

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SİVRİHİSAR-BİÇER CİVARI NEOJEN (ÜST MİYOSEN-PLİYOSEN)
BASENİNDEKİ KİL PARAJENEZLERİNİN ORTAMSAL YORUMU**

Özge KARAKAŞ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2006

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SİVRİHİSAR-BİÇER CİVARI NEOJEN (ÜST MİYÖSEN-PLİYÖSEN) BASENİNDEKİ KİL PARAJENEZLERİNİN ORTAMSAL YORUMU

Özge KARAKAŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ

Bu çalışma ile Biçer civarındaki (Sivrihisar) Neojen (Miyosen-Pliyosen) yaşlı göl basenindeki kil minerallerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, belirlenen mineral parajenezleri ve dokusal özellikleri dikkate alınarak kil minerallerinin kökeni, oluşum koşulları ve eski iklim gibi özellikleri ortaya çıkartılmıştır.

Neojen istifi iki ayrı çökel sistemi içerisinde depolanan Sakarya ve Porsuk formasyonu olarak 6 fasiyese ayrılarak incelenmiştir. 1. çökel sistemini oluşturan Miyosen yaşlı Sakarya formasyonu andezitik-bazaltik karakterli volkanitler (Alt-Orta Miyosen) ve karbonat fasiyesi (Üst Miyosen) ile temsil edilir. Bu litolojik topluluğu 2.ci çökel sistemini oluşturan Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonu çok düşük açılı uyumsuzlukla örter. Bu formasyon konglomera, kumtaşı, kiltası, marn, jips, jipsli çamurtaşı, dolomit, dolomitik kiltası ve kireçtaşı birimlerinin birkaç kez tekrarlanmasından oluşmuştur. Porsuk formasyonu ile temsil edilen 2. depolanma paketinin ana fasiyesleri konglomera-kumtaşı, yeşil renkli çamurtaşı-kiltası, karbonat ve gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltası şeklinde ayrılmıştır.

Neojen yaşlı göl istifi içerisindeki kiltaları kahverenkli, krem-bej, beyaz ve yeşil gibi farklı renk özelliklerine sahiptir. İnceleme alanının güneyinde koyu kahverenkli ve bej-krem renkli kiltası ve killi kireçtaşı istiflerinde egemen kil minerali sepiyolit olup, bunlar üste doğru dereceli olarak dolomitli sepiyolit ve beyaz renkli dolomitler şeklinde bir mineralojik zonlanma oluştururlar. Ayrıca, dolomitin artış gösterdiği bu seviyelerde kuvars, opal-CT ve feldispat mineralleri de görülür. Havzanın genelinde yeşil renkli kiltası, jipsli kiltası ve marn topluluğu paligorskit, simektit ve klorit parajenezi ile karakterize edilir. Bunların saf olmadığı seviyelerde ise dolomit, kalsit, kuvars, opal-CT, feldispat, jips, amfibol ve analim mineralleri açığa çıkmaktadır.

Saha ve laboratuvar verilerine göre bölgedeki Neojen (Miyosen ve Pliyosen) yaşlı göl birimleri; volkanizma, tektonizma ve paleoiklim koşullarında gelişen değişik süreçlerde depolanmıştır. Bu nedenle, iki farklı çökel sistemi içerisinde birbirleriyle yanal ve dikey yönde geçişler gösteren farklı fasiyes çökelimleri gerçekleşmiştir. Sepiyolitler, havza kenarı bataklık ortamlarında kısmen de humid koşullarda oluşmuşlardır. Sepiyolit mineraline bazı seviyelerde eşlik eden paligorskit minerali, ortamda Mg ve Si zenginleşmesi ile birlikte Al katılımının da arttığını işaretler. Evaporit ağırlıklı istiflerde belirginleşen ve çoğu kez de bireysel jips kristalleri ve dolomit ara seviyeleri içeren yeşil, gri-bej renkli kiltalarında belirginleşen simektit, paligorskit ve klorit birlikteliği evaporitik çamur düzlüklerinde depolanmıştır. Buna karşın oldukça fazla yanal devamlılık gösteren ve tek düze bir litoloji sergileyen ve içerisinde değişik oranda simektit-paligorskit bulunduran yeşil çamurtaşı ve kiltaları ise derin göl ortamında depolanmıştır.

2006, 98 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biçer, Kil Parajenezi, Neojen Baseni, Ortamsal Yorum, Sivrihisar

ABSTRACT

Master Thesis

THE ENVIRONMENTAL INTERPRETATION OF THE CLAY PARAGENESIS OF THE NEOGENE (UPPER MIOCENE- PLIOCENE) BASIN AROUND SİVRİHİSAR – BİÇER

Özge KARAKAŞ

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

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Zehra KARAKAŞ

The purpose of this study is to investigate the clay minerals of the Neogene (Miocene and Pliocene) lacustrine units around Biçer (Sivrihisar) region. In addition; based on mineral paragenesis and textural characteristics, origin of the clay minerals, formation conditions and paleoclimate conditions have been determined.

The Neogene sequence which deposited into two different depositional system as Sakarya and Porsuk formation, has been studied by being divided into 6 facies. The first depositional system Miocene aged Sakarya formation is characterized by andesitic-basaltic volcanics (Lower-Middle Miocene) and carbonate facies (Upper Miocene). Pliocene aged Porsuk formation which is the second depositional system of the lithological units rests on this lithological group at a low angle unconformity. This formation has come into being as a result of the repetition of conglomerate, sandstone, claystone, marl, gypsum, gypsiferous mudstone, dolomite, claystone and limestone units for a couple of times. The main facies of the Porsuk formation which is represented by the second depositional system are characterized by conglomerate, sandstone, green coloured mudstone-claystone, carbonate and grey-beige coloured mudstone-claystone.

Claystones in Neogene aged lacustrine units are brown, cream-beige, white and green in colour. In the southern part of the basin, sepiolite is dominant clay mineral in the dark brown and cream-beige coloured claystones and clayey limestones. The sepiolite bearing sections generally present a mineralogical zonation from bottom to top as dolomitic sepiolite and pure white dolomites. In this sections which dolomite increases, quartz, opal-CT and feldspar minerals are precipitated. In whole basin area, green coloured claystone, gypsiferous claystone and marl are characterized with paligorskite, smectite and chlorite paragenesis. In the sections where these are not pure, consist of dolomite, calcite, quartz, opal-CT, feldspar, gypsum, amphibole and analcime.

According to field and laboratory data, Neogene (Miocene and Pliocene) lacustrine units are deposited in different period of volcanism, tectonism and paleoclimate. Different facies precipitations come into being, which show lateral and vertical changes, were deposited in two different sedimentary systems. Sepiolites occurred in a lake margin swamp like environment and partly humid climate conditions. Paligorskite which accompanies sepiolite in some levels, indicates with Mg and Si abundance, Al participation increases, too. Green, grey-beige claystones which become clear in the evaporitic sequences and includes individuals gypsum crystals and dolomite interval levels are deposited in evaporitic mud flats with smectite, paligorskite, chlorite association. In spite of this, green mudstone and claystones which include smectite paligorskite with different ratios, display lateral continuity monotonous litology and deposited in deep lake environment.

2006, 98 pages

Key Words: Biçer, Clay Paragenesis, Environmental Interpretation, Neogene Basin, Sivrihisar

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın konusunu, Sivrihisar-Biçer civarı Neojen (Alt-Orta Miyosen-Pliyosen) basenindeki kil parajenezlerinin incelenmesi oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın her safhasında değerli görüş ve bilimsel katkılarını esirgemeyen, tezin tamamlanmasında maddi ve manevi destek olan sayın danışman hocam Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez sahasını öneren bölümümüz öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Baki VAROL (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)'a, fosillerinin tayinlerini yapan bölümümüz öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Güler TANER (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)'e, Sayın Gerçek SARAÇ (MTA)'a, Sayın Zühtü BATI (TPAO)'ya ve X-ışınları Floresans Spektrometresi analizlerini yapan Sayın Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) 'na; harita ve kesit çizimlerinde yardımlarını gördüğüm dostlarım Ayşe BAĞIRGAN ve Sonay BOYRAZ'a ve Yüksek Lisans çalışmalarım esnasında maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Bu çalışma, TÜBİTAK Yer Deniz ve Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu tarafından 102Y137 no'lu ve Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü'nce 2003 07 45 014 no'lu projeler çerçevesinde desteklenmiştir.

Özge KARAKAŞ

Ankara, Ekim 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGE DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 İnceleme Alanı	1
1.2 Çalışmanın Amacı	2
1.3 Materyal ve Metod	2
1.3.1 Arazi çalışmaları	2
1.3.2 Laboratuvar çalışmaları	4
1.3.3 Büro çalışmaları	6
1.4 Önceki Çalışmalar	6
2. STRATİGRAFİ.....	9
2.1 Genel Tanım.....	9
2.2 Neojen Öncesi Temel Birimler.....	12
2.3 Neojen Birimleri.....	13
2.3.1 Sakarya formasyonu.....	13
2.3.1.1 Volkanitler.....	14
2.3.1.2 Kırıntılı fasiyesi.....	15
2.3.1.3 Karbonat fasiyesi.....	16
2.3.2 Porsuk formasyonu.....	16
2.3.2.1 Konglomera-kumtaşı fasiyesi	17
2.3.2.2 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi.....	19
2.3.2.3 Karbonat fasiyesi	20
2.3.2.4 Gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi	22
2.4 Kuvaterner.....	24

3. SEDİMANTOLOJİ.....	25
3.1 Konglomera Fasiyesi.....	25
3.2 Çamurtaşı Fasiyesi.....	30
3.3 Kiltası Fasiyesi.....	30
3.3.1 Yeşil renkli kiltası ve çamurtaşı birimi.....	30
3.3.2 Kahverenkli kiltası birimi.....	34
3.4 Kireçtaşı Fasiyesi.....	37
3.5 Dolomit Fasiyesi.....	38
3.6 Jips Fasiyesi.....	39
4. MİNERALojİK VE PETROGRAfİK İNCELEMELER.....	43
4.1 Petrografik İncelemeler.....	44
4.1.1 Çamurtaşı-kiltası birimi.....	44
4.1.2 Kumtaşı birimi.....	45
4.1.3 Kireçtaşı birimi.....	46
4.2 X-Işınları Kırınım Yöntemi (XRD) Tüm Kayaç Ve Kil Fraksiyonu İncelemeleri.....	48
4.2.1 Kahverenkli, bej-krem, beyaz renkli kiltaları.....	52
4.2.2 Yeşil renkli kiltaları ve çamurtaşları.....	55
4.2.3 Mineral parajenezlerinin dağılımı	62
4.3 Diferansiyel Termal Analiz (DTA) İncelemeleri	63
4.4 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İncelemeleri.....	65
4.5 Kimyasal Analiz.....	73
5. SEPİYOLİT VE PALİGORSKİT MİNERALLERİNİN OLUŞUMU, KÖKENLERİ, DEPOLANMA ORTAMI VE PALEOKLİMA.....	79
6. EKONOMİK JEOLojİ.....	84
7. SONUÇLAR.....	85
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	98

SİMGELER DİZİNİ

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

KISALTMALAR

ASTM	American Standart for Testing Material
A.Ü	Ankara Üniversitesi
BAP	Bilimsel Araştırma Projeleri
BİTAUM	Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
EDS	Enerji Dağılımlı X-Işınları
EG	Etilen Glikollü
F	Fırınlanmış
G	Güney
GD	Güneydoğu
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
MAT	Maden Analizleri ve Teknoloji
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 V
ÖSK VI	Ölçülü Stratigrafik Kesit VI
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TG	Termogravimetri
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
XRD	X-Işınları Kırınımı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası	1
Şekil 1.2 İnceleme alanının örnekleme haritası.....	3
Şekil 2.1 İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti	10
Şekil 2.2 İnceleme alanının jeoloji haritası.....	11
Şekil 2.3 Gençali köyü civarındaki temel kayaçları oluşturan a. Mesozoyik yaşlı Granodiyoritler üzerinde uyumsuz olarak bulunan b. Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonundaki gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesinin (NP4) saha görünümü.....	12
Şekil 2.4 Biçer civarında Alt-Orta Miyosen yaşlı Sakarya formasyonunda volkanitleri (Sv) oluşturan gri-bej renkli, soğuma eklem yapılı bazaltların saha görünümü.....	14
Şekil 2.5 Asarkale civarında Alt-Orta Miyosen yaşlı Sakarya formasyonundaki a. volkanitleri (Sv) oluşturan koyu renkli andezitlerin üzerine uyumsuz olarak gelen Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonuna ait b. yeşil renkli çamurtaşı- kiltaşı fasiyesinin (NP2) arazi görünümü.....	15
Şekil 2.6 Ahırköy mevkiinde Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunu oluşturan kahverenkli ve kırmızı renkli konglomera-kumtaşı-çamurtaşı birimlerinin ardalı dizilimi şeklinde izlenen konglomera-kumtaşı (NP1) fasiyesinin uzaktan saha görünümü.....	18
Şekil 2.7 Sazak bölgesinde Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunu oluşturan a. kırmızı, kahverenkli konglomera-kumtaşı (NP1) ve b. yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı (NP2) ardalı diziliminin üste doğru c. karbonat fasiyesine (NP3) geçişinin uzaktan saha görünümü.....	19
Şekil 2.8 Biçer civarında Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunun taban seviyelerinde yer alan a. yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı (NP2) b. gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı (NP4) ve c. karbonat (NP3) fasiyeslerinin yanal ve dikey geçişi.....	20

Şekil 2.9 Güreler civarında Porsuk formasyonunu oluşturan a. gri-bej renkli jipsli kiltası-çamurtaş (NP4) b. karbonat (NP3) fasiyeslerinin uzaktan saha görünümü.....	22
Şekil 2.10 Gençali köyü civarında Porsuk formasyonuna ait gri-bej renkli jipsli çamurtaş-kiltası fasiyesini oluşturan a. gri-bej renkli bireysel jips kristalli çamurtaş b. kahverenkli bireysel jips kristalli çamurtaş ve c. laminalı jips düzeylerinin uzaktan saha görünümü.....	23
Şekil 2.11 Porsuk formasyonunu oluşturan gri-bej renkli jipsli çamurtaş-kiltası fasiyesindeki (NP4) a. gri-yeşil renkli jips arenit ve b. beyaz renkli masiv jips birimlerini gösteren saha görünümü.....	24
Şekil 3.1 Ahırköy ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK I).....	26
Şekil 3.2 Sazak ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK II).....	27
Şekil 3.3 İğdecik Kırmaları kesit alanında Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunun taban seviyesinde yer alan konglomera fasiyesinin (NP1) ana bileşenlerini oluşturan mika şist ve kristalize kireçtaş çakıllarının yakından saha görünümü.....	28
Şekil 3.4 İğdecik Kırmaları ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK III).....	29
Şekil 3.5 Biçer ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK IV).....	32
Şekil 3.6 Güreler ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK V).....	33
Şekil 3.7 Biçer civarında a. yeşil renkli jipsli çamurtaş, b. yeşil renkli çamurtaş ve c. krem-bej renkli çamurtaş birimlerinin yakından görünümü.....	34
Şekil 3.8 Asarkale bölgesinde a. kahverenkli kiltaları ve b. bej-krem renkli dolomitli kiltaları ile c. beyaz renkli dolomitlerin arazi görünümü.....	35
Şekil 3.9 Beyaz renkli sepiyolitli dolomit ile kahverenkli saf sepiyolitli dolomit yakından görünümü.....	35
Şekil 3.10 Asarkale bölgesinde beyaz renkli dolomit ve sepiyolitli dolomit birimleri arasında yer alan kahverenkli renkli kiltalarının (sepiyolit yatağının) uzaktan görünümü.....	36
Şekil 3.11 Güreler civarındaki karstik erime boşluklu kireçtaş biriminin yakından görünümü.....	37

Şekil 3.12 Bej-Yeşil renkli Laminallı kil, kireçtaşı ve jips ardalanması.....	38
Şekil 3.13 Güreler civarındaki krem-bej renkli saf dolomit biriminin yakından saha görünümü.....	39
Şekil 3.14 Gençali ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK VI).....	40
Şekil 3.15 Gençali Köyünde gri-bej renkli kiltası-çamurtaşı fasiyesini oluşturan a. yeşil renkli kiltası , b. yeşil renkli bireysel jips kristalli çamurtaşı , c. gri- bej renkli bireysel jips kristalli çamurtaşı , d. beyaz renkli jips arenit ve e. laminallı jips düzeylerinin görünümü.....	41
Şekil 3.16 Yeşil renkli kiltası birimi içerisinde kahverenkli diskoidal şekilli serbest büyümeli jips kristalleri ile yeşil renkli çamurtaşı-marn birimlerinin ardaanımının yakından saha görünümü.....	42
Şekil 4.1 BÇ-2 no'lu koyu gri renkli çamurtaşı örneğindeki farklı büyüklüklerdeki plajiyoklaz (pl) ve kuvars (k)minerallerinin a. tek nikol ve b. çift nikol görünümü.....	44
Şekil 4.2 SZG-13 no'lu litik areniti oluşturan kuvars (k), biyotit (B), opak (O) minerallerinin mikritik içerisindeki tek nikol (a) görünümü.....	46
Şekil 4.3 GA-15 no'lu bol erime boşluklu (e) mikritik kireçtaşı örneğinin tek nikol görünümü	47
Şekil 4.4 GA-4 no'lu sparitik karakterli kireçtaşı örneğinde izlenen pellet yapılarının tek nikol görünümü.....	47
Şekil 4.5 GA-4 no'lu sparitik karakterli kireçtaşı örneğinde izlenen pellet yapılarının yakından tek nikol görünümü	47
Şekil 4.6 GA-6 no'lu sparitik kireçtaşı örneği içerisindeki jips (j) gelişimlerinin tek nikol görünümü	48
Şekil 4.7 Karbonat fasiyesindeki (NP3) Md 4 no'lu kahverenkli kiltası örneğinin tüm kayaç XRD Difraktogramı.....	52
Şekil 4.8 Md 4 no'lu kiltası örneğinin a.normal, b. etilen glikollü (GLK) ve c. fırınlanarak yapılan kil fraksiyonu XRD analizi	53
Şekil 4.9 Karbonat fasiyesinde (NP3) Md 5 no'lu krem renkli kiltası örneğinin tüm kayaç XRD Difraktogramı.....	54

Şekil 4.10 Gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP4) ÖM-9 no'lu krem renkli kiltaşı örneğinin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	55
Şekil 4.11 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesinde (NP2) Sep-2 no'lu krem-bej renkli kiltaşı 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.....	56
Şekil 4.12 Gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP4) Kong Üst-2 no'lu beyaz renkli killi dolomit 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.....	57
Şekil 4.13 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) BÇR 1 no'lu yeşil renkli jipsli kiltaşı örneğinin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	58
Şekil 4.14 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) GÜR-8 no'lu yeşil renkli 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	59
Şekil 4.15 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) SZG-1 no'lu kahverenkli , kiltaşı 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.....	60
Şekil 4.16 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) SZG-13 no'lu dolomitik kiltaşı 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	61
Şekil 4.17 Gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP4) GA-11 no'lu beyaz-krem renkli kiltaşı örneğinin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	62
Şekil 4.18 Md-4 no'lu saf sepiyolit örneğinin DTA ve TG termogramı.....	64

Şekil 4.19 Md-4 no'lu kilitaşı örneğindeki yumak şeklinde kümelenmiş sepiyolit lif demetlerinin taramalı elektron mikroskop görünümü.....	66
Şekil 4.20 Md-4 no'lu kilitaşı örneğindeki sepiyolit lif demetlerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü.....	67
Şekil 4.21 Md-4 no'lu kilitaşı örneğindeki keçe-yapısı ve dentritik-ağsal yapıdaki sepiyolit lif demetlerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü.....	67
Şekil 4.22 Md-4 no'lu kilitaşı örneğindeki keçe-yapılı sepiyolit lif demetlerinin yakından taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü.....	68
Şekil 4.23 Kong Üst-2 no'lu killi dolomit örneğinde dolomit (D) ve lifsi karakterli paligorskit (P)minerallerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü.....	68
Şekil 4.24 Sep-2 no'lu killi dolomit örneğinde dolomit (D) minerali üzerinde gelişen paligorskit (P)mineralinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü.....	69
Şekil 4.25 Sep-2 no'lu kahverenkli kilitaşı örneğinde dolomit (D) mineralinin görünümü.....	69
Şekil 4.26 SZG-13 no'lu dolomitik kilitaşı örneğinde simektit (S) illit (İ) minerali ile erime boşluklarının (E) taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü.....	70
Şekil 4.27 SZG-13 no'lu dolomitik kilitaşı örneğinde feldispat (F) ve illit (İ) mineralinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü.....	70
Şekil 4.28 Md 4no'lu Sepiyolit mineralinin enerji dispersif spektrum analizi EDX.....	71
Şekil 4.29 Kong Üst-2 no'lu Paligorskit mineralinin enerji dispersif spektrum analizi EDX.....	72
Şekil 4.30 SZG-13 no'lu Simektit mineralinin enerji dispersif spektrum analizi EDX.....	72
Şekil 5.1 Miyosen yaşlı gölsel basenin çökel modelini gösterir diyagram.....	81
Şekil 5.2 Pliyosen yaşlı gölsel basenin çökel modelini gösterir diyagram.....	82

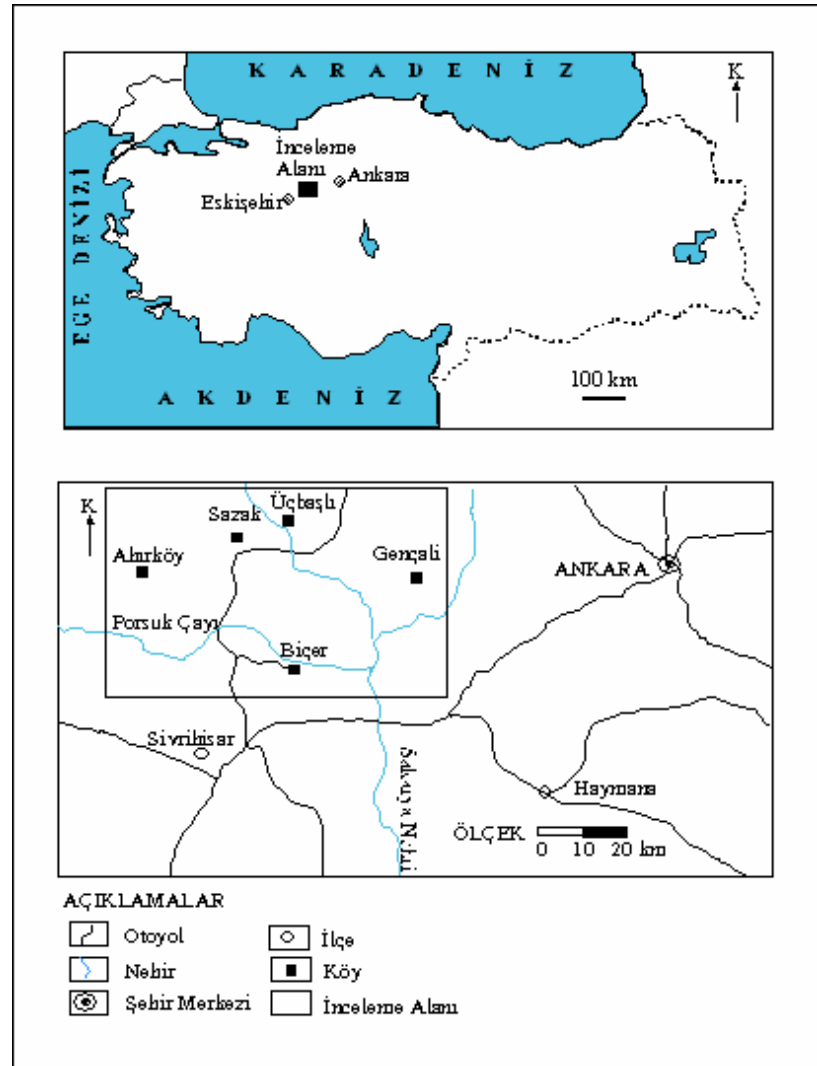
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 İnceleme alanından derlenen örneklerin litolojilerine göre sayısı ve yapılan analiz metodları.....	43
Çizelge 4.2 İnceleme alanındaki farklı litolojilere ait tüm kayaç ve kil fraksiyonu analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.2 İnceleme alanındaki farklı litolojilere ait tüm kayaç ve kil fraksiyonu analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.3 İnceleme alanındaki farklı renk ve litolojilere ait örneklerin kimyasal analiz değerleri (%)	74
Çizelge 4.4 Değişik bölgelere ait sepiyolit örneklerinin ana ve iz element kimyasal bileşimleri ve yapısal formülleri.....	76
Çizelge 4.5 Değişik bölgelere ait paligorskit örneklerinin ana ve iz element kimyasal bileşimleri ve yapısal formülleri.....	77

1. GİRİŞ

1.1 İnceleme Alanı

İnceleme alanı, Polatlı-Sivrihisar karayolu kuzeyinde, Yukarı Sakarya bölümü olarak adlandırılan bölgede yer almaktadır. Bu alan, Ankara İ27 c1 - d2 paftaları içerisinde bulunmakta olup, yaklaşık 150 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Eskişehir ili, Sivrihisar ilçesinin sınırları içerisinde bulunan inceleme alanındaki başlıca yerleşim merkezleri Ahırköy, Sazak, Üçbaşlı, Biçer, Gençali köyleridir (Şekil 1.1). Bölgeden Sakarya Nehri ile Porsuk Çayı geçmektedir.



Şekil 1. 1 İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, Sivrihisar'ın KD'da yer alan Biçer köyü civarında geniş bir alanda yüzeylenen Neojen yaşlı gölsel istifteki kil mineralleri ile kil minerallerince zengin fasiyeslerin çökel sistemleri ile ortamın paleoklimasının ortaya çıkartılması amaçlanmıştır (Şekil 1.1). Bu amaca ulaşmak için inceleme alanında farklı fasiyeslerde bulunan kil mineralleri/ kil mineral grupları tayin edilmiştir. Bu mineral gruplarına eşlik eden diğer mineral oluşumları da belirlenerek, bunların havza ölçeğinde dikey ve yanal yöndeki dağılımları, birbirleri ile olan ilişkileri ve oluşum koşulları araştırılmıştır.

1.3 Materyal ve Metod

Bu tez çalışması, arazi (sahadan örneklerin derlenmesi), laboratuvar (örneklerin çeşitli analiz yöntemleri ile incelenmesi) ve büro (arazi verileri ile laboratuvardan elde edilen sonuçların değerlendirip, yorumlanması) çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

1.3.1 Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları 2003 Haziran ve 2004 yılı Eylül ve Ekim aylarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası MTA Genel Müdürlüğünden temin edilerek, Neojen yaşlı gölsel istife ait fasiyes haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanındaki farklı fasiyes gelişimlerinin en iyi gözlemlendiği yerler seçilerek, bunların yanal ve dikey ilişkilerini açıklayıcı ölçülü stratigrafik kesitler (ÖSK) çelik metre kullanılarak alınmıştır. Bu kesitler Ahırköy, Sazak, İğdecik Kırmaları, Biçer, Güreler ve Gençali olarak adlandırılmış olup, bunlardan toplam 76 adet örnek alınmıştır (Şekil 1.2). Ayrıca, bu kesit alanlarının civarından ise toplam 51 adet noktasal örnek derlenmiştir.

1.3.2 Laboratuvar alışmaları

Sahadan alınan örneklerin mineralojik bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla kayaç örneklerinden ince kesitler yapılarak incelenmiştir. Bu kesitler Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnce Kesit Laboratuvarında hazırlanmış, Leitz marka polarizan mikroskopta incelenerek, mineralojik, dokusal ve petrografik özellikleri belirlendikten sonra kayaç adlamaları yapılmıştır.

Mikroskobik incelemelerde tanımlamaları yapılamayan örnekler ile kiltası örneklerinin mineralojik bileşimleri X-Işınları Difraktometresi (XRD) kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler Ankara niversitesi ince kesit laboratuvarında Fritschvibrating Cup Mill Pulverisette 9 marka öğütme makinesinde toz haline getirildikten sonra Ankara Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezindeki (BİTAUM) Rigaku-Geigerflex marka X-Işınları Difraktometresi kullanılarak tüm kaya çekimleri yapılmıştır. Kil fraksiyonu çekimleri MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji (MAT) Dairesi laboratuvarlarındaki Rigaku-Geigerflex marka X-Işınları Difraktometresinde gerçekleştirilmiştir. Kil fraksiyonu incelemelerinde normal (N), Etilen Glikollü (EG), ve fırınlanmış olmak üzere üç adet çekim yapılmıştır. Elde edilen difraktogramlar ise American Standart for Testing Material kartoteksi (ASTM 1972) kullanılarak değerlendirilmiştir.

X-Işınları Kil Fraksiyonu Analizi ile belirlenen safa yakın kiltası (sepiyolit) olarak tanımlanan örneklerin termal zellikleri Diferansiyel Termal Analiz (DTA) ve Termogravimetri (TG) analiz metoduyla incelenmiştir. Bu analizler Rigaku Thermal Analyzer TAS 100, Ver 2.22 E cihazı ile MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji (MAT) Dairesi laboratuvarında yapılmıştır.

Ayrıca, X-Işınları Kil Fraksiyonu Analizleri ile paligorskit ve sepiyolit minerallerince zengin olduğu belirlenen kilitaşları tüm kayaç fazında yapılan ana ve iz element çözümlenmeleri için Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında “Spectro XLAB 2000 PEDXRF (Polarized Energy Dispersive XRF) ve Spectro MIDEX-M” cihazları kullanılmıştır. XRF analizlerinde toz örnek Al-kapsüllere konulup, yaklaşık 10 tonluk yük altında preslenerek elde edilen pastiller üzerinde yapılmıştır. Kimyasal çözümlenmelerde ana (major) elementler % oksit cinsinden SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅; iz / eser element çözümlenmeleri ppm cinsinden Cr, Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Rb, Ba, Sr, Ga, Nb, Zr, Y, Th, As, S elementlerini kapsamaktadır. Ateşte kayıp (LOI) ise örneğin etüvde 110 °C’de bir gece kurutulduktan sonra, fırında 1000 °C’deki H₂O ve diğer uçucu bileşenlerin ağırlık cinsinden yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

Kil minerallerinin morfolojik özellikleri olan tane şekli, tane büyüklüğü ve diğer minerallerle olan ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla örnekler Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ile incelenmiştir. SEM incelemeleri Kırıkkale Üniversitesi Fizik Bölümü ve Gazi Üniversitesi Malzeme Bölümünde bulunan elektron mikroskoptan yararlanılarak yapılmıştır.

İnceleme alanında paleontolojik verilere dayalı yaşlandırma tayinlerinin yapılabilmesi amacıyla marn ve çamurtaşı gibi yumuşak örneklerde yıkama gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 150-200 gr. örnek 1 litrelik cam behere konularak, ayrışmanın hızlı olması için üzerine sıcak su ilave edilerek karıştırılmış ve bir süre böyle bekletilmiştir. Örnek içerisindeki karbonat ve kilin miktarına bağlı olarak üzerine 10-15cc ‘lik hidrojen peroksit (H₂O₂) ilave edilerek köpürme bitinceye kadar beklenilmiştir. Köpürme işlemi tamamlandığında, 35, 60, 120 mesh’lik elekler kullanılarak örnekler saf su ile yıkandıktan sonra, her bir elekteki örnek cam petrilere alınmış, kuruması için etüve yerleştirilmiştir. Daha sonra biyojen mikroskop yardımıyla ayıklanan fosillerin tanımı ve yaşlandırılması yapılmıştır (Taner 2004).

1.3.3 Büro çalışmaları

Büro çalışmaları esnasında, laboratuvar çalışmaları ve analizlerden elde edilen sonuçlar derlenmiş ve yorumlanmıştır. XRD difraktogramları ve ölçülü stratigrafik kesitler bilgisayar ortamında Macromedia Freehand 10. çizim programı kullanılarak çizilmiştir.

Saha ve laboratuvar çalışmaları neticesinde elde edilen sonuçların tamamı bu tez kapsamında ortaya konulmuştur.

1.4 Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde birçok jeolojik ve mineralojik amaçlı olarak yapılan çalışma bulunmaktadır. Konumuza göre yakın olan ve inceleme alanı ile yakın çevresini içine alan başlıca jeolojik ve mineralojik çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Weingart (1954), Erol (1955) tarafından yapılan çalışmanın revizyonu niteliğindeki çalışmasında, Neojen yaşlı birimlerin sınırlarında düzeltmeler yapmıştır.

Brelie (1956) bölgenin 1/200.000'lik jeoloji haritasını yapmış, Tersiyer birimlerinin karasal, gölsel birimlerden oluştuğunu ve eski formasyonlar üzerinde uyumsuz olarak bulunduğunu belirtmiş, Neojen oluşumlarını çakıl, kum-kil, jips arakatlı kalker-marn ve volkanik fasiyesi olmak üzere dört fasiyes altında toplamıştır.

Bilgin (1972) Eskişehir ve Sivrihisar civarında genel kil prospeksiyonu yapmış ve özellikle tuğla – kiremit hammaddesi niteliğindeki kil oluşumlarını inceleyerek 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde işaretlemiştir.

Ece and Çoban (1990) Eskişehir yöresindeki sepiyolit yataklarının jeolojisi ve oluşumlarını incelemişlerdir.

Umut vd. (1991) Emirdağ kuzeydoğusu ile Çifteler güneydoğusu ve Sivrihisar'ın güneyinde yer alan Neojen birimlerinin stratigrafisini belirleyerek, 1/25.000 ölçekli 25 adet jeoloji haritası yapmışlar ve Neojen yaş aralığında çökelmiş birimlerin ortamsal yorumlarına değinmişlerdir.

Karakaş (1992) Ballıhisar-İlyaspaşa (Sivrihisar) yöresinin jeolojik, petrografik ve mineralojik incelemesini yaparak, bölgedeki sepiyolit oluşumunun jeolojisini ve mineralojisini araştırmış, ayrıca dolomit ve evaporitlerin sedimentolojisini ve izotop jeokimyasını çalışmıştır.

Yeniyol (1992, 1993) Yenidoğan (Sivrihisar) sepiyolit yatağının jeolojisini, sepiyolit ile ilişkide bulunan diğer birimleri birlikte incelemiş, bu mineralin oluşumunu ve oluşum ortamını açıklamıştır.

Gençoğlu veİRkeç (1994) çalışma alanının GD'sunda yer alan Polatlı-Türktaciri bölgesindeki Neojen yaşlı sepiyolitlerin oluşum koşullarını ve mineral birlikteliklerini sekanslara ayırarak incelemiştir.

Gençoğlu (1996) çalışma alanının K-KB'da bulunan Sivrihisar-Oğlakçı köyü civarında yer alan sepiyolit sahasında detaylı incelemelerde bulunmuştur. Bu çalışmada sepiyolit ve buna eşlik eden mineral parajenezlerini çeşitli metodlarla inceleyerek, bu yatağın ekonomik potansiyelini ortaya çıkarmıştır.

Gözler vd. (1996) Eskişehir'in doğusundan Polatlı'ya kadar uzanan alanın detay jeolojisini çalışmışlar ve bu kesimin 1/25.000 ile 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarını hazırlamışlardır.

Özbaş (2001) çalışmasında Mülk-Oğlakçı bölgesindeki zeolit mineralleşmesi ve bununla ilişkili minerallerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini incelemiştir.

Temel (2001) Oğlakçı Bölgesi'ndeki Miyosen yaşı alkali volkanizmanın jeokimyası ve petrolojisini incelemiştir. Volkanik kayaçların bazaltik ve trakitik karakterde olduklarını belirlemiş ve bu kayaçların petrografik tanımlamalarını yaparak jeokimyasal karakterlerini incelemiştir. Bu kayaçların esas oksit-iz element ve ⁸⁷Sr / ⁸⁶Sr izotop jeokimyasını da ortaya koyarak bunların oluşum şekli, yaşı ve kökenini aydınlatmaya çalışmıştır.

Kadir *et al.* (2002) Koyunağılı (Mihalıççık-Eskişehir) yöresindeki Neojen yaşı birimlerin neoformasyon kil minerallerini (sepiyolit, laflinit) belirleyerek, bunların dağılımını ortaya koymuş ve oluşumlarını açıklamışlardır.

Aydoğdu (2004) Oğlakçı ve Demirci köyleri civarındaki Üst Miyosen yaşı evaporitlerin sedimantolojisini incelemiştir.

Boyras (2004) Mülk- Demirci yöresindeki Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) yaşı volkanik ve volkaniklastik birimlerin alterasyonu ile oluşan kil mineralleşmesini araştırmıştır.

Güngör (2005) Demirci köyü civarındaki evaporitlerin jeokimyası ve kökenini açıklamaya çalışmıştır.

Karakaş vd. (2005) Mülk-Demirci civarında volkaniklerin alterasyonu ile oluşan simektit mineralleşmesini mineralojik ve petrografik olarak inceleyip, bölgedeki eski iklimi yorumlamaya çalışmışlardır.

Varol vd. (2005) Polatlı-Sivrihisar Neojen Basenindeki Pliyosen birimlerini farklı görsel depolanma ortamlarının karakteristiğı ile temsil edilen 7 fasiyes topluluğuna ayırarak incelemişlerdir.

2. STRATİGRAFİ

2.1 Genel Tanım

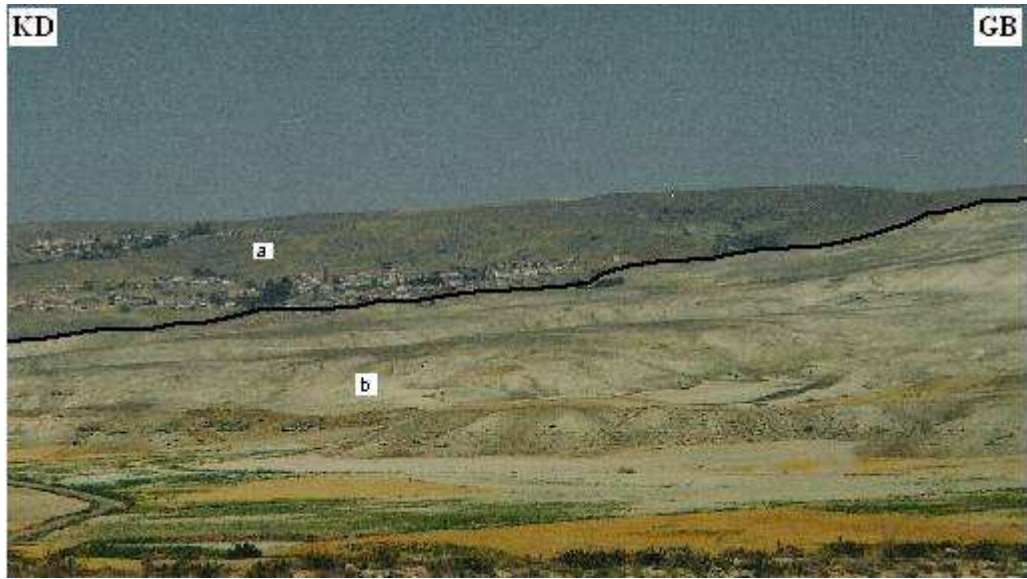
Çalışma alanı Orta Anadolu Neojen Baseni'nin Yukarı Sakarya olarak adlandırılan bölümünde yer alıp, Neojen yaşlı istiflerden oluşmaktadır. İnceleme alanının yakın çevresinde Neojen birimlerinin stratigrafisine yönelik olarak ilk çalışma Umut vd. (1991) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmayı Karakaş (1992), Gençoğlu ve İrkeç (1994), Gözler vd. (1996), Boyraz (2004), Aydoğdu (2004) ve Güngör (2005) tarafından yapılan çalışmalar izlemiştir. Bu tez çalışmasında; inceleme alanında Gözler vd. (1996) tarafından yapılan 1/25 000 ölçekli jeoloji haritaları temel alınmıştır. Önceki çalışmalardan yararlanılarak inceleme alanındaki Neojen yaşlı gölsel birimler litoloji, renk, fosil içeriği, yanal ve düşey devamlılıklarına göre iki farklı çökel sisteminde depolanan Miyosen yaşlı Sakarya formasyonu ve Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonu adı altında tanımlanmıştır (Şekil 2.1-2.2). İnceleme alanında bu formasyonları oluşturan litostratigrafi birimleri yedi fasiyese ayrılarak haritalanmıştır. Sakarya formasyonu volkanitler, kırıntılı ve karbonat fasiyesi, Porsuk formasyonunu oluşturan fasiyesler ise tarafımızdan alttan üstte doğru konglomera-kumtaşı, yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı, karbonat fasiyesi ve gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı şeklinde isimlendirilmiştir.

İnceleme alanında tanımlanan Miyosen-Pliyosen yaşlı litostratigrafik birimlerin tabanında yer alan Mesozoyik yaşlı granodiyorit, mavişist, metadetritik ile konglomera ve kumtaşından oluşan birimler ayırtlanmadan Neojen öncesi temel birimler şeklinde verilmiştir.

2.2 Neojen Öncesi Temel Birimler

İnceleme alanında, Neojen yaşlı birimlerin temelinde Mesozoyik yaşlı granit ve granodiyoritlerden oluşan magmatik kayalar ile gnays, mavi-yeşil şist ve mermerlerden oluşan metamorfik kayalar bulunur (Kibar vd. 1992, Kadioğlu 1996, Gözler vd. 1996). Ayrıca, temel birimler içerisinde metadetritikler ile konglomera ve kumtaşları ile temsil edilen sedimanter kayalar da bulunmaktadır.

Neojen öncesi birimler çalışma konusunun dışında kaldığı için bu birimlerle ilgili herhangi bir çalışma yapılmamış olup, yalnızca literatür bilgileri derlenmiştir. Çalışma alanında dağılımları sınırlı olan bu birimin mostraları, inceleme alanının kuzeybatısında Sazak köyünün güneyinde, Biçer ve Gençali köyleri civarında belirlenmiştir. İnceleme alanının kuzeydoğusunda Gençali köyü civarındaki temel kayaları oluşturan birimler granodiyoritler ile temsil edilmektedir (Gözler vd. 1996) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Gençali köyü civarındaki temel kayaları oluşturan a. Mesozoyik yaşlı Granodiyoritler üzerinde uyumsuz olarak bulunan b. Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonundaki gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesinin (NP4) saha görünümü

Mavi-yeşil şist, kuvarsit, gnays ve mermerler ile temsil edilen metamorfik kayalar ise inceleme alanının batısında Biçer köyü civarında yüzeylenmektedir. İnceleme alanının kuzeybatısında Sazak köyünün güneyinde ise metakonglomera, metakumtaşı, fillit, kristalize kireçtaşı ile temsil edilen metadetritikler bulunur (Şekil 2.2). Ayrıca, Gençali köyünün kuzeyinde konglomera ve kumtaşı birimlerinden oluşan Eosen yaşlı Mamuca formasyonunun mostraları yer alır.

2.3 Neojen Birimleri

2.3.1 Sakarya formasyonu

İnceleme alanının güneyinde ve Sakarya Nehri'nin iki yakasında geniş bir alanı kaplayan formasyon, ismini bu nehirden almıştır (Karakaş 1992, Gençoğlu ve İrkeç 1994, Gençoğlu 1996). İnceleme alanında birinci çökel sistemini oluşturan Sakarya formasyonu temel kayalar üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmektedir. Havzanın merkezi kısımlarında volkanik malzemenin ağırlıklı olduğu tuf, altere tuf, aglomera, tüfitik kumtaşı, bazalt ve andezitler ile başlayıp, üste doğru kiltası, dolomit, kireçtaşı, marn ve jips birimi ile devam eden bir litoloji topluluğundan oluşmaktadır. Bu litoloji topluluğu Boyraz (2004) tarafından yapılan çalışmada Üst Miyosen-Pliyosen olarak tanımlanmış ve 5 fasiyese ayrılarak incelenmiştir. Çalışmacı, Sakarya formasyonunu alttan üste doğru volkaniklastik arakatkılı kiltası, volkanitler, dolomit fasiyesi, jips fasiyesi, jips arenit fasiyesi şeklinde sıralamıştır. Sakarya formasyonunun taban seviyesinde yer alan ve özellikle inceleme alanımızın dışında Karabayırlar Tepe ile Oğlakçı köyü civarında yüzlekler veren bazalt ve trakiandezitler üzerinde Temel (2001) tarafından yapılan radyometrik yaş tayinlerinde (14-18 milyon yıl) volkaniklerin yaşı Alt-Orta Miyosen olarak bulunmuştur. Volkanik kayaların üzerinde yer alan ve Sakarya formasyonunun tavan seviyelerini oluşturan killi marnlı birimlerden elde edilen paleontolojik yaşlandırma çalışmaları sonucu Üst Miyosen'i işaretleyen Gastropod fosillerinin varlığı Boyraz (2004) tarafından belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen paleontolojik ve radyometrik yaşlandırma çalışmaları sonucunda elde edilen verilere göre Sakarya formasyonun yaşı tarafımızdan Miyosen olarak yorumlanmıştır (Şekil 2.1-2.2).

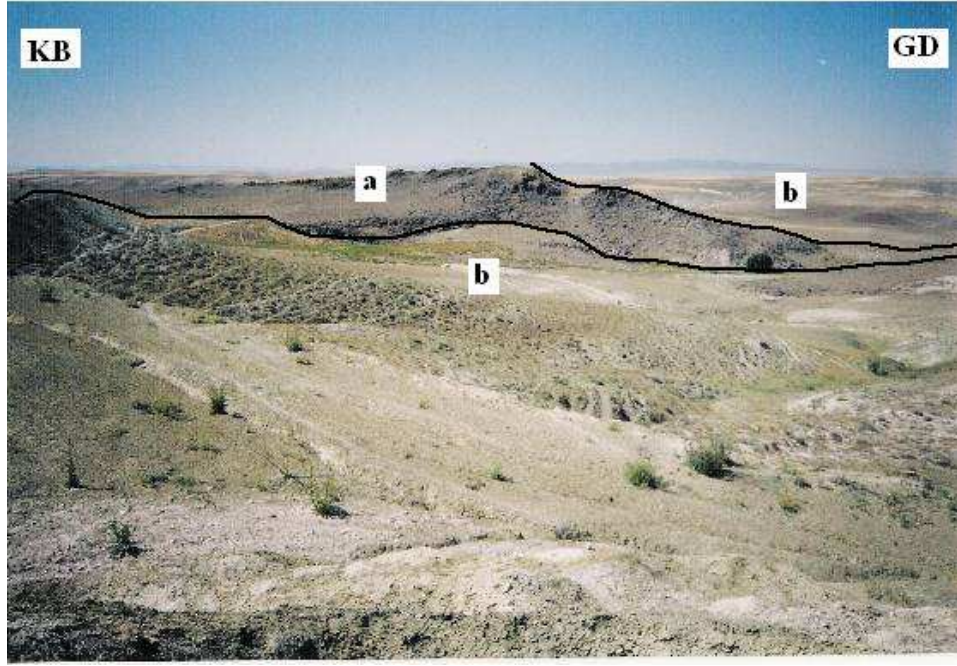
2.3.1.1 Volkanitler (Sv)

İnceleme alanımızın güneyinde Biçer'in kuzeybatısı ve doğusunda volkanitlerin tipik mostralarını görmek mümkündür (Şekil 2.2). Volkanitler, Gözler vd. (1996)'daki çalışmalarında Biçer ve Babadat bazaltları olarak isimlendirilmiştir. Temel (2001)'in çalışmasına göre Alt-Orta Miyosen yaşlı olarak tanımlanan volkanitler, trakiandezit ve bazalt karakterli lav akmaları şeklinde olup, Neojen öncesi temel birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alır (Şekil 2.1- 2.2). Biçer civarında Neojen yaşlı istifin taban seviyesini oluşturan bazaltlar; kahverengi, siyah, gri ve bej renkleri ile tipiktir. Genellikle bazaltlar porfirofanitik dokulu ve yer yer gaz boşluklu olarak gözlenmişlerdir. Bununla birlikte bazaltlarda yer yer izlenen soğuma-eklem yapıları ve boşluklu tekstür oldukça tipiktir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Biçer civarında Alt-Orta Miyosen yaşlı Sakarya formasyonunda volkanitleri (Sv) oluşturan gri-bej renkli, soğuma eklem yapıları bazaltların saha görünümü

Sahada dik çıkıntılar halinde izlenen bazaltlar, yeşil renkli çamurtaşı ve marn birimleri arasında akıntılar şeklinde bulunurlar (Şekil 2.5). Bazı seviyelerde gaz boşluklarının ikincil minerallerle dolmasıyla oluşturdukları amigdaloidal doku makroskobik olarak izlenmektedir. Birimin üzerinde uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunun konglomera-kumtaşı fasiyesi bulunur (Şekil 2.1).



Şekil 2.5 Asarkale civarında Alt-Orta Miyosen yaşlı Sakarya formasyonundaki a. volkanitleri (Sv) oluşturan koyu renkli andezitlerin üzerine uyumsuz olarak gelen Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonuna ait b. yeşil renkli çamurtaşı- kıltaşı fasiyesinin (NP2) arazi görünümü

2.3.1.2 Kıvrımlı fasiyesi (Skk)

İnceleme alanındaki Üst Miyosen yaşlı kıvrımlı fasiyesin mostraları Kızılarmezarlığı Düzlüğünde izlenmiştir. Havza kenarında kırmızı-bordo renkleri ile tipik olan fasiyes konglomera ve çapraz tabakalı kumtaşları ile temsil edilir. Sahada antiklinalin çekirdeğinde izlenen kıvrımlı fasiyes üzerinde silisifiye olmuş kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan karbonat fasiyesi uyumlu olarak yer alır (Şekil 2.1-2.2).

2.3.1.3 Karbonat fasiyesi (Skd)

Silisifiye olmuş dolomit ve kireçtaşı birimleri ile temsil edilen karbonat fasiyesi, inceleme alanında Kızılarmezarlığı Düzlüğü çevresinde mostra verir (Şekil 2.2). Dolomitler genel olarak krem-bej renkli killi dolomit ve dolomitik kireçtaşları şeklinde bir litolojiye sahiptir. Kireçtaşı birimi ise killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve yer yer silisifiye olmuş kireçtaşı litolojisindedir. Bu fasiyes Kızılarmezarlığı Düzlüğünde Üst Miyosen yaşlı kırıntılı fasiyes üzerinde uyumlu olarak yer alır. Sahada 10-15 °lik bir eğimle volkanitler üzerinde bulunduğu gözlenmiştir. Boyraz (2004) çalışmasında da karbonat fasiyesinin inceleme alanımızın güneyinde Hamdere Sırtı civarında Alt-Orta Miyosen yaşlı volkanitler üzerinde uyumsuz olarak yer aldığını belirtmiştir. Ayrıca, killi marnlı birimlerden elde edilen paleontolojik yaşlandırma çalışmaları sonucunda da birimin yaşının, Üst Miyosen olarak tanımlandığı çalışmacı tarafından ifade edilmiştir.

2.3.2 Porsuk formasyonu

İnceleme alanında bulunan Pliyosen yaşlı birimler Porsuk formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu tanım ilk kez Gözler vd. (1996) tarafından yapılmış olup, Miyosen yaşlı birimler için kullanılmıştır. Çalışma alanında geniş bir yayılım gösteren Porsuk formasyonu, adını yaklaşık doğu-batı doğrultusunda akan ve Sakarya Nehrinin bir kolu olan Porsuk Çayından almıştır. Porsuk formasyonu; ikinci çökel sistemi içerisinde depolanan ve ardalanmalı bir dizilim sunan kırmızı renkli konglomera, çamurtaşı, marn, yeşil renkli kiltası- çamurtaşı, marn, gri-bej renkli jipsli çamurtaşı, dolomit, dolomitik kiltası, kiltası ve kireçtaşı birimlerinden oluşmaktadır. İnceleme alanında Porsuk formasyonunu oluşturan bu birimler alttan üste doğru; konglomera-kumtaşı, yeşil renkli çamurtaşı-kiltası, karbonat fasiyesi ve gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltası olarak ayırtlanmıştır. İnceleme alanında Miyosen-Pliyosen döneminde iklimsel değişimlerin yanında tektonizma ve direnaj sistemlerindeki değişimler paleogölün tuzluluğunun yanı sıra göl sınırlarının değişimine neden olmuştur. Bu nedenle göl alan içerisinde gelişen fasiyesler yanal ve dikey yönde birbirleriyle geçişli olarak izlenmiştir (Şekil 2.1-2.2). İnceleme alanında izlenen bu fasiyesler Pliyosen döneminde havza kenarlarında kaba taneli konglomera fasiyesi, göl düzlüğü alanlarında ise kumlu killi fasiyesler

şeklinde çökelmiştir. Bununla birlikte sığ göl alanlarında karbonatlı fasiyesler çökelim gerçekleşirken derin göl alanlarında evaporitik fasiyeslerin depolanması gerçekleşmiştir. Bu fasiyesler aşağıda tek tek ele alınıp incelenmiştir.

Porsuk formasyonundaki çamurtaşı-kiltaşı fasiyesini oluşturan yeşil renkli çamurtaşı ve marn birimlerinde Gastropod türlerinden *Valvata crusitensis* (Fontannés) 1886, *Gyraulus* (G.) *ignoratus* Schickum-Puissegur 1977, *Emmericia rumana* Tournouér 1880 tayin edilmiş olup, yaşı Üst Pliyosen (Romaniyen) olarak yorumlanmıştır (Taner 2004). Ayrıca, bu birimlerde Ostracoda fosillerinden Pliyosen-Alt Pleyistosen yaşını veren *Ilyocypris* sp, *Potamocypris similis*, *-Pseudocandona* cf. *Comperessa*, *-Virgatocypris virgata*, *Hemicyprideis dacica greffoi*, *Cyprideis* cf. *Torosa*, *Condon neglecta*, *Candona* sp, *Pseudocandona* cf. *Comperessa* tayin edilmiştir. Bununla birlikte, kahverenkli killi, marnlı ve organik maddece zengin olan birimlerde marn ve kiltaşlarında yapılan spor/ polen yaş tayini çalışmalarında Üst Pliyosen yaşını veren spor ve polen biyozon toplulukları saptanmıştır. Bunlar Tubuliflorae ve Liguliflorae tipleridir (Bati 2004). Ayrıca, bu yaşlandırma *Testudo* sp. *Micromys*, *Occitamomys*, *Prolagus* ve *Promimomys* gibi mikro/makro memeli topluluklarınca da test edilip doğrulanmıştır (Saraç 2004).

Bu paleontolojik yaşlandırma çalışmaları sonucunda elde edilen verilere göre formasyonun yaşı tarafımızdan Pliyosen olarak yorumlanmıştır.

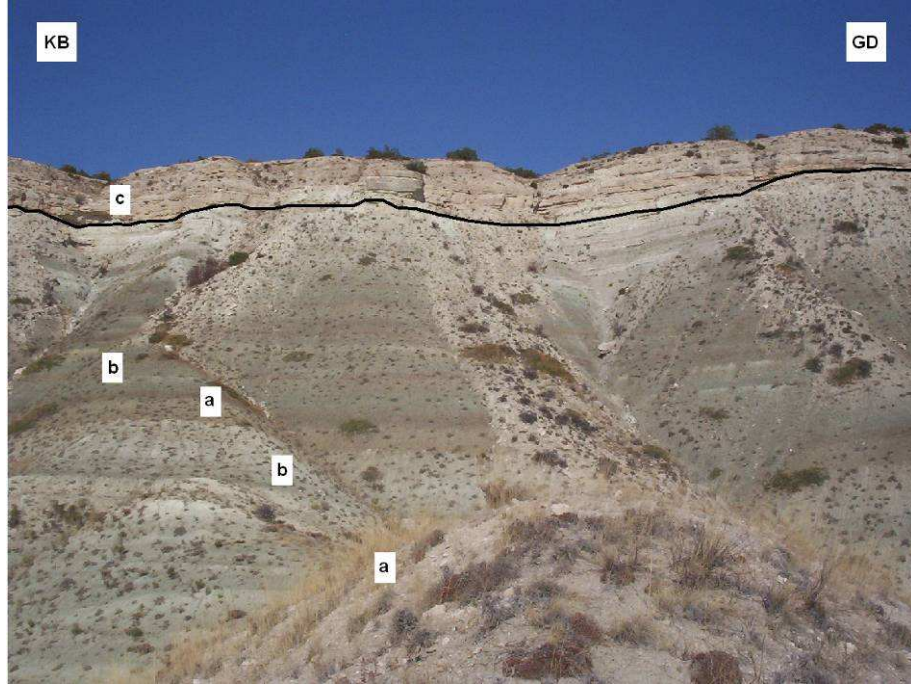
2.3.2.1 Konglomera-kumtaşı fasiyesi (NP1)

Konglomera-kumtaşı fasiyesi inceleme alanının batısında Sazak köyünün kuzeydoğusu ile güneybatısında mostra vermektedir (Şekil 2.2). Sahada kırmızı-kahverengi, kırmızı-bordo, sarımsı gri ve yeşilimsi gri renkleri ile tipik olan fasiyes konglomera ve çamurtaşı birimlerinin birkaç kez ardalanması şeklinde izlenir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Ahırköy mevkiinde Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunu oluşturan kahverenkli ve kırmızı renkli konglomera-kumtaşı-çamurtaşı birimlerinin ardalanmalı dizilimi şeklinde izlenen konglomera-kumtaşı (NP1) fasiyesinin uzaktan saha görünümü

İnceleme alanında doğu-batı doğrultusunda uzanan bu fasiyes yanal yönde batıya doğru incelenerek yeşil renkli çamurtaşı kilitaşı ve gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kilitaşı birimleri içerisinde mercek şeklinde kapanır. Özellikle Sazak kesit bölgesinde yeşil renkli çamurtaşı ve kilitaşı birimleri arasında mercekler şeklinde izlenen fasiyesin istifin taban düzeylerinde yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 2.7).

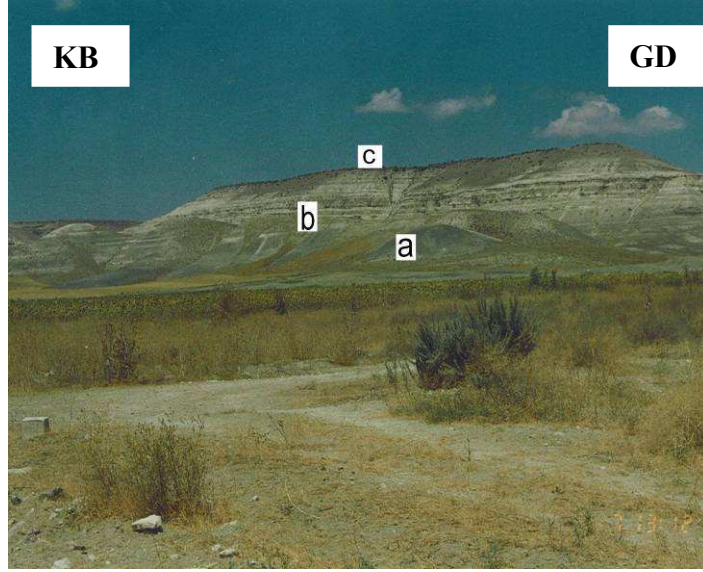


Şekil 2.7 Sazak bölgesinde Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunu oluşturan a. kırmızı, kahverenkli konglomera-kumtaşı (NP1) ve b. yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı (NP2) ardalanmasının üste doğru c. karbonat fasiyesine (NP3) geçişinin uzaktan saha görünümü

2.3.2.2 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi (NP2)

İnceleme alanında kuzeybatı güneydoğu doğrultusunda bir uzanım sunan yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi Ahırköy, Sazak ve İğdecik Kırmaları civarı ile İlören Çiftliğinin kuzey ve kuzeybatısında geniş bir alanda yüzeylenir (Şekil 2.2, Şekil 2.7). Bu fasiyes kiltaşı-çamurtaşı litolojisinde olup, yeşil, açık yeşil, krem-bej ve kahverengi renkleriyle sahada tipiktir (Şekil 2.8). Özellikle geniş alanlarda mostra veren birim; yüzeyde kuru ve açık yeşilimsi gri renkli iken, yüzeyin 10-15 cm altında ise nemli ve koyu yeşil renkli olarak izlenmektedir. Genellikle yatay tabakalar halinde gözlenen yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi kahverenkli ve kırmızı renkli konglomera-çamurtaşı seviyeleri ile aratabakalı olarak istifin taban seviyelerinde yer alır (Şekil 2.7). Yer yer karbonat oranının artmasına bağlı olarak marn karakteri sunan birim sahada 5-10 m kalınlığındaki kahverenkli çamurtaşı düzeyleri ile ardalanmalı bir dizilim sunar. Biçer civarında bulunan çamurtaşı-marn ve kiltaşı birimlerinde bol miktarda ostrakod, gastropod fosil ve kavrıkları bulunmuş olup, birime Pliyosen yaşı verilmiştir. Gözler vd.

(1996), yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesini Porsuk formasyonunun en kalın birimi olarak belirtmiş ve 150 m. ye kadar ulaştığını ifade etmişlerdir. İnceleme alanımızda ise bu fasiyesin kalınlığı Biçer kesit alanında 90 m olarak ölçülmüştür. Konglomera-kumtaşı fasiyesi üzerinde uyumlu olarak bulunan bu birimin üzerine gri-bej renkli jipsli kiltaşı-çamurtaşı fasiyesi uyumlu olarak gelir (Şekil 2.2).



Şekil 2.8 Biçer civarında Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunun taban seviyelerinde yer alan a. yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı (NP2) b. gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı (NP4) ve c. karbonat (NP3) fasiyelerinin yan ve dikey geçişi

2.3.2.3 Karbonat fasiyesi (NP3)

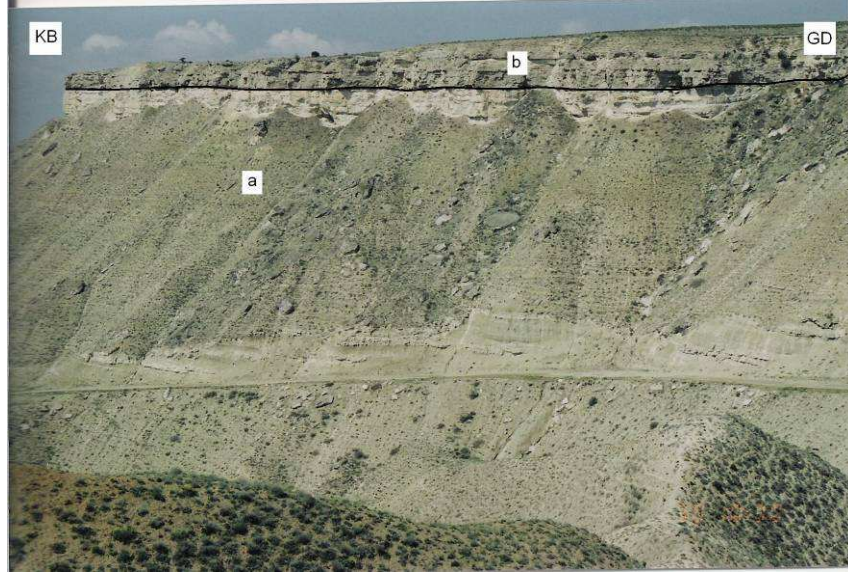
İnceleme alanında bu birimin en iyi gözlemlendiği yerler Sazak kuzeyi, Biçer'in batı kesimleri, Üçbaşı ile Ömerler'in doğusu ile Ahırözü civarındır (Şekil 2.2, Şekil 2.7-2.8). Karbonat fasiyesi havza kenarında karasal birimlerle geçişli iken, havza merkezine doğru çamurtaşı ve çamurtaşı jips ardalanmasıyla yan geçişli olarak bulunur (Şekil 2.2). Beyaz-krem renkleriyle tipik olan bu fasiyesi, serbest büyümlü jips gülü içeren kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, karstik erime boşluklu silisifiye kireçtaşı olarak ayırtlanmıştır. Karbonat fasiyesi, gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı birimi ile yan yönde birbirleri ile geçişli olarak izlenir. İnceleme alanının batısında gri-bej renkli

çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi üzerinde uyumlu olarak bulunurken, inceleme alanının doğusunda bu fasiyes üzerinde uyumlu olarak gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi yer alır.

İnceleme alanında karbonat fasiyesi, dolomit ve kireçtaşı özelliğinde olması nedeniyle kendi içerisinde iki alt fasiyes ile temsil edilir. Dolomit fasiyesi; inceleme alanının batısında oldukça geniş bir alanda yayılım gösterir. Asarkale Tepe civarı birimin en iyi yüzlek verdiği alanlardır (Şekil 2.2). Dolomit fasiyesi, genel olarak krem bej renkli dolomit-dolomitik kireçtaşları, kovucu-itici karakterli diskoidal jips kristalleri içeren krem renkli killi kireçtaşı ve bej renkli dolomit arabantları ile birlikte jips güllerinin doldurduğu çatlaklar ile kesilen kilttaşlarından ibarettir. Dolomit fasiyesi içerisinde jipslerin varlığı artan buharlaşma ile çatlaklar arasında gezinen ve sülfatça doymun zemin suyunun kristalleşmesi sonucu oluştuklarını göstermektedir. Dolomit fasiyesinin kalınlığı yaklaşık 100 m. olarak ölçülmüştür.

Bu fasiyes içerisinde Asarkale Tepe'nin güneyinde içerisinde sepiyolit mercceklerinin yaygın ve ekonomik boyutlar sunabilen örnekleri dolomitik seviyeler arasında yer almaktadır. Asarkale Tepe'de kahverenkli sepiyolit, beyaz bej renkli dolomit ve sepiyolitli dolomit oluşumları ile tipiktir. Buradaki dolomitler yer yer silisleşmiş olup, laminalı yapının geliştiği birimlerde ise dolomit birimi üzerinde jips gülü kristallerinin erime boşlukları belirgin şekilde izlenir.

İnceleme alanında stratigrafik olarak istifin tüm seviyelerinde izlenen kireçtaşları ise sahada beyaz, gri, sarımsı bej renkleri ile tipiktir (Şekil 2.9). İstifin taban düzeylerinde kiltaş birimleri ile ara tabakalı bir dizilim sunan birim genellikle killi kireçtaşı litolojisinde izlenir. Dolomit birimi ile ardalanmalı olarak bulunduğu seviyelerde genellikle dolomitik kireçtaşı litolojisinde olup yine krem-bej renkli olarak görülür.

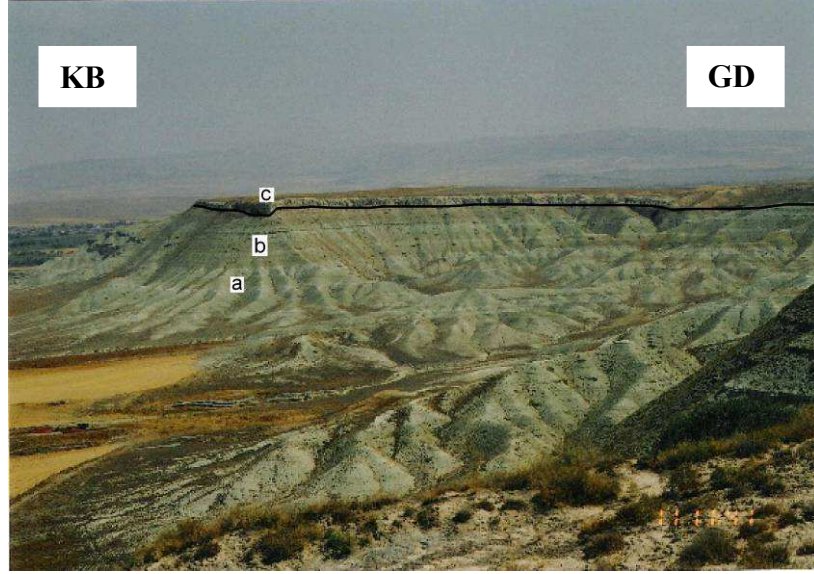


Şekil 2.9 Güreler civarında Porsuk formasyonunu oluşturan a. gri-bej renkli jipsli kilitaşı-çamurtaşı (NP4) b. karbonat (NP3) fasiyeslerinin uzaktan saha görünümü

Kireçtaşı birimi, istifin orta seviyelerinde ince levhalar halinde yer almakta olup grimsi beyaz renkli olarak gözlenirken, istifin tavan seviyelerinde krem-bej renkli ve silisifiye olmuş, yer yer silis arabantlı olarak saf ve killi kireçtaşı litolojisinde görülürler (Şekil 2.8- 2.9). Karbonat fasiyesi üzerinde uyumlu olarak gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kilitaşı fasiyesi yer alır.

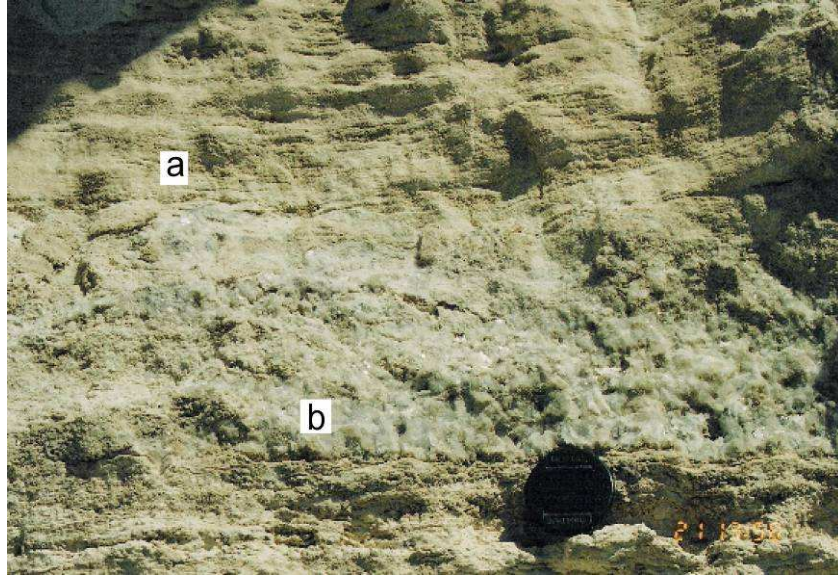
2.3.2.4 Gri –bej renkli jipsli çamurtaşı- kilitaşı fasiyesi (NP4)

Gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kilitaşı fasiyesi inceleme alanının orta kesimlerinde Ada Tepe, Karasivri Tepe ve Ömerler civarında mostra verir. Bu fasiyes sahada gerek renk, gerek morfolojik ve litolojik olarak diğer birimlerden bazı farklılıklar sunar. Özellikle yeşil, sarı ve alacalı renklerde izlenen fasiyes jips oluşumları içermesi ile yeşil renkli çamurtaşı-kilitaşı fasiyesinden kolaylıkla ayırt edilir (Şekil 2.2, Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Gençali köyü civarında Porsuk formasyonuna ait gri-bej renkli jpsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesini oluşturan a. gri-bej renkli bireysel jips kristalli çamurtaşı b. kahverenkli bireysel jips kristalli çamurtaşı ve c. laminalı jips düzeylerinin uzaktan saha görünümü

Bu birimin hemen hemen büyük bir kısmı jips minerallerinden oluşmuştur. Jips mineralleri genellikle ince ve büyük kristaller halinde görülürler. Bazen de masiv jips oluşumlarını görmek de mümkündür. Çamurtaşı ve killi seviyeler jipslerin saflıklarını bozan kısımlar olarak görülürler (Gözler vd. 1996). Ayrıca jips içermeyen çamurtaşı kiltası birimleri jipsli birimler ile inceleme alanında yatay ve düşey geçişli olarak bulunurlar. Jipsler; masiv jips, tabakalı jips, yumrulu breşik yapılı jips, jips arenit ve serbest büyümeli jipsler şeklindedirler (Şekil 2.11). Masiv jipsler beyaz renkli, ince-orta-iri kristalli jipslerden meydana gelmiş olup, tabakalanma izlenmemiştir. Bunlar arazide 50 cm.'den 1 m.'ye kadar varan kalınlıklarda gözlenmektedirler. Serbest büyümeli jips kristalleri kristal şekillerine göre; diskoidal, jips gülü şeklinde olup, açık-koyu kahverengi ve bal renkleriyle karakteristiktirler. Serbest jips kristalleri, dolomit birimleri üzerinde tabaka yüzeylerine dağılmış vaziyette ve bazen de çatlak dolgusu şeklinde gelişmiştir.



Şekil 2.11 Porsuk formasyonunu oluşturan gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP4) a. gri-yeşil renkli jips arenit ve b. beyaz renkli masiv jips birimlerini gösteren saha görünümü

Bu fasiyesin genel litoloji topluluğu gri ve yeşil renkli jipsli kiltası ve çamurtaşı birimlerinden oluşur. Bazı alanlardaki çamurtaşı düzeyleri killi seviyeler ile geçişli olarak izlenir. Çamurtaşları genelde yeşil renkte, aralarına kısmen ince bandlar şeklinde dolomitik kireçtaşları girmiş vaziyette havzanın derin kısımlarında bulunmaktadır. Ayrıca, çamurtaşları arasında yer yer çok ince bantlar halinde kısmen dolomitik plaket kireçtaşlarını görmek mümkündür. İnceleme alanında Sazak, Biçer, İğdecik Kırmaları civarındaki istiflerin her seviyesinde bulunan çamurtaşı birimi sarımsı yeşil renkte olup, kalınlıkları 0.5 m-30 m arasında değişmektedir. Yeşil renkli çamurtaşı-kiltası fasiyesi üzerinde uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı çökeller yer alır.

2.4 Kuvaterner

Neojen yaşlı gölsel birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunan Kuvaterner yaşlı birimler kırmızı-kahverenkli çakıltası, çamurtaşı, kumtaşı ve alüvyon ile temsil edilir. Alüvyon çökelleri, genelde pekişmemiş veya çok az pekişmiş kum, kil ve çakıltısından oluşmuştur.










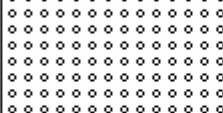

3. SEDİMANTOLOJİ

Çalışma alanındaki Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonuna ait birimlerin sedimantolojisi bu birimleri oluşturan fasiyes gruplarına göre ele alınıp incelenmiştir. Bunun için konglomera-kumtaşı fasiyesi (konglomera), yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi (kiltaşları, çamurtaşı, marn), gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesi (kiltaşları, çamurtaşı, jips) ve karbonat fasiyesinde (kireçtaşı, dolomit) yer alan kayaçların sedimantolojileri sırasıyla açıklanmaya çalışılmıştır.

Arazide bu litoloji topluluklarının en iyi şekilde gözlemlendiği yerlerden ölçülü stratigrafik kesitler (ÖSK) alınarak, bu toplulukların yanal ve düşey yönde devamlılıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu ÖSK'lardan derlenen örneklerin renk, doku, sertlik gibi makroskobik özellikleri belirlenerek, elde edilen veriler ile bu litoloji gruplarının sedimantolojik özelliklerinin açıklanmasında kullanılmıştır.

3.1 Konglomera Fasiyesi

Konglomera birimi, inceleme alanının batı kesiminde izlenmekte olup, Pliyosen yaşlı gölsel istifin küçük bir bölümünü oluşturur (Şekil 2.2). Birim havzanın kenar kısımlarında çamurtaşı birimi ile ardalanmalı olarak bulunurken, merkezi kesimlere doğru yine çamurtaşı birimi içerisinde merccekler şeklinde gözlenir. Özellikle havzanın kenar kesimini temsil eden Ahırköy kesit alanında istifin tüm seviyelerinde izlenen birim, kahverengi renkli çamurtaşı birimi ile ardalanmalı bir dizilim sunar (Şekil 2.6, Şekil 3.1). Bu kesit alanında egemen litolojiyi oluşturan konglomera biriminin tabaka kalınlığı yaklaşık olarak 8-10 m. arasında değişmekte olup, ara tabakalı olarak bulunan çamurtaşı biriminin tabaka kalınlığı ise 4-5 m. olarak ölçülmüştür. Sazak kesit alanında stratigrafik olarak istifin taban seviyelerinde bulunan birim yine kahverengi renkli çamurtaşı birimi ile ardalanmalı bir yapı sergiler (Şekil 2.7, Şekil 3.2). Konglomera birimi, Ahırköy ve Sazak kesit alanlarından doğuya doğru çamurtaşı birimi içerisinde merccekler şeklinde incelenerek kapanır.

YAS	FORMASYON	KALINLIK (Metre)	KATI NUM.	LİTOLOJİ	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	FASİYES		
P Ö R Ş Ü K F O R M A S Y O N U	P Ö R Ş Ü K F O R M A S Y O N U	60	Ah-4		Kahverengi renkli çamurtaşı	K O N G L O M E R A - K U M T A Ş I F A S İ Y E S İ		
		55			Kahverengi renkli çamurtaşı			
		45	Ah-3		Kırmızı-bordo renkli konglomera			
		40			Kahverengi renkli çamurtaşı			
		30	Ah-2		Kırmızı-bordo renkli konglomera			
		25			Kahverengi renkli çamurtaşı			
		15	Ah-1		Kırmızı-bordo renkli konglomera			
		10			Kahverengi renkli çamurtaşı			
								Kırmızı-bordo renkli konglomera
								Kahverengi renkli çamurtaşı
					Kırmızı-bordo renkli konglomera			

Şekil 3.1 Ahırköy ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK I)

Koordinatlar: 36 380015 E

UTM 4399811 N

YAŞ	YERİ	KALINLIK (Metre)	ÜSTÜ	LİTOLOJİ	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	FASİYES
P L L S L K K R R S L L K K R R S L L K K	P O R S L L K K R R S L L K K	55	SZG 14		Krem renkli kumlu-killi kireçtaşı	KARBONAT FASİYESİ
			SZG 13		Krem renkli dolomitik kilaşı	
		50			Dolomitik Kilaşı	
			SZG 12		Yeşil renkli kilaşı, dolomit aralanması	
			SZG 11		Kumtaşı	YEŞİL RENKLİ ÇAMURTAŞI-KILTAŞI FASİYESİ
		45	SZG 10		Pembe renkli dolomit	
					Koyu yeşil renkli kilaşı	
		40	SZG 9		Kahverenkli çamurtaşı ile koyu yeşil renkli kilaşı aralanması	
					Dolomitik kilaşı aralanması	
		35	SZG 7		Kahve ve yeşil renkli çamurtaşı - kilaşı	
			SZG 6		Beyaz renkli killi dolomit	
			SZG 5		Koyu yeşil renkli kilaşı	
		30	SZG 4		Krem Bej renkli çamurtaşı - kilaşı	
			SZG 3		Yeşil renkli kilaşı	
25			Krem renkli killi kireçtaşı	KONGLOMERA-KUMTAŞI FASİYESİ		
			Kırmızı- bordo renkli konglomera			
			Kahverenkli çamurtaşı			
20			Kırmızı- bordo renkli konglomera			
			Kahverenkli çamurtaşı			
15			Kırmızı- bordo renkli konglomera			
			Kahverenkli çamurtaşı			
10	SZG 2		Kırmızı- bordo renkli konglomera			
			Kahverenkli çamurtaşı			
5	SZG 1		Kırmızı- bordo renkli konglomera			
			Kahverenkli kilaşı			
			Kahverenkli çamurtaşı			
			Kırmızı- bordo renkli konglomera aralanması			

Şekil 3.2 Sazak ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK II)
 Koordinatlar: 36 S 0379545 E
 UTM 4306440 N

Konglomera biriminin ana bileşenini temel kayalardan türeyen mikaşist, yeşilşist, mavişist ve kristalize kireçtaşı çakılları oluşturur (Şekil 3.3). Kötü boyulanmalı olan bu çakılların boyutları birkaç mm ile 10-15 cm. arasında değişmekte olup, kil ve karbonat bir çimento ile bağlanır.



Şekil 3.3 İğdecik Kırmaları kesit alanında Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonunun taban seviyesinde yer alan konglomera fasiyesinin (NP1) ana bileşenlerini oluşturan mika şist ve kristalize kireçtaşı çakıllarının yakından saha görünümü

Konglomera biriminin İğdecik Kırmaları kesit alanında istifin taban seviyelerinde gri renkli kumlu çamurtaşı birimi içinde mercekler halinde bulunurken, istifin orta seviyelerinde ise kahverengi renkli çamurtaşı düzeyleri arasında yer aldığı gözlenmiştir (Şekil 3.4). Sahada kahverengi-kırmızı, kırmızı-bordo renkleri ile tipik olan birimin tabaka kalınlığı Sazak kesit alanında 5 m. iken İğdecik Kırmaları kesit alanında ise 2 m. olarak ölçülmüştür.

YAŞ	ÖLÇÜLERİ	KALINLIK (Metre)	K. NO. S. NO.	LİTOLOJİ	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	FASİYES			
P	L	10	İK-1		Gri be jrenkli kumtaşı çamurtaşı	KARBONAT FASİYESİ			
		20			Mikro fişilli, krem renkli, kili kumlu kireçtaşı				
		30			Gri be jrenkli kumtaşı çamurtaşı				
		35			Beyaz renkli, travertenli dolulu rüfrik kireçtaşı				
		50		İK-2			Koyu yeşil beşli çamurtaşı tulu		
		50		İK-3			Karbo nite uz rüf		
		60		İK-4			Kumtaşı bozlo renkli mercelci konglomera		
		70					Kumtaşı bozlo renkli mercelci konglomera		
		80		İ	80			Kumtaşı bozlo renkli mercelci konglomera	YESİL RENKLİ ÇAMURTAŞI-KİLİTAŞI FASİYESİ
		90					Elkoptekli konglomera- beş		
95		Kalevrenge renkli çamurtaşı							
100		Kalevrenge renkli çamurtaşı							
110		Kumtaşı bozlo renkli konglomera							
110		Kalevrenge renkli çamurtaşı							
110	İK-5		Tuflü plakar kireçtaşı an baddın						
120	İK-6		Kalevrenge renkli çamurtaşı						
120	İK-7		Lamneli, mercelci plakar kireçtaşı						
130	İK-8		Tuflü plakar kireçtaşı an baddın Konglomera, çamurtaşı ve plakar kireçtaşı aralı mında						
140	O	140		Kumtaşı bozlo renkli konglomera mercelci					
150			Kumtaşı bozlo renkli konglomera mercelci						
160	Ş	160	İK-9		Kalevrenge renkli çamurtaşı				
170			Kalevrenge renkli çamurtaşı						
180	S	180	İK-10		Gri be jrenkli kumtaşı çamurtaşı Taz dereselemerli kumtaşı bozlo renkli konglomera				
190				Plakar kireçtaşı					
200	R	200	İK-10		Kalevrenge renkli çamurtaşı				
210				Kumtaşı bozlo renkli konglomera					
220	K	220	İK-10		Kalevrenge renkli çamurtaşı				
230				Kumtaşı bozlo renkli dolomit kiliği an baddın					
240	N	240	İK-10		Kalevrenge renkli çamurtaşı				
250				Beyaz krem renkli plakar kireçtaşı Kalevrenge renkli çamurtaşı					

Şekil 3.4 İçdecik Kırmaları ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK III)
 Koordinatlar: 36 S 385941 E
 UTM 4404102 N

3.2 amurtaşı Fasiyesi

İnceleme alanında Ahırköy, Sazak, İğdecik Kırmaları kesit alanlarında gözlenen birim kahverengi-kırmızı, kahverengi-bordo renkleri ile tipiktir (Şekil 2.6-2.7, Şekil 3.1-3.2, Şekil 3.4). Ahırköy kesit alanında istifin tüm seviyelerinde izlenen birim 4-5 m. kalınlığa sahiptir (Şekil 3.1). Sazak kesit alanında istifin taban seviyelerinde konglomera birimi ile ardalanmalı olarak izlenen birimin kalınlığı ise 1,5-5 m. arasında değişmektedir (Şekil 3.2). İğdecik Kırmaları bölgesinde ise istifin tüm seviyelerinde izlenmekte olan çamurtaşı birimi kireçtaşı birimi ile ardalanma sunarken, birim içerisinde birkaç kez tekrarlandığı gözlenen konglomera mercekleri bulunur (Şekil 3.4). Özellikle birim konglomera mercekleri içeren seviyelerde kumlu çamurtaşı litolojisinde, gri-bej renkli olarak izlenir.

3.3 Kiltası Fasiyesi

İnceleme alanında Neojen istifini temsil eden diğer bir litoloji grubu da kiltalarıdır. Bu terim bileşiminde % 25 den fazla kil minerali bulunduran kaya toplulukları için kullanılmıştır. Bu birimler genellikle evaporit, karbonat ve çamurtaşı-marn birimleri arasında ara tabakalı olarak bulunurlar. Kiltası birimi renk özelliğine göre yeşil, kahverenkli, krem-bej ve beyaz renkli kiltaları olarak sınıflandırılmışlardır.

3.3.1 Yeşil renkli kiltası ve çamurtaşı birimi

Havzanın genelinde geniş bir yayılıma sahip olan yeşil renkli kiltaları, inceleme alanının büyük bir bölümünü oluşturur (Şekil 2.2). Özellikle havzanın merkezi kesimlerinde yeşil renkleri ile tipik olan birim, havzanın kenar kısımlarında yer yer gri-bej renkli olup çamurtaşı litolojisinde izlenir. Bileşiminde CaCO₃ miktarının arttığı seviyelerde ise birim, marn olarak isimlendirilmiştir. Marnlı seviyeler; genellikle havzanın merkezi kısımlarında yer alıp, derin göl ürünü olarak oluşmuşlardır.

Yeşil renkli kıltaşı-çamurtaşı birimi inceleme alanında Sazak, Biçer ve Güreler ölçülü stratigrafi kesitlerinde izlenir (Şekil 3.2, Şekil 3.5-3.6). Sazak kesitinde istifin tavan seviyelerinde krem renkli dolomitik kıltaşı ile ardalanmalı bir yapı sergileyen birimin yaklaşık kalınlığı 10-15 m. olarak ölçülmüştür (Şekil 3.2). Biçer kesitinde ise istifin taban düzeylerinde bulunmakta olan birimin kalınlığı ise 50 m. civarındadır (Şekil 3.5). Güreler kesit alanında istifin taban seviyelerinde krem renkli dolomitik kıltaşı birimi ile ara tabakalı olarak bulunur. Kalınlığı 10-15 m. arasında değişir (Şekil 3.6).

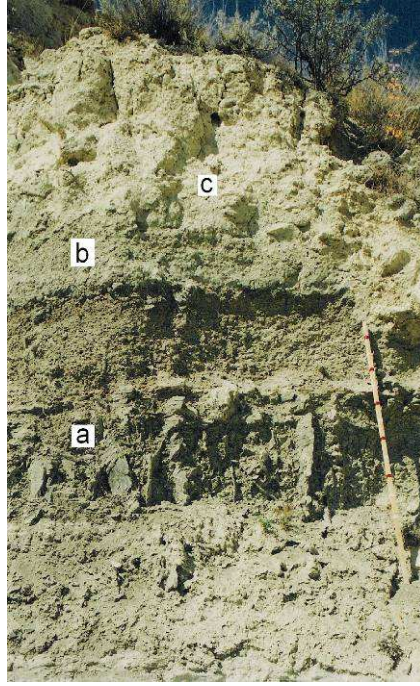
Yüzeyde sarımsı renkli izlenen birim, derine doğru petrolü yeşil renktedir ve ince taneli bir yapı sunar. Ayrıca birim; prizmatik, kırılma kırılma, diskoidal ve şevron yapıları jips oluşumları ile her yerde tipiktir. Jips oluşumları 1-3 cm. boyutunda beyaz ve bal renkli olup killere içerisinde displasiv (kovucu) olarak gelişmişlerdir. Bazı seviyelerde, saf olarak izlenen yeşil, açık yeşil ve krem bej renkli kıltaşı-çamurtaşı birimi, yeşil renkli jipsli kıltaşı-çamurtaşı birimleri ile ardalanmalı olarak bulunurlar (Şekil 2.7-2.8, Şekil 3.7). Bu birimler havza içerisinde dikey ve yanal yönde birbirleriyle geçişli olarak bulunurlar.

YAŞ	FORMASYON	KALINLIK (Metre)	ÜSTÜ ALTI	LİTOLOJİ	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	FASİYES	
P L İ Y O S E N	P O R S U K F O R M A S Y O N U	210	BÇ-9		Serbest bilyülmeli jips kristalleri içeren beyaz-gri renkli kılmaşı Beyaz renkli jips arenit Gri-bej renkli kumtaşı-çamurtaşı Krem renkli dolomitik kılmaşı	GRİ-BEJ RENKLİ JİPSLİ ÇAMURTAŞI-KILTAŞI FASİYESİ	
		180	BÇ-8	Serbest bilyülmeli jips kristalleri içeren beyaz-gri renkli kılmaşı			
		150	BÇ-7	Serbest bilyülmeli jips gilli içeren kireçtaşı Beyaz-gri renkli kılmaşı ara bandı Beyaz-krem renkli plaket kireçtaşı ara bandı Tabakalı jips Beyaz-krem renkli plaket kireçtaşı ara bandı Laminallı jips	KARBONAT FASİYESİ		
		120	BÇ-6	Yer yer anhidrideşmiş masif jips			
		90	BÇ-5	Beyaz-krem renkli plaket kireçtaşı ara bandı Krem renkli dolomitik kılmaşı Sert-sık dokulu jips ara bandı			
		L	P	60	BÇ-4	Krem renkli dolomitik kılmaşı Sert-sık dokulu jips ara bandı	YEŞİL RENKLİ ÇAMURTAŞI-KILTAŞI FASİYESİ
				30	BÇ-3	Krem renkli dolomit ara bandı Silis yumurtaları içeren kılmaşı ara bandı	
				BÇ-3-B1	Krem renkli dolomitik kılmaşı		
					BÇ-2	Konglomera merclekleri içeren gri-bej renkli kumtaşı-çamurtaşı Krem renkli dolomitik kılmaşı	
			BÇ-1	Koyu yeşil renkli kılmaşı			

Şekil 3.5 Biçer ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK IV)
 Koordinat: 36 S 392606 E
 UTM 4396948 N

YAS	YERLEŞİM	KALINLIK (m)	NOT	LİTOLOJİ	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	FASİYES	
P O R S L V Y D E N U	P O R S L V Y D E N U	90	Gltr-13		Karstik erime boşluğu, silisifiye kireçtaşı	KARBONAT FASİYESİ	
		80	Gltr-12-b Gltr-12-r		Beyaz-krem renkli, kusmen breşik yapılı plaket kireçtaşı		
					Gri-bej renkli bireysel jips kristalli çamurtaşı		
					Killi kireçtaşı		
		60	Gltr-11		Krem renkli killi dolomit		
		40	Gltr-10		Gri-bej renkli bireysel jips kristalli (selenit türü) çamurtaşı		GRI-BEJ RENKLİ JİPSLİ ÇAMURTAŞI-KILTAŞI FASİYESİ
					Masif jips ara bandı		
		30	Gltr-9		Konglomera mercikleri içeren gri-bej renkli kumtaşı-çamurtaşı		YEŞİL RENKLİ ÇAMURTAŞI-KILTAŞI FASİYESİ
			Gltr-8		Konglomera mercikleri içeren gri-bej renkli kumtaşı-çamurtaşı		
		20	Gltr-7		Dolomit		
					Koyu yeşil renkli kiltası		
					Krem renkli dolomitik kiltası		
		10	Gltr-6		Koyu yeşil renkli çamurtaşı		
	Gltr-5 Gltr-4 Gltr-3 Gltr-2		Krem renkli dolomitik kiltası				
	Gltr-1		Konglomera mercikleri içeren gri-bej renkli kumtaşı-çamurtaşı				

Şekil 3.6 Güreler ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK V)
 Koordinat: 36 S 390153 E
 UTM 4399727 N



Şekil 3.7 Biçer civarında a. yeşil renkli jipsli çamurtaşı, b. yeşil renkli çamurtaşı ve c. krem-bej renkli çamurtaşı birimlerinin yakından görünümü

3.3.2 Kahverenkli kilitaşı birimi

Kahverenkli kilitaşı biriminin en iyi yüzlek verdiği alan inceleme alanının güneyinde Asarkale tepe civarındır. Beyaz renkli dolomitik seviyeler arasında yer alan birim sahada kahverengi ile kolaylıkla tanınır. Bölgedeki koyu kahverenkli ve bej-krem renkli kilitaşı ve killi dolomit birimlerinde egemen kil minerali sepiyolit olup, bunlar üste doğru dereceli olarak dolomitli sepiyolit ve beyaz renkli dolomitler şeklinde bir mineralojik zonlanma oluştururlar (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Asarkale bölgesinde a. kahverenkli kiltaşları ve b. bej-krem renkli dolomitli kiltaşları ile c. beyaz renkli dolomitlerin arazi görünümü

Organik madde katılımının azaldığı seviyelerde kiltaşlarının rengi açılarak açık kahverenkli, bej-krem ve beyaz renkli kiltaş özelliği kazanırlar (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Beyaz renkli sepiyolitli dolomit ile kahverenkli saf sepiyolit yakından görünümü

Organik maddece zengin olan kahverenkli görünümlü kiltaşları daha çok beyaz renkli dolomitik kiltaşlarının tabanında bulunur. Bu beyaz, bej ve kahverenkli kiltaşları Asarkale bölgesini karakterize ederler (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Asarkale bölgesinde beyaz renkli dolomit ve sepiyolitli dolomit birimleri arasında yer alan kahverenkli kilttaşlarının (sepiyolit yatağının) uzaktan görünümü

Ayrıca, krem renkli dolomitik kiltaş birimi Sazak, İğdecik Kırmaları, Biçer ve Güreler ÖSK'sının tüm seviyelerinde koyu yeşil renkli çamurtaş birimi ile ardalanmalı olarak bulunur (Şekil 3.2-3.6). Sazak kesitinde istifin tavan seviyelerinde izlenen birim koyu yeşil renkli çamurtaş-kiltaş fasiyesi ile ardalanmalı olarak bulunur. 5-15 m. arasında değişen bir kalınlığa sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2). İğdecik Kırmaları kesit alanında kahverenkli çamurtaş birimleri arasında arabantlar şeklinde birkaç kez ardalanmalı olarak bulunur (Şekil 3.4). Biçer kesitinde istifin tabanında çamurtaş, orta seviyelerinde jips birimi, tavan düzeylerinde ise kiltaş ve çamurtaş birimleri ile ardalanmalı bir yapı sunar (Şekil 3.5). Güreler kesitinde ise birim, istifin egemen litolojisini oluşturur. İstifin hemen hemen her seviyesinde izlenen bu birim 5 m.'den 40 m.'ye kadar değişen kalınlıkta olup, koyu yeşil renkli çamurtaş birimi ile ardalanmalı olarak bulunur (Şekil 3.6).

3.4 Kireçtaşı Fasiyesi

Çalışma alanında oldukça geniş bir yayılıma sahip olan kireçtaşı birimi, Pliyosen yaşlı istifin stratigrafik olarak tavan seviyesini oluşturur. Litolojik özellikleri dikkate alındığında killi-kumlu, jipsli ve saf kireçtaşı birimi olarak ayırtlanmıştır. Sazak kesitinin tavan ve orta seviyelerinde, İğdecik Kırmaları kesitinin taban seviyelerinde gözlenen killi-kumlu kireçtaşı birimi, kil oranının artmasına bağlı olarak gevşek ve dağınık bir doku sergiler (Şekil 3.2, Şekil 3.4). Killi kireçtaşı biriminin kalınlığı bu kesit alanlarında 5-10 metre olarak ölçülmüştür. İğdecik Kırmaları ve Güreler kesitlerinde tavan seviyelerinde bulunan beyaz-krem renkli kireçtaşlarında su hareketlerine bağlı olarak karstik erime boşlukları ve diskoidal jips kristalleri bulunur (Şekil 3.4, Şekil 3.6, Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Güreler civarındaki karstik erime boşluklu kireçtaşı biriminin yakından görünümü

Biçer kesitinde istifin orta bölümlerinde krem ve beyaz renkli plaket kireçtaşı ara bantları şeklinde gözlenirken, kalınlığı yaklaşık olarak 15 m. olarak ölçülen kireçtaşı biriminin içerisinde serbest büyümeli jips kristalleri gözlenmiştir (Şekil 3.5). İnceleme alanının batısında yer alan Gençali Köyü civarındaki bej renkli jipsli kireçtaşı biriminin toplam kalınlığı 35 m. olup, orta seviyelerinde beyaz renkli jips düzeyleri izlenmiştir (Şekil 2.9, Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Bej-Yeşil renkli laminalı kil, kireçtaşı ve jips ardalanması

3.5 Dolomit Fasiyesi

Birim stratigrafik olarak istifin farklı seviyelerinde beyaz rengeyle tipiktir. İstifte dolomit birimi; jipsli dolomit, dolomitik kilitaşı ve saf dolomit olmak üzere farklı şekillerde görülmektedir. Saf dolomit birimi Biçer ve Güreler kesit alanlarında istifin orta kısımlarında bulunur ve kalınlığı 2 m 'dir (Şekil 3.5-3.6, Şekil 3.15). Bünyesinde yer yer silis yumrulu kilitaşları içerir. Bu birimin hemen üst kısmında 20 cm. kalınlığında killi dolomit ve jips ardalanması bulunmaktadır. Kil ve jips kristalleri ardalanmalı bir yapı sunar. Beyaz renkli dolomitler ise istifin tavan seviyelerine yakın yerde bulunmaktadır. İçerisinde dolomit dışında kilitaşı, plaket kireçtaşı, serbest jips ve jips tabakasının ardalanımı izlenen bu birimin kalınlığı 60 m.'dir. Ayrıca gri renkli kilitaşı ve serbest büyümeli jipsli kilitaşı ve dolomit ara seviyeleri içerir. Dolomit fasiyesi

içerisinde jipslerin varlığı, artan buharlaşma ile çatlaklar arasında gezinen ve sülfatca doygun zemin suyunun kristalleşmesi sonucu oluştuklarını göstermektedir.



Şekil 3 .13 Güreler civarındaki krem-bej renkli saf dolomit biriminin yakından saha görünümü

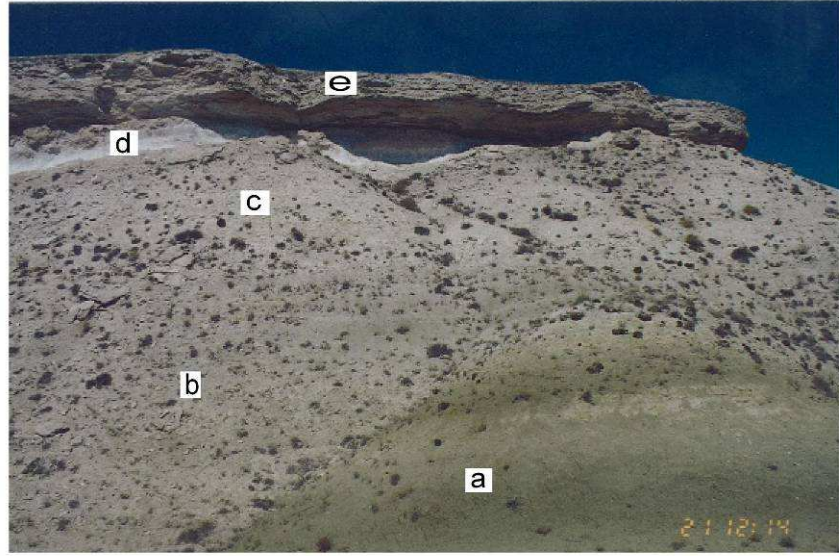
3.6 Jips Fasiyesi

Bu birim, çalışma alanının orta kesimlerinde, Biçer, Güreler ve Gençali ÖSK'larında yaygın olarak gözlenir (Şekil 3.5-3.6, Şekil 3.14). Masiv, tabakalı ve laminalı jips ve jips arenit birimi olarak ayırtlanabilir. Biçer ÖSK'sında orta ve tavan seviyelerdeki krem renkli plaket kireçtaşı ve beyaz-gri renkli kiltası, krem renkli dolomitik kiltası birimleri ile ardalanmalı bir yapı sergiler. Yaklaşık kalınlıkları 5-10 metredir. İstifin tavan seviyelerinde ise beyaz renkli jips arenit birimi olarak gözlenir. Gençali kesitinde ise, istifin orta seviyelerinde beyaz renkli jips arenit fasiyesleri gri-bej renkli çamurtaşı ve kireçtaşı biriminin arasında mostra verir, kalınlığı 10-20 metredir (Şekil 3.14). İstifin tavan seviyelerinde ise jips arenit fasiyesi, laminalı jips fasiyesi, jipsli kiltası birimi bulunur. Kalınlıkları 30-90 m arasındadır.

YAS	ETKİLEŞİM	KALINLIK (Metre)	SERİ NO	LİTOLOJİ	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	FASİYES	
P L J Y D S H N	P O R S U K F O R M A S Y O N U	120				G R İ - B E J R E N K L İ J İ P S L İ Ç A M U R T A Ş I - K İ L T A Ş I F A S İ Y E S İ	
		105					
		100	GA-26		Jipeli kılınç		
		95					
		90					
		85	GA-25		Lamineli jips		
		80					
		75					
		70	GA-24		Dolomitli kılınç		
		65	GA-23		Beyaz renkli jips arenir		
		60	GA-22 GA-21		Sarımsak bütünsel jips güllü içeren kireçtaşı Lamineli çamurtaşı kılınç		
		55	GA-20		Tahta rengi renkli büreyel jips kristalli çamurtaşı		
		50	GA-19		Gri bej renkli büreyel jips kristalli çamurtaşı		
		45			Beyaz renkli jips arenir Külli kireçtaşı		
		40	GA-18 GA-17 GA-16		Beyaz renkli jips arenir Külli kireçtaşı		
		35	GA-15		Beyaz renkli jips arenir		
		30	GA-14 GA-13 GA-12 GA-11 GA-10		Gri bej renkli büreyel jips kristalli çamurtaşı Lamineli jips Külli kireçtaşı Lamineli jips Lamineli kireçtaşı		
		25	GA-9 GA-8		Gri bej renkli jipri kireçtaşı Sarımsak bütünsel jips güllü içeren kireçtaşı		
		20	GA-7		Plaklı kireçtaşı ara bandı Gri bej renkli büreyel jips kristalli çamurtaşı		
		15			Gri bej renkli jipri kireçtaşı		
		10	GA-6 GA-5		Gri bej renkli büreyel jips kristalli çamurtaşı Gri bej renkli jipri kireçtaşı		
		5	GA-4 GA-3 GA-2 GA-1		Gri bej renkli jipri kireçtaşı Gri bej renkli büreyel jips kristalli çamurtaşı Gri bej renkli jipri kireçtaşı Gri bej renkli büreyel jips kristalli çamurtaşı		

Şekil 3.14 Gençali ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK VI)
 Koordinat: 36 S 402775 E
 UTM 4400808 N

İnceleme alanında yer alan jipsler; masiv jips, laminalı anhidrit, yumrulu breşik yapılı jips, jips arenit ve serbest büyümeli jipsler olarak izlenir (Aydoğdu 2004). Biçer, Güreler ve Gençali Köyünde istiflerin alt, orta, üst seviyelerinde yer alan jipsler, düşey olarak birbirleriyle geçişli olarak bulunurlar (Şekil 3.5-3.6, Şekil 3.14-3.15). Masiv jipsler beyaz renkli, ince-orta kristalli jipslerden meydana gelmiş olup, tabakalanma izlenmemiştir. Bunlar arazide 50 cm.'den 1 m.'ye kadar varan kalınlıklarda gözlenmektedirler. Masiv jipslerin üst seviyelerine doğru kısmen dereceli bir geçiş gösteren anhidrit arabantları görülmektedir.



Şekil 3.15 Gençali Köyünde gri-bej renkli kiltası-çamurtaşı fasiyesini oluşturan a. yeşil renkli kiltası , b. yeşil renkli bireysel jips kristalli çamurtaşı , c. gri-bej renkli bireysel jips kristalli çamurtaşı , d. beyaz renkli jips arenit ve e. laminalı jips düzeylerinin görünümü

Serbest büyümeli jips kristalleri kristal şekillerine göre; diskoidal, jips gülü şeklinde olup, açık-koyu kahverengi ve bal renkleriyle karakteristiktirler (Şekil 3.16). Serbest jips kristalleri, dolomit birimleri üzerinde tabaka yüzeylerine dağılmış vaziyette ve bazen de çatlak dolgusu şeklinde gelişmiştir. Bu serbest büyümeli jipslerle birlikte bulunan jips arenit birimi ise kalınlığı 1-2 m. arasında değişmekte olup, içerisinde mercemekler şeklinde anhidrit yumruları gelişmiştir.



Şekil 3.16 Yeşil renkli kıltaşı birimi içerisinde kahverenkli diskoidal şekilli serbest büyümlü jips kristalleri ile yeşil renkli çamurtaşı-marn birimlerinin ardalanımının yakından saha görünümü

4. MİNERALojİK ve PETROGRAfİK İNCELEMELER

İnceleme alanında yüzeylenen 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 ile termal davranışların ölçülmesi için Diferansiyel Termal Analiz (DTA), kimyasal bileşimlerini belirlemek amacıyla X-ışınları Floresans (XRF) ve Enerji Dağılımlı X-Işınları (EDS) analizleri olarak belirtilebilir.

Bu bölüm içerisinde önce yukarıda belirtilen laboratuvar yöntemleri tanıtılacak, daha sonra elde edilen sonuçlar üzerinde durulacaktır. İnceleme alanında farklı litoloji grupları ile bunları incelemede kullanılan analiz yöntemleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. İnceleme alanından derlenen örneklerin litolojilerine göre sayısı ve yapılan analiz metodları

Kayaçlar	İnce Kesit	XRD Tüm Kaya	XRD Kil Fraksiyonu	SEM-EDS	Jeokimyasal Analiz	DTA
Kiltaşı	-	19	11	7	5	5
Çamurtaşı	9	5	2	3	-	-
Kumtaşı	2	2	2	-	-	-
Dolomit	2	8	4	3	1	-
Kireçtaşı	9	6	4	2	-	-
Jips	4	4	-	-	-	-

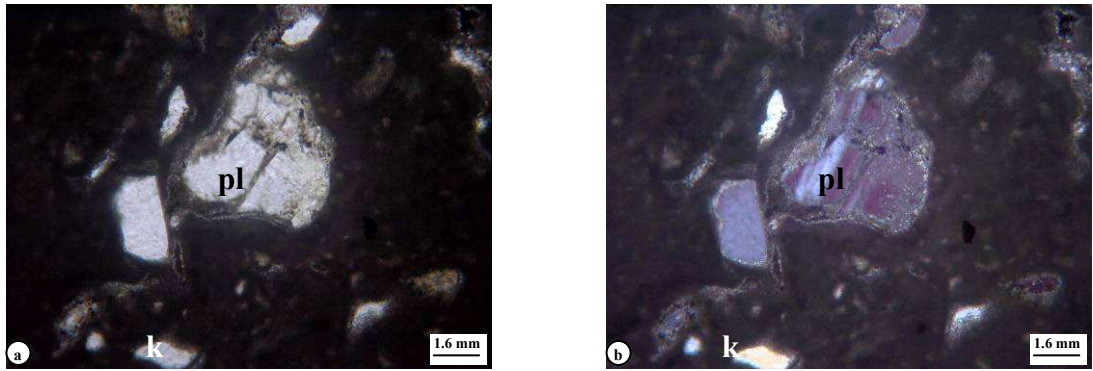
4.1 Petrografik İncelemeler

İnceleme alanında arazi gözlemlerine göre tanımlanan farklı renk ve litoloji gruplarından alınan sert olan kayaç örneklerinden ince kesitler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu ince kesit örnekleri polarizan mikroskofta incelenerek, mineralojik bileşimleri, dokusal özellikleri ve kayaç adlamaları yapılmıştır.

İnceleme alanında Porsuk formasyonunu oluşturan fasiyeslerde yer alan sedimanter kayaçlarda egemen litolojiyi çamurtaşı-kiltaşı, kumtaşı ve kireçtaşı birimleri oluşturmaktadır. Bu birimlerin sedimantolojik tanımlamaları aşağıda sırasıyla açıklanacaktır.

4.1.1 Çamurtaşı-kiltaşı birimi

İnceleme alanında bulunan çamurtaşı birimi Ahırköy, Sazak, İğdecik Kırmaları, Biçer, Güreler ve Gençali kesit alanlarında ölçülen stratigrafi kesitlerinin tümünde izlenir (Şekil 3.1-3.2, Şekil 3.4-3.6, Şekil 3.14). Bu kesit bölgelerindeki çamurtaşı birimi çok ince taneli olup, içerisinde detritik plajiyoklaz ve kuvars mineralleri içerir (Şekil 4.1).



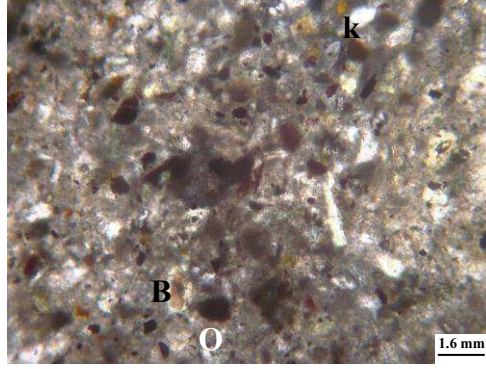
Şekil 4.1 BÇ-2 no'lu koyu gri renkli çamurtaşı örneğindeki farklı büyüklüklerdeki plajiyoklaz (pl) ve kuvars (k) minerallerinin a. tek nikol ve b. çift nikol görünümü

Detritik plajiyoklaz ve kuvars minerallerinin miktarı çamurtaşı biriminin kumtaşı ile olan dokanağında ve havzanın kıyı kesimine yakın alınan örneklerde arttığı

gözlenmiştir. Çamurtaşlarında izlenen bu plajiyoklaz minerali tek nikolde renksiz ve çift nikolde gri beyaz girişim rengi ve polisentetik ikizlenmesi ile kolaylıkla tanınmıştır. Genellikle kriptokristalin bir matristen oluşan çamurtaşı birimine ait örneklerin birinci nikolde koyu gri renkli olduğu izlenmiştir (Şekil 4.1). Havzanın merkezi kesimlerinden alınan çamurtaşı-kiltaşı örneklerinin genellikle mikritik bir karakter sundukları belirlenmiş ve herhangi bir detritik mineralin varlığı izlenmemiştir. Çamurtaşı-kiltaşı biriminin matriksini oluşturan minerallerin büyük bir kısmının XRD incelemelerinde paligorskit, simektit, klorit ve illit tipi kil mineralleri ile karbonat minerallerinden (dolomit ve kalsit) oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca, çamurtaşı örneklerinin tümünde Opal-CT ve amorf malzemenin varlığı da izlenmiştir.

4.1.2 Kumtaşı birimi

İnceleme alanındaki kumtaşı birimi Sazak, İğdecik Kırmaları, Biçer ve Güreler ÖSK alanlarında belirlenmiştir (Şekil 3.2, Şekil 3.4-3.6). Neojen istifini oluşturan bu sedimanter birimler Folk (1968) sınıflamasına göre “Litik arenit” olarak adlandırılmıştır. Kumtaşı birimini oluşturan örneklerin içerisinde çevredeki metamorfik kayalardan türeyen kuvars, biyotit, muskovit 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 4.2). Bu mineraller mikritik bir hamur içerisinde dağılmış olarak yer alırlar.

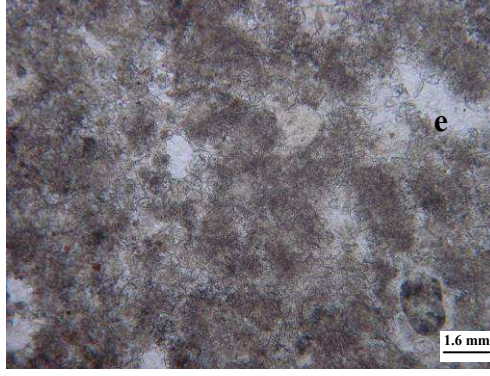


Şekil 4.2 SZG-13 no'lu litik areniti oluşturan kuvars (k), biyotit (B), opak (O) minerallerinin mikritik içerisindeki tek nikol görünümü

İnce kesitlerde izlenen biyotit mineralleri genellikle tek nikolde kırmızımsı kahverenkli olarak belirlenmiştir.

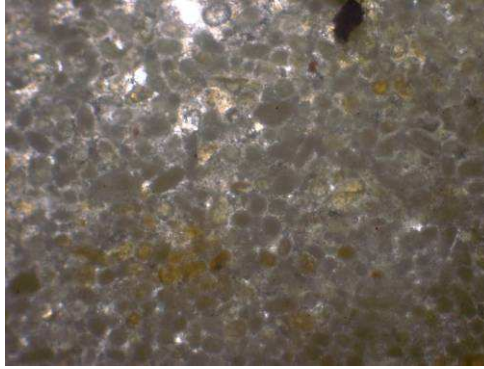
4.1.3 Kireçtaşı birimi

İnceleme alanındaki kireçtaşları Sazak, İğdecik Kırmaları, Biçer, Güreler ve Gençali kesit alanlarında belirlenmiştir (Şekil 3.2, Şekil 3.4-3.6, Şekil 3.14). Neojen yaşlı görsel istifli oluşturan 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. Litolojik özelliklerine göre kireçtaşları petrografik incelemelerde saf ve jipsli kireçtaşı olarak ayırt edilmiştir. Saf kireçtaşları sparitik karakterli olup, bol erime boşluklarının içerdikleri hem saha hem de ince kesit determinasyonlarında gözlenmiştir (Şekil 4.3, Şekil 3.11).

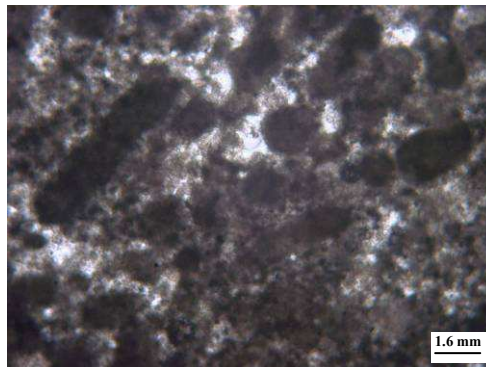


Şekil 4.3 GA-15 no'lu bol erime boşluklu (e) mikritik kireçtaşı örneğinin tek nikol görünümü

Sparitik karakterli kireçtaşı örneklerinde tane bileşeni olarak pelletlerin bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4-4.5) Sparitik kireçtaşlarında herhangi bir kavkı veya fosile rastlanılmamıştır.



Şekil 4.4 GA-4 no'lu sparitik karakterli kireçtaşı örneği 1.6 mm izlenen pellet yapılarının tek nikol görünümü



Şekil 4.5 GA-4 no'lu sparitik karakterli kireçtaşı örneğinde izlenen pellet yapılarının yakından tek nikol görünümü

Evaporitik birimlerle dokanaklı olarak bulunan sparitik karakterli kireçtaşı örneklerinde jips minerallerinin varlığı da belirlenmiştir (Şekil 4.6). Bunlar jipsli kireçtaşı olarak tanımlanmışlardır. Jips kristalleri birinci nikolde renksiz ve ikinci nikolde gri, beyaz girişim renkleri ile kolayca ayırt edilmişlerdir.



Şekil 4.6 GA-6 no'lu sparitik kireçtaşı örneği içerisindeki jips (j) gelişimlerinin tek nikol görünümü

4.2 X-Işınları Kırınım Yöntemi (XRD) Tüm Kayaç Ve Kil Fraksiyonu İncelemeleri

İnceleme alanındaki kahverenkli ve yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı, gri renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı ile karbonat fasiyeslerinde yer alan yumuşak ve kil ağırlıklı örneklerin mineralojik bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla X-Işınları kırınım (XRD) analiz yöntemi kullanılmıştır. Sahadan derlenen; renk ve karbonat oranına göre ayırtlanan çeşitli litolojideki 45 adet kayaç örneği, tüm kayaç toz kırınım analiz yöntemine tabi tutularak incelenmiştir. XRD çekimleri, oda sıcaklığında kurutulmuş ve Fritschvibrating Cup Mill Pulverisette 9 marka kayaç öğütme cihazında pudra haline getirilen örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olacak şekilde 5°- 65°'lik açı aralıkları kullanılmıştır. Çekim esnasında aletsel koşullar şöyledir:

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°-1°, Ölçüm Aralığı $2\theta= 5^\circ\text{-}65^\circ$

X-Işınları kırınım çekimlerinden elde edilen difraktogramların tanımlamalarında ASTM (1972) (American Society for Testing Materials) kartoteksinden yararlanılmıştır. Tüm Kayaç bileşenlerinin göreceli bollukları Brindley (1980), Gündoğdu (1982), Gündoğdu ve Yılmaz (1984)'e göre hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Kil minerallerince zengin örneklerdeki sepiyolit ve paligorskit minerallerinin belirlenmesi ile simektit minerali ve karışık katmanlı kil minerallerinin ayırt edilmesi amacıyla kil fraksiyonları hazırlanmış ve daha sonra normal (N), fırınlanarak (F), etilen glikol (EG) ile muamele edilerek çekimleri gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanında Neojen yaşlı görsel sedimanların saha gözlemlerine göre kahverenkli, bej-krem, beyaz ve yeşil renklerde izlenen kıltaşı, dolomitik kıltaşı, kumlu kıltaşı, jipsli kıltaşı, killi kireçtaşı ve çamurtaşı birimleri üzerinde yapılan XRD incelemeleri sonucunda bunların bir bölümünün saf, dolomitli ve jipsli kıltaşları oldukları belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler ışığında; sedimanter birimlerdeki farklı renk ve litolojilerdeki kıltaşı ve çamurtaşı oluşumlarının mineralojik bileşimleri, bu birimlerdeki egemen kil mineralleri ile bu minerallere eşlik eden diğer kil ve kil dışı mineraller aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

Çizelge 4.2 İnceleme alanındaki farklı litolojilere ait tüm kayaç ve kil fraksiyonu analiz sonuçları (Mineral içerikleri % olarak verilmiştir.)

Örnek No	TÜM KAYA										KİL FRAKSİYONU				
	Litoloji	Kil Mineral	Feldispat	Dolomit	Kalsit	Opal-CT	Analsim	Kuvars	Jips	Amfibol	Simektit	Sepiyolit	Palıgorskit	Klorit	İllit
SZG-1	Kiltaşı	85	4	1	1	3		6			95				5
SZG-5	Kiltaşı	79	3	16				2							
SZG-6	Killi Dolomit	35		59		4		2							
SZG-12	Dolomitik Kiltaşı	42	8	41		5		2		2					
SZG-13	Dolomitik Kiltaşı	52	6	32		6		2		2	5				95
SZY-1a	Kiltaşı	80	12	6		2									
SZY-4	Jips							100							
İK-4	Çamurtaşı	36	4	30	24			3		3					
İK-9	Çamurtaşı	41	5	47	4			3							
ÜÇÖ-2	Dolomit			100											
ÜÇÖ-3	Killi Dolomit	23	3	66		3		5			20	10			65
KONG-ÜST 1	Killi Dolomit	27		68		2		3							
KONG-ÜST 2	Killi Dolomit	26	2	67		2		3				100			
BÇR-1	Kiltaşı	51	3	6	10	5		5	20				90	10	
BÇR-2	Kiltaşı	56	15	5	8	3	5	5		3			60	40	
BÇR-3	Killi Kumtaşı	12	54	23	3	2		5		1			90		10
BÇR-4	Killi Kumtaşı	26	27	19	14	3		11					80	15	5
BÇ-1	Kiltaşı	49	10	30		3		6		2					
BÇ3-B1	Dolomitik Kiltaşı	35		60		5									
BÇ-8	Jipsli Dolomitik Kiltaşı	7	3	30	5			3	52		100				
BÇ-9	Jipsli Kiltaşı	35	8	10	14	3		5	25		40		30	30	
BÇÖ-1	Kiltaşı	72			5	4	18	1							
SP-1	Kiltaşı	78	8			2		10		2					
SEP-1	Killi Dolomit	30	2	65		1		2					80		20
SEP-2	Dolomitik Kiltaşı	47		45		3		5			10		90		

SZG, SZY:Sazak; İ.K., ÜÇÖ: İğdecik Kırmaları; Kong Üst, BÇR, BÇ, BÇÖ, SP, SEP: Biçer

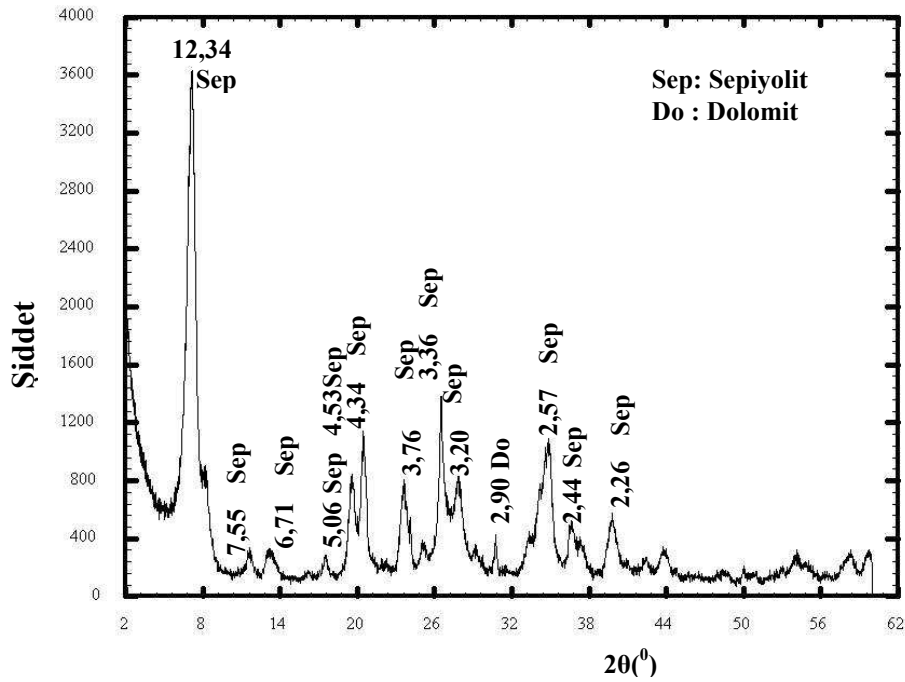
Çizelge 4.2 İnceleme alanındaki farklı litolojilere ait tüm kayaç ve kil fraksiyonu sonuçları (Mineral içerikleri % olarak verilmiştir.) (devam)

Örnek No	TÜM KAYA										KİL FRAKSİYONU				
	Litoloji	Kil Mineral	Feldispat	Dolomit	Kalsit	Opal-CT	Analsim	Kuvars	Jips	Amfibol	Simektit	Sepiyolit	Palıgorskit	Klorit	İllit
Md-2	Kiltaşı	85	6			2		7				100			
Md-4	Kiltaşı	94		4		2						100			
Md-5	Dolomitik Kiltaşı	52	6	33		2		7				100			
Md-6	Killi Dolomit	7		93								100			
Md-8	Dolomitik Kiltaşı	67	3	21		4		5			25		40	35	
ÖM-9	Kiltaşı	20		80											
Gür-2	Kiltaşı	12		76		2			10		100				
Gür-6	Çamurtaşı	38			57	2		3			80			20	
Gür-8	Çamurtaşı	58	2	14	21			5			100				
Gür-10	Çamurtaşı	10	4		80	2		4							
Gür-12a	Killi Kireçtaşı	44	5		45	1		5			60			40	
Gür-12b	Killi Kireçtaşı	33	2		61	2		2			100				
GA-2	Jipsli Çamurtaşı			6	79				15						
GA-5	Jipsli Çamurtaşı			4	4			6	86						
GA-11	Killi Kireçtaşı	32	6	17	15	4	18	8			45			25	30
GA-12	Laminalı Jips		3		4			6	87						
GA-13	Jipsli Killi Kireçtaşı	16		9	67	2		2	4		50			40	10
GA-16	Jipsli Dolomitik Kireçtaşı	25	3	52	10	2			8						
GA-17	Killi Kireçtaşı	22			28	5	20		25						
GA-21	Killi Dolomit	20	5	75											
GA-24	Dolomit			90				10							
GA-25	Jips								100						
GA-26	Jips								100						

Md: Asarkale Tepe; ÖM: Ömerler; Gür: Güreler; GA: Gençali

4.2.1 Kahverenkli, bej-krem, beyaz renkli kiltaşları

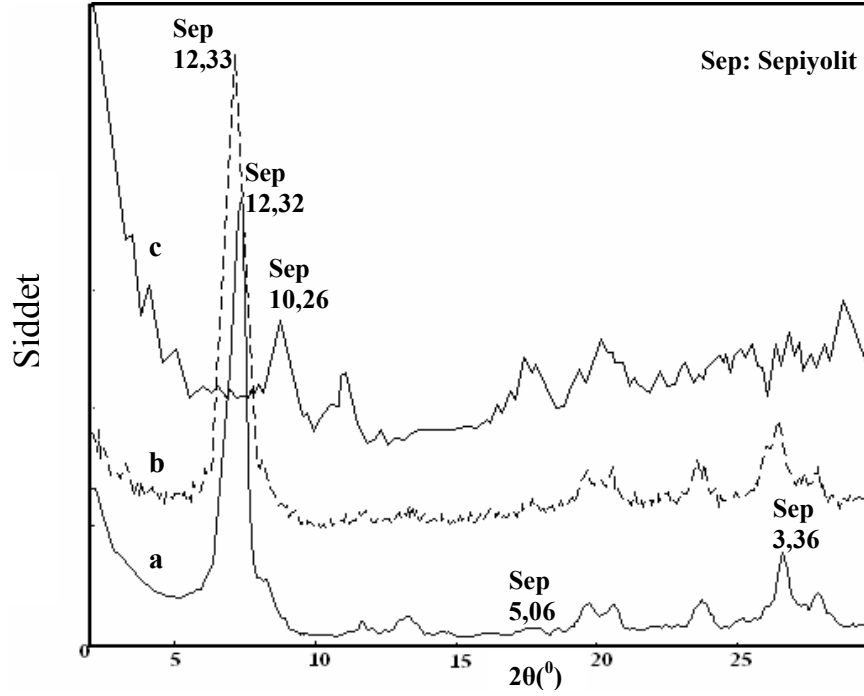
İnceleme alanının güneyinde Asarkale tepe civarında mostraları izlenen koyu kahverenkli, bej-krem ve beyaz renkli kiltaş örneklerindeki egemen kil minerali sepiyolit olup, 12.34 A°daki piki ile tanımlanmıştır (Şekil 4.7). Özellikle koyu kahverenkli kiltaş örneklerinde sepiyolit minerali yaklaşık olarak saf veya saf yakın oranlarda bulunur (Çizelge 4.2). Koyu kahverenkli saf sepiyolitler, tüm kayaç analizlerinde (110) yansıma yüzeyine ait, kristalleşme derecesi çok yüksek olan 12.26 – 12.33 A°daki en şiddetli piki ile tayin edilmiştir (Brindley 1959). Bununla birlikte daha yüksek 2θ değerleri yönünde 7.55 A°, 6.71 A°, 5.06 A°, 4.53 A°, 4.34 A°, 3.76 A°, 3.36 A° ile 3.20 A°daki pikleri de sepiyolit mineralinin tanınmasına yardımcı olmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Karbonat fasiyesindeki (NP3) Md 4 no'lu kahverenkli kiltaş örneğinin tüm kayaç XRD Difraktogramı

Sepiyolit minerallerince zengin örneklerin kil fraksiyonu analizi sonucunda elde edilen normal çekimlerinde 12.32 A°daki piki izlenmiştir (Şekil 4.8). Etilen glikol ile

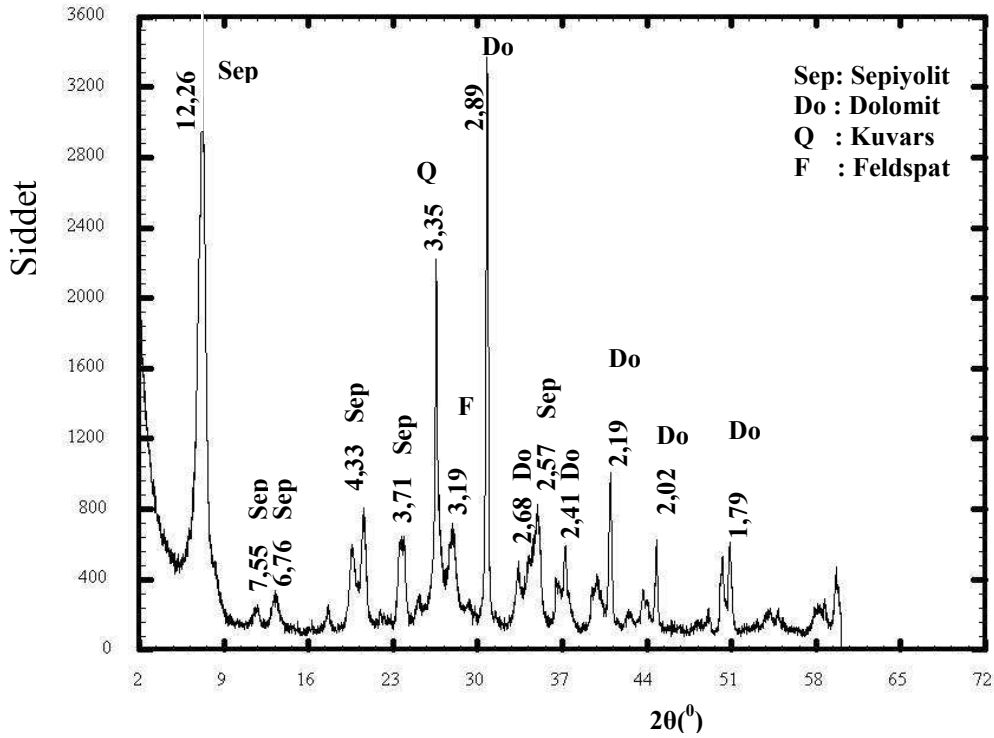
muamele edilen çekimlerin 12.33 Å, 550 °C’de fırınlanmış örneğinde gerçekleştirilen çekimde ise 10.26 Å ‘daki piki belirlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Md 4 no’lu kilaşı örneğinin a.normal, b. etilen glikollü (GLK) ve c. fırınlanarak yapılan kil fraksiyonu XRD analizi

Sepiyolit minerallerinin azalma miktarına bağlı olarak dolomit mineralinin miktarında belirgin bir artışın olduğu yapılan XRD çözümlenmeleri sonucu gözlemlenmiştir. Sepiyolit minerali ile bu minerale eşlik eden dolomit mineralinin oranına göre kahverenkli kilaşlarının saf sepiyolitten oluşmalarına karşın, krem ve bej renkli kilaşlarının dolomitli sepiyolit ile beyaz renkli kilaşlarının ise sepiyolitli dolomit birimlerinden oluştuğu belirlenmiştir.

Kahverenkli kilitaşı birimlerinde renk açılıp krem, bej ve beyaz renkli seviyelere geçildiğinde yukarıda da ifade edildiği gibi sepiyolit mineralinin miktarında bir azalmanın varlığı izlenir. Krem bej renkli kilitaşlarında sepiyolit % 50-60 iken, beyaz renkli kilitaşı seviyelerinde sepiyolit %10-20 civarında bulunmaktadır (Çizelge 4.2). Sepiyolit mineralinin azaldığı örneklerde sepiyolit mineraline; dolomit, kuvars ve feldspat mineralleri ile bazı örneklerde kalsit minerali eşlik etmektedir (Şekil 4.9).

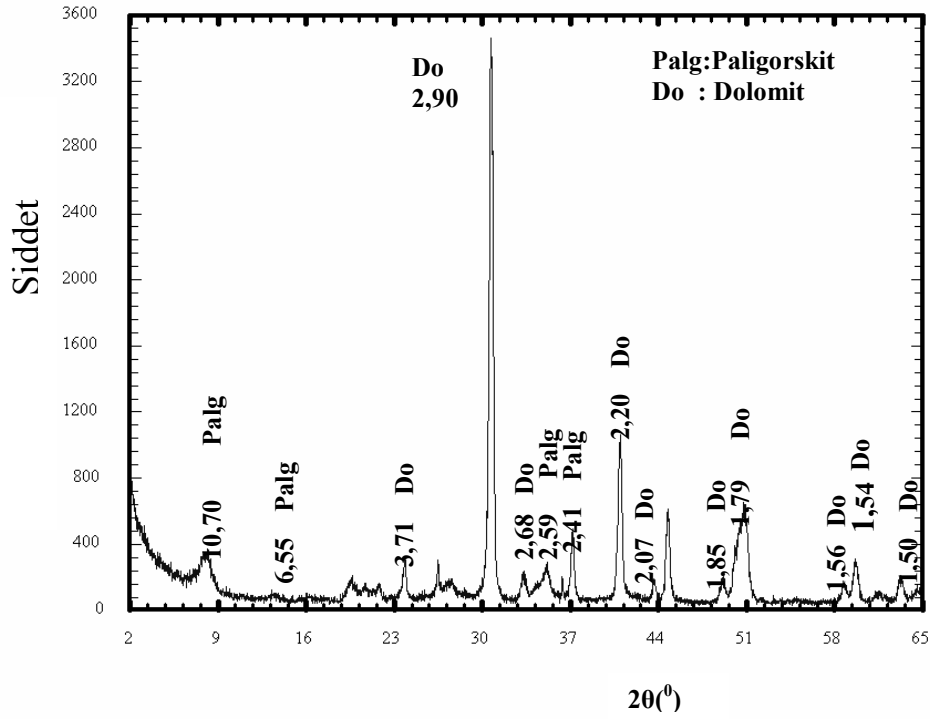


Şekil 4. 9 Karbonat fasiyesinde (NP3) Md 5 no'lu krem renkli kilitaşı örneğinin tüm kayaç XRD Difraktogramı

Beyaz renkli kilitaşı seviyelerinden alınan örneklerde bej renkli kilitaşlarında olduğu gibi yine sepiyolit ile dolomit, kalsit, kuvars ve feldspat minerallerine ait piklerin varlığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Yalnız sepiyolit mineraline ait piklerin şiddetinde çok az oranda bir azalma gözlenirken, (104) yansıma yüzeyine ait 2.89 Å' daki dolomit mineralinin pik şiddetinde ise önemli bir artışın varlığı gözlenmektedir (Şekil 4.9). Bu da hem dolomit mineralinin kristalinitesinin hem de kayaç içerisindeki miktarının artışını gösterir.

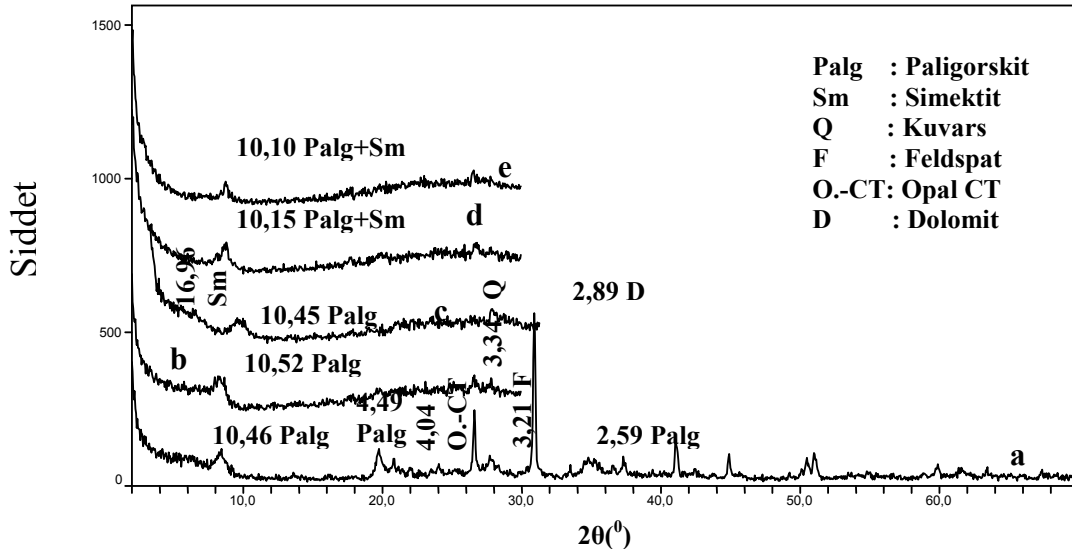
4.2.2 Yeşil renkli kilitaşları ve çamurtaşları

Bu birimler litolojileri dikkate alındığında karbonatlı, jipsli kilitaş ve çamurtaş olarak ayırtlanmışlardır. Biçer civarındaki yeşil renkli kilitaş ve çamurtaşları ile Keçirkalesi ve Ömerler çevresindeki gri-bej renkli jipsli kilitaş-çamurtaş örneklerinde paligorskit mineralinin varlığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.10). Paligorskit minerali, tüm kayaç analizlerinde (110) yansıma yüzeyine ait 10.70 Å'daki piki ile tayin edilmiştir (Brindley 1959). Bununla birlikte daha yüksek 2θ değerleri yönündeki 6.55 Å ve 2.41 Å'daki pikleri de paligorskit mineralinin tanınmasına yardımcı olmuştur (Şekil 4.10). Ayrıca, paligorskit mineralinin pikleri yanında belirginleşen (104) yansıma yüzeyine ait 2.90 Å, 2.20 Å, 2.07 Å, 1.79 Å'daki dolomit mineraline ait piklerin varlığı da gözlenmektedir (Şekil 4.10).



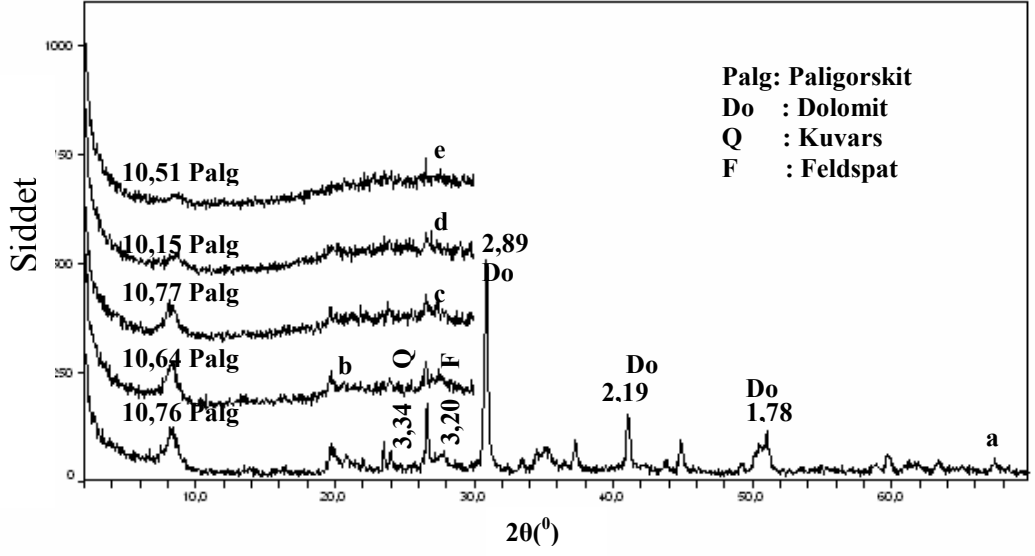
Şekil 4.10 Gri-bej renkli jipsli çamurtaş-kilitaş fasiyesindeki (NP4) ÖM-9 no'lu krem renkli kilitaş örneğinin tüm kayaç XRD difraktogramı

İnceleme alanında yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki krem-bej renkli kiltası örneğinde de paligorskit mineralinin varlığı 10.46 A°'daki piki ile tanımlanmıştır (Şekil 4.11). Paligorskit mineraline kuvars, feldispat ve opal-CT gibi kil dışı minerallerin eşlik ettiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu örneğin kil fraksiyonu sonucunda havada kurutulmuş çekiminde 10.52 A°, etilen glikolle doyurulduğunda 10.45 A° ve 300 °C - 550 °C ısıtılan paligorskit mineralinin 10.15 A° ve 10.10 A°'daki piklerinde önemli bir değişim izlenmemiştir. Etilen Glikolle doyurulan çekimlerinde 16.96 A°'daki pik örnek içerisindeki simektit mineralinin varlığını işaretler (Şekil 4.11).



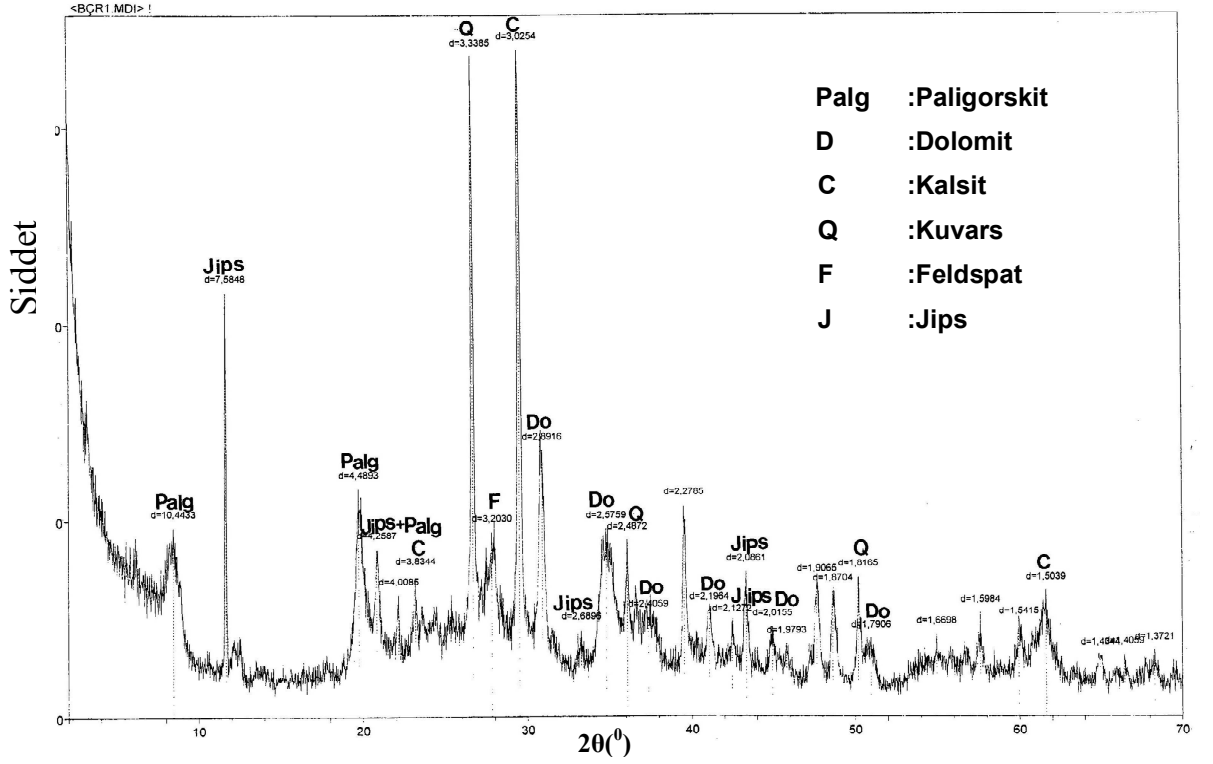
Şekil 4.11 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesinde (NP2) Sep-2 no'lu krem-bej renkli kiltası örneğinin a. tüm kayaç, b. havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü (GLK) ve d,e. fırınlanarak (300 °C - 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi

İnceleme alanında beyaz renkli killi dolomit örneğinde de paligorskit mineralinin varlığı belirlenmiştir. Kong Üst-2 no'lu killi dolomit örneğinde paligorskit minerali kil fraksiyonu analizi çekimlerinde 10.76 A°'luk piki ile karakteristiktir (Şekil 4.12). Bununla birlikte bu mineralin havada kurutulmuş çekiminde 10.64 A°, etilen glikolle doyurulduğunda 10.77 A° ve 300 °C - 550 °C ısıtılan paligorskit mineralinin 10.15 A° ve 10.51 A°'daki piklerinde önemli bir değişim izlenmemiştir. Bu örnekte de paligorskit mineraline dolomit, kuvars ve feldispat minerallerinin eşlik ettiği belirlenmiştir. Bu minerallerin göreceli bollukları litolojiye göre değişmektedir.



Şekil 4.12 Gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP4) Kong Üst-2 no'lu beyaz renkli killi dolomit 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

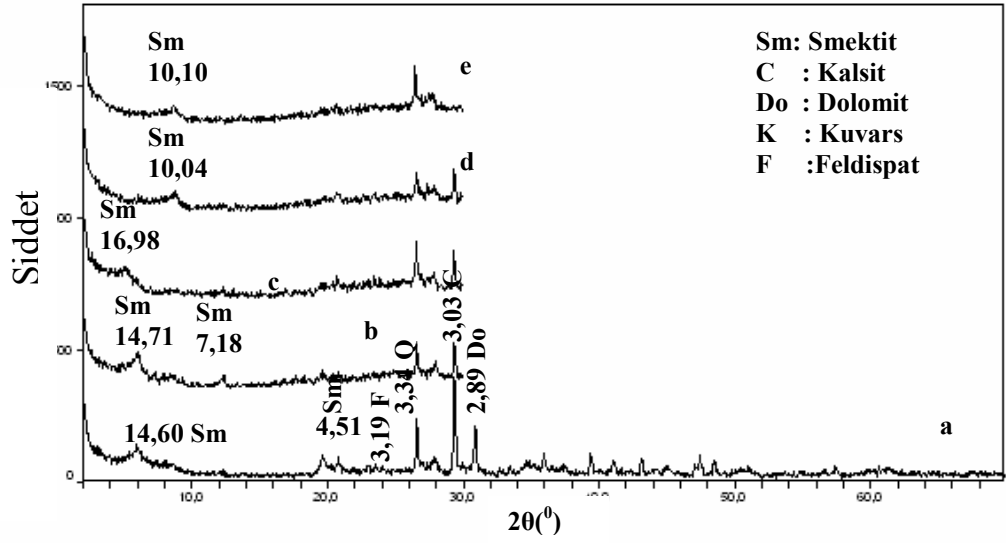
Jipsli kiltası birimlerinde paligorskit mineralinin yanı sıra evaporit minerallerinden jips ve kil dışı minerallerden kalsit, kuvars, dolomit ile feldspat minerallerinin birlikteliği gözlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) BÇR 1 no'lu yeşil renkli jipsli kiltası örneğinin tüm kayaç XRD difraktogramı

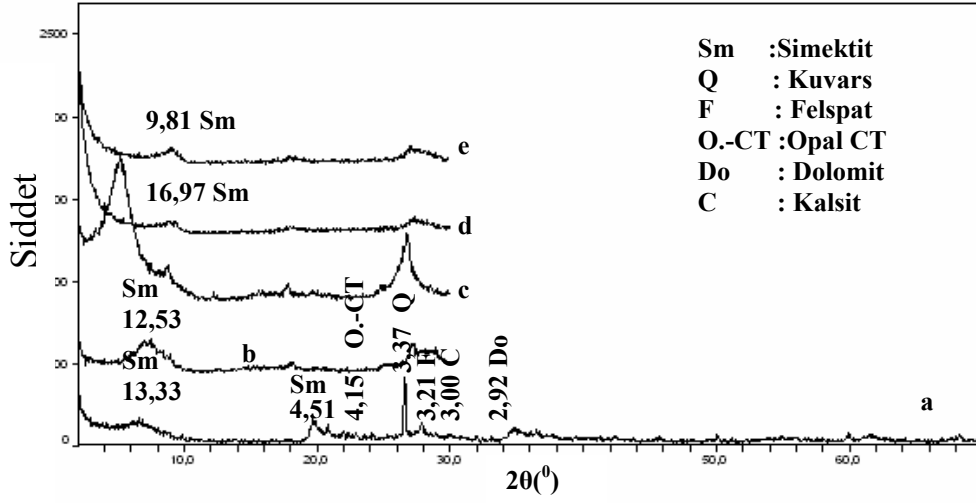
İnceleme alanında yeşil renkli çamurtaşı ve kiltası örneklerinde yapılan kil fraksiyonu analizi sonucunda bazı örneklerde paligorskit ve/veya simektit birlikteliği gözlenmezken, sadece simektit mineralinin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.14-4.15). Havada kurutulmuş çekimde 14.71 Å'daki piki ile simektit minerali tanımlanmıştır. Etilen Glikolle muamele edildiğinde simektit mineralinin 16.98 Å çıktığı, 300 °de ve 550 °de ısıtılan örneklerde ise simektitin 10,04 Å, 10.10 Å'a düştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.14).

Tüm kayaç örneklerinin X-Işınları diyagramında background'un $2\theta = 15$ Å'dan itibaren yükselmesi ile amorf karakterli volkan camının varlığını belirtmektedir (Jones and Segnit 1971).



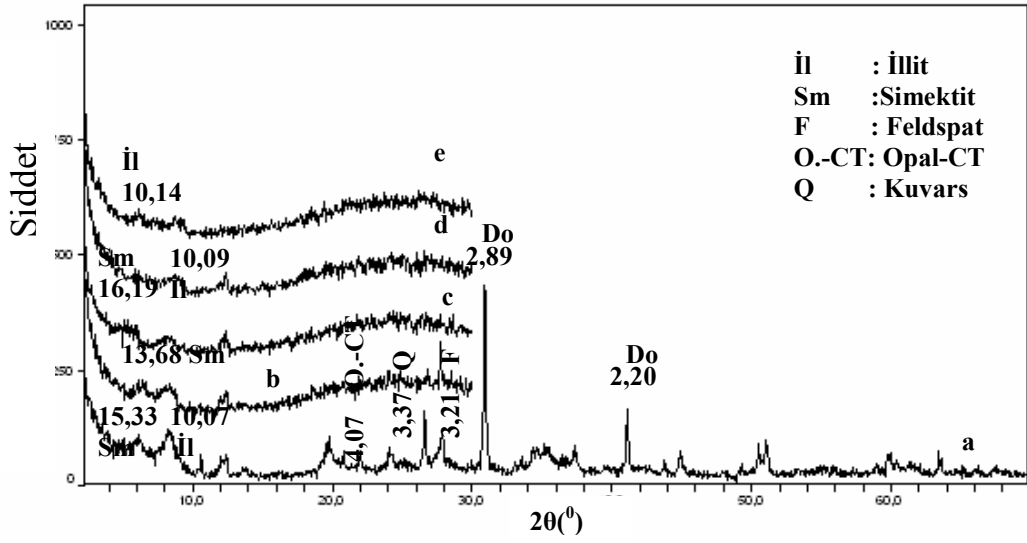
Şekil 4.14 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) GÜR-8 no'lu yeşil renkli çamurtaşı örneğinin a. tüm kayaç, b. havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü (GLK) ve d,e. fırınlanarak (300 °C - 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi

Kahverenkli çamurtaşı örneğinde simektit minerali normal çekimlerinde 13.33 Å piki ile tanımlanmış olup, örneğin kil fraksiyonu analizi sonucunda elde edilen normal çekimlerde 12.53 Å daki piki izlenmiştir (Şekil 4.15). Etilen glikolle muamele edilen çekiminde ise simektit piki 16.97 Å'a kadar yükselmiştir. 550° fırınlanmış örneklerde ise 9.81 Å piki ile tanımlanmıştır. Bu örneklerde simektit mineraline kuvars, kalsit, dolomit, feldispat ve opal-CT gibi kil dışı mineraller eşlik etmektedir (Şekil 4.14- 4.15).



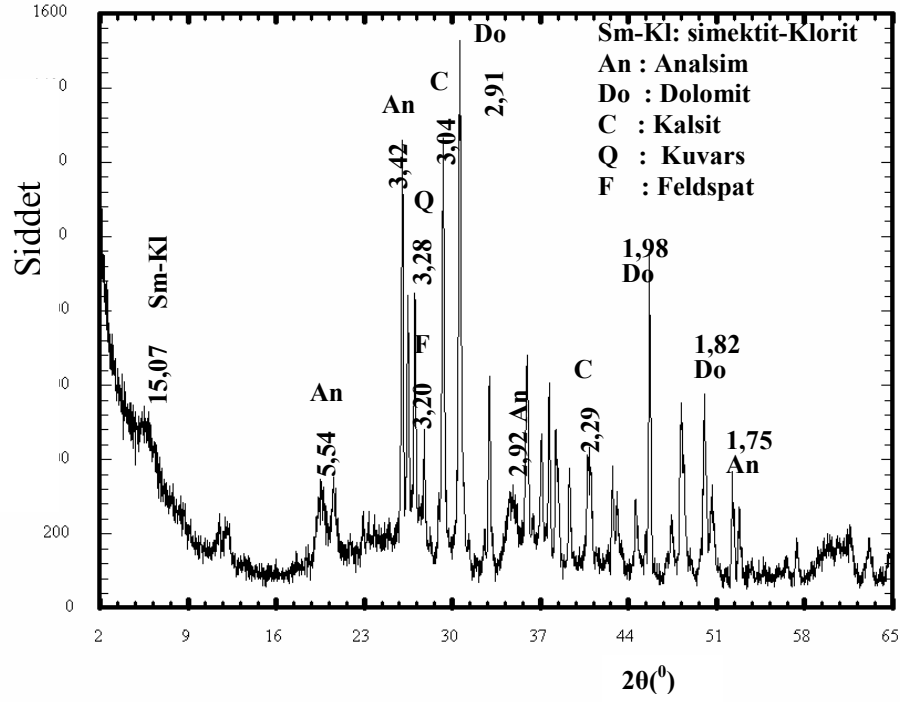
Şekil 4.15 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) SZG-1 no'lu kahverenkli , kiltası örneğinin a.tüm kayaç, b. havada kurutulmuş (AD), c. etilen glikollü (GLK) ve d,e. fırınlanarak (300 °C - 550 °C) yapılan kil fraksiyonu XRD analizi

İnceleme alanında simektit mineraline yer yer illit mineralinin eşlik ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.16). Simektit mineralinin varlığı belirlenen dolomitik kiltası örneğindeki kil fraksiyonu analizi sonucu normal çekimde 15.33 A°luk pik değeriyle simektit minerali tayin edilmiştir. Havada kurutulmuş örnekte 13.68 A°, etilen glikole tabi tutulduğunda da 16.19 A° yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca normal çekimlerde 10.70 A°, etilen glikollü ve 300° ile 550° C 'de fırınlanmış örneklerde ise 10.09 A° ve 10,14 A° değeri ile illit mineralinin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Yeşil renkli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP2) SZG-13 no'lu dolomitik kiltası 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

İnceleme alanında gri-bej renkli çamurtaşı-kiltaşı örneklerinde yer yer analsim mineralinin varlığı izlenmiştir (Şekil 4.17). Bu mineral 5.54Å⁰, 3.42 Å⁰ ve 2.92 Å⁰'daki pikleri ile tanımlanmıştır. Analsim mineraline eşlik eden kalsit ve dolomit mineralleri sırasıyla 3,04 Å⁰ ve 2,91 Å⁰ pikleriyle izlenmiştir.



Şekil 4.17 Gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesindeki (NP4) GA-11 no'lu beyaz-krem renkli kiltası örneğinin tüm kayaç XRD difraktogramı

4.2.3 Mineral parajenezlerinin dağılımı

Yukarıda litoloji gruplarına göre mineralojik bileşimleri verilen bu birimlerin yanal ve dikey yöndeki mineralojik değişimleri aşağıda verilmiştir.

Tüm havza genelinde belirlenen kil mineralleri sepiyolit, paligorskit, simektit, klorit ve illittir. İnceleme alanının güneyinde koyu kahverenkli ve bej-krem renkli kiltası ve killi kireçtaşı istiflerinde egemen kil minerali sepiyolit olup, bunlar üste doğru dereceli olarak dolomitli sepiyolit ve beyaz renkli dolomitler şeklinde bir mineralojik zonlanma oluştururlar. Ayrıca, dolomitin artış gösterdiği bu seviyelerde % 20 oranında kuvars, opal-CT ve feldispat mineralleri de görülür. Sepiyolit minerallerinin azalma miktarına bağlı olarak yukarıda belirtilen mineral birlikteliğinden dolomit mineralinin miktarında belirgin bir artışın olduğu yapılan XRD çözümlenmeleri sonucu gözlemlenmiştir.

İnceleme alanının kuzey kesimi ile havzanın genelinde yeşil renkli kıltaşı, jipsli kıltaşı ve marn topluluğu paligorskit, simektit, klorit ve illit parajenezi ile karakterize edilir. Bunların saf olmadığı seviyelerde ise dolomit, kalsit, kuvars, opal-CT, feldispat, jips, amfibol ve analsim mineralleri açığa çıkmaktadır. Kıltaşları % 0-25 arasında dolomit ve jips/anhidrit gibi mineralleri içermektedir.

4.3 Diferansiyel Termal Analiz (DTA) İncelemeleri

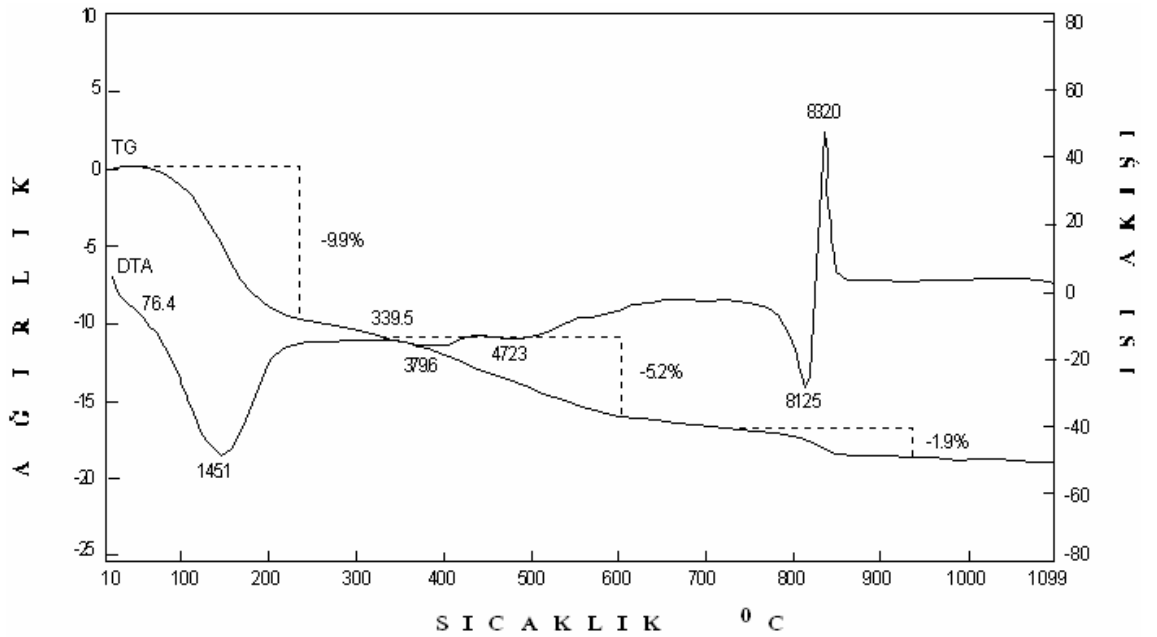
Diferansiyel termal analiz (DTA) incelemeleri, minerallerin ısı artışı karşısında göstermiş oldukları ağırlık ve enerji değişimlerinin grafiksel olarak belirler. DTA analizleri ile minerallerdeki kristalografik dönüşümler eritme, bileşimsel bozuşma, su kaybı gibi özellikler belirlenir. Bu analiz oda sıcaklığında başlayıp, 1100 °C ye kadar ulaşan sıcaklık aralıklarında uygulanır. Genellikle mono mineraller tercih edilir. Kil minerallerinin ısıya karşı gösterdikleri tepki değişik olduğu için kil minerallerinin belirlenmesinde kullanılır.

X-ışınları difraktometresi ve kil fraksiyonu analizi sonucunda saf sepiyolit olarak tanımlanan örneklerin termal özelliklerini belirlemek amacıyla bu örnekler Diferansiyel Termal Analiz metodu kullanılarak incelenmişlerdir. Bu nedenle Diferansiyel Termal Analiz (DTA) ve Termogravimetri (TG) kayıtları 20 °C/dak. hızında saf alümina referans maddesi kullanılarak 105 °C'de kurutulmuş 100 mg toz örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Sepiyolit minerali, silikat yapı kafesi olan fillosilikat grubu bir kil minerali olup, yapısında zeolitik, bağlı, hidroksil su olmak üzere üç ayrı tipte su içerir (Nathan 1969, Nagata *et al.* 1974, Bailey 1980). Bünyesindeki bu suların çıkışı farklı sıcaklık noktalarında üç aşamada gerçekleşir. Bu nedenle, sepiyolit mineralinin DTA eğrisinde, ilk endotermik piki düşük sıcaklık bölgesinde 300 °C civarında, ikinci endotermik piki 500-550 °C 'de ve üçüncü endotermik piki ile bunu izleyen ekzotermik piki ise 830 °C civarında izlenir (Jones and Galan 1988).

İnceleme alanında saf yakın sepiyolit minerali olarak belirlenen Md-4 no'lu örneğe ait DTA eğrisi sepiyolit mineralinin tipini ve özelliğini yansıtır (Şekil 4.18). DTA eğrisinde 145.1 °C civarında geniş ve keskin bir pik olarak izlenen ilk endotermik pik zeolitik su kaybı ile ilgilidir. 379.6 °C ve 472.3 °C civarında izlenen ikinci ve üçüncü endotermik pikler ise iki farklı aşamada çıkan bağlı suya aittir. İlk pik dehidrasyon ve ikincisi ise koordinasyon suyu moleküllerinden iki tanesinin kaybedilmesini işaret eder. Ayrıca, 812.5 °C civarında kuvvetli ve keskin bir endotermik ve bunu ani olarak izleyen 827.1 °C'de ekzotermik piki karakteristiktir. 812.5 °C'deki endotermik pik tamamen dehidroksilasyon ve yapısal çökmeye, bunu izleyen ekzotermik ise sepiyolit'in bir başka minerale dönüşmesini göstermektedir (Nagata *et al.* 1974).

832 °C sıcaklıkta hidroksil su kaybına bağlı olarak keskin bir ekzotermik pik izlenir. Sepiyolit'in yapısı tamamen bozulmuş, son reaksiyonda yerine benzer kimyasal yapıdaki enstatit minerali gelişmiştir (Yalçın and Bozkaya 1995).



Şekil 4.18 Md-4 no'lu saf sepiyolit örneğinin DTA ve TG termogramı

Programlı olarak arttırılan veya azaltılan sıcaklık sonucunda analiz edilecek maddenin kütleinde meydana gelecek olan azalmaları, sıcaklığın ve zamanın fonksiyonu olarak inceleyen TG analizinde, sepiyolit'in kütle kaybı 3 aşamada gerçekleşmiştir. Birinci

reaksiyon %9,9 zeolitik su kaybı, ikinci reaksiyon % 5,2 bağı su kaybı, üçüncü reaksiyon %1,9 adsorbe su kaybı olmak üzere toplam su kaybı % 17'dir.

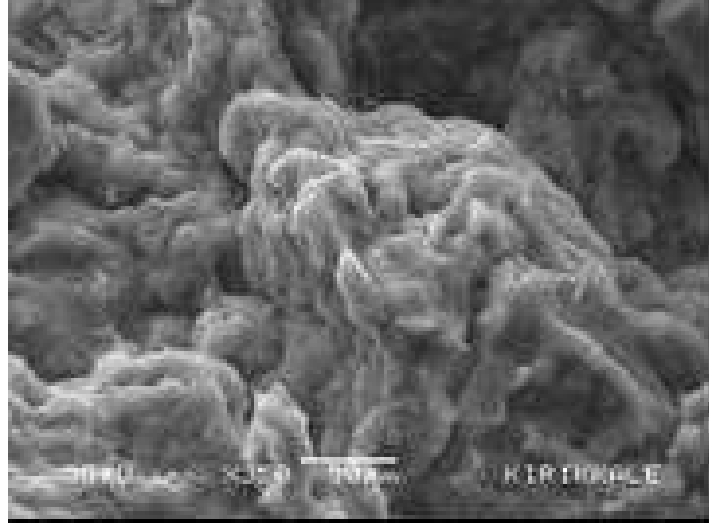
4.4 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İncelemeleri

İnceleme alanında XRD analizleri ile belirlenen kil minerallerinin yoğun olarak izlendiği 15 adet örnek Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analiz yöntemi ile incelenmiştir. Bu çalışma ile sepiyolit, paligorskit ve simektit mineralleri ile bu minerallere eşlik eden kil dışı minerallerin (dolomit, kalsit, kuvars, feldispat) mikro morfolojileri, dokusal özellikleri, kökensel ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla elde edilen görüntüler yorumlanmıştır. SEM analiz yöntemine tabi tutulacak örnekler 1-1,5 cm³'lük parçalar halinde alınmış ve doğal rölyefleri Au ile kaplanmışlardır. Ayrıca bu sisteme bağlı enerji yayımlı X-Işımları Analizi (EDS) ile bu örneklerin kimyasal bileşimleri yarı kantitatif olarak belirlenmiştir.

Sepiyolit ve paligorskit mineralleri elektron mikroskop incelemelerinde çubuksu/lifsi bir görünüm sergilerler. Genellikle 4-25 nm'ye kadar değişen lif uzunluklarına sahip oldukları yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (MartinVivaldi and Robertson 1971). Sepiyolit minerali ortalama lif uzunlukları 100 Å ile 4 µm, genişlikleri ise 100-300 Å olup 50 ile 100 Å luk kalınlığa sahiptir (Jones and Galan 1988). Bununla birlikte bu lif uzunlukları standart olmayıp, dünyanın pek çok yerinde farklı lif uzunluklarına sahip sepiyolit türlerine rastlanılır. Örneğin Amprandrava sepiyolitlerinin milimetre boyundaki lif uzunlukları genel standartların dışında olup, uzun lifsi karakter sunmaktadırlar (Caillere 1951).

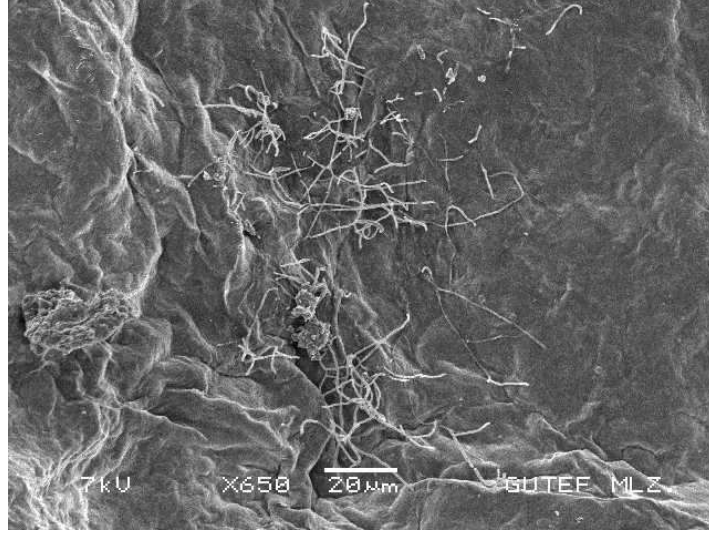
Sepiyolit ve paligorskit minerallerini, benzer morfoloji ve benzer mineral birlikteliği sunmaları nedeni ile birbirlerinden ayırt etmek zordur. Ancak sepiyolit lifleri, paligorskit liflerinden daha yassı ve karışık olmaları ile ayrılır. Bununla birlikte paligorskit liflerinin birbirine paralel bantlar şeklinde bulunmalarının karakteristik olduğu da ifade edilmektedir (Akıncı 1967). Ayrıca, sepiyolit liflerinin genişlik kalınlık oranının paligorskit liflerinden daha büyük olduğu ve lifsi bantların uçlarda tahrip olmaya daha fazla meyilli oldukları bilinmektedir.

İnceleme alanımızdaki sepiyolit ve paligorskit mineralleri Taramalı Elektron Mikroskop incelemelerinde (SEM) lifsi karakterleri ile tanımlanmışlardır. Her ne kadar Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) görüntülerinde sepiyolit liflerinin uzunlukları izlenebiliyorsa da bazı durumlarda bu lifsi karakter açıkça belli olmaktadır (Şekil 4.19). Özellikle yumaklaşmış liflerin tespiti Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) görüntülerinde yanıltıcı olmuştur.



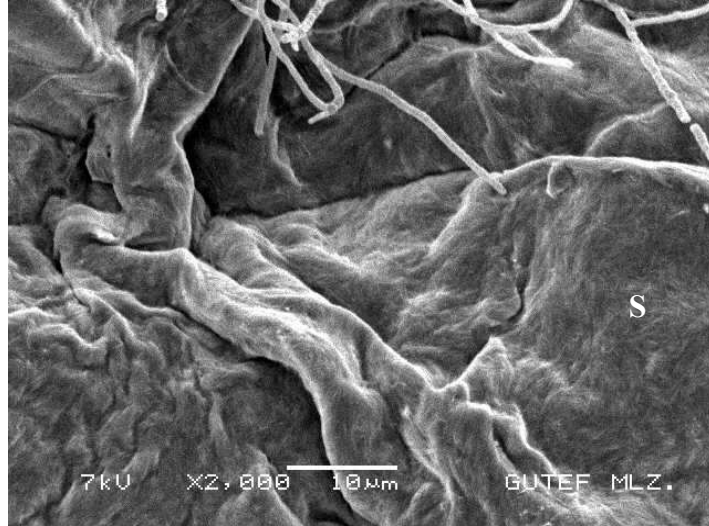
Şekil 4.19 Md-4 no'lu kıltaşı örneğindeki yumak şeklinde kümelenmiş sepiyolit lif demetlerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü

Saf sepiyolitler SEM mikrografında, yumak şeklinde kümelenmiş sepiyolit lif demetleri halinde gözlenmiştir (Şekil 4. 20).

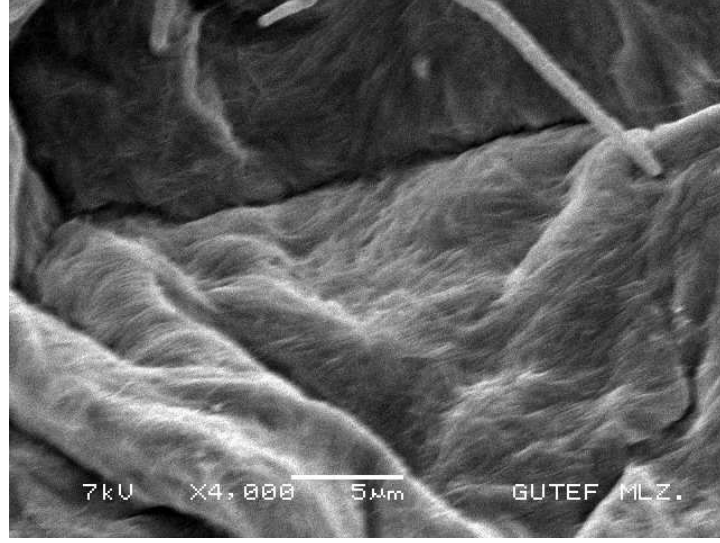


Şekil 4.20 Md-4 no'lu kıltaşı örneğindeki sepiyolit lif demetlerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü

Yumak şeklinde izlenen sepiyolitlerde keçe yapısı ile dentritik-ağsal yapıda izlenmiştir. Özellikle inceleme alanındaki kahverenkli sepiyolit seviyelerinde bu doku oldukça tipiktir (Şekil 4.21-4.22). Benzer yapıyı Karakaya *et al.* (2004) yaptıkları çalışmada göstermişlerdir.

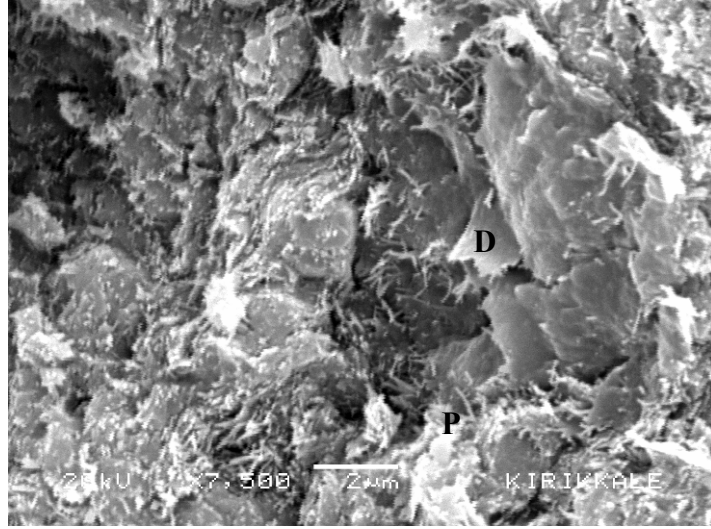


Şekil 4.21 Md-4 no'lu kıltaşı örneğindeki keçe-yapısı ve dentritik-ağsal yapıdaki sepiyolit lif demetlerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü



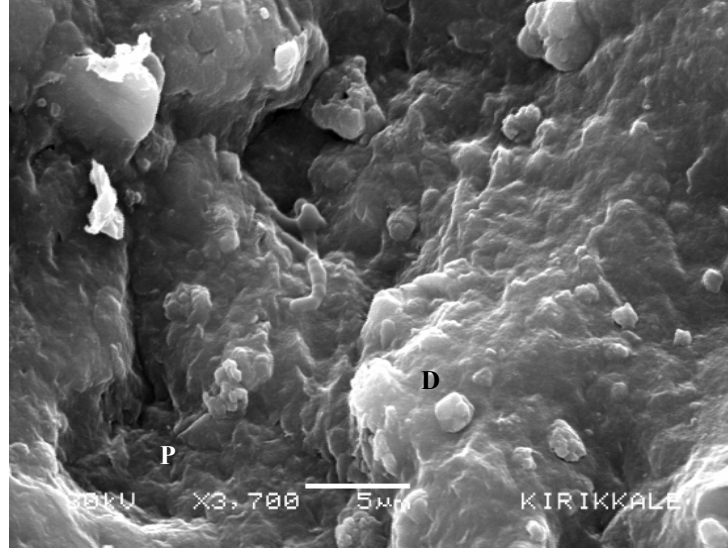
Şekil 4.22 Md-4 no'lu kiltası örneğindeki keçe-yapılı sepiyolit lif demetlerinin yakından taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü

İnceleme alanındaki lifsi paligorskit mineralinin mikrografında da birbirine paralel olarak gelişen lif dizilimleri şeklinde yer aldıkları gözlenmiştir (Şekil 4. 23).



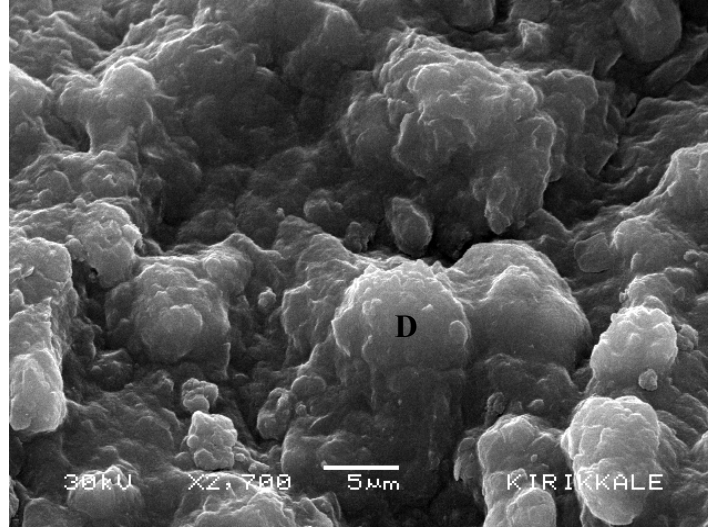
Şekil 4.23 Kong Üst-2 no'lu killi dolomit örneğinde dolomit (D) ve lifsi karakterli paligorskit (P) minerallerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü

Dolomit mineral ile birlikte bulunan lifsi karakterli paligorskit mineralinin, dolomit minerallerinin üzerinde geliştikleri gözlenmiştir (Şekil 4.24). Bu lifler yer yer seyrek yer yer lif demetleri şeklinde dolomit kristallerinin etrafında gelişmiştir. Dolomit kristalleri özşekilli rombohedral kristaller şeklindedir.



Şekil 4.24 Sep-2 no'lu killi dolomit örneğinde dolomit (D) minerali üzerinde gelişen paligorskit (P) mineralinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü

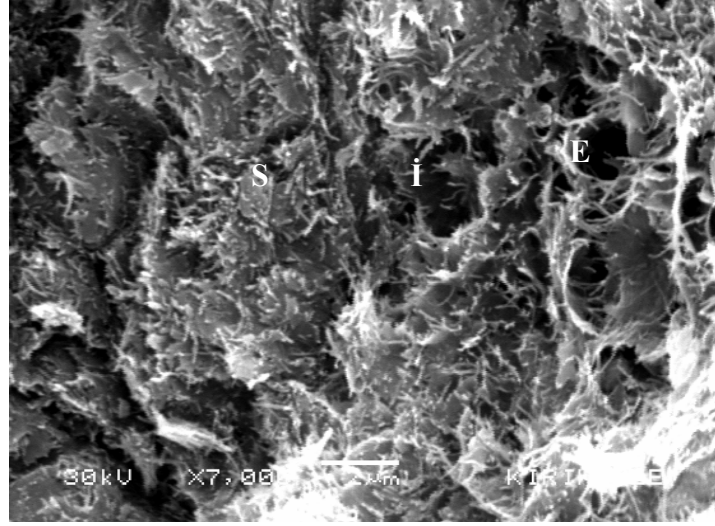
Dolomit kristallerinin bir kısmı romboedrik şeklini korurken bir kısmının tamamen yuvarlaklaştığı gözlenmiştir (Şekil 4.25).



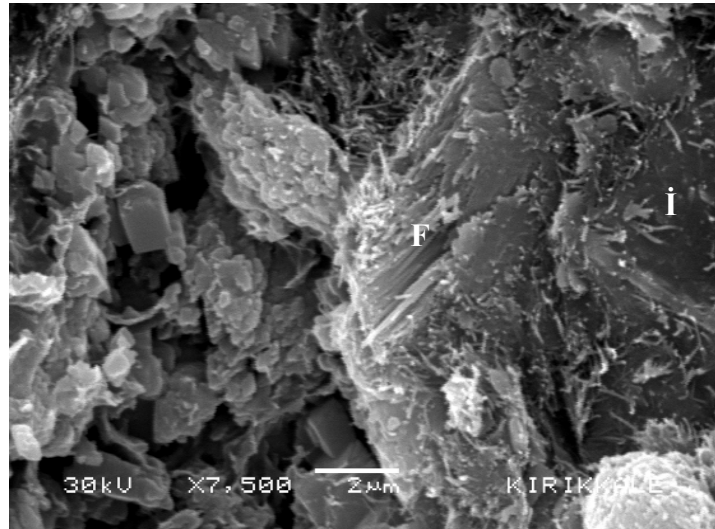
Şekil 4.25 Sep-2 no'lu kahverenkli kiltası örneğinde dolomit (D) mineralinin görünümü

İncelediğimiz örneklerde saf sepiyolitlerin lif uzunlukları genellikle 2-3 μm boyutunda, paligorskit mineralinin lif uzunluğu ise 5 μm olarak izlenmiştir (Şekil 4.23).

İnceleme alanındaki çamurtaşı biriminin SEM mikrofotografında simektit ve illit mineralleri belirlenmiştir. Simektit minerali levhamsı yapraklardan oluşmakta olup, yer yer dalgalı yapraklar halindeki peteksi dokuyu göstermektedir (Şekil 4.26-4.27). Bununla birlikte simektit minerali arasında erime boşluklarının da varlığı gözlenmiştir. İllit minerali ise ipliksi özelliği ile karakteristiktir.

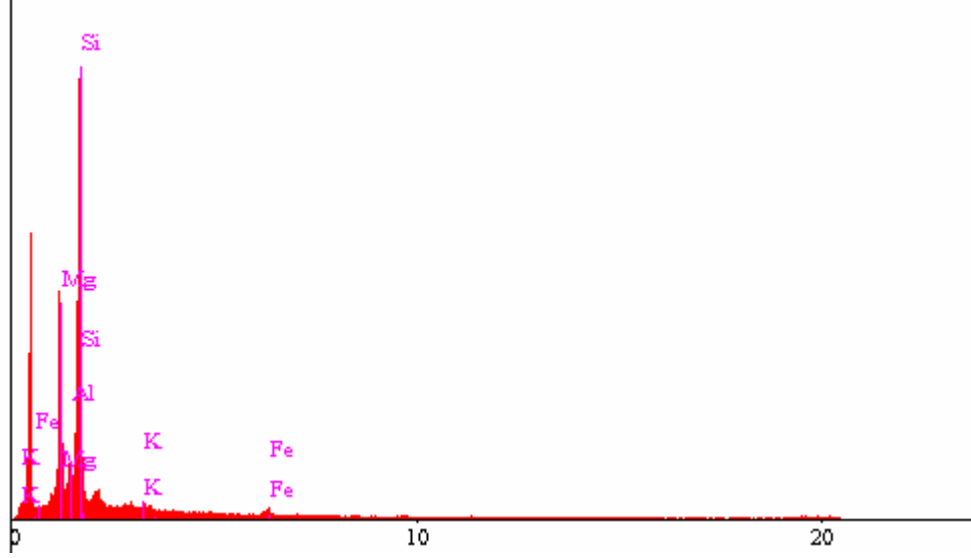


Şekil 4.26 SZG-13 no'lu dolomitik kilaşı örneğinde simektit (S) illit (İ) minerali ile erime boşluklarının (E) taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü



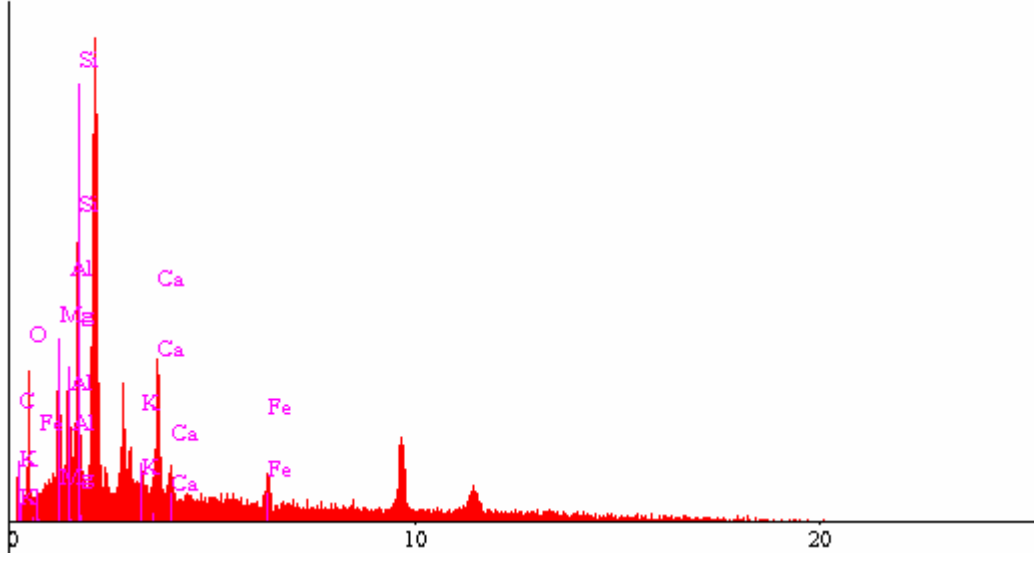
Şekil 4.27 SZG-13 no'lu dolomitik kilaşı örneğinde feldispat (F) ve illit (İ) mineralinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görünümü

Sepiyolit mineralinin EDX analizinde Si ve Mg elementlerinden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.28). Çok az oranda K ve Fe elementlerinin varlığı gözlenmiştir.



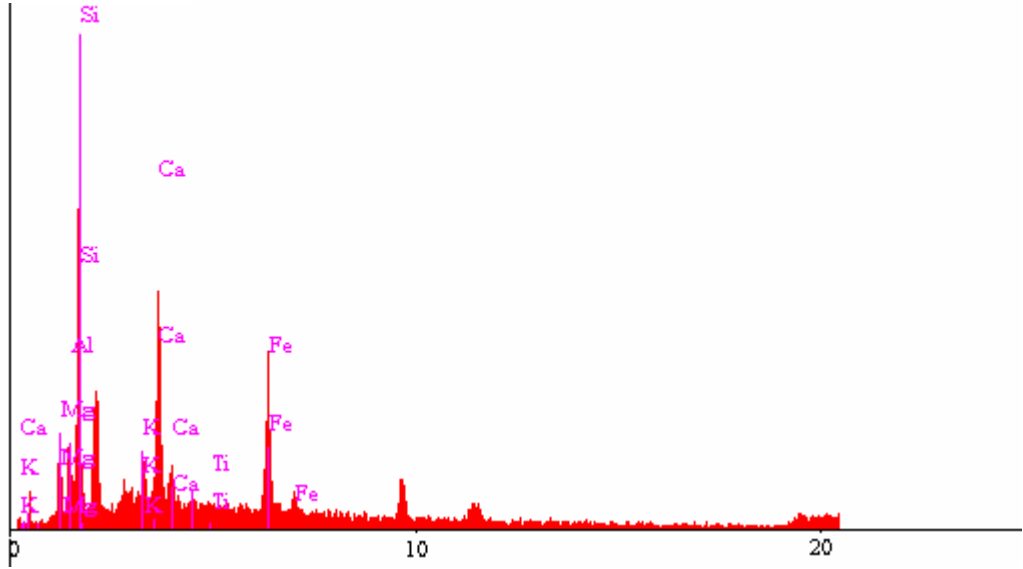
Şekil 4.28 Md-4 no'lu sepiyolit mineralinin enerji dispersif spektrum analizi EDX

Paligorskit mineralinin EDX spekturumunda sepiyolit mineraline benzer şekilde Si ve Mg elementlerinin yanı sıra Al, Ca ve Fe elementlerini temsil eden pikler izlenmiştir (Şekil 4.29). Paligorskit mineralinde Mg pikinin sepiyolit mineraline göre daha az şiddette olduğu buna karşın, Al elementinin pik şiddetinin oldukça fazla olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.29 KongÜst-2 no'lu paligorskit mineralinin enerji dispersif spektrum analizi EDX

Simektit mineralinin EDX spektrumunda Si, Al, Mg, Ca ve Ti elementlerinin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30 SZG-13 no'lu simektit mineralinin enerji dispersif spektrum analizi EDX

4.5 KİMYASAL ANALİZ

İnceleme alanında kahverenkli, krem-bej, beyaz ve yeşil renkli kıltaşı, dolomitik kıltaşı, killi dolomit birimlerinden alınan ve X-Işınları Kil Fraksiyonu Analizi (XRD) ile sepiyolit ve paligorskit olarak tanımlamaları yapılan örneklerin kimyasal bileşimlerinin belirlenip, yapısal formüllerini ortaya çıkarmak amacıyla ana ve iz element içerikleri X-Işınları Floresans Spektrometresi (XRF) analiz yöntemi kullanılarak bulunmuştur. Analiz sonuçları Çizelge 4.3'te görülmektedir.

Sepiyolit ve paligorskit mineralleri, fillosilikatların 2:1 grubuna ait kil mineralleridir. Sepiyolit minerali, magnezyum hidrosilikat bileşimlidir. Paligorskit minerali ise, bünyesinde % 15'e varan değişik oranlarda alümine içermesi nedeniyle kimyasal bileşimi yönünden sepiyolit mineralinden ayrılır. Basit olarak sepiyolit sulu magnezyum silikat, paligorskit (attapulgit) ise sulu magnezyum-alüminyum silikat bileşimli kil mineralleridir.

Sepiyolit ve paligorskit minerallerinin strüktürleri birbirlerinden farklıdır. Nagy ve Bradley (1955) tarafından sepiyolit minerali için bir amfibol zincir oluşturacak şekilde bağlanmış iki piroksen zincirinden oluşan ilk strüktürel model ileri sürülmüştür. Kısa bir süre sonra ise Brauner ve Preisinger (1956), üç piroksen zincirinin birleşerek iki amfibol zincirinin oluşturduğu modeli geliştirmişlerdir. Paligorskit mineralinin strüktürünün ise Bradley (1940) $\text{Si}_8\text{Mg}_5\text{O}_{20}(\text{OH})_2 (\text{OH}_2)_4\text{H}_2\text{O}$ şeklinde olduğu ifade edilmiştir.

İnceleme alanında sepiyolit ve paligorskit minerallerince zengin örneklerin kimyasal analizleri sonucunda TiO_2 , P_2O_5 , Na_2O , K_2O ve MnO değerleri oldukça düşüktür (Çizelge 4.3). Buna karşın, MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ve SiO_2 değerleri ise değişkendir. Bu oksit değerlerinde izlenen farklılaşma litolojik farklılaşmaya bağlı olarak gelişen mineral kompozisyonundan kaynaklanmaktadır. Bazı örneklerde MgO ve SiO_2 değerlerinin yanı sıra CaO değerinin de yüksek olması kil örneklerinin bünyelerinde karbonat minerallerinin varlığını işaretler. Gerçekten de, sepiyolit mineralince zengin Md-4 no'lu saf sepiyolit örneğinde SiO_2 ve MgO değerleri yüksekken, Md-5 no'lu

dolomitli sepiyolit örneğinde ise CaO değerinde belirgin bir artışın varlığı izlenmiştir (Çizelge 4.3).

Benzer şekilde paligorskit minerallerince zengin örneklerde de CaO değerleri oldukça yüksektir. CaO değerinin yüksek olması kil minerallerinin bünyesindeki karbonat minerallerinin varlığını ve karbonat mineralleri ile olan birlikteliklerini gösterir.

Bu karbonat mineral ve/veya minerallerinin varlığı sepiyolit ve paligorskit minerallerinin oluşumlarının karbonatlı birimlere bağlı olduğuna işaret eder. Ayrıca, paligorskit mineralince zengin Sep-2, BÇR-1 ve KongÜst-2 no'lu örneklerde Al₂O₃ değerinin sepiyolitçe zengin örneklere (Md-4 ve Md-5) göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu da, göl alanına akarsular tarafından batıdan getirilen detritik malzemelerin oluşturduğu mineral kompozisyonundan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.3 İnceleme alanındaki farklı renk ve litolojilere ait örneklerin kimyasal analiz değerleri (%)

Oksitler	Md-4	Md-5	Sep-2	SZG-13	BÇR-1	KongÜst-2
SiO ₂	60,05	45,32	35,69	38,97	38,03	35,05
Al ₂ O ₃	3,59	3,15	9,64	7,12	8,48	7,19
Fe ₂ O ₃	2,15	1,81	6,55	6,676	6,18	4,44
MnO	0,02	0,01	0,16	0,11	0,12	0,06
MgO	22,27	20,42	9,84	15,24	7,50	12,33
CaO	0,5	7,22	9,24	8,23	10,22	12,23
K ₂ O	0,75	0,72	1,89	1,41	2,74	2,13
Na ₂ O	0,037	0,04	0,05	0,05	0,73	0,05
TiO ₂	0,31	0,25	0,69	0,77	0,58	0,42
P ₂ O ₅	0,05	0,04	0,05	0,26	0,09	0,03
LOI	10,1	19,9	26,56	20,89	24,12	25,77
Toplam	99,83	98,88	100,36	99,73	98,79	99,7

Md-4: Kahverenkli kıltaşı; Md-5: Krem-bej renkli dolomitik kıltaşı;
Sep-2: Kahverenkli dolomitik kıltaşı; SZG-13: Krem-bej renkli dolomitik kıltaşı;
BÇR-1: Yeşil renkli kıltaşı; KongÜst-2: Beyaz renkli killi dolomit

Sepiyolit mineralinin yapısal formülü Nagy ve Bradley (1955) modeline göre; $(\text{Si}_{12}) (\text{Mg}_9) \text{O}_{30} (\text{OH})_6 (\text{OH}_2)_4 6\text{H}_2\text{O}$ iken Brauner-Preisinger (1956)'e göre ise $(\text{Si}_{12}) (\text{Mg}_8) \text{O}_{30} (\text{OH})_4 (\text{OH}_2)_4 8\text{H}_2\text{O}$ olarak belirtilmiştir. Paligorskitin yapısal formülü de Drits ve Sokolova (1971) tarafından $(\text{Si}_8) (\text{Mg}_5) \text{O}_{20} (\text{OH})_2 (\text{OH}_2)_4 4\text{H}_2\text{O}$ olarak gösterilmiştir.

Kimyasal analiz sonucuna göre sepiyolit mineralinin yapısal formülü 32 oksijen (Brauner-Preisinger 1956) bazına göre, paligorskit mineralinin yapısal formülü 21 oksijen (Drits ve Sokolova 1971) atomu baz alınarak hesaplanmıştır.

Kimyasal analiz sonucunda hesaplanan Md-4 no'lu saf sepiyolit yapısal formülü $(\text{Si}_{11.74} \text{Al}_{0.26}) (\text{Mg}_{6.50} \text{Al}_{0.57} \text{Fe}_{0.32} \text{Ti}_{0.05} \text{Mn}_{0.004})$ olarak hesaplanmıştır. Sep-2 no'lu paligorskit mineralinin yapısal formülü ise $(\text{Si}_{6.10} \text{Al}_{1.90}) (\text{Mg}_{2.51} \text{Al}_{0.5} \text{Fe}_{0.84} \text{Ti}_{0.09})$ olarak bulunmuştur.

İnceleme alanındaki Md-4 no'lu saf sepiyolit, Md-5 no'lu dolomitli sepiyolit ve Sep-2 no'lu paligorskit mineralince zengin örnekler ile farklı bölgelerde değişik tipteki oluşumları bilinen sepiyolit ve paligorskit minerallerine ait kimyasal analiz değerleri ile hesaplanan katyonlar Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Sepiyolit minerali teorik olarak %55.6 SiO_2 ve % 24.99 MgO içermektedir (İrkeç 1991). Anhidrit bazında bu rakamlar, % 61.7 SiO_2 ve % 27.6 MgO 'ya karşılık gelmektedir. İnceleme alanındaki saf sepiyolit örneğinde % SiO_2 değeri 60,05 ve % MgO değeri ise 22,27 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.4). Bu değerler teorik olarak hesaplanan sepiyolit örneklerine benzerlik sunar. İnceleme alanındaki sepiyolitler çok düşük Na_2O ve K_2O içerikleri ile de karakteristiktirler. Yüksek Na_2O ve K_2O miktarı sepiyolit volkanik kökenli olduğunu işaret eder (İrkeç 1991). Saf sepiyolit örneğindeki Na_2O ve K_2O içeriklerinin düşük olma özelliği sepiyolit volkanik kökenli olamayacağını gösterir. Çünkü, sedimanter kökenli Sivrihisar sepiyolitlerinde bu değerlerin düşük olmasına karşın (Karakaş 1992), volkanik kökenli Kıbrısık ve Beypazarı sepiyolit ve paligorskit oluşumlarında Na_2O ve K_2O değerleri oldukça yüksektir (Çizelge 4.4) (İrkeç 1991, Kadir ve Baş 1996).

Çizelge 4.4 Değişik bölgelere ait sepiyolit örneklerinin ana ve iz element kimyasal bileşimleri ve yapısal formülleri(%)

Oksitler	Md-4	Md-5	ÖB-174	KA-38	K-82	BK-13A	YUNAK	S-3	B-15
SiO ₂	60,05	45,32	60,16	56,25	58,33	57,00	54,02	58,03	55,00
Al ₂ O ₃	3,59	3,15	0,67	3,7	4,14	8,50	0,19	13,89	3,48
Fe ₂ O ₃	2,15	1,81	2,38	5,3	2,15	2,5	0,51	5,33	2,60
MnO	0,02	0,01	0,01	0,1	0,01	0,20	-	-	-
MgO	22,27	20,42	23,50	22,1	20,80	10,10	23,13	7,93	22,50
CaO	0,5	7,22	0,13	0,5	0,21	2,00	0,06	1,69	0,50
K ₂ O	0,75	0,72	0,07	0,2	0,57	1,20	0,02	2,34	0,70
Na ₂ O	0,037	0,04	0,04	0,1	-	3,70	0,02	0,89	0,60
TiO ₂	0,31	0,25	0,10	0,1	0,23	0,30	-	0,73	0,30
P ₂ O ₅	0,05	0,04	0,06	0,2	-	0,30	-	-	-
LOI	10,1	19,9	10,86	11,45	14,78	13,35	21,63	8,91	14,32
Toplam	99,83	99,6	98,66	100	101,22	99,15	99,58	99,74	100,00
Tetrahedral									
Si	11,74	10,56	12	11,29	11,79				
Al	0,26	0,86	-	0,71	0,21				
T.Y.	0,26	2,98	-	12,00	0,21				
Oktahedral									
Al	0,57	-	0,16	0,17	0,77				
Ti	0,05	-	0,02	0,02	0,04				
Fe	0,32	0,31	0,36	0,8	0,32				
Mg	6,5	7,11	6,99	6,61	6,27				
Mn	0,004	0,001	-	0,01	-				
O.Y.	0,12	0,85	0,09		7,40				
T.O.K.	7,44	7,42	7,64	7,61	0,03				
Tabaka Arası									
Ca	0,11	1,81	0,03	0,11	0,05				
Na	0,01	0,02	0,02	0,04	-				
K	0,19	0,2	0,02	0,05	0,15				
P	0,01	0,01	-	0,04	-				
I.L.C.	0,38	3,83	0,10	0,51	0,25				
T.L.C.	0,32	2,04	0,09	0,49	0,25				

ÖB-174: Hekimhan sepiyoliti (Yalçın and Bozkaya 1995);

KA-38: Denizli sepiyoliti (Akbulut and Kadir 2003);

K-82: Konya sepiyoliti(Karakaya vd. 2004);

BK-13A: Kıbrısçık sepiyoliti (Ünlü, et.al. 1995);

YUNAK: Çayırbağı sepiyoliti (Yeniyol 1986);

S-3: Eskişehir sepiyoliti (Ece and Çoban 1994);

B-15: Mihaliççık sepiyoliti (Kadir ve Baş 1996).

T.Y. = Tetrahedral Yük O.Y.= Oktahedral Yük

T.O.C.=Toplam Oktahedral Katyon I.L.C. = Tabakalararası YükT.L.C. = Toplam tabaka yükü

Çizelge 4.5 Değişik bölgelere ait paligorskit örneklerinin ana ve iz element kimyasal bileşimleri ve yapısal formülleri

Oksitler	Sep-2	HB-241	S-KNG	A5-3	IV	B24-7
SiO ₂	35,69	58,50	61,90	51	58,0	67,82
Al ₂ O ₃	9,64	10,07	9,29	6	12,2	10,19
Fe ₂ O ₃	6,55	7,02	8,21	9,3	7,5	5,10
MnO	0,16	0,02	0,03	0,1	-	-
MgO	9,84	10,52	8,69	10	5,8	15,28
CaO	9,24	0,41	0,04	1,1	0,1	0,27
K ₂ O	1,89	0,42	0,23	0,3	0,7	0,07
Na ₂ O	0,05	0,19	0,12	0,1	0,2	1,20
TiO ₂	0,69	0,55	0,56	0,2	-	0,07
P ₂ O ₅	0,05	0,07	0,05	0,1	-	-
LOI	26,56	11,60	10,20	21,55	14,2	
Toplam	100,36	99,59	99,24	99,75	98,2	100
Tetrahedral						
Si	6,10	7,66	7,94	7,64		
Al	1,9	0,34	0,06	0,71		
T.Y.	1,9	0,34	-	12,00		
Oktahedral						
Al	0,05	1,21	1,34	0,7		
Ti	0,09	0,05	0,06	0,02		
Fe	0,84	0,69	0,79	1,05		
Mg	2,51	2,05	1,66	2,23		
Mn	0,02	-	-	0,02		
O.Y.	1,95	-	-	-		
T.O.C.	3,51	4,01	3,89	4,02		
Tabaka Arası						
Ca	1,69	0,06	-	0,18		
Na	0,02	0,05	0,03	0,03		
K	0,41	0,07	0,04	0,06		
P	0,01	-	-	0,02		
I.L.C.	3,85	0,24	0,09	0,55		
T.L.C.	2,13	0,34	0,10	0,55		

HB-241: Uğurlu paligorskiti (Yalçın and Bozkaya 1995)

S-KNG: Kangal paligorskiti (Yalçın and Bozkaya 1995)

A5-3: Denizli paligorskiti (Akbulut and Kadir 2003)

IV: Jordan Valley (Shadfan and Dixon 1984)

B24-7: Hawthorne formation (Krekeler et.al. 2004)

İnceleme alanındaki sepiyolit ve paligorskit minerallerinin kimyasal bileşimleri görsel oluşumlu diğer sepiyolit mineralleri ile bir benzerlik sunmaktadır (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5). Ancak, Hekimhan sepiyolitinin denizel oluşumlu olması ve Kıbrısık sepiyolitinin ise volkanik oluşumlu olması nedeni ile kimyasal bileşimlerinin benzemesine rağmen, inceleme alanındaki sepiyolitler ile farklılanma sundukları belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki sepiyolit yapısı incelendiğinde tetrahedrelerin tümünde Si'nin bulunduğu veya az miktarda Al substitüsyonunun (0.26-0.86) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Oktahedrelerde ise egemen katyon Mg olup, bunu sırasıyla çok az miktarda Al, Fe, Ti, Mn eşlik etmektedir. Yapraklararası katyonlar ise Ca, Na, K, P'dir.

Yalçın ve Bozkaya (1995) sepiyolit mineralinde tetrahedrik substitüsyonun yok denecek kadar az olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 4.4). Kadir ve Baş (1996) ise sepiyolitlerin çoğunda tetrahedral tabakalarında (11,74-10,56) Si^{+4} ve 0,26-0,86 Al^{+3} ve Fe^{+3} tarafından substitüsyon olduğunu yaptıkları çalışmada belirtmişlerdir.

İnceleme alanındaki paligorskit mineralinin tetrahedral tabakasında (6,10) Si^{+4} olduğu, Al^{+3} substitüsyonu ise (1.9 atom) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Oktahedral Fe^{+3} substitüsyonu 0.84 olup, Al^{+3} (0,05)'tir. Toplam yaprak yükü ise 2.13'tür.

Paligorskitler, sepiyolitlere göre daha fazla tetrahedrik yük içermektedir ve tabaka yükleri artmaktadır. Oktahedrelerde egemen katyonlar Mg, Fe, Al olup, yapraklararası katyonlar ise bolluk sırasına göre Ca, K, Na, P'dur. Eser elementlerden özellikle V ve Zr miktarları paligorskitte, sepiyolitten daha fazladır.

5. SEPIYOLİT VE PALİGORSKİT MİNERALLERİNİN OLUŞUMU, KÖKENLERİ, DEPOLANMA ORTAMI VE PALEOKLİMA

Bu başlık altında sepiyolit ve paligorskit minerallerinin oluşum şekilleri ve oluşum ortamları genel olarak verilmiş, inceleme alanındaki sepiyolit ve paligorskit oluşumlarının saha gözlemleri ve laboratuvar (XRD, SEM, XRF, DTA) bulguları ışığında açıklanmaya çalışılmıştır.

Sepiyolit oluşumu hakkında yerli ve yabancı birçok araştırmacı farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Doğada 'Lületaşı' (Meerschaum) olarak adlandırılan yumru biçimli oluşumları ile sepiyolitik kil olarak belirtilen tabaka yapılı oluşumları bulunur. Genel olarak sepiyolitin oluşumu yumrulu sepiyolitlerde ve sedimanter sepiyolitlerde farklıdır. Yurdumuzda, dünyaca bilinen ve işletilmekte olan lületaşı oluşumları Eskişehir çevresinde görülmektedir (Akıncı 1967, Ece 1998). Ayrıca, Konya-Yunak civarında yumru biçimli sepiyolit oluşumları da belirlenmiştir (Yeniyol ve Öztunalı 1985). Bunlar pipo, ağızlık ile biblo gibi bazı süs eşyalarının yapımında kullanılmaktadır. Yumru biçimli oluşumlar genellikle ultramafik kayaların günlenmesi, hidrotermal solüsyonlarla alterasyonu (Hathaway and Sachs 1965) veya sepiyolitle manyezit replasmanı sonucu oluşurlar (Yeniyol ve Öztunalı 1985).

Tabaka yapılı ve mumsu görünüm veren sepiyolit oluşumlarına daha çok Eskişehir-Sivrihisar ve Mihaliççık-Yunus Emre yörelerinde rastlanmaktadır (Ece and Çoban 1994, Karakaş 1992, Kadir *et al.* 2002, Yeniyol 1992, 1993). Sedimanter kökenli sepiyolit ve paligorskit oluşumları, sülfat ve karbonatça zengin Neojen göl basenlerinde (Starkey and Blackman 1979, Galan and Ferrero 1982, Jones and Galans 1988, Chamley 1989, Suarez *et al.* 1989, Bellance *et al.* 1993, Sanchez and Galan 1995, Galindo *et al.* 1996) ve volkano-sedimanter göl alanlarında (Starkey and Blackman 1979, 1984, Kadir *et al.* 2002, Akbulut and Kadir 2003, Karakaya *et al.* 2004) izlenir.

Bu alanlarda pH'ın 7'den büyük olması, ortam veya yakın alanda Si ve Mg sağlayacak kaynakların bulunması aranan unsurlardan birkaçıdır (Caillere 1951, Milton and Eugster 1959, Isphording 1973, Weaver and Beck 1977, Starkey and Blackmon 1979, Singer and Galan 1984, Velde 1985). Ayrıca, sepiyolit yataklarının büyük bir bölümü kurak iklim kuşaklarındaki depolanma ortamlarında görülmüştür (Mclean *et al.* 1972, Isphording 1973, Singer 1979, Chamley 1989).

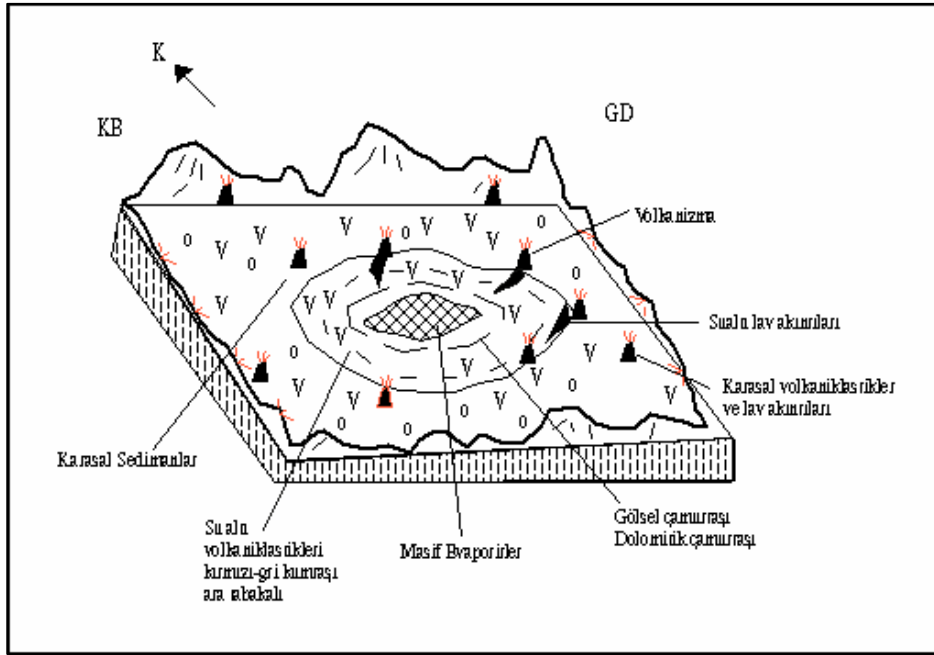
Sepiyolit ve paligorskit minerallerinin oluşumu havza koşulları ve havzaya sepiyolit ve paligorskit oluşumu için gerekli malzemeyi veren temel kayalarla yakından ilgilidir. Havzanın orta kesimlerini temsil eden ve sepiyolit içeren kalın kimyasal çökellerin oluşumu için ortama uzun süre Si, Mg, Ca ve CO₃ iyonlarında zengin çözeltilerin gelmiş olması lazımdır. Bunun için iyon bakımından zengin bir kaynak olan ve yağışlı iklim koşulları ile akarsuların olması gerekir. Akarsular yağışlı iklim ile Si, Mg, Ca iyonlarını ortama taşırlar. Temel kayaları da bu mineraller bakımından zengin kayalardır.

Paligorskit oluşumu için sepiyolite nazaran Si ve Mg konsantrasyonlarının düşük, Al konsantrasyonunun yüksek olduğu daha düşük derecede alkali ortamlar gerektiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Verrecchia and Le Gustomer 1996).

Özellikle kapalı göl havzalarında sepiyolit ve paligorskit oluşumu değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Galan and Castillo 1981, Hay and Stoessel 1984, Starkey and Blackom 1984).

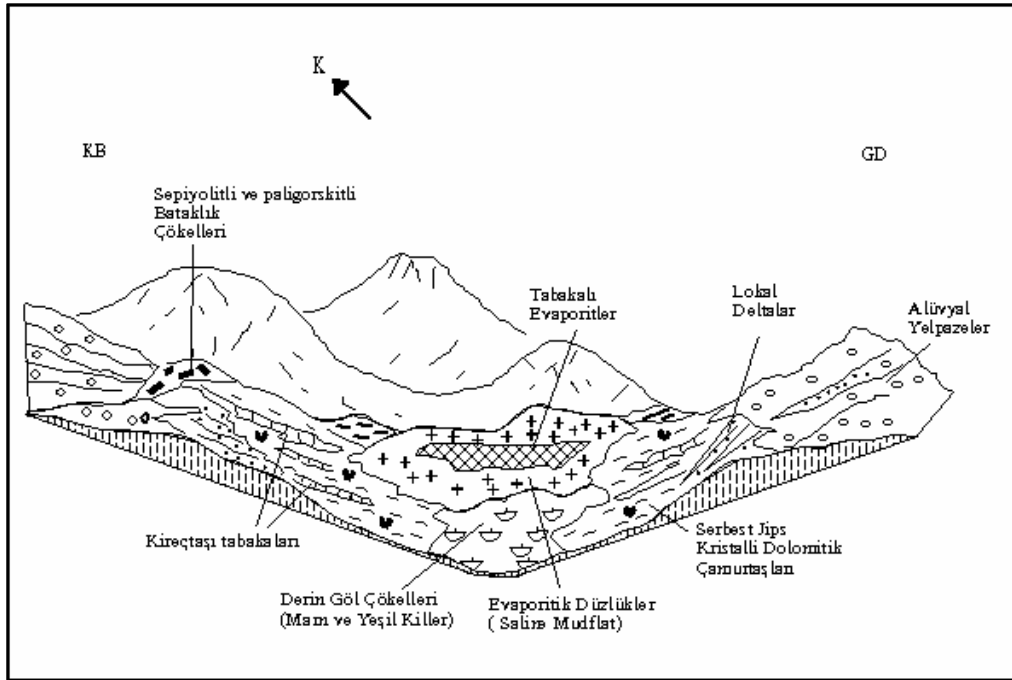
Millot (1964)'de kuzey ve kuzeybatı Afrikadaki Tersiyer sedimanter kapalı göl havzasında yaptığı çalışmada, havza kenarından havza ortalarına doğru mineralojik değişimlerin varlığını gözlemiştir. Araştırmacıya göre havza kenarlarından havza ortalarına doğru Al 'lu materyaller bakımından bir azalma, Mg'lu silikatlar bakımından bir artma olmaktadır. Ayrıca kırıntılı sediman miktarı azaldığı zaman havza kenarlarından havza ortalarına doğru simektit-paligorskit, paligorskit-sepiyolit, sepiyolit şeklinde bir mineral zonlanmasının olduğunu belirtmiştir.

İnceleme alanında saha ve laboratuvardan elde edilen verilerin ışığı altında Miyos-Pliyosen paleo gölünün jeodinamik evrimi ve çökeltme evreleri Şekil 5.1-5.2’de 2 aşamalı blok diyagram halinde sunulmuştur. Buna göre Alt-Orta Miyosen’de havzada volkanik aktivite başlamıştır (Şekil 5.1). Volkanizmanın etkili olduğu ilk depolanma döneminde evaporitler açısından fakir olan gölsel sedimanlar, üstte doğru kurak ve yarı kurak iklim koşullarında artan buharlaşma etkisi ile dolomit-evaporit depolanması şeklinde bir değişime uğramıştır. Üst Miyosen döneminde inceleme alanında mostraları izlenmeyen özellikle inceleme alanının güneydoğusunda Karabayırlar tepe civarında mostra veren birimlerin çökeltiminin gerçekleştiği Boyraz (2004) tarafından belirtilmiştir. Bölgede Üst Miyosen döneminde kaba taneli konglomera fasiyesleri, göl düzlüğü alanlarında kumlu-killi fasiyesler, sığ göl alanlarında karbonatlı/dolomitli fasiyesler ile derin göl alanlarında evaporitik fasiyeslerin çökelmiştir (Varol vd. 2005).



Şekil 5.1 Miyosen yaşlı gölsel basenin çökeltme modelini gösteren blok diyagram (İnceleme sahasında volkanik çıkışların merkezleri belirgin değildir. Bu nedenle şekil üzerinde gösterilen volkanik merkezler şematik olarak konulmuştur.)

Pliyosen döneminde ise Porsuk formasyonunun yaklaşık 200 metrelik kalınlığa sahip fasiyeslerinin depolanması gerçekleşmiştir. Bu fasiyeslerin çökelişi iklimsel değişimlerin yanı sıra tektonizma ve drenaj sistemlerindeki değişimler tarafından kontrol edilmiştir. Bunun sonucunda inceleme alanında gelişen fasiyesler yanal ve dikey yönde birbirleriyle geçişli olarak izlenmişlerdir. Şekil 2.6’da görüldüğü gibi havza kenarlarında kahverenkli ve kırmızı renkli konglomera fasiyesinin çökelişi gerçekleşmiştir. Bu fasiyesin yanal yönde göl düzlüğü alanlarına doğru kumlu killi fasiyesler arasında mercek şeklinde kapandıkları izlenmiştir. Bölgede kurak iklim şartları sürekliliğini korurken, pH’nın 8’den büyük olduğu evrelerde göl alanında önce dolomit çökelişi meydana gelmiştir. Dolomit ve evaporit birimleri inceleme alanının çevresinde sığ göl düzlüklerinde çökerken, gölün daha derin bölümlerinde yeşil renkli kilttaşları depolanmıştır. Havza kenarı bataklık ortamlarında kısmen humid koşullar egemen hale geçerek dolomit ve yeşil killer içersinde sepiyolit ve paligorskit oluşumu gerçekleşmiştir (Şekil 2.5, Şekil 3.10).



Şekil 5.2 Pliyosen yaşlı gösel basenin çökel modelini gösterir diyagram
(Şekil üzerinde gösterilen fasiyes toplulukları göl seviyesi değişimlerine bağlı olarak dikey ve yanal yönde birbirlerine geçişler göstermektedir.)

Sepiyolitlerin merceksi yayılımı yanında bu seviyelerde belirginleşen organik madde katılımı ve bitki izlerinin varlığı da bu ortamsal görüşü desteklemektedir. Ayrıca, sepiyolit mineraline dolomitin eşlik etmesi ve dolomit birimleri arasında yataklanma göstermesi de sepiyolit oluşumunu dolomitleşmeyi takip eden evrelerde göl alanı içerisinde ufak ve çevreden izole edilmiş küçük playa gölünde geliştiğini göstermektedir. Sepiyolit yataklarının büyük bir bölümü kurak iklim kuşaklarında tuzlu ve alkalin göl ortamlarında oluştuğu bilinmektedir (Weaver 1984). Ayrıca, volkanik küller, dolomit ve diatome çamurlarının da sepiyolit oluşumu için ana kaya özelliği sunduğu bir çok çalışmada belirtilmiştir (Fleisher 1972, McLean *et al.* 1972, Isphording 1973, Weaver and Beck 1977, Karakaş ve Varol 1993, Bellance *et al.* 1993). İnceleme alanındaki sepiyolit oluşumu da göl alanına tatlı su boşalımının artmasına bağlı olarak göl suyunun silis ve magnezyum elementlerince zenginleşmesi sonucu oluşmuştur.

Sepiyolit mineraline bazı seviyelerde eşlik eden paligorskit minerali, ortamda Mg ve Si zenginleşmesi ile birlikte Al katılımının da arttığını işaretler. Evaporit ağırlıklı istiflerde belirginleşen ve çoğu kez de bireysel jips kristalleri ve dolomit ara seviyeleri içeren yeşil, gri-bej renkli kilaşlarında belirginleşen simektit, paligorskit ve klorit birlikteliği evaporitik çamur düzlüklerinde depolanmıştır.

Buna karşın oldukça fazla yanal devamlılık gösteren ve tek düze bir litoloji sergileyen yeşil marn ve kilaşları ise gölün genişleme evresinde derin göl ortamında depolanmıştır. İnceleme alanındaki kireçtaşı oluşumları gölsel alan içerisine tatlı su girişinin en yoğun olduğu evrelerde gerçekleşmiştir. Nihayet Kuvaterner'deki jeolojik süreçler sonucu havza bugünkü konumunu almıştır.

Bölgede Neojen istifini oluşturan bu birimlerin genel karakterlerini belirleyen unsurları; tektonizma, volkanizma ile bunların yanında etkili olan iklimsel koşullar olarak sıralamak mümkündür.

6. EKONOMİK JEOLJİ

Sepiyolit ve paligoskit; ekonomik önemi oldukça büyük olan kil grubu mineralleri olup, çok geniş endüstriyel kullanım alanlarına sahiptir. Özellikle sepiyolit minerali absorpsiyon özelliğinden dolayı koku giderici olarak büyük oranda kedi toprağı üretiminde, tarım ve böcek ilaçları taşıyıcısı olarak, madeni esaslı yağlar, nebati yağlar ve parafinlerin rafinasyonunda, atık su arıtma sistemlerinde, karbonsuz kopya kağıtları ve sigara filtrelerinde, gastrointestinal sistemle ilgili ilaçlarda, toksin veya bakteri emici formülasyonlarda, deterjan ve temizlik maddelerinde kullanılmaktadır (İrkeç 1991, Gençoğlu 1996).

Ayrıca katalitik destekleyici olarak, otomobil egzozları ve fabrika bacalarında, metanolden hidrokarbon üretiminde, sıvı yakıtların hidrojenasyonunda; reolojik olarak ise boya, asfalt kaplamaları, gres yağı, kozmetik ürünlerde, toprak düzenleyici olarak tarımda, bağlayıcı özelliğinden dolayı eczacılıkta, kağıt, mukavva, filtre, duvar kağıdı, kauçuk sanayiilerinde dolgu maddesi olarak, tuğla ve seramik ürünlerinde olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır (İrkeç 1991, Gençoğlu 1996).

İnceleme alanının güneyinde Oğlakçı bölgesinin kuzeyinde Asarkale civarında homojen ve düzenli tek bir cevher kütlesinin varlığı ilk kez MTA araştırmacıları tarafından yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Gençoğlu ve İrkeç 1994, Gençoğlu 1996). Bölgedeki kahverenkli sepiyolit oluşumunun rezerv hesaplamaları sonucu 1815 ton görünür ve 6024 ton muhtemel rezervin varlığı Gençoğlu (1996) tarafından belirtilmiştir. Bölgedeki sepiyolit oluşumu açık işletme şeklinde özel sektör tarafından işletildiği daha sonra ise ocağın terk edildiği 2003-2004 yıllarında yapılan saha çalışmaları sırasında gözlenmiştir (Şekil 3.10). Dolomit birimleri arasında mercek şeklinde yataklanan sepiyolit mineralleşmesinin kahverenkli saf, krem-bej renkli dolomitli sepiyolit ve beyaz renkli sepiyolitli dolomit seviyeleri şeklinde bir dizilim sunduğu yaptığımız saha ve laboratuvar çalışmaları sırasında belirlenmiştir. Bölgedeki kahverenkli saf sepiyolitinin tamamen çıkartılmış olması ve/veya sepiyolite eşlik eden dolomit oranındaki artış sonucu istenilen kalitede cevhere ulaşılmaması nedeniyle sepiyolit ocağının terk edildiği düşünülmektedir.

7. SONUÇLAR

Biçer civarı (Eskişehir-Sivrihisar) Neojen (Miyosen – Pliyosen) yaşlı göl sel birimler üzerinde yapılan saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bulguları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

1) İnceleme alanını temsil eden Neojen istif i, temel birimler üzerinde geliş en iki uyumsuzluk yüzeyi ile ayrılan volkanik kayalar ve göl sel çökeller ile temsil olunur.

2) İki farklı çökel sistemi içersinde depolanan Neojen birimleri litoloji, renk, fosil içeriğ i, yanal ve düşey devamlılıklarına göre Sakarya formasyonu (Miyosen) ve Porsuk formasyonu (Pliyosen) adı altında tanımlanmıştır. Bu çalışmada, Sakarya ve Porsuk formasyonlarını oluşturan litostratigrafi birimleri yedi fasiyese ayrılarak incelenmiştir. Sakarya formasyonu volkanitler, kırıntılı ve karbonat fasiyesi (silisifiye olmuş kireçtaşı ve dolomit) olarak, Porsuk formasyonunu oluşturan fasiyesler ise alttan üstte doğru konglomera-kumtaşı, yeş il renkli çamurtaşı-kiltaşı, karbonat ve gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kiltaşı fasiyesleri olarak ayırtlanmıştır.

3) İnceleme alanında tüm fasiyeslere ait mostralardan alınan çamurtaşı-kiltaşı, kumtaşı ve kireçtaşı örneklerinden hazırlanan ince kesitler polarizon mikroskopta incelenerek mineralojik, dokusal ve petrografik özellikleri belirlenmiştir. Çamurtaşı ve kiltaşı örnekleri genellikle mikritik karakterli olup herhangi bir detritik mineralin varlığı izlenmemiştir. Litik arenit olarak adlandırılan kumtaşı birimi içersinde metamorfik kayalardan türeyen kuvars, biyotit, muskovit gibi detritik mineraller ile opak minerallerin bulunduğu gözlenmiştir. Karbonatlı birimler genellikle mikritik ve sparitik bir özellikte olup bunların büyük bir kısmının dolomit ve kalsit olduğu XRD incelemeleri sonucu belirlenmiştir. Ayrıca litoloji özelliklerine göre kireçtaş ları saf ve jipsli kireçtaşı olarak ayırt edilmiştir.

4) İnceleme alanındaki kil oluşumları, litoloji farklılanmasına bağı lı olarak renk ve mineral bileşimlerinde bazı farklılanmalar sunmaktadırlar. Saha gözlemlerine göre yeş il, kahverenkli ve beyaz renklere izlenen kiltaş larının XRD çalışmaları sonucunda; saf, karbonatlı ve jipsli kiltaş ları şeklinde depolandıkları ortaya çıkartılmıştır.

5) Koyu kahverenkli kilitaşı düzeylerinden alınan örneklerdeki egemen kil minerali sepiyolit olup, saf veya safa yakın oranlarda bulunmuştur. Kilitaşı birimlerinde renk açılıp krem, bej ve beyaz renkli seviyelere geçildiğinde sepiyolit mineralinin miktarında bir azalmanın varlığı izlenmiştir. Sepiyolit mineralinin azaldığı örneklerde sepiyolit mineraline; dolomit, kuvars ve feldispat mineralleri ile bazı örneklerde kalsit minerali eşlik etmektedir.

6) Yeşil renkli kilitaşları ve çamurtaşları; litolojileri dikkate alındığında karbonatlı ve jipsli kilitaşı ve marn olarak ayırtlanmışlardır. Yeşil renkli karbonatlı kilitaşlarının XRD analizlerine göre simektit, paligorskit, klorit, illit tipi kil mineralleri ile kuvars, dolomit, feldispat minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Buna karşın, yeşil renkli kilitaşı birimlerinde sepiyolit mineralinin varlığı belirlenmemiştir. Yeşil renkli jipsli kilitaşı biriminin XRD analizlerine göre yukarıda belirtilen mineral topluluğuna ilaveten jips minerali eşlik etmektedir.

7) Kahverenkli ve yeşil renkli kilitaşı birimlerinde belirlenen sepiyolit ve paligorskit mineralleri taramalı elektron mikroskop (SEM) çalışmalarında lifsi karakterleri ile tanımlanmışlardır. Sepiyolit lifleri, yumak şeklinde kümeler halinde dentritik-ağsal yapıda izlenmiştir. Paligorskit lifleri ise birbirine paralel olarak gelişen lif demetleri halinde yer aldıkları gözlenmiştir. Sepiyolit mineralinin lif uzunluklarının genellikle 20-25 µm iken, paligorskit lif uzunluklarının ise 5 µm olduğu belirlenmiştir.

8) Safa yakın olarak tanımlanan sepiyolit mineralinin değişik sıcaklık derecelerindeki termal davranışları ve faz dönüşümleri Diferansiyel Termal Analiz (DTA) ve Termogravimetri (TG) yöntemleri ile incelenmiştir. Sepiyolit mineralinin ilk endotermik piki 145.1 °C, diğer iki endotermik piki ise 379 °C ve 472 °C’de yer almıştır. 812 °C’de şiddetli bir endotermik piki takip eden 832 °C’de ise keskin bir ekzotermik pik izlenmiştir. İlk endotermik pik sepiyolitın yapısındaki zeolitik su, ikincisi bağlı su ve üçüncüsü molekül suyunun kaybı nedeniyle gerçekleşmiştir. Bu DTA paterninin gösel ortamlarda oluşan sepiyolit mineralinin DTA paternine uyduğu belirlenmiştir.

9) Sepiyolit ve paligorskit minerallerinin kimyasal analizi sonucunda yapısal formülleri hesaplanmıştır. Sepiyolit ve paligorskit minerallerinin tetrahedral tabakalarında Si^{+4} , Al^{+3} ; oktahedral tabakalarında ise Mg^{+2} , Al^{+3} , Fe^{+3} , Ti^{+4} , Mn^{+2} yerdeğiştirmeleri olduğu, tabakalar arasında Na, K, Ca ve P iyonlarını taşıdıkları belirlenmiştir.

10) İnceleme alanındaki sepiyolit ve paligorskit minerallerinin varlığı havzada kurak ve yarı kurak iklim koşullarının egemen olduğunu işaret eder.

11) İnceleme alanındaki dolomit ve evaporitli birimler gösel ortamda kurak iklim periyodlarının varlığını gösterir. Dolomit oluşumları ile evaporitli birimler sığ göl düzlüklerinde çökelirken, gölün daha derin bölümlerinde yeşil renkli kilaşları depolanmıştır. Dolomit ve yeşil killer içerisinde merceksi konumlu sepiyolit oluşumlarının varlığı ve bunların yanal yönde incelenerek kaybolması sepiyolitlerin göl alanı içerisinde ufak ve çevreden izole edilmiş küçük playa gölünde geliştiğini göstermektedir. Sepiyolit mineraline dolomitin eşlik etmesi ve dolomit birimleri arasında yataklanma göstermesi de sepiyolit oluşumunu dolomitleşmeyi takip evrelerde göl alanına tatlı su boşalımının artmasına bağılı olarak göl suyunun silis ve magnezyum elementlerince zenginleşmesi sonucu oluşmuş olmalıdır. Ayrıca ortama aliminyum getiriminin arttığı evrelerde sepiyolit minerali yerine paligorskit oluşmuştur. İnceleme alanındaki kireçtaşı oluşumları gösel alan içerisine tatlı su akımının en yoğun olduğu evrelerde gerçekleşmiştir.

12) İnceleme alanında açık işletme şeklinde Asarkale civarındaki sepiyolit ocağının daha önceki yıllarda işletildiğı ancak saha çalışmaları sırasında ocağın terk edildiğı belirlenmiştir. Olasılıkla, kahverenkli saf sepiyolit oluşumlarının ocaktan büyük kısmının alındığı ve/veya krem-bej renkli dolomitli sepiyolitlerin ekonomik olarak işletilebilecek boyutta olmadığı için ocağın terk edildiğı düşünülmektedir.

13) İnceleme alanında Ostracod, Gastropod ve polen analizlerine dayalı olarak yapılan paleontolojik yaşlandırma çalışmaları sonucunda Sakarya formasyonunun yaşı Miyosen, Porsuk formasyonunun yaşı Pliyosen olarak tanımlanmıştır. Ancak, bölgede yapılan paleontolojik çalışmaların daha detaylandırılarak, özellikle yeşil renkli çamurtaşı ve

kiltaşı birimlerinde makro-mikro memeli topluluklarının araştırılması uygun olacaktır. Formasyonların bu veriler ışığında yaşlandırılmalarının daha sağlıklı olarak yapılacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, A. and Kadir, S. 2003. The geology and origin of sepiolite, paligorskite and saponite in Neogene lacustrine sediments of the Serinhisar-Acıpayam basin, Denizli, SW Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 51, 279-292.
- Akıncı, Ö. 1967. Eskişehir i24c1 paftasının jeolojisi ve tabakalı lületaşı zuhurları. *MTA Enst. Derg.*, 68, 82-97.
- ASTM. 1972. Inorganic index to the powder diffraction file. Joint committee on powder diffraction standarts, Pennsylvania, 1943.
- Aydoğdu, M.N. 2004. Oğlakçı ve Demirci Köyleri (KD Sivrihisar) civarı Üst Miyosen yaşlı evaporitik birimlerin sedimentolojisi. A.Ü. Fen Bilm.Ens.Y.L.Tezi, 75 s. (yayınlanmamış)
- Batı, Z. 2004. Sözlü Görüşme. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı.
- Bailey, S.W. 1980. Structures of layer silicates. *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray ıdentification* (G. W. Brindley and G. Brown, editors) Monograph 5, Mineralogical Society, pp. 1-123, London.
- Bellanca, A., Karakaş, Z., Neri, R. and Varol, B. 1993. Sedimentology and isotope geochemistry of lacustrine dolomite-evaporite deposite and associated clays (Neogene, Turkey): environmental implication. *Miner. Petrogr. Acta*, XXXVI, 245-264.
- Bilgin, H. 1972. Eskişehir ili kil imkanlarının genel ekonomik prospeksiyon raporu. MTA Rapor No. 4708 (yayınlanmamış) Ankara.

- Boyraz, S. 2004. Mülk-Demirci yöresi (Eskişehir-Sivrihisar) Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) birimlerinin kil mineralojisi. A. Ü Fen Bilm. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 85 s. (yayınlanmamış) Ankara.
- Bradley, W.F. 1940. The structural scheme of attapulgate. *American Mineralogist*, 25, 405-411.
- Brauner, K. und Preisinger, A. 1956. Struktur und entstehung des sepioliths. *Tschermarks Miner. Petrog. Mitt.*, 6, 120-140.
- Brelie, V.G. 1956. Sivrihisar ve Polatlı bölgesinde yapılan bir linyit prospeksiyonu. MTA Rapor No. 2437. (yayınlanmamış)
- Brindley, G. W. 1959. X-Ray and electron diffraction data for sepiolite. *American Mineralogist*, V. 44, p. 495-500.
- Brindley, G. W. 1980. Quantitative X-ray mineral analysis of clays: Cristal structures of clay minerals and their X-ray identification. G W. Brindley and G. Brown, editors). Monograph 5, Mineralogical Society, London, p.411-438.
- Chamley, H. 1989. Alkaline, evaporive environment : Chamley, H. (eds.), *Clay Sedimentology*. New York: Springer. 195-212.
- Caillere, S. 1951. Sepiolite. In G. W. Brindley, X-ray identification and structures of clay minerals. Mineral Soc.; London, 224-233.
- 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.
- Drits, V. A. and Sokolova, G. V. 1971. Structure of paligorskite. *Soviet Physics Cristallography*, 16, 288-231.

- Ece, Ö.I. and Çoban, F. 1990. Origin and significance of the sepiolite beds and nodules in the Miocene lacustrine basin, Eskişehir, Turkey. International Earth Sciences Congresson Agean Regions Proceedings I (M.Y. Savaşçın and A.H. Eronat eds), p.234-245.
- Ece, Ö. I., and Çoban, F. 1994. Geology, occurrence, and genesis of Eskişehir sepiolite, Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 42, 81-92.
- Ece, Ö.İ. 1998. Diagenetic transformation of magnesite pebbles and cobbles to sepiolite (Meerschaum) in the Miocene Eskişehir lacustrine basin, Turkey. *Clays and clay minerals*, 46,436-435.
- Erol, O. 1955. 'W. Weingart 56/2, 56/4 (Sivrihisar) ve 57/1, 57/3(Ankara) paftalarının jeolojik haritası hakkında raporuna ait korelasyon revizyonu. MTA Rapor No.2473 (yayınlanmamış) Ankara.
- Fleischer, P. 1972. Sepiolite associated with Miocene diatomite, Santa Cruz Basin,California. *American Mineralogist*, V. 57, p. 903-913.
- Folk, R.L. 1959. Practical petrographhic classification of limestone. *Amer. Assoc. Petroleum Geologist Bull.*, v. 43, p.1-38.
- Galan, E. and Castillo, A. 1981. Sepiolite-palygorskite in Spanish Tertiary Basins, genetical patterns in continental environments. Singer, A. ve Galan, E., ed. *Palygorskite-Sepiolite Occurrences, Genesis and Uses, Developments in Sedimentology*, 87-124.
- Galan, E. and Ferrero, A. 1982. Palygorskite-Sepiolite clays of Lebriya, Southern Spain. *Clays and Clay Minerals*, 30, 191-199.

- Galindo, A. L., Aboud, A. B., Hach-Alı, P.F. and Ruiz, J. C. 1996. Mineralogical and geochemical characterization of palygorskite from Gabasa (NE Spain). Evidence of a detrial precursor. *Clay Minerals*, v. 31, p. 33-44.
- Gençoğlu, H. ve İrkeç, T. 1994. Ankara-Polatlı-Türktaciri sahasının maden jeolojisi. M.T.A Rapor No. 9487, 253 s.(yayınlanmamış), Ankara.
- Gençoğlu, H. 1996. Eskişehir-Sivrihisar-Oğlakçı Köyü sepiyolit sahasının ait maden jeolojisi. M.T.A Rapor No. 9858 33 s.(yayınlanmamış), Ankara.
- Gözler, M. Z., Cevher, F., Ergül, E., Asutay, H. J. 1996. Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi. MTA Rapor No. 9973 Ankara.
- Gündoğdu, M.N. 1982. Neojen yaşı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik-mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi. H.Ü. Fen Bilm. Ens. Doktora Tezi, 386 s.(yayınlanmamış) Ankara.
- Gündoğdu, M.N. ve Yılmaz, O. 1984. Kil mineralojisi yöntemleri. I. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri, s. 319-330. Adana.
- Güngör, P. 2005. Demirci Köyü (KD Sivrihisar) civarı evaporitlerinin jeokimyası ve kökeni. A. Ü Fen Bilm. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 77 s. (yayınlanmamış) Ankara.
- Hay, R. L. and Stoessel, R. K. 1984. Sepiolite in The Amboseli Basin of Kenya: A new interpretation. In *Palygorskite-Sepiolite Occurrences, Genesis and Uses*. Singer, A. and Galan, E., ed., Amsterdam: Elsevier, 125-136.
- Hathaway, J. C. and Sachs, P.L. 1965. Sepiolite and clinoptiolite from the Mid-Atlantic Rigde. *The American Mineralogist*, V. 50, P. 852-867.

- Isphording, W. C. 1973. Discussion of the occurrence and origin of sedimentary palygorskite - sepiolite deposits. *Clays and Clay Minerals*, V. 21, p. 391-401.
- İRkeç, T., 1991. Bolu-Kıbrıscık sepiyolitinin mineralojik ve kimyasal özellikleri ve skişehir-Sivrihisar sedimanter sepiyoliti ile karşılaştırılması. IV. Ulusal Kil sempozyumu Bildirileri, 3-17, Eskişehir .
- Jones, J.B. and Segnit, E.R. 1971. The nature of opal I. Nomenclature and constituent phases. *J. Geol. Soc. Aust.* 18, 57-68.
- Jones, B. F. and Galan, E. 1988. Paligorskite-sepiolite in hydrous phyllosicates (Exclusive of Micas). S. W. Bailey, ed., *Mineral.Soc. Am., Rev. Mineral.*, 19, pp. 631-674, Washington.
- Kadıoğlu, Y.K. 1996. Anklavların mineral kimyası ve petrografik özelliklerinden yararlanılarak kökeninin incelenmesi : Karakaya (Eskişehir) graniti. SDÜ Müh Sempozyumu, 161-170.
- Kadir, S. ve Baş, H. 1996. Koyunağılı (Mihalıççık-Eskişehir) yöresinde sepiyolit laflinit dönüşümü: Jeokimyasal bir yaklaşım. Jeoloji Mühendisliği Bölümü 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, KTÜ-Trabzon, 37-54.
- Kadir, S., Baş, H. and Karakaş, Z. 2002. Origin of sepiolite and loughlinite in a Neogene volcano-sedimentary lacustrine environment, Mihalıççık-Eskişehir, Turkey. *The Canadian Mineralogist*, 40, 1091-1102.
- Karakaş, Z. 1992. Ballıhisar-İlyaspaşa (Sivrihisar-Eskişehir güneyi) yöresinin jeolojik, petrografik ve mineralojik incelenmesi. A. Ü Fen Bilm. Ens. Doktora Tezi, 184 s. (yayınlanmamış) Ankara.

- Karakaş, Z. ve Varol, B. 1993. Sivrihisar-İlyaspaşa civari sepiyolitlerinin elektron mikroskop incelemesi, A.Suat Erk Jeoloji Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, 303-310.
- Karakaş, Z., Boyraz, S. ve Varol, B. 2005. Sivrihisar kuzey doğusundaki (Mülk-Demirci) neojen yaşlı volkaniklerde kil mineralleşmesi. 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 142-143.
- Karakaya, N., Karakaya, M.Ç., Temel, A., Küpeli, Ş. and Tunoğlu, C. 2004. Mineralogical and chemical characterization of sepiolite occurrences at Karapınar (Konya Basin, Turkey). *Clays and Clay Minerals*, V. 52, No. 4, 495-509.
- Kibar, M. Gökten, E., Lünel, T. ve Kadioğlu, Y.K. 1992. Sivrihisar intrüzif kompleksi ve civarının jeoloji ve petrografisi. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 7, 78-86.
- Krekeler, M. P. S., Guggenheim, S. and Rakovan, J. 2004. A Microtexture study of palygorskite-rich sediments from the Hawthorne Formation, Southern Georgia by transmission electron microscopy and atomic force microscopy. *Clays and Clay Minerals*, 52, 263-274.
- Martin-Vivaldi, J.L., and Robertson, R.H. 1971. Palygorskite and sepiolite (The Hormites). In J. A. Gard (ed). *The Electron-optical Investigation of Clays*. Mineralogical Society, p. 255-275, London.
- Mc Lean, S. A., Allen, B. L., and Craig, J. R. 1972. The occurrence of sepiolite and attapulgite on the southern highplains. *Clays and Clay Minerals*, V.20,p.143-149.
- Millot, G. 1964. *Geologie des Argiles*. Masson and Cie, Paris, 510 s.
- Milton, C. and Eugster, H. P. 1959. Mineral assemblages of the Green River Formation. In P.H. Abelson, Ed., *Researches in Geochemistry*, 1, 118-150, New York.

- Nagata, H., Shimado, S. and Sudo, T. 1974. On dehydration of bound water of sepiolite. *Clays and Clay Minerals*, 22, 285-293.
- Nagy, B. and Bradley, W. F. 1955. The structural scheme of sepiolite. *American Mineralogist*, 40, 885-892.
- Nathan, Y. 1969. Dehydration of palygorskite and sepiolites. *International clay conference*, p. 91-98.
- Özbaş, Ü. 2001. Mineralogic and geochemical investigation of zeolite and related minerals of Mülk-Oğlakçı region, Sivrihisar. D.E.Ü. Fen Bilm. Ens.Yüksek Lisans Tezi, Yök Dökümantasyon Merkezi Rapor No:109623.
- Sanchez, C. and Galen, E. 1995. An Approach to the genesis of palygorskite in a Neogene-Quaternary continental basin using principal factor analysis. *Clay Minerals*, 30, 215-238.
- Saraç, G. 2004. Sözlü Görüşme. Maden Tetkik Arama Enstitüsü.
- Shadfan, H. and Dixon, J.B. 1984. Occurrence of palygorskite in the soils and rocks of the Jordan Valley. In *palygorskite-sepiolite: Occurrences, genesis and uses*. A. Singer and E. Galan, eds. *Dev. In Sediment*.
- Singer, A. 1979. Palygorskite in sediments detrial, diagenetic or neoformed. *A Critical Review: Geol. Rund.*, 68, 996-1008.
- Singer, A. and Galan, E. 1984. *Palygorskite-sepiolite: occurrence, genesis and uses*, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Starkey, H.C. and Blackmon, P.D. 1979. *Clay mineralogy of Pleistocene lake Tecopa, Inyo County, California*. Geological Survey Professional Paper 1061, 34p.

- Starkey, H.C. and Blackmon, P. D. 1984. Sepiolite in Pleistocene lake Tecopa, Inyo County, California. In paligorskite-sepiolite occurrence, genesis and uses (A. Singer and E. Galan, eds). Developments in Sedimentology 37, Elsevier, Amsterdam, 137-147.
- Suarez, M., Armenteros, I., Navarrete, J. And Martin Pozas, J. M. 1989. El Yacimiento de Palygorskita de Bercimuel genesis Propiedades Tecnologicas. Studia Geol., V. 26, p. 27-37.
- Taner, G. 2004. Sözlü Görüşme. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği.
- Temel, A. 2001. Post-collisional Miocene alkaline volcanism in the Oglakçi region, Turkey. Petrology and geochemistry, International Geology Review, 43, 640-660.
- Umut, M., Gedik, İ. Güner E. Saçlı, L. ve Şen, A.M. 1991. Çifteler-Holanta (Eskişehir) Çeltik (Konya) ve dolayının jeolojisi. MTA Rapor No. 9204 (yayınlanmamış) Ankara.
- Ünlü, T., Gençoğlu, H., İrkeç, T. Ve Bayhan, H. 1995. Turkish sepiolite deposits: a review. (eds. Srivastava Rajesh K. ve Chandra, R.), 1995, Magmatism in relation to diverse tectonic settings, pp 225-260, Oxford & IBH.
- Varol, B., Tekin, E., Ayyıldız, T. ve Karakaş, Z. 2005. Polatlı-Sivrihisar Neojen Baseni Gölsele Evaporitlerinin Sedimantolojisi. 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 113-117.
- Velde, B. 1985. Clay Minerals. A Physica. Chemical explanations of their occurrence. Developments in Sedimentology, 40, Elsevier, Amsterdam.

- Verrecchia, E. P. and Le Coustumer, M. N. 1996. Clay Minerals. Occurrence and genesis of palygorskite and associated clay minerals in a Pleistocene calcrete complex, Sae Boqer, Negev Desert, Israel. *Clay Minerals*, 31, 183-202.
- Yalçın, H., and Bozkaya, Ö. 1995. Sepiolite-palygorskite from the Hekimhan region (Turkey). *Clays and Clay Minerals*, 43, 705-717.
- Yeniyol, M. 1986. Vein-like sepiolite occurrence as a replacement of magnesite in Konya, Turkey. *Clays and Clay minerals*, 34, 353-356.
- Yeniyol, M. ve Öztunalı, Ö. 1985. Yunak Sepiyolitinin Mineralojisi ve Oluşumu. Gündoğdu, M. N. Ve Aksoy, H., ed. II. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler kitabında, Bitim Büro Basımevi, 171-186, Ankara.
- Yeniyol, M. 1992. Yenidoğan (Sivrihisar) sepiyolit yatağının jeolojisi, mineralojisi ve oluşumu. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration of Turkey (MTA)*, 14, 71-84 (In Turkish).
- Yeniyol, M. 1993. Sivrihisar'da (Eskişehir) sedimanter-diyajenetik oluşumlu yeni bir lületaşı türü. *MTA Dergisi*, 115, 81-90.
- Weaver, C. E. 1984. Origin and geologic applications of the palygorskite deposits of the S. E. United States. in palygorskite-sepiolite. Occurrences, Genesis and Uses. A. Singer and E. Galan, eds. *Dev. In Sediment.*
- Weaver, C. E. and Beck, K. C. 1977. Miocene of the S. E. United States : A model for chemical sedimentation in a peri-marine environment, *Sedimentary Geology*, V. 17, p. 1-234
- Weingart, W. 1954. 56/2, 56/4 (Sivrihisar) ve 57/1, 57/3 (Ankara) paftalarının jeolojik haritası hakkında rapor. MTA Rapor No: 2248 (yayınlanmamış) Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özge KARAKAŞ
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 11.10.1980
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Lisesi (1998)
Lisans : Ank. Üniv. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği (2003)
Yüksek Lisans : Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (2006)

Yayımları (SCI ve diğer)

Sazak-Biçer (Sivrihisar KD'su) Civarı Neojen (Miyosen-Pliyosen) Göl Basenindeki Sepiyolit-Paligorskit-Simektitli Kiltaşlarının Mineralojik İncelenmesi (Z. Karakaş, Ö. Karakaş, B. Varol) (İncelemede)