

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MÜLK-İNCİRLİK KÖYLERİ (ANKARA-KAZAN) CİVARI TERSİYER
GÖLSEL ÇÖKELLERİN KİL MİNERALOGİSİ VE SEDİMANTOLOJİSİ**

Bernis ASLANKURT

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ANKARA
2006**

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç.Dr. Zehra KARAKAŞ danışmanlığında Bernis ASLANKURT tarafından hazırlanan bu çalışma 03.03.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr. Emel BAYHAN

Üye: Doç.Dr. Erdoğan TEKİN

Üye:Yrd. Doç.Dr. Zehra KARAKAŞ

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof.Dr. Ülkü MEHMETOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MÜLK-İNCİRLİK KÖYLERİ (ANKARA-KAZAN) CİVARI TERSİYER GÖLSEL ÇÖKELLERİN KİL MİNERALOGİSİ VE SEDİMANTOLOJİSİ

Bernis DÜZGÜN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ

Bu çalışma ile Mülk-İncirlik yöresindeki (Ankara-Ayaş) Tersiyer (Erken Eosen-Miyosen) yaşlı gölssel çökellerin kil mineralojisi ve sedimantolojisi incelenmiştir. İnceleme alanındaki Tersiyer istif, Erken Eosen yaşlı Lezgi formasyonu ile Miyosen yaşlı Pazar ve Sinap formasyonları olarak incelenmiştir. Gölssel sedimanlar ile temsil edilen bu formasyonlar çapraz tabakalı kumtaşı, yeşil, kahverenkli ve beyaz renkli çamurtaşı ile kireçtaşı birimlerinden oluşmaktadır.

İnceleme alanında noktasal ve ölçülü stratigrafik kesitler boyunca alınan örneklerin mineralojik ve petrografik özellikleri XRD ve SEM analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Bu analizler sonucunda çamurtaşı biriminde dolomit, kalsit, kuvars, feldspat, amfibol, analsim ve opal-CT mineralleri belirlenmiştir. Tüm kayaç çözümlemesini ifade eden bu bileşimin yanı sıra kil fraksiyon çözümlemesi dikkate alındığında, çokluk sırası değişken olarak, “illit, simektit, klorit, illit-simektit” mineralleri eşlik etmektedir. SEM incelemelerinde analsim minerali özşekilli olup, trapezohedral kristaller halinde izlenmiştir. Simektitler levhamsı yapraklardan oluşan peteksi dokuda, kloritler bal peteği şeklinde ve dolomitler ise özşekilli rombohedral kristal yapısına sahiptir. Analsim minerali ile birlikteliği belirlenen simektit, klorit ve dolomit minerallerinde herhangi bir dokusal ilişkinin varlığı gözlenmemiştir.

Saha ve laboratuvar verilerine göre analsim ve simektit mineralleri birbirlerinden bağımsız olarak direkt çökelimle oluşmuş olmalıdırlar. Havzadaki mineral oluşumunda tuzluluk ve alkalinite ortamdaki birimlerin bileşimi, çözünme hızı ve ortama gelen tatlı su miktarı da hem bu faktörleri, hem de mineral oluşumunu kontrol etmiştir. Ayrıca sıcaklık, iklim ve zaman faktörleri de bu minerallerin oluşumunda önemli rol oynamıştır.

2006, sayfa 70

Anahtar Kelimeler: Ankara, Göl Sedimanları, Kazan, Kil Mineralojisi, Tersiyer.

ABSTRACT

Master Thesis

CLAY MINERALOGY AND SEDIMENTOLOGY OF THE TERTIARY LACUSTRINE DEPOSITS AROUND MÜLK-İNCİRLİK VILLAGES (ANKARA-KAZAN)

Bernis DÜZGÜN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Geological Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Zehra KARAKAŞ

In this study, the clay mineralogy and sedimentology of Tertiary (Early Eocene-Miocene) aged lacustrine sediments at Mülk-İncirlik area (Ankara-Ayaş) has been investigated. Tertiary units have been studied as Early Eocene aged Lezgi formation and Miocene aged Pazar and Sinap formations in this area. These formations are represented with lacustrine sediments and include diagonal layered sandstone, green, brown and white colored mudstone and limestone units.

The mineralogical and petrographical features of samples which have been taken from researching area, along pointed and scaled stratigraphical sections, have been investigated with XRD and SEM analysis methods. The dolomite, calcite, quartz, feldspar, amphibole, analcime and opal-CT minerals have been determined in the mudstone units as a conclusion of these analyses. In additionally, “illite, smectite, chlorite, illite-smectite” minerals have been also determined when the clay fraction analysis was taken into consideration. SEM studies indicate that analcime shows well-developed trapezohedral crystals and euhedral forms. Smectite mineral has a morphology of honeycomb formed by flaky layers. Chlorite mineral has been also observed as honeycomb shape. Dolomite minerals have been observed as euhedral forms and rhombic crystal type. Any textural relationship has not been observed between analcime mineral and smectite, chlorite and dolomite minerals despite all are in the same group.

All data obtained from these field and laboratory studies support that analcime and smectite minerals should have been formed directly precipitate separately from each others. The salinity and alkalinity, composition of lacustrine basin units, dissolved ratio and amount of fresh water input have controlled formation of minerals. In addition, occurrence of these minerals have played an important role such as temperature, climate and time factor.

2006, pages 70

Key Words: Ankara, Lake Sediments, Kazan, Clay Mineralogy, Tertiary.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ danışmanlığında hazırlanmıştır. Yüksek lisans tez çalışmasının konusunu, Mülk-İncirlik köyleri (Ankara-Kazan) civarı Tersiyer (Alt Eosen-Miyosen) yaşlı gölsel çökellerin kil mineralojisi ve sedimentolojisinin incelenmesi oluşturmaktadır.

Tez çalışması esnasında değerli bilgileri ile beni yönlendiren ve tezin bilimsel bir çalışma kimliğine bürünmesini sağlayan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), tez sahasını öneren ve arazi çalışmalarında bizlere eşlik eden bölümümüz öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Baki VAROL'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), görüş ve önerileri ile beni destekleyen Araş.Gör. Sonay BOYRAZ'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), bilgisayarda XRD çizimlerinde yardımlarını gördüğüm Sn. Ayşe BAĞIRGAN'a, tezim süresince sabrını, sevgisini, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eşim M. Murat ASLANKURT'a, yardım ve destekleri için aileme, ve emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Bernis Aslankurt
Ankara, Mart 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGE DİZİNİ	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 İnceleme Alanı	1
1.2 Çalışmanın Amacı	3
1.3 Materyal ve Metod	3
1.3.1 Arazi çalışmaları	3
1.3.2 Laboratuvar çalışmaları	4
1.3.3 Büro çalışmaları	5
1.4 Önceki çalışmalar	5
2. STRATİGRAFİ	9
2.1 Genel Tanım	9
2.2 Tersiyer öncesi birimler (Temel Kayalar)	11
2.3 Tersiyer	11
2.3.1 Lezgi formasyonu	14
2.3.2 Pazar Formasyonu	16
2.3.3 Sinap Formasyonu	18
2.4 Kuvaterner	20
3. SEDİMANTOLOJİ	21
3.1 Çamurtaşı Birimi	21
3.2 Kumtaşı Birimi	28
3.3 Kireçtaşları	28
4. MİNERALOJİ VE PETROGRAFİ	30
4.1 Petrografik İncelemeler	30
4.1.1 Çamurtaşı birimi	30

4.1.2 Kumtaşı birimi	34
4.1.3 Kireçtaşı birimi	35
4.2 X-Işınlari Kırınım Yöntemi (XRD) incelemeleri	36
4.2.1 X-Işınlari Kırınım Yöntemi (XRD) Tüm Kayaç incelemeleri	36
4.2.2 X-Işınlari Difraksiyonu Yöntemi (XRD) Kil Fraksiyonu incelemeleri	43
4.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İncelemeleri	47
5. NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN OLUŞUMU	56
6. SONUÇLAR	59
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası	1
Şekil 1.2 İnceleme alanının örnekleme haritası (Erişen ve Ünlü, 1980)	2
Şekil 2.1 İnceleme alanındaki birimler ve karşılaştırılması	10
Şekil 2.2 İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Dikme Kesiti (Erişen ve Ünlü, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)	12
Şekil 2.3 İnceleme alanının jeoloji haritası (Erişen ve Ünlü, 1980)	13
Şekil 2.4 Yiğitbeleni sırtında Lezgi formasyonunun uzaktan görünümü	14
Şekil 2.5 Yiğitbeleni sırtında a.açık yeşil ve b.bej renkli çamurtaşı birimlerinin yakından saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)	15
Şekil 2.6 Yiğitbeleni sırtında kumtaşı biriminin (kmt) uzaktan saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)	15
Şekil 2.7 Kızılcabayır tepesinde Pazar formasyonunun uzaktan saha görünümü	16
Şekil 2.8 Kızılcabayır tepesinde bej ve kahverenkli çamurtaşı biriminin saha görünümü (Kızılcabayır Tepe I no'lu ÖSK)	17
Şekil 2.9 Pazar formasyonunu oluşturan yumuşak dokulu krem, açık kahverenkli çamurtaşı biriminin saha görünümü (Kızılcabayır Tepe I no'lu ÖSK)	17
Şekil 2.10 Kartalkaya tepede Sinap formasyonunu oluşturan a.kumtaşı ve b.çamurtaşı birimlerinin saha görünümü	18
Şekil 2.11 Sinap formasyonunu oluşturan oluşturan laminalı çamurtaşlarının saha görünümü (Kızılcabayır Tepe II no'lu ÖSK)	19
Şekil 3.1 Lezgi formasyonunu oluşturan a.beyaz ve b. yeşil renkli çamurtaşı biriminin uzaktan saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)	21
Şekil 3.2 Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK I) (GPS Koordinatları: 59 412 D; 43 508 K)	22
Şekil 3.3 Lezgi formasyonunu oluşturan a.açık yeşil renkli çamurtaşlarının saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı II ÖSK)	23

Şekil 3.4 Yiğitbeleni Sırtı II no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK II) (GPS Koordinatları: 59 550 D; 43 315 K).....	24
Şekil 3.5 Göçük dere ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK III) (GPS Koordinatları: 59 889D; 43 543 K)	25
Şekil 3.6 Kızılcabayır Tepe I no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK IV) (GPS Koordinatları: 60 304 D; 43 205K)	26
Şekil 3.7 Kızılcabayır Tepe II no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK V) (GPS Koordinatları: 60 613 D; 43 187 K)	27
Şekil 3.8 Kartalkaya Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK VI) (GPS Koordinatları 59 455 D; 42 876 K)	27
Şekil 3.9 Lezgi formasyonunda izlenen yüksek açılı çapraz tabakalanma özelliği sunan sarımsı bej renkli kumtaşı biriminin (kmt) yakından saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)	28
Şekil 4.1 Çamurtaşı birimindeki farklı büyüklüklerdeki kuvars (K) minerallerinin a.tek nikol ve b.çift Nikol görünümü Örnek No: Kum-1 (Lezgi formasyonu)	31
Şekil 4.2 Çamurtaşı birimindeki detritik klorit (Kl) mineralinin a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Kum-6 (Lezgi formasyonu)	31
Şekil 4.3 Çamurtaşlarındaki kırık ve çatlardaki sparit dolgunun a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Kum-2 (Lezgi formasyonu)	32
Şekil 4.4 Kriptokristalin dokulu çamurtaşı biriminde izlenen chara'nın a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: C-1 (Lezgi formasyonu)	32
Şekil 4.5 Çamurtaşı biriminde izlenen kırmızımsı kahverenkli demir boyamalarının a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Düz1 (Pazar formasyonu).....	33
Şekil 4.6 Açık gri renkli kriptokristalin dokulu çamurtaşı biriminin a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Del-1 (Sinap formasyonu)	33
Şekil 4.7 Kriptokristalin dokulu çamurtaşı birimi içerisindeki boşlukların kalsit mineralleriyle doldurulmasının a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Ber-1 (Sinap formasyonu)	34

Şekil 4.8 Litarenitleri oluşturan kuvars (K), biyotit (B), muskovit (M), glokofan (G) ve opak (O) minerallerinin mikritik içerisindeki a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Kum-7 (Lezgi formasyonu)	35
Şekil 4.9 Sparitik kireçtaşı örneğinin a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Su-10 (Lezgi formasyonu)	35
Şekil 4.10 Mikritik karakterli kireçtaşının a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Düz-2 (Pazar formasyonu).....	36
Şekil 4.11 D4 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)	39
Şekil 4.12 Kum1 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)	40
Şekil 4.13 Kum 9 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)	41
Şekil 4.14 Su1 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)	42
Şekil 4.15 C3 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)	43
Şekil 4.16 D1 no'lu çamurtaşı örneğin a. tüm kayaç, b. havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü (GLK) ve d,e. fırınlanarak (300 °C- 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi (Lezgi formasyonu).....	44
Şekil 4.17 Su 4 no'lu çamurtaşı örneğin a.tüm kayaç, b. havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü GLK) ve d,e. fırınlanarak (300 °C - 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi (Lezgi formasyonu)	45
Şekil 4.18 Su 11 no'lu çamurtaşı örneğin a.tüm kayaç, b.havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü GLK) ve d,e fırınlanarak (300 °C- 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi (Lezgi formasyonu)	46
Şekil 4.19 Su-11 no'lu yeşil renkli çamurtaşı örneğindeki yapraksı levhalardan oluşan simektit mineralinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)	48

Şekil 4.20 Kum 11 no'lu kahverenkli çamurtaşı örneğinde peteksi dokulu simektit mineralinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)	48
Şekil 4.21 Kum-11 no'lu örnekteki simektit mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)	49
Şekil 4.22 Kum- 3 no'lu çamurtaşı örneğinde dolomit mineralinin (D) çevresinde ve üzerinde gelişen klorit mineralinin (Kl) SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)	50
Şekil 4.23 Su-3 no'lu çamurtaşı örneğindeki analsim mineralinin (A) çevresinde ve üzerinde gelişen klorit mineralinin (Kl) SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)	51
Şekil 4.24 Su-3 no'lu çamurtaşı örneğindeki klorit mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)	51
Şekil 4.25 Kum-3 no'lu çamurtaşı örneğindeki dolomit mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)	52
Şekil 4.26 Su-6 no'lu kiltası örneğindeki özşekilli analsim mineralinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)	53
Şekil 4.27 Özşekilli analsim mineralinin yakından görünümü	53
Şekil 4.28 Su-6 no'lu çamurtaşı örneğindeki özşekilli analsim mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)	54
Şekil 4.29 Kum-11 no'lu çamurtaşı örneğinde volkan camının yıkanması sonucunda oluşan kil mineralleşmesinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)	55

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 4.1 İnceleme alanında Alt Eosen yaşlı Lezgi formasyonunu temsil eden çamurtaşı birimine ait örneklerin mineralojik bileşimleri [Kil Mineralleri (Simektit, klorit, illit)] (Kum, Su, B, C, D: Yiğitbelen Sırtı, Ber: Kızılcabayır tepe)	38
---	----

SİMGELER DİZİNİ

Al	Alüminyum
Ca	Kalsiyum
Fe	Demir
Na	Sodyum
H	Hidrojen
O	Oksijen
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Si	Silis
Ti	Titan
Au	Altın

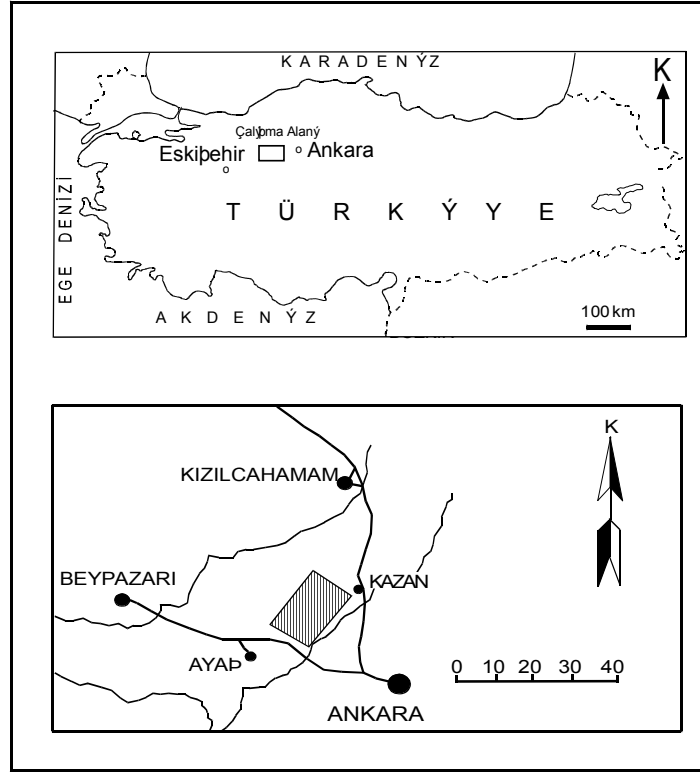
KISALTMALAR

AD	Havada Kurutulmuş
ASTM	American Standart for Testing Material
A.Ü.	Ankara Üniversitesi
BİTAUM	Ankara Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
EDS	Eneji Dispersiv Spektroskopisi
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GLK	Etilen Glikollü
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
ODTÜ	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
MTA	Maden Tetkik ve Arama
N	Normal
ÖSK I	Ölçülü Stratigrafik Kesit I
ÖSK II	Ölçülü Stratigrafik Kesit II
ÖSK III	Ölçülü Stratigrafik Kesit III
ÖSK IV	Ölçülü Stratigrafik Kesit IV
ÖSK V	Ölçülü Stratigrafik Kesit IV
ÖSK VI	Ölçülü Stratigrafik Kesit VI
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
XRD	X-Işınları Kırınım Yöntemi

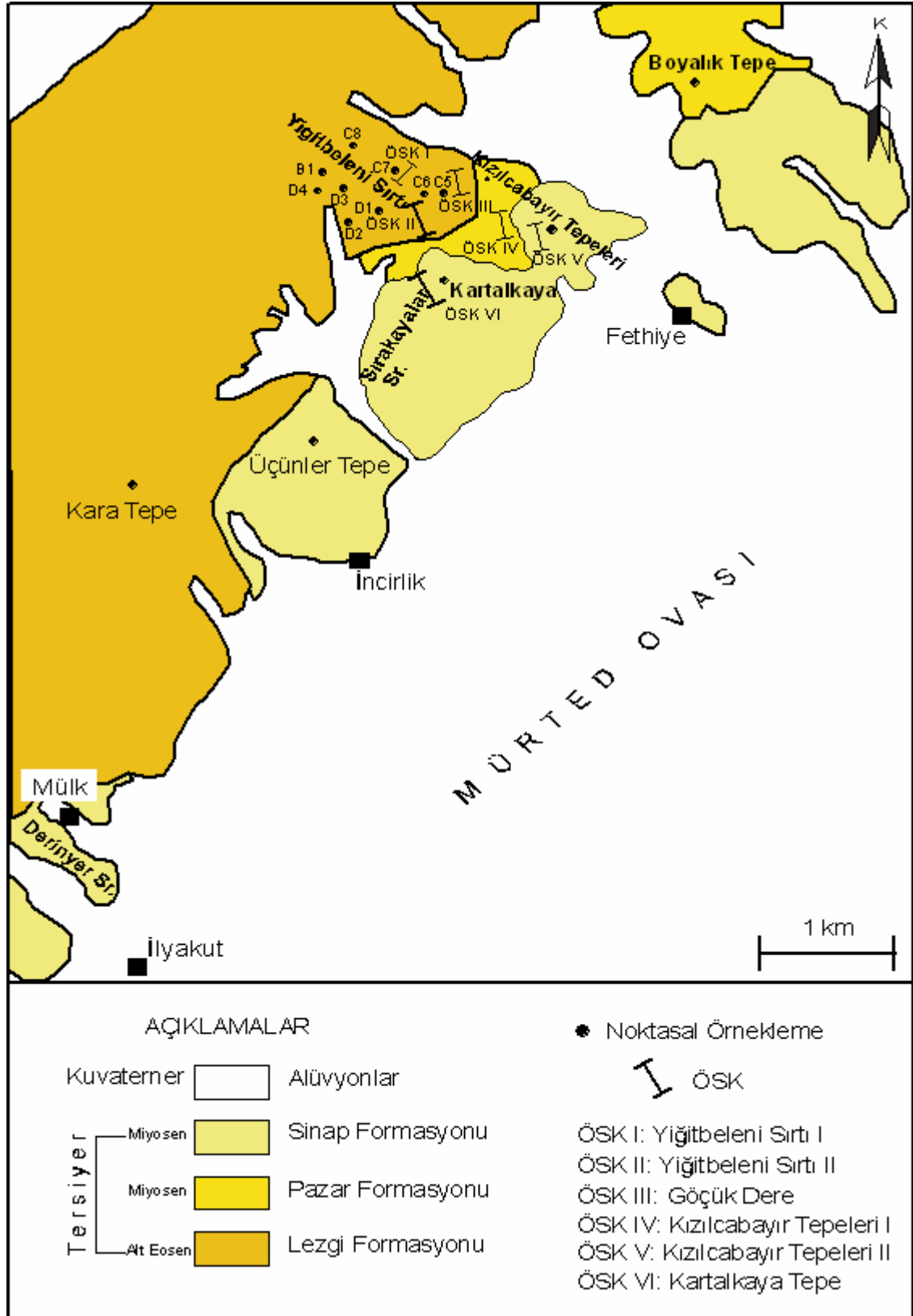
1. GİRİŞ

1.1 İnceleme Alanı

İnceleme alanı, İç Anadolu bölgesinde Ankara ili Kazan ilçesinin güneybatısında İncirlik köyü çevresinde yer almaktadır (Şekil 1.1-1.2). Yaklaşık olarak 150 km² ' lik bir alanı kapsayan bu bölge 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan Bolu H29 d1 ve d4 paftaları içerisinde bulunmaktadır.



Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası



Şekil 1.2 İnceleme alanının örnekleme haritası (Erişen ve Ünlü 1980)

1.2 Çalışmanın Amacı

İnceleme alanındaki başlıca yerleşim merkezleri İlyakut, Mülk, İncirlik ve Fethiye köyleri olup, Kazan ilçesinin sınırları içerisinde bulunmaktadır. İnceleme alanında Kartalkaya Tepe, Kızılbayır Tepeleri, Sırakayalar Sırtı ve Yiğitbeleni Sırtı başlıca yükseklikleri oluşturmaktadır (Şekil 1.2).

Bu çalışma ile Kazan'ın güneybatısında İncirlik köyü civarında geniş bir alanda yayılım gösteren, Tersiyer yaşlı görsel birimlerin kil mineralojisinin ve sedimantolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle inceleme alanındaki kil mineralleri ile bunlara eşlik eden diğer mineral oluşumları belirlenerek, bunların birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Diğer yandan saha ve mineralojik veriler kullanılarak kil mineralleri ile bunlara eşlikçi diğer minerallerin oluşum koşulları ortaya konularak bu zaman sürecindeki havza çökel sistemi açıklanmaya çalışılmıştır.

1.3 Materyal ve Metod

Bu tez çalışması arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere 3 aşamada yürütülmüştür.

1.3.1 Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları 2003 yılının Mayıs ayında başlanmış ve 2003 yılının Eylül ayında tamamlanmıştır. İnceleme alanının 1/25.000 ölçeğindeki temel jeoloji haritaları MTA Genel Müdürlüğü'nden temin edilerek, çalışmada kullanılmak üzere uygun biçimde revizyona tabii tutulmuştur. İnceleme alanındaki çamurtaşı, kumtaşı, kireçtaşı ve dolomit birimlerinin ilişkileri ölçülü stratigrafik kesitler ile incelenmiştir. Ölçülü stratigrafik kesitler (ÖSK) çelik metre ile ölçülerek alınmıştır. Bu kesitler Yiğitbeleni Sırtı I, Yiğitbeleni Sırtı II, Göçük Dere, Kızılcabayır Tepeleri I, Kızılcabayır Tepeleri II ve Kartalkaya Tepe olarak isimlendirilmiştir (Şekil 1.2).

Sahadan ölçülü stratigrafik kesitler ile noktasal olarak derlenen örnek sayısı 48 olup, bunların 41 adeti çamurtaşı, 4 adeti kumtaşı, 1 adet dolomit ve 2 adeti kireçtaşı litolojisindedir. İncelenmek üzere alınan örnekler yaklaşık 1 kg olup, bunun bir kısmı inceleme (ince kesit, XRD, SEM) için ayrılmış geri kalan miktar ise şahit örnek olarak saklanmıştır.

1.3.2 Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, sahadan alınan kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik tayinleri ile başlatılmıştır. Bu kayaç örneklerinden sert örnekler standart teknikler kullanılarak ince kesit yapılmıştır. İnce kesitler Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği İnce Kesit Laboratuvarında hazırlanmıştır. Yapılan ince kesitler Leitz marka polarizan mikroskopta incelenmişlerdir. Bu incelemeler sonucunda farklı fasiyelerde gelişen örneklerin mineralojik, petrografik ve dokusal özellikleri belirlenerek kayaç adlamaları yapılmıştır.

Mikroskobik incelemelerde tanımlamaları yapılamayan örnekler ile yumuşak örneklerin mineralojik bileşimleri X-Işınları Kırınım (XRD) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Tüm kayaç X-Işınları Kırınımının çekimi Ankara Üniveritesi Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde (BİTAUM) bulunan Rigaku-Geigerflex marka X-Işınları Kırınım yöntemi ile yapılmıştır. Kil minerallerince zengin örneklerdeki kil mineral tiplerini belirlemek amacıyla normal (N), etilen glikollü (EG) ve fırınlanmış olmak üzere kil fraksiyonu çekimi gerçekleştirilmiştir. Bu çekimler ise MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji (MAT) Dairesi Laboratuvarındaki Rigaku-Geigerflex marka XRD cihazında gerçekleştirilmiştir. Difraktogramların değerlendirilmesinde American Standart for Testing Material (ASTM 1972) kartoteksi esas alınmıştır.

Kil minerallerinin kristal şekli, boyutu ile bu minerallerin bulunduğu diğer minerallerle olan ilişkileri Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM) incelenmiştir. Ayrıca, bu sisteme bağlı enerji yayımlı X-Işınları analizi (EDS) ile bu örneklerin kimyasal

bileşimleri belirlenmiştir. SEM incelemeleri Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığında (TPAO) yapılmış olup, EDS ise Tracor X-Işınları markalı cihazlardan alınmıştır.

1.3.3 Büro çalışmaları

Büro çalışmaları kapsamında, arazide yapılan çalışmalar ile laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirilerek yorumlanmıştır. Tez yazımı sırasında harita ve ölçülü stratigrafik kesitler (ÖSK) Macromedia Freehand 10.0 çizim programı kullanılarak çizilmiştir.

Bu tezin yazımı; arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri sonucu elde edilen veriler yorumlanarak yapılmıştır.

1.4 Önceki Çalışmalar

Ankara civarı, Oligosen ve Pliyosen arasında Anadolu'da etkin olan Tersiyer volkanizmasının önemli merkezlerinden biridir. Bu nedenle Ankara-Çankırı-Çubuk dolaylarında yüzlekler veren ve stratigrafik ilişkilere dayanarak Alt Eosen ve Neojen yaşlı olarak tanımlanan volkaniklerin jeolojisi, jeokimyası ve petrografisi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ayrıca, inceleme alanı ve yakın çevresinde jeolojik ve paleontolojik çalışmaların bulunmasına karşın, mineralojik ve sedimantolojik amaçlı yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan jeolojik, paleontolojik, mineralojik ve sedimantolojik çalışmalar sırasıyla aşağıda özetlenmiştir.

Salomon-Calvi (1940) Ankara dolayındaki litostratigrafik serilerin; Dikmen grovak serisi, Çaldağ kalkerleri, Yakacık Liyası, İstanbul boğazı Jurasığı, Karyağdı dağı flişleri ve Ayaş dağı Neojeni ile devam eden serilerden oluştuğunu belirtmiştir.

Erol (1954) 1/100.000 ölçekli Gerede 40-1, 40-2 ve 40-3 nolu paftaları kapsayan çalışmasında, Köroğlu volkaniklerinin Üst Kretase'den itibaren oluşmaya başladığını ve en yüksek düzeye Miyosen sırasında ulaştığını ifade etmiştir.

Şengün (1971) Ayaş yöresinde volkanizmanın Alt Miyosen'de başladığını ve piroklastik kayalarla bunların üzerine gelen andezitik-bazaltik lav akıntıları ile temsil edildiğini ve Alt Pliyosen'e kadar çeşitli fazlarla devam ettiğini belirtmiştir.

Büyükönel (1971) Ankara volkaniklerinde yaptığı mineralojik çalışmada andezitik kayaları mineralojik bileşimlerine göre; biyotit – andezit, hornblend – andezit, biyotit – ojit andezit, hornblend – biyotit andezit, hornblend - ojit andezit, hornblend – biyotit ojit andezit olmak üzere altı gruba ayırmıştır.

Ünlü (1974) Jeotermal amaçlı çalışmasında, volkanitleri alt ve ara lav olarak ayırtlamış, ara lavların Eosen, ara lavların ise; Miyosen yaşlı olduklarını belirtmiştir.

Ürgün (1974) Ankara'nın 30 km. batısında Sincan köyü ile Ayaş kazası arasında kalan bölgeyi jeolojik ve jeotermik enerji yönünden incelemiştir.

Ataman (1976) Çayırhan bölgesindeki Mio-Pliosen yaşlı analsimce zengin serilerin görsel fasiyeste piroklastik malzemenin hidrolizi sonucu çözülme madde bakımından zenginleşen çözeltilerden itibaren otijenik olarak oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca, zeolit formasyonlarının zaman ve mekan açısından plakaların kenar bölgeleri ile ilgili olabilecekleri görüşünü ileri sürmüştür.

Ataman (1977a,b) Batı Anadolu'da 7 ayrı bölgede yaptığı araştırmasında, Neojen yaşlı sedimanter kayalarda zeolit minerallerinden klinoptilolit ve analsimi saptamış ve klinoptilolitli serilerin ekonomik değerde olabileceklerini ortaya koymuştur.

Erişen ve Ünlü (1980) Ankara çevresinde daha önce jeotermal amaçlı yapılan çalışmaları derleyerek bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamışlardır.

Ataman ve Gündoğdu (1981, 1982) Tersiyer ve özellikle Neojen yaşlı analsim oluşumlarının Anadolu'da geniş bir yayılıma sahip olduklarını, bunların piroklastik malzemenin yanı sıra bindirme ve itilmelere maruz kalmaları nedeniyle ofiyolitlerle beraber bulduklarını göstermişlerdir. Sedimentasyon havzalarındaki analsimin

dolomit, opal-CT ve kalsit ile birlikte süspansiyon ve çözelti malzemedan oluştuklarını belirtmişlerdir.

Tankut (1985) Ankara yöresindeki Neojen yaşlı volkanik kayaçları ortaç-asidik kalkalkalen ve bazik alkalen olarak iki grupta toplamıştır.

Lünel (1987) Ankara güneybatısında bulunan Balkuyumcu volkanik kompleksini incelemiş ve bunları Geç Oligosen ve Erken Miyosen yaşına ait Dağdoğanlı ve Kargabedir volkanik kayaçları olarak sınıflamıştır.

Gökten vd. (1988) Ankara kuzeybatısında Bağlum-Kazan arasında yer alan Geç Kretase-Pliyosen yaşlı serilerin stratigrafisini ve tektoniğini incelemişlerdir.

Çayırılı (1988) Ankara ili çevresinde bulunan Neojen yaşlı gölsel volkanosedimanter çökelleri ekonomik yönden araştırarak, zeolit yataklanmalarını incelemiştir.

Tankut ve Türkmenoğlu (1988) Ankara yöresindeki mafik lav akıntılarının Orta Miyosen'den başlayan Geç Pliyosen'e kadar süren volkanik etkinliğin son ürünleri olduğunu ve alkali karakterli olup lerzolit mantonun bölümsel ergimesiyle oluştuklarını belirtmişlerdir.

Türkecan vd. (1991) Bolu-Çankırı arasındaki Neojen yaşlı volkanik kayaçlarında, Erken-Geç Miyosen arasında etkili kalkalkalen karakterde ve Erken Pliyosende etkisini göstermeye başlayan şoşonitik karakterde iki tip volkanizma olduğunu belirtmiştir.

Seyitoğlu ve Büyükönal (1995) Ankara volkanik kayaçlarını ortaç-asidik ve kalkalkalen, andezit ve dasitler olarak iki gruba ayırmış ve bu volkanik kayaçların K-Ar yaş analizlerine göre Orta Eosen yaşta olduğunu belirtmişlerdir.

Akyürek vd. (1996) Ankara ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynaklarını araştırmışlar ve Ankara ili ile çevresinin stratigrafisini detaylı olarak ortaya koymuşlardır.

Gökten vd. (1996) Ayaş-Güdül-Çeltikçi bölgesinde etkili olan Tersiyer volkanizması ve bu bölgenin tektonik gelişimini incelemiş ve bölgede volkanizma ile genç sedimanter basen oluşumlarını kontrol eden mekanizmayı açıklamaya çalışmışlardır.

Temel (2001) çalışması, kuzeybatı Sivrihisar-Oğlakçı köyündeki çarpışma sonrası Miyosen alkalın volkanizmasının petrografisi ve jeokimyasına yöneliktir. Volkanik kayaçların bazaltik ve trakitik karakterde olduklarını belirlemiş ve bu kayaçların petrografik tanımlamalarını yaparak jeokimyasal karakterlerini incelenmiştir. Bu kayaçların ana oksit - iz element ve 87/86 Sr izotop jeokimyasını da ortaya koyarak bunların oluşum şekli, yaşı ve kökenini aydınlatmaya çalışmıştır.

Varol (2001) Balkuyumcu (GB Ankara) volkanitlerinin petrolojisi ve jeokimyasını araştırmış ve bölgedeki volkanitleri bazaltik trakiandezit, trakiandezit, andezit, dasit ve riyolit olarak incelemiştir.

Fortelius *et al.* (2003) Ankara'nın kuzeybatısında Kazan bucağı civarındaki memeli fauna lokalitesindeki fosil tiplerini incelemiş ve bu alanda mostra veren Sinap Formasyonunun yaşını memeli fauna topluluklarına göre Miyosen olduğunu belirtmişlerdir.

2. STRATİGRAFI

2.1 Genel Tanım

İnceleme alanı ve çevresinin genel jeolojisi, stratigrafisi ve jeolojik evrimine yönelik olarak yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Şekil 2.1). Bu çalışmalarda özellikle temel kayalar ile genç birimler litostratigrafik olarak ayırtlanmış ve formasyon mertebesinde tanımlanmışlardır. Bunlara ilaveten Ankara ili, Kazan bucağının kuzeybatısında Sinap Tepe civarında yaygın mostraları izlenen memeli fauna lokasitesindeki fosil tiplerine yönelik yürütülen en kapsamlı çalışma; MTA, Ankara Üniversitesi, Teksas ve Helsinki Üniversite'leri ile ortak proje halinde sürdürülen "Sinap Projesi" çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Fortelius *et al.* (2003) tarafından yapılan ve paleontolojik veriler kullanılarak ortaya konulan stratigrafi sadece Miyosen yaşlı birimleri içermesi nedeniyle Şekil 2.1 de gösterilmemiştir. Bu çalışmada; bölgede gerçekleştirilen en yeni jeoloji çalışması olması, Fortelius *et al.* (2003) ile Erişen ve Ünlü (1980) tarafından kurulmuş olan Miyosen stratigrafisinin birbirine benzemesi nedeniyle bu araştırmacılar tarafından kullanılan formasyon isimleri temel alınmıştır.

İnceleme alanında tanımlanan Tersiyer (Erken Eosen - Miyosen) yaşlı litostratigrafik birimlerin tabanında yer alan Paleozoyik yaşlı şist, kuvarsit, kristalize kireçtaşları ile Mesozoyik yaşlı kumlu ve killi kireçtaşından oluşan birimler ayırtlanmadan Tersiyer öncesi temel birimler şeklinde verilmiştir (Şekil 2.2).

YAŞ	Erişen ve Ünlü (1980)	Akyürek vd. (1996)	Gökten vd. (1996)
KUATERNER			
ÜST PLİYOSEN	Sinap Formasyonu	Bozdağ bazaltlı Gölbaşı Formasyonu	Memlik Formasyonu
ALT PLİYOSEN			
ÜST MİYOSEN	Pazar Formasyonu	Ara Lav	Parmaklıktepe Formasyonu
ORTA MİYOSEN			
ALT MİYOSEN			
OLİGOSEN	Karataş Formasyonu	Alt Lav	Miskinedere Form.
ÜST EOSEN			
ORTA EOSEN	Sarıkaya form.	Deliler Volkaniti	Uzunçarşidere Formasyonu
ALT EOSEN	Bünüş form. Lezgi form.	Mahmutlar Formasyonu	
PALEOSEN	Asmalı Formasyonu	Dizilitaşlar Formasyonu	
ÜST KRETASE	Dikmendede form	Samanlık Form. Ilıcapınar Form.	Dikmendede t. F.
	Çakmalı form	Kılıçlar Grubu	Kapaklı of. Karmaşığı
ALT KRETASE	Göksivri form	Eldivan of. Karmaşığı	
ÜST JURA	Aktaş Formasyonu	Akbayır Formasyonu	Akbayır Formasyonu
ORTA JURA	Köserelikkızıği Formasyonu	Hasanoğlu Formasyonu	Kumludere Formasyonu
ALT JURA			Hasanoğlan Formasyonu
TRİYAS	Kapaklı Kireçtaşı	Ankara Grubu	Yakacık Formasyonu
PALEOZOİK	Aydıncık form. Karagüney şisti		

Şekil 2.1 İnceleme alanındaki birimler ve karşılaştırılması

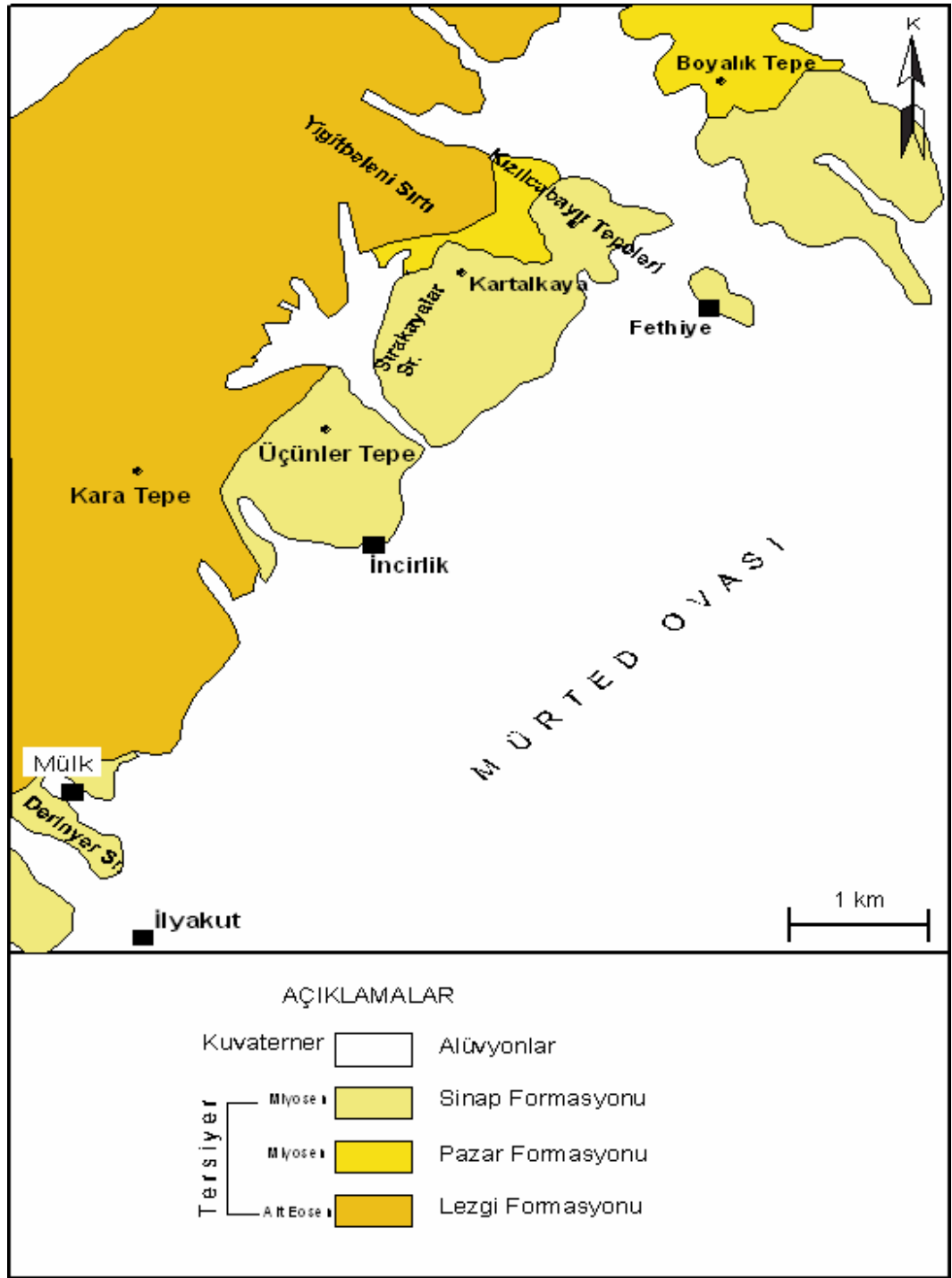
2.2 Tersiyer Öncesi Birimler (Temel Kayalar)

Sahanın en yaşlı kayaçları Paleozoyik yaşlı metamorfik fasiyeslerdir. Başlıca kalkşist, serizit şist, fillit, kuvarsit, kristalize kireçtaşı ve yeşil şistler ile temsil edilmektedir (Çayırılı 1988, Erişen ve Ünlü 1980). İnceleme alanının dışında daha çok Ayaş çevresinde ve yersel olarak Kirmir Çayı vadisinde mostraları izlenen kristalize kireçtaşlarının olasılıkla Permo – Karbonifer veya Permian yaşlı olduğu belirtilmiştir.

2.3 Tersiyer

İnceleme alanındaki Tersiyer birimleri Erken Eosen yaşlı Lezgi, Miyosen yaşlı Pazar ve Sinap formasyonu adı altında incelenmiştir (Şekil 2.2-2.3).

Mesozoyik birimleri Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı ve Geç Kretase yaşlı kırıntılı birimler ile temsil edilmektedir (Çayırılı 1988, Erişen ve Ünlü 1980). Üst Jura kireçtaşlarının bol miktarda ammonit fosili içerdiği ve Orta Jura – Alt Kretase kireçtaşlarının ise fosilli ve yer yer kumlu ve killi kireçtaşı özelliğinde olduğu ifade edilmiştir. İnceleme alanında Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimlere rastlanılmamıştır.



Şekil 2.3 İnceleme alanının jeoloji haritası (Erişen ve Ünlü 1980)

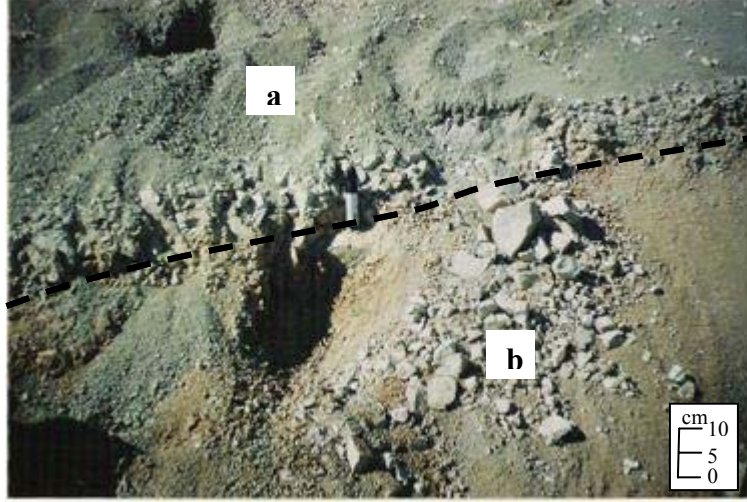
2.3.1 Lezgi formasyonu

Lezgi formasyonu inceleme alanımızın kuzeyinde yer alan Lezgi köyü çevresinde tipik mostra vermesi nedeniyle adını buradan almıştır (Erişen ve Ünlü 1980). Lezgi köyü güneyinden Memlik köyü dolayları ve Orhaniye ile Teşrek köyü civarında geniş yayılımlıdır. İnceleme alanımızda Mülk ve İncirlik köyünün kuzeybatı kesiminde yer almakta olan Lezgi formasyonun en iyi gözlemlendiği mostra alanları Kartalkaya Tepe ve Yiğitbeleni Sırtıdır (Şekil 2.4). Bu alanlarda yeşil, beyaz, kahverengi, bej ve kiremit kırmızısı renkli çamurtaşı, kumtaşı ve dolomit ile temsil edilmektedir.



Şekil 2.4 Yiğitbeleni Sırtında Lezgi formasyonunun uzaktan görünümü

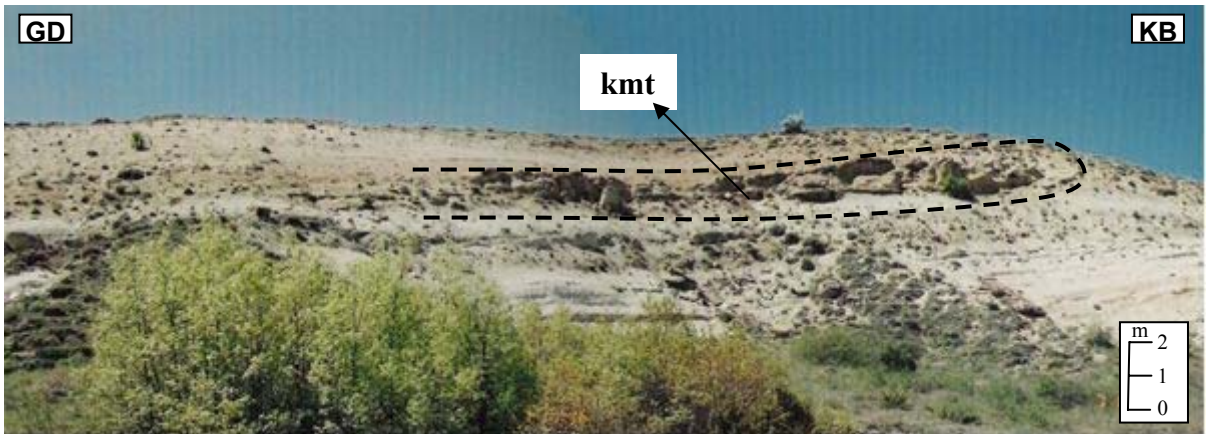
Yiğitbeleni Sırtındaki çamurtaşları yeşil, kahverenkli, bej, koyu kahverenkli, açık pembe ve beyaz renklidir (Şekil 2.5). Sahada alacalı renklerde izlenen birimin kalınlığı 30 cm. ile 6 m. arasında değişmektedir. Çamurtaşı birimi ile birkaç kez ardalanmalı olarak bulunan kumtaşı birimi sarımsı bej ve yeşil renkleri ile tipik olup, çok ince tanelidir (Şekil 2.6). Kalınlığı 2 m. olarak ölçülen kumtaşı birimi sahada sert çıkıntılar oluşturacak şekilde mostra vermektedir.



Şekil 2.5 Lezgi formasyonunu oluşturan a.açık yeşil ve b.bej renkli çamurtaşı birimlerinin yakından saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)

İnceleme alanında Tersiyer yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunan Lezgi formasyonu üzerinde, yine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Pazar formasyonu bulunmaktadır.

Lezgi formasyonunun kalınlığı Yiğitbeleni Sırtındaki ölçülü stratigrafik kesitlerde 21 m. ve 25 m., Göçük dere kesit alanında ise 55 m.'dir. Ünlü (1974) ise Lezgi formasyonunun kalınlığını Lezgi köyü çevresinde 200 m., Pazar bucağı çevresinde 200 m. - 300 m. civarında olduğunu belirtmiştir.



Şekil 2.6 Lezgi formasyonunu oluşturan kumtaşı biriminin (kmt) uzaktan saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)

Lezgi formasyonu içerisinde tarafımızdan ve daha önceki çalışmacılar tarafından herhangi bir fosil bulgusuna rastlanılmamıştır. Bu nedenle yaşı izafi olarak Ünlü ve Erişen (1980)'e göre üstünde yer alan Sarıkaya formasyonu ile tedrici geçişler sunması ve Lütesiyen'den yaşlı olacağı varsayılarak Erken Eosen olduğu belirtilmiştir.

2.3.2 Pazar Formasyonu

Pazar formasyonu inceleme alanının dışında yer alan Pazar bucağı civarında tipik mostra vermesi nedeniyle adını buradan almıştır. Formasyon ilk olarak Ünlü (1974) tarafından tanımlanmıştır. Bu formasyon Ankara'nın GB'sında Ayaş doğusunda ve Kazan ilçesi dolaylarında yaygın örtüler oluşturur. Ayrıca, Pazar bucağı, Ovacık Köyü güney ve doğusunda geniş yayımlıdır (Erişen ve Ünlü 1980). Tüf, kül, kum, lav breşi, kireçtaşı, killi kireçtaşı, konglomera, kumtaşı, tüfit, kiltası, marn, silttaşı ve aglomeralardan oluşan Pazar Formasyonu kısa aralıklarla yanal ve dikey değişimler gösterir ve ara lavlarla girik durumdadır. Bu yüzden formasyon yörelere göre farklı istiflenmeler göstermektedir.

İnceleme alanında Pazar formasyonu Kızılcabayır Tepeleri civarında mostra vermektedir (Şekil 2.3). Sahada beyaz, kahverengi, bej, kiremit rengi ve yeşilimsi kahverenkleri ile belirgin olan birim çamurtaşı, dolomitik kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Çamurtaşları kahverengi ve beyaz renkleri ile tipik olup, kalınlıkları 10-15 m. arasında değişmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Kızılcabayır Tepesinde Pazar formasyonunun uzaktan saha görünümü

Dolomitik kireçtaşları kiremit renkli olup, Kızılcabayır Tepesinde istifin taban seviyesine yakın kesimlerde çamurtaşı birimi arasında yer almaktadır. Bu alanda çamurtaşı birimi bej ve kahverenklerinin tonlarında izlenmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Pazar formasyonunu oluşturan bej ve kahverenkli çamurtaşı biriminin saha görünümü (Kızılcabayır Tepe I no'lu ÖSK)

İstifteki kalınlıkları 50 cm ve 2 m arasında değişen çamurtaşları istifin üst kısımlarına yakın kesimlerde oldukça sert, buna karşın alt seviyelerde daha yumuşak dokulu oldukları belirlenmiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Pazar formasyonunu oluşturan yumuşak dokulu krem, açık kahverenkli çamurtaşı biriminin saha görünümü (Kızılcabayır Tepe I no'lu ÖSK)

Pazar formasyonunun kalınlığı Kızılcabayır Tepede 7.5 m olarak ölçülmüştür. Pazar formasyonu için maksimum kalınlık 450 m. olarak belirtilmiştir (Ünlü 1974).

Pazar formasyonu Lezgi formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Üst sınırında ise Sinap formasyonu uyumlu olarak yer almaktadır.

İnceleme alanımızda Pazar formasyonu içerisinde fosil bulgusuna rastlanılmamıştır. Bölgede yapılan daha önceki çalışmalarda Erişen ve Ünlü (1980) Pazar formasyonunda, diatome türlerinden *Alburnus* sp., *Pityosporites mikrosclatus* (POT ?) TH ve PF, *Polyporapollerites undulata* (WOLFF), *Tricolpopollerites densus* PF., *Planorbidae* *Planorbarius* sp., *Planorbis* indet belirlediklerini ifade etmişlerdir. Bu fosil içeriğine göre birimin yaşı Miyosen olarak belirtilmiştir.

2.3.3 Sinap Formasyonu

Ankara ili Kazan bucağının yaklaşık 5,5 km kuzeybatısında ayrıntılı olarak incelenen bu formasyona, Sinap Tepe coğrafi ismine izafeten Sinap Formasyonu adı verilmiştir (Erişen ve Ünlü 1980). İnceleme alanımızda da İlyakut ve İncirlik köyleri çevresinde geniş yayılım sunmaktadır (Şekil 2.3).

Sinap formasyonu tipik mevkii olan Sinap Tepede kahve, boz, sarıca, beyaz renklerde, yer yer belirgin ince, orta, kalın tabakalı, ufalanır sertlikte, kırıklı, gevşek tutturulmuş ve kumdan çakıla değişen dokulu konglomera ve kumtaşından oluşmaktadır (Erişen ve Ünlü 1980). İnceleme alanında ise Kartalkaya Tepe ve Kızılcabayır Tepesinde kumtaşı ve çamurtaşı litolojisinde izlenmiştir (Şekil 2.10). Kartalkaya Tepede krem, beyaz renkli kumtaşı ve çamurtaşından oluşan birimin kalınlığı 20 m olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.10 Kartalkaya Tepede Sinap formasyonunu oluşturan a.kumtaşı ve b.çamurtaşı birimlerinin saha görünümü

Kartalkaya Tepesindeki çamurtaşı birimi istifin taban seviyesinde 10 m kalınlığında bulunur.

İnceleme alanında Kızılcabayır Tepede Sinap formasyonunun egemen litolojisini beyaz, koyu kahverenkli ve yeşilimsi kahverenkli çamurtaşı biriminden oluşmaktadır. Çamurtaşı birimi bu kesit alanında 22.5 m. olup, ince lamine karakter özelliği sergilemektedir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Sinap formasyonunu oluşturan laminalı çamurtaşlarının saha görünümü (Kızılcabayır Tepe II no'lu ÖSK)

Sinap formasyonu uyumlu olarak Pazar formasyonu üzerinde yer alır. Bu formasyonun üzerinde uyumsuz olarak Kuvaterner birimleri bulunmaktadır.

Sinap formasyonunun kalınlığının 300 m. civarında olduğu Ünlü (1974) tarafından belirtilmiştir. İnceleme alanındaki kesit alanında kalınlığı yaklaşık 30 m olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanında formasyonun yaşını kesin olarak verecek bir fosil topluluğuna rastlanamamıştır. İnceleme alanımızın kuzeyinde Sinap Tepe civarında çok sayıda memeli fosil yatağından derlenen omurgalı faunasına göre formasyonun yaşının Miyosen olduğu belirtilmiştir (Fortelius *et al.* 2003).

2.4 Kuvaterner

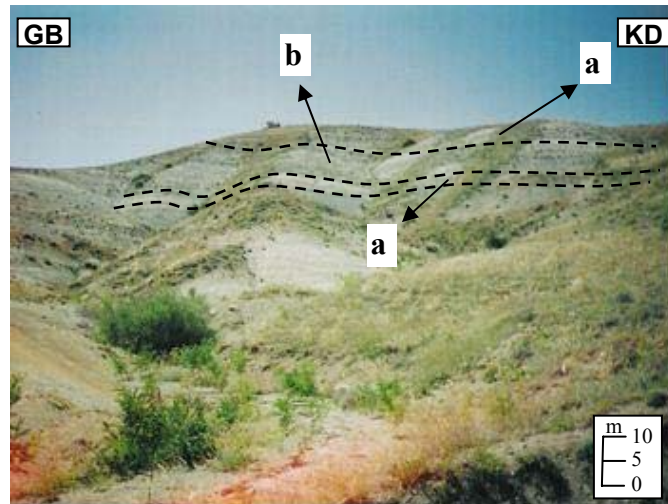
Miyosen yaşı göl sel birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunan Kuvaterner yaşı birimler kırmızı-kahverenkli çakıl, kumtaşı ve alüvyon ile temsil edilir. Alüvyon çökelleri, genelde pekişmemiş veya çok az pekişmiş kum, kil ve çakıldan oluşmuştur.

3. SEDİMANTOLOJİ

İnceleme alanındaki Tersiyer yaşlı birimlerin sedimentolojisi, bu birimlerin litoloji gruplarına göre ele alınmıştır. Bunun için Lezgi, Pazar ve Sinap formasyonlarında; çamurtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı olarak ayrılan litoloji gruplarının sedimentolojisi sırayla aşağıda açıklanmıştır. Arazide bu litoloji topluluklarının düşey yönde birbirleri ile olan ilişkileri, yanal yöndeki devamlılıkları araştırılmış ve en iyi temsil edildiği yerlerden stratigrafi kesitleri ölçülmüştür. Bu ÖSK'lerden derlenen örnekler, makroskobik olarak renk, sertlik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak elde edilen veriler de bu birimlerin sedimentolojik özelliklerinin açıklanmasında kullanılmıştır.

3.1 Çamurtaşı Birimi

Çamurtaşı birimi inceleme alanındaki Lezgi, Pazar ve Sinap formasyonlarının egemen litolojisini oluşturur. Lezgi formasyonuna ait çamurtaşı birimi Yiğitbeleni Sırtı bölgesinde mostra verir (Şekil 3.1). Sahada beyaz, bej, sarı, kahverengi ve yeşil renkleri ile tipiktir. Çamurtaşı birimi, Lezgi formasyonuna ait ölçülen kesitlerde istifin hemen hemen her seviyesinde farklı renk ve kalınlıklarda izlenir. Yiğitbeleni Sırtı I no.lu kesit alanında yeşil, kahverengi, bej, beyaz, açık bej, açık pembe ve sarı renklerde gözlenir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Lezgi formasyonunu oluşturan a.beyaz ve b.yeşil renkli çamurtaşı biriminin uzaktan saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)

Y A Ş	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	A Ç I K L A M A L A R
A L T	L E Z G İ F O R M A S Y O N U	3		Kum15	Yeşil renkli çamurtaşı
		1		Kum14	Kahverenkli çamurtaşı
		0,5		Kum13	Yeşil renkli çamurtaşı
		0,3		Kum12	Bej renkli çamurtaşı
		2		Kum11	Koyu kahverenkli çamurtaşı
		1,5		Kum10	Sarımsı bej renkli kumtaşı
		2		Kum9	Yeşil renkli çamurtaşı
		0,3		Kum8	Beyaz renkli çamurtaşı
		1		Kum7	Sarımsı bej renkli kumtaşı
		0,5		Kum6	Açık yeşil renkli çamurtaşı
		1		Kum5	Bej renkli çamurtaşı
		1		Kum4	Açık bej renkli çamurtaşı
		2		Kum3	Açık pembe renkli çamurtaşı
		4		Kum2	Beyaz, bej renkli çamurtaşı
		0,3		Kum1	Sarı renkli çamurtaşı

Şekil 3.2 Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK I)
(GPS Koordinatları: 59 412 D; 43 508 K)

0.3 - 4 m. kalınlığında ölçülen birim kumtaşı birimi ile ardalanmalı olarak bulunur. Kumlu birimlerle olan dokanaklarında kumlu çamurtaşı litolojisinde izlenir. Yiğitbeleni

Sırtı II no.lu kesit alanında kahverengi, yeşil ve beyaz renklerde izlenen birimin kalınlığı 0.3 - 6 m. arasındadır (Şekil 3.3). Birim bu kesit alanında da kumtaşı birimi ile ardalanmalı olarak bulunur (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 Lezgi formasyonunu oluşturan a. açık yeşil renkli çamurtaşlarının saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı ÖSK II)

Göçük dere kesit alanında istifin tüm seviyelerinde izlenen ve egemen litolojiyi oluşturan birim kahverengi ve beyaz renkleri ile tipiktir (Şekil 3.5). Burada birimin yaklaşık olarak kalınlığı 55 m. ölçülmüştür.

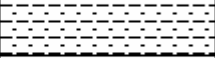
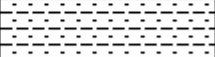
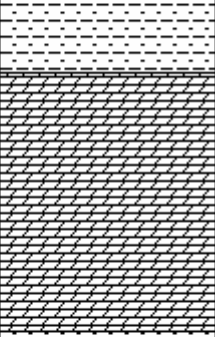
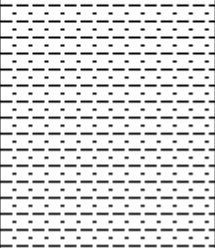
Y A Ş	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	A Ç I K L A M A L A R
A L T	L E Z G İ F O R M A S Y O N U	6		Su11	Yeşil renkli çamurtaşı
		2		Su10	Beyaz renkli Kireçtaşı
		0,3		Su9	Beyaz renkli çamurtaşı
		2		Su8	Yeşil renkli kumtaşı
		0,5		Su7	Beyaz renkli çamurtaşı
		2		Su4	Yeşil renkli çamurtaşı
		2		Su5	Kahverenkli çamurtaşı
		0,5		Su6	Bej yeşilimsi çamurtaşı
		2		Su5	Kahverenkli çamurtaşı
		1		Su4	Yeşil renkli çamurtaşı
		4			Yeşil renkli çamurtaşı
		0,3		Su3	Sarı, kiremit kırmızimsı çamurtaşı
				Su2	Yeşil renkli çamurtaşı
		2		Su1	Koyu kahverenkli çamurtaşı

Şekil 3.4 Yiğitbeleni Sırtı II no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK II)
(GPS Koordinatları: 59 550 D; 43 315 K)

FORMASYON	Y A Ş	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	A Ç I K L A M A L A R
LEZGİ FORMASYONU	A L T E O S E N	10		C4	Beyaz çamurtaşı
		15		C3	Koyu kahverenkli çamurtaşı
		15		C2	Kahverenkli çamurtaşı
		15		C1	Beyaz çamurtaşı

Şekil 3.5 Göçük dere ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK III)
(GPS Koordinatları: 59 889D; 43 543 K)

İnceleme alanında Pazar formasyonunu oluşturan çamurtaşı birimi Kızılcabayır Tepe civarında mostra verir (Şekil 2. 3). Kızılcabayır Tepe I no'lu kesit alanında kahverengi ve bej renklere izlenen çamurtaşı birimi arasında dolomitik kireçtaşı seviyesi yer alır (Şekil 3.6). Tabanda 2 m. kalınlığındaki birim istifin üst seviyelerinde 0.5 ile 1 m. arasında değişmektedir.

Y A Ş	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	A Ç I K L A M A L A R
M İ Y O S E N P A Z A R	F O R M A S Y O N U	0,5		Düz4	Açık kahve, bej renkli çamurtaşı
		1		Düz3	Bej renkli çamurtaşı
		2		Düz2	Kiremit renginde dolomitik kireçtaşı
		2		Düz1	Kahverengi çamurtaşı

Şekil 3.6 Kızılcabayır Tepe I no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK IV)
(GPS Koordinatları: 60 304 D; 43 205K)

Sinap formasyonunu oluşturan çamurtaşı birimi Sırakayalar Sırtı ve Kartalkaya Tepe civarında yüzeylebilir. Kızılcabayır Tepe II no'lu kesit alanında egemen litolojiyi oluşturan birim beyaz, koyu kahverengi ve yeşilimsi kahve renklerde görülür (Şekil 3.7). Renk farklılaşması dikkate alındığında kalınlığı 5 m. ile 12.5 m. arasında değiştiği belirlenmiştir. Kartalkaya Tepe kesit alanında istifin taban seviyesinde yer alan çamurtaşı biriminin kalınlığı ise 10 m. dir (Şekil 3.8).

Y A Ş	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	A Ç I K L A M A L A R
M İ Y O S E N - P L İ Y O S E N	S İ N A P F O R M A S Y O N U	5		Ber3	Beyaz çok sert çamurtaşı
		5		Ber2	Koyu kahverenkli çamurtaşı
		12,5		Ber1	Yeşilimsi kahverenkli çamurtaşı

Şekil 3.7 Kızılcabayır Tepe II no'lu ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK V)
(GPS Koordinatları: 60 613 D; 43 187 K)

Y A Ş	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	A Ç I K L A M A L A R
M İ Y O S E N - P L İ Y O S E N	S İ N A P F O R M A S Y O N U	10		De12	Krem beyaz renkli kumtaşı
		10		De11	Krem beyaz renkli çamurtaşı

Şekil 3.8 Kartalkaya Tepe ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK VI)
(GPS Koordinatları 59 455 D; 42 876 K)

3.2 Kumtaşı Birimi

Birim inceleme alanının kuzeyinde Yiğitbeleni Sırtı ve Kartalkaya Tepe bölgelerinde yüzeylenir (Şekil 3.2 - 3.4 - 3.8). Lezgi formasyonunu oluşturan kumtaşı birimi stratigrafik olarak Yiğitbeleni Sirtında istifin orta seviyelerinde izlenir. Birimin kalınlığı yaklaşık olarak 1.5-2 m olarak ölçülmüş olup yine aynı kalınlıktaki çamurtaşı birimi ile birkaç kez ardalanmalı olarak bulunmaktadır. Özellikle Yiğitbeleni Sirtında ölçülen kesit alanlarında yeşil, sarımsı bej renklerde izlenir. Yiğitbeleni Sirtındaki kumtaşı seviyesi ince taneli lamine ve yüksek açılı çapraz tabakalanma özelliğindedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Lezgi formasyonunda izlenen yüksek açılı çapraz tabakalanma özelliği sunan sarımsı bej renkli kumtaşı biriminin (kmt) yakından saha görünümü (Yiğitbeleni Sırtı I no'lu ÖSK)

Sinap formasyonunu oluşturan kumtaşı birimi Kartalkaya Tepe kesitinde istifin üst düzeylerinde yer alır. Kartalkaya Tepe kesit alanında krem beyaz renkli olarak gözlenir.

3.3 Kireçtaşları

İnceleme alanındaki lezgi formasyonundaki kireçtaşı birimi Yiğitbeleni Sırtı I no'lu kesit alanında buna karşılık Sinap formasyonundaki kireçtaşı birimi ise Kızılcabayır Tepe I no'lu kesit alanında izlenir. Her iki formasyonu oluşturan kireçtaşı birimi, dolomitik kireçtaşı ve saf kireçtaşı litolojisindedir (Şekil 3.4 - 3.6). Yiğitbeleni Sırtı I

no'lu kesit alanında çamurtaşı birimi arasında yer alır (Şekil 3.4). Bu kesit alanında 2 m olarak ölçülen kireçtaşı birimi beyaz renklidir. Sinap formasyonunu oluşturan birim Kızılcabayır Tepe I no'lu kesit alanındaki kireçtaşı birimi dolomitik kireçtaşı litolojisindedir. Bu alanda 0.5 m. ile 2 m. kalınlığında ölçülen birim çamurtaşı seviyeleri arasında bulunur (Şekil 3.6).

4. MİNERALOJİ VE PETROGRAFI

İnceleme alanında yüzeyleyen; Lezgi, Pazar ve Sinap formasyonlarını oluşturan sedimanter birimlerin mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla sahadan noktasal olarak alınan ve ölçülü stratigrafi kesitlerinden seçilen örnekler laboratuvarında çeşitli analiz metodları kullanılarak incelenmişlerdir. Bu metodlar kayaç örneklerinden ince kesitler hazırlanarak petrografik mikroskopta mineralojik ve dokusal özelliklerinin incelenmesi, X-Işınları Kırınım (XRD) analizi ile mineralojik bileşimlerinin belirlenmesi, mikrodokusal özelliklerinin araştırılması amacıyla Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) incelemeleri ve kimyasal bileşimlerini belirlemek amacıyla Enerji Dispersiv Spektroskopisi olarak belirtilebilir.

Bu bölüm içerisinde önce yukarıda belirtilen laboratuvar yöntemleri tanıtılacak, daha sonra elde edilen sonuçlar üzerinde durulacaktır.

4.1 Petrografik İncelemeler

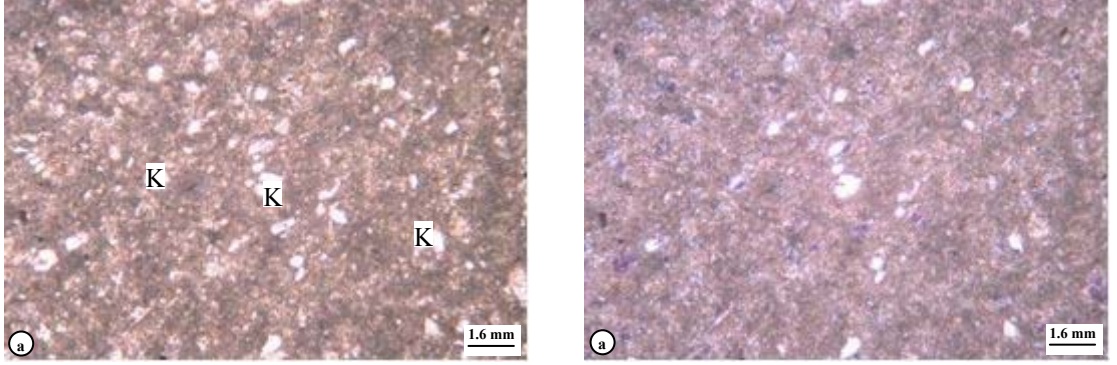
İnceleme alanında Lezgi, Pazar ve Sinap formasyonlarını temsil eden ve arazi gözlemlerine göre tanımlanan farklı litoloji gruplarından alınan sert olan kayaç örneklerinden ince kesitler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu ince kesit örnekleri polarizan mikroskopta incelenerek, mineralojik bileşimleri, dokusal özellikleri ve kayaç adlamaları yapılmıştır.

İnceleme alanında Lezgi, Pazar ve Sinap formasyonlarını oluşturan sedimanter birimlerde egemen litolojiyi çamurtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı birimleri oluşturmaktadır. Bu birimlerin sedimantolojik tanımlamaları aşağıda sırasıyla açıklanacaktır.

4.1.1 Çamurtaşı birimi

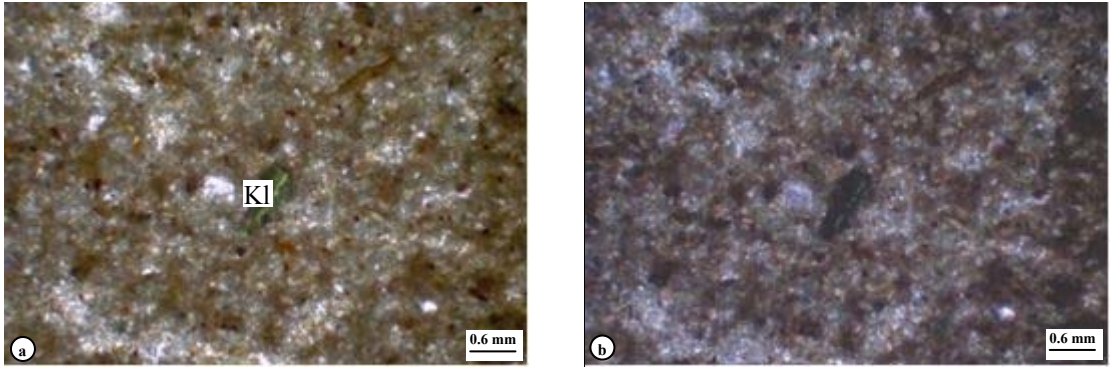
İnceleme alanında bulunan çamurtaşı birimi Lezgi, Pazar ve Sinap formasyonlarında ölçülen stratigrafi kesitlerin tümünde izlenir (Şekil 3.2 - 3.4 - 3.5 - 3.6 - 3.7 - 3.8). Lezgi formasyonunu oluşturan çamurtaşı birimi Yiğitbeleni Sırtı (ÖSK I ve II) ve Göçük Dere

(ÖSK III) civarında yüzeyleir. Bu kesit bölgelerindeki çamurtaşı birimi çok ince taneli olup, içerisinde irili ufaklı çok miktarda detritik kuvars minerali içerir (Şekil 3.2 - 4.1).



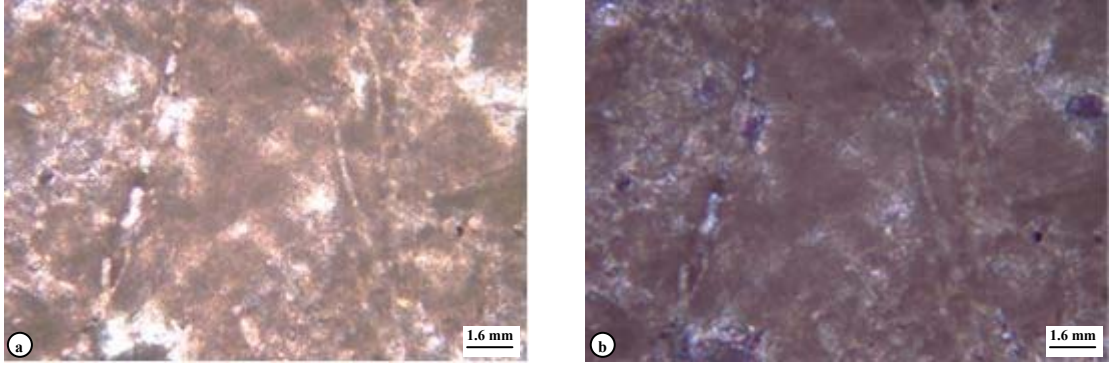
Şekil 4.1 Çamurtaşı birimindeki farklı büyüklüklerdeki kuvars (K) minerallerinin a.tek nikol ve b.çift Nikol görünümü Örnek No: Kum-1 (Lezgi formasyonu)

Detritik kuvars mineralinin miktarı çamurtaşı biriminin kumtaşı ile olan dokanağında arttığı görülür. Çamurtaşlarında izlenen bu kuvars mineralleri tek nikolde renksiz ve çift nikolde gri beyaz girişim renkleri ile kolaylıkla tanınmıştır. Ayrıca, kayaç içerisinde kuvars mineralinin yanı sıra çok ince taneli detritik ve özşekilsiz klorit, biyotit ve muskovit mineralleri bulunur (Şekil 4.2).



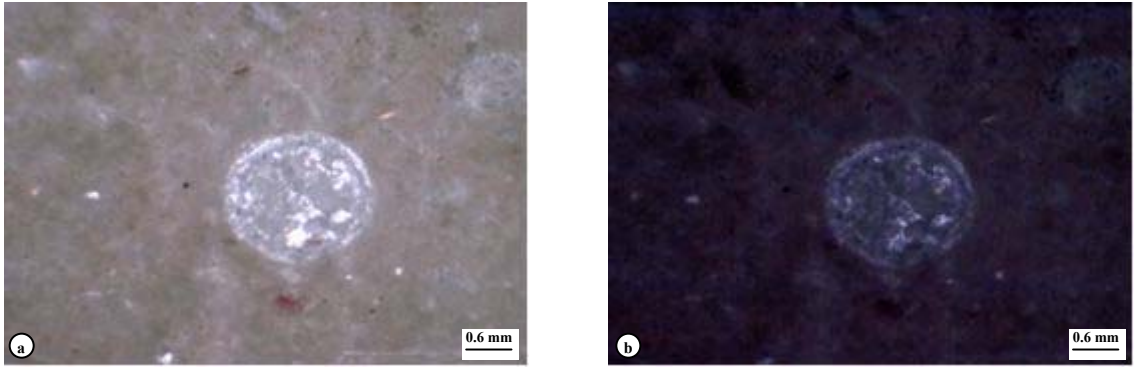
Şekil 4.2 Çamurtaşı birimindeki detritik klorit (Kl) mineralinin a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Kum-6 (Lezgi formasyonu)

Genellikle kriptokristalin bir matristen oluşan çamurtaşı birimine ait örneklerin birinci nikolde kirli beyaz, açık gri renkli olduğu, kırık ve çatlaklarının spartit ile dolduğu izlenir (Şekil 4.3). Göçük Dere kesitinden alınan bir örnekte ise chara'nın varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.3 Çamurtaşlarının kırık ve çatlaklarındaki sparit dolgunun a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Kum-2 (Lezgi formasyonu)

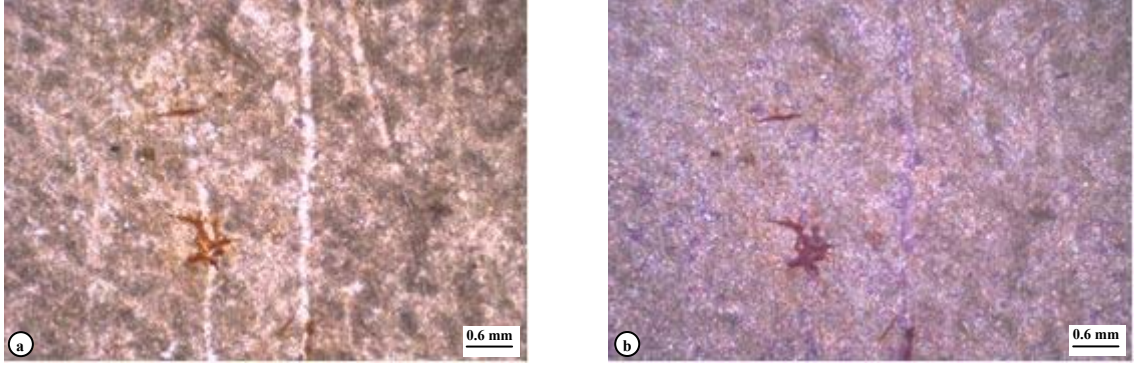
Çamurtaşı biriminin matriksini oluşturan minerallerin büyük bir kısmının XRD incelemelerinde simektit, klorit tipi kil mineralleri ile karbonat minerallerinden (kriptokristalin dokulu dolomit ve kalsit) oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca, çamurtaşı örneklerinin tümünde Opal-CT ve amorf malzemenin varlığı da izlenmiştir.



Şekil 4.4 Kriptokristalin dokulu çamurtaşı biriminde izlenen chara'nın a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: C-1 (Lezgi formasyonu)

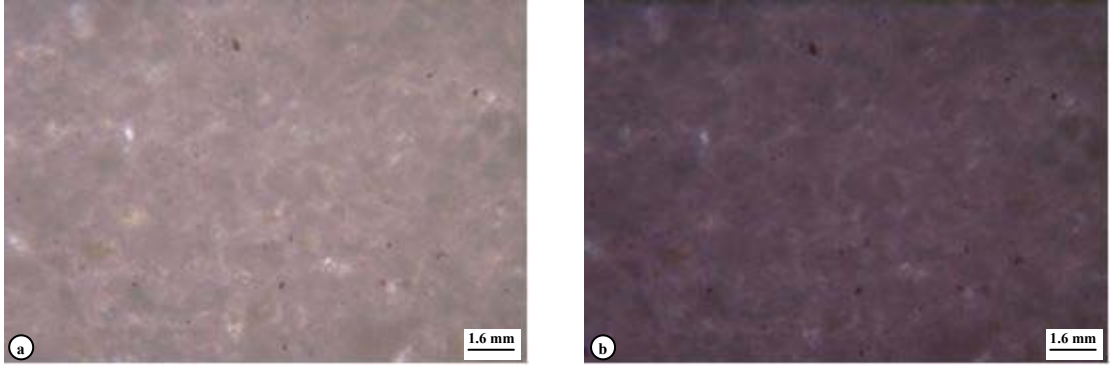
Buna karşın, çamurtaşı örneklerinin ince kesitlerinde Opal-CT ve amorf malzemenin belirlenememiş olması, kriptokristalin bir özellik gösteren dolomit ve kalsit minerallerinin yanı sıra volkanik malzemeninde çok ince taneli olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Pazar formasyonunu oluşturan çamurtaşı biriminde çok ince tanelidir. Çamurtaşı örneklerinin içerisinde irili ufaklı opak mineraller ile kırık ve çatlaklarda demir boyamaları izlenir (Şekil 4.5).



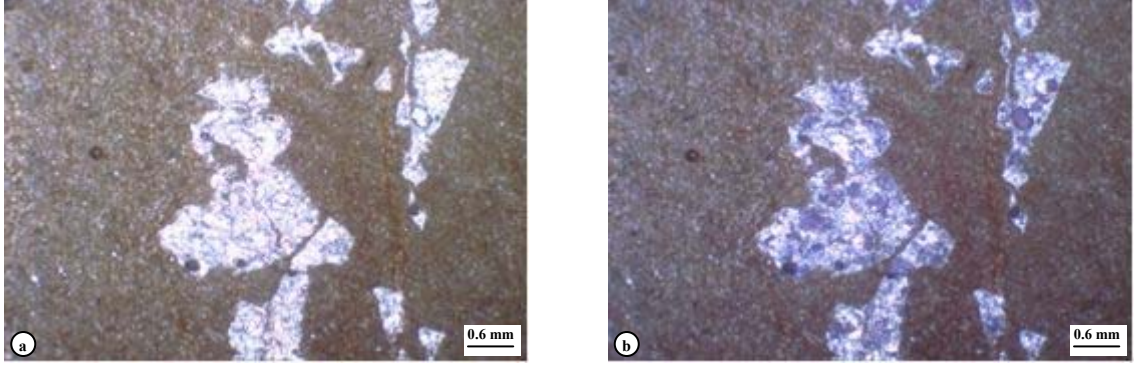
Şekil 4.5 Çamurtaşı biriminde izlenen kırmızımsı kahverenkli demir boyamalarının a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Düz1 (Pazar formasyonu)

Sinap formasyonuna ait çamurtaşı birimi de Lezgi ve Pazar formasyonunu oluşturan çamurtaşı birimleri gibi çok ince tanelidir. Kriptokristalin bir dokuda izlenen çamurtaşı birimi birinci nikolde kirli beyaz, açık gri renklidir (Şekil 4.6)



Şekil 4.6 Açık gri renkli kriptokristalin dokulu çamurtaşı biriminin a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Del-1 (Sinap formasyonu)

Ayrıca, kriptokristalin dokuda izlenen çamurtaşı birimindeki bazı boşluklar çok ince taneli kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur (Şekil 4.7).

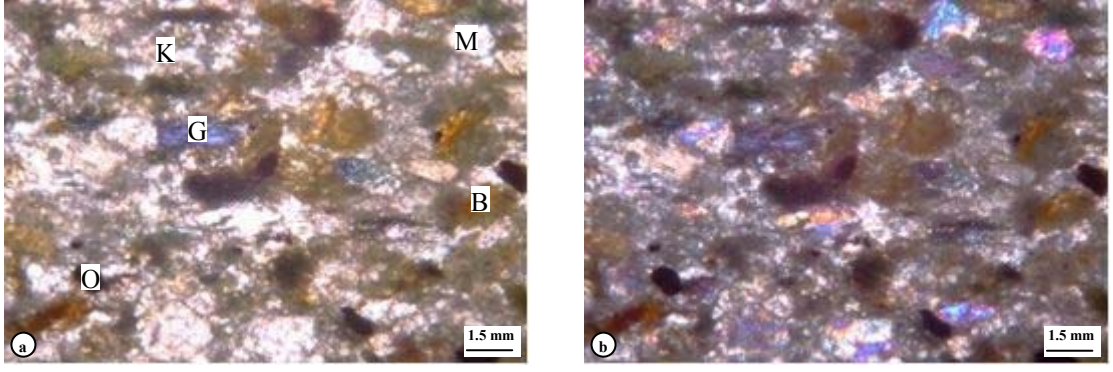


Şekil 4.7 Kriptokristalin dokulu çamurtaşı birimi içerisindeki boşlukların kalsit mineralleriyle doldurulmasının a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Ber-1 (Sinap formasyonu)

İnce kesit determinasyonlarında özşekilli ve yarı özşekilli analsim mineralinin belirlenememesine karşın, XRD incelemelerinde bazı çamurtaşı ve kıltaşı örneklerinde analsim mineralinin varlığı belirlenmiştir. Bu da ince kesitlerdeki analsimlerin kriptokristalin özellikte olduğunu göstermektedir. Literatürde de özşekilli ve yarı özşekilli analsim mineralinin olmasına karşın, özşekilsiz ve kriptokristalin şeklinde analsim mineralinin bulunduğu da bilinmektedir (Moiola 1970). Ayrıca, Ataman (1976) Beypazarı havzasındaki analsimlerin mikrokristalin bir özellik sunduğunu da belirtmiştir.

4.1.2 Kumtaşı birimi

İnceleme alanındaki kumtaşı birimi Lezgi ve Sinap formasyonlarında Yiğitbeleni Sırtı (ÖSK I ve II) ve Kartalkaya Tepe’de (ÖSK VI) belirlenmiştir (Şekil 3.2 - 3.3 - 3.8). Tersiyer istifini oluşturan bu sedimanter birimler Folk (1968) sınıflamasına göre “Litik arenit” olarak adlandırılmıştır. Lezgi ve Sinap formasyonlarına ait kesitlerin tümünde kumtaşı birimi içerisinde çevredeki metamorfik kayalardan türeyen kuvars, biyotit, muskovit, glokofan gibi detritik mineraller ile opak minerallerin bulunduğu gözlenmiştir. İnce kesitlerde kuvars mineralleri tek nikolde renksiz olup, çift nikolde ise I. dizinin gri ve beyaz girişim renklerini göstermektedir (Şekil 4.8). Bu mineraller mikritik bir hamur içerisinde dağılmış olarak yer alırlar.

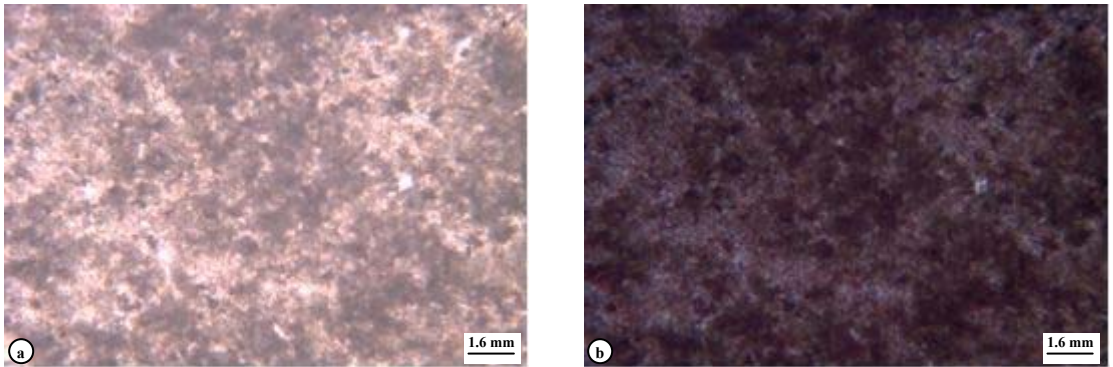


Şekil 4.8 Litarenitleri oluşturan kuvars (K), biyotit (B), muskovit (M), glokofan (G) ve opak (O) minerallerinin mikritik içerisindeki a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Kum-7 (Lezgi formasyonu)

Tek nikolde mavi renkte olup, çift nikolde koyu mavi ve mor renklerle gözlenen yarı özşekilli glokofan minerali de kumtaşı biriminde gözlenmiştir. İnce kesitlerde izlenen biyotit mineralleri genellikle tek nikolde kırmızımsı kahverengi ve kahverengi renkli muskovit minerali ise tek nikolde renksiz olarak belirlenmiştir.

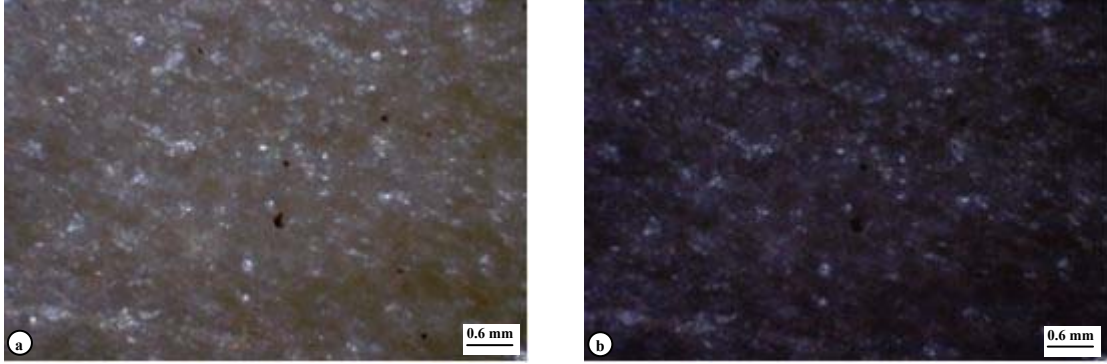
4.1.3 Kireçtaşı birimi

İnceleme alanındaki kireçtaşları Yiğitbeleni Sırtı (ÖSK II) ve Kızılcabayır Tepe'de (ÖSK V) belirlenmiştir (Şekil 3.3 - 3.7). Tersiyer istifinde Lezgi ve Sinap formasyonundaki karbonatlı birimler genellikle Folk (1959) ve Dunham (1962) sınıflamasına göre mikritik ve sparitik bir özellik sunarlar. Bunların büyük bir kısmının dolomit ve kalsit olduğu XRD incelemeleri sonucu belirlenmiştir. Lezgi formasyonuna ait kireçtaşı biriminin sparitik karakterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Sparitik kireçtaşı örneğinin a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Su-10 (Lezgi formasyonu)

Sinap formasyonuna ait kireçtaşı birimi mikritik kireçtaşı özelliğinde ve çok ince taneli hamurdan oluşmuş olup, içerisinde irili ufaklı kuvars mineralleri bulunmaktadır (Şekil 4.10). Mikritik kireçtaşları içerisinde herhangi bir kavkı veya fosile rastlanmamıştır.



Şekil 4.10 Mikritik karakterli kireçtaşının a.tek nikol ve b.çift nikol görünümü Örnek No: Düz-2 (Pazar formasyonu)

4.2 X-Işınları Kırınım Yöntemi (XRD) İncelemeleri

4.2.1 X-Işınları Kırınım Yöntemi (XRD) Tüm Kayaç incelemeleri

Mikroskobik incelemelerle tanımlamaları yapılan ve yapılamayan örneklerin mineralojik bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla X-Işınları kırınım (XRD) metodu ile çekimleri yapılmıştır. Bu amaçla 22 adet çamurtaşı örneğinin tüm kayaç toz kırınım çekimleri, oda sıcaklığında kurutulan örneklerin agat havanda pudra haline getirilmesinden sonra incelemenin amacına uygun olacak şekilde 5° - 65° lik açı aralıkları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çekim sırasındaki aletsel koşullar aşağıda özetlenmiştir:

Anot: Cu ($\text{CuK}_{\alpha}=1.54187 \text{ \AA}$), Filtre: Ni, Gerilim: 35 kV, Akım: 15 mA, Ganyonometre hızı: 2° - dk., Kağıt Hızı: 2 cm - dk., Duyarlılık: 4.10^2 , Zaman Sabiti: 1 sn, Yarıklar 1° - $0,1^{\circ}$ - 1° , Ölçüm Aralığı $2\theta= 5^{\circ}$ - 60°

X-Işınları kırınım çekimleri sırasında elde edilen difraktogramlardan itibaren, minerallerin tanımlamaları ASTM (1972) (American Society for Testing Materials) kartoteksinden yararlanılarak yapılmıştır. Tüm kayaç bileşenlerinin mineralojik olarak

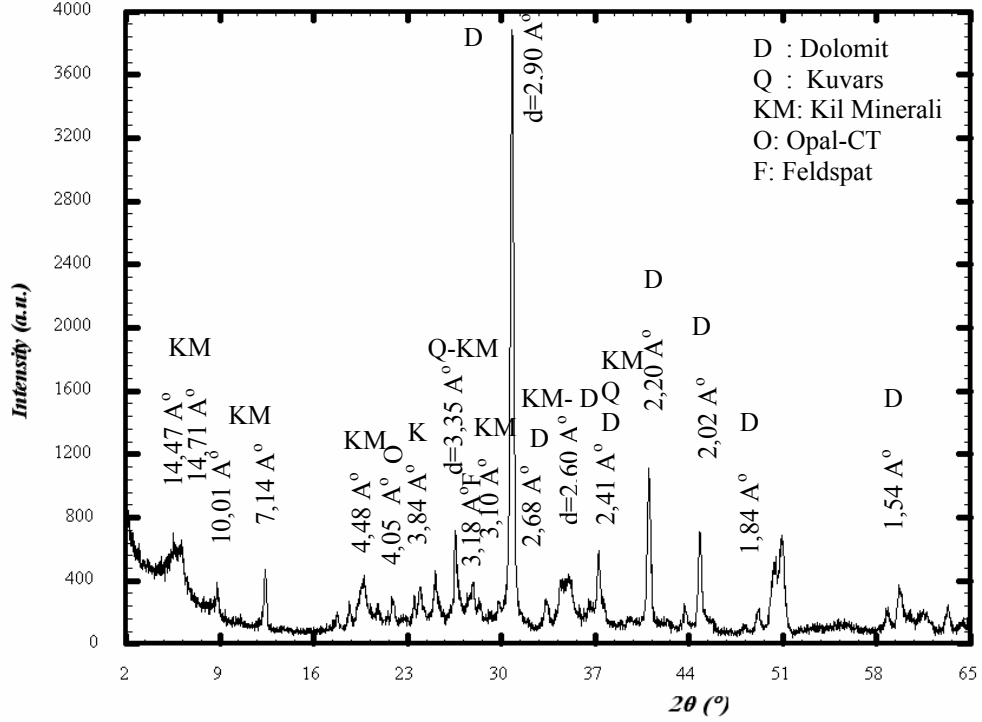
yarı nicel yüzdeleri Brindley (1980), Gündoğdu (1982), Gündoğdu ve Yılmaz'a (1984) göre hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

Yapılan bütün çekimler sonucunda, Lezgi formasyonunu temsil eden çamurtaşı örneklerinde kil dışı mineraller olarak; dolomit, kalsit, kuvars, feldspat, analsim, opal-CT, amfibol ve kil mineralleri olarak illit, klorit, simektit ve karışık tabakalı kil minerali olarak da illit-smektit belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Dolomit, difraktogramların tümünde, kendisine ait yansıma çizgilerinin hemen hemen tamamını gösteren başlıca mineraldir (Çizelge 4.1) (Şekil 4.11 - 4.12 - 4.13).

Çizelge 4.1 İnceleme alanında Erken Eosen yaşlı Lezgi formasyonunu temsil eden çamurtaşı birimine ait örneklerin mineralojik bileşimleri [Kil Mineralleri (Simektit, Klorit, İllit)] (Kum, Su, B, C, D: Yiğitbeleni Sırtı, Ber: Kızılcabayır Tepe)

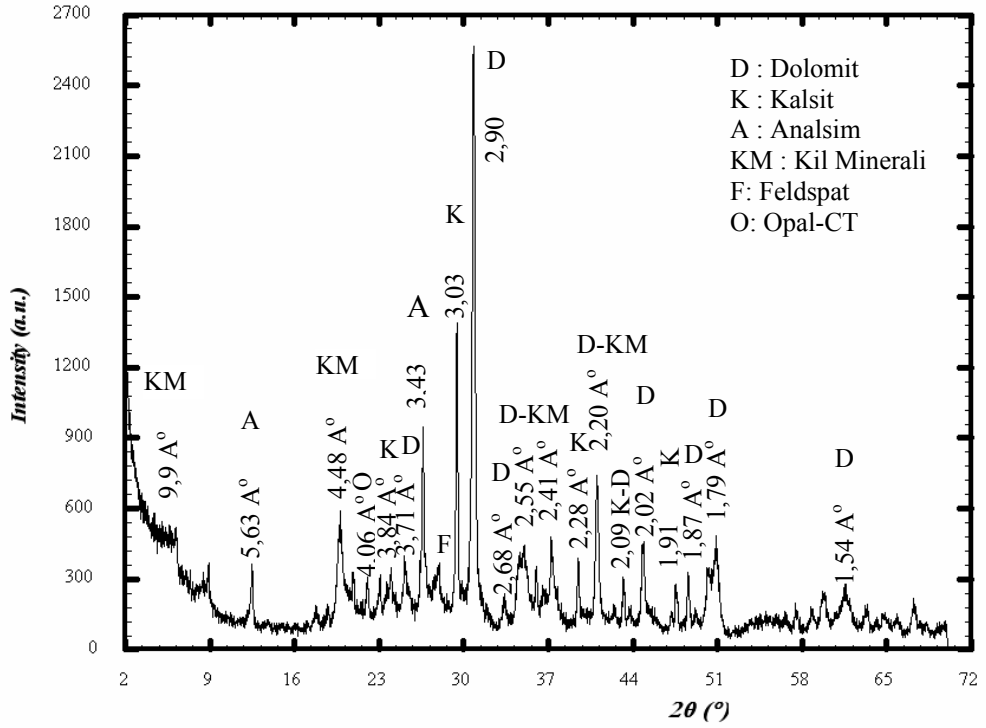
NUMUNE	MİNERAL BİLEŞİMİ (%)								
	NO	Litoloji	Kil Mineral.	Dolomit	Kalsit	Kuvars	Feldspat	Amfibol	Analsim
Kum-3	Çamurtaşı	60	23	4	1	4		6	2
Kum-4	Çamurtaşı	41	47	4	1	5			2
Kum-9	Çamurtaşı	61	23	9	3	2			2
Kum-11	Çamurtaşı	63	14	17	1	4			1
Kum-13	Çamurtaşı	56	33	7	1			3	
Kum-14	Çamurtaşı	59	15	18	2	4			2
Kum-15	Çamurtaşı	61	16	17	2	3			1
Su-1	Çamurtaşı	54	11	22	2	3		6	1
Su-2	Çamurtaşı	36	45	13	1	4			1
Su-4	Çamurtaşı	60	8	13	4	5	1	4	4
Su-5	Çamurtaşı	65	10	16	1	3		4	1
Su-6	Çamurtaşı	60	5	19	2	3		10	1
Su-7	Çamurtaşı	36	30	24	1	4	1	2	2
Su-11	Çamurtaşı	45	24	10	8	10	2		1
B-1	Çamurtaşı	62	5	23	4	6			
C-3	Çamurtaşı	61	16	11	1	4	1	4	2
C-6	Çamurtaşı	42	51		2	5			
C-8	Çamurtaşı	71	12	13	1	3			
D-1	Çamurtaşı	60	28	6	2	4			
D-3	Dolomit		100						
D-4	Çamurtaşı	48	46		2	4			
Ber-2	Çamurtaşı	59	7	23	3	5		2	1



Şekil 4.11 D-4 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)

Tüm örneklerde 2.89-2.90 Å⁰ da (104) yansıma yüzeyine ait dolomit minerali için karakteristik olan oldukça şiddetli bir pik gözlenmiştir (Şekil 4.11- 4.12-4.13). Bununla birlikte, dolomit minerali için tipik olan diğer pikler de 3.71 Å⁰ , 2.68 Å⁰ daki (012), (006) yansıma yüzeylerine aittir. Bu örneklerde pik şiddetlerinin çok yüksek olması dolomit mineralinin örnekteki yüzdesinin yüksek olduğunu işaret eder.

Dolomit mineraline eşlik eden diğer bir karbonat minerali ise kalsittir (Şekil 4.12-4.13). Kalsit minerali (104) yansıma yüzeyine ait 3.03 Å⁰ daki pik gelişimi ile tanımlanmıştır. Bununla birlikte 3.84 Å⁰ ile 2.49 Å⁰ da yine kalsit minerali için tipik olan diğer pikler de belirlenmiştir. Kalsit minerali bazı örneklerde oldukça yüksek oranlarda bulunmaktadır (Şekil 4.14).

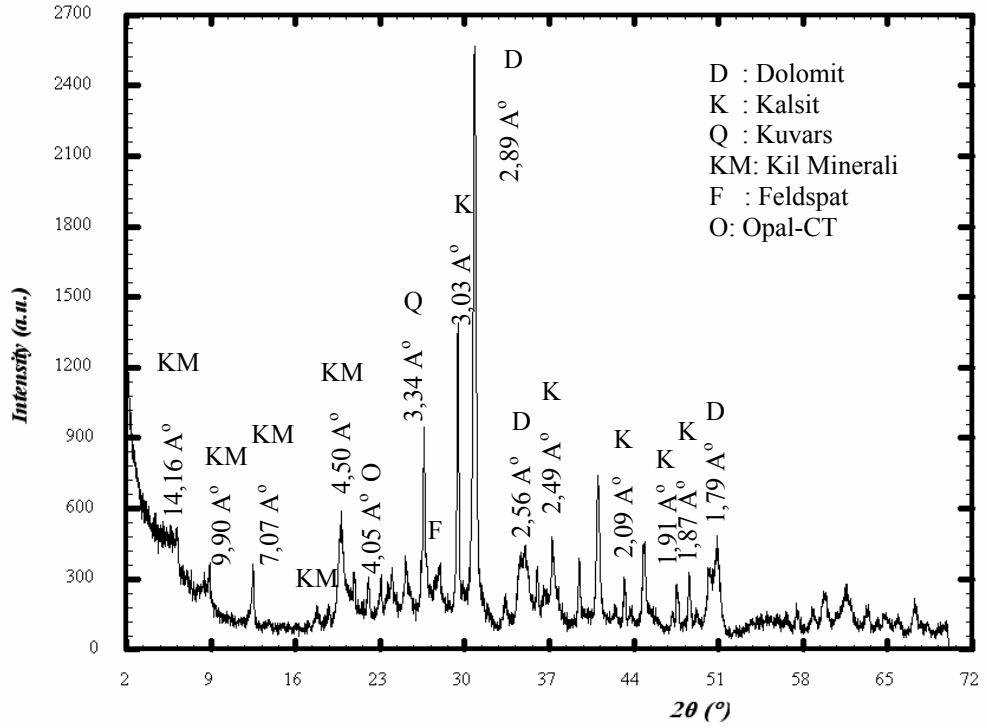


Şekil 4.12 Kum-1 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)

Ayrıca kalsit ve dolomit mineralleri arasında ters bir orantının varlığı izlenmiştir. Dolomitin arttığı örneklerde kalsit miktarı azalırken, bazı örneklerde bunun tersi olarak dolomit minerali azalırken kalsit mineralinin arttığı belirlenmiştir(Çizelge 4.1) (Şekil 4.12 - 4.13 - 4.14)

Kuvars, istifin tüm seviyelerinde ve difraktogramların hemen hemen tümünde 3.34 \AA^0 daki piki ile tanımlanmıştır (Şekil 4.11 - 4.13). Opal-CT ise (101) yansıma yüzeyindeki 4.05 \AA^0 luk piki ile tayin edilmiştir (Şekil 4.11-4.12- 4.13 - 4.14).

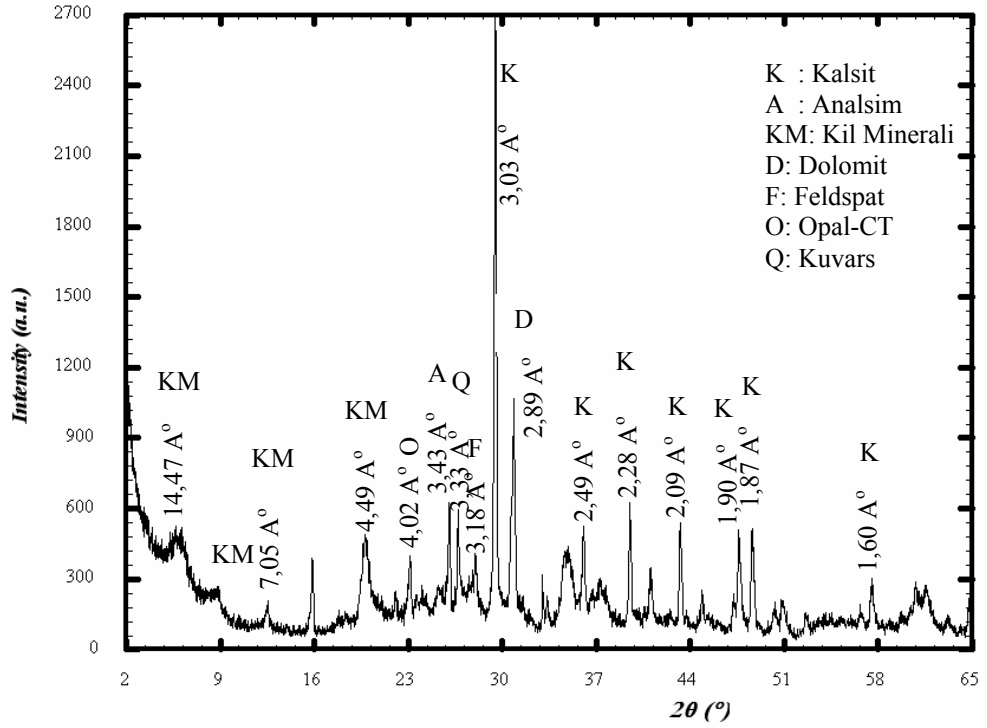
Feldspat minerali de hemen hemen tüm örneklerde hakim olup, $3.18 - 3.20 \text{ \AA}^0$ daki pikleri ile belirlenmiştir (Şekil 4.11-4.13 - 4.15).



Şekil 4.13 Kum-9 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)

İnceleme alanındaki, çamurtaşı örneklerinde belirlenen diğer bir mineral ise zeolit grubu minerallerden analsim mineralidir (Şekil 4.12 - 4.14 - 4.15). Analsim minerali, tüm kayaç analizlerinde (400) yansıma yüzeyine ait 3.43 Å'daki piki ile tayin edilmiştir. Bununla birlikte 2θ değerleri yönünde 5.63 Å, 2.41 Å daki pikler de analsim mineralinin tanınmasında yardımcı olmuştur.

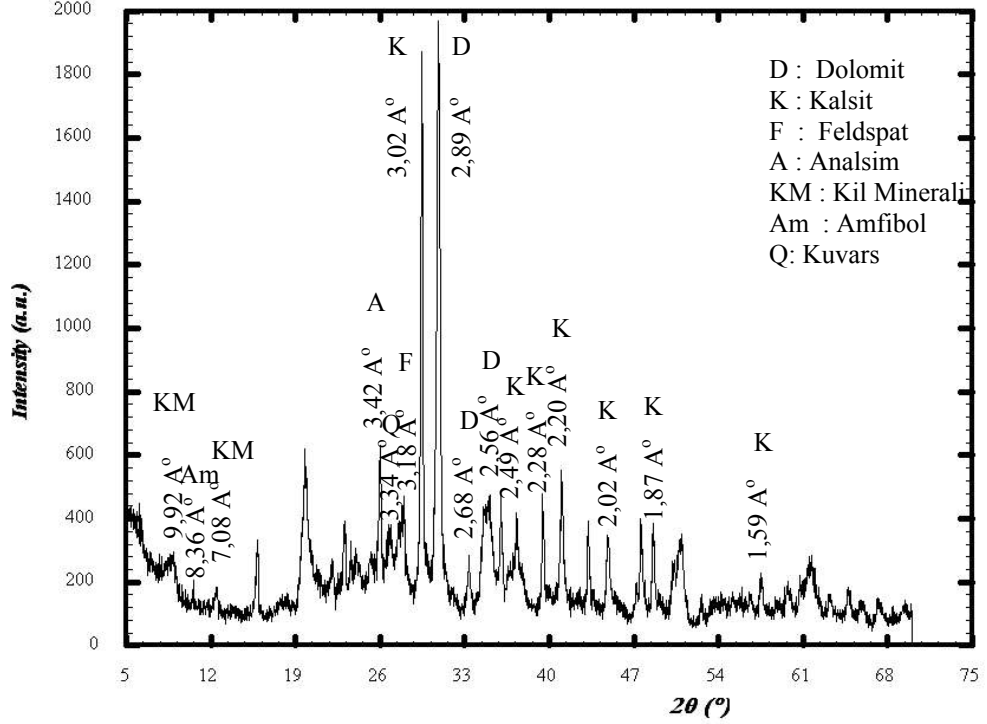
Analsim minerali çoğunlukla Yiğitbeleni Sırtı'nda yoğun olarak çamurtaşı seviyelerinde gözlenirken, Göçük Dere ve Kızılcabayır Tepe civarında yüzeylenen çamurtaşı seviyelerinde de az da olsa izlenmiştir. Çamurtaşı örneklerinde %2 ile %10 arasında değişen oranlarda bulunduğu yapılan hesaplamalar sonucunda belirlenmiştir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.14 Su-1 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)

İnceleme alanında Yiğitbeleni Sırtı 2 no'lu ölçülü stratigrafik kesitinden alınan birkaç örnekte 8.36 Å⁰ daki piki ile amfibol mineralinin varlığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1) (Şekil 4.15).

Tüm kayaç örneklerinin X- Işınları difraktogramlarında background'un 2θ = 15Å⁰ dan itibaren yükselmesi ile amorf karakterli volkan camının varlığını belirtmektedir (Jones and Segnit 1971).



Şekil 4.15 C-3 no'lu çamurtaşı örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı (Lezgi formasyonu)

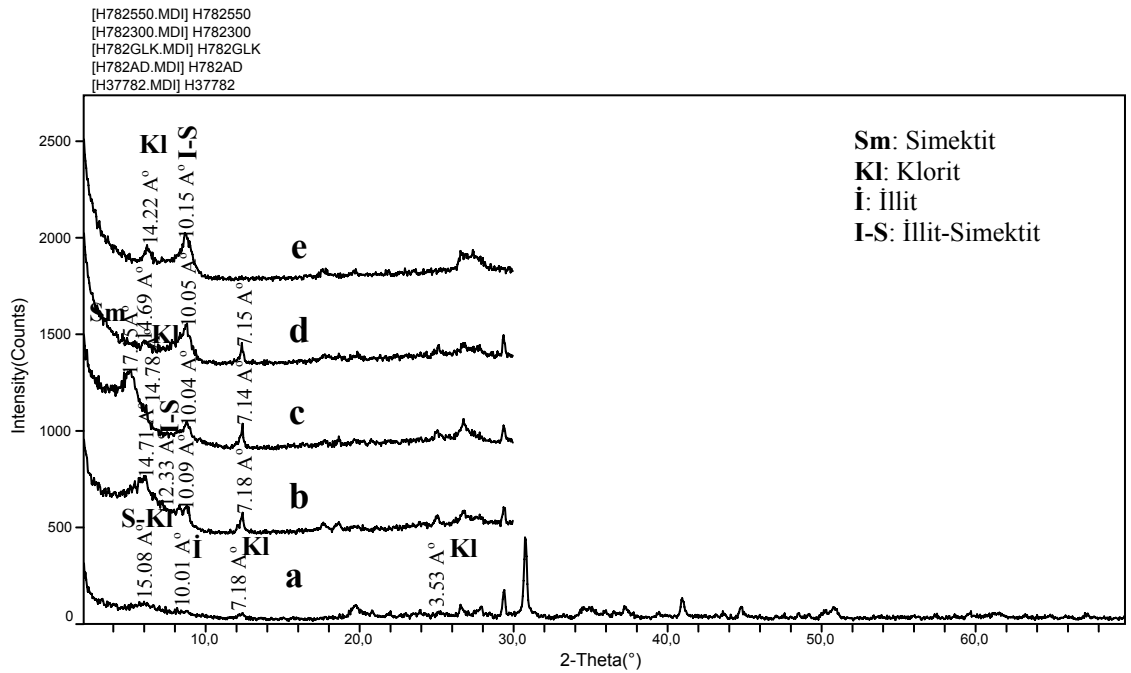
4.2.2 X-Işınları Kırınım Yöntemi (XRD) Kil Fraksiyonu incelemeleri

Kil minerallerince zengin çamurtaşı örneklerindeki kil mineral tiplerini belirlemek amacıyla kil fraksiyonu çekimi yapılmıştır. Bu çekimler normal şartlarda (N), havada kurutulmuş (AD), etilen glikollü (GLK) ve fırınlanmış (300 °C - 550 °C) olarak 5 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Kil fraksiyonuna ait örneklerin X-Işınları kırınım çekimlerinde simektit, illit - mika, klorit, tipi kil mineralleri ile illit-simektit tipi karışık tabakalı kil minerali belirlenmiştir (Şekil 4.16 - 4.17 - 4.18). Normal çekimlerde 14 - 15 Å⁰ mesafe aralığındaki keskin, geniş aralıklı pik simektit ve klorit (001 yüzeyine ait yansıma çizgisi) minerallerini birlikte temsil etmektedir. Keskin ve dar aralıklı olarak izlenen 10.01 Å⁰ ve 10.04 Å⁰

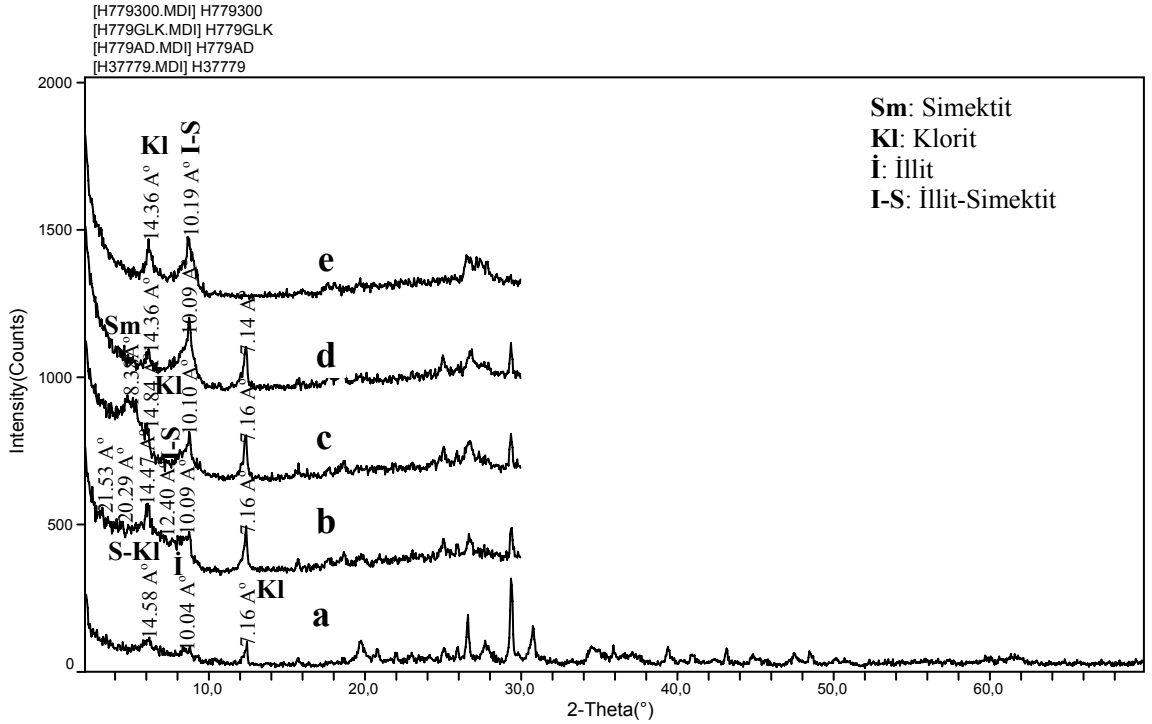
mesafe değerli pik illit - mika mineralinin (001) yüzeyine ait yansıma çizgisidir. Etilen glikol ile muamele edilen örneklerde simektit minerali 17 Å' a doğru kaymıştır. Fırınlanmış (550 °C) çekimlerde, simektit mineraline ait çizginin tamamen kaybolduğu ve klorite ait 14.36 Å, 14.69 Å ve 7.13 Å mesafeli çizgilerin yine keskin olarak izlendiği belirlenmiştir.

İllit - mika minerali 10.01 Å, 10.09 Å ve 3.33 Å daki pikleri ile tanımlanmıştır (Çizelge 4.1) (Şekil 4.16 - 4.17 - 4.18). Bununla birlikte kuvarın olduğu örneklerdeki 3.33 Å daki yansıması da net olarak gözlenmiştir. Etilen glikol ile muamele edilen ve 300 °C - 550 °C ısıtılan illit - mika mineralinin 10.01 Å, 10.09 Å 'daki pikinde önemli bir değişim izlenmemiştir. İllit mineralinin inceleme alanında istifin tüm seviyelerinde değişik oranlarda bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).



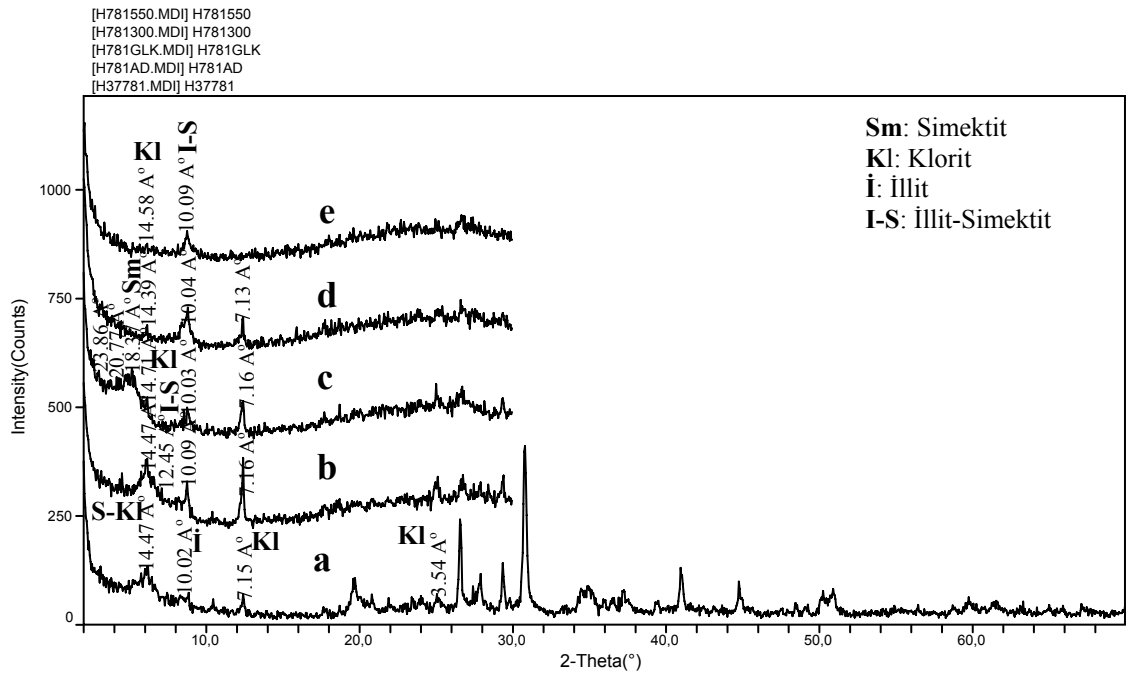
Şekil 4.16 D1 no'lu çamurtaşı örneğinin a.tüm kayaç, b.havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü (GLK) ve d,e. fırınlanarak (300 °C- 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi (Lezgi formasyonu)

İncelenen örnekler genelinde klorit mineralinin (001) yüzeyindeki bazal çizgisi 14.71 Å ve 14.84 Å'daki mesafe değerleri ile tanımlanmıştır (Şekil 4.16 - 4.17 - 4.18). Bununla birlikte, (002), (003) ve (004) yüzeylerinde ise 7.16 Å, 4.74 Å ve 3.53 Å'daki mesafeli yansıma çizgileri de belirgin olarak izlenmiştir. Çamurtaşı örneklerindeki kloritlerin (001) ve (003) pikleri zayıf, (002) ve (004) pikleri ise şiddetlidir. Bu da demirli kloritler için tipiktir. Önal ve Yılmaz (1983) yaptıkları çalışmalarında demirce zengin kloritlerin (001) ve (003) piklerinin zayıf, (002) ve (004) piklerinin ise kuvvetli olarak izlendiğini belirtmişlerdir. Etilen glikol ile muamele edilen ve 300 °C - 550 °C ısıtılan klorit mineralinin 14.71 Å ve 14.84 Å'daki piklerinde önemli bir değişim izlenmemiştir.



Şekil 4.17 Su 4 no'lu çamurtaşı örneğin a.tüm kayaç, b. havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü GLK) ve d,e. fırınlanarak (300 °C - 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi (Lezgi formasyonu)

Smektitlerin bazal çizgisi (001) incelenen örnekler genelinde 14.47 \AA^0 ve 15.8 \AA^0 aralığında mesafe değeri ile tanımlanmıştır (Şekil 4.16 - 4.17 - 4.18). Etilen glikolle muamele edilen örneklerde bu pik değerinin 18.54 \AA^0 'a kadar çıktığı gözlenmiştir. $300 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $550 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar ısıtılan örneklerde ise aynı yüzeye ait pik şiddetinin ile 10.09 \AA^0 ve 10.15 \AA^0 'a kadar indiği belirlenmiştir (Şekil 4.16 - 4.17 - 4.18). Smektitlere ait keskin ve kuvvetli yansıma pikleri, mineralin iyi kristallenmiş olduğunu gösterir.



Şekil 4.18 Su 11 no'lu çamurtaşı örneğin a.tüm kayaç, b.havada kurutulmuş (AD), c etilen glikollü (GLK) ve d,e fırınlanarak ($300 \text{ }^\circ\text{C}$ - $550 \text{ }^\circ\text{C}$) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi (Lezgi formasyonu)

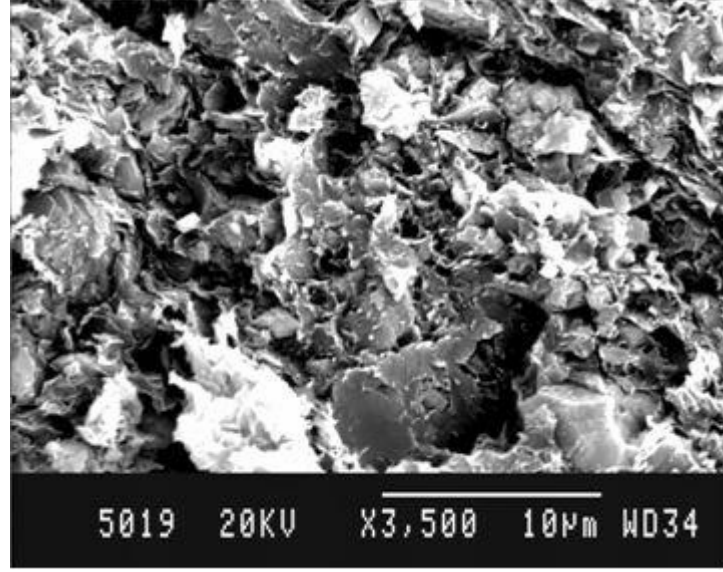
İllit- Smektit karışık tabakalı kil minerali 12.33 \AA^0 ve 12.45 \AA^0 mesafeli yansıma çizgilerine göre belirlenmiştir. Kil fraksiyonu ($<2\mu\text{m}$) çekimlerinde, (001) bazal piki 12.33 \AA^0 ve 12.45 \AA^0 mesafe değerinde iken etilen glikol ile işleme tabi tutulduğunda 17.15 \AA^0 ve 18.38 \AA^0 değerine ulaşmıştır. $550 \text{ }^\circ\text{C}$ de 2 saat fırınlandığına ise bu değer 10 \AA^0 mesafe değerine gerileyerek yapı çökmemiştir. Yapının çökmeyişi illit içeriğinden kaynaklanmaktadır.

İnceleme alanında minerallerin dikey yöndeki dağılımları karşılaştırıldığında kil ve kil dışı minerallerin birbirleriyle ve kendi aralarında herhangi bir oransal ilişkinin varlığı belirlenememiştir.

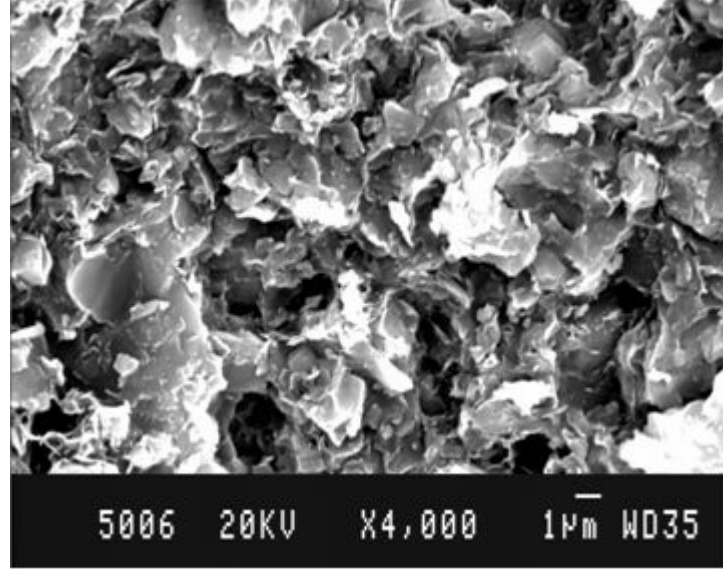
4.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İncelemeleri

İnceleme alanında XRD analizleri ile belirlenen analsim ve kil minerallerinin yoğun olarak izlendiği Lezgi formasyonuna ait 6 adet çamurtaşı örneği Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analiz yöntemi ile incelenmiştir. Bu çalışma ile simektit, klorit, analsim ve dolomit minerallerinin mikro morfolojileri, dokusal özellikleri, kökensel ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla elde edilen görüntüler yorumlanmıştır. SEM’de incelenecek olan örnekler 1-1,5 cm³’lük parçalar halinde alınmış ve doğal rölyefleri Au ile kaplanarak analize tabi tutulmuşlardır. Ayrıca bu sisteme bağlı enerji yayımlı X-Işınları analizi (EDS) ile bu örneklerin kimyasal bileşimleri yarı kantitatif olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki çamurtaşı biriminin SEM mikrofotograflarında simektit ve klorit mineralleri belirlenmiştir. Simektit minerali levhamsı yapraklardan oluşmakta olup, yer yer dalgalı yapraklar halindeki peteksi dokuyu göstermektedir (Şekil 4.19 - 4.20). Levhaların çapları yaklaşık 1-4 µm. olarak belirlenmiştir.

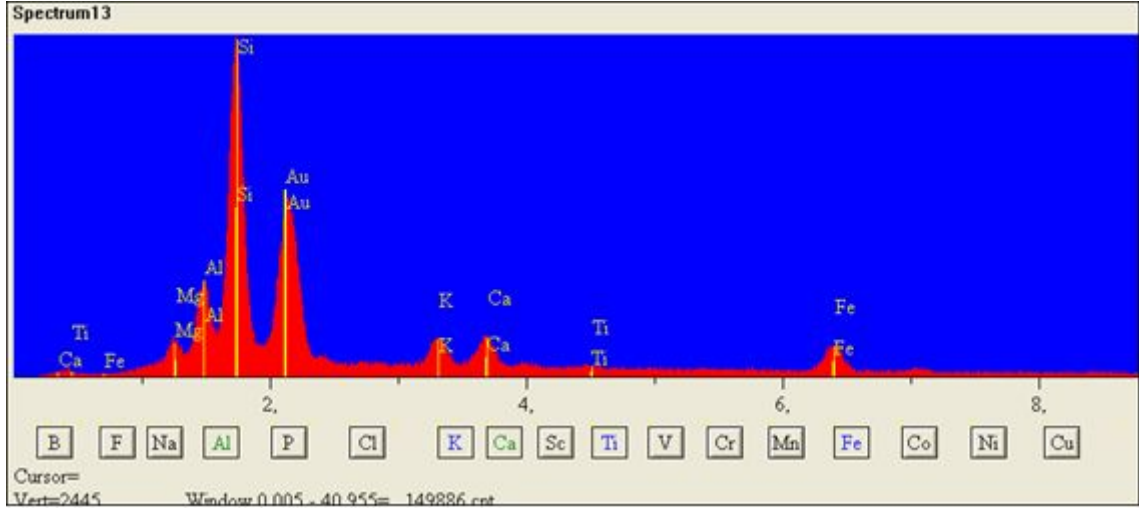


Şekil 4.19 Su-11 no'lu yeşil renkli çamurtaşı örneğindeki yapraksı levhalardan oluşan simenit mineralinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)



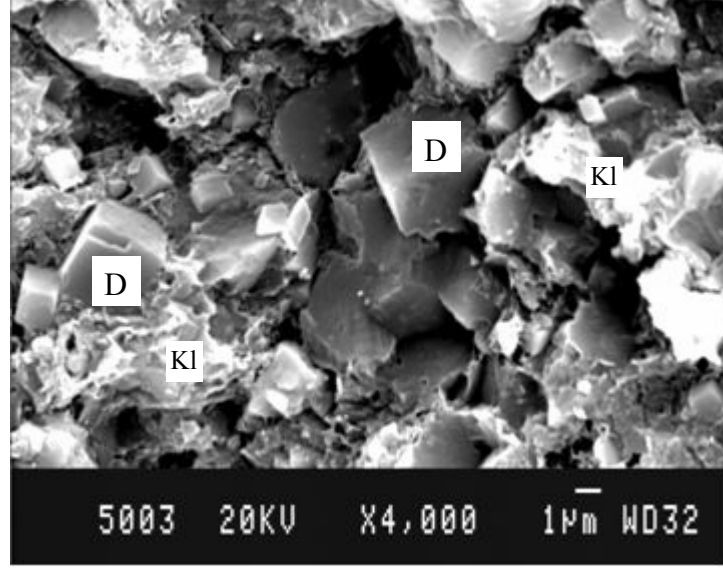
Şekil 4.20 Kum 11 no'lu kahverenkli çamurtaşı örneğinde peteksi dokulu simenit mineralinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)

Enerji dispersiv Spektrometre ile kimyasal kompozisyonu incelenen simektit mineralinin Al ve Si elementlerinin yanı sıra Mg, Ca, Ti, Fe ve K elementlerinin de varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.21).



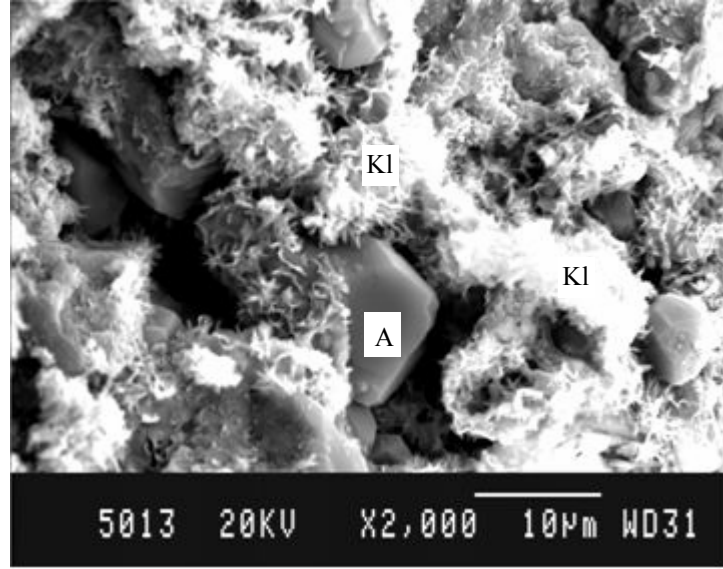
Şekil 4.21 Kum-11 no'lu örnekteki simektit mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)

Çamurtaşı örneklerinde belirlenen diğer bir kil minerali klorit olup, genellikle dolomit ve analsim mineralleri ile birlikte buldukları gözlenmiştir (Şekil 4.22 - 4.23). SEM mikro fotoğraflarında birlikte bulunan klorit, analsim ve dolomit minerallerinin birbirleriyle olan dokusal ilişkilerinde bir farklılanma mevcuttur. Yapraksı kristaller halinde izlenen klorit minerali, dolomitlerle içice büyüyen ve yer yer de dolomit kristalleri çevresinde büyümeler yapan yapraksı kristaller halindedir (Şekil 4.22).

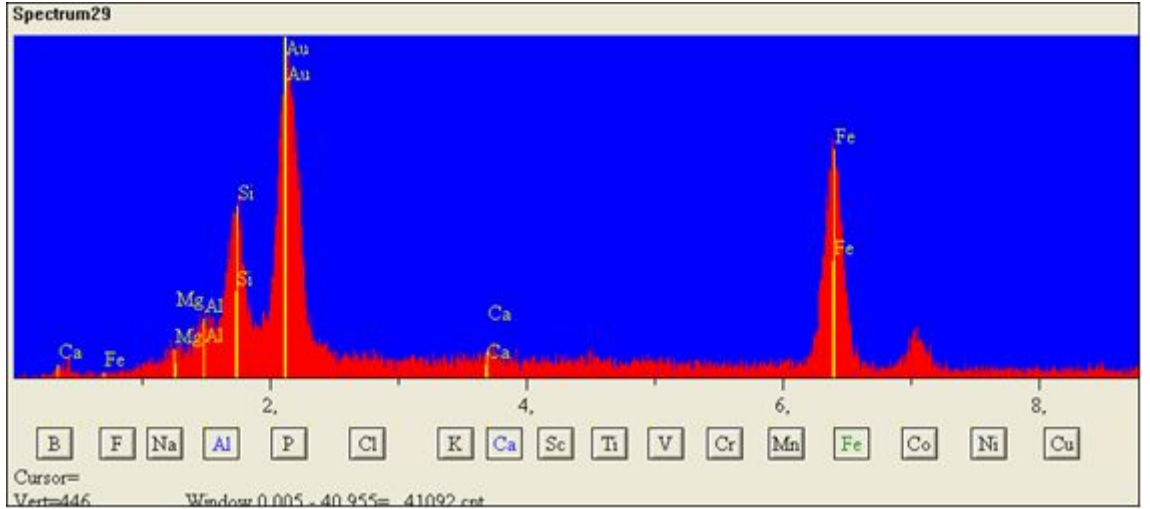


Şekil 4.22 Kum- 3 no'lu çamurtaşı örneğinde dolomit mineralinin (D) çevresinde ve üzerinde gelişen kloritin mineralinin (Kl) SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)

Buna karşın, analsim minerali ile birlikte izlenen klorit mineralinin analsim kristallerinin çevresinde ve üzerinde topacıklar şeklinde buldukları gözlenmiştir (Şekil 4.23). Topacıklar şeklindeki klorit yaprakları bal peteği şeklinde bir doku oluşturmuşlardır. Analsimce zengin örneklerdeki klorit mineralinin XRD difraktogramlarında belirlendiği gibi EDS analizinde de yüksek demir içerikli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.24).

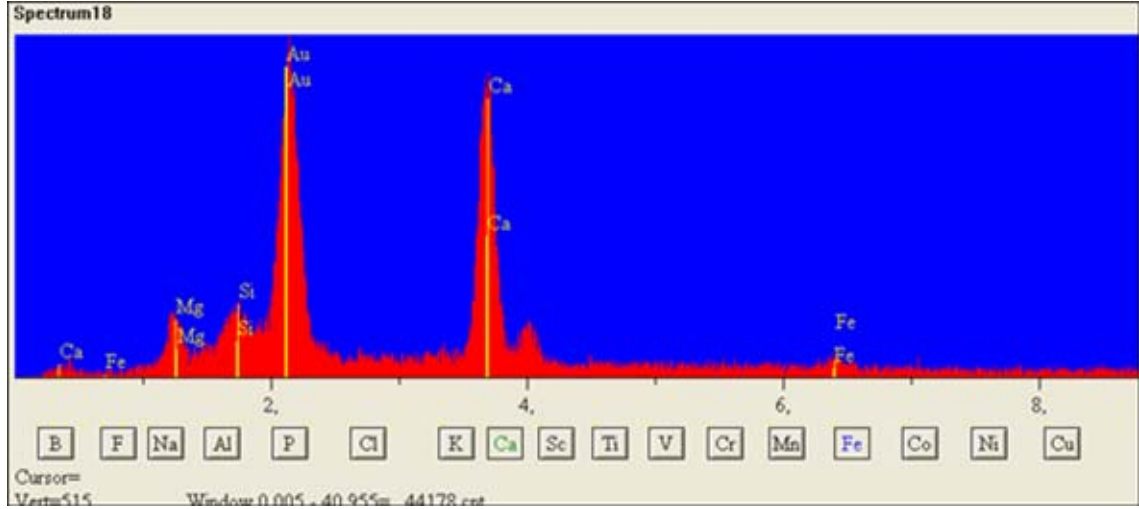


Şekil 4.23 Su-3 no'lu çamurtaşı örneğindeki analcim mineralinin (A) çevresinde ve üzerinde gelişen klorit mineralinin (Kl) SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)



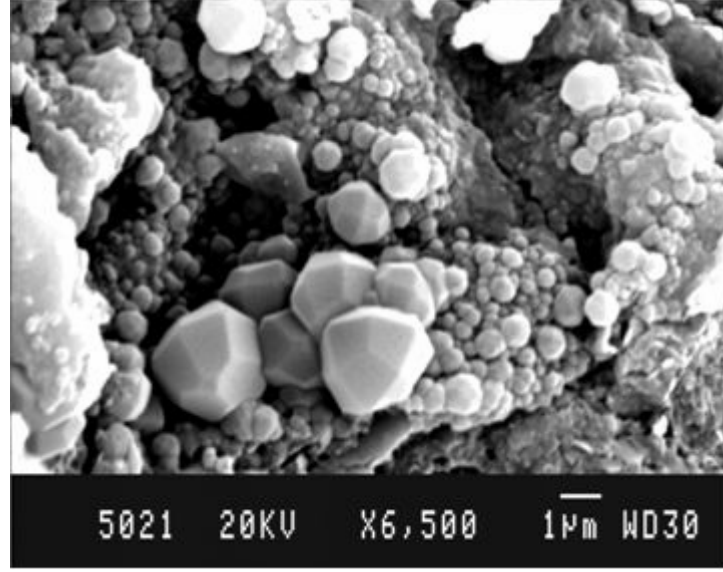
Şekil 4.24 Su-3 no'lu çamurtaşı örneğindeki klorit mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)

Klorit mineralleri ile birlikte bulunan dolomit minerali özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde izlenmiştir (Şekil 4.22). Rombohedral şekilli dolomit kristalleri 4-5 µm. boyutundadırlar. Dolomit mineralinin EDS analizinde Mg ve Ca elementlerinin yanı sıra çok az oranda Si ve Fe elementleri belirlenmiştir (Şekil 4.25).

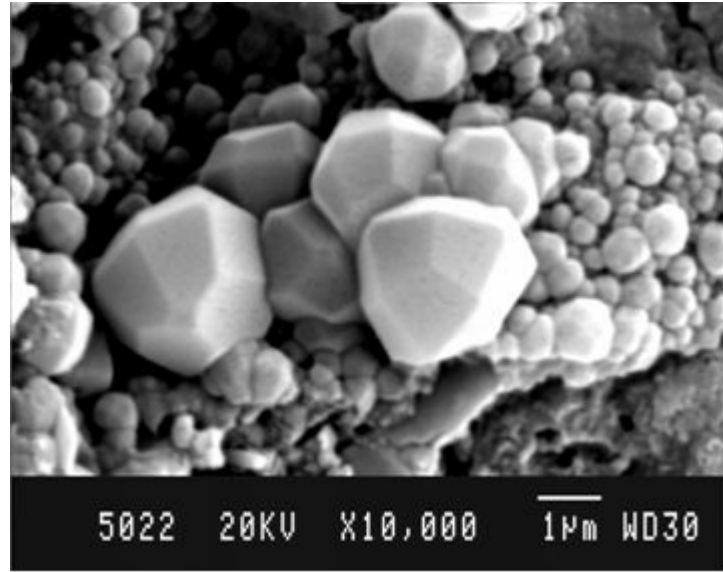


Şekil 4.25 Kum-3 no'lu çamurtaşı örneğindeki dolomit mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)

SEM incelemelerinde analsim minerali özşekilli olup, trapezohedral kristaller halinde izlenmiştir (Şekil 4.26 - 4.27). Özşekilli analsim mineralinin birkaçı birbirine kenetlenerek yumru topları oluşturduklar gözlenmiştir. Bu toplardaki analsim mineralinin tane boyu yaklaşık 0.3 - 3.5 µm arasındadır.

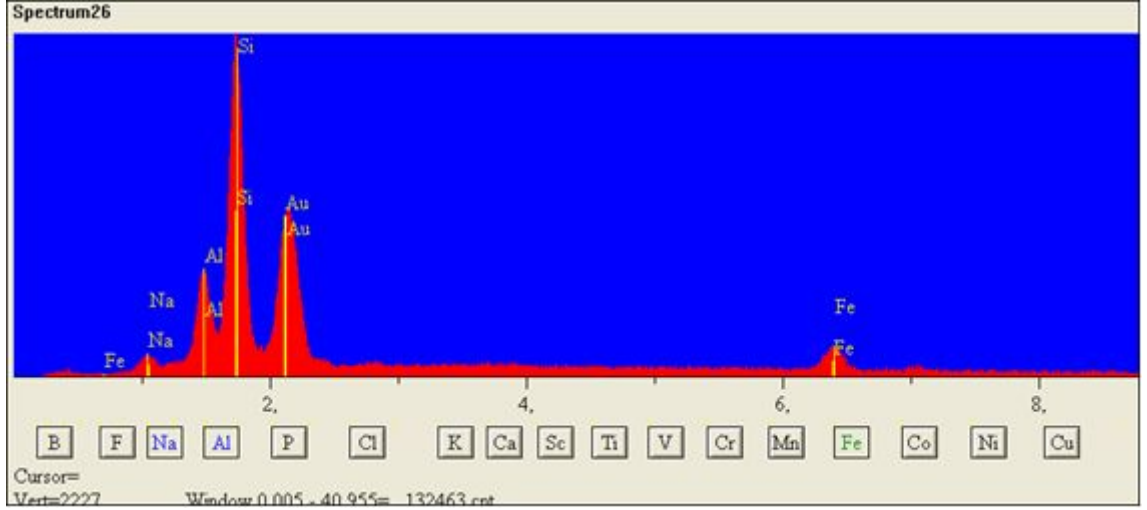


Şekil 4.26 Su-6 no'lu çamurtaşı örneğindeki özşekilli analsim mineralinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)



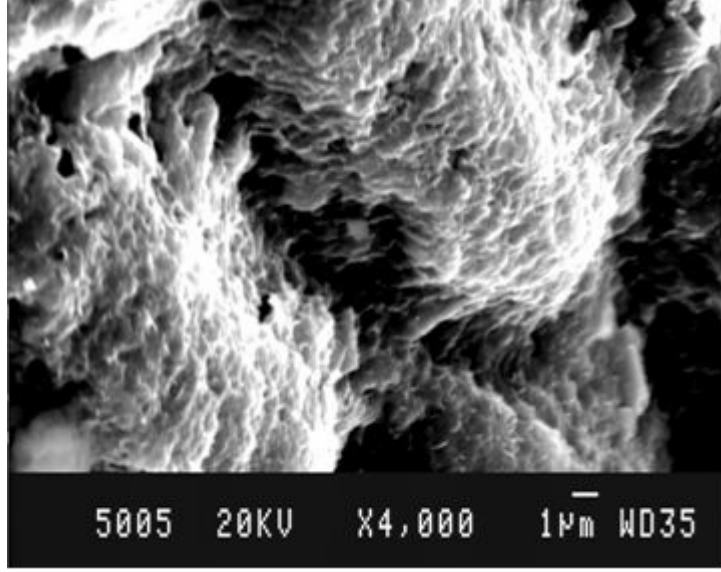
Şekil 4.27 Özşekilli analsim mineralinin yakından görünümü

$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ genel formülüyle bilinen analsimin EDS analizinde kuvvetli Na, Si ve Al elementlerinin piklerinin yanında çok az Fe elementine ait pik de belirlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 Su-6 no'lu çamurtaşı örneğindeki özşekilli analsim mineralinin Enerji Dispersiv Spektrometresi (EDS) (Lezgi formasyonu)

XRD incelemelerinde Opal-CT ile amorf malzemenin belirlenmiş olmasına rağmen, SEM fotoğraflarında volkan camının varlığı net olarak görülememiştir. Sadece bir örnekte morfolojisi tam olarak belirlenemeyen ve volkan camının yıkanması sonucu oluştuğu düşünülen kısmen yapraksı ve kismende küresel yapıların varlığı izlenmiştir (Şekil 4.29). Bu yapılar büyük olasılıkla volkan camlarının alterasyonuna bağlı olarak oluşan kil mineralleşmelerine işaret etmektedir. Çünkü, küresel şekilli yapıların volkan camının bozuşmasının bir sonucu olarak geliştiği Fuente *et al.* (2000) tarafından belirtilmiştir. Ayrıca, Eggleton and Keller (1982)'de bu yapıların volkan camının hidrolizi sonucu oluşan ürünler olduğunu ve bunların volkan camının ilk altere fazını oluşturduğunu ifade etmiştir. İncelenen örneklerde volkan camının izlenmeyişi volkan camının tamamen tüketildiğini ve alterasyonun tamamlandığını göstermektedir (Şekil 4.22 - 4.23 - 4.26). Bununla birlikte, analsim ve kil mimeralleri arasında herhangi bir dokusal ilişki de belirlenememiştir. Bu da analsim ve kil minerallerinin birbirlerinden bağımsız ve otijenik olarak oluştuklarını göstermektedir.



Şekil 4.29 Kum-11 no'lu çamurtaşı örneğinde volkan camının yıkanması sonucunda oluşan kil mineralleşmesinin SEM fotoğrafı (Lezgi formasyonu)

5. NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN OLUŞUMU

İnceleme alanı ve çevresinde Tersiyer (Erken Eosen-Miyosen) yaşlı gölsel, sedimanter ve volkano-sedimanter birimler yer almaktadır. İncirlik köyü çevresindeki gölsel birimlerde simektit, klorit, illit, illit-simektit gibi kil ve analsim minerali ile dolomit, kalsit, feldspat, kuvars, opal-CT ve amfibol mineralleri belirlenmiştir. İnceleme alanında genellikle analsim, feldspat, simektit ve dolomit egemen mineral durumundadır.

Analsim Na, Al ve Si içeren bir zeolit grubu mineraldir. Analsim mineralinin değişik ortamlarda, değişik koşullar altında oluştuğu çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Hay 1966). Özellikle analsim oluşumu deneysel olarak incelendiğinde alüminasilikatların göl suyu ve gözenek suyu ile tepkimesi sonucu oluştuğu gösterilmiştir (Ciric 1968, Culfaz and Sand 1973, Cournayer *et al.* 1975). Literatürde de alkalın göl ortamlarında analsim mineralinin oluştuğu Moiola (1970), Eugster and Surdam (1973), Gall and Hyde (1989), Hartley *et al.* (1991), Renaut (1993), Ataman ve Beseme (1972), Ataman (1976), Ataman ve Gündoğdu (1982) tarafından yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Analsimlerin oluşumuna uygun alüminasilikatları volkan camları oluşturmaktadır (Deffeyes 1959, Teruggi 1964, High and Picard 1965, Gottardi and Obradovic 1978). Ayrıca, analsimlerin diğer zeolit ve kil mineralleri ile feldispatlardan da oluştuğu bilinmektedir (Deffeyes 1959, Hay 1963, 1964, Hay and Moiola, 1963, Sheppard and Gude, 1964, 1968).

İnceleme alanındaki analsimlerin özşekilli olması, diğer minerallerden bağımsız olarak izlenmesi ve kil, feldspat mineralleri ile birlikteliğinin belirlenmesine karşın, herhangi bir dokusal ilişkilerinin gözlenmemiş olması da analsimin oluşumunda bir dönüşümün söz konusu olmadığını düşündürmektedir. X-ışını kırınım incelemelerinde her ne kadar bu mineraller arasında belli bir birliktelik olsa da SEM incelemelerindeki morfolojileri ve dokusal ilişkileri dikkate alındığında birbirlerinden bağımsız olarak oluştuğunu göstermektedir. Moiola (1970) tarafından Nevada bölgesindeki analsim oluşumları incelendiğinde analsimin diğer zeolit, kil ve feldspat mineralleri ile mikromorfolojik bir ilişki göstermemesi nedeniyle analsimin bu minerallerin dönüşümüyle değil, direk

olarak gözenek suyu fazında çökeldiğini belirtmişlerdir. İnceleme alanımızdaki analsim minerali de Nevada bölgesindeki oluşuma benzer şekilde diğer minerallerden bağımsız olarak direk çökelimle oluşmuş olmalıdır. İncirlik bölgesindeki ince taneli kritokristalin bir karakter sunan analsimlerin polarizan mikroskopta kristal şekilleri ve tane biçimleri belirlenememiştir. Submikroskopik özellik sunan bu analsim mineraline benzer morfolojide olan oluşumlar literatürde de Moiola (1970) tarafından belirtilmiştir. Araştırmacı, buradaki analsimin oluşumunu direk çökelim şeklinde olduğunu belirtmiştir. İnceleme alanımızdaki submikroskopik özellik sunan analsim minerali de direkt olarak çökeldiği düşünülmektedir.

Anadolu'daki genellikle gösel ortamda çökelen analsimli oluşumlar ilk defa Ataman ve Beseme (1972) tarafından ortaya konulmuştur. Ataman (1976, 1977a, 1977b), Ataman ve Beseme (1972) ile Ataman ve Gündoğdu (1982) yaptığı araştırmalarda çalışmalarımıza benzer şekilde analsim mineralinin mikrokristalin tanecikler halinde olduğunu, analsim ve analsimle birlikteliğini belirttikleri minerallerin otijenik olarak oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, havzada piroklastik kayaların ince taneli olması nedeniyle belirlenememeleri sonucu, zeolit oluşumunu killerden itibaren değişme ile veya çözeltildeki iyonlardan itibaren neoformasyon yolu ile oluştuğunu belirtmenin hatalı olduğunu da belirtmişlerdir.

İnceleme alanındaki mineral birlikteliği ortamın Mg, Na, Al elementlerince zengin olduğunu ve bu minerallerin oluşumu esnasında ortamdaki fiziko-kimyasal koşulların yer yer değiştiğini göstermektedir. Havzadaki dolomit oluşumu için gerekli olan Mg elementi volkanizmanın son ürünleri olan sıcak suların Mg ve Na'u göl ortamına getirmesi ile sağlanmıştır. Diğer bir ifade ile çevredeki bozuşmuş volkanik malzemede önemli bir magnezyum kaynağı oluşturmuştur. Ortamın magnezyum elementince zenginleşmesi ve artan evaporasyon koşullarında göl ortamında dolomit çökelişi gerçekleşmiştir. Gösel alanda, beslenmenin yoğun olduğu zonların Al ve Mg'ca zengin olması nedeniyle yüksek alkali (pH 9-10) ortamda simektit ve/veya klorit oluşmuştur. Simektit oluşumu (Na+K)/H oranı ile orantılıdır (Hemley 1962, Velde 1985). Sedimentlerin depolanması sırasında bu oran en düşük seviyededir. Simektitin oluşumu ile zeolit minerallerinin kristalleşmeleri için gerekli olan şartlar sağlanmaktadır. Çünkü,

simektitin oluşumunu takip eden evrelerde eriyikteki alkali iyon konsantrasyonu yükselmektedir (Sheppard and Gude 1969, Moiola 1970).

Havzadaki yüksek oranda Na+K/H (Hess 1966) nisbeten düşük SiO₂ aktivitesi (Coombs *et al.* 1953, Campell and Fyfe 1965, Velde 1985) ve muhtemelen göreceli olarak düşük H₂O aktivitesi analsimin oluşumunu sağlamıştır. Ayrıca, Na ve K oranının farklılığı muhtemelen analsim ve feldspat oluşumu ile kontrol edilmektedir. Ortamdaki dolomit ve analsim birlikteliği oluşum ortamının gerçekten de oldukça bazik olduğunu işaret etmektedir. Bununla birlikte, havzada analsimin, simektit ve feldspat mineralleri ile beraber bulunması da ortamdaki Si/Al oranının düşük olduğunu göstermektedir. Gölsel ortamlarda pH < 9.5 olduğu zaman ve soluyondaki Al miktarı düşük olduğunda zeolit mineralinin çökeldiği bilinmektedir (Hay 1964, 1966, Sheppard and Gude 1968, 1969, 1973, Martiner and Surdam 1970, Ataman ve Beseme 1972; Surdam and Parker 1972, Surdam and Eugster 1976, Surdam 1977, Ataman 1977a, 1977b, Surdam and Sheppard, 1978, Boles and Surdam 1979, Gündoğdu 1982, Yalçın 1984, Semelin ve Yalçın 1984 Semelin 1985, Baysal vd. 1986). Yunanistan'da Samos adasında benzer litoloji ve jeokimyasal özellikler sunan göl sedimanlarında iklimsel değişimlere bağlı olarak analsim mineralinin oluştuğu Stamatakis (1989) ve Stamatakis *et al.* (1996) tarafından belirtilmiştir.

Yukarıda belirtilen bu mineral birlikteliğinin gölsel ortamlarda belirlenebildiği çeşitli araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Sheppard and Gude 1973, Sand and Mumpton 1978, Starkey and Blackmon 1979, Surdam 1981). Havzadaki mineral oluşumunda pH, sıcaklık, basınç, gözenek suyu basıncı, iklim ve zaman faktörü önemli olmuştur. Ayrıca, tuzluluk ve/veya alkalinite ortamdaki birimlerin bileşimi, çözülme hızı ve ortama gelen tatlı su miktarında hem bu faktörleri hem de mineral oluşumunu kontrol etmiştir. Sonuç olarak inceleme alanındaki Kriptokristalin analsimler ile simektit minerali göl suyu ve/veya gözenek sularından direkt çökelim ile oluşmuş olmalıdırlar.

6. SONUÇLAR

Mülk-İncirlik civarında Tersiyer yaşlı gösel sedimanlar üzerinde yapılan saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- 1) İnceleme alanını temsil eden Tersiyer istifi, temel birimler üzerinde gelişen ve uyumsuzluk yüzeyi ile ayrılan gösel çökeller ile temsil olunur. Bu çökeller alttan üste doğru Erken Eosen yaşlı Lezgi formasyonu ve Miyosen yaşlı Pazar ve Sinap formasyonu adı altında incelenmiştir.
- 2) Lezgi, Pazar ve Sinap formasyonlarının kıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı litolojisinde olduğu belirlenmiştir. Bu birimler, sahada yeşil, kahverenkli, bej ve beyaz renkleri ile tipiktir.
- 3) İnceleme alanında çamurtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı örneklerinden hazırlanan ince kesitler polarizon mikroskopta incelenerek mineralojik, dokusal ve petrografik özellikleri belirlenmiştir.
- 4) X-Işını Kırınım Yöntemi ile incelenen Lezgi formasyonunu temsil eden çamurtaşı biriminin mineralojik bileşimleri ortaya çıkartılmıştır. Tüm kayaç çözümlerinde dolomit, kalsit, kuvars, feldspat, analsim, opal-CT ve amfibol mineral birlikteliği belirlenmiştir. Kil fraksiyonu çözümlerinde çokluk sırası değişken olarak illit, simektit, klorit, illit-simektit tipi kil mineralleri eşlik etmektedir.
- 5) Analsim minerali ile bu minerale eşlik eden kil ve kil dışı minerallerin morfolojik dokusal özellikleri Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve mineralojik bileşimleri Enerji Dispersif Spektrometre (EDS) analizi yardımıyla belirlenmiştir.

- 6) Analsim mineraline eşlik eden kil ve kil dışı mineraller arasında bir dokusal ilişkinin varlığı belirlenememiştir. Analsim minerali kriptokristalin özellikte olup trapezohedral kristaller halindedir. Simektit minerali levhamsı yapraklardan oluşmakta olup peteksi dokusu ile karakteristiktir.

- 7) Saha ve laboratuvar verilerine göre analsim ve simektit minerallerinin oluşumları birbirlerinden bağımsızdır. Kriptokristalin analsimler ile simektit minerali göl suyu ve/veya gözenek sularından direkt çökelim ile oluşmuş olmalıdırlar. Havzadaki mineral oluşumunda tuzluluk ve alkalinite, ortamdaki birimlerin bileşimi, çözünme hızı ve ortama gelen tatlı su miktarı da hem bu faktörleri, hem de mineral oluşumunu kontrol etmiştir. Ayrıca sıcaklık, iklim ve zaman faktörleri de bu minerallerin oluşumunda önemli rol oynamıştır.

KAYNAKLAR

- Akyürek, B., Duru, M., Sütçü., Y. F., Papak, İ., Şaroğlu, F., Pehlivan, N, Gönenç. O., Granit, S. ve Yaşar, T. 1996. Ankara ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynaklar projesi. MTA. Rapor No. 9961 (Yayımlanmamış) Ankara, 43 s.
- ASTM, 1972. Inorganic index to the powder diffraction file. Joint committee on powder diffraction standarts, Pennsylvania. 1943.
- Ataman, G. 1976. Türkiye’de yeni bir analsim oluşuğu ve zeolitli serilerle plaka tektoniği arasında muhtemel ilişkiler. *Yerbilimleri*, 2, 9-23.
- Ataman, G. 1977a. Batı Anadolu (Ege Bölgesi) zeolit yataklarının ve bunların oluşumlarının saptanması: TÜBİTAK TBAG-197 no'lu proje Rap. 72 s, Ankara.
- Ataman, G. 1977b. Batı Anadolu zeolit oluşumları. *Yerbilimleri*, 3, 85-95.
- Ataman, G. and Beseme, P. 1972. Decouverte de l'analcmic scdimantaire en Anatolie du Nord-Ouest (Turquie), *Mineralogist, Genese, Parageneses: Chem. Geol.*, 9, 203-225 s.
- Ataman, G. ve Gündoğdu, N. 1981. Anadolu Tersiyerinde analsimli zonlar ve bunların jeolojik konumu. *Yerbilimleri*, 7, 9-14.
- Ataman, G. and Gündoğdu, N. 1982. Analcimic zones in the Tertiary of Anatolia and their geological positions. *Sedimentary Geology*, 31, 89-99.
- Baysal, O., Gündoğdu, M. N, Temel, A. ve Öner, F. 1986. Bigadiç zeolit oluşumlarının ekonomik jeolojik incelenmesi projesi: H. Ü. *Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi*, Proje No. YUVAM / 85-2, 155 s.

- Boles, J. R. and Surdam, R. C. 1979. Diagenesis of volcanogenic sediments in a Tertiary saline lake: Wagon Bed Formation, Wyoming: Amer. Jour. Sci., 279, 832-853.
- Brindley, G.W. 1980. Quantitative X-ray mineral analysis of clays. In: Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification. G.W. Brindley and G.Brown (eds.), London Mineralogical Society, 125-195.
- Büyükönal, G. 1971. Microscopic study of the volcanic rocks around Ankara, Communications Serie C: Sciences naturelles, Tome, 15c, 1-27.
- Campbell, A. S. and Fyfe, W. S. 1965. Analcime-albite equilibria: American Jour. Sci. 263, 807-816.
- Ciric, J. 1968. Kinetics of zeolite A crystallization. J. Colloid Interf. Sci., 28, 315-324.
- Coombs, D. S, Ellis, A. J, Fyfe, W. S. and Taylor, A. M. 1953. The Zeolite facies, with comments on the interpretation of hydrothermal syntheses: Geochim et Cosmochim. Acta, 17, 53-107.
- Cournayer, R.A, Kranich, W.L. and Sand, L.B. 1975. Zeolite crystallization kinetics related to dissolution rates of quartz reactant, J. Phys. Chem., 79, 1578-1581.
- Culfaz, A. and Sand, L.B. 1973. Mechanism of nucleation and crystallization of zeolites from gels. Adv. Chem. Series, 121, 140-151.
- Çayırılı, H. 1988. Ankara ili Ayaş, Polatlı, Beypazarı, Güdül, Çeltikçi, Kızılcahamam, ve Sincan ilçeleri dolaylı zeolit ön etüdüleri maden jeolojisi raporu. MTA. Rapor No. 2665 (Yayımlanmamış) Ankara, 19 s.
- Deffeyes, K.S. 1959. Zeolites in sedimentary rocks. J. sedim. Petrol., 29, 602-609.

- Dunham, R.J. 1962. classification of carbonate rocks according to depositional textures, In W. E. Ham.(eds.), Classification of Carbonate Rocks, Amer. Assoc. Petroleum Geologist Mem. 1, 108-121.
- Eggleton, R.A. and Keller, J. 1982. The palagonization of limburgite glass-A TEM study. Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte, 321-336, H 7.
- Erişen, B. ve Ünlü, M.R. 1980. Ankara-Çubuk-Kızılcahamam-Kazan alanının jeolojisi ve jeotermal olanakları. MTA. Rapor No. 38500/1 (Yayımlanmamış) Ankara, 71 s.
- Erol, O. 1954. Köroğlu-Işık dağları volkanik kütesinin orta bölümleri ile Beypazarı-Ayaş arasındaki Neojen havzasının jeolojisi hakkında rapor. MTA. Rapor No. 2279 (Yayımlanmamış) Ankara, 39 s.
- Eugster, H.P. and Surdam, R. C. 1973. Depositional Environment of the Green River Formation of Wyoming: a preliminary report. Geological Society of America Bulletin, 84, 1115-1120.
- Folk, R.L. 1959. Practical petrographic classification of limestone. Amer. Assoc. Petroleum Geologist Bull., v. 43, p.1-38.
- Folk, R.L. 1968. Petrology of Sedimentary Rocks: Hemphills Bookstore, Austin, Texas\ 102 s.
- Fortelius, M. Kappelman, J., Şen, Ş., and Bernor, R. L. 2003. Geology and paleontology of the Miocene Sinap Formation, Turkey. Columbia University Press, 409p.
- Fuente, S., Cuadros, J., Fiore, S. and Linares, J. 2000. Electron microscopy study of volcanic tuff alteration to illit-smectite under hydrothermal conditions. Clays and Clay Miner. 48, 339-350.

- Gall, Q. and Hyde, R. 1989. Analcime in lake and lake-margin sediments of the Carboniferous Rocky Brook Formation, Western Newfoundland, Canada. *Sedimentology*, 36, 875-887.
- Gottardi, G. and Obradovic, J. 1978. Sedimentary zeolites in Europe. *Fortschr. Miner.*, 56, 316-366.
- Gökten, E., Kazancı, N. ve Acar, Ş. 1988. Ankara kuzeybatısında (Bağlum-Kazan arası) Geç Kretase-Pliyosen serilerinin stratigrafisi ve tektoniği. *MTA Dergisi* 108, 69-81.
- Gökten, E., Özaksoy, V. and Karakuş, K. 1996. Tertiary volcanic and tectonic evolution of the Ayaş-Güdül-Çeltikçi region, Turkey. *Intrnational Geology Review*, 38, 926-934.
- Gündoğdu, M. N. 1982. Neojen Yaşlı Bigadiç Sedimanter Basenin Jeolojik-Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 386 s.
- Gündoğdu, M. N. ve Yılmaz, O. 1984. Kil Mineralojisi Yöntemleri, I. Ulusal Kil Sempozyumu, Çukurova Üniv., Adana, Bildiriler,319-330.
- Hartley, A., Flint, S. and Turner, P. 1991. Analcime: a characteristic authigenic phase of Andean alluvium, northern Chile. *Geological Journal*, 26, 189-202.
- Hay, R.L. 1963. Stratigraphic and zeolitic diagenesis of the John Day Formation of Oregon: California University. *Pubs. Geol. Sci.*, 42, 199-262.
- Hay, R.L. and Moiola, R.J. 1963. Authigenic silicate minerals in searles lake, California: *Sedimentology*, 2, 312-332.

- Hay, R.L. 1964. Phillipsite of Saline Lakes and Soils: American Mineralogist, 49, 1366-1387.
- Hay, R.L. 1966. Zeolites and zeolitic reactions in sedimentary rocks: Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, 85, 130 p.
- Hemley, J.J. 1962. Alteration studies in the systems $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ and $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ (abs), in Abstract for 1961: Geol. Soc. Amer. Spec., 68, 196 S.
- Hess, P.C. 1966. Phase equilibria of some minerals in the $\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ system at 25 °C and 1 atmospher: Am. Jour. Sci., 264, 289-309.
- High, L.R. and Picard, M.D. 1965. Sedimentary petrology and origin of analcime-rich Popo Agic Member, Chug-water (Triassic) Formation, west cenral Wyoming, J. sedim. Petrol., 35, 49-70.
- Jones, J.B. and Segnit, E.R. 1971. The nature of opal I. Nomenclature and constituent phases. J. Geol. Soc. Aust. 18: 57-68.
- Lünel, A.T. 1987. Petrology of Balkuyumcu volcanic complex, Ankara. METU Journal of Pure and Applied Sciences, 20, 67-136.
- Martiner, R.H. and Surdam, R. C. 1970. Alkalinity and formation of zeolites in saline alkaline lakes: Science, 170, 977-980.
- Moiola, R.J. 1970. Authigenic zeolites and K-feldspars in the Esmeralda Formation, Nevada: American Mineralogist, 55, 1681-1691.
- Önal, M. ve Yılmaz, H. 1983. Gelibolu yarımadasında iki farklı yaşta filiş fasiyesindeki kil mineralleri ve gömülme derinliğine ait bazı ipuçları. Jeoloji Mühendisliği dergisi. 18, 23-30.

- Renaut, R.W. 1993. Zeolitic diagenesis of Late Quaternary fluviolacustrine sediments and associated calcrete formation in the Lake Bogoria Basin, Kenya Rift Valley. *Sedimentology*, 40, 271-301.
- Sand, L.B. and Mumpton, F.A. 1978. Natural zeolites, occurrence, properties, use, Tucson, Arizona, pergamon press.
- Salomon-Calvi, W. 1940. Ankara civarında jeolojik geziler. *MTA Derg.* 20, 38-40; 21, 60-61, Ankara.
- Semelin, B. and Yalçın, H. 1984. Sedimentation volcanoclastique en milieu continental lacustre: Un exemple, le bassin Neogene d'Emet (Turquie Ouest), 5 eme : Congres Europeen de Sedimentologie, Resumes, Marseille, 9-11 Avril, 403 p.
- Semelin, B. 1985. Les depots volcanosedimentaries Neogenes du bassin d' Emet (Turquie Occidentale) et leur diagenese, les parageneses a smectites, et zeolites en milieu lacustre: These, Universite' Paris-Sud, Orsay, 200 s.
- Seyitoğlu, G. and Büyükönal, G. 1995. Geochemistry of Ankara volcanics and the implications of their K-Ar dates on the Cenozoic stratigraphy of central Turkey. *Tr. J. Earth Sciences*, 4, 87-92.
- Sheppard, R.A. and Gude, A. J. 1964. Reconnaissanc of zeolite deposits in tuffaceous rocks of the western Nojave desert and vicinity, California, U. S. Geol. Prof. Pap. 501-C, C114-116.
- Sheppard, R.A. and Gude, A.J. 3rd. 1968. Distribution and genesis of authigenic silicate minerals in tuffs of Pleistocene lake Tacopa, Inyo Country, California: U. S. Geol. Survey Prof. Paper, 597, 38 p.

- Sheppard, R.A. and Gude, A.J. 3rd. 1969. Diagenesis of tuffs in the Barstow formation, Mud Hills, San Bernardino Country, California: U. S. Geol. Survey Prof. Paper, 634, 35 p.
- Sheppard, R.A. and Gude, A.J. 3rd. 1973. Zeolites and associated authigenic silicate minerals in tuffaceous rocks of the Big Sandy Formation, Mohave Country. Arizona: U. S. Geol. Survey Prof. Paper., 36 p.
- Starkey, H.C. and Blackmon, P. D. 1979. Clay mineralogy of Pleistocene lake Tacopa, Inyo County, California: U. S. Geological Survey, 34 p.
- Stamatakis, M.G. 1989. Authigenic silicates and silica polymorphs in the Miocene saline-alkaline deposits of the Karlovassi basin, Samos, Greece. *Economic Geology*, 84, 788-798.
- Stamatakis, M.G, Hall, A. and Hein, J.R. 1996. The zeolite deposits of Greece. *Mineralium Deposita*, 31, 473-481.
- Surdam, R.C. and Parker, R.B. 1972. Authigenic aluminosilicate minerals in the tuffaceous rocks of Green River Formation, Wyoming: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 83, 3, 689-700.
- Surdam, R.C. and Eugster, H. P. 1976. Mineral reactions in the sedimentary deposits of the lake Magadi region, Kenya: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87, 1739-1752.
- Surdam, R.C. 1977. Zeolites in closed hydrologic systems: in *Mineralogy and Geology of Natural Zeolites*: F. A. Mumpton (ed.), *Min. Soc. Amer., Reviews in Mineralogy*, 4, 65-89.

- Surdam, R.C. and Sheppard, R.A. 1978. Zeolites in saline alkaline lake deposits: In natural zeolites, occurrence, properties, use, L. B. Sand and F. A. Mumpton eds., Pergamon Press, New York, 145-175.
- Surdam, R.C. 1981. Zeolites in closed hydrologic systems: Reviews in Mineralogy, 4, 65-91.
- Şengün, M. 1971. Ayaş bölgesinin jeolojisi. MTA Rap. No 4749, Ankara (yayımlanmamış), 62s.
- Tankut, A. 1985. Ankara dolaylarındaki Neojen yaşlı volkaniklerin jeokimyası. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 28, 55-66.
- Tankut, A. and Türkmenoğlu, A. 1988. Incompatible trace elements composition of Neogene mafic lavas around Ankara. METU. Jour. Pur. and Appl. Sci.21, 1/3, 501-521.
- Teruggi, M.E. 1964. A new and important occurrence of sedimentary analcime. J. sedim. Petrol, 34, 761-767.
- Temel, A. 2001. Post-collisional Miocene alkaline volcanism in the Oğlakçı region, Turkey: Petrology and geochemistry. International Geology Review, 43, 640-660.
- Türkecan, A. Dinçel, A. Hepşen, N. Papak, İ. Akbaş, B. Sevin, M. Özgür, İ. B. Bedi, Y. Mutlu, G. Sevin, D. Ünay, E. Saraç, G. ve Karataş, S. 1991. Bolu-Çankırı (Koroğlu dağları) arasındaki Neojen yaşlı volkanitlerin stratigrafisi ve petrolojisi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 6, 85-103.
- Ünlü, M.R. 1974. Kazan (Bolu ili) Peçenek (Ankara ili) alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları hakkında rapor. MTA. Rap. No 5775 (yayımlanmamış) Ankara.

- Ürgün, S. 1974. Ayaş-Sincanköy (Ankara) arasında kalan alanın jeolojisi ve jeotermal enerji yönünden incelenmesi. MTA. Rap. No 5775 (yayımlanmamış) Ankara, 26 s.
- Varol, E. 2001. Balkuyumcu (GB Ankara) volkanitlerinin petrolojisi ve jeokimyası. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 109 s.
- Velde, B. 1985. Clay Minerals, A physico-chemical exploration of their occurrence: Developments in Sedimentology, 40, 427 .
- Yalçın, H. 1984. Emet Neojen gölsel baseninin jeolojik ve mineralojik-petrografik incelenmesi: Yüksek Lisans Tezi, H. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 269 s.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Bernis Aslankurt

Doğum Yeri: Ankara

Doğum Tarihi: 1979

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise: Alparslan Lisesi (1993-1997)

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

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (2002-2006)

Çalıştığı Kurumlar ve Yılları:

Orhan Evin A.Ş. ile Güvercinlik Havaalanı İnşaatı (2002)

MÖN & Orhan Evin Ortak Girişimi ile Bozüyük-Mekece Yolu İyileştirme Projesi
(2003)

ALARKO & OHL Ortak Girişimi ile Ankara-İstanbul Demiryolu Rehabilitasyon
Projesi (2004) (Kontrol Mühendisi)

HSBC Bank A.Ş.'de Yönetmen Yardımcısı (2006-)