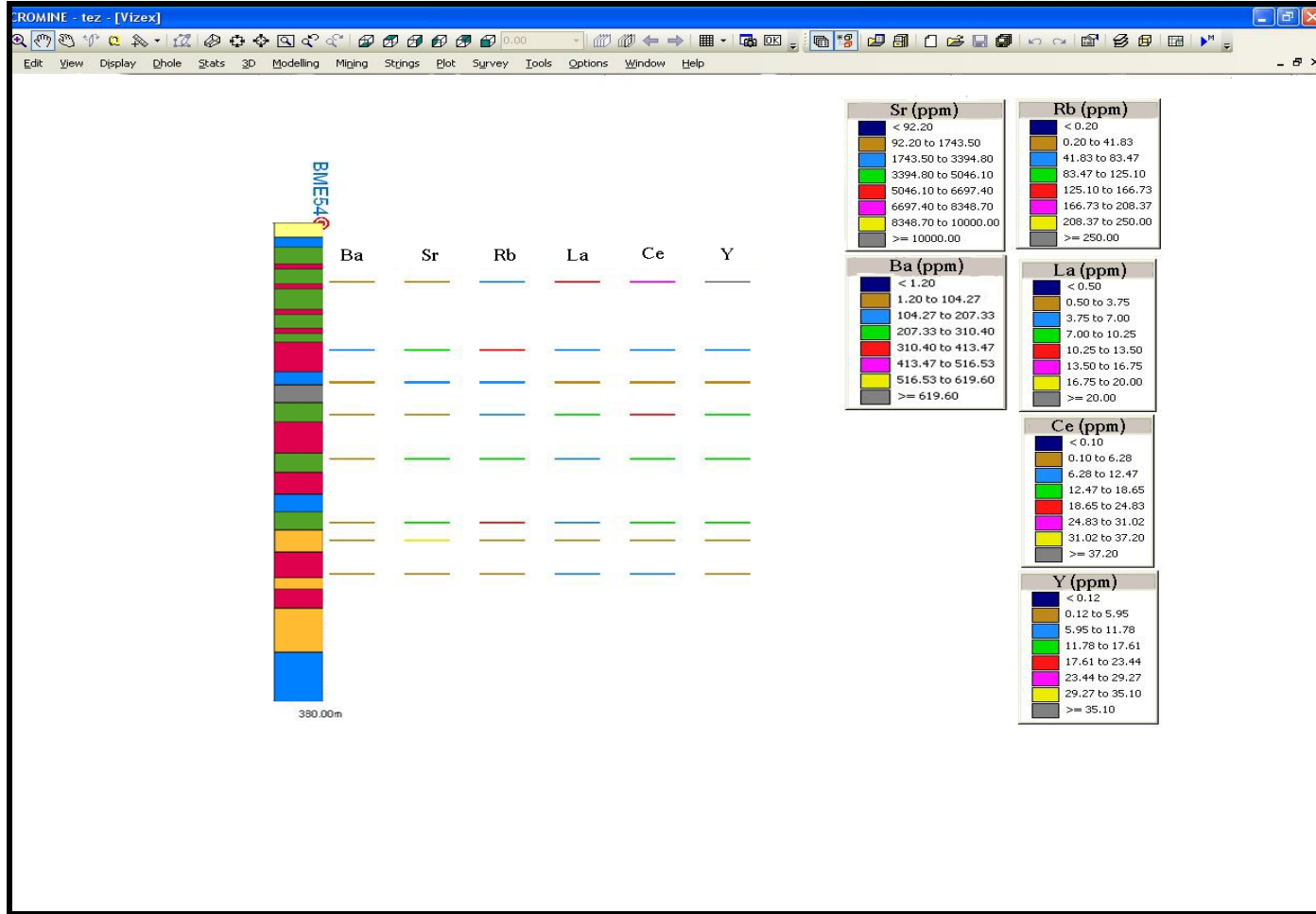
Şekil 7.5 BME-54 sondajı karşılaştırmalı eser element (1) dağılımı



Şekil 7.6 BME-3 sondajı karşılaştırmalı eser element (1) dağılımı

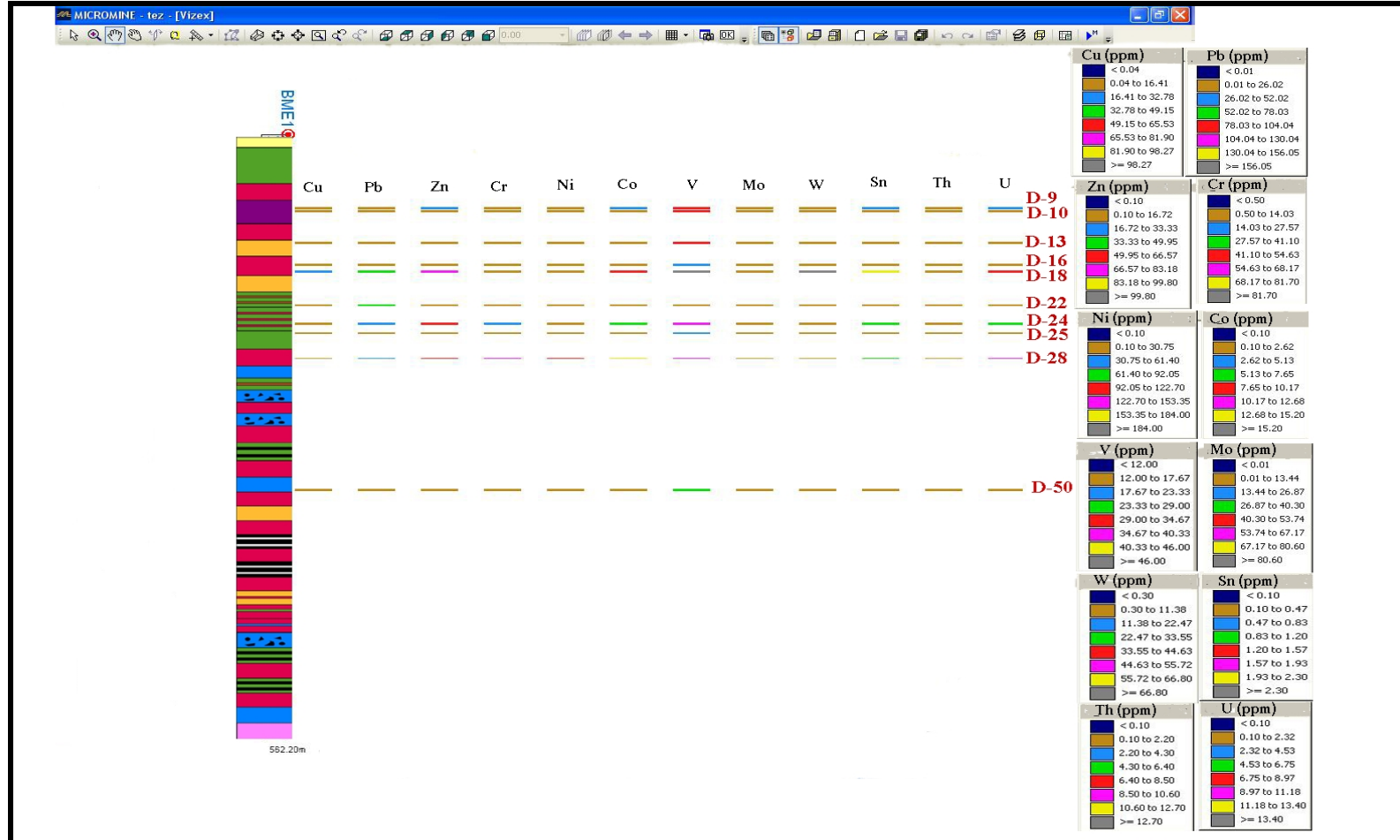


Şekil 7.7 BME-1 sondajı karşılaştırmalı eser element (2) dağılımı



Şekil 7.8 BME-54 sondajı karşılaştırmalı eser element (2) dağılımı

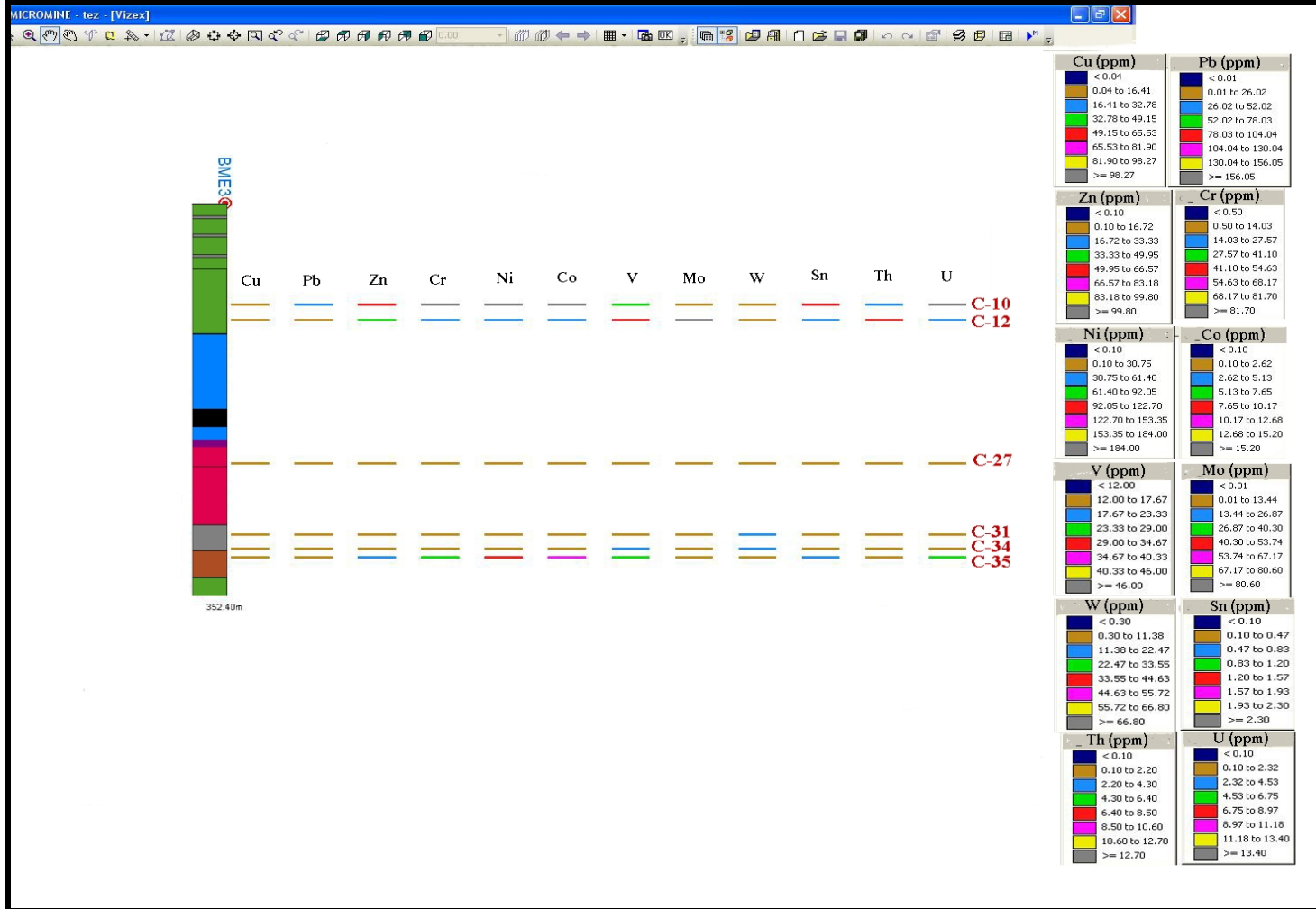
Şekil 7.9 BME-3 sondajı karşılaştırmalı eser element (2) dağılımı



Şekil 7.10 BME-1 sondajı karşılaştırmalı eser element (3) dağılımı



Şekil 7.11 BME-54 sondajı karşılaştırmalı eser element (3) dağılımı



Şekil 7.12 BME-3 sondajı karşılaştırmalı eser element (3) dağılımı

7.5 Emet Yöresindeki Diğer Jeokimyasal Çalışmalar ve Yorumlamalar

Bu tez çalışması sırasında 2 adet tuf ve 2 adet kil örneği XRF yöntemi ile analiz edilmiştir. Öte yandan Emet yöresinde ulaşılabilen ilk kil ve tuf analizleri Helvacı'ya (1986) aittir. Yazar aldığı 8 adet tuf ve 7 adet kil örneği analiz sonuçlarının ortalama değerlerini vermiştir. Çizelge 7.6'da kendi verilerimiz ve Helvacı 1986'nın ortalama değerleri birlikte sunulmuştur.

Elimizdeki analiz sonuçlarını diğer yazarların bulguları ile karşılaştırmak için o yazarların görüşlerini de kısaca bilmek gerekmektedir. Öte yandan, başta B ve Li olmak üzere As ve Sr değerleri de Emet havzasında az sayıda örnek üzerinde de olsa analiz edilmiştir. Bu sonuçlar ile elde ettiğimiz sonuçlar aşağıda karşılaştırılacaktır.

Çizelge 7.6: Emet civarı kil ve tuf örnekleri analiz sonuçları

Element	Birimi	A-55 (tuf)	D-18 (tuf)	ORTALAMA (tuf)	Helvacı(1986) (tuf ortalama)	A39 (kil)	D-28 (kil)	ORTALAMA (kil)	Helvacı(1986) (kil ortalama)
Na ₂ O	%	1,81	1,14	1,48	0,42	1,02	0,71	0,87	0,70
MgO	%	3,12	1,85	2,49	4,89	5,14	6,14	5,64	7,54
Al ₂ O ₃	%	11,02	9,23	10,13	15,17	9,71	14,44	12,08	1,03
SiO ₂	%	52,64	46,02	49,33	58,65	34,14	48,18	41,16	49,11
P ₂ O ₅	%	0,16	0,12	0,14	0,11	0,15	0,22	0,19	0,19
SO ₃	%	3,78	5,21	4,50	1,56	1,73	0,34	1,03	0,46
Cl	%	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	
K ₂ O	%	5,28	4,36	4,82	8,27	3,44	5,40	4,42	4,28
CaO	%	1,15	6,56	3,86	2,96	9,58	1,22	5,40	2,74
TiO ₂	%	0,45	0,32	0,39	0,51	0,39	0,76	0,57	0,53
V ₂ O ₅	%	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	
Cr ₂ O ₃	%	0,01	0,01	0,01		0,03	0,02	0,02	
MnO	%	0,03	0,06	0,05	0,03	0,16	0,10	0,13	0,08
Fe ₂ O ₃	%	2,92	4,22	3,57	2,22	4,24	6,88	5,56	3,88
Ateşte kayıp	%	17,03	21,12	19,08		30,86	16,53	23,70	
Toplam	%	99,43	100,23	99,83		100,61	100,95	100,78	
Co	ppm	10,00	14,70	12,35		15,90	40,60	28,25	
Ni	ppm	14,50	21,50	18,00	58,00	207,20	84,20	145,70	240,00
Cu	ppm	1,30	26,90	14,10	24,00	14,20	32,70	23,45	59,00
Zn	ppm	83,50	86,00	84,75	105,00	94,60	403,40	249,00	158,00
Ga	ppm	16,50	11,50	14,00		13,00	22,20	17,60	
Ge	ppm	4,50	2,60	3,55		12,00	24,70	18,35	
As	ppm	3946,00	484,80	2215,40	1507,00	2790,00	440,80	1615,40	2791,00
Se	ppm	0,60	0,40	0,50		0,60	0,60	0,60	
Br	ppm	2,10	1,00	1,55		2,90	1,10	2,00	

Çizelge 7.6 Emet civarı kil ve tuf örnekleri analiz sonuçları (devam)

Rb	ppm	266,00	190,50	228,25		499,10	1001,00	750,05	
Sr	ppm	214,80	314,90	264,85	1036,00	710,00	1379,00	1044,50	2327,00
Y	ppm	18,40	19,70	19,05		23,10	39,50	31,30	
Zr	ppm	149,20	160,30	154,75		100,70	105,70	103,20	
Nb	ppm	14,60	10,80	12,70		14,50	31,80	23,15	
Mo	ppm	1,00	1,30	1,15		1,00	0,40	0,70	
Ag	ppm	< 0.4	< 0.4			< 0.4	< 0.4		
Cd	ppm	0,60	0,60	0,60		1,10	0,60	0,85	
In	ppm	0,70	0,70	0,70		1,10	0,40	0,75	
Sn	ppm	8,80	3,70	6,25		4,10	14,40	9,25	
Sb	ppm	0,90	2,80	1,85		2,30	0,90	1,60	
Te	ppm	1,20	0,50	0,85		0,60	1,20	0,90	
I	ppm	1,90	1,50	1,70		5,10	2,20	3,65	
Cs	ppm	374,80	126,50	250,65		561,80	1844,00	1202,90	
Ba	ppm	905,50	663,00	784,25	813,00	428,50	788,20	608,35	623,00
La	ppm	35,50	21,80	28,65		13,90	18,70	16,30	
Ce	ppm	66,80	41,60	54,20	166,00	34,30	68,60	51,45	349,00
Hf	ppm	7,10	5,90	6,50		5,50	4,10	4,80	
Ta	ppm	4,10	5,70	4,90		6,20	7,30	6,75	
W	ppm	94,40	105,20	99,80		13,90	21,30	17,60	
Au	ppm	< 0.1	< 0.1			< 0.1	< 0.1		
Hg	ppm	4,90	1,30	3,10		1,70	2,10	1,90	
Tl	ppm	3,40	1,40	2,40		2,40	1,80	2,10	
Pb	ppm	35,00	68,90	51,95	64,00	57,60	345,60	201,60	115,00
Bi	ppm	3,10	1,30	2,20		2,90	1,80	2,35	
Th	ppm	16,20	13,40	14,80	37,00	12,80	32,40	22,60	35,00
U	ppm	3,50	2,90	3,20	6,00	2,00	4,30	3,15	6,00

Helvacı (1986)'nın kil ve tuf analizlerine dayanarak elde ettiği sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Borat zonu içerisindeki çoğu kil minerali, volkanik tüflerin alterasyonuyla biçimlenmiş olarak görülmektedir. Emet borat zonu sedimanlarındaki tuf ve killeri arasında tam olarak dereceli değişim söz konusudur ve bu da onların jeokimyasını yansıtmaktadır. Killer borat zonu içerisindeki ortalama tuf değerlerine göre belirgin olarak daha fazla Fe_2O_3 , MgO ve Na_2O ve H_2O ve daha az miktarda SiO_2 ve K_2O içermektedir (izelge 7.6). Bu durum killeri içerisindeki daha yüksek oranlardaki kil mineralleriyle (illit ve montmorillonitin her ikisi) ilişkili ve tüfleri içerisindeki biyotit ve kuvarsın yaygın olmasının bir sonucudur. Hem tuf hem de killeri yüksek $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{FeO}$ oranıyla karakterize edilmiştir, bu da güçlü oksidasyon (yükseltgen) sedimantasyon koşullarını belirtmektedir. B, As, Sr ve S'nin genel olarak yüksek konsantrasyonları, borat tabakalarındaki sedimanlar içerisindeki hidrotermal minerallerin yerleşimini göstermektedir. Düşük klor ve ihmal edilebilir bor miktarı sedimanların denizel olmayan karakterini göstermektedir (izelge 7.6). Bu durum tuf ve killerin kuvvetli oksidasyon koşulları altında denizel olmayan havzalar içerisinde çökelmiş olduğuuna işaret etmektedir.

Emet Doğanlar köyü sondaj karotlarından seçilen iki kil ve iki tuf örneğimizin ortalamalarına bakıldığında (izelge 7.6) kil rneklelerinde Fe_2O_3 ve MgO değerleri tflere göre daha fazla, buna karşın SiO_2 ve K_2O değerleri tuf rneklelerinde killere göre daha fazladır. Bu veriler Helvacı 1986 ile uyumludur. Ancak Na_2O değerleri Helvacı 1986'nın verilerine göre terstir ve tüflerde killere göre daha yüksektir. Analizlerimizde FeO değerleri olmadığından oksidasyon koşulları için bir şey söylenememektedir. Kil minerali olarak analizlerimizde illit ve montmorillonit bulunmuş, tüflerde ise kuvars ve biyotitler grlmştir. Tflerimizin Na içerikleri daha yüksektir ve analiz edilen bu rneklelerimizde tazedir. O halde volkanizma sırasında daha yüksek Na içeriği söz konusudur.

Bor minerallerinin kimyasal olarak değerlendirilmesine gelince; önce Helvacı 1986 tarafından yapılan değerlendirmeleri bilmek gerektiğinden aşağıda bunlar kısaca sunulmuştur:

Kolemanit, borat zonu içerisinde baskın mineraldir ve yarı baskın olarak çökeller etrafında oluşur. Çok yüksek oranda saflığına rağmen doğal kolemanit küçük miktarlarda kil ve diğer mineralleri içermektedir. B_2O_3 , CaO ve H_2O dışında kolemanit, aşağıda verilen şartlar içerisinde oluşan diğer elementlerin minör ve eser miktarlarını da içermektedir:

- a. Kalsiyumun örneğin Mg, Sr ve Ba tarafından izomorf olarak ornatılması olasıdır.
- b. Evaporit mineralleri olarak, Ca boratlarla (kolemanit) çökelim (örneğin hidroborasit, terujit, viçit, tunellit, sölestin, uleksit, probertit, kahnit, realgar, orpiment ve doğal sülfür, jips, sölestin mineralleri içerisindeki Mg, Sr, Na, As ve S elementleri)
- c. Ca borat çökelleri içerisindeki kil ve tuf sedimanlarının farklılaşması sonucu. Bu durumda yüksek oranlardaki montmorillonit ve illitik killerin tümü (Si, Al, Ti, Fe, Mg, K, Mn, P) ve killerin iz elementlerinin (Cr, Ni, Cu, Zn, Sn, Pb, Th) kolemanit ve diğer boratlar içerisinde küçük miktarlarda var olduğu tahmin edilmektedir.

Tez kapsamı çalışmaları sırasında mineralojik ve XRD verilerine göre bor minerali türleri olarak kolemanit, uleksit ve probertit bulunmuştur. Tunellit ve hidroborasit ise soru işaretlidir. Ayrıca jips, realgar ve örpiment de saptanmıştır. Kimyasal analizlerdeki yüksek Sr ve As içeriklerimize göre tunellit, viçit-A, terujit ve kahnit minerallerinin oluşma olasılığı yüksektir. Helvacı 1986 yaptığı ayrıntılı çalışmalarla bu mineralleri saptamıştır. Helvacı gibi killerin içinde Cr, Ni, Cu, Zn, Sn, Pb ve Th 'un yanı sıra Ga, Ge ve Cs değerlerimizde biraz yüksektir.

Helvacı and Alonso 2000’de Emet bölgesi volkanitlerinde 3 adet örnekte B, Sr, Li ve As analizleri yapmıştır (Çizelge 7.7).

Çizelge 7.7 Emet bölgesi volkanitlerinin B, Sr, Li ve As analizleri, kaya tipleri ve yaşları (Helvacı and Alonso 2000)

Örnek Adı	Stratigrafik Düzeyler	B (ppm)	Sr (ppm)	Li (ppm)	As (ppm)	Kaya Tipi (Streckeisen, 1976)	K-Ar Yaşı (my-yaşlandırılan mineral)
EMET							
E-9	cevherin 500 m üzerinde	85	125	10	16	Trakit	15.4 ± .2 (feldispat)
E-1	Cevher zonu içinde	77	38	7	<2	Alkali Trakitik Tüf	16.8 ± 2 (biyotit)
E-3	Cevherin 150 m altında	67	22	<5	64	Riyolit	19.0 ± 2 (biyotit)

Bu değerler Yeni Zelanda’da Taupo Volkanik Zonu’ndan alınan 62 adet riyolit ve andezit örneğinin Li ve B ortalama değerleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 7.8).

Çizelge 7.8 Yeni Zelanda Taupo Volkanik Zonu B, Li, As ve Sr analizleri (Trompetter *et al.* 1999)

Kaya Türü	B	Sr	Li	As	Kaynaklar
Andezit	19		11		
Riyolit	35		20		

Buna göre Emet bölgesi riyolitlerinde bor içeriği, Taupo Volkanik Zonu riyolit değerlerinden iki mislinden daha yüksek ancak Emet bölgesi lityum içeriği, Taupo Volkanik Zonu lityum değerlerinden yarıdan daha az olduğu gözükmemektedir.

Bu çalışmada andezit ve riolit gibi volkanik kayaç analizlerimiz bulunmamaktadır. Tüf örneklerinde (A-54 ve A-55) ICP-MS yöntemi ile daha önce analizi yapılmış ve B, Sr, Li ve As değerleri bir önceki bölümde yorumlanmıştır. Burada A-55 ve D-18 numaralı tüflerin XRF analiz sonuçlarında bu element verileri olmadığından karşılaştırma yapmak olanaksızdır. Bir önceki bölümde B değerleri 112-332 ppm, Sr değerleri ise 25-96 ppm arasında, Li değerleri 66-233 ppm ve As değerleri de 3134 ile 10 000'den büyük değerler sunmaktadır. Tüflerdeki tüm değerlerimiz Çizelge 7.7 ve 7.8'deki değerlerden daha yüksektir.

Son yıllarda Emet bölgesinde Hisarcık ocağında altı adet kil örneğinde % Li₂O değerleri verilmiştir (Helvacı *et al.* 2004) (Çizelge 7.9).

Çizelge 7.9 Emet borat yatağındaki killerin Li₂O içerikleri (Helvacı *et al.* 2004)

Alınan örnek yeri	Li ₂ O % Ağırlık
Kiltaşı	0.26
Altere tüf örneği	0.15
Espey açık ocağından alınan ikinci kolemanit zonundaki kil	0.15
Espey açık ocağından alınan ikinci ve üçüncü kolemanit zonu arasındaki kil	0.11
Espey açık ocağından alınan üçüncü kolemanit zonundaki kil	0.17
Espey açık ocağının atık yığını	0.17

Bu tez kapsamında alınan killi örneklerde Li değerleri ppm olarak 30.7 ile 305.7 arasında değişmektedir (bakınız Çizelge 7.3). Bu örneklerin A-32 ve C-35 örnekleri borat zonu içindeki killerden, C-10 ve C-12 örnekleri ise borat zonunun bitimine yakın üste doğru olan killerden alınmıştır. Üstteki killerden alınan örneklerde Li 100-300 ppm gibi daha yüksek sonuçlar vermiştir. Örnek sayımızın maddi olanaklarımızdaki darlık nedeniyle az olması yorumları zorlaştırmaktadır.

8. TARTIŞMA

Burada çok kısa olarak elde edilen veriler tartışılmaya çalışılacaktır.

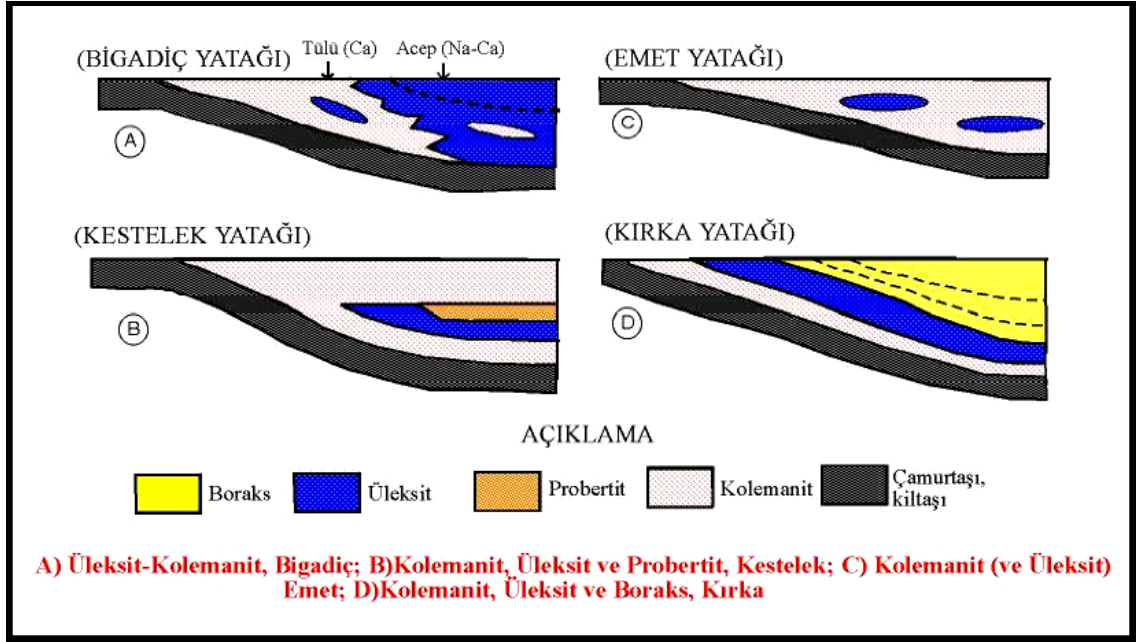
Jeokimyasal verilere dayanarak Helvacı 1986 şu saptamaları yapmıştır:

Borat yataklarını oluşturan playa göllerinin çevresinde volkanik faaliyetler çok yaygın olup, genellikle kalkalkalen karakterli ve asitten bazıge kadar değişen volkanitlerin yanısıra, tortullarla arılanmalı olarak bulunan piroklastik kayalar gözlenir. Tüm borat bölgelerinde volkanik kayaların bulunması, borat oluşumu için volkanizmanın gerekli olduğu ve bor getiriminin ortaç ve asidik volkanik kayalara bağılı olduğunu ortaya koyar.

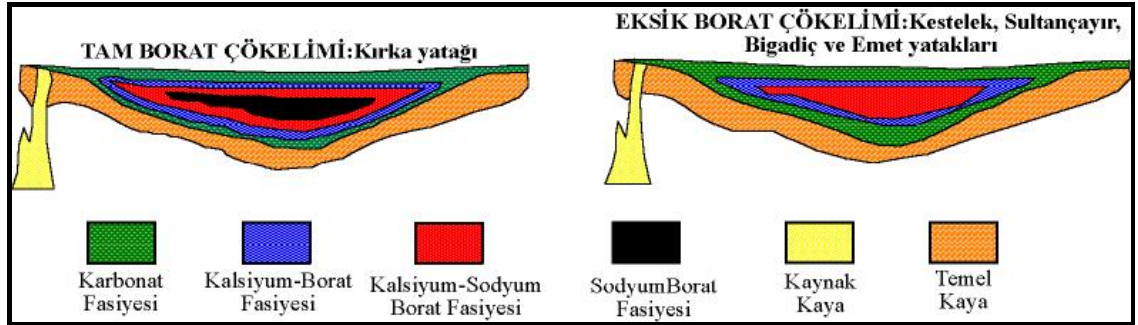
Diğer taraftan borat havzalarındaki tortulların büyük bir bölümünün volkanik kayalardan türemiş gereçler içermesi bu varsayımı destekler yönde değerlendirilebilir (Helvacı 1983, Helvacı and Orti 1998, Floyd *et al.* 1998, Helvacı and Alonso 2000).

Bu saptamaları kendi verilerimizle değerlendirerek tartışacak olursak; alt ve üst karbonatlı kayalar ile ilgili analizimiz olmamakla birlikte Borat zonu içinde elde edilen verilere göre Na/Ca oranının yer yer arttığı yer yer de azaldığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak da Ca'lu borlarla Ca-Na'lu borların arılanmalı olarak çökeldiği ileri sürülebilir.

Öte yandan, Türkiye Borat havzaları inceleyen Helvacı 2001 tüm havzalara göre bor minerallerinin dağılım modelini ve tam ve eksik bor çökelimine göre borat yataklarının sınıflanışı ve havzalardaki mineral fasiyeslerinin dağılımı vermiştir (Şekil 8.1 ve 8.2).



Şekil 8.1 Türkiye Borat havzalarındaki bor mineralleri dağılımının ölçeksiz gösterimi (Helvacı 2001' den alınmıştır)



Şekil 8.2 Tam ve eksik Bor çökelimine göre Borat yataklarının sınıflandırması ve havzalardaki mineral fasiyeslerinin dağılımı (Helvacı 2001' den alınmıştır)

Bu modele göre Emet havzasında kolemanit ve üleksit olduğunu belirtmiştir. Oysa yaptığımız XRD çalışmaları probertitinde varlığını kanıtlamıştır (Şekil 6.1 sondaj no BME-

1). Daha çok sayıda veriye ihtiyaç vardır ancak şimdilik Emet havzasının incelenen bu bölümü Kestelek modeline benzer özellikte denebilir.

Emet Doğanlar köyü sondaj verilerimizden hareketle, Emet havzasının bu bölümü için havzadaki modelin Helvacı (2001) tarafından Şekil 8.2’de verilen Eksik Borat Çökelimi modeline uygun özellikte olduğu söylenebilir.

9.SONUÇLAR

Doğanlar köyü sondajlarından hareketle elde edilen mineralojik – petrografik - XRD ve jeokimyasal verilere dayanarak Emet-Hisarcık bölgesinin bu kesimini ilgilendiren bazı sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1. Doğanlar köyü alüvyonları altında 4 adet sondajın karotları incelenmiş, istifler belirlenmiş ve sondajlar birbirleriyle ve Emet yöresinde yapılan diğer istiflerle korele edilmiştir. İstiflerden üçü daha önceki araştırmacılar tarafından ortaya konulan Kırmızı Birim ve Borat Zonu'na ait litolojilerle temsil olunmakta olup, biri ise tavandaki Üst Kireçtaşı Birimi'nden geçmektedir. İstiflerde kilaşı – silttaşı, tuf (ve tüfit), kireçtaşı ve kilaşı-kömür, kilaşı-tuz aralanmaları belirlenmiştir. Bu aralanmalar içinde ince – kalın bor cevheri zonları bulunmaktadır. Karot örneklerinde borların damar, masif, yumru, ışınal ve benekli biçimlerde, aralandığı kayalarla birlikte yer aldığı görülmektedir.
2. Petrografik ve mineralojik çalışmalarda silttaşları, tüfler ve kireçtaşlarını oluşturan mineraller ve dokuları ile bor mineralleri incelenmiştir. Tüflerin, litik tuf ve tüfit olarak bulunduğu kuvars, biyotit, feldispat ile metamorfik ve magmatik yer yer de sedimanter kayaç parçalarından oluştuğu ve volkan camı ile çemintolandığı görülmüştür. Silttaşlarında kuvars ve feldispat taneciklerinin yanı sıra bazen kloritlerde görülmüştür. Kireçtaşları ise mikritik olup, boşluklarına silis ve genç karbonat mineralleri girmiştir. Bor minerallerinin mikroskop altında ince uzun taneli, orta taneli (yarı özşekilli), iri taneli (yarı öz-öz şekilli), çok iri taneli, lifsi, ışınal, yelpaze şekilli olarak kil, karbonat, jips ve realgar-örpigment gibi arsen içerekliler ile birlikte bulunduğu gözlenmiştir.
3. XRD çalışmalarında, 10 örnekte kil difraktogramlarına göre illit, montmorillonit ve biraz da Mg-Saponit ile Saukonit belirlenmiştir. Bor cevherlerinden seçilen 16 örnekte borların türü kolemanit, uleksit ve probertit olarak belirlenmiştir. İki

sondajda üst kesimlerde kolemanit, alta doğru uleksit ve probertit saptanmıştır. Tunellit ve hidroborasit ise soru işaretlidir. Ayrıca XRD difraktogramlarında kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, jips, realgar ve örpiment de saptanmıştır. Kimyasal analizlerdeki yüksek Sr ve As içeriklerimize göre tunellit, viçit-A, terurjit ve kahnit minerallerinin oluşma olasılığı yüksektir. Helvacı 1986 yaptığı ayrıntılı çalışmalarıyla bu mineralleri saptamıştır.

4. Kimyasal analiz sonucunda, killi örneklerde Li değerleri ppm olarak 30.7 ile 305.7 arasında değişmektedir. Bu örnekler, borat zonu içindeki killerden ve borat zonunun bitimine yakın üste doğru olan killerden alınmıştır. Üstteki killerden alınan örneklerde Li 100-300 ppm gibi daha yüksek sonuçlar vermiştir. Kıltaşı, tuf ve kireçtaşı örneklerinde bor miktarının 734 ppm den az olduğu görülür. Diğer örneklerde bor 2000 ppm in üstündedir. As değerleri gerek yankayaçlarda gerekse cevherli örneklerde belirli bir sistematik sergilememektedir. Havzaya her evrede As gelimi olmuştur. Bu değişim 19 ppm lerle 10 000 ppm lerin üstü (% 1'in üstü) aralığındadır. S değerleri ise karotlarda izlenen örpiment ve realgar ile bağlantılı olarak yani (As ile) %7.83 lere varan değişken değerler sunar. Ancak bu As ile iyi bir korelasyon gösterdiği anlamını da taşımamaktadır. Bu durumda havzaya bir başka formda veya serbest halde kükürt gelişinden söz edilebilir.
5. Emet havzasının bu kesiminde daha önceki bor mineral dağılım modellerinde yer almayan probertit mineralinin varlığı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akdeniz, N. ve Konak, N. 1979. Simav-Emet-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi. M.T.A. Derleme Rap. No.6547 (yayınlanmamış).
- Akyol, E. ve Akgün, F. 1990. Bigadiç, Kestelek, Emet ve Kırka Boratlı Neojen Tortullarının Palinolojisi, Mta Dergisi, No:111, s.165-173, Ankara
- Ataman, G. 1977a. Batı Anadolu (Ege Bölgesi) zeolit yataklarının ve bunların oluşumlarının saptanması. TÜBİTAK. Proje Rap., TBTA, TBAG-197. (yayınlanmamış) 72 s.
- Ataman, G. 1977b. Batı Anadolu zeolit oluşumları. Yerbilimleri. 3:85-95
- Ataman, G. and Baysal, O. 1978. Clay mineralogy of Turkish borate deposits. Chem. Geol., 22:233-247
- Baysal, O. 1972. Tunnellite, a new hydrous strontium borate from the Sarıkaya borate deposits in Turkey: Bull., Min., Res., Expl. Inst. Turkey, no.79, 22-29
- Beevers, C.A. and Stewart, F.H. 1960. p-Veatchite from Yorkshire, Mineralog. Mag., no.32, 1-500
- Bekişoğlu, K.A. 1961. Türkiye’de bor yatakları ve bunların arzettiği ehemmiyet. M.T.A. Derleme Rap. No. 3400 (yayınlanmamış), 39 s.
- Bowser, C.J. 1965. Geochemistry and petrology of the sodium borates in the nonmarine evaporite environment, Ph. D. dissertation, University of California, Los Angeles
- Braitsch, O. 1959. Über p-Veatchit, eine neue Veatchit-Varietät aus dem Zechsteinsalz, Beitrage Miner. Petr., 6, 6-352
- Brown, W.W. and Jones, K.D. 1971. Borate deposits of Turkey. In:A.S. Campbell (Editor), Geology and History of Turkey. Petroleum Exploration Society, Libya, Tripoli. Pp.483-492.
- Ercan, T. 1983. Batı Anadolu’daki Senozoyik yaşlı volkanik kayalar ve plaka tektoniği açısından kökensel yorumları. M.T.A. Rap. No. 7294 (yayınlanmamış).
- Floyd, P.A., Helvacı, C. and Mittwede, S.K. 1998. Geochemical discrimination of volcanic rocks, associated with borate deposits: an exploration tool? Journal of Geochemical Exploration 60, 185-205.
- Gawlik, J. 1956. Borate Deposits of Emet Neogene basin, MTA Rep.No.2479, Ankara
- Gemici, Ü. and Tarcan, G. 2002. Distribution of boron in thermal waters of western Anatolia, Turkey, and examples of their environmental impacts, Environmental Geology, 43:87-98
- Gün H., Akdeniz, N., Bingöl, E. and Günay, E. 1976. Géologie des bassins Tertiaires des régions nord-est du massif de Menderès. Bull. Soc. Géol. France. T.xviii, 2:451-458
- Gün, H., Akdeniz, N. ve Günay, E. 1979. Gediz ve Emet güneyi Neojen havzalarının jeolojisi ve yaş sorunları, Jeoloji Mühendisliği, 8, 3-14
- Gündoğdu, N.M. and Yalçın, H. 1985. Possible Use of Sr in Borate Exploration: An Example from Bigadiç and Emet Neogene Basins of Turkey (Borat Aramalarında Stronsiyumun Olası Kullanımı : Bigadiç ve Emet Basenlerinden Örnekler), Terra Cognita, Vol.5, No.2-3, p.297
- Helvacı, C. and Firman, R.J. 1976. Geological setting and mineralogy of Emet borate deposits, Turkey, Institution of Mining and Metallurgy Transactions, 85, sec. B, p.142-152

- Helvacı, C. 1977. Geology, mineralogy and geochemistry of the borate deposits and associated rocks at the Emet Valley, Turkey, Ph.D.Thesis, University of Nottingham, England, 338 p.
- Helvacı, C. ve Firman R.J. 1977. Emet borat yataklarının jeolojik konumu ve mineralojisi, Jeoloji mühendisliği dergisi
- Helvacı, C. 1983. Türkiye borat yataklarının minerolojisi, Jeoloji mühendisliği dergisi, s. 37- 54
- Helvacı, C. 1984. Occurrence of rare borate minerals: veatchite-A, tunnellite, terrugite and cahnite in the Emet borate deposits, Turkey: Mineral Deposits, 19,217-226.
- Helvacı, C. ve Alaca, O. 1984. Bigadiç borat yataklarının jeolojisi ve mineralojisi: T.J.K. 38.Bilimsel ve Teknik Kurultay Bildiri Özetleri, 110-111.
- Helvacı, C. 1986. Stratigraphic and structural evolution of the Emet borate deposits, Western Anatolia, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Araştırma Raporları, No:1080
- Helvacı, C., İnci, U., Yağmurlu F., ve Yılmaz, H. 1987. Batı Anadolu'nun Neojen stratigrafisi ve ekonomik potansiyeli. A. Ü. Isparta Müh. Fak. Dergisi, Jeoloji 3., 31-45.
- Helvacı, C. 1990. Mineral assemblages and formation of the Kestelek and Sultançayır borate deposits, Western Turkey, 29th International Earth Sciences Congress on Aegean Regions, pp. 245-264
- Helvacı, C., Stamatakis, M.G., Zagouroglou, C. and Kanaris, J. 1993. Borate minerals and related authigenic silicates in northeastern mediterranean late miocen continental basins, Explor. Mining Geology, Vol.2, No.2, pp.171-178, USA
- Helvacı, C. and Kistler R.B. 1994. Boron and Borates, Industrial minerals and rocks, 6th Edition, pp.171-186
- Helvacı, C. 1995. Stratigraphy, mineralogy and genesis of the Bigadiç borate deposits, Western Turkey. Economic Geology 90,1237-1260.
- Helvacı, C. and Orti, F. 1998. Sedimentology and diagenesis of Miocene colemanite-ulexite deposits (Western Anatolia, Turkey), Journal of Sedimentary Research, Vol 68, No 5
- Helvacı, C. and Alonso, N.R. 2000. Borate deposits of Turkey and Argentina; A summary and geological comparison, Turkish Journal of Earth Sciences.Vol.9, pp.1-27
- Helvacı, C. 2001. Türkiye Borat Yatakları, Jeolojik Konumu, Ekonomik Önemi ve Bor Politikası, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 34 sayfa
- Helvacı, C., Mordaoğan, H., Çolak, M. and Gündoğan İ. 2004. Presence and Distribution of Lithium in Borate Deposits and Some Recent Lake Waters of West-central Turkey, International Geology Review, Vol.46, No.2, P.177-190
- İnan, K., Dunham, A.C. and Esson, J. 1973. Mineralogy, chemistry and origin of Kırka borate deposits, Eskisehir Province, Turkey, Trans. Instn. Min. Metall. (Sec. B: Appl.Earth sci.), 82, 114-123
- Koçak, N. ve Sözügözel, H. 1989, Kestelek Neojen havzasının jeolojik etüdü, Etibank Maden Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Meixner, H. 1952. Einige Boratminerale (Colemanit und Tertschit, ein neues Mineral) aus der Türkei, Fortschr. Mineralogie, 31, 39-42

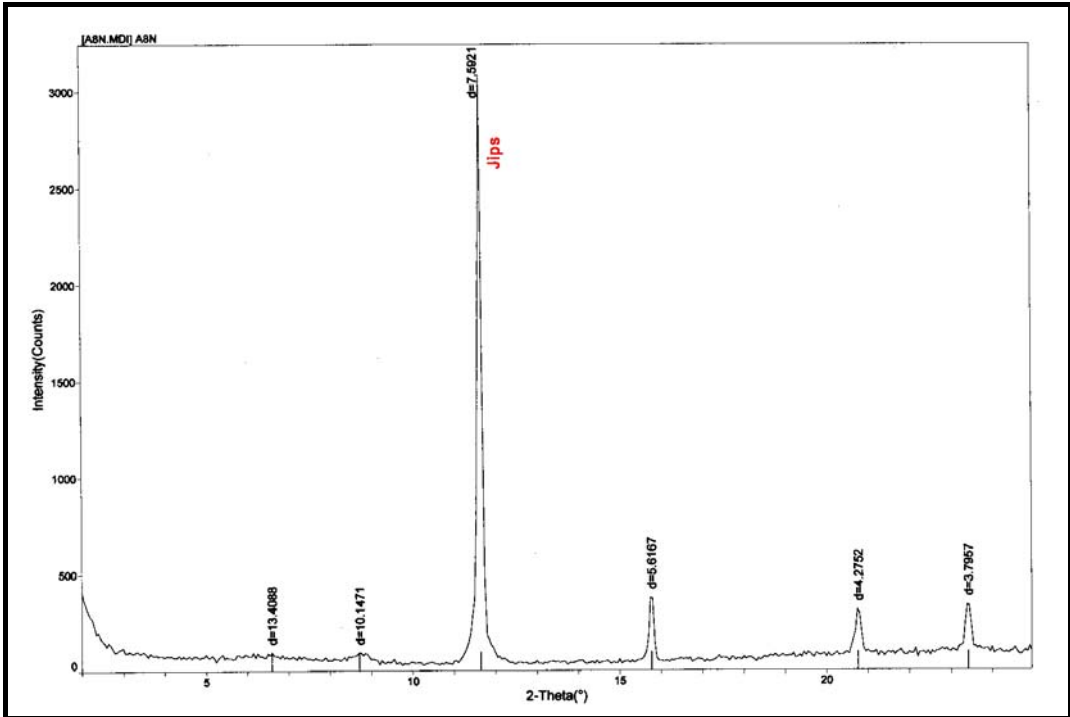
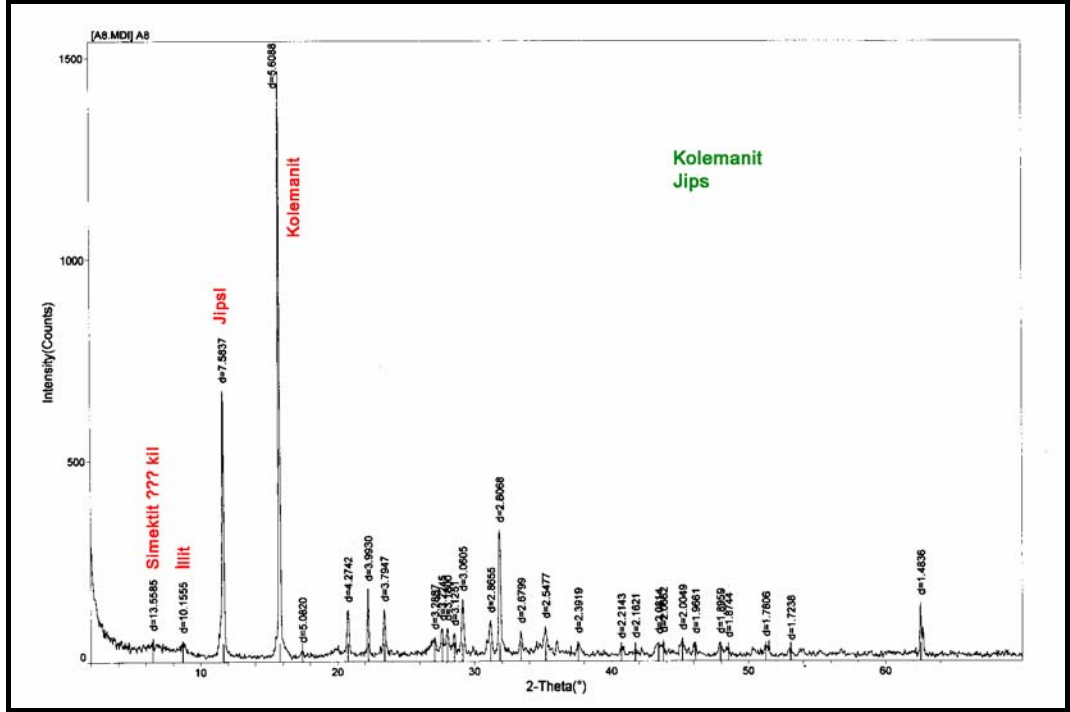
- Meixner, H. 1953. Mineralogische beobachtungen an colemanit, inyoit, meyerhofferitterschit und ulexit aus neuem Türkischen boratlagerstätten, Heidelb. Beitr. Miner. Petrogr. Vol.3, Germany, p. 445-455.
- Meixner, H. 1956. Die neue Türkische boratprovinz in Iskelekoy bei Bigadic im Vilayet Balıkesir, In Sonderabdruck aus Kali und Steinsalz, part 2 (Essen:Verlag Glückauf), 7-43
- Muessing, S. 1966. Recent South American borate deposits, In 2nd Symp. on Salt, volume 1, 3-151 (Cleveland, Ohio: Northern Ohio Geological Society)
- Özpeker, I. 1969. Batı Anadolu Borat Yataklarının Mukayeseli Jenetik Etüdü, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Doktora Tezi, s.10-116, İstanbul
- Rogers, A.F. 1919. Colemanite pseudomorphous after inyoite from Death Valley, California, Am. Miner., 4, 9-135
- Trompeter, W.J., Reyes, A.G., Vickridge, I.C. and Markwitz, A. 1999. Lithium and boron distributions in geological samples, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Volume 158, Number 1, 2 pp.568-574(7)
- Yalçın, H. 1984. Emet Neojen gölsel baseninin jeolojik ve mineralojik – petrografik incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 269 s

EKLER

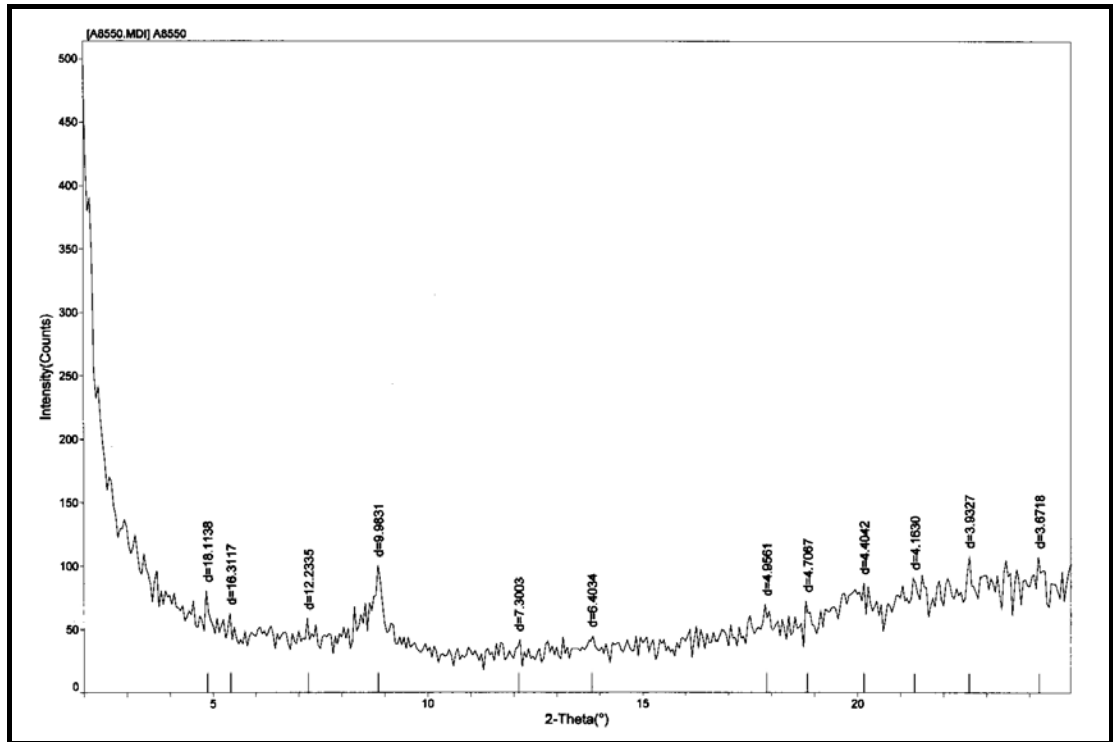
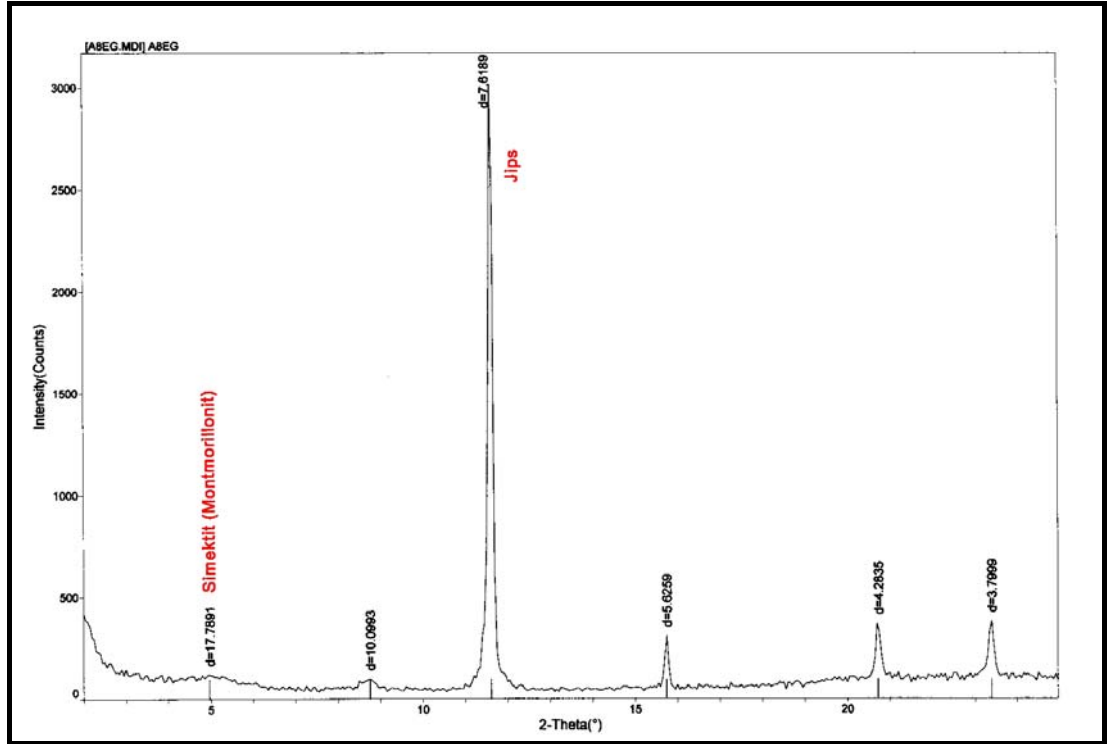
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar

EK 2 XRD Çalışmalarında Belirlenen Bor Minerallerine Ait Difraktogramlar

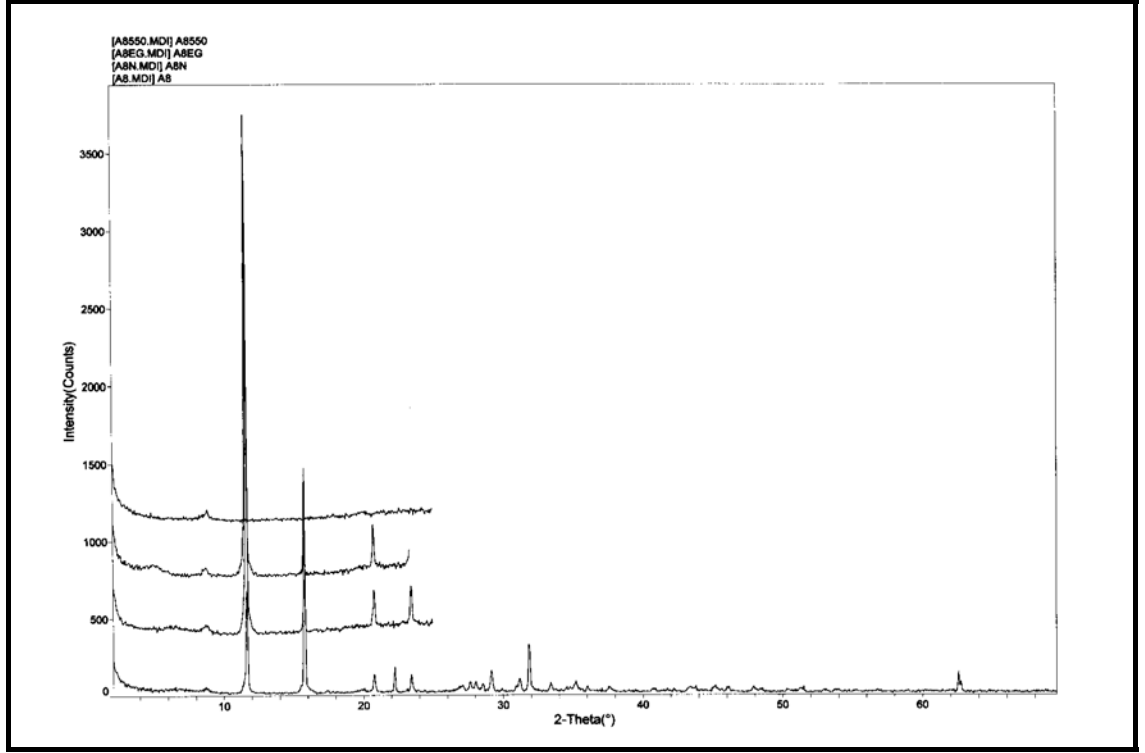
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar



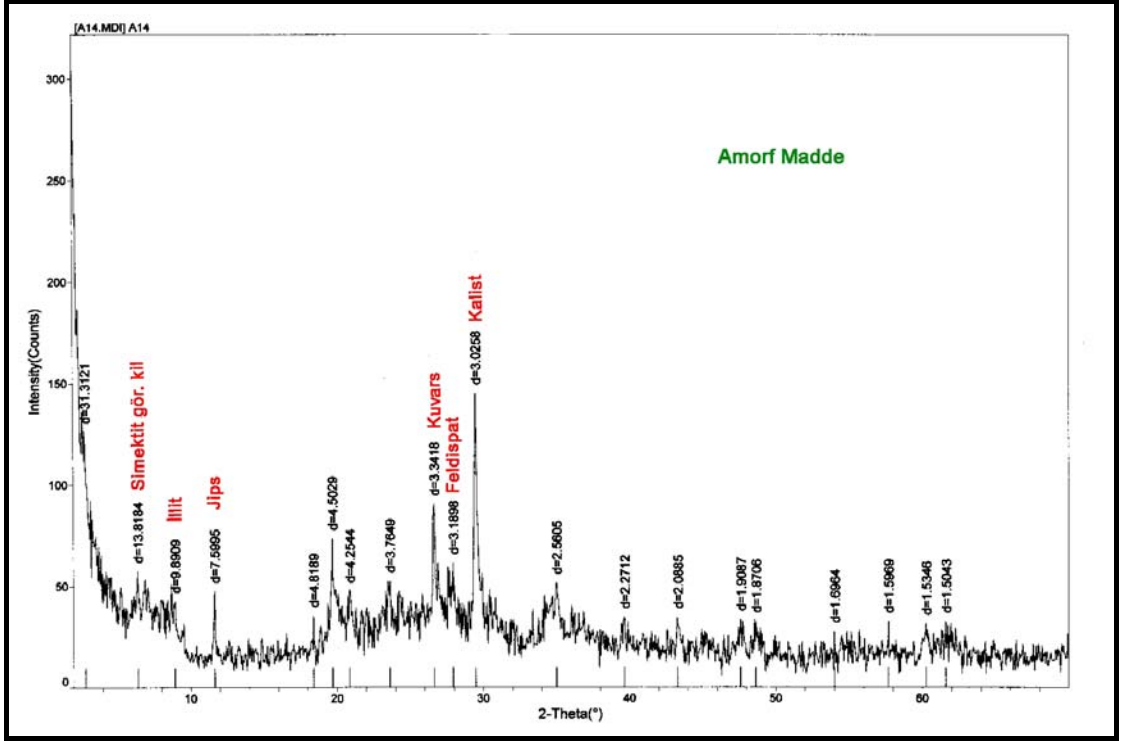
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



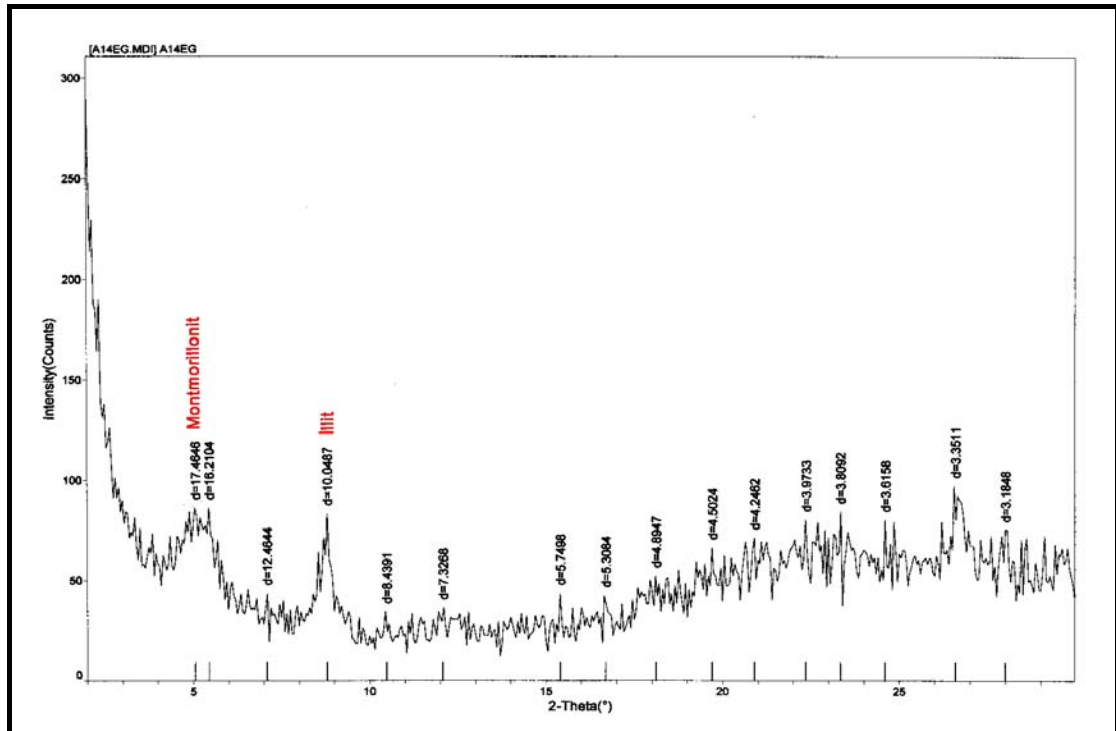
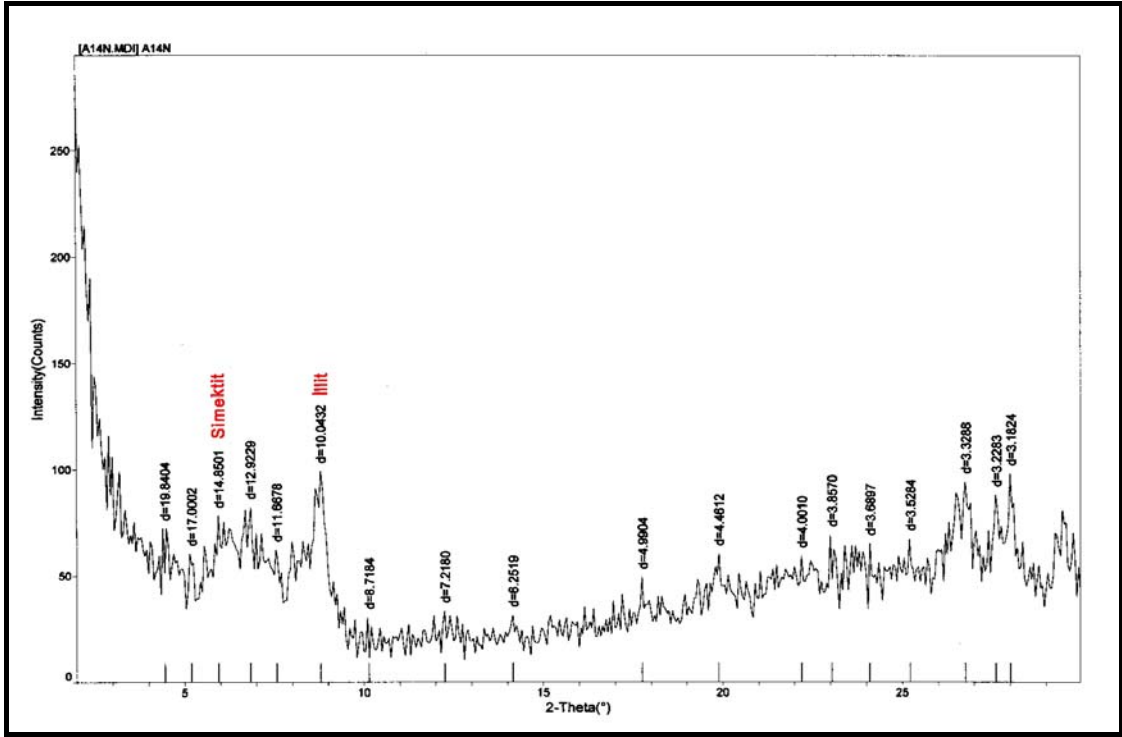
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



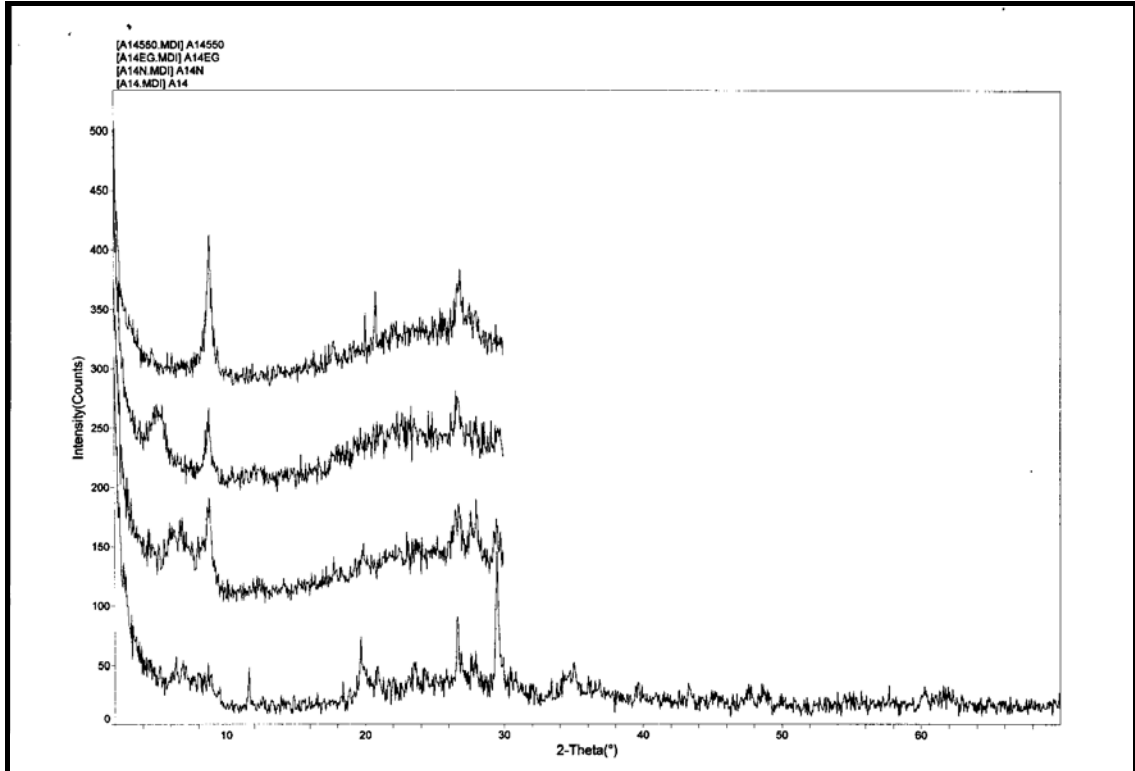
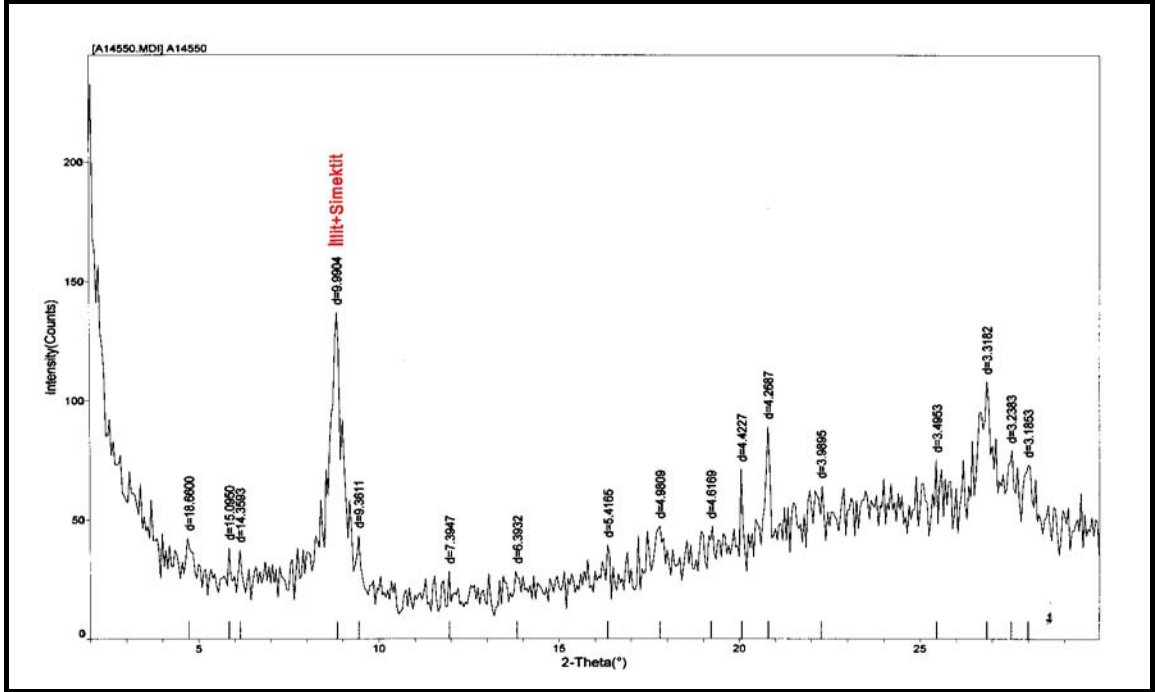
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



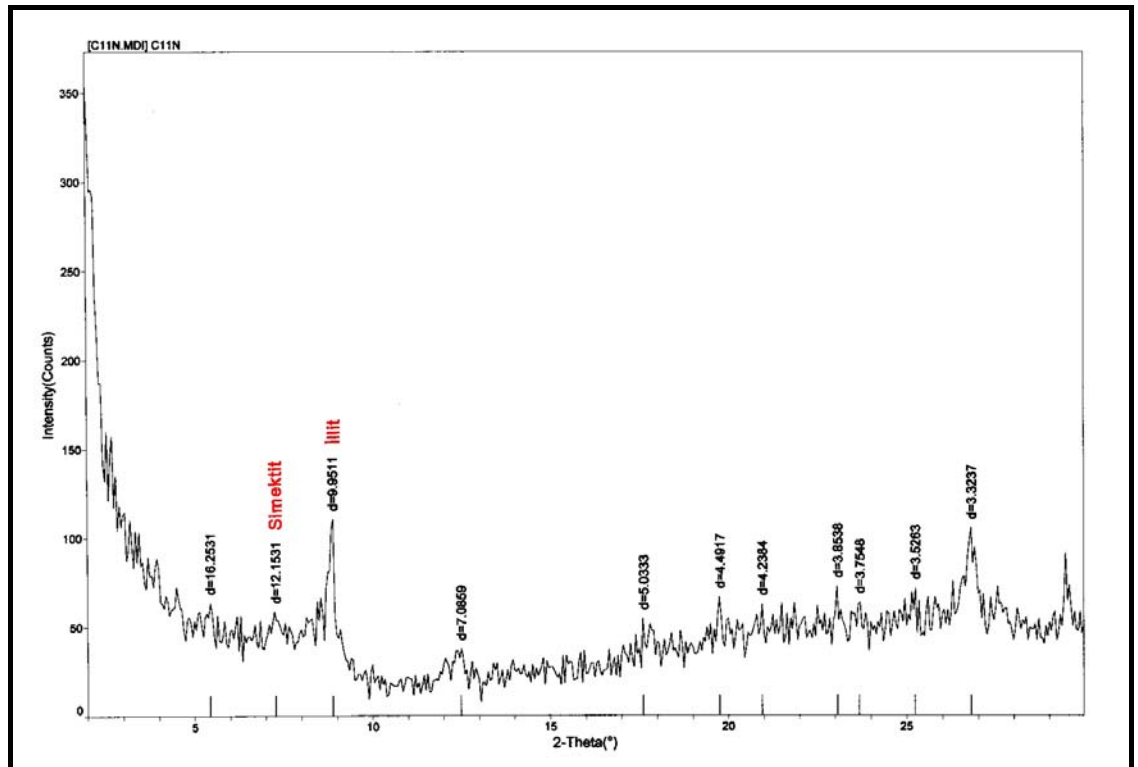
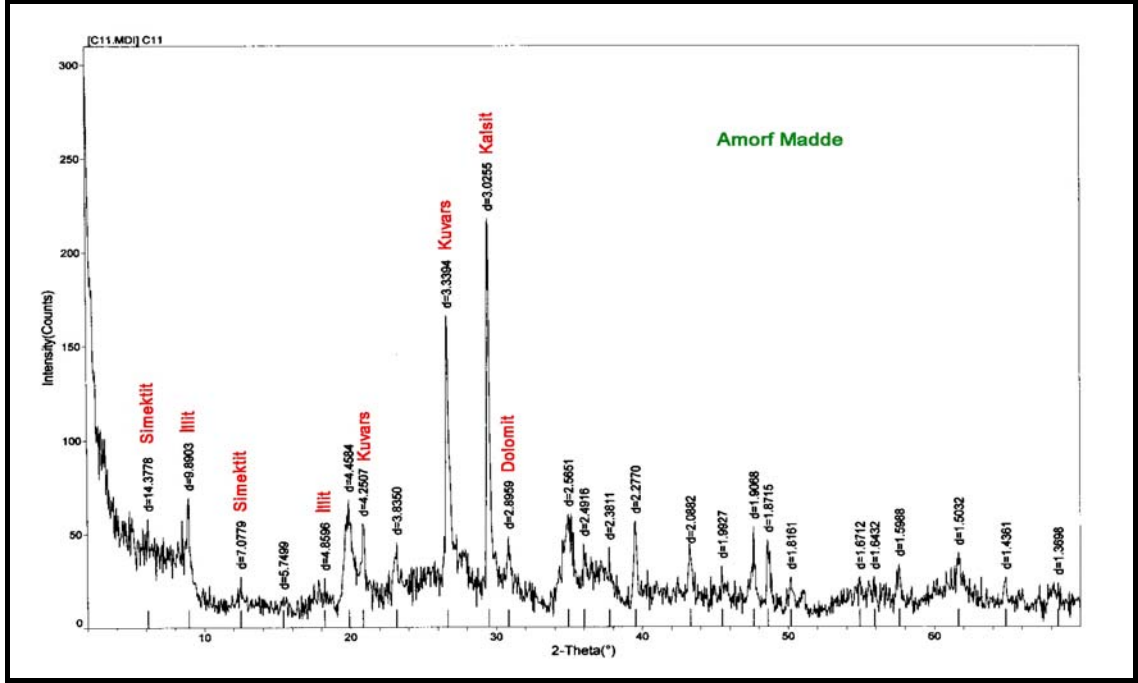
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



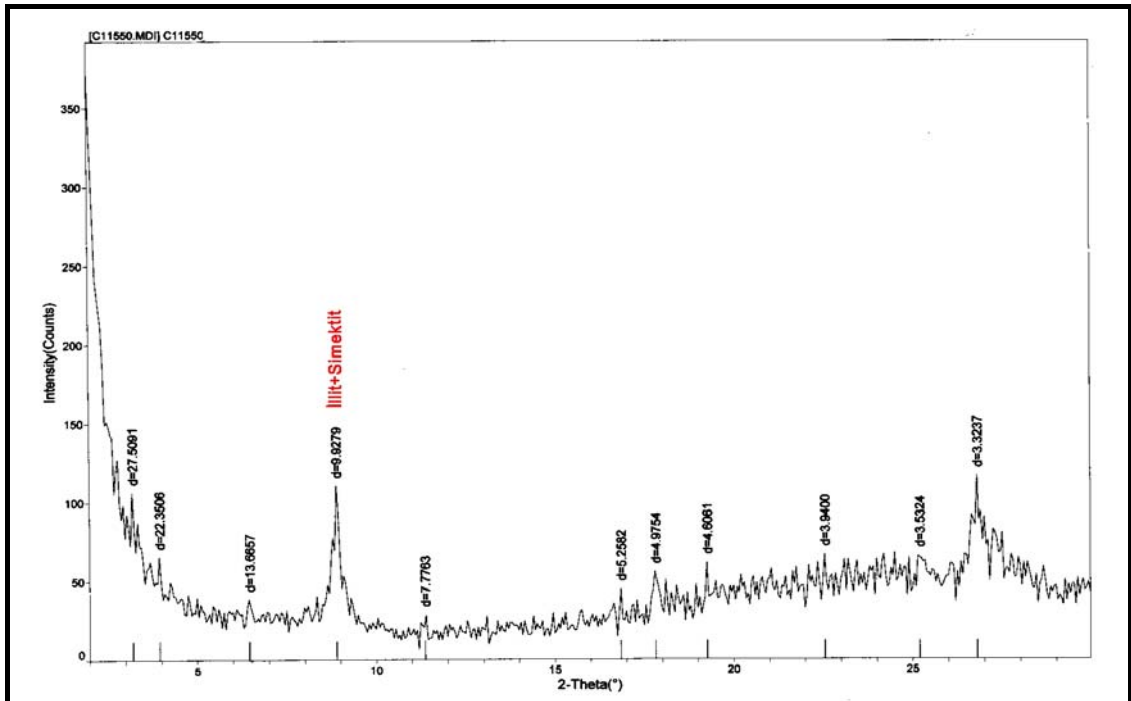
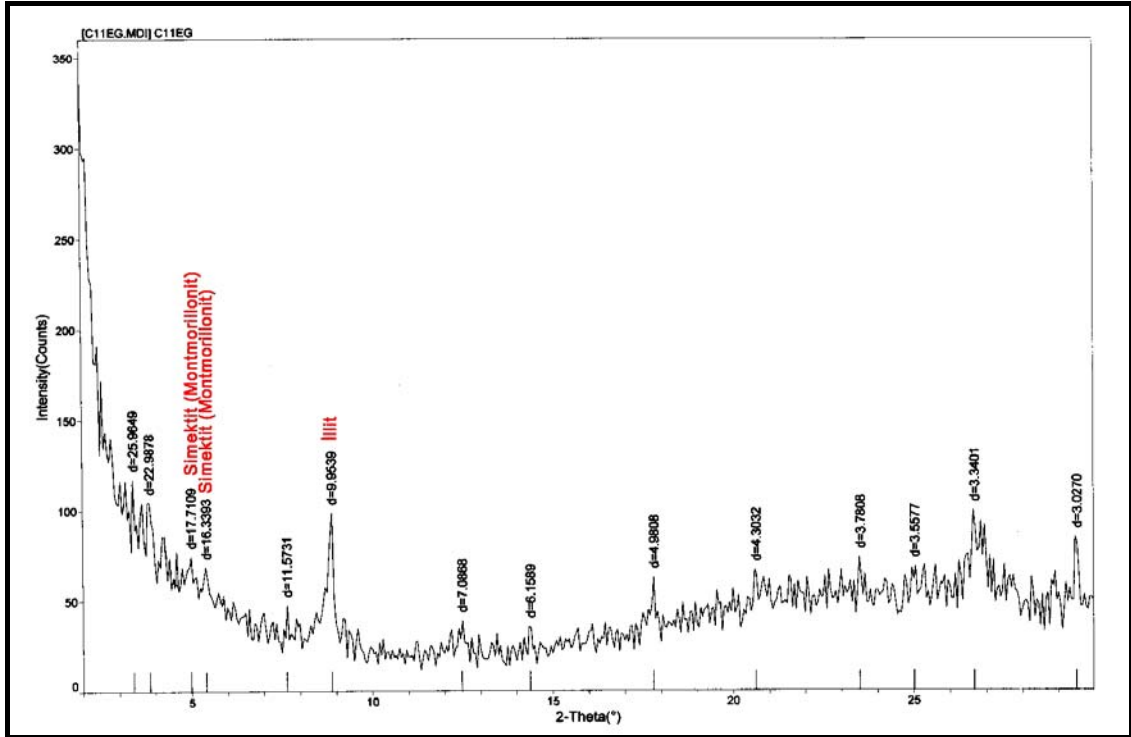
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



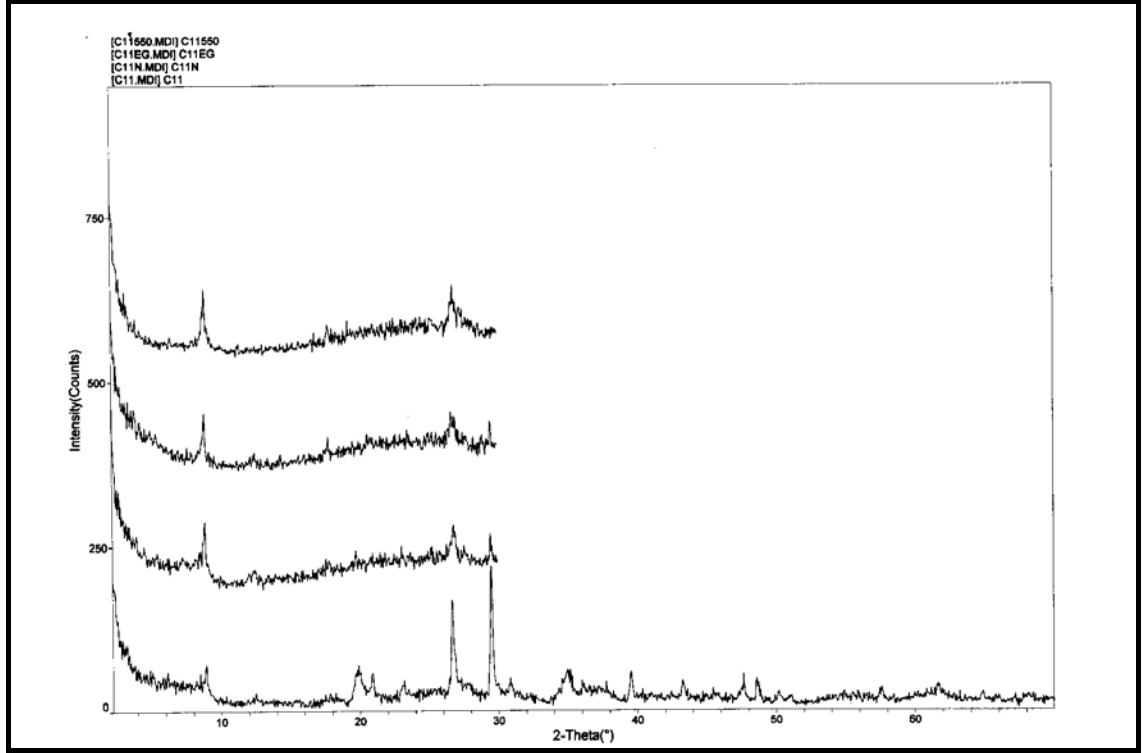
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



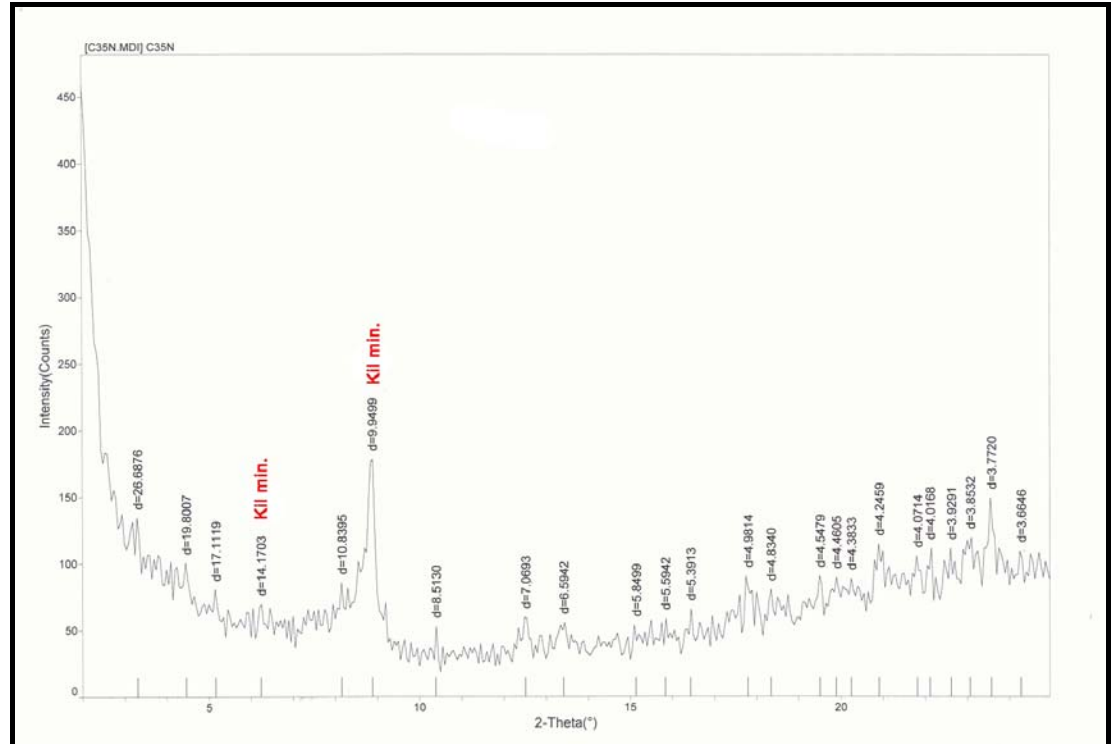
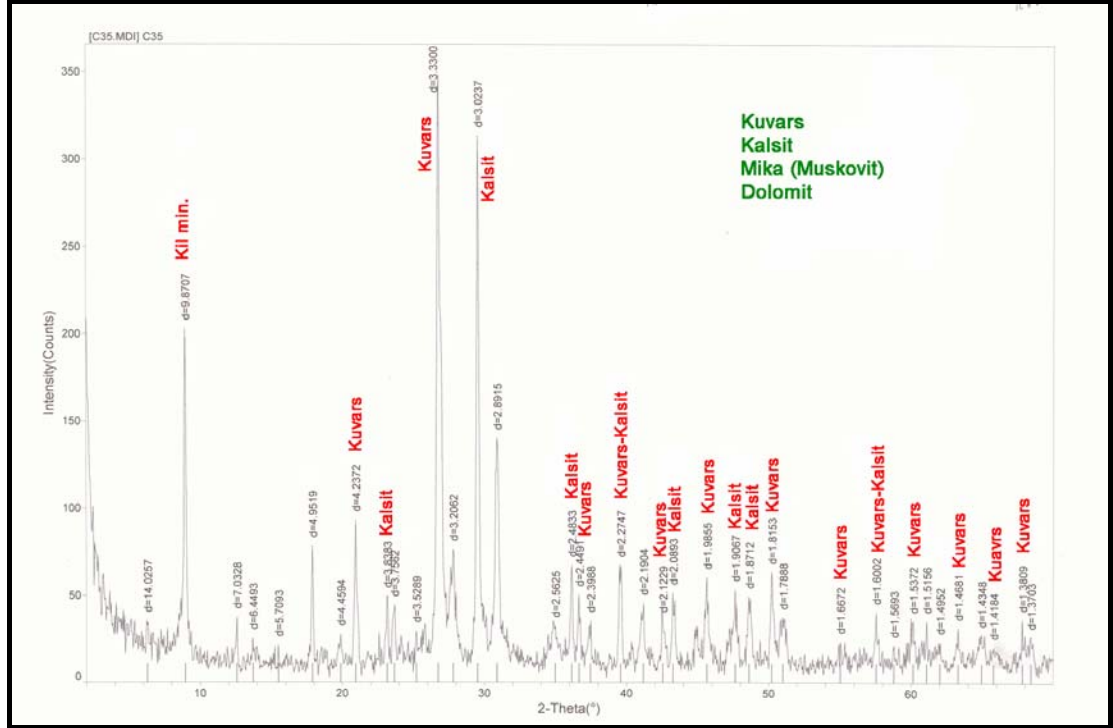
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



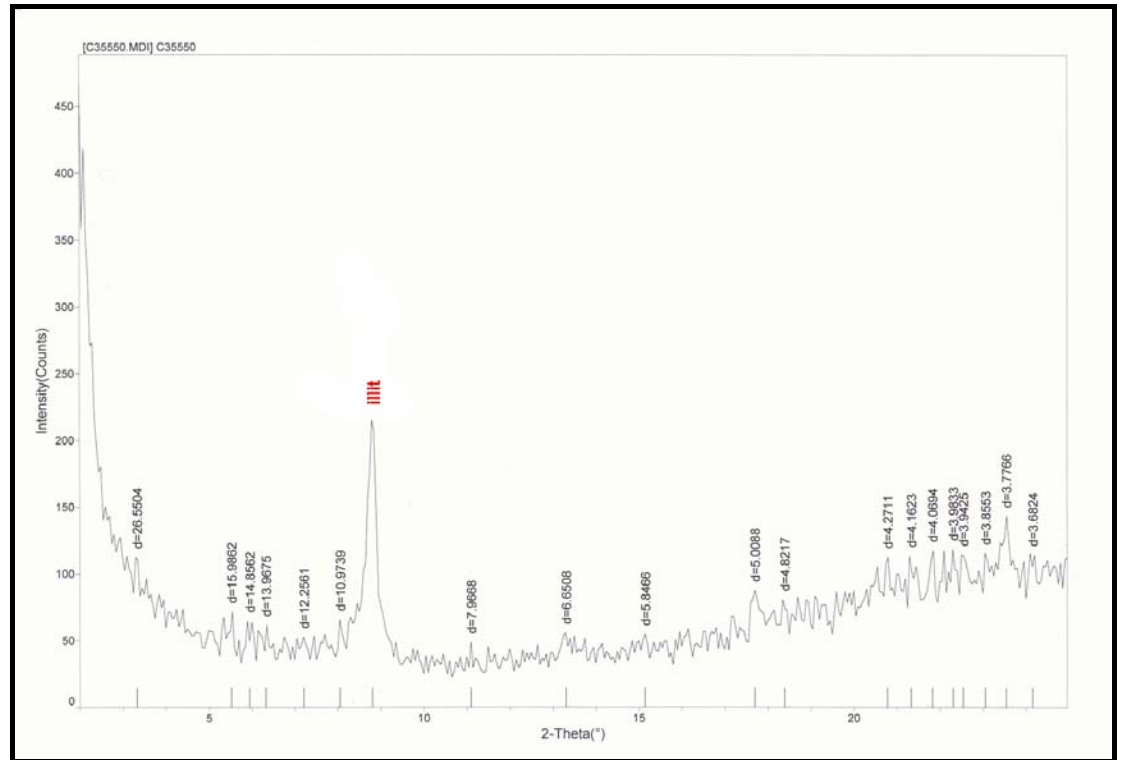
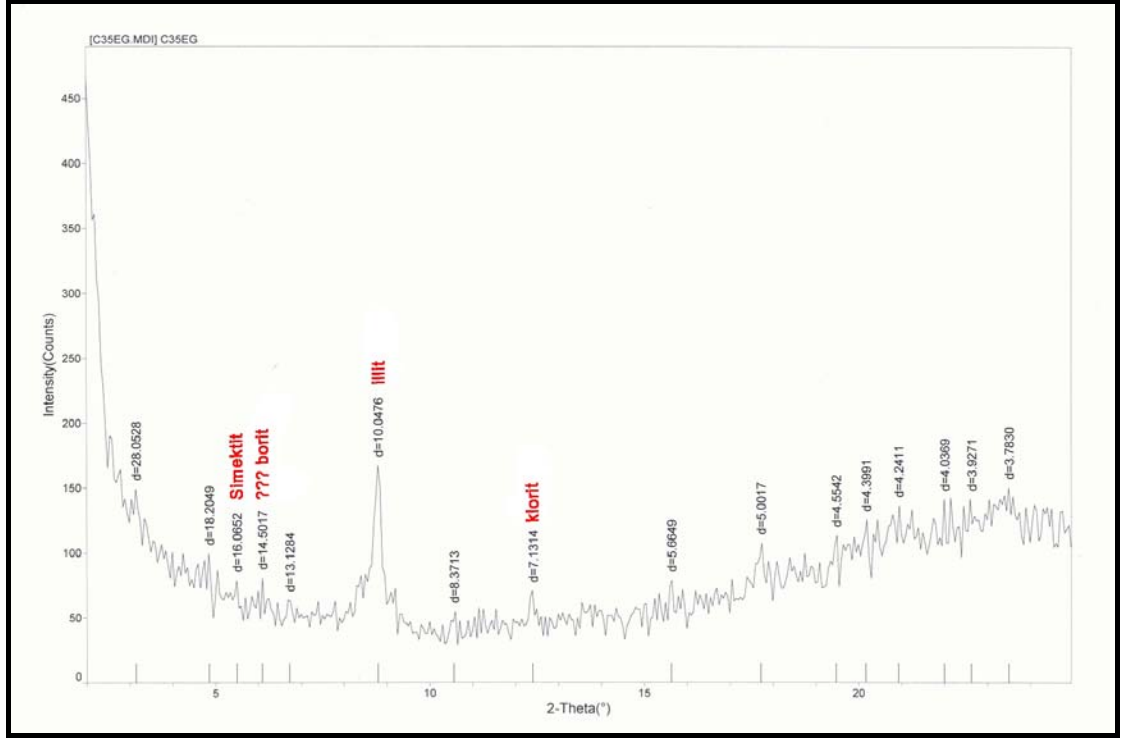
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



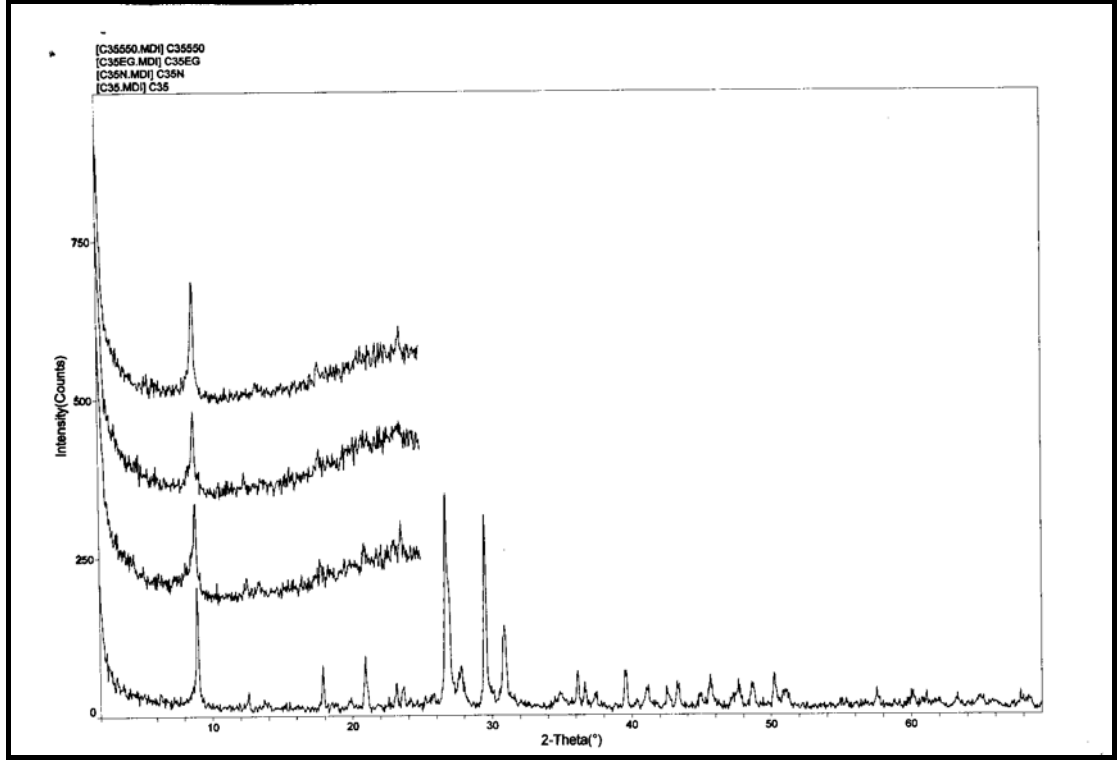
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



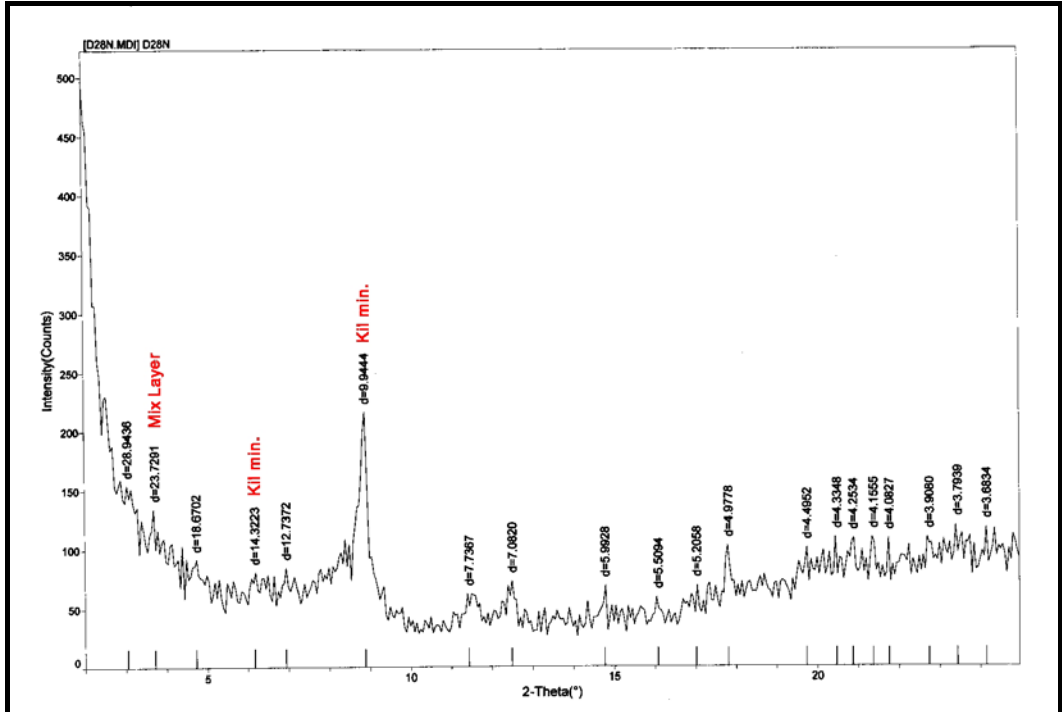
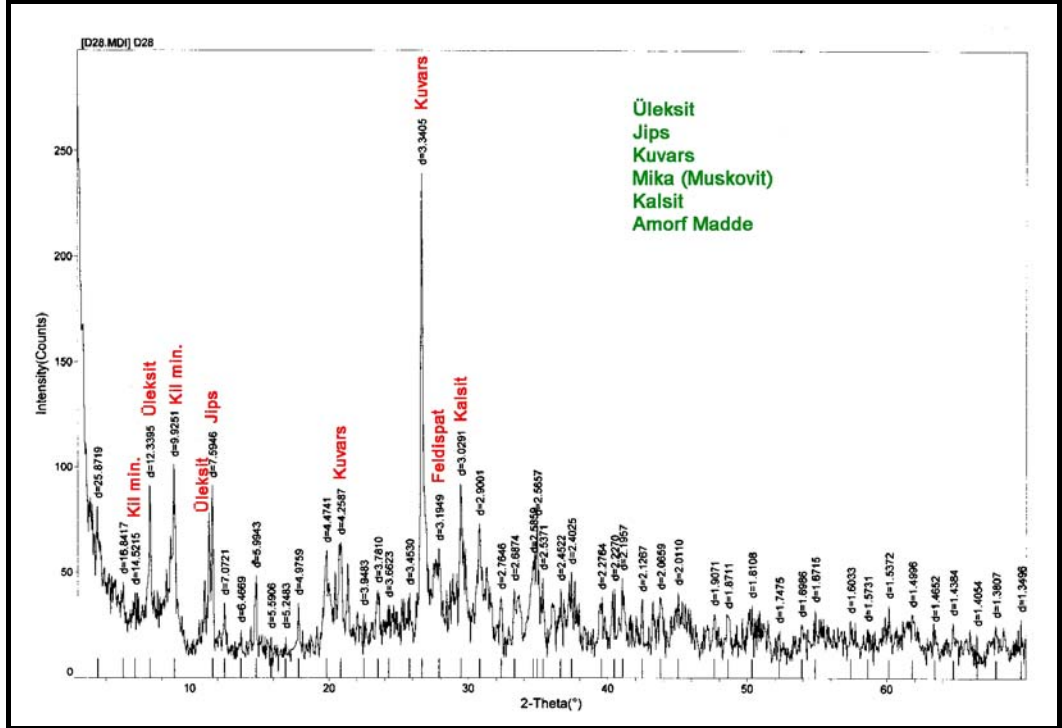
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



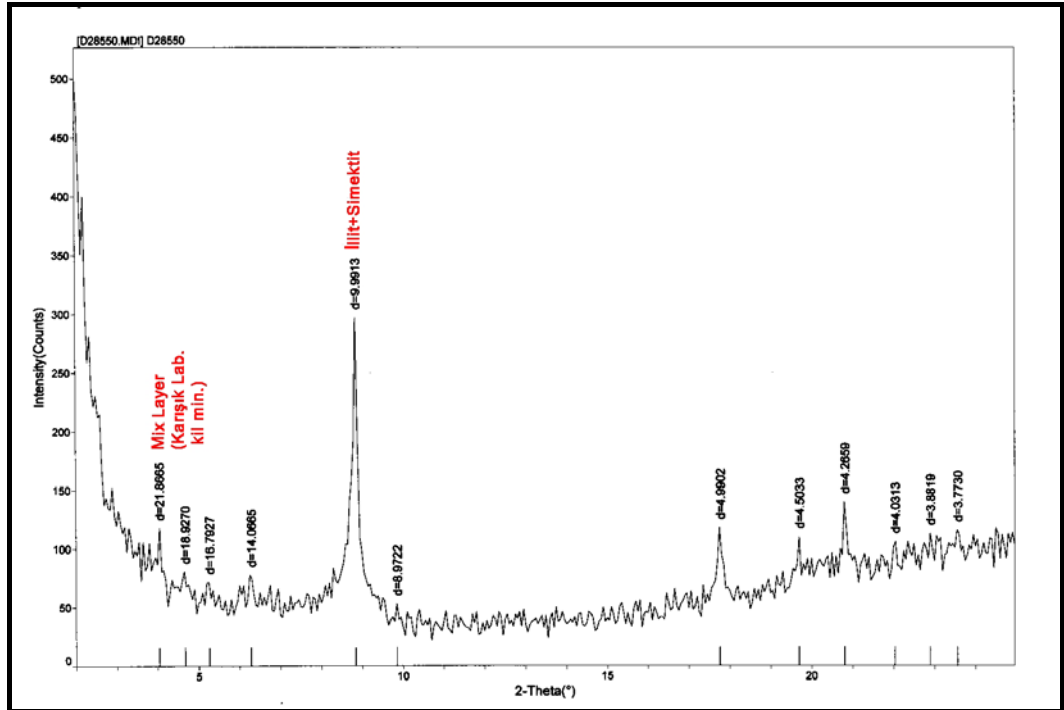
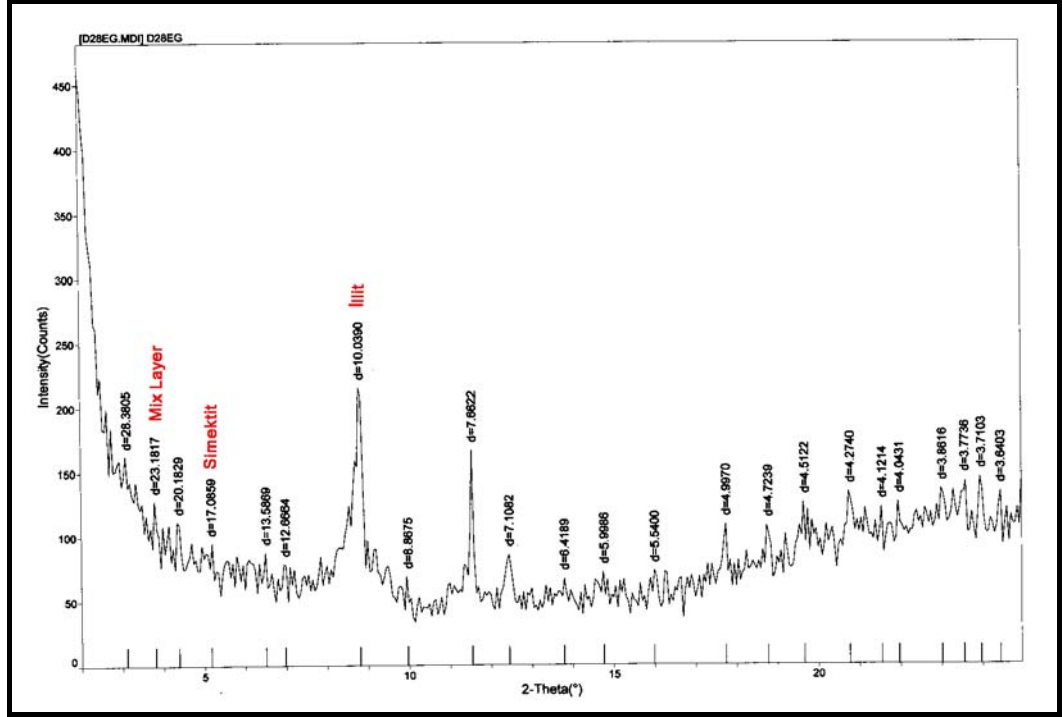
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



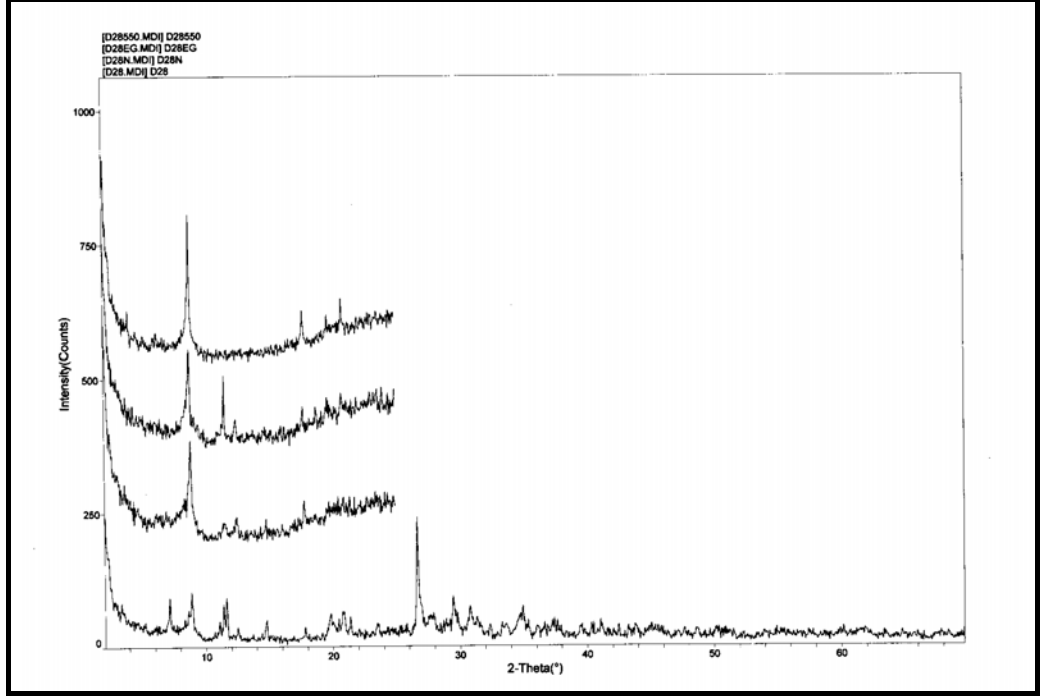
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



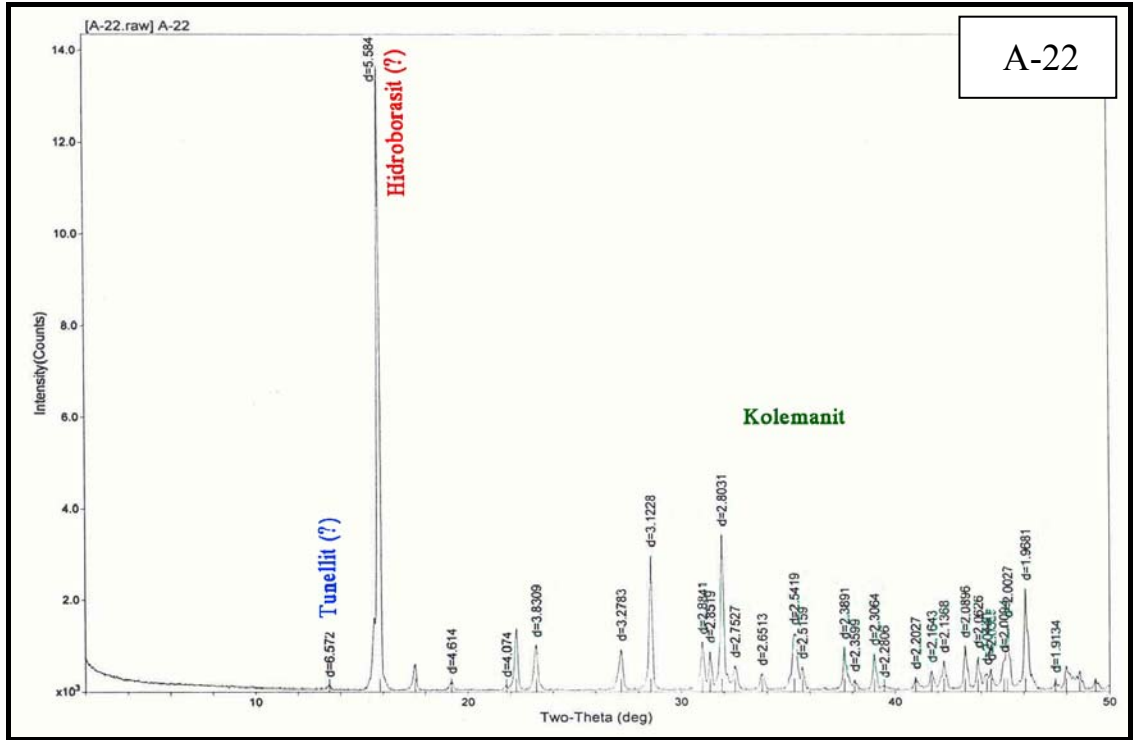
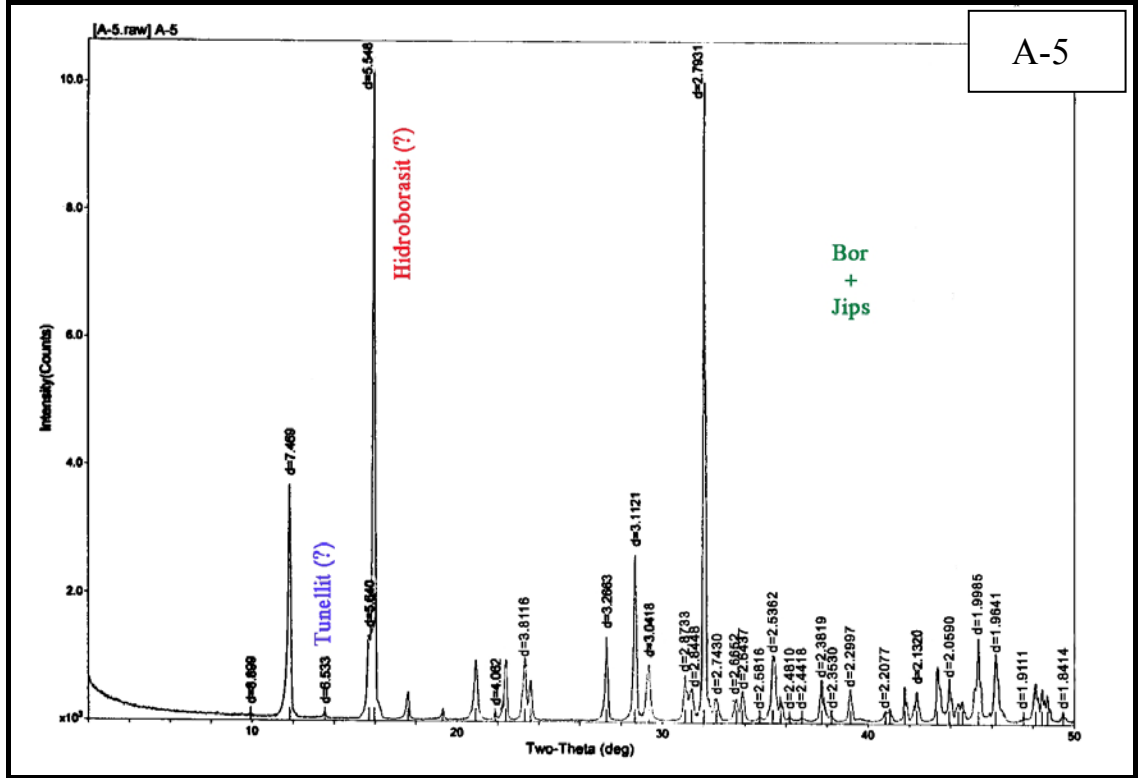
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



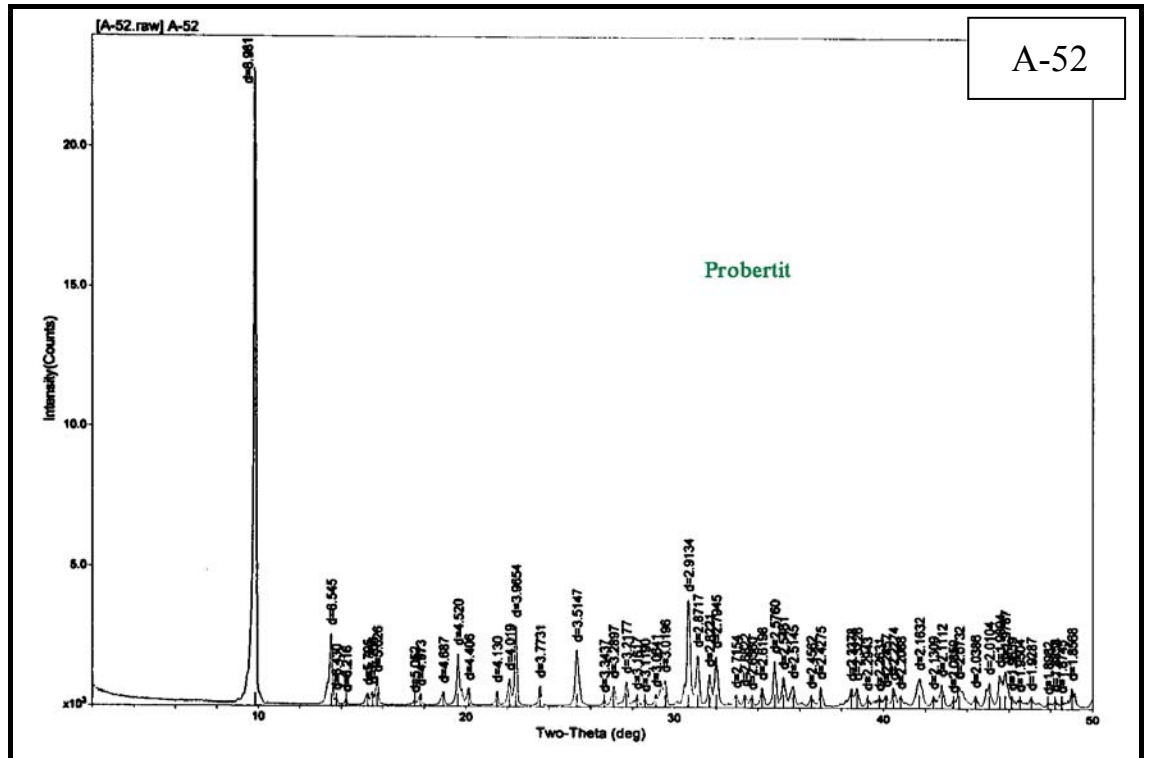
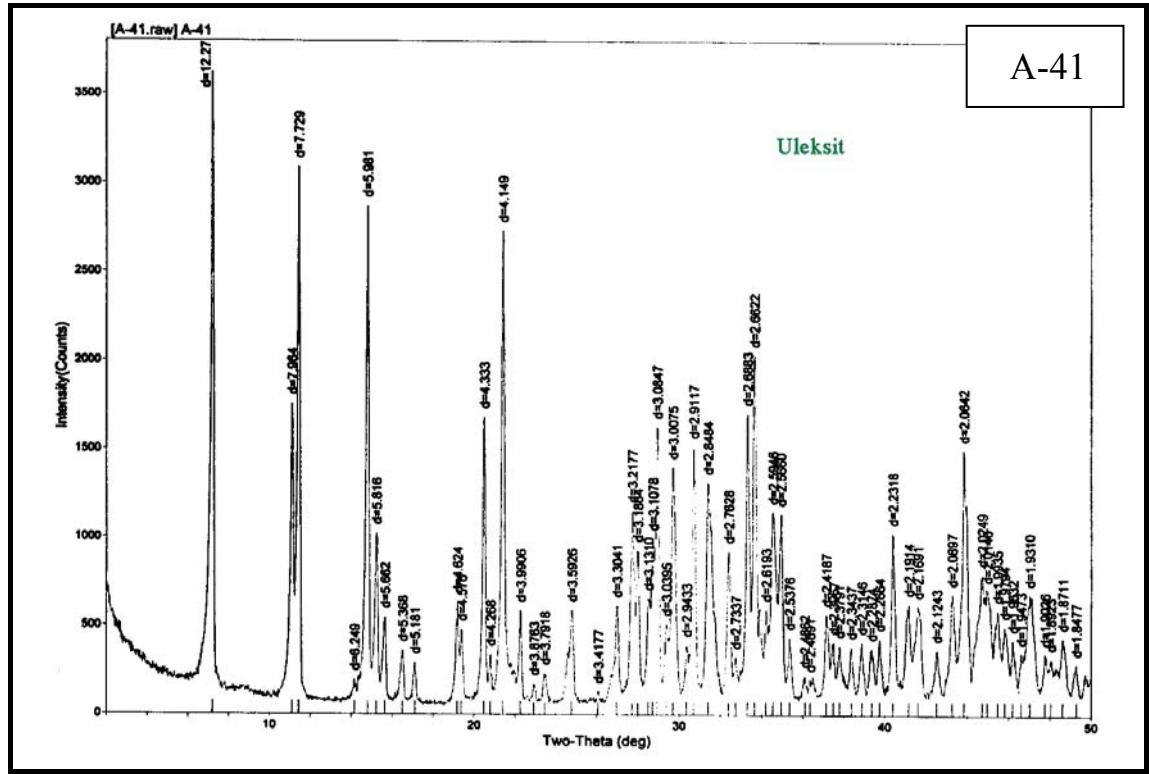
EK 1 XRD Çalışmalarında Belirlenen Kil Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



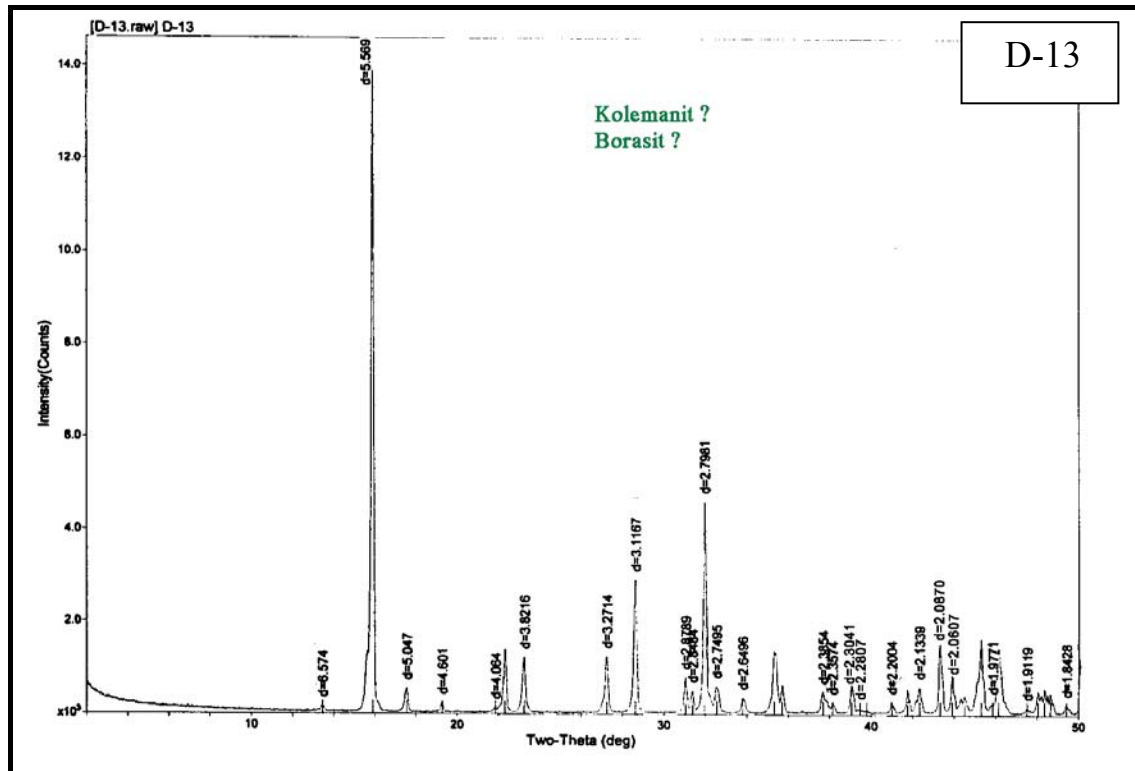
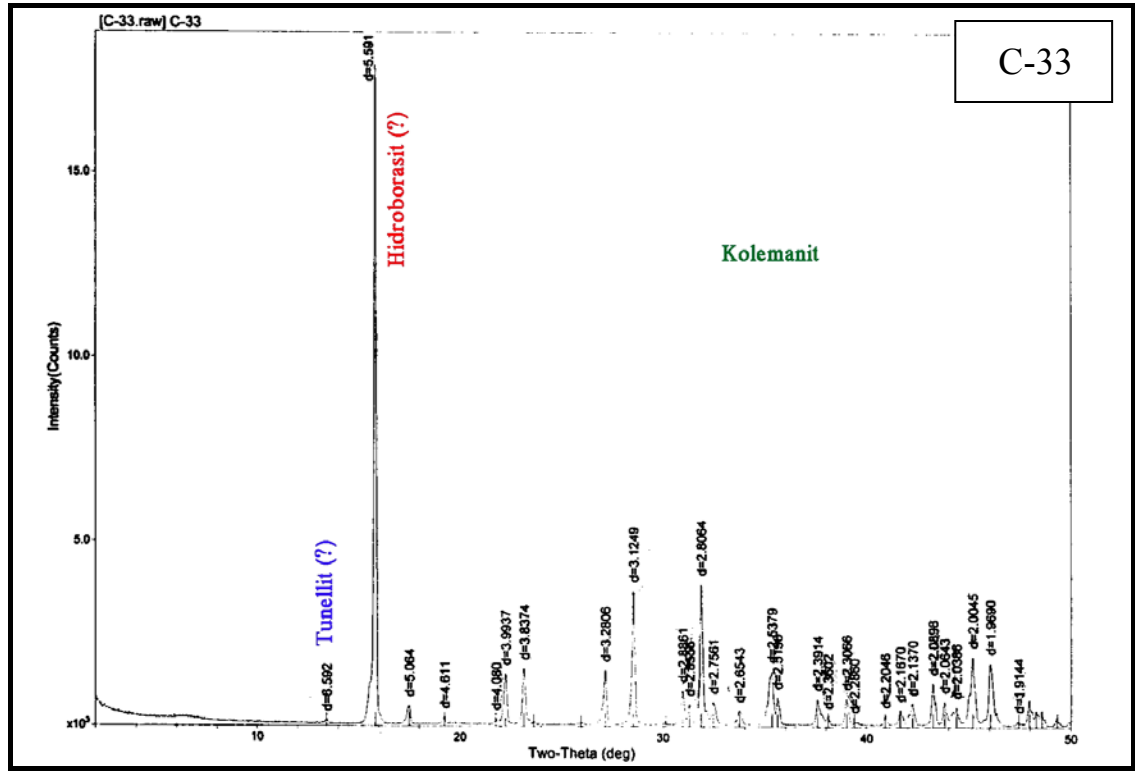
EK 2 XRD Çalışmalarında Belirlenen Bor Minerallerine Ait Difraktogramlar



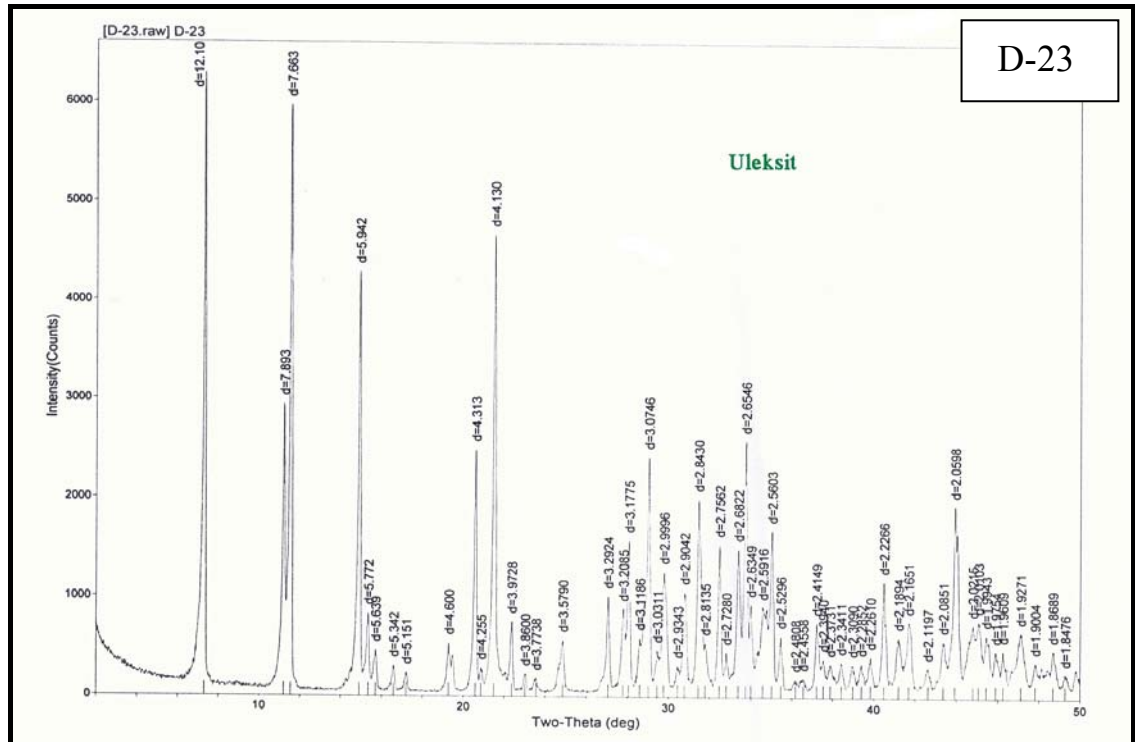
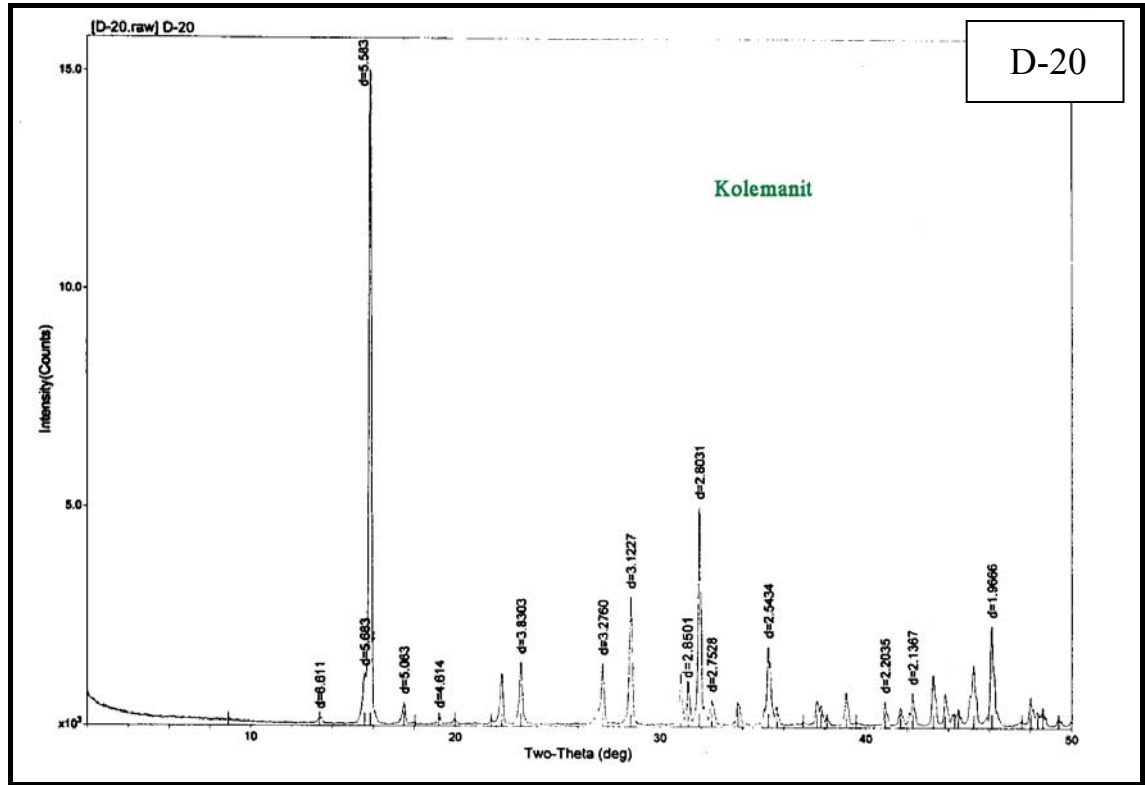
EK 2 XRD Çalışmalarında Belirlenen Bor Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



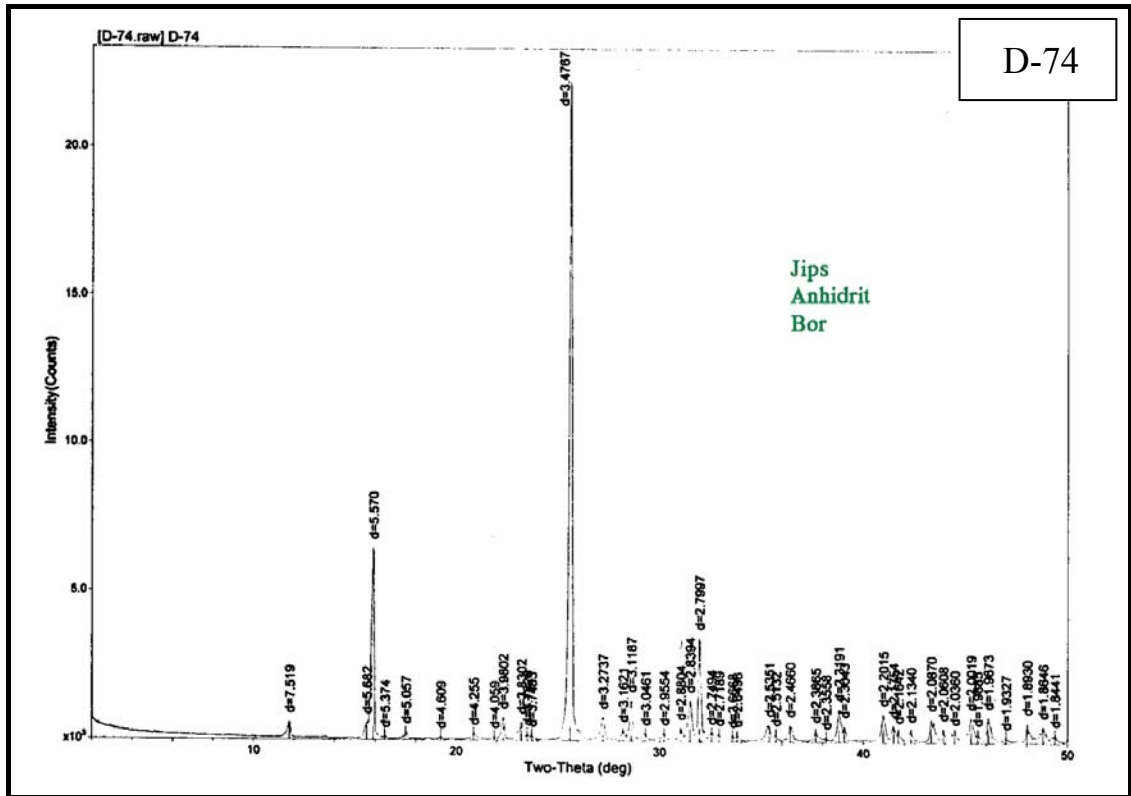
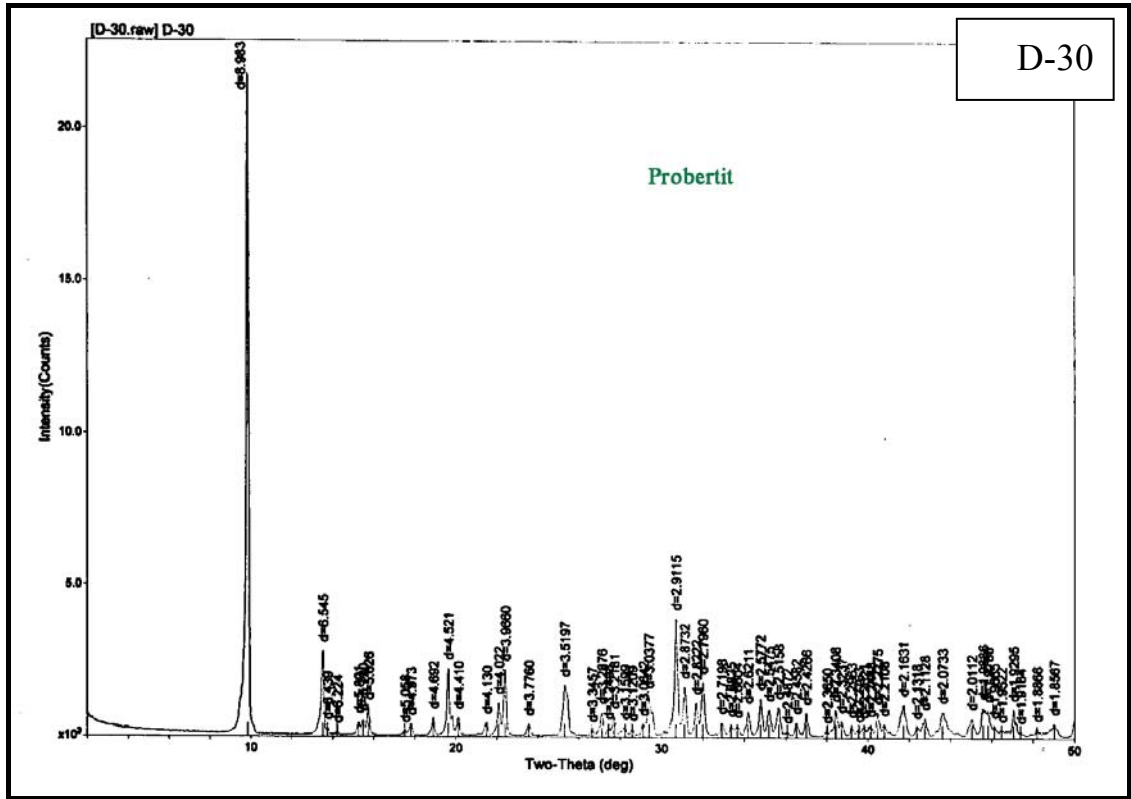
EK 2 XRD Çalışmalarında Belirlenen Bor Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



EK 2 XRD Çalışmalarında Belirlenen Bor Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



EK 2 XRD Çalışmalarında Belirlenen Bor Minerallerine Ait Difraktogramlar (devam)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: **Alp İLHAN**

Doğum Yeri: **Ankara**

Doğum Tarihi: **02.07.1976**

Medeni Hali: **Bekar**

Yabancı Dili: **İngilizce**

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : **Keçiören Lisesi (1991-1993)**

Lisans : **Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (1997-2002)**

Yüksek Lisans: **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (2003-2006)**

Çalıştığı Kurum:

DAMA Mühendislik ve Danışmanlık A.Ş. (2006-)