

**İNCİRLİK-FETHİYE (ANKARA) YÖRESİNDEKİ  
SEDİMANTER BİRİMLERİN MİNERALojİK VE  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF MINERALOGICAL AND  
GEOCHEMICAL PROPERTIES OF SEDIMENTARY UNITS  
AROUND İNCİRLİK-FETHİYE (ANKARA), TURKEY**

**SELVİNUR SEVİNÇ**

**PROF. DR. ABİDİN TEMEL**

**Tez Danışmanı**

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

2023

## ÖZET

# İNCİRLİK-FETHİYE (ANKARA) YÖRESİNDEKİ SEDİMANTER BİRİMLERİN MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Selvinur SEVİNÇ**

**Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Bölümü**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abidin TEMEL**

**Haziran 2023, 110 sayfa**

Bu tez çalışmasında Ankara Kazan ilçesi sınırlarındaki İncirlik ve Fethiye bölgesinde gözlenen sedimanter birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin tanımlanması, neoformasyon minerallerinin oluşumlarının açıklanması ve basenin fizikokimyasal koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanında Sakarya Zonu'na ait birimler ile Senozoyik yaşlı birimler yüzeylemektedir. İstifin en altında Karakaya Grubu'na ait Permo-Triyas yaşlı Karatepe Formasyonu yer almaktadır. Üzerinde ise sırasıyla Jura-Kretase yaşlı Soğukçam Formasyonu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kızılçay Formasyonu-Kabalar Üyesi, Orta Eosen yaşlı Güvenç Formasyonu, Alt-Orta Miyosen yaşlı Hançili Formasyonu ve Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonu bulunmaktadır. Çalışma alanında bulunan sedimanter birimlerin mineralojik özelliklerini belirlemek amacı ile yapılan X-ışını tüm kayaç analizleri sonucunda bölgede kalsit, kuvars, dolomit, feldispat, opal-CT, illit/mika, klinoptilolit, analsim ve kil minerallerinin olduğu belirlenmiştir. Denizel çökellerde piroklasik malzemenin deniz suyunda hidrolizi sonucu zeolit minerallerinden klinoptilolit

oluşmuştur. Gölsel çökellerde ise birlikte gözlenen analsim ve klinoptilolit mineralleri tuzlu, alkalın göl ortamında piroklastik malzemenin hidrolizi sonucu oluşmuştur. Karbonat mineralleri ise (kalsit ve dolomit) kimyasal çökeltme ile oluşmuştur. Çalışma alanında bulunan kil mineralleri simektit, kaolinit, illit ve klorit olarak belirlenmiştir. Bu minerallerden simektitler otijenik, kaolinit, klorit ve illitler ise detritik kökenlidir. Jeokimyasal analiz sonuçlarında PAAS'a göre normalize edilen nadir toprak elementi diyagramlarında Eu'un pozitif anomali göstermesi, sedimanter birimlerin kaynak kayacın felsik kökenli olduğunu göstermektedir. Ayrıca jeokimyasal verilerle oluşturulan diğer diyagramlarda, kaynak kayacın felsik ve ortaç kökenden türediği ve çarpışma bölgesinde oluştuğları ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kazan, Ankara, sedimanter, mineraloji, neoformasyon, zeolit, jeokimya

## **ABSTRACT**

# **INVESTIGATION OF MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF SEDIMENTARY UNITS AROUND İNCİRLİK-FETHİYE (ANKARA), TURKEY**

**Master of Science, Department of Geological Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Abidin TEMEL**

**Haziran 2023, 110 pages**

In this thesis, it is aimed to define the mineralogical and geochemical properties of the sedimentary units observed in the Incirlik and Fethiye region of Kazan district of Ankara, to explain the occurrence of neoformation minerals, and to identify the physicochemical conditions of the basin. The Cenozoic aged units and the units belonging to the Sakarya Zone crop out in the study area. The Permo-Triassic aged Karatepe Formation is located at the bottom of the stratigraphic sequence, and to the upward the Jurassic-Cretaceous aged Soğukçam Formation, Upper Paleocene-Lower Eocene aged Kızılçay Formation-Kabalar Member, Middle Eocene aged Hançili Formation and Pliocene aged Örencik Formation have been identified. The results of the X-ray whole rock analyses in order to determine the mineralogical properties of sedimentary units in the study area show the presence of calcite, quartz, dolomite, feldspar, opal-CT, illite/mica and clay minerals. Clinoptilolite, one of the zeolite minerals, was formed in marine deposits as a result of hydrolysis of pyroclastic material in seawater. In the lacustrine deposits, analcime and clinoptilolite observed together, were formed as a result of hydrolysis of pyroclastic material in salty, alkaline lakes. Carbonate minerals (calcite and dolomite) were developed by chemical precipitation. Clay minerals found in the study area were determined as smectite, kaolinite, illite and chlorite. Among these minerals,



smectites are authigenic origin, while kaolinite, chlorite and illite are detrital in origin. The positive anomaly of Eu in the rare earth element diagrams normalized according to PAAS in the geochemical analysis showed that the source rock of the sedimentary units is felsic origin. In addition, the other diagrams created with geochemical data show that the source of rocks is felsic and intermediate origin, and they were formed in a collision zone.

**Keywords:** Kazan, Ankara, sedimentary, mineralogy, neof ormation, zeolite, geochemistry

## TEŞEKKÜR

Öncelikle lisansüstü eğitimim boyunca değerli bilgi ve birikiminden faydalandığım, gerek bilimsel gerek manevi yönden desteğini ve inancını benden hiç esirgemeyerek bana yol gösteren çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abidin TEMEL'e,

Bu tez çalışmasına FYL-2022-19955 No'lu proje ile destek sağlayan Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne,

Değerli görüş ve önerileri ile tezime katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Elif VAROL MURATÇAY, Prof. Dr. Halim MUTLU, Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ ve Prof. Dr. Ali İhsan KARAYİĞİT'e,

Laboratuvar çalışmalarını gerçekleştiren Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ve Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan değerli uzman ve teknisyenlerine,

ve hayatımın her anında desteğini, inancını ve sevgisini benden bir an olsun esirgemeyerek bana güç veren, çalışmam esnasında gösterdikleri sonsuz anlayış için sevgili anneciğim Nahide SEVİNÇ'e ve sevgili babacığım Hüseyin SEVİNÇ'e

teşekkürlerimi sunarım.

Selvinur SEVİNÇ

Temmuz 2023, Ankara

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
ŞEKİLLER .....	ix
ÇİZELGELER .....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xiv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı .....	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı .....	1
1.3. Önceki Çalışmalar .....	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	9
2.1. Giriş .....	9
2.2. Arazi Çalışmaları .....	9
2.3. Laboratuvar Çalışmaları .....	9
2.3.1. X-Işını Kırınım Analizi ve Tüm Kayaç Çözümlenmeleri .....	10
2.3.2. X-Işını Kil Fraksiyonu Analizi ve Kil Mineral Çözümlenmeleri .....	11
2.3.3. Elektron Mikroskop Görüntü ve Analizleri .....	12
2.3.4. Jeokimyasal Analizler .....	12
3. STRATİGRAFİ .....	13
3.1. Giriş .....	13
3.2. Litostratigrafik Birimler .....	15
3.2.1. Karakaya Grubu .....	15
3.2.1.1. Karatepe Formasyonu (PTRk) .....	16
3.2.2. Soğukçam Formasyonu (JKs) .....	17

3.2.3. Kızılçay Formasyonu (Tpek).....	18
3.2.3.1. Kabalar Üyesi (Tpekk) .....	19
3.2.4. Güvenç Formasyonu (Teg).....	22
3.2.5. Hañçili Formasyonu (Tmh).....	23
3.2.6. Örencik Formasyonu (Tplö) .....	24
3.2.7. Alüvyon (Qal).....	25
4. MİNERALojİK ÇALIŞMALAR.....	26
4.1. Giriş.....	26
4.2. Tüm Kayaç Çözümlemeleri.....	26
4.2.1. Karatepe Formasyonu .....	27
4.2.2. Soğukçam Formasyonu .....	29
4.2.3. Kızılçay Formasyonu- Kabalar Üyesi.....	31
4.2.4. Güvenç Formasyonu .....	35
4.2.5. Hañçili Formasyonu .....	37
4.2.6. Örencik Formasyonu .....	39
4.3. Kil Fraksiyonu Çözümlemeleri.....	40
4.3.1. Karatepe Formasyonu .....	40
4.3.2. Kızılçay Formasyonu- Kabalar Üyesi.....	43
4.3.3. Hañçili Formasyonu .....	46
4.3.4. Örencik Formasyonu .....	48
4.4. Elektron Mikroskop Görüntü ve Analizleri .....	48
4.4.1. Karatepe Formasyonu .....	49
4.4.2. Kızılçay Formasyonu- Kabalar Üyesi .....	51
4.4.3. Hañçili Formasyonu .....	62
4.4.4. Örencik Formasyonu.....	63
5. JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR.....	65
5.1. Giriş.....	65

5.2. Analiz Sonuçları .....	65
5.2.1. Karatepe Formasyonu .....	65
5.2.2. Soğukçam Formasyonu .....	68
5.2.3. Kızılçay Formasyonu-Kabalar Üyesi .....	68
5.2.4. Güvenç Formasyonu.....	71
5.2.5. Hançili Formasyonu .....	74
5.2.6.Örencik Formasyonu.....	76
5.3. Jeokimyasal Sonuçlar .....	79
6. NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN OLUŞUMU.....	88
6.1. Giriş.....	88
6.2. Karbonat Mineralleri .....	88
6.3. Zeolit Mineralleri.....	89
6.4. Kil Mineralleri.....	91
7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	92
EKLER .....	106
EK.1 Örneklerin İz Element Değerleri (ppm) .....	106
EK.2 Örneklerin Minör Element Değerleri (%).....	107
EK 3. Örneklerin TOT/C ve TOT/S Değerleri .....	108
EK.4 Tez Çalışması Orjinallik Raporu .....	109
Özgeçmiş .....	110

## ŞEKİLLER

Şekil 1. 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası .....	2
Şekil 3. 1. Çalışma alanı jeolojik haritası .....	13
Şekil 3. 2. Çalışma alanına ait stratigrafik kesit .....	14
Şekil 3. 3. Karatepe Formasyonu'na ait kumtaşlarının görünümü .....	16
Şekil 3. 4. Karatepe Formasyonu'nun arazideki genel görünümü .....	17
Şekil 3. 5. Soğukçam Formasyonu'nda gözlenen kireçtaşı birimi.....	18
Şekil 3. 6. Kabalar Üyesi'nin arazideki genel görünümü.....	20
Şekil 3. 7. Kabalar Üyesi'nde görülen ince-orta tabakalı marn birimi.....	20
Şekil 3. 8: Kabalar Üyesi'ne ait bej renkli orta-kalın tabakalı marn .....	21
Şekil 3. 9. Arazide Soğukçam Formasyonu ile Kabalar Üyesi arasındaki dokanak .....	21
Şekil 3. 10. Güvenç Formasyonu'nun arazideki genel görünümü.....	22
Şekil 3. 11. Hañçili Formasyonu'nun alt seviyelerinin genel görünümü .....	23
Şekil 3. 12. Hañçili Formasyonu'nun üst seviyelerinde gözlenen kırmızı renkli az tutturulmuş kiltası.....	24
Şekil 3. 13. Örencik Formasyonu'na ait marn örneği.....	25
Şekil 4. 1. Karatepe Formasyonu'na ait SM-4 örneğinin X-RD difraktogramı	28
Şekil 4. 2. Karatepe Formasyonu'na ait SM-15 örneğinin X-RD difraktogramı .....	29
Şekil 4. 3. Soğukçam Formasyonu'na ait SM-18 örneğinin X-RD difraktogramı... 30	
Şekil 4. 4. Soğukçam Formasyonu'na ait SM-35 örneğinin X-RD difraktogramı... 31	
Şekil 4. 5. Kabalar Üyesi'ne ait SM-32 örneğinin X-RD difraktogramı .....	33
Şekil 4. 6. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 örneğinin X-RD difraktogramı .....	34
Şekil 4. 7. Kabalar Üyesi'ne ait SM-50 örneğinin X-RD difraktogramı .....	34
Şekil 4. 8. Güvenç Formasyonu'na ait SM-70 örneğinin X-RD difraktogramı .....	36
Şekil 4. 9. Güvenç Formasyonu'na ait SM-71 örneğinin X-RD difraktogramı .....	36
Şekil 4. 10. Hañçili Formasyonu'na ait SM-55 örneğinin X-RD difraktogramı.....	38
Şekil 4. 11. Hañçili Formasyonu'na ait SM-57 örneğinin X-RD difraktogramı.....	39
Şekil 4. 12. Örencik Formasyonu'na ait SM-72 örneğinin X-RD difraktogramı .....	40

Şekil 4. 13. Karatepe Formasyonu'na ait SM-8 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı .....	42
Şekil 4. 14. Karatepe Formasyonu'na ait SM-11 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı .....	42
Şekil 4. 15. Kabalar Üyesi'ne ait SM-17 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı .....	44
Şekil 4. 16. Kabalar Üyesi'ne ait SM-33 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı .....	45
Şekil 4. 17. Kabalar Üyesi'ne ait SM-51 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı .....	45
Şekil 4. 18. Hançili Formasyonu'na ait SM-64 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı	47
Şekil 4. 19. Hançili Formasyonu'na ait SM-69 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı	47
Şekil 4. 20. Güvenç Formasyonu'na ait SM-72 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı .....	48
Şekil 4. 21. Karatepe Formasyonu'na ait SM-6 numaralı örneğin SEM görüntüsü	49
Şekil 4. 22. Karatepe Formasyonu'na ait SM-6 numaralı örneğin EDS görüntüsü	50
Şekil 4. 23. Karatepe Formasyonu'na ait SM-8 numaralı örneğin SEM görüntüsü	51
Şekil 4. 24. Kabalar Üyesi'ne ait SM-17 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	52
Şekil 4. 25. Kabalar Üyesi'ne ait SM-17 numaralı örneğin EDS görüntüsü .....	52
Şekil 4. 26. Kabalar Üyesi'ne ait SM-20 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	54
Şekil 4. 27. Kabalar Üyesi'ne ait SM-25 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	55
Şekil 4. 28. Kabalar Üyesi'ne ait SM-30 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	56
Şekil 4. 29. Kabalar Üyesi'ne ait SM-34 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	57
Şekil 4. 30. Kabalar Üyesi'ne ait SM-34 numaralı örneğin EDS görüntüsü .....	57
Şekil 4. 31. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	58
Şekil 4. 32. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 numaralı örneğin EDS görüntüsü .....	59
Şekil 4. 33. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	60
Şekil 4. 34. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 numaralı örneğin EDS görüntüsü .....	60
Şekil 4. 35. Kabalar Üyesi'ne ait SM-51 numaralı örneğin SEM görüntüsü .....	61
Şekil 4. 36. Kabalar Üyesi'ne ait SM-51 numaralı örneğin EDS görüntüsü .....	62
Şekil 4. 37. Hançili Formasyonu'na ait SM-66 numaralı örneğin SEM görüntüsü.	63
Şekil 4. 38. Örencik Formasyonu'na ait SM-72 numaralı örneğin SEM görüntüsü	64
Şekil 5. 1. Karatepe Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	66
Şekil 5. 2. Karatepe Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	67

Şekil 5. 3. Karatepe Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	67
Şekil 5. 4. Kabalar Üyesi'nin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	70
Şekil 5. 5. Kabalar Üyesi'nin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	71
Şekil 5. 6. Kabalar Üyesi'nin PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	71
Şekil 5. 7. Güvenç Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	72
Şekil 5. 8. Güvenç Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	73
Şekil 5. 9. Güvenç Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	73
Şekil 5. 10. Hançili Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) göre .....	75
Şekil 5. 11. Hançili Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	75
Şekil 5. 12. Hançili Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	76
Şekil 5. 13. Örencik Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	77
Şekil 5. 14. Örencik Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor & McLennan,1985) .....	78
Şekil 5. 15. Örencik Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) .....	78
Şekil 5. 16. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 'e göre majör oksit ve CaO'a göre Ateşte Kayıp diyagramı .....	81
Şekil 5. 17. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - TiO <sub>2</sub> Diyagramı (Hayashi ve ark., 1997) .....	84
Şekil 5. 18. TiO <sub>2</sub> – Zr Diyagramı (Hayashi ve ark., 1997) .....	84
Şekil 5. 19. Kaynak kayaç ayırım diyagramı (F1, F2) (Roser ve Korsch, 1988) ....	85
Şekil 5. 20. Th/Co – La/Sc Diyagramı (Cullers, 2002). .....	86
Şekil 5. 21. Düşük silis içeren klastik sedimanların tektonik ortam diyagramı (Verma ve Armstrong-Altrin, 2013) .....	87



## ÇİZELGELER

Çizelge 2. 1. Araziden alınan örneklerin litolojisi ve formasyonlara göre dağılımı ..	9
Çizelge 4. 1. Çalışma alanında bulunan formasyonların mineral içerikleri.....	26
Çizelge 4. 2. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri .....	27
Çizelge 4. 3. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri .....	28
Çizelge 4. 4. Soğukçam Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri .....	30
Çizelge 4.5. Soğukçam Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri .....	30
Çizelge 4. 6. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri.....	32
Çizelge 4. 7. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri .....	33
Çizelge 4. 8. Güvenç Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri	35
Çizelge 4. 9. Güvenç Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri .....	35
Çizelge 4. 10. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri .....	37
Çizelge 4. 11. Hançili Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri .....	38
Çizelge 4. 12. Örencik Formasyonu'na ait örneğin litolojisi ve mineral içeriği .....	39
Çizelge 4. 13. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve kil mineral içerikleri .....	41
Çizelge 4. 14. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerin kil minerallerinin bolluk yüzdeleri .....	41
Çizelge 4. 15. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerin litolojileri ve kil mineral içerikleri ...	43
Çizelge 4. 16. Kabalar Üyesi'ne ait kil örneklerin minerallerinin bolluk yüzdeleri..	44
Çizelge 4. 17. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve kil mineral içerikleri .....	46

Çizelge 4. 18. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin kil minerallerinin bolluk yüzdesi .....	46
Çizelge 4. 19. Örencik Formasyonu'na ait örneğin litolojisi ve kil mineral içeriği ..	48
Çizelge 4. 20. SM-6 numaralı örnekte bulunan simektit minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması .....	50
Çizelge 4. 21. SM-17 numaralı örnekte bulunan illit/mika minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması.....	53
Çizelge 4. 22. SM-34 örneğinde bulunan Na-Feldispat minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması .....	56
Çizelge 4. 23. SM-43 örneğinde bulunan klinoptilolit minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması .....	59
Çizelge 4. 24. SM-51 örneğinde bulunan dolomit minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması .....	62
Çizelge 5. 1. Karatape Formasyonu'na ait ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri.....	66
Çizelge 5. 2. Soğukçam Formasyonu'na ait ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri .....	68
Çizelge 5. 3. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri .....	69
Çizelge 5. 4. Güvenç Formasyonu'na ait örneğin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri .....	72
Çizelge 5. 5. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri .....	74
Çizelge 5. 6. Örencik Formasyonu'na ait örneğin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri .....	77
Çizelge 5. 7. Tektonik ortam ve kaynak kayaç kökeni diyagramları için kullanılan değerler .....	79

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>PAAS</b>	Post-Archean Australian Shale
<b>ÜKK</b>	Üst Kıtasal Kabuk
<b>SEM</b>	Taramalı Elektron Mikroskobu
<b>EDS</b>	Enerji Dağılım Spektrometresi
<b>Bit. Ş.</b>	Bitümlü Şeyl
<b>Kmt.</b>	Kumtaşı
<b>Kçt.</b>	Kireçtaşı
<b>K. Kçt.</b>	Killi Kireçtaşı
<b>Dol.</b>	Dolomit
<b>Klin.</b>	Klinoptilolit
<b>Feld.</b>	Feldispat
<b>ICDD</b>	International Centre for Diffraction Data (Uluslararası Difraksiyon Veri Merkezi)

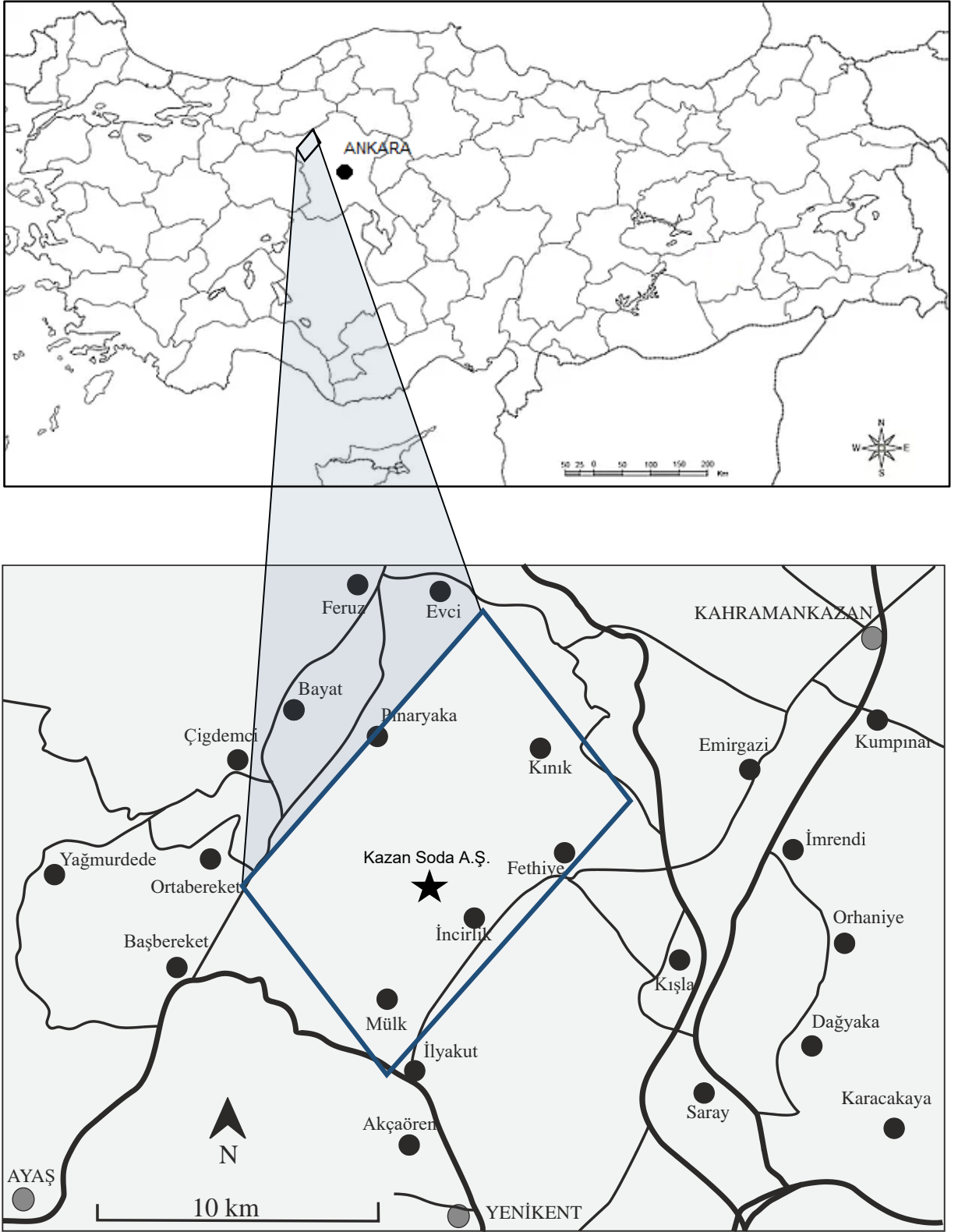
# 1. GİRİŞ

## 1.1. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında, Ankara il merkezinin yaklaşık 50 km kuzeybatısındaki İncirlik-Fethiye-Kınık bölgesinde bulunan sedimanter birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin tanımlanması, neoformasyon minerallerinin oluşumlarının açıklanması ve basenin fizikokimyasal koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı Ankara'ya yaklaşık 50 km uzaklıkta olup, Sincan ilçesinin İncirlik ve Mülk Mahalleleri ile Kahramankazan ilçesinin Fethiye ve Kınık Mahalleleri içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1). 1/100.000 ölçekli Bolu H-28 ve Bolu H-29 paftaları içerisinde bulunan çalışma alanı, yaklaşık 110 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Bölgede Kazan Soda Elektrik Üretim A.Ş. tarafından işletilen Kazan trona maden sahası bulunmaktadır (Şekil 1.1.).



Şekil 1. 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

### 1.3. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanında ve çevresinde birçok çalışma yapılmış olup, tez kapsamında bu çalışmalardan yararlanılmıştır. Söz konusu çalışmalar ve özetleri aşağıda verilmiştir.

**Erol (1961)** Çalışmada Ankara bölgesinin tektonik gelişmesi hakkındaki gözlemleri toplanmıştır. Ayaş dağlarında, Kınık-Ilıca kuzeyinde Lütseyen'in Kretase üstünde transgresif olduğu belirtilmiştir. Radonik safha hareketlerinde yükselen antiklinoryumlar ile çukurlaşan senklinoryumlar arasında şiddetli sıkışma fayları ve bölgesel kıvrılma olaylarının geliştiği ve bunların da Ayaş dağlarında görüldüğü belirtilmiştir.

**Erol (1963)** Çalışmada Ankara ve Mürted Ovası'nda yeraltı suyu kaynakları ile morfoloji arasındaki ilgi tartışılmıştır. Ankara'da alüvyonların 20-25 km kalınlıkta olduğu, yeraltı suyu açısından zengin olan bölgede alüvyonlardan ancak kuyu ve pompalarla alınan sulardan yararlanabileceği belirtilmiştir. Mürted Ovası'na dağlardan inen akarsu konilerinin eteklerinde kaynaklar bulunduğu belirtilmiştir.

**Kalafatçioğlu (1964)** Çalışmada Beypazarı-Nallıhan-Seben bölgesinin jeolojisi incelenmiştir. Bölgede bulunan kayaçların, Paleozoyik yaşlı şist ve mermerler, Jura-Alt Kretase yaşlı kalker serisi, Üst Kretase yaşlı filiş, Paleosen yaşlı denizel ve karasal seri, Eosen yaşlı konglomera ve kalkerler, Miyosen yaşlı gölserel seri ve Pliyosen yaşlı jipsli seri ile bazalt, andezit, obsidyen, tuf ve aglomeralar olduğu belirtilmiştir.

**Şahinci (1975)** Ayaş Ilıca köyü çevresinde yapılan jeoloji-hidrojeoloji çalışmasında bölgeyi oluşturan kayaç topluluklarının Paleozoyik yaşlı şistler, Mesozoyik yaşlı kalkerler, Neojen yaşlı göl formasyonları ve arakatlı volkanik akıntılar ile Neojen yaşlı kil ve marnlar olduğu belirtilmiş olup, bölgenin Hersiniyen ve Alpin kıvrımlanmasına maruz kaldığı belirtilmiştir.

**Ach (1982)** tarafından Ankara volkaniklerinde gerçekleştirilen yüksek lisans tezi çalışması sonucunda, Orta Eosen kaya topluluklarının bazaltik andezit-andezit-dasit ve riyolit serisinden oluştuğu ve çoğu örneklerde hornblend, kuvars ve Fe/Ti, bazılarında ise ortopiroksen ve klinopiroksen olduğu belirtilmiştir. Kayaçların kimyasına bakıldığında, ana oksit ve iz element içeriklerinden Ankara volkaniklerinin, karasal zemine püsküren dalma-batma ile ilişkili volkanizmanın ürünü olduğu gözlendiği belirtilmiştir.

**Akyürek ve ark. (1982)** tarafından Kuzey Anadolu Fayı ile Orta Anadolu Masifleri arasındaki kuşağın jeotektonik evriminin anlaşılması amacı ile yapılan çalışmada bölgenin 1/25.000 ölçekli haritası yapılmış ve stratigrafisi açıklanmıştır. Ankara Grubu'nun yaşı Alt-Orta-st Triyas olarak verilmiş olup, grup içinde Karbonifer ve Permilen yaşlı kireçtaşı blokları ayırtlanmıştır ve zerine Lias'ın transgresif olarak geldiği belirtilmiştir.

**Gökten ve ark. (1988)** tarafından Ankara'nın kuzeyinde yer alan Orhaniye ve Memlik köylerinde yüzeyleyen Geç Kretase-Tersiyer yaşlı birimlerin stratigrafisi ve tektoniğini belirlemek amacı ile çalışma yürütülmüştür. Çalışma alanında bulunan kaya toplulukları formasyonlara ayırarak adlandırılmış; Dikmendede Formasyonu'nun filif sedimantasyonu olduğu belirtilmiştir. Paleosen yaşlı Uzunarşidere Formasyonu'nun alttan üste doğru gl, örgülü akarsu, menderesli akarsu ve gl fasiyeslerini temsil ettiği, Lütesiyen yaşlı Orhaniye Formasyonu'nun sığ deniz fasiyesinde ağı temsil ettiği, Parmaklı tepe Formasyonu'nun akarsu ve gl ortamları ile karakterize olduğu belirtilmiştir. Çalışma alanında tektonik hareketlerin st Kampaniyen-Miyosen arasında düşey hareketler şeklinde gerçekleştiği ve Miyosen sonrası birimlerin beraber kıvrımlandığı, volkanik etkinliklerin ise Maastrihtiyen'in sonlarında başlayıp Paleosen'de devam ettiği belirtilmiştir.

**Kazancı ve Gökten (1988)** tarafından Lezgi-Orhaniye-Kınık köylerinde Paleosen karasal istifin alt bölümlerini oluşturan örgülü akarsu tortullarındaki fasiyes değişiklikleri ve tekrarlanmaları üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Çalışma sonucunda Paleosen örgülü akarsu tortullarında geçiş tipli ve allosiklik tipli olmak üzere iki tip çevrimsel depolanma sistemi olduğu belirtilmiştir. Üst üste gelen kanal tortulları ile farklı fasiyeslerin birlikte bulunmasının depolanma ortamında sürekli enerji değişimi yaşandığına işaret ettiğini ve bu değişimler sonucunda geçiş tipli çevrimsel depolanmanın oluştuğunu, allosiklik tipli depolanmanın gözlenmesi ile bölgedeki tektonizma etkisinin sanılandan daha fazla olduğu belirtilmiştir. Ayrıca tortul kalınlığının çok fazla olmasının depolanma alanının sürekli çöktüğüne işaret ettiği, Paleosen sonlarında bu tektonik etkilerin sona erdiği ve tortulların dereceli olarak Eosen birimlerine geçtiği belirtilmiştir.

**Sağular ve Toker (1990)** tarafından Orhaniye-Memlik bölgesinde yer alan flişte bulunan nannoplanktonlarla biyostratigrafi çalışması yapılmıştır. Bölgede kumtaşı, kumlu silttaşı, silttaşı, kiltası ve marn örneklerinin bulunduğu zonda 65 nannoplankton türü tanımlanmıştır ve bu zon *Lithraphidites quadratus* olarak adlandırılmıştır. Bu zonun yaşı Orta Maastrichtiyen-Üst Maastrichtiyen olarak belirlenmiştir.

**Aslankurt (2006)** Mülk-İncirlik bölgesindeki Tersiyer yaşlı gösel sedimanların kil mineralojisi ve sedimentolojisini araştırmak amacı ile tez çalışması yürütmüştür. Çalışmada, Erişen ve Ünlü (1980) tarafından kullanılan formasyon tanımları esas alınarak birimler Alt Eosen yaşlı Lezgi Formasyonu ile Miyosen yaşlı Pazar Formasyonu ve Sinap Formasyonu olarak ele alınmıştır. Çalışma alanından elde edilen örneklerden ince kesitler hazırlanıp mineralojik ve dokusal özellikler belirlenmiş, Lezgi Formasyonunda gerçekleştirilen X ışını kırınım tüm kayaç analizi sonucunda formasyonda kalsit, dolomit, feldispat, kuvars, Opal-CT, analsim, amfibol; kil fraksiyonu analizinde ise illit, simektit, klorit, illit-simektit kil mineralleri tespit edilmiştir.



**Ökten (2007)** Tarafından Orhaniye (Ankara) bölgesinde bulunan magmatik ve sedimanter birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilen çalışmada, X-ışını tüm kayaç analizi, kil fraksiyonu analizi ve jeokimyasal analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda bölgede dolomit, analsim, feldispat, mika, kuvars, kalsit, kil mineralleri saptanmıştır. Belirlenen kil minerallerinin; illit, simektit, klorit, kaolinit ve karışık tabakalı illit-simektit ile illit- klorit olduğu belirtilmiştir. İllit minerallerinin detritik kökenli olduğu, kaolinitlerin ise detritik veya volkanik malzemenin bozunması ile oluşabileceği belirtilmiştir. Magmatik kayaçların siyenitik olduğu ve örneklerin tektonik ortam ayırtman diyagramında volkanik yay bölgesine düştüğü belirtilmiştir.

**Varol ve ark. (2008)** Çalışmada Galatya Volkanik Bölgesi'nde yer alan Çamlıdere'de bulunan volkanik kayaçların genç olanlarının bazaltik, yaşlı olanlarının riyolitik olduğu belirtilmiştir. Fenokristallerin petrografik açıdan bazı dengesizlik özelliği sergilediği ve bunun kayaçların oluşumu sırasında magma karışımı gibi bir sürecin sonucunda olduğu belirtilmiştir.

**Yazıcıgil ve ark. (2009)** tarafından yapılan çalışmada Kazan trona sahasında çözelti madenciliğinin yeraltı suyu kalitesine etkisi tartışılmıştır. Bölge derin, orta ve sığ olmak üzere 3 akifer sistemi içerisinde incelenmiş ve en kötü koşullarda bile maden sahasından derin akifere iyon katkısının 58 mg/l (en fazla 118,00 mg/l) olacağı hesaplanmıştır. Çözelti madenciliğinin yeraltı suyunu üzerleyen akiferlerin üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

**Özkan ve Bozdağ (2011)** tarafından Kazan'ın Orhaniye Mahallesi'nde yer alan Dikmendede Formasyonu'ndaki Maastrichtiyen yaşlı sedimanların jeokimyasal karakteristiği ve kökeni üzerine çalışma yapılmıştır. Dikmendede kumtaşlarının çarpışma alanında karışık kökenden türemiş bir filiş çökeli olduğu, CIA değerlerinin 28-49 arasında olduğu ve kaynak alanda düşük dereceli ayrışmaya uğradığı belirtilmiştir. Kısmen Mg, Mn, Ni ve V değerlerinin düşük olması, yüksek Cu ve

$Al_2O_3/TiO_2$  değerlerine sahip olması nedeni ile kumtaşlarının kıtasal volkanik-yay tektonik ortamında ve yüksek ihtimalle andezitik-felsik kayaağtan turediği belirtilmiştir.

**Arslan ve Yazıcıgil (2012)** alışma, çevresel izotop teknikleri kullanılarak ve eski jeokimyasal çalışmalardan faydalanılarak izotopik bir yaklaşımla, Kazan trona sahasında bulunan doğal su kaynaklarının oluşumlarını tanımlamak amacı ile yapılmıştır. Çalışma alanında bulunan birimler, Toprak ve Rojay (2000, 2001)'ın tanımlamalarına göre Paleozoyik yaşlı metamorfikler, Eosen yaşlı Mülk Formasyonu (İncirlik yesi, kırıntı kaması, Asmalıdere yesi, Fethiye yesi) ile Akpınar Formasyonu, Neojen birimler ve Pliyo-Kuvaterner okeller olmak üzere dört ana istife ayrılarak incelenmiştir. Bazı örneklerde  $\delta D$  ve  $\delta^{18}O$  arasındaki gözlemlenen ilişkinin, dolumdan sonra güçlü bir evaporasyona işaret ettiği belirtilmiştir. Bu kaynakların dolum yükseltisi hesaplanarak, bu yükseltelerin Eosen yaşlı İncirlik ve Asmalıdere yeleri ile Neojen birimlerine karşılık geldiği belirtilmiştir.

**Varol ve ark. (2014)** alışma kapsamında Tetis Sütur Zonu çevresinde gelişen bimodal Erken-Orta Miyosen volkanizmasının karakteristiğini belirlemek amacı ile "Galatya Volkanik Bölgesi" içinde bulunan amlıdere çevresinden alınan örnekler üzerinde jeokimyasal analizler yapılmıştır. amlıdere volkaniklerindeki yüksek La/Nb ve La/Ta oranının, litosferik manto kaynağından turediğini gösterdiği belirtilmiştir.

**Uyanık Sönmez (2016)** tarafından yapılan tez çalışması kapsamında Beypazarı Çayırhan'da bulunan Paleosen-Eosen yaşlı Kızılbayır Formasyonu, Miyosen yaşlı Hırka Formasyonu, oraklar Formasyonu, Karadoruk Formasyonu, Bozayır Formasyonu, Akpınar Formasyonu, Acısu Formasyonu, Kırmızıdere Formasyonu ve Pliyosen yaşlı Softa 1 ve Softa 2 Formasyonu'na ait sedimanter birimler üzerinde mineralojik ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır. Bölgede analsim, klinoptilolit, feldispat, kuvars, kalsit, manyezit, dolomit, jips, opal-CT, mika ve kil minerallerinin bulunduğu belirlenmiş olup, zeolit minerallerinin tuzlu göl ortamında piroklastik malzemenin bozunması ile oluşmuş olabileceği belirtilmiştir. Provenans alışmaları

yapılmış,  $Al_2O_3/TiO_2$  oranlarının örneklerin felsik ve ortaç kaynaktan, NTE diyagramlarının felsik kaynaktan, Th-Sc diyagramlarının felsik kaynaktan türediğine işaret ettiği belirtilmiştir. Th-Sc-Zr/10 üçlü diyagramı yorumlanmış, sonuçta bölgenin tektonik ortamı kıtasal ada yayı olarak kabul edilmiştir.

**Sen ve ark. (2017)** Çalışmada Ankara'nın kuzeydoğusunda bulunan Kazan Havzası'nın doğu kuzeydoğu kısmındaki Çeştepe bölgesinde yapılan çalışmalar sonucunda 3 sürüngen türü bulunmuş (*cf. Lacerta sp., Anguinae indet. ve Varanus sp.*) ve bu doğrultuda bölgenin stratigrafisi hakkında yorum yapılmıştır.

**Karayığit ve ark. (2022)** tarafından yapılan çalışmada, Beypazarı-Çayırhan'da bulunan kömür yatağının Miyosen yaşlı üst damarında bulunan Tv ve Tb tabakalarının, mineralojik ve element yapısını araştırmak amacı ile üç kesit üzerinde çalışılmıştır. Tv ve Tb tabakalarının, yaklaşık 70-100 m kalınlığında tüflü/klastik kayaç/marn tarafından ayrıldığı, analsim ve klinoptilolit minerallerinin iki kesitte baskın olduğu ve bir kesitte aksesuar fazda bulunduğu belirtilmiştir.

Çalışma alanı ve çevresinde daha önce yapılan çalışmalar, daha çok çalışma alanı doğusundaki Orhaniye havzası ve civarına aittir (Akyürek ve ark., 1982; Gökten ve ark., 1988; Gökten ve Kazancı 1988; Sağular ve Toker 1990; Ökten 2007; Özkan ve Bozdağ 2011; Sen ve ark., 2017). Çalışma sahasına yakın alanda ise daha çok trona yatağı üzerine çalışmalar bulunmaktadır ve bu çalışmalarda trona yatağının Eosen yaşlı Mülk Formasyonu'nda bulunduğu belirtilmiştir (Yazıcıgil ve ark. 2009; Arslan ve Yazıcıgil 2012). Bununla birlikte mineralojik ve jeokimyasal çalışmaların sayısı oldukça azdır. Mineralojik anlamda Aslankurt (2006), çalışma alanında bulunan Erken Eosen ve Miyosen yaşlı gölsel sedimanların mineralojik özelliklerini, neoformasyon minerallerinin oluşumunu ve havzanın gelişimini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu tez çalışması kapsamında ise çalışma alanında yüzeyleyen, yaş aralığı Permo-Triyas ve Kuvaterner arasında değişen ve farklı çökelim ortamlarında (derin denizel, sığ denizel, gölsel ve akarsu) oluşmuş sedimanter birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri üzerinde çalışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Giriş

Tez çalışması kapsamında çalışma alanında bulunan sedimanter birimleri örneklemek için arazi çalışmaları, bu örneklerle ait mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlemek için ise laboratuvar çalışmaları yürütülmüştür.

### 2.2. Arazi Çalışmaları

Çalışma kapsamında MTA Genel Müdürlüğü'nden alınan 1/100.000 ölçekli Bolu H-28 ve Bolu H-29 paftalarına ait jeolojik haritalar esas alınarak arazi çalışmaları yürütülmüştür. Buna göre çalışma alanına 6 adet formasyon dahil edilmiş, tüm formasyonlardan toplam 72 adet örnek alınmıştır. Alınan örneklerin litolojileri ve formasyonlara göre dağılımı Çizelge 2.1'de verilmiştir. Örneklerin litolojileri arazi çalışmaları sırasında ve mineralojik analizler sonucunda belirlenmiştir. %35-65 arasında karbonat minerali ve %35-65 arasında kil içeren birimler marn olarak adlandırılmıştır (Pettijohn, 1957).

Çizelge 2. 1. Araziden alınan örneklerin litolojisi ve formasyonlara göre dağılımı

	Karatepe F.	Soğukçam F.	Kabalar Ü.	Güvenç F.	Hançili F.	Örencik F.
Kireçtaşı	-	5	-	1	6	-
Killi Kireçtaşı	-	-	8	-	1	-
Marn	1	-	20	1	2	1
Kumtaşı	10	-	5	-	2	-
Kil bandı	-	-	-	-	1	-
Çört	-	-	-	-	1	-
Kiltaşı	-	-	-	-	5	-
Bitümlü şeyl	-	-	2	-	-	-
Toplam	11	5	35	2	18	1

### 2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Çalışma alanından toplanan 72 adet örnek üzerinde öncelikle X-ışını difraktometre analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen tüm kayaç difraktogramları

çözümlelenerek örneklerin mineralojik bileşimleri belirlenmiştir. Tüm kayaç difraktogramlarından kil minerali içerdiği belirlenen 22 adet örnek üzerinde X-ışını kil fraksiyonu analizi yapılmış, kil minerallerinin türleri ve bollukları hesaplanmıştır. Seçilmiş olan 11 adet örnek üzerinde ise HÜNİTEK (Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi) laboratuvarlarında SEM-EDS analizleri yapılmıştır.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Jeokimya laboratuvarında farklı formasyonları temsil eden 30 adet örnek üzerinde, majör ve iz element analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz verileri ışığında çalışma alanındaki birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmiştir.

### **2.3.1. X-ışını Kırınım Analizi ve Tüm Kayaç Çözümlenmeleri**

Arazi çalışmaları kapsamında çalışma alanından alınan 72 adet örnek üzerinde, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Rikagu D/max 2200 PC marka cihaz ile X ışını difraktometre analizi gerçekleştirilmiş ve tüm kayaç mineral içerikleri belirlenmiştir.

X-RD tüm kayaç çözümlenmelerinde kullanmak için gerekli toz difraktogramlar, aşağıda verilen aletsel koşullarda elde edilmiştir.

Anot: Cu K $\alpha$ ,  $\lambda$ :1,5406 Å

Gerilim: 40 Kv

Akım: 30 mA

Gonyometre Hızı: 2°/dak

X-ışını kırınım yöntemi ile elde edilen difraktogramlardan örneklerin tüm kayaç mineral içeriğinin çözümlenmesi için A.S.T.M. (1972) kartotekslerinden ve ICDD veri

tabanından yararlanılmıştır. Çözümleme sonrası belirlenen minerallerin yarı-kantitatif yüzdeleri Gündoğdu (1982)'nin geliştirdiği yöntemle hesaplanmıştır.

Örneklerin mineral bileşimleri, minerallerin karakteristik pikleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu karakteristik pikler; dolomit için 2.89 A° ve 2.53 A°, 2.18 A°, 2.01 A°, 1.84 A°; kalsit için 3.04 A° ve 3.80 A°, 2.84 A°, 2.65 A°, 2.49 A°, 2.09 A°, 1.91 A°; klinoptilolit için 3.96 A° ve 8.90 A°, 7.88 A°, 3.90 A°, 2.97 A°, 2.79 A°, 2.50 A°; analsim için 3.42 A° ve 5.61 A°, 4.85 A°, 3.08 A°, 2.92 A°, 2.50 A°; kuvars için 3.34 A° ve 4.21 A°, 2.45 A°, 2.28 A°, 2.18 A°, 2.13 A°, 1.97 A°; feldispat için 3.18-3.20 A°, opal-CT için 4,04 A°, illit/mika için 10 A°, kil mineralleri için ise 4.45 A° (2θ =19-20)°'dir

### **2.3.2. X-Işını Kil Fraksiyonu Analizi ve Kil Mineral Çözümlenmeleri**

72 adet örneğin X-RD tüm kayaç çözümlenmeleri sonucunda elde edilen verilerle, kil minerali içerdiği belirlenen 22 adet örnek kil fraksiyonu analizi için seçilmiştir. Kil bileşeni X-RD çekimleri için de X-RD tüm kayaç yönteminde geçerli olan ve daha önce belirtilen koşullar uygulanmıştır. Kil minerali içeren örneklerde kayacı oluşturan diğer minerallerden kil minerallerini ayırtmak için Gündoğdu (1982) ile Gündoğdu ve Yılmaz (1984)'in belirlediği yöntem kullanılmıştır.

Bu yöntemde öncelikle kayaç, mineralleri serbestleştirmek amacı ile 10-15 saniye kadar öğütülmektedir. İlk aşamada örnekte; genelde kil minerallerini süspansiyona geçmesini engelleyen karbonat, sülfat gibi mineral fazlarını çözmek amacı ile kimyasal çözme (numunelerde karbonat mineralleri olduğu için hacimce %10'luk HCl kullanılmıştır) yapılmaktadır ve örnek yıkama aşamasından geçtikten sonra çökmeyen kararlı bir süspansiyon elde edilene kadar santrifüjlenmektedir. 3 saat 40 dakika kararlı süspansiyon bekletildikten sonra, 4 cm'lik kısım sifonlama düzeneği ile alınıp santifüjlenerek kil çökeleği elde edilmektedir. Bu aşamadan sonra elde edilen kilden iki hazırlama yapılmaktadır. Bunların birinden normal (N) difraktogram elde edilir. İkincisi ise simektitleri ayırt etmek amacı ile etilen glikolde 12 saat

bekletilerek bundan etilen glikollü çekim yapılır (E.G.). İkinci hazırlama 4 saat fırınlandıktan sonra (kaoliniti kloritten ayırmak için) F-difraktogramı kaydedilir.

Seçilen örneklerin kil fraksiyonu X-RD grafiklerinde normal çekim, etilen glikollü çekim ve fırınlamış çekim pikleri değerlendirilerek çözümlenmiştir. Burada karakteristik olarak belirlenen pikler şu şekildedir: Kaolinit normal ve etilen glikollü çekimde 7 A° pikini verirken fırınlamış çekimde yıkılma göstermektedir. İllit tüm çekimlerde 10 A°, klorit tüm çekimlerde 14 A° değerindedir. Simektit ise etilen glikollü çekimde 17 A°, normal çekimde 15 A°, fırınlamış çekimde 10 A° pikinde bulunmaktadır.

### **2.3.3. Elektron Mikroskop Görüntü ve Analizleri**

11 adet örnek SEM-EDS analizleri için seçilmiştir ve analiz, HÜNİTEK (Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi)'te Tescan marka, GAIA3+Oxford XMax 150 EDS model cihazla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bir örnek MTA Genel Müdürlüğü'nde, Thermo Fisher Scientific FEI Quanta 400 MK2 SEMEDX marka cihazda analiz edilmiştir. Örnekler karbon (C) ile kaplanmıştır.

### **2.3.4. Jeokimyasal Analizler**

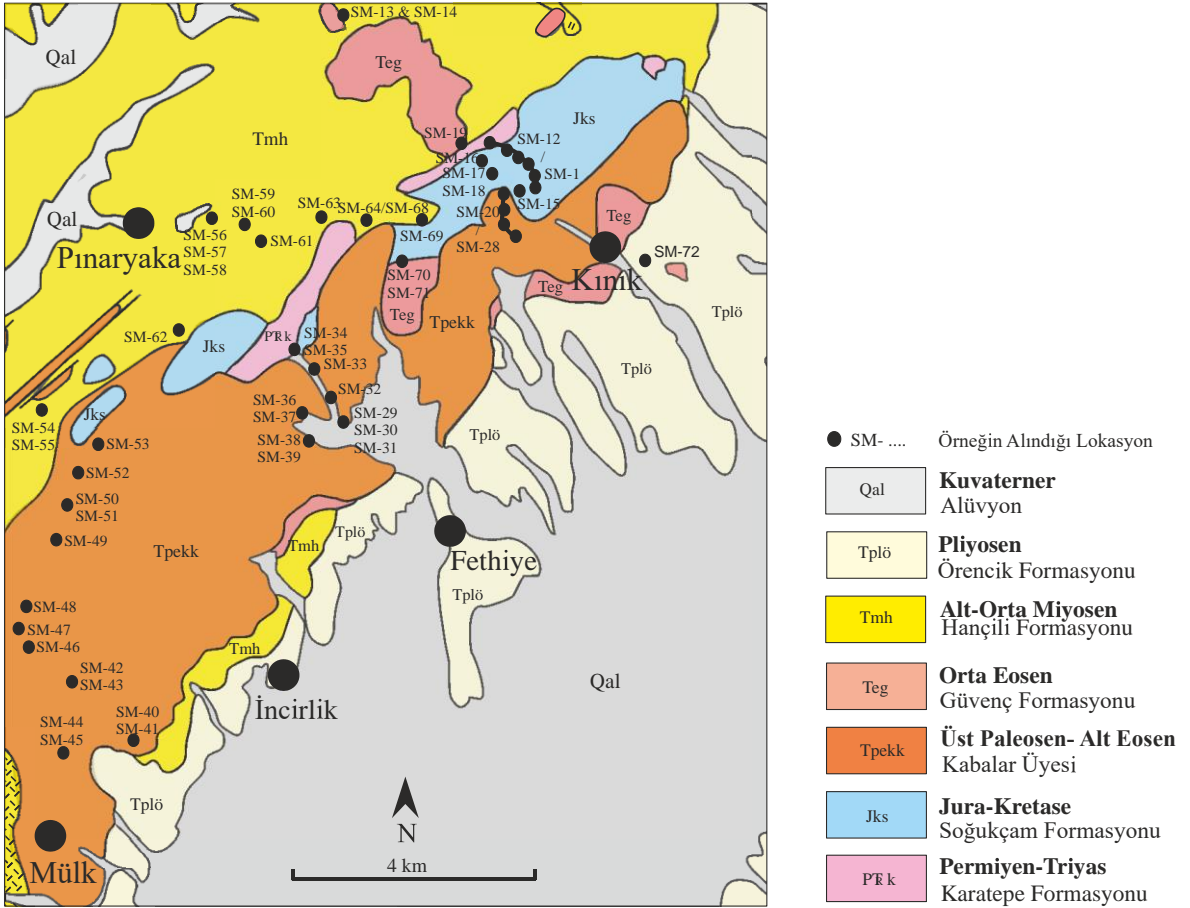
Mineralojik analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek, jeokimyasal analizler için farklı formasyonları temsil eden 30 adet örnek belirlenmiştir. Örneklerin jeokimyasal analizleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Jeokimya Laboratuvarı'nda XRF, ICP-MS ve Leco yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.

XRF yöntemi ile majör oksit içerikleri belirlenmiş olup, alt dedeksiyon limiti majör oksitler için %0,1, minör oksitler için %0,01'dir. ICP-MS yöntemi ile gerçekleştirilen iz element analizlerinde ise alt dedeksiyon limiti 0,1 ppm olarak belirlenmiştir.

### 3. STRATİGRAFI

#### 3.1. Giriş

Çalışma alanı Ankara'nın yaklaşık 50 km kuzeybatısında bulunmaktadır. Çalışma kapsamında MTA Genel Müdürlüğü'nden alınan 1/100.000 ölçekli Bolu H-28 ve Bolu H-29 paftalarına ait jeolojik haritalar esas alınmıştır. Çalışma alanından toplanan örnekler, MTA (2002)'de verilen litolojik birim tanımlamalarına göre sınıflandırılarak ayrılmıştır. Buna göre çalışma alanı sınırlarına yaş aralığı Permo-Triyas ve Kuvaterner arasında değişen 6 adet formasyon dahil edilmiştir. Çalışma alanının jeolojik haritası Şekil 3.1'de, çalışma alanına ait stratigrafik kesit ise Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3. 1. Çalışma alanı jeolojik haritası (MTA, 2002'den değiştirilerek alınmıştır)





### **3.2. Litostratigrafik Birimler**

Çalışma alanının içerisinde Sakarya Zonu'na ait birimler (Okay ve Tüysüz,1999) ile Senozoyik yaşlı birimler yüzeylemektedir. Stratigrafik istifin altında Sakarya Zonu'na ait Permo-Triyas yaşlı Karatepe Formasyonu ile üzerine uyumsuz olarak gelen Kalloviyen-Apsiyen yaşlı Soğukçam Formasyonu bulunmaktadır (Altun ve ark., 2002). Kızılçay Formasyonu'nun üst seviyelerinde kilitaşı ve gölsel kireçtaşı ile ayırtlanmış Kabalar Üyesi, Soğukçam Formasyonu'nu uyumsuz olarak üzerlemektedir ve Güvenç Formasyonu Kabalar Üyesi'ni uyumsuz olarak örtmektedir (Duru ve Aksay, 2002). Hañçili Formasyonu ise Güvenç Formasyonu'nun üzerine uyumsuz olarak gelmektedir ve çalışma alanında bulunan en genç formasyon olan Örencik Formasyonu ile güncel çökeltiler, kendilerinden yaşlı tüm formasyonların üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır (Altun ve ark., 2002) (Şekil 3.2).

#### **3.2.1. Karakaya Grubu**

Sakarya Zonu'nun temelini oluşturan ve altta metamorfizmaya uğramış birimler, üstte ise içerisinde yabancı kireçtaşı blokları bulunan kumtaşı, siltaşı, marn, kireçtaşından oluşan kaya toplulukları Karakaya Grubu olarak tanımlanmaktadır (Altun ve ark., 2002). Grup ilk kez Bingöl ve ark. (1973) tarafından Karakaya Formasyonu adı altında tanımlanmıştır. Birimi daha sonra Tekeli (1981) Kuzey Anadolu Melanjı adı ile, alt metamorfik seri ile üst bloklu seri olarak iki birime ayırarak incelemiştir. Şengör ve ark. (1984) ise birimi, Karakaya Kompleksi olarak yeniden adlandırmıştır. Bu adlandırmayı benimseyen Okay ve Göncüoğlu (2004) Karakaya Kompleksi'ni; Pontidlerde bulunan şiddetli deformasyona ve bölgesel metamorfizmaya uğramış Permo-Triyas orojenik seriler için kullanılan genel bir tektonostratigrafik birim olarak tanımlamışlardır.

Bu çalışmada Altun ve ark. (2002)'nin tanımlaması esas alınarak, Karakaya Grubu adlandırması benimsenmiştir. Karakaya Grubu'nun metamorfizma geçirmiş birimlerden oluşan alt seviyeleri Gökçekaya Metamorfileri, içinde yabancı kireçtaşı blokları bulunan üst seviyeleri ise Karatepe Formasyonu olarak ayırtlanmıştır. Çalışma alanında Karakaya Grubuna ait Karatepe Formasyonu yüzeylemektedir.

### 3.2.1.1. Karatepe Formasyonu (PTRk)

Çalışma alanının temelinde bulunan Karatepe Formasyonu, Karatepe Karmaşığı olarak ilk kez Şentürk ve Karaköse (1979) tarafından tanımlanmıştır. Duru ve Aksay (2002)'a göre formasyon, yaş konakları ayrı tutulmak koşulu ile Karakaya Formasyonu (Bingöl ve ark., 1973), Kalker bloklu melanaj (Norman,1973) ve Elmadağ bloklu seri (Erol,1956) ile denetleştirilebilir.

Formasyon düşük derecede metamorfizma geçirmiştir ve genel olarak bej, kahve renkli kumtaşı, silttaşı, tuf, kremi yeşil renkli marn, konglomera, kiltası ve kireçtaşından oluşmaktadır. Formasyon içinde gözlenen kumtaşı, kiltası, çamurtaşı gibi sedimanter birimler ince-kalın tabakalı bir yapı sunmaktadır (Şekil 3.3, Şekil 3.4). Formasyon içerisinde olistostrom seviyeleri ile Karbonifer (Ck) ve Permien (Pk) yaşlı yabancı kireçtaşları ayırtlanmıştır (Altun ve ark., 2002).

Formasyonun alt sınırı çalışma alanında gözlenmemiş olup, Soğukçam Formasyonu Karatepe Formasyonu'nu üstten uyumsuz olarak örtmektedir. Formasyon içinde Koçyiğit (1987) tarafından *Dustominidae*, Akyürek ve ark. (1982, 1984) tarafından *Ortonella* sp., *Solennopora* sp., *Dysodonta* sp. gibi fosiller bulunmuştur (Duru ve Aksay, 2002). Altun ve ark. (2002) tarafından formasyonun yaşı Permien- Triyas olarak kabul edilmiş olup, volkanizmanın da etkili olduğu yamaç-havza fasiyesinde çökeldiği belirtilmiştir.



Şekil 3. 3. Karatepe Formasyonu'na ait kumtaşlarının görünümü

(Koordinatlar: N 40° 11' 18.054; E 32° 33' 56.804; 1185 m Rakım  
Kınık Mahallesi'nin 2 km KKD'su; Bakış Yönü D)



Şekil 3. 4. Karatepe Formasyonu'nun arazideki genel görünümü

(Koordinatlar: N 40° 11' 25.527, E 32° 32' 46.159, 1210 m Rakım  
Kınık Mahallesi'nin 2,3 km KKD'su; Bakış Yönü GB)

### 3.2.2. Soğukçam Formasyonu (JKs)

Soğukçam Formasyonu'nu ilk kez Altınlı (1973b) Soğukçam Kireçtaşı olarak tanımlanmış olup, Yılmaz ve ark. (1981) Soğukçam Kireçtaşı, Saner (1980), Göncüoğlu ve ark. (1996) ile Duru ve Aksay (2002) ise Soğukçam Formasyonu olarak adlandırmıştır. Altun ve ark. (2002) tarafından, içerisinde kireçtaşından farklı litolojilerin de tanımlanması sebebi ile Soğukçam Formasyonu adlandırması benimsenmiştir.

Formasyona ait birimlerin çalışma alanında gözlenen litolojisi bej, kremi, pembemsi renkli kireçtaşıdır (Şekil 3.5). Formasyon tabanda orta-kalın tabakalı bej, gri renkli çörtlü kireçtaşlarıyla başlar, ince-orta tabakalı yeşilimsi kumtaşı-şeyl ar dalanması ile devam eder ve en üst seviyede kremi pembemsi renkli kireçtaşları bulunur (Şahin ve ark., 2019). Çalışma alanında Kınık civarında, Soğukçam Formasyonu ile kendisinden genç bir birim olan Kabalar Üyesi arasında bindirme dokanağı gözlenmiştir.



Formasyon altta Karatepe Formasyonu ile uyumsuz, üstte ise kendisinden genç formasyonlar ile aşıl uyumsuzdur (Altun ve ark., 2002). Duru ve Aksay (2002)'a göre formasyon içerisinde *Belemnopsis depressa* (QUEENSTEDT), *Hibolites jaculoides* SWINNERTON, *Globochaete alpina* LOMBARD, *Protopeneroplis trochoangulata* SEPTFANTINE gibi planktonik ve bentik fosiller oldukça boldur ve Kalloviyen-Apsiyen yaşlı formasyon yamaç-havza ortamında çökelmiştir.



Şekil 3. 5. Soğukçam Formasyonu'nda gözlenen kireçtaşı birimi  
(Koordinatlar: N 40° 11' 16.186; E 32° 33' 36.582; 1140 m Rakım  
Kınık Mahallesi'nin 1,9 km K'i; Bakış Yönü GB)

### 3.2.3. Kızılçay Formasyonu (Tpek)

İlk kez Eroskay (1965) tarafından adlandırılan Kızılçay Formasyonu'nu, Altınlı (1973a) ve Saner (1980) grup mertebesinde incelemiştir. Göncüoğlu ve ark. (1996) ise Kızılçay Grubu adı altında, volkanitli olan Hatıl Formasyonu, volkanitsiz olan Demirköy Formasyonu olmak üzere iki birime ayırarak incelemiştir. Formasyon genel olarak şarap renkli kırmızı kumtaşı, çamurtaşı ve konglomera araldanmasından, lokal volkanik arakatmanlardan ve denizel sedimanlardan oluşmaktadır (Şahin ve ark., 2019).

Formasyonun üst seviyelerinde bulunan ve yeşil, bej renkli marn, kumtaşı, killi kireçtaşı, ince tabakalı kireçtaşından ve bitümlü şeyllerden oluşan kısmı Kabalar Üyesi olarak ayırtlanmıştır (Duru ve Aksay, 2002). Çalışma alanında Kızılçay Formasyonu'na ait Kabalar Üyesi yüzeylemektedir.

### **3.2.3.1. Kabalar Üyesi (Tpekk)**

Çalışma alanında geniş yayılım gösteren üye, ilk olarak Saner (1978) tarafından Kabalar Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Devamlılığı olmadığı için Göncüoğlu ve ark. (1996) tarafından üye mertebesinde incelenmiş olup, Demirköy Formasyonu'na ait Beydili Üyesi ile özdeştir (Altun ve ark., 2002).

Üye yeşil, bej renkli, ince-orta tabakalı marn, kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, bitümlü şeyl ve plaket kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8). Üyenin içerisinde bulunan kireçtaşları yer yer silisifiye olmuştur ve üst seviyeleri ~240 m kalınlığında killi plaket kireçtaşları (dolomitik) ile kaplıdır. Çalışma alanında Soğukçam Formasyonu ile Kabalar Üyesi arasında bir bindirme dokanağı gözlenmiştir (Şekil 3.9).

Fosil içermeyen Üst Paleosen yaşlı Kabalar üyesi, altta Soğukçam Formasyonu ile üstte ise Güvenç Formasyonu ile açısız uyumsuzdur ve görsel ortamda çökelmiştir (Altun ve ark., 2002).



Şekil 3. 6. Kabalar Üyesi'nin arazideki genel görünümü

(Koordinatlar: N 40° 9' 25.264; E 32° 31' 16.75; 1098 m Rakım  
Kınık Mahallesi'nin 3,7 km GBB'sı, Bakış Yönü GGB)



Şekil 3. 7. Kabalar Üyesi'nde görülen ince-orta tabakalı marn birimi

(Koordinatlar: N 40° 10' 48.958; E 32° 33' 46.026; 1125 m Rakım  
Kınık Mahallesi'nin ~1 km KKD'su; Bakış Yönü KKB)





Şekil 3. 8: Kabalar Üyesi'ne ait bej renkli orta-kalın tabakalı marn  
(Koordinatlar: N 40° 5' 46.21; E 32° 29' 40.511; 1000 m Rakım  
Mülk Mahallesi'nin 1,7 km KD'su; Bakış Yönü KKD)



Şekil 3. 9. Arazide Soğukçam Formasyonu ile Kabalar Üyesi arasındaki dokanak  
(Koordinatlar: N 40° 11' 13.763; E 32° 33' 35.478; 1140 m Rakım;  
Kınık Mahallesi'nin 1,9 km K'i, Bakış Yönü K)



### 3.2.4. Güvenç Formasyonu (Teg)

Formasyonu ilk kez Güvenç Formasyonu olarak tanımlayan Altun ve ark. (2002), bu birimlerin Orkan (1972) ve Saner (1977)'in Ciciler Formasyonu, Göncüoğlu ve ark. (1996)'nın Hacılar Formasyonu'na karşılık geldiğini belirtmiştir.

Formasyonun çalışma alanında gözlenen kısmında boz, alacalı renkli sert kireçtaşı ve bej, sarımsı renkli, ince-orta tabakalı marn birimleri bulunmaktadır (Şekil 3.10). Duru ve Aksay (2002)'a göre formasyonun alt kısımlarında görülen sert kireçtaşları *Nummulites*, *Discocyclina*, alg ve lamelli kavkı kırıkları içermekte olup, üste doğru boz, alacalı renkli kumtaşı-şeyl ar dalanması gözlenmektedir.

Formasyonun alt sınırı Kabalar Üyesi ile açısız uyumsuz, üst sınırı ise Hançili Formasyonu ile uyumsuzdur (Duru ve Aksay, 2002). Orta Eosen yaşlı Güvenç Formasyonu *Nummulites aturicus* JOLY ve LEYMERE (B formu), *Assilina* sp., *Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., *Alveolina* sp., *Planorbilina* sp., *Valvulina* sp., *Bryozoa* ve *Rotalidae* gibi fosiller bulundurmaktadır ve şelf ortamında çökelmiştir (Altun ve ark., 2002).



Şekil 3. 10. Güvenç Formasyonu'nun arazideki genel görünümü

(Koordinatlar: N 40° 10' 19.922; E 32° 31' 43.848; 1209 m Rakım;  
Kınık Mahallesi'nin 1,3 km KBB'sı; Bakış Yönü B)

### 3.2.5 Haççili Formasyonu (Tmh)

Haççili Formasyonu ilk kez Akyürek ve ark. (1980) tarafından tanımlanmıştır. Formasyonun alt seviyeleri genel olarak sarı, krem renkli kumtaşı, beyaz renkli yer yer silisifiye olmuş, çörtlü, orta-kalın tabakalı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 3.11). Formasyonun üst seviyelerinde kırmızı, kahve renkli iyi tutturulmamış kiltaşları gözlenmektedir (Şekil 3.12)

Haççili Formasyonu altta kendisinden yaşıll tüm formasyonlar ile, üstte ise Örencik Formasyonu ile uyumsuzdur (Duru ve Aksay, 2002). Formasyonun içerisinde Türkecan ve ark. (1991) tarafından *Mikrodyroys* sp., *Eliomys* sp., *Eumyarion* sp., *Megacricetodon* sp., *Democriceton* sp., *Mirabella* sp., *Eucrcetodon* sp., *Desmanodon* sp. fosillerinin bulunduğunu belirten Altun ve ark. (2002), formasyonun yaşını Alt-Orta Miyosen olarak kabul etmiş ve gölsel ortamda çökeldiğini belirtmiştir.



Şekil 3. 11. Haççili Formasyonu'nun alt seviyelerinin genel görünümü

(Koordinatlar: N 40° 10' 48.127, E 32° 30' 20.131, 1274 m Rakım  
Pınaryaka Mahallesi'nin ~1,4 km GD'su; Bakış Yönlü KD)



Şekil 3. 12. Hañçili Formasyonu'nun üst seviyelerinde gözlenen kırmızı renkli az tutturulmuş kilitaşı

(Koordinatlar: N 40° 10' 43.768, E 32° 32' 23.613, 1263 m Rakım  
Kınık Mahallesi'nin 2 km KB'sı; Bakış Yönü K)

### 3.2.6. Örencik Formasyonu (Tplö)

Formasyon ilk kez Aydın ve ark. (1987) tarafından tanımlanmış olup, çalışma alanında gözlenen en genç sedimanter birimdir. Formasyon genelde az tutturulmuş kırmızı, kahverengi konglomera, kumtaşı, marn, çamurtaşından oluşmaktadır ve tabakalanmalar belirsizdir (Duru ve Aksay, 2002) (Şekil 3.13).

Formasyonun kendisinden daha yaşlı formasyonlar üzerinde uyumsuz olduğunu belirten Altun ve ark. (2002) tarafından, içerisinde fosil bulunmayan Örencik Formasyonu'na stratigrafik konumu nedeni ile Pliyosen yaşı verilmiş olup, birimlerin akarsu ve gölsel ortamda çökeldiği belirtilmiştir.





Şekil 3. 13. Örencik Formasyonu'na ait marn örneği

(Koordinatlar: N 40° 19' 54.822, E 32° 304' 13.296, m Rakım  
Kınık Mahallesi'nin ~1 km GD'su; Bakış Yönü KKD)

### 3.2.7. Alüvyon (Qal)

Akarsu yataklarında gelişmiş tutturulmamış, kötü boylanmalı çakıl, kum, çamur çökelleridir.

## 4. MİNERALOGİK ÇALIŞMALAR

### 4.1. Giriş

Çalışma alanında bulunan sedimanter birimlere ait mineralojik özelliklerin belirlenmesi için yapılan analizler: X-Işını tüm kayaç analizi, X-Işını kil fraksiyon analizi ve SEM-EDS analizleridir. Bu analizler sonucunda elde edilen veriler aşağıda verilmiştir.

### 4.2. Tüm Kayaç Çözümlemeleri

Arazi çalışmaları kapsamında sahadan toplanan 72 adet örnek üzerinde yapılan X-RD çekimleri ile örneklerin mineral içerikleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda örneklerde tespit edilen mineraller; kuvars, kalsit, dolomit, feldispat, klinoptilolit, analsim, opal-CT, illit/mika ve kil mineralleri olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.1'de formasyonların mineral içerikleri verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Çalışma alanında bulunan formasyonların mineral içerikleri

Formasyon	İllit/Mika	Kil	Kuvars	Kalsit	Dolomit	Feldispat	Analsim	Opal-CT	Klin.
Karatepe F.	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Soğukçam F.	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Kabalar Ü.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Güvenç F.	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Hançili F.	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Örencik F.	+	+	+	+	+	+	-	-	-

Örneklerin yarı-nicel mineralojik bileşimleri Gündoğdu (1982) tarafından geliştirilen yönteme göre hesaplanmıştır. Çalışma alanından alınan toplam 72 örneğin formasyonlara göre dağılımına bakıldığında; Örencik Formasyonu'ndan 1 adet, Hançili Formasyonu'ndan 18 adet, Güvenç Formasyonu'ndan 2 adet, Kızılcay Formasyonu-Kabalar Üyesi'nden 35 adet, Soğukçam Formasyonu'ndan 5 adet ve Karatepe Formasyonu'ndan 11 adet örnek alınmıştır.

Örneklerde tespit edilen minerallerin görülme sıklığı, en az, en çok ve ortalama yüzdeleri hesap edilerek formasyonların mineral içerikleri ve dağılımları yaşlıdan gence doğru aşağıda verilmiştir.

#### 4.2.1. Karatepe Formasyonu

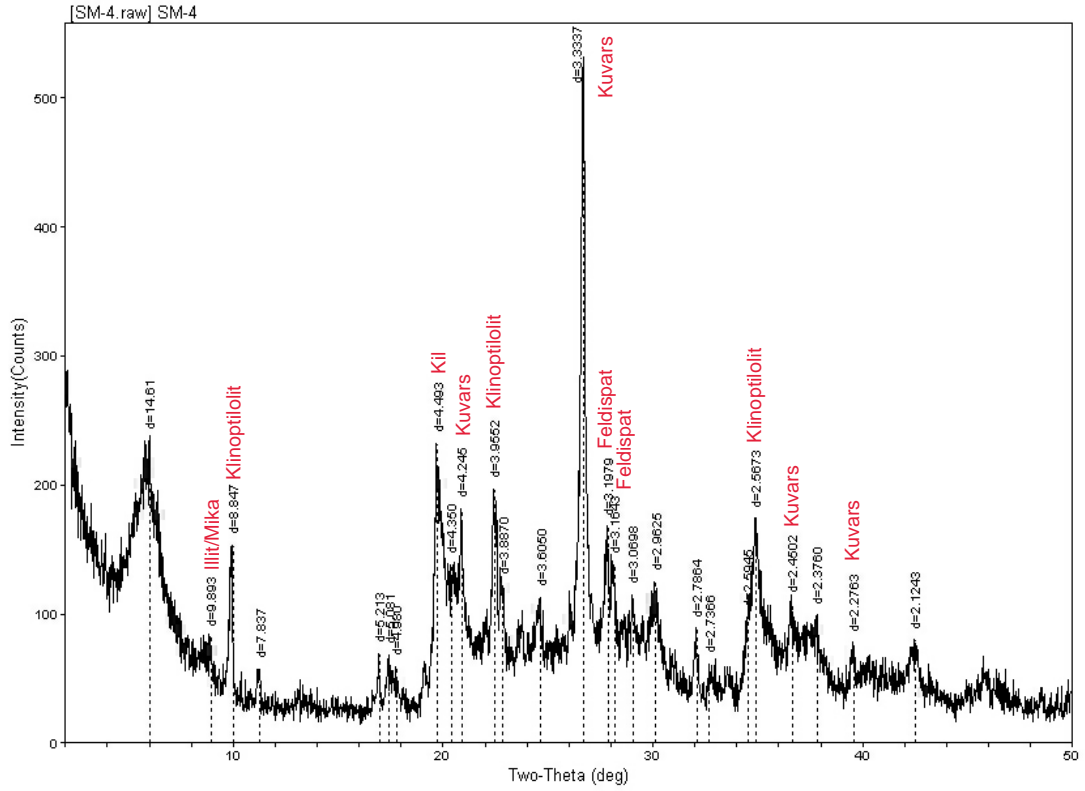
Çalışma alanındaki en yaşlı birim olan Karatepe Formasyonu'ndan alınan örneklerin litolojileri ve yüzde mineral içerikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu formasyonda tespit edilen minerallerin görülme sıklığı, en çok ve en az yüzdesi ile ortalama değeri ise Çizelge 4.3'te verilmiştir. Yapılan analizlere göre formasyonda kuvars, kalsit, dolomit, klinoptilolit, kil, feldispat ve illit/mika mineralleri tespit edilmiştir. Bu minerallerden, görülme sıklığı en yüksek olanlar kuvars, kil ve klinoptilolit olup, bu mineraller tüm örneklerde gözlenmektedir. Bu mineraller arasında kil minerali ortalama olarak en yüksek değere sahip iken (%53); klinoptilolit (%20) ve kuvars (%5) minerallerinin ortalama yüzdeleri düşüktür. Bu minerallerin görülme sıklığını feldispat (%91), kalsit ve illit/mika (%82) ile dolomit (%36) mineralleri izlemektedir. Şekil 4.1 ile Şekil 4.2'de, Karatepe Formasyonu'na ait SM-4 ve SM-15 numaralı örneklerin X-RD tüm kayaç difraktogramları verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri

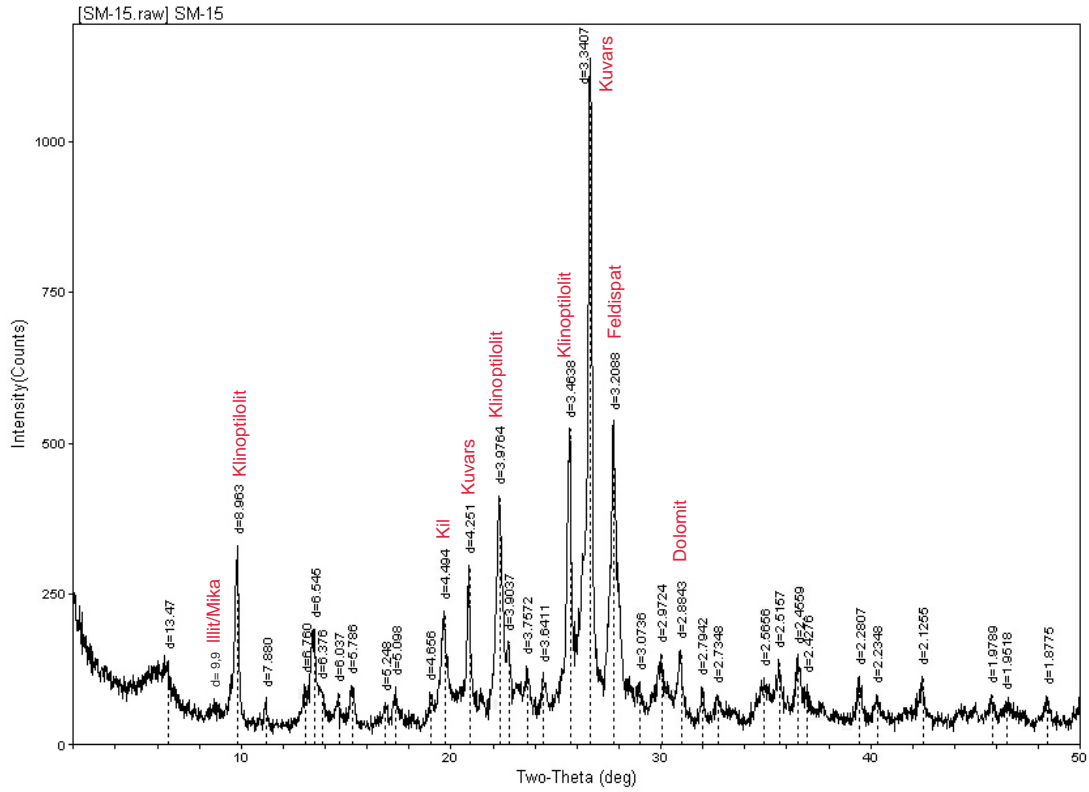
Ör. Nu.	Litoloji	Mineral İçeriği (%)							Toplam
		Kuvars	Kalsit	Dolomit	Klinoptilolit	Kil	Feldispat	İllit/Mika	
SM-3	Kmt.	3	3	-	35	43	11	5	100
SM-4	Kmt.	4	-	-	14	72	4	6	100
SM-5	Kmt.	3	2	-	25	56	10	4	100
SM-6	Kmt.	3	1	-	22	64	6	4	100
SM-7	Kmt.	1	1	-	26	66	6	-	100
SM-8	Kmt.	1	-	1	22	63	7	6	100
SM-9	Kmt.	13	12	-	11	28	28	8	100
SM-10	Marn	9	59	-	4	23	2	3	100
SM-11	Kmt.	3	21	-	10	62	4	-	100
SM-12	Kmt.	4	-	5	29	59	-	3	100
SM-15	Kmt.	7	-	2	27	46	14	4	100

Çizelge 4. 3. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri

	Kuvars	Kalsit	Dolomit	Klinoptilolit	Kil	Feldispat	İllit/Mika
Görülme Sıklığı (%)	100	82	36	100	100	91	82
En Çok (%)	13	59	5	35	72	28	8
En Az (%)	1	1	1	4	23	2	3
Ortalama (%)	5	14	3	20	53	9	5



Şekil 4. 1. Karatepe Formasyonu'na ait SM-4 örneğinin X-RD difraktogramı



Şekil 4. 2. Karatepe Formasyonu'na ait SM-15 örneğinin X-RD difraktogramı

#### 4.2.2. Soğukçam Formasyonu

Formasyondan alınan örnekler kireçtaşı örnekleridir ve bu örneklerin mineral içerikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Birimden alınan 5 örnek üzerinde yapılan X-RD tüm kayaç analizlerinde, birimde dolomit, kalsit ve kuvars minerallerini bulunduğu tespit edilmiş olup, en yüksek görülme sıklığı değerine sahip kalsitin (%100) ortalama yüzde değeri %96 olarak belirlenmiştir. Sadece bir örnekte gözlenen dolomitin görülme sıklığı %20 olup, ikinci en yüksek ortalama değere (%13) sahip olan mineraldir. Üç örnekte gözlenen kuvars mineralinin ortalama değeri %2'dir. Soğukçam Formasyonu'na ait örneklerin X-RD tüm kayaç analiz sonuçlarına göre bulunan minerallerin görülme sıklığı, en çok ve en az yüzdesi ile ortalama değeri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Şekil 4.3 ile Şekil 4.4'te, Soğukçam Formasyonu'na ait SM-18 ve SM-35 numaralı örneklerin X-RD tüm kayaç difraktogramları verilmiştir.

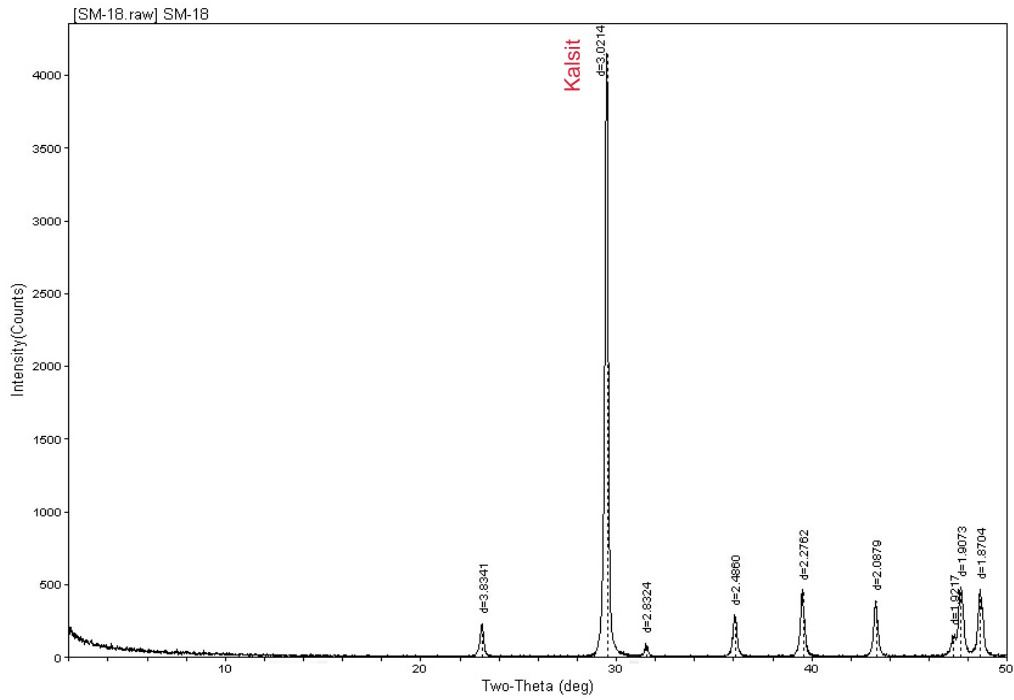


Çizelge 4. 4. Soğukçam Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri

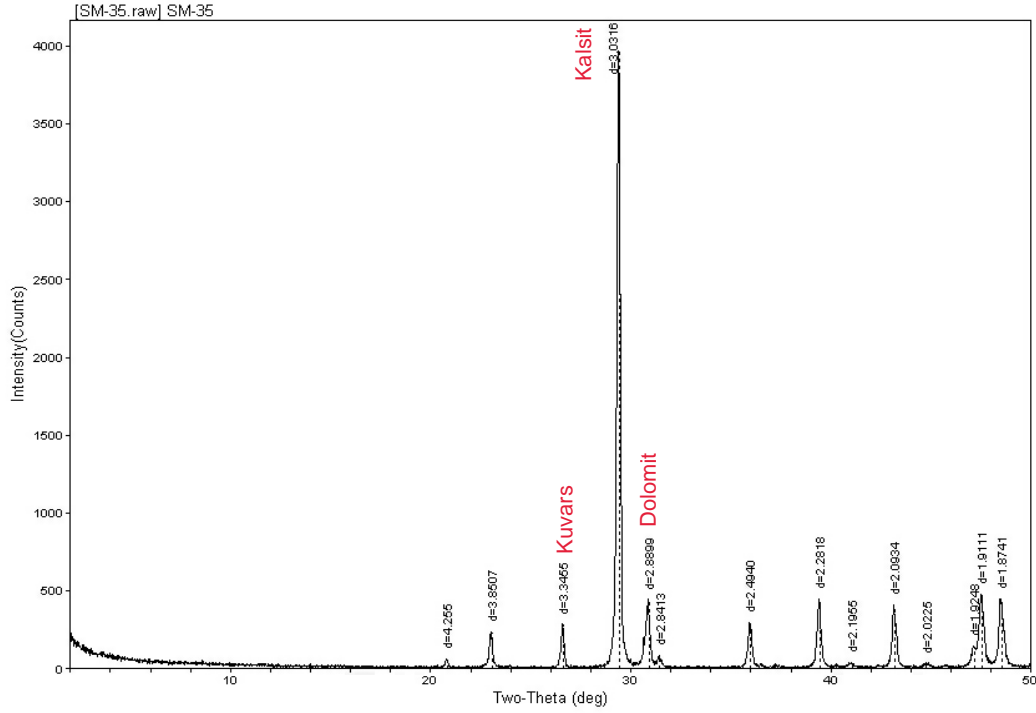
Ör. Nu.	Litoloji	Mineral İçeriği (%)			
		Kuvars	Kalsit	Dolomit	Toplam
SM-1	Kireçtaşı	-	100	-	100
SM-2	Kireçtaşı	3	97	-	100
SM-16	Kireçtaşı	1	99	-	100
SM-18	Kireçtaşı	-	100	-	100
SM-35	Kireçtaşı	3	84	13	100

Çizelge 4. 5. Soğukçam Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri

	Kuvars	Kalsit	Dolomit
Görülme Sıklığı (%)	60	100	20
En Çok (%)	3	100	13
En Az (%)	1	84	13
Ortalama (%)	2	96	13



Şekil 4. 3. Soğukçam Formasyonu'na ait SM-18 örneğinin X-RD difraktogramı



Şekil 4. 4. Soğukçam Formasyonu'na ait SM-35 örneğinin X-RD difraktogramı

#### 4.2.3. Kızılçay Formasyonu- Kabalar Üyesi

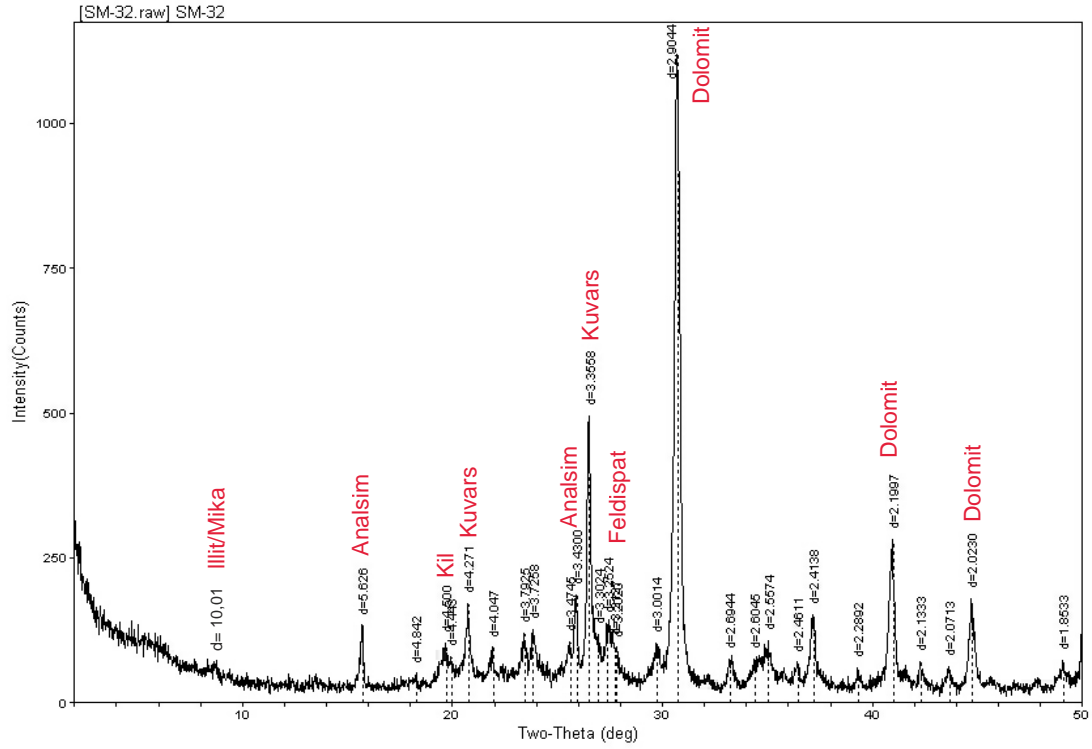
Çalışma alanında en geniş yayılımı gösteren bu formasyondan alınan toplam 35 örneğin litolojileri ve yüzde mineral içerikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Örnekler üzerinde gerçekleştirilen X-ışını tüm kayaç analizleri sonucunda, formasyon içerisinde kuvars, kalsit, dolomit, klinoptilolit, feldispat, illit/mika, analsim, opal-CT ve kil mineralleri belirlenmiştir. Bu birimde, diğer formasyonlarda gözlenmeyen analsim ve opal-CT mineralleri tespit edilmiştir. Formasyonda, kil minerali görülme sıklığı değeri en yüksek (%100) mineral olup, bu minerali dolomit (%97), feldispat (%89), kuvars (%83), illit/mika (%63), kalsit (%46), klinoptilolit ile analsim (%23) ve opal-CT (%3) takip etmektedir. Kızılçay Formasyonu-Kabalar Üyesi'ne ait örneklerde yapılan X-RD tüm kayaç analiz sonuçlarına göre minerallerin görülme sıklığı, en çok ve en az yüzdesi ile ortalama değeri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de, Kızılçay Formasyonu-Kabalar Üyesi'ne ait SM-32, SM-43 ve SM-50 numaralı örneklerin X-RD tüm kayaç difraktogramları verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri

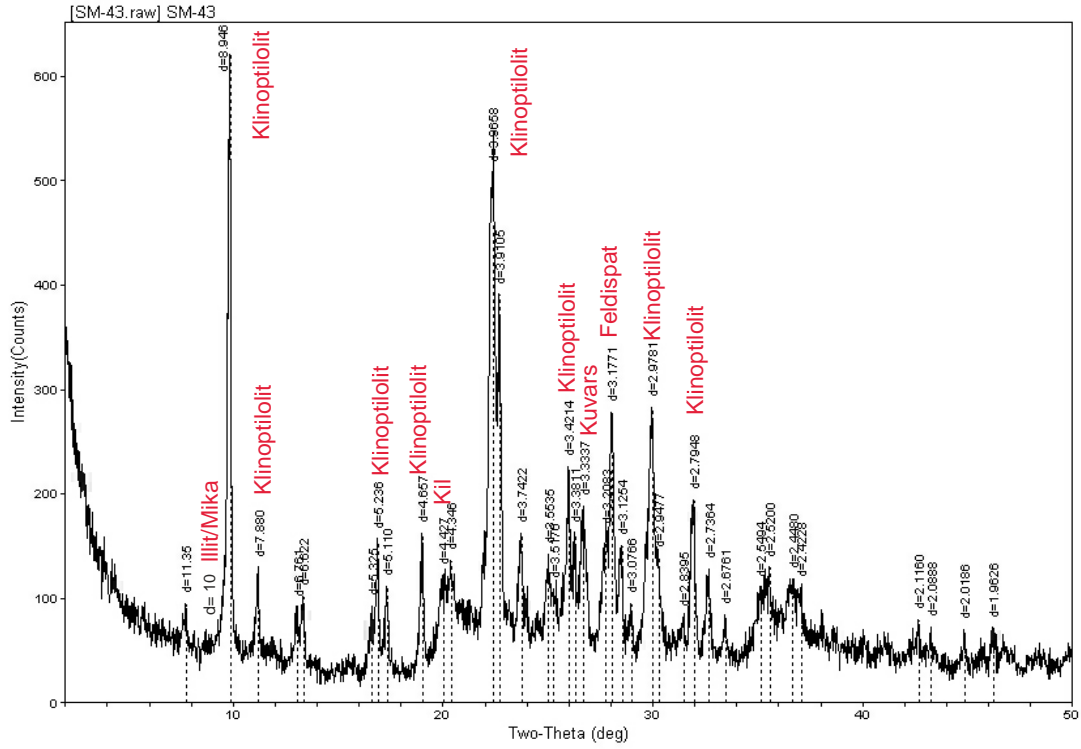
Ör. N.	Litoloji	Mineral İçeriği (%)									Top
		Kuvars	Kalsit	Dol.	Klin.	Kil	Feld.	İllit/Mika	Analsim	Opal-CT	
SM-17	Bit. Ş.	7	1	1	-	22	3	66	-	-	100
SM-19	Bit. Ş.	13	-	1	-	32	3	51	-	-	100
SM-20	Kmt.	6	-	2	25	54	8	5	-	-	100
SM-21	Marn	3	6	44	-	38	9	-	-	-	100
SM-22	Marn	4	19	20	-	46	7	4	-	-	100
SM-23	Marn	3	12	47	-	32	2	4	-	-	100
SM-24	Marn	5	23	23	-	33	8	8	-	-	100
SM-25	Marn	11	11	10	-	43	13	12	-	-	100
SM-26	Marn	-	11	39	-	34	8	8	-	-	100
SM-27	Marn	4	19	22	-	43	5	7	-	-	100
SM-28	Kmt.	22	-	4	-	29	29	16	-	-	100
SM-29	Marn	5	13	16	-	43	5	18	-	-	100
SM-30	Marn	1	-	23	-	46	5	12	13	-	100
SM-31	Marn	6	1	52	-	25	4	5	7	-	100
SM-32	Marn	6	-	43	-	34	3	7	7	-	100
SM-33	Marn	4	26	10	-	31	10	15	4	-	100
SM-34	Kmt.	1	-	8	-	27	64	-	-	-	100
SM-36	Marn	15	1	44	-	21	7	7	5	-	100
SM-37	Marn	4	16	5	-	46	6	10	13	-	100
SM-38	Kmt.	13	25	17	-	7	21	13	4	-	100
SM-39	Marn	3	25	4	-	40	7	11	10	-	100
SM-40	Marn	-	-	62	14	24	-	-	-	-	100
SM-41	Marn	-	-	14	22	60	4	-	-	-	100
SM-42	Marn	1	-	68	18	13	-	-	-	-	100
SM-43	Kmt.	1	-	-	43	44	8	4	-	-	100
SM-44	Marn	1	-	40	11	43	5	-	-	-	100
SM-45	K. Kçt.	-	-	74	12	14	-	-	-	-	100
SM-46	K. Kçt.	7	-	68	-	20	5	-	-	-	100
SM-47	K. Kçt.	7	-	75	-	14	4	-	-	-	100
SM-48	K. Kçt.	4	-	86	-	8	2	-	-	-	100
SM-49	Marn	2	2	52	4	25	8	7	-	-	100
SM-50	K. Kçt.	1	-	72	-	13	-	-	-	14	100
SM-51	Marn	1	-	53	-	41	1	4	-	-	100
SM-52	K. Kçt.	5	-	83	-	8	4	-	-	-	100
SM-53	K. Kçt.	4	1	84	8	3	-	-	-	-	100

Çizelge 4. 7. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri

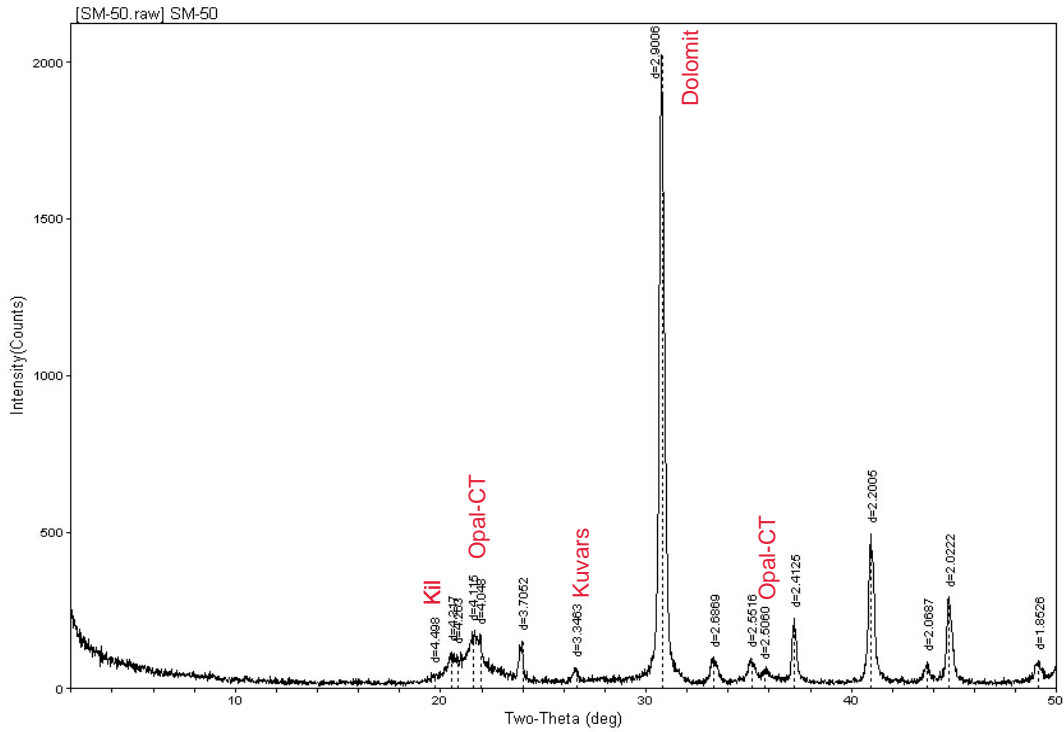
	Kuvars	Kalsit	Dolomit	Klin.	Kil	Feld.	İllit/Mika	Analsim	Opal-CT
Görülme Sıklığı (%)	83	46	97	23	100	89	63	23	3
En Çok (%)	22	26	86	43	60	64	66	13	14
En Az (%)	1	1	1	4	3	1	4	4	14
Ortalama (%)	5	12	37	17	30	9	13	8	14



Şekil 4. 5. Kabalar Üyesi'ne ait SM-32 örneğinin X-RD difraktogramı



Şekil 4. 6. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 örneğinin X-RD difraktogramı



Şekil 4. 7. Kabalar Üyesi'ne ait SM-50 örneğinin X-RD difraktogramı

#### 4.2.4. Güvenç Formasyonu

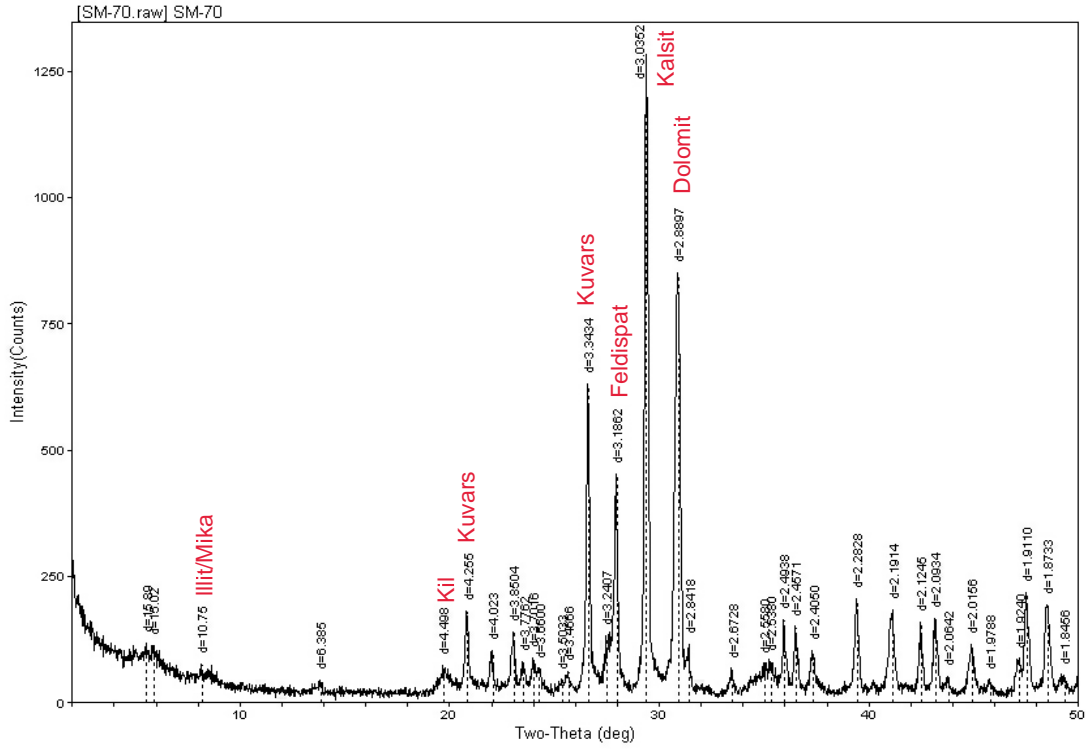
Güvenç Formasyonu'ndan arazi çalışmaları sırasında iki adet örnek alınmış olup, litolojileri ve yüzde mineral içerikleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Yapılan analizlere göre formasyonda kuvars, kalsit, dolomit, kil, feldispat ve illit/mika minerallerinin bulunduğu belirlenmiştir. Bu örneklerdeki minerallerin görülme sıklığı değerleri kıyaslandığında örneklerde illit/mika minerali hariç (%50) tüm mineraller gözlenmektedir. Bu mineraller arasında ortalama değeri en yüksek olan kalsit minerali (%49) olur iken, onu sırası ile dolomit (%18), kil (%16), feldispat (%10), illit/mika (%7) ve kuvars (%5) takip etmektedir. Güvenç Formasyonu'na ait örneklerin görülme sıklığı, en çok ve en az yüzdesi ile ortalama değeri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.8 ile Şekil 4.9'da ise Güvenç Formasyonu'na ait SM-70 ve SM-71 numaralı örneklerin X-RD tüm kayaç difraktogramları verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Güvenç Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri

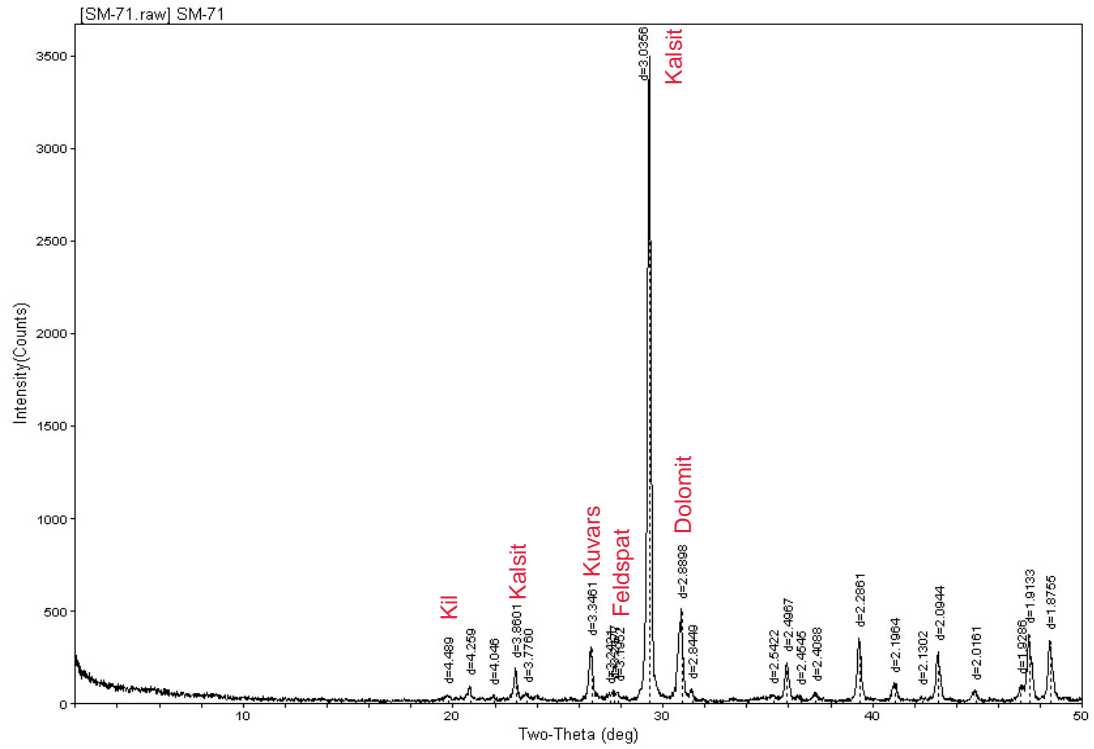
Ör. Nu.	Litoloji	Kuvars	Kalsit	Dolomit	Kil	Feldispat	İllit/Mika	Toplam
SM-70	Marn	6	25	22	22	18	7	100
SM-71	Kireçtaşı	3	72	14	9	2	-	100

Çizelge 4. 9. Güvenç Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri

	Kuvars	Kalsit	Dolomit	Kil	Feldispat	İllit/Mika
Görülme Sıklığı (%)	100	100	100	100	100	50
En Çok (%)	6	72	22	22	18	7
En Az (%)	3	25	14	9	2	7
Ortalama (%)	5	49	18	16	10	7



Şekil 4. 8. Güvenç Formasyonu'na ait SM-70 örneğinin X-RD difraktogramı



Şekil 4. 9. Güvenç Formasyonu'na ait SM-71 örneğinin X-RD difraktogramı

#### 4.2.5. Hançili Formasyonu

Hançili Formasyonu'ndan arazi çalışmaları kapsamında 18 adet örnek alınmıştır ve bu örnekler için litolojiler ile yüzde mineral içerikleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Örnekler üzerinde gerçekleştirilen X-RD tüm kayaç analizinden elde edilen verilere göre formasyonda; kuvars, kalsit, dolomit, klinoptilolit, feldispat, illit/mika ve kil mineralleri tespit edilmiştir. Görülme sıklığı değeri en yüksek mineraller olan (%82) kalsit ve feldispat minerallerinin ortalama yüzdesi sırasıyla %54 ve %8 olarak belirlenmiştir. Kuvars (%71) ve kil (%65) mineralleri formasyonda yüksek oranda bulunan diğer minerallerdir. Ortalama yüzde değer bakımından %6'lık değere sahip olan klinoptilolit görülmeye sıklığı ise %12 olarak saptanmıştır. Görülme sıklığı düşük olan illit/mika (%35) ve dolomit (%29) minerallerinin ortalama yüzdeleri sırasıyla %24 ve %21 olarak hesaplanmıştır. Hançili Formasyonu'na ait örneklerde bulunan minerallerin görülmeye sıklığı, en çok ve en az yüzdesi ile ortalama değeri Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve mineral içerikleri

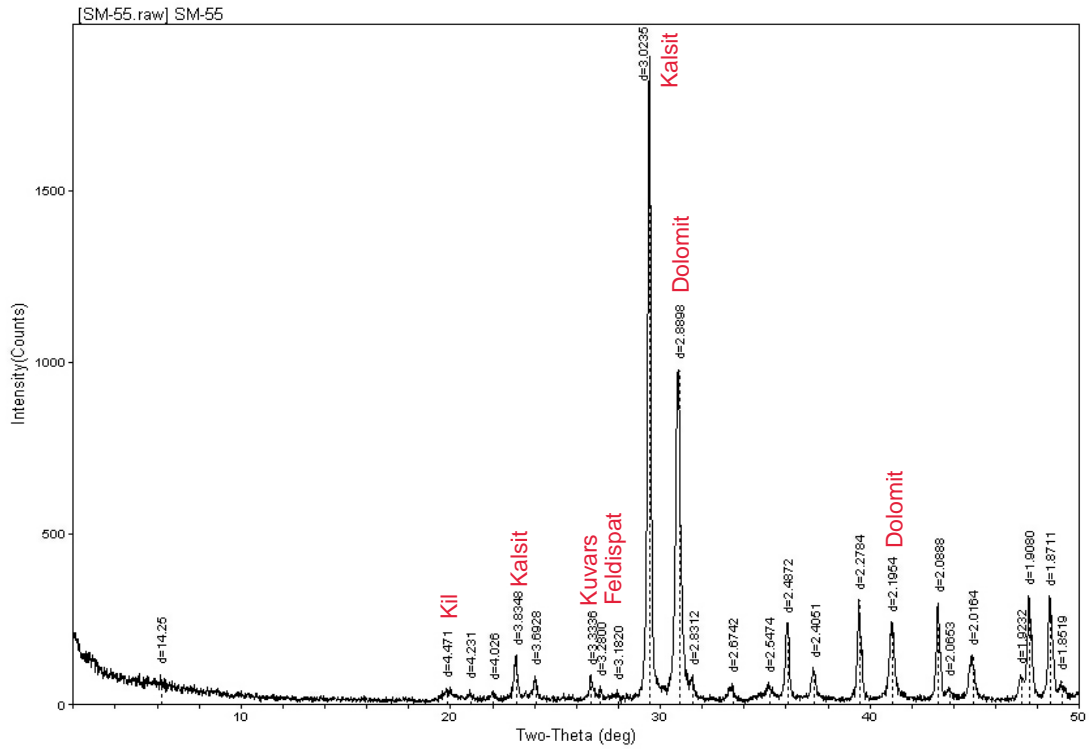
Ör. Nu.	Litoloji	Mineral İçeriği (%)							Toplam
		Kuvars	Kalsit	Dolomit	Klinoptilolit	Kil	Feldispat	İllit/Mika	
SM-13	Kil Bandı	1	11	-	-	86	-	2	100
SM-14	Kireçtaşı	1	99	-	-	-	-	-	100
SM-54	Kumtaşı	28	-	22	6	15	29	-	100
SM-55	K. Kçt.	1	47	32	-	18	2	-	100
SM-56	Kireçtaşı	-	100	-	-	-	-	-	100
SM-57	Çört	82	18	-	-	-	-	-	100
SM-58	Kireçtaşı	-	100	-	-	-	-	-	100
SM-59	Kumtaşı	3	1	-	-	68	10	18	100
SM-60	Marn	1	63	-	-	24	5	7	100
SM-61	Marn	1	69	-	-	27	3	-	100
SM-62	Kireçtaşı	5	84	-	-	11	-	-	100
SM-63	Kireçtaşı	-	100	-	-	-	-	-	100
SM-64	Kiltaşı	15	1	10	-	35	2	37	100
SM-65	Kiltaşı	23	1	4	-	25	5	42	100
SM-66	Kiltaşı	14	-	-	-	34	4	48	100
SM-67	Kiltaşı	6	-	49	-	23	1	21	100
SM-68	Kireçtaşı	-	100	-	-	-	-	-	100
SM-69	Kiltaşı	15	16	7	-	33	16	13	100



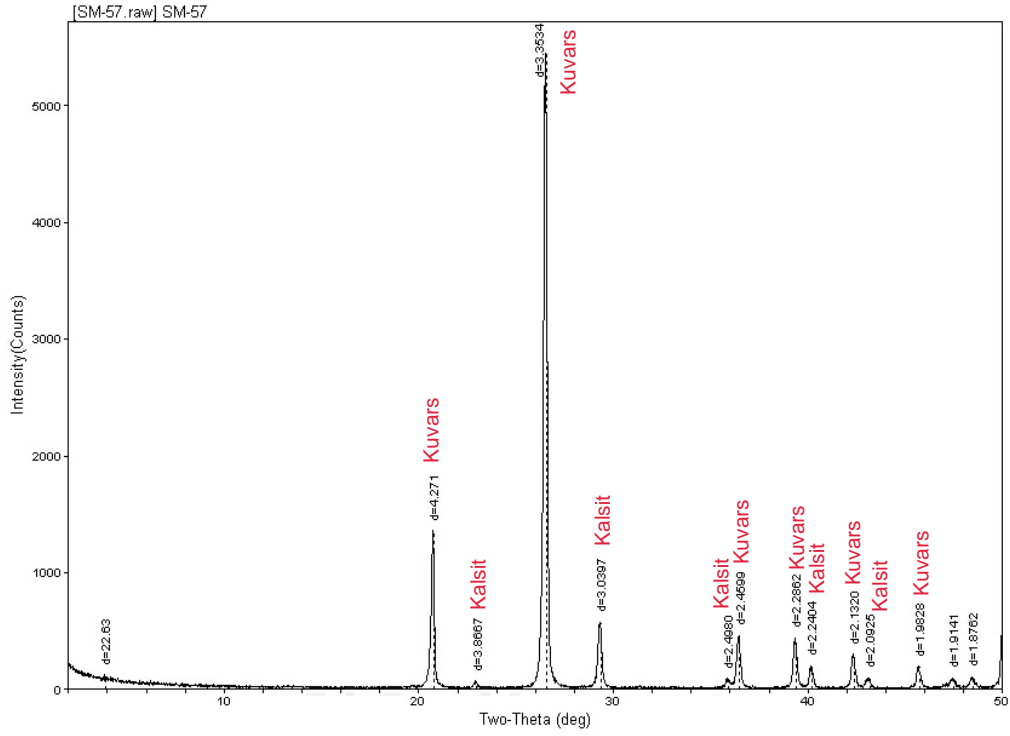
Çizelge 4. 11. Hançili Formasyonu'na ait örneklerdeki minerallerin bolluk yüzdeleri

	Kuvars	Kalsit	Dolomit	Klinoptilolit	Kil	Feldispat	İllit/Mika
Görülme Sıklığı (%)	71	82	29	12	65	82	35
En Çok (%)	82	100	58	6	86	29	48
En Az (%)	1	1	4	6	11	1	2
Ortalama (%)	14	54	21	6	33	8	24

Şekil 4.10 ile Şekil 4.11'de, Hançili Formasyonu'na ait SM-55 ve SM-57 numaralı örneklerin X-RD tüm kayaç difraktogramı verilmiştir.



Şekil 4. 10. Hançili Formasyonu'na ait SM-55 örneğinin X-RD difraktogramı



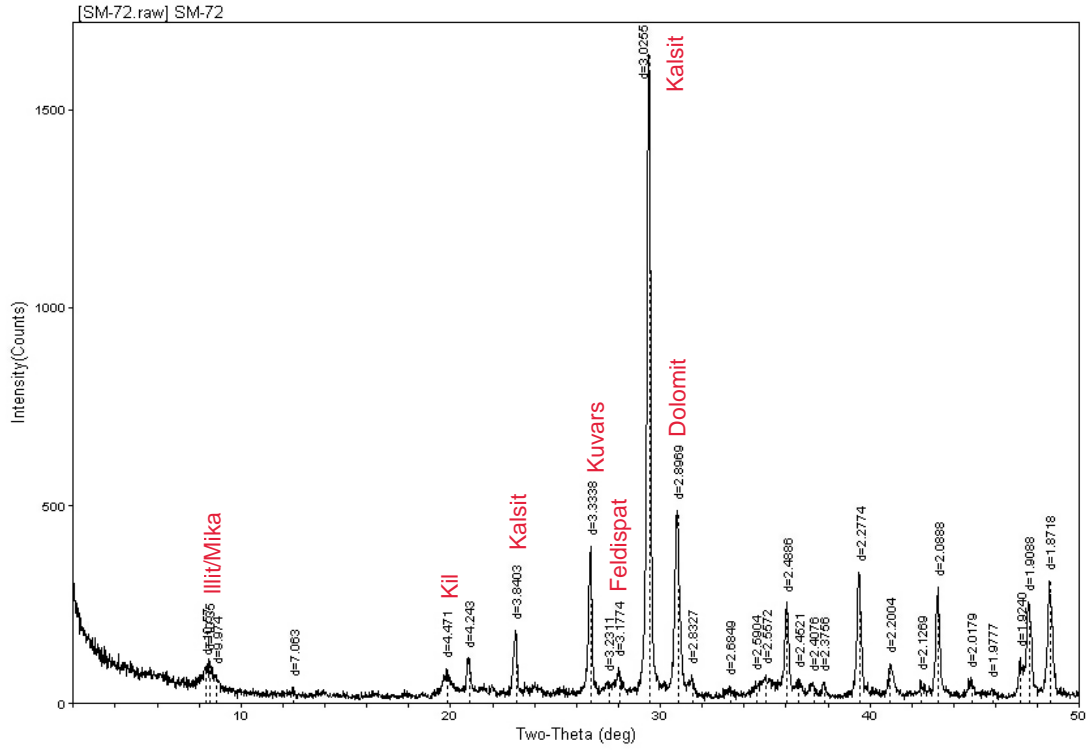
Şekil 4. 11. Hançili Formasyonu'na ait SM-57 örneğinin X-RD difraktogramı

#### 4.2.6. Örencik Formasyonu

Çalışma alanında en genç formasyon olan Örencik Formasyonu'ndan, arazi çalışmaları sırasında 1 adet örnek alınmış olup, bu örneğin litolojisi marndır. Bu örnekte bulunan mineraller kuvars, kalsit, dolomit, kil, feldispat ve illit/mika olarak belirlenmiştir ve örneğin yüzde mineral içeriği Çizelge 4.12'de verilmiştir. Örencik Formasyonu'na ait SM-72 numaralı örneğin X-RD tüm kayaç difraktogramı Şekil 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Örencik Formasyonu'na ait örneğin litolojisi ve mineral içeriği

Ör. Nu.	Litoloji	Mineral İçeriği (%)						Toplam
		Kuvars	Kalsit	Dolomit	Kil	Feldispat	İllit/Mika	
SM-72	Marn	4	36	14	28	3	15	100



Şekil 4. 12. Örencik Formasyonu'na ait SM-72 örneğinin X-RD difraktogramı

### 4.3. Kil Fraksiyonu Çözömlmeleri

Çalışma alanından toplanan 72 örnek üzerinde yapılan X-RD tüm kayaç çözümlmeleri sonucunda elde edilen verilerle, bölgede bulunan 6 formasyonun mineral içerikleri incelenerek toplamda 22 adet örnek kil fraksiyon analizi için seçilmiştir. Bu örneklerin kil fraksiyonu X-RD grafikleri normal çekim, etilen glikollü çekim ve fırınlamış çekim pikleri değerlendirilerek çözümlenmiştir. Kil mineral içerikleri belirlenen örneklerin görülme sıklığı, en az, en çok değerleri ve ortalaması hesaplanmıştır. Çalışma alanında saptanan kil mineralleri; illit, simektit, kaolinit ve klorit olup, formasyonların kil mineral içerikleri ve bazı örneklerin X-RD kil bileşeni difraktogramları aşağıda verilmiştir.

#### 4.3.1. Karatepe Formasyonu

Formasyona ait 3 adet örnek üzerinde kil fraksiyon analizi yapılmış ve bu örneklerin yüzde kil minerali içerikleri, litolojileri ile birlikte Çizelge 4.13'te verilmiştir. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerin X-RD kil bileşeni analiz sonuçlarına göre minerallerin

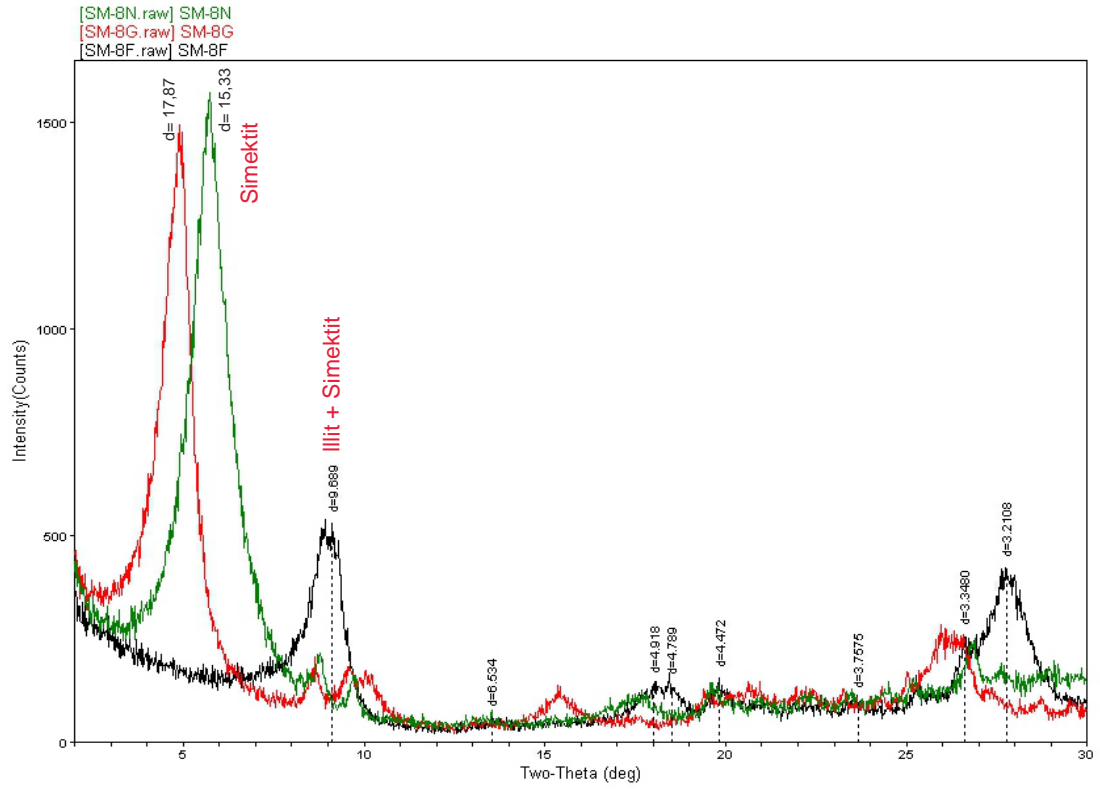
görülme sıklığı, en çok ve en az yüzdesi ile ortalama değeri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Formasyonda tespit edilen kil mineralleri simektit, illit ve kaolinitir. Simektit %100'lük görülme sıklığı ve %84'lük ortalaması ile formasyondaki en baskın kil mineralidir. Kaolinit formasyonda en az görülme sıklığı değerine (%33) sahiptir. İllit minerali ise %100 görülme sıklığına sahip olmasına rağmen ortalaması sadece %5'tir. Şekil 4.13 ile Şekil 4.14'te, bu formasyona ait SM-8 ve SM-11 numaralı örneklerin X-RD kil bileşeni difraktogramları verilmiştir.

Çizelge 4. 13. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve kil mineral içerikleri

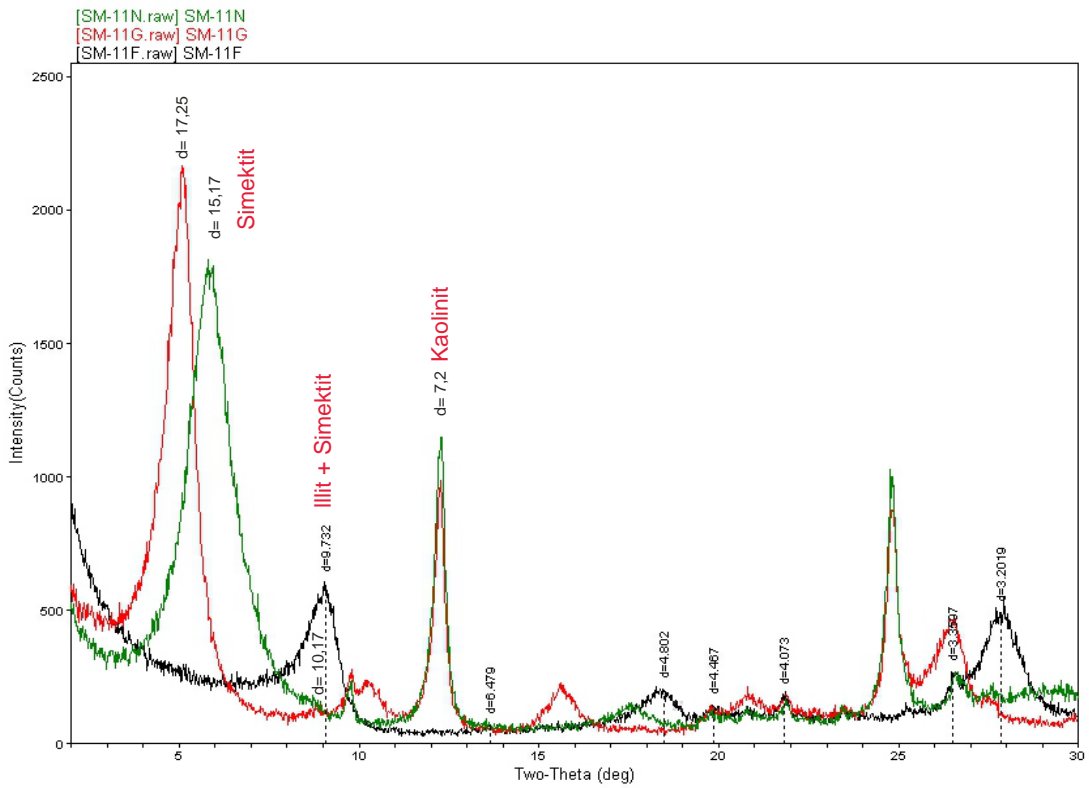
Ör. Nu.	Litoloji	Kil Mineral İçeriği (%)		
		Simektit	Kaolinit	İllit
SM-6	Kumtaşı	91	-	9
SM-8	Kumtaşı	95	-	5
SM-11	Kumtaşı	67	32	1

Çizelge 4. 14. Karatepe Formasyonu'na ait örneklerin kil minerallerinin bolluk yüzdeleri

	Simektit	Kaolinit	İllit
Görülme Sıklığı (%)	100	33	100
En Çok (%)	95	32	9
En Az (%)	67	32	1
Ortalama (%)	84	32	5



Şekil 4. 13. Karatepe Formasyonu'na ait SM-8 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı



Şekil 4. 14. Karatepe Formasyonu'na ait SM-11 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı

### 4.3.2. Kızılçay Formasyonu- Kabalar Üyesi

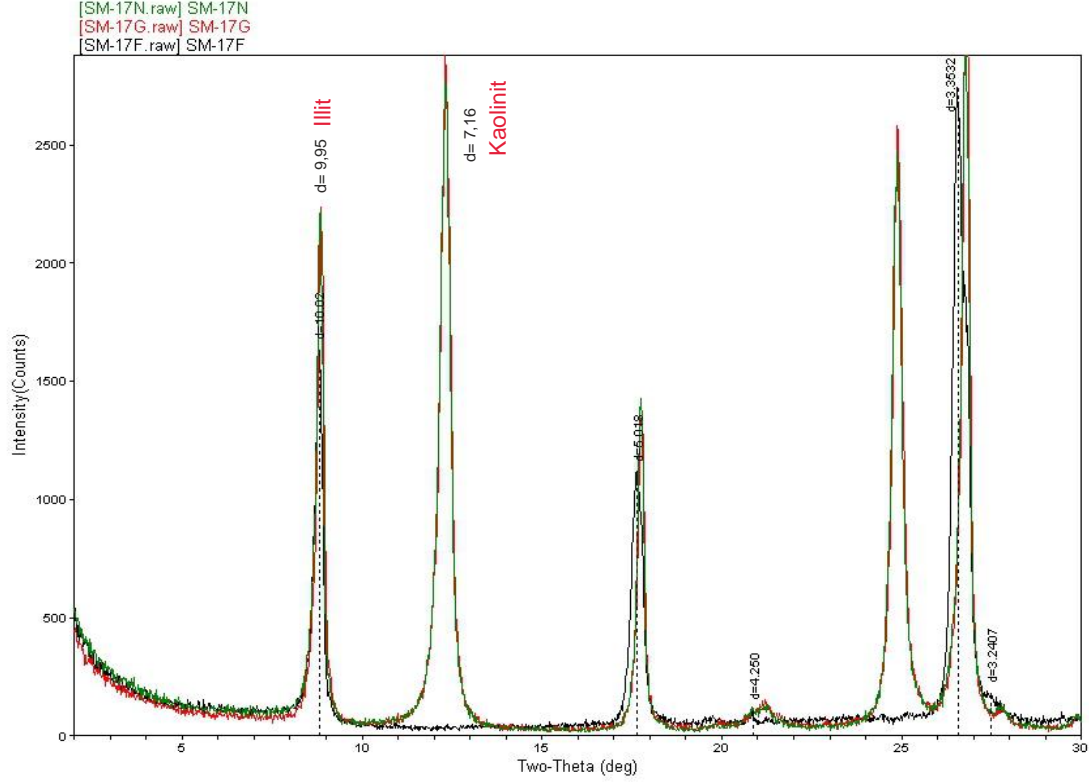
Kabalar Üyesi'nde 13 adet örnek üzerinde kil fraksiyon analizi yapılmış ve bu birimlerin litolojileri ile yüzde kil minerali içerikleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerin X-RD kil bileşeni analiz sonuçlarına göre minerallerin görülme sıklığı, en az ve en çok yüzdesi ile ortalama değeri ise Çizelge 4.16'da verilmiştir. Kil bileşeni analizleri sonucu simektit, illit, kaolinit ve klorit mineralleri tespit edilmiş olup, kil minerali çeşitliliği en fazla Kabalar Üyesi'nde gözlenmiştir. İllit %100 görülme sıklığı ile formasyondaki en baskın kil mineralidir. Ortalama değeri en yüksek (%49) simektit minerali ise en baskın (%92) ikinci mineraldir. Ortalaması %21 olan kaolinitin görülme sıklığı %46'dır. Formasyonda tespit edilen diğer bir mineral olan kloritin ortalaması %15'tir. Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de, Kabalar Üyesi'ne ait SM-17, SM-33 ve SM-51 numaralı örneklerin X-RD kil bileşeni difraktogramları verilmiştir.

Çizelge 4. 15. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerin litolojileri ve kil mineral içerikleri

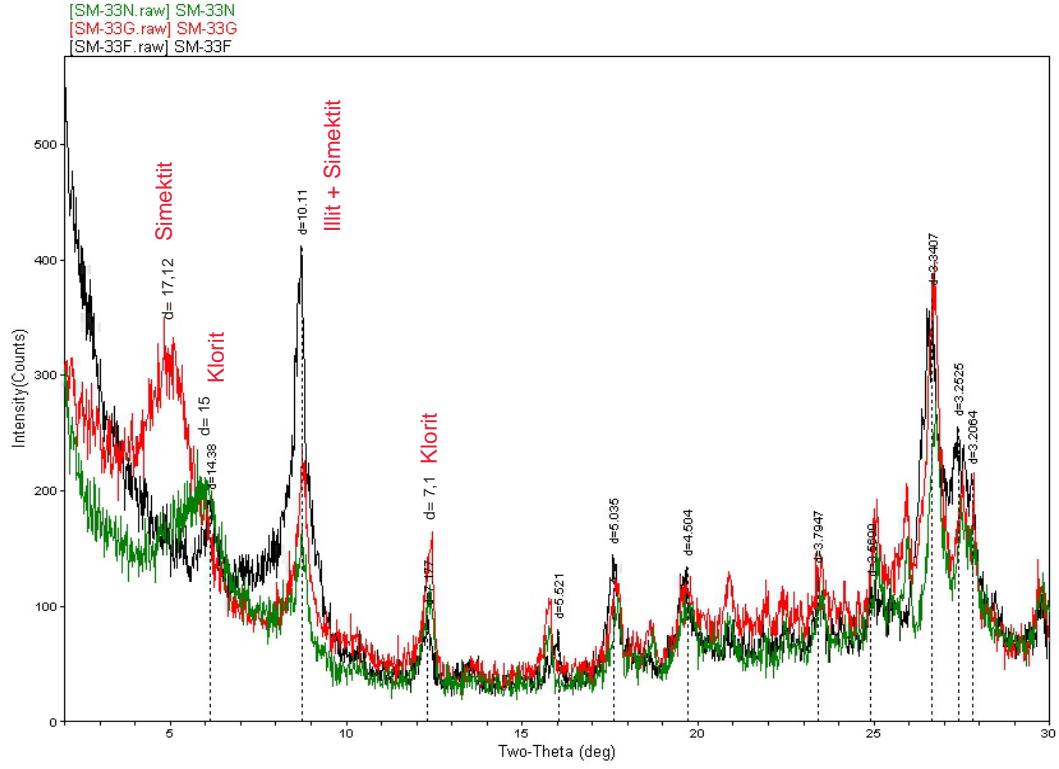
Ör. Nu.	Litoloji	Kil Mineral İçeriği (%)			
		Simektit	Kaolinit	İllit	Klorit
SM-17	Bitümlü Şeyl	-	57	43	-
SM-20	Kumtaşı	50	12	21	17
SM-22	Marn	52	-	48	-
SM-25	Marn	43	-	57	-
SM-27	Marn	70	-	30	-
SM-30	Marn	24	28	36	12
SM-32	Marn	45	18	37	-
SM-33	Marn	44	-	40	16
SM-37	Marn	24	19	56	-
SM-39	Marn	52	12	36	-
SM-41	Marn	98	-	2	-
SM-44	Marn	25	-	75	-
SM-51	Marn	57	3	40	-

Çizelge 4. 16. Kabalar Üyesi'ne ait kil örneklerin minerallerinin bolluk yüzdeleri

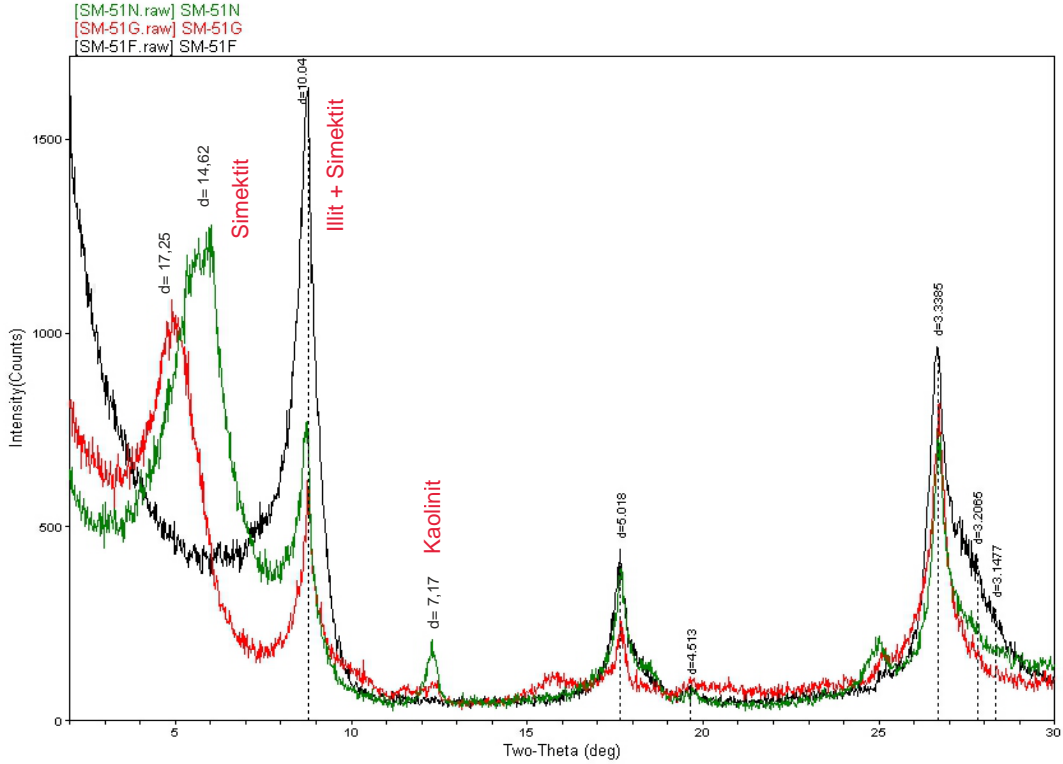
	Simektit	Kaolinit	İllit	Klorit
Görülme Sıklığı (%)	92	46	100	23
En Çok (%)	98	57	75	17
En Az (%)	24	3	2	12
Ortalama (%)	49	21	40	15



Şekil 4. 15. Kabalar Üyesi'ne ait SM-17 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı



Şekil 4. 16. Kabalar Üyesi'ne ait SM-33 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı



Şekil 4. 17. Kabalar Üyesi'ne ait SM-51 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı



### 4.3.3. Hançili Formasyonu

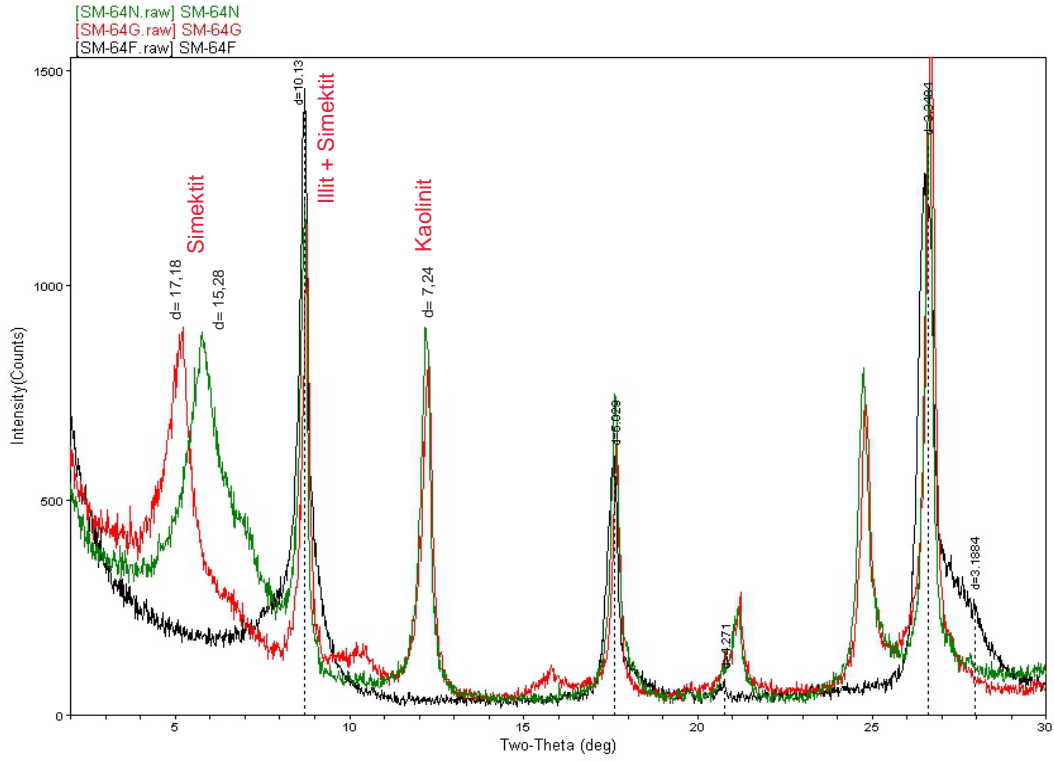
Hançili Formasyonu'ndan seçilen örneklerin litolojileri ve yüzde kil mineral içerikleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Bu örnekler üzerinde yapılan çözümlenmeler sonucunda, formasyonda bulunan kil mineralleri; simektit, illit ve kaolinit olarak belirlenmiştir. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin X-RD kil bileşeni analiz sonuçlarına göre minerallerin görülme sıklığı, en az ve en çok yüzdesi ile ortalama değeri Çizelge 4.18'de verilmiştir. Tüm örneklerde gözlenen simektit ve illit minerallerinin ortalama yüzdeleri sırasıyla %52 ve %33 olarak hesaplanmıştır ve en baskın minerallerdir. Belirlenen bir diğer kil minerali olan kaolinit mineralinin görülme sıklığı ise %80'dir ve ortalama yüzdesinin %19 olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.18 ile Şekil 4.19'da, Hançili Formasyonu'na ait SM-64 ve SM-69 numaralı örneklerin X-RD kil bileşeni difraktogramları verilmiştir.

Çizelge 4. 17. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin litolojileri ve kil mineral içerikleri

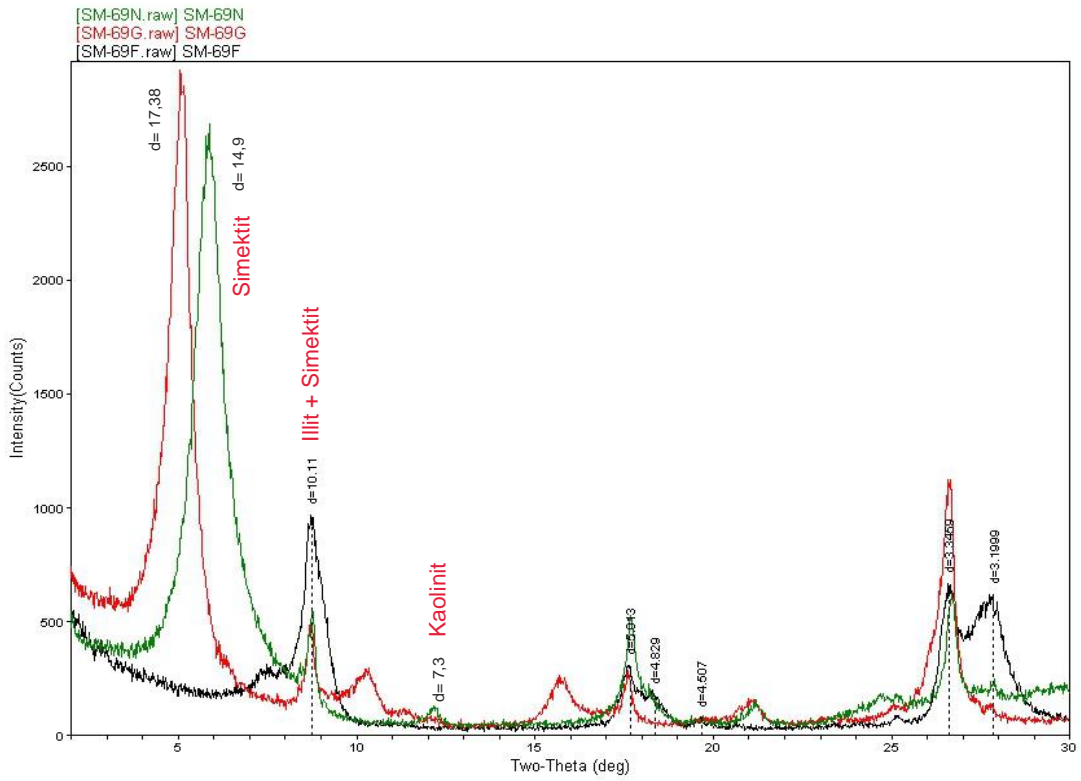
Ör. Nu.	Litoloji	Kil Mineral İçeriği (%)		
		Simektit	Kaolinit	İllit
SM-13	Kil Bandı	97	-	3
SM-59	Kumtaşı	23	20	57
SM-64	Kiltaşı	26	31	43
SM-66	Kiltaşı	27	22	51
SM-69	Kiltaşı	86	2	12

Çizelge 4. 18. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin kil minerallerinin bolluk yüzdesi

	Simektit	Kaolinit	İllit
Görülme Sıklığı (%)	100	80	100
En Çok (%)	97	31	57
En Az (%)	23	2	3
Ortalama (%)	52	19	33



Şekil 4. 18. Hançili Formasyonu'na ait SM-64 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı



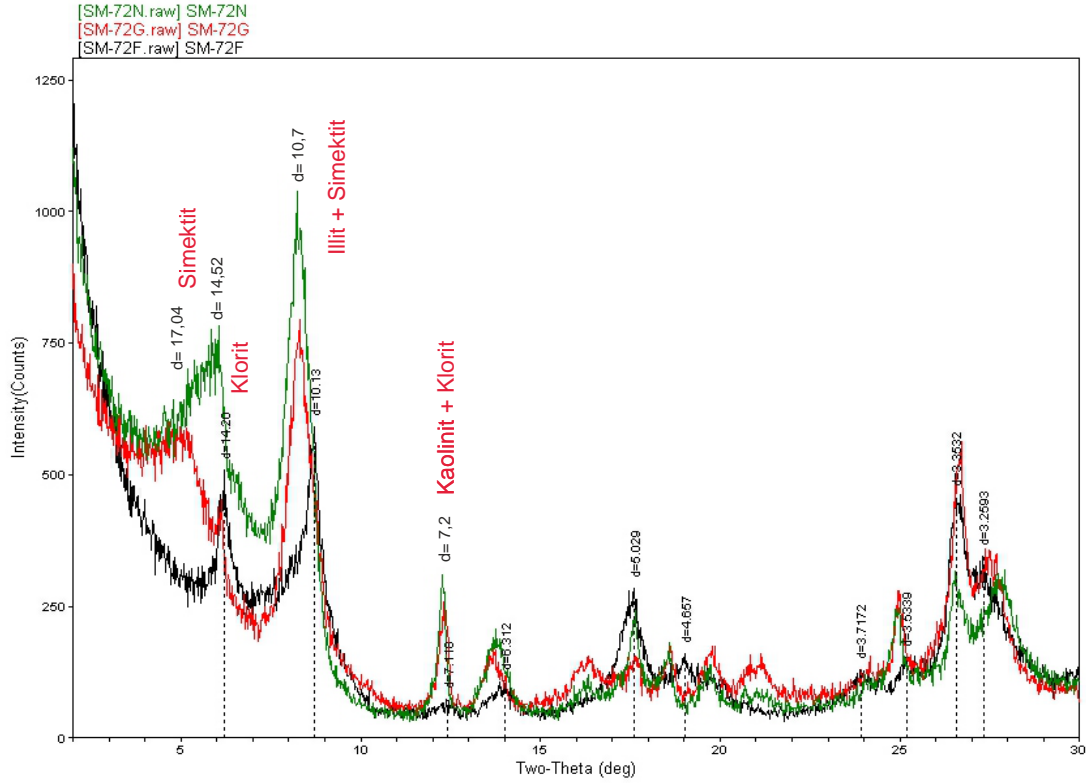
Şekil 4. 19. Hançili Formasyonu'na ait SM-69 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı

#### 4.3.4. Örencik Formasyonu

Bu formasyondan alınan tek örnekte yapılan analizler sonucunda saptanan kil mineralleri illit, simektit, klorit ve kaolinit olarak belirlenmiştir. Bu formasyonuna ait SM-72 numaralı örneğin litolojisi ve kil mineral içeriği Çizelge 4.19'da, X-RD kil bileşeni difraktogramı ise Şekil 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4. 19. Örencik Formasyonu'na ait örneğin litolojisi ve kil mineral içeriği

Ör. Nu.	Litoloji	Simektit	Kaolinit	İllit	Klorit
SM-72	Marn	21	3	58	18



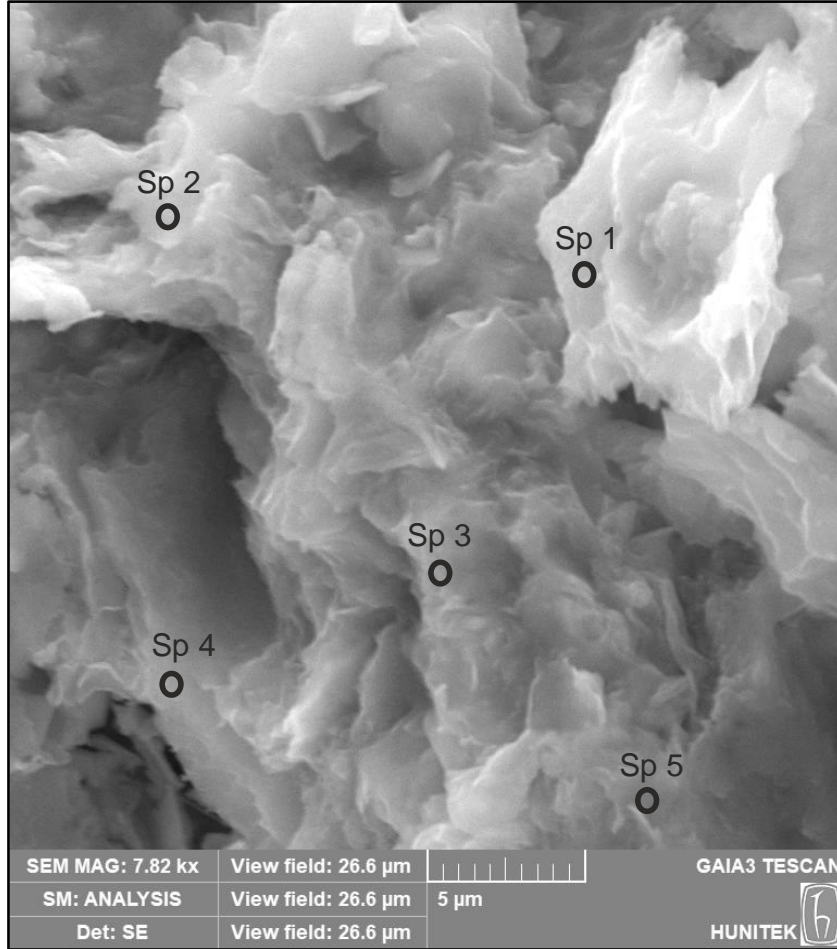
Şekil 4. 20. Güvenç Formasyonu'na ait SM-72 örneğinin kil fraksiyon difraktogramı

#### 4.4. Elektron Mikroskop Görüntü ve Analizleri

11 adet örnek üzerinde SEM-EDS analizleri gerçekleştirilmiş olup, analizlere ilişkin veriler, formasyonlar bazında aşağıda verilmiştir.

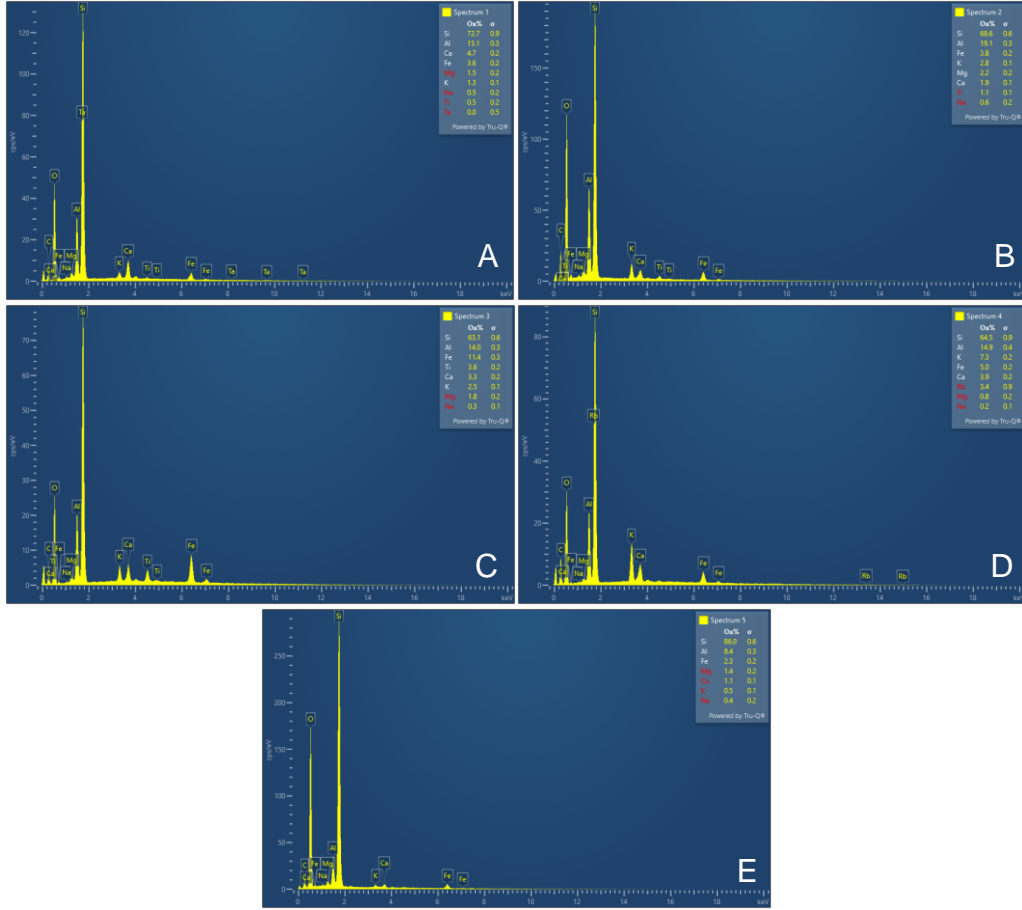
#### 4.4.1. Karatepe Formasyonu

Karatepe Formasyonu'na ait SM-6 (kumtaşı) ve SM-8 (kumtaşı) numaralı örnekler üzerinde elektron mikroskop analizi gerçekleştirilmiştir. SM-6 numaralı kumtaşı örneği %64 kil (%91 simektit, %9 illit), %22 klinoptilolit, %6 feldispat, %4 illit/mika, %3 kuvars, %1 kalsit içermektedir. SEM görüntüsünde simektit mineralleri tipik olarak gözlenmektedir. SM-6 numaralı örneğe ait SEM görüntüsü Şekil 4.21'de, EDS görüntüleri Şekil 4.22'de verilmiştir.



Şekil 4. 21. Karatepe Formasyonu'na ait SM-6 numaralı örneğin SEM görüntüsü  
(Sp 1, Sp 2, Sp 3, Sp 4, Sp 5: Simektit)

SEM görüntüsünde Sp 1, Sp 2, Sp 3, Sp 4 ve Sp 5 noktalarında simektit mineralleri tespit edilmiştir. Çizelge 4.20'de simektit minerallerinde bulunan elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması verilmiştir.

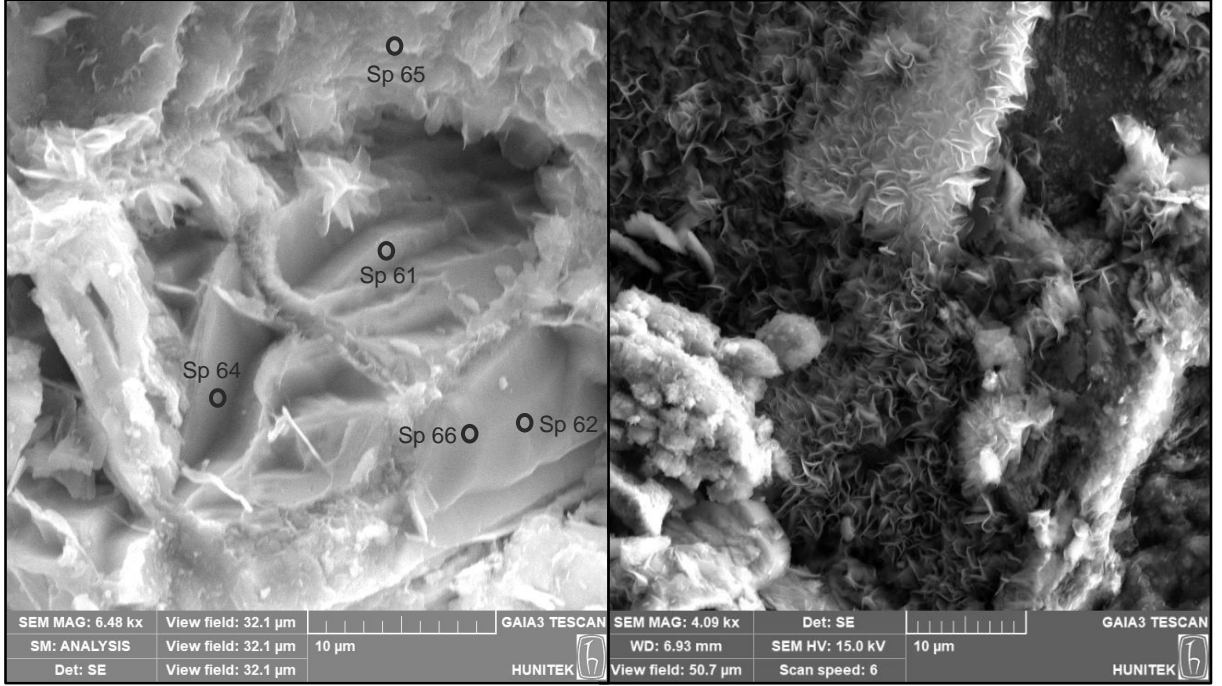


Şekil 4. 22. Karatepe Formasyonu'na ait SM-6 numaralı örneğin EDS görüntüsü (A, B, C, D, E: Simektit)

Çizelge 4. 20. SM-6 numaralı örnekte bulunan simektit minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması

Element	Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4	Sp 5	Ortalama
O	49,14	48,82	46,33	45,49	51,29	48,21
Na	0,37	0,43	0,24	0,14	0,30	0,30
Mg	0,93	1,32	1,08	0,51	0,86	0,94
Al	8,0	10,10	7,41	7,87	4,43	7,56
Si	33,97	32,02	29,50	30,15	40,19	33,17
K	1,08	3,32	2,11	6,06	0,41	2,60
Ca	3,38	1,34	2,33	2,77	0,76	2,12
Fe	2,83	0,15	8,33	3,92	1,77	3,40
Ti	0,09	0,64	2,17	-	-	0,97
Rb	-	-	-	3,09	-	3,09
Toplam	100	100	100	100	100	

SM-8 numaralı örnek (kumtaşı); %63 kil (%95 simektit + %5 illit), %22 klinoptilolit, %7 feldispat, %6 illit/mika, %1 kuvars ve %1 dolomit içermektedir. SM-8 numaralı örneğe ait SEM görüntüleri Şekil 4.23'te verilmiştir. Çalışmalarda bal peteği dokulu simektitler tipik olarak gözlenmektedir. SEM görüntüsünde Sp 65 noktasında simektit minerali, Sp 61, Sp 62, Sp 64 ve Sp 66 noktalarında feldispat minerali tespit edilmiştir.



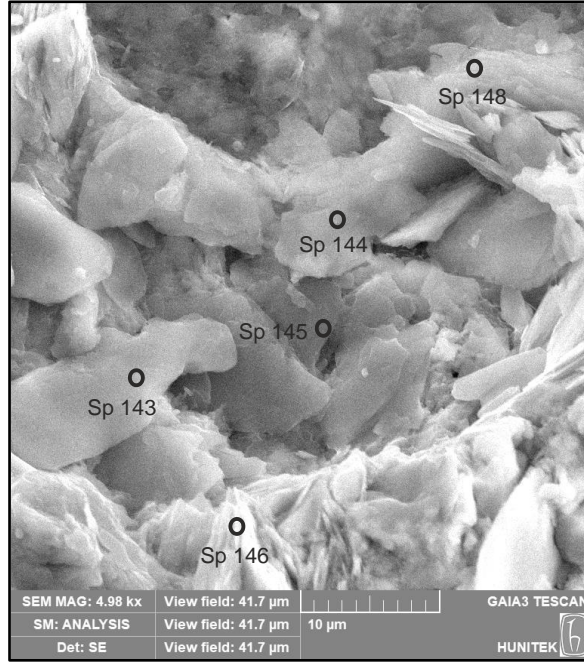
Şekil 4. 23. Karatepe Formasyonu'na ait SM-8 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 61, Sp 62, Sp 64, Sp 66: Feldispat, Sp 65: Simektit)

#### 4.4.2. Kızılçay Formasyonu- Kabalar Üyesi

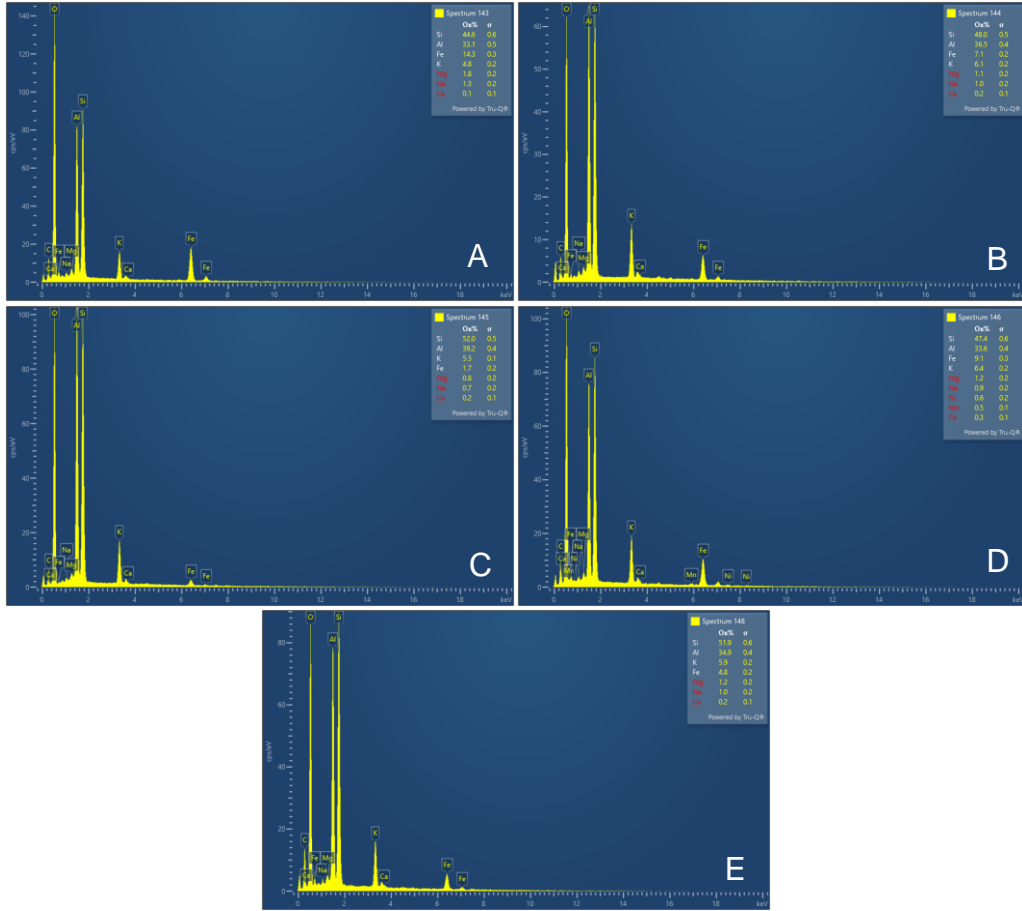
Kabalar Üyesi'ne ait SM-17 (bitümlü şeyl), SM-20 (kumtaşı), SM-25 (marn), SM-30 (marn), SM-34 (kumtaşı), SM-43 (kumtaşı) ve SM-51 (marn) numaralı örnekler üzerinde elektron mikroskop analizleri yapılmıştır.

SM-17 numaralı örnek (bitümlü şeyl); %66 illit/mika, %22 kil (%57 kaolinit + %43 illit), %7 kuvars, %3 feldispat ve %1 dolomit ve kalsit içermektedir. Örneğin SEM görüntüsü Şekil 4.24'te, EDS görüntüsü Şekil 4.25'te verilmiştir. SEM görüntüsünde bütün noktalarda illit/mika minerali tespit edilmiştir.





Şekil 4. 24. Kabalar Üyesi'ne ait SM-17 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 143, Sp 144, Sp 145, Sp 146, Sp 148: İllit/Mika)



Şekil 4. 25. Kabalar Üyesi'ne ait SM-17 numaralı örneğin EDS görüntüsü (A, B, C, D, E: İllit/Mika)

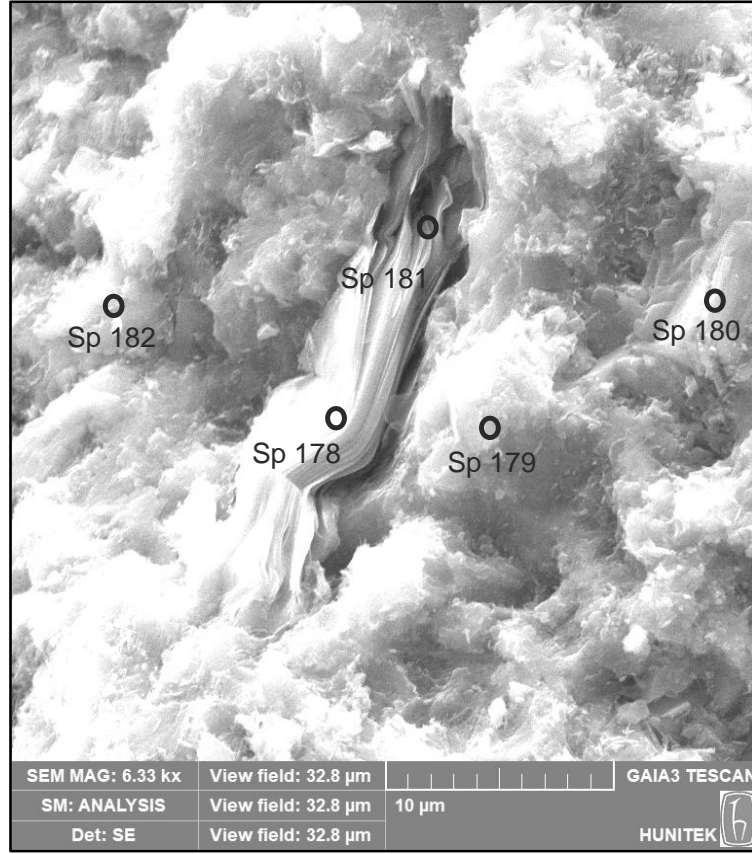
Çizelge 4.21'de illit/mika minerallerinde bulunan elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması verilmiştir.

Çizelge 4. 21. SM-17 numaralı örnekte bulunan illit/mika minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması

Element	Sp 143	Sp 144	Sp 145	Sp 146	Sp 148	Ortalama
O	44,41	46,11	47,98	47,63	46,95	46,62
Na	0,94	0,76	0,51	0,55	0,77	0,71
Mg	1,08	0,67	0,47	0,56	0,74	0,70
Al	17,51	19,30	20,77	19,09	18,45	19,02
Si	20,86	22,44	24,28	24,96	24,26	23,36
K	4,0	5,04	4,55	5,22	4,90	4,74
Ca	0,09	0,13	0,12	0,11	0,16	0,12
Fe	11,11	5,56	1,32	1,87	3,76	4,72
Toplam	100	100	100	100	100	

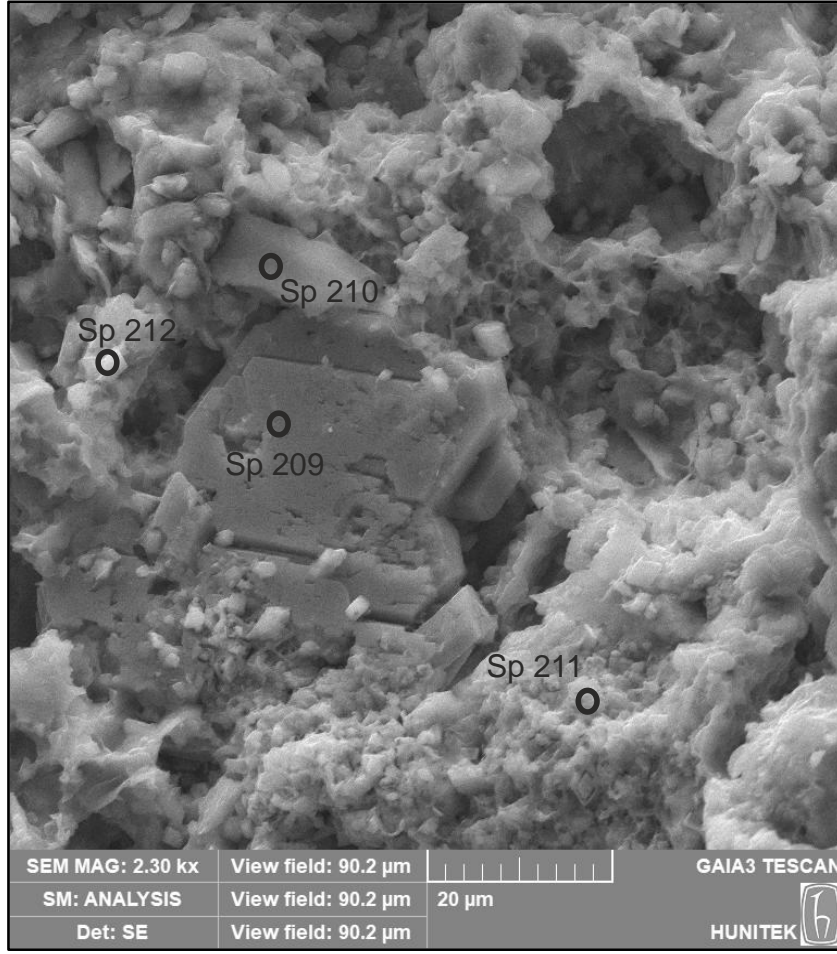
SM-20 numaralı örnek (kumtaşı); %54 kil (%50 simektit + %21 illit + %12 kaolinit + %17 klorit), %25 klinoptilolit, %8 feldispat, %6 kuvars, %5 illit/mika ve %2 dolomit içermektedir. Örneğin SEM görüntüsü Şekil 4.26'da verilmiştir. Örneğe ait görüntüde, Sp 180'de plajiyoklaz, Sp 178 ve Sp 181'de illit/mika ve Sp 179, ve Sp 182'de simektit mineralleri görülmektedir.





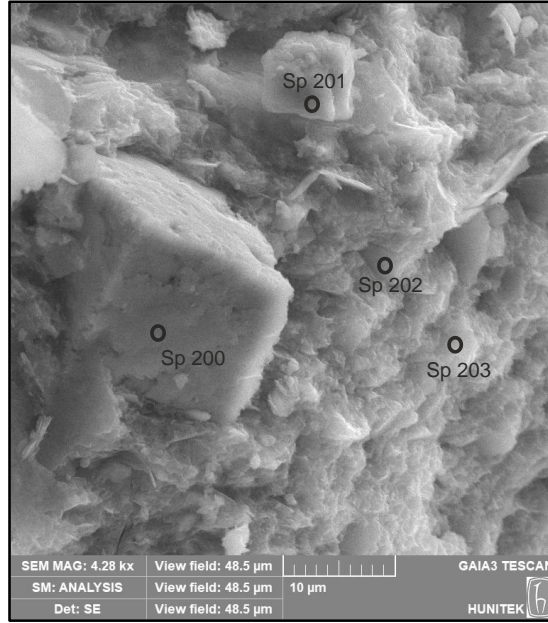
Şekil 4. 26. Kabalar Üyesi'ne ait SM-20 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 180: Plajiyoklaz, Sp 178, Sp 181: İllit/Mika, Sp 179, Sp 182: Simektit)

SM-25 numaralı örnek(marn); %43 kil (%43 simektit + %57 illit), %13 feldispat, %12 illit/mika, %11 kuvars ve kalsit, %10 dolomit içermektedir. Örneğin SEM görüntüsü Şekil 4.27' de verilmiştir. SEM görüntüsünde Sp 209'da K-feldispat, Sp 210 ve Sp 212'de illit/mika ve Sp 211'de simektit mineralleri görülmektedir.



Şekil 4. 27. Kabalar Üyesi'ne ait SM-25 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 209: K- Feldispat, Sp 210, Sp 212: İllit/Mika, Sp 211: Simektit)

SM-30 numaralı örnek (marn); %46 kil (%24 simektit + %36 illit + %28 kaolinit + %12 klorit), %23 dolomit, %13 analsim, %12 illit/mika, %5 feldispat ve %1 kuvars içermektedir. Örneğin SEM görüntüsü Şekil 4.28'de verilmiştir. Sp 200 ve Sp 201'de dolomit, Sp 202 ve Sp 203'de illit/mika mineralleri belirlenmiştir.

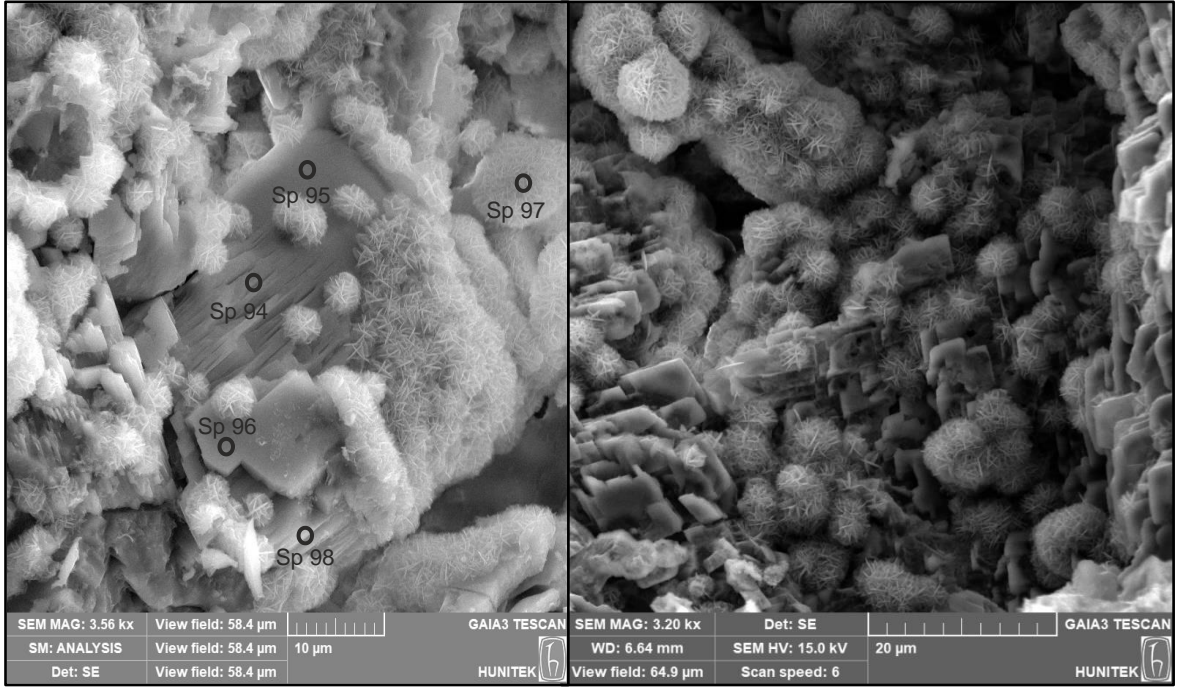


Şekil 4. 28. Kabalar Üyesi'ne ait SM-30 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 200, Sp 201: Dolomit, Sp 202, Sp 203: İllit/Mika)

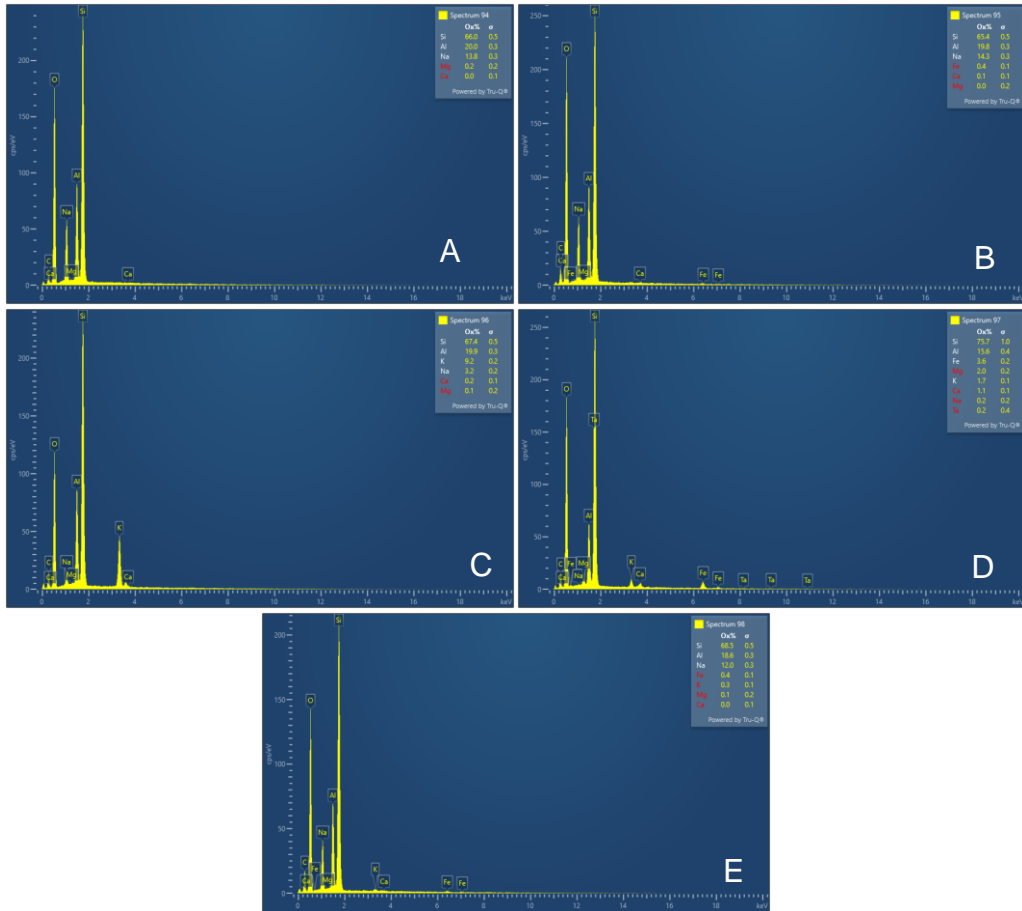
SM-34 numaralı örnek (Kumtaşı); %64 feldispat, %27 kil, %8 dolomit ve %1 kuvars içermektedir. Şekil 4.29'da örneğin SEM görüntüsü, Şekil 4.30'da ise EDS görüntüsü verilmiştir. Sp 97'nin simektit minerali; Sp 94, Sp 95, Sp 96 ve Sp 98'in Na-Feldispat olduğu tespit edilmiştir ve Çizelge 4.22'de Na-Feldispat minerallerinde bulunan elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması verilmiştir.

Çizelge 4. 22. SM-34 örneğinde bulunan Na-Feldispat minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması

Element	Sp 94	Sp 95	Sp 96	Sp 98	Ortalama
O	48,20	47,97	49,47	48,54	48,55
Na	10,27	10,60	6,91	8,92	9,18
Mg	0,10	-	0,21	0,03	0,11
Al	10,60	10,49	7,09	9,86	9,51
Si	30,84	30,58	35,40	32,02	32,21
K	-	-	-	0,26	0,26
Ca	-	0,08	0,19	0,02	0,10
Fe	-	0,28	0,73	0,34	0,45
Toplam	100	100	100	100	



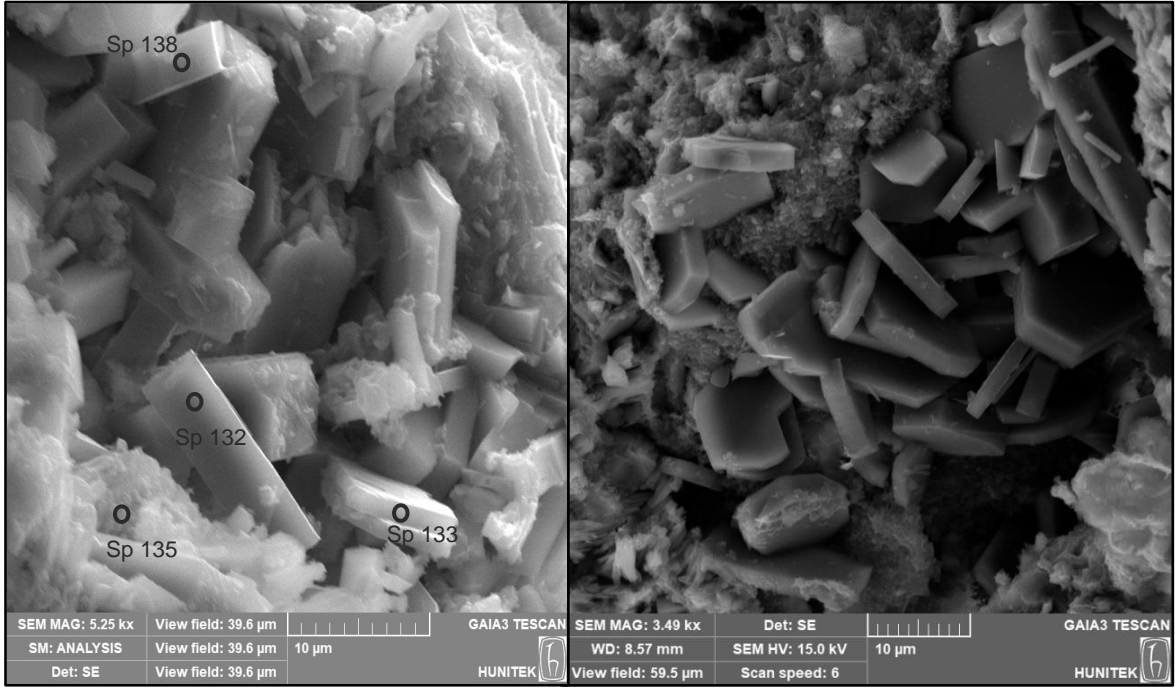
Şekil 4. 29. Kabalar Üyesi'ne ait SM-34 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 97: Simektit, Sp 94, Sp 95, Sp 96, Sp 98: Na-Feldispat)



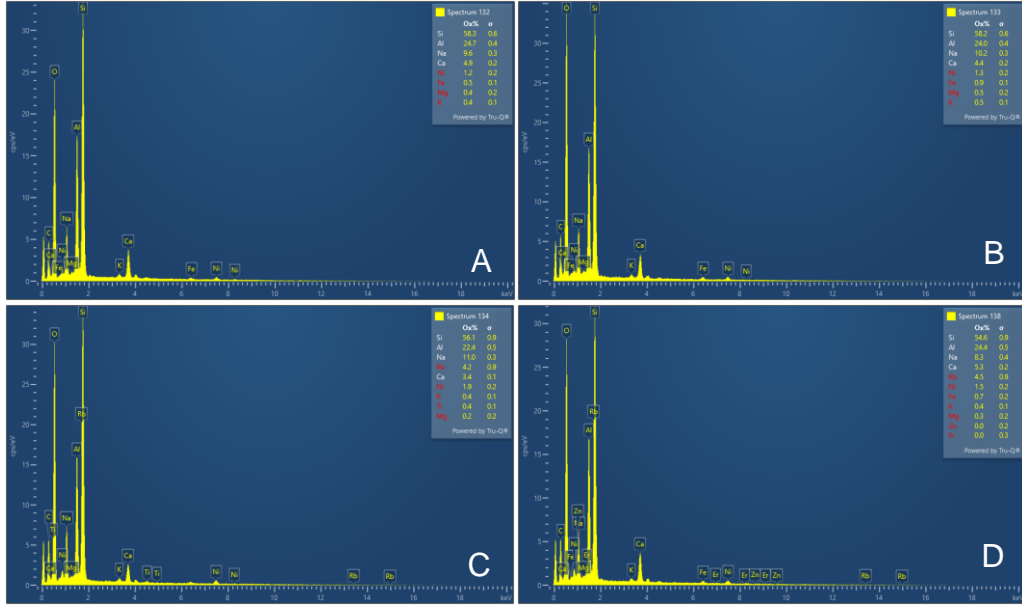
Şekil 4. 30. Kabalar Üyesi'ne ait SM-34 numaralı örneğin EDS görüntüsü (A, B, C, E: Na-Feldispat; D: Simektit)



SM-43 numaralı örnek(kumtaşı); %44 kil, %43 klinoptilolit, %4 illit/mika, %8 feldispat ve %1 kuvars içermektedir. Şekil 4.31’de örneğe ait SEM görüntüsü, Şekil 4.32’de ise EDS görüntüsü verilmiştir. SEM görüntülerinde Sp 132, Sp 133, Sp 135 ve Sp 138’de klinoptilolit minerali tipik olarak gözlenmektedir ve Çizelge 4.23’te klinoptilolit mineralinde bulunan elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması verilmiştir. Örneğe ait bir diğer SEM görüntüsü Şekil 4.33’te, bu görüntüye ait EDS görüntüsü ise Şekil 4.34’te verilmiştir. Burada ise klinoptilolit, kuvars, plajiyoklaz ve kil mineralleri birlikte görüntülenmiştir.



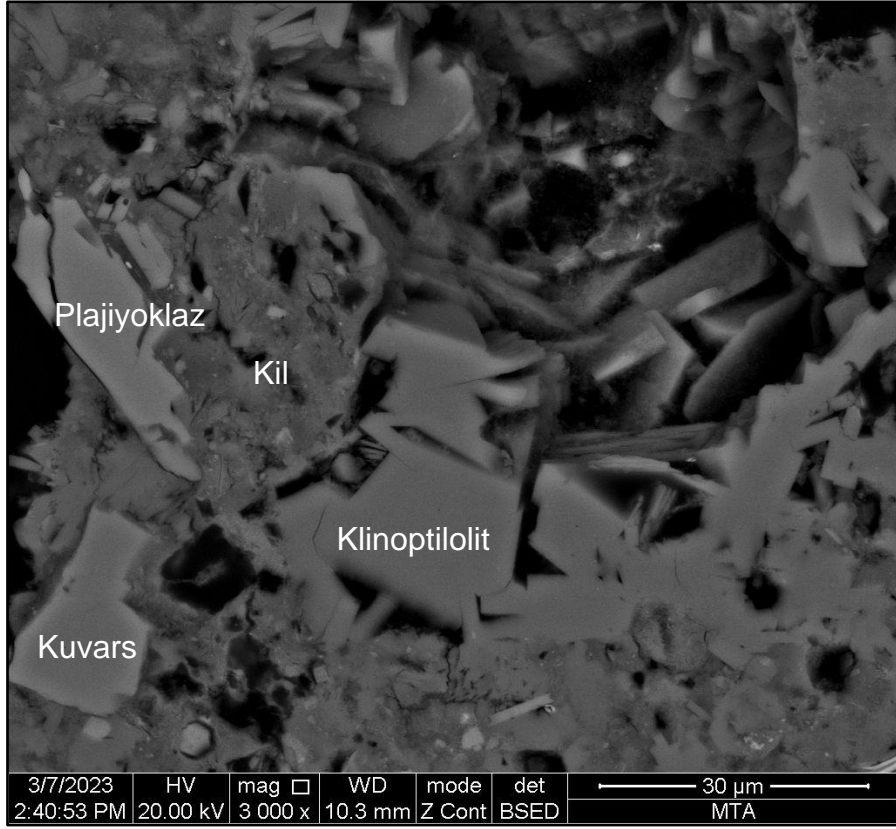
Şekil 4. 31. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 132, Sp 133, Sp 135, Sp 138: Klinoptilolit)



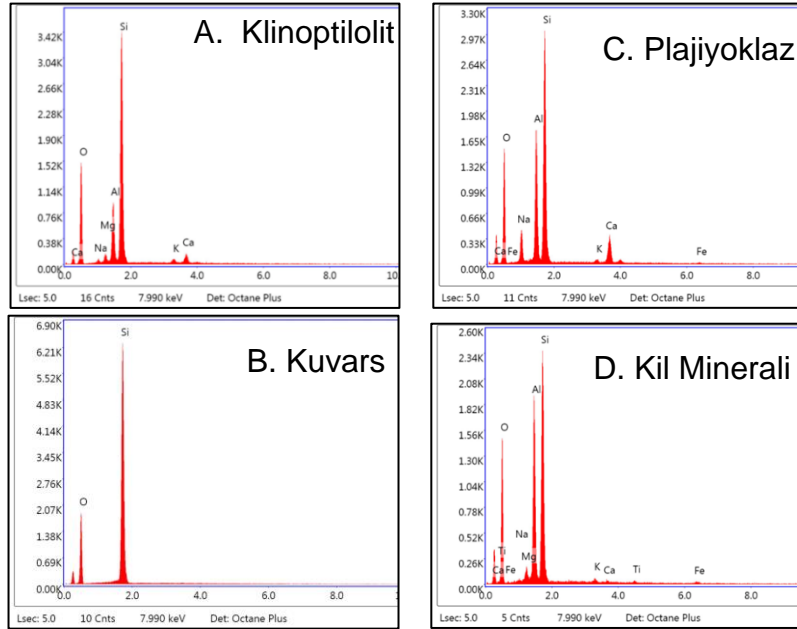
Şekil 4. 32. Kabalar Üyesi'ne ait SM-33 numaralı örneğin EDS görüntüsü (A, B, C, D: Klinoptilolit)

Çizelge 4. 23. SM-33 örneğinde bulunan klinoptilolit minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması

Element	Sp 132	Sp 133	Sp 135	Sp 138	Ortalama
O	47,16	46,95	45,67	45,27	46,26
Na	7,11	7,55	5,92	6,13	6,68
Mg	0,24	0,33	0,01	0,15	0,18
Al	13,08	12,71	13,48	12,91	13,05
Si	27,28	27,19	25,53	25,53	26,38
K	0,33	0,38	-	0,36	0,36
Ca	3,53	3,16	4,45	3,79	3,73
Fe	0,37	0,68	0,40	0,57	0,5
Ni	0,92	1,04	1,15	1,20	1,08
Rb	-	-	3,24	4,08	3,66
Er	-	-	0,15	-	0,15
Toplam	100	100	100	100	

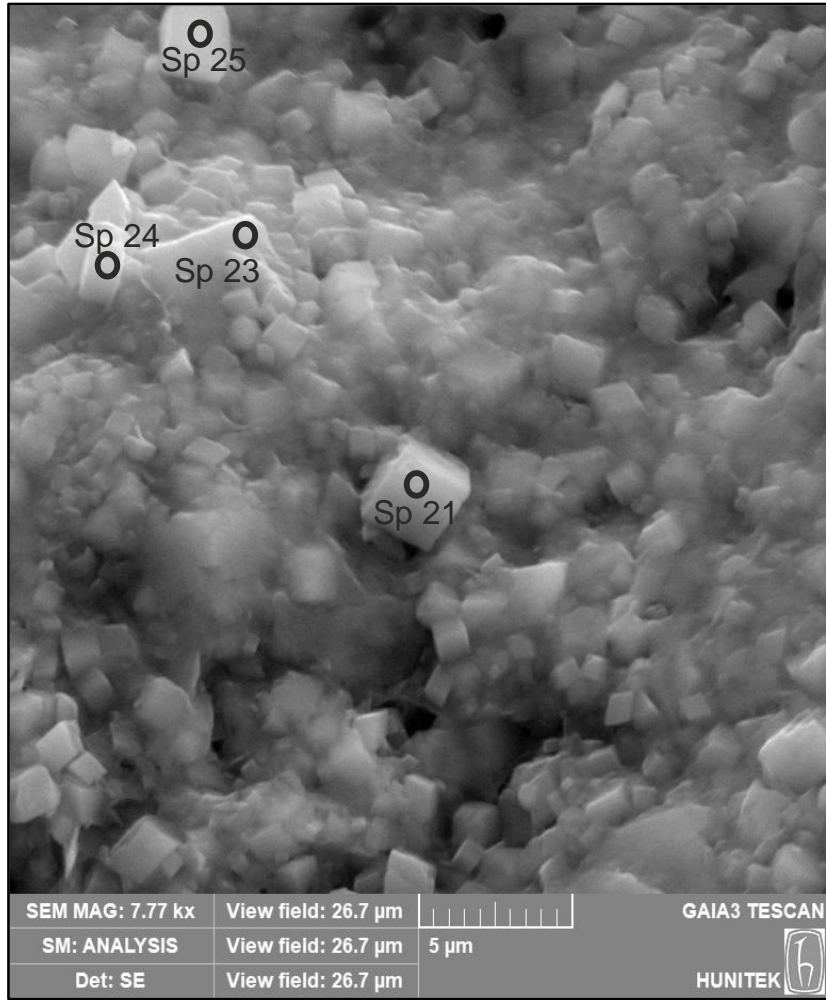


Şekil 4. 33. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 numaralı örneğin SEM görüntüsü



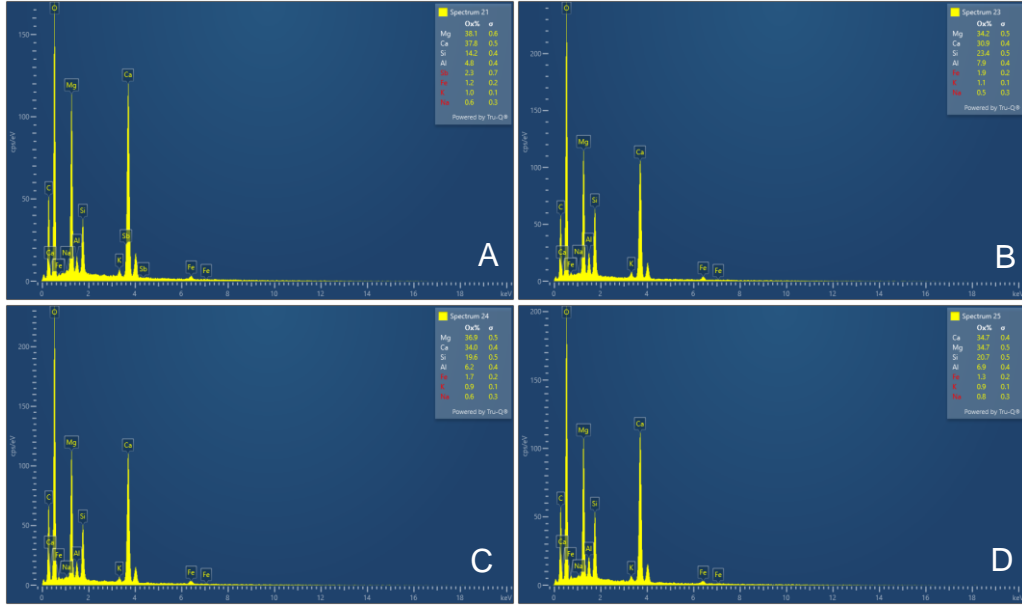
Şekil 4. 34. Kabalar Üyesi'ne ait SM-43 numaralı örneğin EDS görüntüsü

SM-51 numaralı örnek (marn); %53 dolomit, %41 kil (%57 simektit + %40 illit + %3 kaolinit), %4 illit/mika ve %1 feldispat ve kuvars içermektedir. Örneğin SEM görüntüsü Şekil 4.35'te, EDS görüntüsü Şekil 4.36'da verilmiştir. SEM görüntüsünde Sp 21, Sp 23, Sp 24 ve Sp 25'te dolomit mineralleri tespit edilmiş olup, Çizelge 4.24'te dolomit minerallerinde bulunan elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması verilmiştir.



Şekil 4. 35. Kabalar Üyesi'ne ait SM-51 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 21, Sp 23, Sp 24, Sp 25: Dolomit)





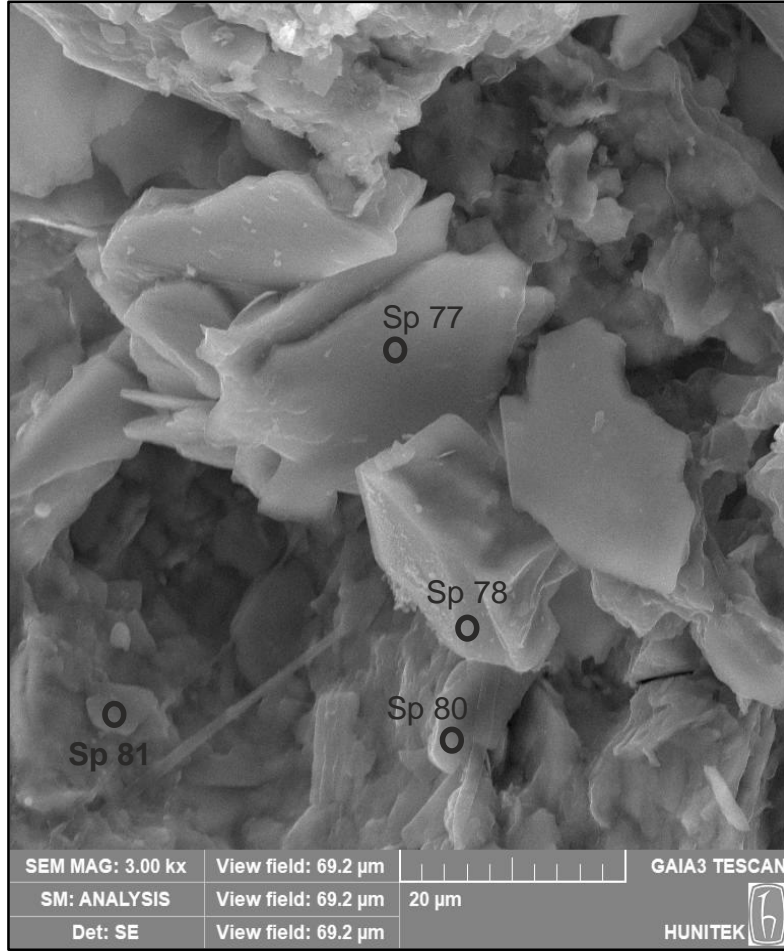
Şekil 4. 36. Kabalar Üyesi'ne ait SM-51 numaralı örneğin EDS görüntüsü (A, B, C, D: Dolomit)

Çizelge 4. 24. SM-51 örneğinde bulunan dolomit minerallerindeki elementlerin ağırlıkça yüzde değerleri ve ortalaması

Element	Sp 21	Sp 23	Sp 24	Sp 25	Ortalama
O	36,67	39,34	38,42	38,57	38,25
Na	0,46	0,39	0,47	0,60	0,48
Mg	22,99	20,65	22,27	20,94	21,71
Al	5,52	4,16	3,31	3,64	4,16
Si	6,62	10,95	9,15	9,65	9,09
K	0,83	0,95	0,76	0,79	0,83
Ca	27,01	22,11	24,30	24,83	24,56
Fe	0,96	1,45	1,33	0,98	1,18
Sb	1,95	-	-	-	1,95
Toplam	100	100	100	100	

#### 4.4.3. Hançili Formasyonu

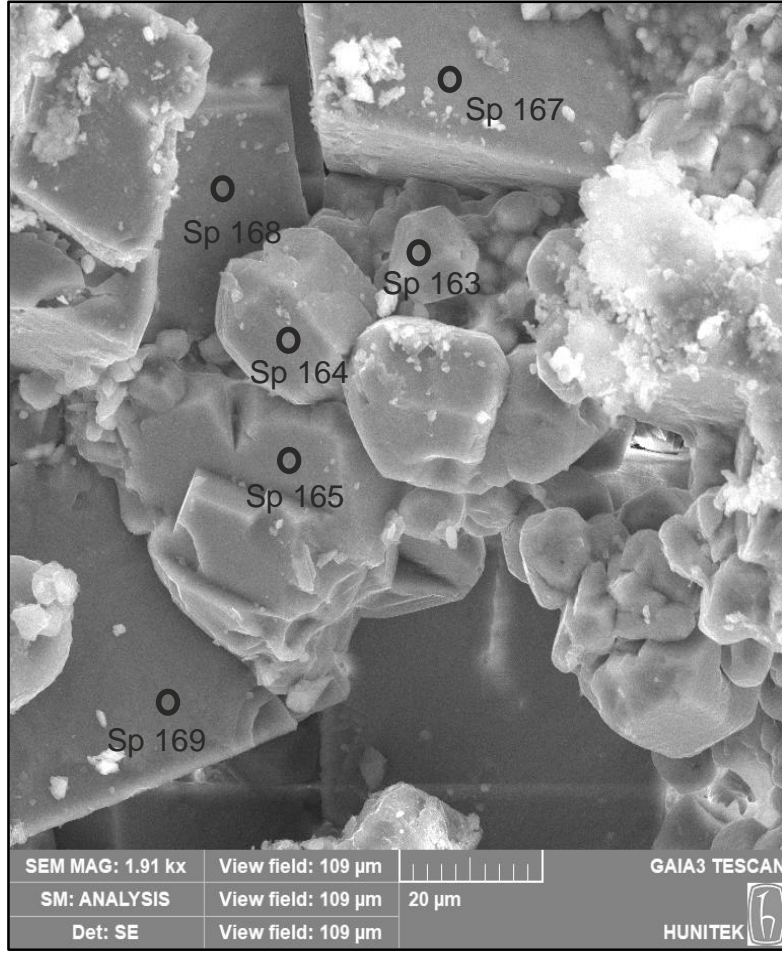
SM-66 numaralı örnek (kıltaşı); %48 illit/mika, %34 kil (%27 simektit + %51 illit + %22 kaolinit), %14 kuvars ve %4 feldispat içermektedir. Örneğin SEM görüntüsü Şekil 4.37'de verilmiştir. Sp 78'de kuvars, Sp77, Sp 80 ve Sp 81'de illit/mika mineralleri olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 37. Hançili Formasyonu'na ait SM-66 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 78: Kuvars, Sp77, Sp 80, Sp 81: İllit/mika)

#### 4.4.4. Örencik Formasyonu

SM-72 numaralı örnek (marn); %36 kalsit, %28 kil (%21 simektit + %58 illit + %3 kaolinit + %18 klorit), %14 dolomit, %15 illit/mika, %4 kuvars ve %3 feldispat içermektedir. Örneğin SEM görüntüsü Şekil 4.38'de verilmiştir. Görüntüde Sp 163, Sp 164, Sp 165 ve Sp 168'de kalsit; Sp 167 ve Sp 169'da ise dolomit minerallerinin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 38. Örencik Formasyonu'na ait SM-72 numaralı örneğin SEM görüntüsü (Sp 163, Sp 164, Sp 165, Sp 168: Kalsit; Sp 167, Sp 169: Dolomit)

## 5. JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

### 5.1. Giriş

Mineralojik analizler sonucunda elde edilen veriler göz önünde bulundurularak jeokimyasal analizler için 30 adet örnek seçilmiştir. Bu örneklerin formasyonlara göre dağılımı yapıldığında; Karatepe Formasyonu'ndan 4 adet, Soğukçam Formasyonu'ndan 3 adet, Kızılçay Formasyonu-Kabalar Üyesi'nden 15 adet, Güvenç Formasyonu'ndan 1 adet, Hançili Formasyonu'ndan 6 adet, Örencik Formasyonu'ndan ise 1 adet örnek seçilmiştir.

Örneklerin jeokimyasal analizleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Jeokimya laboratuvarında ICP-MS, XRF ve Leco yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.

### 5.2. Analiz Sonuçları

Jeokimyasal analizler sonucunda elde edilen majör oksit değerleri, tez içinde değerlendirilen bazı iz element değerleri ve nadir toprak elementi değerleri yaşlıdan gence doğru formasyon bazında aşağıda verilmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen diğer veriler ise EK.1, EK.2 ve EK.3'te verilmiştir.

#### 5.2.1. Karatepe Formasyonu

Karatepe Formasyonu'na ait 4 örnek üzerinde majör ve iz element analizleri gerçekleştirilmiş olup, analiz sonuçları Çizelge 5.1 'de verilmiştir. Analiz edilen tüm örnekler kumtaşı örneğidir ve bu örneklerin SiO<sub>2</sub> içeriğinin %44-%64, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriğinin %11,9-%14,3 arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.1).

Bu formasyona ait örneklerin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) ile Üst Kıtasal Kabuğa ve PAAS'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları (Taylor ve McLennan,1985) Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3'te verilmiştir. PAAS'a ve Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramlarında, Karatepe

Formasyonu birimleri, ağır nadir toprak elementleri bakımından zenginleşme göstermektedir.

Çizelge 5. 1. Karatape Formasyonu'na ait ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri

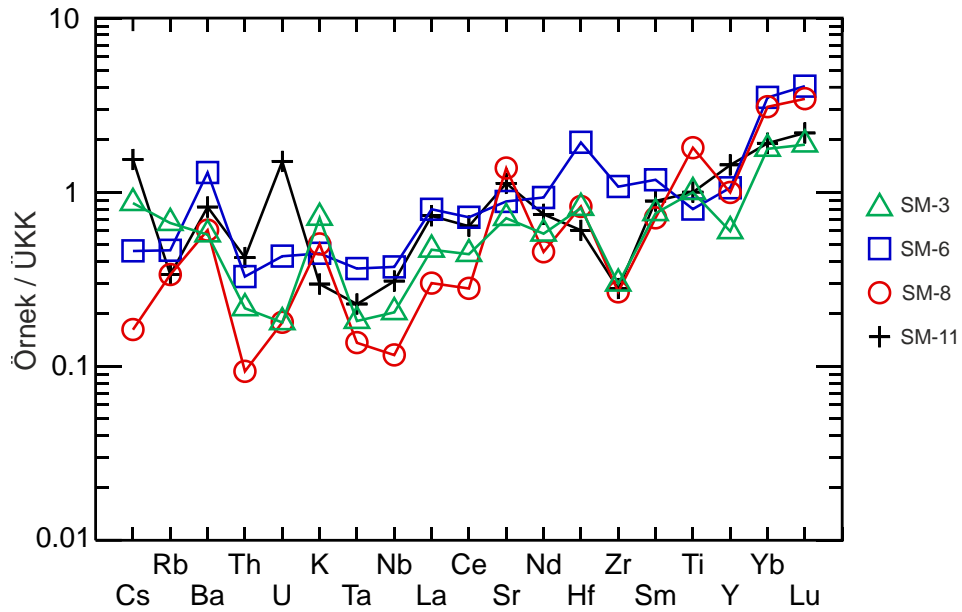
Ana Oksit Değerleri (%)														
Ör. N.	Litoloji	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	A.Ka	Top.
SM-3	Kmt.	64,0	11,9	5,4	<0,01	5,6	2,4	1,6	<0,1	0,6	0,1	0,5	7,70	99,8
SM-6	Kmt.	61,4	13,4	4,3	<0,01	5,9	1,5	1,6	0,1	0,8	<0,1	0,4	10,25	99,65
SM-8	Kmt.	56,2	14,3	3,4	<0,01	9,0	1,7	2,2	0,1	0,3	0,1	0,9	11,40	99,6
SM-11	Kmt.	44,0	14,0	14,5	<0,01	5,1	1,0	1,2	0,7	0,2	0,1	0,5	18,55	99,85

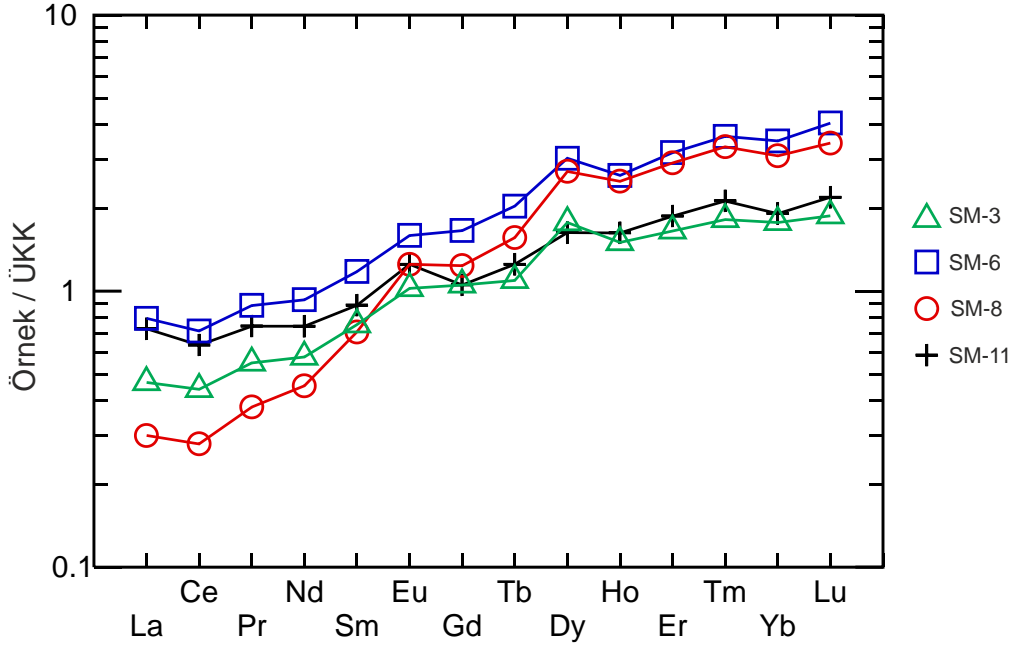
Bazı İz Element Değerleri (ppm)														
Ör. N.	Litoloji	Cs	Rb	Ba	Th	U	Ta	Nb	Sr	Hf	Zr	Ti	Y	Cu
SM-3	Kmt.	3,2	74,4	313,9	2,3	0,5	0,4	5,1	248,2	4,7	56,5	<0,1	13,1	100,8
SM-6	Kmt.	1,7	51,9	712,9	3,5	1,2	0,8	9,3	309,4	11,2	204,4	0,1	23,3	17,2
SM-8	Kmt.	0,6	37,6	332,4	1,0	0,5	0,3	2,9	480,4	4,8	50,8	<0,1	21,9	70,8
SM-11	Kmt.	5,7	37,7	451,8	4,5	4,2	0,5	7,7	393,1	3,5	53,0	0,1	31,5	51,3

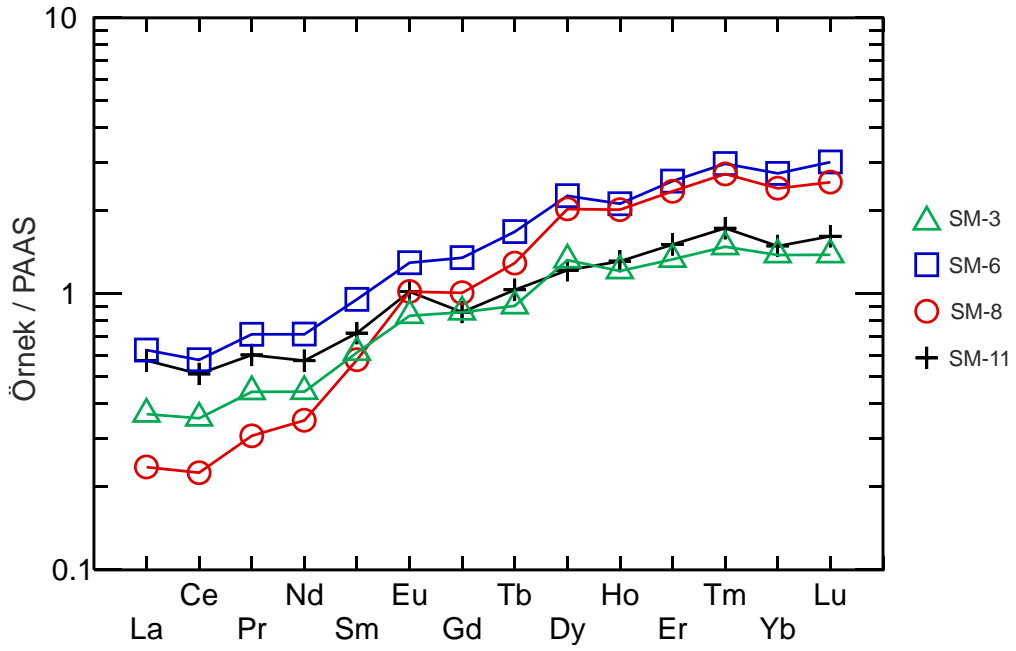
Nadir Toprak Elementi Değerleri (ppm)																	
Ör. N.	Litoloji	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Eu/Eu*	Ce/Ce*
SM-3	Kmt.	14,0	28,2	3,9	15,0	3,4	0,9	4,0	0,7	6,2	1,2	3,8	0,6	3,9	0,6	1,1	0,9
SM-6	Kmt.	23,9	45,9	6,3	24,2	5,3	1,4	6,3	1,3	10,6	2,1	7,3	1,2	7,7	1,3	1,1	0,9
SM-8	Kmt.	9,0	17,9	2,7	11,8	3,2	1,1	4,7	1,0	9,5	1,0	6,7	1,1	6,8	1,1	1,3	0,8
SM-11	Kmt.	21,9	40,8	5,3	19,4	4,0	1,1	4,0	0,8	5,7	1,3	4,3	0,7	4,2	0,7	1,3	0,9



Şekil 5. 1. Karatepe Formasyonu'nun Üst Kitasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan, 1985)



Şekil 5. 2. Karatepe Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)



Şekil 5. 3. Karatepe Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)

### 5.2.2. Soğukçam Formasyonu

Soğukçam Formasyonu'na ait 3 adet kireçtaşı örneği üzerinde majör ve iz element analizleri gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Çizelge 5.2'de verilmiştir. Karbonatlı birimlerin baskın olduğu Soğukçam Formasyonu'nda ortalama CaO miktarı %54,3, ortalama MgO miktarı %0,67, ortalama SiO<sub>2</sub> miktarı ise %1,77'dir. Ateşte kayıp değerlerinin yüksek olması, örneklerin yüksek miktarda kalsit içermesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 5. 2. Soğukçam Formasyonu'na ait ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri

Ana Oksit Değerleri (%)														
Ör. N.	Litoloji	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	A.Ka	Top.
SM-1	Kçt.	0,5	0,2	54,8	<0,01	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	43,75	99,6
SM-18	Kçt.	0,2	<0,1	55,3	<0,01	0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	43,85	99,7
SM-35	Kçt.	4,6	<0,1	52,9	<0,01	0,7	<0,1	1,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	40,15	99,6

Bazı İz Element Değerleri (ppm)														
Ör. N.	Litoloji	Cs	Rb	Ba	Th	U	Ta	Nb	Sr	Hf	Zr	Ti	Y	Cu
SM-1	Kçt.	0,2	21,3	2,8	0,2	1,2	0,3	0,3	90,1	0,2	58,2	<0,1	0,7	0,8
SM-18	Kçt.	<0,1	4,1	4,9	<0,1	0,1	<0,1	0,1	167,4	<0,1	5,3	<0,1	0,3	1,1
SM-35	Kçt.	<0,1	11,5	6,6	<0,1	0,9	<0,1	<0,1	333,0	<0,1	4,8	<0,1	1,1	0,4

Nadir Toprak Elementi Değerleri (ppm)														
Ör. N.	Litoloji	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
SM-1	Kçt.	0,9	1,5	0,2	0,7	0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1	0,1
SM-18	Kçt.	0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
SM-35	Kçt.	0,9	1,4	0,2	0,7	0,2	<0,1	0,2	<0,1	0,4	<0,1	0,2	<0,1	0,2

### 5.2.3. Kızılçay Formasyonu-Kabalar Üyesi

Çalışma alanında en geniş yayılım alanına sahip olan Kızılçay Formasyonu-Kabalar Üyesi'ne ait örnekler üzerinde majör ve iz element analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.3'te verilmiştir. Formasyondaki kumtaşı ve bitümlü şeyl örneklerinin SiO<sub>2</sub> (%53.1-%69.1) ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%11.9-%21.5) değerleri yüksektir. Diğer örnekler killi karbonatlı kayalardır ve buna bağlı olarak CaO ve MgO miktarları daha yüksektir. İllit minerali içeren örneklerin K<sub>2</sub>O miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir.

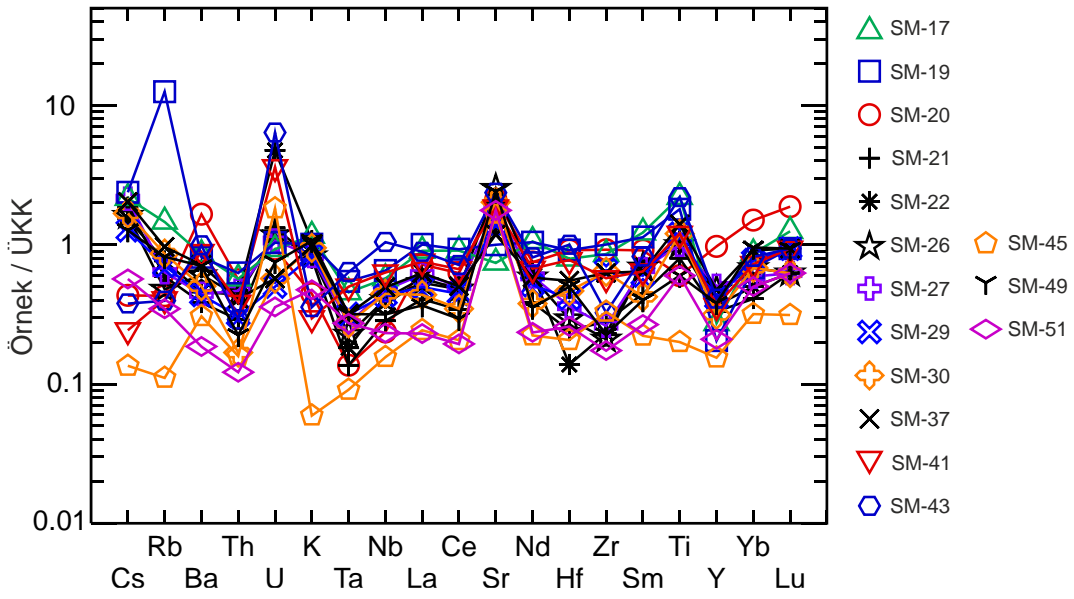
Çizelge 5. 3. Kabalar Üyesi'ne ait örneklerin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri

Ana Oksit Değerleri (%)																
Ör. N.	Litoloji	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	A.Ka	Top.		
SM-17	Bit. Ş.	53,1	21,5	2,7	0,03	5,8	3,9	1,3	0,2	0,4	0,2	1,1	9,50	99,73		
SM-19	Bit. Ş.	64,6	18,8	0,5	0,03	3,2	3,4	0,9	0,1	0,3	0,1	0,9	6,50	99,33		
SM-20	Kmt.	69,1	11,9	2,6	<0,01	1,6	1,5	1,0	<0,01	1,8	0,1	0,3	9,75	99,7		
SM-21	Marn	30,0	7,0	18,2	0,01	3,6	2,7	9,9	0,1	0,2	<0,01	0,4	27,70	99,81		
SM-22	Marn	36,0	9,2	18,7	0,02	3,7	3,6	5,6	0,1	0,2	<0,01	0,5	22,20	99,82		
SM-26	Marn	31,5	7,0	15,9	0,02	4,4	2,8	11,0	0,1	0,3	<0,01	0,5	25,90	99,42		
SM-27	Marn	32,2	9,0	19,8	0,01	4,1	2,8	6,2	0,1	0,2	0,1	0,5	24,80	99,81		
SM-29	Marn	38,5	10,8	15,4	0,02	5,1	2,8	5,4	0,1	1,1	0,1	0,6	19,75	99,67		
SM-30	Marn	46,7	12,2	8,1	0,02	4,7	3,2	5,7	0,1	2,2	0,1	0,6	15,85	99,47		
SM-37	Marn	46,2	13,9	11,8	0,02	4,5	3,3	2,0	0,1	2,5	0,1	0,7	14,35	99,47		
SM-41	Marn	46,5	13,3	7,1	<0,01	5,4	1,0	6,3	0,1	0,5	0,3	0,6	18,70	99,8		
SM-43	Kmt.	54,6	18,3	2,2	0,01	6,0	1,2	1,8	<0,1	1,4	0,2	1,1	12,50	99,31		
SM-45	Dol.	11,3	2,6	25,0	<0,01	1,1	0,2	17,1	0,1	0,1	0,1	0,1	41,35	99,05		
SM-49	Dol.	28,2	6,7	17,8	0,01	3,0	3,6	11,2	0,1	0,5	<0,1	0,3	28,10	99,51		
SM-51	Marn	18,6	5,1	21,2	0,01	3,7	1,6	15,0	<0,1	0,2	<0,1	0,3	34,00	99,71		
Bazı İz Element Değerleri (ppm)																
Ör. N.	Litoloji	Cs	Rb	Ba	Th	U	Ta	Nb	Sr	Hf	Zr	Ti	Y	Cu		
SM-17	Bit. Ş.	8,0	163,4	469,1	6,1	2,6	1,0	14,3	259,1	4,6	162,7	0,5	6,0	51,9		
SM-19	Bit. Ş.	8,8	1406,0	447,1	6,7	2,9	1,2	16,3	349,8	5,3	190,6	0,5	4,5	20,8		
SM-20	Kmt.	1,6	48,2	910,4	6,0	2,6	0,3	4,9	743,5	5,3	174,8	0,2	21,4	4,8		
SM-21	Marn	6,9	66,1	211,1	3,1	3,7	0,3	7,1	707,9	1,4	53,5	0,2	7,3	20,2		
SM-22	Marn	5,7	35,5	251,4	4,7	13,3	0,4	10,3	474,1	0,8	43,8	0,3	8,1	21,8		
SM-26	Marn	6,0	53,6	333,8	4,6	3,3	0,5	10,1	887,3	1,7	39,8	0,2	10,4	14,7		
SM-27	Marn	7,9	71,0	243,5	5,0	3,0	0,6	11,8	620,7	2,1	49,7	0,3	11,1	19,4		
SM-29	Marn	4,7	79,2	239,6	3,3	1,4	0,7	10,8	509,0	2,4	124,9	0,3	9,0	24,8		
SM-30	Marn	6,2	96,6	276,9	1,8	1,6	0,6	11,1	705,8	2,7	121,2	0,3	6,9	24,3		
SM-37	Marn	7,5	108,1	395,2	4,4	1,6	0,7	12,4	414,9	3,2	119,3	0,3	10,4	30,0		
SM-41	Marn	0,9	45,4	487,8	4,1	10,1	1,1	15,8	647,8	4,5	109,4	0,4	8,0	14,5		
SM-43	Kmt.	1,4	44,3	544,2	3,1	17,9	1,4	26,1	826,6	5,8	61,8	0,3	9,0	40,3		
SM-45	Dol.	0,5	12,4	168,7	1,7	5,1	0,2	3,9	585,0	1,2	62,7	0,1	3,4	6,5		
SM-49	Dol.	4,7	91,9	386,2	2,4	2,1	0,7	7,9	845,1	2,9	43,1	0,2	8,4	18,9		
SM-51	Marn	2,1	38,8	102,0	1,3	1,0	0,6	5,8	617,5	1,5	33,0	0,1	4,6	46,5		
Nadir Toprak Elementi Değerleri (ppm)																
Ör. N.	Litoloji	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Eu/Eu*	Ce/Ce*
SM-17	Bit. Ş.	27,1	58,0	7,3	27,5	5,5	1,1	4,4	0,6	2,7	0,4	1,5	0,2	1,9	1,1	1,0
SM-19	Bit. Ş.	30,1	59,4	7,4	27,1	5,1	1,0	4,1	0,5	2,3	0,4	1,3	0,2	1,5	1,0	0,9
SM-20	Kmt.	21,6	40,1	5,3	19,5	4,1	0,7	3,3	0,6	4,1	0,9	3,0	0,5	3,3	0,9	0,9
SM-21	Marn	12,2	21,9	2,8	10,0	2,0	0,5	1,5	0,3	1,6	0,3	1,0	0,2	0,9	1,4	0,9
SM-22	Marn	17,2	30,8	4,4	16,2	3,2	0,7	2,3	0,4	2,1	0,4	1,3	0,2	1,1	1,2	0,8
SM-26	Marn	16,0	30,7	4,0	15,2	3,1	0,8	2,5	0,4	2,5	0,5	1,6	0,2	1,5	1,4	0,9
SM-27	Marn	18,4	32,3	4,2	15,4	3,0	0,7	2,5	0,4	2,4	0,5	1,6	0,2	1,3	1,2	0,9
SM-29	Marn	14,9	28,4	3,6	13,3	2,7	0,7	2,7	0,4	3,0	0,6	1,8	0,3	1,7	1,2	0,9
SM-30	Marn	13,1	22,2	2,7	9,8	1,9	0,5	1,8	0,3	2,2	0,4	1,5	0,2	1,5	1,3	0,9
SM-37	Marn	18,8	32,2	4,2	15,1	2,9	0,7	3,0	0,5	3,3	0,6	2,2	0,3	2,0	1,1	0,8

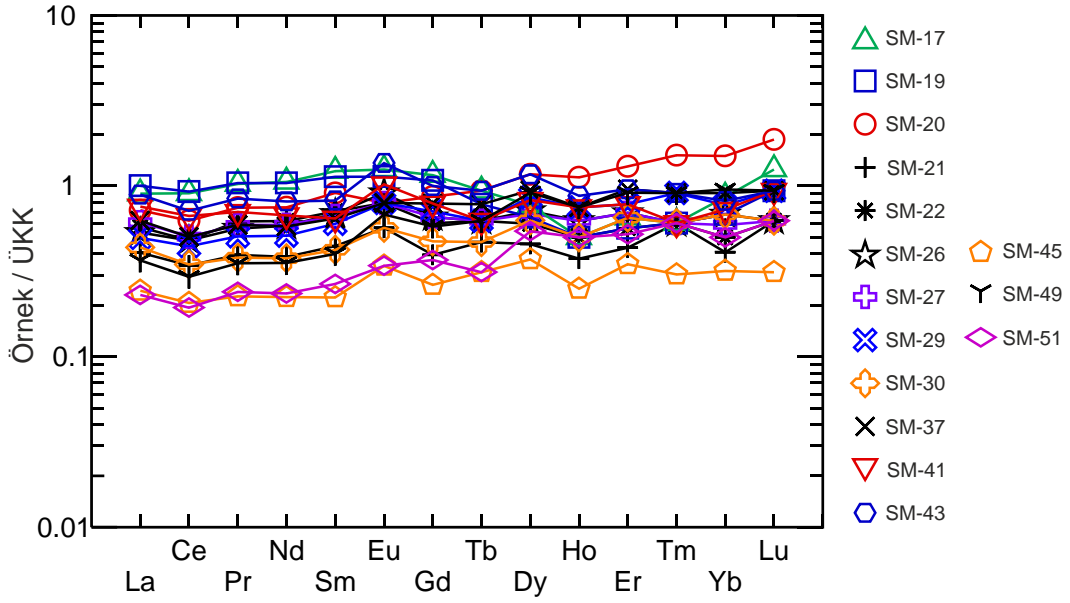


Ör. N.	Litoloji	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Eu/Eu*	Ce/Ce*
SM-41	Marn	22,7	42,7	5,0	17,5	2,9	0,9	3,0	0,4	2,9	0,6	1,8	0,2	1,6	1,4	0,9
SM-43	Kmt.	26,7	45,8	6,0	21,1	3,7	1,2	3,8	0,6	4,1	0,7	2,2	0,3	1,8	1,5	0,8
SM-45	Dol.	7,3	13,2	1,6	5,8	1,0	0,3	1,0	0,2	1,3	0,2	0,8	0,1	0,7	1,4	0,9
SM-49	Dol.	11,0	18,8	2,5	9,2	1,8	0,6	2,2	0,4	3,2	0,6	2,1	0,3	2,1	1,4	0,8
SM-51	Marn	6,9	12,4	1,7	6,1	1,2	0,3	1,4	0,2	1,9	0,4	1,2	0,3	1,1	1,1	0,8

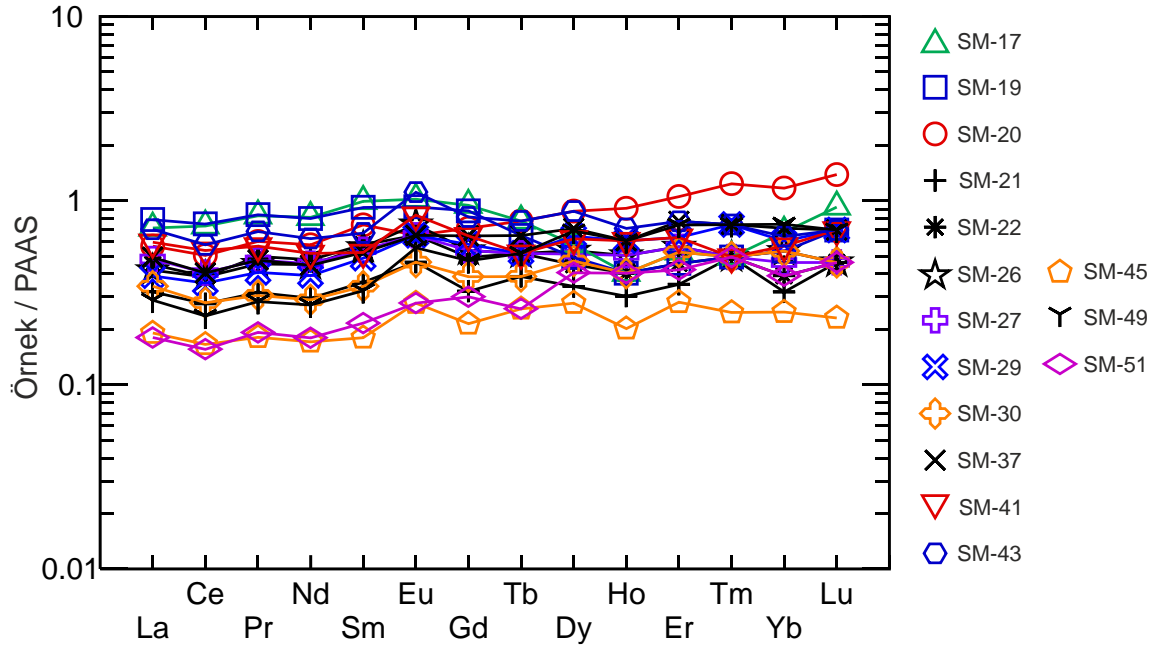
Bu formasyona ait örneklerin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) ile Üst Kıtasal Kabuğa ve PAAS'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları (Taylor ve McLennan,1985) Şekil 5.4, 5.5 ve 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5. 4. Kabalar Üyesi'nin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)



Şekil 5. 5. Kabalar Üyesi'nin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)



Şekil 5. 6. Kabalar Üyesi'nin PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)

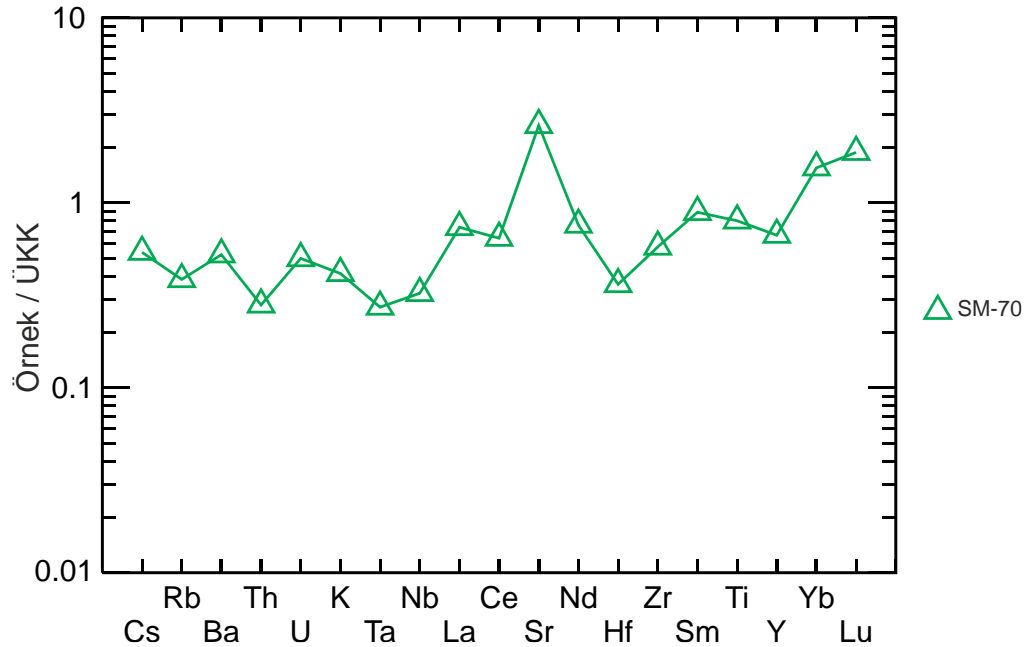
#### 5.2.4. Güvenç Formasyonu

Çalışma alanında Güvenç Formasyonu'ndan alınan bir adet örnek üzerinde majör ve iz element analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.4'te verilmiştir. Güvenç Formasyonu'ndaki killi karbonatlı örneğin CaO, SiO<sub>2</sub>, ve MgO değeri yüksektir ve

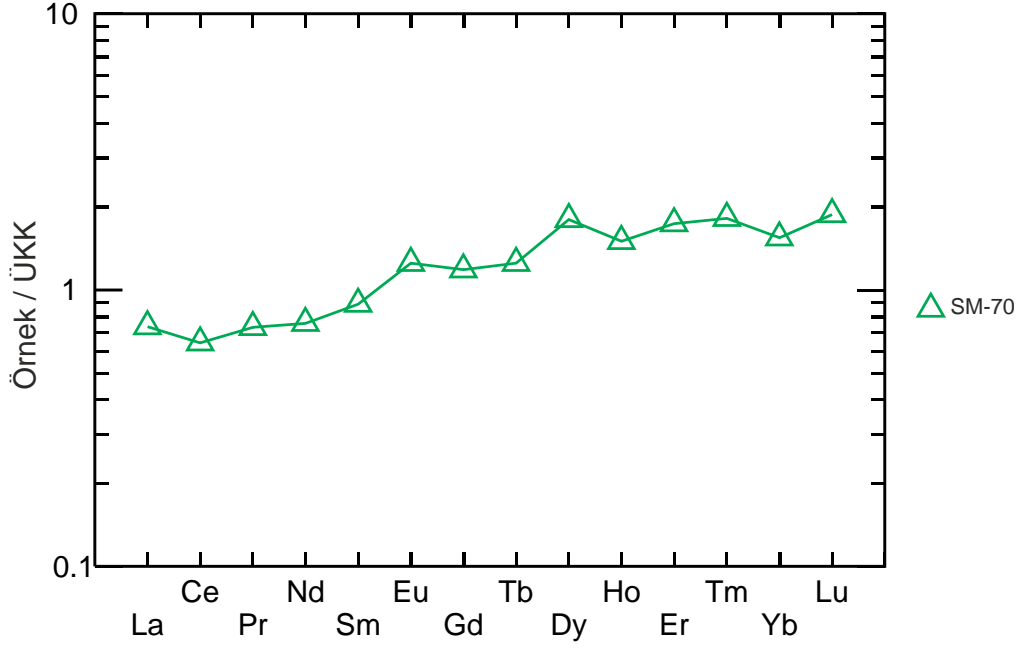
yüksek miktarda kalsit içerdiği için ateşte kayıp değeri fazladır (Çizelge 5.4). Bu formasyona ait örneğin Üst Kitasal Kabuğa (Taylor ve McLennan,1985) göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı ile Üst Kitasal Kabuğa ve PAAS'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları (Taylor ve McLennan,1985) Şekil 5.7, 5.8 ve 5.9'da verilmiştir. PAAS'a ve Üst Kitasal Kabuğa göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramlarında, Güvenç Formasyonu örneğinde ağır nadir toprak elementleri, hafif nadir toprak elementlerine göre zenginleşme göstermektedir.

Çizelge 5. 4. Güvenç Formasyonu'na ait örneğin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri

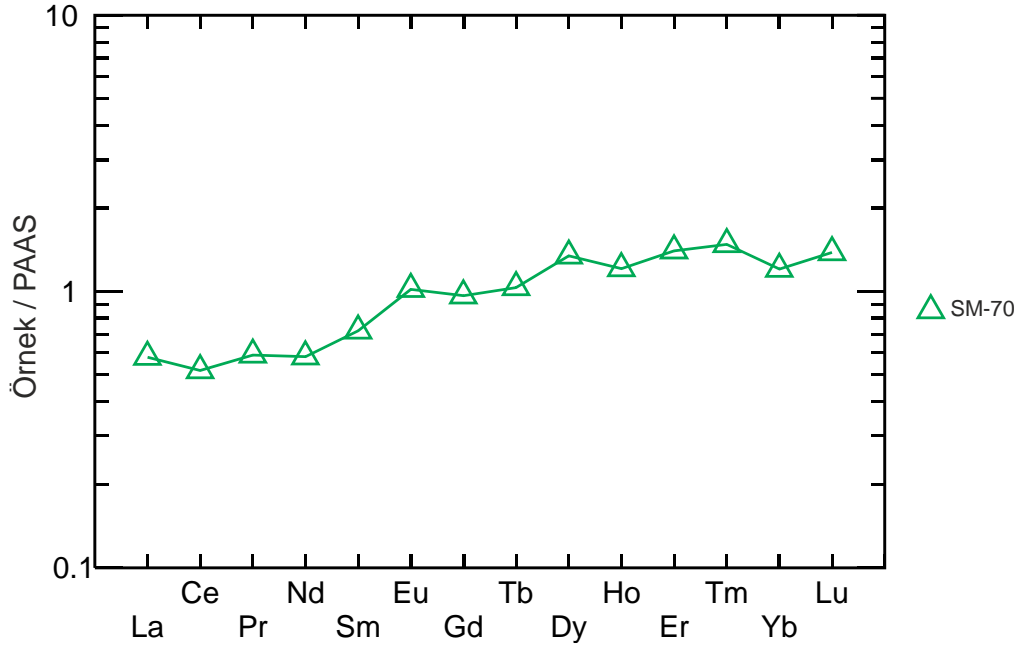
Ana Oksit Değerleri (%)																	
Ör. N.	Litoloji	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	A.Ka	Top.			
SM-70	Marn	29,1	5,4	24,5	0,01	2,3	1,4	7,2	0,1	1,0	0,1	0,4	27,9	99,46			
Bazı İz Element Değerleri (ppm)																	
Ör. N.	Litoloji	Cs	Rb	Ba	Th	U	Ta	Nb	Sr	Hf	Zr	Ti	Y	Cu			
SM-70	Marn	2,0	43,1	288	3,0	1,4	0,6	8,1	917,6	2,1	109,6	0,1	14,7	15,2			
Nadir Toprak Elementi Değerleri (ppm)																	
Ör. N.	Litoloji	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Eu/Eu*Ce/Ce*	
SM-70	Marn	22,1	41,2	5,2	19,7	4,0	1,1	4,5	0,8	6,3	1,2	4,0	0,6	3,4	0,6	1,2	0,9



Şekil 5. 7. Güvenç Formasyonu'nun Üst Kitasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)



Şekil 5. 8. Güvenç Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)



Şekil 5. 9. Güvenç Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)

### 5.2.5. Hançili Formasyonu

Hançili Formasyonu'ndan seçilen 6 adet örnek üzerinde jeokimyasal analiz gerçekleştirilmiştir ve litolojileri ile birlikte analiz verileri Çizelge 5.5'te verilmiştir. Formasyondan alınan kireçtaşı örneğinin CaO miktarı %49,7, MgO miktarı %1, SiO<sub>2</sub> miktarı %6,5 değerindedir ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri diğer birimlere nazaran daha düşüktür. Kil ve mika minerallerinin bol olduğu örneklerde (SM-59, SM-66 ve SM-69) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerlerinin yüksek olduğu ve baskın kil minerali illit olduğu için bu örneklerin K<sub>2</sub>O değerlerinin de yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 5.5).

Bu formasyona ait örneklerin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) ile Üst Kıtasal Kabuğa göre ve PAAS'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları (Taylor ve McLennan,1985) Şekil 5.10, 5.11 ve 5.12'de verilmiştir. Üst Kıtasal Kabuğa ve PAAS'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramlarında, nadir toprak elementleri yataya yakın bir çizgi gösterirken, Eu elementinde pozitif anomali mevcuttur. Çoklu element diyagramında kireçtaşı birimleri genel olarak üst kıtasal kabuğa göre fakirleşme göstermektedir.

Çizelge 5. 5. Hançili Formasyonu'na ait örneklerin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri

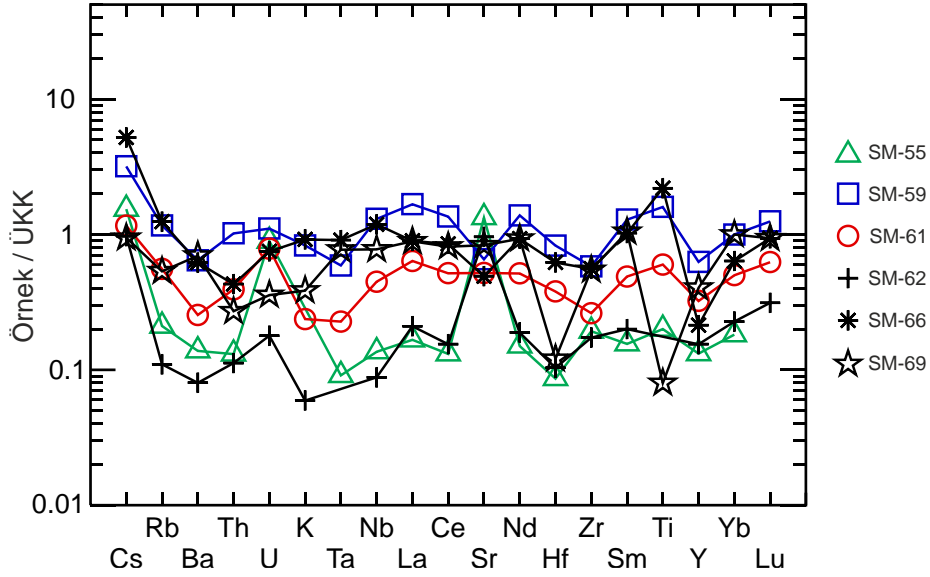
Ana Oksit Değerleri (%)														
Ör. N.	Litoloji	SiO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	A.Ka	Top.
SM-55	K. Kçt.	7,4	2,2	38,9	<0,01	1,0	0	8,8	0,1	0,1	0,1	0,1	40,65	99,4
SM-59	Kmt.	56,8	14,9	2,4	0,01	5,4	2,8	6,0	<0,1	0,7	0,7	0,8	9,85	99,8
SM-61	Marn	17,9	5,0	38,9	0,01	1,8	0,8	1,4	0,1	0,3	0,3	0,3	32,90	99,5
SM-62	Kçt.	6,5	1,6	49,7	0,01	0,6	0,2	1,0	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	40,15	99,9
SM-66	Kiltaşı	64,6	17,2	0,6	0,03	5,5	3,1	1,3	0,1	0,7	0,2	1,1	5,35	99,8
SM-69	Kiltaşı	48,8	10,4	13,0	0,03	5,4	1,3	2,5	0,2	1,8	0,2	1,2	15,05	99,9

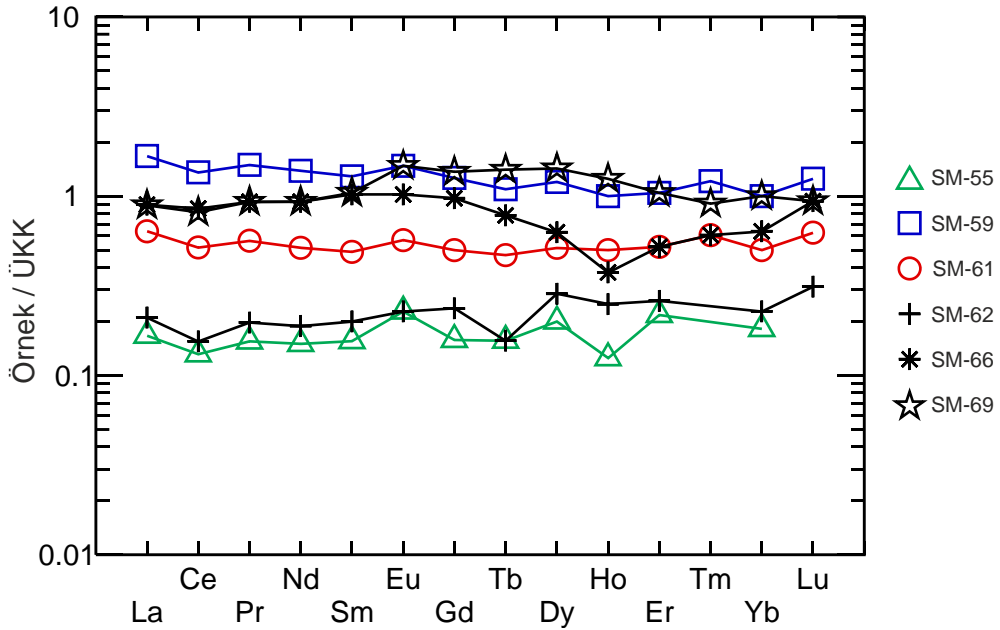
Bazı İz Element Değerleri (ppm)														
Ör. N.	Litoloji	Cs	Rb	Ba	Th	U	Ta	Nb	Sr	Hf	Zr	Ti	Y	Cu
SM-55	K. Kçt.	5,7	23,6	76,0	1,4	2,5	0,2	3,4	466,0	0,5	36,7	0,1	2,9	3,9
SM-59	Kmt.	11,8	130,8	354,9	10,9	3,1	1,3	32,6	229,5	4,8	110,5	0,3	13,8	25,1
SM-61	Marn	4,3	62,3	139,8	4,2	2,2	0,5	11,2	181,8	2,2	49,8	0,2	7,1	8,2
SM-62	Kçt.	3,6	12,3	44,1	1,2	0,5	<0,1	2,2	335,5	0,6	32,9	0,1	3,4	2,6
SM-66	Kiltaşı	19,3	139,1	340,9	4,6	2,1	2,0	29,7	171,9	3,6	106,1	0,8	4,7	23,2
SM-69	Kiltaşı	3,5	59,9	383,2	2,9	1,0	1,7	19,4	291,3	0,7	104,0	0,2	8,9	17,1

Nadir Toprak Elementi Değerleri (ppm)

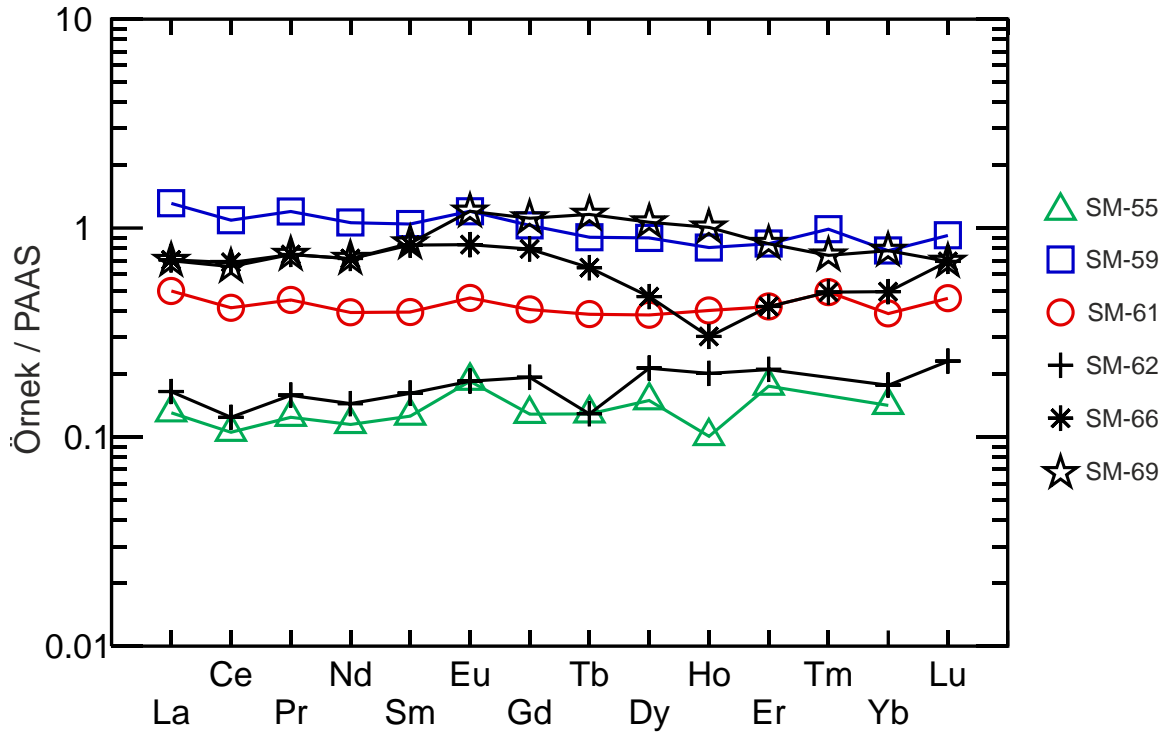
Ör. N.	Litoloji	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Eu/Eu*	Ce/Ce*
SM-55	K. Kçt.	5,0	8,4	1,1	3,9	0,7	0,2	0,6	0,1	0,7	0,1	0,5	<0,1	0,4	<0,1	1,5	0,8
SM-59	Kmt.	50,2	86,8	10,6	36,0	5,8	1,3	4,8	0,7	4,2	0,8	2,4	0,4	2,2	0,4	1,2	0,9
SM-61	Marn	19,1	33,1	4,0	13,4	2,2	0,5	1,9	0,3	1,8	0,4	1,2	0,2	1,1	0,2	1,2	0,9
SM-62	Kçt.	6,3	9,9	1,4	4,9	0,9	0,2	0,9	0,1	1,0	0,2	0,6	<0,1	0,5	0,1	1,0	0,8
SM-66	Kiltaşı	26,9	54,5	6,6	24,2	4,6	0,9	3,7	0,5	2,2	0,3	1,2	0,2	1,4	0,3	1,0	0,9
SM-69	Kiltaşı	26,7	52,1	6,6	24,2	4,7	1,3	5,2	0,9	5,0	1,0	2,4	0,3	2,2	0,3	1,2	0,9



Şekil 5. 10. Hançili Formasyonu'nun Üst Kitasal Kabuğa normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) göre



Şekil 5. 11. Hançili Formasyonu'nun Üst Kitasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)



Şekil 5. 12. Hançili Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)

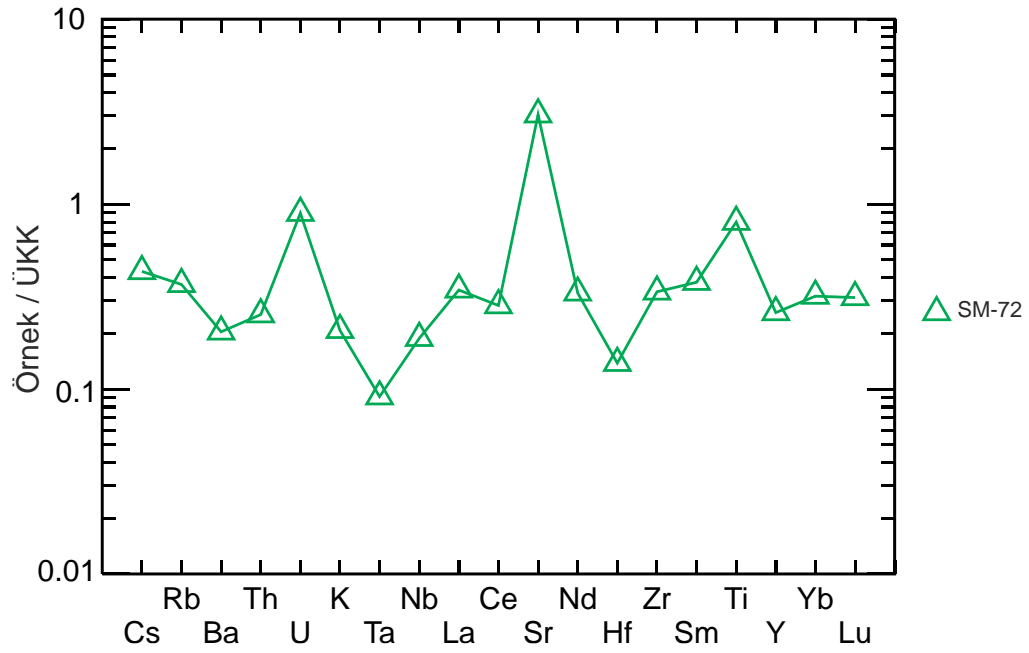
### 5.2.6.Örencik Formasyonu

Örencik Formasyonu'nda analiz edilen marn örneğinin SiO<sub>2</sub> miktarı %22,5, CaO miktarı %32,5, MgO miktarı %4,6'dır ve karbonat içeriği yüksek olduğu için ateşte kayıp değeri de yüksektir (Çizelge 5.6).

Şekil 5.13, 5.14 ve 5.15'te, bu formasyona ait örneğin Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985) ile Üst Kıtasal Kabuğa göre ve PAAS'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları (Taylor ve McLennan,1985) verilmiştir. Üst Kıtasal Kabuğa ve PAAS'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramlarında, örnek tüm elementlerce fakirleşme göstermektedir. Çoklu element diyagramında, Sr elementi Üst Kıtasal Kabuğa göre zenginleşmiştir.

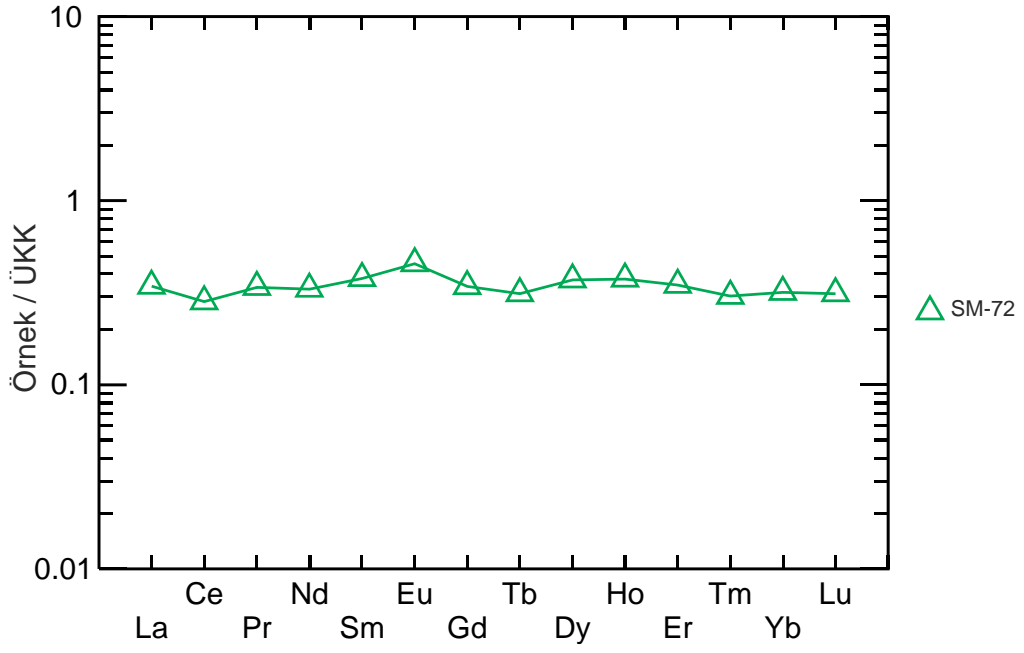
Çizelge 5. 6. Örencik Formasyonu'na ait örneğin ana oksit, bazı iz element ve nadir toprak elementi değerleri

Ana Oksit Değerleri (%)																	
Ör. N.	Litoloji	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	A.Ka	Top.			
SM-72	Marn	22,5	4,8	32,5	0,03	2,4	0,7	4,6	0,1	0,3	0,1	0,4	31,45	99,8			
Bazı İz Element Değerleri (ppm)																	
Ör. N.	Litoloji	Cs	Rb	Ba	Th	U	Ta	Nb	Sr	Hf	Zr	Ti	Y	Cu			
SM-72	Marn	1,6	41,2	112,0	2,7	2,5	0,2	4,7	1065,5	0,8	63,7	0,2	5,7	12,9			
Nadir Toprak Elementi Değerleri (ppm)																	
Ör. N.	Litoloji	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Eu/Eu*	Ce/Ce*
SM-72	Marn	10,3	18,1	2,4	8,6	1,7	0,4	1,3	0,2	1,3	0,3	0,8	0,1	0,7	0,1	1,3	0,8

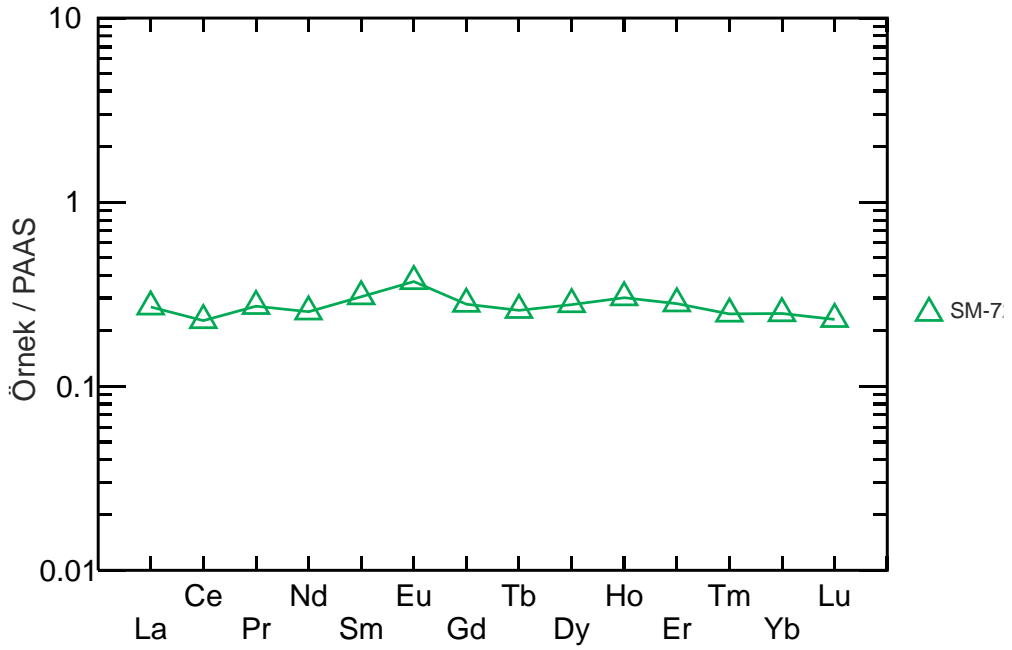


Şekil 5. 13. Örencik Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)





Şekil 5. 14. Örencik Formasyonu'nun Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor & McLennan,1985)



Şekil 5. 15. Örencik Formasyonu'nun PAAS'a göre normalize edilmiş Nadir Toprak Elementi diyagramı (Taylor ve McLennan,1985)

### 5.3. Jeokimyasal Sonuçlar

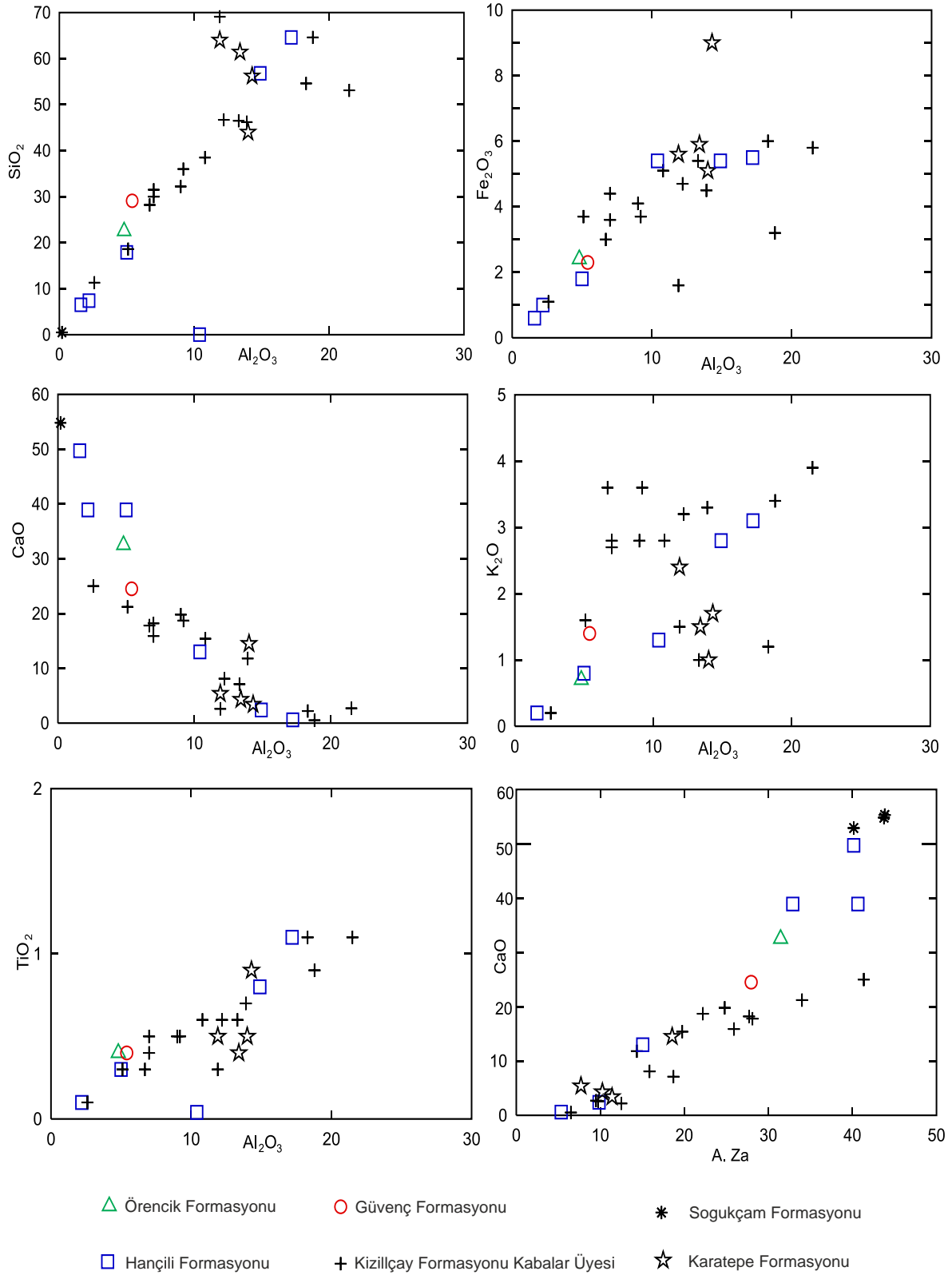
Jeokimyasal veriler kullanılarak örneklerin kaynak kayacının kompozisyonu hakkında ve olduğu bölge hakkında yorum yapılmıştır. Aşağıda yorumlanan kayaç ayırım diyagramları ve Th/Co-La/Sc diyagramlarına ait veriler Çizelge 5.7'de verilmiştir. Formüllerin hesaplanması için gerekli olan majör ve iz element değerleri dedeksiyon limitinin altında kalan örneklerde, bu değerler hesaplanamamıştır.

Çizelge 5. 7. Tektonik ortam ve kaynak kayaç kökeni diyagramları için kullanılan değerler

	Karatepe F.				Soğukçam F.			Kabalar Ü.		
	SM-3	SM-6	SM-8	SM-11	SM-1	SM-18	SM-35	SM-17	SM-19	SM-20
F1	-0,31	1,51	1,55	8,28	-	-	-	1,41	-2,01	-2,08
F2	1,29	-0,19	-0,84	2,51	-	-	-	2,50	0,59	0,78
La/Sc	0,74	1,34	0,24	1,1	0,38	0,05	0,33	1,28	1,64	3,04
Th/Co	0,24	0,74	0,05	0,43	0,33	-	-	0,35	0,51	1,71
DF1	-	-	2,53	0,7	-	-	-	2,46	2,69	-
DF2	-	-	-0,6	-3,55	-	-	-	-1,46	-1,94	-
Kabalar Ü.										
	SM-21	SM-22	SM-26	SM-27	SM-29	SM-30	SM-37	SM-41	SM-43	SM-45
F1	-9,71	-2,83	-12,43	-1,90	-1,29	-5,63	2,93	-4,14	2,39	-17,32
F2	16,33	13,09	16,71	13,01	11,41	10,95	9,14	5,45	0,2	24
La/Sc	1,09	5,38	5,16	6,13	1,21	1,15	1,32	3,07	1,91	1,78
Th/Co	0,4	47	0,52	0,94	0,29	0,26	0,38	0,27	0,14	0,89
DF1	-	-	-	4,44	1,77	0,75	0,40	0,6	-	0,72
DF2	-	-	-	-2,17	-0,71	-0,58	0,39	-1,3	-	-5,05
Kabalar Ü.      Güvenç F.      Haççili F.      Örencik F.										
	SM-49	SM-51	SM-70	SM-55	SM-59	SM-61	SM-62	SM-66	SM-69	SM-72
F1	-13,3	-15,07	-1,73	3,62	-8,07	15,78	-	-1,56	2,71	7,32
F2	19,45	21,7	15,54	20,32	6,12	13,39	-	0,66	6,11	13,98
La/Sc	0,92	0,56	2,08	1,04	4,87	2,62	1,58	1,91	2,34	1,75
Th/Co	0,49	0,16	0,32	0,3	0,74	0,79	0,75	0,24	0,16	0,39
DF1	-	-	1,29	-	-	1,48	-	1,76	-0,25	1,82
DF2	-	-	-1,78	-	-	-1,37	-	-0,33	-0,55	-2,23

Örneklerin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün ayrışma, diyajenez ve metamorfizma esnasında immobil yapısından dolayı farklı litolojiler arasında karşılaştırma yapmak için normalizasyon faktörü olarak kullanılmıştır (Bauluz ve ark. 2000). Şekil 5.16'da majör oksitlerin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'e karşı ve Ateşte Kayıp değerlerinin CaO'e karşı diyagramları verilmiştir. Örnekler; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'e karşı CaO ile negatif, SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile pozitif korelasyon göstermektedir. CaO ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün negatif korelasyonu, Ca'un

denizel kökenli olduğunu ve detritik kökenden önemli ölçüde etkilenmediğini göstermektedir (Hofer ve ark., 2013). CaO ile Ateşte Kayıp arasındaki pozitif korelasyon da CaO'in çoğunlukla karbonatlardan türediği varsayımını desteklemektedir (Von Eynatten, 2003). SiO<sub>2</sub>'de gözlenen pozitif korelasyon silikatlı minerallerin (kuvars, feldispat, kil mineralleri vd.) artışı sonucu ortaya çıkmaktadır. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün TiO<sub>2</sub> ile pozitif korelasyon göstermesi ise, formasyonların kil minerallerince baskın olarak kontrol edildiğini desteklemektedir (Ross ve Bustin,2009).



Şekil 5. 16. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'e göre majör oksit ve CaO'a göre Ateşte Kayıp diyagramı

Atom ağırlığı 57-71 arasında olan elementler, Nadir Toprak Elementleri veya Lantanitler olarak tanımlanmakta olup; La-Sm arasında olanlar Hafif Nadir Toprak Elementleri (HNTE), Eu-Lu arasında olanlar Ağır Nadir Toprak Elementleri (ANTE) olarak adlandırılmaktadır. Nadir toprak elementleri bozunma ve metamorfizma gibi etkilere diğer iz elementlerden daha dayanıklı oldukları için, sedimanların kaynak kayaları hakkında bilgi vermektedir (Nance ve Taylor,1976). Nadir toprak elementleri Taylor ve McLennan (1985)'in verileri ile PAAS (Post-Archean Australian Shale) ve Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiştir. PAAS verilerine göre Eu ve Ce anomalileri hesaplanmıştır (Çizelge 5.1, Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6). Eu/Eu\* ve Ce/Ce\* değerleri 1'den büyük olan örnekler pozitif anomali, 1'den küçük olan örnekler ise negatif anomali göstermektedir.

$$Eu/Eu^* = E_{uN} / (S_{mN} \times G_{dN})^{0.5}$$

$$Ce/Ce^* = C_{eN} / (L_{aN} \times P_{rN})^{0.5}$$

PAAS ve Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş diyagramlarda Eu pozitif anomali göstermektedir ( $Eu/Eu^* > 1$ ). Pozitif Eu anomalisi, kaynak kayacın çökmesine kadar geçirdiği magmatik süreç sinyallerini kaydettiği için önemli bir faktördür (Sousa ve ark., 2022). Silisiklastik sedimanlarda görülen pozitif Eu anomalisi, özellikle felsik eriyiklerde plajiyoklaz ve K-feldispatların korunması ile açıklanmaktadır (Terekhov ve Shcherbekova, 2006; Sousa ve ark., 2022). Bu nedenle örneklerde gözlenen pozitif Eu anomalisi, sedimanter birimlerin kaynak kayacının felsik kökenli olduğunu göstermektedir (Liu ve ark., 2015. Sousa ve ark., 2022). Denizel sedimanlarda ise negatif Ce anomalisi birimlerin çökmesinde oksik ortam koşullarının, pozitif Ce anomalisi anoksik ve suboksik koşulların etkin olduğunu göstermektedir (Pattan ve ark.,2005). Çalışma alanındaki Karatepe Formasyonu ve Güvenç Formasyonu'ndaki denizel sedimanlar negatif anomali göstermektedir ( $Ce/Ce^* < 1$ ) ve bu birimlerin oksik koşullarda oluştuğu düşünülmektedir.

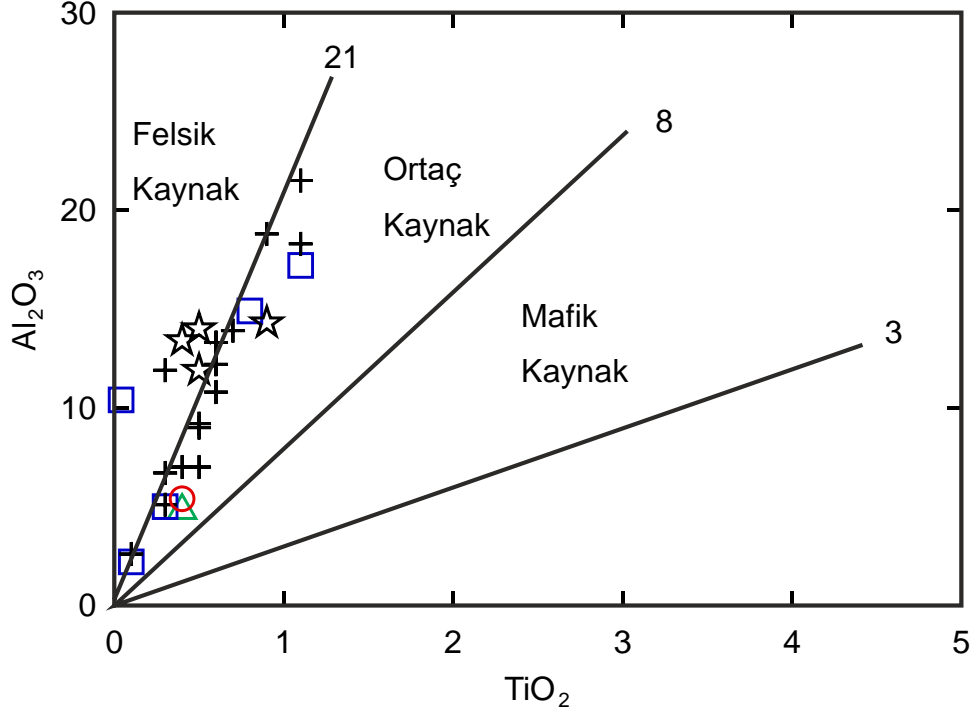
Formasyonların nadir toprak elementi diyagramları karşılaştırıldığında, formasyonların büyük bir kısmında daha yataya yakın dağılım ve pozitif Eu anomalisi gözlenirken; Karatepe Formasyonu ile Güvenç Formasyonu'nda ağır nadir toprak elementlerinde zenginleşme görülmektedir. Deniz suyunda nadir toprak elementleri, Fe-Mn'ca zengin organik maddeler tarafından absorbe edilerek deniz suyundan ayrılma eğilimindedir ve ortamdaki hafif nadir toprak elementleri daha önce ayrılmaktadır (Deng ve ark.,2017). Çalışma alanında denizel ortamda çökelmiş Karatepe Formasyonu ile Güvenç Formasyonu'na ait birimlerin nadir toprak element diyagramlarında (Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.8 ve Şekil 5.9) ağır nadir toprak elementlerin, hafif nadir toprak elementlerine göre daha zengin olduğu görülmektedir. Bu nadir toprak elementi çizgisi, Deng ve ark. (2017)'a göre denizel ortamda çökelmiş örneklerin gösterdiği tipik bir dağılımdır. Karatepe Formasyonu ile Güvenç Formasyonu'na ait nadir toprak elementi diyagramlarının, diğer formasyonlardan daha farklı bir dağılıma sahip olması bu durumdan kaynaklanmaktadır.

Sr elementi plajiyoklaz ve karbonat minerallerinde bulunmaktadır, bu nedenle Sr elementi özellikle karbonat ve feldispat mineral içeriği yüksek olan marn ve kireçtaşı birimlerinde üst kıtasal kabuğa göre zenginleşmiştir. Ba, K-feldispatlarda; K, Rb ve Cs ise mika ve K-feldispatlarda bulunmaktadır. Ba elementinin üst kıtasal kabuğa göre fakirleşmesinin nedeni killerin rekristalizasyonuna ve K-feldispatların yıkımına bağlı olabilir (Nyakairu, 2001).

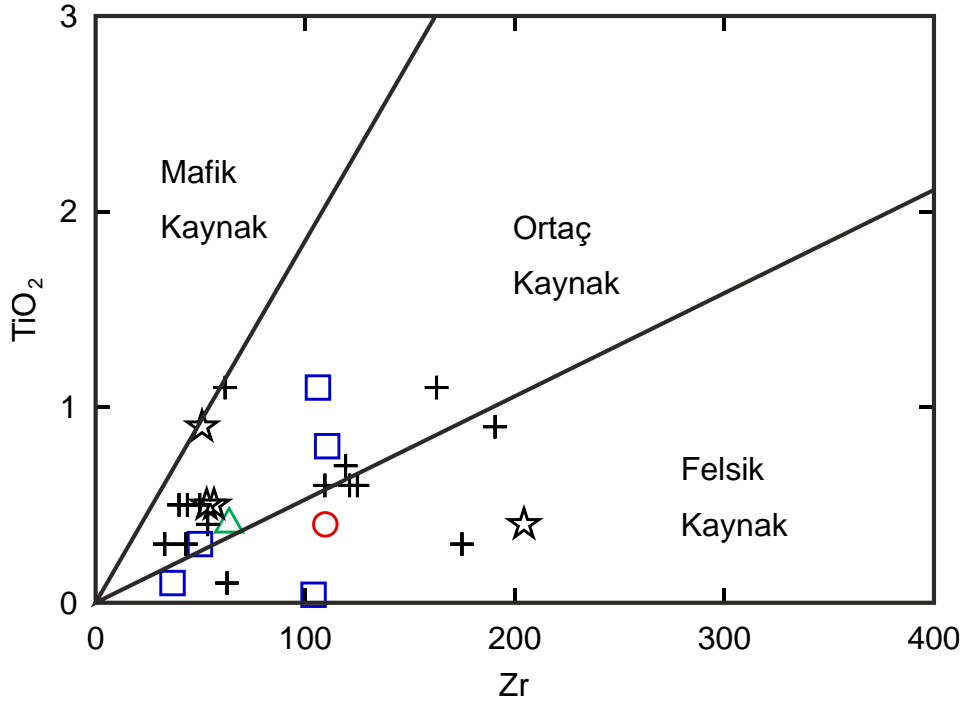
Kaynak kayaçların bozunması esnasında çoğu element kısmen yıkanırken; Al, Ti ve Zr oksitlerinin çözünürlüğünün düşük olması nedeni ile bu elementler, immobil element olarak ele alınmaktadır (Hayashi ve ark., 1997). Buna istinaden sedimanların kaynak kayaçları hakkında bilgi edinmek amacı ile Hayashi ve ark. (1997)'nin önerdiği  $TiO_2$ -Zr ve  $Al_2O_3/TiO_2$  grafikleri kullanılmıştır.

Örneklerin,  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı 3-8 arasında ise mafik, 8-21 arasında ise ortaç, 21-70 arasında ise felsik kayaçtan türediğine işaret etmektedir (Hayashi ve ark., 1997).

$Al_2O_3/TiO_2$  oranı diyagramı, örneklerin hem felsik hem ortaç kaynaktan türediğini göstermektedir (Şekil 5.17).  $TiO_2-Zr$  diyagramı da,  $Al_2O_3/TiO_2$  diyagramını desteklemiş olup, örneklerin ortaç ve felsik kökenden türediğini göstermektedir (Şekil 5.18).

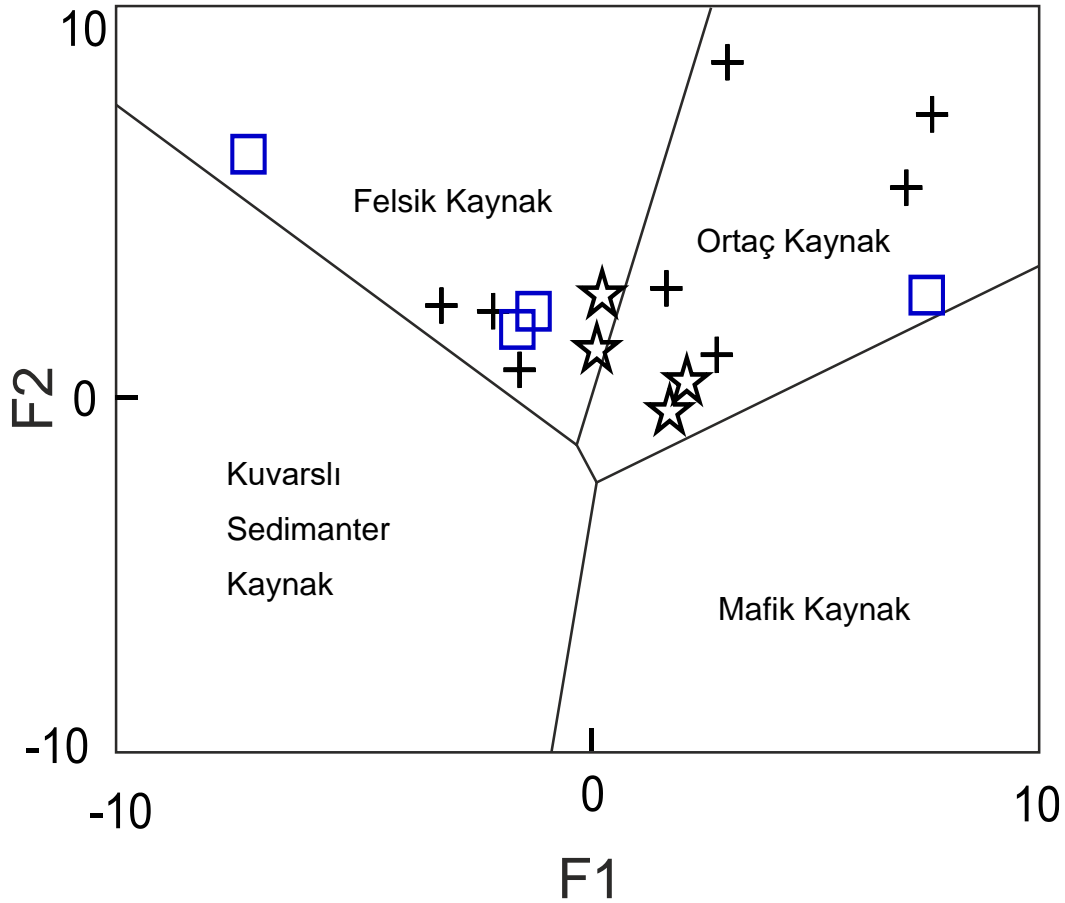
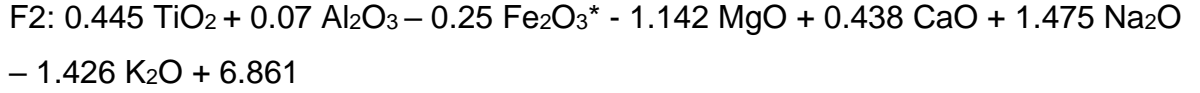
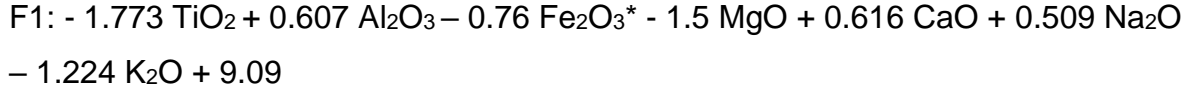


Şekil 5. 17.  $Al_2O_3 - TiO_2$  Diyagramı (Hayashi ve ark., 1997)



Şekil 5. 18.  $TiO_2 - Zr$  Diyagramı (Hayashi ve ark., 1997)

Roser ve Korsch (1988) tarafından önerilen F1-F2 kaynak kayaç ayırım diyagramında da çalışma alanındaki sedimanların felsik ve ortaç kökenden geldiği belirlenmiştir (Şekil 5.19). F1 ve F2 formüllerinin sonucu Çizelge 5.7'de verilmiştir.

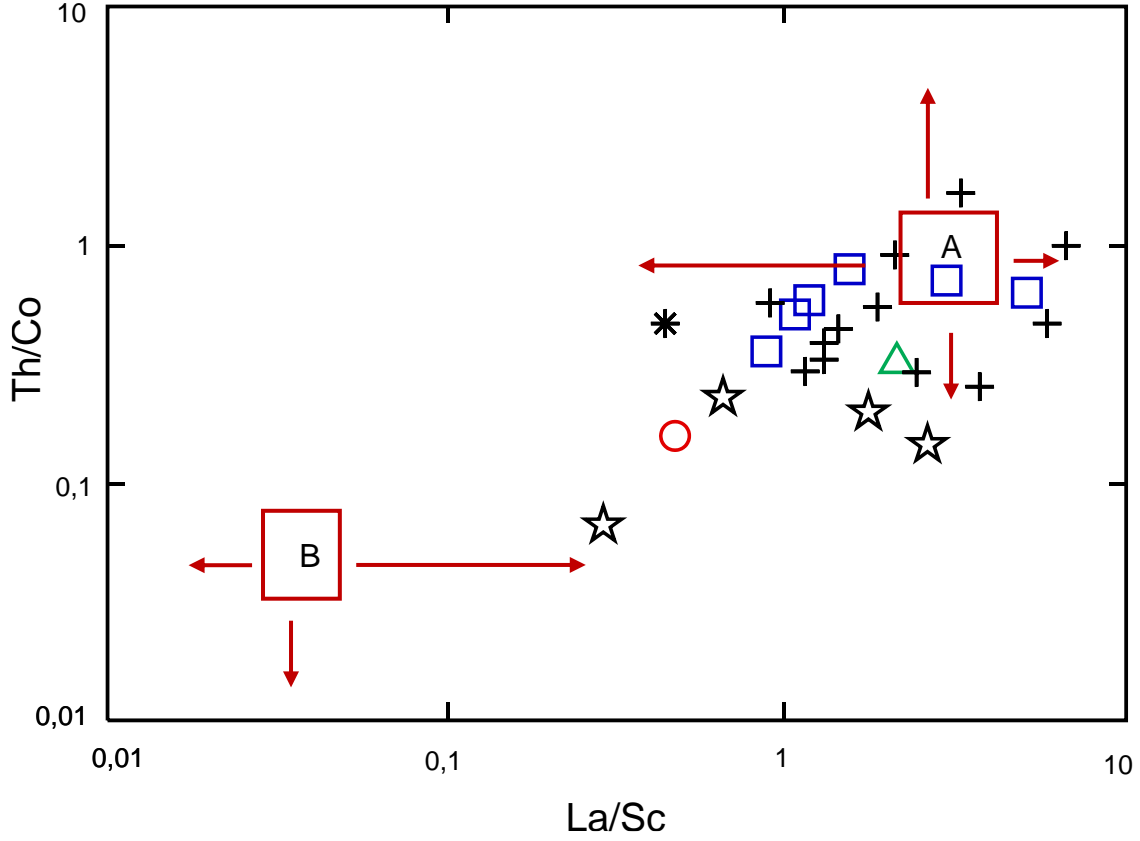


Şekil 5. 19. Kaynak kayaç ayırım diyagramı (F1, F2) (Roser ve Korsch, 1988)

Th/Co' a karşı La/Sc dağılım diyagramında (Cullers, 2002), çalışma alanındaki örneklerin çoğu felsik kayaçlar bölgesine düşmektedir ve bazı örnekler mafiğe doğru



ortaç bileşime sahiptir (Şekil 5.20). Th/Co ve La/Sc değerleri Çizelge 5.7’de verilmiştir.

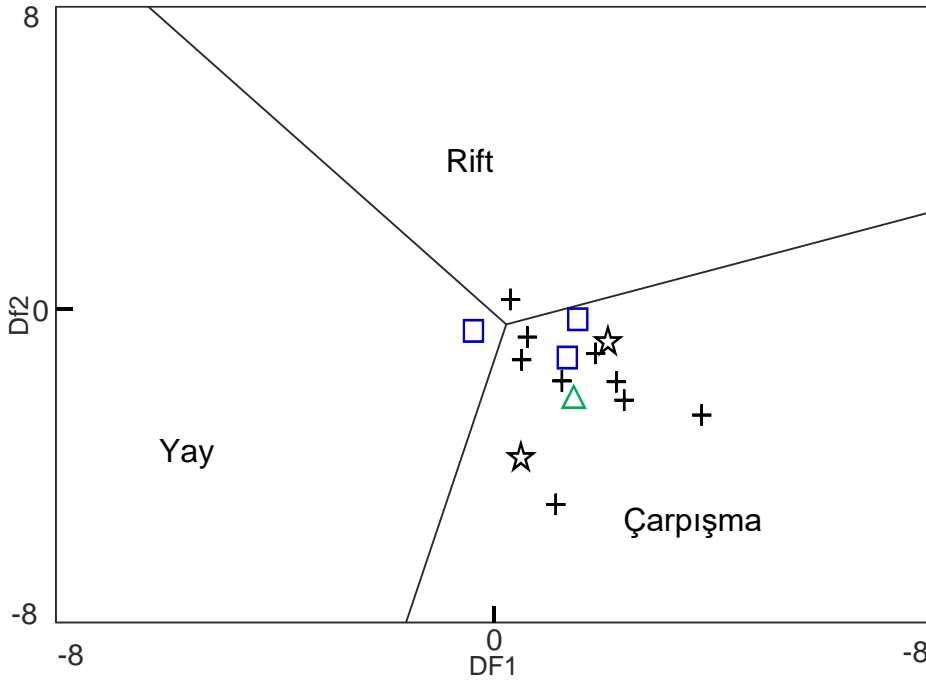


Şekil 5. 20. Th/Co – La/Sc Diyagramı (Cullers, 2002). (A: Felsik kayaç, B: Mafik kayaç)

Örneklerin tektonik ortamını tanımlamak için Verma ve Armstrong-Altrin (2013) tarafından önerilen ve SiO<sub>2</sub> içeriği %60’dan küçük olan sedimanlar için önerilen DF1-DF2 ayırım diyagramı kullanılmıştır (Şekil 5.21). Diyagram, sedimanların çökelmiş olduğu muhtemel tektonik ortamın çarpışma ortamı olduğunu ortaya koymuştur. Bu ortam aktif kıtasal kenarı temsil etmektedir (Wang ve ark.,2017). DF1 ve DF2 formüllerinin sonucu Çizelge 5.7’de verilmiştir.

$$DF1 = (0.608 \times \ln(\text{TiO}_2/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (-1.854 \times \ln(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.299 \times \ln(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (-0.550 \times \ln(\text{MnO}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.120 \times \ln(\text{MgO}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.194 \times \ln(\text{CaO}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (-1.510 \times \ln(\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (1.941 \times \ln(\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.003 \times \ln(\text{P}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) - 0.294.$$

$$DF2 = (-0.554 \times \ln(\text{TiO}_2/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (-0.995 \times \ln(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (1.765 \times \ln(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (-1.391 \times \ln(\text{MnO}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (-1.034 \times \ln(\text{MgO}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.225 \times \ln(\text{CaO}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.713 \times \ln(\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.330 \times \ln(\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) + (0.637 \times \ln(\text{P}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2)_{\text{adj}}) - 3.631$$



Şekil 5. 21. Düşük silis içeren klastik sedimanların tektonik ortam diyagramı (Verma ve Armstrong-Altrin, 2013)

## 6. NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN OLUŞUMU

### 6.1. Giriş

Bu bölümde çalışma kapsamında elde edilen mineralojik ve jeokimyasal verilere dayanarak, çalışma alanında görülen neoformasyon minerallerinin oluşumları hakkında yorum yapılmaya çalışılmıştır. Bu mineraller; karbonat mineralleri (kalsit ve dolomit), zeolit mineralleri (analsim ve klinoptilolit) ile kil (simektit, illit, kaolinit ve klorit) mineralleridir.

### 6.2. Karbonat Mineralleri

Çalışma alanında gözlenen karbonat mineralleri kalsit ve dolomittir. Kalsit ve dolomit minerallerinin özellikle gölsel ortamlarda yaygın olarak, nadiren de sığ ve derin deniz ortamlarında oluştuğu bilinmektedir (Temel,1987).

Kalsit minerali ( $\text{CaCO}_3$ ) bileşim olarak çoğunlukla saftır. Bileşimi %56 CaO ile %44  $\text{CO}_2$ 'tir ve kireçtaşlarında tek başına oldukça bol bulunmaktadır (Karakaya ve Karakaya, 2007). Çalışma alanında gözlenen kalsit mineralleri, çoğunlukla marn ve kireçtaşı birimlerinde bulunmaktadır. Çalışma alanındaki formasyonların büyük bir kısmının kıtasal koşullarda oluşması nedeni ile, kalsit minerallerinin büyük bir kısmının gölsel ortamda oluştuğu düşünülmektedir. Karatepe Formasyonu, Soğukçam Formasyonu ve Güvenç Formasyonu gibi denizel ortamlarda çökelmiş kayalarda bulunan kalsit minerallerinin ise, denizel ortamda kimyasal çökelim ile oluştuğu düşünülmektedir.

Dolomit minerali [ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ] çalışma alanında, gölsel ortamda oluşmuş Kabalar Üyesi'nde marn ve killi kireçtaşı birimlerinde baskın olarak gözlenmektedir. Dolomitin bu formasyonda görülme sıklığı %97, ortalama değeri ise %37'dir. Dolomit mineral oluşumu, ilksel olarak normal sıcaklık koşullarında (25-30°C) sulu çözeltilerden itibaren veya ikincil olarak kalsit mineralinin ornatılması ile (dolomitleşme) gerçekleşmektedir (Karakaya ve Karakaya, 2007). Temel (1987), ideal dolomit minerallerinin Mg/Ca katyon düzeninin 1:1 olduğunu, ancak Mg/Ca oranı yüksek çözeltilerden itibaren bile doğrudan oluşmasının güç olduğunu

belirterek, kalsiyumca zengin protodolomitlerin düşük sıcaklıklarda diyajenez süreçleri ile oluşabileceğini ileri sürmüştür. Dolomit mineralinin oluşumunu açıklamak için oluşturulmuş 5 model bulunmaktadır. Bunlar; evaporitik çökelim, gelgit sızıntısı ile çökelim, karışım zonunda çökelim, gömülme diyajenezi ile çökelim ve deniz suyundan itibaren çökelim modelleridir (Cai ve ark.,2021). İlksel dolomitler genellikle kapalı ve yüksek indirgeyici tuzlu, alkali, evaporitik göl ortamlarında oluşmaktadır (Cai ve ark.,2021). Karakaya ve Karakaya (2007)'a göre ise ilksel dolomitler evaporit yatakları ile birlikte bulunabilmektedir. Bu verilere göre bölgede gözlenen dolomit mineralinin gölsel çökelim ortamının hakim olduğu dönemde, tuzlu ve alkalın göl ortamında kimyasal çökelim ile oluştuğu düşünülmektedir.

Çalışma alanında, günümüzde işletilmekte olan trona ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) yatağı bulunmaktadır. Trona yataklarının volkanik kayaların veya volkanoklasitik sedimanların hidrolizi sonucunda yüksek  $\text{Na}^+$  ve  $\text{HCO}_3^-$  konsantrasyonuna sahip olan suyun evaporasyonu sonucu oluştuğu bilinmektedir (Jones, 1966; Parthasarathy, 2022). Diğer taraftan, trona oluşumlarının yarı-kurak ortamlarda denizel olmayan ortamlarda evaporasyonla oluşmuş olması (Parthasarathy, 2022), çalışma alanında Alt Eosen'de gölsel koşulların hakim olduğu görüşünü desteklemektedir.

### **6.3. Zeolit Mineralleri**

Çalışma alanında gözlenen zeolit mineralleri klinoptilolit ve analsimdir. Zeolit mineralleri sulu alüminosilikatlardır. İlk önce bazaltik kayaların boşluklarında ve çatlaklarında tanımlanmış olup, daha sonra (19. yy.) sedimanter kayalarda da bulunduğu belirlenmiştir (Cataldo ve ark.,2021).

Zeolit mineralleri tuzlu alkalın göl ortamlarında, toprak ve yeryüzünde, derin deniz sedimanlarında, düşük sıcaklık açık-kapalı tefra sistemlerinde, gömülme diyajenezi ile ve hidrotermal alterasyon ile volkanik cam, alüminosilikat jel ve alüminosilikat minerallerinden (diğer zeolitler, simektit, kaolinit, feldispat ve feldispatoidler) itibaren oluşabilir (Hay ve Sheppard, 2001). Volkanik faaliyetlerin etkin olduğu rift zonlarında

veya blok faylanmalarının olduğu bölgede gelişen tuzlu alkali göllerde, volkanik camın hidrolizi ile zeolitleşmenin başladığı belirtilmiştir (Hay 1966; Sheppard ve Gude, 1968, 1969, 1973; Gündoğdu, 1982; Yalçın, 1984, Temel, 1987). Ayrıca, bir jel arafazından geçen veya doğrudan oluşan zeolit mineralinin cinsini, çözeltilerin Si/Al oranının, katyon oranının ve suyun aktivitesinin denetlediği ileri sürülmüştür (Surdam ve Sheppard, 1978; Temel, 1987). Bu ortamlarda göl kıyısından merkezine doğru, kil mineral içeriği, alkalinite, tuzluluk ve pH'ın artması ile volkanik cam → klinoptilolit → analsim → K-feldispat şeklinde bir mineralojik zonlanma gözlenmektedir (Temel,1987; Wang ve ark.,2022). Derin denizel ortamda oluşan zeolitler ise, volkanik malzemenin deniz suyu ile bozunması sonucu oluşmaktadır. Bu ortamlarda yaygın olarak fillipsit ile klinoptilolit mineralleri oluşmaktadır. Derin denizel ortamda oluşan klinoptilolit varlığı, derinliğin ve kaynak kayacın yaşının artışı ile artmaktadır ve Eosen-Kretase yaş aralığında oluşmuş sedimanlarda yaygın olarak bulunmaktadır (Hay ve Sheppard, 2001).

Çalışma alanında, Karatepe Formasyonu ve Hançili Formasyonu'nda klinoptilolit minerali bulunmaktadır ve bu mineral Karatepe Formasyonu'nda incelenen tüm örneklerde gözlenmiştir (görülme sıklığı %100). Kabalar Üyesi'nde ise klinoptilolit ile birlikte analsim minerali de bulunmaktadır. Karatepe Formasyonu'nda bulunan klinoptilolit derin denizel ortamda, volkanizmanın da etkili olduğu dönemde piroklastik malzemenin hidrolizi ile oluşmuş olabileceği düşünülmektedir. Gölsel ortamda çökelmiş sedimanter birimlerden oluşan Hançili Formasyonu ile Kabalar Üyesi'nde gözlenen klinoptilolit mineralinin ise, gölsel ortamda piroklastik malzemenin bozunması ile oluşmuş olabileceği düşünülmektedir.

Analsim ise ( $\text{Na}_{16}.\text{Al}_{16}.\text{Si}_{32}.\text{O}_{96}.\text{16H}_2\text{O}$ ) Na'ca zengin bir zeolit minerali olup, dört ana oluşum mekanizması vardır. Bunlar; volkanik malzemenin gömülme alterasyonu, tüfsü olmayan (nontuffaceous) malzemenin dönüşümü, hidrotermal depolanma mineralizasyonu ve alkalın göl veya gözenek suyunda doğrudan çökeltim mekanizmalarıdır (Wang ve ark.,2022). Çalışma alanında gölsel ortamda çökelmiş Kabalar Üyesi'nde klinoptilolit ile birlikte gözlenen analsim mineralinin, tuzlu ve

alkalin göl ortamında piroklastik malzemenin hidrolizi ile oluşmuş olabileceği düşünülmektedir.

#### **6.4. Kil Mineralleri**

Çalışma alanında gözlenen kil mineralleri simektit, illit, kaolinit ve klorittir. Kil mineralleri fillosilikat mineralleri olup, paligorskit ve sepiyolit hariç tüm mineraller tabakalı T-O-T yapısı sunmaktadır (Karakaya ve Karakaya, 2007).

Kaolinit minerali feldispat, muskovit gibi minerallerin düşük sıcaklık alterasyonu veya denizel olmayan ortamlarda detritik minerallerin bozunması sonucu oluşan ikincil bir mineraldir (Karakaya ve Karakaya, 2007). İllit minerali feldispat, kaolinit ve muskovit gibi minerallerin diyajenez, düşük sıcaklık metamorfizması ile oluşmaktadır (Karakaya ve Karakaya, 2007). Ayrıca K'ca zengin göl suyunda simektitlerin alterasyonu ile de oluşabilir (Ece ve Çoban, 1994). Simektit mineralleri sedimanter birimlerde diyajenetik/hidrotermal olaylarla oluşur (Karakaya ve Karakaya, 2007). Simektit mineralleri ayrıca volkan külü ve tuf malzemelerinin alterasyonu ile de oluşabilir ve bu simektitler zeolit, kuvars ve feldispat mineralleri ile birlikte gözlenmektedir (Şahin, 2009). Klorit mineralleri magmatik kayaların bozunma ürünü olarak gözlenir ve killi kayalarda yüzeysel bozunma ürünü olarak bulunmaktadır (Şahin, 2009, Karakaya ve Karakaya, 2007)

Çalışma alanında bulunan kaolinit, illit ve klorit minerallerinin detritik, simektit mineralinin otijenik olarak oluştuğu düşünülmektedir.

## 7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında İncirlik-Fethiye-Kınık bölgesinde bulunan Permo-Triyas ve Kuvaterner yaş aralığındaki sedimanter birimler üzerinde yapılan mineralojik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda edinilensonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Permo-Triyas yaşlı Karatepe Formasyonu, volkanizmanın da etkili olduğu bir dönemde derin denizel ortamda çökelmiştir. Formasyona ait kumtaşı ve marn örnekleri üzerinde yapılan X-RD tüm kayaç analizinde bulunan mineraller kuvars, kalsit, dolomit, klinoptilolit, kil, feldispat ve illit/mika; kil fraksiyonu analizinde bulunan mineraller simektit, kaolinit ve illittir. SEM-EDS analizlerinde incelenen örneklerde ise simektit ve feldispat mineralleri görüntülenmiştir. Formasyonda gözlenen karbonat minerallerinin denizel ortamda kimyasal çökelimle, klinoptilolit mineralini ise deniz suyunda volkanik malzemenin hidrolizi sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Formasyona ait nadir toprak elementi diyagramlarında ağır nadir toprak elementlerince zenginleşme olduğu görülmektedir. Bu dağılımın, deniz suyunda hafif nadir toprak elementlerinin ortamdaki ayrılmaya eğiliminin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca negatif Ce anomalisi bu birimlerin oksik ortamda oluştuğunu göstermektedir.
2. Jura-Kretase yaşlı Soğukçam Formasyonu derin denizel ortamda çökelmiştir ve çalışma alanında gözlenen hakim litolojisi kireçtaşı birimleridir. Örnekler üzerinde yapılan X-RD tüm kayaç analizinde bulunan mineraller kuvars, kalsit ve dolomittir. Formasyonda gözlenen karbonat minerallerinin denizel ortamda kimyasal çökelimle oluştuğu düşünülmektedir.
3. Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kabalar Üyesi gölsel ortamda çökelmiştir ve marn, kumtaşı, kiltası, bitümlü şey ve killi dolomitik plaket kireçtaşlarından oluşmaktadır. Formasyondan alınan örnekler üzerinde yapılan X-RD tüm kayaç analizlerinde, kuvars, kalsit, dolomit, klinoptilolit, feldispat, illit/mika, analsim, opal-CT ve kil minerallerinin bulunduğu belirlenmiştir. Kil fraksiyonu

analizlerinde de simektit, illit, kaolinit ve klorit mineralleri tespit edilmiştir. Örnekler üzerinde yapılan SEM-EDS analizlerinde Na-feldispat, plajiyoklaz, klinoptilolit, dolomit, illit/mika ve simektit mineralleri görüntülenmiştir. Formasyonda dolomit minerali baskındır ve zeolit mineralleri olan klinoptilolit ile analsim mineralleri birlikte görülmektedir. Ayrıca çalışma alanında bulunan trona maden yatağının Eosen yaşlı Mülk Formasyonu'nda bulunduğu bilinmektedir (Arslan ve Yazıcıgil, 2012). Trona yarı-kurak ortamlarda evaporasyonla oluşmuş, doğal bir soda cevheridir ve gölsel ortamda çökelmektedir. Dolomit mineralinin oluşum mekanizmaları değerlendirildiğinde, trona ile aynı şekilde gölsel ortamda, evaporitik koşullarda kimyasal çökelimle oluştuğu düşünülmektedir. Klinoptilolit ve analsim minerallerinin de tuzlu, alkalın göl ortamında piroklasitik malzemenin hidrolizi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

4. Orta Eosen yaşlı Güvenç Formasyonu, içerisinde *Nummulites*, *Discocyclina* gibi birçok bentik ve pelajik fosil bulundurmaktadır ve sığ denizel ortamda çökelmiştir. Çalışma alanında gözlenen kısmı kireçtaşı-marn-şeyl aralanmasından oluşmaktadır. Formasyondan alınan kireçtaşı ve marn örneklerinde yapılan X-RD tüm kayaç analizlerinde kuvars, kalsit, dolomit, kil, feldispat ve illit/mika mineralleri saptanmıştır. Formasyonda bulunan karbonat minerallerinin denizel ortamda kimyasal çökelimle oluştuğu düşünülmektedir. Nadir toprak elementi diyagramında ağır nadir toprak elementleri, hafif nadir toprak elementlerinden daha zengindir. Bunun nedeni, hafif nadir toprak elementlerin deniz suyunda ortamdan ayrılmaya daha yatkın olmasıdır. Formasyonda negatif Ce anomalisinin gözlenmesi, birimlerin oksik ortam koşullarından oluştuğunu göstermektedir.
5. Alt-Orta Miyosen yaşlı Hançili Formasyonu gölsel ortamda çökelmiştir ve çalışma alanında alt seviyeleri beyaz, bej renkli kireçtaşlarından, üst seviyeleri kırmızı, kahve renkli kilaşlarından oluşmaktadır. Formasyondan alınan örnekler üzerinde yapılan X-RD tüm kayaç analizlerinde kuvars, kalsit, dolomit, klinoptilolit, feldispat, illit/mika ve kil mineralleri, kil fraksiyonu analizlerinde illit, simektit ve kaolinit mineralleri saptanmıştır. SEM-EDS analizlerinde incelenen örnekte illit/mika ve kuvars mineralleri



görünütlenmiştir. Formasyonda gözlenen karbonat minerallerinin gösel ortamda kimyasal çökelimle, klinoptilolit mineralinin ise piroklastik malzemenin tuzlu, alkalın göl ortamında hidrolizi ile oluştuğu düşünülmektedir.

6. Çalışma alanındaki en genç formasyon olan Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonu'ndan alınan marn örneği üzerinde yapılan X-RD tüm kayaç analizinde kuvars, kalsit, dolomit, kil, feldispat ve illit/mika, kil fraksiyonu analizinde ise illit, simektit, klorit ve kaolinit mineralleri saptanmıştır. Örnekte yapılan SEM-EDS analizinde kalsit ve dolomit mineralleri görüntülenmiştir.
7. Çalışma alanında tespit edilen kil mineralleri simektit, illit, kaolinit ve klorittir. Kaolinit minerali feldispat, muskovit gibi minerallerin düşük sıcaklık alterasyonu veya denizel olmayan ortamlarda detritik minerallerin bozunması ile; illit minerali feldispat, kaolinit ve muskovit gibi minerallerin diyajenezi ile; klorit mineralleri magmatik kayaçların bozunma ürünü olarak oluşur. Simektit mineralleri ise sedimanter birimlerde diyajenetik/hidrotermal olaylarla oluşur. Buna istinaden çalışma alanında gözlenen kaolinit, illit ve klorit minerallerinin detritik, simektit mineralinin otijenik olarak oluştuğu düşünülmektedir.
8. Aslankurt (2006) daha önce çalışma alanında bulunan Alt Eosen ve Miyosen yaşlı gösel sedimanların mineralojisi ve neoformasyon minerallerinin oluşumu üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışma kapsamında Alt Eosen yaşlı Lezgi Formasyonu'nda yaptığı X-ışını tüm kayaç çözümlemesinde, dolomit, kuvars, kalsit, analsim, opal-CT, amfibol ve feldispat mineralleri, kil farksiyonu çözümlemesinde illit, simektit, klorit ve karışık tabakalı illit-simektit bulmuştur. Kabalar Üyesi'ne denk geldiği düşünülen birimde tespit edilen mineraller, amfibol haricinde bu çalışmada da tespit edilmiş birimde ayrıca klinoptilolit mineralinin bulunduğu da belirlenmiştir. Kil bileşeni analizinde ise illit, simektit ve klorite ek olarak karışık tabakalı illit-simektit tespit edilememiş, kaolinit minerali bulunmuştur. Aslankurt (2006) neoformasyon minerallerinin oluşumunu açıklarken, dolomitleşme için gerekli Mg kaynağının çevrede bozunmuş volkanik malzemedan sağlandığını, evaporatik ortamda göl ortamında çökeldiğini belirtmiştir. Bu çalışmada ise dolomit mineralinin tuzlu

ve alkalın göl ortamında kimyasal çökelimle oluştuğu düşünölmektedir. Aslankurt (2006) çalışmasında ayrıca analsim ile simektit mineralinin, göl suyu veya gözenek suyundan direkt çökelim ile oluştuğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, analsim mineralinin oluşumuna ilişkin düşünce ise, piroklastik malzemenin gölssel ortamda hidrolizi sonucu oluştuğudur. Ayrıca simektit mineralinin otijenik olarak oluştuğu düşünölmektedir.

9. Yapılan jeokimyasal analizler sonucu elde edilen verilerle majör oksit, iz element ve nadir toprak elementleri üzerinden, çalışma alanında bulunan sedimanter birimlerin kökenine ve tektonik oluşum ortamlarına ilişkin çalışmalar yapılmıştır. Örneklerin  $Al_2O_3$  bollukları, ayırırma, diyajenez ve metamorfizma esnasında immobil yapısından dolayı farklı litolojiler arasında karşılaştırma yapmak için normalizasyon faktörü olarak kullanılmıştır. Buna istinaden örneklerin majör oksit değerlerinin  $Al_2O_3$  'e karşı ve CaO'e karşı ateşte kayıp değerlerinin ikili diyagramları yorumlanmıştır.  $Al_2O_3$  'e karşı CaO negatif korelasyon gösterirken,  $SiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $Fe_2O_3$  pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.  $SiO_2$  ve  $TiO_2$  ile pozitif korelasyon, formasyonların kil minerallerince baskın olduğuna işaret etmektedir.  $Al_2O_3$  'in, CaO ile negatif korelasyonu Ca'un denizel kökenli olduğunu, CaO ile ateşte kayıp arasında görölen pozitif korelasyon ise CaO'in çoğunlukla karbonatlardan geldiğini göstermektedir.

10. Nadir toprak elementleri PAAS ve ÜKK'a göre normalize edilmiş ve değişim diyagramları yorumlanmıştır (Taylor ve McLennan, 1985). Nadir toprak elementleri bozunma ve metamorfizma gibi etkilere diğer iz elementlerden daha dayanıklı oldukları için, sedimanların kaynak kayalarları hakkında bilgi vermektedir. Diyagramlarda Eu elementinin pozitif anomali, Ce elementinin negatif anomali gösterdiği gözlenmiştir. Silisiklastik sedimanlarda görölen pozitif Eu anomali, özellikle felsik eriyiklerde plajiyoklaz ve K-feldispatların korunması ile açıklanmaktadır (Terekhov ve Shcherbekova, 2006, Sousa ve ark., 2022). Bu nedenle örneklerde gözlenen pozitif Eu anomali, sedimanter birimlerin kaynak kayacının felsik kökenli olduğunu göstermektedir (Liu ve ark., 2015. Sousa ve ark., 2022). Denizel sedimanlarda negatif Ce anomali birimlerin çökelmesinde oksik ortam koşullarının, pozitif Ce anomali anoksik

ve suboksik koşulların etkin olduğunu göstermektedir (Pattan ve ark.,2005). Çalışma alanındaki Karatepe Formasyonu ve Güvenç Formasyonu'ndaki denizel sedimanların negatif anomali göstermesi, bu birimlerin oksik koşullarda olduğunu göstermektedir.

11. Üst Kıtasal Kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında Sr'un birçok örnekte zenginleştiği, Ba, K, Rb, Cs gibi elementlerin fakirleştiği gözlenmektedir. Sr elementi plajiyoklaz ve karbonat minerallerinde bulunmaktadır. Bu nedenle karbonat ve feldispat mineral içeriği yüksek marn ve kireçtaşı birimlerinde üst kıtasal kabuğa göre zenginleşmiştir. Ba, K-feldispatlarda, K, Rb ve Cs mika ve K-feldispatlarda bulunmaktadır. Bu elementlerin üst kıtasal kabuğa göre fakirleşmesinin, killerin rekristalizasyonundan ve K-feldispatların yıkımından kaynaklanabileceği düşünölmektedir (Nayakairu, 2001).

12. Jeokimyasal ortam yorumlamasına ilişkin  $TiO_2$ -Zr diyagramında örneklerin, ortaç ve felsik kökenden türediğini göstermektedir. Aynı şekilde  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı diyagramında,  $Al_2O_3/TiO_2$  oranı 3-8 arasında ise mafik, 8-21 arasında ise ortaç, 21-70 arasında ise felsik kayacıtan türediğine işaret etmekte olup, bu diyagram örneklerin hem felsik hem ortaç kaynaktan türediğini göstermektedir. Roser ve Korsch (1988) tarafından önerilen F1-F2 kaynak kayacı ayrım diyagramında da felsik ve ortaç kökenden geldiği görölmektedir. Th/Co' a karşı La/Sc dağılım diyagramında örneklerin bir çoğu felsik ölgesinde bulunmakta olup, bazı örnekler mafieğe doğru ortaç bileşim bölgesinde dağılım göstermektedir. Bu diyagramlar birbirini desteklemekte olup, sedimanter kayacıların nispeten heterojen bir kökenden geldiğini göstermektedir.

13. Tektonik ortam ayrımı yapmak için Verma ve Armstrong-Altrin (2013)'in  $SiO_2$  içeriği %60'dan küçük örnekler için önerdiği ayrım diyagramı kullanılmıştır. Buna göre örneklerin birçoğu çarpışma bölgesine düşmüş olup, çalışma alanında kıtasal koşulların hakim olduğunu göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Ach, J. A., Geochemistry of the Ankara Volcanics Central Turkey, The State University of New York, Yüksek Lisans Tezi, **1982**.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağer, Z., Soysal, Y., Sunu, O., Eldivan-Şabanözü(Çankırı), Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolayının jeolojisi, MTA Raporu, No:6741 (**1980**) (yayımlanmamış).
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, SY, Dağer, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H., Hakyemez, Y., Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeolojik özellikleri, MTA Raporu No:7298 (**1982**) (yayımlanmamış).
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, SY, Dağer, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H., Hakyemez, Y., Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeolojik özellikleri, Jeoloji Mühendisliği, 20 (**1984**) 31-46.
- Altınlı, İ. E. Orta Sakaryanın Jeolojisi. 50. Yıl Yerbilimleri Kongresi. Tebliğler Dergisi, MTA Yayınları, (**1973a**) 159–187.
- Altınlı İ. E., Bilecik Jurasîği. 50. Yıl Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler Dergisi, MTA Yayınları, (**1973b**), 112–113.
- Altun, İ. E., Kadıncık, G., Aksay, A, 1/100,000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:41 Bolu-H28 Paftası, MTA, Ankara, **2002**.
- Arslan, S., Yazıcıgil, H., Environmental Isotopic Evaluation of the Springs Located in Kazan Trona Basin in Central Turkey, Journal of the Geological Society of India, 80/5 (**2012**) 707–714.
- Aslankurt, B., Mülk-İncirlik Köyleri (Ankara-Kazan) Civarı Tersiyer Gösel Çökellerin Kil Mineralojisi ve Sedimentolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2006**.
- A.S.T.M., Inorganic Index to the powder diffraction file: JointCommittee on Powder Diffraction standart, (**1972**) 1432.

- Aydın, M., Serdar, H. S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O., Özçelik, Y., Çamdağ (Sakarya) - Sünnicedağ (Bolu) yöresinin jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 30/1 (1987) 1–14.
- Bauluz, B., Mayayo, M. J., Fernandez-Nieto, C., Geochemistry of Precambrian and Paleozoic siliciclastic rocks from the Iberian Range (NE Spain): implications for source-area weathering, sorting, provenance, and tectonic setting, Chemical Geology, 168 (2000) 135-150.
- Bingöl, E. B., Akyürek, B., Korkmazer, B., Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı özellikleri, Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, MTA Yayını, 1973, p. 70–77.
- Cai, W. K., Liu, J. H., Zhou, C. H., Keeling, J., Glasmacher, U. A., Structure, genesis and resources efficiency of dolomite: New insights and remaining enigmas, Chemical Geology, 573 (2021) 120191.
- Cataldo, E., Salvi, L., Paoli, F., Fucile, M., Masciandaro, G., Manzi, D., Mattii, G. B., Application of zeolites in agriculture and other potential uses: A review, Agronomy, 11/8 (2021) 1547.
- Cullers, R. L., Implications of elemental concentrations for provenance, redox conditions, and metamorphic studies of shales and limestones near Pueblo, CO, USA. Chemical Geology, 191/4 (2002) 305–327.
- Deng, Y., Ren, J., Guo, Q., Cao, J., Wang, H., Liu, C., Rare earth element geochemistry characteristics of seawater and porewater from deep sea in western Pacific, Scientific reports, 7/1 (2017) 16539.
- Duru, M., Aksay, A., /100,000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:42 Bolu-H29 Paftası, MTA, Ankara, 2002.
- Ece, Ö. I., Çoban, F., F., Geology, occurrence and genesis of Eskişehir sepiolites, Turkey, Clays and Clay Minerals, 42/1 (1994) 81-92.
- Erişen, B., Ünlü, M. R., Ankara- Çubuk- Kızılcahamam-Kazan alanının jeolojisi ve jeotermal olanakları, MTA Rapor No:38500/1 (Yayımlanmamış), Ankara (1980).

- Eroskay, S. O., Paşalar boğazı-Gölpazarı sahasının jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, B, XXX, 3-4 (1965) 193-207.
- Erol, O., Ankara güneydoğusundaki Elma dağı ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi üzerinde bir araştırma, MTA Yayınları, Ankara, D/9 (1956).
- Erol, O., Ankara bölgesinin tektonik gelişmesi, TJK Bülteni, 7 (1961) 57-85.
- Erol, O., Ankara ve Mürted Ovalarında Alüvyal Morfoloji ile Yeraltı Suları Arasındaki İlgisi, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 21/3-4 (1963) 67-78.
- Gökten, E., Kazancı, N., Acar, Ş., Ankara kuzeybatısında (Bağlum-Kazan arası) Geç Kretase-Pliyosen serilerinin stratigrafisi ve tektoniği, MTA Dergisi, 108 (1988) 69-81.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., Özcan, A., Işık, A., Orta Sakarya'da Nallıhan-Sarıcakaya arasındaki yapısal birliklerin jeolojik özellikleri, MTA Raporu (yayımlanmamış), (1996).
- Gündoğdu, M.N., Neojen yaşlı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1982.
- Gündoğdu, M. N., Yılmaz, O., Kil Mineralojisi yöntemleri: I. Ulusal Kil Sempozyumu bildirileri, Çukurova Üniversitesi Yayınları (1984) 319-330.
- Hay, R. L., Zeolites and zeolitic reactions in sedimentary rocks, Geol. Soc. Spec. Paper, 85 (1966).
- Hay, R. L., Sheppard, R.A., Occurrence of zeolites in sedimentary rocks: An overview, Reviews in mineralogy and geochemistry, 45/1 (2001) 217-234.
- Hayashi, K., Fujisawa, H., Holland, H. D., Ohmoto, H., Geochemistry of ~ 1.9 Ga sedimentary rocks from northeastern Labrador, Canada, Geochimica et Cosmochimica Acta, 61/19 (1997) 4115-4137.
- Hofer, G., Wagreich, M., Neuhuber, S., Geochemistry of fine-grained sediments of the upper Cretaceous to Paleogene Gosau Group (Austria, Slovakia):

- Implications for paleoenvironmental and provenance studies, *Geoscience Frontiers*, 4/4 (2013) 449–468.
- Jones, B. F., Geochemical evolution of closed basin water in the western Great Basin. In *Proceedings of the Second Symposium on Salt*, Northern Ohio Geological Society, (1966) 181-200
- Kalafatçioğlu, A., Uysal, H., Beypazarı-Nallıhan-Seben civarının jeolojisi, *MTA Dergisi*, 62 (1964) 1-12.
- Karakaya, M. Ç., Karakay, N., *Sistematik Mineraloji*, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Konya (2007).
- Karayığıt, A.İ., Azeri, N., Oskay, R. G., Hower, J. C., Zeolite and associated mineral occurrences in high-sulphur coals from the middle Miocene upper coal seam from underground mines in the Çayırhan coalfield (Beypazarı, Central Turkey), *International Journal of Coal Geology*, 256 (2022) 104010.
- Kazancı, N., Gökten, E., Ankara kuzeyi, Paleosen örgülü akarsu tortulların çerimsel depolanma ve litofasiyes değişimleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 31 (1988) 81–86.
- Koçyiğıt, A., Hasanoğlan (Ankara) yöresinin tektono-stratigrafisi: Karakaya orojenik kuşağının evrimi, *H.Ü. Yerbilimleri*, 14 (1987) 269-293.
- Liu, Y., Cheng, Y., Liu, J., Zhang, C., Zheng, Provenance discrimination of surface sediments using rare earth elements in the Yalu River estuary, China, *Environmental Earth Sciences*, 74 (2015) 3507-3517
- MTA, 1/100.000 ölçekli jeoloji haritaları No:41 Bolu-H28 ve No:42 Bolu H-29 paftaları, Ankara, 2002.
- Nance, W. B., Taylor, S. R., Rare earth element patterns and crustal evolution-I. Australian post-Archean sedimentary rocks, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 40 (1976) 1539–1551.
- Norman, T., Ankara melanjinin yapısı hakkında, Cumhuriyetin 50. yılı Yer Bilimleri Kongresi Tebliğleri MTA Yayınları, (1973) 29-94.

- Nyakairu, G. W. A., Koeberl, C., Mineralogical and chemical composition and distribution of rare earth elements in clay-rich sediments from central Uganda, *Geochemical Journal*, 35 (2001) 13–28.
- Okay, A. I., & Tüysüz, O., Tethyan sutures of northern Turkey, *Geological Society London Special Publications*, 156/1 (1999) 475–515.
- Okay, A. I., Göncüoğlu, M. C., The Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13 (2004) 77–95.
- Orkan, N., Osmaneli-Ciciler (Bilecik ili) alanının jeolojik çalışması, *Tatbiki jeoloji kürsüsü Arşivi* (1972).
- Özkan, A. M., AYAZ-BOZDAG, A., Geochemistry and Provenance of Maastrichtian Clastic Rocks in the Dikmendede Formation of Orhaniye in Kazan-Ankara-Turkey Region, *Acta Geologica Sinica-English Edition*, 85/5 (2011) 1067–1083.
- Ökten, M. O., Orhaniye (Ankara) yöresindeki sedimanter ve magmatik birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 2007.
- Parthasarathy, K., Shailaja, R., Tamilarasan, G., Parameswaran, S., Selective Grain Size Fractionation, CO<sub>2</sub>-Enhanced Aqueous Extraction and Characterization of Trona, a Non-marine Evaporite Mineral, Originating from Semi-arid Soil Sediments, *Journal of the Geological Society of India*, 98/7 (2022) 991-999.
- Pattan, J. N., Perace, N. J. G., Mislankar, P. G., Constraints in using Cerium-anomaly of bulk sediments as an indicator of paleo bottom water redox environment: A case study from the Central Indian Ocean Basin, *Chemical Geology*, 221/3-4 (2005) 260-278.
- Pettijohn, F. J., *Sedimentary Rocks*, Harper, New York, 1957.
- Roser, B. P., Korsch, R. J., Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data, *Chemical Geology*, 67/1–2 (1988) 119–139.



- Ross, D. J. K., Bustin, R. M., Investigating the use of sedimentary geochemical proxies for paleoenvironment interpretation of thermally mature organic-rich strata: Examples from the Devonian–Mississippian shales, Western Canadian Sedimentary Basin, *Chemical Geology*, 260/1–2 (2009) 1–19.
- Sağular, E. K. Toker, V., Orhaniye (KB Ankara) yöresinin nannoplanktonlarla Kretase biyostratigrafisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 33 (1990) 57–78.
- Saner, S., Gevye-Osmaneli Gölüzaruzı-Taraklı alanının jeolojisi: Eski çökelle ortamları Çöeklmenin Evrimi, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 1977.
- Saner, S., Orta Sakaryadaki Üst Kretase-Paleose-Eosen çökelle ilişkileri ve Anadoludaki Petrol aramalarındaki önemi, Dördüncü Petrol Kongresi Tebliğleri, Ankara, 1978.
- Saner, S., Batı Pontidlerin ve komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniğı kavramı ile açıklanması, Kuzeybatı Türkiye, *MTA Dergisi*, 93/94 (1980) 1-19.
- Sen, S., Delfino, M., Kazancı, N., Çeştepe, a new early Pliocene vertebrate locality in Central Anatolia and its stratigraphic context, *Annales de Paleontologie*, 103(2) (2017) 149–163.
- Sheppard, R. A., Gude, A. J., Distribution and genesis of authigenic silicate minerals in tuffs of Pleistocene Lake Tecopa, Inyo Country, California, *US Geol. Surv. Prof. Pap*, 547 (1968) 38.
- Sheppard, R. A., Gude, A. J., Diagenesis of tuffs in the Barstow Formation, Mud Hills, San Bernardo County, California, *US Govt. Print. Off.*, 634 (1969) 35.
- Sheppard, R. A., Gude, A. J., Zeolites and associated authigenic silicate minerals in tuffaceous rocks of the Big sandy Formation, Mohave County, Arizona, *US Govt. Print. Off.*, 830 (1973) 36.
- Sousa, T. A., Venancio, I. M., Marques, E. D., Figueireodo, T. S., Nascimento, R. A., Smoak, J. M., Silva-Filho, E. V., REE Anomalies Changes in Bottom Sediments Applied in the Western Equatorial Atlantic Since the Last

Interglacial, Climate and Ocean Dynamics at the Brazilian Margin-Past and Present (2022)

Surdam R. C., Sheppard, R. A., Zeolites in saline, alkaline-lake deposits. In Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use, LB Sand and FA Mumpton editors, (1978).

Şahin, T., Kırka (Eskişehir) borat havzasının mineralojisi ve jeokimyası, Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2009.

Şahin, M., Yaltırak, C., Karacık, Z., A case study of compression to escape tectonic transition: Tectonic evolution of the Nallıhan Wedge and comparison with the Tercan Wedge (Eastern Mediterranean, Turkey), Journal of Asian Earth Sciences, 174 (2019) 311–331.

Şahinci, A., Karakaya (Ayaş), Ilıcaköyü Çevresi Jeolojisi, hidroloji etüdü, MTA Dergisi, 84 (1975) 46-61.

Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y., Sungurlu, O., Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Palaeo-Tethys, Geological Society London Special Publications, 17(1) (1984) 77–112.

Şentürk, K., Karaköse, C., Orta Sakarya dolayının temel jeolojisi, MTA Raporu No:6642 (yayımlanmamış), 1979.

Taylor, S. R., McLennan, S. M., The continental crust: its composition and evolution (1985).

Tekeli, O., Subduction Complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia, Turkey, Geology, 8(2) (1981) 68–72.

Terekhov, E. N., Shcherbekova, T. F., Genesis of positive Eu anomalies in acid rocks from the Eastern Baltic Shield, Geochemistry International, 44 (2006) 439-455.

Temel, A., Bigadiç baseni merkezi kesiminin mineralojik-petrografik, jeokimyasal incelenmesi ve neofromasyon minerallerinin dağılımı,

- Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, **1987**.
- Toprak, V., Rojay, B., Geology Baseline Study for the Kazan Soda Project Area, Ankara, Turkey, Middle East Technical University, (**2000**).
- Toprak, V., Rojay, B., Geological Investigation in Kazan Soda Project Area, Ankara, Turkey, Middle East Technical University, (**2001**).
- Türkecan, A., Dinçel, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Sevin, M. Özgür, İ. B., Bedi, Y., Mutlu, G., Sevin, D., Ünay, E., Saraç, G., Karataş, S., Bolu-Çankırı (Koroğlu Dağları) arasındaki Neojen yaşlı volkanitlerin stratigrafisi ve petrolojisi, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 6 (**1991**) 85-103.
- Uyanık-Sönmez, Ö., Beypazarı-Çayırhan yöresindeki seidmanter birimlerin mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, **2016**.
- Varol, E., Temel, A., Gourgand, A., Bellon, H., Textural and Compositional Evidence for Magma Mixing in the Evolution of the Çamlıdere Volcanic Rocks (Galatean Volcanic Province), Central Anatolia, Turkey, Turkish J. Earth Sci., 17 (**2008**) 709–727.
- Varol, E., Temel, A., Yürür, T., Gourgard, A., Bellon, H., Petrogenesis of the Neogene bimodal magmatism of the Galatean volcanic province, Central Anatolia, Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 280 (**2014**) 14-29.
- Verma, S. P., Armstrong-Altrin, J. S., New multi-dimensional diagrams for tectonic discrimination of siliciclastic sediments and their application to Precambrian basins, Chemical Geology, 355 (**2013**) 117–133.
- Von Eynatten, H., Petrography and chemistry of sandstones from the Swiss Molasse Basin: an archive of the Oligocene to Miocene evolution of the Central Alps, Sedimentology, 50/4 (**2003**) 703–724.
- Wang, Z., Wang, J., Fu, X., Feng, X., Wang, D., Song, C., Chen, W., Zeng, S., Petrography and geochemistry of upper Triassic sandstones from the Tumengela Formation in the Woruo Mountain area, North Qiangtang

Basin, Tibet: Implications for provenance, source area weathering, and tectonic setting, *Island Arc*, 26/4 (2017).

Wang, J., Liang, C., Cao, Y., Tian, Y., Occurrence, Genesis, and Significance of Analcime in Fine-Grained Sedimentary Rocks, *Geofluids*, (2022)

Yalçın, H., Emet Neojen Gölsel Baseninin jeolojik ve mineralojik petrografik incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Yüksek Mühendislik Tezi, Ankara, 1984.

Yazıcıgil, H., Er, C., Sakiyan Ates, J., Camur, M. Z., Effects of solution mining on groundwater quality in the Kazan trona field, Ankara-Turkey: Model predictions, *Environmental Geology*, 57 (2009) 157–172.

Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Gözübol, A. M., Yiğitbaş, E., Abant (Bolu) – Dokurcun (Sakarya) arasında Kuzey Anadolu Fay Zonunun Kuzey ve Güneyinde Kalan Tektonik Birliklerin Jeolojik Evrimi, *İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi*, (1981) 239–261.

## EKLER

### EK.1 Örneklerin İz Element Değerleri (ppm)

	Sc	As	Be	Bi	Cd	Co	Ga	Ge	In	Mo	Ni	Sb	V	Cr	Pb
SM-1	2,4	4,1	<0,1	<0,1	0,1	0,6	0,6	0,6	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	4,9	5,2	1,3
SM-3	18,9	4,4	1,6	<0,1	<0,1	9,7	18,7	1,5	<0,1	0,2	19,0	0,4	116,7	28,6	11,6
SM-6	17,9	4,2	3,4	<0,1	0,5	4,7	24,5	1,3	<0,1	0,5	13,1	0,3	34,9	14,5	13
SM-8	37,6	4,4	0,7	<0,1	0,2	20,0	20,7	2,1	<0,1	0,3	13,3	0,4	265,8	15,3	4,7
SM-11	19,9	4,0	1,2	<0,1	0,3	10,5	22,6	1,5	<0,1	0,8	20,9	0,6	75,7	16,4	13,4
SM-17	21,2	4,4	4,7	<0,1	0,1	17,5	32,3	1,7	<0,1	0,6	55,6	<0,1	201,9	164,3	14
SM-18	1,9	4,4	<0,1	<0,1	0,1	0,8	0,3	0,8	<0,1	<0,1	2,6	<0,1	<0,1	4,2	0,9
SM-19	18,4	4,4	4,4	<0,1	0,2	13,1	29,3	1,4	<0,1	0,7	45,6	<0,1	136,9	140,5	15,4
SM-20	7,1	3,0	0,7	<0,1	0,2	3,5	12,0	0,6	<0,1	0,1	2,8	0,2	3,6	4,6	4,4
SM-21	11,2	3,2	0,9	<0,1	0,1	7,8	8,8	0,8	<0,1	0,4	54,6	0,4	94,7	72,8	5,8
SM-22	13,5	3,5	1,3	<0,1	0,1	14,0	13,6	0,7	<0,1	0,2	82,3	0,5	89,1	88,5	11,4
SM-26	11,3	4,2	1,4	<0,1	<0,1	8,8	11,8	0,9	<0,1	0,2	54,3	0,6	48,3	71,6	7,5
SM-27	10,8	4,0	2,0	<0,1	0,1	5,3	15,0	1,2	<0,1	0,7	29,5	0,4	93,9	74,0	9,0
SM-29	12,3	5,2	1,7	<0,1	0,2	11,4	14,2	1,3	<0,1	0,2	68,7	0,6	99,0	102,2	7,6
SM-30	11,4	4,5	2,2	<0,1	0,1	7,0	16,0	1,2	<0,1	0,2	29,7	0,4	122,7	86,9	6,0
SM-35	2,7	4,6	0,3	<0,1	0,7	1,6	0,5	0,6	<0,1	0,4	3,4	0,2	4,1	5,9	1,3
SM-37	14,2	4,5	2,6	<0,1	0,2	11,7	17,9	1,2	<0,1	0,3	44,9	0,6	142,1	91,9	9,4
SM-41	7,4	13,8	1,9	<0,1	0,2	15,0	21,9	1,4	<0,1	4,1	40,8	1,7	139,5	25,3	7,9
SM-43	14,0	5,3	2,1	<0,1	0,2	22,0	23,8	1,7	<0,1	3,9	76,4	0,7	48,0	65,9	8,5
SM-45	4,1	4,6	0,6	<0,1	0,1	1,9	4,5	0,7	<0,1	6,1	18,5	0,1	17,5	8,1	3,0
SM-49	12,0	7,2	2,1	<0,1	0,1	4,9	14,7	1,0	<0,1	2,9	46,1	0,8	123	61,8	8,2
SM-51	12,4	4,1	0,8	<0,1	<0,1	8,3	9	1,0	<0,1	0,3	85,4	0,6	43,5	81,3	3,9
SM-55	4,8	3,6	0,5	<0,1	<0,1	4,6	4,3	0,7	<0,1	0,2	19,4	0,2	19,8	24,5	5,7
SM-59	10,3	4,0	3,5	<0,1	0,2	14,8	22,9	2,1	<0,1	0,5	64,4	0,4	43,8	66,7	14
SM-61	7,3	3,6	1,3	<0,1	0,2	5,3	8,6	1,0	<0,1	0,3	15,5	0,2	32,3	34,1	7,0
SM-62	4,0	4,0	0,5	<0,1	<0,1	1,6	2,5	0,7	<0,1	0,1	3,5	0,2	1,6	28,5	3,7
SM-66	14,1	6,0	6,3	<0,1	<0,1	18,9	48,1	2,8	<0,1	1,5	55,2	0,6	138,4	146	26,9
SM-69	11,4	9,2	1,6	<0,1	0,2	18,7	15,8	0,9	<0,1	0,5	55,0	1,1	136,7	118,1	9,5
SM-70	10,6	4,3	1,2	<0,1	<0,1	9,5	8,8	1,0	<0,1	0,7	25,1	0,6	91,9	46,6	8,4
SM-72	5,9	3,0	0,5	<0,1	0,2	7,0	4,7	0,6	<0,1	0,5	69,2	0,4	41,6	73	4,6

## EK.2 Örneklerin Minör Element Değerleri (%)

	BaO	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	NiO	PbO	Rb <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>	SrO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	ZrO <sub>2</sub>
SM-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,10	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SM-3	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,03	<0,01	0,01	0,01
SM-6	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,01	<0,01	0,02	0,03
SM-8	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,06	<0,01	0,01	0,01
SM-11	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,04	0,02	<0,01	0,01	0,01
SM-17	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,03	<0,01	0,03	0,04	<0,01	0,01	0,03
SM-18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SM-19	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,08	<0,01	0,04	0,03	<0,01	0,01	0,03
SM-20	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
SM-21	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,08	0,02	<0,01	0,01	0,01
SM-22	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,02	<0,01	0,01	0,01
SM-26	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,11	0,01	<0,01	0,01	0,01
SM-27	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	-	<0,01	0,07	0,02	<0,01	0,01	0,01
SM-29	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	-	<0,01	0,07	0,02	<0,01	0,01	0,02
SM-30	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,03	<0,01	0,01	0,02
SM-35	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SM-37	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,10	0,03	<0,01	0,01	0,02
SM-41	0,04	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	0,02	<0,01	0,01	0,02
SM-43	0,04	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,10	0,01	<0,01	0,01	0,01
SM-45	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
SM-49	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	-	<0,01	0,10	0,02	<0,01	<0,01	0,01
SM-51	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,07	0,01	<0,01	0,01	0,01
SM-55	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,10	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SM-59	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,01	<0,01	0,01	0,03
SM-61	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
SM-62	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
SM-66	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	-	<0,01	0,02	0,03	<0,01	0,01	0,02
SM-69	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,04	0,03	<0,01	0,01	0,02
SM-70	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,13	0,02	<0,01	0,01	0,02
SM-72	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,08	<0,01	0,14	0,01	<0,01	0,01	0,01

### EK 3. Örneklerin TOT/C ve TOT/S Değerleri

	C (%)	S (%)
SM-18	13,4	0,09
SM-21	7,60	0,06
SM-22	5,36	0,06
SM-27	6,13	0,06
SM-29	4,38	0,10
SM-35	12,1	0,06
SM-45	12,4	0,09
SM-49	7,92	0,06
SM-55	12,12	0,14
SM-61	6,79	0,06
SM-69	3,27	0,06
SM-70	7,24	0,06
SM-72	8,15	0,07





