

**KIRKA (ESKİŞEHİR) BORAT HAVZASININ
MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASI**

**MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF BORATE BASIN IN
KIRKA, ESKİŞEHİR, TURKEY**

TUĞE ŞAHİN

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

JEOLojİ Mühendisliğı Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2009

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan :.....
Prof.Dr.Muazzez ÇELİK KARAKAYA

Üye (Danışman) :.....
Prof. Dr. Abidin TEMEL

Üye :.....
Prof. Dr. Cem SARAÇ

Üye :.....
Prof.Dr.Emel BAYHAN

Üye :.....
Prof.Dr.Mehmet ŞENER

ONAY

Bu tez/...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../.....

Prof.Dr. Erdem YAZGAN
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

KIRKA (ESKİŞEHİR) BORAT HAVZASININ MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASI

TUĞÇE ŞAHİN

ÖZ

Bu çalışmada, Göcenoluk (Kırka) bölgesindeki Neojen yaşlı volkanosedimanter baseninde bulunan neoformasyon minerallerinin (borat, zeolit, karbonat ve kil mineralleri vd.,) belirlenmesi ve oluşumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 2006 ve 2008 yıllarında gerçekleştirilmiş olan 4 farklı sondajdan (2006-1, 2008-1, 2008-3, 2008-4) toplam 398 örnek alınmıştır. Alınmış olan bu örneklerin tamamında XRD-tüm kayaç, 45 örnek üzerinde ise XRD-kil fraksiyonu analizleri gerçekleştirilmiştir. X-ışınları difraktometri analizleri sonucunda, inceleme alanında kil, mika, karbonat (kalsit, dolomit, aragonit), kuvars, feldispat, opal C-T, zeolit (klinoptilolit, analsim) ve borat (inyoit, kolemanit, üleksit, borax, kernit, probertit ve tunellit) mineralleri tespit edilmiştir. X-ışınları difraktometri- kil fraksiyonu analizleriyle ise bölgede simektit, illit, kaolinit ve kloritin varlığı tespit edilmiştir. Toplam 26 örnek üzerinde iz element ve 14 örnekte ise ana element analizleri gerçekleştirilmiştir. Saf dolomit mineralinde Mg/Ca oranı 0.60 olarak ölçülmüştür ve bu oran Ca-dolomit bileşiminde olduğu ortaya konulmuştur. Kalsit örneklerinde ise %MgCO₃ içeriği %0.36-1.98 arasındadır ve kalsit mineralleri Mg-kalsit olarak adlandırılmıştır. Çizilen Na/Ca-Mg/Ca, Na/Ca-Sr/Ca ve Mg/Ca-Sr/Ca diagramları ile dolomit ve kalsitlerin tatlı suyun evedaporasyonu ile alkalın göllerde oluşmuş olabileceği ortaya konulmuştur. İnceleme alanının doğusunda yer alan 2006-1 sondajında, Sarıkaya formasyonuna ait borat mineralleri yukarıdan aşağıya doğru Ca-borat, NaCa-borat ve Ca-borat şeklinde mineralojik zonlanma sunmakta olup, bu durum ortam kimyasının zamanla değiştiğini ortaya koymaktadır. Zeolitlerin (klinoptilolit ve analsim) alansal dağılımı incelendiğinde ise tuzluluğun ve alkalitenin yüksek olduğu düşünülen bölgelerde analsim minerali saptanmıştır ve olasılıkla bu bölgeler basenin merkezi kesimidir.

Anahtar Kelimeler: Göcenoluk, Neojen, mineraloji, jeokimya, borat, kalsit, zeolit.

Danışman: Prof.Dr. Abidin TEMEL, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği

Eş Danışman: Prof.Dr. Cem SARAÇ, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği

MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF KIRKA (ESKİŞEHİR) BORATE BASIN

TUĞÇE ŞAHİN

ABSTRACT

This study aims to investigate the mineralogical and geochemical properties of Neogene units and neoformation minerals (borate, zeolite, carbonate and clay minerals) around Göcenoluk (Kırka) borate basin located in Eskişehir, Turkey. XRD (whole rock and clay fractions) was carried out on samples taken from four different drillholes (2006-1, 2008-1, 2008-3, 2008-4). 398 samples of XRD-whole rock analysis show that there are calcite, dolomite, aragonite, quartz, feldspar, mica, clays and borate minerals (borax, colemanite ulexite, probertite, inyoite and kernite), whereas 45 samples of XRD-clay fraction analysis indicate that clay minerals are smectite, illite, kaolinite and chlorite. Clay fraction analyses indicate that smectite is the dominant mineral of formation. Major element analyses have been carried out on 14 samples and trace element analyses have been carried out on 26 samples. Mg/Ca ratio was determined 0.60 for dolomite sample composed of Ca-dolomite. $MgCO_3\%$ ratio is between 0.36% and 1.98% for calcite samples. The results of chemical analyses show that dolomite and calcite were precipitated in a fresh water environment. For 2006-1 drillhole located in east of study area, Ca-borate reacts to from NaCa-borate and finally Ca-borate minerals, vertically. Zeolite minerals represented by analcime and clinoptilolite show lateral zoning. This zoning indicates that salinity and alkalinity increase from the edge of facies to the center of the basin.

Key words: Göcenoluk, Neogene, mineralogy, geochemistry, borate, calcite, zeolite.

Advisor: Prof.Dr.Abidin TEMEL, Hacettepe University, Department of Geological Engineering

Co-advisor: Prof.Dr.Cem SARAÇ, Hacettepe University, Department of Geological Engineering

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde, Yüksek Lisans Tezi olarak, 2007-2009 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

Tezimin oluşturulması sırasında arazi çalışmalarına eşlik eden, bilimsel bilgi ve deneyimini paylaşan, eleştirileriyle beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abidin TEMEL'e (H.Ü.),

Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve görüşleriyle beni yönlendiren eş danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cem SARAÇ'a (H.Ü.),

Analiz ve laboratuvar çalışmalarımda bilimsel bilgi ve deneyimiyle bana yardımcı olan Prof. Dr. Paul SYLVESTER'a (Memorial Üniversitesi, Kanada),

Tez çalışmasının çeşitli aşamalarında sorularıma cevap vererek tezimin oluşmasında katkı ve manevi destekde bulunan Araş. Gör. Dr. Elif VAROL (H.Ü.) ve Araş. Gör. Sevgi TELSİZ'e (H.Ü.),

Arazi çalışmalarında yardımları ve desteği için Jeoloji Mühendisi Nazlı TANER'e (Akme Laboratuvarları),

Arazi çalışmaları sırasında, karot örneklerinden yararlanmama izin veren Eti Maden Genel Müdürlüğü'ne, Kırka Bor İşletme Müdürü Ömer ÇATAL'a ve Planlama Müdürü Yücel ZAFER'e,

Laboratuvar çalışmalarını gerçekleştiren Jeoloji Mühendisliği Bölümünün teknisyen ve laborantlarına,

Her zaman bana inandıkları, hep yanımda oldukları ve saymakla bitmeyecek yardımları için aileme,

En içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tuğçe ŞAHİN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
EKLER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı	2
1.3. Önceki Çalışmalar	4
2. STRATİGRAFİ	7
2.1. Giriş	7
2.2. Litostratigrafik Birimler	11
2.2.1. Karaören Formasyonu	11
2.2.2. Sarıkaya Formasyonu	13
2.2.3. Kocaalandere Formasyonu	17
3. MİNERALOGİK İNCELEMELER	18
3.1. Giriş	18
3.2. Kullanılan Yöntemler	19
3.2.1. XRD Çözümleme Yöntemleri	19
3.2.1.1. Tüm Kayaç Çözümlemeleri	19
3.2.1.2. Kil Fraksiyonu Çözümlemeleri	20
3.3. Analiz Sonuçları	20
3.3.1. XRD-Tüm Kayaç Çözümlemeleri	20
3.3.2. Karaören Formasyonu	21
3.3.3. Sarıkaya Formasyonu	22
3.3.4. Kocaalandere Formasyonu	24
3.3.5. Kil Fraksiyonu Çözümleme Sonuçları	25
4. JEOKİMYASAL İNCELEMELER	28
4.1. Giriş	28
4.2. Kullanılan Yöntemler	28
4.3. Jeokimyasal Sonuçlar	38
5. NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN OLUŞUMU	46
5.1. Giriş	46
5.2. Zeolitler	46
5.3. Karbonatlar	47
5.4. Boratlar	49
5.5. Killer	52
6. SONUÇLAR	55
KAYNAKLAR	58
EKLER	62
ÖZGEÇMİŞ	89

KISALTMALAR

An	Analsim
Do	Dolomit
F	Feldispat
i	İllit
K	Kalsit
Ka	Kaolinit
M	Mika
O-CT	Opal-CT
Q	Kuvars
S	Simektit
B	Borat

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 2.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Yalçın (1988) ve Gök vd. (1980) değiştirilerek alınmıştır).....	8
Şekil 2.2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Yalçın (1988) ve Gök (1980) değiştirilerek alınmıştır).....	9
Şekil 2.3. Kırka Neojen baseninde önceki çalışmalarda belirlenmiş litostatigrafik birimler (A) Yalçın (1988) ve (B) Gök vd. (1980).....	10
Şekil 2.4. Karaören formasyonuna ait ignimbitler.....	12
Şekil 2.5. Karaören formasyonuna ait ignimbitlerdeki altere olmuş pomzalar	13
Şekil 2.6. Sarıkaya formasyonundaki killi-karbonatlı birimler.....	14
Şekil 2.7. Karbonat ve kilaşı aralanması.....	15
Şekil 2.8. Kilaşları arasında bulunan kernit mineralleri.....	16
Şekil 4.1. 2006-1 nolu ölçülü stratigrafik kesitte bazı iz element değerleri....	42
Şekil 4.2. 2008-1 nolu ölçülü stratigrafik kesitte bazı iz element değerleri....	43
Şekil 4.3. 2008-3 nolu ölçülü stratigrafik kesitte bazı iz element değerleri....	44
Şekil 4.4. 2008-4 nolu ölçülü stratigrafik kesitte bazı iz element değerleri....	45
Şekil 4.5. Dolomit ve kalsit örneklerinin Sr-Ba grafiği.....	46
Şekil 4.6. Dolomit ve kalsit örneklerinin Na/Ca-Mg/Ca grafiği.....	46
Şekil 4.7. Dolomit ve kalsit örneklerinin Na/Ca-Sr/Ca grafiği.....	47
Şekil 4.8. Dolomit ve kalsit örneklerinin Mg/Ca-Sr/Ca grafiği.....	47
Şekil 5.1. Bazı borat minerallerinin denge diagramı (Christ et al.,1967).....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Göcenoluk (Kırka) çalışma bölgesinden alınan örneklerin dağılımı.....	18
Çizelge 3.2. Göcenoluk (Kırka) çalışma bölgesinden alınan örneklerin sondajlara göre dağılımı.....	18
Çizelge 3.3. Karaören formasyonuna ait minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.....	22
Çizelge 3.4. Karaören formasyonunda saptanan minerallerin sondajlara göre dağılımı.....	22
Çizelge 3.5. Sarıkaya formasyonuna ait borat dışındaki minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.....	23
Çizelge 3.6. Sarıkaya formasyonuna ait borat dışındaki minerallerin sondajlara göre dağılımı.....	24
Çizelge 3.7. Sarıkaya formasyonuna ait minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.....	25
Çizelge 3.8. Sarıkaya formasyonunda saptanan minerallerin sondajlara göre dağılımı.....	25
Çizelge 3.9. Karaören formasyonuna ait örneklerin kil fraksiyonu minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.....	26
Çizelge 3.10. Sarıkaya formasyonuna ait örneklerin kil fraksiyonu minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.....	26
Çizelge 3.11. Kocaalandere formasyonuna ait örneklerin kil fraksiyonu minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.....	27
Çizelge 4.1. Analizi yapılan iz elementlerin deteksiyon limitleri.....	29
Çizelge 4.2. Analizi yapılan major elementlerin deteksiyon limitleri.....	29
Çizelge 4.3. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan örneklerin iz element analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.4. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan killi borat örneklerinin major oksit analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.5. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan karbonat örneklerinin major oksit analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.6. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan killi-karbonatlı örneklerin major oksit analiz sonuçları.....	37

EKLER DİZİNİ

	Sayfa
Ek Çizelge 1. Karaören Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümüleme sonuçları(%).....	61
Ek Çizelge 2. Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümüleme sonuçları(%).....	62
Ek Çizelge 3. Kocaalandre Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümüleme sonuçları(%).....	71
Ek Çizelge 4. Kocaalandre Formasyonuna ait örneklerin XRD (KF) çözümüleme sonuçları (%).....	72
Ek Çizelge 5. Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD (KF) çözümüleme sonuçları (%).....	73
Ek Çizelge 6. Karaören Formasyonuna ait örneklerin XRD (KF) çözümüleme sonuçları (%).....	74
Ek Çizelge 7. Sarıkaya Formasyonuna ait borat minerallerinin sondajlara göre dağılımı.....	75
Ek Şekil 5. 08.3 42.80-42.90 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı.....	77
Ek Şekil 6. 08.3 37.0-37.10 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı.....	78
Ek Şekil 7. 08.4 1046.10-1046.20 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı.....	79
Ek Şekil 8. 06.1 301.90-302 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı.....	80
Ek Şekil 9. 08.1 287.70-287.80 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı.....	81
Ek Şekil 10. 08.4 1101.0-1101.10 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı...	82
Ek Şekil 11. 06.1 86.15-86.25 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı.....	83
Ek Şekil 12. 08.3 12.0-12.10 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı.....	84
Ek Şekil 1. 2006-1 sondajı minerallerin dikey dağılımı.....	85
Ek Şekil 2. 2008-1 sondajı minerallerin dikey dağılımı.....	86
Ek Şekil 3. 2008-3 sondajı minerallerin dikey dağılımı.....	87
Ek Şekil 4. 2008-4 sondajı minerallerin dikey dağılımı.....	88

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Batı Anadolu'da bulunan Neojen yaşlı gölssel volkanosedimanter basenler, borat, kil, zeolit ve karbonat mineralleri oluşumu açısından önem taşımaktadır. Bölgedeki Neojen yaşlı bu gölssel basenlerden Bigadiç ve Emet yöresi daha önceki çalışmalarda (Baysal 1973; Helvacı and Firman 1977; Gündoğdu 1982; Temel 1987; Yalçın 1988) ayrıntılı şekilde araştırılmıştır. İnceleme alanı olan Kırka (Eskişehir) Neojen baseni ile ilgili olarak yapılan çalışmalar da (Sunder 1980; Gök vd. 1980; Yalçın 1988; Baysal 1972; Palmer and Helvacı 1995) bulunmaktadır. Bu tez çalışması, Kırka'nın KB'ında Göcenoluk bölgesini kapsamaktadır. İnceleme alanın'nda yeralan Neojen yaşlı gölssel volkanosedimanter baseninde bulunan neoformasyon minerallerinin (borat, zeolit, karbonat ve kil mineralleri vd.) belirlenmesi ve oluşumlarının incelenmesi tez konusu olarak seçilmiştir.

Yukarıda belirtilen amaç doğrultusunda inceleme alanında Eti Maden İşletmeleri A.Ş.'ye ait MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2006 ve 2008 yılında gerçekleştirilmiş olan 4 farklı sondajdan (2006-1, 2008-1, 2008-3, 2008-4) toplam 398 adet örnek alınmıştır.

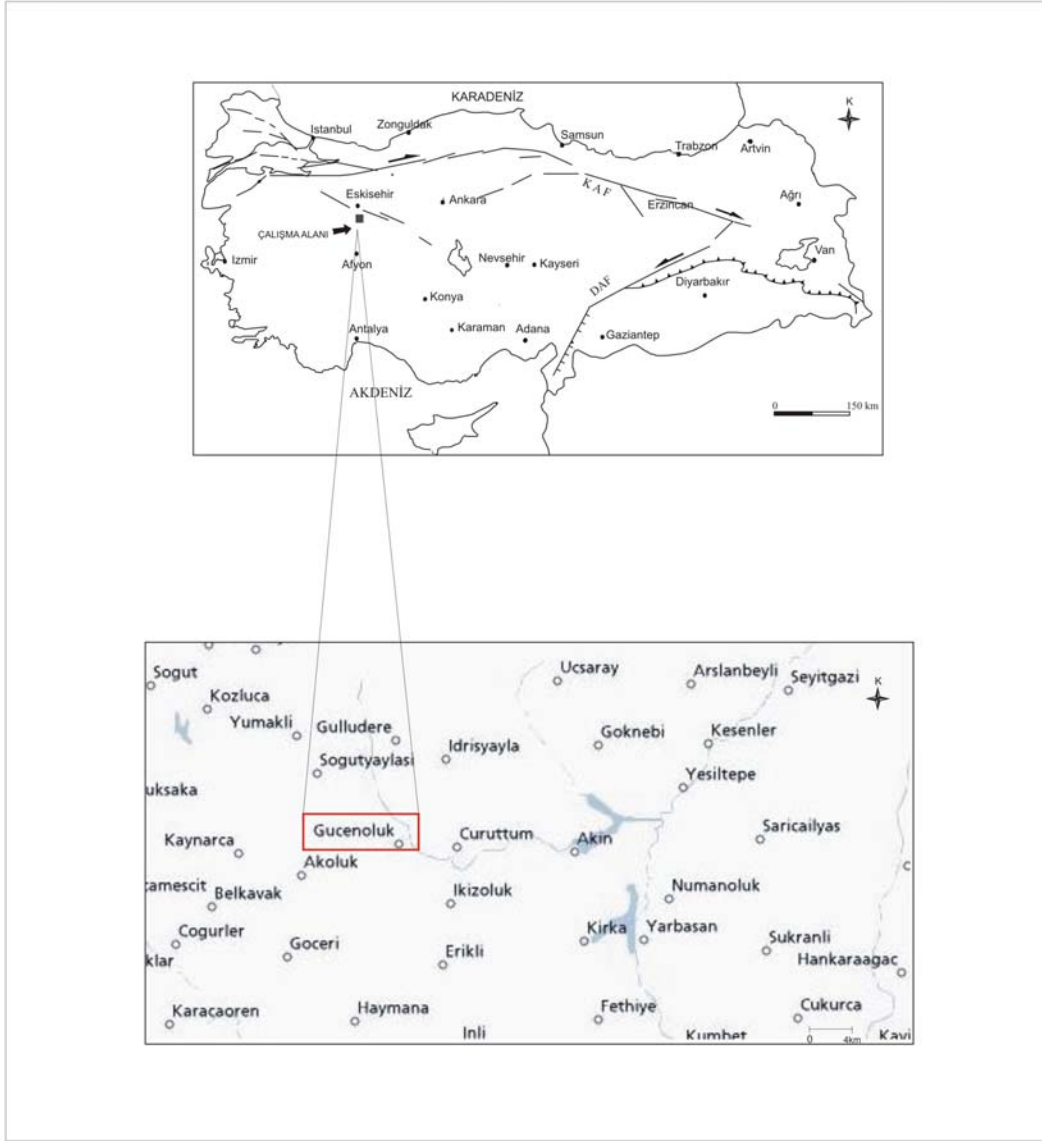
Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde, alınmış olan bu örneklerin tamamında XRD-tüm kayaç, 45 örnek üzerinde ise XRD-kil fraksiyonu analizleri gerçekleştirilmiştir. X-ışını çözümleri ile tüm kayaç bileşenleri tanımlandıktan sonra yarı nicel yüzdeleri ise Gündoğdu (1982) yöntemi esas alınarak hesaplanmıştır. Sedimentasyon yöntemi ile kil boyu bileşenleri ayrılan 45 adet örneğin kil fraksiyonu difraktogramları normal, etilen glikol ve fırınlama işlemlerinden elde edilmiştir. Kil minerallerinin tanımlanması (001) yansımalarına göre yapılmış, pik şiddetlerinden yararlanılarak kil minerallerinin yarı nicel yüzdeleri hesaplanmıştır.

Seçilmiş olan bazı örneklerin jeokimyasal analizleri Memorial Üniversitesi (St John's, Kanada) Yerbilimleri Bölümü'nde, yapılmıştır. 14 örnekte major oksit ve 26 örnekte ise iz element analizleri yapılmıştır. Major oksit element analizleri için XRF, iz element analizleri için ise zelti ICP-MS yöntemi kullanılmıştır. ICP-MS ile yapılan analizlerde nitrik asit ile çözüldükten sonra seyreltme işlemi gerçekleştirilerek analizler yapılmıştır. Major oksit analizleri ise yine Memorial niversitesi laboratuvarlarında, ARL 8420⁺ X-ray fluorescence spectrometre cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ateşte kayıp, örneklerin 1000 C'de 2 saat fırınlandıktan sonraki ağırlık kaybı olarak hesaplanmıştır.

1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Kırka volkanosedimanter baseni, Batı Anadolu'da Seyitgazi ilçesinin güneybatısında bulunmaktadır ve Eskişehir J24 b1-b2-b3-b4, J24 c1-c2, J25 a1-a4 ve d1 topografik paftalarında yer almaktadır (şekil 1.1).

Göcenoluk, Eti Maden tarafından halen işletilmekte olan Kırka açık ocağıının KB'nda yer almaktadır. 1960'lı yıllarda Türk Boraks A.ř. tarafından işletmeye açılan Kırka madeni, bilinen dünyadaki en büyük Na-borat yatağıdır. Maden, 1971 yılında Eti Maden'e devredilmiştir (Yalçın, 1988).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.3. Önceki Çalışmalar

Bilinen dünyanın en büyük Na-borat yatağı olan ve yaklaşık 500 000 ton görünür rezerve sahip olan Kırka borat havzası, 1960'lı yıllarda işletilmeye başlatılmış ve birçok araştırmacıya inceleme konusu olmuştur.

Borat yatağının bulunduğu kesimin 1:5000 ölçekli ilk jeolojik haritası Arda (1969) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı, borat yataklarının çevredeki kayalar içindeki serbest bor tuzlarının yağmur suları ile mevcut göle taşınarak buharlaşmanın da etkisiyle oluştuğunu savunmuştur.

Baysal (1973), yatakların oluşumu ile volkanik faaliyetler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmacı, boraks, üleksit, kurnakovit, inderit ve inyoit minerallerinin fizikokimyasal koşullar sonucu göl suyunda birincil olarak oluşmuş olabileceği savunmuştur. Araştırmacıya göre, yatakların genç sedimanlarla örtülüp gömülmesinden sonra sıcaklık ve basınç koşulları, bununla birlikte kapiler suyun bileşimi ve hidrostatik basınç değiştiği ileri sürmüştür. Bu yeni fizikokimyasal koşullar altında birincil boratlardan itibaren ikincil borat minerallerinin (üleksit, kolemanit, meyerhoferit, inderborit ve tünellit) oluştuğu savunulmuştur.

Ataman ve Baysal (1978), Türkiye borat yataklarının kil mineralojisini incelemişler, Kırka borat yatağında Mg-montmorillonitin egemen, montmorillonit-klorit (14M-14C) interstratifiyesi ile illit ve kloritin ise ender bulunduğunu belirtmişlerdir.

Gök vd. (1980), Kırka civarındaki formasyonları birimlere ayırarak haritalamıştır. Birimler; Bazalt lavları, Kırka formasyonu, Kocaalandere formasyonu, Karaören volkaniti, Zahrandere grubu ve Türkmendağ volkanit grubu olarak adlandırılmıştır. Bölgedeki borat yataklarının, Kızılsaraytepe volkanitinin (Türkmendağ volkanit grubu) piroklast ve sıcak sularının ürünü olduğu ileri sürülmüştür.

Sunder (1980) tarafından, bölgede yapılan jeolojik ve petrografik araştırmaların sonucunda yatakların levha tektoniğine bağlı Tersiyer yaşlı volkanizmanın ürünleri olarak kurak-yarıkurak iklim koşullarında oluştuğu ileri sürmüştür. Araştırmacı, yatakların sialik kabuğun kısmi ergimesiyle gelişen kalkalkalin asidik magmadan kaynaklanan ve doğrudan Pliyosen göllerine karışan bor ve magnezyumca zengin ekzalasyon ürünleri olduğunu savunmuştur. Yine bu çalışmada, Sarıkaya'da boraks, kernit, tinkalkonit, üleksit, meyerhoferit, kolemanit, inderborit, hidroborasit, kurnakovit, inderit ve tünellit cevher mineralleri bulunduğu ve bu cevher minerallerine ise saponit, illit, kaolinit, dolomit, kalsit, magnezit, anhidrit, jips ve kalsedon gibi minerallerin eşlik ettiği belirtilmiştir. Kernitin ise kimyasal çökelim sırasında gelişen bir kapalı sistemde NaCl etkisiyle başlangıç çözeltisinden oluştuğu ileri sürülmüştür.

Yalçın (1988), Kırka bölgesindeki volkanosedimanter birimlerin stratigrafisini, mineraloji-petrografisini ve jeokimyasını incelemiştir. Araştırmacı, birimlerin yanal ve düşey yöndeki mineralojik ve jeokimyasal değişimleri ve benzerlikleri inceleyerek, borat, kil, karbonat ve zeolit minerallerinin oluşumlarına açıklık getirmiştir. Ayrıca, çalışmada, tüm sedimanter basenin jeolojik ve paleocoğrafik gelişimi ortaya konulmuştur.

Yalçın ve Gündoğdu (1992), volkanosedimanter gölsel kayalardan oluşan Kırka basenindeki borat yataklarının dolomitli kiltası/marnlar içerisinde merccekler şeklinde bulunduğunu ve yatağın alt ve üst kesimlerini ise karbonatlı kayaların çevrelediğini belirtmişlerdir. Borat yataklarının düşey yönlü bloklanma hareketi ile bölgenin iki kesiminde yer alındığı belirtilmiştir. Basenin kuzeybatısının (Göcenoluk) sadece Ca-borat ile temsil edilirken, güneydoğusunun (Sarıkaya) ise Na, NaCa, Ca-borat şeklinde zonlanma gösterdiği ileri sürülmüştür.

Palmer ve Helvacı (1995), Kırka-Eskişehir bölgesinden alınan 17 bor minerali örneğinden bor izotopu, 13 örnekten ise $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranı hesaplanmıştır. Bu Neojen çökellerin playa göllerinde evaporasyon ve hidrotermal getirimler sonucu oluştuğu ileri sürülmüştür. Bu çalışma sonucunda Rayleigh parçalanma modeline göre, boraksın

çökelimi sırasında tuzluluğun üleksit ve kolemanite göre daha fazla olduğu ileri sürülmüştür.

Gündoğdu et. al., (1996) tarafından, Bigadiç, Emet ve Kırka volkanosedimanter basenlerinde yapılan bu çalışmada zeolit minerallerinin borat mineralleriyle bulunması tartışılmıştır. Özellikle zeolit minerallerinden K- ve Ca- klinoptilolit ve Li'ca zengin trioktahedral simektitler borat minerallerine eşlik ettiği belirtilmiştir. Basendeki K-feldispat ve analsim minerallerinin ise volkanik camdan itibaren göl suyundan oluştuğu ileri sürülmüştür. Basendeki alansal mineral zonlanması ise pH ve tuzluluk değişimi ile açıklanmıştır. Aynı çalışmada araştırmacılar, Li ve B gibi elementlerin konsantrasyonlarının K'ca zengin volkanitlerde oldukça yüksek olduğunu savunmuşlardır. Bu elementler Na, K ve Mg gibi elementlerle birlikte çözeltiye zengileşirler ve borat gibi evaporitik minerallerin oluşumuna ortam hazırlarlar.

Helvacı ve Orti (2004), Kırka borat basenindeki alansal mineral zonlanmasını tartışmıştır. Bu çalışmada, basenin merkezinde Na-borat (boraks), orta kesiminde Na-Ca borat (üleksit) ve kenar kesiminde ise Ca-borat (kolemanit) şeklinde bir mineral zonlanmasının varlığı ileri sürülmüştür. Bu mineral zonlaması düşey olarak Mg borat mineralleriyle de ayrıldığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Bu mineral zonlanmasını ise sıcaklık ve solusyondaki B miktarıyla kontrol edildiği ileri sürülmüştür.

2. STRATİGRAFİ

2.1. Giriş

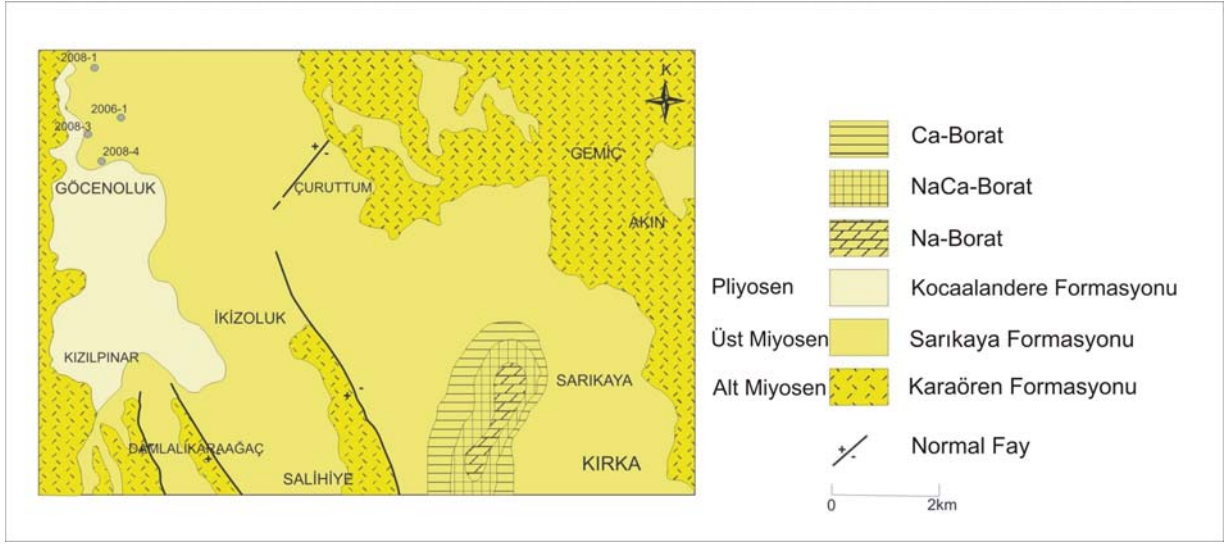
Kırka (Eskişehir) ve çevresini kapsayan bölgenin ayrıntılı jeolojisi ve 1:25000 ölçekli jeolojik haritası Yalçın (1988) tarafından yapılmıştır. Bölgenin stratigrafisi ve jeolojik haritası (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2), Gök vd. (1980) ve Yalçın (1988)'dan değiştirilerek alınmıştır. Yalçın (1988), volkanosedimanter gölsel basenin tabanının değişik yaş ve litolojideki temel kayalardan (Miyosen öncesi) ve Alt Miyosen yaşlı volkanitlerden

oluştüğunu belirtilmiştir. Litostratigrafik birimlerin Alt-Üst Miyosen yaşlı tüfler, killi-karbonatlı kayaçlar , volkanitler, Pliyosen yaşlı resedimente tuf/tüfitler ile devam eden ve pekişmemiş olan Kuvaterner malzemedan oluştuğu belirtilmiştir. Bölge Yalçın (1988), tarafından beş farklı litostratigrafik birime ayrılmıştır. Bunlar yaşlıdan gence doğru Temel kayaçlar, İdrisyayla volkanitleri, Karaören ve Sarıkaya formasyonları, Türkmendağı bazaltı, Fetiye formasyonu ve Kuvaterner oluşukları olarak sıralanmaktadır.

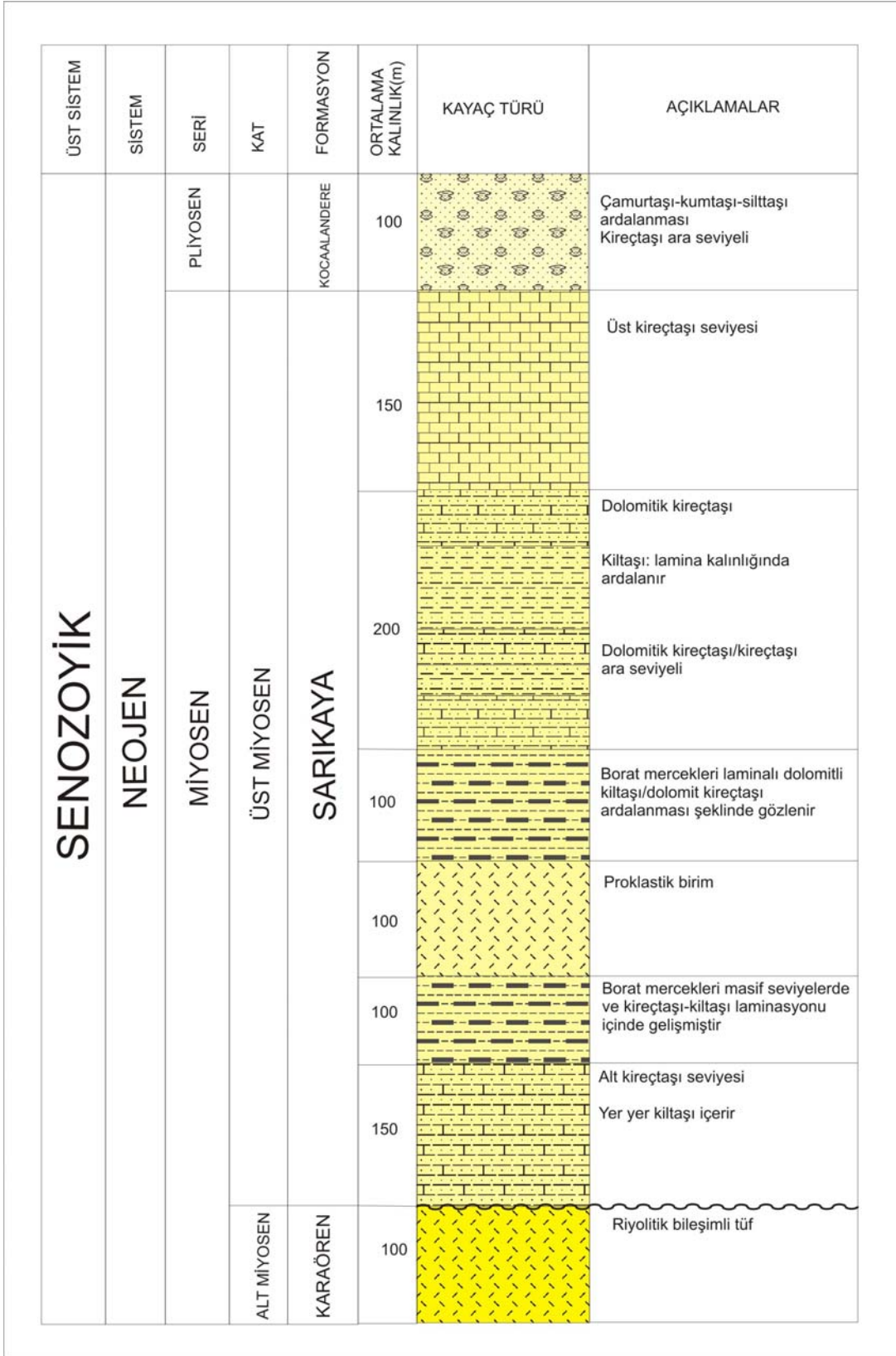
Kırka (Eskişehir) bölgesinde yapılan bir diğer çalışma ise, Gök vd. (1980) ve Sunder (1980) tarafından gerçekleştirilmiştir. Gök vd. (1980), Kırka (Eskişehir) bölgesinde ilk 1:25000 jeolojik haritasını yapmıştır. Yalçın (1980)'den farklı olarak Gök vd. (1980) bölgeyi altı farklı litostratigrafik birime ayırmıştır. Bunlar, Bazalt lavları, Kırka formasyonu, Kocaalandere formasyonu, Karaören volkaniti ve arakatları, Zahrandere grubu ve Türkmendağı volkanitidir. Türkmendağı volkanitleri ise yaşlıdan gence İdrisyayla volkaniti, Kızılsaraya tepe volkaniti ve Türkmendağı volkanitinden meydana gelmektedir. Zahrandere grubu ise Salihye ve Göcenoluk formasyonları olarak ikiye ayrılmıştır.

Sunder (1980) tarafından yapılan çalışmada ise inceleme alanında temeli oluşturan Mesozoyik yaşlı metamorfize olmuş ofiyolit topluluğu ile Tersiyer yaşlı tortul ve volkanik kayaçların egemen olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada Miyosen'in gölsel tortuları ile volkanitlerin bölgenin en yaygın olarak gözlenen birimi olduğu belirtilmiştir. Bu seri, çoğunlukla Mesozoyik'in üzerine uyumsuz olarak gelmiş ve Pliyosen'in kireçtaşı, marn, tüfit, kil, marn, kireçtaşı devirsel oluşukları ile örtüldüğü belirtilmiştir. Bölgedeki en genç birimlerin ise, Kuvaterner yaşlı resedimente tüfitler ve alüvyon olduğu belirtilmiştir (Sunder, 1980).

Yapılan bu çalışmalardan Yalçın'ın (1988) ve Gök'ün (1980) tanımladığı litostratigrafi birimlerin adlandırılması bu çalışmada temel alınmıştır.



Şekil 2.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Yalçın, 1988 ve Gök vd. 1980'den değiştirilerek alınmıştır).



Şekil 2.2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Yalçın, 1988 ve Gök vd., 1980'den değiştirilerek alınmıştır)

Seri	Formasyon	Litoloji
Orta-Üst Miyosen	Kuvaterner	Alüvyon
	Pliyosen	Resedimante tuf-tüfit
	Felipe	Olivin-bazalt
	Turkopolu	
	Sarıkaya	Çörtlü kireçtaşı Dolomitik kireçtaşı Laminasyonlu kilitaşı/marn Borat mercekli, tuf arakatlı dolomitik kireçtaşı Laminasyonlu kilitaşı/marn Dolomitik kireçtaşı
Alt Miyosen	Karaören	Karasal tüfler ile yanal geçişli karbonatlı ve kırıntılı kayaç arakatlı, zeolitli, riyoilitik camı kül/toz tuf
	İdrisyayla	Riyolitik volkanik breş Riyolit Andezit
Miyosen Önce		Fosilli kireçtaşı Kristalize kireçtaşı Metamorfittler

(A)

Seri	Formasyon	Litoloji
Pliyosen	Kuvaterner	Alüvyon
		Bazalt
	Kırka/ Kocaalındere	Kireçtaşı-opal Tüfit-kil-kireçtaşı-opal tüflü koglomera
	Karaören	Traverten Tuf Kireçtaşı Opalli kireçtaşı Killeşmiş tüfit kil-opal
	Salhiye/ Göcenoluk	Kireçtaşı Boratlı kil kireçtaşı traverten
Miyosen	Lütfiye/İncebel tepe tüfti	
	Kızılsaray	Kuvarslı trakiandezit
	Zahrandere	Traverten opal katkılı
	İdrisyayla	Hiyaloriyodasit Volkanik breş Tuf kaba taneli molozlu
Miyosen Önce		Kristalin kireçtaşı Metamorfittler

(B)

Şekil 2.3. Kırka Neojen baseninde önceki çalışmalarda belirlenmiş litostratigrafik birimler (A) Yalçın (1988) ve (B) Gök vd. (1980).

2.2. Litostratigrafik Birimler

Çalışma alanı olan Göcenoluk (Kırka) bölgesi, Miyosen ve Pliyosen yaşlı birimlerden oluşmaktadır. İnceleme alanında yapılan sondajlardan elde edilen veriler, litostratigrafik birimlerin yaşlıdan gence doğru Karaören Formasyonu, Sarıkaya Formasyonu ve Kocaalandere Formasyonları'ndan oluştuğunu ortaya koymaktadır. Bu formasyonlardan Kocaalandere Formasyonu Gök vd. (1980), diğer formasyonlar ise Yalçın (1988) tarafından tanımlanmıştır.

2.2.1. Karaören Formasyonu

İnceleme alanında gözlenen en yaşlı birimler Karaören Formasyonu'na ait riyolitik tüflerdir. Yalçın (1988) tarafından Karaören Formasyonu olarak tanımlanan bu birim Gök vd. (1980) tarafından ise İdrisyayla volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Gölsel tüfleri içeren birim, ignimbritlerden oluşmaktadır. İgnimbritler ise kuvars, feldispat ve biyotit minerallerinden, pomza ve kayaç parçalarından oluşmaktadır. Piroklastik birimde yeşil renkli altere olmuş pomzalar bulunmaktadır. Şekil 2.4. Karaören formasyonundaki ignimbritler, Şekil 2.5. ise ignimbritlerdeki altere olmuş (zeolitleşmiş) yeşil renkli pomzalar görülmektedir.

Gölsel tüflere ait bu birimler Yalçın (1988) tarafından K/Ar yöntemi ile yaş tayini gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucundan birimin biyotit yaşı 17.8 ± 0.6 M.Y. olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.4. Karaören formasyonuna ait ignimbiritler



Şekil 2.5. Karaören formasyonuna ait ignimbiritlerdeki altera olmuş pomza parçaları

2.2.2. Sarıkaya Formasyonu

Boratlı seviyeleri de içeren bu birim, Yalçın (1988) tarafından Sarıkaya Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, borat oluşumları ile birlikte, killi, karbonatlı, silisli ve tüflü kayalar içermektedir. Sarıkaya Formasyonu, çoğunlukla ince lamine dolomitik kilitaşı ve kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır. Birimde kilitaşı, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomit seviyelerine rastlanmaktadır. Egemen olarak bu seviyeler ince lamina (<3mm) kalınlığında ardalanır. Kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı seviyeleri oransal olarak değişkenlik gösterir. Dolomit laminasyonları daha seyrek olarak bulunmaktadır.

Boratlı seviyeler, yaklaşık 100-150m kalınlığında olan kireçtaşlarının arasında bulunmaktadır. Birim içerisinde gözlenen boratlı kayaçlar dolomit ve karbonat katkı kilitaşlarının arasında yer almaktadır. Boratlı zonlar yer yer masif olarak da gözlenir. Fakat cevher zonu çoğunlukla kireçtaşı ve kilitaşı laminasyonu arasında gelişmiştir. Bu laminasyonlar çoğunlukla mm-cm kalınlığındadır. Boratlı seviyelerde ise çoğunlukla boraks, kolemanit, üleksit ve kernit minerallerine rastlanmaktadır. şekil 2.6 ve şekil 2.7. Sarıkaya formasyonundaki killi-karbonatlı birimleri göstermektedir. şekil 2.8. de kilitaşları arasında bulunan kernit mineralleri görülmektedir.



şekil 2.6. Sarıkaya formasyonundaki killi-karbonatlı birimler.



Şekil 2.7. Karbonat ve kilitli ardalanması



Şekil 2.8. Kilitaşları arasında bulunan kernit mineralleri

Sarıkaya Formasyonu içerisinde, proklastik kayalara da rastlanmaktadır. Bu proklastik kayalar zaman zaman kireçtaşlarıyla ardalanmalı olarak da gözlenmektedir.

Yalçın (1988) tarafından gerçekleştirilen K/Ar radyometrik yaş tayini yöntemi ile Sarıkaya Formasyonu'nun biyotit yaşı 17.5 ± 0.6 M.Y. olarak belirlenmiştir. Bu yaş tayini boratlı seviyenin alt kesiminde yer alan taban kireçtaşları arasında bantlar halinde gözlenen tüflerden gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Kocaalandere Formasyonu

Sarıkaya Formasyonu'nun üzerinde bulunan birim, Gök vd. (1980) tarafından Kocaalandere Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında gözlenen ve en genç olan birim Gök vd. (1980) tarafından, çamurtaşı, kumtaşı ve silttaşı seviyeli birim için yapılan tanımlamaya yakın olduğu için bu araştırmacının adlandırılması kullanılmıştır.

Birim çamurtaşı, kumtaşı, silttaşı-kiltaşı ardalanması şeklinde gözlenmektedir. Yer yer kireçtaşı ve tuf ara seviyeleri de bulunmaktadır. Genelde zayıf tutturulmuş bir birim olarak gözlenmektedir. Kocaalandere Formasyonu, Sarıkaya Formasyonu üzerine uyumlu şekilde gelmiştir. Kocaalandere Formasyonu, Gök vd. (1980) tarafından Pliyosen yaşlı olarak tanımlanmıştır.

3. MİNERALOGİK İNCELEMELER

3.1.Giriş

Göcenoluk (Kırka), Eskişehir borat işletmesinde MTA Genel Müdürlüğü tarafından ETİBANK İşletmeleri için 2006 ve 2008 yılında yapılmış olan 4 farklı sondajdan (2006-1, 2008-1, 2008-3, 2008-4) toplam 398 adet karot örneği alınmıştır. Alınan örneklerin sayısı formasyonlara göre dağılımı Çizelge 3.1 de, sondajlara göre dağılımı ise Çizelge 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Göcenoluk (Kırka) çalışma bölgesinden alınan örneklerin dağılımı.

Formasyon adı	Kocaalandere	Sarıkaya	Karaören
Örnek sayısı	30	356	12

Çizelge 3.2. Göcenoluk (Kırka) çalışma bölgesinden alınan örneklerin sondajlara göre dağılımı.

Sondaj No	2006-1	2008-1	2008-3	2008-4
Örnek Sayısı	93	91	118	96

Volkanosedimanter birimde oluşması beklenen neoformasyon minerallerinin tesbiti için alınan 398 örnek üzerinde aşağıda belirtilen yöntemler yardımı ile öncelikle XRD-tüm kayaç mineral bileşimleri belirlenmiştir. Daha sonra seçilen örnekler için kil fraksiyonu ayrımı yapılmış ve kil minerallerinin bileşimleri saptanmıştır.

3.2. Kullanılan Yöntemler

Sondaj karotlarından alınan örneklerin mineralojik özelliklerinin belirlemek için örnekler halkalı değirmende öğütülmüştür. XRD ve kimyasal analizler için yeterli miktarda örnek alınmış ve geri kalan örnekler 'tanık örnek' olarak olası bir inceleme için saklanmıştır.

3.2.1. XRD çözümüleme yöntemleri

XRD çözümlmeleri, Hacettepe Üniveritesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Rigaku D/Max 2200/PC+ model X-ışınları difraktrometresinde yapılmıştır. Bu yöntem ile mineraller ve kil fraksiyonu oluşturabilecek mineraller saptanmış ve yarı nicel olarak yüzdeleri hesaplanmıştır.

XRD çözümüleme yönteminin uygulaması için gerekli olan toz difraktogramlar aşağıdaki koşullarda elde edilmiştir.

Anot	:	Cu (Cu K α , λ : 1,54056 Å ⁰)
Gerilim	:	40 Kv
Akım	:	40 mA
Gonyometre hızı	:	2°/dak

3.2.1.1. Tüm kayaç çözümlmeleri

Yapılan analizler sonucunda, difraktogramlar A.S.T.M. (1972) kartotekslerinden yararlanılarak çözümlenmiş ve mineraller belirlenmiştir. Saptanan minerallerin yarı nicel yüzdeleri Gündoğdu (1982) tarafından geliştirilen yöntemle hesaplanmıştır. Bu yöntemde pik şiddetleri ve dolomitin (104) yansıması ($2\theta=30,9$) referans alınarak XRD'de ölçülen kil, mika, kalsit, dolomit, kuvars, feldispat, klinoptilolit, opal C-T, analsim'in en şiddetli pik değerleri kullanılmıştır. Saptanan difraktogramlardan ise kil

minerallerinin tanımlanması ve yarı nicel olarak yüzdelerinin hesaplanması (001) yansımalarına göre yapılmıştır.

3.2.1.2. Kil fraksiyonu çözümlmeleri

Kil içeren örnekler saptandıktan sonra, kayaç numunelerine Gündoğdu (1982) tarafından ayrıntılı açıklaması verilen kimyasal çözme (karbonat, sülfat vb. mineraller ile organic maddenin uzaklaştırılması), yıkama, santrifüjleme, sifonlama (sedimentasyon metodu ile kil fraksiyonu ayrımı) aşamalarından oluşan kil ayırma yöntemi uygulanmıştır. Ayırma işlemi gerçekleştirildikten sonra, elde edilen kil fraksiyonlarının (2 µm'dan küçük malzeme) mineralojik çözümlmeleri için üç farklı difraktogram kaydı yapılmıştır. Bu kayıtlar normal, etilen glikollü ve fırınlı çekimlerdir. Elde edilen kil minerallerinin tanımlanması ve yarı nicel olarak yüzde hesaplamaları (001) yanışmasına göre yapılmıştır. Kil fraksiyonu yönteminde difraktogramlarının kaydı sırasında kullanılan aletsel koşullar XRD tüm kayaç çözümlmelerindeki koşullarla aynıdır.

3.3. Analiz Sonuçları

3.3.1. XRD-Tüm kayaç çözümlmeleri

Yapılan analizler sonucunda örneklerde; kil, mika, kalsit, dolomit, aragonit, kuvars, feldispat, klinoptilolit, opal C-T, analsim, inyoit, kolemanit, üleksit, borax, kernit, probertit ve tünellit mineralleri belirlenmiştir. Örneklerin tüm kayaç çözümlleme sonuçları ve minerallerin yüzdeleri Ek Çizelge 1, 2, 3 de verilmiştir. Borat minerallerinin sondajlara göre dağılımı ise Ek Çizelge 7 de verilmiştir. Ayrıca bölgede gözlenen formasyonlarda saptanan minerallerin sondajlara göre dikey dağılımları Ek Şekil 1, 2, 3 ve 4'de verilmiştir.

Sahadan Çizelge 3.1. de sunulduğu üzere 4 farklı sondajdan toplam 398 örnek alınmıştır. X-ışınları çekimleri sonucunda kuvars minerali için karakteristik pikler olan 3.34 A°, 4.24, 2.76 ve 2.45 pikleri seçilmiştir. 9.92A° de mika minerali ve 4.45 A° ise kil minerali için belirlenmiştir. Feldispat minerali için karakteristik pik olan 3.21 A° belirlenmiş ve kullanılmıştır. Sahada en çok gözlenen kalsit ve dolomit mineralleri için sırayla 3.02 A°, 3.84 A° ve 2.88 A°, 4.03 A° pikleri kullanılmıştır. Analsim, opal C-T, klinoptilolit ve boratlar mineralleri için ise karakteristik pikleri seçilerek kullanılmıştır. Bu minerallere ait X-ışınları difraktogramları Ek Şekil 5., 6., 7., 8, 9., 10., 11., 12. de verilmiştir. Üç farklı formasyondan elde edilen mineralojik veriler aşağıda sunulmuştur.

3.3.2. Karaören Formasyonu

Daha önce detaylı açıklamaları verilen analizler sonucunda, 2008-1 ve 2008-3 sondajlarında gözlenen Karaören Formasyonu'ndan alınan örneklerde; kil, mika, kalsit, dolomit, kuvars, feldispat ve klinoptilolit mineralleri saptanmıştır.

Çizelge 3.3 de Karaören formasyonuna ait minerallerin istatistiksel değerlendirilmeleri verilmiştir. Çizelge 3.4 de ise Karaören formasyonunda gözlenen minerallerin sondajlara göre dağılımı verilmiştir. Çizelge 3.3 de görüldüğü üzere bulunuş frekansı (%83) en yüksek olan mineraller kil, kuvars ve feldispattır. Bu mineralleri %75 ile mika minerali izlemektedir. Daha sonra sırasıyla klinoptilolit (%67), dolomit (%50) ve kalsit (%17) bulunmaktadır. Bulunuş frekansı en yüksek olan minerallerden biri olan kil %35 ile en yüksek ortalama yüzdeye sahiptir. Bulunuş frekansı %83 gibi büyük bir değer olan kuvars minerali ise %6 ortalama yüzdeye sahiptir.

Çizelge 3.3. Karaören Formasyonuna ait minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.

Mineral	Bulunuş Frekansı(%)	En Az (%)	En Çok(%)	Ortalama(%)
Kil	83	16	56	35
Mika	75	8	18	14
Kalsit	17	6	27	8
Dolomit	50	2	27	12
Kuvars	83	2	10	6
Feldispat	83	9	28	14
Klinoptilolit	67	13	35	27

Çizelge 3.4. Karaören Formasyonunda saptanan minerallerin sondajlara göre dağılımı.

	Sondaj No	
Mineraller	2008-1	2008-3
Kil	+	+
Mika	+	+
Kalsit	+	+
Dolomit	+	+
Kuvars	+	+
Feldispat	+	+
Klinoptilolit	+	+

3.3.3. Sarıkaya Formasyonu

Sarıkaya Formasyonu'na ait veriler incelendiğinde saptanan mineraller kil, mika, kalsit, dolomit, aragonit, kuvars, feldispat, klinoptilolit, analsim ve borat (kolemanit, üleksit, boraks, kernit, tunellit, inyoit, nobleit, probertit). mineralleridir Sarıkaya formasyonundaki bulunuş frekansı en yüksek (%72) olan mineral kalsittir. Kalsiti, %57 bulunuş frekansı ile kil minerali takip etmektedir. Dolomit ve kuvars mineralleri sırasıyla %49 ve %45 bulunuş frekansına sahiptir. Kil minerallerinin bulunuş frekansı ise % 46 dir. En yüksek bulunuş yüzdesine sahip olan kalsit ise %41 ile kil

minerallerinden sonra yer almaktadır. Formasyondaki minerallerin ortalama yüzdelere bakıldığında klinoptilolit (%31), mika (%21), analsim (%21), mika (%19), aragonit (%12), dolomit (%18), feldispat (%9) ve kuvars (%5) şeklindedir.

Sarıkaya formasyonunda saptanan borat minerallerinin sondajlara göre dağılımı Ek Çizelge 7 de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Sarıkaya Formasyonuna ait borat dışındaki minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.

Mineral	Bulunuş Frekansı(%)	En Az (%)	En Çok(%)	Ortalama(%)
Kil	57	2	94	46
Mika	13	6	50	19
Kalsit	72	1	100	41
Dolomit	49	1	100	18
Kuvars	45	1	87	5
Feldispat	37	1	39	9
Klinoptilolit	10	6	100	31
Analsim	3	8	43	21
Aragonit	1	4	16	12

Çizelge 3.6. Sarıkaya formasyonunda saptanan borat dışındaki minerallerin sondajlara göre dağılımı.

Mineraller	Sondaj No			
	2006-1	2008-1	2008-3	2008-4
Kil	+	+	+	+
Mika	+	+	+	+
Kalsit	+	+	+	+
Dolomit	+	+	+	+
Kuvars	+	+	+	+
Feldispat	+	+	+	+
Klinoptilolit	+	+	+	+
Analsim		+		+
Aragonit	+	+	+	

3.3.4. Kocaalandere Formasyonu

2008-3 ve 2008-4 sondajlarında gözlenen, Kocaalandere formasyonuna ait örneklerin sonuçlarına bakıldığında (Çizelge 3.7.) bulunan mineraller; kil, mika, kalsit, dolomit, kuvars, feldispat, klinoptilolit ve opal-CT mineralleridir. Bulunuş frekansı en yüksek olan mineraller %87 ile kil ve kalsittir. Kalsit minerali %18 ile düşük bir ortalama yüzdeye sahiptir. Kalsit ve kil minerallerini %80 bulunuş frekansı ile kuvars ve feldispat takip etmektedir. Yine feldispat mineralinin de kalsitte olduğu gibi %9 ile oldukça düşük ortalama yüzdeye sahiptir. Kil mineralini %53 ortalama yüzdesiyle yüksek bir ortalama yüzde değerine sahiptir. %3 gibi düşük bir ortalama yüzdeye sahip olan dolomit ve kuvars mineralleri ise sırasıyla %37 ve %80 bulunuş frekansına sahiptir.

Çizelge 3.7. Kocaalandere Formasyonua ait minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.

Mineral	Bulunuş Frekansı(%)	En Az (%)	En Çok(%)	Ortalama(%)
Kil	87	23	76	53
Mika	63	12	45	23
Kalsit	87	1	100	18
Dolomit	37	1	6	3
Kuvars	80	1	6	3
Feldispat	80	4	16	9
Klinoptilolit	23	12	100	33
Opal-CT	3	56	56	56

Çizelge 3.8. Kocaalandere Formasyonunda saptanan minerallerin sondajlara göre dağılımı.

	Sondaj No	
Mineraller	2008-3	2008-4
Kil	+	+
Mika	+	+
Kalsit	+	+
Dolomit	+	+
Kuvars	+	+
Feldispat	+	+
Klinoptilolit	+	+
Opal-CT	+	

3.3.5. Kil Fraksiyonu Çözümleme Sonuçları

Tüm kayaç çözümlmeleri gerçekleştirilen 398 örnekten seçilen 45 numune üzerinde XRD-kil fraksiyonu çözümlmeleri yapılmıştır. Yapılan kil fraksiyonu sonuçları Ek Çizelge 4, 5, 6 de verilmiştir. Analizleri yapılan örneklerde simektit, illit, kaolinit, klorit mineralleri ve illit-klorit interstratifiyesi saptanmıştır. Simektit minerali, tüm

örnekelerde gözlenmekte olup, bulunuş frekansı düşük olmasına rağmen ortalama yüzdeleri oldukça yüksektir.

Karaören formasyonuna ait kil minerallerinin istatistiksel değerdendirilmeleri Çizelge 3.9 de veirlmiştir. Bu formasyona ait sadece bir örnekte kil fraksiyonu çözümlemesi gerçekleştirilmiştir. En yüksek değerd simektit minerali ile %97 ortalama yüzdeye sahiptir. İllit minerali ise %3 ile düşük bir ortalama yüzdesi gözlenir

Çizelge 3.9. Karaören Formasyonuna ait örnekelerin kil fraksiyonu minerallerin istatistiksel değerdendirmeleri.

Mineral	Bulunuş Frekansı(%)	En Az (%)	En Çok(%)	Ortalama(%)
Simektit	100	97	97	97
İllit	100	3	3	3

Sarıkaya Formasyonuna ait kil minerallerin istatistiksel değerdendirmeleri ise Çizelge 3.10 da verilmiştir. Toplam 39 örnekte kil fraksiyonu çözümlemesi gerçekleştirilmiştir. En yüksek bulunuş frekansı (%100) ve ortalama yüzdeye (%86) simektit sahiptir. Simektit mineralini bulunuş frekansı yüzdeleriyle sırasıyla illit (%56), kaolinit (%26) ve klorit (%5) takip etmektedir.

Çizelge 3.10. Sarıkaya Formasyonuna ait örnekelerin kil fraksiyonu minerallerin istatistiksel değerdendirmeleri.

Mineral	Bulunuş Frekansı(%)	En Az (%)	En Çok(%)	Ortalama(%)
Simektit	100	44	100	86
İllit	56	3	46	16
Kaolinit	26	3	20	10
Klorit	5	6	20	13
İllit-Klorit İnterstratifiyes	3	17	17	17

Kocaalandere Formasyonuna ait 5 örnekte kil fraksiyonu çözümlemesi gerçekleştirilmiş ve minerallerin istatistiksel değerleri Çizelge 3.10. de verilmiştir. Diğer formasyonlarda olduğu gibi Kocaalandere formasyonunda da en yüksek bulunuş frekansı (%100) ve ortalama yüzde (%67) değerleri ile simektit mineralinde aittir.

Çizelge 3.11. Kocaalandere Formasyonuna ait örneklerin kil fraksiyonu minerallerin istatistiksel değerlendirmeleri.

Mineral	Bulunuş Frekansı(%)	En Az (%)	En Çok(%)	Ortalama(%)
Simektit	100	59	73	67
İllit	100	10	24	18
Kaolinit	100	11	19	15

4.JEOKİMYASAL İNCELEMELER

4.1. Giriş

Bir önceki bölümde bahsedilen mineralojik sonuçlar doğrultusunda çalışma alanından saf kalsit, dolomit, ve borat minerali içeren 26 adet örnek üzerinde iz element ve 14 adet örnek üzerinde ise major element analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizi yapılan iz elementlerin deteksiyon limitleri Çizelge 4.1.de, major elementlerin deteksiyon limitleri ise Çizelge 4.2.de verilmiştir. Ayrıca killi karbonatlı 6 örnek üzerinde de jeokimyasal (major ve iz element) analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler, Memorial Üniversitesi (St. John's, Kanada), Yerbilimleri Bölümü'nde yapılmıştır. Çizelge 4.3 iz element, Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6 de ise major element analiz sonuçları verilmiştir.

4.2. Kullanılan Yöntemler

Mineralojik analizler sonucunda seçilen 26 adet örneğin iz element analizi, Memorial Üniversitesi (St. John's, Kanada), Yerbilimleri Bölümü'nde ELAN DRC II marka ICP-MS cihazında yapılmıştır. İz element analizi için, örnekler öncelikle nitrik asit ve hidroklorik asitle çözüldükten sonra, seyreltme işlemi yapılmış ve daha sonra çözelti - ICP-MS cihazında ölçülmüştür. Çizelge 4.3 de dört farklı sondaja ait iz element analiz sonuçları,

14 örnek üzerinde yapılan, major element analizi, Memorial Üniversitesi (St. John's, Kanada), Yerbilimleri Bölümü'nde, ARL 8420⁺ X-ray fluorescence spektrometre cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ateşte kayıp, örneklerin 1000 °C'de 2 saat fırınlandıktan sonraki ağırlık kaybı olarak hesaplanmıştır. Örneklerin major oksit analiz sonuçları Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6 de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Analizi yapılan iz elementlerin deteksiyon limitleri

Element	Li 7	Be	B	P	S	Cl	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Br	Se
Deteksiyon Limiti (ppm)	0,039	0,015	0,174	2,756	87,734	18,453	0,096	0,019	0,004	0,005	0,014	0,01	0,044	0,022	0,013	0,05	0,031
Element	Rb	Sr	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Hg	Tl	Pb	Bi	U
Deteksiyon Limiti (ppm)	0,0004	0,0001	0,0005	0,0003	0,001	0,003	0,0002	0,058	0,0001	0,0003	3E-05	8E-05	0,001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001

Çizelge 4.2. Analizi yapılan major elementlerin deteksiyon limitleri

Element	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	K2O	TiO2	MnO	Fe2O3
Deteksiyon Limiti (%)	0,016	0,012	0,052	0,009	0,003	0,003	0,002	0,005

Çizelge 4.3. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan örneklerin iz element analiz sonuçları.

			Li	Be	B	P	S	Cl	Br	Se	Rb	Sr
Sondaj no	Metraj	Mineralojik tanımlama	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2006-1	75,80-75,85	Ca-borat	148,66	<0,015	111275	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	36,27	15058
	76,85-76,95	Ca-borat	195,61	<0,015	104938	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	36,81	25,48	10072
	101,15-101,20	kil(74)+kalsit(24)+dolomit(2)	770,38	<0,015	18393	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	10,4	3657
	224,7-224,8	kalsit	59,64	<0,015	18540	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	11,26	765
	299,10-299,20	NaCa-borat	195,8	<0,015	90545	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	13,56	1834,6
	307,10-107,20	NaCa-borat	61,9	<0,015	104802	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	3,94	1330,3
2008-1	197,20-197,30	kalsit	<0,039	<0,015	23414	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	1,04	483
	271,30-271,40	Na-borat	82,91	<0,015	117290	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	3,27	243,55
	278,0-278,1	NaCa-borat	368,82	<0,015	113395	53	<87,73	<18,453	<0,05	47,73	18,57	644,52
	469,90-470,0	kil(69)+kalsit(29)+dolomit(22)	417,13	<0,015	21981	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	9,36	1815
	570,60-570,70	NaCa-borat	728,47	<0,015	54708	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	15,92	5830,9
	705,45-705,50	Na-borat	56,27	<0,015	104819	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	0,44	232,26

Çizelge 4.3. Devam Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan örneklerin iz element analiz sonuçları.

			Li	Be	B	P	S	Cl	Br	Se	Rb	Sr
Sondaj no	Metraj	Mineralojik tanımlama	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2008-3	268,35-268,45	kalsit	<0,039	<0,015	21590	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	0,41	589
	289,30-289,40	kil(65)+dolomit(19)+kalsit(15)+kuvars(1)	1044,8	<0,015	21811	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	10,18	2398
	298,50-298,55	Ca-borat	<0,039	<0,015	122314	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	0,29	16670
	384,95-385,0	dolomit	208,77	<0,015	20597	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	9,61	4624
	648,10-648,15	NaCa-borat	550,59	<0,015	98521	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	19,2	1862,5
	650,6-650,65	NaCa-borat	54,59	<0,015	142939	<2,756	<87,73	55	<0,05	32,98	<0,00035	13,75
	736,6-736,7	NaCa-borat	491,77	<0,015	128374	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	4,46	3784,2
	861,6-861,65	Na-borat	<0,039	<0,015	147908	<2,756	<87,73	2086	<0,05	5,94	<0,00035	53,78
	934,30-934,40	kil(78)+dolomit(15)+feldispat(7)	1932,6	<0,015	22422	<2,756	<87,73	<18,453	138,6	<0,031	19,56	1651
2008-4	207,35-207,65	kalsit	<0,039	<0,015	21133	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	0,32	189
	716,50-716,60	kil(63)+kalsit(22)+dolomit(15)	981,68	<0,015	20932	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	4,21	2310
	953,70-953,80	NaCa-borat	66,88	<0,015	53872	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	0,51	728
	1046,10-1046,20	Ca-borat	486,36	<0,015	94772	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	3,73	11777
	1193,0-1193,10	kil(48)+kalsit(38)+dolomit(15)+kuvars(2)	73,6	<0,015	23889	<2,756	<87,73	<18,453	<0,05	<0,031	35,25	2172

Çizelge 4.3. Devam Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan örneklerin iz element analiz sonuçları.

			Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ba	La	Ce	Hg
Sondaj no	Metraj	Mineralojik tanımlama	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2006-1	75,80-75,85	Ca-borat	7,81	61,32	<0,014	17,11	<0,044	<0,022	62,57	24,88	3,79	7,79	<0,001
	76,85-76,95	Ca-borat	<0,004	35,99	<0,014	<0,01	<0,044	39,49	20,7	<0,00028	1,14	2,46	<0,001
	101,15-101,20	kil(74)+kalsit(24)+dolomit(2)	<0,004	470,8	<0,014	<0,01	<0,044	37,89	26,21	36,13	7,03	9,14	<0,001
	224,7-224,8	kalsit	<0,004	61,03	<0,014	<0,01	<0,044	28,98	12,7	13,45	1,6	3,26	<0,001
	299,10-299,20	NaCa-borat	1,36	17,83	<0,014	1,17	<0,044	15,63	<0,013	28,88	0,73	1,31	<0,001
	307,10-107,20	NaCa-borat	1,06	4,5	<0,014	<0,01	21,24	411,5	<0,013	5,06	0,1	0,13	<0,001
2008-1	197,20-197,30	kalsit	<0,004	67,72	<0,014	<0,01	<0,044	113,4	<0,013	11,93	0,13	0,33	<0,001
	271,30-271,40	Na-borat	0,42	25,44	<0,014	<0,01	<0,044	37,44	<0,013	15,63	0,19	0,29	<0,001
	278,0-278,1	NaCa-borat	<5,24	37,19	<0,014	<0,01	<0,044	20,33	<0,013	<0,00028	0,95	1,87	<0,001
	469,90-470,0	kil(69)+kalsit(29)+dolomit(22)	<0,004	44,52	<0,014	<0,01	<0,044	<0,022	<0,013	10,11	0,38	0,82	<0,001
	570,60-570,70	NaCa-borat	0,89	61,43	<0,014	<0,01	<0,044	<0,022	<0,013	40,56	0,39	0,83	<0,001
	705,45-705,50	Na-borat	0,17	8,14	<0,014	<0,01	4,7	20,84	<0,013	9,38	0,04	0,08	<0,001

Çizelge 4.3. Devam Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan örneklerin iz element analiz sonuçları.

Sondaj no	Metraj	Mineralojik tanımlama	Cr ppm	Mn ppm	Co ppm	Ni ppm	Cu ppm	Zn ppm	As ppm	Ba ppm	La ppm	Ce ppm	Hg ppm
2008-3	268,35-268,45	kalsit	<0,004	69,92	<0,014	<0,01	<0,044	29,7	<0,013	8,06	0,16	0,27	<0,001
	289,30-289,40	kil(65)+dolomit(19)+kalsit(15)+kuvars(1)	<0,004	115	<0,014	<0,01	<0,044	69,94	83,41	67,88	2,01	3,89	<0,001
	298,50-298,55	Ca-borat	<0,004	<0,005	<0,014	<0,01	<0,044	<0,022	<0,013	29,46	0,08	0,09	<0,001
	384,95-385,0	dolomit	<0,004	43,1	<0,014	<0,01	<0,044	181,8	<0,013	30,6	0,3	0,62	<0,001
	648,10-648,15	NaCa-borat	2,94	46,53	<0,014	<0,01	3,5	7,01	<0,013	188,7	2,41	4,44	<0,001
	650,6-650,65	NaCa-borat	<0,004	<0,005	<0,014	<0,01	46,93	42,95	<0,013	<0,00028	0,84	<0,00008	<0,001
	736,6-736,7	NaCa-borat	0,3	7,22	<0,014	<0,01	2,04	68,4	1,07	<0,00028	0,17	0,38	<0,001
	861,6-861,65	Na-borat	<0,004	<0,005	<0,014	<0,01	6,25	59,83	<0,013	<0,00028	0,18	<0,00008	<0,001
	934,30-934,40	kil(78)+dolomit(15)+feldispat(7)	3,63	135,2	<0,014	<0,01	<0,044	21,19	<0,013	72,04	1,32	2,81	<0,001
2008-4	207,35-207,65	kalsit	<0,004	66,82	<0,014	<0,01	<0,044	<0,022	14,97	6,71	0,88	1,71	<0,001
	716,50-716,60	kil(63)+kalsit(22)+dolomit(15)	<0,004	49,36	<0,014	<0,01	<0,044	<0,022	<0,013	15,8	0,16	0,32	<0,001
	953,70-953,80	NaCa-borat	<0,004	20,31	<0,014	<0,01	<0,044	10,28	<0,013	18,2	0,04	0,07	<0,001
	1046,10-1046,20	Ca-borat	<0,004	83,67	<0,014	<0,01	<0,044	126,8	<0,013	22,24	0,2	0,45	<0,001
	1193,0-1193,10	kil(48)+kalsit(38)+dolomit(15)+kuvars(2)	<0,004	588,29	<0,014	<0,01	<0,044	60,53	26,58	95,61	1,45	2,89	<0,001

Çizelge 4.3. Devam Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan örneklerin iz element analiz sonuçları.

			Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	I	Cs	Tl	V	Pb	Bi	U
Sondaj no	Metraj	Mineralojik tanımlama	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2006-1	75,80-75,85	Ca-borat	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	0,21	<0,058	1180	0,14	<0,019	5,85	<0,00013	0,12
	76,85-76,95	Ca-borat	1,16	<0,0003	<0,001	<0,003	0,44	<0,058	15,32	<0,00012	0,59	3,03	0,96	0,3
	101,15-101,20	kil(74)+kalsit(24)+dolomit(2)	0,52	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	17,05	0,68	<0,019	<0,001	<0,00013	20,31
	224,7-224,8	kalsit	0,37	<0,0003	<0,001	<0,003	0,95	<0,058	6,07	0,11	<0,019	1,86	0,24	1,92
	299,10-299,20	NaCa-borat	1,28	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	12,55	0,82	<0,019	0,94	0,13	0,09
	307,10-107,20	NaCa-borat	0,09	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	4,08	<0,00012	<0,019	1,54	<0,00013	<0,00011
2008-1	197,20-197,30	kalsit	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	0,33	<0,058	0,44	0,5	<0,019	<0,001	0,16	0,55
	271,30-271,40	Na-borat	0,28	<0,0003	<0,001	3,65	<0,00016	<0,058	2,86	0,15	<0,019	<0,001	<0,00013	0,22
	278,0-278,1	NaCa-borat	1,44	<0,0003	<0,001	<0,003	0,51	<0,058	56,66	1,16	2,81	2,31	0,19	0,25
	469,90-470,0	kil(69)+kalsit(29)+dolomit (22)	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	0,88	<0,058	5,25	<0,00012	<0,019	<0,001	<0,00013	0,12
	570,60-570,70	NaCa-borat	0,61	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	36,62	<0,00012	<0,019	0,9	<0,00013	0,05
	705,45-705,50	Na-borat	<0,00049	<0,0003	<0,001	4,08	<0,00016	<0,058	0,47	<0,00012	<0,019	<0,001	0,66	<0,00011

Çizelge 4.3. Devam Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan örneklerin iz element analiz sonuçları.

			Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	I	Cs	Tl	V	Pb	Bi	U
Sondaj no	Metraj	Mineralojik tanımlama	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
2008-3	268,35-268,45	kalsit	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	0,2	<0,00012	<0,019	1,11	0,22	1,02
	289,30-289,40	kil(65)+dolomit(19)+kalsit(15)+kuvars(1)	2,42	<0,0003	<0,001	<0,003	0,79	<0,058	21,14	1,63	<0,019	3,08	0,3	0,85
	298,50-298,55	Ca-borat	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	0,48	<0,058	0,26	<0,00012	<0,019	<0,001	0,35	<0,00011
	384,95-385,0	dolomit	0,4	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	4,93	0,31	<0,019	<0,001	0,16	0,43
	648,10-648,15	NaCa-borat	0,43	<0,0003	<0,001	<0,003	0,13	<0,058	68,56	<0,00012	<0,019	2,36	0,57	<0,00011
	650,6-650,65	NaCa-borat	1,92	<0,0003	<0,001	0,71	<0,00016	<0,058	<0,00013	<0,00012	<0,019	1,88	0,15	<0,00011
	736,6-736,7	NaCa-borat	<0,00049	<0,0003	<0,001	0,6	<0,00016	<0,058	11,43	<0,00012	<0,019	1,43	0,36	<0,00011
	861,6-861,65	Na-borat	0,7	<0,0003	<0,001	0,78	<0,00016	<0,058	0,16	<0,00012	0,73	1,34	0,11	<0,09
	934,30-934,40	kil(78)+dolomit(15)+feldispat(7)	19,57	<0,0003	<0,001	3,68	<0,00016	<0,058	58,82	2,18	<0,019	4,17	0,22	3,29
2008-4	207,35-207,65	kalsit	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	0,99	<0,058	0,23	<0,00012	<0,019	<0,001	<0,00013	0,31
	716,50-716,60	kil(63)+kalsit(22)+dolomit(15)	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	1,02	<0,058	6,55	0,45	<0,019	<0,001	<0,00013	0,8
	953,70-953,80	NaCa-borat	0,24	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	3,19	<0,00012	<0,019	<0,001	<0,00013	0,22
	1046,10-1046,20	Ca-borat	<0,00049	<0,0003	<0,001	<0,003	<0,00016	<0,058	9,43	<0,00012	<0,019	<0,001	0,22	0,18
	1193,0-1193,10	kil(48)+kalsit(38)+dolomit(15)+kuvars(2)	1,35	<0,0003	<0,64	<0,003	0,2	<0,058	10,52	<0,00012	<0,019	4,01	0,26	3,31

Çizelge 4.4. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan killi borat örneklerinin major oksit analiz sonuçları (%).

Örnek No	Mineralojik Tanımlama	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ateşte Kayıp (1000 C)	B ₂ O ₃	Toplam
2008-3 736.6- 736.7m	Na-borat	3.84	0.05	0.00	0.05	1.75	2.19	25.20	0.03	28.87	41	102.98
2006-1 76.85- 76.95m	Ca-borat	10.11	1.16	0.03	0.42	2.36	28.26	<0.03	0.90	22.07	34	99.29
2006-1 75.80- 75.85m	Ca-borat	11.08	2.18	0.07	0.97	2.72	24.61	0.05	0.92	22.01	36	100.62
2008-1 271.30- 271.40m	Na-borat	0.89	0.03	0.00	0.06	0.06	1.41	28.21	0.04	26.39	38	95.08

Çizelge 4.5. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan karbonat örneklerinin major oksit analiz sonuçları (%).

Örnek No	Mineralojik Tanımlama	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ateşte Kayıp (1000 C)	Toplam
2006-1 224.7-224.8m	kalsit	5.33	0.81	0.02	0.40	0.95	49.91	0.10	0.10	42.49	99.91
2008-1 187.20- 187.30m	kalsit	0.52	0.04	0.01	0.04	0.26	53.19	0.12	0.01	43.75	97.67
2008-3 268.35- 268.45m	kalsit	0.53	0.01	0.00	0.05	0.17	54.36	0.10	0.01	43.60	98.63
2008-4 207.35- 207.65m	kalsit	2.80	0.51	0.01	0.84	0.69	51.34	0.11	0.01	42.91	98.99
2008-3 384.95- 385.0m	dolomit	4.77	0.22	0.00	0.08	20.23	27.38	0.02	0.18	45.91	98.79

Çizelge 4.6. Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait 2006 ve 2008 yılında yapılan sondajlardan alınan killi-karbonatlı örneklerin major oksit analiz sonuçları (%).

Örnek No	Mineralojik Tanımlama	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	LOI (1000 C)	Toplam
2006-1 101.15- 101.20m	Kil(74)+kalsit(24)+dolomit(2)	18.04	0.24	0.01	0.23	8.79	35.82	0.09	0.13	38.56	101.74
2008-4 716.50- 716.60m	Kil(63)+kalsit(22)+dolomit(15)	17.06	0.00	0.00	0.06	12.07	28.07	0.07	0.03	40.02	97.25
2008-1 589.0- 589.10m	Kalsit(2)+dolomit(26)+ Feldispat(3)+klinoptilolit(69)	19.51	0.13	0.00	0.06	19.84	17.94	2.39	0.08	35.67	95.62
2008-4 903.45- 903.55m	Kil(42)+dolomit(55)+kalsit(5)	8.91	0.21	0.00	0.17	21.51	24.81	0.05	0.04	45.59	101.30
2008-4 1016.90- 1017.0m	Kil(66)+kalsit(16)+dolomit(14)	24.20	1.28	0.04	0.43	15.66	22.12	0.78	1.12	34.47	100.11

4.3. Jeokimyasal Sonuçlar

Göcenoluk (Kırka) bölgesinden alınan 26 örnekte iz element, 14 örnekte ise yapılan major element analizlerinden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Li elementi özellikle killi-karbonatlı kayalar için oldukça yüksek ppm değerlerine sahiptir. 2006 ve 2008 yıllarına ait dört farklı sondajdan alınan 6 killi-karbonatlı kayada Li içeriği sırasıyla, 73ppm (kil(48)+kalsit(38)+dolomit(12)+kuvars(2)), 417ppm (kil(69)+kalsit(29)+dolomit(22)), 770ppm (kil(74)+kalsit(24)+dolomit(2)), 981ppm (kil(63)+kalsit(22)+dolomit(15)), 1044ppm (kil(65)+dolomit(19)+kalsit(15)+kuvars(1)) ve 1932ppm (kil(78)+dolomit(15)+feldispat(7)) olarak saptanmıştır. Borat minerallerindeki Li değerleri incelendiğinde killi-karbonatlı kayalardaki kadar yüksek olmasa da 56ppm'den 550ppm'e kadar değerler gözlenmektedir. Alınan tek saf dolomit örneğinde ise Li elemeti 208 ppm gibi değerine sahiptir.

Bir diğer yüksek değere sahip olan element ise Sr'dur. Kalsit mineralinde Sr elementi 189-765ppm arasında değişen değerlerde gözlenmektedir. Killi-karbonatlı kayalarda ise sırasıyla 3657ppm (kil(74)+kalsit(24)+dolomit(2)), 1815ppm (kil(69)+kalsit(29)+dolomit(22)), 2398ppm (kil(65)+dolomit(19)+kalsit(15)+kuvars(1)) 1651ppm (kil(78)+dolomit(15)+feldispat(7)) 2310ppm (kil(63)+kalsit(22)+dolomit(15)), 2172ppm (kil(48)+kalsit(38)+dolomit(12)+kuvars(2)), değerleri ölçülmüştür. Borat minerallerin Sr elementi oldukça yüksek değerlerde gözlenmektedir. Bu değerler 14-16670 ppm arasında değişmektedir, Saf dolomit örneğinde ise Sr değeri 4624ppm olarak ölçülmüştür.

Mg elementinin en yüksek ppm değerleri killi-karbonatlı kayalarda gözlenmektedir. Mg olasılıkla, bölgedeki egemen kil minerali olan simektitlerin yapısında yer almaktadır. Mg elementinin değeri killi-karbonatlı kayalarda %2.5-%10.8 arasında ölçülmüştür. Analizi yapılan saf dolomit mineralinde ise %11.1 olarak Mg elementi gözlenmektedir.

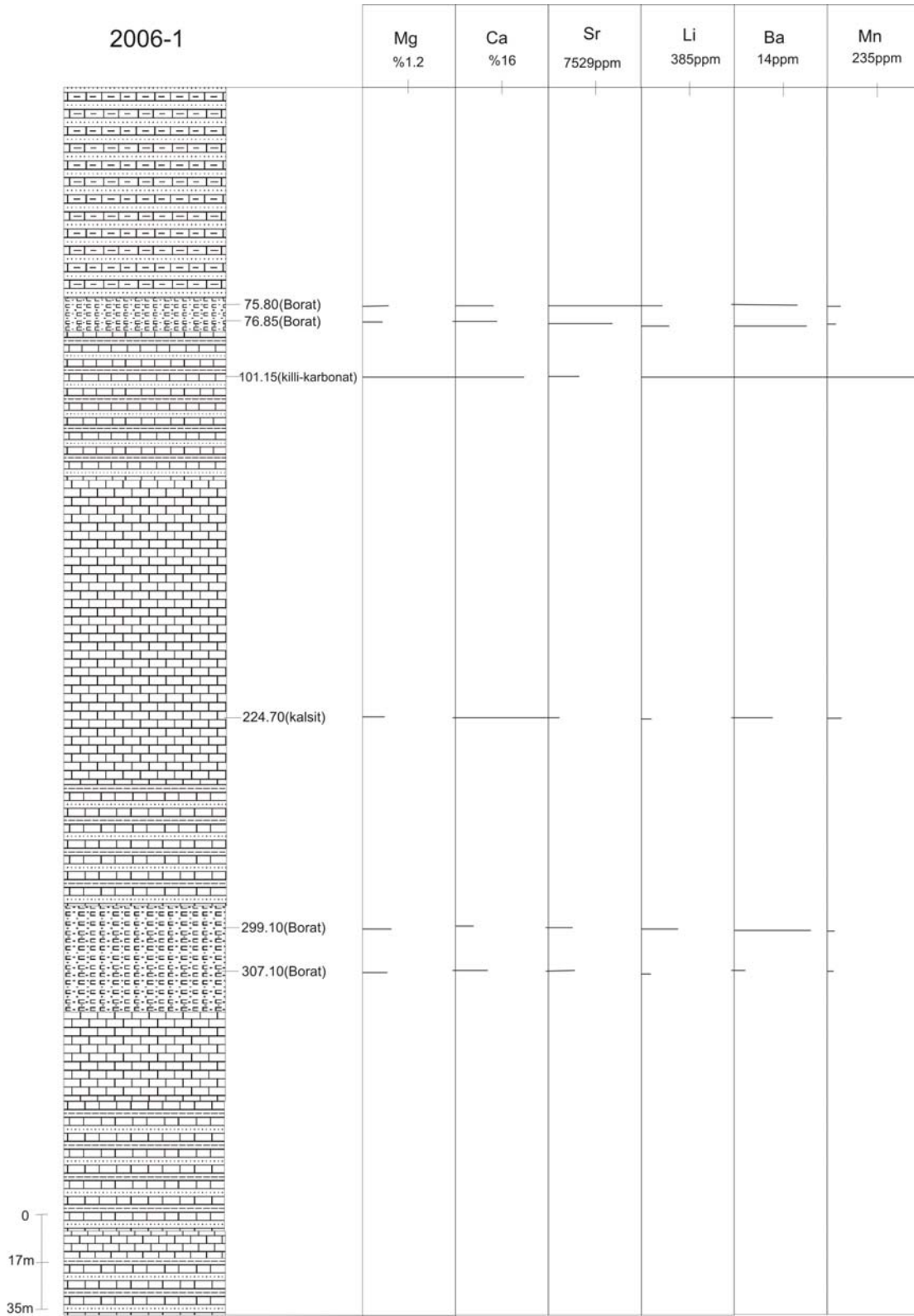
Ba elementi dolomit mineralinde 30 ppm, kalsitlerde ise en yüksek 13 ppm iken borat minerallerinde 188ppm'e kadar ulaşmaktadır.

Örneklenen saf dolomit mineralinin Mg/Ca oranı 0.60 olarak ölçülmüştür. Bu oran Ca-dolomitin bileşimine yakındır (Folk, 1974).

Kalsit minerallerinde ise MgCO_3 içeriği %0.36-1.98 arasında değişmektedir. Bu bileşim ise Müller et al. (1972) ve Folk (1974) tarafından "düşük Mg-kalsit" olarak tanımlanmıştır.

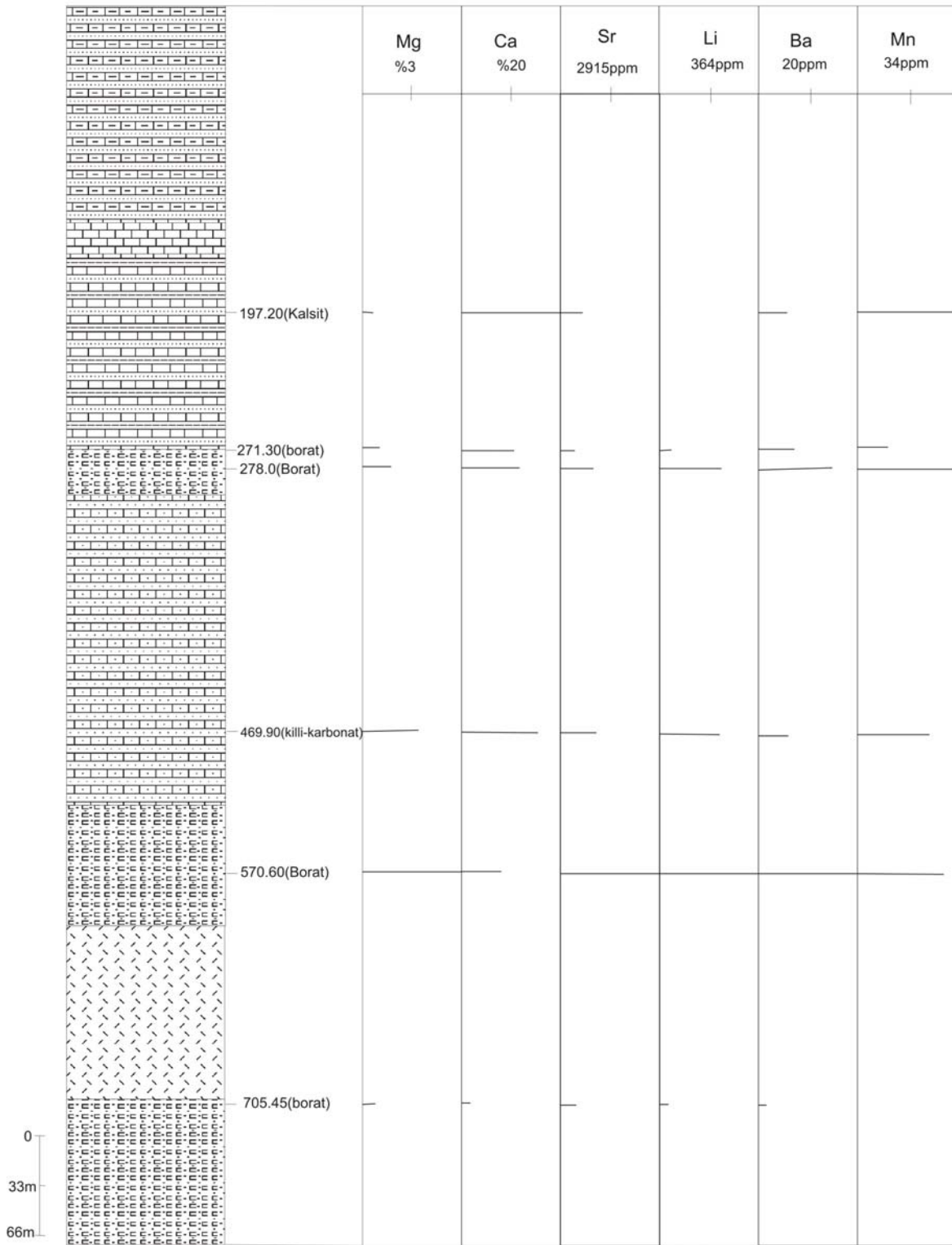
Şekil 4.1, 2, 3 ve 4'de Sarıkaya formasyonuna ait kalsit, dolomit ve borat minerallerinin bazı iz element değerleri stratigrafik kesit üzerinde verilmiştir.

Şekil 4.5 de saf dolomit ve kalsit örnekleri için Sr-Ba arasındaki ilişki görülmektedir. Şekil 4.6, 7 ve 8 de ise dolomit ve kalsit örneklerinin deniz suyu ve tatlı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik bulunmaktadır. Deniz suyu ve tatlı suya ait Na, Mg, Ca ve Sr değerleri Lu and Meyers (1998) den alınmıştır.

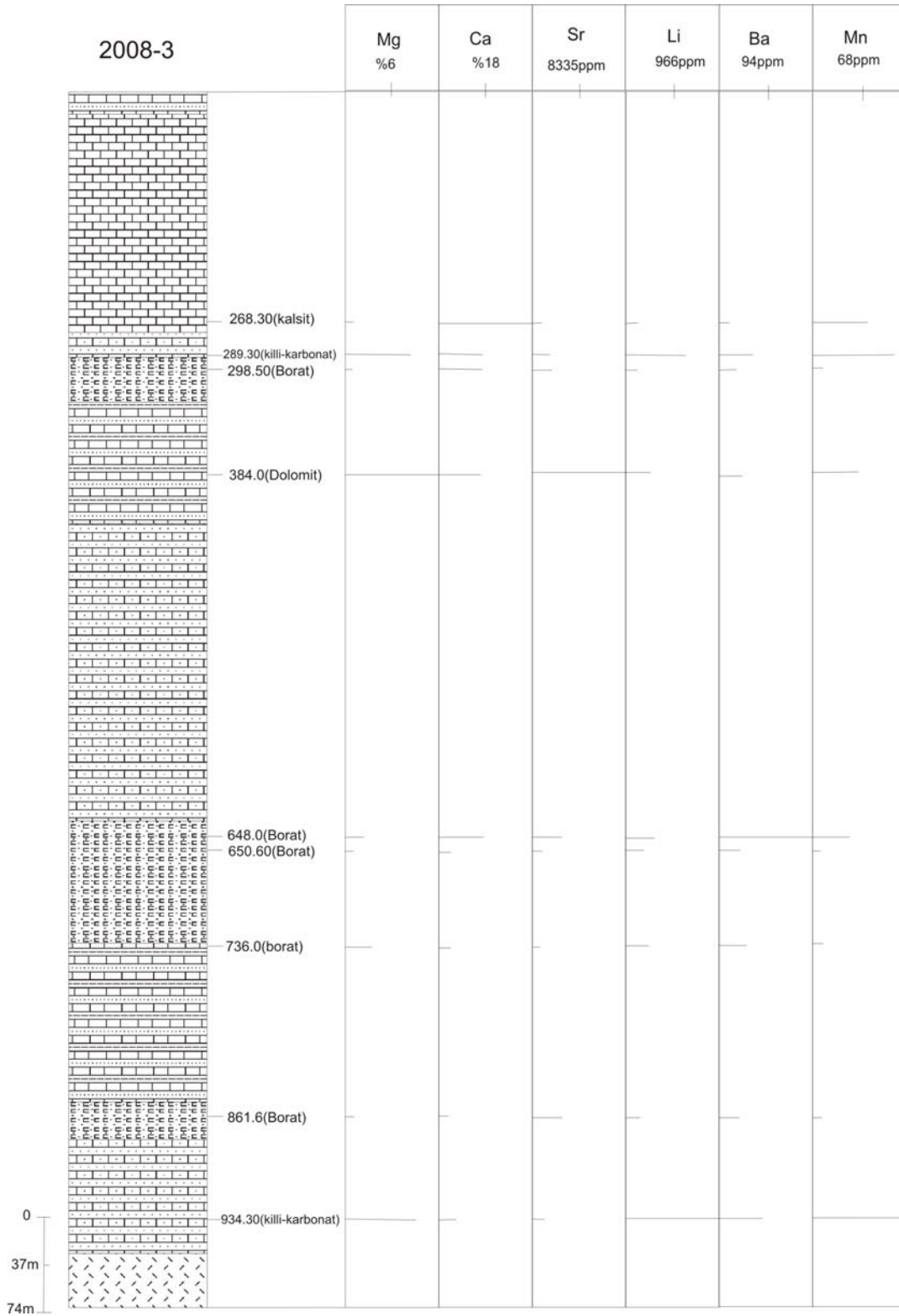


Şekil 4.1. 2006-1 nolu ölçülü stratigrafik kesitte bazı iz element değerleri.

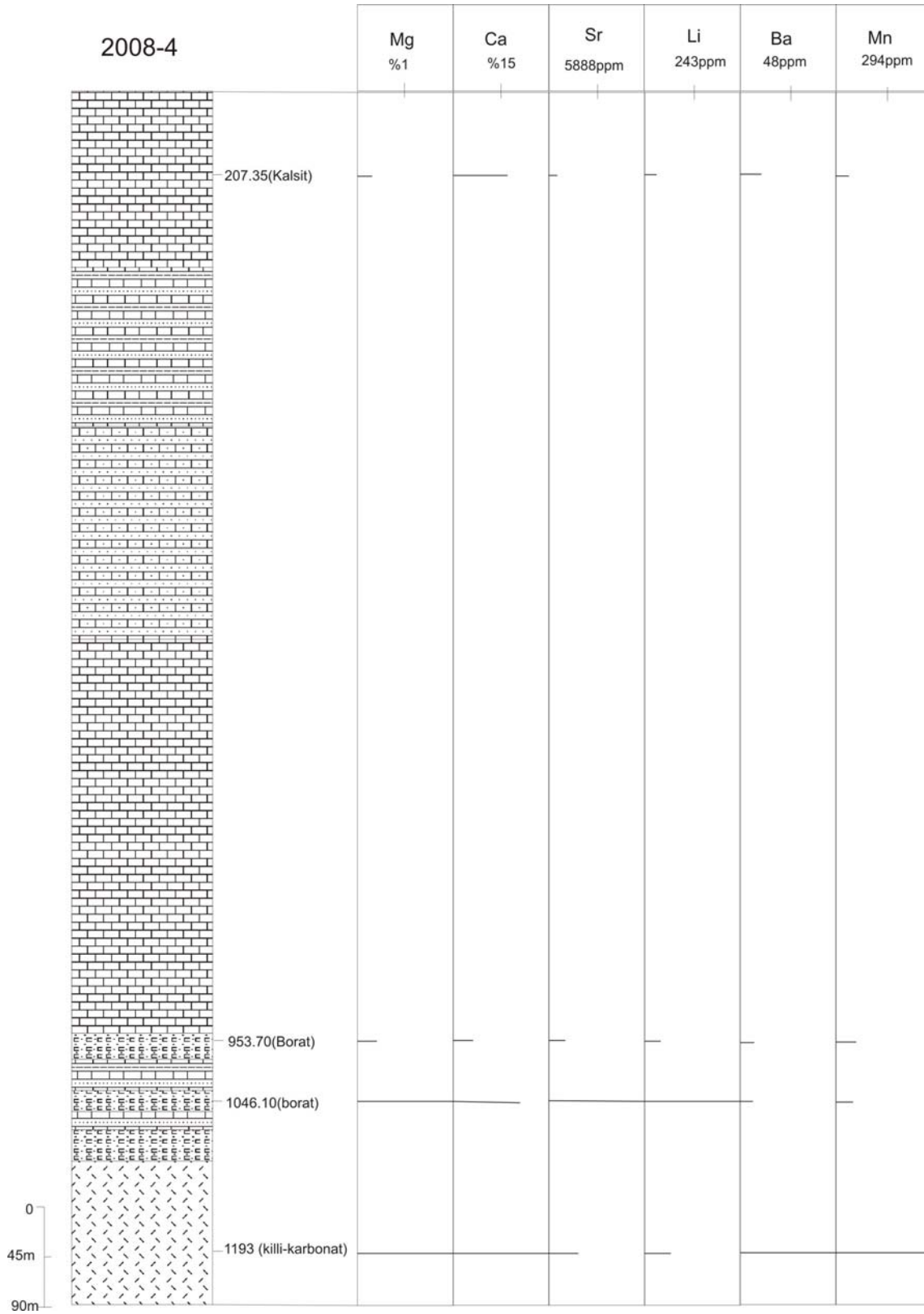
2008-1



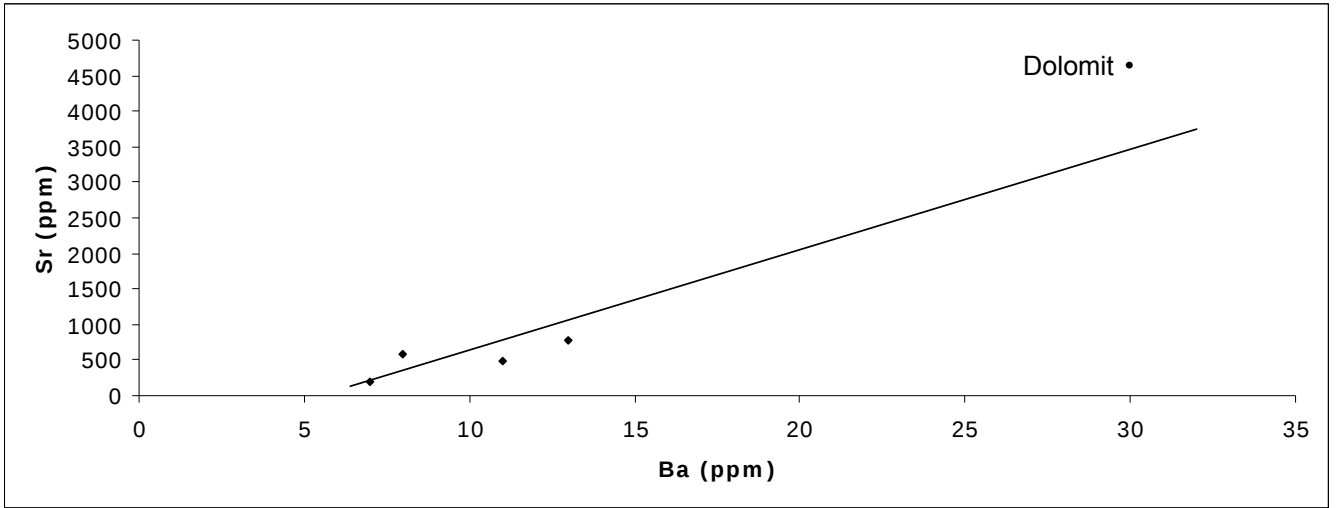
Şekil 4.2. 2008-1 nolu ölçülü stratigrafik kesit bazı iz element değerleri.



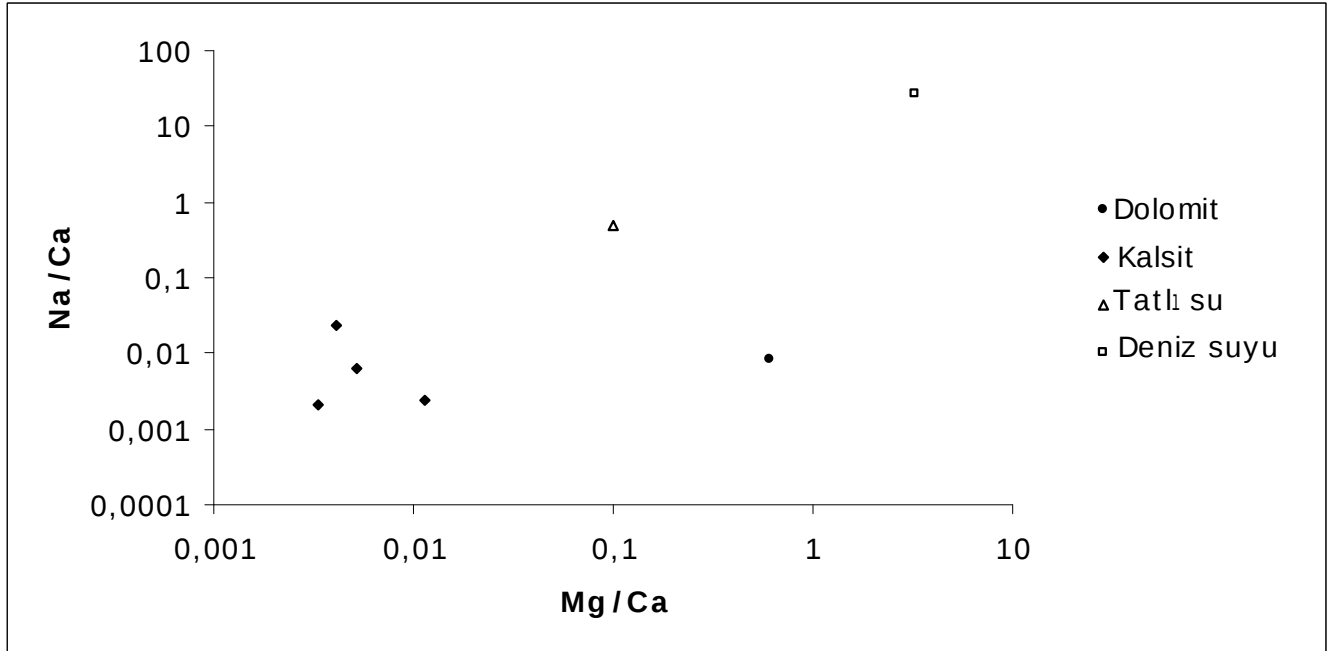
Şekil 4.3. 2008-3 nolu ölçülü stratigrafik kesit bazı iz element değerleri.



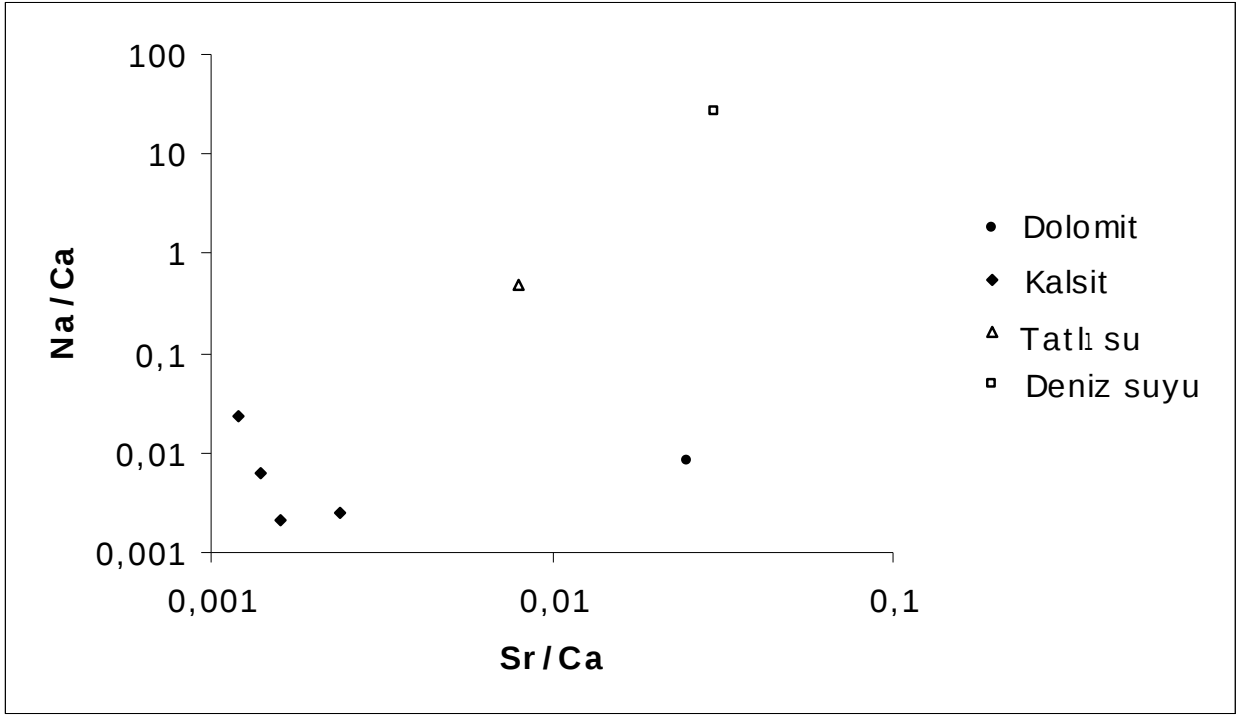
Şekil 4.4. 2008-4 nolu ölçülü stratigrafik kesit bazı iz element değerleri.



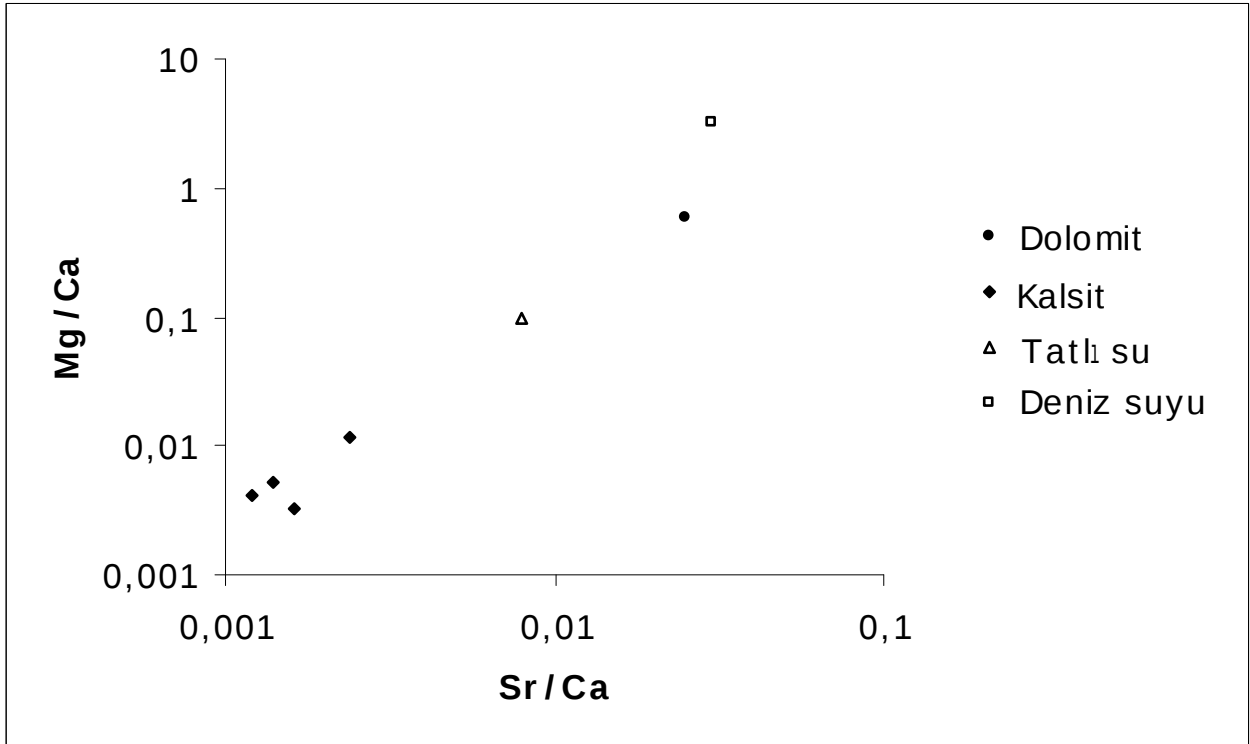
Şekil 4.5. Dolomit ve kalsit örneklerinin Sr-Ba grafiği



Şekil 4.6. Dolomit ve kalsit örneklerinin Na/Ca-Mg/Ca grafiği



Şekil 4.7. Dolomit ve kalsit örneklerinin Na/Ca-Sr/Ca grafiği



Şekil 4.8. Dolomit ve kalsit örneklerinin Mg/Ca-Sr/Ca grafiği

5. NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN OLUŞUMU

5.1. Giriş

Önceki bölümlerde Göcenoluk (Kırka) bölgesindeki birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde ise, çalışma alanının fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla neoformasyon minerallerinin (zeolit, borat, karbonat ve kil) oluşumu tartışılacaktır.

5.2. Zeolitler

Sedimanter birimlerde gözlenen zeolit mineralleri tuzlu alkali göllerde oluşmaktadır. Zeolit mineralleri tuzlu göl çökellerinde volkanik camın veya tüfün çözünmesiyle oluşur (Karakaya ve Karakaya, 2007, Campo et al., 2007). Zeolit minerallerinin oluşumu ortamın pH, tuzluluk ve tane boyuna bağlı olarak değişmektedir (Boles and Surdam, 1979; Gündoğdu, 1982). Bu parametrelerin değişimleriyle zeolitlerde mineralojik zonlanmalar ortaya çıkmaktadır (Gündoğdu, 1982; Yalçın, 1984; Temel, 1987; Gündoğdu ve diğ., 1996). Tuzlu alkali göllerde, tuzluluğun artmasıyla birlikte, göl kıyısından merkezine doğru, volkanik cam → klinoptilolit → analsim → K-feldispat şeklinde bir mineralojik zonlanma gözlenmektedir (Temel, 1987, Campo et al., 2007).

Zeolit minerallerinden analsim ($\text{Na(AlSi}_2\text{O}_6\text{).H}_2\text{O}$) ve klinoptilolit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}.6\text{H}_2\text{O}$) doğada en sık rastlanan minerallerdir. Analsim çoğunlukla tüflerin hidrolize uğradığı alkalın göllerde gözlenmektedir. Analsim miktarı, tuzluluğun artmasıyla doğru orantılı olarak yükselir. Klinoptilolit analsim mineraline oranla tuzluluğun daha az olduğu basenin kenar kesimlerinde oluşmaktadır.

İnceleme alanında gözlenen zeolit mineralleri klinoptilolit ve analsimdir. Klinoptilolit genellikle tüf ve ignimbritlerin bulunduğu seviyelerde bulunmaktadır.

Bölgedeki en yaşlı birim olan Karaören formasyonunda ve en genç birim olan Kocaalandere formasyonunda sadece klinoptilolit minerali gözlenirken, Sarıkaya formasyonunda ise klinoptilolit ve analsim mineralleri bulunmaktadır.

Zeolit minerallerinin alansal dağılımı incelendiği zaman, Sarıkaya formasyonunda, 2006-1 sondajında, klinoptilolit; 2008-1’de, klinoptilolit+analsim; 2008-3’de klinoptilolit, 2008-4’de klinoptilolit+analsim gözlenmektedir. Bu duruma göre analsim minerallerinin gözlendiği, 2008-1 ve 2008-4 sondajlarının bulunduğu kesimler (KB-GD) tuzluluğun ve alkalinitenin yüksek olduğu kesimler olup, olasılıkla bu bölgeler basenin merkezi kesimleridir.

Çalışma alanında klinoptilolit minerallerine opal CT eşlik ederken, analsim minerallerine dolomit eşlik etmektedir.

5.3. Karbonatlar

Göcenoluk (Kırka) bölgesinde gözlenen karbonat mineralleri kalsit, dolomit ve aragonittir. Kalsit ve dolomit gibi karbonat minerallerinin gölsel ortamlarda yaygın olarak bulunduğu bilinmektedir (Ataman ve Gündoğdu, 1982; Last and Schweyen, 1983).

Saf kalsit mineralinin bileşimi %56 CaO ve %44 CO₂’den oluşmaktadır. Kalsitte, Mn⁺², Fe⁺² ve Mg⁺² elementleri Ca⁺² ile yer değiştirebilir. Nadir olarak da Sr⁺², Ca⁺²’un yerine geçebilir (Karakaya ve Karakaya, 2007). Kalsit, Sarıkaya ve Kocaalandere formasyonlarında, diğer karbonat minerallerine oranla yüksek bulunuş frekansı ve ortalama yüzdesine sahip iken, Karaören formasyonunda ise bulunuş frekansı ve ortalama yüzdesi olarak dolomitten sonra gelmektedir.

Aragonit ise kalsit ve dolomit ile beraber bulunan ve gölsel ortamlarda oluşabilen bir diğer karbonat mineralidir. Aragonitler, önemli miktarlarda Sr içerebilirler ve Sr, Ca ile de yer değiştirebilir. Kalsitin Sr içeriği aragonite oranla daha düşüktür. Aragonit yüzey

koşullarında daha az duraylı ve yaygındır. Kolayca kalsite dönüşebilir (Karakaya ve Karakaya, 2007). Aragonit sadece Sarıkaya formasyonunda gözlenmektedir ve kalsit ve dolomit mineralleriyle birlikte bulunmaktadır.

Çalışma alanında belirlenen bir diğer karbonat minerali ise dolomittir. İdeal dolomitlerin 1:1 Ca/Mg oranına sahip oldukları düşünülmektedir. Kalsiyum bakımından daha zengin olan prodolomitlerin ise düşük sıcaklıklarda diyajenez süreçleriyle dolomitlere dönüşebileceği de savunulmaktadır (Gündoğdu, 1982; Temel, 1987, Arenas et al., 1999). İkincil dolomitler, kireçtaşı birimlerindeki primer aragonit ve kalsit minerallerinden magnezyumca zengin çözeltilerden itibaren oluşabilirler (Deer et al., 1992). Dolomitlerin oluşumda Mg ve CO₂'ca zengin hidrotermal çözeltilerde kaynak olabillirler (Çelik-Karakaya ve Karakaya, 2007).

İnceleme alanındaki dolomitte Sr 4624ppm ölçülmüştür. Buna karşın dolomit örneğinde Mn elementinin değeri (43ppm) Sr oranla daha düşüktür ve Fe ise deteksiyon limitinin altındadır. Warren (2000) tarafından, yüksek Sr, düşük Fe ve Mn değerleri dolomitlerin hidrotermal getirimlerle değil tuzlu sulardan erken dolomizasyon süreçleriyle oluşabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, Atwood and Fry, 1967; Renard, 1972; Pingitore, 1978; Yalçın, 1988 göre ikincil oluşan dolomitlerde Sr fakirleşirken Mn'nin zenginleşmesi gerekmektedir. Karbonat minerallerinden dolomitin, inceleme alanındaki dikey dağılımı incelendiğinde Karaören formasyonunda egemen olduğu gözlenmiştir. Sırasıyla Sarıkaya ve Kocaalandere formasyonlarında da dolomit değerlerine rastlansa da bu değerler Karaören formasyonunda olduğu kadar yüksek değildir.

Saf dolomit ve kalsit örnekleri için Na/Ca-Mg/Ca, Na/Ca-Sr/Ca ve Mg/Ca-Sr/Ca diagramları çizilmiştir (Şekil 4.6-4.8). Bu diagramlarda dolomit ve kalsitlerin kökenini ortaya koymak amacıyla deniz suyu ve tatlı su değerleri de kullanılmıştır (Lu and Meyers, 1998). Kalsitlerin tatlı suyun evaporasyonu ile alkalın göllerde oluşmuş olabileceği söylenebilir. Saf dolomit örneği ise tatlı su ve deniz suyu değerleri arasında yer almaktadır. Bu sonuçlar inceleme alanındaki karbonat minerallerinin

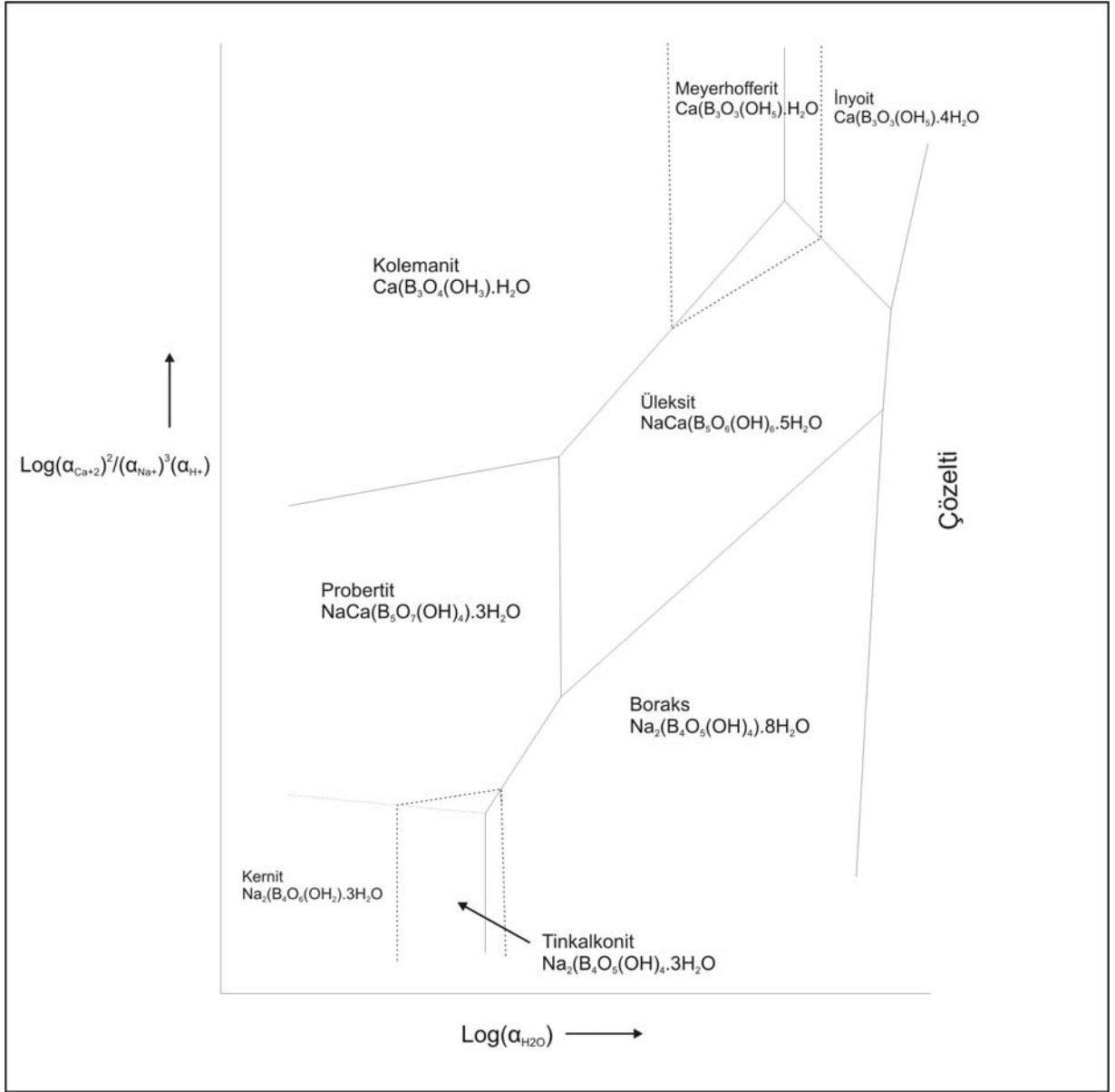
kapalı bir havzada evaporasyon yoluyla oluştuğunu desteklemektedir. Bustillo et al. (2002), alkalın göllerde oluşan karbonat minerallerinde yaptığı araştırmada Mg/Ca 0.0155-0.0310 ve Sr/Ca 0.00025-0.00064 oranlarına sahip olan örneklerin düşük tuzluluğa sahip göl suyunda oluşabileceğini belirtmiştir. İnceleme alanındaki kalsitlerin Mg/Ca oranı 0.003-0.11, saf dolomit örneğinde ise bu oran 0.6; Sr/Ca oranı kalsitlerde 0.0012-0.0023, dolomitte ise 0.025 değerlerinde ölçülmüştür. Analizi yapılan karbonatların Mg/Ca ve Sr/Ca oranları Bustillo et al. (2002) tarafından ölçülen değerlerden oldukça yüksek olması inceleme alanındaki örneklerin daha tuzlu bir ortamda çöktüğünün göstergesidir.

5.4. Boratlar

Kırka basenindeki borat minerallerinin uygun pH ve evaporasyon koşullarında tuzlu alkalın göllerinde oluştuğu ve volkanizma-borat arasında sıkı bir ilişki olduğu bilinmektedir (Özpeker, 1969; Baysal, 1972; İnan et al, 1973; İnan, 1975, 1977; Helvacı and Firman, 1977; Ataman and Baysal, 1978; Sunder, 1980; Gök vd., 1980; Yalçın, 1988, Gündoğdu et. al, 1996).

Borat minerallerinin türünü ise göl suyuna katılan katyonların içeriği (Na, Ca, Mg, Sr, vb.) ve katyonların oranları (Ca/(Na+H), Ca/H, Ca/Mg, Sr/H), gözenek suyunun kimyası, H₂O'un aktivitesi ve sıcaklığı gibi parametreler etkilemektedir. Bu parametreler ise tuzluluk, pH, borlu getirimlerin miktarı ve bileşimi, evaporasyon ve basenin beslenme rejimine bağlı olarak değişmektedir (Yalçın ve Gündoğdu, 1988).

Çalışma alanında gözlenen borat mineralleri kolemanit (CaB₃O₄(OH)₃.H₂O), üleksit (NaCaB₅O₉.8H₂O), boraks (Na₂B₄O₇.10H₂O), inyoit (Ca₂B₆O₆(OH)₁₀.3H₂O), kernit (Na₂B₄O₆(OH)₂.3H₂O), tünellit (SrB₆O₉(OH)₂.3H₂O) ve probertit (NaCaB₅O₇(OH)₄.3H₂O) dir. Bu minerallerden boraks, üleksit ve inyoit kendi serilerinin en yüksek sulu borat mineralleri oldukları için kimyasal olarak çöktüğü çoğu araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Christ et al., 1967; Baysal, 1972, 1973; İnan et al., 1973; İnan, 1975). Bazı borat minerallerinin aktivite diyagramı Şekil 5.1 verilmiştir.



Şekil 5.1. Bazı borat minerallerinin denge diagramı (Christ et al., 1967)

Özpeker (1969), mikroskopik incelemelere dayanarak kolemanitin inyoitten oluştuğunu ileri sürmüştür. Kolemanit Ca-borat serisinin en fazla gözlenen mineralidir. Ca-borat serisinin en fazla su içeren minerali olan inyoit ise daha ender bulunmaktadır. Özpeker (1969), İnan (1975) ve Tanner (2002) bunu nedeninin kolemanit mineralinin yatağın gömülmesine gerek kalmadan yüzey koşullarında ($32\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de) inyoitten itibaren oluşabileceğine bağlamışlardır. İnceleme alanında kolemanit en sık rastlanan borat minerallerinden biridir.

Na-Ca borat serisi minerallerinden olan üleksitin alkalın göllerde kimyasal çökelmeyle oluştuğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir (Christ et al., 1967; Özpeker, 1969; Baysal, 1972; İnan, 1975; Helvacı ve Firman, 1977). Yine Na-Ca borat serisi minerallerinden olan probertitin ise üleksitten itibaren oluştuğu kabul edilmektedir (Özpeker, 1969).

Na-borat serisi minerali olan boraks ise $\text{B}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}$ oranının 2, pH'ın ise 9 olduğu koşullarda oluştuğu çeşitli araştırmacılar tarafından deneysel çalışmalar sonucu kabul edilmiştir (Valyashko ve Wlassowa, 1969). Bir diğer Na-borat minerali olan kernit ise serinin en düşük sulu üyesidir. Baysal ve Ataman (1975), çalışmalarına dayanarak kernitin kırık sistemleriyle nispeten sıcak post-sedimanter koşullarla ilgili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca kernitin, tünellit (Sr-borat) ile ardalanmalı şekilde gözlenmesi bu mineralin oluşumunda Sr'nin etkisi de olabileceğini düşündürmektedir.

Garret (1998), borat minerallerindeki alansal zonlanmanın çökeliimin gerçekleştiği ortamdaki çözeltielerin kimyasal karakterlerine göre şekillendiğini savunmuştur. Ca-borat serisi ile başlayan çökeliimin Ca^{+2} un ortamda azalması ve $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^{+}$ oranının azalmasıyla Na-borat oluşumları gerçekleşebileceğini belirtmiştir.

İnceleme alanının doğusunda yer alan 2006-1 sondajında, Sarıkaya formasyonuna ait borat mineralleri yukarıdan aşağıya doğru Ca-borat, NaCa-borat ve Ca-borat şeklinde mineralojik zonlanma sunmaktadır. Bu mineralojik zonlanma, ilk çökelen Ca-boratların ardından evaporasyonun artmasıyla NaCa-boratların oluşması şeklinde

yorumlanabilir. Havzaya tatlı su girişinin artmasıyla Ca-boratlar çökmeye başlamıştır. Bu zonlanma beslenme/evaporasyon oranının zamanla artması yada azalması şeklinde de yorumlanabilir.

5.5. Kil Mineralleri

Göcenoluk (Kırka) baseninde egemen olarak gözlenen kil minerali simektittir. Simektitlere ek olarak çalışma alanında illit, kaolinit ve klorit mineralleri de bulunmaktadır.

Simektitler sedimanter ortamlarda diyajenetik veya hidrotermal süreçlerle oluşmaktadır. Ayrıca simektit mineralleri tuf ve volkan külü türü malzemelerin alterasyonu sonucu da oluşmaktadır. Bu tür oluşum mekanizmasıyla gelişen simektit mineralleri zeolit, kuvars ve feldispat mineralleriyle birlikte gözlenmektedir. Hektorit ise simektit türü bir kil mineralidir ve nadir olarak gözlenmektedir. Hektorit, proklastik malzemenin alterasyonu sonucu Mg, Li ve F'ca zengin solusyonlardan oluşmaktadır (Karakaya ve Karakaya, 2007). Analizi yapılan killi-karbonatlı kayalarda Li elementinin yüksek değerlerde gözlenmesi, bu kayalardaki simektitin hektorit olabileceği olasılığını ifade edebilir.

İllitler simektitlerle beraber sedimanter kayalarda en çok gözlenen bir kil mineralidir. İllitler feldispat, kaolinit ve muskovit minerallerinden itibaren düşük sıcaklık metamorfizmasıyla oluşabilirler (Karakaya ve Karakaya, 2007). Ayrıca illitler K'ca zengin göl suyunda simektitlerin düşük sıcaklıklarda alterasyonu sonucu oluşabilirler (Ece and Çoban, 1994). Çalışma bölgesindeki illitler olasılıkla feldispatların bozunmasıyla oluşmuş olabileceği gibi detritik kökenli de olabilir.

Kaolinitler feldispat ve muskovit gibi minerallerin düşük sıcaklıklarda hidrotermal alterasyonları sonucunda oluşan ikincil minerallerdir. Doğada yaygın olarak bulunurlar. Ayrıca bazı araştırmacılara göre kaolinitler lagün, delta, denizsel olmayan ortamlarda, alkalın olmayan şartlarda detritik malzemenin bozunması sonucu da

oluşabilirler (Karakaya ve Karakaya, 2007). İnceleme alanındaki kaolinitler volkanik malzemenin (volkan camı, feldispat) bozunmasıyla oluşmuş olabilirler.

Klorit mineralleri magmatik kayalarda hidrotermal bozunma ürünü olarak gözlenir. Kloritler killi kayalarda yüzeysel bozunma ürünü olarak bulunmaktadır (Karakaya ve Karakaya, 2007). İnceleme alanında, ayrıca, kloritl-illit interstratifiye de saptanmıştır.

6. SONUÇLAR

Göcenoluk (Kırka) bölgesine ait birimlerin mineralojik ve jeokimyasal incelemelerinden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. İnceleme alanında, Alt Miyosen yaşlı, ignimbritlerden oluşan Karaören formasyonu, Üst Miyosen yaşlı, killi, karbonatlı, silisli ve boratlı seviyeler içeren Sarıkaya formasyonu ve Pliyosen yaşlı, çamurtaşı, kumtaşı, silttaşı-kiltaşı ar dalanması şeklinde gözlenen Kocaalandere formasyonu olmak üzere üç birim bulunmaktadır.
2. Çalışma bölgesinden 2006 ve 2008 yıllarında gerçekleştirilen 4 farklı sondajdan 398 adet örnek alınmış ve XRD-tüm kayaç çözümlmeleri yapılmıştır. Analizler sonucunda, birimlerde, kil, mika, karbonat (kalsit, dolomit, aragonit), kuvars, feldispat, opal CT, zeolit (klinoptilolit, analsim), borat (inyoit, kolemanit, üleksit, boraks, kernit, probertit ve tünellit) mineralleri saptanmıştır. Seçilen 45 örnekte ise XRD-kil fraksiyonu çözümlmesi gerçekleştirilmiş ve simektit, illit, kaolinit, klorit ve illit-klorit interstrafiyesi belirlenmiştir.
3. Borat seviyeleri içeren Sarıkaya formasyonunda killi, karbonatlı ve boratlı seviyelerinin tabanında ve borat seviyeleri ile arakatkılı tüflerin (yer yer ignimbiritik özellikte) bulunması, borat-vulkanizma ilişkisini destekleyici yöndedir. Ayrıca, Sarıkaya formasyonundaki bu tuf arakatkıları volkanik aktivitenin aralıklarla sürdüğünü göstermektedir.
4. Sarıkaya formasyonunda bulunan borat mineralleri, Ca-borat (kolemanit, inyoit), NaCa-borat (üleksit, probertit), Na-borat (boraks, kernit) ve Sr-borat (tünellit) minerallerinden oluşmaktadır.

5. Seçilen 26 örnek üzerinde iz element ve 14 örnekte ise ana element analizleri gerçekleştirilmiştir. Özellikle karbonat minerallerinde Sr, Li ve Ba elementleri yüksek ppm değerlerine sahiptir. Saf dolomit mineralinde Mg/Ca oranı 0.60 olarak ölçülmüştür. Bu oranın Ca-dolomit bileşimine yakın olabileceği düşünülmektedir. Kalsit örneklerinde ise %MgCO₃ içeriği %0.36-1.98 arasındadır ve Müller et al. (1972) ve Folk (1974) tarafından bu oran Mg-kalsit olarak adlandırılmaktadır. Sarıkaya formasyonuna ait karbonat minerallerinde aragonit de saptanmıştır.
6. Saf dolomit ve kalsit örnekleri için Na/Ca-Mg/Ca, Na/Ca-Sr/Ca ve Mg/Ca-Sr/Ca diagramları çizilmiştir (Şekil 4.6-4.8). Bu diagramlardan dolomit ve kalsitlerin tatlı suyun evaporasyonu ile alkalın göllerde oluşmuş olabileceği yorumlanabilir. Saf dolomit örneği ise tatlı su ve deniz suyu değerleri arasında yer almaktadır, bu durum, dolomit oluşumu sırasında gölsel ortamın tuzluluğunun arttığını göstermektedir.
7. İnceleme alanındaki kalsitlerin Mg/Ca oranı 0.003-0.11, saf dolomit örneğinde ise bu oran 0.6; Sr/Ca oranı kalsitlerde 0.0012-0.0023, dolomitte ise 0.025 değerlerinde ölçülmüştür. Analizi yapılan karbonatların Mg/Ca ve Sr/Ca oranları Bustillo et al. (2002) tarafından ölçülen değerlerden (Mg/Ca 0.0155-0.0310 ve Sr/Ca 0.00025-0.00064) oldukça yüksek olması inceleme alanındaki örneklerin daha tuzlu bir ortamda çökelediğinin göstergesidir.
8. İnceleme alanının doğusunda yer alan 2006-1 sondajında, Sarıkaya formasyonuna ait borat mineralleri yukarıdan aşağıya doğru Ca-borat, NaCa-borat ve Ca-borat şeklinde mineralojik zonlanma sunmaktadır. Bu mineralojik zonlanma, ilk çökelen Ca-boratların ardından evaporasyonun artmasıyla NaCa-boratların oluşması şeklinde yorumlanabilir. Havzaya tatlı su girişinin artmasıyla Ca-boratlar çökelmeye başlamıştır. Bu zonlanma beslenme/evaporasyon oranının zamanla artması yada azalması şeklinde yorumlanabilir.

9. Zeolitlerin (klinoptilolit ve analsim) alansal dağılımında mineral zonlanması gözlenmektedir. Tuzluluğun ve alkalitenin yüksek olduğu düşünülen bölgelerde analsim minerali saptanmıştır ve olasılıkla bu bölgeler basenin merkezi kesimidir.
10. İnceleme alanında egemen olarak gözlenen kil minerali simektitdir. Simektitlere ek olarak çalışma alanında illit, kaolinit ve klorit mineralleri de bulunmaktadır. Jeokimyasal (ana ve iz element) analizi yapılan killi-karbonatlı kayalarda Mg ve Li elementinin yüksek değerlerde gözlenmesi inceleme alanındaki simektitlerin trioktaedrik simektitlerden hektorit olabileceği görüşünü düşündürmektedir.

KAYNAKLAR

- Arda, T., 1969, Kırka-Sarıkaya Boraks Yatağının Jeolojik Etüdü, MTA, Derleme No: 4158 (Yayınlanmamış).
- Arenas, C., Zarza, A.M.A., Pardo, G., 1999, Dedolomization and other early diagenetic processes in Miocene lacustrine deposits, Ebro Basin (Spain), *Sedimentary Geology*, 125, p.23-45.
- Arribas, M. E., Bustillo, A., Tsige, M., 2004, Lacustrine chalky carbonates: origin, physical properties and diagenesis (Palaeogene of the Madrid Basin, Spain), *Sedimentary Geology*, 166, p.335-351.
- A.S.T.M., 1972, Inorganic Index to the powder diffraction file: Joint Committee on Powder Diffraction Standart. Pennsylvania, 1432p.
- Ataman, G. and Baysal, O., 1978, Clay Mineralogy of Turkish Borate Deposits, 22, p.233-247.
- Ataman, G. and Gündoğdu, M.N., 1982, Analcimic Zones in the Tertiary of Anatolia and Their Geological Position, 31, 89-99.
- Ataman, G., 1976, Türkiye’de Yeni Bir Analsim Oluşuğu ve Zeolitli Serilerle Plaka Tektoniği Arasında Muhtemel İlişkiler, *Yerbilimleri*, 1, s. 9-24.
- Atwood, D.K. and Fry, H.M., 1967, Strontium and Maganese Content of Some Coexisting Calcites and Dolomites, *American Mineralogist*, 52, p.1530-1535.
- Baysal, O., 1972, Sarıkaya Borat Yataklarında Yeni Bir Stronsiyum Borat Minerali: Tünellit, *MTA Dergisi*, 79, s.22-30.
- Baysal, O., 1973, Sarıkaya (Kırka) Borat Yataklarının Oluşumu, *Türkiye Maden Bil. Tek.III.Kongresi*, s.255-277.
- Baysal, O. ve Ataman, G., 1975, Türkiye’de Yeni Bir Bor Minerali: Kernit ve Oluşumunu Tartışılması, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 18, 3-10.
- Berry, L.G. and Mason, B., 1959, Mineralogy Concepts, Description, Determination, p.399-424.
- Boles, J.R. and Surdam, R.C., 1979, Diagenesis of Volcanogenic Sediments in a Tertiary Saline Lake: Wagon Bed Formation, Wyoming, *American Journal Science*, 279, p.832-853.

- Bustillo, M. A., Arribas, M.E., Bustillo, M., 2002, Dolomitization and silicification in low-energy lacustrine carbonates (Paleogene, Madrid Basin, Spain), *Sedimentary Geology*, 151, p.107-126.
- Campo, M. D., Papa, C., Millan, J.J., Nieto, F., 2007, Clay minerals assemblages and analcime formation in Palaeogene fluvial-lacustrine sequence (Maiz Gordo Formation Palaeogene) from northwestern Argentina, *Sedimentary Geology*, 201, p.56-74.
- Christ, C.L., Truesdell, A.H. and Erd, R.C., 1967, Borate Mineral Assemblages in the System $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 31, p.313-337.
- Çolak, M., Helvacı, C. and Maggetti, M., 2000, Saponite from the Emet Colemanite Mines, Kütahya, Turkey, *Clays and Clay Minerals*, 48, p.409-423.
- Ece, Ö.I. and Çoban, F., 1994, Geology, occurrence and genesis of Eskişehir sepiolites, Turkey, *Clays and Clay Minerals*, 42 (1), p. 81-92.
- Ersoy, Y., Helvacı, C., Sözbilir, H., Erkül, F., Bozkurt, E., 2008, A Geochemical Approach to Neogene-Quaternary Volcanic Activity of Western Anatolia: An Example of Episodic Bimodal Volcanism within the Selendi Basin, Turkey, *Chemical Geology*, p.265-282.
- Folk, R.L., 1974, The Natural History of Crystalline Calcium Carbonate: Effect of Magesium Content and Salinity, *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, p.40-53.
- Garret, D. E., 1998, Borates: Handbook of Deposits, Processing, Properties, and Use, Academic Pres. New York, p.483.
- Gök, S., Çakır, A., DüNDAR, A., 1980, Kırka Civarındaki Boratlı Neojenin Stratigrafisi ve Tektoniği, *Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni*, 2, s.53-62.
- Gündoğdu, M.N., 1982, Neojen Yaşlı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, H.Ü., Beytepe, Ankara, s.386.
- Gündoğdu, M.N. ve Yılmaz, O., 1984, Kil Mineralojisi Yöntemleri, I. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı (editörler: H.Özbek), Çukurova Üniversitesi, s.319-330.
- Gündoğdu, M.N., Yalçın, H., Temel, A., Clauer, N., 1996, Geological, Mineralogical and Geochemical Characteristics of Zeolite Deposits Associated with Borates in the Bigadiç, Emet and Kırka Neogene Lacustrine Basins, Western Turkey, *Mineral Deposite*, 31, p.492-513.

- Helvacı, C. and Orti, F., 1998, Sedimentology and Diagenesis of Miocene Colemanite-Ulexite Deposits (Western Anatolia, Turkey), *Journal of Sedimentary Research*, 68, p.1021-1033.
- Helvacı, C. and Orti, F., 2004, Zoning in the Kırka Borate Deposits, Western Turkey: Primary Evaporitic Fractionation or Diagenetic Modifications, *The Canadian Mineralogist*, p.1179-1204.
- Helvacı, C. and Firman, R.J., 1977, Emet Borat Yataklarının Jeolojik Konumu ve Mineralojisi, *Jeo. Müh. Dergisi*, 2, s.17-29.
- İnan, K., 1975, Sulu Bor Mineral Yataklarının Oluşumu, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 18, s.165-168.
- İnan, K., 1977, Su Taşıyıcı Bor Mineralleri Arasındaki Denge İlişkileri, *T.B.T.A.K. V. Bilim Kongresi Tebliğleri*, 185-195.
- Karakaya, M.Ç. ve Karaya, N., 2007, Sistematik Mineraloji, *S.Ü. Müh. Mim. Fak., Konya*, s.454.
- Last, W.M. and Schweyen, T.H., 1983, Sedimentology and Geochemistry of Saline Lakes of the Great Plains, *Hydrobiological*, 105, p.245-263.
- Li, M., Kang, S., Liping, Z., You, Q., 2008, Mineralogy and geochemistry of the Holocene lacustrine sediments in Nam Co, Tibet, *Quaternary International*, 187, p.105-116.
- Lu, F. H. ve Meyers, W. J., 1998, Massive dolomitization of late Miocene carbonate platform: a case of mixed evaporation brines with meteoric water, *Nijar, Spain, Sedimentology*, 45, p.263-277.
- Muller, G., Irion, G. and Förstner, U., 1972, Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in the Lacustrine Environment, *Naturwissenschaften*, 59, p.158-164.
- Orti, F., Helvacı, C., Rosell, L. and Gündoğan, I., 1998, Sulphate-Borate Relation in an Evaporitic Lacustrine Environment: The Sultabçayır Gypsum (Miocene, western Anatolia), *Sedimentology*, p.697-710.
- Özpeker, I., 1969, Batı Anadolu Borat Yataklarının Mukayeseli Jenetik Etüdü, *İTÜ, Doktora Tezi, İstanbul*, s.116.
- Özpeker, I. ve İnan, K., 1978, Batı Anadolu Borat Yataklarında İzlenen Mineral Birliklerinin Yatak Evrimiyle İlişkileri, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 21, s.1-10.

- Palmer, M.R. and Helvacı, C., 1995, The Boron İsoptpe Geochemistry of Kırka Borate Deposits, western Turkey, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, p.3599-3605.
- Pingitore, N.E., 1978, The behavior of Zn^{+2} and Mn^{+2} During Carbonate Diagenesis: Theory and Applications, *Journal of Sedimentary Petrology*, 48, p.799-814.
- Renard, M., 1972, Interpretation des teneurs en Strontium des carbonates du Lutetien superieur, a Saint Vaast-Les-Mello (Oies). Mise en evidence de la valeur de cet element comme indicateur des conditions de diagenese et de sedimentation des carbonates, *Bull.Inf.Geol.Bass.*, Paris, 34, 19-39.
- Sunder, M., 1980, Sarıkya (Kırka-Eskişehir) Borat Yataklarının Jeokimyası, Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni, 2, s.19-34.
- Tanner, L. H., 2002, Borate formation in a perennial lacustrine setting: Miocene-Pliocene Furnace Creek Formation, Death Valley, California, USA, *Sedimentary Geology*, 148, p.259-273.
- Temel, A., 1987, Bigadiç Baseni Merkezi Kesiminin Mineralojik-Petrografik, Jeokimyasal İncelenmesi ve Neoformasyon Minerallerinin Dağılımı, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Beytepe, Ankara, 163s.
- Temel, A., and Gündoğdu, M.N., 1988, Distribution and Characteristics of Primary Sedimentary Structures in Borate Containing Sedimentary Units Within The Bigadic Lacustrine Volcanosedimentary Basin of Neogene Age, NW Turkey, *METU Journal of Pure and Applied Sciences*, 21, p.251-269.
- Valyasko, M. und Wlassowa, E.W., 1969, IR-absorptionsspektren von boraten und borhaltiger Waessrigen Lösungen, *Jenaer Rundschau*, 1, 3-11.
- Warren, J., 2000, Dolomite: occurrence, evolution and economically important association, *Eart-Science Reviews*, 51, p.1-81.
- Yalçın, H., 1984, Emet Neojen Gölsel Baseninin Jeolojik ve Mineralojik-Petrografik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü., 269s. (Yayınlanmamış).
- Yalçın, H., Semelin, B., Gündoğdu, M.N., 1985, Emet Gölsel Neojen Baseninin Jeolojik İncelenmesi (Hisarcık Güneyi), *Yerbilimleri*, 12, s.39-52.
- Yalçın, H., 1988, Kırka (Eskişehir) Yöresi Volkanosedimanter Oluşumalarının Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Beytepe, Ankara, 209s.

- Yalçın, H. ve Gündoğdu, M.N.,1988, Neojen Yaşlı Emet Gölsel Volkanosedimanter Baseninin Mineralojik-Petrografik İncelenmesi: Neoformasyon Minerallerinin Oluşumu ve Dağılımı, Yerbilimleri, 13.
- Yalçın, H. ve Gündoğdu, M.N., 1992, Emet ve Kırka Gölsel Volkanosedimanter Basenlerin Kristal Morfolojileri, Kimyasal Bileşimleri ve Isıl Kararlılıkları Arasındaki İlişkiler, Doğa Türk Yerbilimleri Dergisi, 1, s.63-75.

EKLER

Ek Çizelge 1. Karaören Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümü sonuçları (%).

	Örnek No	kil	mika	kalsit	dolomit	kuvars	feldispat	klinoptilolit
2008-1	796.40-796.50	56	8		25	2	9	
	813.40-813.50	33		27	27	10	3	
	830.10-830.30	26	17			3	12	30
	840.95-841.05	26	15		2	8	28	21
	852.20-852.30	48	14			10	15	13
	870.65-870.75	16	16		10	8	17	33
	883.20-883.30	27	18			6	17	32
2008-3	969.70-969.75							
	979.0-979.05	25	16	0	4	4	16	35
	982.60-982.70	43	9	6		6	13	23
	989.70-989.80	47	11	0	3	2	9	28
	999.60-999.70							

Ek Çizelge 2. Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit
2006-1	0.25-0.30	64	20			3	6	7
	5.70-5.80	45		31		1	5	18
	8.30-8.35	46	11	5		2	5	31
	12.30-12.40	40	8	1	4	3	12	32
	12.75-13.10		46	21	4	4	25	
	15.20-15.30	62		4	23	2	9	
	20.30-20.35	55	12	20	2	2	9	
	22.85-22.90	38	14	13	2	3	7	23
	22.70-22.75	44	16	13	1	2	7	17
	23.34-23.40							
	24.20-24.25	85		3	2	2	8	
	26.50-26.55	63	8	9	2	2	8	8
	30.20-30.25	24	21	5		8	11	31
	33.05-33.15							
	35.85-35.90	78		17		1	4	
	39.75-39.90	66		19	10	1	4	
	43.40-43.45	65			26	1	8	
	49.20-49.30							
	51.30-51.40	62		23	3	2	10	
	54.30-54.40	70		16	2	2	10	
	58.90-58.95	68		14	3	2	13	
	60.40-60.50	64		17	4	4	11	
	64.50-64.55			100				
	66.30-66.45	44		1	4	3	12	36
	69.80-69.90							
	71.40-71.55	59	21		7	3	10	
	75.10-75.20							
	75.80-75.85							
	76.85-76.95	83		5			12	
	78.50-78.60	62	9	12	3	3	11	
	82.20-82.30	33	33	2	6	5	21	
	84.25-84.35							
	86.15-86.25	49	19	8	4	4	16	
	90.25-90.35	64		21	9		6	
	98.40-98.50	39	35	5	3	4	14	
	100.65-100.70	74		21		1	4	
	101.15-101.20	74		24	2			
	108.40-108.50	34	28	4	2	3	8	21
	110.10-110.15	45	15	18	1	2	5	14
	114.0-114.10			100				
	118.60-118.70	52		46		2		
	124.60-124.70	69	11	10	2	2	6	

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit
2006-1	122.0-122.10							
	126.05-126.15			100				
	129.80-129.85			100				
	133.80-133.85			100				
	144.0-144.10			100				
	149.40-149.45			100				
	152.95-153.05			100				
	168.60-168.65	53		46		1		
	184.80-184.85			100				
	193.10-193.20			100				
	197.75-197.85			100				
	201.50-201.60			100				
	203.50-203.60							
	216.90-217.0			100				
	223.70-223.75			100				
	224.70-224.80	53		47				
	234.80-234.90	55		43		2		
	238.10-238.20	43		57				
	245.20-245.30	58		42				
	251.10-251.20			63	37			
	259.20-259.25			100				
	260.70-260.80			63	37			
	263.50-263.60	38		24	30	2	6	
	268.0-268.10							
	274.20-274.40	50		23	27			
	278.0-278.20	33	11	23	28	1	4	
	282.90-283.0							
	285.70-285.80							
	289.0-289.10							
	299.10-299.20							
	299.80-299.90							
	301.90-302.0							
	307.0-307.30							
	307.10-307.30							
	398.30-308.40							
	317.40-317.50	41		35	24			
	321.20-321.30	39		30	31			
	329.80-329.90	63		31		1	5	
	338.75-338.85	42		33	25			
	347.10-347.20	41		26	27	3	3	
	354.80-354.90	49		19	11	2	4	15

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit	Analsim	Aragonit
2006-1	360.60-360.70	48		26	19	2	5			
	366.20-366.30	3		22	30	24	5			16
	373.0-373.10	21	38	9	5	5	9	13		
	389.25-389.30	3		25	16	53	3			
	393.60-393.70	12	10	14	4	14	14	32		
	401.20-401.30			100						
	408.40-408.50	64		30		3	3			
	408.70-408.80	7		67		15	5	6		
	411.20-411.25			62	38					
	420.90-421.0	49		35	11	1	4			
2008-1	17.75-17.85	68		18	9	1	4			
	23.10-23.20	74		16	5	1	4			
	32.40-32.50	65		21	3	2	9			
	47.0-47.10	63		24	6	1	6			
	50.0-50.10					4	15	38	43	
	60.0-60.10	2		20	3	5	1	69		
	66.40-66.50	74		4	9	3	10			
	80.10-80.20	28	50	3	3	4	12			
	88.40-88.50									
	98.0-98.05	47		40		7	6			
	102.40-102.50	8		71		16	5			
	110.50-110.60	8		71		16	5			
	130.20-130.25			100						
	136.70-136.80			100						
	141.10-141.20	8		71		16	5			
	161.0-161.10	90		5	1	2	2			
	164.30-164.35			94		6				
	171.0-171.10	68	11	7	13	1				
	197.20-197.30			100						
	213.10-213.20									
	225.30-225.40	57		41		2				
	222.30-222.40									
	229.80-229.85	8		71		16	5			
	233.10-233.20									
	247.60-247.65									
	257.55-257.65	46		35	19					
	262.40-262.50	49		23	21	3	4			
	271.30-271.40									
	279.0-279.10									
	286.0-286.10									
	287.70-287.80									

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit	Opal CT	Analsim	Aragonit
2008-1	290.10-290.20	56		3	27	3	11				
	321.40-321.50										
	326.0-326.10	43		37	18	2					
	332.20-332.30	36		27	28	3	6				
	342.20-342.30	41		26	13	6	2	12			
	351.10-351.20	4		39	40	9	4				4
	359.10-359.20	50		13	22	8	7				
	372.50-372.60	6		54	24	12	4				
	383.20-383.30										
	390.60-390.70	7		67	6	15	5				
	399.40-399.50										
	409.20-409.30	41		11		1	4	21	22		
	418.60-418.70	11		30	4	4	11	40			
	431.10-431.20	69		15	3	5	8				
	438.20-438.30	40		28	32						
	445.50-445.60										
	469.90-470.0	49		29	22						
	478.40-478.50										
	487.75-487.85	9		84	7						
	498.30-498.40	56		44							
	507.70-507.80										
	518.0-518.10										
	518.90-519.0										
	528.30-528.40										
	538.30-538.40										
	555.70-555.80	42		24	6	5	23				
	556.70-556.80	32	25	5	6	9	23				
	560.70-560.80										
	570.60-570.70										
	573.50-573.55	20		50	8	4	18				
	578.10-578.20										
	583.0-583.10			14	11		10	65			
	589.0-589.10			2	26		3	69			
	592.70-592.90	40		39	13	2	6				
	597.40-597.50	69		6	25						
	600.90-601.0										
	602.0-602.15	45		21	34						
	617.30-617.40	20	16	12	3	4	13	32			
	632.40-632.50	31	14	30		11	15			25	
	641.0-641.10	40	9	5		7	18			21	
	643.10-643.20										

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuars	Feldspat	Klinoptilolit	
2008-1	658.20-658.30	34	16	14	2	3	31		
	674.50-674.60								
	685.20-685.25								
	692.80-692.85								
	694.80-694.85								
	705.45-705.50								
	717.50-717.60	46			19			35	
	725.25-725.30							100	
	739.10-739.15								
	748.30-748.40								
	759.40-759.50								
	778.0-778.10								
2008-3	117.30-117.32	94		3		3			
	127.45-127.47	76	6	8		3	7		
	128.70-128.80			100					
	138.50-138.55			100					
	146.40-146.50			100					
	156.30-156.35	69		30		1			
	163.05-163.10			100					
	172.0-172.10			100					
	180.60-180.70	55		43		2			
	188.30-188.40			100					
	204.70-204.75			100					
	213.10-213.15			100					
	215.50-215.55			100					
	225.30-225.40	42		48		2	8		
	231.10-231.15								
	240.60-240.65			100					
	248.70-248.75	49		30	20	1			
2008-3	257.90-258.0			100					
	268.35-268.45			100					
	278.70-278.75			29	71				
	281.70-281.80	40	14	13	19	3	11		
	289.30-289.40	65		15	19	1			
	298.50-298.55								
	302.25-302.30								
	312.80-312.90								
	318.10								
	320.10-320.20								
	328.0-328.05								
	332.50-332.60	43		27	24	1	5		

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit
2008-3	343.60-343.70			100				
	353.70-353.80	38		28	27	2	5	
	371.90-371.95	56		25	12	2	5	
	384.95-385.0				100			
	390.20-390.25	51		28	21			
	403.20-403.30	46		32	22			
	409.90-410.0	30	28	3	7	9	23	
	417.80-417.85	41		17	42			
	428.70-428.75							
	434.70-434.75	42		33	17	1	7	
	444.20-444.25	53		34	12	1		
	451.20-451.25	12		41	47			
	456.70-456.75							
	460.40-460.45	30		48	22			
	465.70-465.75	51		30	19			
	481.70-481.80	55		35	10			
	490.20-490.30	50		32	11	3	4	
	501.20-501.25	54		38		3	5	
	510.70-510.80	38		62				
	520.75-520.80	29		14	11	7	39	
	534.70-534.75	55		30	10	1	4	
	540.50-540.55	48		30	16	1	5	
	558.0-558.05			48	48	4		
	565.50-565.55	46		33	20	1		
	572.40-572.45	35		45	20			
	592.70-592.80	57		25	17	1		
	617.20-617.30	79		15	6			
	638.20-638.50	51		41	6	2		
	647.80-647.82							
	648.10-648.15							
	650.60-650.65							
	652.10-652.15							
	662.0-662.10	51		25	21		3	
	672.80-672.82							
	682.80-682.82							
	697.70-697.80							
	703.75-703.80							
	713.80-713.90	83		12		5		
	716.90-717.0	28	46	2	5	4	15	
	720.75-720.80							

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit	Aragonit
2008-3	736.60-736.70								
	736.70-736.80								
	738.30-738.40								
	748.40-748.50	47	12	3		3	8	27	
	763.70-763.80	50		35					15
	766.0-766.05				59	41			
	770.0-770.10	27	13	12	5	5	13	25	
	783.40-783.50								
	792.70-792.80								
	807.30-807.40	62		29		4	5		
	808.75-808.80			58	36	6			
	833.75-833.90	33		30	20	17			
	838.0-838.10	53		15	22	2	8		
	840.20-840.30				100				
	847.80-847.82								
	853.05-853.10								
	861.50-861.55								
	861.60-861.65								
	874.70-874.75	43	21	11	12	5	8		
	891.20-891.25	42		2				56	
	906.10-906.20	46	24	15	7	3	5		
	920.85-920.90	31	22	1	6	1	39		
	934.20-934.40	78			15		7		
	942.90-942.95	61			19	2	7	11	
	950.10-950.15				13	87			
	957.80-957.85	41		2	3	4	12	38	
2008-4	151.80-151.85			100					
	165.70-165.80			98		2			
	177.70-177.80			100					
	181.70-181.80	55	33	2		5	5		
	196.20-196.30	57		41		2			
	207.35-207.45	37		63					
	235.30-235.40			100					
	237.40-237.50			100					
	249.20-249.30			100					
	264.50-264.60	43		57					
	267.50-267.60			100					
	279.10-279.20	42		41		1	16		
	291.70-291.80			100					
	298.60-298.70			100					
	314.60-314.70	61		22	3	3	11		

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit	Analsim
2008-4	330.80-330.90			45	52	3			
	343.60-343.70	51		26		4	8		11
	357.30-357.40	46	11	15	13	3	12		10
	372.80-372.90	37		48	15				
	376.0-376.10	37		31	25	2	5		
	385.90-386.0								
	399.30-399.40	49	12	6	16	4	13		
	404.0-404.10	64		4	12	2	10		8
	421.10-421.20	51	14	24	4	2	5		
	434.60-434.70			100					
	444.90-445.0			72	22	6			
	455.30-455.40	39		27	18	2		14	
	474.80-474.90	50		18	16	1		15	
	475.20-475.30								
	488.10-488.20	50		27	20	3			
	495.20-495.30	40		23	23	5	9		
	512.20-512.30	42	12	21	17	3	5		
	518.0-518.10								
	515.20-515.30	52		12	20	2	3	11	
	535.90-536.0	40		34	15	3	8		
	537.90-538.0	50	12	20	9	2	7		
	554.60-554.70	37	12	23	17	5	6		
	565.50-565.60	40		39	21				
	581.0-581.10	44		30	16	4	6		
	592.50-592.60	47		28	25				
	602.75-602.85	34	19	22	14	4	7		
	615.15-615.25			100					
	625.0-625.10	45		34	16	1	4		
	649.40-649.50	31		26	36	2	5		
	663.50-663.60			100					
	675.15-675.25			89	11				
	687.20-687.30			73	25	2			
	700.0-700.10			91	9				
	716.50-716.60	63		22	15				
	727.30-727.40	48		23	22	7			
	733.45-733.55			79	21				
	738.20-738.30			100					
	748.40-748.50								
	749.70-749.80			72	28				
	767.50-767.60			91	9				
	791.35-791.45			72	28				

Ek Çizelge 2. Devam Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit	Analsim
2008-4	784.40-784.50			62	38				
	810.90-811.0			84	16				
	858.60-858.70			51	49				
	874.0-874.10			42	58				
	891.50-891.60			60	40				
	903.45-903.55	42		5	55				
	920.55-920.65			24	76				
	967.30-967.40			46	20				34
	988.85-988.90	53		27	20				
	1003.95-1004.0	47		29	24				
	1016.90-1017.0	66		16	14		4		
	1031.30-1031.40	47		33	13	7			
	1046.10-1046.20								
	1064.0-1064.10	41		19	35	2	3		
	1093.50-1093.60								
	1101.0-1101.10								
	1108.15-1108.25	54		26	20				
	1115.30-1115.40	43		32	8	17			
	1118.95-1119.05	25	28		4	8	18		17
	1121.95-1122.05	48	32	3	4	3	10		
	1139.15-1139.25	28		12		10	29		21
	1150.35-1150.45	20	17	6	7	10	20		20
	1175.30-1175.40	33	17	18	12	4	16		
	1193.0-1193.10	48		38	12	2			
	1204.25-1204.35			43	47	10			

Ek Çizelge 3. Kocaalandre Formasyonuna ait örneklerin XRD çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Kil	Mika	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Feldispat	Klinoptilolit	Opal C-T
2008-3	7.40-7.50	72		22		1	5		
	12.0-12.10	55		38		2	5		
	17.0-17.10	35	25	36			4		
	22.90-23.0	53		42		1	4		
	33.10-33.20			43		1			56
	37.0-37.10							100	
	42.80-42.90	49	12	24	3	1	11		
	48.30-48.40	44	20	6	3	3	12	12	
	51.30-51.40	67		13	4	3	13		
	57.20-57.30	68		6	3	2	8	13	
	66.50-66.60	55	24	5	2	4	10		
	71.80-71.90	29	45	1	4	5	16		
	78.50-78.60								
	82.60-82.70	42	21	5		3	5	24	
	94.40-94.50	36	26	5	1	4	7	21	
	100.10-100.20	49	17	4		3	5	22	
	108.35-108.45	23	29	5	6	3	8	26	
	116.50-116.60	53		42			5		
2008-4	11.60-11.70	69	16	2	3	3	7		
	31.40-31.50	65	16	1	3	3	12		
	42.60-42.70	64	18			4	14		
	57.30-57.35	55	28	2		4	11		
	67.50-67.60	76	14	3		2	5		
	86.10-86.15	41	25	23		4	7		
	98.80-98.90	57	25	1		4	13		
	110.10-110.20	61		33	4	1			
	112.20-112.30	60	25	4		4	7		
	114.10-114.15	52	18	11		6	13		
	123.0-123.10		37	2		6	10	45	
	137.50-137.55			100					

Ek Çizelge 4. Kocaalandere Formasyonuna ait örneklerin XRD (KF) çözümleme sonuçları (%).

	Örnek No	Simektit	İlit	Kaolinit
2008-3	12.0-12.10	71	10	19
	51.30-51.40	73	15	12
2008-4	11.60-11.70	71	18	11
	31.40-31.50	60	23	17
	67.50-67.60	59	24	17

Ek Çizelge 5. Sarıkaya Formasyonuna ait örneklerin XRD (KF) çözümleme sonuçları (%)

	Örnek No	simekitit	illit	kaolinit	klorit	illit-klorit interstratifiye si
2006-1	0.25-0.30	83				17
	15.20-15.30	79	12	9		
	24.20-24.25	55	22	17	6	
	35.85-35.90	82	18			
	43.40-43.45	78	19	3		
	54.30-54.40	77	20	3		
	71.40-71.55	63	17	20		
	86.15-86.25	44	36		20	
	101.15-101.20	100				
	354.80-354.90	85	15			
	420.90-421.0	94	6			
2008-1	23.10-23.20	92	3	5		
	66.40-66.50	71	21	8		
	110.50-110.60	54	46			
	161.0-161.10	57	30	13		
	290.10-290.20	87	13			
	431.10-431.20	80	20			
	469.90-470.0	100	E			
	555.70-555.80	93	7			
	589.0-589.10	100				
	641.0-641.10	88	12			
	778.0-778.10	100				
	127.45-127.47	74	8	18		
	289.30-289.40	100	E			
	390.20-390.25	100	E			
	465.70-465.75	100	E	E		
	501.20-501.25	100	E	E		
	617.20-617.30	100	E	E		
	713.80-713.90	100				
2008-3	838.0-838.10	83	12	5		
	934.20-934.40	100				
2008-4	181.70-181.80	55	37	8		
	357.30-357.40	88	12			
	404.0-404.10	76	24			
	512.20-512.30	83	17			
	716.50-716.60	100				
	903.45-903.55	100	E			
	1016.90-1017.0	100				
	1108.15-1108.25	100				
	1193.0-1193.10	100	E			

Ek Çizelge 6 Karaören Formasyonuna ait örneklerin XRD (KF) çözümleme sonuçları (%)

Örnek No	simektit	illit
796.40796.50 (2008-1)	97	3

Ek Çizelge 7 Sarıkaya Formasyonuna ait borat minerallerinin sondajlara göre dağılımı

	Örnek No	Kolemanit	inyonit	Üleksit	Probertit	Kernit	Boraks	Tünellit
2006-1	69.80-69.90	*						
	75.10-75.20	*						
	75.80-75.85	*						
	76.85-76.95	*						
	84.25-84.35	*						
	282.90-283.0	*						
	289.0-289.10					*		
	299.10-299.20			*				
	299.80-299.90			*				
	301.90-302.0			*				*
	307.0-307.30			*				
	307.10-307.30			*				
	308.30-308.40	*						
	398.30-308.40	*						
2008-1	262.40-262.50	*						
	271.30-271.40					*		
	279.0-279.10					*		
	286.0-286.10			*				
	287.70-287.80						*	
	507.70-507.80	*						
	518.0-518.10		*					
	528.30-528.40			*				
	538.30-538.40			*				
	560.70-560.80			*				
	570.60-570.70				*			
	578.10-578.20						*	
	583.0-583.10				*			
	589.0-589.10				*			
	597.40-597.50				*			
	692.80-692.85						*	
	694.80-694.85						*	
	705.45-705.50						*	
	717.50-717.60			*				
	725.25-725.30				*			
	739.10-739.15					*		
	748.30-748.40					*		
	759.40-759.50							

Ek Çizelge 7 Devam Sarıkaya Formasyonuna ait borat minerallerinin sondajlara göre dağılımı

	Örnek No	Kolemanit	inyonit	Üleksit	Probertit	Kernit	Borax	Tünellit
2008-3	298.50-298.55	*						
	302.25-302.30		*					
	312.80-312.90			*				
	318.10-318.20			*				
	320.10-320.20			*				
	647.80-647.82			*				
	652.10-652.15			*				
	672.80-672.82				*			
	682.80-682.82				*			
	703.75-703.80	*						
	720.75-720.80				*			
	738.30-738.40							*
	847.80-847.82	*						
	853.05-853.10				*			
	861.50-861.55						*	
	861.60-861.65					*		
	879.58-879.60				*			
	891.20-891.25				*			
	920.85-920.90				*			
2008-4	385.90-386.0			*				
	953.70-953.80				*			
	1046.10-1046.20	*						
	1070.35-1070.45				*			
	1075.30-1075.40				*			
	1093.50-1093.60				*			
	1101.0-1101.10				*			

08.3 42.80-42.90.raw 08.3 42.80-42.90

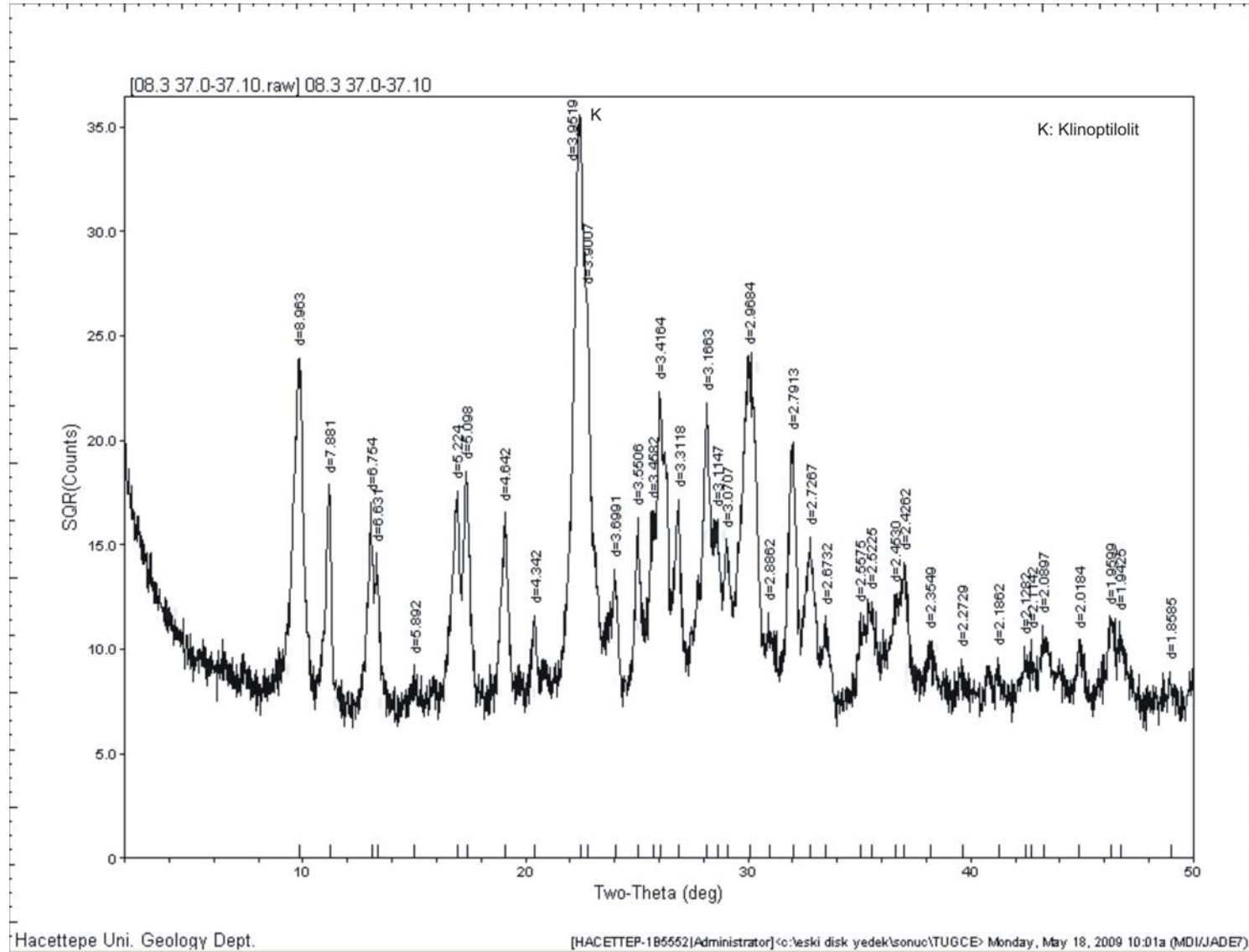
Legend:

- M: Mika
- Ki: Kil
- Q: Kuvars
- F: Feldispat
- K: Kalsit
- D: Dolomit

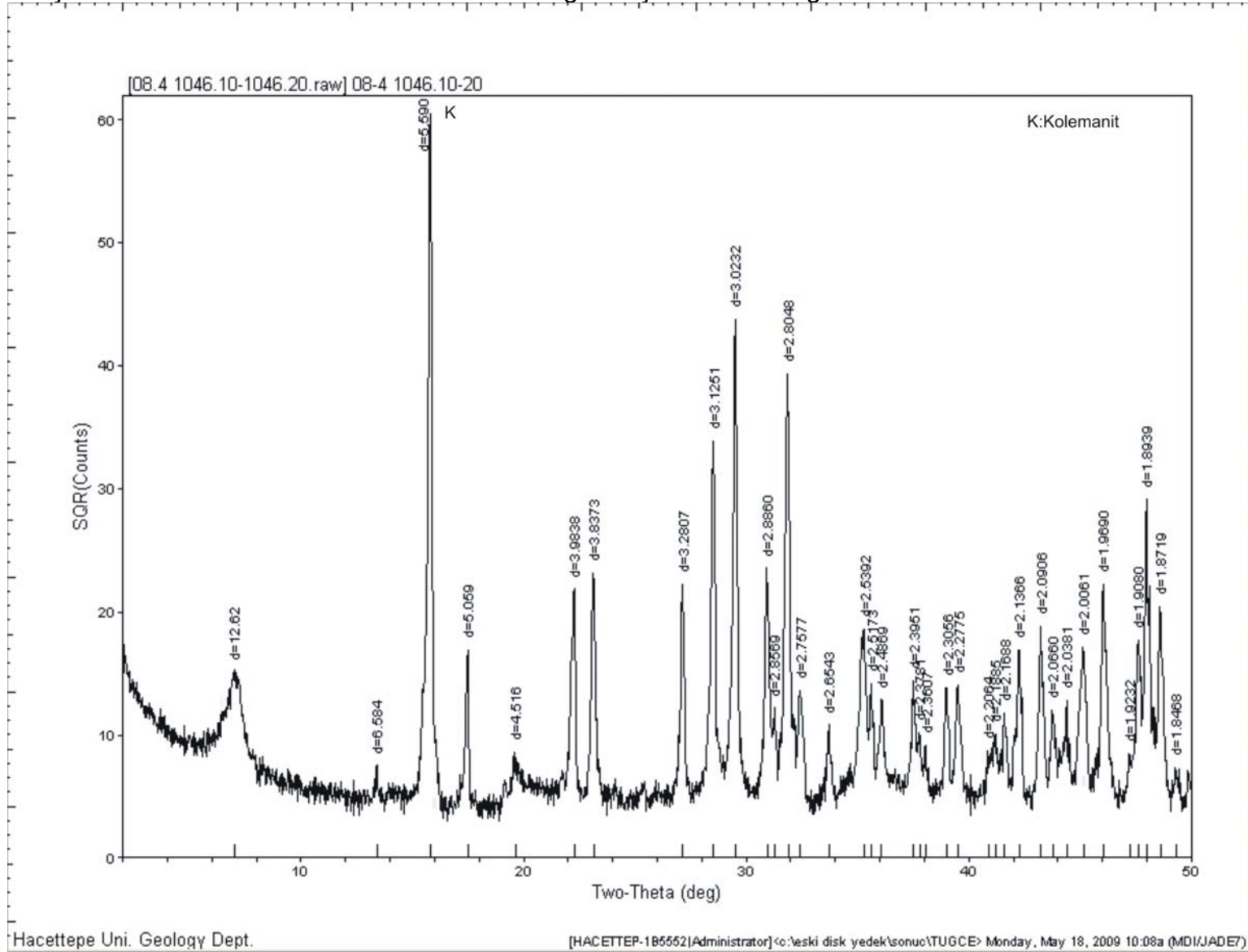
Peak Data (Two-Theta (deg) / d-spacing (Å)):

Phase	Two-Theta (deg)	d-spacing (Å)
Mika (M)	9.890	9.890
	15.500	5.730
	15.500	5.730
Kil (Ki)	19.475	4.525
	20.218	4.218
Kuvars (Q)	23.8406	3.8406
	23.7606	3.7606
	23.4377	3.4377
Feldispat (F)	23.3114	3.3114
	23.2687	3.2687
	23.2065	3.2065
Kalsit (K)	29.6763	3.0256
	28.841	3.0256
	28.8374	3.0256
Dolomit (D)	27.494	3.294
	26.917	3.294
	26.673	3.294
Feldispat (F)	24.875	3.587
	22.795	3.902
Kil (Ki)	2.1672	4.088
	2.0889	4.258
Kalsit (K)	1.9232	4.603
	1.8718	4.754

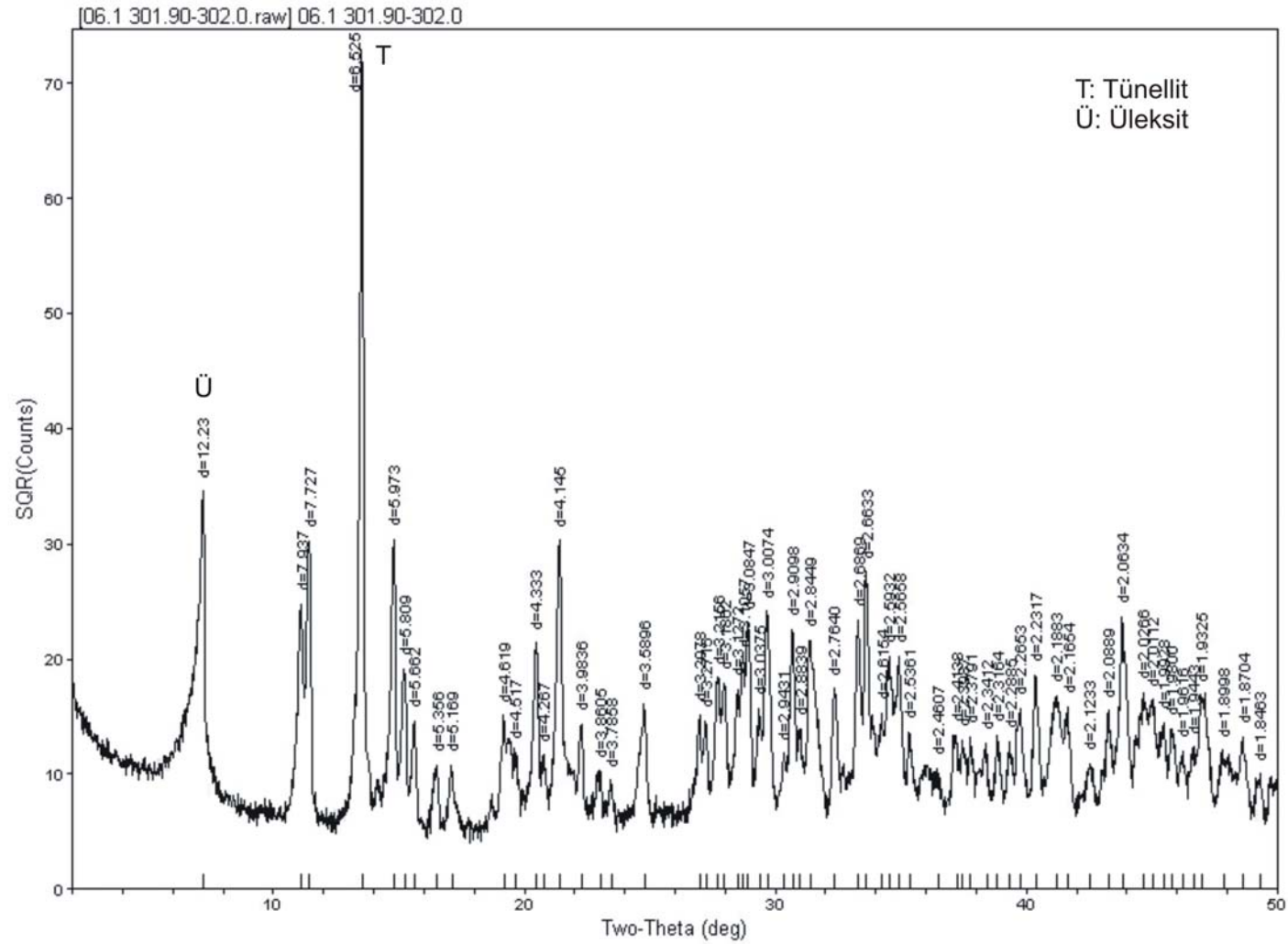
Ek Şekil 2. 08.3 37.0-37.10 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı



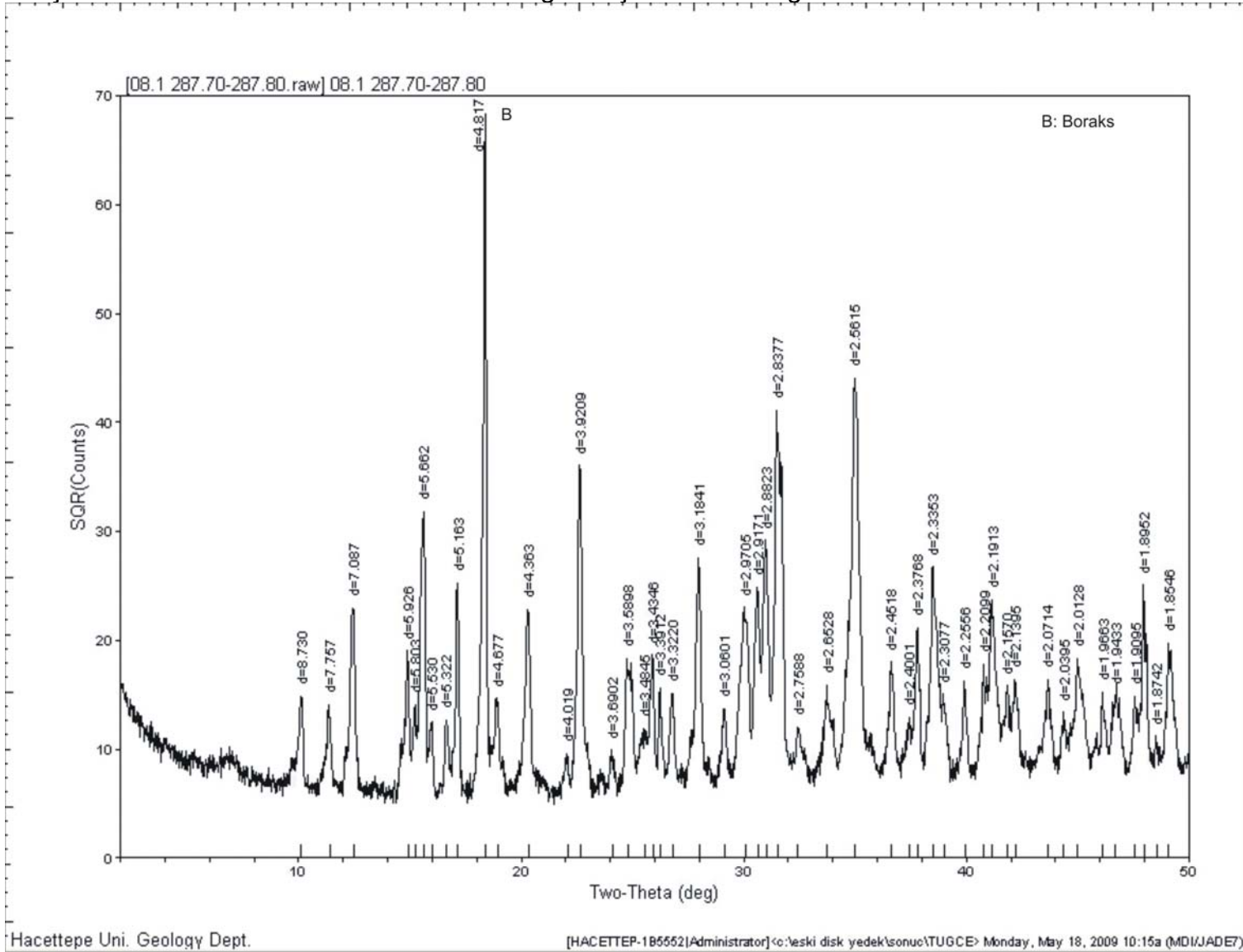
Ek Şekil 3. 08.4 1046.10-1046.20 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı



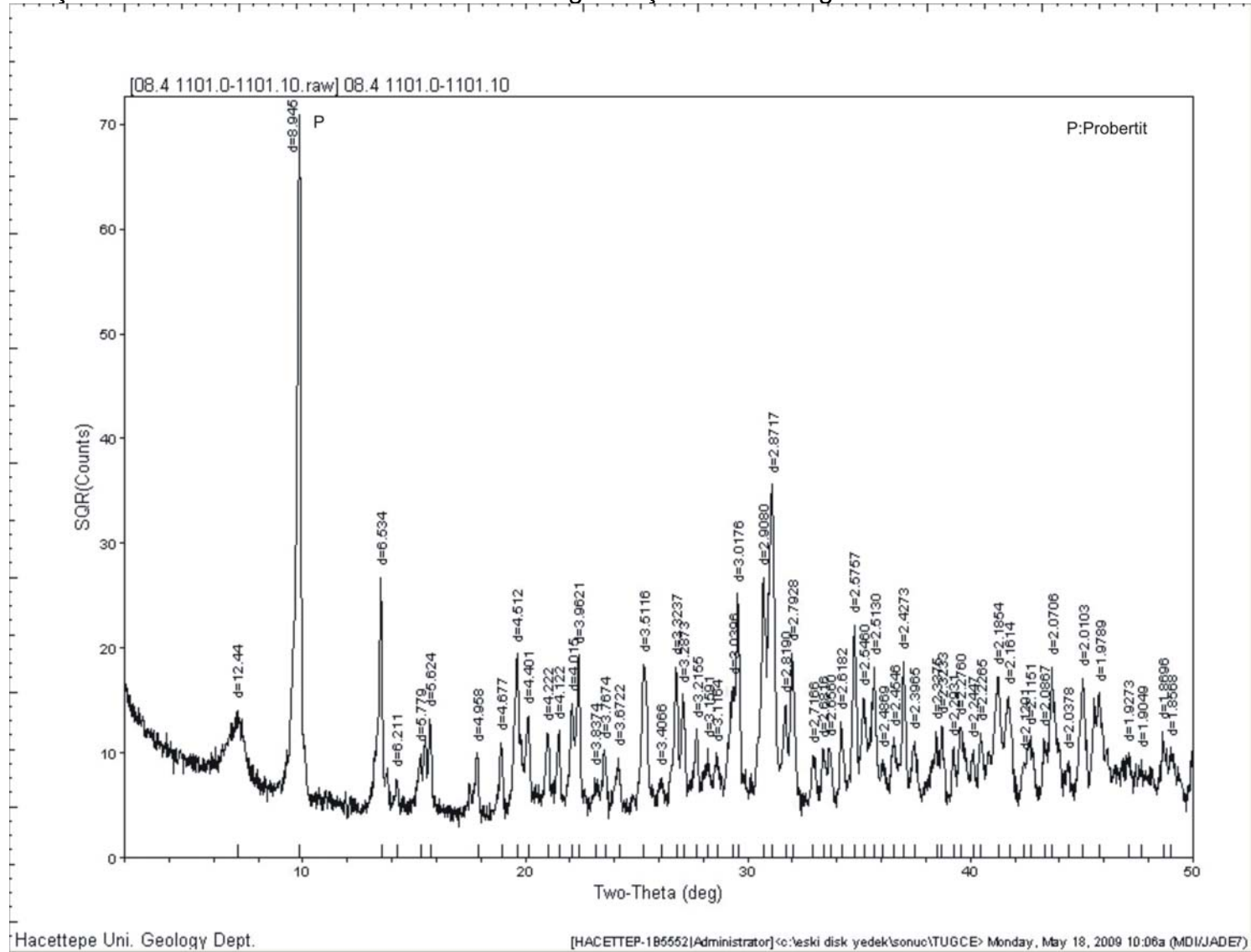
Ek Şekil 4. 06.1 301.90-302 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı



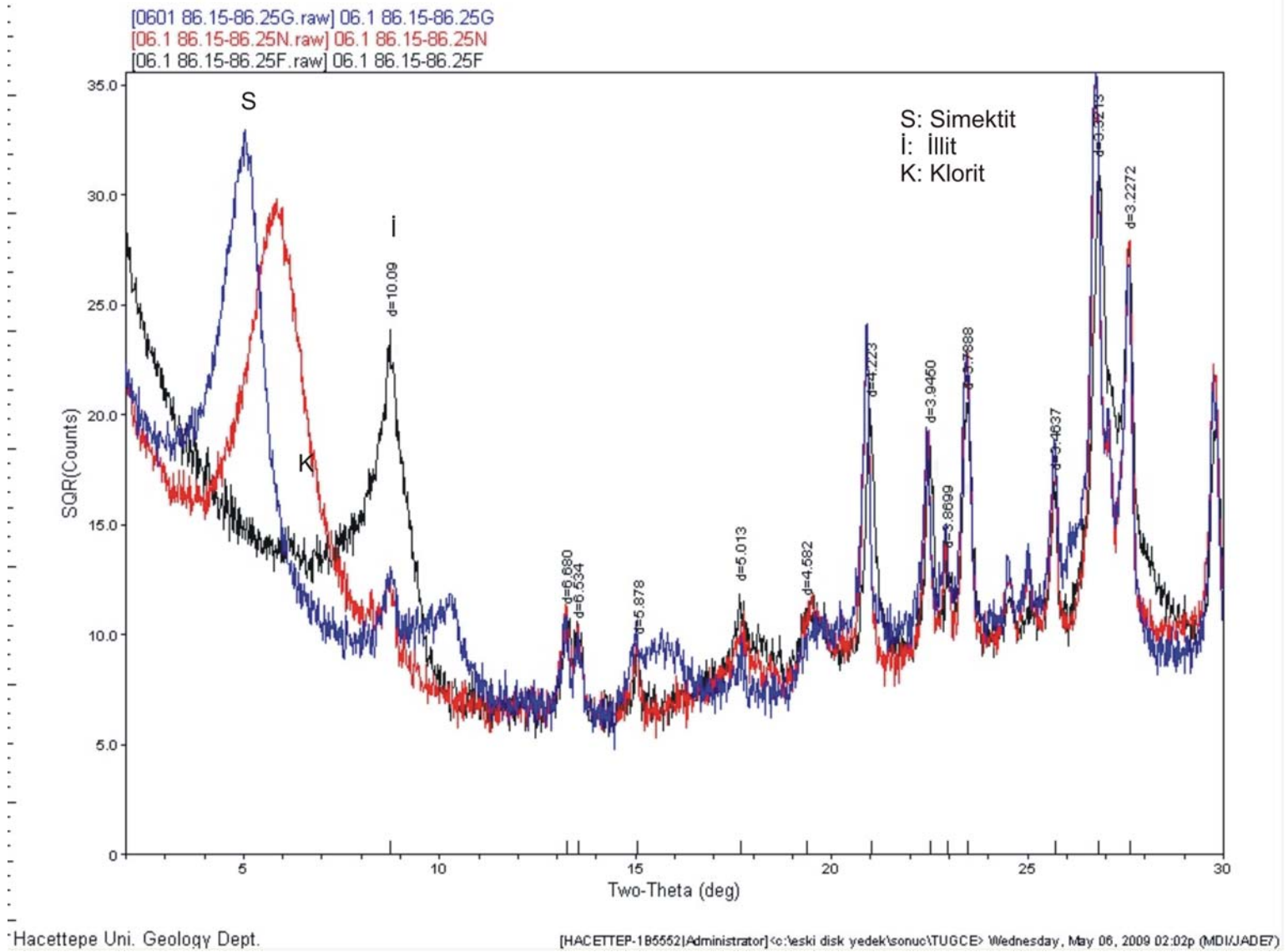
Ek Şekil 5. 08.1 287.70-287.80 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı



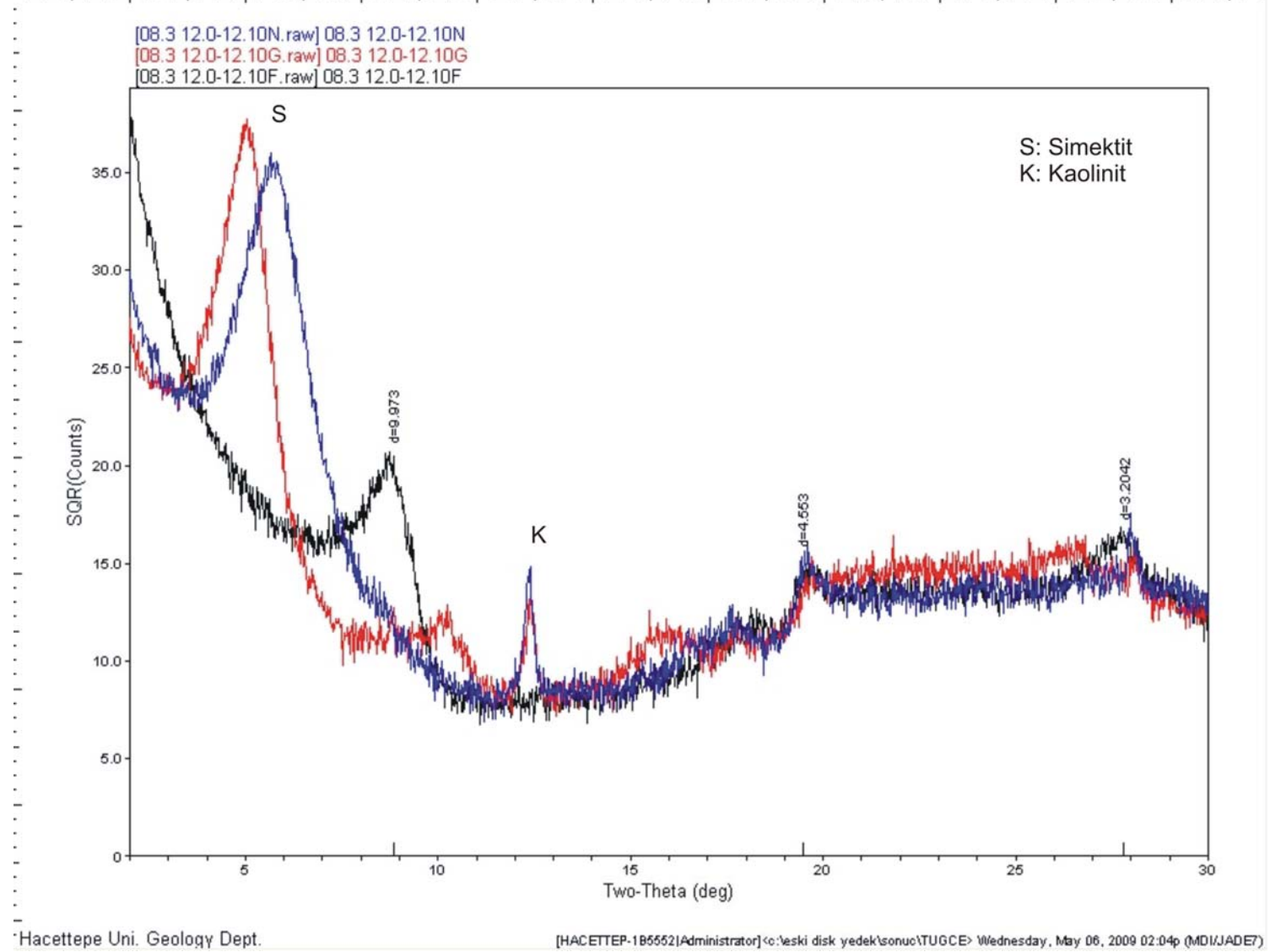
Ek Şekil 6. 08.4 1101.0-1101.10 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı



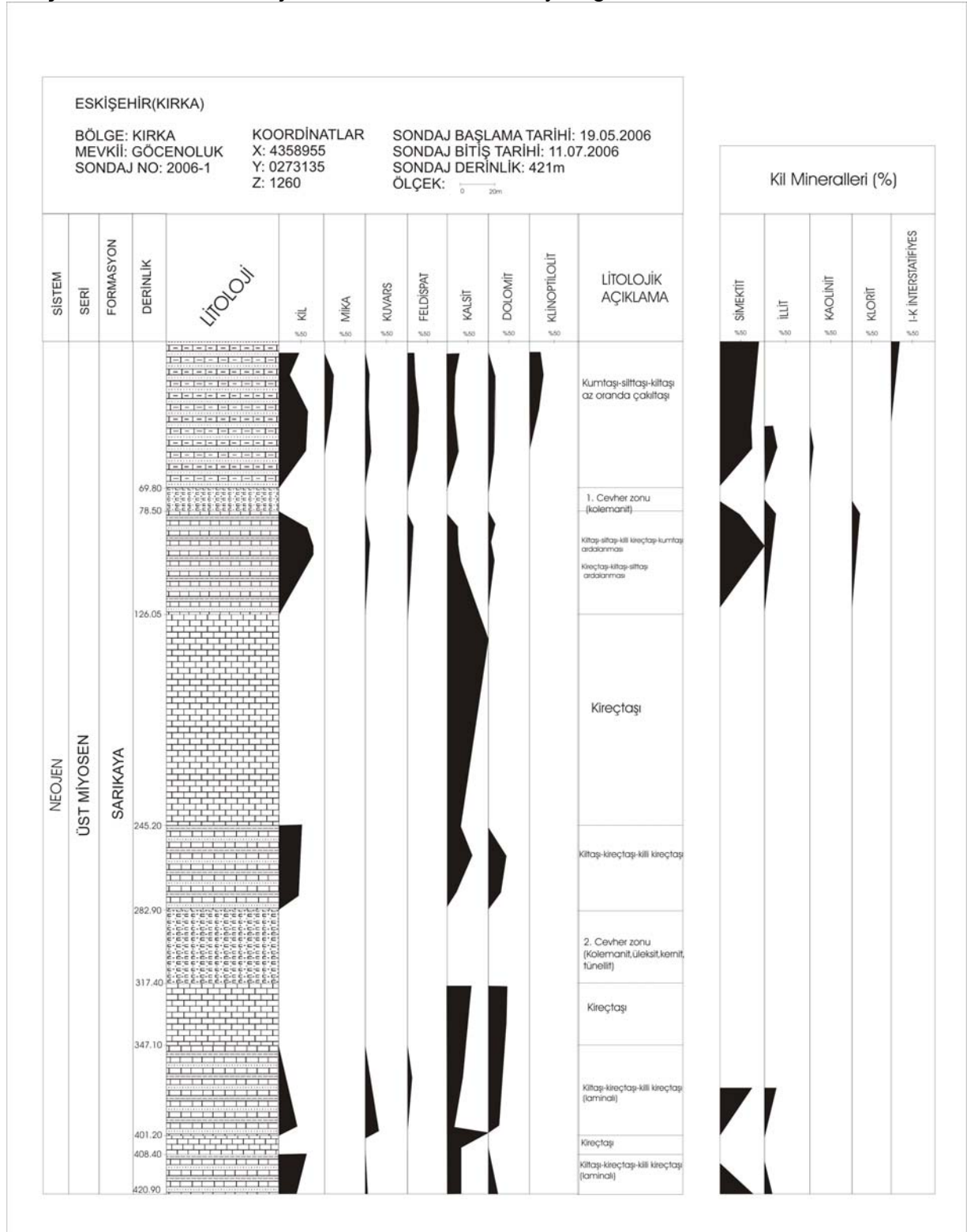
Ek Şekil 7. 06.1 86.15-86.25 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı



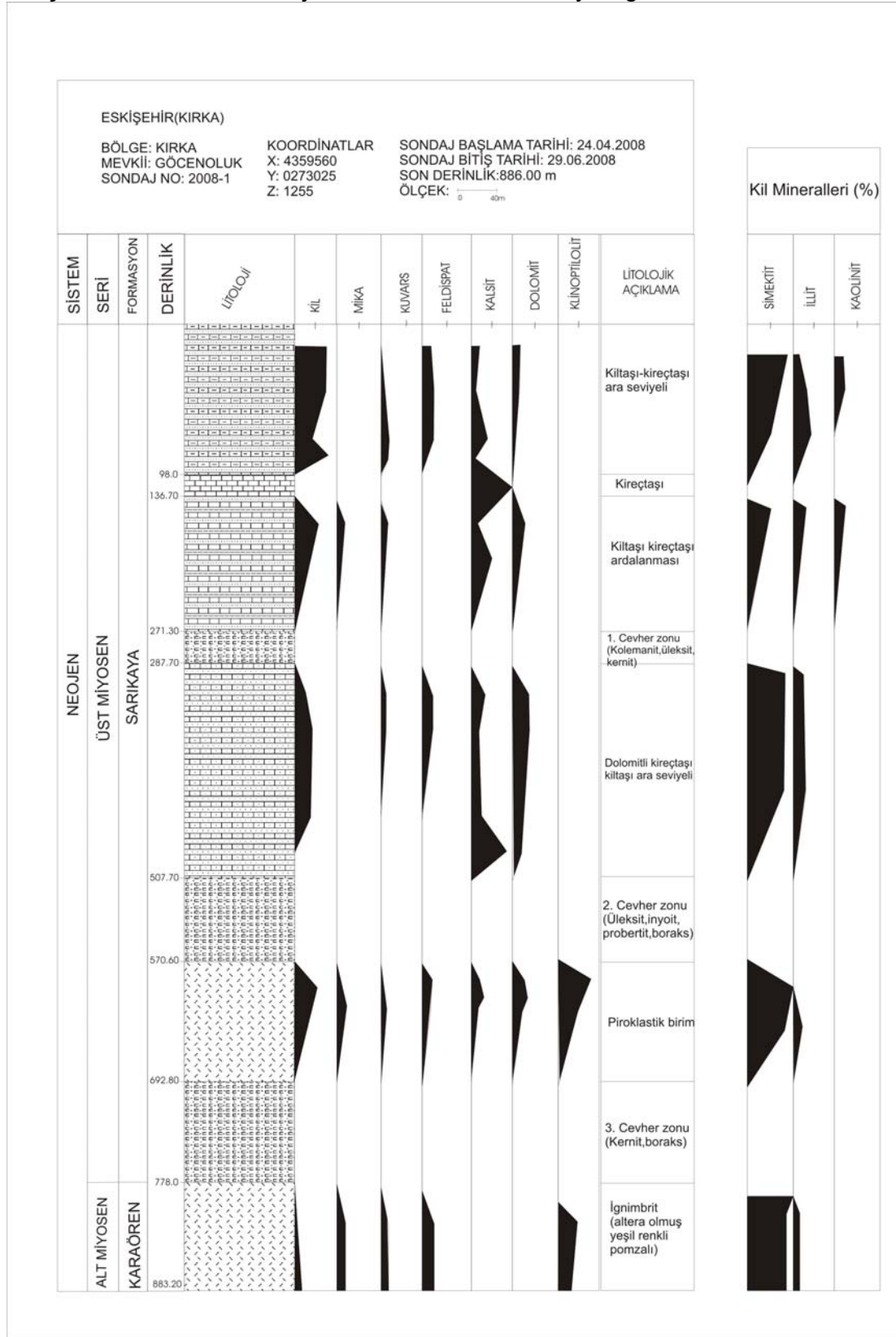
Ek Şekil 8. 08.3 12.0-12.10 numaralı örneğin X-ışınları Difraktogramı



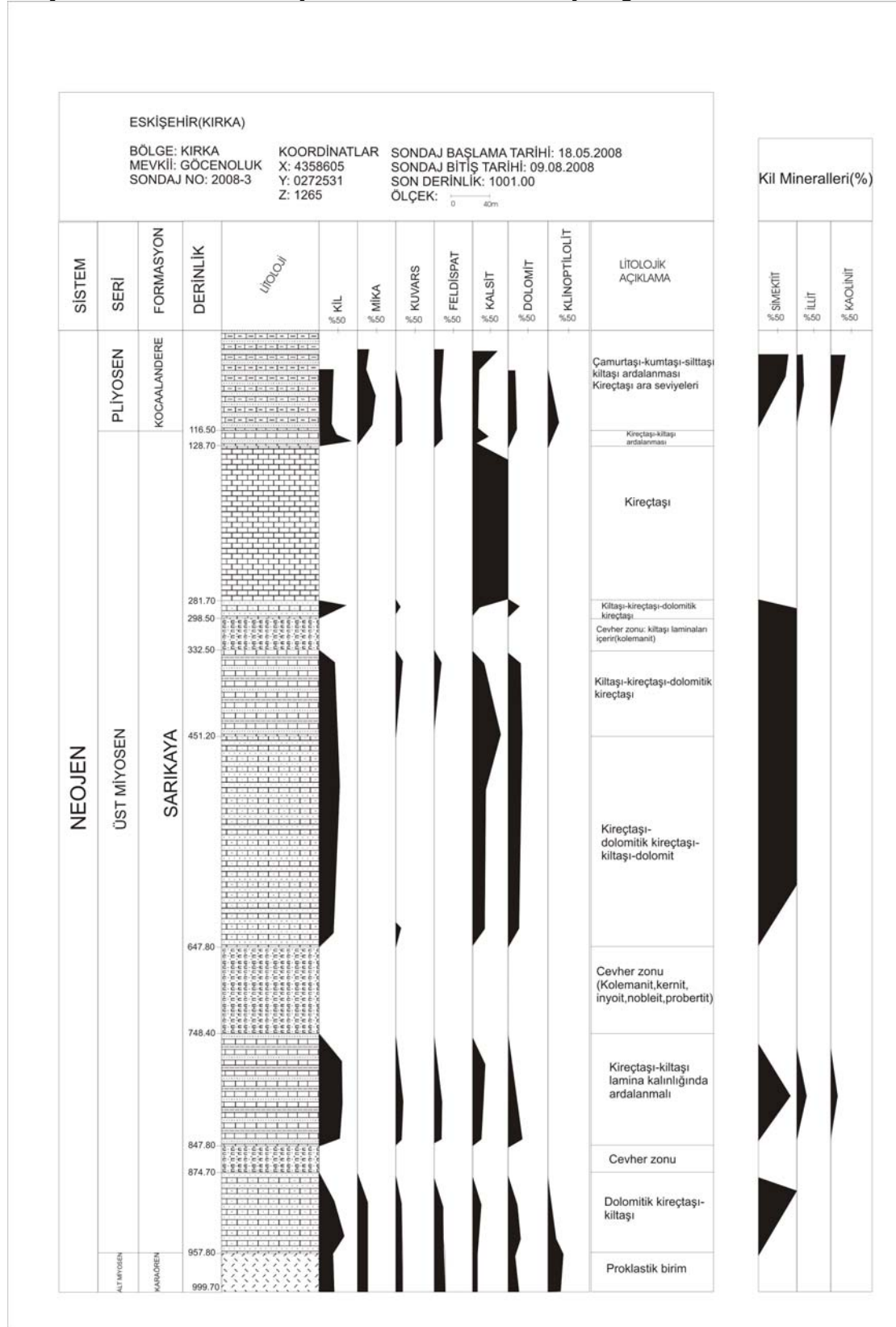
Ek Şekil 9 2006-1 sondajındaki minerallerin dikey dağılımı



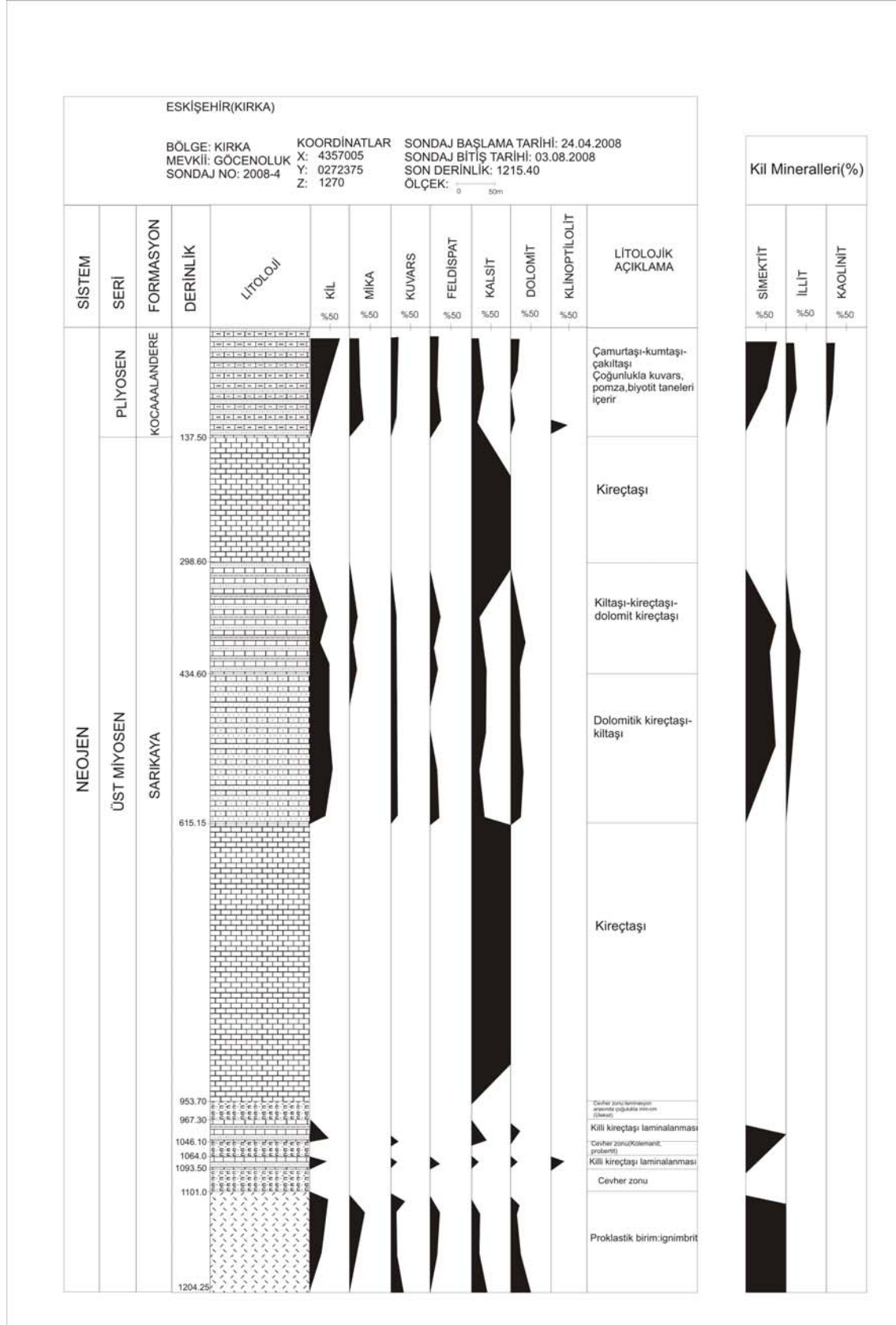
Ek Şekil 10 2008-1 sondajındaki minerallerin dikey dağılımı



Ek Şekil 11 2008-3 sondajındaki minerallerin dikey dağılımı



Ek Şekil 12 2008-4 sondajındaki minerallerin dikey dağılımı



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğçe ŞAHİN

Doğum Yeri : İstanbul

Doğum Yılı : 19.01.1983

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 1997-2001 : Anıttepe Süper Lisesi

Lisans 2001-2006 Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi:

2006-2007: ENSR International Environmental and Consultants and Engineering

2007- : Araştırma Görevlisi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü