

**GÜNYÜZÜ-KAVUNCU (ESKİŞEHİR) YÖRESİ
ÜST MİYOSEN-PLİYOSEN YAŞLI SEDİMANTER
BİRİMLERİN MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL
İNCELENMESİ**

**MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL
INVESTIGATION OF UPPER MIOCENE-PLIOCENE
SEDIMENTARY
UNITS OF GUNYUZU-KAVUNCU REGION (ESKİSEHIR)**

FERHAT KARSLI

DOÇ. DR. HÜSEYİN EVREN ÇUBUKÇU

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2024

ÖZET

GÜNYÜZÜ-KAVUNCU (ESKİŞEHİR) YÖRESİ ÜST MİYOSEN-PLİYOSAN YAŞLI SEDİMANTER BİRİMLERİN MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Ferhat KARSLI

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin Evren ÇUBUKÇU

Haziran 2024, 126 sayfa

Bu çalışmada, Eskişehir Günyüzü Havzasında yer alan Neojen yaşlı birimler, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal açıdan incelenmiştir. Çalışma sahasındaki birimler, Neojen Öncesi Temel Kaya (Kertek Formasyonu, Eryiğit Formasyonu ve Beldede Formasyonu), bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelen Neojen Yaşlı Birimler (Mercan Formasyonu, Çakmak Formasyonu ve Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi), Pleyistosen yaşlı Kepen Formasyonu ve tüm birimleri uyumsuzlukla örten güncel alüvyon çökellerinden oluşmaktadır.

Saha çalışmalarında her formasyonu oluşturan litostratigrafik birimlerden toplam 18 adet, iki farklı noktada gerçekleştirilen sondaj çalışmalarından ise toplam 53 adet örnek alınmıştır. Alınan örneklerden çalışmanın amacına uygun petrografik, mineralojik ve jeokimyasal analizler gerçekleştirilerek sonuçları değerlendirilmiştir.

Petrografi ve XRD çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde Çakmak Formasyonu ve Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesinin evaporit minerallerinden, çalışma sahasının güneyinde yer alan Mercan Formasyonunun ise karbonatlı birimler ve sepiyolit mineralinden oluştuğu belirlenmiştir. Çakmak Formasyonundaki SG-4 nolu sondaj karotlarından alınan jipsli örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarında Sr değerinin 1125-2875 ppm arasında değiştiği görülmüştür. Kavuncu Ovasında bulunan gölden alınan su

örneğinden gerçekleştirilen jeokimyasal analiz sonucunda ise Na: 5540 ppm, Mg: 1852 ppm, SO_4^{2-} : 12516 ppm ve Cl: 4401 ppm olarak bulunmuştur. Ayrıca gölün kuruyan kısımlarında oluşan güncel çökelden alınan örnekten XRD analizi gerçekleştirilmiş, blödit ($Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$), tenardit (Na_2SO_4), löveit ($Na_{12}Mg_7(SO_4)_{13} \cdot 15H_2O$) ve hidrogloberit ($Na_{10}Ca_3(SO_4)_8 \cdot 6H_2O$) parajenezi tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar ışığında bölgede gömülü halde sülfat tuzunun varlığını araştırmak için göle yakın noktada gerçekleştirilen SG-3 nolu sondaj karotları incelenmiş ve Günyüzü Neojen Havzasında gömülü halde 26 m kalınlığında globerit ($Na_2Ca(SO_4)_2$) cevherleşmesinin varlığı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Günyüzü, Neojen, Evaporit, Blödit, Globerit.

ABSTRACT

MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF UPPER MIOCENE-PLIOCENE SEDIMENTARY UNITS OF GUNYUZU-KAVUNCU REGION (ESKISEHIR)

Ferhat KARSLI

Master's Thesis, Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Evren ÇUBUKÇU

June 2024, 126 pages

In this study, mineralogical, petrographic and geochemical characteristics of the Neogene formations in the Eskişehir Günyüzü Basin have been investigated. The units in the study area consist of Pre-Neogene Basement Rock (Kertek Formation, Eryiğit Formation and Beldede Formation), unconformably overlying Neogene units (Mercan Formation, Çakmak Formation, Ballıhisar Formation-Acıkır Member), Pleistocene Kepen Formation and recent alluvial deposits that unconformably cover all units.

During fieldwork, a total of 18 samples were collected from lithostratigraphic units from each formation and a total of 53 samples were obtained from cores taken at two different drilling locations. Results have been evaluated after mineralogical, petrographic and geochemical analyses were conducted on the collected samples in line with the purpose of the study.

According to petrographical and XRD analysis, Çakmak Formation and Ballıhisar Formation Acıkır Member are composed of evaporite minerals while the Mercan Formation which is located in the southern part of the study area contains carbonate units and sepiolite mineral. Geochemical analysis results of the gypsum samples taken from the SG-4 drilling cores and the Çakmak Formation indicate that the Sr values range

between 1125 and 2875 ppm. Geochemical analysis of the water sample taken from the lake in the Kavuncu Plain within the study area revealed the following concentrations: Na: 5540 ppm, Mg: 1852 ppm, SO_4^{2-} : 12516 ppm, and Cl^- : 4401 ppm. Additionally, XRD analysis was performed on a sample taken from the recent sediment in the dry parts of the lake. This region, the paragenesis of bloedite ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), thenardite (Na_2SO_4), löweite ($\text{Na}_{12}\text{Mg}_7(\text{SO}_4)_{13} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$) and hydroglauberite ($\text{Na}_{10}\text{Ca}_3(\text{SO}_4)_8 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) was identified through this study.

Based on these results of this study, SG-3 drilling cores were examined near the lake to investigate the presence of buried sulfate salts. Moreover, a 26-meter-thick glauberite ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$) ore deposit was identified in Gunyuzu Neogene Basin.

Keywords: Günyüzü, Neogene, Evaporite, Bloedite, Glauberite.

TEŞEKKÜR

En başından beri bana inancını ve güvenini her zaman hissettiğim, bilgi ve tecrübesiyle her zaman destek olan, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum kıymetli hocam Doç. Dr. Hüseyin Evren ÇUBUKÇU'ya,

Çalışmam hakkındaki güzel yorumları ve yapıcı eleştirileri için tez jürisinde bulunan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Kaan SAYIT'a, Doç. Dr. Orkun ERSOY'a, Doç. Dr. İnan ULUSOY'a ve Dr. Öğretim Üyesi Erdal ŞEN'e,

Bu çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen, gerek arazi çalışmalarımda gerek sonraki süreçte sabırla her türlü soruma cevap verip, bilgi ve birikimi ile beni aydınlatan kıymetli büyüğüm Murat KIRTIL'a,

Mesleki olarak yetişmemde büyük payı olan, çalışmalarımda bana her türlü kolaylığı sağlayan, bilgisinden, tecrübesinden her zaman istifade etme fırsatı bulduğum, kıymetli büyüğüm Arif TALAY'a,

Çalışmam boyunca yapmış olduğu yapıcı eleştiriler ile ufkumu açan değerli arkadaşım Cumhur Özcan KILIÇ'a,

Bu çalışmanın başından itibaren çok kıymetli desteğini gördüğüm, bilgi ve tecrübesiyle çalışmamın şekillenmesinde büyük emeği olan değerli büyüğüm Dr. Sonay BOYRAZ ASLAN'a,

Değerli mesai arkadaşlarım Dr. Nihal GÖRMÜŞ, Bülent BAŞARA ve Dr. Asuman KAHYA'ya,

Ayrıca yüksek lisansa hazırlık sürecinden başlayarak son güne kadar desteğini, güvenini esirgemeyen sevgili eşim Rukiye KARSLI'ya, en büyük motivasyon kaynaklarım sevgili oğlum Yavuz Alper ve biricik çiçeğim Aybike'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Çalışma Sahasının Tanıtılması	1
1.3. Önceki Çalışmalar	2
2. MATERYAL VE METOT	6
2.1. Saha Çalışmaları.....	6
2.2. Sondaj Çalışmaları	6
2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	6
2.4. Büro Çalışmaları	8
3. GENEL JEOLojİ	9
3.1. Bölgesel Jeoloji	9
3.2. Stratigrafi.....	10
3.2.1. Neojen Öncesi Birimler (Temel Kayalar)	13
3.2.1.1 Kertek Formasyonu (Pzsk)	13
3.2.1.2. Eryiğit Formasyonu (Pzse)	14
3.2.1.3. Sivrihisar Granitoyidi	15
3.2.1.4. Beldede Formasyonu (Pgeb).....	16
3.2.2. Neojen Birimleri.....	18
3.2.2.1. Çakmak Formasyonu	18
3.2.2.2. Mercan Formasyonu	22
3.2.2.3. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi	23
3.2.3. Kuvaterner	25
3.2.3.1. Kepen Formasyonu	25

3.2.3.2. Taraça	26
3.2.3.3. Alüvyon	27
3.3. Sedimantoloji.....	27
3.3.1. Çakmak Formasyonu Sedimantolojisi	27
3.3.2. Mercan Formasyonu Sedimantolojisi	28
3.3.3. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi Sedimantolojisi	30
3.4. Sondaj Çalışmaları.....	31
3.4.1. SG-3 Nolu Sondaj Çalışması	32
3.4.2. SG-4 Nolu Sondaj Çalışması	34
3.5. Yapısal Jeoloji	37
3.5.1. Kıvrımlar.....	37
3.5.2. Faylar	37
3.5.3. Uyumsuzluklar	40
3.6. Jeolojik Evrim.....	41
4. MİNERALOJİ VE PETROGRAFI	44
4.1. Petrografik Çalışmalar	49
4.1.1. Mostra Örneklerinin Petrografisi	49
4.1.2. Sondaj Örneklerinin Petrografisi	53
4.1.2.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin Petrografisi	53
4.1.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin Petrografisi	55
4.2. XRD Analizleri.....	56
4.2.1. Mostra Örneklerinin XRD Analizi.....	56
4.2.1.1. Çakmak Formasyonu XRD Analiz Sonuçları	56
4.2.1.2. Mercan Formasyonu XRD Analiz Sonuçları	60
4.2.1.3. Ballıhisar Formasyonu (Acıkır Üyesi) XRD Analiz Sonuçları.....	63
4.2.1.4. Mostra Örneklerinin Hiyerarşik Kümeleme Analizi	67
4.2.2. Sondaj Örneklerinin XRD Analizi.....	68
4.2.2.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin XRD Analiz Sonuçları	68
4.2.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin XRD Analiz Sonuçları	71
4.2.2.3. Sondaj Örneklerinin Hiyerarşik Kümeleme Analizi	73
4.3. SEM Analizleri	78
4.3.1. Mostra Örneklerinin SEM Analizi.....	78
4.3.2. Sondaj Örneklerinin SEM Analizi	83

5. JEOKİMYA	86
5.1. Mostra Örneklerinin Jeokimyası	87
5.1.1. Çakmak Formasyonu Jeokimyasal Analiz Sonuçları	87
5.1.2. Mercan Formasyonu Jeokimyasal Analiz Sonuçları	88
5.1.3. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi Jeokimyasal Analiz Sonuçları	89
5.1.4. Mostra Örneklerinin Sr Sonuçlarının Değerlendirilmesi	90
5.1.5. Mostra Örnekleri Jeokimyasal Analiz Sonuçlarının Birbirleri ile Korelasyonu	90
5.1.6. Mostra Örneklerinin İkili Element Diyagramı	92
5.2. Sondaj Örneklerinin Jeokimyası	94
5.2.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin Jeokimyasal Analiz Sonuçları	94
5.2.1.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin Analiz Sonuçlarını Korelasyonu	98
5.2.1.2. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin İkili Element Diyagramı	100
5.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin Jeokimyasal Analiz Sonuçları	102
5.2.2.1. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin Analiz Sonuçlarını Korelasyonu	105
5.2.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin İkili Element Diyagramı	107
5.3. Su Kimyası	109
6. TARTIŞMA	111
7. SONUÇ	114
KAYNAKLAR	115
EKLER	120
EK 1-MTA Genel Müdürlüğü veri kullanım izini	121
EK 2-SG-3 Nolu Sondaja Ait Kuyu Logu	122
EK 3-SG-3 Nolu Sondaja Ait Detay Kuyu Logu	123
EK 4-SG-4 Nolu Sondaja Ait Kuyu Logu	124
EK 5-SG-4 Nolu Sondaja Ait Detay Kuyu Logu	125
ÖZGEÇMİŞ	126

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Mostradan alınan örneklerin alındıkları lokasyonlar ve örneklerde gerçekleştirilen analizler. (P: Petrografi, X: XRD, S: SEM, K: Kimyasal)	44
Çizelge 4.2.	Çakmak Formasyonu üzerinden alınan örneklere ait XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları	57
Çizelge 4.3.	Mercan Formasyonu üzerinden alınan örneklere ait XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları.	60
Çizelge 4.4.	Ballıhisar Formasyonu Acıkır üyesi üzerinden alınan örneklere ait XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları.	64
Çizelge 4.5.	SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları.	69
Çizelge 5.1.	Mostradan alınan örneklerin alındıkları lokasyonlar ve koordinatları.	86
Çizelge 5.2.	Çakmak Formasyonu üzerinden alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları.	87
Çizelge 5.3.	Mercan Formasyonu üzerinden alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları.	88
Çizelge 5.4.	Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi üzerinden alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları.	89
Çizelge 5.5.	Korelasyon Katsayısının Yorumu (Köklü ve ark., 2006).	90
Çizelge 5.6.	Mostradan alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarının korelasyonu.	91
Çizelge 5.7.	SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçları.	95
Çizelge 5.8.	SG-3 nolu sondaj karotlarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarının korelasyonu.	99
Çizelge 5.9.	SG-4 nolu sondaj karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçları.	103
Çizelge 5.10.	SG-4 nolu sondaj karotlarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarının korelasyonu.	106
Çizelge 5.11.	Göl suyu su analizi sonucu.	110

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Çalışma sahası yer bulduru haritası.	1
Şekil 3.1.	Türkiye Tektonik Haritası (Okay ve Tüysüz, 1999).....	9
Şekil 3.2.	Çalışma sahasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Umut ve ark., 1991) (Ölçeksizdir).....	11
Şekil 3.3.	Ankara J27 paftası üzerinde ÖSK ve sondaj noktalarının gösterilmesi (Tunçdemir, 2022).	12
Şekil 3.4.	Kertek Formasyonu (Pzsk) uydu görüntüsü (Maps Data: Google, ©2024, CNES / Airbus, Maxar Technologies).....	13
Şekil 3.5.	Kertek Formasyonu (Pzsk) ile Eryiğit Formasyonu (Pzse) dokanağının arazi görüntüsü (Kara ve ark., 2017).	14
Şekil 3.6.	Eryiğit Formasyonu (Pzse) uydu görüntüsü (Maps Data: Google, ©2024, CNES / Airbus, Maxar Technologies).....	15
Şekil 3.7.	Eryiğit Formasyonu ile Kepen Formasyonu dokanağının arazi görüntüsü (Kara ve ark., 2017).	15
Şekil 3.8.	Sivrihisar Granitoidinin arazi görünümü (Kadıncık Köyü) (Kara ve ark., 2017).....	16
Şekil 3.9.	Beldede Formasyonu (Pgeb) uydu görüntüsü (Maps Data: Google, ©2024, CNES / Airbus, Maxar Technologies).....	17
Şekil 3.10.	Beldede Formasyonu (Pgeb) arazi görünümü (Anonim, Erişim Tarihi: 13.02.2024).	17
Şekil 3.11.	Çalışma sahasındaki Neojen ve daha genç birimlerin stratigrafisi (Umut ve ark., 1991).....	18
Şekil 3.12.	Çakmak Formasyonu arazi görünümü (Çakmak Mahallesi doğusu. Bakış yönü batıdan doğuya).....	19
Şekil 3.13.	a) Çakmak Formasyonuna ait yeşil renkli karbonatlı kil (Kil), beyaz renkli karbonat hamuru içinde jips kristalleri içeren (Jips) ve kırmızımsı renkli kireçtaşı birimleri (Krç), b) Beyaz renkli dolomit içerisinde çatlak dolgusu veya serbest büyüme biçiminde oluşmuş jips güllü ve kırlangıç kuyruğu şeklinde kristallenen jips mineralleşmesi, c) gül şeklinde kristallenen jipslerin yakın görüntüsü. (Çakmak Köyü doğusu).....	20

Şekil 3.14.	Çakmak Formasyonu kireçtaşı blokları (Çakmak Köyü güneyi).....	21
Şekil 3.15.	Çakmak Formasyonu jipsli-killi-marnlı birimler (Çakmak Köyü batısı İmadüzü mevkiindeki). (c) Masif jips oluşumları. (d) Dolomit içerisinde jips gülü şeklinde gelişmiş jips kristalleri.....	21
Şekil 3.16.	Mercan Formasyonunu oluşturan birimlerin arazi görünümü.....	23
Şekil 3.17.	Kavuncu Mahallesinin yaklaşık 3 km kuzeybatısında Acıkır Üyesinin arazi görünümü.	24
Şekil 3.18.	Kavuncu Ovası'nda bulunan gölde oluşan güncel çökellerin arazi görünümü.....	25
Şekil 3.19.	Doğray'ın yaklaşık 6 km KD'sinde izlenen taraçaların arazi görünümü.	26
Şekil 3.20.	a) Tilkice Yaylanın batısında yer alan Uluçukurun Tepe mevkiinde Çakmak Formasyonunun arazi görünümü, b) yakın görünümü.	27
Şekil 3.21.	Uluçukurun Tepede alınan ölçülü stratigrafik kesit (ÖSK-II)	28
Şekil 3.23.	Taşlı Yayla mevkiinde alınan ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK-III).....	29
Şekil 3.22.	Mercan Formasyonun arazi görünümü (Türktaciri Köyü kuzey doğusu, Taşlı Yayla civarı).	30
Şekil 3.24.	Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi üzerinden ÖSK-I hazırlanan lokasyonun arazi görünümü.....	30
Şekil 3.25.	Kartallık Tepe mevkiinden alınan ölçülü stratigrafik kesit (ÖSK-I).....	31
Şekil 3.26.	Kavuncu Mahallesi civarında gerçekleştirilen SG-3 nolu sondaj.	32
Şekil 3.27.	Çakmak Mahallesi civarında gerçekleştirilen SG-4 nolu sondaj.	32
Şekil 3.28.	SG-3 nolu sondaj çalışmasına ait kuyu logu.	33
Şekil 3.29.	SG-3 nolu sondaj kuyusundan alınan karotlardaki organik seviyeler, a) 72 nolu sandık (308.00-313.40m), b) 74 nolu sandık (318,30-322,50m), c) 75 nolu sandık (322.50-326.30m), d) 76 nolu sandık (326.30-332.00m)	34
Şekil 3.30.	SG-4 nolu sondaj çalışmasına ait kuyu logu.	35
Şekil 3.31.	Karbonat içerisinde gelişmiş kehribar renkli jips minerallerinin görünümü.	36
Şekil 3.32.	SG-4 nolu sondaj kuyusundan alınan karotlardaki karbonat içerisinde kristallenen jips mineralleri, a) 28 nolu sandık (128.00-132.00m), b) 30 nolu sandık (136.00-139.40m), c) 34 nolu sandık (151.00-155.00m), d) 35 nolu sandık (155.00-159.00m)	36

Şekil 3.33.	a) Eğim atımlı faylar ve çatlaklar boyunca oluşmuş jips mineralleri, b) genişleme yapıları, c) sıkışma yapıları.	39
Şekil 3.34.	Sıkışma ve genişleme yapılarının kuzey yöndeki görünümü.....	40
Şekil 3.35.	Çalışma sahasının jeodinamik evrimi ve çökeltme evrelerini gösteren diyagram (Kırtıl, 2008.....	43
Şekil 4.1.	Çalışma alanında mineralojik ve kimyasal analizler için mostradan alınan örneklerin ve sondajların dağılım haritası (Tunçdemir, 2022).	46
Şekil 4.2.	SG-3 nolu sondaj karotlarından mineralojik ve kimyasal analizler için alınan örneklerin alındığı noktaların sondaj logunda gösterilmesi.	47
Şekil 4.3.	SG-4 nolu sondaj karotlarından mineralojik ve kimyasal analizler için alınan örneklerin alındığı noktaların sondaj logunda gösterilmesi.	48
Şekil 4.4.	ÇKM-1 işaretli örneğin mikrofotografı, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (d: dolomit, j: jips)	49
Şekil 4.5.	ÇKM-1 işaretli örnek içerisinde kırılmalı kuyruğu şeklinde gelişen jips kristalleri, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (d: dolomit, j: jips, q: kuvars)	49
Şekil 4.6.	GMK-1 işaretli örneğin mikrofotografı, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü. (d: dolomit j: jips)	50
Şekil 4.7.	GMK-2 işaretli örnekte karbonat hamuru içerisinde kırılmalı kuyruğu şeklinde gelişmiş jips mineralleşmesi, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (d: dolomit, j: jips)	50
Şekil 4.8.	GMK-2 işaretli örnek içerisinde kırılmalı kuyruğu şeklinde gelişmiş jipslerin başka bir görünümü, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips).....	51
Şekil 4.9.	GMK-2 işaretli örnek içerisinde levhamsı şekilde gelişmiş jipsler ve kolloform dokulu dolomitlerin görünümü, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (d: dolomit, j: jips)	51
Şekil 4.10.	TCR-2A işaretli örnekte basit ikizlenme gösteren jips kristallerinin mikrofotografı, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips) .	52
Şekil 4.11.	TCR-2A işaretli örnekte gül şeklinde gelişen jips kristallerinin mikrofotografı, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips) .	52
Şekil 4.12.	DGR-1 işaretli örneğin mikrofotografı, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips).....	52

Şekil 4.13.	KV-1A işaretli örneğin mikrofotografaları, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü.....	53
Şekil 4.14.	KV-1B işaretli örneğin mikrofotografaları, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü.....	53
Şekil 4.15.	SG-3 nolu sondaj karotlarında dağılgan yapıda, merceksi globerit kristalleri içeren cevherli zon. (G:globerit)	54
Şekil 4.16.	SG-3-N16 işaretli örneğe ait ışınsal dokulu globerit minerali mikrofotografı. a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü.....	54
Şekil 4.17.	SG-4-N16 işaretli örneğin mikrofotografaları. Serpantin grubu minerallerde elek dokusu görülmektedir. a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (S: serpantin grubu mineral)	55
Şekil 4.18.	SG-4-N17 işaretli örneğin mikrofotografaları. Serpantin grubu minerallerde elek dokusu görülmektedir. Serpantin grubu mineraller içerisinde FeO'ler yoğun olarak görülmektedir. a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (S: serpantin grubu mineral).....	56
Şekil 4.19.	ÇKM-1 işaretli örneğe ait XRD difraktogramı.	57
Şekil 4.20.	GMK-1 ve GMK-2 işaretli örneklere ait birleşik şekilde verilmiş XRD difraktogramları.	58
Şekil 4.21.	GMK-3 işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.	59
Şekil 4.22.	GMK-3 işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramları.....	60
Şekil 4.23.	TCR-1A işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.	61
Şekil 4.24.	TCR-1A işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramı.	62
Şekil 4.25.	TCR-1F işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.....	63
Şekil 4.26.	TCR-1F işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramları.	63
Şekil 4.27.	KV-2 işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.	65
Şekil 4.28.	KV-2 işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramları.....	65
Şekil 4.29.	KVNÇ-1 işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.	66
Şekil 4.31.	Küme 1' (mavi) kümelenendirilen XRD difraktogramlarının birlikte gösterimi.....	68

Şekil 4.32.	SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin XRD analiz sonuçlarının kuyu logu üzerine gösterimi.....	71
Şekil 4.33.	SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin XRD analiz sonuçlarının kuyu logu üzerine gösterimi.....	73
Şekil 4.34.	SG-3 nolu sondaj karot örnekleri XRD difraktogramlarının kümeleme dendogramı.	74
Şekil 4.35.	Mavi renk ile kümelendirilen XRD difraktogramlarının birlikte gösterimi.	75
Şekil 4.36.	SG-4 nolu sondaj karot örnekleri XRD difraktogramlarının kümeleme dendogramı.....	76
Şekil 4.37.	Mavi renk ile kümelendirilen XRD difraktogramlarının birlikte gösterimi.	76
Şekil 4.38.	Bu çalışma kapsamında alınan tüm örneklerin XRD difraktogramlarının kümeleme dendogramı.	77
Şekil 4.39.	Dolomit matriks içerisinde çatlaklar boyunca gelişen kırılma kırılma kuyruğu ve merceksi şekilde kristallenmiş jipslere ait gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü (D: dolomit, J: jips).	78
Şekil 4.40.	a) Dolomit matriks içerisindeki jips kristallerine ait EDS analizi sonucu, b) dolomit matrikse ait EDS analiz sonucu.	79
Şekil 4.41.	a) Dolomikritik hamur içerisinde prizmatik şekilde kristallen jips mineralleri, b) yuvarlak şekilde oluşan jips minerali içerisinde büyümüş prizmatik jips kristalleri (D: dolomit, J: jips).	79
Şekil 4.42.	Jips kristalleri arasına yerleşmiş özşekilli sölestin tanelerinin gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü. (S: sölestin, J: jips).	80
Şekil 4.43.	a) Sölestin tanesi üzerinden alınmış EDS analiz sonucu, b) jips tanesi üzerinden alınmış EDS analiz sonucu.	80
Şekil 4.44.	Örnek içerisinde serbest şekilde bulunan öz şekilli sölestin kristallerinin gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü.	81
Şekil 4.45.	Örnek içerisinde blödit mineralinin kristallenme şeklini gösteren gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü. Blöditlerin iyi kristallenmiş öz şekilli oldukları görülmektedir, a) genel görünüm, b) blödit kristallerinin yakın görünümü.	81

Şekil 4.46.	a) İyi kristallenmiş, öz şekilli blödit kristalinin yakın gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü, b) Blödit kristali üzerinden gerçekleştirilen EDS analiz sonucu.	82
Şekil 4.47.	a) İyi kristallenmiş, öz şekilli tenardit kristallerine ait gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü, b) tenardit kristalleri üzerinden gerçekleştirilen EDS analiz sonucu. (T: tenardit)	82
Şekil 4.48.	a) Halit minerali içerisinde prizmatik şekilde kristallenmiş çubuksu globerit kristallerinin gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü, b) globerit kristalleri üzerinde gerçekleştirilen EDS analiz sonucu. (g: globerit, h: halit)	83
Şekil 4.49.	a) Tenardit mineralleri içerisinde kristallenmiş halit mineralleri, b) mikroorganizma kalıntısı.....	83
Şekil 4.50.	a) Globerit, tenardit ve jips mineralleşmesini gösteren gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü. Tenardit minerallerinin iğnemi, globerit minerallerinin ise prizmatik şekilde kristallendiği görülmektedir, b) jips minerallerinin çatlaklar boyunca oluştuğu görülmektedir. (g: globerit, t: tenardit, j: jips)	84
Şekil 4.51.	Globerit ve jips minerallerinin birbirleri ile ilişkilerini gösteren gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü.	84
Şekil 4.52.	a) Globerit minerali üzerinden gerçekleştirilen EDS analizi sonucu, b) jips minerali üzerinden gerçekleştirilen EDS analizi sonucu.....	85
Şekil 5.1.	Mostra örneklerinin SiO ₂ 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.	93
Şekil 5.2.	Mostra örneklerinin Al ₂ O ₃ 'e karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.	94
Şekil 5.3.	SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçlarının kuyu logu üzerine gösterimi	97
Şekil 5.4.	SG-3 nolu sondaj örneklerinin SiO ₂ 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.....	101
Şekil 5.5.	SG-3 nolu sondaj örneklerinin Al ₂ O ₃ 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.....	102
Şekil 5.6.	SG-4 nolu sondaj karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçlarının kuyu logu üzerine gösterilmesi	104

Şekil 5.7.	SG-4 nolu sondaj örneklerinin SiO ₂ 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.	107
Şekil 5.8.	SG-4 nolu sondaj örneklerinin Al ₂ O ₃ 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.	108
Şekil 5.9.	SG-4 nolu sondaj örneklerinin Sr'a karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı	109
Şekil 5.10.	Kavuncu yaylasında bulunan su örneğinin alındığı göl (Bakış yönü; KD).	109
Şekil 5.11.	KVNÇ-1 işaretli örneğin XRD difraktogramı	110

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Å	Angström
°C	Santigrat derece
Θ	Teta
µmho/cm	Santimetrede micromho

Kısaltmalar

MTA	Maden Tetkik Arama
ÖSK	Ölçülü stratigrafik kesit
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
EDS	Enerji Dağılım Spektrometresi
BSE	Geri Saçılmış Elektronlar
SE	İkincil Elektronlar
XRF	X - Işınları Flüoresans Spektroskopisi
XRD	X - Işınları Difraktometresi
ASTM	American Standart for Testing Material
ICP-OS	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi
C-S	Karbon-Kükürt
KD	Kuzeydoğu
KB	Kuzeybatı
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
My	Milyon yıl
s	Saniye
m	Metre
cm	Santimetre
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
ppm	milyonda bir birim

Yenikent, Atlas, Beyyayla, Gümüşkonak ve Kayakent mahalleleri çalışma sahası içerisinde yer alan diğer yerleşim yerleridir.

Bölgeye ulaşım Ankara-Eskişehir karayolu ile sağlanmaktadır.

1.3. Önceki Çalışmalar

Eskişehir-Sivrihisar ve Ankara-Polatlı bölgelerinin jeolojisine yönelik değişik araştırmacılar tarafından jeolojinin farklı konularda çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Fakat bu hattın güneyinde kalan Günyüzü bölgesinin jeolojine yönelik çalışmalar sınırlıdır. Büyük bölümünü Neojen yaşlı birimlerin oluşturduğu çalışma sahası ve çevresinin jeolojisine yönelik gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda derlenmiştir.

[Romieux \(1942\)](#), Sivrihisar, Paşa Dağları, Emir Dağları bölgelerinin yapısal özelliklerini detaylı olarak incelemiş ve çalışma alanını batı sınırında yer alan Sivrihisar 55/4 paftasının 1/100.000'lik jeoloji haritalarını hazırlamıştır.

[Weingart \(1954\)](#), Eskişehir-Sivrihisar bölgesinin jeolojisini ayrıntılı bir şekilde çalışmış ve 1/100000'lik dört adet jeoloji haritası hazırlamıştır. Çalışma sonucunda Paleozoyik yaşlı birimleri ayırmış ve bölgenin stratigrafisini belirlemiştir.

[Erol \(1955\)](#) tarafında gerçekleştirilen çalışma, [Weingart \(1954\)](#)'ın çalışmasının revizyonu niteliğindedir. Weingart tarafından çizilen jeoloji haritalarında eksik kalan formasyon sınırları bu çalışma kapsamında tekrar gözden geçirilmiş, özellikle Neojen formasyon sınırlarında değişiklikler yapılmıştır.

[Brelie \(1956\)](#), çalışmasında bölgenin 1/100.000'lik jeoloji haritasını hazırlamıştır. Neojen yaşlı birimleri çakıl fasiyesi, kum-kil fasiyesi, kalker-marn fasiyesi ve volkanik fasiyes olmak üzere dört fasiyeste incelemiştir.

[Erdinç \(1978\)](#), Eskişehir Sivrihisar civarında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, bölgenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır. Sivrihisar magmatik kayaçlarını yapısal özellik ve bileşimlerine göre ayırt etmiştir. Bölgedeki metamorfik kayaçların metamorfizma derecelerinin güneye doğru arttığını ifade etmiştir.

Ece ve Çoban (1990), Eskişehir Miyosen göl havzasındaki sepiyolitlerin kökeni incelemişlerdir. Miyosen yaşlı gölsel sedimanter kayaçları karbonatlı kil, killi karbonat, dolomit, jips serileri ve volkanik tuf olarak ayırtlamışlardır.

Çoban (1991), Günyüzü-Kayakent (Eskişehir) bölgesinde yapmış olduğu çalışmada birimleri stratigrafik ayırmış ve burada tabakalı sepiyolitlerin olduğunu, alkalın ve anaerobik koşullarda göl suyundan doğrudan çökeldiğini belirtmiştir.

Umut ve ark. (1991), İç Anadolu Bölgesi'nde Emirdağ Kuzeydoğusu ile Çifteler Güneydoğusu ve Sivrihisar Güneyi'nde yer alan Neojen yaşlı birimlerin, stratigrafisini belirlemek amacı ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmada toplam 25 adet 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Bu 1/25000 lik jeoloji haritaları fotokopi yöntemi ile küçültülerek bölgenin 1/100000'lik jeoloji haritası hazırlanmıştır. Neojen yaşlı birimler ayrıntılı olarak incelenmiş, litostatigrafik olarak ayırtlanarak formasyon ve üye mertebesinde tanımlanmıştır. Sunulan tez çalışmasında Umut ve ark. (1991)'in formasyon adlandırmaları kullanılmıştır.

Karakaş (1992), Ballıhisar-İlyaspaşa (Sivrihisar) bölgesinin jeolojik ve mineralojik açıdan detaylı olarak incelemiştir. Çalışma alanını temsil eden istifi alttan üste doğru Paleozoyik yaşlı eski temel, İlyaspaşa (Alt-Orta Miyosen), Sakarya (Üst Miyosen-Pliyosen) ve Kepen (Pleyistosen) olmak üzere dört formasyona ayırmıştır. Sakarya Formasyonunu dört üyeye ayırmıştır. Bölgedeki sepiyolit oluşumlarını incelemiştir. Jips minerali üzerinden yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre lityum ve titanyum miktarlarının az olması nedeniyle jipsleri oluşturan elementlerin kaynak kayaçlarının volkanik kökenli olmadığını belirtmiştir.

Kibici ve ark. (1993), Sivrihisar-Günyüzü granitoyid kuşağında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, Sivrihisar'ın güneydoğusunda geniş alanda yayılım gösteren kayaçların Mesozoyik yaşlı diyorit, granodiyorit ve granitlerden oluştuğunu, bu kayaçların Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçları kestiğini, Pliyosen yaşlı konglomera, kireçtaşı- marn-kiltaşı- jips, marn- kiltaşı -kireçtaşı ardalı serilerin ise Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayaçları uyumsuz olarak örttüğünü belirtmişlerdir.

Gençoğlu ve İrkeç (1994), Orta Anadolu Neojen Havzası Yukarı Sakarya Kesimi'nin kapsayan detaylı bir çalışma yapmıştır. Bölgenin ayrıntılı stratigrafik, sedimentolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuş ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritaları hazırlamıştır. Bölgedeki sepiyolit yatakları tespit edilip oluşum ortamları yorumlanmıştır.

Karakaş ve Varol (1994), Sivrihisar Neojen havzasındaki gölssel dolomit, dolomitli kilaşları ve jipslerin mineralojik ve jeokimyal açıdan incelemiştir. Petrografik ve mineralojik yöntemlerle belirlenen numunelere ¹⁸O ve ¹³C duraylı izotop analizleri uygulamışlardır. Analiz sonuçlarına göre oluşum koşulları yorumlamışlardır.

Gençoğlu (1996), çalışma alanının kuzeyinde gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında, sepiyolit oluşumlarını mineralojik ve jeokimyasal olarak incelemiş, bölgenin jeolojisi hakkında detaylı çalışma yapmıştır.

Gözler ve ark. (1997)'nin çalışma alanının kuzeyinde gerçekleştirmiş oldukları çalışmasında, Eskişehir'den Polatlı'ya kadar olan bölgenin 1/25.000 ve 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarını hazırlamışlardır. Bölgedeki formasyonlar stratigrafik olarak yaşlandırılmış, stratigrafik, tektonik özellikleri ve ekonomik potansiyeli ortaya konulmuştur.

Karakaş (1997), Sakarya (Çakmak) Formasyonu içerisinde bulunan farklı kristallenme özelliği gösteren jipslerin oluşum ortamlarını duraylı izotoplar yardımıyla değerlendirmiştir.

Temel (2001), çalışma sahasının kuzeyinde yer alan Sivrihisar-Oğlakçı bölgesinde çarpışma sonrası Miyosen alkalin volkanizmasının jeokimyasını ve petrolojisini incelemiştir.

Özsayın (2001), çalışma alanının bir bölümünde (J27b3) içine alan çalışmasında, bölgeyi sedimentolojik, statigrafik, minerolojik ve yapısal unsurlar açısından detaylı incelemiştir.

Boyraz (2004), çalışma alanının kuzeyinde yer alan Mülk-Demirci civarındaki Neojen yaşlı volkanik kayaçların alterasyonu sonucu oluşan kil mineralleşmesini incelemiştir.

[Altay \(2004\)](#), çalışma alanının güneybatısında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, Neojen yaşlı birimler içerisinde yer alan değişik kristal yapılarındaki jips minerallerinin oluşum koşullarını incelemiştir.

[Demiroğlu \(2008\)](#), Günyüzü Havzasının (Eskişehir) hidrojeolojisini ve hidrojeokimyasını çalışmıştır.

[Akıl \(2008\)](#), çalışma alanının güneydoğusuna gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, İnönü-Eskişehir Fay Sistemi içerisinde bulunan Günyüzü-Yeniceoba arasındaki bölümünün yapısal evrimini incelemiştir.

[Zoroğlu \(2009\)](#), çalışma alanının batısında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, Sivrihisar-Günyüzü granadioritlerinin jeolojisini, petrolojisini ve magma kökenini çalışmıştır.

[Kahraman \(2010\)](#), çalışma alanının batısında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, Kayakent ile Sivrihisar (Eskişehir) arasındaki bölgede yer alan Neojen ve daha genç birimlerin jeolojisini ve yapısal evrimini çalışmıştır.

[Demirbilek \(2012\)](#), Günyüzü, Sivrihisar ve Kaymaz (Eskişehir) bölgesindeki sokulum kayaçlarının oluşumlarını detaylı incelemiştir.

[Kırtıl ve Kocaherzen \(2019\)](#), çalışma alanının kuzeydoğusunda gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, bölgede sodyum sülfat Na_2SO_4 arama amacına yönelik prospeksiyon çalışmaları, 1/25000'lik maden jeolojisi haritası ve sondaj çalışmaları gerçekleştirmiştir. Bu kapsamda bölgede gömülü halde ana cevher minerali olarak globerit ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$) ve tenardit (Na_2SO_4) tespit edilmiştir. Ayrıca cevherli seviyelerde manyezit (MgCO_3), jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), polihalit ($\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), blödit ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), hidrogloberit ($\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve halit (NaCl) mineralleride görülmüştür. Yapılan arama çalışmaları sonucunda bölgede ekonomik değere sahip sodyum sülfat (Na_2SO_4) rezervi tespit edilmiştir. Çalışma alanına yakınlığı sebebiyle Kırtıl ve Kocaherzen (2019) tarafından elde edilen bulgular bu tez çalışması için önemlidir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın amacına uygun olarak çalışma yöntemleri; saha, sondaj, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada yürütülmüştür.

2.1. Saha Çalışmaları

Saha çalışmalarına 2023 yılı haziran ayında başlanmıştır. Çalışma sahasının 1/100000'lik jeoloji haritası MTA Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir (Şekil 3.3). Çalışma sahasında daha önce yapılan çalışmalarda tanımlanmış olan formasyonlar ve aralarındaki dikey ve yanal ilişkiler, arazi gözlemleri ve sahadan alınan ölçülü stratigrafik kesitler ile korele edilmiş ve sahada gerçekleştirilen sondajlardan elde edilen verilerle uyumluluğu izlenmiştir. Elde edilen ölçülü stratigrafik kesitlerdeki her litostatigrafik birimin mineralojik, petrografik ve kimyasal bileşimini belirlemek amacıyla örnekleme yapılmıştır. Çalışma sahasından çeşitli lokasyonlardan mineralojik ve jeokimyasal analizler için toplam 18 adet noktasal örnek ve 1 adet su örneği alınmıştır.

2.2. Sondaj Çalışmaları

Çalışma sahası içerisinde MTA Genel Müdürlüğü tarafından bölgede yürütülen “Orta Anadolu Evaporit Havzaları Na-Mg-K Tuzları Araması” projesi yürütülmektedir. Proje kapsamında elde edilen tüm verilerin kullanılabilmesi için kurumdan gerekli izin alınmış olup ilgili yazı EK-1’de paylaşılmıştır. Bu proje kapsamında iki farklı noktada toplam 808 m sondaj çalışması gerçekleştirilmiştir. Sondaj çalışması sonucu elde edilen karotlardan çalışmanın amacına uygun olacak şekilde mineralojik ve jeokimyasal analizler için toplam 53 adet örnek alınmıştır.

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Saha çalışmaları esnasında yapılan ölçülü stratigrafik kesitlerden, sondaj karotlarından ve nokta örnekleme olarak toplanan sert kayaçlardan ince kesitler hazırlanarak, alttan aydınlatmalı polarizan mikroskopta incelenmiş, mineralojik ve petrografik çalışmalar yapılmıştır. İnce kesitler MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji Petrografi Araştırmaları Koordinatörlüğü Numune Hazırlama Laboratuvarında hazırlanmıştır. Örnekler kayaç kesme cihazı ile uygun boyutlarda kesilerek 28x48x1 mm ebatlarındaki lam üzerine araldit ile yapıştırılmıştır. Hazırlanan örnekler uygun incekesit boyutu olan 30 µm

boyutuna Struers Discoplan marka vakumlu incekesit cihazı kullanılarak inceltirilmiştir. İnceltilen kesitin üzeri aynı kesitlerden SEM analizleri de gerçekleştirileceği için lamel ile kapatılmadan üzeri açık şekilde bırakılmıştır. Hazırlanan incekesitin mikroskopik incelemesi Leica DM 2700P polarizan mikroskop altında yapılarak kayacın dokusu, mineralojik bileşimi, minerallerin şekil, tane boyu, kırık ve çatlak içeriği, dolgu durumu belirlenerek kayacın türü belirlenerek isimlendirilmesi yapılmıştır.

Pekişmemiş kayaç ve kil yoğunluklu örneklerin mineralojik bileşimlerinin belirlenmesinde, X-Işınları difraktometresi (XRD) kullanılmıştır. Numuneler XRD analizleri için, aynı laboratuvarında diskli öğütücüde öğütülerek 60 mikronluk eleklerden geçirilmiştir. Hazırlanan toz numunelerin tüm kayaç XRD analizleri, MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Başkanlığına bağlı Mineraloji Petrografi Araştırmaları Laboratuvarları bünyesinde bulunan Panalytical Empyrean marka cihazda 4°-70° 2 θ aralığında, 0,039° adım aralığında, 0,0030 s adım başına ölçüm zamanı şartlarında çekimleri gerçekleştirilmiştir. Kil ağırlıklı örneklerden kil minerallerinin türünü belirlemek amacıyla XRD detay kil analizleri gerçekleştirilmiştir. XRD detay kil analizleri için numunelerden süspansiyon yöntemi ile kil mineralleri zenginleştirilerek dört adet preparat hazırlanmıştır. Bu preparatlar havada kurutulmuş, etilen glikol ile doyurulmuş, 350°C ve 550°C fırınlamış şekilde hazırlanarak aynı cihazda 4°-30° 2 θ aralığında, 0,039° adım aralığında, 0,0030 s adım başına ölçüm zamanı şartlarında çekimler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen difraktogramların tanımlamaları [Brindley ve Brown \(1980\)](#)'e göre yapılmıştır.

Kil mineralleri ile bunlara eşlik eden diğer minerallerin morfolojik, dokusal ve diyajenetik özelliklerinin açığa çıkarılması amacıyla, Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) analizleri yapılmıştır. SEM analizleri için üzeri açık şekilde ince kesit üzerine yapıştırılan numuneler Leica EM ACE 200 marka karbon kaplama cihazında yüzeyleri karbon ile kaplanmıştır. Kayaç parçaları ise Electron Microscopy Sciences (EMS) marka altın-paladyum kaplama cihazında yüzeyleri kaplanmıştır. Kaplaması yapılan numunelerin SEM analizleri, MTA Genel müdürlüğü Mineraloji Petrografi Araştırmaları bünyesinde bulunan FEI INSPECT F50 model FEG filamentli cihaz ile BSE (Back-Scattered Electron) ve SE (Secondary Electron) dedektörler kullanılarak 20.000 kV voltaj altında 9.5 mm çalışma uzaklığı ile görüntü alma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca

bu numunelerin noktasal yarı kantitatif elementel bileşimleri Enerji Yayılımlı Spektrum (EDS) yardımıyla belirlenmiştir.

Örneklerin jeokimyasal analizleri MTA Analiz Laboratuvarları Koordinatörlüğü bünyesindeki laboratuvarlarda yapılmıştır. Majör oksit analizleri Thermo XRF Perform X marka cihazda yapılmıştır. Stronsiyum analizi ICP-OS Thermo 7000 marka cihazda yapılmıştır. Karbon-kükürt analizleri ise LECO CS-744 marka karbon-kükürt tayin cihazında yapılmıştır.

2.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları esnasında; saha çalışmaları, MTA Genel Müdürlüğü tarafından bölgede gerçekleştirilen sondaj çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Sahadan alınan numunelerin haritaya işlenmesinde Google Earth Pro programı kullanılmıştır. Çalışma sahasının MTA'dan temin edilen jeoloji haritalarının revizyonu ve ölçülü statigrafik kesit (ÖSK) çizimlerinde Corel Draw x5 programı kullanılmıştır.

Çalışma sahasında, iki noktada gerçekleştirilen sondaj karotlarından elde edilen tanımlama verilerinden faydalanılmış, LogPlot7 programı kullanılarak detaylı ve basit kuyu logları oluşturulmuştur.

XRD difraktogramlarının hazırlanmasında ve sonuçlarının değerlendirilmesinde High Score Plus programı kullanılmıştır. Elde edilen difraktogramlar, American Standart for Testing Material (ASTM 1972) kartoteksi esas alınarak Hanawalt metoduna ([Hanawalt ve Rinn, 1936](#)) göre değerlendirilmiştir.

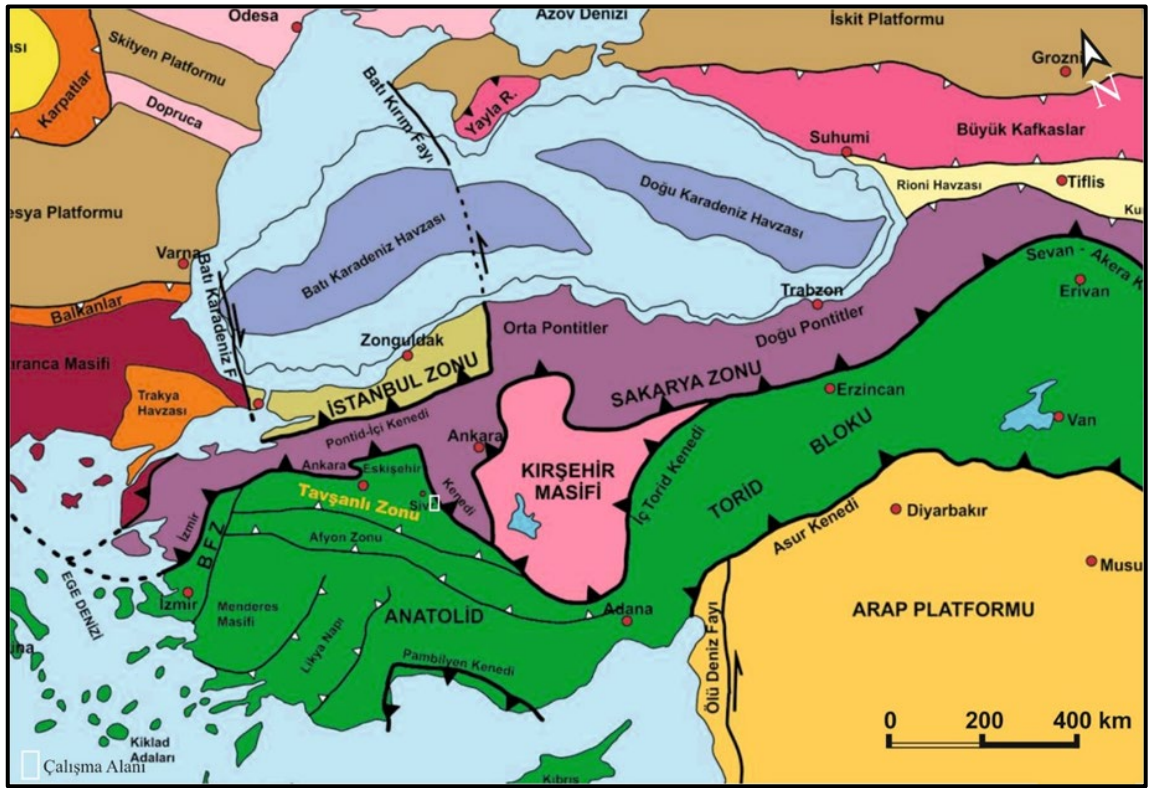
Jeokimyasal analizlerin sonuçları, Geochemical Data Kit (GDKkit 2.2) programı kullanılarak oluşturulan diyagramlar yardımı ile yorumlanmıştır.

Büro çalışması kapsamında tüm bu veriler derlenip yorumlanarak tez yazım işlemi gerçekleştirilmiştir.

3. GENEL JEOLJİ

3.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma sahası, Türkiye Paleotektonik Haritası'nda (Şekil 3.1), kuzeyde Sakarya Zonu ile güneyde Anatolid-Torid bloğunun arasında kalan ve Anatolid-Torid Bloğunun kuzey ucundaki Tavşanlı Zonu içerisinde yer almaktadır (Okay ve Tüysüz, 1999). Tavşanlı Zonu karmaşık tektonik özellikler gösteren bir bölge halini almıştır. Anatolid-Torid Bloğunun kuzeyinde yer alan zon, bu bloğun Kretase'de yüksek basınç-düşük sıcaklık koşullarında metamorfizma geçirmiş kesimine karşılık gelir (Okay, 2011).



Şekil 3.1. Türkiye Tektonik Haritası (Okay ve Tüysüz, 1999)

Bölgesel ölçekte yapılmış çalışmalar, çalışma sahası ve çevresinin Orta Miyosen-Pliyosen döneminde geniş yayımlı alkalın ve sülfat içeren göllerle kaplı olduğunu gösterir (Ece ve Çoban 1990). Bu göller, Arap Platformunun Anadolu levhasına doğru itilmesi ve bunun sonucunda Ege Bölgesi'nin genişlemesi ile ilişkili olarak oluşmuştur. Bölgenin, Miyosen'de tektonik kontrollü, dağarası, volkanosedimanter havza karakterinde olduğu belirtilmiştir (Karakas, 1992; Gençoğlu ve İrkeç, 1994).

Tektonizmanın etkinliğinin olmadığı veya az etkili olduğu Miyosen döneminde gösel ve evaporitik gösel sedimanter kayalar olarak tanımlanan, killi karbonat, karbonatlı kil, dolomit, jips serileri ile bunlara ara katkılı olarak yer yer eşlik eden tüfler gözlenir. Tektonizmanın daha etkin olduğu Pliyosen döneminde ise evaporitik gösel çökellerle geçişli, akarsu-göl birliğini temsil eden kırıntılı birimler depolanmıştır (Gençoğlu, 1994; Ece ve Çoban, 1994).

Çalışma konusunu oluşturan Neojen yaşlı birimler, alttaki birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelir. En üstte ise Kuvaterner yaşlı genç çökeller alttaki daha yaşlı birimler ile uyumsuz olarak bulunur (Umut ve ark., 1991).

3.2. Stratigrafi

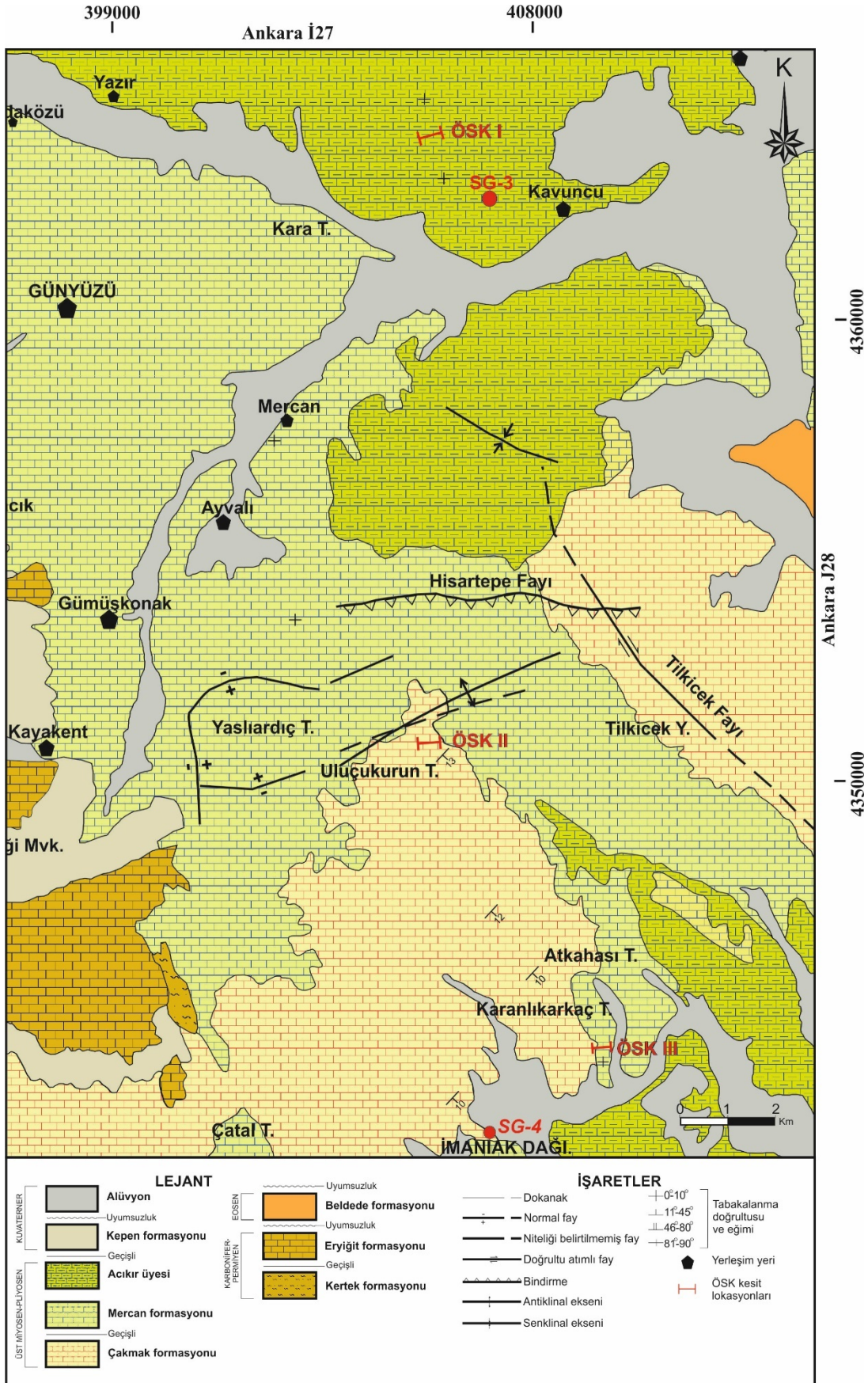
Çalışma sahası ve çevresi ile ilgili farklı jeolojik çalışmalar bulunmaktadır. Yöredeki Neojen birimlerinin ayrıntılı stratigrafik ve sedimentolojik incelenmesi ilk kez Umut ve ark. (1991) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmayı Karakaş (1992) ve Gözler ve ark. (1997) tarafından yapılan çalışmalar izlemiştir. Bu çalışmalarda özellikle Neojen birimleri detaylı incelenerek litostratigrafik olarak tanımlamalar yapılmıştır. Bu tez çalışmasının gerçekleştirildiği çalışma sahasını da içine alan bölgede, çok geniş bir alanda yayılım gösteren Neojen birimlerinde, MTA Genel Müdürlüğü tarafından endüstriyel hammadde arama amaçlı detay sondajlar yaparak önemli veriler elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasının yapıldığı alan ve çevresinde, gerek saha gözlemleri gerekse sedimanter birimlerdeki yanal ve düşey dağılımları dikkate alınarak, MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/25.000-1/100.000'lik jeoloji haritaları kullanılarak, Umut ve ark. (1991) tarafından yapılan litofasiyes tanımlamaları esas alınmıştır (Şekil 3.2-3.3).

Çalışma sahasındaki Neojen yaşlı birimlerin tabanında yer alan Paleozoyik yaş aralığındaki şist, gnays, mermer ve kuvarsitlerden oluşan birimler, Neojen öncesi temel kaya olarak verilmiştir.

PALEOZOYİK		SENOZOYİK		TERSİYER			KUVATERNER		SİSTEM	
KARBONİFER-PERMIYEN		PALEOJEN		NEOJEN					DEVİR	
KERTEK		EOSEN		Üst Miyosen-Pliyosen			Pleyistosen		SERİ	
ERYİĞİT		BELDEDE		MERCAN			KEPEN		FORMASYON	
		SIVRIHISAR GRANİTOYİDİ		ÇAKMAK			BALLIHSAR		ÜYE	
				Acıkır					KALINLIK	
				~400					KAYA TÜRÜ	
				~200					TANIM	
									Alüvyon, Taraça	
									Kepen Formasyonu: Kırmızı, kahverengili çakıltaş, çamurtaş	
									Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi: Beyaz, gri, yeşil, kahve, sarı renkli marn ve jips araldanması.	
									Mercan Formasyonu: Beyaz, gri renkli ince-orta-kalın katmanlı, çörtlü kireçtaşı, marn ve yeşil renkli yer yer turba ara katkılı kil.	
									Çakmak Formasyonu: Beyaz, gri orta-kalın katmanlı çörtlü kireçtaşı, beyaz, boz, kahve renkli marn çakıltaş, jips ve turba arakatlı.	
									Beldede Formasyonu: Yeşil marn, kırmızı kireçtaşı, çakıltaş ve kumtaş (bol Nummulitli).	
									Sivrihisar Granitoyidi: Pegmatit, apilit ve diyabaz daykları tarafından kesilen granadiyoridler.	
									Eryiğit Formasyonu: Gri, beyaz, siyah renkli, ince-orta-kalın katmanlı yer yer dolomitik kristalize kireçtaşı	
									Kertek Formasyonu: Kuvarsit mercekleri ile gri-koyu gri renkli eklemlili ve lineasyonlu sakkarodid dokulu kristalize kireçtaşı ara tabakaları içeren, gri-kahverengi mikaşist, kuvars-kalsit-mikaşist, şist vb.	

Şekil 3.2. Çalışma sahasının geliştirilmiş stratigrafik kesiti (Umut ve ark., 1991) (Ölçeksizdir).



Şekil 3.3. Ankara J27 paftası üzerinde ÖSK ve sondaj noktalarının gösterilmesi (Tunçdemir, 2022).

3.2.1. Neojen Öncesi Birimler (Temel Kayalar)

Çalışma sahasında Neojen öncesi birimler, [Umut ve ark. \(1991\)](#) tarafından Kertek Formasyonu, Eryiğit Formasyonu ve Beldede Formasyonu olarak ayrılanmıştır ([Şekil 3.2](#)).

3.2.1.1 Kertek Formasyonu (Pzsk)

Çalışma sahasında, gri, kahverengi mikaşist, kuvars-kalkşist-mikaşist ve kuvarsitlerden oluşan birim Kertek Formasyonu olarak adlandırılmış olup adını Sivrihisar batısında yer alan Kertek Mahallesinden alır. Birim, Kuzören Mahallesi'nin güneyinde ve Uluoyuk Tepede mostra vermektedir ([Şekil 3.4](#)).



Şekil 3.4. Kertek Formasyonu (Pzsk) uydu görüntüsü (Maps Data: Google, ©2024, CNES / Airbus, Maxar Technologies).

Metamorfik kayaların egemen olduğu birim, gnays, granatşist, biyotitşist, ara katkılı ince kuvaşşist, kalkşist, kristalize kireçtaşı ve mermerlerden (atlas mermeri) oluşmaktadır. Formasyonun taban seviyesi gözlenememiş olup üzerindeki Eryiğit Formasyonu ile geçişli dokanak özelliği göstermektedir ([Umut ve ark., 1991](#); [Kibici ve ark., 1998](#); [Demiroğlu, 2008](#)) ([Şekil 3.5](#)).

Kertek Formasyonu'nun yaşımı, [Umut ve ark. \(1991\)](#) olasılıkla Paleozoyik olarak belirtmiştir. [Erişen \(1974\)](#) ise, Afyon civarında yapmış olduğu çalışmalara dayanarak

benzer birimlerin yaşının Karbonifer-Permiyen olabileceğini ve metamorfizma yaşının ise Paleozoyik sonu veya Mesozoyik başı olabileceğini belirtmiştir.



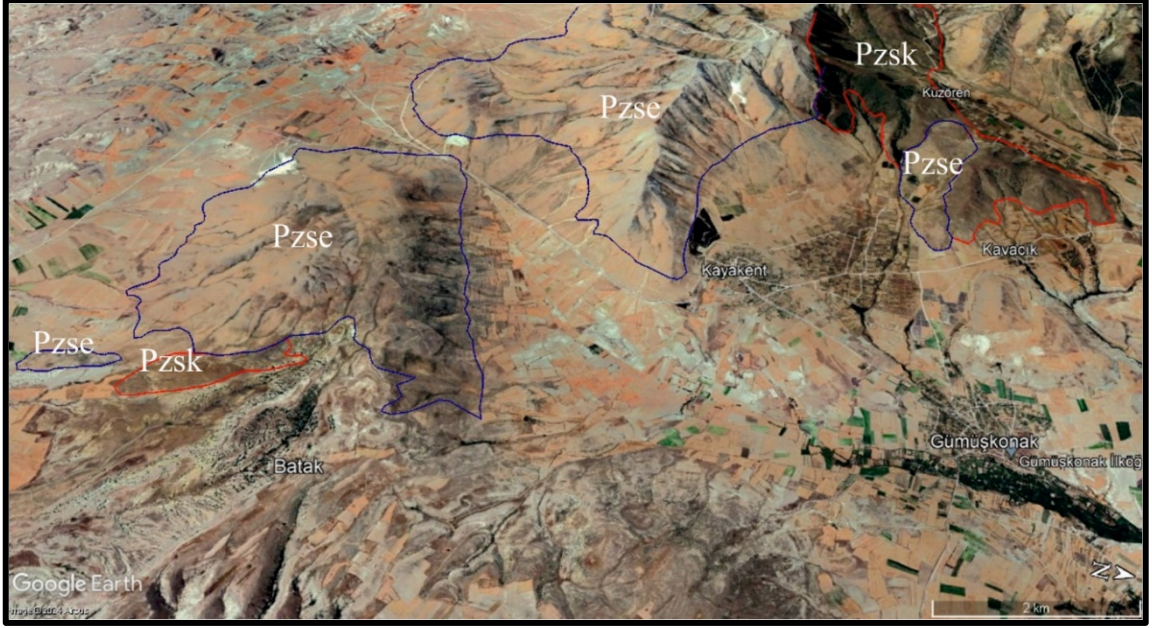
Şekil 3.5. Kertek Formasyonu (Pzsk) ile Eryiğit Formasyonu (Pzse) dokanağının arazi görüntüsü (Kara ve ark., 2017).

3.2.1.2. Eryiğit Formasyonu (Pzse)

Çalışma sahasında, beyaz, açık gri, gri ve siyah renkli, ince-orta-kalın katmanlı, kristalize, yer yerde dolomitik kireçtaşlarından oluşan birim, Eryiğit Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.6). Eryiğit Formasyonu, temel olarak mermerlerden oluşmaktadır. Formasyon adını en iyi görüldüğü Kayakent Güneybatısı'ndaki Eryiğit Dağı'ndan almıştır (Umut ve ark., 1991; Demiroğlu, 2008). Birim, Kayakent güneybatısında yer alan Eryiğit Dağı'nda ve Kayakent güneyinde mostra vermektedir.

Eryiğit Formasyonun bazı kesimlerinde breşik yapılar görülür. Demiroğlu (2008), bu breşik yapıların muhtemelen Eskişehir fay zonunda yer alan tali faylar üzerindeki karstik boşluklarda biriken kireçtaşlarının yeniden çözünme ve tekrar kalsit çökelişi ile oluşmuş olabileceğini belirtmiştir. Eryiğit Formasyonu, Kertek Formasyonu üzerine düşey geçişli olarak gelir (Şekil 3.7).

Umut ve ark. (1991), Eryiğit Formasyonunun yaşının Kertek Formasyonu ile geçişli olmasından dolayı, Paleozoik, Erişen (1974) ise Karbonifer-Permiyen ya da Mesozoyik olabileceğini belirtmişlerdir.



Şekil 3.6. Eryiğit Formasyonu (Pzse) uydu görüntüsü (Maps Data: Google, ©2024, CNES / Airbus, Maxar Technologies).



Şekil 3.7. Eryiğit Formasyonu ile Kepen Formasyonu dokanağının arazi görüntüsü (Kara ve ark., 2017).

3.2.1.3. Sivrihisar Granitoyidi

Sivrihisar Granitoyidi, çalışma sahasının içerisinde yer almamasına rağmen bölge jeolojisi açısından önemlidir. Bölgede Sivrihisar Metamorfitlerini kesen Neojen yaşlı birimler tarafından örtülen plütonik kayalar Sivrihisar Granitoyidi olarak incelenmiştir (Şekil 3.8). Birim, Erdinç (1978) tarafından Sivrihisar Pülütöniti, Kibici ve Güneş (1995)

tarafından ise dört plütonik kütleyle ayrılarak; Kadıncık Graniti, Karacaören Graniti, Dinek Granitporfiri, Tekören Graniti isimleri altında incelenmiştir.

Sivrihisar Granitoidi oluşum yaşı için, farklı çalışmalarda farklı yaşlar verilmiştir. Bunlardan [Gautier \(1984\)](#), zirkon mineraline göre 90.8 ± 2.14 My yaşını verirken, [Sherlock ve ark. \(1999\)](#), $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ izotoplarına göre 53 ± 3 My Eosen yaşını vermiştir.

Ayrıca [Okay \(2011\)](#), yapmış olduğu çalışmada, Tavşanlı Zonu içerisine sokulmuş genellikle granitoyit bileşimli, hornblend ve biyotit içeren, Erken-Orta Eosen yaşlı çok sayıda plütonlardan bahsetmektedir.



Şekil 3.8. Sivrihisar Granitoidinin arazi görünümü (Kadıncık Köyü) ([Kara ve ark., 2017](#))

3.2.1.4. Beldede Formasyonu (Pgeb)

Çalışma sahasının doğusunda yer alan ve çok sınırlı bir alanda mostra veren, yeşil renkli marn ve kırmızı renkli kireçtaşı ile çakıltaşı ve kumtaşından oluşan birim, Beldede Formasyonu olarak adlandırılmıştır ([Şekil 3.9-3.10](#)) ([Ünalın ve ark., 1976](#)). Beldede Formasyonu, [Çiner ve ark., \(1993\)](#) tarafından örgülü delta karmaşığı olarak tanımlanmıştır. Formasyon sadece, çalışma sahasının doğusunda yer alan Yeşilkaya Mahallesi kuzeydoğusundaki Karatepe'de mostra vermiştir.

Beldede Formasyonu, çakıltaşı, kumtaşı ve kumlu marn ardalanmasından oluşur. Çakıltaşları ve kumtaşları kötü boylanmalı olup, kumtaşlarında çapraz tabakalanma gözlenir (Ünalın ve ark., 1976). Birim, üzerinde yer alan Neojen ve Kuvaterner yaşlı birimler tarafından uyumsuzlukla örtülmüştür.

Umut ve ark. (1991) tarafından formasyondan alınan örneklerden elde edilen fosiller, formasyon yaşının Üst Lütesiyen (Orta Eosen) olabileceğini göstermektedir.



Şekil 3.9. Beldede Formasyonu (Pgeb) uydu görüntüsü (Maps Data: Google, ©2024, CNES / Airbus, Maxar Technologies).



Şekil 3.10. Beldede Formasyonu (Pgeb) arazi görünümü (Anonim, Erişim Tarihi: 13.02.2024).

3.2.2. Neojen Birimleri

Bu tez çalışmanın konusunu da teşkil eden Neojen yaşlı birimler, çalışma sahasının büyük bölümünü oluşturmaktadır. Çalışma sahasında Neojen yaşlı birimler Çakmak Formasyonu, Mercan Formasyonu ve Ballıhisar Formasyonu'nun Acıkır Üyesi ile temsil edilmektedir (Şekil 3.11).

SİSTEM	DEVİR	SERİ	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK	KAYA TÜRÜ	TANIM
TERSİYER	NEOJEN	Üst Miyosen-Pliyosen	ÇAKMAK				Çakmak Formasyonu: Beyaz, gri orta-kalın katmanlı çörtlü kireçtaşı, beyaz,boz, kahve renkli marn çakıltası, jips ve turba arakatlı.
			MERCAN				Mercan Formasyonu: Beyaz, gri renkli ince-orta-kalınkatmanlı, çörtlü kireçtaşı, marn ve yeşil renkli yer yer turba ara katkılı kil.
			BALLIHSAR	Acıkır	~70		Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi: Beyaz, gri, yeşil, kahve, sarı renkli marn ve jips araldanması.
KUVATERNER		Pleyistosen	KEPEN			Alüvyon, Taraça	Kepen Formasyonu:Kırmızı, kahverengili çakıltası, çamurtaşı

Şekil 3.11. Çalışma sahasındaki Neojen ve daha genç birimlerin stratigrafisi (Umut ve ark., 1991)

3.2.2.1. Çakmak Formasyonu

Çalışma sahasında beyaz, gri renkli, orta-kalın katmanlı, çörtlü kireçtaşı ile beyaz, yeşil, kahve renkli marn, çakıltası, jips ve turba arakatlı birim, Çakmak Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.12) (Umut ve ark., 1991). Birim, adını Günyüzü

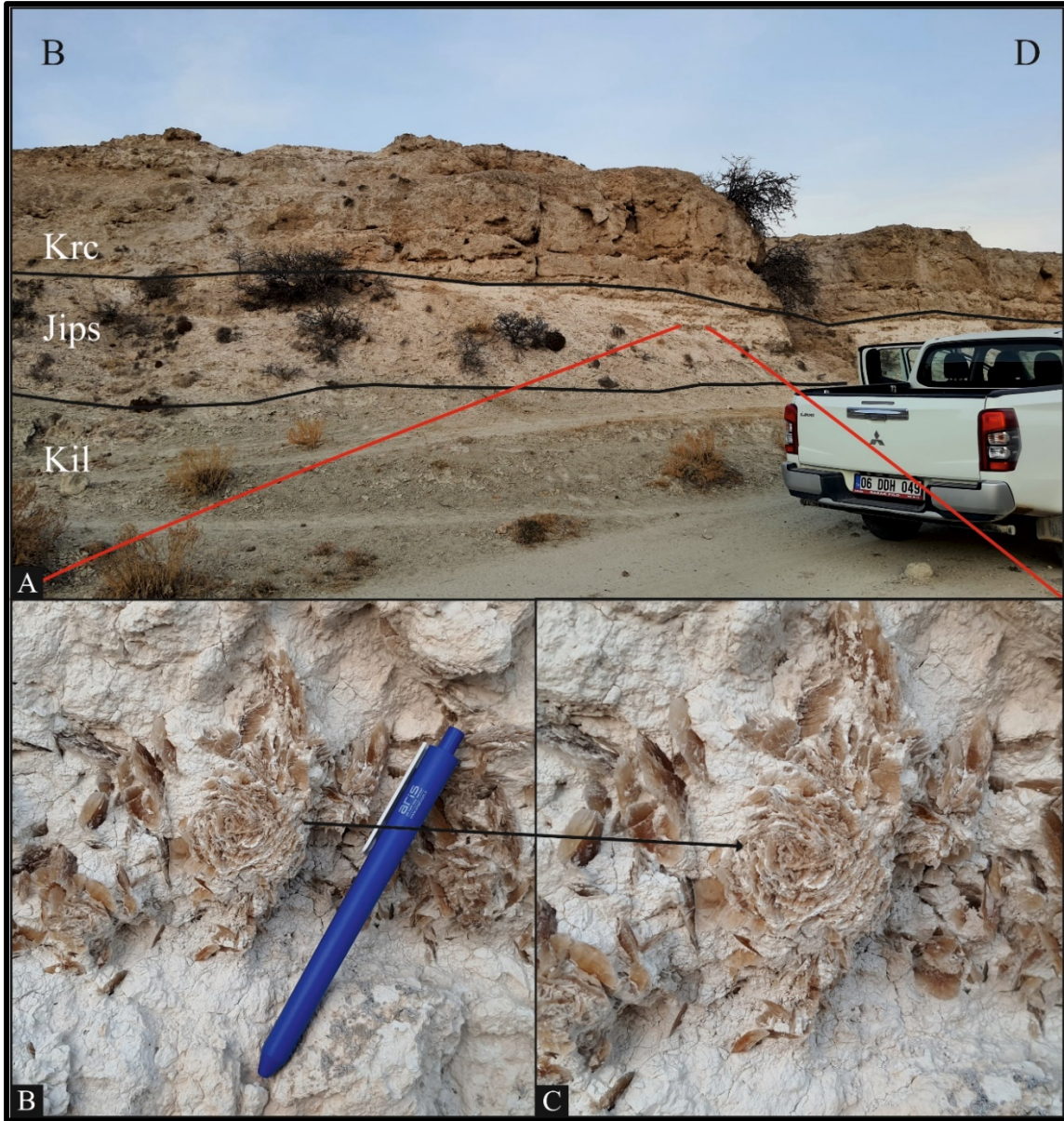
güneydoğusunda yer alan Çakmak Mahallesinden alır. Bu birim, [Karakaş \(1992\)](#) tarafından Sakarya Formasyonu olarak tanımlanmış; Jips Üyesi, Alt Kireçtaşı Üyesi, Killi Dolomit Üyesi ve Üst Kireçtaşı Üyesi olmak üzere dört üyeye ayrılmıştır.

Çakmak Formasyonu'nun üzerine, İmanınak Dağ'da Mercan Formasyonu uyumlu olarak gelir. Yashıardıç Tepe ile Kadıkümbeti Tepe arasında Çakmak Formasyonu ile Mercan Formasyonu yanal geçişlidir. Birim altında bulunan temel kayaları uyumsuzlukla örterken, Neojen yaşlı birimlerle yanal-düşey geçişlidir. Kuşaklıbayır civarındaki masif ve tabakalı jipsler, İnüstü tepedeki jipsli dolomitlerle, jipsli dolomitler ise killi dolomitler ile kamalanma şeklinde geçişler gösterir. Kepen Formasyonu üzerine açısız uyumsuz olarak gelir. Kuvaterner yaşlı birimler, Çakmak Formasyonunu uyumsuzlukla örter ([Umut ve ark., 1991](#); [Karakaş 1992](#))



Şekil 3.12. Çakmak Formasyonu arazi görünümü (Çakmak Mahallesi doğusu. Bakış yönü batıdan doğuya)

Çakmak Formasyonundaki beyaz renkli birim içerisinde, kırmızı renkli kırlangıç kuyruğu, jips gülü ve merceksi şekilde kristallenmiş jipslere rastlanmıştır ([Şekil 3.13](#)). Bu jips oluşumları, [Karakaş ve Varol \(1994\)](#) tarafından çatlak dolgusu şeklinde gelişen veya serbest büyüme formunda saçılmış jips kristalleri şeklinde oluşmuş olabileceği belirtilmiştir. Kalınlığı yaklaşık 400 m olan birim İlyaspaşa kuzeydoğusundan başlar; Çakmak, Yeşilkaya ve Ayvalı'ya kadar geniş bir alanda yayılım gösterir ([Umut ve ark., 1991](#)).



Şekil 3.13. a) Çakmak Formasyonuna ait yeşil renkli karbonatlı kil (Kil), beyaz renkli karbonat hamuru içinde jips kristalleri içeren (Jips) ve kırmızımsı renkli kireçtaşı birimleri (Krc), b) Beyaz renkli dolomit içerisinde çatlak dolgusu veya serbest büyüme biçiminde oluşmuş jips güllü ve kırlangıç kuyruğu şeklinde kristallenen jips mineralleşmesi, c) gül şeklinde kristallenen jipslerin yakın görüntüsü. (Çakmak Köyü doğusu)

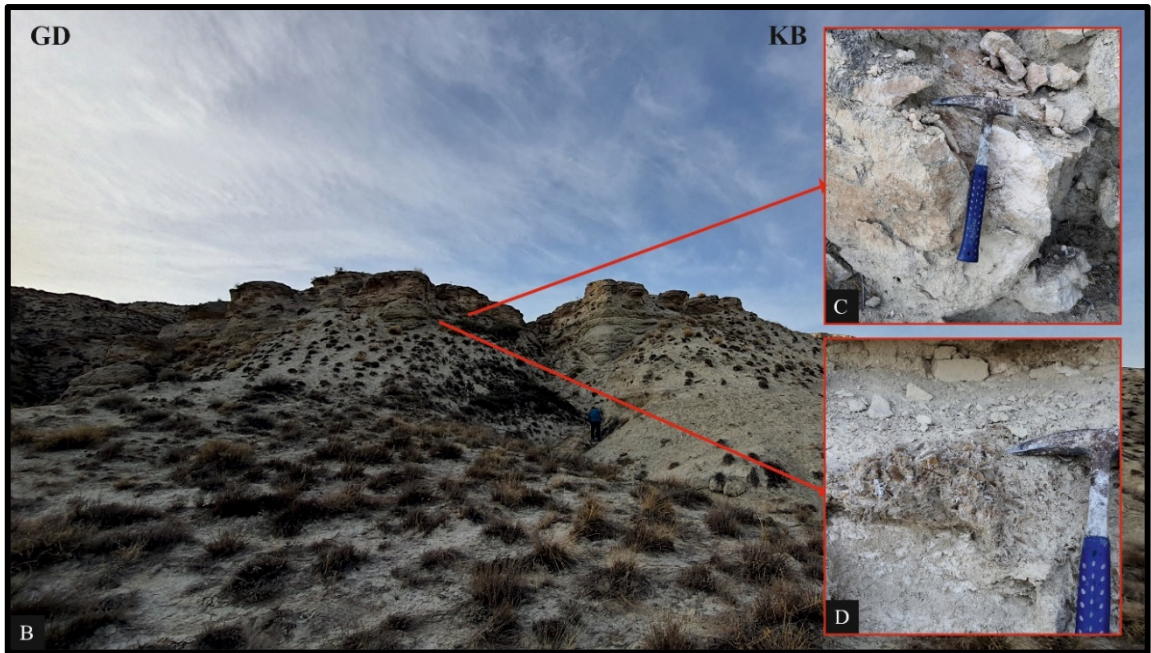
Çakmak Formasyonunda batıdan doğuya gidildikçe bazı değişiklikler gözlenir. Batıda hâkim litolojiyi çörtlü kireçtaşları oluştururken, doğuya doğru bunlar incelirler ve litolojiyi jipsli kil ve marnlar oluşturur (Şekil 3.14-3.15). Tilkicek Yaylasının güneyinde yeşil renkli killer ile başlayan birimin alt kısımlarında ise ince çört bantları ve 35 cm

kalınlığında linyit damarı görülmektedir. Jips arakatkıları, yeşil renkli kil ve beyaz renkli marn ardalanmasının üzerinde kalınlığı 10 m kadar olan çörtlü kireçtaşı katmanı yer alır (Umut ve ark., 1991; Karakaş, 1992).

Çakmak Formasyonu'nun yaşı, Tilkicek Yayla civarından alınan numunelerden elde edilen fosillere göre Geç Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir. Ancak bu yaş aralığının çok geniş olması ve formasyonun stratigrafik konumu göz önüne alındığında formasyon için geç Miyosen yaşının daha uygun olduğu belirtilmiştir (Umut ve ark., 1991).



Şekil 3.14. Çakmak Formasyonu kireçtaşı blokları (Çakmak Köyü güneyi)



Şekil 3.15. Çakmak Formasyonu jipsli-killi-marnlı birimler (Çakmak Köyü batısı İmadüzü mevkiindeki). (c) Masif jips oluşumları. (d) Dolomit içerisinde jips gülü şeklinde gelişmiş jips kristalleri.

[Karakas ve Varol \(1994\)](#) ise bu formasyondaki marnlı birimlerden aldığı örneklerde ostrakodlardan başlıca *Candona neglecta* Sars, *Candona cf. angulata* Mueller ve *Candona cf. compressa* (Koch) fosillerini tespit etmiştir. Marnlı dolomitlerde başlıca *Pityosporites* spp., *Tricolporopollenites* spp., ve *Periporopollenites multiporatus* polenlerine rastlamıştır. Kireçtaşında ise gastropodlardan *Gyraulus radmanesti* Fuchs, *Coretus sulekianus* Brusina, *Bulimus* sp., *Hydrobia* sp., *Pisidium* sp., *Valvata* sp. fosillerini tespit etmiştir. Bu veriler ışığında tüm birimin yaşı Üst Miyosen-Pliyosen olarak belirlemiştir.

Çakmak Formasyonun alt kısımlarında görülen linyitler çökelenin bataklık koşulları ile başladığını; kil, marn ve kireçtaşı araldanması ve jips oluşumları da çökelim sırasında kurak evrelerin yaşandığını ve buharlaşmanın oldukça arttığını gösteren bulgular olarak değerlendirilebilir. Formasyon içerisindeki çakıltaşının varlığı ise, karadan gelen malzemenin egemen olduğu evreleri karakterize eder ([Umut ve ark., 1991](#)).

3.2.2.2. Mercan Formasyonu

Çalışma sahasında beyaz, gri renkli, ince-orta-kalın katmanlı kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, marn, kiltası araldanması ve yer yer turba ara katkılarından oluşan birim, Mercan Formasyonu olarak adlandırılmıştır ([Umut ve ark., 1991](#)) ([Şekil 3.16](#)). Birim adını, Günyüzü İlçesinin güneydoğusunda yer alan Mercan Mahallesinden alır. Çalışma sahasının büyük bölümünde mostra veren formasyon, Hamamkarahisar, Gecek, Kayakent, Mercan, İlyaspaşa, Ayvalı, Çardaközü ve Kavuncu Güneydoğusu'nda izlenir. Aynı birimler [Karakas \(1992\)](#) tarafından İlyaspaşa Formasyonu, [Kibici ve ark. \(1998\)](#) tarafından ise Günyüzü Formasyonu olarak adlandırmıştır.

Mercan Formasyonu'nu oluşturan kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, marn ve kiltası araldanlı kireçtaşları; beyaz, gri renkli, ince-orta-kalın katmanlıdır. Çörtler, kireçtaşları arasında bant veya yumrular şeklinde bulunur. Kiltaları yeşil, beyaz renkli, masif görünümlüdür. Marnlar ise beyazımsı ve yeşilimsi renklerde gözlenir. Turba seviyeleri istifin alt kısımlarındaki kiltası ve marnlar arasında yer alır. Kireçtaşları bol fosillidir. Birim güneyden kuzeye doğru gittikçe kalınlaşır ([Umut ve ark., 1991](#)). Gümüşkonak civarında jeotermal arama çalışması kapsamında gerçekleştirmiş oldukları sondaj çalışması neticesinde, formasyon kalınlığının 600 m olduğunu belirtmişlerdir ([Kara ve ark., 2017](#)).



Şekil 3.16. Mercan Formasyonunu oluşturan birimlerin arazi görünümü

Mercan Formasyonu, Çakmak Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir (Şekil 3.11). Atkanası Tepe, Karanlıkarkaç Tepe civarında Çakmak Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir (Umut ve ark., 1991).

Mercan Formasyonun yaşı, Umut ve ark. (1991) tarafından alınan kireçtaşı ve marn örneklerinde, ostracodlardan *Planorbarius corneus* (Linnaeus), *Stagnicola (stagnicola) palustris* (O. F. Mililer) fosillerini tespit etmiş ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı olarak belirtilmiştir. Karakaş (1992) çalışmasında, bölgeden aldığı örneklerde herhangi bir paleontolojik veri elde edilemediğini, ancak üstündeki birimlerinin yaşının Üst Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmesinden dolayı bu formasyonun yaşının Alt-Orta Miyosen olabileceğini ileri sürmüştür.

Mercan Formasyonu, Çakmak Formasyonu'na göre daha derin bir ortamda çökelmiştir. Alt kısımlarında görülen turba ve linyit oluşumları bataklık ortamı koşullarının, daha sonra izlenen kireçtaşı marn ardalanması da gölsel koşulların geliştiğini göstermektedir. Kireçtaşı-jips ardalanması zaman zaman gölün bir tuz gölüne dönüştüğünü göstermektedir. Mercan Formasyonu, korniş yapan tüm tepelerin genelde en üst kesimlerini oluşturur ve bununda üzerine gölün kuruma evresine karşılık gelen kırmızı renkli ince bir seviye gelir (Umut ve ark., 1991). Akdeniz bölgesinde Messiniyen döneminde yaşanan kuraklık krizi ile Mercan Formasyonunun temsil ettiği göls seviyelerinin eş yaşlı olduğu düşünülmektedir (Demiroğlu, 2008).

3.2.2.3. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi

Çalışma sahasının kuzeyinde izlenen beyaz, gri renkli kireçtaşı, marn ile yeşil, kahverengi, sarı renkli kil ve yer yer jips ara katkılarından oluşan birim, Ballıhisar

Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Umut ve ark., 1991) (Şekil 3.17). Birim, adını Sivrihisar İlçesinin güneyinde yer alan Ballıhisar Mahallesinden alır. Umut ve ark. (1991), Ballıhisar Formasyonunu Aktaş Üyesi, Acıkır Üyesi, Eminekin Üyesi, Akbayır Üyesi, Kireçtaşı Üyesi ve Binelek Üyesi olmak üzere 6 üyeye ayırarak incelemiştir. Çalışma sahasında sadece Acıkır üyesi yer almaktadır.

Umut ve ark. (1991), birim içinde saptanan *Cyprideis cf. torosa* (JONES) *Cyprideis cf. heterostigna* (REUSS) *Cyprideis sp.* *Bakünella sp.* fosillerine göre birimin yaşının Üst Miyosen-Pliyosen olarak belirtmiştir.

Birim tümü ile gösel bir oluşumdur. Karbonatlar nispeten daha derin bir ortamda, jipsler ise buharlaşmanın yüksek oranda olduğu dönemde sığ su koşullarında çökelmiştir. Marnlar ise, karadan gelen malzemenin hakim olduğu dönemlerde oluşmuştur (Umut ve ark., 1991).

Beyaz, gri renkli marn ve kireçtaşı yeşil, kahverengi, sarı renkli kil ile jips ara katkılarından oluşan birim Acıkır Üyesi olarak adlandırılmıştır (Umut ve ark., 1991). Acıkır Üyesi Kavuncu Yaylası, Yazır, Aktepe, Mercanın ve Sakarya Nehrinin güney kıyıları boyunca izlenir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Kavuncu Mahallesinin yaklaşık 3 km kuzeybatısında Acıkır Üyesinin arazi görünümü.

Acıkır Üyesi yaklaşık 20 m kalınlığındadır. Çalışma sahasında doğudan batıya doğru litolojide bazı farklılıklar gözlenir. Birim, batı kesiminde beyaz renkli marn ve beyaz gri renkli, ince orta katmanlı gastrapodlu kireçtaşları ile jips ara katkılı seviyelerden oluşurken, doğu kesiminde ise kahverengi, yeşil, sarı renkli kil, beyaz renkli marn ve kireçtaşı ardalanması ile jipslerden oluşur. Mercan formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir (Umut ve ark., 1991) (Şekil 3.11).

Acıkır Üyesi'nin en iyi izlendiği yerlerden biri olan Kartallık Tepe mevkiinde (Şekil 3.3), ölçülü statigrafik kesit hazırlanmış (ÖSK-I), detay çalışmalar için; mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analizler için örnekler alınmıştır.

MTA Genel Müdürlüğü tarafından bölgede gerçekleştirilen arama projesi kapsamında, UTM (ED50) 36S 406753 4362492 koordinatında yapılan SG-3 nolu sondajdan (Şekil 3.3) elde edilen karotlardan birimlerin devamlıkları izlenmiştir.

3.2.3. Kuvaterner

Kuvaterner birimlerde Kavuncu Ovasında bulunan gölün kurak mevsimlerde su seviyesinin çekilmesiyle beraber güncel çökeller olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.18). Bu güncel çökelden örnek alınarak (KVNÇ-1), XRD analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda güncel çökelin, mostradan alınan örneklerden farklı mineral parajenezi içerdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.18. Kavuncu Ovası'nda bulunan gölde oluşan güncel çökellerin arazi görünümü.

3.2.3.1. Kepen Formasyonu

Kırmızı, kahverengi çakıltaşı, çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşan birim, Kepen Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Umut ve ark., 1991). Çalışma sahasının batı kısmında Gecek, Kavacık, Kayakent civarında izlenir. Adını Sivrihisar batısında yer alan Kepen Mahallesinden alır. Genellikle orta boylanmış kırmızı, kahverengimsi karbonat çimentolu, orta kalın katmanlı, oldukça heterojen, yer yer köşeli, yer yer de yuvarlak

çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından meydana gelir. Çakıllar blok ile 2 cm'e kadar değişen büyüklükte olup içerisinde genellikle metamorfik kayaç kökenli olmasının yanında farklı türde kayaç parçaları da görülmüştür. Kalınlığı 15 m kadar değişkenlik gösterir (Umut ve ark., 1991; Demiroğlu, 2008).

Umut ve ark. (1991) Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Binelek Üyesi ile geçişli olması nedeniyle birimin Pliyosen'de oluştuğunu düşünmektedir. Gözler ve ark. (1997) yapmış olduğu çalışmada, Eskisehir civarında benzer özellikler gösteren birimlerin yaşını Pleyistosen olarak belirlemiştir. Demiroğlu (2008) ise, bölgesel drenaj ile eş yaşlı olarak geliştiğini düşündüğü birim için Pleyistosen yaşını önermektedir.

Keven Formasyonu, matriks destekli kaba çakıltaşlarının ve alüvyon yelpazesinde çoğunlukla düşük eğimli yamaçlarda moloz akmalarının hakim olduğu yelpaze çökelleridir. Katman eğimleri ve çakıl petrografisi birimin bu temelden kaynaklandığını açıklamaktadır (Umut ve ark., 1991).

3.2.3.2. Taraça

Sakarya Nehri boyunda gözlenen, gri renkli çakıl ve kumdan oluşan birim, taraça olarak ayrılmıştır. Çakıllar genelde, gri renkli 5 mm-25 cm arası boyda ve yuvarlaktır. Çakıllar iyi tutturulmuş genellikle kireçtaşı, mermer ve radyolarit kökenlidir (Umut ve ark., 1991). Çalışma sahasının doğusunda, Doğray Mahallesi'nin kuzey kısımlarında ve Kavuncu Mahallesi'nin doğusunda izlenir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Doğray'ın yaklaşık 6 km KD'sinde izlenen taraçaların arazi görünümü.

3.2.3.3. Alüvyon

Günyüzü havzasında özellikle Sakarya Nehri boyunca geniş yayılım gösterir. Kum, kil, mil ve çakıllardan oluşan alüvyonlar en genç oluşumlardır ve Miyosen çökellerinin üzerine uyumsuzluk olarak gelir.

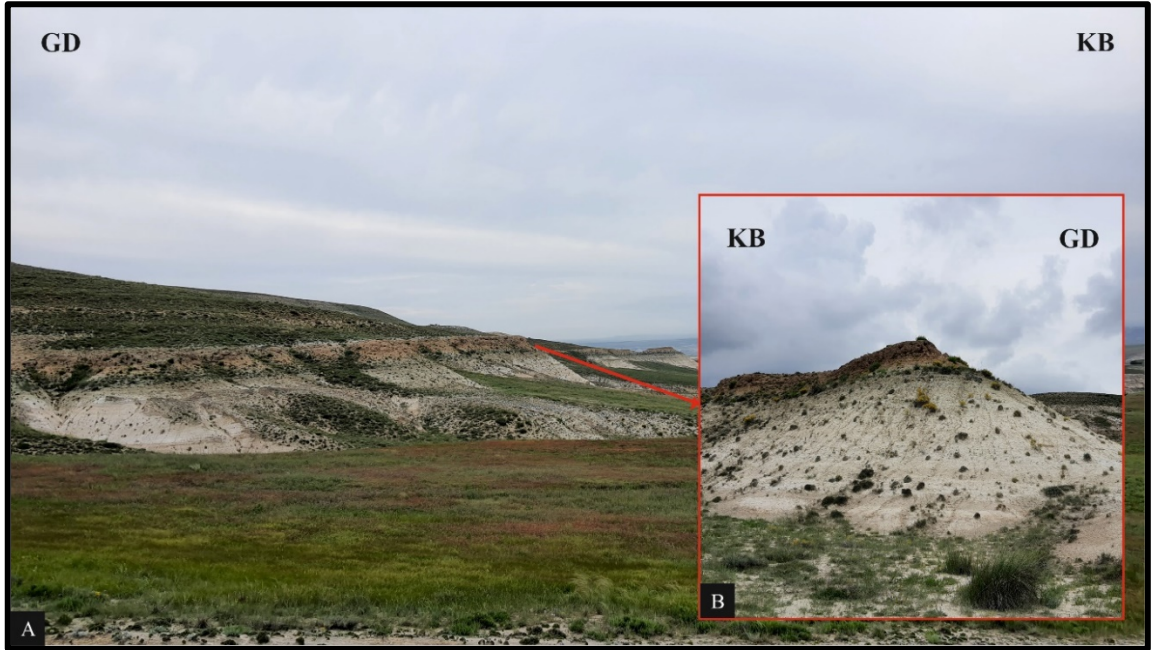
3.3. Sedimentoloji

Bu tez çalışmasının konusunu oluşturan Neojen yaşlı birimler Çakmak Formasyonu, Mercan Formasyonu ve Ballıhisar Formasyonu'nun Acıkır Üyesi adı altında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Arazi çalışmalarında Neojen yaşlı birimleri oluşturan litoloji topluluklarının birbirleriyle düşey ve yanal devamlılıkları belirlemek amacıyla ölçülü stratigrafik kesitler ve sözü edilen kesitler boyunca da sistematik olarak numuneler alınmıştır.



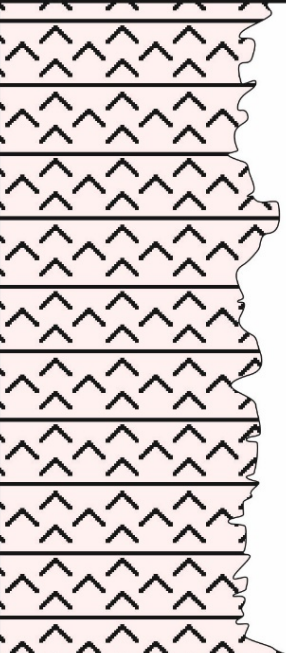
3.3.1. Çakmak Formasyonu Sedimentolojisi

Çakmak Formasyonunun en iyi izlendiği lokasyonlardan biri olan Tilkicek Yayla civarında yer alan Uluçukurun Tepede, ölçülü stratigrafik kesit alınmıştır (Şekil 3.20). Her farklı litostratigrafik birimden örnek alınarak, kalınlıkları ölçülmüştür.



Şekil 3.20. a) Tilkicek Yaylanın batısında yer alan Uluçukurun Tepe mevkiinde Çakmak Formasyonunun arazi görünümü, b) yakın görünümü.

Tabandan tavana, altta beyaz renkli yaklaşık 7 m kalınlığındaki iyi pekişmemiş karbonatlı killi birim (GMK-1), onun üzerinde 1.5 m kalınlığında beyaz renkli karbonat hamuru içerisinde kırmızı renkli iyi kristallenmiş jips içeren birim (GMK-2) ve yeşil renkli 2 m kalınlığında iyi pekişmemiş killi birimden (GMK-3) örnekler alınarak ÖSK-II oluşturulmuştur (Şekil 3.21).

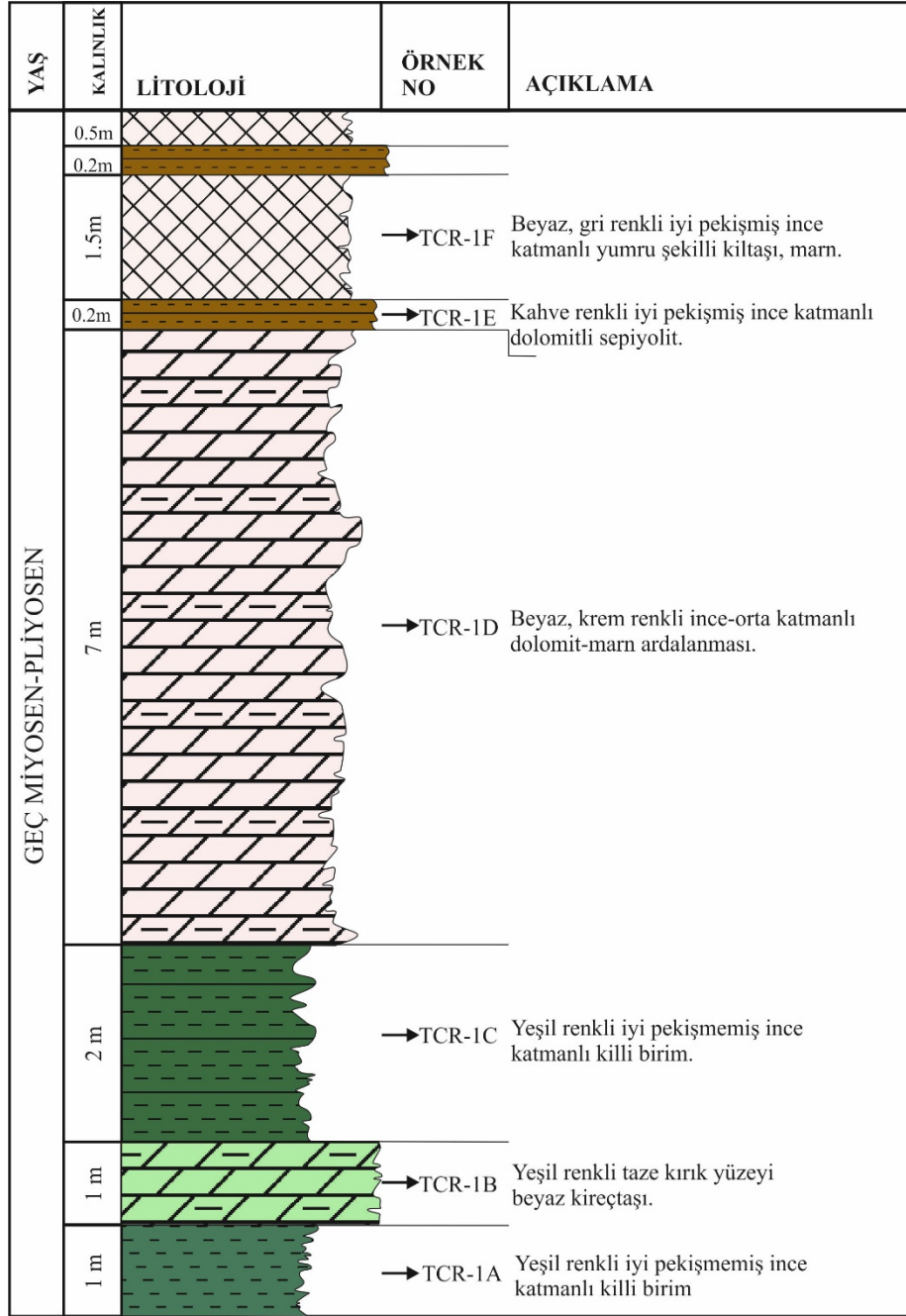
YAŞ	KALINLIK	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	AÇIKLAMA
GEÇ MİYOSEN	2 m		→GMK-3	Yeşil renkli killi birim.
	1.5 m		→GMK-2	Beyaz renkli karbonat içerisinde serbest büyümlü iyi kristallenmiş kırmızımsı jispler.
	7 m		→GMK-1	Beyaz renkli gevşek laminasyon göstermeyen jipsli, karbonatlı birim

Şekil 3.21. Uluçukurun Tepede alınan ölçülü stratigrafik kesit (ÖSK-II)

3.3.2. Mercan Formasyonu Sedimentolojisi

Taşlı Yayla civarında gerçekleştirilen yol yapım çalışması kapsamında açılan yol yarmasından fiziksel özelliklerine göre ayrılan her birimin kalınlığı çelik şerit metre ile ölçülüp, örnekler alınarak ölçülü stratigrafik kesit hazırlanmıştır (Şekil 3.22). Birimler, tabanda tavana; altta 1 m kalınlığında yeşil renkli killi birim (TCR-1A), 1 m kalınlığında

yeşil renkli taze kırık yüzeyi beyaz karbonatlı birim (TCR-1B), 2 m kalınlığında yeşil renkli iyi pekişmemiş killi birim (TCR-1C), 7 m kalınlığında beyaz renkli dolomit-marn ar dalanması (TCR-1D), 20 cm kalınlığında kahverengi iyi pekişmiş kil taşı (TCR-1E) ve en üstte 1.5 m kalınlığında beyaz renkli yumru şeklinde düşük yoğunluklu iyi pekişmiş kiltaşından (TCR-1F) oluşmakta olup, her bir birimden örnekler alınarak ÖSK-III oluşturulmuştur (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Taşlı Yayla mevkiinde alınan ölçülü stratigrafi kesiti (ÖSK-III)




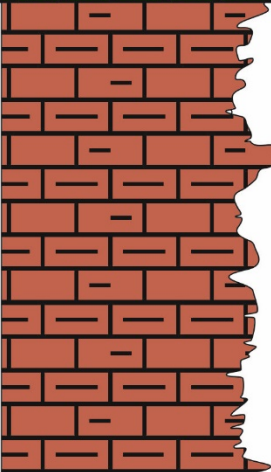
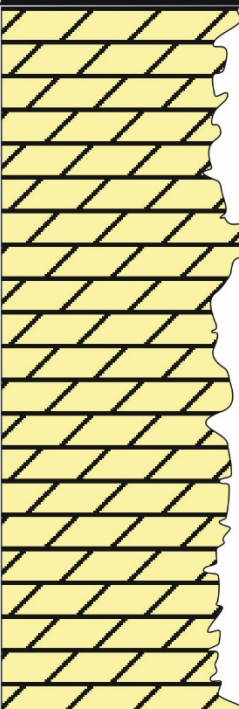
Şekil 3.22. Mercan Formasyonun arazi görünümü (Türktaciri Köyü kuzey doğusu, Taşlı Yayla civarı).

3.3.3. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi Sedimentolojisi

Ballıhisar Formasyon Acıkır Üyesinin arazide en iyi gözlemlendiği alan, Kartallık Tepe civarıdır (Şekil 3.24). Burada fiziksel özelliklerine göre ayrılan her birimin kalınlığı şerit metre ile ölçülüp, örnekler alınarak ÖSK hazırlanmıştır. Jeolojik istif tabandan tavana, altta 11m kalınlığında krem, sarı renkli iyi pekişmiş karbonatlı birim (KV-3), 7m kalınlığında kahverengi, kırmızımsı renkli killi karbonatlı birim (KV-2) ve üstte 2m kalınlığında yeşil renkli iyi pekişmiş birimlerden (KV-1A, KV-1B) oluşmakta olup, her birimden örnekler alınarak ÖSK hazırlanmıştır (Şekil 3.25). Arazide bu istifin ardalanmalı şekilde devam ettiği görülmüştür.



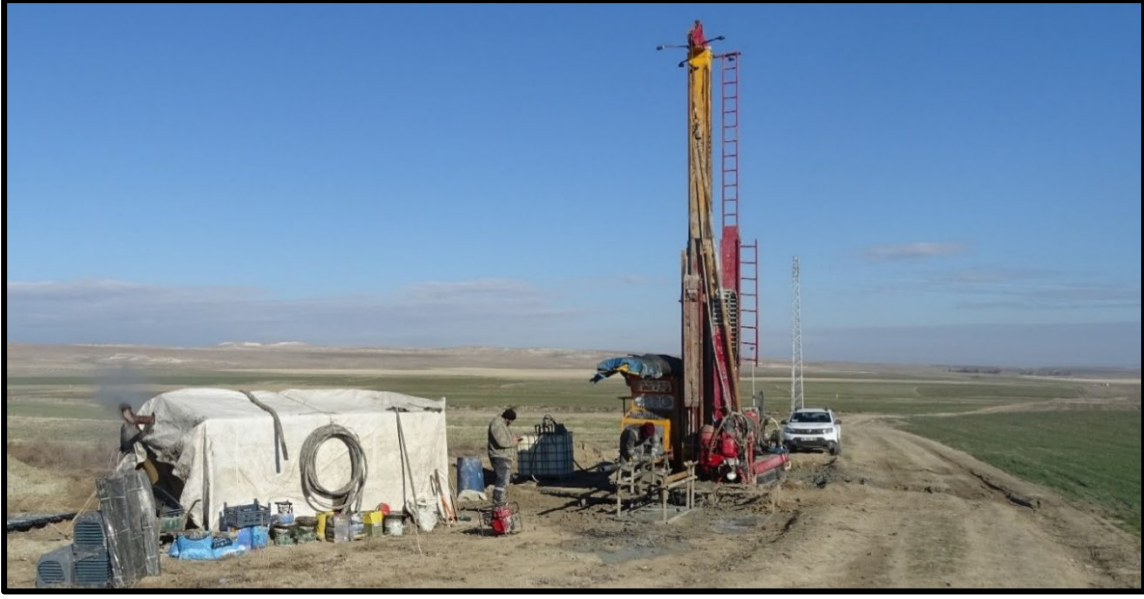
Şekil 3.24. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi üzerinden ÖSK-I hazırlanan lokasyonun arazi görünümü

YAŞ	KALINLIK	LİTOLOJİ	ÖRNEK NO	AÇIKLAMA
GEÇ MİYOSEN-PLİYOSEN	2 m		KV-1A KV-1B	Yeşil renkli iyi pekişmiş ince tabakalı kumlu jips.
	7 m		KV-2	Kahverengi, kırmızımsı renkli killi karbonatlı birim.
	11 m		KV-3	Krem, sarı renkli ince-orta katmalı dolomit.

Şekil 3.25. Kartallık Tepe mevkiinden alınan ölçülü stratigrafik kesit (ÖSK-I)

3.4. Sondaj Çalışmaları

MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen proje kapsamında bu tez çalışmasının gerçekleştirilmiş olduğu sahayı da içine alan bölgede maden arama amaçlı sondaj çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.26-3.27). Bölgede gerçekleştirilen SG-3 ve SG-4 nolu sondajlardan elde edilen veriler bu tez çalışması kapsamında kullanılmıştır.



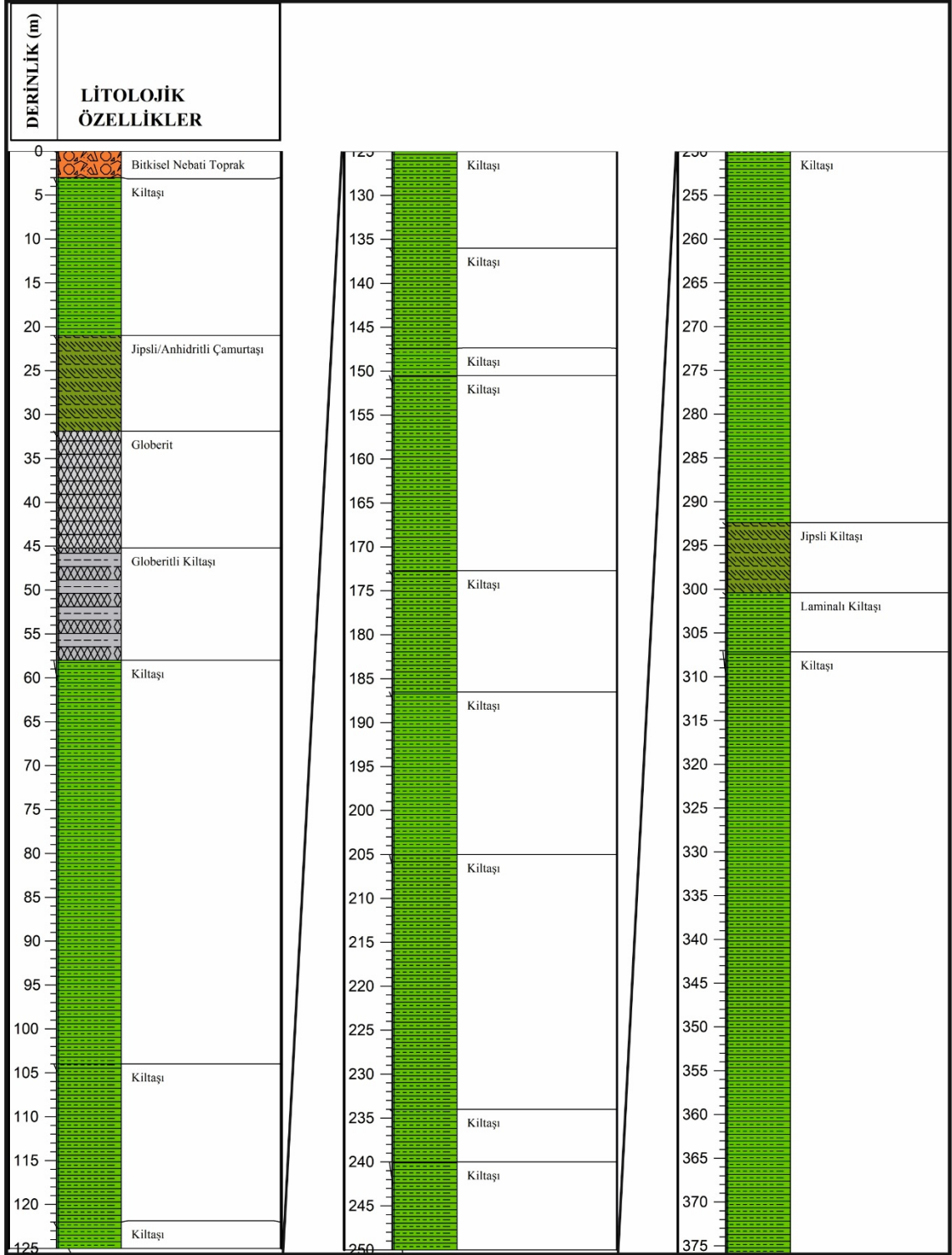
Şekil 3.26. Kavuncu Mahallesi civarında gerçekleştirilen SG-3 nolu sondaj.



Şekil 3.27. Çakmak Mahallesi civarında gerçekleştirilen SG-4 nolu sondaj.

3.4.1. SG-3 Nolu Sondaj Çalışması

SG-3 nolu sondaj çalışması Günyüzü İlçesi Kavuncu Mahallesi civarında gerçekleştirilmiştir (UTM (ED50) 36S 406753 4362492). Bu tez çalışması kapsamında 376 m devam eden sondaj çalışmasından elde edilen karotlar tanımlanarak, elde edilen veriler incelenmiş, kuyu logu oluşturulmuş (Şekil 3.28) ve yüzeydeki birimlerin devamlılıkları izlenmiştir. Detaylı litolojik tanımlamaları ve verileri içeren kuyu logu EK-2-3'de verilmiştir.



Şekil 3.28. SG-3 nolu sondaj çalışmasına ait kuyu logu.

Sondaj noktasının yaklaşık 2 km kuzey batısında oluşturulan ölçülü stratigrafik kesit (Şekil 3.25) ile kuyu logu karşılaştırıldığında, yüzeyde görülen kiltaş jips aralanmasının karotlarda 32 m'ye kadar devam ettiği görülmüştür. Karotların devamında 26 m cevherli zon kestikten sonra killi birimler devam etmiş, kuyu sonuna yaklaştıkça 10-15 cm

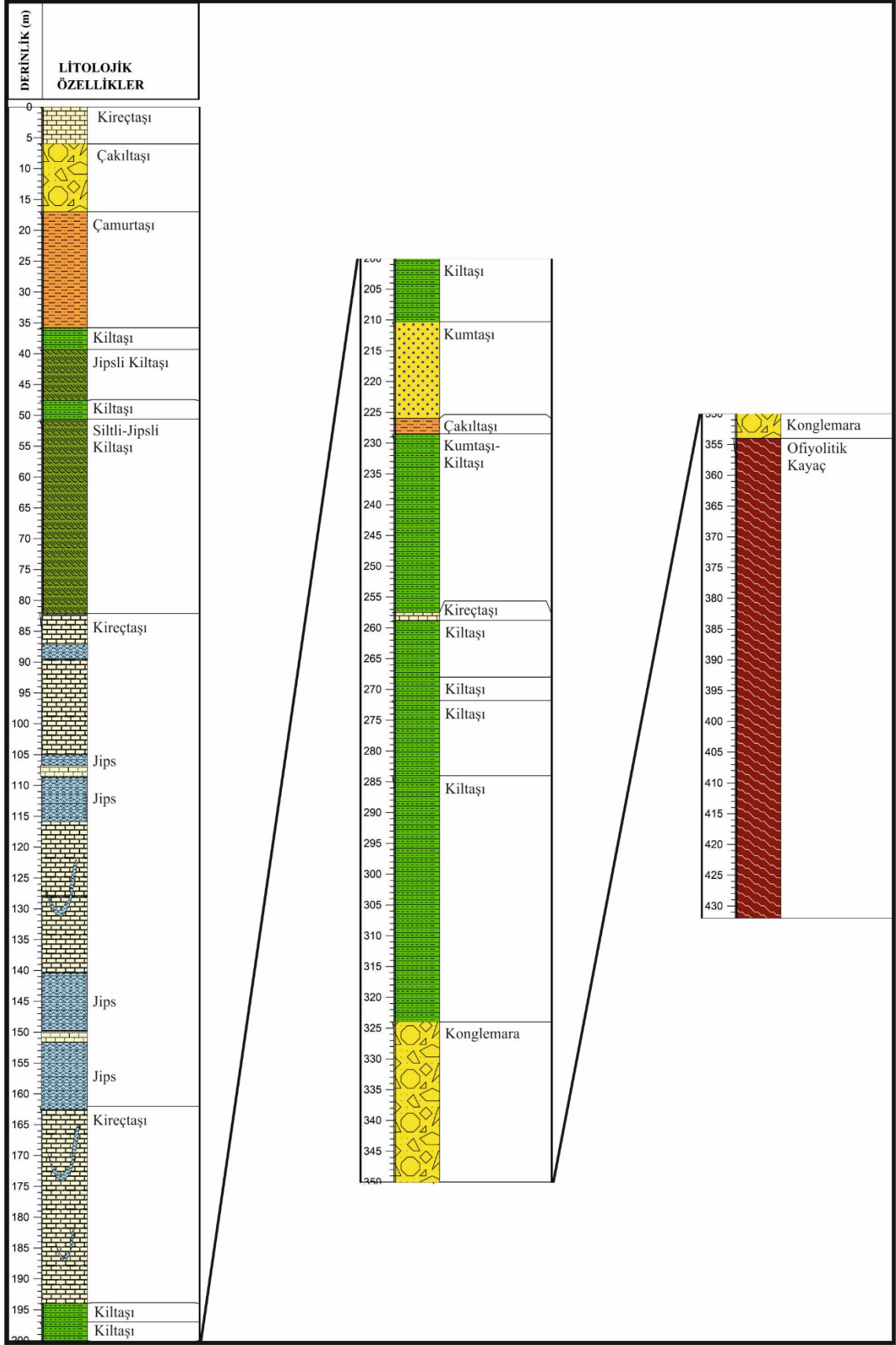
kalınlığında kömürlü organik seviyeleri ile kil taşı aralanması görülmüştür (Şekil 3.29). Bu durum bölgede bir dönem bataklık ortamının hâkim olduğunu gösteren bulgu olarak değerlendirilebilir.



Şekil 3.29. SG-3 nolu sondaj kuyusundan alınan karotlardaki organik seviyeler, a) 72 nolu sandık (308.00-313.40m), b) 74 nolu sandık (318,30-322,50m), c) 75 nolu sandık (322.50-326.30m), d) 76 nolu sandık (326.30-332.00m)

3.4.2. SG-4 Nolu Sondaj Çalışması

SG-4 nolu sondaj çalışması Günyüzü İlçesi Çakmak Mahallesi civarında gerçekleştirilmiştir (UTM (ED50) 36S 406746 4342230). Bu tez çalışması kapsamında 432 m devam eden sondaj çalışmasından elde edilen karot tanımlamaları incelenerek kuyu logu oluşturulmuş (Şekil 3.30) ve yüzeydeki birimlerin devamlılıkları izlenmiştir. Detaylı litolojik tanımlamaları ve verileri içeren kuyu logu EK-4-5'de verilmiştir.

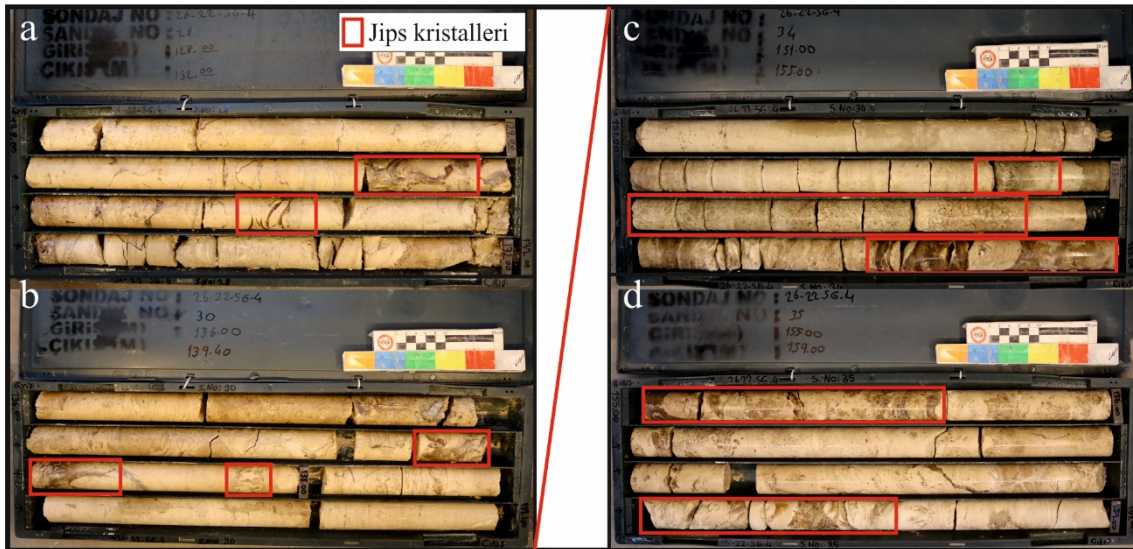


Şekil 3.30. SG-4 nolu sondaj çalışmasına ait kuyu logu.

Sondaj noktasının yaklaşık 5 km kuzey doğusunda akmak Formasyonu üzerinde oluşturulan ölçülu statigrafik kesit (Şekil 3.21) ile kuyu logu karşılaştırıldığında yüzeyle görülen karbonat içerisinde büyüyen jips kristallerinin (Şekil 3.31) karotlarda da devam ettiği görülmüştür (Şekil 3.32).



Şekil 3.31. Karbonat içerisinde gelişmiş kehribar renkli jips minerallerinin görünümü.



Şekil 3.32. SG-4 nolu sondaj kuyusundan alınan karotlardaki karbonat içerisinde kristallenen jips mineralleri, a) 28 nolu sandık (128.00-132.00m), b) 30 nolu sandık (136.00-139.40m), c) 34 nolu sandık (151.00-155.00m), d) 35 nolu sandık (155.00-159.00m)

3.5. Yapısal Jeoloji

Çalışma sahası ve çevresi Şengör (1979) tarafından tanımlanan K-G yönlü gerilme tektoniği etkisi altındaki 'Orta Anadolu Ova Rejimi' içerisinde yer almaktadır. Çalışma sahası ve çevresinde sıkışma ve gerilme rejimli tektonik hareketler sonucunda Paleotektonik ve Neotektonik dönemlerde faylar, kırıklar, kıvrımlar ve bindirmeler oluşmuştur. Bölgede meydana gelen tektonik olaylar üç sistemde oluşmuştur;

- a. Tektonik birliğin yerleşimi sırasında oluşan ters faylar ve bindirmeler,
- b. Eskişehir Ovası'nın oluşmaya başlamasında rol oynadığı tahmin edilen doğrultu atımlı fay,
- c. Çalışma sahasının bugünkü morfolojisini oluşturan düşey faylar ve bu faylar üzerinde oluşan antitetik ve sentetik faylar (Gözler ve ark. 1985).

Çalışma sahasındaki birimler yapısal unsurları bakımından Neojen öncesi (temel kayaç) ve Neojen yaşlı birimler olarak değerlendirilir. Sivrihisar-Günyüzü temel kayaçlarda genel doğrultu KD-GB, eğim yönü ise GD'dur. Neojen birimlerde katmanlar genellikle yatay ya da yataya yakın eğimdedir. Fay yakınlarında 50°'ye varan katman eğimleri gözlenir (Umut ve ark., 1991).

Çalışma sahası ve çevresinde gelişen yapısal unsurlar fay, kıvrım ve uyumsuzluk olarak görülür. Bölgedeki önemli yapısal unsurlar aşağıda verilmiştir.

3.5.1. Kıvrımlar

Çalışma sahasında, önemli antiklinal ve senklinaller bulunmaktadır. Bu yapılar Uluçukurun Tepe kuzeyinde asimetric antiklinal ve Tilkicek Yayla kuzeybatısında asimetric senklinal olarak gözlenir (Şekil 3.3).

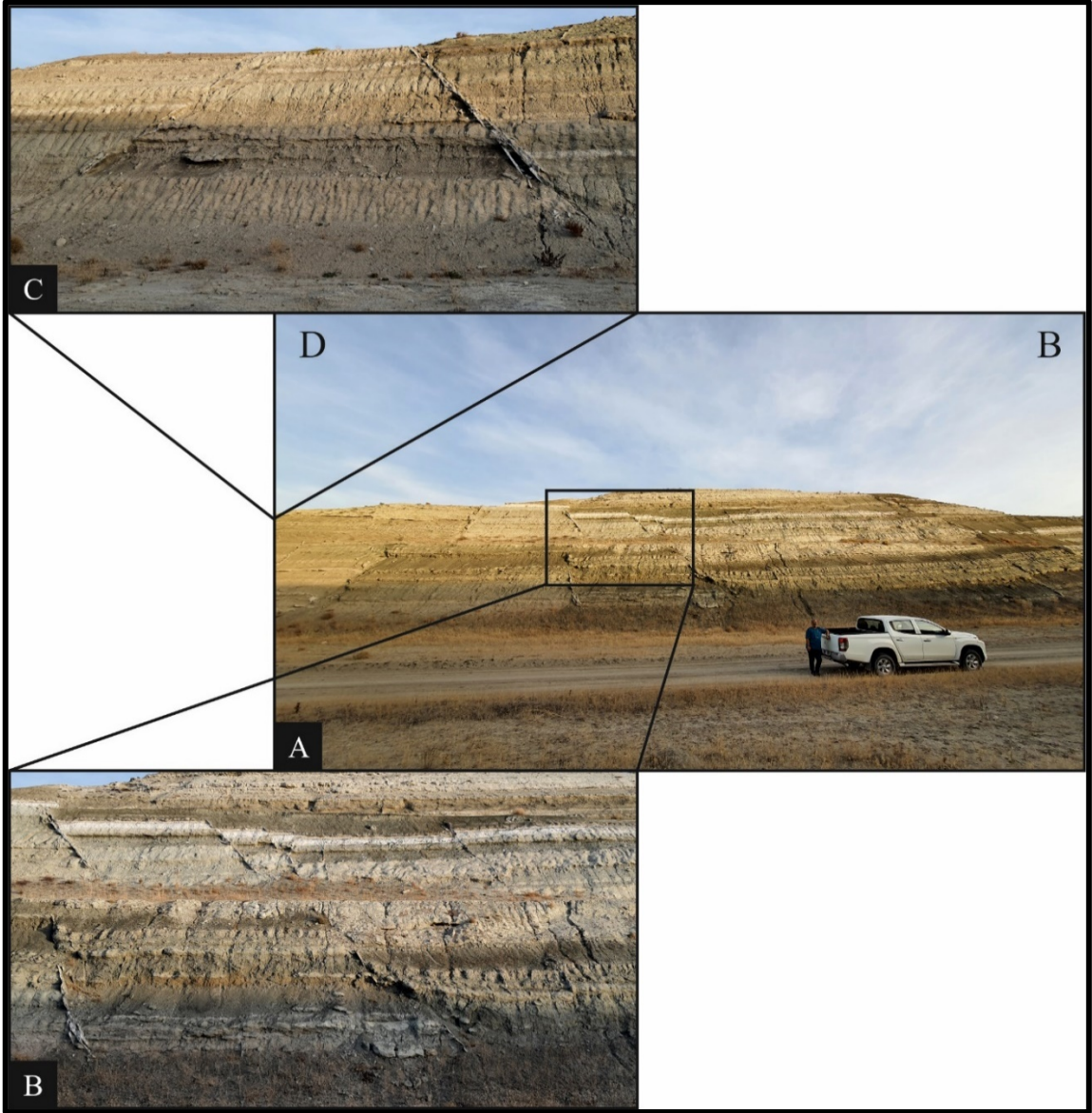
3.5.2. Faylar

Çalışma sahasında normal, ters ve olası doğrultu atımlı faylar mevcuttur. Bölgedeki en önemli faylar Tilkicek Fayı ve Hisartepe Fayı'dır. Eğim atımlı fayların, birimlerin oluşumu sırasında geliştiği düşünülmektedir.

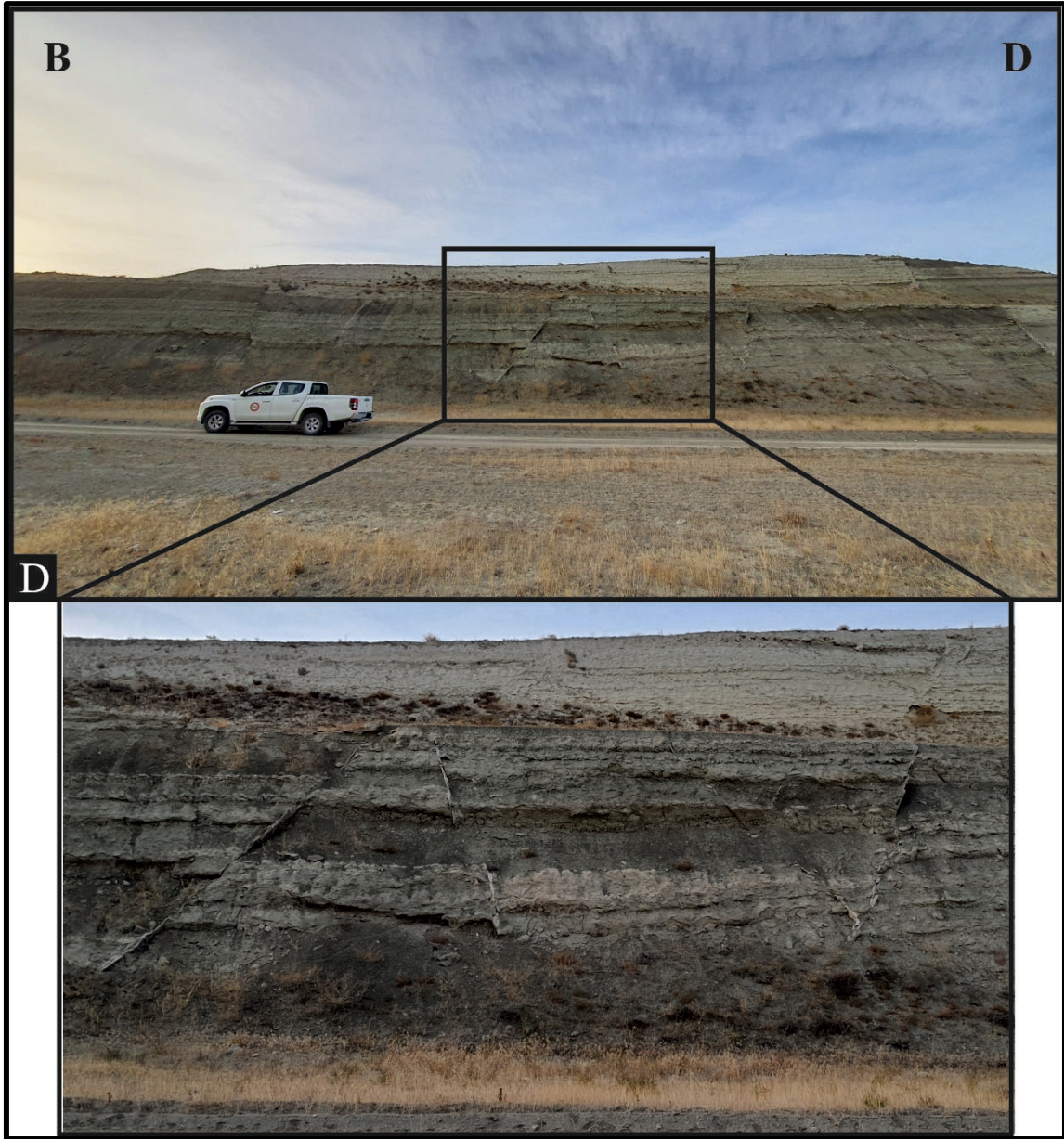
Tilkicek Fayı, Tilkicek Yayla'dan başlayıp Taşlıbayır Tepe'ye kadar uzanan KB-GD doğrultulu, olası normal atımlı bir faydır (Özsayın, 2001). Birkaç hattan oluşan fayın uzunluğu yaklaşık 7 km'dir (Şekil 3.3).

Çalışma sahasında yer alan Ayvalı Köyü (J27b4) güneyinde Yaslıardıç Tepe kuzeyinde ve batısındaki normal fay bulunur. Bu fay Yaslıardıç Tepe'nin kuzeyinde D-B doğrultusunda uzanırken tepenin batısında K-G doğrultuludur. Fay düzlemi düşeydir. Fay doğrultusunun ani olarak değişmesi bu fayın farklı doğrultudaki iki fayın kesişmesinden oluşabileceğini düşündürmektedir (Şekil 3.3) (Umut ve ark., 1991).

Saha çalışmaları sırasında yol yarmasında (J27c2), aynı lokasyonda sıkışma ve genişleme yapıları gözlenmiştir. Burada kırık hatları boyunca jips dolguları oluşmuştur. Bu yapıların birimler ile eş yaşlı olabileceği düşünülmektedir (Şekil 3.33-3.34).



Şekil 3.33. a) Eğim atımlı faylar ve çatlaklar boyunca oluşmuş jips mineralleri, b) genişleme yapıları, c) sıkışma yapıları.



Şekil 3.34. Sıkışma ve genişleme yapılarının kuzey yöndeki görünümü.

Hisartepe Bindirme Fayı çalışma sahasında, Tilkicek Yayla kuzeybatısı ve Hisar Tepe güneyinde izlenmektedir. Bu fay D-B doğrultulu olup, fay düzlemi yüzeylemeyen bir yapıdır (Demiroğlu, 2008). Fay yaklaşık 5 km uzunluğundadır (Şekil 3.3).

3.5.3. Uyumsuzluklar

Çalışma sahasında, Paleozoyik yaşlı temel birimler üzerine, Neojen çökelleri uyumsuz olarak gelmiştir. Neojen yaşlı birimlerden; Çakmak Formasyonu ile Mercan Formasyonu geçişli olarak, Mercan Formasyonu ile Acıkır üyesi ise uyumlu olarak bulunur.

Pleyistosen yaşı Kepen Formasyonu Neojen birimleri üzerine uyumsuz olarak gelir. Güncel alüvyonlar tüm birimleri uyumsuz olarak örter.

3.6. Jeolojik Evrim

Çalışma sahasında Kertek Formasyonu olarak tanımlanan Sivrihisar metamorfileri, bölgedeki kayaçların Permo-Karbonifer'de okyanus kabuğu üzerinde derin denizel ortamda oluştuğunu ve okyanus tabanında gelişen volkanizmanın olduğunu göstermektedir. Eryiğit Formasyonu içerisinde bulunan kalın tabakalı karbonatlı kayaçların varlığı ise daha sonra ortamın sığlaştığını ifade etmektedir (Demiroğlu, 2008).

Permo-Karbonifer okyanusunu ve onun kenar zonunu temsil eden bölge, muhtemelen Erken Triyas'ta derine gömülmüş ve yeşil şist-amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Metamorfik kayaçlar Permo-Karbonifer okyanusu içerisinde çökelmiş, sonradan bu okyanus daha sığlaşmış ve kristalize kalkerlerin çökmesine ortam oluşturmuştur. Kalker çökelmeleri muhtemelen Mesozoyik'e kadar sürmüştür (Erişen, 1974).

Metamorfik kayaçlar, muhtemelen Triyas sonuna kadar meydana gelen olayların etkisiyle oluşmuş tektonik birliktir. Bu birlik Sivrihisar, Sazak, Eskişehir kuzeyi, Söğüt, İnegöl kuzeyi ve Bandırma hattı boyunca benzer özellikler göstermektedir (Gözler ve ark., 1985). Bu birliğe ait kayaçların tümünde metamorfizma izlenmektedir. Bölgedeki metamorfizma geçirmiş birimler, Neotetis'in bölgede Geç Kretase'de kapanması ile ilişkilendirilir (Monod ve ark., 1991).

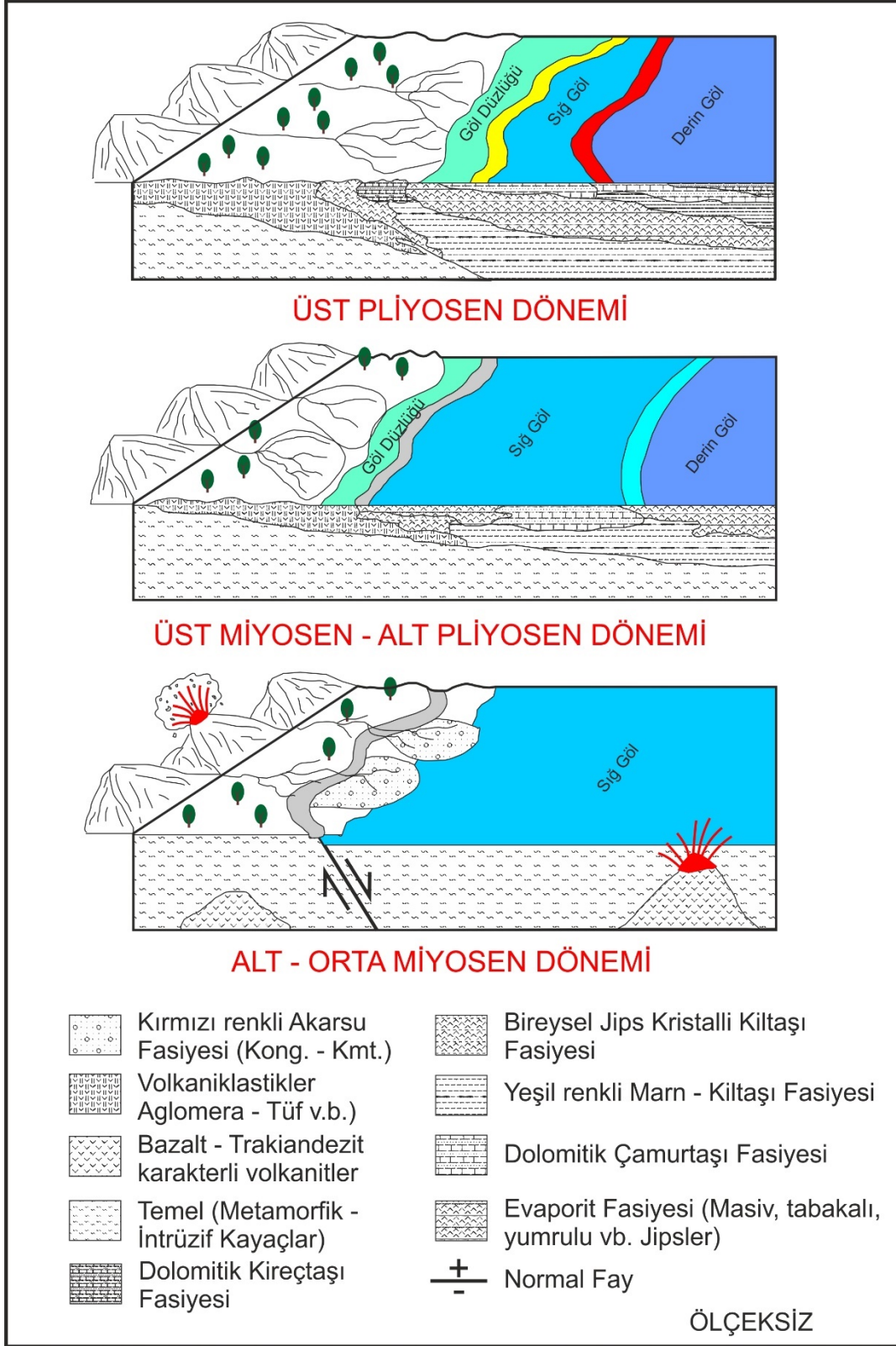
Bölgede Eosen döneminde meydana gelen çarpışma ile kabuk kalınlaşmış, kalınlaşan kabuğun kısmi ergimeye uğramasıyla oluşan magmatizma Sivrihisar granodiyoritinin yerleşmesi ile tamamlanmıştır. Oligosen-Erken Miyosen'de bölgede metamorfik masif yüzeylemeye başlamış ve bölgede daha çukur alanlara bu mostralardan kaynaklanan çökeller toplanmış ve Hisar Formasyonunu oluşturmuştur. Okyanus ortamından çıkan bölge, Üst Miyosen-Pliyosen'de karasal bir ortama dönüşmüş ve Neojen'e kadar aşınma faaliyetleri devam etmiştir (Demiroğlu, 2008; Kara ve ark., 2017).

Neojen'de oluşan gölün çökel karakterini belirleyen önemli unsurlardan biri, iklimsel ve drenaj sistemindeki değişimlerdir. Neojen gölsel çökel istifinde evaporitik ve palüstrin

göl koşullarını gösteren değişimlerin, kısmen yarı kapalı bir sistemde dikey ve yanal olarak birkaç defa tekrarlandığı belirtilmiştir. Ayrıca havza kenarında oluşan silisiklastik kayaların aşırı kalınlaşması ise bu havzanın jeodinamik yapısının blok faylanmaların denetiminde olduğunu göstermektedir. Böylece havza Alt-Orta Miyosen’de gelişen D-B yönlü iki adet blok faylanmayla beraber graben şeklinde açılmaya başlamış ve bu sırada volkanik aktiviteler de başlamıştır. Volkanik aktivitelere bağlı olarak gerçekleşen hidrotermal çözeltiler sediman karakterini etkilemektedir. Bu etkiler çerçevesinde oluşan sedimanter birimler daha yaşlı metamorfik birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelmiştir (Varol ve ark., 2005; Kırtıl, 2008; Kara ve ark., 2017)

Akdeniz’deki “Lago Mare” kuraklık dönemi Alt Pliyosen’de sona ermesiyle birlikte, Marmara denizindeki Trakya-Eskişehir fay zonu hareketinin Kuzey Anadolu fayı tarafından engellenmiş ve bölgedeki evaporitik gölsel dönem ile tektonik rejimi sona erdirmiştir (Hsü ve ark., 1973; Yalıtırak, 2002; Demiroğlu, 2008).

Kuvaterner’de akarsuların oluşturduğu güncel çökeller ve alüvyonlar Neojen ve daha yaşlı birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelmiştir.



Şekil 3.35. Çalışma sahasının jeodinamik evrimi ve çökeltme evrelerini gösteren diyagram (Kırtıl, 2008).

4. MİNERALOJİ VE PETROGRAFİ

Bu tez çalışması kapsamında, iki noktada gerçekleştirilen sondaj çalışmalarından elde edilen karotlardan toplam 53 adet ve mostradan toplam 18 adet örnek alınmıştır (Şekil 4.1-4.3). Çalışmanın amacına uygun olarak, alınan örneklerden ince kesit yapımına uygun olanlarından, mineralojik-petrografik çalışmalar; örneklerin tümünden XRD tüm kayacık analizi ve kil yoğunluklu örneklerden detay kil analizleri; minerallerin morfolojik yapısını, diğer mineraller ile ilişkilerini belirlemek ve gerekli görülen noktaların kimyasal bileşimini belirlemek amacıyla SEM-EDS analizleri gerçekleştirilmiştir.

Mostra örneklerinin 11 adedinden petrografi, 2 adedinden SEM-EDS ve 18 adedinden XRD analizleri yapılmıştır. Mostra örneklerinin alındığı konumlar ve yapılan analizler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

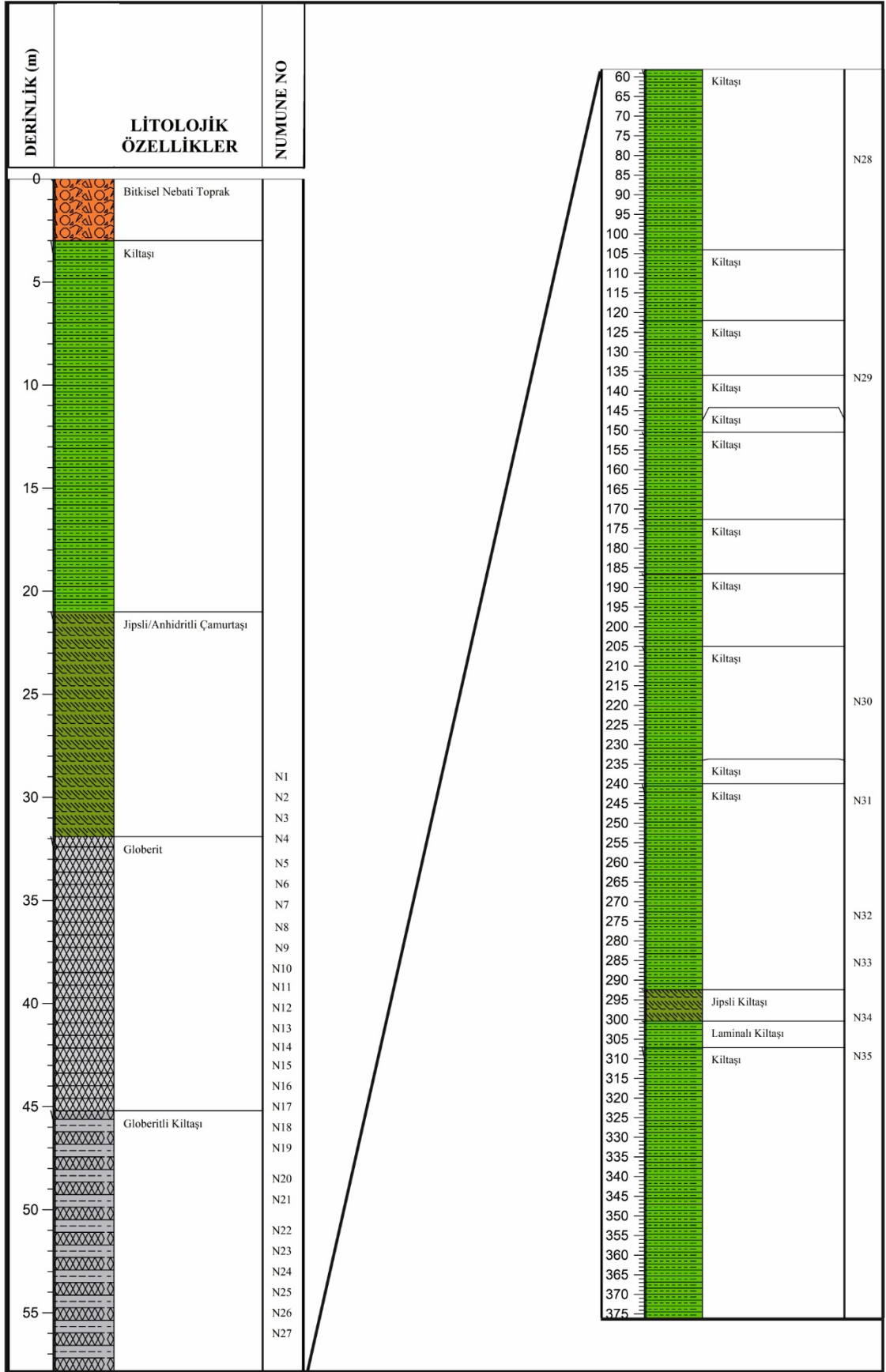
Çizelge 4.1. Mostradan alınan örneklerin alındıkları lokasyonlar ve örneklerde gerçekleştirilen analizler. (P: Petrografi, X: XRD, S: SEM, K: Kimyasal)

Numune İşareti	Tanım	Köy	Formasyon	Koordinat		Analizler			
				UTM (ED50) 36S	X	P	S	K	
KVNÇ-1	Güncel Çökel	Kavuncu	Acıkır	410574	4363547	✓		✓	✓
KV-1A	Kumtaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189	✓	✓		✓
KV-1B	Kumtaşı-Kiltaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189	✓	✓		✓
KV-2	Kiltaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189	✓			✓
KV-3	Karbonatlı Kiltaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189	✓	✓		✓
DGR-1	Kumtaşı	Doğray	Acıkır	412529	4368527	✓	✓		✓
TCR-1A	Kiltaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330	✓	✓		✓
TCR-1B	Kireçtaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330	✓	✓		✓
TCR-1C	Marn	Türktaciri	Mercan	408886	4344330	✓			✓
TCR-1D	Kireçtaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330	✓	✓		✓
TCR-1E	Kiltaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330	✓			✓
TCR-1F	Marn	Türktaciri	Mercan	408886	4344330	✓			✓

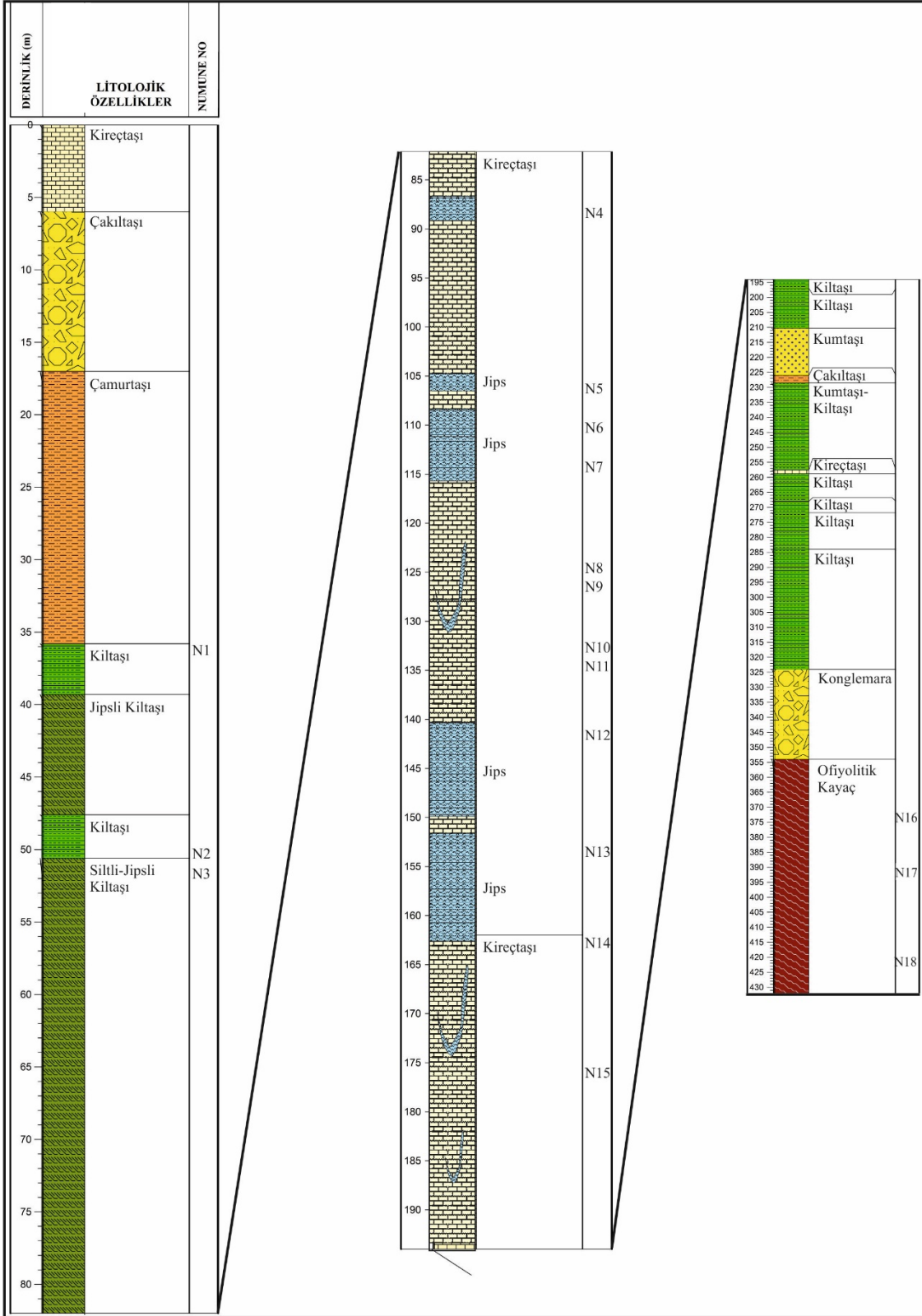
Çizelge 4.1. Devam ediyor

Numune İşareti	Tanım	Köy	Formasyon	Koordinat		Analizler			
				UTM (ED50) 36S		X	P	S	K
GMK-1	Karbonatlı birim	Gümüşkonak	Çakmak	405335	4351103	✓	✓		✓
GMK-2	Jips	Gümüşkonak	Çakmak	405335	4351103	✓	✓		✓
GMK-3	Kiltaşı	Gümüşkonak	Çakmak	405356	4351129	✓			✓
TCR-2A	Jips	Çakmak	Çakmak	406038	4342991	✓	✓		✓
TCR-2B	Jipsli Kiltaşı	Çakmak	Çakmak	406038	4342991	✓	✓		✓
ÇKM-1	Jipsli Kiltaşı	Çakmak	Çakmak	433359	4338034	✓	✓	✓	✓

Sondaj çalışmalarının gerçekleştirildiği SG-3 ve SG-4 nolu sondaj noktaları [Şekil 4.1](#)'de verilmiştir. SG-3 nolu sondajdan elde edilen karotlardan toplam 35 adet örnek alınmıştır ([Şekil 4.2](#)). Bu örneklerin tamamından XRD tüm kayaç analizleri yapılmıştır. Elde edilen karotlar dağılgan yapıda olup ince kesit yapımı için uygun değildir. Ancak bir örnek epoksiye gömölüp ince kesit hazırlanarak petrografik olarak incelenmiş ve yine aynı örnekten SEM-EDS analizleri gerçekleştirilmiştir. SG-4 nolu sondajdan elde edilen karotlardan toplam 18 adet örnek alınmıştır ([Şekil 4.3](#)). Bu örneklerin tamamından XRD tüm kayaç analizleri gerçekleştirilmiştir. Sedimenter birimlerin olduğu bölgedeki sondaj karotları dağılgan yapıda olup ince kesit yapımı için uygun değildir. Ancak ana kayadan alınan iki adet örnekten ince kesit hazırlanarak petrografik incelemeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.2. SG-3 nolu sondaj karotlarından mineralojik ve kimyasal analizler için alınan örneklerin alındığı noktaların sondaj logunda gösterilmesi.



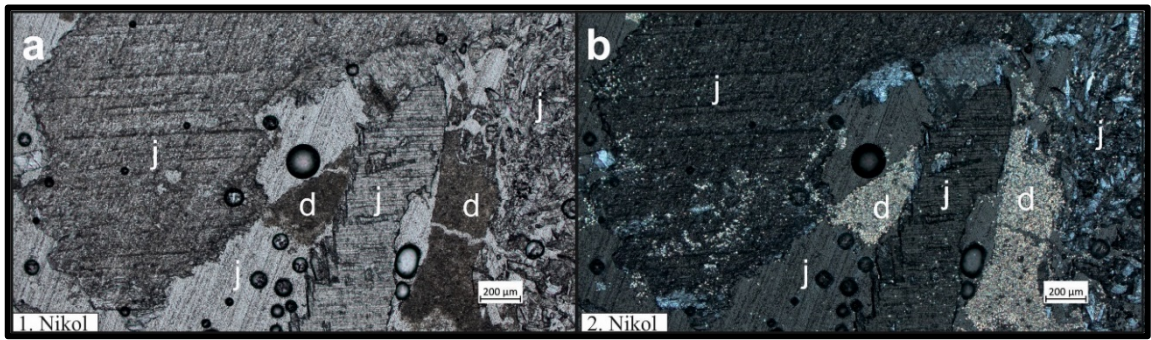
Şekil 4.3. SG-4 nolu sondaj karotlarından mineralojik ve kimyasal analizler için alınan örneklerin alındığı noktaların sondaj logunda gösterilmesi.

4.1. Petrografik Çalışmalar

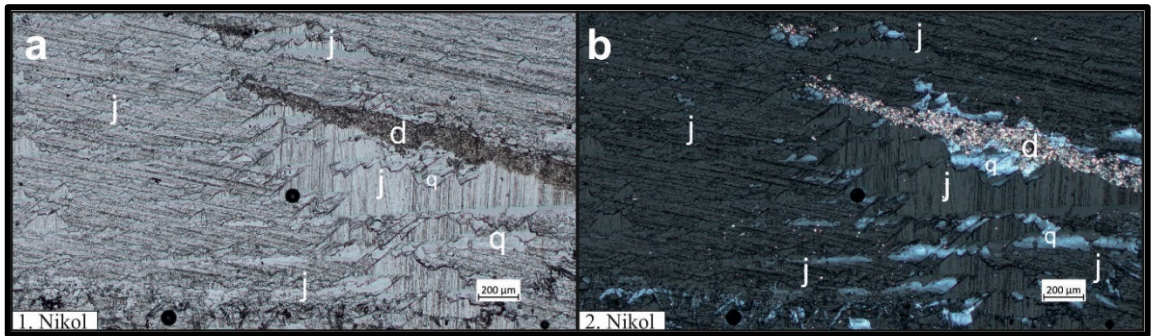
4.1.1. Mostra Örneklerinin Petrografisi

Örneklere yapılan petrografik çalışmalar sonucunda örneklerin büyük oranda jips mineralinden oluştuğu belirlenmiştir. Jips minerallerinin sınırlarının oldukça belirgindir ve büyük kristalli olmalarından dolayı optik özellikleri kullanılarak rahatlıkla tanımlaması yapılabilmektedir.

ÇKM-1 işaretli örnekten yapılan petrografik çalışma sonucunda örnekte jips ve dolomit tespit edilmiştir. Jipsler, levhamsı, iri taneli kristaller şeklinde, kuvarslar ise yarı özşekilli ve orta-küçük taneli olarak gözlenmektedir (Şekil 4.4-4.5).

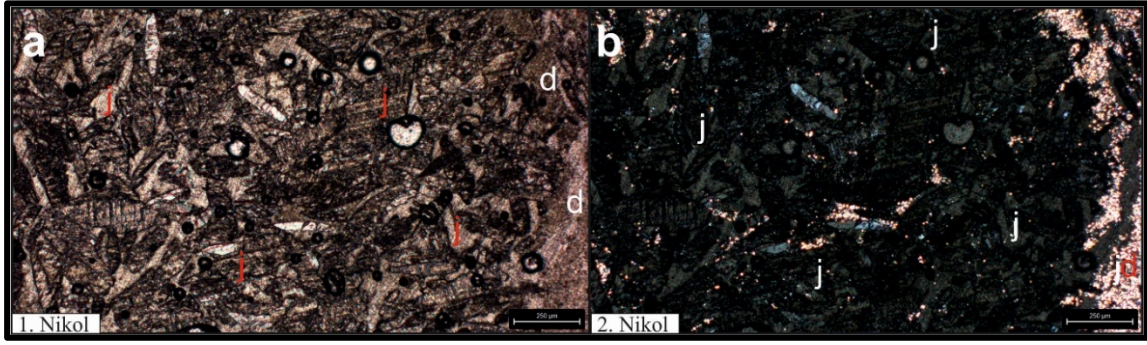


Şekil 4.4. ÇKM-1 işaretli örneğin mikrofotografaları, a) 1. Nicol görüntüsü, b) 2. Nicol görüntüsü (d: dolomit, j: jips)



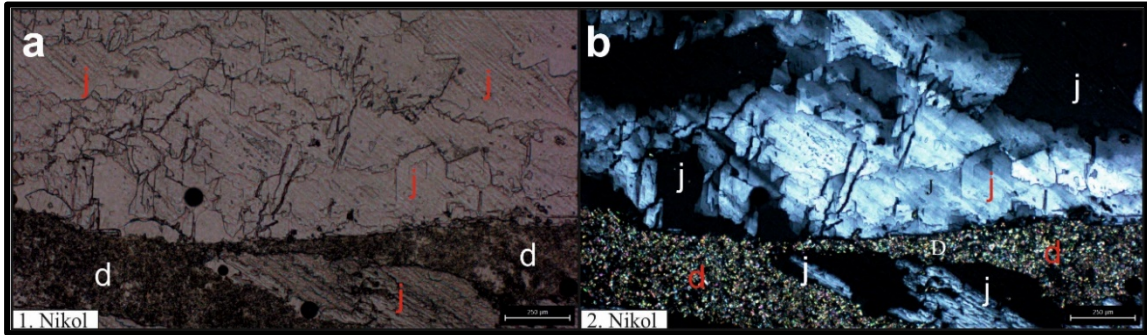
Şekil 4.5. ÇKM-1 işaretli örnek içerisinde kıvrımlı kuyruğu şeklinde gelişen jips kristalleri, a) 1. Nicol görüntüsü, b) 2. Nicol görüntüsü (d: dolomit, j: jips, q: kuvars)

GMK-1 işaretli örnekten yapılan petrografik çalışma sonucunda jips ve dolomit mineralleri tespit edilmiştir. Jipsler, iri taneli ve sölestinlerle yer yer tanesel agregatlar halinde bulunmaktadır (Şekil 4.6).

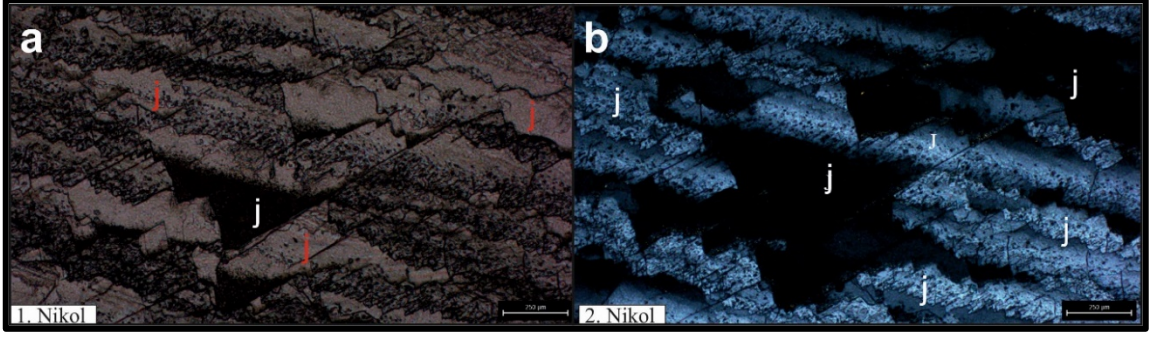


Şekil 4.6. GMK-1 işaretli örneğin mikrofotografaları, a) 1. Nicol görüntüsü, b) 2. Nicol görüntüsü. (d: dolomit j: jips)

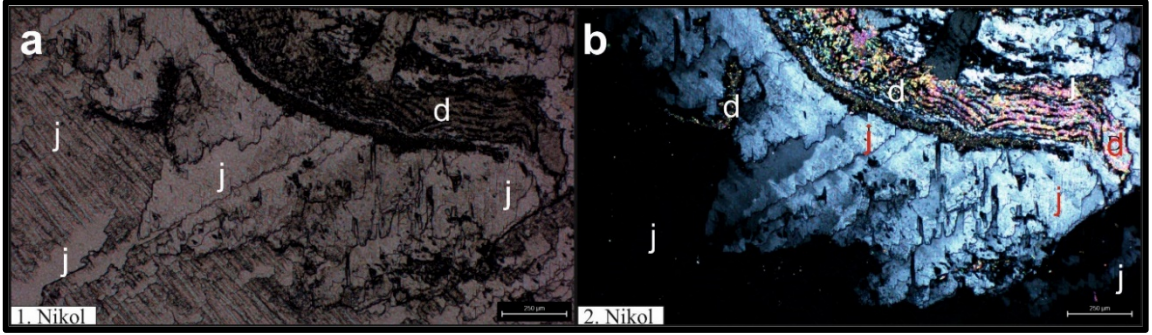
GMK-2 işaretli örnekte yapılan petrografik çalışma sonucunda numunede yaygın olarak jips ve daha az oranda karbonatlar gözlenmektedir. Jipsler, iri-orta taneli ve kırlangıç kuyruğu yapıdadır (Şekil 4.7-4.9). Jips minerallerinin arasını dolduran çok ince taneli hamurun yapılan XRD analizi sonucunda dolomit olduğu belirlenmiştir. Bazı dolomit minerallerinde, kolloform dokunun varlığı da gözlenmiştir (Şekil 4.9). Dolomitler sadece jips mineralleri arasında gelişmiştir.



Şekil 4.7. GMK-2 işaretli örnekte karbonat hamuru içerisinde kırlangıç kuyruğu şeklinde gelişmiş jips mineralleşmesi, a) 1. Nicol görüntüsü, b) 2. Nicol görüntüsü (d: dolomit, j: jips)

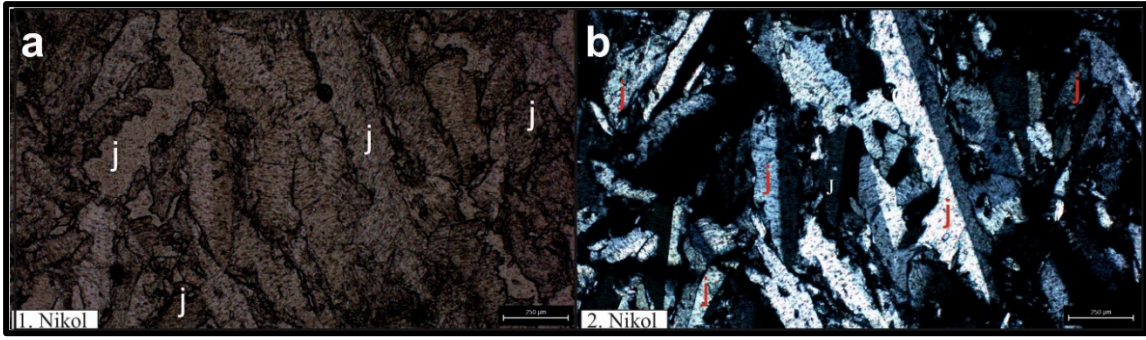


Şekil 4.8. GMK-2 işaretli örnek içerisinde kırlangıç kuyruğu şeklinde gelişmiş jipslerin başka bir görünümü, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips)

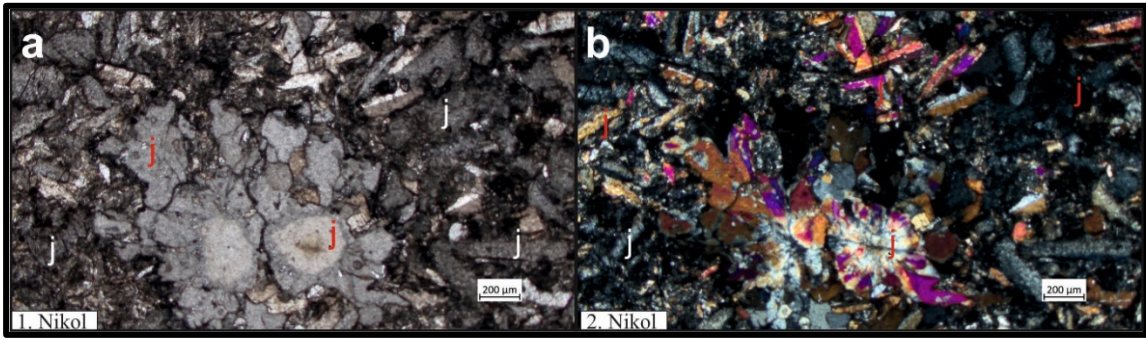


Şekil 4.9. GMK-2 işaretli örnek içerisinde levhamsı şekilde gelişmiş jipsler ve kolloform dokulu dolomitlerin görünümü, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (d: dolomit, j: jips)

TCR-2A işaretli örnekten yapılan petrografik çalışma sonucunda, kayacın makro kristalin dokuya sahip olduğu görülmüştür. Örneğin jips ve daha az oranda sölestin minerallerinden oluşmaktadır. Jipsler levhamsı, özşekilsiz ve orta-iri tanelidir. Bazılarında basit ikizlenme dikkat çekmiştir (Şekil 4.10). Gül şeklinde jips kristallerinin varlığı da belirlenmiştir (Şekil 4.11). Sölestin jipslerin aralarında boşluk dolgusu olarak oluşum sunar.

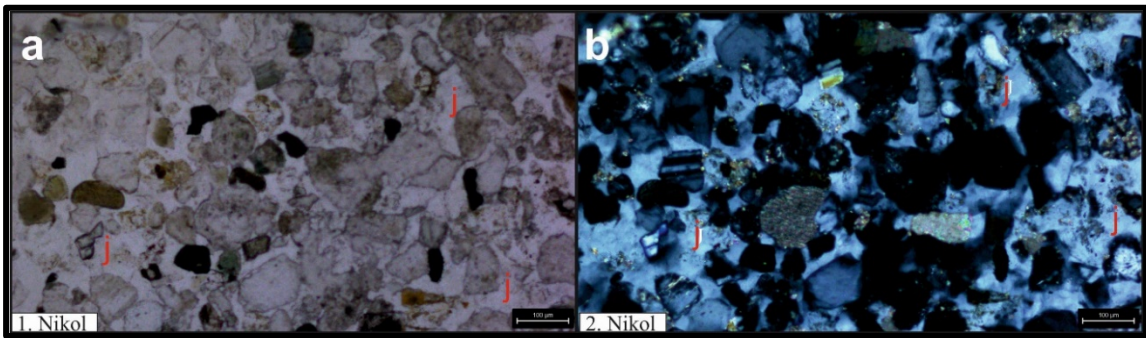


Şekil 4.10. TCR-2A işaretli örnekte basit ikizlenme gösteren jips kristallerinin mikrofotografaları, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips)



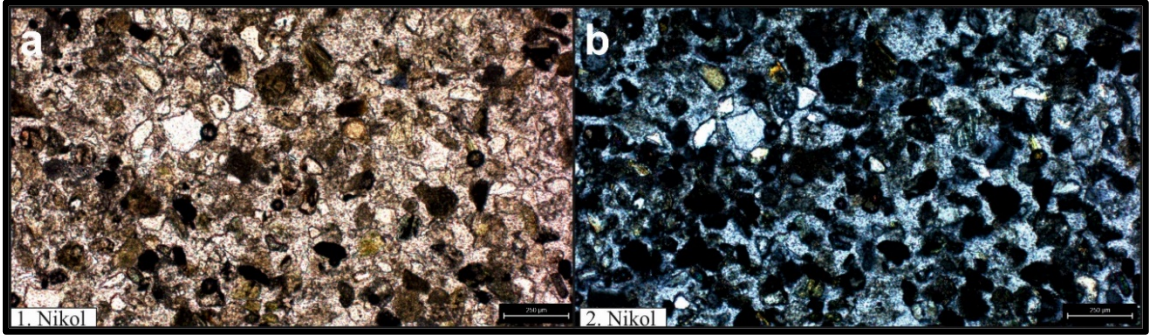
Şekil 4.11. TCR-2A işaretli örnekte gül şeklinde gelişen jips kristallerinin mikrofotografaları, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips)

DGR-1 işaretli örnekte yapılan petrografik çalışma sonucunda, örneğin kırıntılı dokulu olduğu ve başlıca jips, kuvars, plajiyoklaz, dolomit, serpantin grubu mineraller, klorit grubu mineral, kil mineralleri ile opak minerallerden oluştuğu tespit edilmiştir. Bağlayıcı jips olup diğer mineraller bağlayıcı içerisinde allotriyomorf, orta-küçük taneler halindedir. Örnek kumtaşı olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.12).

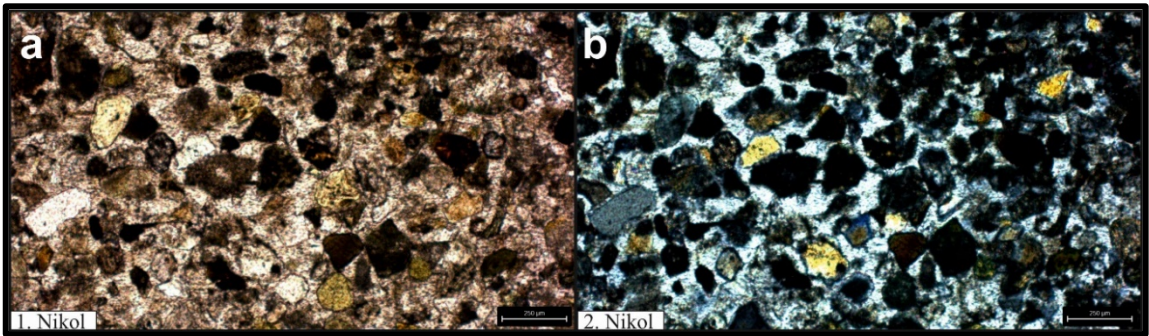


Şekil 4.12. DGR-1 işaretli örneğin mikrofotografaları, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (j: jips)

KV-1A ve KV-1B işaretli örneklerden yapılan petrografik çalışmalar sonucunda, örneklerin birbirleri ile benzer mineralojik bileşime sahip oldukları görülmüştür. Her iki örnek kırıntılı dokuya sahip olup başlıca jips, dolomit, kuvars, plajiyoklaz, alkali feldispat, amfibol grubu mineral, klorit grubu mineral ve kil minerallerinden oluşmaktadır. Jips minerali bağlayıcı malzeme olup diğer mineraller küçük taneli, öz-şekilsiz taneler halindedir. Örnek kumtaşı olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.13-4.14).



Şekil 4.13. KV-1A işaretli örneğin mikrofotografaları, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü



Şekil 4.14. KV-1B işaretli örneğin mikrofotografaları, a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü

4.1.2. Sondaj Örneklerinin Petrografisi

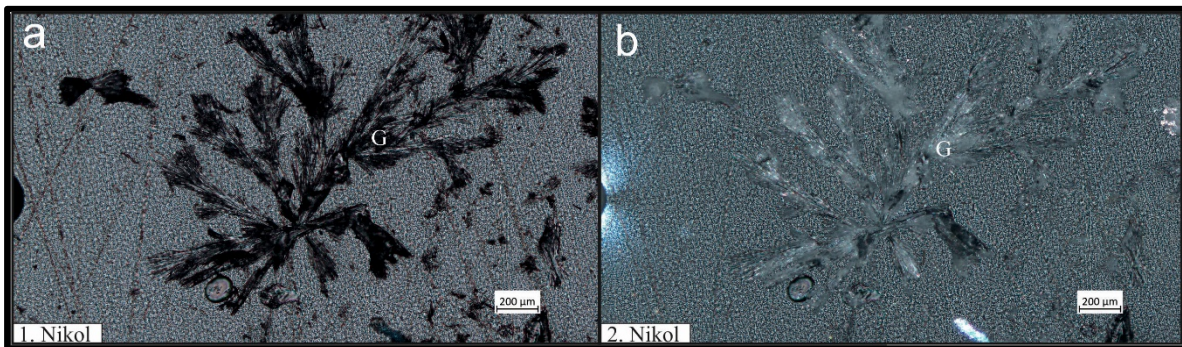
4.1.2.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin Petrografisi

SG-3 nolu sondajdan elde edilen karotların geneli, dağınık yapıda olup ince kesit yapımı için uygun değildir (Şekil 4.15). Ancak cevherli zondan alınan bir örnek (SG-3-N16) epoksiye gömülerek ince kesiti hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekten petrografik incelemeler gerçekleştirilmiştir.

SG-3-N16 işaretli örnekte gerçekleştirilen petrografik incelemeler sonucunda ışınsal dokulu globerit mineralleri ve görece çok daha küçük tane boyuna sahip mineraller belirlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.15. SG-3 nolu sondaj karotlarında dağılgan yapıda, merceksi globerit kristalleri içeren cevherli zon. (G:globerit)

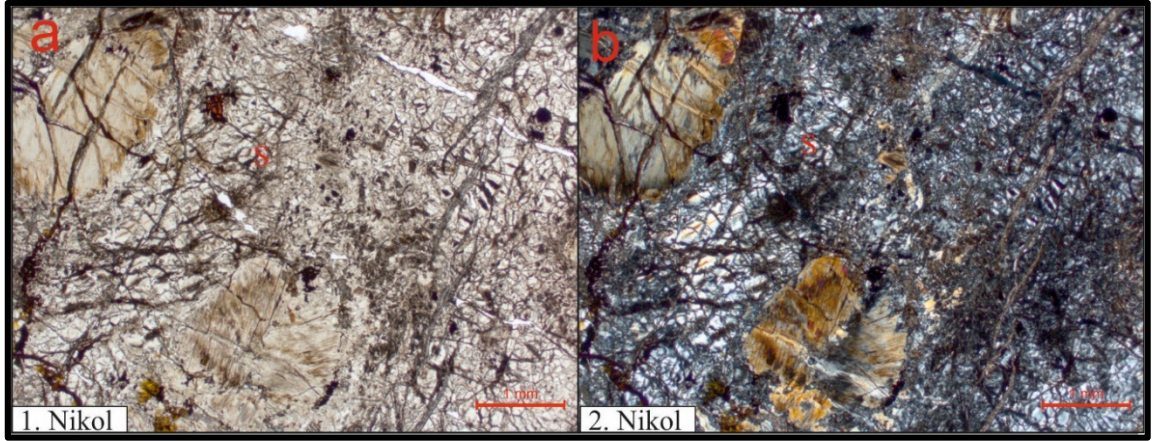


Şekil 4.16. SG-3-N16 işaretli örneğe ait ışınsal dokulu globerit minerali mikrofotografı. a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü.

4.1.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin Petrografisi

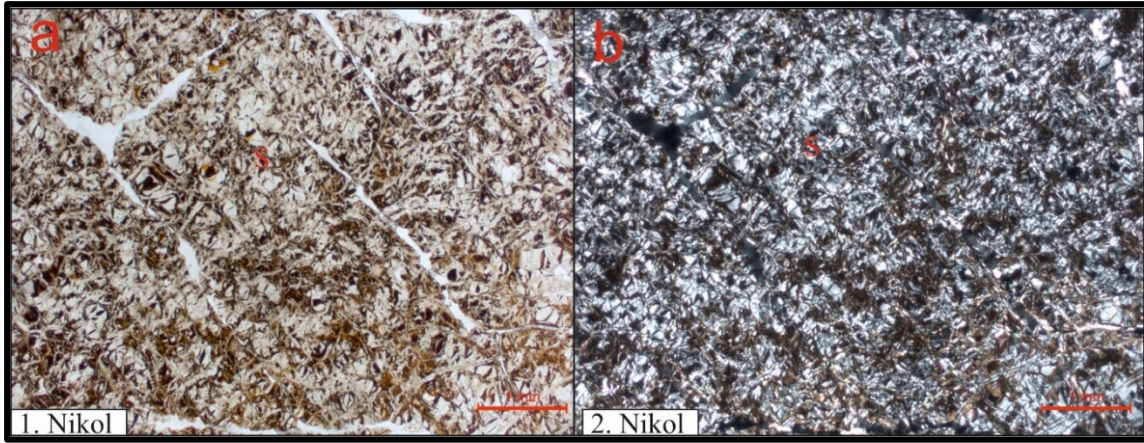
SG-4 nolu sondajdan elde edilen karotların geneli, dağılgan yapıda olup ince kesit yapımı için uygun değildir. Kuyunun 355 m'den itibaren ulaşılan ana kayaçtan (Şekil 4.3) örnekler alınarak (SG-4-N16 ve SG-4-N17) petrografik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

SG-4-N16 işaretili örnekten yapılan petrografik çalışmalar sonucunda örnekte elek dokusu gözlenmiştir. Başlıca serpantin grubu mineraller, ortopiroksen kalıntıları, karbonat grubu mineraller ve opak mineraller gözlenmiştir. Karbonat grubu mineraller damarlar boyunca oluşum sunar. Örnekte serpantinleşme çok yaygın olup, serpantin grubu mineraller kayaca elek dokusu kazandırmıştır. Orta taneli opak mineraller gelişigüzel dağılım göstermektedir. Mineralojik bileşim ve dokusal özelliklerine göre örnek serpantinit olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. SG-4-N16 işaretili örneğin mikrofotografaları. Serpantin grubu minerallerde elek dokusu görülmektedir. a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (S: serpantin grubu mineral)

SG-4-N17 işaretili örnekte yapılan petrografik incelemeler sonucunda, örnekte elek dokusu gözlenmiş olup başlıca serpantin grubu mineraller, karbonat grubu mineraller ve opak minerallerden oluşmaktadır. Karbonat grubu mineraller, karbonat damarları halindedir. Örnekte serpantinleşme çok yaygın olup, örnek ilksel mineralojik ve dokusal özelliklerini tamamen kaybetmiştir. FeO'leşme çok yaygındır. Serpantin grubu mineraller elek dokusu göstermektedir. Orta taneli opak mineraller gelişigüzel dağılım sunarlar. Mineralojik bileşim ve dokusal özelliklerine göre örnek serpantinit olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. SG-4-N17 işaretli örneğin mikrofotografaları. Serpantin grubu minerallerde elek dokusu görülmektedir. Serpantin grubu mineraller içerisinde FeO'ler yoğun olarak görülmektedir. a) 1. Nikol görüntüsü, b) 2. Nikol görüntüsü (S: serpantin grubu mineral)

4.2. XRD Analizleri

XRD yöntemi, optik yöntemler ile (polarizan veya binoküler mikroskop ile) tanımlaması mümkün olmayan cevher, kil veya kristalin yapıya sahip herhangi bir mineralin tanımlanmasında kullanılan yaygın bir analiz yöntemidir. Bu tez çalışmasında mostradan alınan 18 adet örnek ve sondaj karotlarından alınan 53 adet örneğin tamamında XRD tüm kayaç ve kil içeren örneklerde detay kil analizleri gerçekleştirilmiştir.

4.2.1. Mostra Örneklerinin XRD Analizi

Mostradan alınan örneklerden gerçekleştirilen XRD analizlerinin sonuçları Çakmak Formasyonu, Mercan Formasyonu ve Ballıhisar Formasyonu (Acıkır Üyesi) XRD analiz sonuçları olarak ayrı başlık altında incelenecektir.

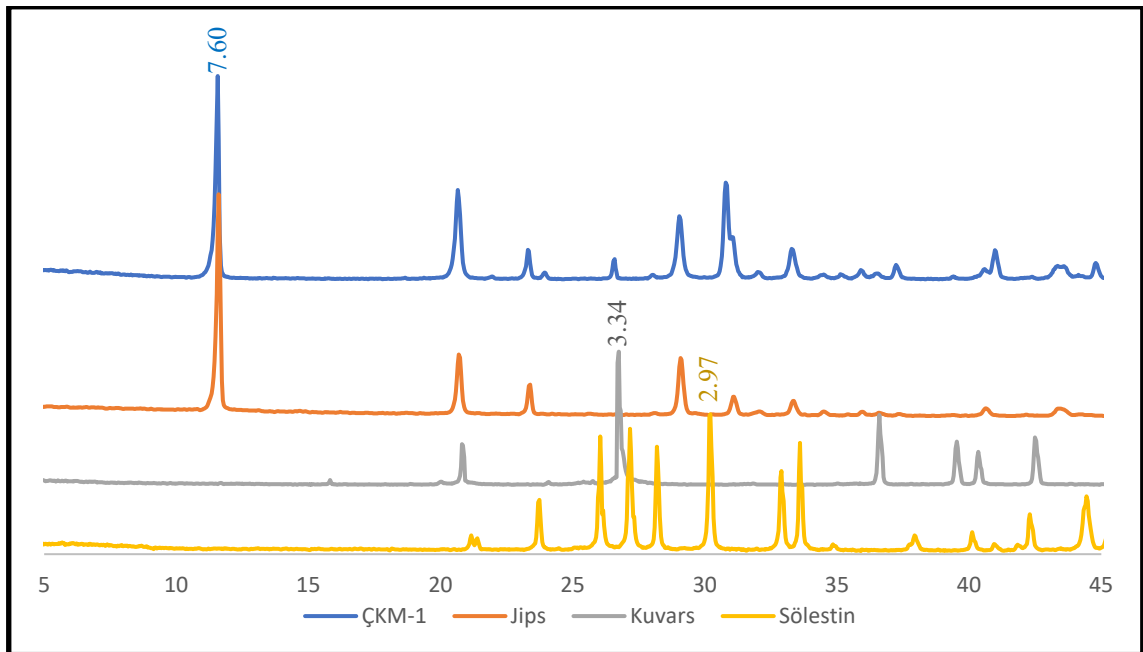
4.2.1.1. Çakmak Formasyonu XRD Analiz Sonuçları

Çalışma sahasında Çakmak Formasyonunu temsil eden 6 adet örnekten (GMK-1, GMK-2, GMK-3, TCR-2A, TCR-2B ve ÇKM-1) XRD tüm kayaç ve kil yoğunluklu örneklerden detay kil analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.2). Bu numunelerde ağırlıklı olarak jips, dolomit, kuvars ve kil mineralleri birlikteliği izlenmiştir.

Çizelge 4.2. Çakmak Formasyonu üzerinden alınan örneklere ait XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları

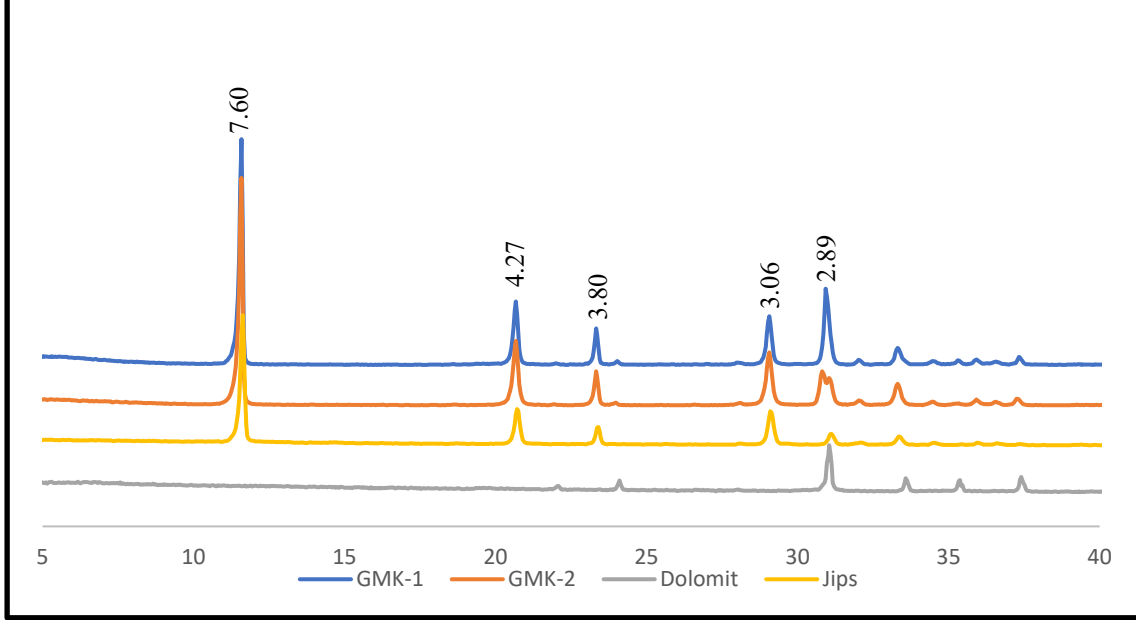
NUMUNE İŞARETİ	LİTOLOJİ	XRD TÜM KAYAÇ ANALİZ SONUCU
ÇKM-1	Jipsli Kilitaşı	Jips, Dolomit, Kuvars
GMK-1	Jips	Jips, Dolomit, Sölestin, Kil minerali
GMK-2	Jips	Jips, Dolomit, Kuvars, Kil minerali
GMK-3	Kilitaşı	Dolomit, Kuvars, Jips, Alkali Feldispat, Plajiyoklaz, Klorit Gurubu Mineral, İlli ve Klorit-Simektit, Sölestin, Amorf malzeme
TCR-2A	Jips	Jips, Sölestin
TCR-2B	Jipsli Kilitaşı	Jips, Kuvars, Plajiyoklaz, Alkali Feldispat, Dolomit, Mika Grubu Mineral, Kil minerali

Çakmak Formasyonu karbonat hamuru içerisinde jips gülü şeklinde görülen birim içerisinde alınan ÇKM-1 işaretli örnekte 7.60 Å'da karakteristik piki belirlenen jips minerali için diğer tipik pikleri; 4.28 Å, 3.06 Å, 2.87 Å ve 2.68 Å'da gözlenmiştir. Tüm kayaç çekiminde jips minerali ile birlikte, 2.89 Å'da dolomit ve 3.34 Å'da kuvars minerallerinin pikleri tanımlanmıştır (Şekil 4.19).



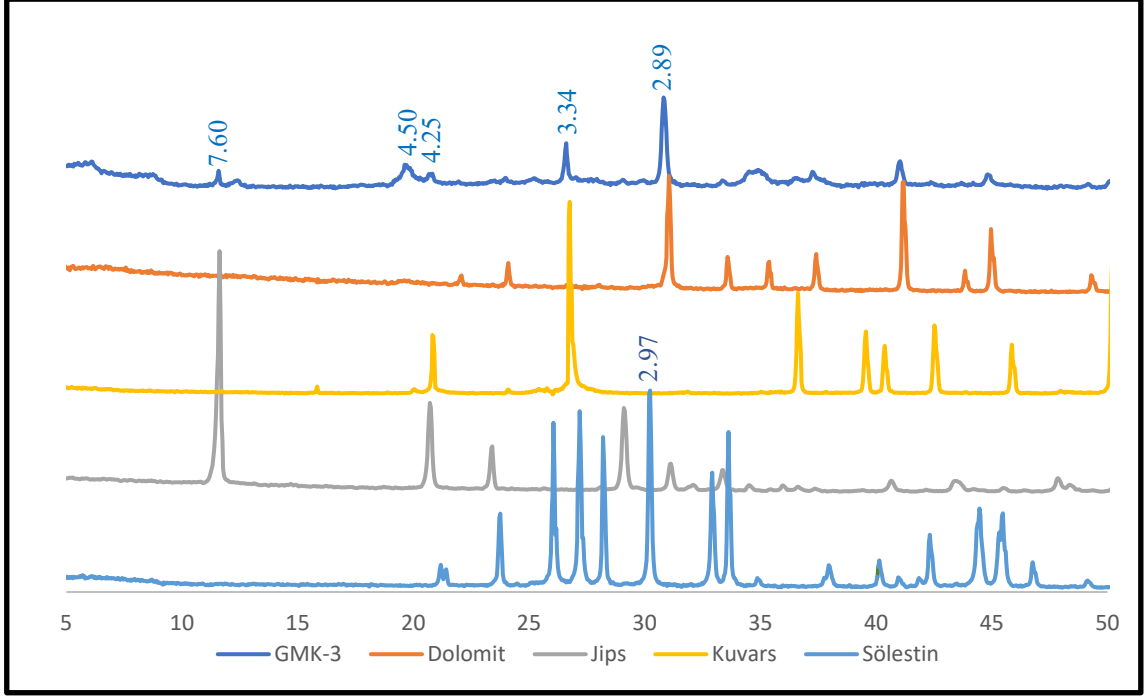
Şekil 4.19. ÇKM-1 işaretli örneğe ait XRD difraktogramı.

GMK-1 ve GMK-2 örneklerinde 7.60 Å'da jips minerali ve 2.89 Å'da dolomit mineralinden farklı olarak GMK-1'de 3.34 Å'da kuvars minerali, GMK-2'de 2.97 Å'da sölestin minerali tespit edilmiş, iki örnekte de çok az killeşme görülmüştür (Şekil 4.20).



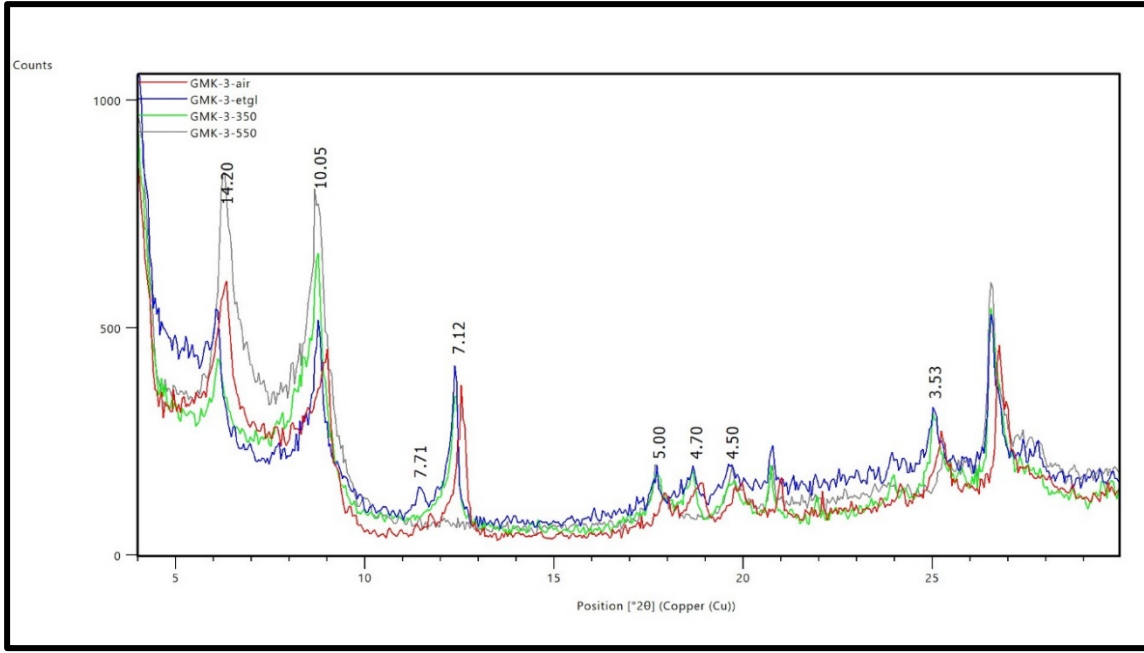
Şekil 4.20. GMK-1 ve GMK-2 işaretli örneklere ait birleşik şekilde verilmiş XRD difraktogramları.

GMK-3 işaretli örnekte diğer örneklerden (GMK-1 ve GMK-2) farklı olarak kil mineralleri fazladır. Bu örnekte tüm kayaç analizinin yanı sıra kil minerallerinin türünü belirlemek için detay kil analizleri gerçekleştirilmiştir. XRD tüm kayaç analizi sonucunda 2.89 Å'da dolomit, 3.34 Å'da kuvars, 7.60 Å'da jips, 3.18 Å'da plajiyoklaz, 3.24 Å'da alkali feldispat, 2.97 Å'da sölestin ve 7.09 Å'da, 10.04 Å'da, 14.31 Å'da kil mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. GMK-3 işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.

Kil minerallerinin türlerini belirlemek için yapılan detay kil analizi sonucunda GKM-3 işaretli örnekte klorit, illit ve klorit-simektit türü kil mineralleri tespit edilmiştir. Klorit mineralinin normal çekimde belirgin pikleri 7.09 Å ve 14.20 Å görülmüş, etilen glikol ile muamelede piklerde değişim gözlenmemiş 550 °C’de 7.10 Å pikinde çökme 14.20 Å pikinde yükselme görülmüştür. İllit mineralinde detay kil analizi için hazırlanan dört preparatın tümünde de XRD çekimi sonucunda 10.01 Å pikinin olduğu tespit edilmiştir. Klorit-simektit türü karışık tabakalı kil minerali normal çekimde 14.2 Å olan piki etilen glikolle muamelede sonucunda piklerin 15.20 Å’a ve 7.78 Å’a şiştiği, fırınlama sonucunda 10 Å’a düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. GMK-3 işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramları.

TCR-2A işaretli örnekte 7.60 Å’jips ve 2.97 Å’da sölestin minerali görülmüştür. TCR-2B işaretli örnekte 7.60 Å’da jips, 3.34 Å’da kuvars, 2.89 Å’da dolomit, 3.18 Å’da plajiyoklaz, 3.24 Å’da alkali feldispat ve 10.05 Å’da illit minerali tespit edilmiştir.

4.2.1.2. Mercan Formasyonu XRD Analiz Sonuçları

Çalışma sahası içerisinde bulunan Taşlı Yayla civarından Mercan Formasyonunu temsil eden 6 adet örnekten (TCR-1A, TCR-1B, TCR-1C, TCR-1D, TCR-1E, TCR-1F) XRD tüm kayaç ve kil yoğunluklu örneklerden detay kil analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu numunelerde ağırlıklı olarak dolomit, kuvars, sepiyolit ve klorit grubu mineral birlikteliği izlenmiştir (Çizelge 4.3).

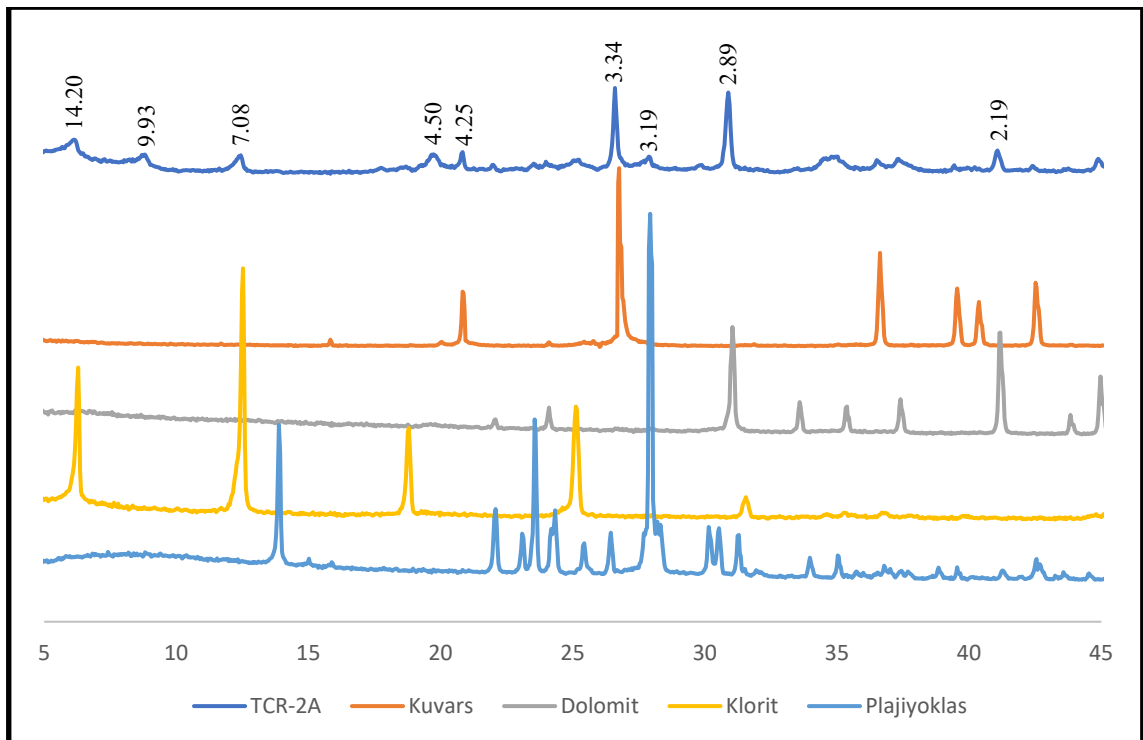
Çizelge 4.3. Mercan Formasyonu üzerinden alınan örneklere ait XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları.

Numune İşareti	Litoloji	XRD Tüm Kayaç Analiz Sonucu
TCR-1A	Kiltaşı	Kuvars, Dolomit, Klorit Grubu Mineral, İllit, Plajiyoklaz, Alkali Feldispat, Amorf malzeme
TCR-1B	Kireçtaşı	Dolomit, Kuvars, Kil minerali

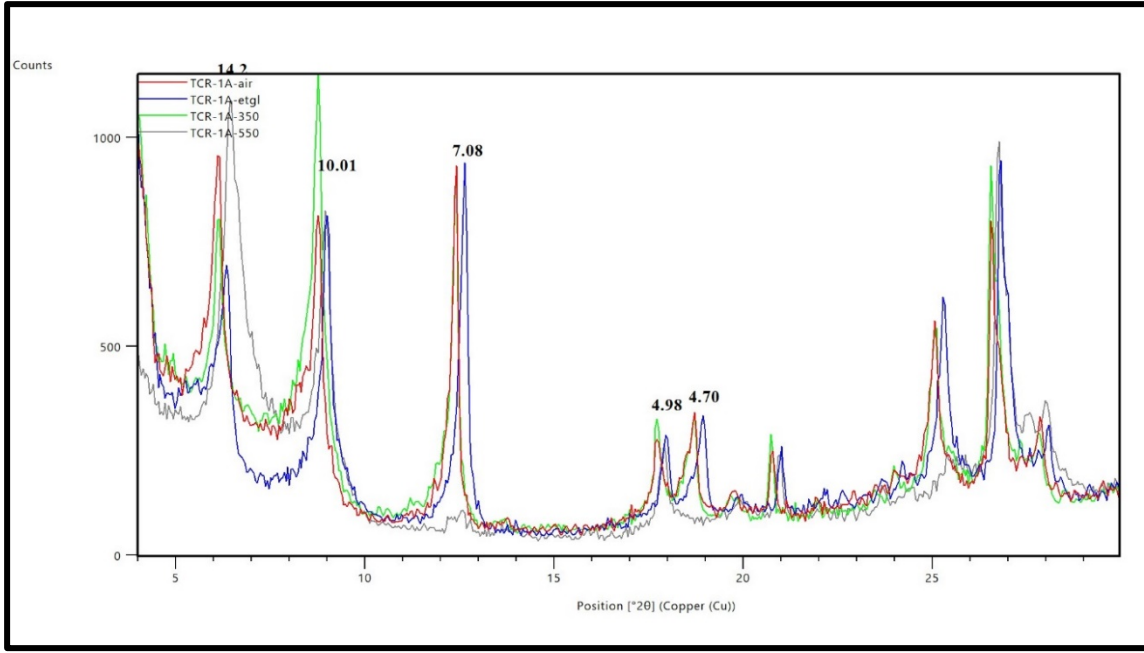
Çizelge 4.3. Devam ediyor.

Numune İşareti	Litoloji	XRD Tüm Kayaç Analiz Sonucu
TCR-1C	Marn	Dolomit, Kuvars, Klorit Grubu Mineral, Plajiyoklaz, Alkali Feldispat, İllit, Jips
TCR-1D	Kireçtaşı	Dolomit, Jips, Kuvars
TCR-1E	Kiltaşı	Dolomit, Sepiyolit, Kil minerali
TCR-1F	Marn	Sepiyolit, Kalsit, Dolomit

Mercan Formasyonunu temsil eden jeolojik istifin tabandan tavana her litostratigrafik birimden örnekleme yapılmış ve alınan örneklerin XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. Jeolojik istifin tabanında yer alan TCR-1A işareti örnekte yapılan XRD tüm kayaç ve detay kil analizleri sonucunda karakteristik piki 3.34 Å'da kuvars, 2.89 Å'da dolomit, 3.19 Å'da plajiyoklaz ve 3.24 Å'da alkali feldispat ve kil mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4.23). Kil minerallerinin türünü belirlemek için yapılan detay kil analizi sonucunda 7.08 Å'da klorit grubu mineral ve 9.98 Å'da illit mineralleri belirlenmiştir (Şekil 4.23-4.24).



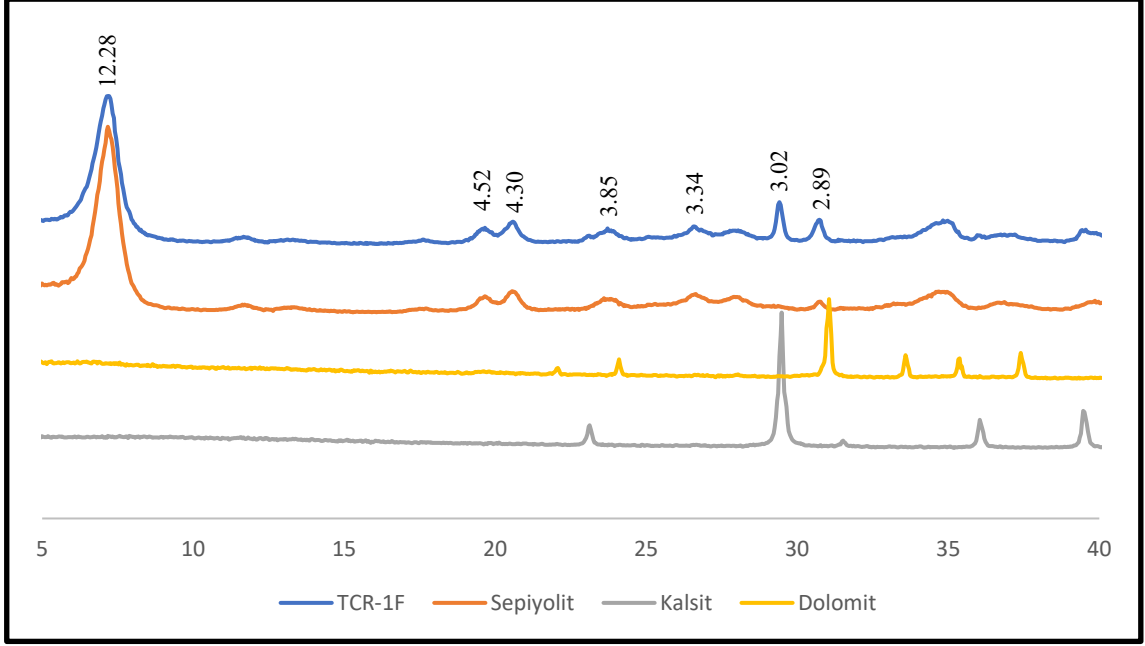
Şekil 4.23. TCR-1A işareti örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.



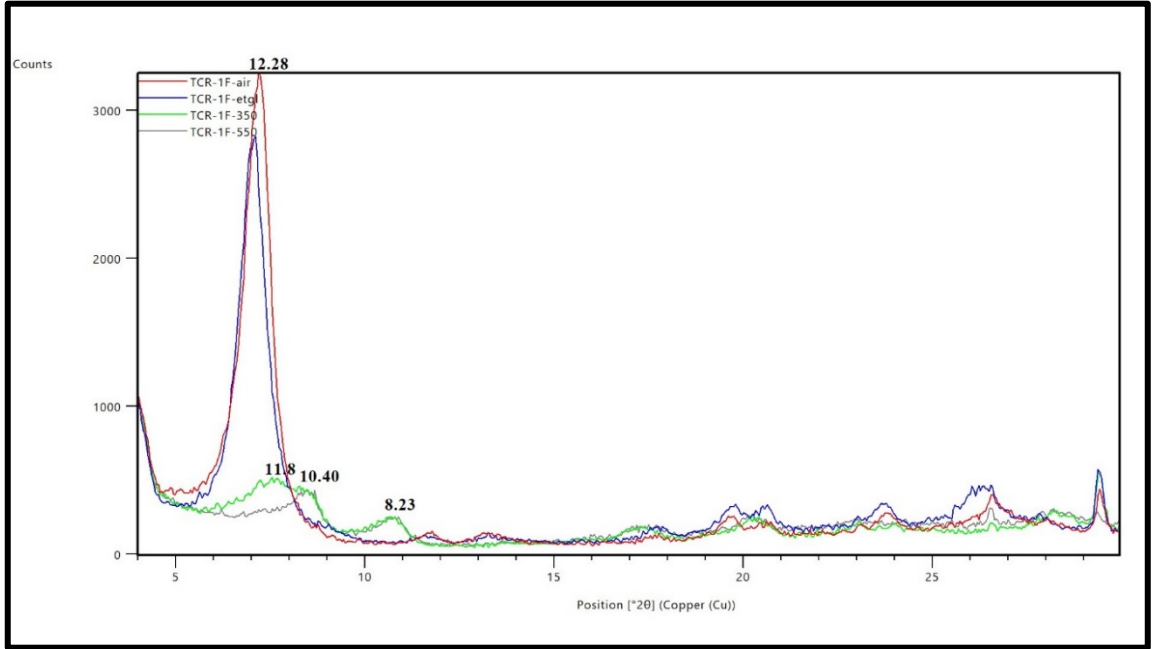
Şekil 4.24. TCR-1A işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramı.

TCR-1B işaretli örnekte gerçekleştirilen XRD analizi sonucunda 2.89 Å'da dolomit ve 3.34 Å'da kuvars mineralleri tespit edilmiştir. TCR-1C işaretli örnek TCR-1A işaretli örnek ile benzer kırınımlara sahip olup aynı grup mineraller tespit edilmiştir. TCR-1D işaretli örnekte TCR-1B işaretli örnekten farklı olarak 7.60 Å'da jips minerali belirlenmiştir

TCR-1E işaretli örnekte gerçekleştirilen XRD analizi sonucunda 2.89 Å'da dolomit, detay kil analizi sonucunda 12.28 Å'da sepiyolit ve 10.01 Å'da illit mineralleri tespit edilmiştir. Aynı şekilde TCR-1F işaretli örnek içinde yapılan tüm kayaç ve detay kil analizi sonucunda 12.28 Å'da sepiyolit, 3.03 Å'da kalsit ve 2.89 Å'da dolomit mineralleri belirlenmiştir (Şekil 4.25-4.26).



Şekil 4.25. TCR-1F işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.



Şekil 4.26. TCR-1F işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramları.

4.2.1.3. Ballıhisar Formasyonu (Acıkır Üyesi) XRD Analiz Sonuçları

Çalışma sahasında Kartallık Tepe civarındaki jeolojik istifin her bir litostratigrafik birimden (KV-1A, KV-1B, KV-2, KV-3), Kavuncu Mahallesinin 2 km. batısında yer alan gölün kuruyan kısımlarında oluşan güncel çökelden (KVNÇ-1) ve Bayamağacı Tepe civarından (DGR-1) Ballıhisar Formasyonu Acıkır üyesini temsil eden toplam 6 adet

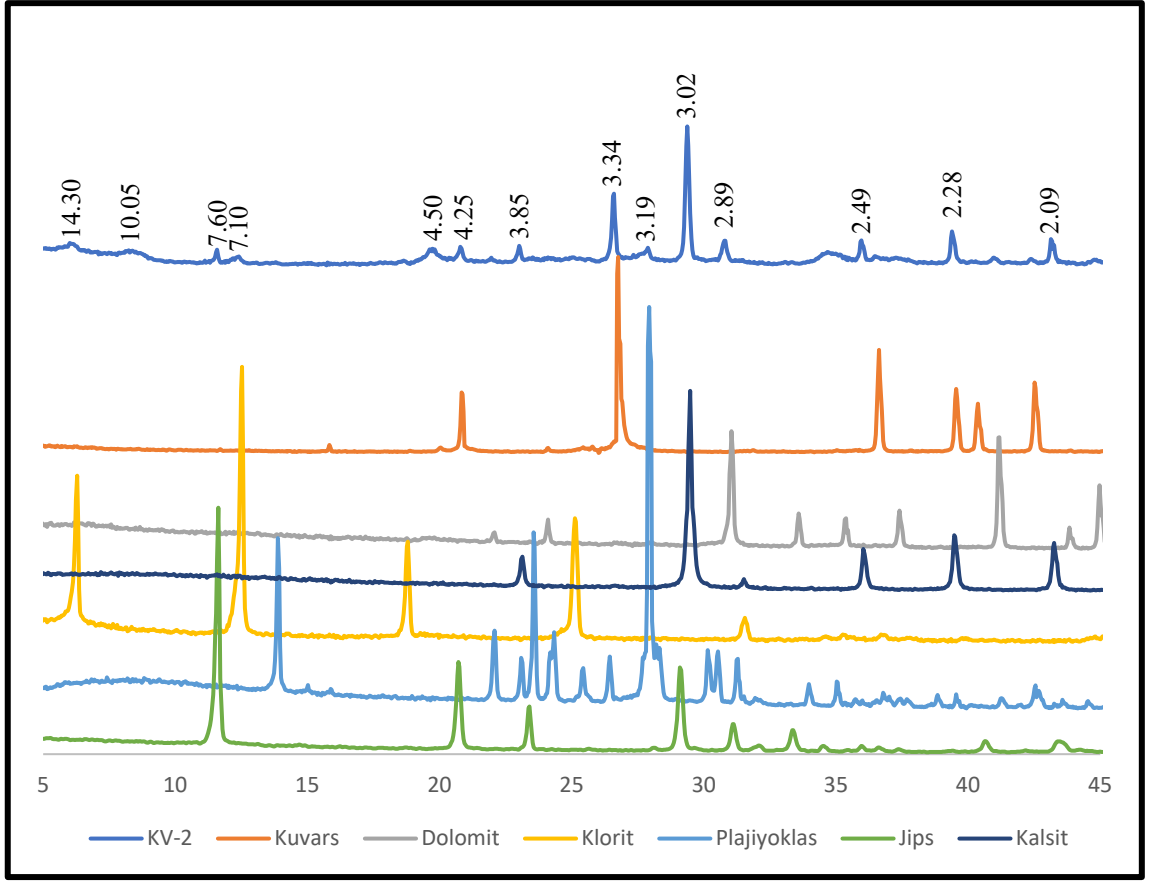
örnek alınmış ve bu örneklerden XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. XRD analizleri sonucunda örneklerde ağırlıklı olarak jips, dolomit ve kil minerali birliktelikleri izlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Ballıhisar Formasyonu Acıkır üyesi üzerinden alınan örneklere ait XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları.

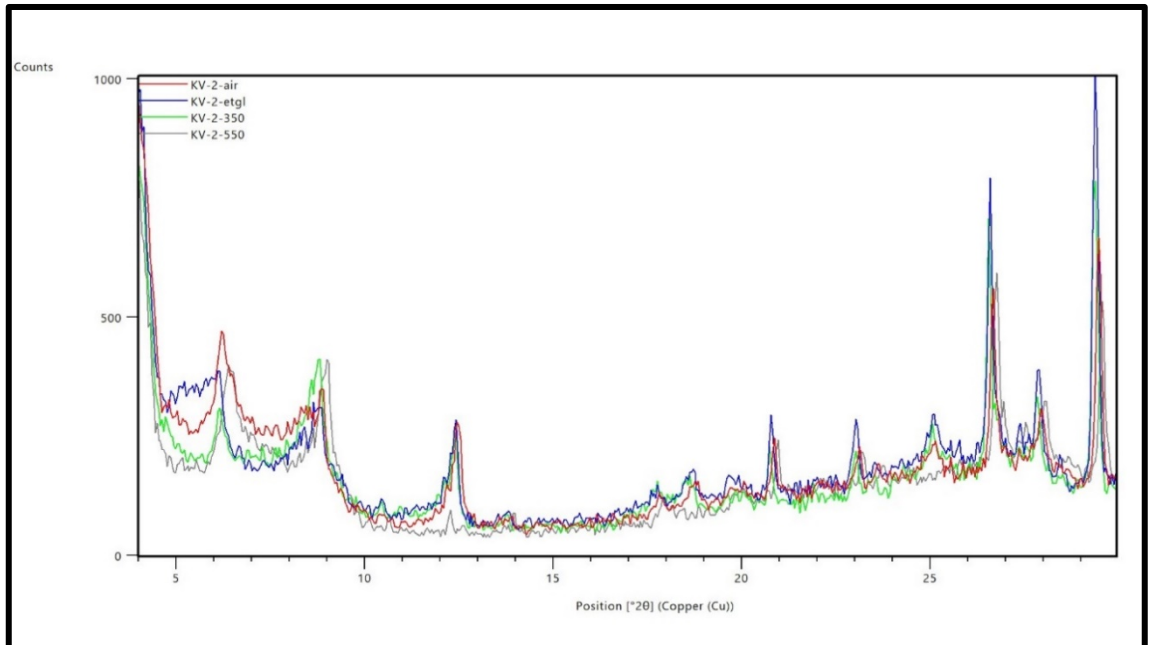
Numune İşareti	Litoloji	XRD Tüm Kayaç Analiz Sonucu
KV-1A	Kumtaşı	Jips, Dolomit, Kuvars, Plajiyoklaz, Alkali Feldispat, Amfibol Grubu Mineral, Klorit Grubu Mineral, Kil minerali
KV-1B	Kumtaşı-Kiltaşı	Jips, Kuvars, Dolomit, Plajiyoklaz, Alkali Feldispat, Amfibol Grubu Mineral, Klorit Grubu Mineral, Kil minerali
KV-2	Kiltaşı	Kalsit, Kuvars, Dolomit, Jips, Plajiyoklaz, Alkali Feldispat, Klorit Grubu Mineral, İllit, İllit-Simektit, Kaolinit, Serpantin Grubu Mineral
KV-3	Karbonatlı Kiltaşı	Dolomit, Kuvars, Jips, Plajiyoklaz, İllit, Montmorillonit,
KVNÇ-1	Güncel Çökel	Blödit, Tenardit, Halit, Jips, Löveit, Hidrogloberit, Dolomit
DGR-1	Kumtaşı	Jips, Kuvars, Plajiyoklaz, Dolomit, Serpantin Grubu Mineral, Klorit Grubu Mineral, Amfibol Grubu Mineral, Kil minerali

Aynı litostratigrafik birim üzerinden alınan KV-1A ve KV-1B işaretli örneklerde gerçekleştirilen XRD analizleri sonucunda farklı bir mineralleşme görülmeyp, 7.60 Å'da jips, 3.34 Å'da kuvars, 2.89 Å'da dolomit ve 14.69 Å'da kil minerali tespit edilmiştir.

KV-2 işaretli örnekte gerçekleştirilen XRD tüm kayaç ve detay kil analizleri sonucunda karakteristik pikleri 3.03 Å'da kalsit, 3.34 Å'da kuvars, 2.90 Å'da dolomit, 3.19 Å'da plajiyoklaz, 7.60 Å'da jips, 7.08 Å'da klorit grubu mineral, 9.98 Å'da illit, 10.64 Å'da illit-simektit, 7.15 Å'da kaolinit, 7.28 Å'da serpantin grubu mineraller tespit edilmiştir (Şekil 4.27-4.28).



Şekil 4.27. KV-2 işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.

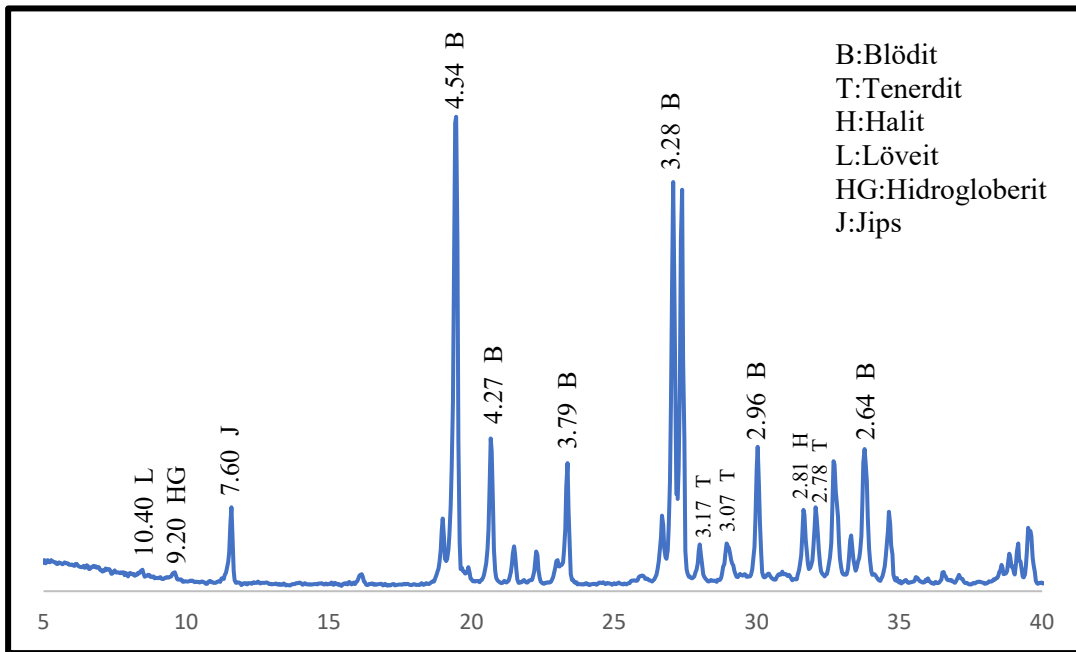


Şekil 4.28. KV-2 işaretli örneğe ait birleşik şekilde verilmiş detay kil XRD difraktogramları.

Jeolojik istifin tabanında yer alan litostratigrafik birim üzerinden alınan KV-3 işaretli örnekte gerçekleştirilen XRD analizi sonucunda karakteristik pikleri 2.90 Å'da dolomit, 3.34 Å'da kuvars, 7.60 Å'da jips 14.53 Å'da simektit grubu mineral ve 10.01 Å'da illit mineralleri tespit edilmiştir. Simektit grubu mineralin 14.53 Å'da pikinin etilen glikollü çekimde 17.70 Å'da şiştiği, fırınlı çekimlerde 9.90 Å'da düştüğü, illitin 10.01 Å'da pikinin etilen glükollü ve fırın çekimlerinde değişmediği görülmüştür.

DGR-1 işaretli örnekte gerçekleştirilen XRD analizi sonucunda 7.60 Å'da jips, 3.34 Å'da kuvars, 3.19 Å'da plajiyoklaz, 2.89 Å'da dolomit, 8.45 Å'da amfibol grubu mineral, 7.30 Å'da serpantin grubu mineral 7.09 Å'da klorit grubu mineral ve 14.83 Å'da kil minerali tespit edilmiştir.

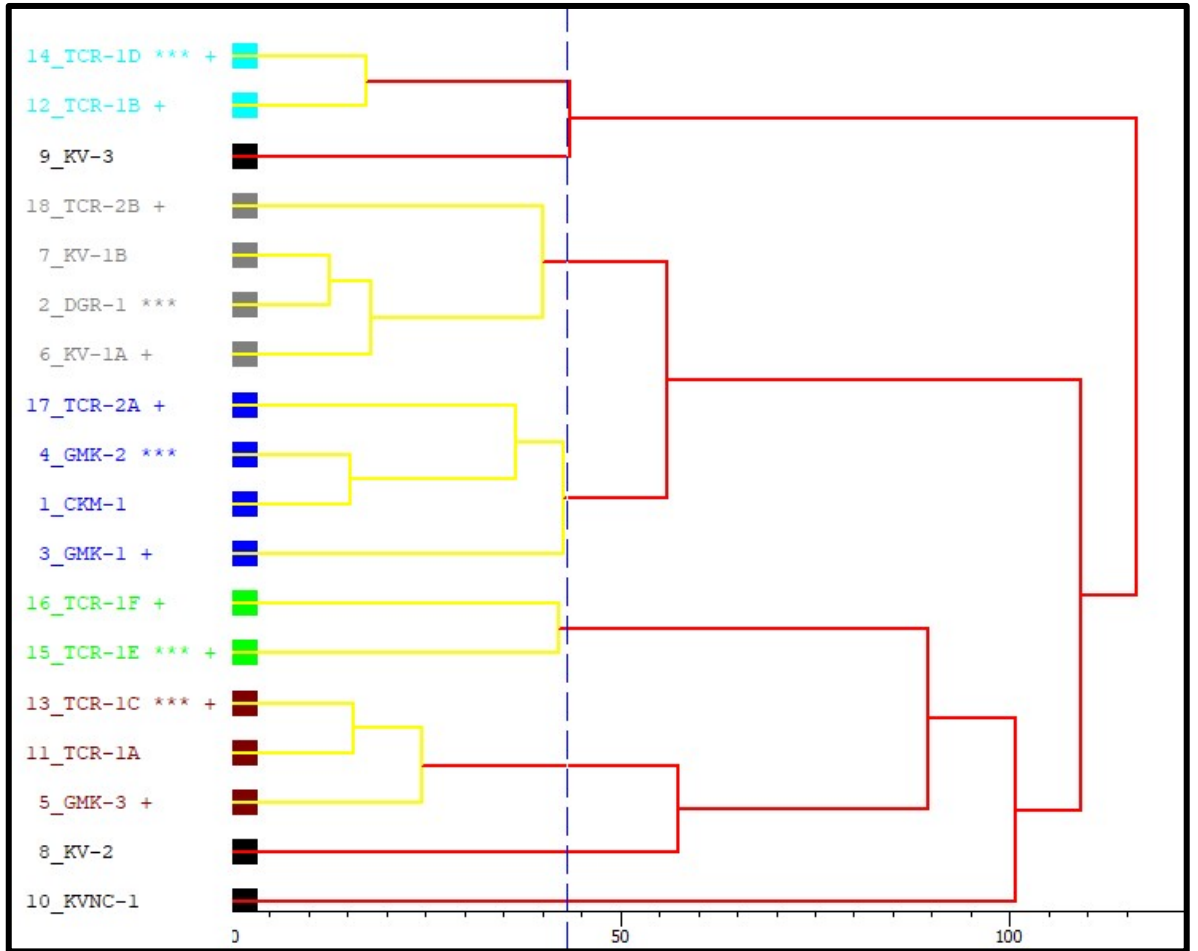
Göl etrafında oluşan güncel çökelden alınan KVNÇ-1 işaretli örnekte gerçekleştirilen XRD analizi sonucunda mostradan alınan diğer örneklerden farklı olarak karakteristik pikleri 4.54 Å'da blödit, 2.78Å'da tenardit, 2.81 Å'da halit, 10.40 Å'da löveit, 9.20 Å'da hidrogloberit ve 2.89 Å'da dolomit mineralleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler bu tez çalışması için önemli bulgulardır (Şekil 4.29).



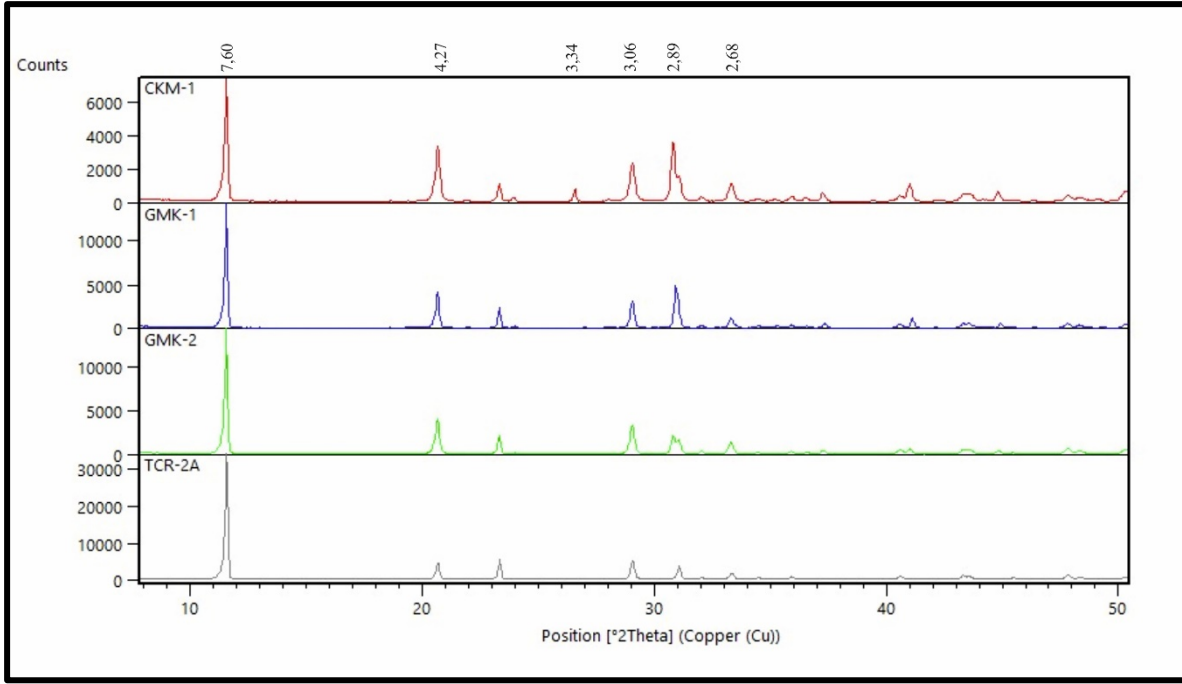
Şekil 4.29. KVNÇ-1 işaretli örneğe ait tüm kayaç XRD difraktogramı.

4.2.1.4. Mostrada Örneklerinin Hiyerarşik Kümeleme Analizi

Mostradan alınan örneklerden elde edilen XRD difraktogramlarının, benzer kırınım ve faz içeriklerine sahip olanlarını kümelendirmek için HighScore Plus programı kullanılarak hiyerarşik kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. % 80 yoğunluk eşiğine göre kümelendirilen difraktogramlar 6 farklı kümeye ayrılmıştır (Şekil 4.30). Hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda, Küme 1’de (mavi) ÇKM-1, GMK-1, GMK-2 ve TCR-2A örnekleri, Küme 2’de (yeşil) TCR-1E ve TCR-1F örnekleri, Küme 3’de DGR-1, KV-1A, KV-1B ve TCR-2B örnekleri, Küme 4’de (kahverengi) GMK-3, TCR-1A ve TCR-1C örnekleri, Küme 5’de (turkuaz) TCR-1B ve TCR-1D örnekleri bulunmaktadır. KV-2, KV-3 ve KVNC-1 örnekleri kümelendirilememiştir (siyah). Kümelerdeki örnekler incelendiğinde, farklı lokasyonlardan alındığı halde benzer mineral içeriği ve kırınım şiddetlerine sahip oldukları dikkati çekmiştir (Şekil 4.31).



Şekil 4.30. Mostradan alınan örneklerin XRD difraktogramlarının kümeleme dendogramı.



Şekil 4.31. Küme 1' (mavi) kümelendirilen XRD difraktogramlarının birlikte gösterimi.

4.2.2. Sondaj Örneklerinin XRD Analizi

SG-3 ve SG-4 nolu sondajlardan elde edilen karotlardan alınan örneklerden XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar SG-3 nolu sondaj ve SG-4 nolu sondaj için ayrı başlıklar altında verilecektir.

4.2.2.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin XRD Analizi Sonuçları

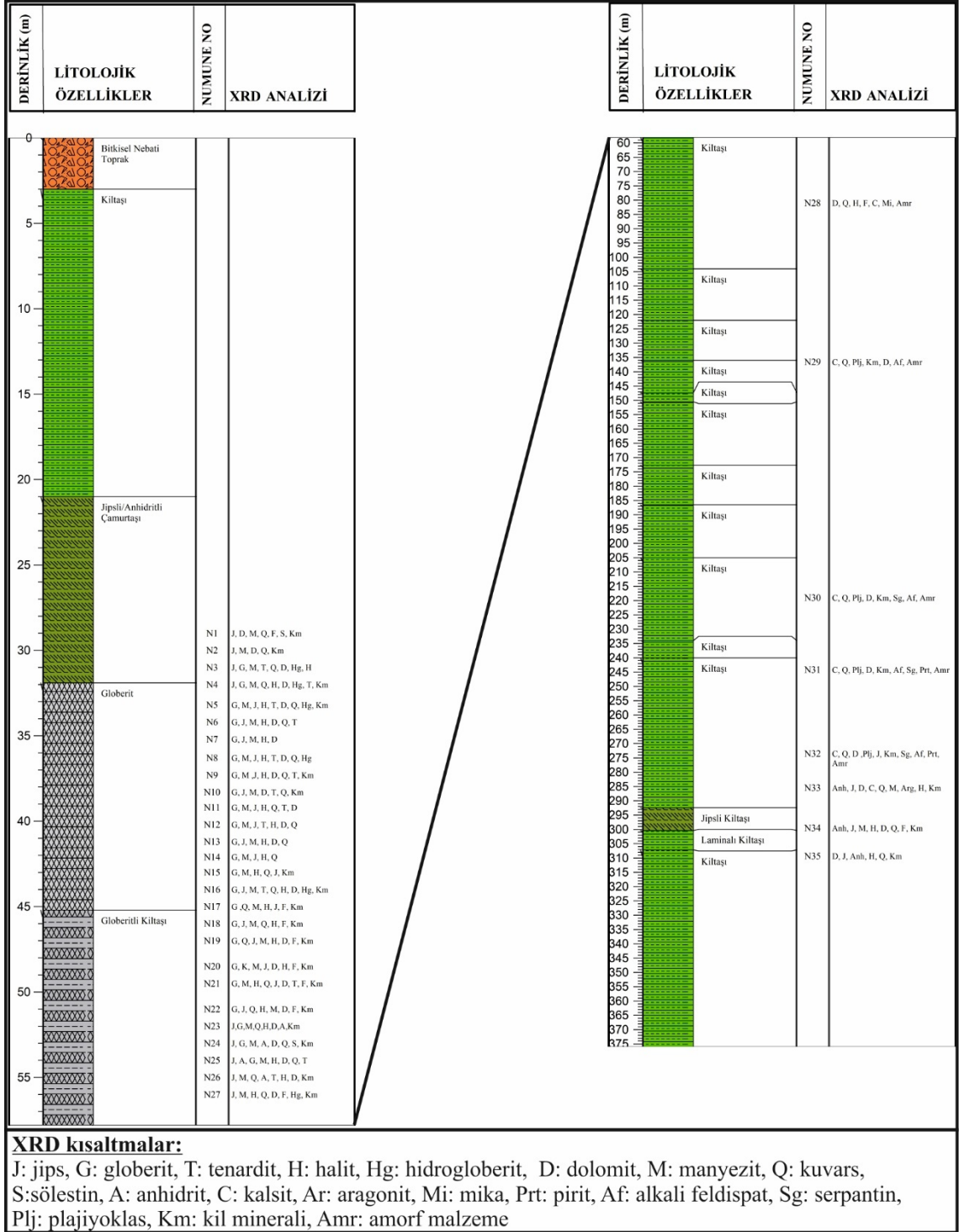
SG-3 nolu sondaj karotlarından alınan 35 adet örneğin XRD analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.5). Analiz sonucunda, cevherli zonun genelinde globerit, manyezit, jips, dolomit, kil minerali birlikteliği dikkati çekmiştir. Yan kayalarda ise jips, manyezit, dolomit, halit, kuvars ve kil minerali birlikteliği görülmüştür. Elde edilen XRD sonuçları sondaj kuyusunda derinlikle birlikte mineral içeriğindeki değişimi göstermek amacıyla Şekil 4.32'de sondaj loguna işlenmiştir.

Çizelge 4.5. SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları.

Numune İşareti	Sondaj (m)	Litoloji	XRD Tüm Kayaç Analiz Sonucu
SG-3-N1	29	Jips-Kil	Jips, Dolomit, Manyezit, Kuvars, Feldispat Grubu Mineral, Sölestin, Kil minerali
SG-3-N2	30	Jips-Kil	Jips, Manyezit, Dolomit, Kuvars, Kil minerali
SG-3-N3	31	Kil-Jips-Globerit	Jips, Globerit, Manyezit, Tenardit, Kuvars, Dolomit, Hidrogloberit, Halit
SG-3-N4	32	Kil-Globerit	Jips, Globerit, Manyezit, Kuvars, Halit, Dolomit, Hidrogloberit, Tenardit, Kil minerali
SG-3-N5	33,2	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Jips, Halit, Tenardit, Dolomit, Kuvars, Hidrogloberit, Kil minerali
SG-3-N6	34,2	Kil-Globerit	Globerit, Jips, Manyezit, Halit, Dolomit, Kuvars, Tenardit
SG-3-N7	35,2	Kil-Globerit	Globerit, Jips, Manyezit, Halit, Dolomit
SG-3-N8	36,3	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Jips, Halit, Tenardit, Dolomit, Kuvars, Hidrogloberit
SG-3-N9	37,3	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Jips, Halit, Dolomit, Kuvars, Tenardit, Kil minerali
SG-3-N10	38,3	Kil-Globerit	Globerit, Jips, Manyezit, Halit, Dolomit, Tenardit, Kuvars, Kil minerali
SG-3-N11	39,2	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Jips, Halit, Kuvars, Tenardit, Dolomit
SG-3-N12	40,2	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Jips, Tenardit, Halit, Dolomit, Kuvars
SG-3-N13	41,2	Kil-Globerit	Globerit, Jips, Manyezit, Halit, Dolomit, Kuvars
SG-3-N14	42,1	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Jips, Halit, Kuvars
SG-3-N15	43	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Halit, Kuvars, Jips, Kil minerali
SG-3-N16	44	Kil-Globerit	Globerit, Jips, Manyezit, Tenardit, Kuvars, Halit, Dolomit, Hidrogloberit, Kil minerali
SG-3-N17	45	Kil-Globerit	Globerit, Kuvars, Manyezit, Halit, Jips, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali
SG-3-N18	46	Kil-Globerit	Globerit, Jips, Manyezit, Kuvars, Halit, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali
SG-3-N19	47	Kil-Globerit	Globerit, Kuvars, Jips, Manyezit, Halit, Dolomit, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali
SG-3-N20	48,5	Kil-Globerit	Globerit, Kuvars, Manyezit, Jips, Dolomit, Halit, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali

Çizelge 4.5. Devam ediyor.

Numune İşareti	Sondaj (m)	Litoloji	XRD Tüm Kayaç Analiz Sonucu
SG-3-N21	49,5	Kil-Globerit	Globerit, Manyezit, Halit, Kuvars, Jips, Dolomit, Tenardit, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali
SG-3-N22	51	Kil-Globerit	Globerit, Jips, Kuvars, Halit, Manyezit, Dolomit, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali
SG-3-N23	52	Kil-Globerit	Jips, Globerit, Manyezit, Kuvars, Halit, Dolomit, Anhidrit, Kil minerali
SG-3-N24	53	Kil-Globerit	Jips, Globerit, Manyezit, Anhidrit, Halit, Dolomit, Kuvars, Sölestin, Kil minerali
SG-3-N25	54	Kil-Globerit	Jips, Anhidrit, Globerit, Manyezit, Halit, Dolomit, Kuvars, Tenardit
SG-3-N26	55	Kil-Globerit	Jips, Manyezit, Kuvars, Anhidrit, Tenardit, Halit, Dolomit, Kil minerali
SG-3-N27	56	Kil-Globerit-Jips	Jips, Manyezit, Halit, Kuvars, Dolomit, Feldispat Grubu Mineral, Hidrogloberit, Kil minerali
SG-3-N28	81	Kil	Dolomit, Kuvars, Halit, Feldispat Grubu Mineral, Kalsit, Mika Grubu Mineral/İllit, Kil minerali, Amorf malzeme
SG-3-N29	136,6	Kil	Kalsit, Kuvars, Plajiyoklaz, Kil minerali, Dolomit, Alkali Feldispat, Amorf malzeme
SG-3-N30	219	Kil	Kalsit, Kuvars, Plajiyoklaz, Dolomit, Kil minerali, Serpantin Grubu Mineral, Alkali Feldispat, Amorf malzeme
SG-3-N31	244,2	Kil	Kalsit, Kuvars, Plajiyoklaz, Dolomit, Kil minerali, Alkali Feldispat, Serpantin Grubu Mineral, Pirit, Amorf malzeme
SG-3-N32	273,5	Kil	Kalsit, Kuvars, Dolomit, Plajiyoklaz, Jips, Kil minerali, Serpantin Grubu Mineral, Alkali Feldispat, Pirit, Amorf malzeme
SG-3-N33	285,5	Kil-Jips	Anhidrit, Jips, Dolomit, Kalsit, Kuvars, Manyezit, Aragonit, Halit, Kil minerali
SG-3-N34	299,5	Laminalı Kıltaşı-Jips	Anhidrit, Jips, Manyezit, Halit, Dolomit, Kuvars, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali
SG-3-N35	309,3	Kireçtaşı	Dolomit, Jips, Anhidrit, Halit, Kuvars, Kil minerali



Şekil 4.32. SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin XRD analiz sonuçlarının kuyu logu üzerine gösterimi.

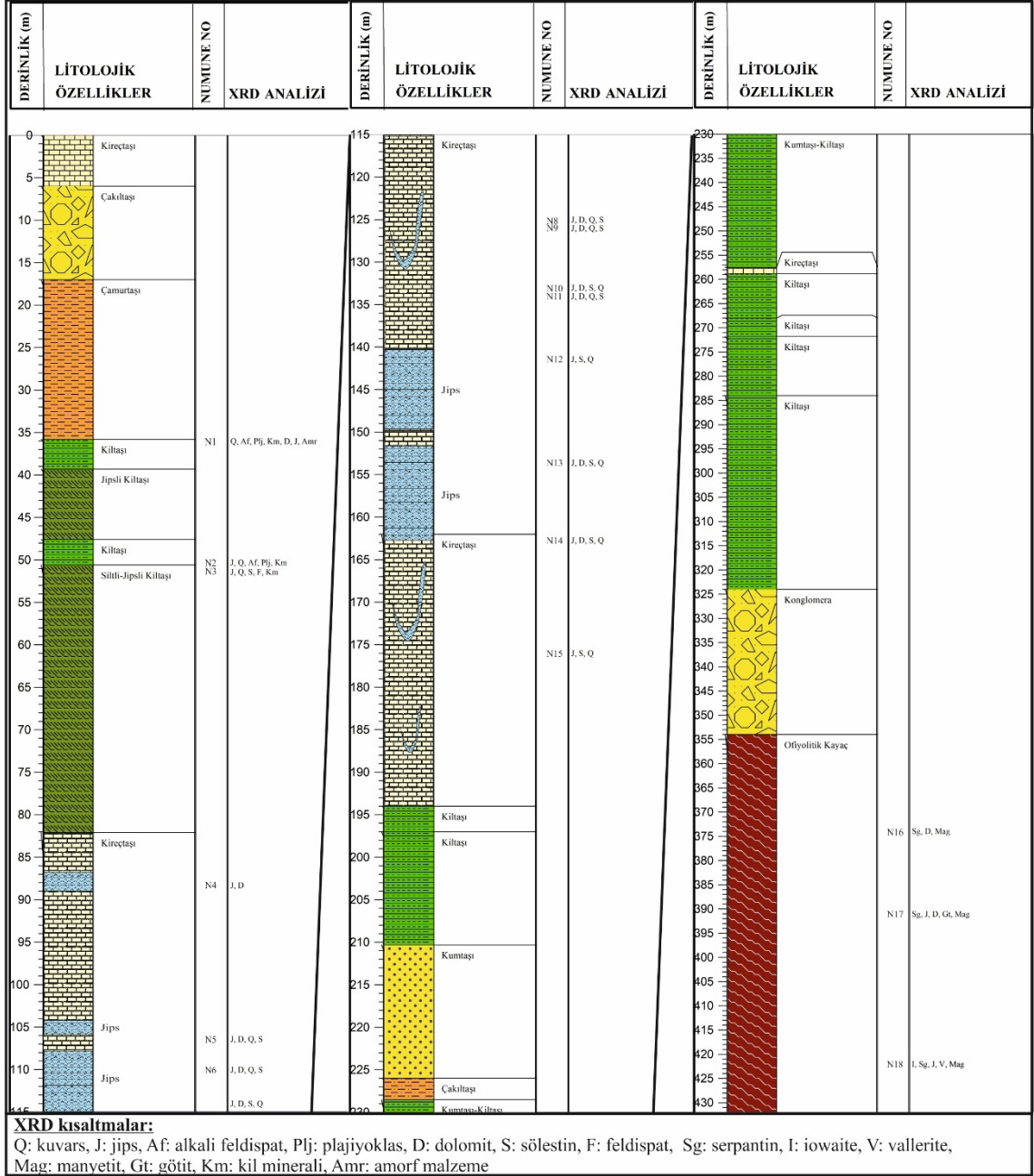
4.2.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin XRD Analizi Sonuçları

SG-4 nolu sondaj karotlarından alınan 18 adet örneğin XRD analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.6). Gerçekleştirilen XRD analizleri sonucunda sedimanter birimlerde jips, dolomit, sölestin ve kuvars, ofiyolitik birimden oluşan temel kayacda serpantin grubu

mineral, manyetit, dolomit birlikteliği tespit edilmiştir. Elde edilen XRD sonuçları sondaj kuyusunda, derinlikle birlikte mineral parajenezindeki değişimi göstermek amacıyla Şekil 4.33’de sondaj loguna işlenmiştir.

Çizelge 4.6. SG-4 nolu sondaj karot örneklerinin XRD tüm kayaç ve detay kil analizi sonuçları.

Numune İşareti	Litoloji	Sondaj (m)	XRD Tüm Kayaç Analiz Sonucu
SG-4-N1	Kiltaşı	36	Kuars, Alkali Feldispat, Plajiyoklaz, Kil minerali, Dolomit, Jips, Amorf malzeme
SG-4-N2	Kiltaşı	50,3	Jips, Kuvars, Alkali Feldispat, Plajiyoklaz, Kil minerali
SG-4-N3	Jips-Kil	51,4	Jips, Kuvars, Sölestin, Feldispat Grubu Mineral, Kil minerali
SG-4-N4	Jips-Kireçtaşı	88,3	Jips, Dolomit
SG-4-N5	Jips-Kireçtaşı	106,4	Jips, Dolomit, Kuvars, Sölestin
SG-4-N6	Jips-Kireçtaşı	110	Jips, Dolomit, Kuvars, Sölestin
SG-4-N7	Jips-Kireçtaşı	114	Jips, Dolomit, Sölestin, Kuvars
SG-4-N8	Kireçtaşı-Jips	125	Jips, Dolomit, Kuvars, Sölestin
SG-4-N9	Kireçtaşı-Jips	126	Jips, Dolomit, Kuvars, Sölestin
SG-4-N10	Kireçtaşı-Jips	133	Jips, Dolomit, Sölestin, Kuvars
SG-4-N11	Kireçtaşı-Jips	134	Jips, Dolomit, Kuvars, Sölestin
SG-4-N12	Kireçtaşı-Jips	141,4	Jips, Sölestin, Kuvars
SG-4-N13	Kireçtaşı-Jips	153,6	Jips, Dolomit, Sölestin, Kuvars
SG-4-N14	Kireçtaşı	162,7	Jips, Dolomit, Sölestin, Kuvars
SG-4-N15	Jips-Kireçtaşı	176	Jips, Sölestin, Kuvars
SG-4-N16	Harzburjit	373,9	Serpantin Grubu Mineral, Dolomit, Manyetit
SG-4-N17	Dunit	391	Serpantin Grubu Mineral, Jips, Dolomit, Götit, Manyetit
SG-4-N18	Serpantinit	422	Iowaite, Serpantin Grubu Mineral, Jips, Valleriite, Manyetit



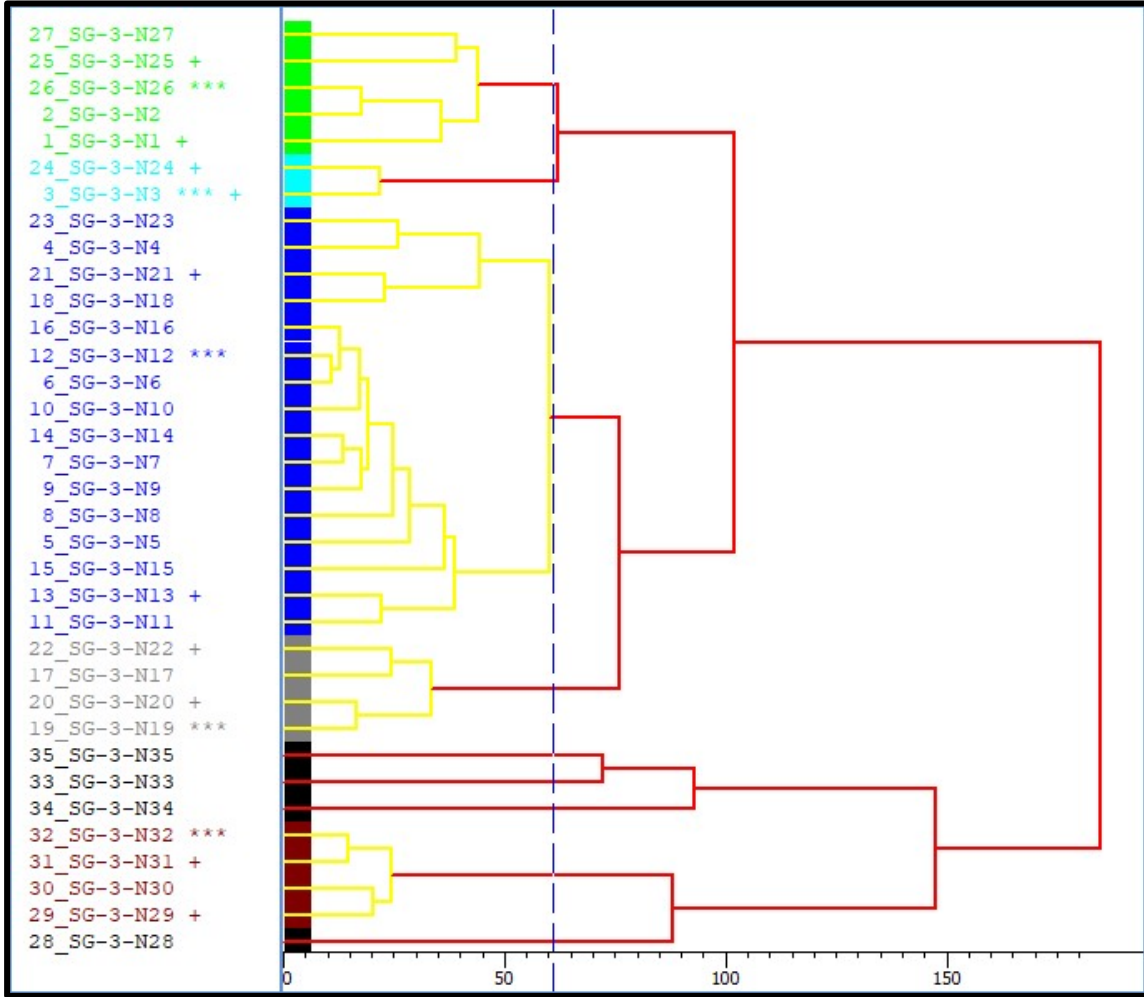
Şekil 4.33. SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin XRD analiz sonuçlarının kuyu logu üzerine gösterimi.

4.2.2.3. Sondaj Örneklerinin Hiyerarşik Kümeleme Analizi

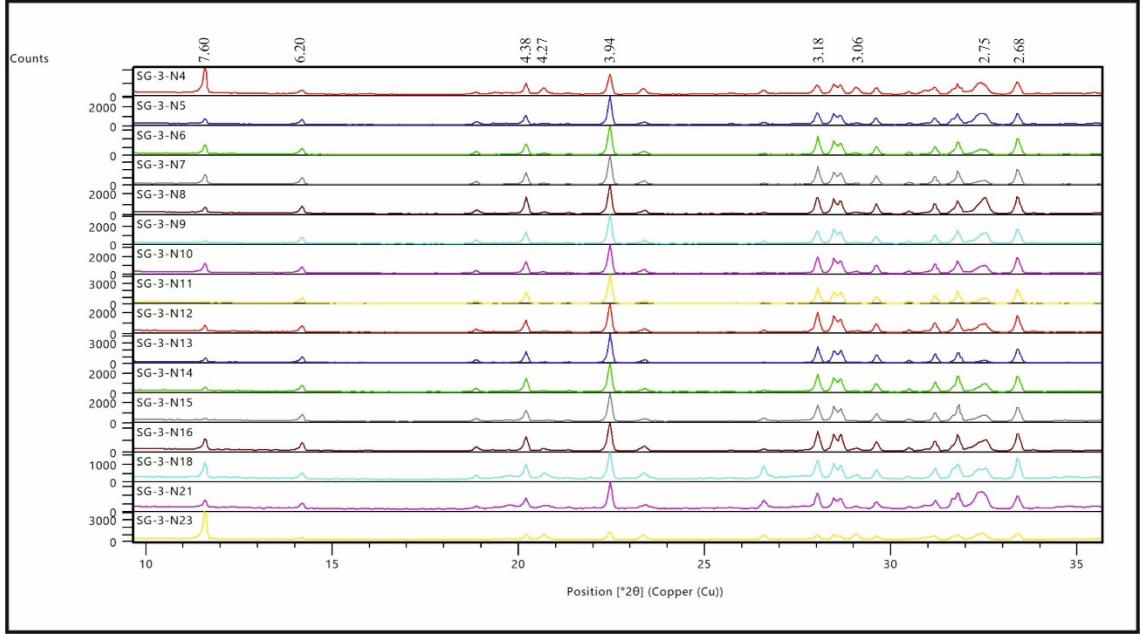
Sondaj örneklerinden elde edilen XRD difraktogramlarında benzer faz içeriği ve kırınım şiddetine sahip örnekleri kümlendirmek için HighScore Plus programı kullanılarak hiyerarşik kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir.

SG-3 nolu sondajdan elde edilen XRD difraktogramları %80 yoğunluk eşliğine göre kümelendirilmiş ve 6 farklı kümeye ayrılmıştır (Şekil 4.34). Her küme ayrı ayrı

incelendiğinde difraktogramların benzer mineral içeriğine ve kırınım şiddetlerine sahip oldukları görülmektedir. Bunlardan mavi renk ile kümelendirilen XRD difraktogramları birlikte değerlendirildiğinde, benzer fazlara ve kırınım şiddetlerine sahip oldukları görülmüştür (Şekil 4.35). Difraktogramlar incelendiğinde 3,95 Å'da ve 3,18 Å'da globeritin, 7,60 Å'da jipsin, 2,75 Å'da manyezitin, karakteristik pikleri tespit edilmiştir.

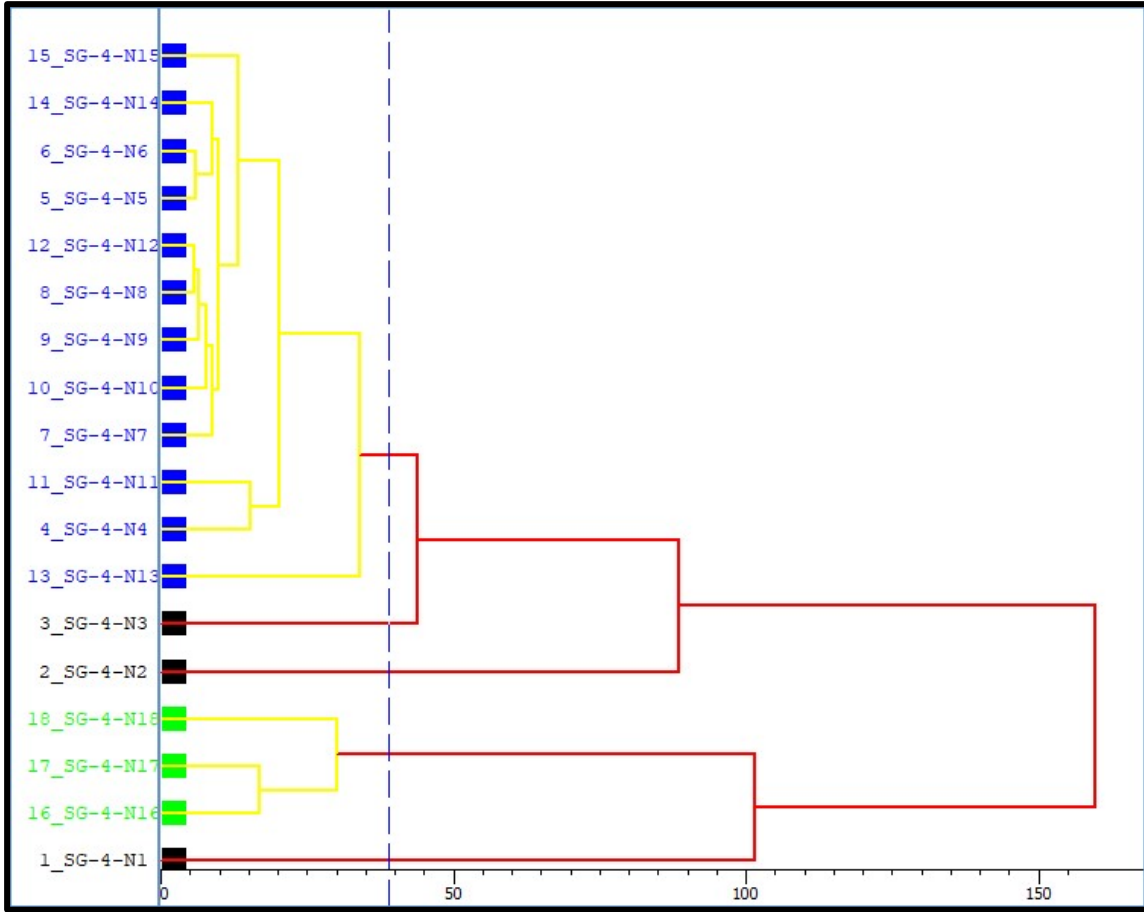


Şekil 4.34. SG-3 nolu sondaj karot örnekleri XRD difraktogramlarının kümeleme dendogramı.

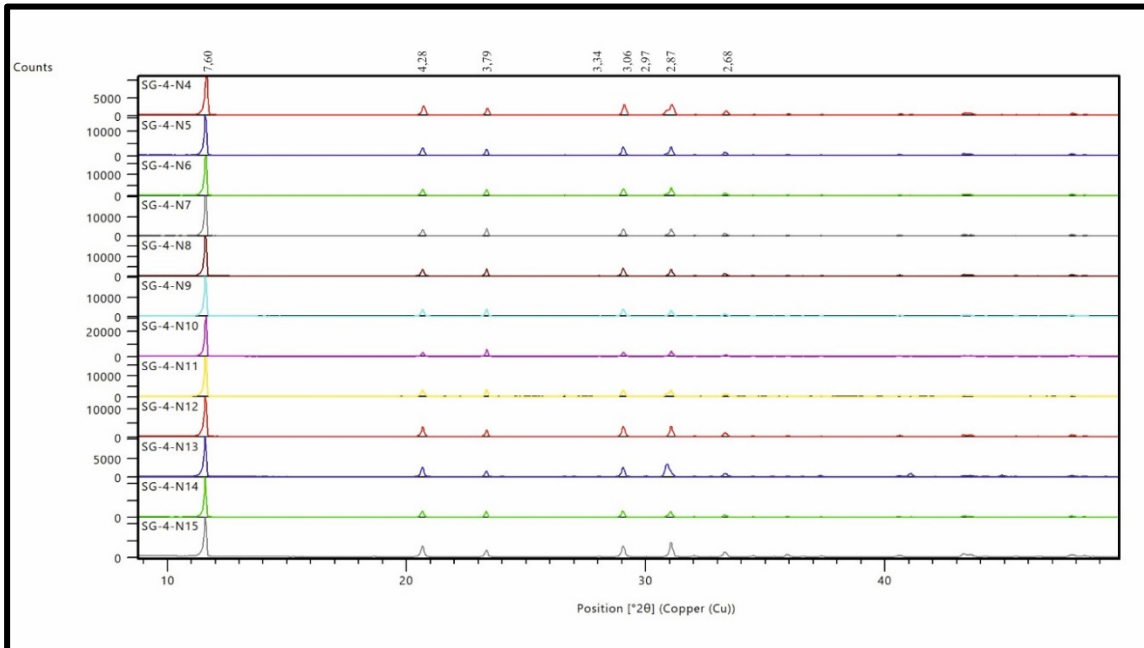


Şekil 4.35. Mavi renk ile kümelendirilen XRD difraktogramlarının birlikte gösterimi.

SG-4 nolu sondajdan elde edilen XRD difraktogramları %80 yoğunluk eşğine göre kümelendirilmiş ve 3 farklı kümeye ayrılmıştır (Şekil 4.36). Bunlardan mavi renk ile kümelendirilen XRD difraktogramları birlikte değerlendirildiğinde, benzer fazlara ve kırınım şiddetlerine sahip oldukları görülmüştür (Şekil 4.37). Difraktogramlar incelendiğinde 7,60 Å'da jipsin, 2,89 Å'da dolomitin, 3,34 Å'da kuvarsin, 2,97 Å'da sölestinin karakteristik pikleri tespit edilmiştir.

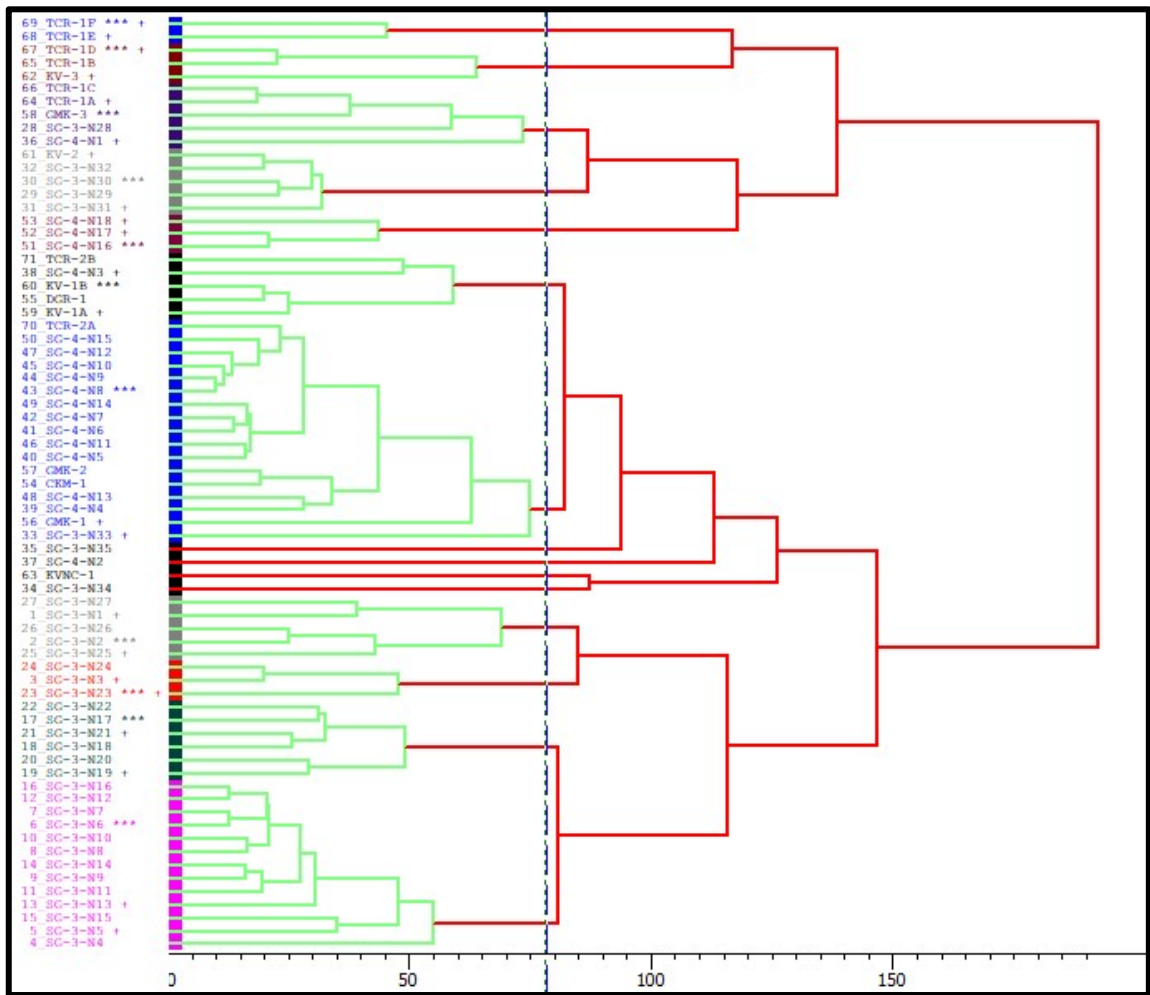


Şekil 4.36. SG-4 nolu sondaj karot örnekleri XRD difraktogramlarının kümeleme dendogramı.



Şekil 4.37. Mavi renk ile kümelendirilen XRD difraktogramlarının birlikte gösterimi.

Mostradan ve sondajlardan alınan tüm örneklerin XRD difraktogramları %80 yoğunluk eşiğine göre hiyerarşik kümeleme analizi yapılmış ve 12 farklı kümeye ayrılmıştır (Şekil 4.38). Kümeler incelendiğinde, kümeyi oluşturan örneklerin genelini aynı formasyon ve sondaj kuyusundan alınan örnekler oluşturmaktadır. Lacivert renkle kümelendirilen örnekler incelendiğinde, Çakmak Mahallesi civarında gerçekleştirilen SG-4 nolu sondajdan alınan örnekler ile yine aynı lokasyondan alınan mostra örneklerinin benzer mineral içeriği ve kırınım şiddetlerine sahip oldukları görülmüştür. Dendogram incelendiğinde, sondaj noktalarına yakın lokasyondan alınan örnekler ile sondajdan alınan örnekler benzerlikler göstermektedir.



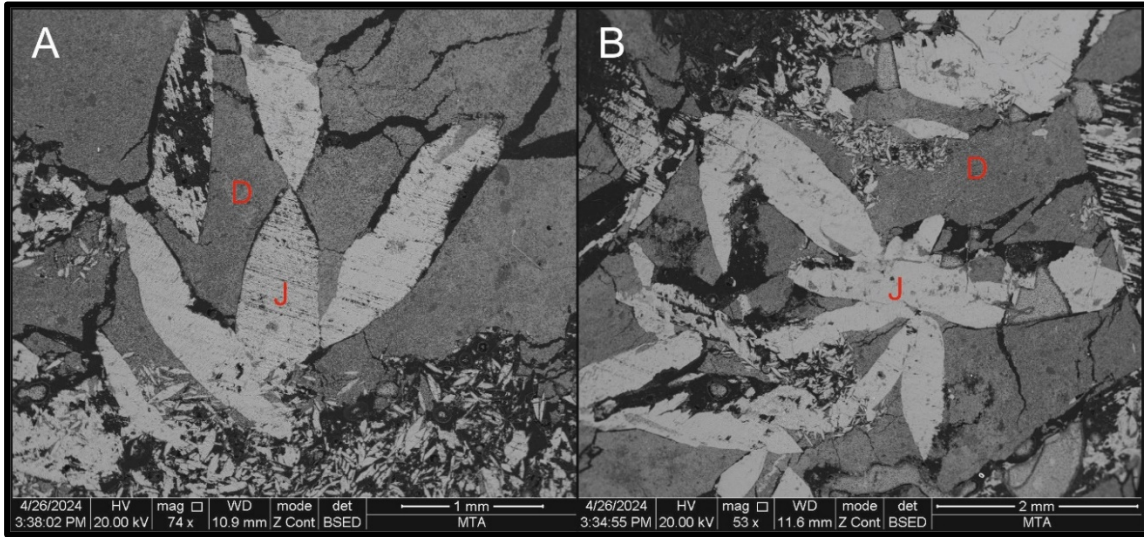
Şekil 4.38. Bu çalışma kapsamında alınan tüm örneklerin XRD difraktogramlarının kümeleme dendogramı.

4.3. SEM Analizleri

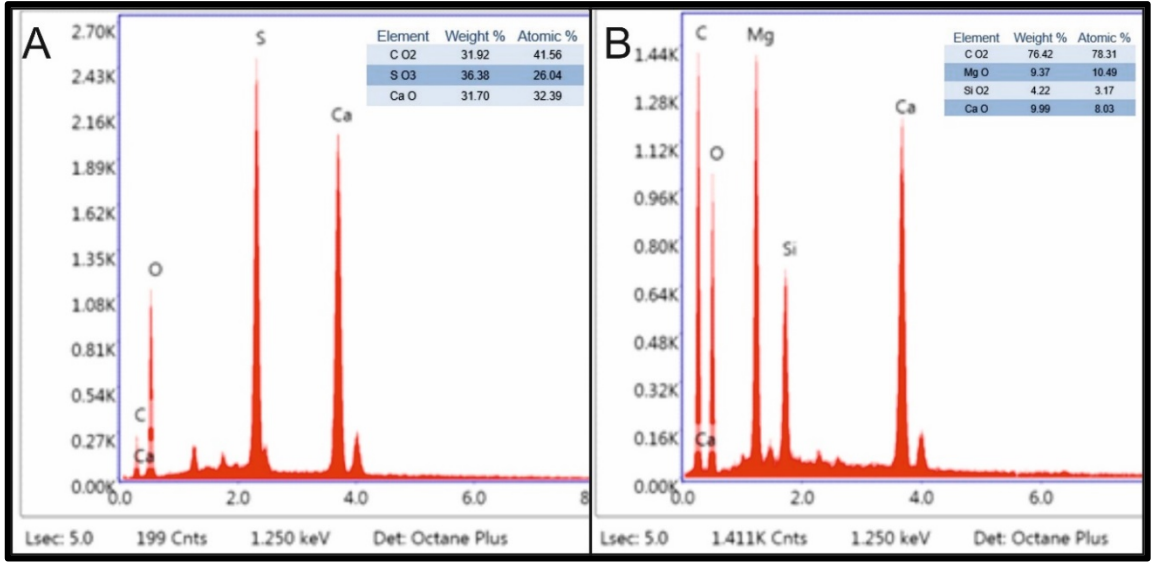
XRD ve petrografik analizler sonucunda tanımlanan minerallerin morfolojik yapıları, diğer mineraller ile ilişkileri ve seçilen noktaların kimyasal bileşimlerini belirlemek amacıyla SEM-EDS çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

4.3.1. Mostra Örneklerinin SEM Analizi

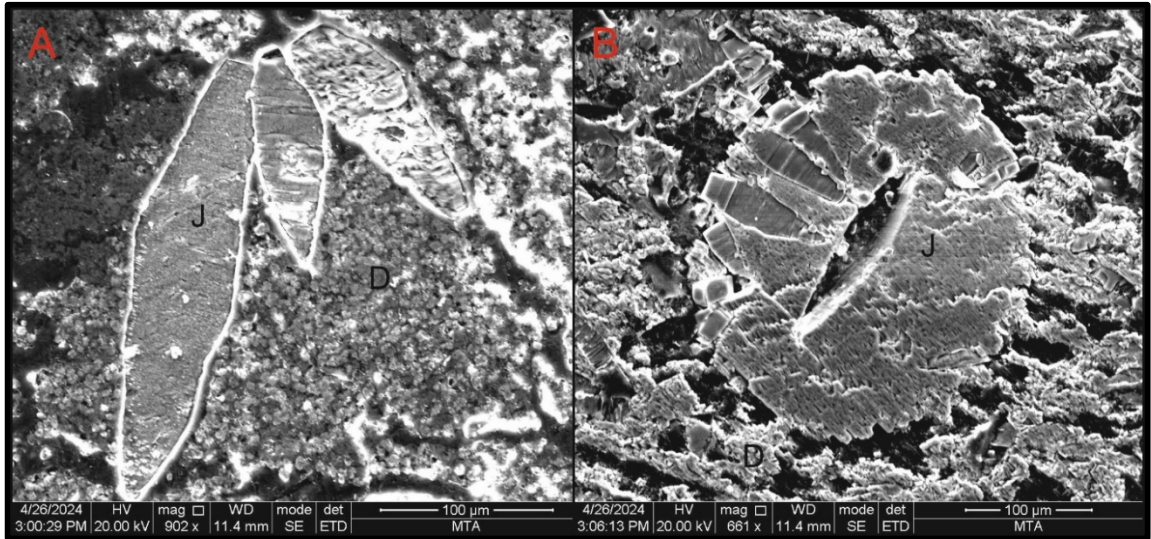
ÇKM-1 örneğinde polarizan mikroskopta tespit edilen kırılma kuyruğu ve mercekli şekilde kristallenmiş jips ve dolomit minerallerinin SEM görüntüleri elde edilmiş, gerekli görülen noktalardan EDS analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.39-4.41). Matriks içerisinde kuvars da bulunmaktadır (Şekil 4.40b).



Şekil 4.39. Dolomit matriks içerisinde çatlaklar boyunca gelişen kırılma kuyruğu ve mercekli şekilde kristallenmiş jipslere ait gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü (D: dolomit, J: jips).

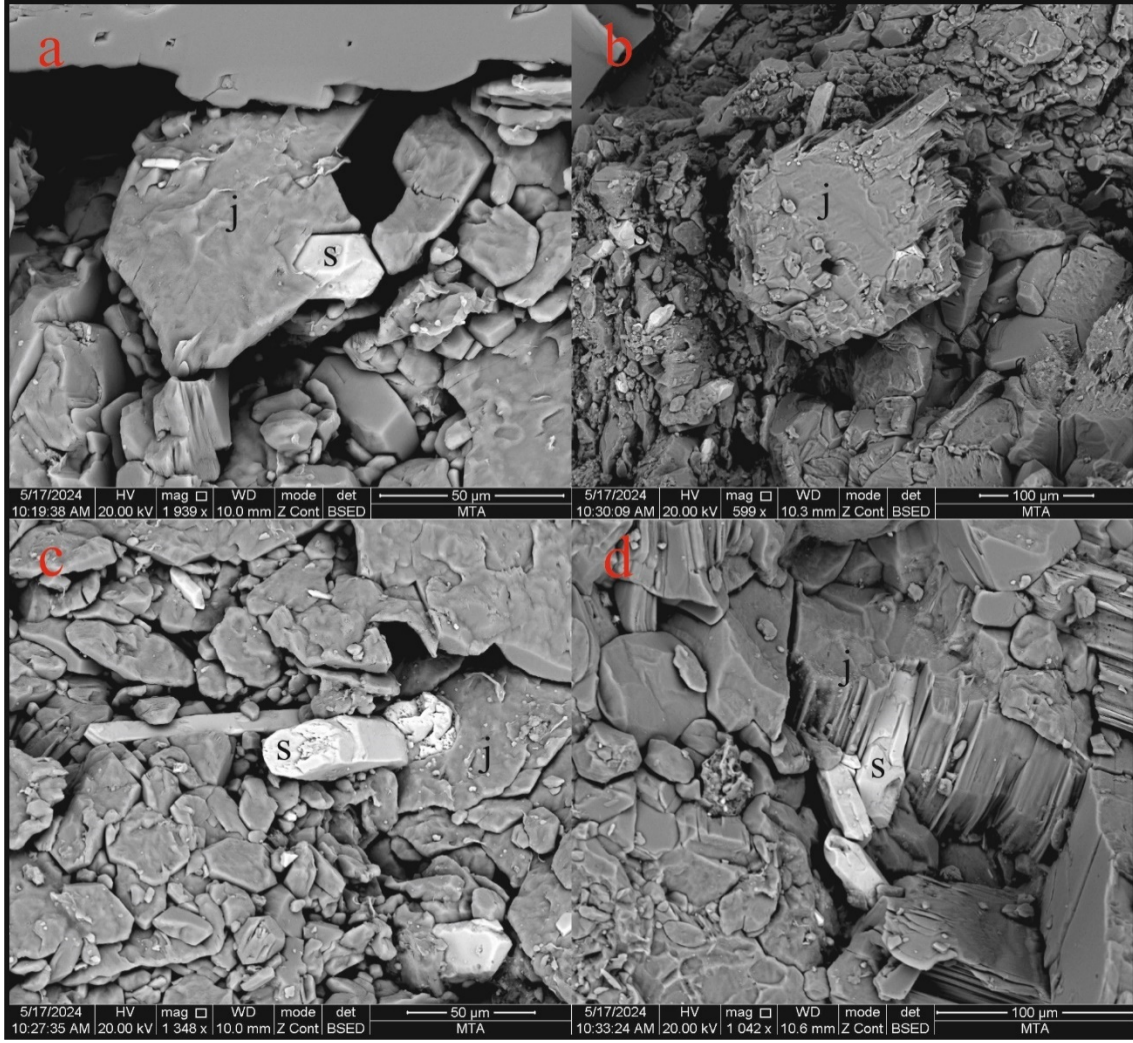


Şekil 4.40. a) Dolomit matrisindeki jips kristallerine ait EDS analizi sonucu, b) dolomit matrikse ait EDS analiz sonucu.

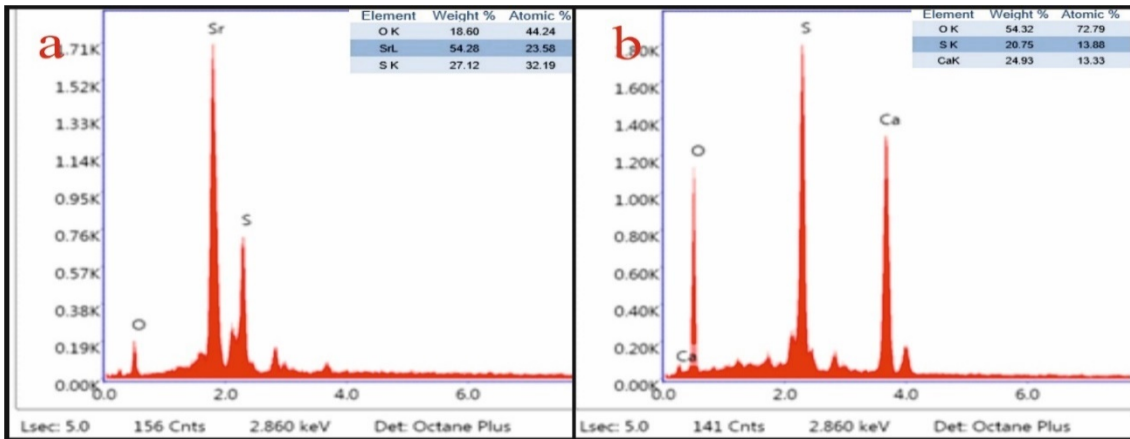


Şekil 4.41. a) Dolomikritik hamur içerisinde prizmatik şekilde kristallenen jips mineralleri, b) yuvarlak şekilde oluşan jips minerali içerisinde büyümüş prizmatik jips kristalleri (D: dolomit, J: jips).

TCR-2A işaretli örneğin farklı bölgelerinden sölestin ve jips minerallerinin görüntüleri elde edilmiş, jips ve sölestin kristaller üzerinden EDS analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.42-4.43). Sölestin tanelerinin jips kristalleri arasında geliştiği dikkati çekmiştir.

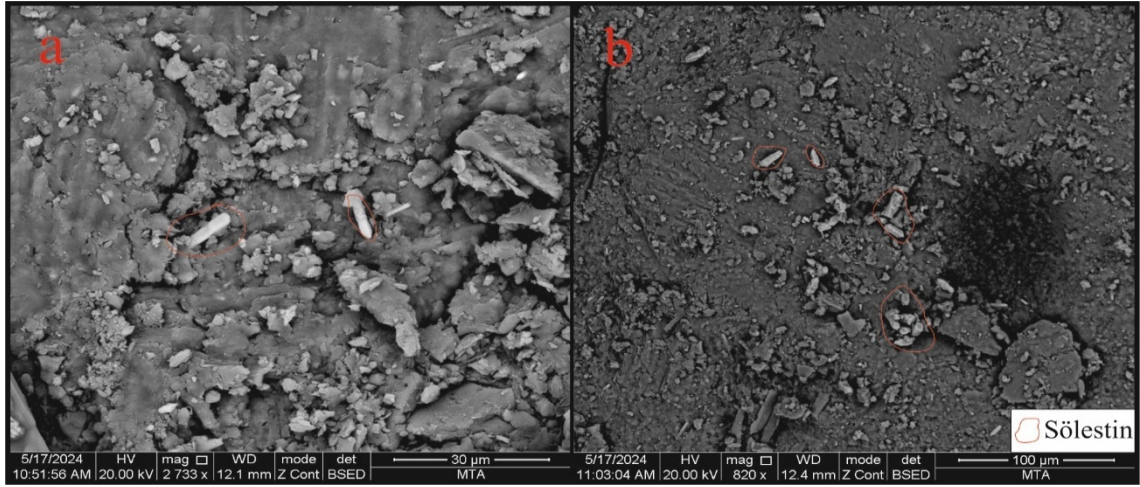


Şekil 4.42. Jips kristalleri arasında yerleşmiş özşekilli sölestin tanelerinin gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü. (S: sölestin, J: jips)



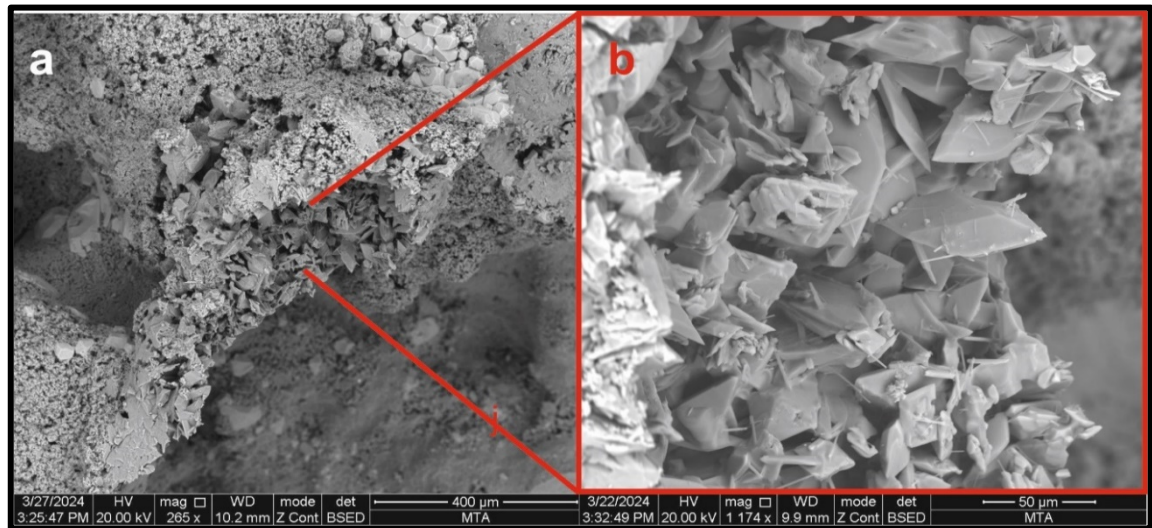
Şekil 4.43. a) Sölestin tanesi üzerinden alınmış EDS analiz sonucu, b) jips tanesi üzerinden alınmış EDS analiz sonucu.

GMK-3 işaretli örnekte öz şekilli, çubuksu prizmatik sölestin tanelerinin SEM görüntüleri elde edilmiştir (Şekil 4.44).

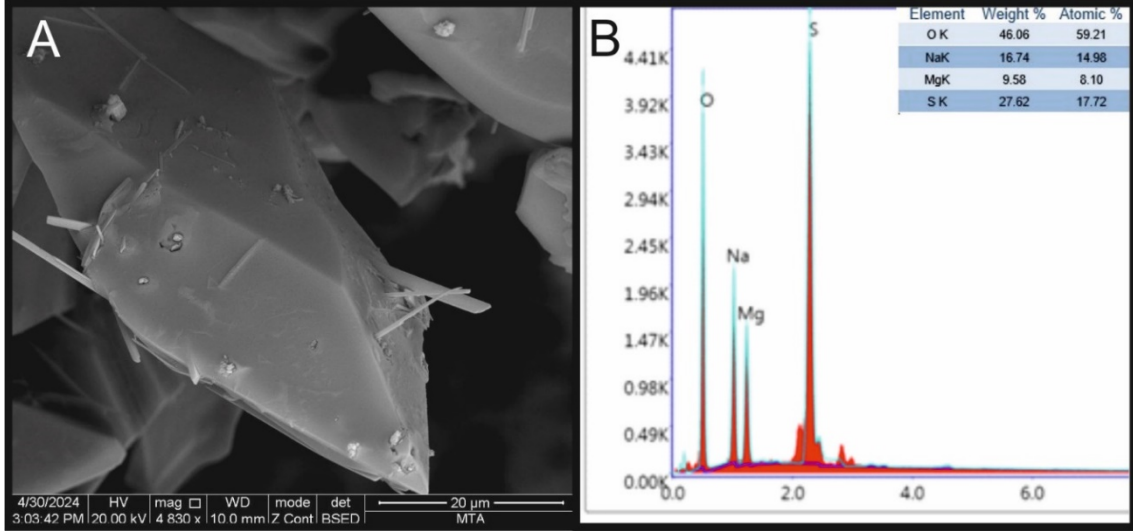


Şekil 4.44. Örnek içerisinde serbest şekilde bulunan öz şekilli sölestin kristallerinin gerisaçımın (backscattered) elektron görüntüsü.

Güncel göl çökeli olan KVNÇ-1 işaretli örnekte yapılan XRD analizi sonucunda belirlenen minerallerin kayaçtan hazırlanan örnek üzerinde gerçekleştirilen SEM analizleri sonucu görüntüleri elde edilmiş ve gerekli görülen noktalardan EDS analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.45-46).

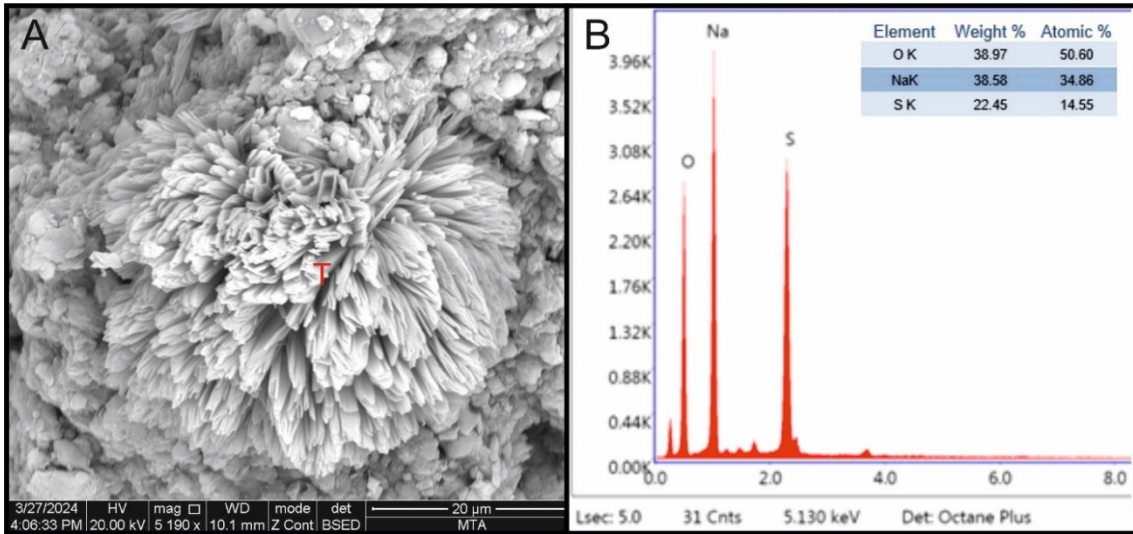


Şekil 4.45. Örnek içerisinde blödit mineralinin kristallenme şeklini gösteren gerisaçımın (backscattered) elektron görüntüsü. Blöditlerin iyi kristallenmiş öz şekilli oldukları görülmektedir, a) genel görünüm, b) blödit kristallerinin yakın görünümü.

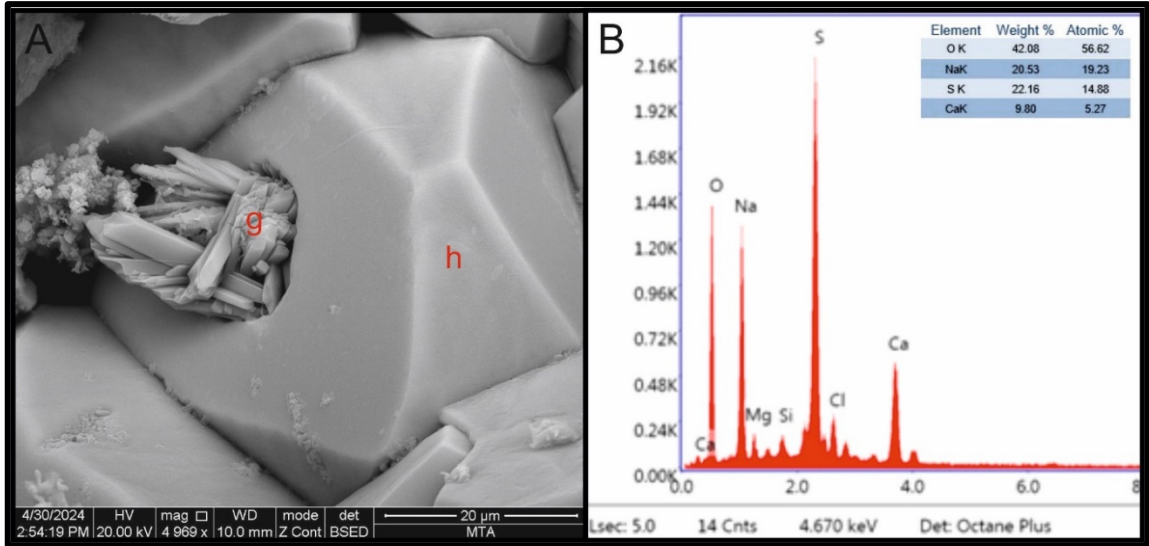


Şekil 4.46. a) İyi kristallenmiş, öz şekilli blödit kristalinin yakın gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü, b) Blödit kristali üzerinden gerçekleştirilen EDS analiz sonucu.

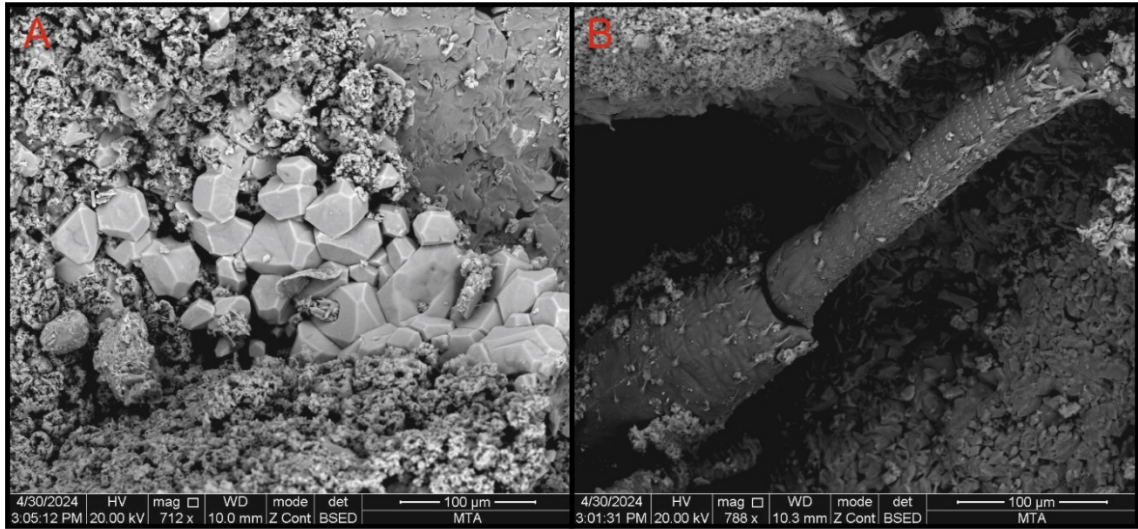
KVNÇ-1 işaretli örneğin, farklı bölgelerinde görüntülenen tenardit, globerit ve blödit mineralleşmesine ait görüntü elde edilmiş ve tenardit kristalleri üzerinden EDS analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.47). Ayrıca halit kristali içerisinde prizmatik şekilde kristallenmiş çubuksu globerit minerallerinin görüntüleri de elde edilmiştir (Şekil 4.48). Örneğin farklı bölgelerinde mikro organizma kalıntıları ve mineralleşmelere ait görüntüler de dikkati çekmiştir (Şekil 4.49).



Şekil 4.47. a) İyi kristallenmiş, öz şekilli tenardit kristallerine ait gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü, b) tenardit kristalleri üzerinden gerçekleştirilen EDS analiz sonucu. (T: tenardit)



Şekil 4.48. a) Halit minerali içerisinde prizmatik şekilde kristallenmiş çubuksu globerit kristallerinin gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü, b) globerit kristalleri üzerinde gerçekleştirilen EDS analiz sonucu. (g: globerit, h: halit)

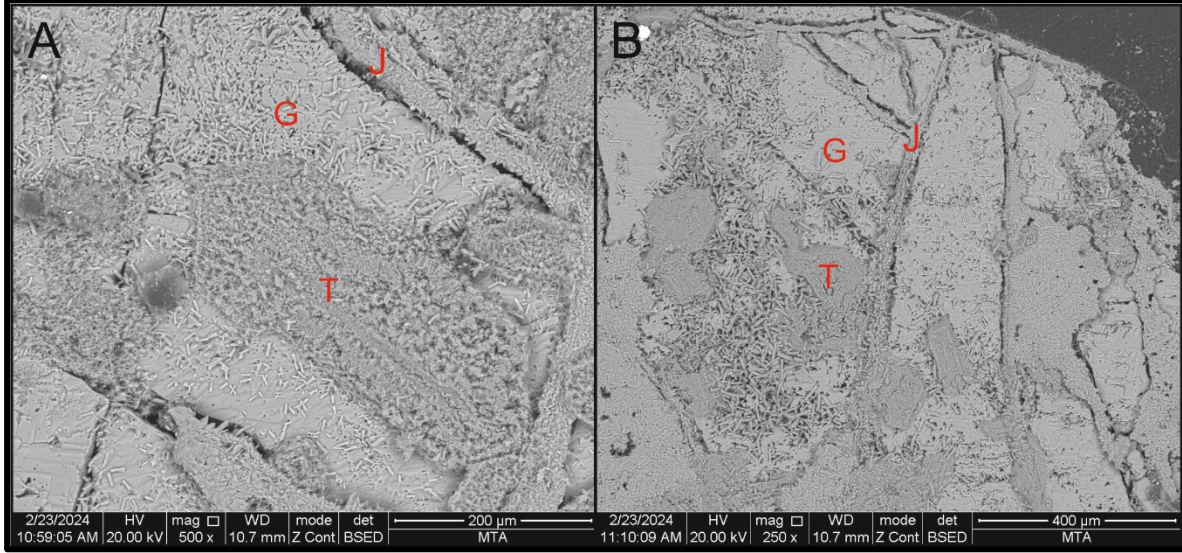


Şekil 4.49. a) Tenardit mineralleri içerisinde kristallenmiş halit mineralleri, b) mikroorganizma kalıntısı.

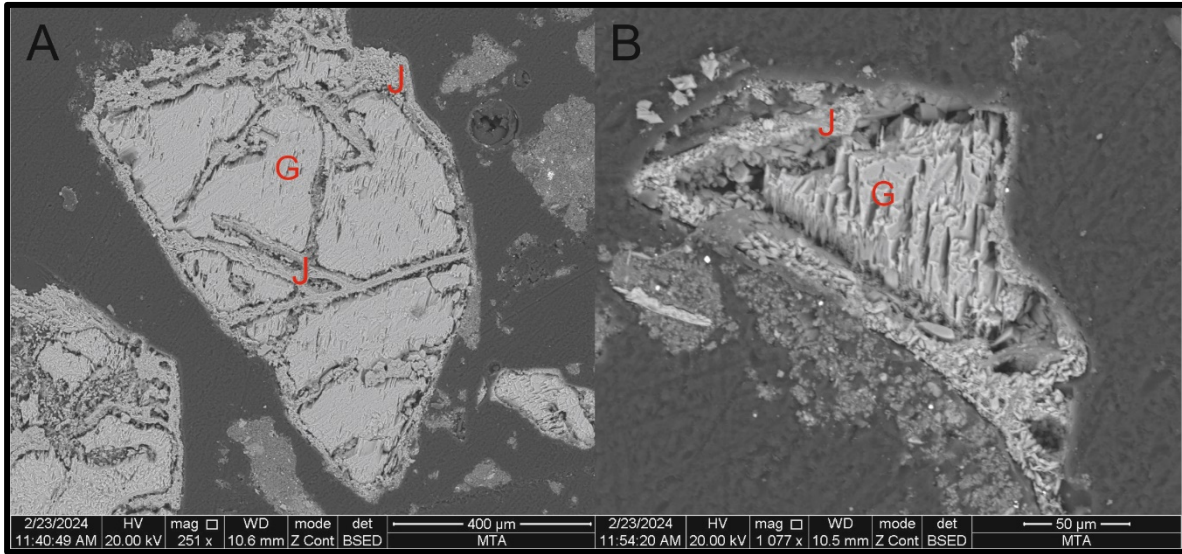
4.3.2. Sondaj Örneklerinin SEM Analizi

SG-3 nolu sodajın karotlarından alınan SG-3-N16 işaretli örnekten petrografik analiz için üstü açık şekilde hazırlanan ince kesit, karbon ile kaplanarak SEM analizi için uygun hale getirilmiştir. İnce kesit üzerinden, daha önce XRD analizi sonucunda tespit edilen tenardit, globerit ve jips minerallerinin SEM görüntüleri elde edilmiş ve bazı noktalardan

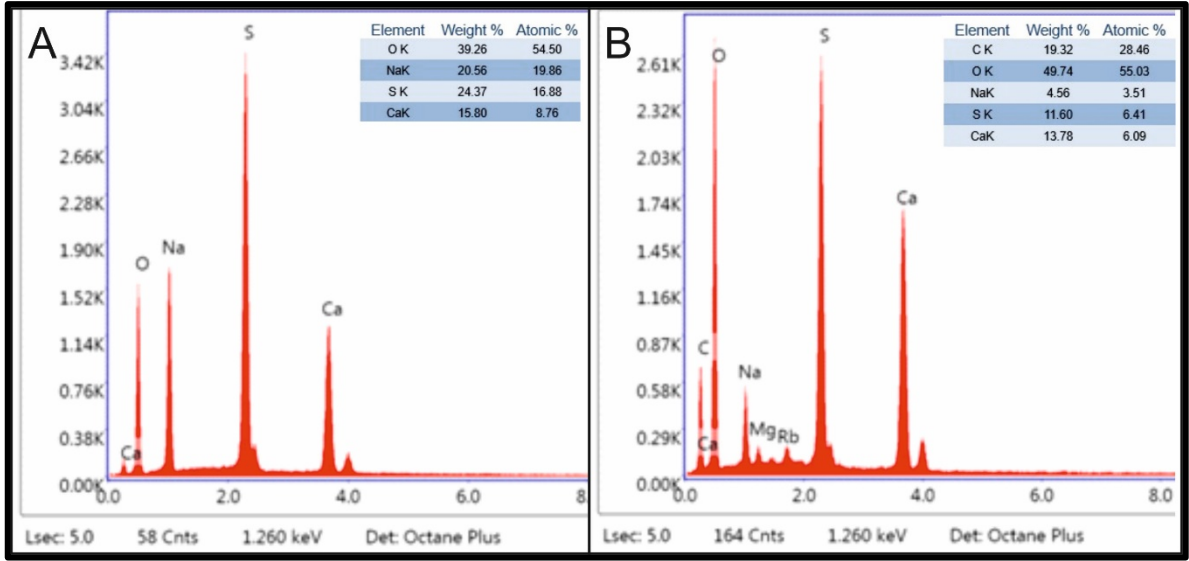
EDS analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.50-4.52). Çatlaklar boyunca jips mineralleşmesi (Şekil 4.51-4.52a) ve jipslerin globerit mineralinin etrafını sardığı görülmüştür (Şekil 4.51b).



Şekil 4.50. a) Globerit, tenardit ve jips mineralleşmesini gösteren gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü. Tenardit minerallerinin iğnemsî, globerit minerallerinin ise prizmatik şekilde kristallendiği görülmektedir, b) jips minerallerinin çatlaklar boyunca oluştuğu görülmektedir. (g: globerit, t: tenardit, j: jips)



Şekil 4.51. Globerit ve jips minerallerinin birbirleri ile ilişkilerini gösteren gerisaçınan (backscattered) elektron görüntüsü.



Şekil 4.52. a) Globirit minerali üzerinden gerçekleştirilen EDS analizi sonucu, b) jips minerali üzerinden gerçekleştirilen EDS analizi sonucu

5. JEOKİMYA

Çalışma sahasında bulunan kayaçların kimyasal bileşimini belirlemek amacıyla, alınan sondaj karotları ve mostra örneklerinden XRF, ICP-OS ve C-S analizleri yaptırılmıştır. Mostradan toplam 18 adet noktasal örnek alınmış olup (Şekil 4.1), örneklerinin alındığı konumlar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Mostradan alınan örneklerin alındıkları lokasyonlar ve koordinatları.

Numune İşareti	Tanım	Köy	Formasyon	Koordinat	
				UTM (ED50) 36S	
KVNÇ-1	Güncel Çökel	Kavuncu	Acıkır	410574	4363547
KV-1A	Kumtaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189
KV-1B	Kumtaşı-Kiltaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189
KV-2	Kiltaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189
KV-3	Karbonatlı Kiltaşı	Kavuncu	Acıkır	405233	4364189
DGR-1	Kumtaşı	Doğray	Acıkır	412529	4368527
TCR-1A	Kiltaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330
TCR-1B	Kireçtaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330
TCR-1C	Marn	Türktaciri	Mercan	408886	4344330
TCR-1D	Kireçtaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330
TCR-1E	Kiltaşı	Türktaciri	Mercan	408886	4344330
TCR-1F	Marn	Türktaciri	Mercan	408886	4344330
GMK-1	Karbonatlı birim	Gümüskonak	Çakmak	405335	4351103
GMK-2	Jips	Gümüskonak	Çakmak	405335	4351103
GMK-3	Kiltaşı	Gümüskonak	Çakmak	405356	4351129
TCR-2A	Jips	Çakmak	Çakmak	406038	4342991
TCR-2B	Jipsli Kiltaşı	Çakmak	Çakmak	406038	4342991
ÇKM-1	Jipsli Kiltaşı	Çakmak	Çakmak	433359	4338034

Sondaj çalışmalarının gerçekleştirildiği SG-3 ve SG-4 nolu sondaj noktaları Şekil 4.1’de verilmiştir. SG-3 nolu sondajın karotlarından 35 adet örnek alınmıştır (Şekil 4.2). SG-4 nolu sondajın karotlarından 18 adet örnek alınmıştır (Şekil 4.3). Bu örneklerin tamamından jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

5.1. Mostra Örneklerinin Jeokimyası

Çalışma alanından alınan örneklerin majör oksit değerleri, XRF cihazı kullanılarak SiO₂, Na₂O, Al₂O₃, MgO, K₂O, CaO, Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅, MnO ve Cr₂O₃ değerleri % olarak belirlenmiştir. Kül fırını kullanılarak A.za değerleri % olarak belirlenmiştir. Karbon kükürt tayin cihazı kullanılarak SO₃ ve CO₂ değerleri % olarak belirlenmiştir. ICP-OES cihazı kullanılarak Sr değerleri ppm olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçları her formasyon için detaylandırılıp yorumlanmış ve sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

5.1.1. Çakmak Formasyonu Jeokimyasal Analiz Sonuçları

Tilkicek Yayla batısında yer alan Uluçukurun Tepe civarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları [Çizelge 5.2](#)'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Al₂O₃ (%) değerinin 0,1-12 aralığında, CaO (%) değerinin 9,1-31,8 aralığında, Fe₂O₃ (%) değerinin <0,1-7,2 aralığında, K₂O (%) değerinin <0,1- 3,3 arasında, MgO (%) değerinin 0,8-11,4 aralığında, Na₂O (%) değerinin <0,01- 0,6 aralığında, SiO₂ (%) değerinin 1-37,8 aralığında, SO₃ (%) değerinin 1,2-44,2 aralığında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 5.2. Çakmak Formasyonu üzerinden alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları.

Analiz Sonuçları (%)	Çakmak Formasyonu					
	GMK-1	GMK-2	GMK-3	TCR-2A	TCR-2B	ÇKM-1
Al ₂ O ₃	0,6	0,2	12	<0,1	5,9	0,1
CaO	27,4	32	9,1	31,8	18,9	30,9
Fe ₂ O ₃	0,2	<0,1	7,2	<0,1	1,3	<0,1
K ₂ O	<0,1	<0,1	3,3	<0,1	2,4	<0,1
MgO	10,6	3,9	11,4	0,8	1,4	7,3
MnO	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Na ₂ O	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,6	0,1
P ₂ O ₅	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
SiO ₂	8,3	1,8	37,8	1	27,6	5,6
TiO ₂	<0,1	<0,1	0,6	<0,1	0,1	<0,1
CO ₂	13,57	11,09	10,27	1,59	1,01	15,07
SO ₃	25,2	35	1,2	44,2	31	28,8
Sr (ppm)	1269	274	2617	1544	459	1125
A,Za	27,32	26,84	16,42	21,14	10,41	26,72

Çakmak Formasyonu üzerinden, üç farklı lokasyondan alınan örneklerin sonuçlarında değişiklikler dikkati çekmiştir. Uluçukurun Tepe civarından alınan örneklerde MgO değerinin yüksekliği, karbonatlaşmanın fazla olduğunu, ayrıca GMK-3 işaretli örnekte Al₂O₃, SiO₂ ve Fe₂O₃ değerlerinin yüksek olması çökeltim esnasında kırıntılı malzeme girişinin arttığını gösteren bulgulardır. İmadüzü civarından alınan TCR-2A işaretli örnekteki Al₂O₃, SiO₂ ve Fe₂O₃ değerlerinin yüksek olması bu lokasyonda da çökeltim esnasında kırıntılı malzeme girişinin arttığını göstermektedir. Çakmak Köyü doğusundan alınan ÇKM-1 işaretli örneğin MgO değerinin yüksek olması karbonatlaşmanın arttığını gösterir.

5.1.2. Mercan Formasyonu Jeokimyasal Analiz Sonuçları

Taşlı Yayla civarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 5.2'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Al₂O₃ (%) değerinin 0,3-13 aralığında, CaO (%) değerinin 6,8-33,6 aralığında, Fe₂O₃ (%) değerinin 0,1-7,7 aralığında, K₂O (%) değerinin <0,1- 3,4 arasında, MgO (%) değerinin 10,7-23,5 aralığında, Na₂O (%) değerinin <0,01- 0,5 aralığında, SiO₂ (%) değerinin 2,6-46,5 aralığında, SO₃ (%) değerinin 0,3-0,9 aralığında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 5.3. Mercan Formasyonu üzerinden alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

Analiz Sonuçları (%)	Mercan Formasyonu					
	TCR-1A	TCR-1B	TCR-1C	TCR-1D	TCR-1E	TCR-1F
Al ₂ O ₃	13	1,8	13	0,3	0,7	0,3
CaO	6,8	26,8	6,4	33,6	12,7	7,4
Fe ₂ O ₃	7,5	1,2	7,7	0,1	0,4	0,2
K ₂ O	3,4	0,4	3,1	<0,1	0,2	<0,1
MgO	11,8	20	10,7	19,3	21,5	23,5
MnO	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Na ₂ O	0,5	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	<0,1
P ₂ O ₅	0,2	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1
SiO ₂	42	10,6	44,3	2,6	34,3	46,5
TiO ₂	0,8	0,1	0,8	<0,1	<0,1	<0,1
CO ₂	8,67	35,93	7,21	42,08	17,42	7,43
SO ₃	0,9	0,3	0,5	0,7	0,6	0,6
Sr (ppm)	291	590	416	514	1007	533
A,Za	12,77	38,38	12,71	42,93	28,07	19,08

Bu değerler göz önüne alındığında, istifin altından (TCR-1A) üstüne doğru (TCR-1F) killeşmenin azalıp karbonatlaşmanın arttığı, TCR-1E'den itibaren artan SiO₂ miktarı ile sepiyolitlerin oluştuğu gözlenmiştir.

5.1.3. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi Jeokimyasal Analiz Sonuçları

Kartallık Tepe civarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 5.4'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Al₂O₃ (%) değerinin 3-10,1 aralığında, CaO (%) değerinin 16,8-26,7 aralığında, Fe₂O₃ (%) değerinin 3,3-6,3 aralığında, K₂O (%) değerinin 0,7- 3 arasında, MgO (%) değerinin 3,5-15,2 aralığında, Na₂O (%) değerinin 0,2- 0,7 aralığında, SiO₂ (%) değerinin 11,4-36,7 aralığında, Ti₂O (%) değerinin 0,2-0,6 aralığında, SO₃ (%) değerinin 1,1-33 aralığında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 5.4. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi üzerinden alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları.

Analiz Sonuçları (%)	Acıkır Üyesi				
	KV-1A	KV-1B	KV-2	KV-3	DGR-1
Al ₂ O ₃	3,4	3,6	10,1	3	4,1
CaO	23,7	23,3	16,8	26,7	23,3
Fe ₂ O ₃	3,4	3,5	6,3	2,1	3,3
K ₂ O	0,7	0,9	3	0,8	1
MgO	3,5	4,8	7,6	15,2	4,5
MnO	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1
Na ₂ O	0,5	0,5	0,4	0,2	0,7
P ₂ O ₅	<0,1	<0,1	0,1	0,2	<0,1
SiO ₂	16,2	15,7	36,7	11,4	19,2
TiO ₂	0,5	0,4	0,6	0,2	0,4
CO ₂	3,67	5,18	12,93	37,21	4,74
SO ₃	33	30,4	1,1	0,8	29,4
Sr (ppm)	195	340	268	368	161
A,Za	14,47	16,38	16,98	39,06	13,59

Bu değerler göz önüne alındığında Al₂O₃, SiO₂ ve Fe₂O₃ değerlerinin yüksek olması bu lokasyonda da çökelim esnasında kırıntılı malzeme girişinin arttığını, MgO değerinin yüksek olması da karbonatlaşmanın meydana geldiğini göstermektedir.

5.1.4. Mostra Örneklerinin Sr Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sr değerleri, karasal ve denizel evaporitlerde değişkenlik göstermektedir. [Krauskopf \(1979\)](#)'e göre karasal evaporitlerde Sr değerleri 50-120 ppm arasında değişirken, [Emelyanov ve Shimnus \(1986\)](#)'e göre denizel evaporitlerdeki Sr değerleri 1000-20000 ppm arasında değişmektedir. Mostradan alınan örneklerin ICP-OES analizleriyle Sr değeri belirlenmiştir (Çizelge 5.2-5.4). Sonuçlar detaylı incelendiğinde, Sr değerinin 195-2617 ppm arasında değiştiği görülmektedir. [Karakaş \(1997\)](#) tarafından bölgede gerçekleştirilen çalışmada, bölgenin karasal ortamda oluştuğunu belirtilmiştir.

5.1.5. Mostra Örnekleri Jeokimyasal Analiz Sonuçlarının Birbirleri ile Korelasyonu

İki ya da daha fazla değişken arasındaki doğrusal ilişki korelasyon ile gösterilir. Değişkenler arasındaki ilişki korelasyon katsayısı ile hesaplanır. Korelasyon katsayısı “r” ile gösterilir ve -1 ile +1 arasında değişir ([Köklü ve ark., 2006](#)). Pozitif korelasyon değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu, negatif korelasyon değişkenler arasında ter bir ilişki olduğunu gösterir. Hesaplanan korelasyon katsayısının yorumu [Çizelge 5.5](#)'de verilmiştir. Çalışma sahasından derlenen 17 adet numunenin jeokimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi yorumlayabilmek için korelasyon tablosu hazırlanmıştır ([Çizelge 5.6](#)). Tablo incelendiğinde majör oksitler arasındaki ilişki değişkenlik göstermektedir.

Çizelge 5.5. Korelasyon Katsayısının Yorumu ([Köklü ve ark., 2006](#)).

r		İlişki
0.00		İlişki yok
0.01-0.29	-0.01- -0.29	Düşük Korelasyon
0.30-0.70	-0.30- -0.70	Orta Korelasyon
0.71-0.99	-0.71- -0.99	Yüksek Korelasyon
1.00	-1.00	Mükemmel Korelasyon

Çizelge 5.6. Mostradan alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarının korelasyonu.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	Sr	A.Za
SiO₂	1,00													
Al₂O₃	0,71	1,00												
CaO	-0,74	-0,56	1,00											
MgO	0,29	-0,13	-0,26	1,00										
Na₂O	-0,27	-0,16	-0,43	-0,06	1,00									
K₂O	0,70	0,98	-0,56	-0,18	-0,12	1,00								
Fe₂O₃	0,67	0,97	-0,51	-0,13	-0,17	0,91	1,00							
MnO	-0,13	-0,05	0,16	0,17	-0,06	-0,06	-0,04	1,00						
TiO₂	0,63	0,91	-0,49	-0,18	-0,16	0,84	0,98	-0,09	1,00					
P₂O₅	0,35	0,55	-0,31	0,14	-0,10	0,47	0,53	0,54	0,54	1,00				
SO₃	-0,62	-0,44	0,33	-0,77	0,38	-0,39	-0,42	-0,23	-0,34	-0,43	1,00			
CO₂	-0,28	-0,24	0,39	0,64	-0,19	-0,27	-0,23	0,48	-0,29	0,16	-0,56	1,00		
Sr	0,03	0,06	-0,01	0,05	-0,16	0,07	0,03	-0,13	-0,07	-0,24	-0,06	-0,04	1,00	
A.Za	-0,56	-0,58	0,52	0,55	-0,01	-0,60	-0,56	0,42	-0,60	-0,05	-0,25	0,90	0,04	1,00

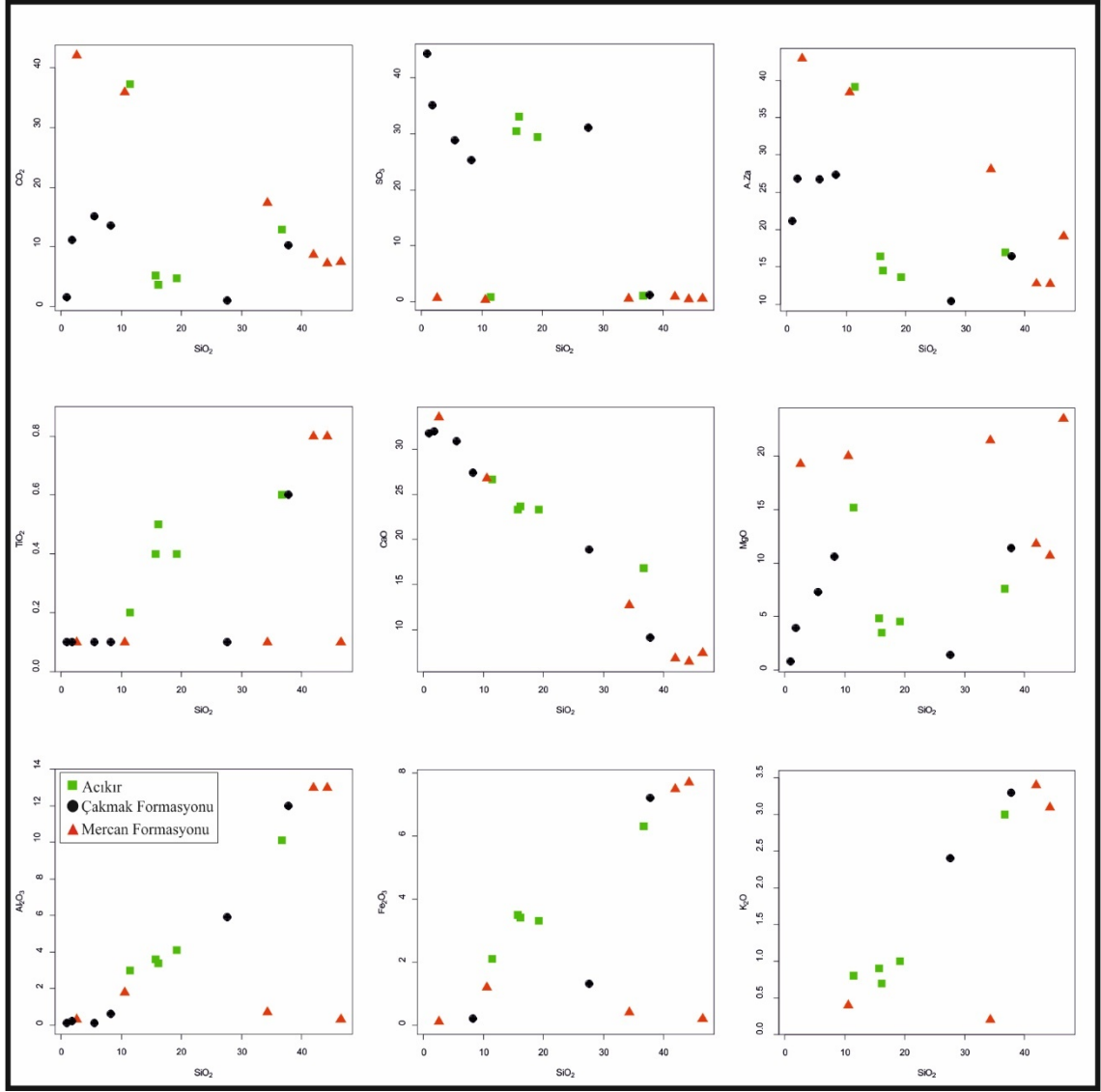
Jeokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, SiO₂'nin Al₂O₃, K₂O, Fe₂O₃, TiO₂ oksitleri ile orta pozitif; CaO ile yüksek, SO₃ ile orta negatif korelasyon sergilemektedir. Al₂O₃'in K₂O, Fe₂O₃, TiO₂ oksitleri ile yüksek pozitif; Na₂O ve P₂O₅ ile orta pozitif; CaO ile yüksek negatif; SO₃ ile orta negatif korelasyon gösterdiği görülmüştür. CaO'in SO₃, ve CO₂ ile orta pozitif; K₂O, Fe₂O₃, TiO₂ oksitleri ile orta negatif; MgO, Na₂O ve P₂O₅ ile düşük negatif korelasyon belirlenmiştir. MgO'in CO₂ ile orta pozitif; SO₃ ile yüksek negatif, Na₂O ile orta negatif korelasyon görülmüştür. Na₂O'in K₂O, Fe₂O₃, TiO₂ oksitleri ile orta pozitif; CO₂ ile orta negatif korelasyon sergilemektedir.

Fe₂O₃'in TiO₂ ile yüksek pozitif; SO₃ ile orta negatif; CO₂ ile düşük negatif korelasyon sergilemektedir. Sr elementi tüm elementler ile düşük korelasyon gösterir.

5.1.6. Mostra Örneklerinin İkili Element Diyagramı

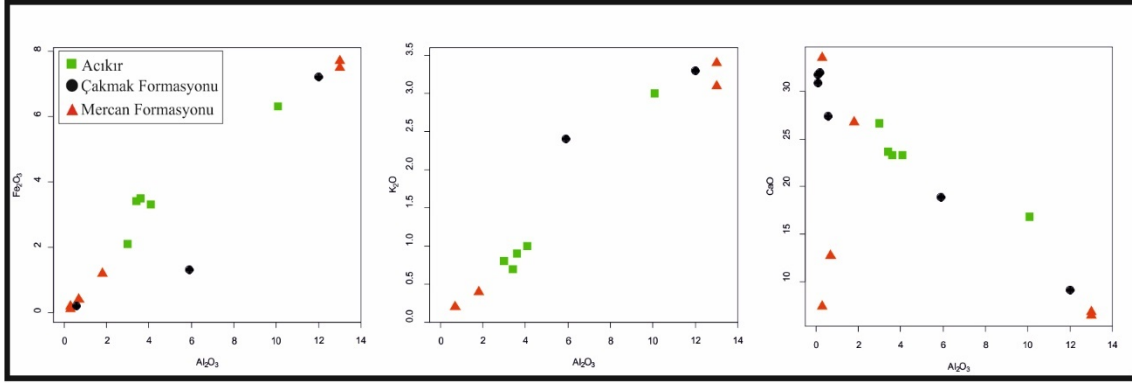
Mostra örneklerin majör oksit oranları arasındaki ilişki, ikili element diyagramları oluşturularak yorumlanmıştır. Diyagramların oluşturulmasında "Geochemical Data Kit" programı kullanılmıştır. Mostradan alınan evaporitler için en önemli majör oksitler, otojenik silikat ve sülfat minerallerinin ana bileşeni olan ve diyajenik veya kalsitik minerallerin miktarındaki değişimi yansıtan SiO₂ ve CaO'dir (Abdioğlu ve ark., 2021).

Şekil 5.1'de verilen SiO₂'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı incelendiğinde, SiO₂'nin Al₂O₃, Fe₂O₃ ve K₂O ile güçlü pozitif; CaO ile negatif korelasyon gösterdiği dikkati çekmiştir. Bu durum, ortamda evaporit mineralleri ile birlikte kil minerallerin de oluşmuş olabileceğini gösteren bir bulgu olarak değerlendirilir.



Şekil 5.1. Mostra örneklerinin SiO₂'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.

Şekil 5.2'de verilen Al₂O₃ ile K₂O, Fe₂O₃ ve CaO oksitlerinin ikili değişim diyagramları incelendiğinde, Al₂O₃ ile K₂O, ve Fe₂O₃ güçlü pozitif korelasyon gösterdiği dikkat çekmiştir. Bu durum, killeşmeyle beraber hidrotermal alterasyonun olabileceğini ifade eder (Güngör, 2005). Ayrıca diyagramda Al₂O₃'ün CaO ile negatif korelasyon göstermesi, ortamda killişmenin olabileceğini gösteren başka bir bulgudur.



Şekil 5.2. Mostra örneklerinin Al₂O₃'e karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.

5.2. Sondaj Örneklerinin Jeokimyası

XRF cihazı kullanılarak, sondaj örneklerinin majör oksit oranları (SiO₂, Na₂O, Al₂O₃, MgO, K₂O, CaO, Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅, MnO ve Cr₂O₃ %); kül fırını kullanılarak A.za oranları (%); karbon-kükürt tayin cihazı kullanılarak da SO₃ ve CO₂ oranları (%) belirlenmiştir. Sr konsantrasyonunun (ppm) belirlenmesinde ICP-OES cihazı kullanılmıştır.

5.2.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin Jeokimyasal Analiz Sonuçları

SG-3 nolu sondaj karotlarından alınan 35 adet örnekten gerçekleştirilen jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 5.7'de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde, cevherli zonda, Na₂O oranının %4,60'den %15,30'a kadar attığı; CaO oranının %17,70'den %6,00'ya kadar düştüğü; Al₂O₃ oranının da cevher minerallerinin yoğun olduğu yerlerde %1,40'a kadar düştüğü görülmüştür. SO₃ oranı kuyunun genelinde %7,50'den %40,90'a kadar değişirken, 81 m ile 219 m arasında %1,60'a kadar düşmektedir. Fe₂O₃ değerinin bu kısımda %6,40'a, SiO₂ değerinin ise %33,70'e kadar arttığı dikkati çeker.

SG-3 nolu sondajdan elde edilen jeokimyasal analiz sonuçlarının litolojiyle olan ilişkisini göstermek amacıyla sonuçlar kuyu logu üzerine işlenmiştir (Şekil 5.3).

Çizelge 5.7. SG-3 nolu sondaj karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçları.

Numune İşareti	Litoloji	Sondaj (m)	A,Za (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Sr (ppm)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)
SG-3-N1	Jips-Kil	29	24,40	4,5	15,7	1,5	1	13,8	<0,1	1,7	0,1	16,7	0,2	883	19,8	14,39
SG-3-N2	Jips-Kil	30	23,10	3,9	17,6	1,3	0,8	12,1	<0,1	1,8	0,1	13,8	0,2	940	24,9	11,79
SG-3-N3	Kil-Jips-Globerit	31	18,45	3	17,7	1	0,7	10,9	<0,1	5,2	0,1	10,9	0,1	1183	31,1	9,45
SG-3-N4	Kil-Globerit	32	14,00	4	11,9	1,2	1	12,7	<0,1	10	0,1	14	0,2	550	29,4	9,48
SG-3-N5	Kil-Globerit	33,2	18,60	4,4	8,2	1,4	1,1	16,9	<0,1	9,3	0,1	15,1	0,2	686	22,8	15,08
SG-3-N6	Kil-Globerit	34,2	14,90	3,5	10,6	1,1	0,8	13,9	<0,1	11,4	0,1	12,2	0,1	727	29,4	12,07
SG-3-N7	Kil-Globerit	35,2	13,10	3,6	11,3	1,1	0,9	12,3	<0,1	11,7	0,1	12,8	0,1	1006	30,9	9,99
SG-3-N8	Kil-Globerit	36,3	10,65	1,4	14,6	0,4	0,4	10	<0,1	15,3	<0,1	4,7	0,1	1025	40,9	8,85
SG-3-N9	Kil-Globerit	37,3	12,40	2,4	12,2	0,7	0,6	12,3	<0,1	14	0,1	8,2	0,1	835	35,5	10,21
SG-3-N10	Kil-Globerit	38,3	15,40	2,1	11,6	0,6	0,6	14,2	<0,1	12,9	<0,1	7,6	0,1	729	33,3	13,36
SG-3-N11	Kil-Globerit	39,2	11,10	2,4	12,6	0,7	0,6	11	<0,1	14,8	0,1	8,1	0,1	801	37,1	9,24
SG-3-N12	Kil-Globerit	40,2	10,90	2,4	12,1	0,8	0,6	10,8	<0,1	15,3	0,1	8,5	0,1	796	37	8,96
SG-3-N13	Kil-Globerit	41,2	11,00	2,6	12,6	0,8	0,6	11,9	<0,1	13,8	0,1	9,2	0,1	581	35,8	9,01
SG-3-N14	Kil-Globerit	42,1	12,95	3,8	10,4	1,2	1	13,6	<0,1	11,7	0,1	13,2	0,1	744	30	10,3
SG-3-N15	Kil-Globerit	43	12,15	5,3	8,8	1,7	1,3	13,3	<0,1	10,3	0,1	18,6	0,2	358	25,9	8,8
SG-3-N16	Kil-Globerit	44	16,20	4,1	9,3	1,2	1	15,2	<0,1	10,4	0,1	13,8	0,2	725	26,5	13,19
SG-3-N17	Kil-Globerit	45	11,50	8,5	5,8	2,6	2	11,8	0,1	8,7	0,2	27,6	0,3	689	18,4	6,74
SG-3-N18	Kil-Globerit	46	13,80	7,3	6,6	2,2	1,7	13,8	<0,1	8,4	0,1	23,7	0,3	579	19,5	9,72
SG-3-N19	Kil-Globerit	47	12,30	9,2	6	2,7	2,2	11,9	0,1	7,5	0,1	28,3	0,3	337	16,8	7,42
SG-3-N20	Kil-Globerit	48,5	14,65	8,4	6	2,6	1,9	13,6	0,1	7,2	0,1	27,4	0,3	331	14,9	9,45

Çizelge 5.7. Devam ediyor.

Numune İşareti	Litoloji	Sondaj (m)	A,Za (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Sr (ppm)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)
SG-3-N21	Kil-Globerit	49,5	14,60	6,4	7,7	1,9	1,4	15	<0,1	8,7	0,1	21,1	0,2	568	20,5	10,74
SG-3-N22	Kil-Globerit	51	11,60	8,9	6,7	2,6	2	11,9	0,1	7,6	0,1	28,1	0,3	558	17,6	7,14
SG-3-N23	Kil-Globerit	52	14,70	5	11	1,6	1,2	12,9	<0,1	9,1	0,1	16,4	0,2	702	25,8	10,74
SG-3-N24	Kil-Globerit	53	16,80	5,1	10,7	1,6	1,2	13,9	<0,1	7,7	0,1	16,8	0,2	946	23,8	11,77
SG-3-N25	Kil-Globerit	54	16,35	5	12,6	1,6	1,2	12,1	<0,1	6,9	0,1	16,6	0,2	614	25,6	9,4
SG-3-N26	Kil-Globerit	55	17,50	4,3	16,5	1,5	1	10	<0,1	4,6	0,1	15	0,2	624	27,8	7,78
SG-3-N27	Kil-Globerit-Jips	56	21,00	5,2	12,4	1,8	1,2	14,4	<0,1	3,9	0,1	17,8	0,2	783	20,2	12,07
SG-3-N28	Kil	81	16,35	10,2	6	3,7	2	16,3	0,1	3,7	0,2	35,2	0,4	145	3,3	10,05
SG-3-N29	Kil	136,6	19,10	10,3	17,7	6,4	2,5	5,8	0,1	1,9	0,1	33,3	0,5	277	1,6	15,89
SG-3-N30	Kil	219	20,60	9	20,2	4,5	2,1	6,6	0,1	1,6	0,1	32,3	0,5	369	1,8	17,77
SG-3-N31	Kil	244,2	19,50	9,3	18,9	4,8	2,1	6,4	0,1	1,8	0,1	33,7	0,5	339	5,5	16,41
SG-3-N32	Kil	273,5	20,80	9,2	19,1	5,1	2,2	7,1	0,1	1,6	0,1	30,8	0,5	340	7,5	17,63
SG-3-N33	Kil-Jips	285,5	19,40	1,4	32,6	0,5	0,3	5,7	<0,1	0,8	0,1	5,6	0,1	2396	32,4	14,4
SG-3-N34	Laminalı Kilitaşı- Jips	299,5	14,30	2,7	22,8	0,8	0,6	11,7	<0,1	1,7	0,1	11,2	0,1	1816	32,4	9,86
SG-3-N35	Kireçtaşı Organik Madde İçerikli	309,3	32,00	0,7	24,4	0,2	0,2	12,9	<0,1	2	<0,1	9,9	<0,1	754	16,1	27,69

5.2.1.1. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin Analiz Sonuçlarını Korelasyonu

SG-3 nolu sondaj karotlarından alınan 35 adet örneğin jeokimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi yorumlayabilmek için korelasyon tablosu hazırlanmıştır (Çizelge 5.8).

Tablo incelendiğinde majör oksitler arasındaki ilişki değişkenlik göstermektedir.

SiO₂'nin, Al₂O₃, K₂O, Fe₂O₃, TiO₂ oksitleri ile yüksek pozitif; SO₃ ile yüksek negatif; Sr ve Na₂O ile orta negatif; CaO ile düşük negatif korelasyon gösterdiği dikkati çeker.

Al₂O₃'ün, K₂O, Fe₂O₃, TiO₂ oksitleri ile yüksek pozitif; SO₃ ile yüksek negatif; Sr, Na₂O ve CaO ile orta negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir.

Na₂O'nin, SO₃ ve MgO ile orta pozitif; CaO, K₂O, Fe₂O₃, CO₂ ve TiO₂ oksitleri ile orta negatif; Sr ile düşük negatif korelasyon göstermektedir.

Sr elementi, CaO ve SO₃ majör oksitleri ile orta pozitif; diğer majör oksitler ile orta ve düşük negatif korelasyon gösterir.

Çizelge 5.8. SG-3 nolu sondaj karotlarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarının korelasyonu.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	Sr(ppm)	SO ₃	CO ₂	A,Za
SiO ₂	1,00												
Al ₂ O ₃	0,99	1,00											
Na ₂ O	-0,48	-0,40	1,00										
CaO	-0,26	-0,35	-0,56	1,00									
MgO	-0,19	-0,17	0,37	-0,67	1,00								
K ₂ O	0,97	0,99	-0,36	-0,35	-0,21	1,00							
Fe ₂ O ₃	0,91	0,90	-0,50	-0,03	-0,46	0,91	1,00						
P ₂ O ₅	0,39	0,38	-0,07	-0,30	0,19	0,32	0,22	1,00					
TiO ₂	0,94	0,92	-0,54	-0,05	-0,40	0,92	0,96	0,26	1,00				
Sr(ppm)	-0,65	-0,64	-0,10	0,60	-0,17	-0,66	-0,57	-0,19	-0,59	1,00			
SO ₃	-0,92	-0,86	0,67	0,02	0,22	-0,84	-0,88	-0,30	-0,91	0,56	1,00		
CO ₂	0,07	-0,05	-0,50	0,57	-0,23	-0,04	0,20	-0,20	0,23	-0,01	-0,43	1,00	
A,Za	0,11	-0,01	-0,75	0,58	-0,13	-0,03	0,16	-0,12	0,21	0,06	-0,46	0,84	1,00

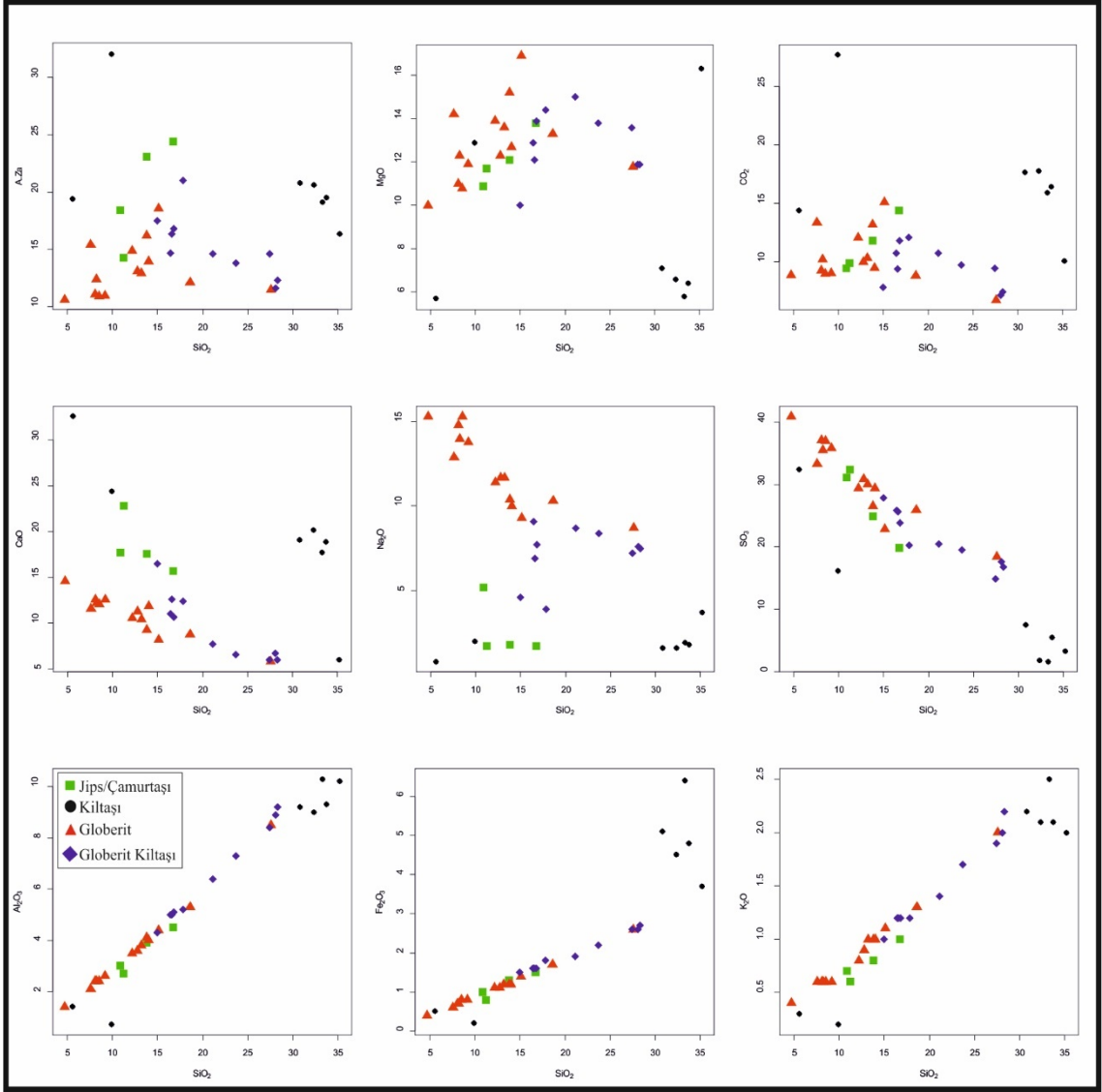
5.2.1.2. SG-3 Nolu Sondaj Örneklerinin İkili Element Diyagramı

SG-3 nolu sondaj karotlarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarının arasındaki ilişki Geochemical Data Kit programı kullanılarak oluşturulan ikili element diyagramları üzerinden incelenmiştir.

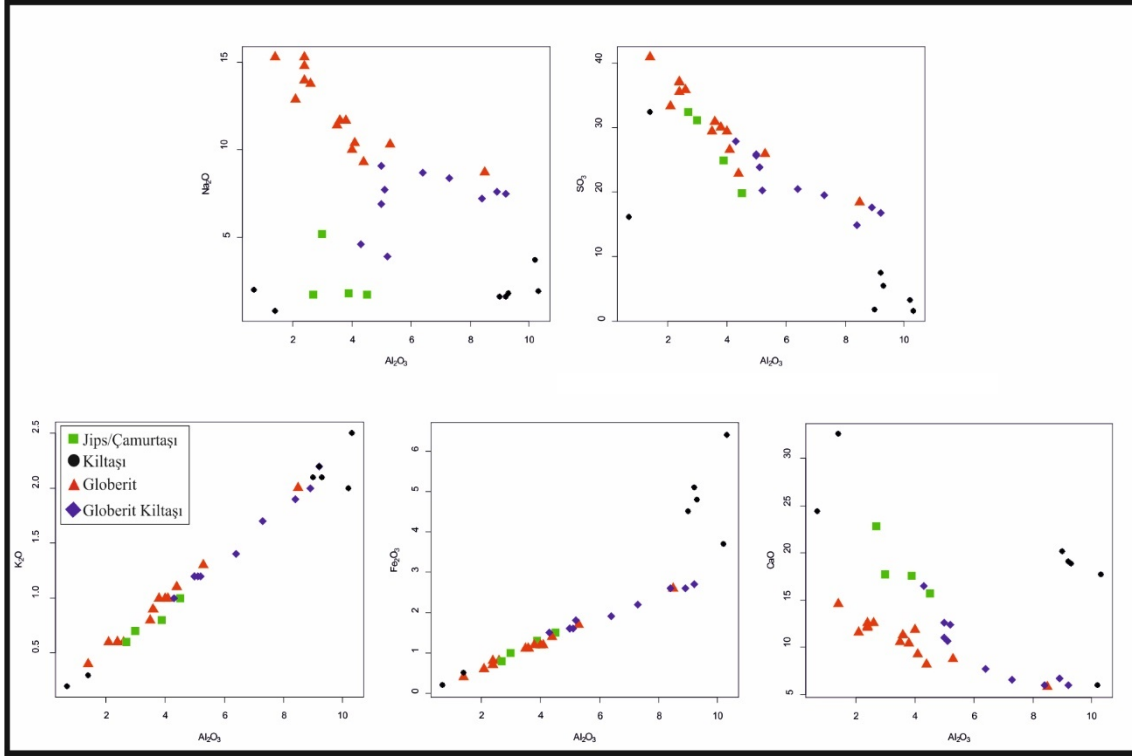
Majör oksitlerdeki değişimi daha iyi görebilmek için SiO_2 'ye karşı majör oksit ikili diyagramları çizilmiştir. Şekil 5.4'de verilen SiO_2 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı incelendiğinde, SiO_2 'nin Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O karşı yüksek korelasyon gösterirken, SO_3 ve globeritli seviyeden gelen Na_2O majör oksitlerine karşı yüksek negatif korelasyon göstermektedir.

Şekil 5.5' de verilen Al_2O_3 'ye karşı majör oksit değerlerinin ikili değişim diyagramları incelendiğinde, Al_2O_3 'in Fe_2O_3 , K_2O karşı yüksek korelasyon gösterdiği görülmektedir. Bu durum ortamda kil mineralleşmesiyle beraber hidrotermal alterasyonun da oluşabileceğini gösterir (Güngör, 2005). Al_2O_3 ile SO_3 majör oksiti yüksek negatif korelasyon, CaO ile orta negatif korelasyon göstermesi ortamda evaporit mineralleri ile birlikte kil minerallerinin de oluşabileceğinin başka bir göstergesidir.

Al_2O_3 ile Na_2O ve SiO_2 ile Na_2O ikili element diyagramları incelendiğinde, Na_2O 'nin her iki majör oksit ile negatif korelasyon gösterdiği dikkati çeker. Negatif korelasyon gösteren Na_2O değerlerinin globeritli seviyelerden geldiği göz önüne alınırsa, ortamda globerit minerali ile birlikte kil minerallerinin de oluşabileceği söylenebilir.



Şekil 5.4. SG-3 nolu sondaj örneklerinin SiO₂'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.



Şekil 5.5. SG-3 nolu sondaj örneklerinin Al_2O_3 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.

5.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin Jeokimyasal Analiz Sonuçları

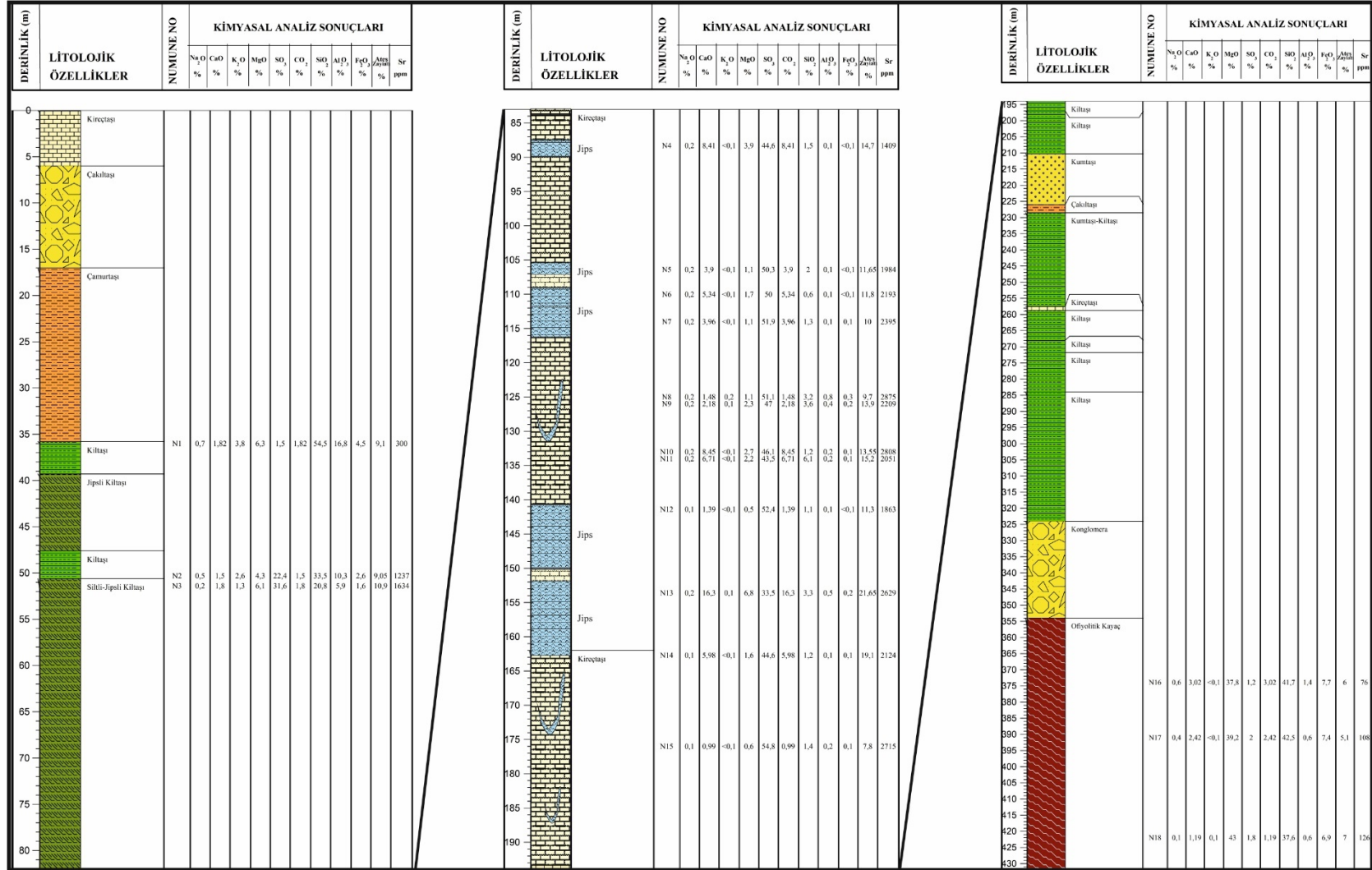
SG-4 nolu sondaj karotlarından alınan 18 adet örneğin jeokimyasal analiz sonuçları [Çizelge 5.9](#)'de verilmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, SiO_2 oranının %1,10 ile %54,50 arasında, CaO oranının %0,70 ile %34,80 arasında, Al_2O_3 oranının 36 m-51,40 m arasında %16,80'e kadar çıkarken kuyunun devamında ortalama değerinin %0,30'a kadar düştüğü görülmüştür.

Sr konsantrasyonuna bakıldığında 36 m'de 300 ppm iken 50.3-176 m arasında 2808 ppm'e kadar yükseldiği görülmektedir. 373,9-422 m arasında 76 ppm'e kadar düşmüştür.

SG-4 nolu sondajdan elde edilen jeokimyasal analiz sonuçlarının litolojiyle olan ilişkisini göstermek amacıyla sonuçlar kuyu logu üzerine işlenmiştir ([Şekil 5.6](#)).

Çizelge 5.9. SG-4 nolu sondaj karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçları.

Numune İşareti	Litoloji	Sondaj (m)	A,Za (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Sr (ppm)	CO ₂ (%)	Cl (%)	SO ₃ (%)
SG-4-N1	Kiltaşı	36	9,1	16,8	2,2	4,5	3,8	6,3	<0,1	0,7	0,1	54,5	0,5	300	1,82	<0,1	1,5
SG-4-N2	Kiltaşı	50,3	9,05	10,3	14	2,6	2,6	4,3	<0,1	0,5	0,1	33,5	0,2	1237	1,5	<0,1	22,4
SG-4-N3	Jips-Kil	51,4	10,9	5,9	20,7	1,6	1,3	6,1	<0,1	0,2	0,1	20,8	0,2	1634	1,8	<0,1	31,6
SG-4-N4	Jips-Kireçtaşı	88,3	14,7	0,1	34,6	<0,1	<0,1	3,9	<0,1	0,2	<0,1	1,5	<0,1	1409	8,41	<0,1	44,6
SG-4-N5	Jips-Kireçtaşı	106,4	11,65	0,1	33,8	<0,1	<0,1	1,1	<0,1	0,2	<0,1	2	<0,1	1984	3,9	<0,1	50,3
SG-4-N6	Jips-Kireçtaşı	110	11,8	0,1	34,8	<0,1	<0,1	1,7	<0,1	0,2	<0,1	0,6	<0,1	2193	5,34	<0,1	50
SG-4-N7	Jips-Kireçtaşı	114	10	0,1	34,5	0,1	<0,1	1,1	<0,1	0,2	<0,1	1,3	<0,1	2395	3,96	<0,1	51,9
SG-4-N8	Kireçtaşı-Jips	125	9,7	0,8	32,6	0,3	0,2	1,1	<0,1	0,2	<0,1	3,2	<0,1	2875	1,48	<0,1	51,1
SG-4-N9	Kireçtaşı-Jips	126	13,9	0,4	31,4	0,2	0,1	2,3	<0,1	0,2	<0,1	3,6	<0,1	2209	2,18	0,1	47
SG-4-N10	Kireçtaşı-Jips	133	13,55	0,2	34,5	0,1	<0,1	2,7	<0,1	0,2	<0,1	1,2	<0,1	2808	8,45	0,1	46,1
SG-4-N11	Kireçtaşı-Jips	134	15,2	0,2	31,4	0,1	<0,1	2,2	<0,1	0,2	<0,1	6,1	<0,1	2051	6,71	0,1	43,5
SG-4-N12	Kireçtaşı-Jips	141,4	11,3	0,1	33,6	<0,1	<0,1	0,5	<0,1	0,1	<0,1	1,1	<0,1	1863	1,39	<0,1	52,4
SG-4-N13	Kireçtaşı-Jips	153,6	21,65	0,5	31,5	0,2	0,1	6,8	<0,1	0,2	<0,1	3,3	<0,1	2629	16,3	0,1	33,5
SG-4-N14	Kireçtaşı	162,7	19,1	0,1	32,1	0,1	<0,1	1,6	<0,1	0,1	<0,1	1,2	<0,1	2124	5,98	<0,1	44,6
SG-4-N15	Jips-Kireçtaşı	176	7,8	0,2	34,4	0,1	<0,1	0,6	<0,1	0,1	<0,1	1,4	<0,1	2715	0,99	<0,1	54,8
SG-4-N16	Harzburjit	373,9	6	1,4	2,6	7,7	<0,1	37,8	0,1	0,6	<0,1	41,7	<0,1	76	3,02	0,1	1,2
SG-4-N17	Dunit	391	5,1	0,6	1,9	7,4	<0,1	39,2	0,1	0,4	<0,1	42,5	<0,1	108	2,42	0,2	2
SG-4-N18	Serpantin	422	7	0,6	0,7	6,9	0,1	43	0,1	0,1	<0,1	37,6	<0,1	126	1,19	1,4	1,8



Şekil 5.6. SG-4 nolu sondaj karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçlarının kuyu logu üzerine gösterimi

5.2.2.1. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin Analiz Sonuçlarını Korelasyonu

SG-4 nolu sondaj karotlarından alınan 18 adet örneğin jeokimyasal analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi yorumlayabilmek için korelasyon tablosu [Çizelge 5.10](#)'da verilmiştir. Tablo incelendiğinde majör oksitler arasındaki ilişki değişkenlik göstermektedir.

SiO₂'nin, Al₂O₃, K₂O, Fe₂O₃ ve TiO₂ oksitleri ile yüksek pozitif; SO₃ ile yüksek negatif; Sr ve Na₂O ile orta negatif; CaO ile düşük negatif korelasyon gösterdiği dikkati çeker.

Al₂O₃'ün, K₂O, Fe₂O₃ ve TiO₂ oksitleri ile yüksek pozitif; SO₃ ile yüksek negatif; Sr, Na₂O ve CaO ile orta negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir

Na₂O'nin, SO₃ ve MgO oksitleri ile orta pozitif; CaO, K₂O, Fe₂O₃, CO₂ ve TiO₂ oksitleri ile orta negatif; Sr ile düşük negatif korelasyon göstermektedir.

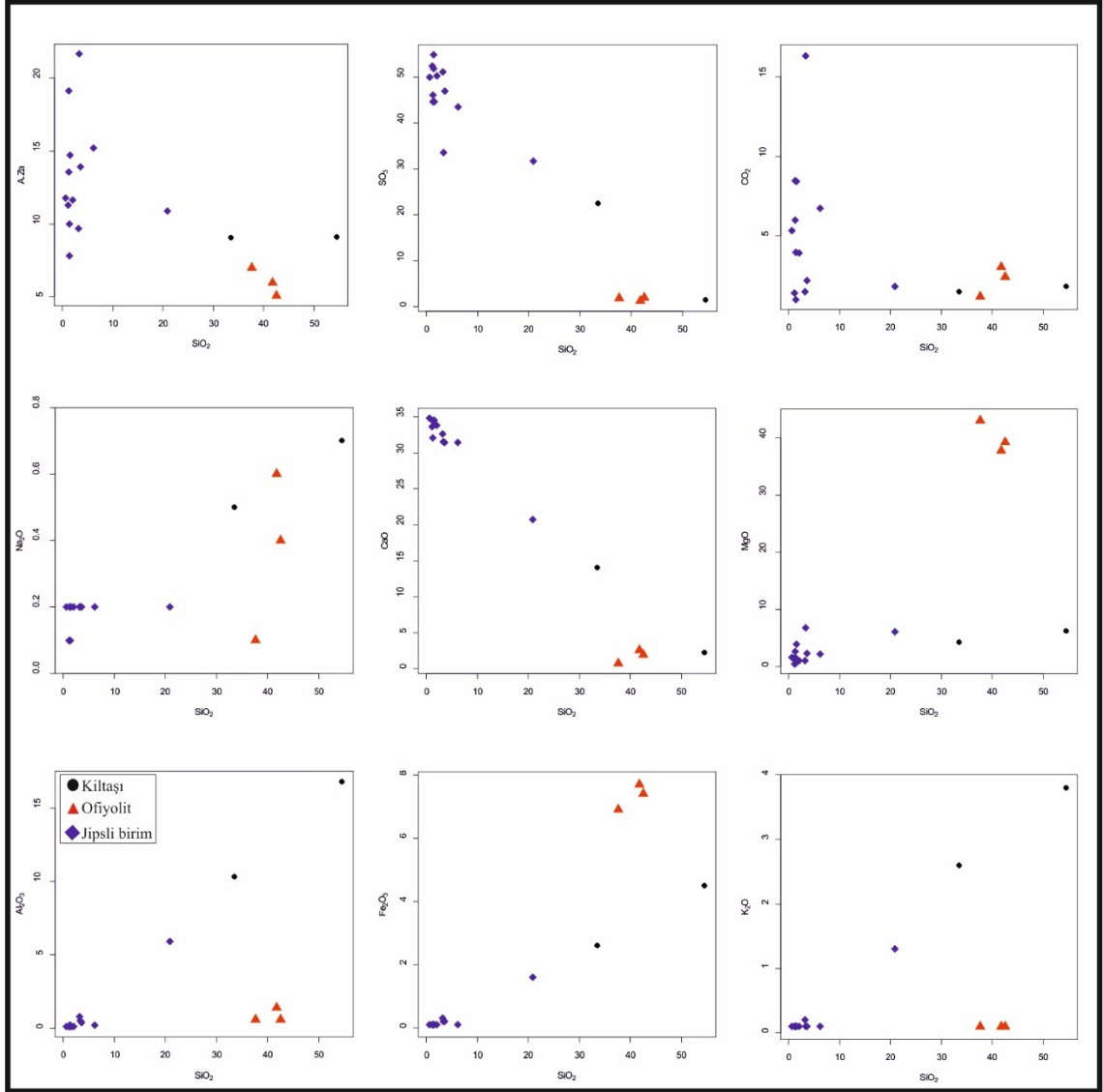
Sr elementi, CaO ve SO₃ majör oksitleri ile orta pozitif; diğer oksitler ile orta ve düşük negatif korelasyon gösterir.

Çizelge 5.10. SG-4 nolu sondaj karotlarından alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarının korelasyonu.

	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	SO ₃	CO ₂	Sr(ppm)	TiO ₂	Cl	A,Za
SiO ₂	1,00												
CaO	-0,98	1,00											
Al ₂ O ₃	0,66	-0,52	1,00										
Fe ₂ O ₃	0,91	-0,96	0,29	1,00									
K ₂ O	0,62	-0,47	1,00	0,24	1,00								
MgO	0,71	-0,82	-0,05	0,93	-0,10	1,00							
Na ₂ O	0,79	-0,69	0,74	0,61	0,71	0,32	1,00						
SO ₃	-0,96	0,98	-0,50	-0,94	-0,45	-0,83	-0,70	1,00					
CO ₂	-0,39	0,38	-0,29	-0,35	-0,28	-0,20	-0,19	0,19	1,00				
Sr(ppm)	-0,90	0,92	-0,42	-0,91	-0,37	-0,80	-0,63	0,91	0,36	1,00			
TiO ₂	0,61	-0,46	0,95	0,25	0,94	-0,08	0,68	-0,45	-0,24	-0,39	1,00		
Cl	0,34	-0,47	-0,09	0,49	-0,11	0,63	-0,21	-0,45	-0,21	-0,44	-0,09	1,00	
A,Za	-0,61	0,62	-0,24	-0,66	-0,21	-0,55	-0,42	0,48	0,79	0,57	-0,18	-0,29	1,00

5.2.2.2. SG-4 Nolu Sondaj Örneklerinin İkili Element Diyagramı

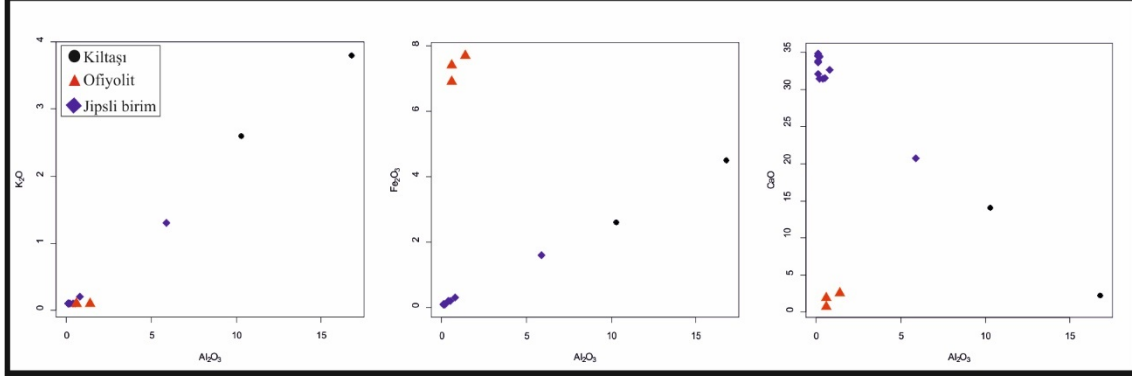
SG-4 nolu sondaj örneklerinin sonuçları ikili element diyagramları üzerinden incelenmiştir (Şekil 5.7). SiO_2 ile diğer majör oksitlerin ikili değişim diyagramı incelendiğinde, SiO_2 'nin sadece kıltaşı birimlerinde Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O 'a ve ofiyolitik birimlerde MgO , Fe_2O_3 'e karşı yüksek korelasyon gösterdiği dikkati çeker. Ayrıca CaO ve SO_3 ile yüksek negatif korelasyon göstermektedir.



Şekil 5.7. SG-4 nolu sondaj örneklerinin SiO_2 'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.

Şekil 5.8'de verilen Al_2O_3 'ün, Fe_2O_3 , K_2O ve CaO oksitleri ile ikili değişim diyagramı incelendiğinde, kıltaşı birimlerinde Fe_2O_3 ve K_2O yüksek pozitif korelasyon gösterirken, CaO ile yüksek negatif korelasyon gösterdiği dikkati çeker. Bu durum, jips minerali

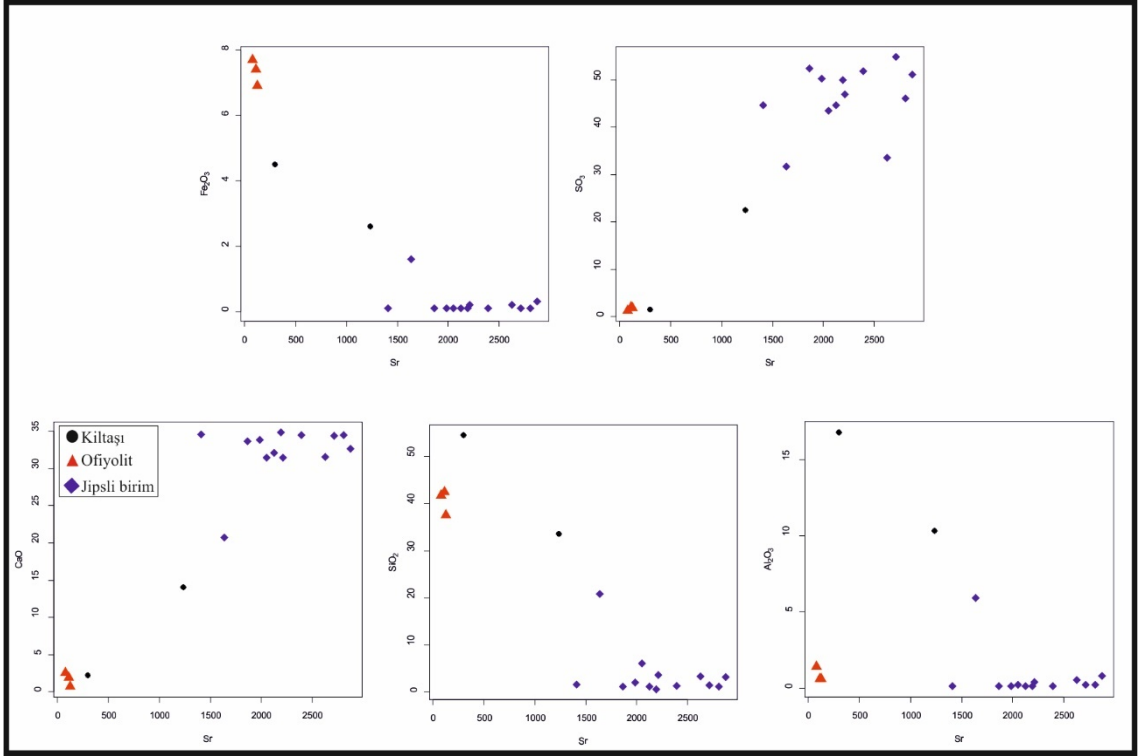
düşük göl suyu seviyesi, kurak iklim şartlarında oluşurken; kil mineralleri göreceli olarak daha yüksek göl seviyesinde çökmesi şeklinde açıklanabilir. Geçiş ortamları dışında, oluşum ortam ve koşullarından dolayı, jipsin parajenezinde kil minerallerine az rastlanır.



Şekil 5.8. SG-4 nolu sondaj örneklerinin Al₂O₃'ye karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı.

SG-4 nolu sondajın kimya sonuçlarına bakıldığında Sr değerlerinin jipsli birimlerde yüksekliği dikkat çekmektedir. Bu durumu yorumlayabilmek için Sr'a karşı majör oksit ikili diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 5.9).

Diyagramlar incelendiğinde Sr'un jipsli birimlerde CaO ve SO₃ ile yüksek pozitif; kıltaşı birimlerinde SiO₂, Al₂O₃ ve Fe₂O₃ ile negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir. Killeşme arttıkça Sr değerinin düştüğü dikkat çekmektedir.



Şekil 5.9. SG-4 nolu sondaj örneklerinin Sr'a karşı majör oksitlerin ikili değişim diyagramı

5.3. Su Kimyası

Çalışma sahası içerisindeki Kavuncu Yaylası'nda bulunan gölden (Şekil 5.10) su örneği alınarak, su kimyası analizi yaptırılmıştır. Su iletkenliğinin 22550 $\mu\text{mho/cm}$ ölçüldüğü analizde diğer sonuçlar Çizelge 5.11'de verilmiştir.

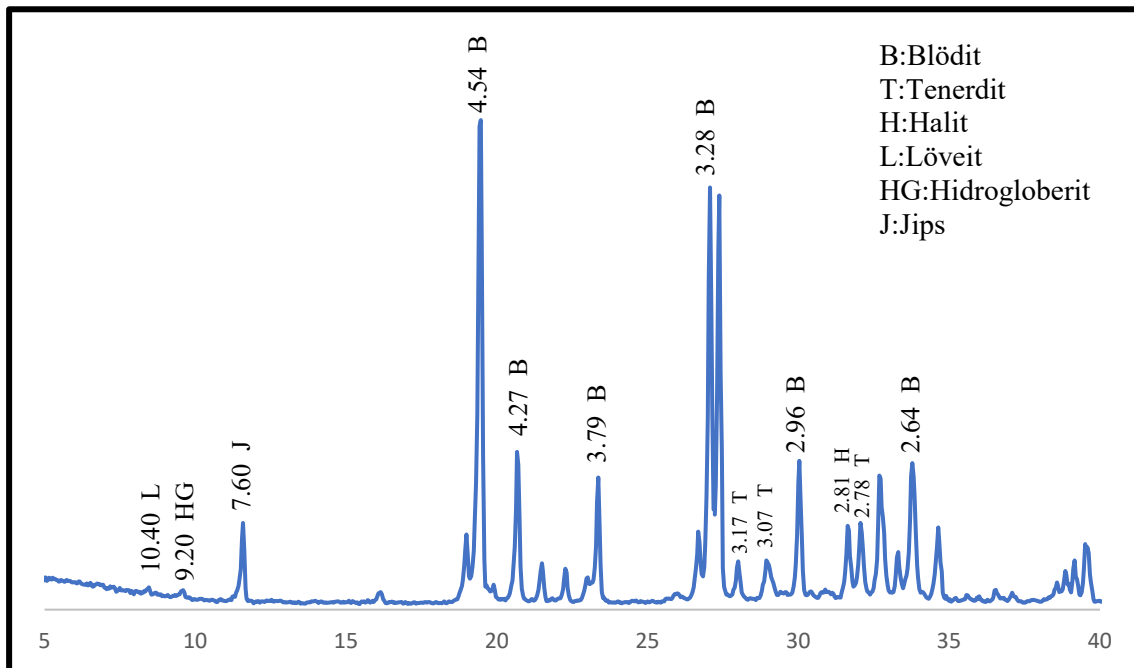


Şekil 5.10. Kavuncu yaylasında bulunan su örneğinin alındığı göl (Bakış yönü; KD).

Çizelge 5.11. Göl suyu su analizi sonucu

Analiz/Test Adı	Sonuç		Analiz/Test Metodu
	ppm	meq/l	
CO ₃ ²⁻	126	4.20	Volumetrik Analiz
HCO ₃ ⁻	116	1.90	Volumetrik Analiz
Na	5540	240	SM 3120 B
K	191	4.88	SM 3120 B
Ca	492	24.6	SM 3120 B
Mg	1852	152	SM 3120 B
PO ₄ ³⁻	2.94	-	SM 4110 B
Br ⁻	11.0	-	SM 4110 B
F ⁻	4.2	-	SM 4110 B
NO ₂ ⁻	-	-	SM 4110 B
SO ₄ ²⁻	12516	260	SM 4110 B
Cl ⁻	4401	123	SM 4110 B
NO ₃ ⁻	2.85	-	SM 4110 B

Sonuçlar incelendiğinde Na, Mg, SO₄²⁻ ve Ca değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Gölün kuruyan kısımlarından alınan güncel çökel örneğinden gerçekleştirilen XRD analizi sonucu örnekte; blödit (Na₂Mg(SO₄)₂.4H₂O), tenardit (Na₂SO₄), löveit (Na₁₂Mg₇(SO₄)₁₃.15H₂O), hidrogloberit (Na₁₀Ca₃(SO₄)₈.6H₂O), halit (NaCl) mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 5.11). Örneğin SEM görüntüleri 4. Bölüm’de verilmiştir.



Şekil 5.11. KVNC-1 işaretli örneğin XRD difraktogramı.

6. TARTIŞMA

Çalışma sahasından alınan örneklerin mineral parajenezleri incelendiğinde, kuzeyden güneye doğru farklılıklar gözlenmektedir. En kuzeyde bulunan Ballıhisar Formasyonu Acıkır üyesinde evaporit ve ortama karasal kırıntılı malzeme girişini göstergesi mineraller birlikte görülürken (Çizelge 4.4); güneydeki Çakmak Formasyonunda dolomitler içerisinde çatlak dolgusu ve kovucu büyüme şeklinde oluşmuş (Karakaş, 1992), gül ve kırlangıç kuyruğu şeklinde kristalleşen jips mineralleri dikkati çeker (Şekil 3.13, Çizelge 4.2). En güneyde yer alan Mercan Formasyonunda ise diğerlerinden farklı olarak karbonatlaşma daha fazladır ve üst seviyelere doğru sepiyolit oluşumları da gözlenmektedir (Çizelge 4.3). Sahada gözlenen formasyonlardaki bu farklılığın, iklimsel koşullardan kaynaklanabileceği gibi gölün jeomorfolojik konumuyla beraber tektonik faaliyetler tarafından kontrol edilebileceği de düşünülmektedir (Karakaş ve Varol 1994).

Çalışma sahasından alınan noktasal örneklerin kimyasal analiz sonuçlarını daha iyi yorumlayabilmek için ikili element diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 5.4-5.5, 5.7-5.8, 5.10-5.12). Diyagramlar incelendiğinde jips ağırlıklı örneklerin haricinde genelde killeşme egemendir. SiO₂ ile diğer oksitlerin ikili değişim diyagramlarında, Çakmak Formasyonunda SiO₂ ve MgO arasında yüksek pozitif korelasyon görülmektedir. Örneklerin mineral parajenezinde kuvars ile dolomit birlikteliğine rastlanmıştır. Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi ve Çakmak Formasyonundaki jipsli örnekler için SiO₂ ve Al₂O₃ ile CaO ikili element diyagramları incelendiğinde jipsle beraber killeşmenin de olduğu görülmüştür. Bu durum, ortamın bir geçiş ortamı olabileceğini gösteren bir bulgudur. Mercan formasyonu için SiO₂ ile CO₂ ikili element diyagramı incelendiğinde, aralarında negatif korelasyon olduğu görülmüştür. Kimyasal ve XRD sonuçlarına birlikte bakıldığında, ortamda SiO₂ artmasıyla sepiyolit oluşumları görülmektedir. Bu durum göl ortamına tatlı su boşalımı ile artan silisyum ve magnezyum zenginleşmesinin sepiyolitleri oluşturduğu görüşünü (Karakaş ve Varol 1994) destekler niteliktedir.

SG-3 nolu sondajın örnekleri için SiO₂ ve Al₂O₃ ile Na₂O ikili element diyagramları incelendiğinde Na₂O'nun her iki majör oksit ile negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir (Şekil 5.7-5.8). Negatif korelasyon gösteren Na₂O değerlerinin globeritli

seviyelerden geldiği göz önüne alınırsa, ortamda globerit minerali ile birlikte kil minerallerinin de oluşabileceğini göstermektedir. Globeritli örneklerin XRD analizi sonucunda elde edilen mineral parajenezine bakıldığında örneklerin genelinde globerit ile kil minerali birlikteliği görülmüştür (Çizelge 4.5).

SG-4 nolu sondaj örnekleri için SiO_2 ve Al_2O_3 ile CaO majör oksitlerin ikili diyagramı incelendiğinde, CaO iki majör oksit ile de korelasyon göstermemektedir (Şekil 5.10-5.12). Bu durum jips minerallerinin düşük göl suyu seviyesi ve kurak iklim şartlarında oluşmasına karşın kil minerallerinin görelî daha yüksek göl seviyesinde çökmesiyle açıklanabilir. Diyagram bu durumu destekler niteliktedir. Ayrıca örneklerdeki yüksek Sr değeri göz önüne alınarak, Sr ile majör oksitlerin ikili element diyagramları oluşturulmuştur. Diyagramlar incelendiğinde Sr'un jipsli birimlerde CaO ve SO_3 ile yüksek pozitif korelasyon gösterdiği görülürken, kıltaşı birimlerinde SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 'e karşı negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir. Bu durum, killeşme arttıkça Sr değerinin düştüğünü ifade edebilir.

Çakmak Formasyonu ve bu formasyon üzerinde gerçekleştirilen SG-4 nolu sondaj karotlarından alınan jipsli örneklerin jeokimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında Sr değerinin 1125-2875 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Sr değerlerinin, karasal evaporitlerde Krauskopf (1979)'e göre 50-120 ppm arasında değişirken, denizel evaporitlerde Emelyanov ve Shimnus (1986)'e göre 1000-20000 ppm arasında değiştiği belirtilmiştir. Sr değerleri denizel ortamı gösterse de daha önce yapılan çalışmalarda bölgenin gölsel ortam olduğu ifade edilmiştir (Umut ve ark., 1991; Karakaş, 1992; Gözler ve ark., 1997; Boyraz, 2004; Varol, 2005; Güngör, 2005; Zeybek, 2007; Kırtıl, 2008). Tekin ve ark., (1998). Sr değerlerindeki yüksekliğin nedeni olarak, bölgedeki volkanojenik faaliyetlerden dolayı çevre volkanik kayaların, evaporitler üzerinde yıkama yapması ve bunların kristal kafesleri içerisinde sölestin mineral kapanımları oluşturabileceğini belirtmiştir. Ayrıca gerçekleştirilen petrografi ve SEM analizleri sonucunda jips kristalleri arasında boşluk dolgusu şeklinde yerleşmiş sölestin mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4.10-4.11, 4.42-4.44). Tekin ve ark., (1998) tarafından, bu oluşumlardaki Sr zenginleşmesi, civardaki volkanik kayaların hidrotermal çözeltiler ile yıkanması sonucu çözelti haline geçen, bu çözeltilerin sonra jips çökellerinden geçerek çözelti içerisindeki Sr'ın jips kristallerine bağlanmasıyla oluşabileceğini belirtmiştir. Zeybek (2007) ise, Pliyosen'de paleo gölün genişlediğini ve bununla birlikte sığ göl

alanlarının artmasıyla, ortamdaki tuzluluğun da arttığını ve buna bağlı olarak Sr miktarının da arttığını belirtmiştir.

Çalışma sahasında yer alan Kavuncu Ovasında bulunan göl suyundan yapılan analiz sonucunda Na: 5540 ppm, Mg: 1852 ppm, SO_4^{2-} : 12516 ppm ve Cl^- : 4401 ppm olarak bulunmuştur. Ayrıca gölün kuruyan kısımlarında oluşan güncel çökelden (Şekil 5.13) alınan örnekten XRD analizi yapılmış ve blödit ($Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$), tenardit (Na_2SO_4), löveit ($Na_{12}Mg_7(SO_4)_{13} \cdot 15H_2O$), hidrogloberit ($Na_{10}Ca_3(SO_4)_8 \cdot 6H_2O$), ve halit ($NaCl$) parajenezi tespit edilmiştir (Şekil 5.14). Güncel gölün bir ova içinde yer alması sonucu yakınlarında malzeme gelebilecek herhangi bir yükselti ya da göle yüzey suyu girişi yoktur. Yapılan saha çalışmaları esnasında kırık zonları boyunca jips mineralleşmesine rastlanmıştır (Şekil 3.33). Bu durum ortama malzeme getiriminin kırık zonları boyunca olabileceğini göstermektedir. Bu bilgiler ışığında gölün çatlak zonları boyunca yeraltı suları tarafından beslendiği ve malzeme getiriminin de bu şekilde sağlandığı sonucuna varılmıştır.

Evaporit tuzları kolay çözüldüğü için, yüzeyde mostra vermezler ve gömülü yatak oluşturabilmeleri için örtü tabakaları (kil) ile korunmaları gerekir (Kırtıl ve Kocaerzen, 2019). Bu bilgi doğrultusunda, ortama yeraltı suları ile getirildiği düşünülen Na ve Mg'un gömülü bir yatak oluşturabileceği düşüncesiyle, bölgede MTA Genel Müdürlüğü tarafından göle yakın noktada gerçekleştirilen SG-3 nolu sondajdan elde edilen karotların detaylı tanımlamaları yapılmış ve bu verilere göre karotlardan örnekler alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda gömülü halde 26 m kalınlığında globerit ($Na_2Ca(SO_4)_2$) cevherleşmesi belirlenmiştir. Cevherleşmenin devamlılığını izlemek için SG-3 nolu sondajın güney batısında gerçekleştirilen SG-4 nolu sondaj çalışmasından elde edilen karotların detaylı tanımlamaları yapılmıştır. Analizler sonucunda herhangi bir sodyum sülfat mineralleşmesine rastlanmamıştır. SG-3 ve SG-4 sondaj logları karşılaştırıldığında, mineralleşmelerde ve çökeltme ortamlarında farklılıklar görülmektedir. Bu farklılığın nedeni olarak, daha önce de değinildiği gibi iklimsel faktörler ya da gölün jeomorfolojik konumuyla beraber tektonik faaliyetler gösterilebilir (Karakaş ve Varol, 1994).

Kavuncu civarında tespit edilen globerit cevher mineralinin, güneyinde değişen oluşum ortamından dolayı Polatlı-Sivrihisar Neojen Havzasında bulunan sodyum sülfat tuz yatağının güney sınırını oluşturduğu düşünülmektedir.

7. SONUÇ

1. Bu çalışmada, Günyüzü-Kavuncu (Eskişehir) civarında yayılım gösteren, Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) yaşlı evaporitik birimler, jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal açıdan incelenmiştir.
2. SG-3 nolu sondaj noktasının yaklaşık 2 km kuzey batısında Ballıhisar Formasyonu Acıkır Üyesi üzerinde oluşturulan ÖSK-I ile SG-3 kuyu logu karşılaştırıldığında yüzeyde görülen kıltaşı jips ar dalanmasının karotlarda 32 m'ye kadar devam ettiği görülmüştür.
3. SG-4 nolu sondaj noktasının yaklaşık 5 km kuzey doğusunda Çakmak Formasyonu üzerinde oluşturulan ÖSK-II ile SG-4 kuyu logu karşılaştırıldığında yüzeyde görülen karbonat içerisinde büyüyen jips kristallerinin karotlarda da devam ettiği tespit edilmiştir.
4. Sahada iki farklı noktada gerçekleştirilen sondaj çalışmalarından elde edilen veriler yardımıyla kuyu logları oluşturulmuştur.
5. Çalışma sahasında, kuzeyden güneye mineral parajenezinde farklılıklar gözlenmektedir. Kuzeyde evaporit mineralleri ve ortama karasal kırıntılı malzeme girişini gösteren mineral birlikteliği görülürken; güneyde karbonatlaşmanın arttığı tespit edilmiştir.
6. Çakmak Formasyonundan alınan evaporit minerallerindeki Sr konsantrasyonunun, karasal ortama göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.
7. Globeritli örneklerin mineral parajenezine bakıldığında örneklerin genelinde globerit ile kil minerali birlikteliği görülmüştür.
8. Çalışma sahasında yer alan Kavuncu Ovasında bulunan göl suyundan yapılan analiz sonucunda Na: 5540 ppm, Mg: 1852 ppm, SO_4^{2-} : 12516 ppm ve Cl: 4401 ppm olarak bulunmuştur.
9. Bu çalışmada, Günyüzü Neojen Havzasında blödit ($Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$), tenardit (Na_2SO_4) ve löveit ($Na_{12}Mg_7(SO_4)_{13} \cdot 15H_2O$) mineral parajenezi tanımlanmıştır.
10. Bu çalışmada, Günyüzü Neojen Havzasında gömülü halde ~26 m kalınlığında globerit ($Na_2Ca(SO_4)_2$) mineralleşmesinin varlığı ortaya konulmuştur.
11. Çalışma sahası, çalışma sahasının kuzeyinde tespit edilen sodyum sülfat tuz yatağının, güney sınırını oluşturduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdioğlu, E., Arslan, M., Helvacı, C., Gündoğan, İ., Temizel, İ., ve Aydınçakır, D., Aşkale (Erzurum, Türkiye) yöresi Miyosen evaporitlerinin jeokimyası: paleo-ortama dair sınırlamalar, MTA Dergisi 165, 113-140, **2021**.
- Akıl, B., İnönü-Eskişehir Fay Sistemi'nin Günyüzü (Eskişehir)-Yeniceoba (Konya-Türkiye) Arasındaki Bölümünün Yapısal Evrimi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2008**.
- Altay, T., Sivrihisar-EskişehirYöresinde Bulunan Jips Kristallerinin Şekilleri ile Oluşum Koşulları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, **2004**.
- Anonim, Beldede Formasyonu arazi görünümü, <https://tr.foursquare.com/v/g%C3%BCm%C3%BC%C5%9Fyakak%C3%B6y%C3%BC/51aa4a9f498e09d847d606a0?openPhotoId=5774f762498e65ace0319b34.html> (Erişim Tarihi: **13.02.2024**)
- Boyraz, S., Mülk-Demirci yöresi (Eskişehir-Sivrihisar) Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) birimlerinin kil mineralojisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayınlanmamış) Ankara, **2004**.
- Brelie, V.G., Sivrihisar ve Polatlı bölgesinde yapılan bir linyit prospeksiyonu hakkında rapor. MTA Rapor No. 2437 (Yayınlanmamış), Ankara, **1956**.
- Brindley, G.W. and Brown, G., X-Ray Diffraction Procedures for Clay Mineral Identification. In: Brindley, G.W. and Brown, G., Eds., Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification, Mineralogical Society, 305-356, **1980**.
- Çiner, A., Deynoux, M., Koşun, E., Gündoğdu, N., Beldede örgülü delta karmaşığının (BÖDK) sekans statigrafik analizi: Polatlı-Haymana baseni, (orta Eosen) Orta Anadolu. HÜ Yerbilimleri dergisi 16,67-92, **1993**.
- Çoban, F., Kayakent (Eskişehir) yöresinin jeolojisi ve bölgedeki sepiyolitlerin mineralojik incelenmesi. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildiri Özleri. 130- 131 s. Ankara, **1991**.
- Demirbilek, M., Günyüzü, Sivrihisar ve Kaymaz Bölgelerindeki (Eskişehir) Sokulum Kayaçlarının Oluşumuna Yönelik Jeokimyasal, Jeokronolojik ve İzotopik Bulgular, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, **2012**.

- Demiroğlu, M., Eskişehir-Sivrihisar-Günyüzü Havzası Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyası, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2008**.
- Ece, Ö.I. ve Çoban, F., Origin and significance of the sepiyolite beds and nodules in the Miocene lacustrine basin, Eskişehir, Turkey. International Earth Sciences Congress on Aegean Regions Proceedings I (M.Y. Savaşçın and A. H. Eronat eds), 234-245, **1990**.
- Ece, Ö.I. ve Çoban, F., Geology, occurrence, and genesis of Eskişehir sepiolites, Turkey. Clay and Clay Minerals, 42/1, 81-92, **1994**.
- Emelyanov, E.M. and Shimhus, K.M., Geochemistry and sedimentology of the Mediterranean Sea, Sedimentology and Petroleum geology, p.176, Paris, **1986**.
- Erdinç, H., Sivrihisar kristalin masifinin jeolojisi ve petrolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Mineraloji ve Petrografi Kürsüsü, İstanbul, **1978**.
- Erişen, B., Hamamkarahisar (Sivrihisar) kaplıcasına ilişkin hidrojeoloji raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 7088, 66 s., (Yayımlanmamış), Ankara, **1974**.
- Erol, O., W.Weingart'ın 2248 Derleme Raporuna Ait Korelasyon Revizyonu Raporu, MTA, Derleme no: 2473, Ankara. **1955**.
- Gautier, Y., Deformations et metamorphismes associes a la suture Tethysienne en Anatolie Centrale, (Region de Sivrihisar, Turquie), *Doc. Thesis*, Paris, **1984**.
- Gençoğlu, H., İç Anadolu Neojen baseni yukarı Sakarya kesiminin (Sivrihisar güneyi) stratigrafisi ve ortamsal yorumu. 47. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, Ankara, s. 156-157. **1994**.
- Gençoğlu, H. ve İrkeç, T., Ankara-Polatlı-Türktaciri sahasının maden jeolojisi. M.T.A Rapor No. 9487, 253 s.(yayımlanmamış), Ankara, **1994**.
- Gençoğlu, H., Eskişehir-Sivrihisar-Oğlakçı Köyü sepiyolit sahasının ait maden jeolojisi. M.T.A Rapor No. 9858, 33 s.(yayımlanmamış), Ankara, **1996**.
- Gözler, M.Z., Cevher, F. ve Küçükayman, A. Eskişehir civarının jeolojisi ve sıcak su kaynakları, MTA Dergi, 103-104, 40-55, **1985**.
- Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E., Asutay, H.J., Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi, Jeoloji Etütleri Dairesi, MTA Derleme No: 9973, Ankara, **1997**.
- Güngör, P., Sazak ve Demirci Köyü (KD Sivrihisar) Civarı Evaporitlerinin Jeokimyası ve Kökeni, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2005**.

- Hanawalt, J. D. and Rinn, H.W., Identification of Crystalline Materials, Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition, vol. 8, No. 4, 244-247, Michigan, **1936**.
- Hsü, K. J., Ryan, W.B.F. and Cita, M.B., Late Miocene dessiccation of the mediteranean Nature vol. 242, p.240-244, **1973**.
- Kahraman, S., Sivrihisar-Kayakent (Eskişehir) Arasındaki Bölgenin Neojen-Kuvaterner Tektoniği (KB Orta Anadolu, Türkiye), Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2010**.
- Kara, İ., Özkan, H., Kahraman, S., Demir, K., Öziçli, F.M., Karadağlar, M., Duvarcı, E., Eskişehir Sivrihisar Hamamkarahisar ve Günyüzü Gümüşkonak Jeotermal Alanları Jeotermal Etüt (Jeoloji-Jeofizik) ve Esh-1, Eg-1 Jeotermal Araştırma Sondajları Kuyu Bitirme Raporu, MTA Raporu No:13607, **2017**.
- Karakaş. Z., Ballıhisar-İlyaspaşa (Sivrihisar-Eskişehir Güneyi) yöresinin jeolojik ve mineralojik incelenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **1992**.
- Karakaş, Z. ve Varol, B., Sivrihisar Neojen Basenindeki Gölsel Dolomitlerin Petrografisi ve Oluşum Koşullarının Duraylı İzotoplar (8^{18}O ; 8^{13}C) Yardımıyla Yorumlanması, MTA Dergisi, 116: 81-95, **1994**.
- Karakaş, Z., Sivrihisar Neojen göl basenindeki farklı jips oluşumlarının duraylı izotoplara (8^{18}O ; 8^{13}C) göre ortamsal yorumları, Yerbilimleri, Sayı No:30, p.743-754, **1997**.
- Kırtıl, M., Sazak ve Biçer Köyleri (GD Mihaliççık) Civarı Neojen Yaşlı Evaporitik Birimlerin Sedimentolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2008**.
- Kırtıl, M., ve Kocaherzen, A., Ankara-Polatlı Yöresindeki S:201700027 (Er: 3351092) No'lu IV. Grup Ruhsat Sahasının Buluculuğa Ait Maden Jeolojisi ve Kaynak Tahmini Raporu, MTA Rapor No:13771, Ankara, **2019**.
- Kibici, Y., Dağ, N., Özgenç, İ., Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir) granitoyid kuşağının mineralojik ve petrografik özellikleri, Yerbilimleri, 23, s. 97-112. **1993**.
- Kibici Y., Güneş, D., Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir)-Dinek Granitporfirleri içindeki feldispatların ekonomik potansiyeli, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22 Nisan İzmir, 83-95, **1995**.
- Kibici, Y., Bozcu, M., Yılmaz, K., Yalçın, A., Kumra, M., Günyüzü (Eskişehir) Yöresindeki Derinlik Kayaçlarının Petrokimyasal Özellikleri, Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, C. XI, S. 2, **1998**.

- Köklü, N., Büyüköztürk, Ş., ve Bökeoğlu, Ö.Ç., Sosyal bilimler için istatistik, Pegem-A Yayıncılık, Ankara, **2006**.
- Krauskopf, K.B., Introduction to geochemistry, McGraw-Hill Book Company, vol. 2, Chapter 19, p. 432, **1979**.
- Monod, O., Andrieux J., Gautier Y., Kienast, J. R., Pontides-Torides relationships in the region of Eskişehir, Bull. Tech. Univ. İstanbul vol. 44. p. 257-278, **1991**.
- Okay, A. I. and Tüysüz, O., Tethyan sutures of northern Turkey. In: Drann, B., Jolivet, L. Horvath F.& Serranne, M.(eds) The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. Geological Society. London. Special Publications, 156, p. 475-513. **1999**.
- Okay, A.I., Tavşanlı Zonu: Anatolid-Torid Bloku'nun Dalma-Batmaya Uğramış Kuzey Ucu, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 142. Özel sayı (Menderes Masifi), s.195-226, **2011**.
- Özsayın, E., Beşköprü Köyü (Polatlı-Ankara) ve Çevresinin Jeolojik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2001**.
- Romieux, J., Sivrihisar Paşadağları ve Emirdağları bölgelerinin jeolojisi hakkında rapor. MTA Rap., No: 1431 (Yayınlanmamış), Ankara, **1942**.
- Sherlock, S., Kelley, S., Inger S., Haris, N., Okay A., ^{40}Ar - ^{39}Ar and Rb-Sr geochronology of high-pressure metamorphism and exhumation history of the Tavşanlı Zone, NW Turkey, Contrib Mineral Petrol, vol. 137, p. 46-58, **1999**.
- Şengör, A.M.C., The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance, Jour. Geol. Soc. London, 136, 269-282, **1979**.
- Tekin, E., Çiftçi, D. ve Özgönül, R. Körtuzla sölestin yatağı (Ulaş kuzeyi Sivas) sölestin oluşumlarının kökenine jeostatistiksel açıdan bir ön yaklaşım. Fırat Üniv. Jeo. Müh. Eğitiminin 20. Yılı Simp. Bildiri., 509-520, Elazığ, **1998**.
- Temel, A., Post-collisional Miocene alkaline volcanism in the Oglakçı region, Turkey. Petrology and geochemistry, International Geology Review, 43, 640-660, **2001**.
- Tunçdemir, V., 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Ankara-J27 Paftası, No:276, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye, **2022**.
- Umut, M., Acarlar, M., Gedik, İ., Güner, E., Saçlı, L., Şen, A.M., Çifteler- Holanta (Eskişehir ili), Çeltik (Konya ili) ve dolayının jeolojisi. MTA Raporu No.9204 (Yayımlanmamış) Ankara, **1991**.

- Ünalan G., Yüksel, V., Tekeli, T., Gönenç, O., Seyirt, Z., Selahi, H., Haymana-Polatlı yöresinin (güneybatı Ankara) Üst Kratese-Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi, Türkiye Jeoloji Bülteni 19, 159-176, **1976**.
- Varol, B., Tekin, E., Ayyıldız, T. ve Karakaş, Z., Polatlı-Sivrihisar Neojen Baseni Görsel Evaporitlerinin Sedimantolojisi, 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 113-117, Ankara, **2005**.
- Weingart, W., 56/4 (Sivrihisar) ve 57/1, 57/3 (Ankara) paftalarının jeoloji haritası hak. MTA rap., no: 2248 (Yayınlanmamış), Ankara, **1954**.
- Yalıtırak, C., Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings, Marine Geology, vol. 190, p. 493-530, **2002**.
- Zeybek, B., Porsuk Formasyonu (Pliosen) Evaporitlerinin Jeokimyasal İncelemesi, Orta Sakarya Bölgesi, İç Anadolu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2007**.
- Zoroğlu, O., Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir) Granitoidlerinin Jeolojisi, Petrolojisi ve Anklavlarının Kökeni, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2009**.

EKLER

EK 1-MTA Genel Müdürlüğü veri kullanım izini



T.C.
ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Maden Etüt Ve Arama Dairesi Başkanlığı



Sayı : E-42205291-155.02-205631

20.04.2022

Konu : Yüksek Lisans Tez Çalışma Talebi Hk.

GENEL MÜDÜR YARDIMCILIĞI 2

Daire Başkanlığımız koordinatörlüğünde yürütülen 2022-32-13-08-1 özel kod no.lu "Orta Anadolu Evaporit Havzaları Na-Mg-K Tuzları Araması" projesi kapsamında elde edilen jeolojik ve kimyasal tüm verileri, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi çalışanlarından Jeoloji Mühendisi Ferhat KARSLI, Hacettepe Üniversitesinde yürütmekte olduğu Yüksek Lisans Tez Çalışmasında kullanma talebinde bulunmaktadır.

Söz konusu tez çalışması kapsamında, projeden elde edilen verilerin kullanılabilmesi hususunu olurlarımıza arz ederim.

Serkan ÖZKÜMÜŞ
Daire Başkanı V.

OLUR
Haşim AĞRILI
Genel Müdür Yardımcısı V.

Ek: Ferhat KARSLI (Dilekçe) (2 Sayfa)

Dağıtım:

2022-32-13-08-1 Orta Anadolu Evaporit Havzaları
Na-Mg-K Tuzları Araması Projesi

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 4D63D8FE-D814-427A-BEEB-70D90B738234

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/enerji-ebys>

Çukurambar Mahallesi Dumlupınar Bulvarı No:11 Çankaya/ANKARA

(0312) 201 10 00

KEP Adresi : mtahaberlesme.sb@hs01.kep.tr

Bilgi için: Birnigar YOLERİ
Maden Yüksek Mühendisi



