T. C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BOZKIR BİRLİĞİ'NİN (BOZKIR-HADİM, KONYA) MİNERALOJİK-PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mine TAKCI
(2011FEY003)

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN

SİVAS
TEMMUZ 2015

MİNE TAKÇI'nın hazırladığı ve **"Bozkır Birliği'nin (Bozkır-Hadim, Konya) Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi"** adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Hüseyin YALÇIN** Cumhuriyet Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ** Cumhuriyet Üniversitesi	.....
	Prof. Dr. Ömer BOZKAYA Pamukkale Üniversitesi	.....

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa DEĞİRMENCİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından M-477 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Mine TAKÇI, 2015

Çalışma sırasında bana destek olan aileme ve tüm arkadaşlarıma...

ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

13.07.2015

İmza

Mine TAKÇI

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında katkılarını esirgemeyen danışman hocamlarım Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN ve Prof.Dr.Ömer BOZKAYA'ya;

Ayrıca, tezin ince-kesit ve XRD çalışmalarının gerçekleştirilmesindeki yardımları için Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlardaki için bütün teknik personele; Erasmus kapsamında bulunduğum İspanya Granada Üniversitesi Laboratuvarları'nda SEM-EDS incelemelerindeki lojistik ve bilimsel destekleri için Prof.Dr.Fernando NIETO'ya;

teşekkür ederim.

Bu çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı (CÜBAP) tarafından M-477 numaralı projeyle desteklenmiştir.

ÖZET

BOZKIR BİRLİĞİ'NİN (BOZKIR-HADİM, KONYA) MİNERALOJİK-PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Mine TAKÇI

Yüksek Lisans Tezi
Kimya Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Hüseyin YALÇIN
2015, 134+xxiv sayfa

Toros Kuşağı'nda Triyas riftleşmesi ile ilişkili birimleri kuzeyde Bozkır Birliği ve güneyde Antalya Birliği temsil etmektedir. Bu çalışmada, Bozkır Birliği'nin Bozkır-Hadim (Konya) bölgesinde yüzeyleyen Triyas-Kretase yaşlı derin denizel sedimanter ve volkanik-volkanosedimanter kayaçlar incelenerek, diyajenez/metamorfizma derecesi ve riftleşmeyle ilişkili jeolojik evriminin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bozkır Birliği; yapısal konumlarına göre alttan üste doğru Üst Triyas yaşlı Korualan Grubu (Kayabaşı Formasyonu, Başkışla Karışığı), Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Huğlu Grubu (Dedemli Formasyonu, Mahmut Tepesi Kireçtaşı / Formasyonu, Kovanlık Karışığı) ve Jura-Kretase yaşlı Boyalı Tepe Grubu (Soğucak Kireçtaşı / Kuztepe Kireçtaşı ve Asar Tepe Kireçtaşı) birimlerinden oluşmaktadır. Korualan Grubu; radyolarit ve çört arakatkılı, karbonat (kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit) ve klastik kayaç (kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, şeyl) ardalanması ile temsil edilmektedir. Huğlu Grubu; radyolarit, kireçtaşı ve klastik kayaç (kumtaşı, silttaşı, şeyl) arakatkıları içeren volkanik (bazalt, andezit) ve piroklastik (tüflü kumtaşı) kayaçlardan oluşmaktadır.

Ölçülü kesitler boyunca alınan 183 adet örnek üzerinde tümkayaç mineralojisi-petrografisi (optik mikroskop-OM), tümkayaç ve kil fraksiyonu mineralojisi (X-ışınları kırınımı-XRD), ve mineral görüntüleme (taramalı elektron mikroskop ikincil elektron-SEM-SE ve geri saçınımlı elektron-SEM-BSE) incelemeleri yapılmıştır. Ayrıca mineral kimyası (enerji yayılımı spektrometresi-EDS), illit ve volkanik

kayaçların kimyası (füzyon indüktif eşleşmiş plasma-ICP ve kütle spektrometresi-ICP-MS) çözümlemeleri de gerçekleştirilmiştir.

XRD incelemelerine göre; Bozkır Birliği'nin karbonat-silisiklastik-volkanojenik kayaçları bolluk sırasına göre karbonat (kalsit, dolomit), kuvars, feldispat (plajiyoklaz, anortoklaz), fillosilikat (illit, klorit, karışık tabakalı illit-klorit / I-C ve klorit-vermikülit / C-V, klorit-smektit / C-S ve ender smektit), ojit, hematit, analsim ve höylandit içermektedir. İllit Kübler indeksi-KI ($\Delta°2\theta$) verilerine göre; Kayabaşı Formasyonu düşük dereceli diyajenez (1.46-2.31, ortalama 1.82), Dedemli Formasyonu yüksek dereceli diyajenez (0.54-0.81, ortalama 0.63), Mahmut Tepesi Formasyonu ise yüksek dereceli diyajenez-ankizon (0.41-0.76, ortalama 0.53) derecesine karşılık gelmektedir. Klorit Arkai İndeksi-AI ($\Delta^{o}2\theta$) Mahmut Tepesi Formasyonu için ankizonu (0.38-0.45, ortalama 0.41) işaret etmektedir. İllitlerin pik şiddet oranı ($Ir = [I_{(001)}/I_{(003)}]_{\text{normal çekim}} / [I_{(001)}/I_{(003)}]_{\text{glikollü çekim}}$) 1.00'dan yüksek olup; illitlerin % 8'e kadar genişleyebilen tabaka (smektit) bileşenine sahip olduğunu göstermektedir. Ir değerleri Kayabaşı (1.16-2.43, ortalama 1.72), ve Mahmut Tepesi (1.23-1.87, ortalama 1.57) formasyonlarında yüksek, Dedemli (1.00-1.18, ortalama 1.09) formasyonlarında düşük olup; artan diyajenez derecesiyle birlikte illitlerin smektit bileşeninin azaldığını göstermektedir.

Feldispatların ortoklaz, albit ve anortit içerikleri sırasıyla % 6, 92 ve 1 ortalamaya sahip olup, çoğunlukla albit ve anortoklaz bileşimindedir. Matriks ve/veya volkanik camın ortalama Barth standard hücre bileşimleri (Si=29.2, Al=26.3, Fe=22.3, Mn=0.3, Mg=19.8, Ca=1.2, Na=0.3, K=0.5) başlangıç malzemesinin silis ve alkali elementlerce fakir olduğunu göstermektedir.

İllit ve aratabakalı kil minerallerinin kimyasal çözümlemelerinden itibaren hesaplanan yapısal formülleri aşağıda verilmiştir:

$(Ca_{0.05}Na_{0.03}K_{0.41}P_{0.01})(Al_{1.41}Ti_{0.04}Fe_{0.30}Mg_{0.18})[(Si_{3.74}Al_{0.26})O_{10}](OH)_2$ (İllit-ICP)

$(Mg_{0.02}Ca_{0.01}Na_{0.08}K_{0.77})(Al_{1.76}\ Ti_{0.02}Fe_{0.14}Mg_{0.12})[(Si_{3.23}Al_{0.77})O_{10}](OH)_2$ (İllit-EDS)

$(Mg_{0.23}Ca_{0.12}K_{0.07})(Al_{1.69}Fe_{1.05}Mg_{0.90})[(Si_{3.75}Al_{0.25})O_{10}](OH)_6$ (C-V-EDS)

$(Mg_{0.01}Ca_{0.12}K_{0.47})(Al_{1.90}Fe_{0.85}Mg_{0.80})[(Si_{3.28}Al_{0.72})O_{10}](OH)_6$ (I-C-EDS)

İllit/beyaz K-mikaların parlatılmış ve karbon kaplanmış kayaç dilimlerinden elde edilen EDS analiz sonuçlarına göre; riftleşme öncesi birimlerden Kayabaşı Formasyonu illit/mikaları muskovitik (yüksek K), riftleşmeyle ilişkili Mahmut

Tepesi Formasyonu illit/mikaları ise fenjitik ve seladonitik (yüksek tetrahedral Si ve oktahedral Fe+Mg) bileşime sahiptir. Diğer bir ifadeyle illit/mikaların Kayabaşı Formasyonu'nda tetrahedral Al, Mahmut Tepesi Formasyonu'nda ise oktahedral Al miktarı daha yüksektir. İllitlerde iz ve nadir toprak element (NTE) içeriklerinin kondrite göre dağılımları Kayabaşı ve Dedemli formasyonları için benzer yönelim sunmakta, ancak bu elementlerin miktarları Dedemli Formasyonu'nda az da olsa artmaktadır.

Artan sıcaklıkla birlikte $\delta^{18}O$–δD izotopsal değişimine göre; illit minerallerini oluşturan suyun izotopsal bileşimi deniz suyu bileşiminden uzak olup; Doğu Akdeniz Meteorik Su (DAMS) ile magmatik su bileşimi arasında yer almaktadır. DAMS bileşimine yakınlığı, illitleri oluşturan diyajenetik sıvıların büyük ölçüde yer altı, kısmen de magmatik (volkanik-volkanosedimanter) sulardan kaynaklandığını düşündürmektedir. $\delta^{18}O_{H2O}$–sıcaklık ilişkisine göre; illit minerallerini oluşturan su bütünüyle DAMS varsayıldığında düşük (< 20 °C), magmatik su varsayıldığında ise yüksek (> 80 °C) sıcaklık koşulları elde edilmiştir. İllit/I-S minerallerinin kristal-kimyasal verileri (KI, kristalit büyüklüğü, d_{060}, politipi vb.) 20 °C'den yüksek sıcaklık değerlerini ve iki farklı suyun karışımını öngörmektedir.

Bozkır Birliği kayaçlarından elde edilen veriler, riftleşme öncesi (Kayabaşı Formasyonu) ve riftleşmeyle eş zamanlı birimlerin (Dedemli ve Mahmut Tepesi formasyonları) farklı mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Toros Kuşağı, XRD, SEM, İz Elementler, Diyajenez/Metamorfizma.

ABSTRACT

MINERALOGICAL-PETROGRAPGICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF BOZKIR UNIT (BOZKIR-HADİM, KONYA)

Mine TAKÇI

Master of Science Thesis, Department of Geological Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin YALÇIN
2015, 134 pages

The units related to Triassic rifting in the Taurus Belt are represented by Bozkır Unit at the north and Antalya Unit at the south. In this study, it is aimed to clarify the diagenesis/metamorphism degree and geological evolution related to rifting of Bozkır Unit by determining the deep marine sedimentary and volcanic-volcanosedimentary rocks of Triassic-Cretaceous age that are outcropped in the Bozkır-Hadim (Konya) region of the Bozkır Unit.

The Bozkır Unit consists of Upper Triassic Korualan Group (Kayabaşı Formation, Başkışla Complex), Upper Triassic-Upper Cretaceous Huğlu Group (Dedemli Formation, Mahmut Tepesi Limestone / Formation, Kovanlık Complex) and Jurassic-Cretaceous Boyalı Tepe Group (Soğucak / Kuztepe Limestone and Asar Tepe Limestone) from bottom to top as to their structural settings. The Korualan Group is represented by the alternations of carbonate (limestone, dolomitic limestone, dolomite) with radiolarite and chert intercalations and clastic rocks (sandstone, siltstone, mudstone, shale). The Huğlu Group is made up of volcanic (basalt, andesite) and pyroclastic (tuffaceous sandstone) rocks including radyolarite, limestone and clastic rock (sandstone, siltstone, shale) intercalations.

Whole-rock mineralogy-petrography (optical microscope-OM), whole-rock and clay fraction mineralogy (X-rays diffraction-XRD), and mineral imaging (scanning electron microscope secondary electron-SEM-SE and back-scattered electron-SEM-BSE) investigations were made on the 183 samples taken from the measured

sections. Additionally, chemistry of some minerals (energy dispersive spectrometry-EDS), chemistry of illite and volcanic rocks (fusion inductively plasma–ICP and mass spectrometry-ICP-MS) analyses were carried out on some minerals and volcanic rocks.

According to XRD examinations; the carbonate-silisiclastic-volcanogenic rocks of the Bozkır Unit contain carbonate (calcite, dolomite), quartz, feldspar (plagioclase, anortoclase), phyllosilicate (illite, chlorite, mixed-layered illite-chlorite / I-C, chlorite-vermiculite / C-V, chlorite-smectite / C-S, rarely smectite), augite, hematite, analcime and heulandite in order of abundance. On the basis of illite Kübler Index-KI ($\Delta°2\theta$) data; Kayabaşı, Dedemli and Mahmut Tepesi formations correspond the low grade diagenesis (1.46-2.31, mean 1.82), high grade diagenesis (0.54-0.81, mean 0.63) and high grade diagenesis-anchizone (0.41-0.76, mean 0.53), respectively. Chlorite Arkai Index-AI ($\Delta^{o}2\theta$) indicates anchizone (0.38-0.45, mean 0.41) for Mahmut Tepesi Formation. The peak intensity ratios (Ir = $[I_{(001)}/I_{(003)}]_{\text{air-dried}}$ / $[I_{(001)}/I_{(003)}]_{\text{glicollated}}$) of illites are higher than 1.00 and show that they have expandable layer (smectite) components up to 8 %. Ir values are high for Kayabaşı (1.16-2.43, mean 1.72, and Mahmut Tepesi (1.23-1.87, mean 1.57) formations, but low for Dedemli Formation (1.00-1.18, mean 1.09) that point out the decrease of smectite amount in the illites together with increase of diagenesis grade.

Ortoclase, albite and anortite contents of feldspars have averages of 6, 92 and 1 % respectively and are usually of albite and anortoclase compositions. The Barth standard unit-cell compositions of matrix and/or volcanic glass (Si=29.2, Al=26.3, Fe=22.3, Mn=0.3, Mg=19.8, Ca=1.2, Na=0.3, K=0.5) suggest that starting materials are poor with respect to silica and alkali elements.

The structural formula calculated from chemical analyses of illite and mixed-layered clay minerals are given in the following:

$(Ca_{0.05}Na_{0.03}K_{0.41}P_{0.01})(Al_{1.41}Ti_{0.04}Fe_{0.30}Mg_{0.18})[(Si_{3.74}Al_{0.26})O_{10}](OH)_2$ (Illite-ICP)

$(Mg_{0.02}Ca_{0.01}Na_{0.08}K_{0.77})(Al_{1.76}\ Ti_{0.02}Fe_{0.14}Mg_{0.12})[(Si_{3.23}Al_{0.77})O_{10}](OH)_2$ (Illite-EDS)

$(Mg_{0.23}Ca_{0.12}K_{0.07})(Al_{1.69}Fe_{1.05}Mg_{0.90})[(Si_{3.75}Al_{0.25})O_{10}](OH)_6$ (C-V-EDS)

$(Mg_{0.01}Ca_{0.12}K_{0.47})(Al_{1.90}Fe_{0.85}Mg_{0.80})[(Si_{3.28}Al_{0.72})O_{10}](OH)_6$ (I-C-EDS)

The illite/micas of the Kayabaşı Formation as the pre-rifting unit and Mahmut Tepesi Formation as a unit related to the rifting have respectively muscovitic (high K) and

phengitic and seladonitic (high tetrahedral Si and octahedral Fe+Mg) in composition on considering the results of EDS analyses from polished and carbon coated slices of illite/white K-micas. In other words, tetrahedral Al amount of illite/micas for Kayabaşı Formation and octahedral Al of those for Mahmut Tepesi Formation are higher from one another. The distributions of chondrite-normalized trace and rare earth element (REE) contents in the illites present similar trends for Kayabaşı and Dedemli formations, but the quantities of these elements increase in the Dedemli Formation even if they are small.

Isotopic compositions of water forming of illite minerals are far from that of sea water and found between Eastern Mediterranean Meteoric Water (EMMW) and magmatic water compositions in comparison with $\delta^{18}O$–δD isotopic variations together with increasing temperature. The close to EMMW composition of the illites states that the diagenetic fluids are resulted from largely underground and partly magmatic (volcanic-volcanosedimentary) waters. The temperature conditions are obtained as low (< 20 °C) and high (> 80 °C) when water composing of illite minerals is supposed to be the same of those of EMMW and magmatic water in order. The crystal-chemical data (KI, crystallite size, d_{060}, polytype etc.) of illite/I-S minerals project that the temperature values are higher than 20 °C and two different waters are mixed.

The findings from the rocks of Bozkır Unit propose that pre-rifting (Kayabaşı Formation) and syn-rifting units (Dedemli ve Mahmut Tepesi formations) have different mineralogical-petrographical and geochemical properties.

Key Words: Taurus Belt, XRD, SEM, Trace Elements, Diagenesis/Metamorphism.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
İÇ KAPAK	i
KABUL VE ONAY	ii
YÖNERGE VE PROJE DESTEK BİLDİRİMİ	iii
TELİF	iv
İTHAF	v
ETİK	vi
KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	xi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
SİMGELER DİZİNİ	xxii
KISALTMALAR DİZİNİ	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 İnceleme Alanının Tanıtımı	1
1.2 Bölgesel Jeoloji	1
1.3 Önceki Çalışmalar	2
1.4 Amaç ve Kapsam	3
2. STRATİGRAFİ VE LİTOLOJİ	5
2.1 Korualan Grubu	5
2.1.1 Kayabaşı formasyonu	5
2.1.2 Başkışla Karışığı	8
2.2 Huğlu Grubu	10
2.2.1 Dedemli Formasyonu	10
2.2.2 Mahmut Tepesi Formasyonu	13
2.2.3 Kovanlık Karışığı	16
2.3. Boyalı Tepe Grubu	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1 Optik Mikroskop İncelemeleri	23
3.2 X-ışını Kırınımı İncelemeleri	23
3.3 Jeokimyasal İncelemeler	29
3.3.1 Mikroprob Çözümlemeleri	29
3.3.2 Tümkayaç Çözümlemeleri	29
4. MİNERALOJİ-PETROGRAFİ	31
4.1 Optik Mikroskop İncelemeleri	31
4.1.1 Korualan Grubu	31
4.1.2 Huğlu Grubu	43
4.2 Elektron Mikroskop İncelemeleri	51
4.3 X-ışınları Kırınımı İncelemeleri	54
4.3.1 Tümkayaç ve kil fraksiyonu incelemeleri	54
4.3.1.1 Korualan Grubu	54
4.3.2.2 Huğlu Grubu	61
4.3.2 Fillosilikatların kristal-kimyası incelemeleri	63

5. JEOKİMYA. 68
5.1 Ana ve İz Element Jeokimyası. 68
5.1.1 Kil mineralleri. 68
5.1.2 Volkanik cam ve/veya matriks. 85
5.1.3 Feldispatlar. 86
5.1.4 Volkanik kayaçlar. 90
5.1.4.1 Sınıflandırma ve adlandırma. 90
5.1.4.2. Volkanik süreçler. 95
5.1.4.3 Jeotektonik konum. 103
5.2 Duraylı İzotop Jeokimyası. 106
6. MİNERALLERİN KÖKENİ VE OLUŞUMU. 110
6.1 Kil Mineralleri. 110
6.1.1 İllit/muskovit. 110
6.1.2 Klorit. 112
6.1.3 Karışık tabakalı kil mineralleri. 112
6.2. Zeolit Mineralleri. 114
6.3 Karbonat mineralleri. 117
6.4 Fe-oksit/hidroksitler. 117
7. SONUÇLAR. 118
KAYNAKLAR. 121
ÖZGEÇMİŞ. . . . . .

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 1.1	a) Güney Anadolu'nun tektonik birlikleri (Göncüoğlu vd, 1997; Özgül, 1976), b) İnceleme alanının Orta Toroslarda yüzeylenen Torid birlikleri (Özgül, 1984) içerisindeki konumu, c) İnceleme alanın paftalara göre dağılımı.	3
Şekil 2.1	a) İnceleme alanının jeoloji haritası (MTA, 2002'den uyarlanarak), b) Birliklerin göreli yapısal konumları (Özgül, 1997'den düzenlenerek)	6
Şekil 2.2	Kayabaşı formasyonuna ait sarımsı renkli dolomitik kireçtaşları.	7
Şekil 2.3	Kayabaşı formasyonuna ait gri-yeşil çamurtaşları.	7
Şekil 2.4	Kayabaşı formasyonuna ait çakmaktaşı (çört) arakatmanlı kireçtaşları.	8
Şekil 2.5	Başkışla Karışığı çamurtaşı ve radyolaryalı kireçtaşı hamuru içerisinde beyaz damarlı bordo-kahve kristalize kireçtaşı blokları.	10
Şekil 2.6	Dedemli Formasyonu gri-sarımsı ve yeşil renkli kireçtaşı ve kumtaşları.	11
Şekil 2.7	Dedemli Formasyonuna ait yeşil renkli altere volkanitler.	11
Şekil 2.8	Dedemli formasyonu altere volkanit arakatkılı kireçtaşı ve kumtaşları……...	12
Şekil 2.9	Mahmut Tepesi Formayonu'nun bordo-kahve radyolarit-yeşil şeyl ardalanması.	15
Şekil 2.10	Dedemli Formasyonu'nun volkaniklerini üzerleyen Mahmut Tepesi Formayonu'nun bordo-kahve radyolarit-yeşil şeyl ardalanması.	15
Şekil 2.11	Mahmut Tepesi Formasyonu kireçtaşlarının Dedemli formasyonu volkanitleri üzerinde dereceli basen açılımını yansıtan basamaklı görünümü.	16
Şekil 2.12	Kovanlık Karışığı'na ait spilitik bazaltlar.	18
Şekil 3.1	C.Ü.MİPJAL'da uygulanan kil ayırma iş akış şeması	28
Şekil 4.1	Korualan Grubu karbonat kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) İri kalsit kristalleri içeren sparitler (a-çift nikol. b-tek nikol), c-d) Kuvarslı ve fosilli oomikritler (c-çift nikol. d-tek nikol).	40
Şekil 4.2	Korualan Grubu karbonat kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Gözeneklerinde özşekilli rombohedral ve zonlu kalsit kristalleri içeren mikritler (a-çift nikol. b-tek nikol), c-d) Gözeneklerinde özşekilli rombohedral ve zonlu dolomit kristalleri içeren. yer yer jel dokulu dolosparitler (c-çift nikol. d-tek nikol).	41
Şekil 4.3	Korualan Grubu kumtaşlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Kuvars kumtaşlarında başlıca kalsit çimento ve kısmen kil matriksinde köşeli monokristalin kuvarslar (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Kuvars kumtaşlarında kalsit çimento içerisinde köşeli monokristalin kuvarslar ve detritik	

muskovit (c-çift nikol, d-tek nikol), e-f) Kuvars kumtaşlarında kalsit çimento içerisinde köşeli monokristalin ve polikristalin kuvarslar ve detritik mikalar (e-çift nikol, f-tek nikol). 42
Şekil 4.4 Korualan Grubu silisli kayaçların optik mikroskopik görünümleri, a-b) İnce taneli kalsitli çörtlerin gözeneklerinde kalsedonik kuvarslar (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) İri taneli dolomitli çörtlerin gözeneklerinde kalsedonik kuvarslar ve jel dokusu (c-çift nikol, d-tek nikol). 43
Şekil 4.5 Huğlu Grubu magmatik kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Bazaltlarda hipokristalin porfirik doku. plajiyoklaz ve ojit mineralleri (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Bazaltlarda vitrofirik porfirik doku ve karbonatlaşmış matrikste ojit. plajiyoklaz ile opasitleşmiş hornblendler (c-çift nikol, d-tek nikol), e-f) Diyabazlarda çoğunlukla silisleşmesi ve kloritleşmesi (e-çift nikol, f-tek nikol). 52
Şekil 4.6 Huğlu Grubu magmatik kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Bozuşmuş andezitlerde vitrofirik porfirik doku ve biyotit mineralleri (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Bozuşmuş andezitlerde hipokristalin porfirik doku ve plajiyoklaz ile biyotitler (c-çift nikol, d-tek nikol). 53
Şekil 4.7 Huğlu Grubu magmatik kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Bozuşmuş andezitlerin matriks ve/veya gözeneklerinde höylandit / klinoptilolitler (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Bozuşmuş andezitlerin matriks ve/veya gözeneklerinde klorit ve karışık tabakalı klorit-smektitler (C-S) (c-çift nikol, d-tek nikol). 54
Şekil 4.8 Huğlu Grubu tüfitlerinin optik mikroskopik görünümleri. a-b) Vitroklastik dokulu tüflü kumtaşlarında karbonatlaşma ve kloritleşme ile volkanik kayaç parçacıkları (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Vitroklastik dokulu tüflü kumtaşlarında kloritleşmeler (c-çift nikol, d-tek nikol). 55
Şekil 4.9 Huğlu Grubu karbonat kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Mikritlerde silisleşmiş ve/veya kalsit dolgulu radyolaryaların optik mikroskop görünümleri (a-çift nikol, b-tek nikol). 55
Şekil 4.10 Taramalı elektron mikroskop görüntüleri. a) Şeyl örneğinde illitler, b) Çamurtaşı örneğinde illit ve kloritler, c) Altere volkanik örneğinde illit ve kloritler, d) Silttaşı örneğinde illit. klorit ve karışık tabakalı illit-kloritler. 56
Şekil 4.11 Geri-saçınımlı elektron mikroskop görüntüleri, a) Şeyl örneğinde illitlerin yönlenmesi, b) Çamurtaşı örneğinde detritik mika, otijenik illit ve framboyidal pirit oluşumları, c) Altere volkanik örneğinde ince taneli hematitler, d) Silttaşı örneğinde mika ve kloritlerin yönlenmesi. 57
Şekil 4.12 Korualan Grubu kayaçlarının XRD-TK desenleri, a) Çamurtaşı örneğinde hematit, b) Dolomit örneğinde karbonat mineralleri. 57
Şekil 4.13 Korualan Grubu kayaçlarının XRD-KF desenleri. 60

Şekil 4.14 Huğlu Grubu kayaçlarının XRD desenleri. a) Altere volkanik örneğinde analsim, b) Altere volkanik örneğinde ojit. 63
Şekil 4.15 Huğlu Grubu kayaçlarının XRD-KF desenleri 64
Şekil 4.16 Bozkır Birliği birimlerinde K-mikaların KI-I(002)/(001) pik şiddeti oranlarına göre dağılımları. 66
Şekil 4.17 Bozkır Birliği birimlerinde K-mikalarının KI-[$I_{(003)}/I_{(001)N}$] / [$I_{(003)}/I_{(001)G}$] diyagramında (Eberl ve Velde, 1989) genişleyebilen tabaka içerikleri (% S) ve kristalit büyüklüğü (nm) arasındaki ilişki. 67
Şekil 5.1 İllit minerallerinde ana elementlerin içeriklerine göre dağılımı. 70
Şekil 5.2 İllit minerallerinde iz elementlerin içeriklerine göre dağılımı (M=Karışık davranışlı elementler, H=Halojen, PM=Değerli metaller, LFSE=Kalıcılığı düşük elementler, HFSE=Kalıcılığı yüksek elementler) 70
Şekil 5.3 İllit minerallerinde nadir toprak elementlerin içeriklerine göre dağılımı. 72
Şekil 5.4 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre üçgen diyagramlarda dağılımları, a) Tetrahedral yük-oktahedral yük, b) M^{+}-4Si-R^{+2} 79
Şekil 5.5 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre üçgen diyagramlarda dağılımları, a) oktahedral (Fe+Mg)-oktahedral Al^{VI}–tetrahedral Al^{IV}, b) Yapraklararası Na-K, c) tetrahedral Si-Al_{toplam} 80
Şekil 5.6 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre değişim diyagramlarında dağılımları, a) Yapraklararası Na+K-tetrahedral Si, b) Oktahedral Mg-Fe. 81
Şekil 5.7 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre değişim diyagramlarında dağılımları, a) Oktahedral Mg+Fe-tetrahedral Si, b) tetrahedral Si/Al_{toplam} 82
Şekil 5.8 İllit minerallerinin kondrit-normalize iz element desenleri (Kondrit: Sun ve Mcdonough, 1989; NASC için Nb ve Y: Condie, 1993; diğer elementler: Gromet vd., 1984) 83
Şekil 5.9 İllit minerallerinin kondrit-normalize REE bollukları (NASC: Ho ve Tm elementleri Haskin vd., 1968, diğer elementler Gromet vd., 1984; Kondrit: Sun ve Mcdonough, 1989) 84
Şekil 5.10 Feldispatların An-Ab-Or üçgen diyagramında sınıflandırılması ve adlandırılması. 89
Şekil 5.11 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının toplam alkali-silika diyagramında sınıflandırılması ve adlandırılması (Le Maitre vd., 2002) 92
Şekil 5.12 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının sınıflandırılması (Le Maitre vd., 2002) 93
Şekil 5.13 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının hareketsiz elementlere (Zr/TiO_2*0.0001-Nb/Y) göre sınıflandırılması ve adlandırılması (Winchester ve Floyd, 1977) 93
Şekil 5.14 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının sınıflandırılması (Irvine ve Baragar, 1971; alkali-subalkali sınırı: Rickwood, 1989), a) Alkali-subalkali, b) Toleyitik-kalkalkali ayrım diyagramı. 94

Şekil 5.15 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının sınıflandırılması (Peccerillo ve Taylor, 1976) 95
Şekil 5.16 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının SiO_2–ana element ikili değişim diyagramları, a) TiO_2, b) Al_2O_3, c) tFe_2O_3, d) MnO, e) MgO, f) CaO, g) Na_2O, h) K_2O, i) P_2O_5 96
Şekil 5.17 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının ana element (CaO/Na_2O-Al_2O_3) ikili değişim diyagramı. 97
Şekil 5.18 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının ana-iz element (CaO-Y) ikili değişim diyagramı. 97
Şekil 5.19 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının SiO_2–iz element ikili değişim diyagramları, a) SiO_2–tTE, b) SiO_2–tGR, c) SiO_2–tME, d) SiO_2–tLFSE, e) SiO_2–tHFSE, f) SiO_2–tREE. 98
Şekil 5.20 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının iz-iz element ikili değişim diyagramları, a) Nb-Zr, b)Y/Nb-Zr/Nb, c) Rb/Y-Nb/Y 98
Şekil 5.21 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının Th/Yb-Ta/Yb ikili değişim diyagramında dağılımları (DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; UC: Taylor ve McLennan, 1985) 99
Şekil 5.22 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının La/Sm-La ikili değişim diyagramında dağılımları (C1: Boynton, 1984; DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; LC: Weaver ve Tarney, 1984; UC: Taylor ve McLennan, 1985) 100
Şekil 5.23 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının La/Yb-Zr/Nb ikili değişim diyagramında dağılımları (C1: Boynton, 1984; DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; LC: Weaver ve Tarney, 1984; UC: Taylor ve McLennan, 1985) 100
Şekil 5.24 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının kondrit-normalize iz element desenleri (Kondrit, OIB=Okyanus Adası Bazaltı, N-MORB=Normal-Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı: Sun ve McDonough, 1989) 101
Şekil 5.25 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının kondrite-normalize nadir toprak element desenleri (Sun ve McDonough, 1989) 102
Şekil 5.26 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının Hf/3-Th-Nb/16 tektonik ayırtman diyagramındaki dağılımı (Wood, 1980; Hf/Th < 3 kalk-alkalin bazalt, Hf/Th > 3 ada-yayı toleyitleri) 104
Şekil 5.27 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının Zr/Y-Zr içeriklerine göre tektonik ayırtman diyagramı (Pearce ve Norry, 1979) 105
Şekil 5.28 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının levha içi ve levha kenarı bazaltlarının ayrımında kullanılan Zr/Y-Ti/Y diyagramındaki konumları (Pearce ve Gale, 1977) 105
Şekil 5.29 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının levha içi, MORB ve ada yayı bazaltik kayaçlarının ayrımında kullanılan Cr-Y diyagramındaki konumları (Pearce, 1982) 106
Şekil 5.30 İllit minerallerinin oksijen ve hidrojen izotop bileşimlerinin $\delta^{18}O$ ve δD diyagramındaki konumları Süperjen-hipojen çizgisi: Sheppard vd., 1969; meteorik su çizgisi: Craig, 1961).. 108

Şekil 5.31 İllitleri oluşturan suyun ‰ $\delta^{18}O$ (SMOW) değerleri ile sıcaklık arasındaki ilişki (DAMS, Gat vd., 1996'den magmatik su bileşimi, Taylor, 1968'den alınmıştır). 109

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 3.1	İnceleme sahasında laboratuvar yöntemlerinin dağılımı	23
Çizelge 3.2	XRD çekimlerinde kullanılan aletsel koşullar.	24
Çizelge 3.3	Dolomit referans alınarak saptanmış ortalama mineral şiddet faktörleri (Yalçın ve Bozkaya, 2002 verilerine ekleme yapılarak)	26
Çizelge 3.4	Kaolin-EG referans alınarak saptanmış ortalama kil minerali şiddet faktörleri (Yalçın ve Bozkaya, 2002 verilerine ekleme yapılarak)	27
Çizelge 4.1	Korualan Grubu kayaçlarının optik mikroskop inceleme sonuçları.	32
Çizelge 4.2	Huğlu Grubu kayaçlarının optik mikroskop inceleme sonuçları.	45
Çizelge 4.3	Bozkır Birliği Korualan Grubu kayaçlarının XRD-TK ve KF sonuçları (%)..	56
Çizelge 4.4	Bozkır Birliği Huğlu Grubu kayaçlarının XRD-TK ve KF sonuçları (%)..	61
Çizelge 4.5	Bozkır Birliği'ne ait illit ve klorit "kristalinite", pik şiddet oranı (Ir) ve kristalit büyüklüğü (N, nm) ölçüm sonuçları. . .	65
Çizelge 5.1	İllit minerallerinin ana element kimyasal bileşimi ve yapısal formülleri.	69
Çizelge 5.2	İllit minerallerinin iz element kimyasal bileşimleri.	71
Çizelge 5.3	Kayabaşı Formasyonu illit minerallerinin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri.	74
Çizelge 5.4	Mahmut Tepesi Formasyonu illit minerallerinin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri.	77
Çizelge 5.5	Bozkır Birliği kayaçlarında klorit aratabakalı minerallerin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri.	78
Çizelge 5.6	Bozkır Birliği kayaçlarına ait matriks ve/veya volkanik camın MP sonuçları (%) ve Barth standard hücre bileşimleri..	85
Çizelge 5.7	Bozkır Birliği kayaçlarında feldispat minerallerin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri.	86
Çizelge 5.8	Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının ana element kimyasal bileşimleri ΣFe_2O_3= Toplam Fe olarak, LOI= Ateşte Kayıp)..	90
Çizelge 5.9	Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının iz element kimyasal bileşimleri.	91
Çizelge 5.10	İllit minerallerinin duraylı izotop ($\delta^{18}O$ ve δD) bileşimleri….	107

SİMGELER DİZİNİ

$\Delta^{o}2\theta$	XRD'de iki pik arasındaki fark, derece (^{o})
Ir	Pik şiddet oranı
N	Kristalit büyüklüğü, nanometer (nm)
% S	Smektitlerde genişleyebilen tabaka içerikleri, yüzde (%)

KISALTMALAR DİZİNİ

AF	**:**	Alkali feldispat
Ap	**:**	Apatit
Agt/Ag	**:**	Egirinojit/Egirin
Amp	**:**	Amfibol
An	**:**	Analsim
Ap	**:**	Apatit
Arf	**:**	Arfvedsonit
Arg	**:**	Aragonit
Aug	**:**	Ojit
BSE	**:**	Geri saçılımlı elektron mikroskop görünümü
Bt	**:**	Biyotit
Cal	**:**	Kalsit
Chl	**:**	Klorit
C-S	**:**	Klorit-Smektit
C-V	**:**	Klorit-vermikülit
CÜ	**:**	Cumhuriyet Üniversitesi
Dol	**:**	Dolomit
DM	**:**	Diğer mineraller
EDS	**:**	Enerji Yayılım Spektrometresi
ESEM	**:**	Ortamsal Taramalı Elektron Mikroskopisi
En	**:**	Enstatit
Ep	**:**	Epidot
EG	**:**	Etilen glikol
Fel	**:**	Feldispat
G	**:**	Götit
H	**:**	Halojen elementler
Hbl	**:**	Hornblend
Hem	**:**	Hematit
HFSE	**:**	Yüksek çekim alanlı / kalıcılığı yüksek elementler
I	**:**	İllit
ICP-MS	**:**	Indüktif eşleşmiş plasma-kütle spektrometresi
I-S	**:**	İllit-Smektit
I-V	**:**	İllit-Vermikülit
KF	**:**	Kil fraksiyonu
LFSE	**:**	Düşük çekim alanlı / kalıcılığı düşük elementler
M	**:**	Mafik Mineral
MORB	**:**	Okyanus ortası sırtı bazaltı
Mc	**:**	Mikroklin
Ms	**:**	Muskovit
NASC	**:**	Kuzey Amerikan Şeylleri
OM	**:**	Optik mikroskopi
Ol	**:**	Olivin
Om	**:**	Opak mineraller
Or	**:**	Ortoklaz
P	**:**	Plajiyoklaz
Phl	**:**	Flogopit

Ps	**:**	Fillosilikat
Pl	**:**	Plajiyoklaz
P-V	**:**	Flogopit-Vermikülit
Phs	**:**	Fillosilikat
Prx	**:**	Piroksen
Py	**:**	Py=Pirit
REE	**:**	Nadir toprak elementleri
Qtz	**:**	Kuvars
SE	**:**	İkincil elektron mikroskop görünümü
SEM	**:**	Taramalı Elektron Mikroskopisi
Sm	**:**	Smektit
S-V	**:**	Smektit-Vermikülit
TIMS	**:**	Termal İyonlaşma Kütle Spektrometresi
TK	**:**	Tümkayaç
Tre/Act	**:**	Tremolit/aktinolit
Ttn	**:**	Titanit
V-SMOW	**:**	Viyana Standart Ortalama Okyanus Suyu
XRD	**:**	X-ışınları kırınımı
*****	**:**	İnce kesiti yapılan örnekler

1. GİRİŞ

1.1 İnceleme Alanının Tanıtımı

İnceleme alanı Toros Kuşağı'nın orta kesimlerinde Bozkır-Hadim (Konya) arasında yüzeyleyen Bozkır Birliği'ne ait Triyas-Kretase yaşlı sedimanter, volkanosedimanter ve volkanik kayaçları kapsamakta olup, 1/25.000 ölçekli Konya N28 d2, d3, c1, c2, c3 ve c4 paftaları içinde yer almaktadır.

1.2 Bölgesel Jeoloji

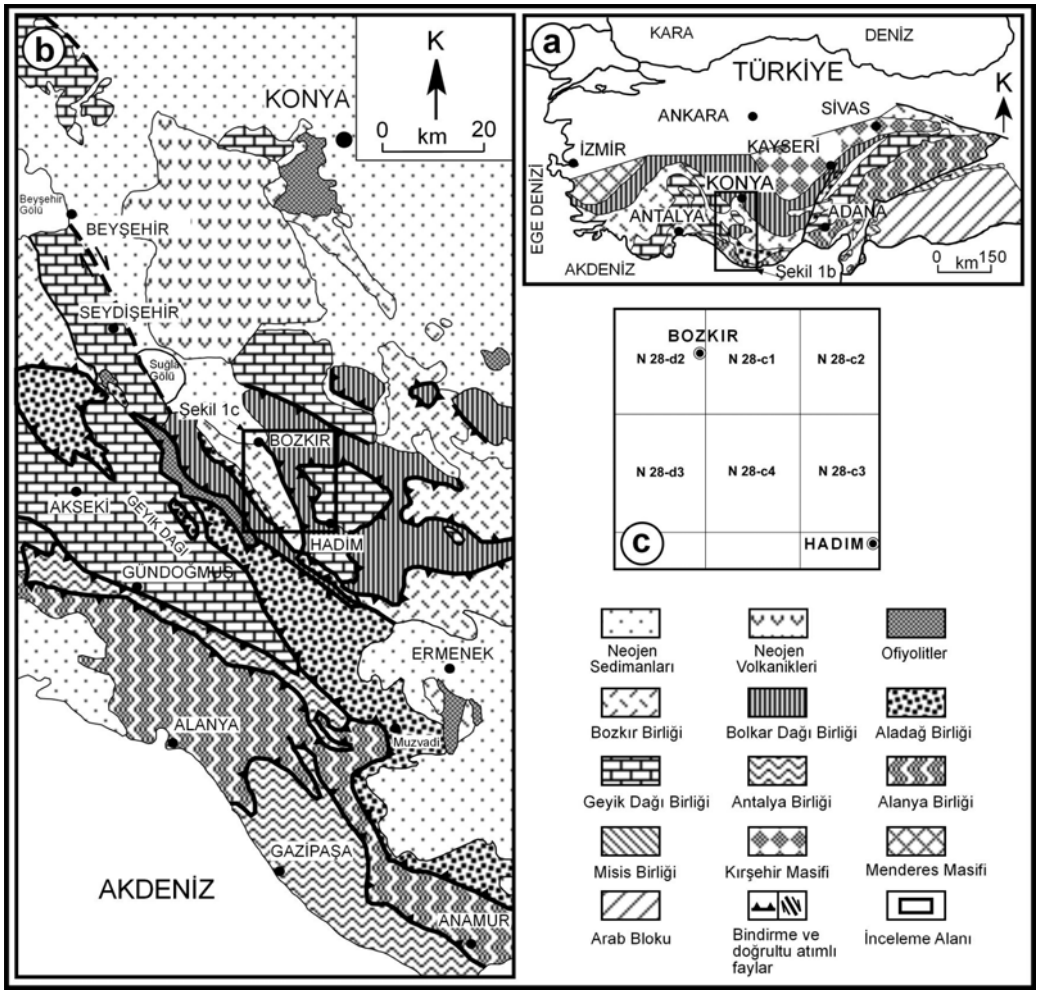
Toros kuşağının belirgin jeoloji özelliklerini taşıyan ve önemli bölümlerinden biri olan Orta Toroslar, 1940'lı yıllardan itibaren yoğun araştırmalara konu edilmiş ve bölgenin stratigrafi, metamorfizma ve yapısal özellikleri açısından farklı ortam koşullarını yansıtan ve kuşak boyunca süreklilik gösteren, birbirleriyle tektonik dokanaklı kaya birimi toplulukları kapsadığı anlaşılmıştır (Blumenthal, 1944, 1947, 1951, 1956; Özgül, 1971, 1976, 1984; Brunn vd., 1971; Özgül ve Arpat, 1973; Monod, 1977; Gutnic vd., 1979). Özellikle Senoniyen ve Lütesiyen hareketleriyle yüzlerce kilometreye varan yatay ve yer değiştirmeler sonucu üst üste yerleşen ve her biri ayrı bir tektono-stratigrafi birimi niteliği taşıyan bu topluluklar Özgül (1976) tarafından Geyik Dağı Birliği, Aladağ Birliği, Bolkar Dağı Birliği, Bozkır Birliği, Alanya Birliği ve Antalya Birliği olarak adlandırılmıştır (Şekil 1).

Çoğu Doğu ve Batı Toroslar'da da izlenebilen bu birliklerden kuzeyde yer alan Bozkır Birliği ile güneyde yer alan Antalya Birliği'nin derin deniz çökelleri ve ofiyolitleri, buna karşın Bolkar Dağı, Aladağ, Alanya ve Geyik Dağı birliklerinin ise başlıca şelf türü kırıntılı ve karbonatlı kayaları içerdiği; göreli olarak yerli (otokton) konumda bulunan Geyik Dağı Birliği'nin yabancı (allokton) birlikler tarafından üstlendiği bilinmektedir (Özgül, 1976). Orta Toroslar'ın tektono-stratigrafi birliklerinin stratigrafi özellikleri ve göreli yapısal konumları göz önünde tutularak, birliklerin tümünün Kambriyen-Erken Triyas (İskitiyen) sonu aralığında, birkaç bin kilometre genişliğinde tek bir platform oluşturdukları

(Özgül, 1997); Aniziyen başında, bu platformun güneyde Antalya Birliği (Antalya Napları; Marcoux, 1978) ve kuzeyde Bozkır Birliği'ne karşılık gelen kesimlerinde riftleşme ve okyanuslaşma sürecine girildiği; Antalya ve Bozkır birlikleriyle temsil edilen Tetis Okyanusu'nun güney ve kuzey kollarının Senoniyen'de kapandığı ve buna bağlı olarak Bozkır Birliği'nin Bolkar Dağı ve Aladağ birliklerini kuzeyden, Alanya Birliği'nin de Antalya Birliği'ni güneyden üstlediği görüşü benimsenmektedir (Özgül, 1984). Kuzeyde Geyik Dağı ve Aladağ birliklerinin arasında, Geç Senoniyen-Erken Tersiyer aralığında, ofiyolit; pelajik kireçtaşı ve ıraksak türbiditleri kapsayan Dipsiz Göl Ofiyolitli Karışığı'nın türediği, kısa ömürlü bir havzanın gelişmiş olabileceği ve bu havzanın Lütesiyen'de kapanmasıyla ilişkili olarak, Aladağ ve Bolkar Dağı birliklerinin, sırtlarında Bozkır Birliği olduğu halde kuzeyden güneye doğru; Antalya Birliği'nin ise sırtında Alanya birliği olduğu halde güneyden kuzeye doğru, birbirlerinin tersi yönde ilerleyerek Geyik Dağı Birliği'ni üstledikleri savunulmaktadır (Özgül, 1997).

1.3 Önceki Çalışmalar

Triyas-Kretase aralığında çökelmiş sedimanter, volkanosedimanter ve volkanik kayaçların yanı sıra, daha yaşlı birliklere ait kayaçların değişik boyutlarda blok ve dilimlerini içeren Bozkır Birliği (Özgül, 1976), büyük bir karışık (melanj) görünümünde olup (Özgül, 1997) birçok araştırmaya konu olmuştur. Birliğin, Torosları'ın inceleme alanı dışında kalan değişik kesimlerindeki yüzeylemeleri, Batı Likya Napları (Graciansky, 1967), Korkuteli dolayında Doğu Likya napları (Brunn vd., 1971); Orta Toroslar'da Beyşehir-Seydişehir dolayında Beyşehir-Hoyran Napı (Gutnic vd., 1979), Hadim-Bozkır dolayında Ofiyolitli Seri (Özgül, 1971), Karaman (Konya) bölgesinde Şist-Badyolarit formasyonu (Blumenthal, 1956) adları ile bilinmektedir.



Şekil 1 a) Güney Anadolu'nun tektonik birlikleri (Göncüoğlu vd, 1997; Özgül, 1976), b) İnceleme alanının Orta Toroslarda yüzeylenen Torid birlikleri (Özgül, 1984) içerisindeki konumu, c) İnceleme alanın paftalara göre dağılımı

Bozkır Birliği, Özgül (1997) tarafından birbirleri ile tektonik ilişkili alttan üste doğru başlıca dört grupta toplanmıştır: Korualan Grubu, Huğlu Grubu, Boyalıtepe Grubu ve Soğucak Kireçtaşı.

1.4 Amaç ve Kapsam

Diyajenetik-düşük dereceli metamorfik kayaçlarda, mineral birliktelikleri, illit kristalinite, beyaz K-mikaların b birim-hücre boyutu, fillosilikat politipleri v.b. mineralojik parametreler (Bozkaya ve Yalçın, 1996), ilgili kayaçların jeolojik

evriminin ortaya konulması için son 30 yıldır dünya literatüründe gittikçe artan bir yoğunlukta kullanılmaktadır. (Örneğin; Frey, 1987; Liou vd., 1987; Merriman ve Frey, 1999; Merrriman ve Peacor, 1999). Ülkemizde ise Toros Kuşağı'ndaki otokton ve allokton birlikleri konu alan bu tür çalışmalar (Bozkaya ve Yalçın, 1997a, 1997b, 1998, 2000, 2004, 2005, 2010; Bozkaya vd., 2002, 2006a), tektonostratigrafik birliklerin evriminin yorumlanmasına önemli katkılar sağlamıştır. Ayrıca, Batı Toroslar ve GD Anadolu bölgesinde sırasıyla Triyas ve Eosen yaşlı riftleşmelerle ilişkili diyajenetik/metamorfik istiflerde yapılan ayrıntılı mineralojik-petrografik çalışmalarla diyajenez/metamorfizma derecesi ile riftleşme ilişkisi açısından önemli bilgiler ortaya konulmuştur (Örneğin; Bozkaya vd., 2006b; Bozkaya ve Yalçın, 2010).

Triyas-Kretase aralığında çökelmiş değişik boyutlarda kayaç blok ve dilimleri kapsayan karışık görünümüne sahip Bozkır Birliği Toros Kuşağı'nın en kuzey birliğini oluşturmakta (Özgül, 1997) ve Antalya Birliği'ne benzer biçimde Triyas yaşlı riftleşmeyle ilişkili sedimanter ve volkanik kayaçlar içermektedir. Toros Platformu'nun kuzey (Bozkır Birliği) ve güney (Antalya Birliği) kenarlarını temsil eden Triyas riftleşmesi KB Gondwana'nın evrimi açısından önemli bir jeolojik olay olup, Neotetisin kuzey ve güney kollarının açılmasını ve Alpin çevrimin/döngünün başlangıcının temsilcisi olduğu belirtilmektedir. (Göncüoğlu, 2010).

Bu projede, Bozkır Birliği'nin en tipik yüzeylemelerinin gözlendiği Bozkır-Hadim (Konya) bölgesindeki Bozkır Birliği'ne ait Triyas-Kretase yaşlı sedimanter ve volkanik kayaçların ayrıntılı mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Böylece riftleşmeyle ilişkili diyajenez-metamorfizma derecesinin ortaya konulması; Toros Kuşağı'nın kuzey kenarının Alt Mesozoyik evrimine, dolayısıyla Türkiye jeolojisine önemli katkılar sağlayacaktır.

2. STRATİGRAFİ VE LİTOLOJİ

Bozkır Birliği'nin yer aldığı Orta Toroslar bölgesinde farklı yaş aralığına ve litolojiye sahip birliklerin yüzeylediği alanlar Şekil 2.1a ve tektonostratigrafik ilişkileri ise Şekil 2.1b'de sunulmuştur.

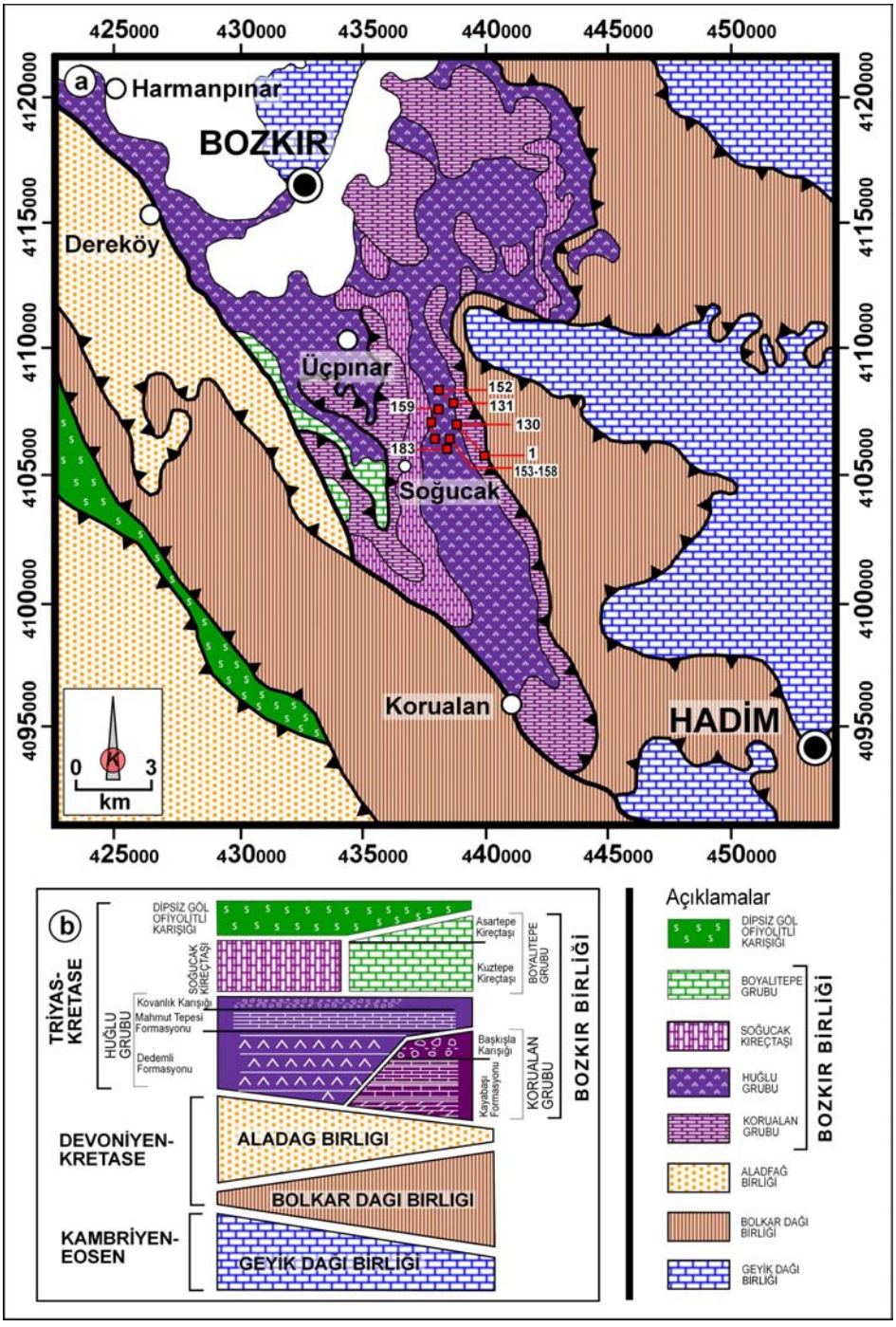
Bunlardan projenin konusunu oluşturan Bozkır Birliği; Özgül (1997) tarafından günümüzdeki yapısal konumlarına göre alttan üste doğru Üst Triyas yaşlı Korualan Grubu (Kayabaşı Formasyonu, Başkışla Karışığı), Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Huğlu Grubu (Dedemli Formasyonu, Mahmut Tepesi Kireçtaşı, Kovanlık Karışığı) ve Jura-Kretase yaşlı Boyalı Tepe Grubu (Soğucak Kireçtaşı / Kuztepe Kireçtaşı, Asar Tepe Kireçtaşı) birimlerine ayrılmıştır. Bunlardan Mahmut Tepesi Kireçtaşı biriminde egemen litoloji kireçtaşı olmakla birlikte, şeyl ve silttaşı arakatkıları içermesi nedeniyle Mahmut Tepesi Formasyonu biçiminde adlandırılması daha uygun gözükmektedir.

2.1 Korualan Grubu

2.1.1 Kayabaşı formasyonu

Altta dolomit, neritik foraminiferli kireçtaşı ve resifal kireçtaşı (Şekil 2.2), resifal kireçtaşı mercekli kumtaşı-şeyl ardışığından (Şekil 2.3) oluşan sığ deniz çökellerini, üstte ise çakmaktaşı arakatmanlı ve yumrulu, radyolaryalı ve pelesipod kavkılı pelajik kireçtaşlarını (Şekil 2.4) kapsar.

Alttan ve üstten tektonik dokanaklarla sınırlı bulunan formasyonun kalınlığı yerden yere değişir; tip kesitinde 450 m'dir. Tip kesitinde genellikle az fosilli olan birim, şeyl arakatkılı karbonatlardan oluşan alt kesiminde kaprolit, ostrokod ve seyrek olarak kristalleşmiş bentonik foraminifer kapsar, ancak yaş belirleyecek ayırtman fosil içermemektedir. Başvuru kesitinde ise istifin ancak alt yarısında Üst Triyas'ı (olasılıkla Noriyen) gösteren bentonik foraminiferler saptanabilmiştir. İstifin üst düzeyinde bulunan kumtaşı-şeyl ardalanması içinde resifal kireçtaşı mercekleri alg, mercan, lamellibranş, sünger ve krinoid makrofosillerin yanında, tür tanımı yapılmamış olmasına karşın Üst Triyas'ta yaşadığı bilinen büyük boyutlu Megalodontidae kapsar.



Şekil 2.1 a) İnceleme alanının jeoloji haritası (MTA, 2002'den uyarlanarak), b) Birliklerin göreli yapısal konumları (Özgül, 1997'den düzenlenerek)



Şekil 2.2 Kayabaşı formasyonuna ait sarımsı renkli dolomitik kireçtaşları



Şekil 2.3 Kayabaşı formasyonuna ait gri-yeşil çamurtaşları



Şekil 2.4 Kayabaşı formasyonuna ait çakmaktaşı (çört) arakatmanlı kireçtaşları

Birim dolomit, makrofosil kavkılı ve involutinli vaketaşı ve resifal kireçtaşı mercekli kırıntılıları kapsayan olasılıkla bariyer arkası şelf lagünü koşullarını yansıtan çökellerle başlar. Daha üstte, radyolaryalı ve çakmaktaşı arakatmanlı vaketaşı-çamurtaşı türünden kireçtaşları ile temsil edilen düşük enerjili kıta yamacı-havza koşulları etkinlik gösterir. Formasyon, bu özellikleriyle, şelften kıta yamacı-havza ortamına geçişi simgeler.

2.1.2 Başkışla Karışığı

Kavkı izli (radyolarya ve pelesipod) pelajik kireçtaşı, radyolarit, moloz akıntılı kırıntılılar, andezitik volkanit blokları ve seyrek olarak yeşil tüflerin moloz akıntılı ince gereçli kırıntılıların karışımından oluşur. Birim, genellikle Bozkır Birliği'nin diğer dilimlerine ait kaya birimleri ile benzer özelliklerde (olasılıkla onlardan türemiş) olan ve boyutları yüzlerce metreye varabilen blokların kaotik bir karışığı görüntüsünü vermektedir (Şekil 2.5). Örneğin, karışık içinde yer yer görülen yeşil tüf ve andezitik volkanitler Dedemli formasyonun volkanitleri, radyolarit

arakatmanlı pelajik kireçtaşları Mahmut Tepesi Formasyonu, neritik kireçtaşları Boyalı Tepe Formasyonu'nun alt kesimleriyle yakın benzerlik gösterir.

Korualan köyünün kuzeyinde Yalnızkaya tepesi dolayında Kayabaşı Formasyonu'nun üstünde yer alır. Bu iki birim arasındaki dokanak ilişkisi, genellikle örtülü bulunduğundan açıklığa kavuşturulmamıştır; ancak kaotik bir yapı gösteren Başkışla Karışığı'nın Kayabaşı Formasyonu'na ait kayalarının benzeri blokları da kapsayışı, dokanağın tektonik olma olasılığını arttırır. Başkışla karışığı, Huğlu Grubu tarafından tektonik olarak üstlenir.

Tektonik dokanaklara sınırı bulunan ve düzenli bir istiflenme göstermeyen Başkışla Karışığı'nın kalınlığı yerden yere değişir. Yalnızkaya tepesi dolayındaki yüzeylemesinde 400-500 m dolayında kalınlık gösterir. Başkışla karışığının oluşum yaşı ile ilgili fosil bulgusuna dayalı yeri bulunamamıştır. Korualan köyünün kuzeyindeki yüzeylemelerinde radyolaryalı, kırmızı ve krem rengi kireçtaşı katmanları, seyrek olarak Üst Triyas'ın ayırtman lamellibranşları kapsar. İnceleme alanının doğusunda, karışığın Pamuk deresi kumtaşı üyesi içinde yer alan yuvarlanmış kireçtaşı çakılları Orta-Üst Triyas aralığını belirten foraminifer kapsar. Başkışla Karışığı içinde Üst Triyas'tan daha genç yaşta herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Ancak, Triyas-Senoniyen aralığında sürekli havza çökelimini yansıtan dilimlerin bloklarını kapsayan karışığın oluşum yaşının, Senoniyen ya da daha genç olması gerekir.



Şekil 2.5 Başkışla Karışığı çamurtaşı ve radyolaryalı kireçtaşı hamuru içerisinde beyaz damarlı bordo-kahve kristalize kireçtaşı blokları

2.2 Huğlu Grubu

2.2.1 Dedemli Formasyonu

Boylanmamış kireçtaşı çakıl ve bloklu, kum-kil hamurlu moloz akması birikintileri kapsayan kırıntılı bir düzeyle başlamakta, seyrek olarak kireçtaşı ve kırıntılı arakatkılarının dışında kalan bölümü (Şekil 2.6), bütünüyle tüf, tüfit, diyabaz ve daha az oranda andezitik deniz altı volkanitlerinden (Şekil 2.7 ve 2.8) oluşur. Açık-koyu yeşil renkli tüf ve tüfitler, formasyonun sahada kolay tanınabilen egemen kaya türünü oluşturur.

Birim, genellikle Başkışla Karışığı'nı, Kayabaşı Formasyonu'nu tektonik dokanakla üstler. Formasyon en üst kesiminde yer alan yaklaşık 50 m kalınlıkta, seyrek olarak yeşil tüf ve spilitik volkanit arakatkılı kireçtaşı-şeyl ardışık düzeyi aracılığıyla üstteki Mahmut Tepesi Formasyonu'na geçiş gösterir.



Şekil 2.6 Dedemli Formasyonu gri-sarımsı ve yeşil renkli kireçtaşı ve kumtaşları



Şekil 2.7 Dedemli Formasyonuna ait yeşil renkli altere volkanitler



Şekil 2.8 Dedemli formasyonu altere volkanit arakatkılı kireçtaşı ve kumtaşları

Tip kesitte kalınlığı 1275 m'dir. Kıt fosilli olan formasyonun seyrek kireçtaşı arakatmanları radyolarya ve ince pelesipod kavkı izlerini kapsar. Birimin üst düzeyindeki kireçtaşı ara katmanlarında Karniyen-Noriyen aralığını gösteren küçük boyutlu Holobia sp. cinsleri bulunmuştur. Taşkent ilçesinin güney batısındaki yüzeylemesinde, yeşil volkanitler içerisindeki bir stromatolitli kireçtaşı bloğunda Noriyen-Resiyen'i (olasılıkla Noriyen) gösteren planktonik foraminiferler saptanmıştır. Formasyonun inceleme alanı dışında Beyşehir güneyindeki yüzeylemelerinin alt düzeyinde yer alan volkanik breş içindeki bloklarda Monod (1977) tarafından Anisiyen ve inceleme alanının güneybatı dışında Gökdeniz (1981) tarafından incelenen tüfitler içinde kireçtaşı breşlerini kapsayan ara düzeyde Üst Aniziyen-Alt Ladiniyen aralığının ayırtman foraminifer toplulukları saptanmıştır. Yine, Gökdeniz (1981) tarafından tüfitler içindeki bir kireçtaşı arakatmanında Ladiniyen'in ayırtman lamellibranşı bulunmuştur. İnceleme alanının içinde ve dışındaki fosil bulguları birlikte değerlendirildiğinde, Dedemli formasyonunun Aniziyen-Noriyen aralığını temsil ettiği anlaşılır.

Birim, andezit-trakit bileşimli tüf ve yastık yapılı spilitleri kapsayan andezitik volkanizmanın etkin olduğu denizel koşulları yansıtır. Volkanitlerin radyolaryalı mikrit ve şeyl arakatkılı oluşu, düşük enerjili açık deniz ortamını gerektirir. Alt düzeylerinde yer yer izlenen moloz akıntılı kırıntılılar, volkanitlere eşlik eden tektonik duraysızlıkla açıklanabilir. Bu veriler, ada yayı gerisi koşullarıyla uyuşmaktadır. Bu havzanın kuzeyde bulunan ve güneye dalan Paleo-Tetis okyanusunun (Şengör ve Yılmaz, 1981) yitim zonu üzerinde geliştiği ve Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolunun başlangıç aşamasını oluşturduğu düşünülebilir.

2.2.2 Mahmut Tepesi Formasyonu

Birimin Beyşehir güneyindeki yüzeylemeleri Monod (1977) tarafından Huğlu birimi kapsamında Huğlu Kireçtaşı adıyla incelenmiştir.

Formasyon; çakmaktaşı arakatmanlı, alt düzeylerinde ince şeyl arakatkılı, bütünüyle pelajik kireçtaşından oluşur (Şekil 2.9, 2.10); en üst düzeyinde yer alan, 5-8 m. kalınlıkta kırmızı, ince katmanlı mikrit düzeyi ile son bulur

Dedemli Formasyonu'nun yeşil tüf ve spilitik volkanit arakatkılı şeyl-pelajik kireçtaşı ardışık düzeyini, ince şeyl arakatkılı olan pelajik kireçtaşı katmanlarıyla uyumlu ve geçişli olarak üstler. Birim, Dedemli formasyonu üzerinde sinsedimanter faylanmalarla basen açılımını ve/veya derinleşmesini yansıtacak biçimde basamaklı bir görünüm sergilemektedir (Şekil 2.11).

Kovanlık Karışığı tarafından çökel ilişkili olarak üstlenir. Formasyon tip kesitinde yaklaşık 90 m kalınlıktadır.

Üst Triyas-Üst Kretase aralığını kapsayan geniş bir zaman dilimini temsil eden birim; kimi düzeylerinde planktonik foraminifer, küçük boy ammonit ve ince lamellibranş gibi pelajik fosilleri kapsamasına karşın, ayırtman fosil bakımından yoksuldur. Formasyonun Beyşehir-Huğlu yöresindeki yüzeylemesinde, en alt

katmanı Orta Triyas'ı gösteren ammonit fosilleri kapsar (Monod, 1977). Buna karşılık, Karaman-Ermenek arasında formasyonun en alt düzeyinde yer alan yumrulu kireçtaşı katmanında, Gökdeniz (1981) tarafından Orta-Üst Noriyen ammonitleri ve lamellibranşları bulunmuştur. Bu bulgulara göre, Mahmut Tepesi Formasyonu'nun başlangıç yaşının, batıdan doğuya doğru gençleştiği düşünülebilir. Formasyonun Asar dağındaki başvuru kesitinde yüzeylemesinin alt katmanlarından başlayarak yaklaşık 100 m kalınlıktaki bölümünde Dogger-Barremiyen aralığını gösterir ammonit kırıntıları; aynı kesitte, kireçtaşı istifinin en üst düzeyindeki kırmızı mikrit katmanlarında Geç Santoniyen-Orta Mestrihtiyen aralığı belirten ve formasyonun en üst düzeyini oluşturan yaklaşık 10 m kalınlıkta kırmızı mikrit düzeyinin alt katmanlarında Koniasiyen-Santoniyen aralığını gösteren planktonik foramiferler saptanmıştır. Bu belgelemelerden, Mahmut Tepesi Formasyonu'nun, toplam 100 m dolayında kalınlıkta olmasına karşın, Orta-Geç Triyas'tan Erken Senoniyen'e değin uzanan geniş bir aman aralığında belirgin bir kesiklik ve fasiyes değişimi göstermeksizin çökelimini sürdürdüğü anlaşılmaktadır.

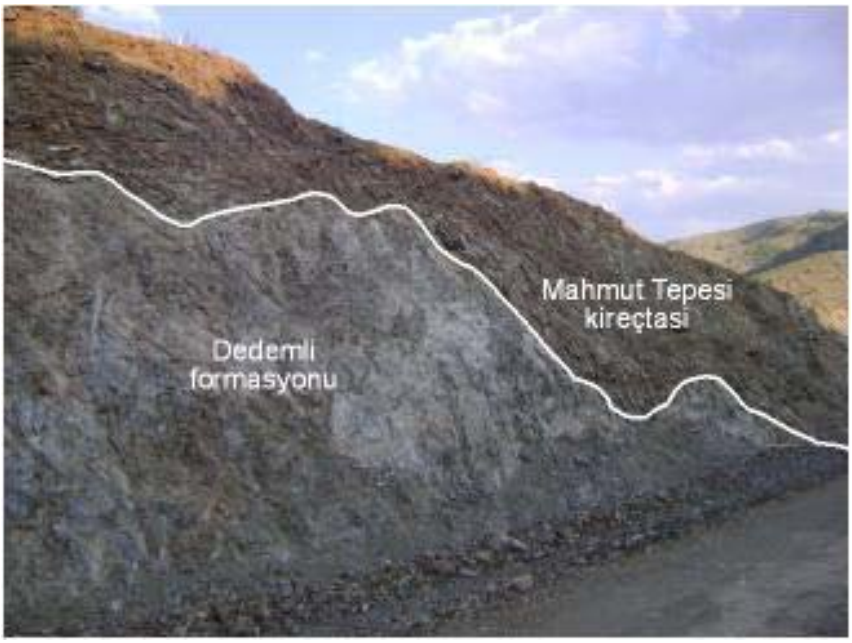
Formasyon, Orta-Geç Triyas'tan Senoniyene değin süren geniş bir zaman aralığında süreklilik gösteren, karadan getirimin çok sınırlı ve çökelme hızının çok düşük olduğu yamaç-havza koşullarını yansıtır.



Şekil 2.9 Mahmut Tepesi Formayonu'nun bordo-kahve radyolarit-yeşil şeyl ardalanması



Şekil 2.10 Dedemli Formasyonu'nun volkaniklerini üzerleyen Mahmut Tepesi Formayonu'nun bordo-kahve radyolarit-yeşil şeyl ardalanması



Şekil 2.11 Mahmut Tepesi Formasyonu kireçtaşlarının Dedemli formasyonu volkanitleri üzerinde dereceli basen açılımını yansıtan basamaklı görünümü

2.2.3 Kovanlık Karışığı

Başlıca radyolarit, pelajik kireçtaşı, neritik kireçtaşı, dolomit, spilitik volkanit vb. değişik yaş ve boyutlu blok ve dilimlerin kaotik karışımından oluşur (Şekil 2.12). Formasyon, Mahmut Tepesi Formasyonu'nun üzerine, bir kaç metre kalınlıkta kırmızı mikrit ve kızıl renkli radyolarit düzeyi ile çökel ilişkili olarak oturur. Daha üstte, seyrek olarak kırmızı mikrit ve radyolarit arakatkılarını kapsayan şeyl-kumtaşı ardışık düzeyi yer alır. Tilki deresinin sol yakasındaki yarın üstündeki yüzeylemesinde yaklaşık 40-50 m kalınlık gösteren ve ilksel konumunu az çok korunmuş olan bu kırıntılı birim, başlıca Üst Permiyen foraminifer ve alglerini kapsayan kalkarenit ve biyomikrit türünden kireçtaşı, mikalı kumtaşı, kuvarsit, kuvars çakıllı çakıltaşı, amfibolit, piroksenit, serpantinit ve bazik volkanit türü çakıl ve küçük boy blokları kapsar. Birim; çakıl ve küçük blokların yanında, boyu yüzlerce metre olan radyolarit, pelajik kireçtaşı, neritik kireçtaşı ve volkanit blok ve dilimlerini de kapsamaktadır. Spilitik volkanitler; değişik renklerde (siyah, koyu kahverengi, koyu yeşil) olup, kolay ayrışmakta ve yer yer zeolit dolgulu

amigdaloyidal dokulu yastık yapıları göstermektedir. Bazalt-andezit bileşiminde olan volkanitler içinde seyrek olarak, ileri derecede kristallenmiş koyu kırmızı radyolarit ve kireçtaşı yamaları görülür.

Birim; Mahmut Tepesi Formasyonu'nu çökel ilişkili olarak üstler. Mahmut tepesinde ve Tilki deresinin sol yakasındaki yarın üstündeki yüzeylemelerle düzensiz olarak sıvanmıştır; bu ilişki iki formasyon arasında bir uyumsuzluğun varlığını düşündürmektedir. Huğlu grubunun en üst birimini oluşturan Kovanlık Karışığı, yer yer Boyalı Tepe Grubu ve Soğucak Kireçtaşı dilimleri tarafından tektonik olarak üstlenir. Tektonik dokanaklarla sınırlı bulunan, düzenli bir istiflenme göstermeyen ve boyu yüzlerce metreye varabilen blokları kapsayan birimin kalınlığı yerden yere değişir. Kovanlık köyü dolayındaki yüzeylemesinin kalınlığı 400-500 m dir. Karışık içindeki değişik kireçtaşı bloklarından alınan örneklerde Üst Permiyen, Triyas, Jurasik-Alt Kretase, Apsiyen-Senomaniyen bentonik foraminiferleri saptanmıştır. Pelajik kireçtaşı blokları ise, genellikle radyolarya ve ince pelesipod kavkılıdır. Karışığın hamuru içinde, çökelme yaşını belirleyecek fosil bulunamamıştır. Ancak birimin, Mahmut Tepesi Formasyonu'nu çökel ilişkili ve olasılıkla uyumsuz olarak üstlediğine göre, Alt Senoniyenden genç olması gerekir. Bozkır Birliği'nin Bolkar Dağı ve Aladağ birliklerini Geç Senoniyen'de üstlediğinden, karışığın yaşı Üst Senoniyen ile sınırlıdır.



Şekil 2.12 Kovanlık Karışığı'na ait spilitik bazaltlar

2.3. Boyalı Tepe Grubu

İlk kez Gutnic ve Monod (1970) tarafından Boyalı Tepe Birimi adıyla tanımlanmış; daha sonra Özgül (1976) tarafından grup derecesinde incelenmiştir. Birbirinden çok farklı ortam koşullarında çökelmiş iki ayrı kaya birimini kapsayan Boyalı Tepe Grubu'nun Bozkır-Hadim arasındaki yüzeylemeleri, altta Kuztepe Kireçtaşı, üstte Asar Tepe Kireçtaşı olmak üzere iki formasyona ayırtlanmıştır (Özgül, 1997).

Kuztepe kireçtaşı; bütünüyle neritik kireçtaşından oluşmakta ve Beyşehir yöresindeki Boyalı Tepe Birimi'nin (Monod, 1977) neritik kireçtaşı istifi ile eş anlamlıdır. Birim; genellikle kremrengi-boz, orta-kalın katmanlı, seyrek bentonik foraminiferli, algli ve vaketaşı-istiftaşı ve yer yer makrofosil kavkı kırıntılı biyoklastik istiftaşından oluşur. Yunuslar ve Erence mahalleleri yakınındaki dokanağa yakın kesimlerinde, yaygın olarak ikincil dolomitleşme gösterir.

Kızıltepe Kireçtaşı'nın Bozkır ilçesi dolayında geniş alan kaplayan ve tümüyle devrik olan yüzeylemeleri aşınmaya açık topografya yükseltilen oluşturduğundan, alt dokanağının özelliği bilinmemektedir. Formasyonun, inceleme alanındaki yüzeylemeleri, Asar tepe kireçtaşı tarafından faylı dokanakla üstlenir. Kuztepe sırtındaki yüzeylemesi yaklaşık 300 m. kalınlıktadır. Birim; bentonik foraminifer, alg, lamellibranş, gastropod ve mercan gibi mikro ve makrofosillidir. Soğucak köyü yakınındaki yüzeylemesinin Megalodonlu kireçtaşı düzeyinden alınan algli vaketaşı örnekleri tipik foraminifer fosilleri içermektedir. Liyas'ı temsil eden topluluklar, inceleme alanının güneydoğu kesimindeki yüzeylemesinin en üst düzeyinde de saptanmıştır. Formasyonun, Boyalı tepe dolayındaki yüzeylemelerinde ise Liyas'ı gösterecek ayırtman fosil bulunamamış; buna karşın, boylarının büyüklüğü nedeniyle Üst Triyas (Resiyen) formları olduğu savunulan foramiferler saptanmıştır (Monod, 1977). Bu bulgulara göre Kuztepe kireçtaşının yaklaşık 300 m kalınlıktaki aşınmadan korunmuş kesimi, Üst Triyas (Resiyen)-Liyas aralığını temsil eder. Başlıca, bentonik foraminiferli, algli ve makrofosilli vaketaşı-istiftaşı türü kireçtaşından oluşan formasyon, genellikle orta ve düşük enerjili platform içi-kenarı ortam koşullarını yansıtır.

Asar Tepe Kireçtaşı; Gutnic ve Monod (1970) tarafından Beyşehir yöresindeki yüzeylemelerinde Boyalı Tepe Serisi olarak tanımlanmıştır. Birim; bütünüyle, radyolarya ve planktonik foraminiferli, çakmaktaşı yumrulu ve arakatmanlı kırmızı pelajik kireçtaşından oluşur. Açık-koyu kırmızı-pembe, yer yer krem renkli, ince-orta katmanlı, alt düzeylerinde ince pelesipod izli, ammonit embriyonlu ve aptiküslü, üst düzeylerinde ise bol Globotruncana kapsayan vaketaşı-istiftaşı türünden kireçtaşı, formasyonunun egemen kayatürünü oluşturur. Tip kesitinde ammonitico rosso fasiyesinde, 10 m kalınlıkta radyolarit arakatkılı pelajik kireçtaşı katmanları, radyolarit oranı yüksek bir bir düzeyle başlar. Bu düzeyin üzerinde, kalınlığı 10 cm'yi bulan arakatman ya da yumrular halinde çakmaktaşı kapsayan kırmızı, planktonik foraminiferli istiftaşı-vaketaşı türünden, yaklaşık 9 m kalınlıkta kireçtaşı düzeyi yer alır. Gerek bu düzeyde ve gerekse

radyolaritlerin egemen olduğu alt düzeyde, kırmızı mikrit katmanları, beyaz renkli, köşeli, ince dokulu, kırmızı mikritlerle aynı faunayı içeren, dolayısıyla deniz altı aşınımlarıyla yaşıt çökellerden taşıdıkları anlaşılan mikrit çakılcıklarını kapsar. Kalın çakmaktaşı yumru ve arakatmanlı ve beyaz kireçtaşı çakılcıklı oluşuyla ayırtman olan bu düzey, formasyonun inceleme alanındaki en üst birimini oluşturan, kırmızımsı pembe, yer yer kremrengi, ince katmanlı, kalınlığı en çok 1 mm ye varan ince çakmaktaşı ara düzeyli ve bol globotruncanalı kireçtaşı düzeyi ile üstlenir.

Boyalı Tepe Grubu; daha genç olmasına karşın, kendisi gibi devrik olan Kuztepe Kireçtaşı'nın altında görülür. İki formasyon arasındaki dokanak genellikle faylıdır. Birimin Titoniyen-Erken Berriaziyen yaşta mikrit katmanları, Kuztepe Kireçtaşı'nın Liyas yaşta kireçtaşı katmanlarını çökel ilişkili olarak üstler; dolayısıyla iki birim arasında yer yer stratigrafi boşluğunun bulunduğu anlaşılmaktadır. Kuztepe kireçtaşı Kovanlık Formasyonu ile sürekli olarak dokanaklıdır ve spilitler üzerinde yatay konumlu ve devrik olarak bulunur. Birim; 23-25 m. kalınlıktadır. Formasyon Boyalı tepedeki tip kesitinde, başvuru kesitlerinde olasılıkla faylanma dolayısıyla yüzeylemeyen, 10 m kalınlıktaki ammonitiko rosso düzeyi ile birlikte toplam 30 m dolayında kalınlık gösterir (Monod, 1977).

Birimde Geç Liyas-Geç Kretase (Senoniyen) aralığını içeren zaman diliminin birçok katlarını temsil eden planktonik foraminiferler bulunmaktadır (Özgül, 1997). Boyalı tepedeki tip kesitinde, birimin en alt düzeyini oluşturan ammonitiko rosso fasiyesindeki yumrulu kireçtaşı birimi, Liyas'ın (Alt Toarsiyenin üstü-Orta Toarsiyen) ayırtman ammonitlerini kapsar (Gutnic ve Monod, 1970). Bu kesitte başvuru kesitlerinde saptanan Apsiyen ve Valanjiniyen-Berriaziyen katlarını gösteren foraminifer bulunamamış; buna karşılık başvuru kesitlerinde bulunamamış olan Senomaniyen ve Turoniyen katlarının da ayırtman Globotruncana'ları saptanmıştır (Monod, 1977). Tip ve başvuru kesitlerinin fosil

içerikleri birlikte değerlendirildiğinde, Asar Tepe Kireçtaşı'nın Geç Liyas (Alt-Orta-Toarsiyen)-Kampaniyen aralığını gösteren planktonik foraminifer topluluklarını kapsadığı anlaşılmaktadır. Birim Titoniyen yaşta katmanlarla başlamakta, tip ve başvuru kesitlerinde Titoniyen öncesi Malm ve Dogger'i belirten herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Birimin inceleme alanının güneybatı köşesinde yer alan yüzeylemesinde, Titoniyen-Üst Berriaziyen yaşta mikrit katmanlarının, Kuztepe Kireçtaşı'nın Liyas yaşta algli kireçtaşı katmanlarını doğrudan üstlediği göz önünde tutulursa, arada Dogger–Erken Malm'ı kapsayacak stratigrafik bir boşluğun bulunma olasılığı kuvvet kazanır.

Geç Triyas-Liyas aralığında Kuztepe Kireçtaşı'yla temsil edilen yüksek enerjili sığ denizel ortamın, Toarsiyen'de hızlı bir değişimle yerini enerjinin çok düşük olduğu açık denizel ortama bıraktığı görülmektedir. Dogger-Erken Malm'ı kapsayan stratigrafik bir boşluğun bulunma olasılığı göz önünde tutulursa, en azından Titoniyen-Kampaniyen aralığında süreklilik gösterdiği, çakmaktaşı arakatkılı mikrit düzeyinin toplam kalınlığının ancak 20 m dolayında olması, çökelme hızının ve karadan getirimin çok düşük olduğu açık deniz koşullarının egemen olduğunu gösterir. Toarsiyen yaşta ammonitiko rosso fasiyesi ile Titoniyen-Kampaiyen aralığının mikritleri arasında çökelme koşulları açısından benzerlik, Dogger-Erken Malm aralığını kapsayan stratigrafi boşluğunun, derin deniz tabanının karalaşmasına ve ardından yeniden hızla önceki koşullarına dönmesine neden olan önemli tektonik olaylardan çok, taban süpürülmelerinden kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Soğucak Kireçtaşı; bütünüyle neritik kireçtaşından oluşmaktadır. Birim Monod (1977) tarafından, Beyşehir ilçesi güneyindeki yörede tanımlanan Gencek Kireçtaşı ile yakın benzerlik gösterir. Formasyon neritik fasiyeste olması, bentonik foraminifer ve benzer makrofosil kapsaması açısından Boyalı Tepe Grubu'nun Kuztepe Kireçtaşı'na benzer ise de, tipik renk ve dokusu, katmanlanma bulundurmayışı, Asar Tepe Kireçtaşı ile bağlantılı olmayışı ile ondan ayrılır.

Birim; tekdüze neritik kireçtaşından oluşmakta, ayırtman beyaz rengi ve sparlaşmış şeker dokusu ile sahada çıplak gözle kolay ayırdedilebilmektedir. Belirgin katmanlanma göstermez, yer yer bol makrofosil kapsar. Kavkı kırıntılı ve sparlaşmış bentonik foraminiferli tanetaşı-istiftaşı özelliği gösterir; özellikle sparlaşmış Involutina'lar, kireçtaşının ayrışma yüzeyinde, farklı aşınmadan dolayı milimetrik çıkıntılar oluşturur ve kayaya çıplak gözle de görülebilen noktalı doku kazandırır.

Birim; Kovanlık Karışığı'nın üzerinde yataya yakın konumda, tektonik dokanaklı olarak yer alır; genellikle aşınmaya açık yükseklikler oluşturduğundan, üst dokanağına değin veri sağlanamamıştır. Dar şeritler halinde bulunan yüzeylemelerinin kalınlığı 100-300 m arasında değişir. Bentonik foraminifer, alg, Mercan, Bryozoa ve lamellibranş gibi makrofosillerin yanında, Üst Triyas'ı (Noriyen-Resiyen) belirten boyu 1 mm'ye varan iri bentonik foraminiferleri kapsar. Beyşehir yöresinde, benzer özellikteki eşdeğer biriminde, Monod (1977) tarafından Resiyen'i işaret eden megalodont türlerini bulmuştur. Düzenli istiflenme göstermeyen birimin değişik kesimlerinin fosil içeriği, istifin büyük bölümüyle Üst Triyas (Noriyen-Resiyen) yaşta olduğunu gösterir. Birim; dalga tabanı üzerinde, yüksek enerjili, organik etkinliğin yüksek olduğu resif-resif kenarı ortam koşullarını yansıtır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanında toplam 183 adet mineral ve kayaç örneği alınmıştır. Bunlar Cumhuriyet Üniversitesi (C.Ü.) Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) yıkandıktan sonra ince-kesit, kırma-öğütme-eleme, kil ayırma, X-ışınları difraksiyonu/kırınımı (XRD) ve optik mikroskopi (OM) gibi çeşitli işlemlerden geçirilmiştir. Taramalı elektron mikroskop (SEM)-ikincil elektron mikroskop görünümü (SE) ve buna bağlı geri saçılımlı elektron mikroskop görünümü (BSE) ile enerji yayılım spektrometre (EDS) çözümlemeleri ise Granada Üniversitesi (Universitad de Granada, İspanya) Bilimsel Araştırma Merkezi (Centro de Instrumentación Científica) Laboratuvarları'nda yapılmıştır. Bunların örneklere göre dağılımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 İnceleme sahasında laboratuvar yöntemlerinin dağılımı

Örnek/ Yöntem	OM	SEM		XRD			JEOKİMYA		
		SE	BSE	TK	KF	Politipi	Ana-İz	İzotop	EDS
Volkanik	60			81	55	17	8		
İllit							3	3	
Kil		9	9						9
Feldispat		9	9						9

3.1 Optik Mikroskop İncelemeleri

C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda hazırlanan lam preparatlar (ince kesit) üzerinde Nikon marka, alttan aydınlatmalı binoküler polarizan mikroskobunda yapılmıştır. Bu yöntem ile kayacı oluşturan bileşenler ve bunların dokusal özellikleri tanımlanarak kayaçların adlandırılmalarının yanı sıra; bozuşma ve bozunma ürünleri aydınlatılmaya çalışılmıştır.

3.2 X-ışını Kırınımı İncelemeleri

XRD yöntemi, OM ile incelenemeyecek kadar küçük (submikroskopik) tane boyuna sahip kayaçların tüm kayaç (XRD-TK) mineralojik bileşimlerinin ve kil

boyu bileşenlerinin (XRD-KF), ayrıca minerallerdeki polimorfik değişimlerin belirlenmesi amacıyla kullanılmştır.

XRD çalışmalarında kullanılacak örnekler önce 3-5cm' lik parçalar halinde çekiçle, daha sonra Fritisch marka çeneli kırıcıda 5mm'den küçük taneler halinde kırılmış ve yine aynı marka silikon karbid çanaklı öğütücüde sertlikleri de dikkate alınarak yaklaşık 10-30 dk süreyle öğütülmüştür. Bu şekilde elde edilen toz malzeme naylon torbalara konulup etiketlendikten sonra, çözümlemelere hazır konuma getirilmiştir. XRD çözümlemeleri Rigaku marka DMAX IIIC model X-ışınları difraktometresinde (Anot = Cu (CuK_α=1.541871Å), Filtre = Ni, Gerilim = 35 kV, Akım = 15 mA, Gonyometre hızı = 2°/dak., Kağıt hızı = 2cm/dak., Zaman sabiti = 1 sn, Yarıklar = 1° 0.15 mm 1° 0.30 mm, Kağıt aralığı = 2θ = 5-35°) yapılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 XRD çekimlerinde kullanılan aletsel koşullar.

Koşullar	Tüm kayaç	Kil fraksiyonu	Kil fraksiyonu d(060)
Dalga boyu (λ)	CuK_α=1.541871Å		
Anot	Cu		
Filtre	Ni		
Gerilim	35 kV		
Akım	15 mA		
Yarıklar	DS=1° SS=1° RS=0.15 mm RS_M=0.30 mm		DS=4° SS=4° RS=0.30 mm RS_M=0.60 mm
Gonyometre / Tarama hızı (SS)	5°/dak.	2°/dak.	0.5°/dak
Adım genişliği (SW)	0.04°	0.02°	0.01°
Kağıt hızı	45 mm/dak.	16 mm/dak.	28 mm/dak.
Zaman sabiti	1 sn.	4 sn.	4 sn.
Kağıt aralığı	2θ = 5-35°	2θ = 2-30°	2θ = 59-63°

XRD çözümlemeleri sonucunda örneklerin tüm kayaç ve kil boyu bileşenleri (< 2 μm) tanımlanmış ve yarı nicel yüzdeleri de dış standart yöntemi (Brindley, 1980) esas alınarak hesaplanmıştır. Tüm kayaç ve kil fraksiyonu hesaplamalarında Çizelge 3.3 ve 3.4'deki mineral şiddet faktörleri kullanılmış olup, yansımalar mm cinsinden ölçülmüştür. Bu yöntemde tüm kayaç için dolomit, kil fraksiyonu için

glikollü çekimlerden itibaren kaolinit referans olarak alınmıştır (Yalçın ve Bozkaya, 2002). d-mesafelerinin ölçülmesinde kuvars iç standart olarak kullanılmıştır. Kil minerallerinin tanımlanması çoğunlukla (001) bazal yansımalarına göre yapılmıştır.

Fillosilikat/kil içeren kayaçlarda, bu minerallerin diğerlerinden ayrılması işlemleri C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kil Ayırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. XRD-KF çözümlemeleri için gerekli kil ayırma işlemi esas itibarıyla kimyasal çözme (kil-dışı fraksiyonun uzaklaştırılması), santrifüjleme – dekantasyon / dinlendirme ve yıkama, süspansiyonlama - sedimantasyon - sifonlama - santrifüjleme ve şişelemeden oluşmaktadır (Şekil 3.1). Süspansiyonlama işleminin olmaması durumlarında Calgon eklenerek, bu süreç hızlandırılmaya çalışılmıştır. Santrifüjleme işlemi Heraeus Sepatech marka Varifuge 3.2 S model 5600 devir/dk hıza ve 200 cc kapasiteli metal kodelere sahip santrifüjde yapılmıştır. Ayrılmış her kil çamurundan üzerine sıvama veya kabarıp çatlayanlarda süspansiyon halinde üç adet
yönlendirilmiş lam preparat hazırlanmış ve bunlar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kil fraksiyonu difraktogramları normal-N (havada kurutulmuş), glikolleme-EG (60 °C de 16 saat desikatörde etilen glikol buharında bırakma) ve fırınlama-F (490 °C de 4 saat fırında ısıtma) işlemlerinden geçirilerek elde edilmiştir. Çekimlerde gonyometre hızı 1°/dak ve kayıt aralığı 2θ=2-30° (hata miktarı ±0.04°) olarak ayarlanmıştır.

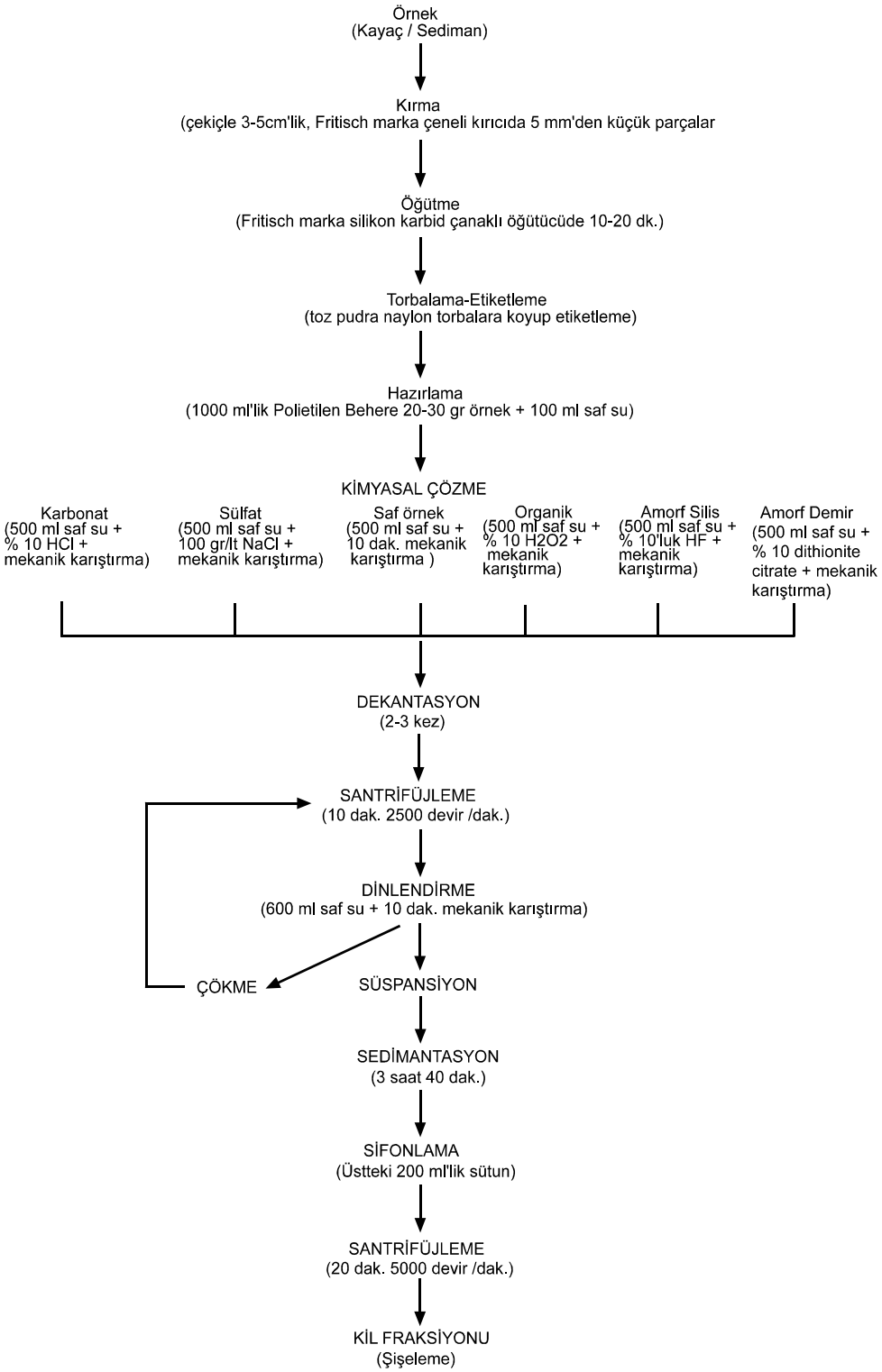
Saf veya safa yakın illit minerallerinin politipi belirlenmelerinde Bailey (1980, 1988) ve J.C.P.D.S. (1990) tarafından önerilen ayırtman pikler kullanılmıştır. Politiplerin belirlenmesinde 2θ = 2-65° kayıt aralığı ve 2°/dak. gonyometre hızı kullanılmıştır.

Çizelge 3.3 Dolomit referans alınarak saptanmış ortalama mineral şiddet faktörleri (Yalçın ve Bozkaya, 2002 verilerine ekleme yapılarak)

Mineral	(hkl)	d (Å)	2θ°	Faktör
Karbonat				
Dolomit	(104)	2.886	30.96	1.00
Kalsit	(104)	3.035	29.41	0.86
Aragonit	(111)	3.396	26.22	3.98
Manyezit	(104)	2.742	32.63	1.65
Silika				
Kuvars	(101)	3.34	26.64	0.89
Opal-CT	(101)	4.04	21.98	2.72
Feldispat				
Plajiyoklaz	(040)	3.20	27.86	3.23
Sanidin	(040)	3.20	27.86	3.32
Amfibol				
Hornblend	(110)	8.51	10.39	3.18
Piroksen				
Piroksen	$(\bar{2}21)$	2.94	30.38	3.67
Fillosilikatlar				
Biyotit	(001)	10.1	8.75	6.53
Muskovit	(001)	10.0	8.82	4.32
Muskovit	(002)	5.03	17.62	8.12
Muskovit	(003)	3.35	26.58	1.95
Talk	(001)	9.3	9.50	5.72
Talk	(003)	3.12	28.58	4.46
Serpantin	(001)	7.3	12.10	9.13
Serpantin	(002)	3.65	24.36	10.40
Kil				
Kil (Smektit)	(001)	~15	~6	18.98
Kil (İllit)	(001)	10.0	8.84	22.81
Kil (İllit)	(003)	3.35	26.58	13.18
Kil (Klorit)	(001)	14.3	6.16	9.40
Kil (Klorit)	(002)	7.16	12.36	4.20
Kil (Klorit)	(003)	4.72	18.79	5.63
Kil (Klorit)	(004)	3.52	25.26	4.45
Kil (Kaolinit)	(001)	7.20	12.28	7.69
Kil (Kaolinit)	(002)	3.57	24.92	7.63
Kil (Paligorskit)	(110)	10.50	8.42	5.47
Kil (Sepiyolit)	(110)	12.1	7.30	7.15
Sülfat-S				
Jips	(020)	7.56	11.70	1.15
Fe-oksit / hidroksit				
Hematit	(104)	2.69	33.28	3.06
Götit	(011)	4.18	21.24	4.65
Pirit	(200)	2.71	33.02	3.96

Çizelge 3.4 Kaolin-EG referans alınarak saptanmış ortalama kil minerali şiddet faktörleri (Yalçın ve Bozkaya, 2002 verilerine ekleme yapılarak)

Mineral	(hkl)	d (Å)	2θ°	Faktör
Kaolinit	(002)	3.57	24.92	1.00
İllit	(001)	10.0	8.84	1.52
İllit	(002)	5.03	17.62	2.80
İllit	(003)	3.35	26.58	1.38
Smektit	(001)	~15	~6	1.57
Smektit	(002)	8.6	10.28	13.05
Smektit	(003)	5.7	15.52	9.39
Smektit	(005)	3.4	26.18	5.57
Klorit	(001)	14.3	6.16	3.41
Klorit	(002)	7.16	12.36	0.65
Klorit	(003)	4.72	18.79	2.01
Talk	(001)	9.3	9.50	1.89
Talk	(003)	3.12	28.58	1.44
Serpantin	(001)	7.3	12.10	0.69
Serpantin	(002)	3.65	24.36	3.68
Talk	(001)	9.3	9.50	1.02
Talk	(003)	3.12	28.58	1.07
C-S	(002)	15.5	5.70	7.57
C-S	(004)	7.8	11.34	6.25
C-S	(006)	5.2	17.04	16.18
I-S	(003)	8.2	10.78	6.41
I-S	(005)	5.4	16.40	10.85
I-S	(008)	3.38	26.34	3.21
Paligorskit	(110)	10.50	8.42	1.46
Sepiyolit	(110)	12.1	7.30	2.69



Şekil 3.1 C.Ü.MİPJAL'da uygulanan kil ayırma iş akış şeması

3.3 Jeokimyasal İncelemeler

3.3.1 Mikroprob Çözümlemeleri

Elektron Mikroskop İncelemeleri Granada Üniversitesi Bilimsel Araştırma Merkezi Laboratuvarları'nda enerji yayılım spektrometresi (EDS) sistemine sahip ZEISS marka 1450EP model Ortamsal Taramalı Elektron Mikroskobu'nda (Environmental Scanning Electron Microscopy-ESEM) gerçekleştirilmiştir.

Üç boyutlu morfolojik görüntü incelemeleri 1 cm^3 boyutunda gelişigüzel kırılarak karbon kaplanmış örneklerde elektron mikroskop-ikincil elektron görüntü incelemeleri (SEM-BSE) gerçekleştirilmiştir. Minerallerin tanımlanmasında yarı-kantitatif EDS analizleri verilerinden de yararlanılmıştır.

İki boyutlu doku ve mineral kimyası incelemeleri için kayaç dilimleri kesilerek bir yüzü parlatılmış ve karbon kaplanarak analizlere hazır duruma getirilmiştir. İlk aşamada parlatılmış kesitlerde geri saçınımlı elektron görüntüleri (BSE) ile mineral tanımlama ve dokusal ilişkiler incelenmiş, daha sonra uygun nokta ve alanlarda EDS analizleri yapılmıştır. EDS analizleri için Oxford INCA sistemi kullanılmış olup, aletsel koşullar 20 kV, 250 pA prop size olarak ayarlanmıştır.

3.3.2 Tümkayaç Çözümlemeleri

8 adet volkanik kayaç ve 3 adet illit minerali olmak üzere toplam 11 örneğin ana, iz/eser ve nadir toprak element (REE) çözümlemeleri ile 3 illit mineralinin oksijen-hidrojen izotop jeokimyası Kanada'daki Activation Laboratories Ltd. (Actlabs) şirketine yaptırılmıştır. Ana element çözümlemelerinde lityum metaborat/tetraborat füzyon indüktif eşleşmiş plasma spektrometresi (ICP), iz/eser ve nadir toprak element çözümlemelerinde indüktif eşleşmiş plasma-kütle spektrometresi (ICP-MS) kullanılmıştır. Bunlar; geçiş metalleri (Cr, Ni, Co, Sc, V, Cu, Pb, Zn), granitoyid elementleri (Bi, In, Sn, W, Mo), karışık davranışlı elementler (As, Sb), halojen (Be), değerli metal (Ag), düşük çekim alanlı / kalıcılığı düşük elementler / LFSE (K, Rb, Cs, Ba, Sr, Tl, Ga), yüksek çekim alanlı

/ kalıcılığı yüksek elementler / HFSE (Ta, Nb, Hf, Zr, Ti, Y, Th, U), nadir toprak elementleri / REE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) ile diğer elementi (Ge) kapsamaktadır.

ICP ve ICP-MS yöntemlerinde öncelikle numuneler lityum metaborat/tetraborat füzyonu ile eritilmiştir. Elde edilen boncuk zayıf nitrik asit ile çözeltiye alınmıştır. Bu atak işlemi ile SiO_2 'yi de kapsayan ana elementler, REE ve diğer HFSE'ler çözeltiye aktarılmıştır. ICP-MS yönteminde iyonizasyon kaynağı olarak argon plasma ve dörtlü kütle spektrometre kullanılmaktadır. Analiz sırasında çözelti Ar gazından geçerek nebulize edilerek (bulutsu hale getirilerek) plasma ortamına gönderilir. Böylece bir plasmayı oluşturacak biçimde gaz ve elementler uyarılmış iyonize atomlara dönüştürülür. Plasmadaki pozitif iyonlar, dörtlü kütle spektrometresine odaklandırılır. Burada katyonlar ayırt edilerek sayılır ve miktarları belirlenir.

Örneklerin O-H izotop verileri, Termal İyonlaşma Kütle Spektrometresi (TIMS) kullanılarak ölçülmüştür. İzotopik ölçümlerin kesinliği ve doğruluğu 0.2 ‰' dir. Oksijen bağıl olarak Viyana Standart Ortalama Okyanus Suyu'na (V-SMOW) göre ifade edilmiş olup; burada SMOW'un $\delta^{18}O$ değerleri sıfır olarak tanımlanır. Duraylı izotop jeokimyası için analiz işlemleri Clayton ve Mayeda (1963), izotopik standartların tanımlanması ise O'Neil (1986) tarafından ayrıntıları ile verilmiştir. Analiz yönteminin ayrıntıları ve aletsel deteksiyon limitleri firmanın web sayfasında sunulmuştur (http://www.actlabs.com/).

4. MİNERALOJİ-PETROGRAFİ

4.1 Optik Mikroskop İncelemeleri

4.1.1 Korualan Grubu

Başkışla Karışığı; Kayabaşı Formasyonu'nu oluşturan litolojileri kapsadığından. tekrardan kaçınmak için grup düzeyinde birimin anlatılması yoluna gidilmiştir (Çizelge 4.1). Birimin ana litolojilerini oluşturan karbonat ve silisiklastik kayaçların optik mikroskop incelemeleri aşağıda sunulmuştur:

Karbonat kayaçlarında ortokemi mikritik ve sparitik kalsit ve/veya dolomitler, ekstraklastları bolluk sırasına göre kuvars, feldispat (çoğunlukla plajiyoklaz), kil, opak mineraller (çoğunlukla hematit) ve muskovit oluşturmaktadır. Bazı örneklerde fosil kavkı parçalarına ve radyolaryalardan oluşan allokem bileşenlere de rastlanılmıştır. Folk (1974) sınıflamasına göre; bu kayaçlar mikrit, litomikrit, kuvarslı mikrit, radyolaryalı mikrit, dolomikrit, oomikrit, mikrosparit, sparit, kuvarslı dolomitli sparit, dolomikrosparit, kalsitli dolosparit ve dolosparit olarak tanımlanmıştır.

Sparitler kristalize kireçtaşlarına benzer biçimde iri kalsit mineralleri içermektedir (Şekil 4.1a-b). Oomikritlerde çoklu konsantrik lamelli oolitler bulunmaktadır (Şekil 4.1c-d). Bazı oolitlerin merkezinde kuvars mineralleri izlenmektedir. Bağlayıcı malzemede fosil kalıntıları, radyolaryalar ve ince taneli opak mineraller de gözlenmektedir.

Mikritlerin gözeneklerinde özşekilli rombohedral ve zonlu dukulu kalsitler (Şekil 4.2a-b), dolosparitlerin gözeneklerinde özşekilli rombohedral dolomitler bulunmaktadır (Şekil 4.2c-d). Dolosparitler yer yer jel dokusu göstermekte olup, dolomitler yer yer opak mineraller (hematit) tarafından çevrelenmiştir.

Çizelge 4.1 Korualan Grubu kayaçlarının optik mikroskop inceleme sonuçları

Örnek No	Bileşim	Özellikler	Kayaç Adı
Başkışla Karışığı			
BZB-1	Cal+Fel+Qtz	Cal: İnce taneli, çatlak ve gözeneklerde iri taneli sparitik Fel: Prizmatik, polisentetik ikizlenme Qtz: İnce taneli, özşekilsiz, genellikle gözeneklerde Om: Kahverengi, gözenek ve çatlaklarda BM: Kalsit	Kireçtaşı (Litomikrit)
-3	Cal+Qtz+Hem	Cal: İnce taneli mikrit, yer yer iri taneli sparitik Qtz: Bol, gözeneklerde, kalsedonik Hem: Bol, çatlaklarda BM: Kalsit	Radyolaryalı kireçtaşı (Radyolaryalı mikrit)
Kayabaşı Formasyonu			
-5	Cal+Qtz+Hem	Cal: İnce taneli mikrit, çatlaklarda iri taneli sparitik Qtz: Çok ince taneli Hem: Çatlaklarda ve matriksde, yönlenme BM: Kalsit, hematit	Kireçtaşı (Mikrit)
-6	Dol+Qtz+Cal	Dol: İri taneli sparitik, özşekilsiz, yer yer jel dokusu Qtz: İnce taneli Cal: Çatlaklarda iri taneli Hem: Kahverengi, dolomitleri çevrelemekte BM: Dolomit, hematit	Dolomit (Dolosparit)
-7	Cal+Qtz+Hem	Cal: İnce mikritik, çatlaklarda iri sparitik, bol kıvrımlı Qtz: İnce taneli Hem: Çok ince, kahverengi BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-9	Dol+Cal+Qtz	Dol: İnce taneli mikrit Cal: Çatlaklarda iri taneli, yer yer özşekilli Qtz: Çok ince taneli BM: Dolomit, kalsit	Dolomit (Dolomikrit)
-10	Dol+Cal	Dol: İnce taneli mikrosparit, çatlak ve gözeneklerde iri taneli BM: Dolomit	Dolomit (Dolomikrosparit)
-12	Cal+Dol+Qtz	Cal: İri taneli sparitik, polisentetik ikizlenme Dol: İnce taneli Qtz: Bol, ince taneli, kalsedonik BM: Kalsit, dolomite, kuvars	Dolomitik kireçtaşı (Kuvarslı dolomitli sparit)
-13	Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli, yer yer yuvarlak radyolarya fosilleri Cal: İri taneli, gözeneklerde, polisentetik ikizlenme BM: Kuvars, kalsit	Radyalorit
-14	Dol+Cal+Qtz	Dol: İnce taneli mikrosperitik Cal: Çatlaklarda iri taneli Qtz: Çok az, ince taneli BM: Dolomit	Dolomit (Dolomikrosparit)

-15	Qtz+Cal+Dol	Qtz: İnce taneli kalsedonik, yer yer yuvarlak radyolaryalar Cal: Gözenek ve matriksde iri taneli Dol: Gözenek ve matriksde iri taneli BM: Kuvars, karbonat	Karbonatlı radyolarit
-16	Qtz+Cal+Fel+Mu	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: İnce levhamsı BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-17	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: İnce levhamsı BM: Kil, kalsit	Şeyl
-19	Qtz+Cal+Fel+Mu	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: İnce levhamsı BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-20	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer çatlak ve gözeneklerde Qtz: İnce taneli, özşekilsiz Om: Kahverengi, gözenek ve çatlaklarda Oolit: Konsantrik, yer yer iç kısmı kuvars Fosil: Kavkı izleri BM: Kalsit, oolit, fosil	Kireçtaşı (Oomikrit)
-21	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Dalgalı sönme Fel: Serizitleşme Mu: Muskovit BM: Kil, kalsit, hematit	Silttaşı
-22	Qtz+Cal+Fel+Mu	Qtz: Yer yer dalgalı sönme Cal: İri taneli, polisentetik ikizlenme Fel: Serizitleşme Mu: İnce levhamsı Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Karbonatlı kumtaşı (Kuvars kumtaşı)
-23	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Çok ince taneli Fel: Çok ince taneli Om: Çok ince taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl
-24	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Çok ince taneli Fel: Çok ince taneli Om: Çok ince taneli BM: Kil, kalsit	Çamurtaşı
-25	Cal+Qtz	Cal: İri taneli sparitik, çatlak ve gözeneklerde ince taneli Qtz: Gözeneklerde çok ince taneli, dalgalı sönme, özşekilsiz	Kireçtaşı (Sparit)
-26	Qtz+Cal	Qtz: Gözeneklerde bol, dalgalı sönme Cal: Gözeneklerde ince taneli mikrit Om: İnce taneli BM: Kil Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı
-27	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl

-29	Cal+Qtz	Cal: İri taneli, çatlak ve gözeneklerde ince taneli Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme, genellikle gözeneklerde BM: Kalsit, kuvars	Killi kireçtaşı (Mikrosparit)
-30	Cal	Cal: İnce taneli , çatlak ve gözeneklerde iri taneli Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme, özşekilsiz Om: İnce taneli BM: Kalsit, kil	Killi kireçtaşı (Mikrit)
-31	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli, çatlak ve gözeneklerde Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme BM: Kalsit, kuvars Doku: Yönlenme	Killi kireçtaşı (Mikrit)
-32	Cal+Qtz	Cal: iri taneli sparitik, yer yer ince taneli mikritik Qtz: İnce taneli Hem: Çatlaklarda kahverengi BM: Kalsit	Kireçtaşı (Sparit)
-33	Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme, özşekilsiz Cal: İnce taneli mikrit BM: Cal, serizit	Silttaşı
-34	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli, özşekilsiz, dalgalı sönme Fel: Çubuksu, serizitleşme Hem: Çatlaklarda ve matriksde Mu: Muskovit BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-35	Cal	Cal: İnce taneli mikrosparitik, çatlaklarda iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Om: Ender BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrosparit)
-36	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit Qtz: İnce taneli BM: Kil, kalsit Doku: Yönlenme	Şeyl
-37	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Om: Kahverengi BM: Kalsit, kil	Killi kireçtaşı (Mikrit)
-38	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit Qtz: Dalgalı sönmeli, ince taneli Fel: İnce taneli Om: Çatlaklarda	Killi kireçtaşı (Mikrit)
-39	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit, yer yer iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli, kahverengi gözenek ve çatlaklarda	Killi kireçtaşı (Mikrosparit)
-40	Cal+Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikrit Otz: İnce taneli Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl

-41	Cal+Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikrit Otz: İnce taneli, dalgalı sönme, genellikle gözeneklerde Fel: İnce taneli BM: Kalsit	Killi kireçtaşı (Litomikrit)
-42	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, özşekilsiz, yer yer, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikrit Fel: İnce taneli Om: Bol Tali Mineraller: Mu: Kıvrımlı, Tur: trigonal, Bi: Kıvrımlı ve kloritleşme, Zirkon, Klorit BM: Karbonat, kil Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı (Kuvars kumtaşı)
-43	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit Otz: İnce taneli, dalgalı sönme Hem: Kahverengi, çatlaklarda Om: İnce taneli BM: Kalsit, kil	Killi kireçtaşı (Litomikrit)
-44	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit Otz: İnce taneli, dalgalı sönme Hem: Kahverengi, çatlaklarda Om: İnce taneli BM: Kalsit, kil	Killi kireçtaşı (Litomikrit)
-45	Qtz+Cal+Hem	Qtz: İnce taneli Cal: İnce taneli mikritik Mu: Muskovit Om: Bol BM: Kil, kalsit	Çamurtaşı
-46	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli Cal: İnce taneli mikrit Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl
-47	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-48	Dol+Qtz+Cal+Fel	Dol: İnce taneli Qtz: İnce taneli Cal: İnce taneli mikrosparit, çatlaklarda iri taneli sparit Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Dolomit (Dolomikrosparit)
-49	Qtz	Qtz: İnce taneli, yer yer radyolarya Cal: Çatlaklarda ince taneli Opak mineraller	Çört
-50	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Killi kireçtaşı (Mikrit)
-52	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli Cal: Çatlaklarda ince taneli BM: Kil, kalsit	Çamurtaşı

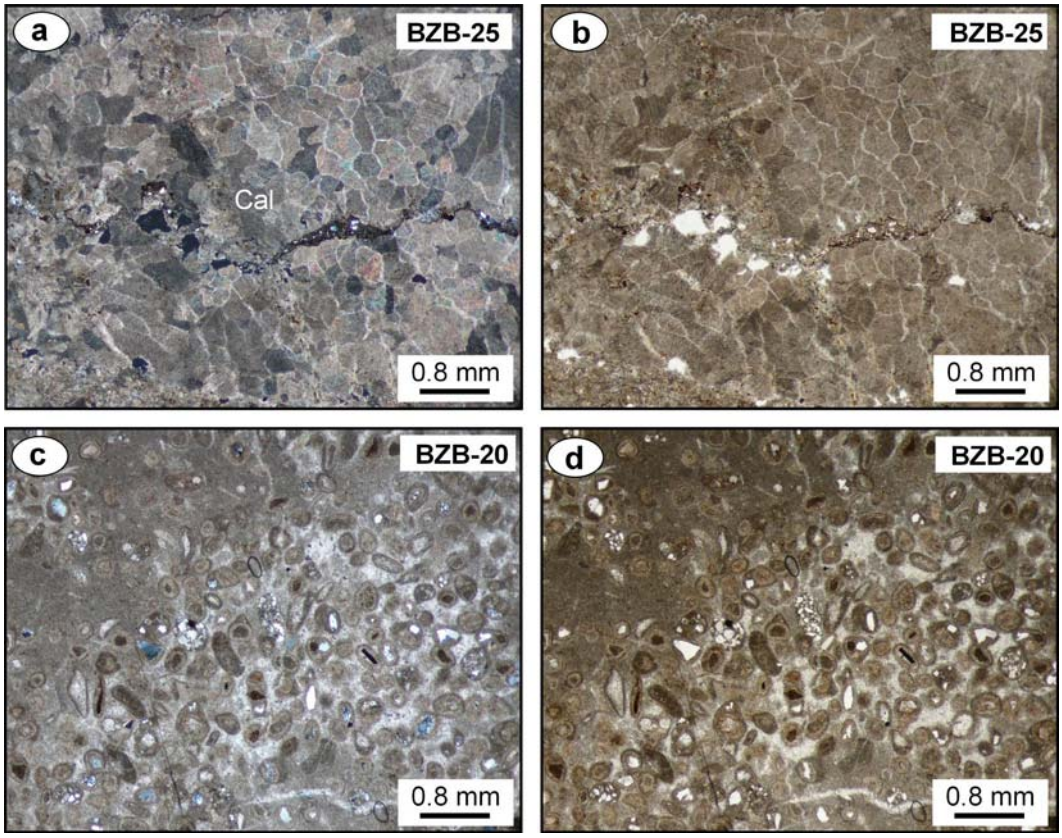
-53	Qtz+Cal+Fel	Cal: İnce taneli, mikritik Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-54	Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli Cal: Çatlaklarda ince taneli BM: Kil, kalsit	Çamurtaşı
-55	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikrit, çatlakalarda yer yer iri taneli sparitik Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-57	Qtz+Cal+Fel+Mu+Bi+Chl	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikrit, Fel: İnce taneli Mu: Kıvrımlı Bi: Kıvrımlı Chl:Klorit Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı (Kuvars kumtaşı)
-59	Cal+Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli	Kireçtaşı (Litomikrit)
-60	Cal+Dol	Cal: İnce taneli mikrit, çatlaklarda iri sparit, gözeneklerde rombohedral ve zonlu	Kireçtaşı (Mikrit)
-61	Cal	Cal: İnce taneli mikritik, çatlaklarda rombohedral iri sparitik Om: İnce taneli	Kireçtaşı (Mikrit)
-62	Qtz+Cal+Mu	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik Mu: Muskovit BM: Kil, kalsit	Çamurtaşı
-63	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı (Kuvars kumtaşı)
-64	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli, yer yer kalsedonik, yelpaze şeklinde, iğnemsi Cal: İnce taneli mikritik Fel: İnce taneli	Karbonatlı çört
-65	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik Qtz: Çok ince taneli Om: Çok ince taneli	Silisli Kireçtaşı (Kuvarslı mikrit)
-66	Cal+Qtz	Qtz: İnce taneli Cal: İnce taneli mikritik Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl

-67	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit, çatlaklarda yer yer iri taneli Qtz: Çok ince taneli BM: Kalsit, kil	Kireçtaşı (Mikrit)
-68	Dol+Cal	Dol: Orta taneli, mikrosparitik Cal: İnce taneli çatlaklarda mikritik Hem: Ender, çatlaklarda BM: Dolomit	Kireçtaşı (Dolomikrosparit)
-69	Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl
-70	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit, çatlaklarda iri taneli sparitik Om: İnce taneli Fosil: Kavkılar BM: Kalsit, kil	Kireçtaşı (Mikrit)
-72	Qtz+Cal+Fel+Mu	Qtz: İnce taneli Cal: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: Muskovit Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-73	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit, iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-74	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikrit Fel: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl
-75	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Om: İnce taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı
-76	Cal+Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikrit, yer yer iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kalsit, kil, silt-karbonat ardalanması	Silttaşı
-77	Qtz+Cal+Mu	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik Mu: Muskovit BM: Kil, kalsit	Şeyl
-78	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-79	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı

-80	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-81	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-83	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Cal: İnce taneli mikritik Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Çamurtaşı
-85	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli mikritik, çatlaklarda iri taneli Fel: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Silttaşı
-86	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit, gözeneklerde daha iri taneli sparitik Qtz: Çok ince taneli Fosil: Kavkılar	Kireçtaşı (Mikrit)
-88	Fel+Qtz+Cal	Fel: İnce taneli Qtz: Çok ince taneli Cal: İnce taneli mikrit, çatlaklarda iri taneli sparit Om: İnce taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı
-90	Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kil, kalsit	Şeyl
-91	Qtz+Cal+Mu+Bi	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli Mu: Kıvrımlanma Bi: Kıvrımlanma, kloritleşme ve opasitleşme Om: İnce taneli BM: Kil, karbonat Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı
-92	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikrit, gözeneklerde daha iri taneli Qtz: Çok ince taneli Fosil: Kavkıları BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-93	Dol+Cal+Qtz	Dol: İnce taneli mikrit, yer yer özşekilli-özşekilsiz Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparit Qtz: Çatlaklarda Om: Çatlaklarda BM: Karbonat	Dolomit (Dolosparit)

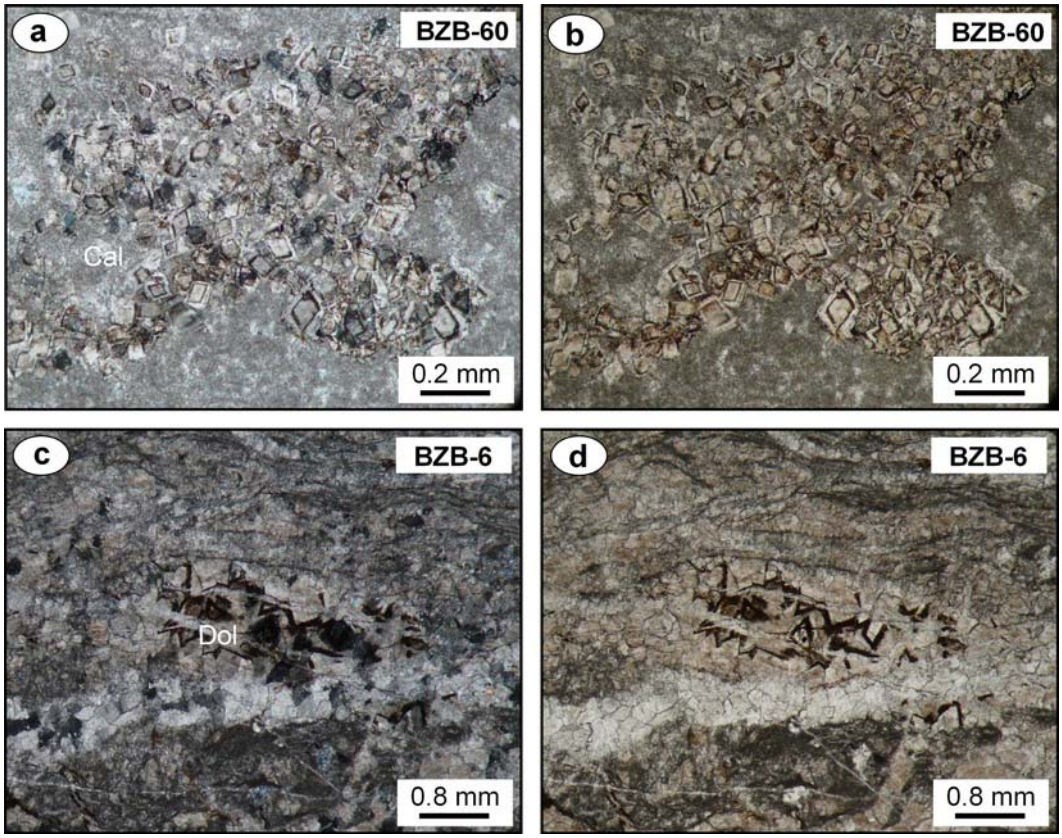
-94	Qtz+Dol	Qtz: Bol, ince-iri taneli, jel dokusu, kalsedonik Dol: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kuvars, dolomit	Dolomitli çört
-95	Qtz+Dol	Qtz: Bol, ince taneli Dol: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kuvars, dolomit	Dolomitli çört
-96	Dol	Dol: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Dolomit, kil	Killi dolomit (Dolosparit)
-97	Dol+Cal	Dol: Orta taneli Cal: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Dolomit, kalsit	Dolomit (Kalsitli dolosparit)
-98	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, bol çatlaklarda iri sparit Qtz: Çok ince taneli BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-106	Qtz+Cal+Fel+Mu+Bi	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Cal: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: Kıvrımlı Bi: Bütünüyle opasitleşme BM: Kalsit Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı (Kuvars kumtaşı)
-107	Qtz+Cal+Fel+Mu+Bi	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Mu: Kıvrımlı Bi: Kıvrımlı Om: İnce taneli BM: Kalsit Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı (Arkoz)
-108	Qtz+Cal+Fel	Qtz: İnce taneli, dalgalı sönme Cal: Mikritik Fel: İnce taneli BM: Kalsit, kil	Çamurtaşı
-109	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-110	Cal	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-132	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, çatlaklarda iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Om: İnce taneli BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)

Cal=Kalsit, Qtz=Kuvars, Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, Fel=Feldispat, Plj=Plajiyoklaz, Hem=Hematit, Tur=Turmalin, Chl=Klorit, Mu=Muskovit, Bi=Biyotit, Aug=Ojit, Hbl=Hornblend, Om=Opak mineral, BM=Bağlayıcı malzeme



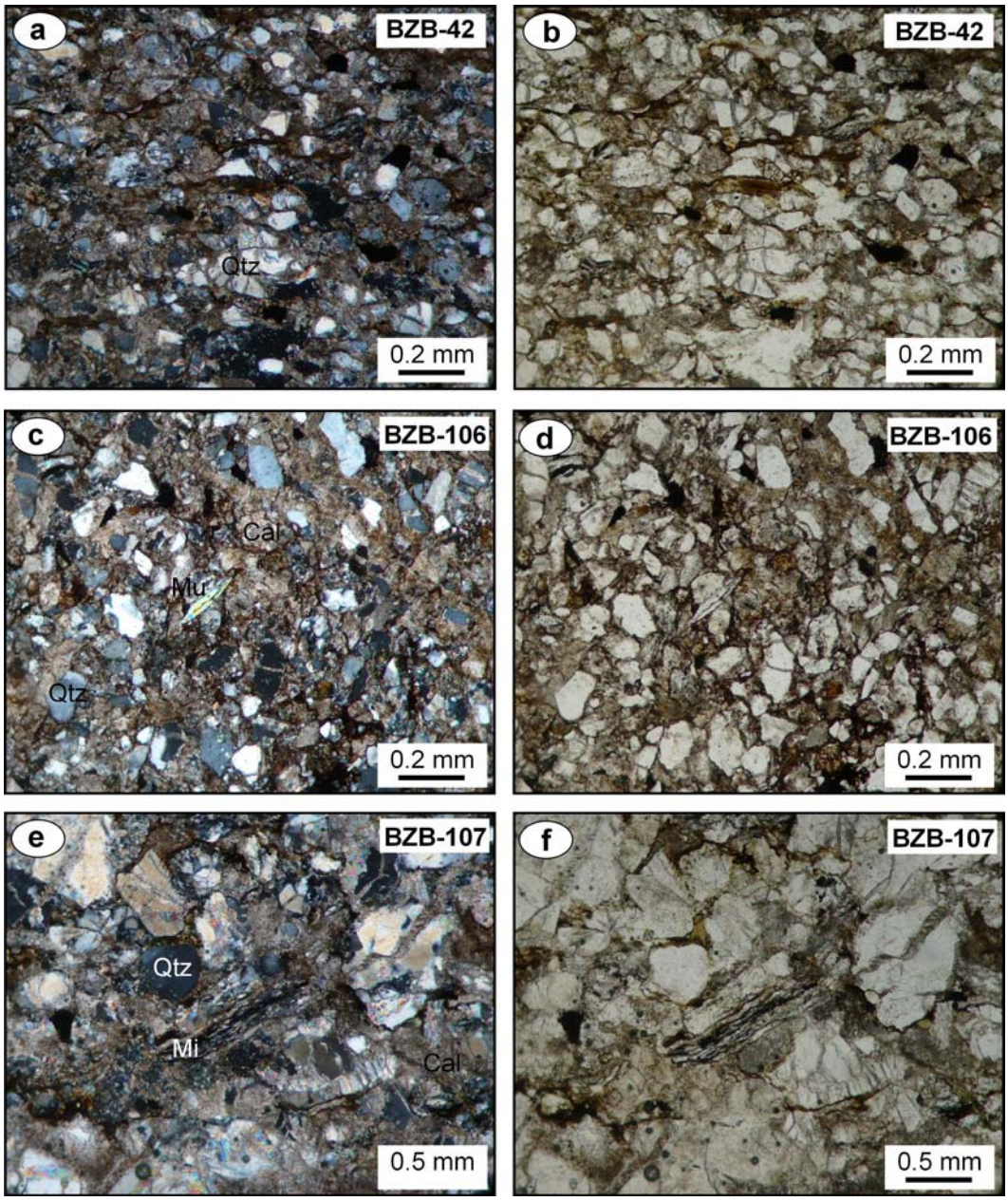
Şekil 4.1 Korualan Grubu karbonat kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) İri kalsit kristalleri içeren sparitler (a-çift nikol. b-tek nikol), c-d) Kuvarslı ve fosilli oomikritler (c-çift nikol. d-tek nikol).

Silisiklastik kayaçların bileşenlerini bolluk sırasına göre monokristalin ve polikristalin kuvars, feldispat (çoğunlukla plajiyoklaz), kayaç parçacıkları (çoğunlukla metamorfik), mika mineralleri (muskovit ve biyotit), klorit ve opak mineraller (çoğunlukla hematit) oluşturmaktadır. Turmalin ve zirkon ise ender olarak gözlenmektedir. Bağlayıcı malzemeyi kil matriks ve karbonat çimento (kalsit ve dolomit) temsil etmektedir.

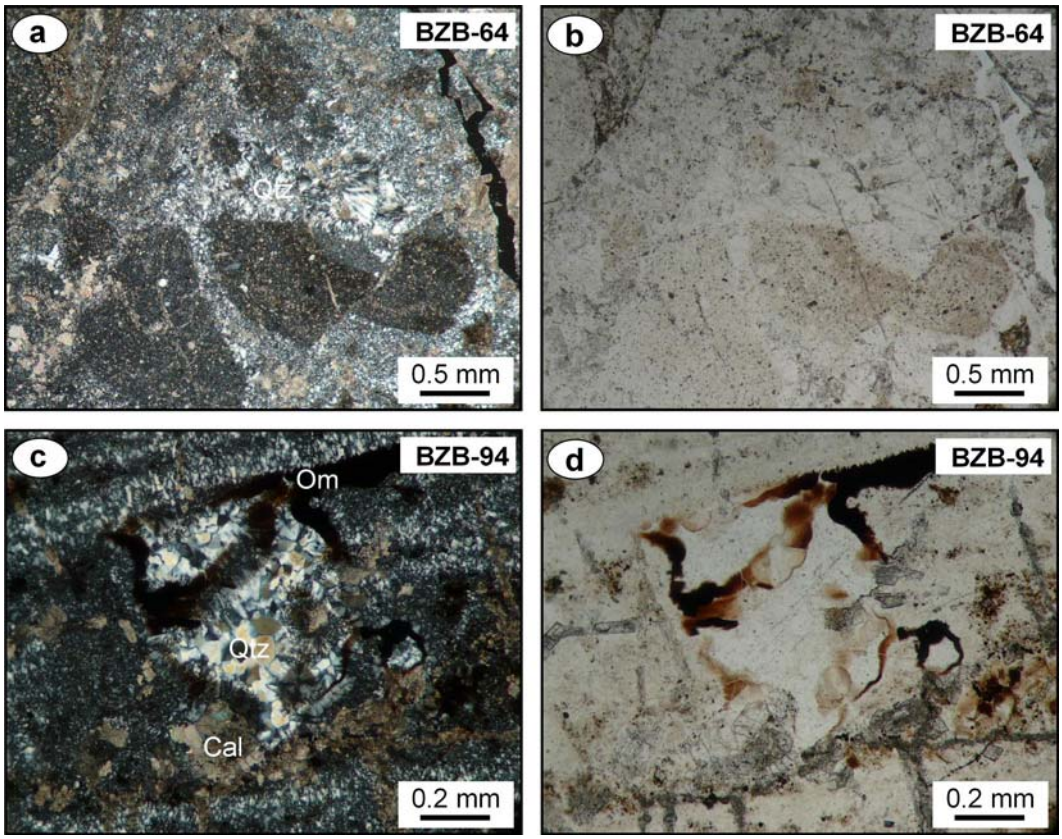


Şekil 4.2 Korualan Grubu karbonat kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Gözeneklerinde özşekilli rombohedral ve zonlu kalsit kristalleri içeren mikritler (a-çift nikol. b-tek nikol), c-d) Gözeneklerinde özşekilli rombohedral ve zonlu dolomit kristalleri içeren. yer yer jel dokulu dolosparitler (c-çift nikol. d-tek nikol).

Silisiklastik kayaçlar tane boyuna ve içerdikleri minerallere göre; kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve şeyl olarak tanımlanmıştır. Bunlardan kumtaşları kuvars (Q), feldispat (F), kayaç parçacıkları (L) ve matriks (M) içeriğine (M < % 15 için Folk, 1974; M > % 15 için Pettijohn, 1975) göre adlandırılmıştır. Bu kayaçlar kuvars kumtaşı, arkoz, litarenit ve feldispatik litarenit (M < % 15) veya litik grovak (M > %15) olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.3). Kumtaşları mineralojik ve dokusal açıdan çoğunlukla olgun-yarı olgun; bir kısmı da yarı olgun-olgunlaşmamıştır.



Şekil 4.3 Korualan Grubu kumtaşlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Kuvars kumtaşlarında başlıca kalsit çimento ve kısmen kil matriksinde köşeli monokristalin kuvarslar (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Kuvars kumtaşlarında kalsit çimento içerisinde köşeli monokristalin kuvarslar ve detritik muskovit (c-çift nikol, d-tek nikol), e-f) Kuvars kumtaşlarında kalsit çimento içerisinde köşeli monokristalin ve polikristalin kuvarslar ve detritik mikalar (e-çift nikol, f-tek nikol).



Şekil 4.4 Korualan Grubu silisli kayaçların optik mikroskopik görünümleri, a-b) İnce taneli kalsitli çörtlerin gözeneklerinde kalsedonik kuvarslar (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) İri taneli dolomitli çörtlerin gözeneklerinde kalsedonik kuvarslar ve jel dokusu (c-çift nikol, d-tek nikol).

4.1.2 Huğlu Grubu

Kovanlı Karışığı ile Dedemli Formasyonu litolojilerini kapsamakta; Mahmut Tepesi Formasyonu da benzer litolojiler içerdiğinden inceleme sonuçları grup düzeyinde sunulmuştur (Çizelge 4.2). Birimin ana litolojilerini oluşturan volkanik, piroklastik, silisiklastik ve karbonat kayaçlarının optik mikroskop incelemeleri aşağıda sunulmuştur:

Birimi oluşturan en yaygın litolojilerden birisi olan volkanik kayaçlar hipokristalin porfirik, vitrofirik porfirik ve afanitik-amigdaloyidal olmak üzere üç farklı doku göstermektedir. Bu kayaçlarda açık renkli bileşenleri plajiyoklaz, koyu renkli bileşenleri ise ojit ve biyotit ile yer yer opak mineraller (çoğunlukla

hematit) oluşturmaktadır. Matris çoğunlukla volkanik cam ve yer yer plajiyoklaz mikrolitleri ile temsil edilmektedir. Bu kayaçlar ilksel magmatik bileşim ve dokusal özellikleri dikkate alınarak Streckeisen (1978) sınıflamasına göre bazalt ve andezit olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.5 ve 4.6).

Kayaçların matriks ve/veya gözeneklerinde sıklıkla silisleşme, killeşme ve kloritleşme; kısmen de zeolitleşme (analsim ve höylandit/klinoptilolit) gözlenmektedir (Şekil 4.7).

Piroklastik kayaçlar; vitroklastik dokulu olup; kuvars, plajiyoklaz, opak mineraller ve volkanik kayaç parçacıkları içermektedir. Bağlayıcı malzemede başlıca silisleşmiş ve/veya kloritleşmiş volkanik cam ile karbonat mineralleri bulunmaktadır (Şekil 4.8). Piroklastik kayaçlar tane boyuna ve piroklast (volkan camı, pomza, kristal ve volkanik kayaç parçacıkları)/(epiklast+kimyasal+organik) bileşenlerinin oranına göre (Schmid, 1981), tüflü kumtaşı (tüfit) olarak adlandırılmıştır.

Karbonat kayaçlarında silisleşmiş ve/veya karbonat dolgulu radyolarya fosillerine de sıklıkla rastlanılmaktadır (Şekil 4.9a-b).

Çizelge 4.2 Huğlu Grubu kayaçlarının optik mikroskop inceleme sonuçları

Örnek No	Bileşim	Özellikler	Kayaç Adı
Kovanlı Karışığı			
BZB -122	Fel+Qtz+ Cal	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Cal: Çatlaklarda Om: Matrikste Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
Mahmut Tepesi Formasyonu			
-130	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, çatlaklarda iri taneli sparitik, breşik Qtz: Çok az, çok ince taneli Om: Ender, ince taneli BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-170	Cal+Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikritik, iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli BM: Kalsit, kuvars	Radyolaryalı kireçtaşı (Radyolaryalı mikrit)
-172	Cal+Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli BM: Kalsit, kuvars	Radyolaryalı kireçtaşı (Radyolaryalı mikrit)
-177	Cal+Fel +Qtz	Cal: İri taneli sparitik Qtz: İri bileşenler Fel: İri bileşenler VKP: ince taneli BM: Kalsit	Kireçtaşı (Litosparit)
-178	Qtz+Fel+Cal+ Mu	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: Muskovit Om: Çok ince taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı
-179	Qtz+Fel+Cal+ Mu	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: Muskovit Om: Çok ince taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı
-180	Qtz+Fel+Cal	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Om: Çok ince taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı
-182	Qtz+Fel+Cal	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: Muskovit Om: Çok ince taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı
-183	Qtz+Fel+Cal	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: Muskovit Om: Çok ince taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı
Dedemli Formasyonu			

-99	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-101	Qtz+Plj	Qtz: Bol, ince taneli Plj: Zonlu Om: Gözeneklerde Matriks: Volkan camında silisleşme, kloritleşme, serizitleşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-103	Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli Cal: İnce taneli, mikritik Om: ince taneli BM: Kuvars, kalsit	Radyolarit (Karbonatlı radyolarit)
-104	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli, mikritik Qtz: Çok ince taneli Om: Bol, ince taneli BM: Kalsit, kuvars	Silisli Kireçtaşı (Kuvarslı mikrit)
-111	Qtz+Fel+Cal	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Cal: Çatlaklarda Om: Çatlak ve matrikste Matriks: Volkan camı, silisleşme, kloritleşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-112	Cal+Qtz+Dol	Cal: İnce taneli, mikritik Qtz: Çok ince taneli Om: Bol BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-113	Cal-Qtz+Fel	Cal: İnce taneli, mikritik, çatlaklarda iri taneli sparitik, breşik Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli BM: Karbonat, kil	Killi kireçtaşı (Mikrit)
-114	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, çatlaklarda iri taneli sparitik Qtz: Çok ince taneli BM: Kalsit, kuvars	Silisli kireçtaşı (Kuvarslı mikrit)
-115	Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli Cal: İnce tanel, mikritik BM: Kalsit Doku: Mineralojik olgun, dokusal yarı olgun-olgunlaşmamış	Kumtaşı (Kuvars kumtaşı)
-116	Cal+Qtz+Plj	Cal: İnce tanel, mikritik Qtz: İri taneli Plj: Polisentetik ikizlenme, karbonatlaşma VKP: İnce taneli Om: Bol, ince taneli BM: Kalsit, volkan camı, silisleşme, gözeneklerde kloritleşme Doku: Vitroklastik	İnce taneli tüfit (Tüflü kumtaşı)
-118	Cal-Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik Qtz: Çok ince taneli Fel: Çok ince taneli Om: Bol miktarda BM: Kalsit	Kireçtaşı (Litomikrit)

-119	Plj+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, karbonatlaşma Cal: İnce tanel, mikritik Om: Bol, ince taneli Qtz: İri taneli VKP: İnce taneli BM: Kalsit, volkan camı, silisleşme, gözeneklerde kloritleşme Doku: Vitroklastik	İnce taneli tüf (Tüflü kumtaşı)
-120	Cal-Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik, breşik Qtz: Çok ince taneli BM: Kalsit	Silisli kireçtaşı (Kuvarslı mikrit)
-123	Cal-Qtz+Fel	Cal: İnce taneli mikritik, çatlaklarda iri taneli sparitik, yer yer breşik Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli BM: Kalsit	Silisli kireçtaşı (Kuvarslı mikrit)
-124	Qtz+Cal+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Cal: Çatlaklarda Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-125	Cal+Qtz+Plj	Cal: İnce tanel, mikritik Qtz: İri taneli Plj: Polisentetik ikizlenme, karbonatlaşma Om: İnce taneli VKP: İnce taneli BM: Kalsit, volkan camı, silisleşme, gözeneklerde kloritleşme Doku: Vitroklastik	İnce taneli tüfit (Tüflü kumtaşı)
-126	Plj+Qtz+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer karbonatlaşma Qtz: Matrikste Cal: Çatlaklarda ve matriksde Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, kloritleşme Doku: Vitrofirik porfirik	Altere andezit
-127	Qtz+Plj+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer karbonatlaşma Cal: Çatlaklarda ve matriksde Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, kloritleşme Doku: Vitrofirik porfirik	Altere volkanik
-128	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Om: İnce taneli Cal: Çatlaklarda Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-133	Qtz+Fel+Cal	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Cal: Çatlaklarda Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik , amigdoloyidal	Altere volkanik

-135	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Om: İnce taneli Cal:Çatlaklarda Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-136	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli, mikritik Qtz: Bol, ince taneli BM: Kalsit, kuvars	Silisli kireçtaşı (Kuvarslı mikrit)
-137	Cal+Qtz+Plj	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer serizitleşme Matriks: Volkan camı, mikrolitler , silisleşme, kloritleşme Doku: Vitrofiritik porfirik	Altere andezit
-138	Cal+Qtz+Fel	Cal: İnce taneli Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, kalsitleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-139	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-141	Cal+Qtz+Plj	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer serizitleşme Matriks: Volkan camı, mikrolitler, çok az silisleşme ve kloritleşme, çatlaklarda zeolit Doku:Vitrofiritik porfirik	Andezit
-142	Cal+Qtz+Plj	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer serizitleşme VKP: İnce taneli Matriks: Volkanik cam, mikrolitler, silisleşme, kloritleşme Doku: Vitroklastik	İnce taneli tüfit (Tüflü kumtaşı)
-143	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik Qtz: İnce taneli Fosil: Yuvarlak radyolarya, kavkılar BM: Kalsit, kuvars	Radyolaryalı kireçtaşı (Radyolaryalı mikrit)
-145	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Cal: Çatlaklarda Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-146	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-147	Qtz+Plj+Cal	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Cal: Çatlaklarda Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere andezit

-148	Qtz+Plj+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer karbonatlaşma Cal: Çatlaklarda ve matriksde Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, kloritleşme, killeşme Doku: Vitrofirik porfirik	Altere andezit
-149	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Om: ince taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme , killeşme Doku: Afanitik , amigdoloyidal	Altere volkanik
-150	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Om: ince taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik , amigdoloyidal	Altere volkanik
-151	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli Fel: İnce taneli Om: ince taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik , amigdoloyidal	Altere volkanik
-152	Qtz+Plj+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer karbonatlaşma Px: İnce taneli Cal: Çatlaklarda ve matriksde Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, kloritleşme Doku: Holokristalin porfirik	Diyabaz
-153	Plj+ojit	Plj: Polisentetik ikizlenme Ojit: Çubuksu, renksiz Om: İnce taneli Matriks: Volkanik cam, plj mikrolitleri, yer yer killeşme ve kloritleşme, çatlaklarda ve gözeneklerde ender kalsit Doku: Hipokristalin porfirik	Bazalt
-155	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik, polisentetik ikizlenme Qtz: İnce taneli Om: Matrikste Fosil: Yuvarlak radyolarya, fosil kavkıları BM: Kalsit, kuvars	Radyolaryalı kireçtaşı (Radyolaryalı mikrit)
-157	Qtz+Fel	Qtz: Bol, ince taneli, dalgalı sönme Fel: İnce taneli Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, killeşme, zeolitleşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-158	Plj+Qtz+ Cal	Cal: İnce taneli Qtz: İnce taneli Plj: Polisentetik ikizlenme Om: Matrikste bol Matriks: Volkan camı, killeşme, kalsit Doku: Afanitik , amigdoloyidal	Altere volkanik

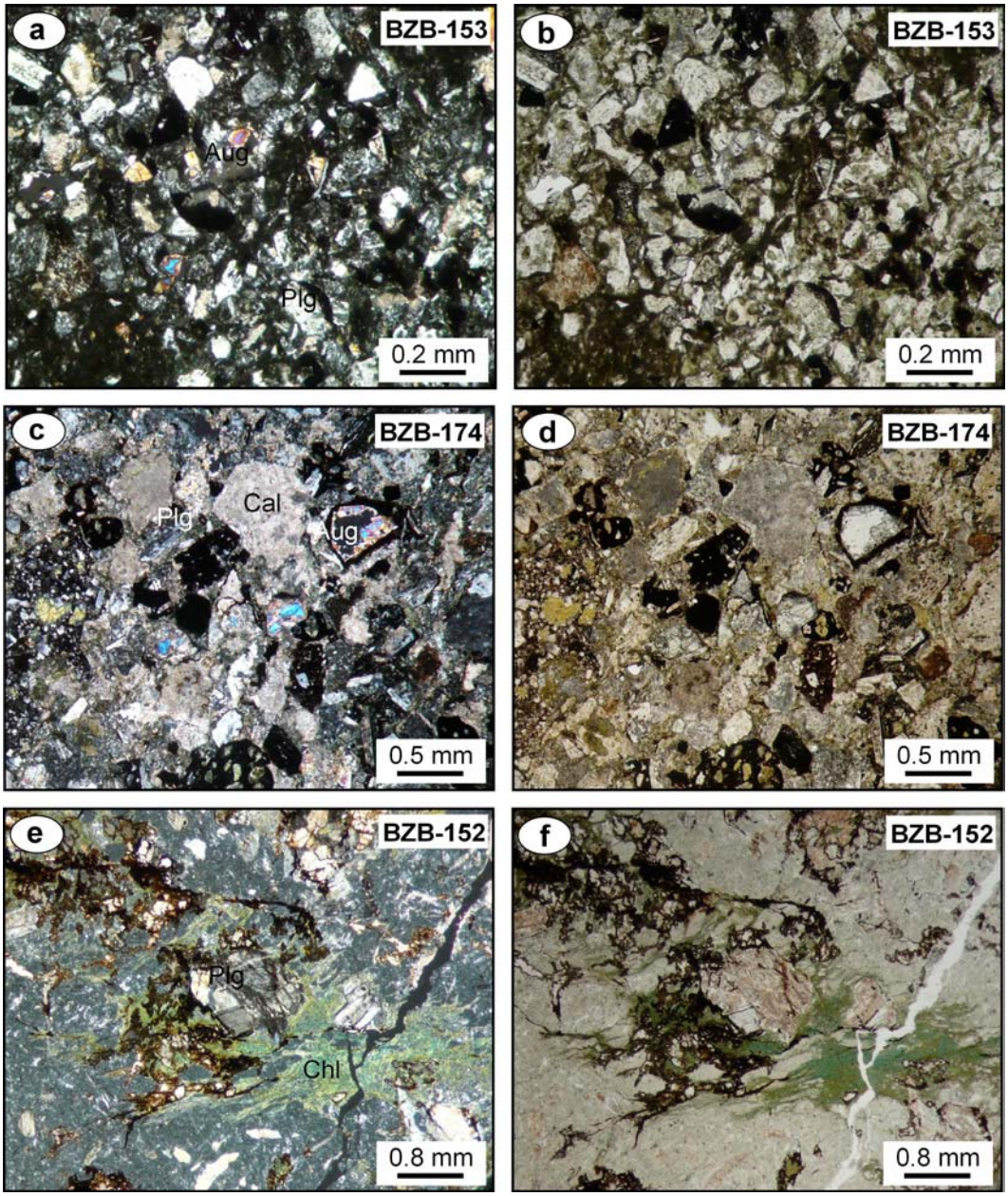
-159	Cal+Qtz+Plj	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer karbonatlaşma Cal: Çatlaklarda ve matriksde Om: İnce taneli Matriks: Volkan camı, silisleşme, kloritleşme Doku: Vitrofirik porfirik	Altere andezit
-160	Cal+Qtz	Cal: İnce taneli mikritik, yer yer iri taneli sparitik, polisentetik ikizlenme Qtz: İnce taneli Fosil: Yuvarlak radyolarya, kavkılar BM: Kalsit	Kireçtaşı (Mikrit)
-161	Plj+Qtz+Cal	Qtz: İnce taneli Plj: Polisentetik ikizlenme Cal: İnce taneli Om: Bol Matriks: Volkanik cam, kalsit , killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-162	Qtz+Cal	Qtz: Bol, ince taneli Cal: Çatlaklarda ince taneli Om: İnce taneli Fosil: Yuvarlak radyolarya BM: Kuvars, kil, kalsit	Radyolarit
-163	Plj+Qtz+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer serizitleşme Matriks: Volkanik cam ve mikrolitler, silisleşme ve kloritleşme, çatlaklarda zeolit minerali Doku: Hipokristalin porfirik	Altere andezit
-165	Plj+Qtz+Cal	Cal: İnce taneli Qtz: İnce taneli Plj: Polisentetik ikizlenme Om: Bol M: Volkan camı, kalsit, killeşme, zeolitleşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-167	Plj+Qtz+Cal	Cal: İnce taneli Qtz: İnce taneli Plj: Polisentetik ikizlenme Om: Bol M: Volkan, kalsit, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-168	Plj+Qtz+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer serizitleşme Matriks: Volkan camı, mikrolitler, silisleşm, kloritleşme, killeşme, çatlaklarda zeolit Doku: Vitrofiritik porfirik	Altere andezit
-169	Plj+Qtz+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme, yer yer serizitleşme Matriks: Volkan camı, mikrolitler, silisleşme, kloritleşme, killeşme, çatlaklarda zeolit Doku: Vitrofiritik porfirik	Altere andezit
-173	Plj+Qtz+Cal	Plj: Polisentetik ikizlenme Cal: İnce taneli Qtz: İnce taneli Om: Bol Matriks: Volkan camı, kalsit, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik

-174	Plj+Aug	Plj: Polisentetik ikizlenme Aug: Çubuksu, renksiz Hbl: Çoğunlukla opasitleşmiş Om: Bol M: Volkan camı, Plj mikrolitleri, yer yer killeşme ve kloritleşme, çatlaklarda ve gözeneklerde ender kalsit	Altere bazalt
-176	Qtz+Fel+Cal	Qtz: Bol, ince taneli, kalsedonik Plj: İnce taneli, polisentetik ikizlenmeli Bi: Ender Matriks: Volkan camı, kalsit, silisleşme, killeşme Doku: Afanitik, amigdoloyidal	Altere volkanik
-181	Qtz+Fel+Cal	Qtz: İnce taneli Fel: İnce taneli Mu: Muskovit Om: İnce taneli BM: Kalsit, kil	Silttaşı

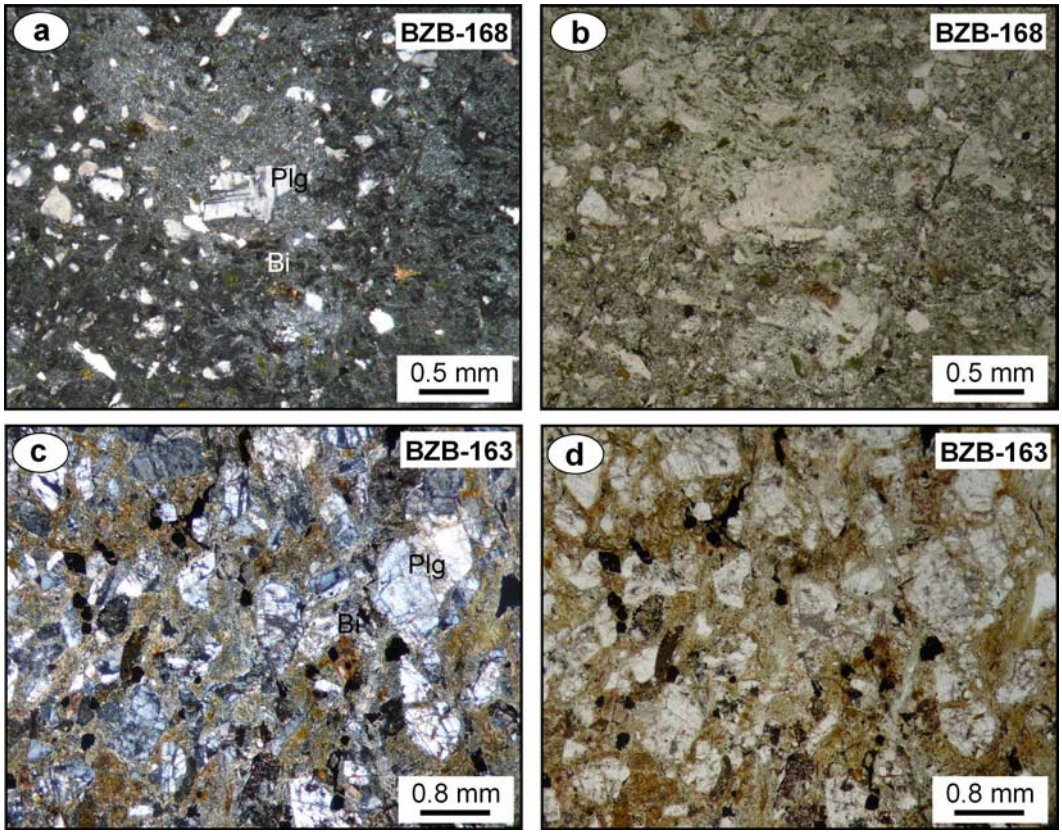
Cal=Kalsit, Qtz=Kuvars, Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, Fel=Feldispat, Plj=Plajiyoklaz, Hem=Hematit, Tur=Turmalin, Chl=Klorit, Mu=Muskovit, Bi=Biyotit, Aug=Ojit, Hbl=Hornblend, Om=Opak mineral, BM=Bağlayıcı malzeme

4.2 Elektron Mikroskop İncelemeleri

Korualan Grubuna ait aynı parajeneze sahip şeyl (BZB-17: İllit + kuvars + kalsit + feldispat + klorit) ve çamurtaşı (BZB-45: İllit + kuvars + kalsit + feldispat + klorit); Huğlu Grubu'na ait altere volkanik (BZB-100: İllit + klorit + kuvars + feldispat + kalsit) ve silttaşı (BZB-182: İllit + klorit + I-C + kuvars + feldispat + kalsit + hematit) örneklerinin SEM görüntüleri Şekil 4.10 da verilmiştir.

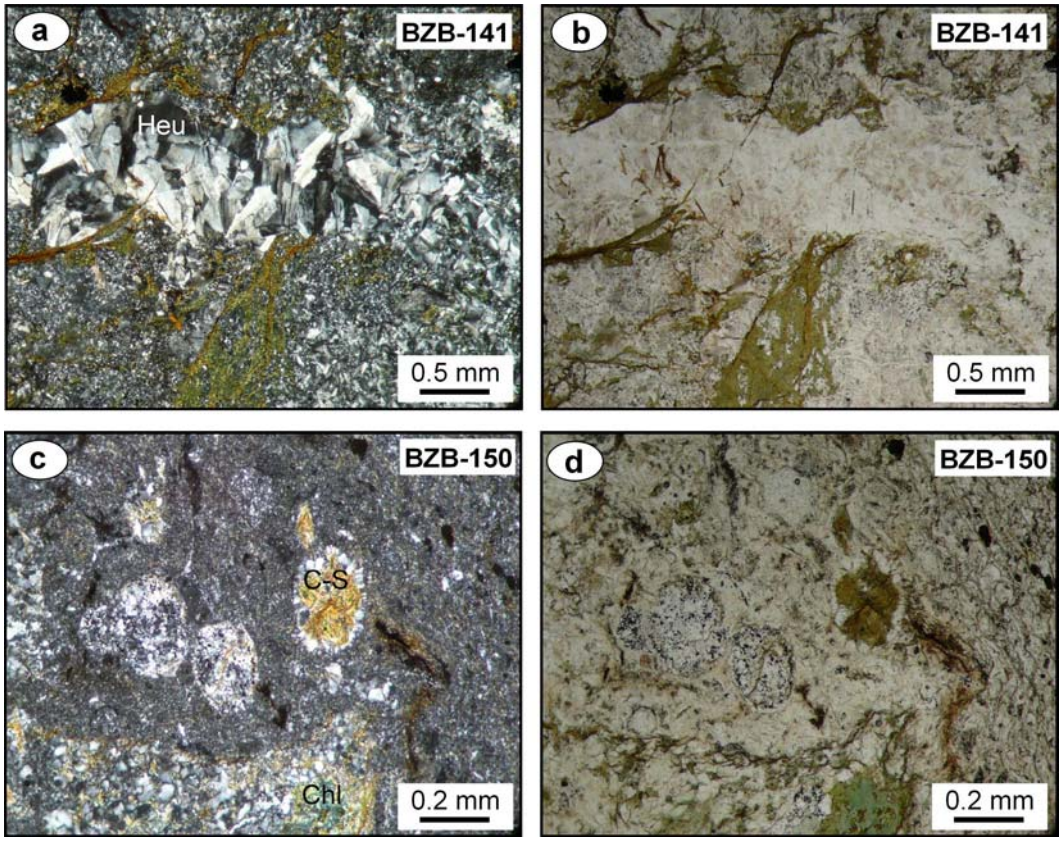


Şekil 4.5 Huğlu Grubu magmatik kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Bazaltlarda hipokristalin porfirik doku. plajiyoklaz ve ojit mineralleri (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Bazaltlarda vitrofirik porfirik doku ve karbonatlaşmış matrikste ojit. plajiyoklaz ile opasitleşmiş hornblendler (c-çift nikol, d-tek nikol), e-f) Diyabazlarda çoğunlukla silisleşmesi ve kloritleşmesi (e-çift nikol, f-tek nikol).



Şekil 4.6 Huğlu Grubu magmatik kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Bozuşmuş andezitlerde vitrofirik porfirik doku ve biyotit mineralleri (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Bozuşmuş andezitlerde hipokristalin porfirik doku ve plajiyoklaz ile biyotitler (c-çift nikol, d-tek nikol).

Korualan Grubu ait aynı parajeneze sahip şeyl (BZB-17: İllit + kuvars + kalsit + feldispat + klorit) ve çamurtaşı (BZB-62: İllit + kuvars + kalsit + feldispat + klorit); Huğlu Grubu'na ait altere volkanik (BZB-164: İllit + kuvars + feldispat + kalsit + klorit) ve silttaşı (BZB-178: İllit + klorit + kuvars + feldispat + kalsit + hematit) örneklerinin geri saçınımlı elektron (SEM-BSE) görüntüleri Şekil 4.11 da verilmiştir.



Şekil 4.7 Huğlu Grubu magmatik kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Bozuşmuş andezitlerin matriks ve/veya gözeneklerinde höylandit / klinoptilolitler (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Bozuşmuş andezitlerin matriks ve/veya gözeneklerinde klorit ve karışık tabakalı klorit-smektitler (C-S) (c-çift nikol, d-tek nikol).

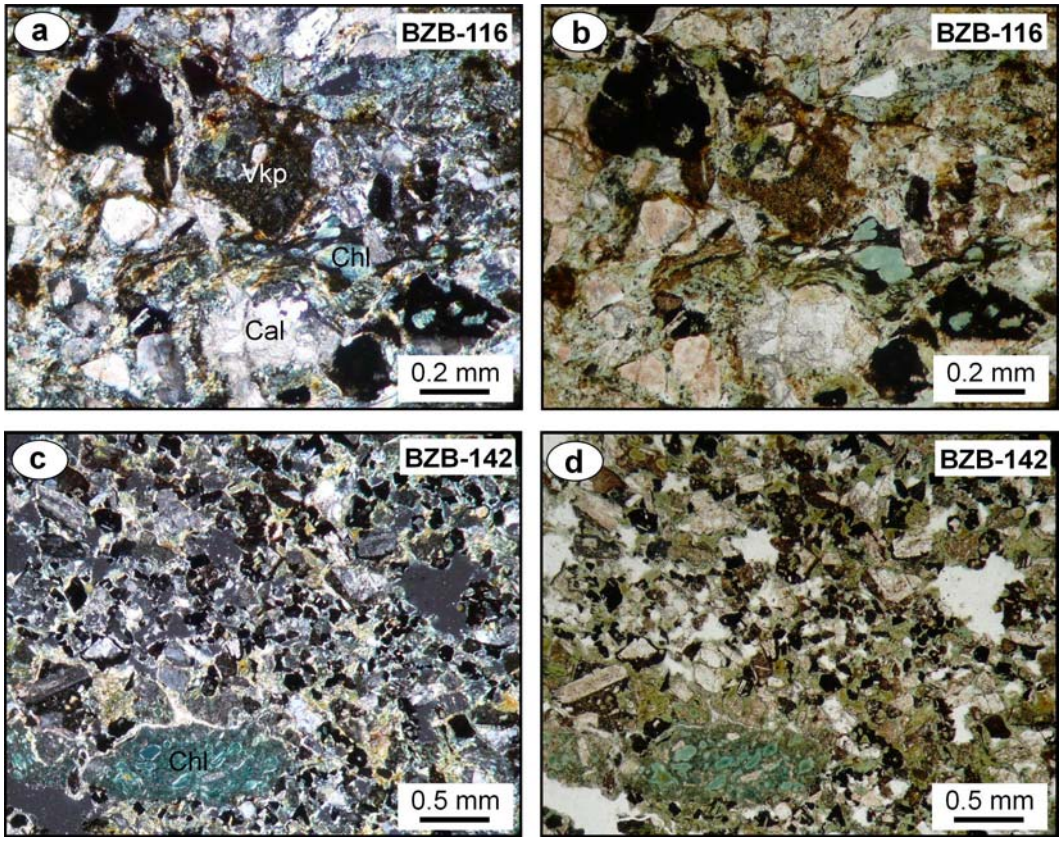
4.3 X-ışınları Kırınımı İncelemeleri

4.3.1 Tümkayaç ve kil fraksiyonu incelemeleri

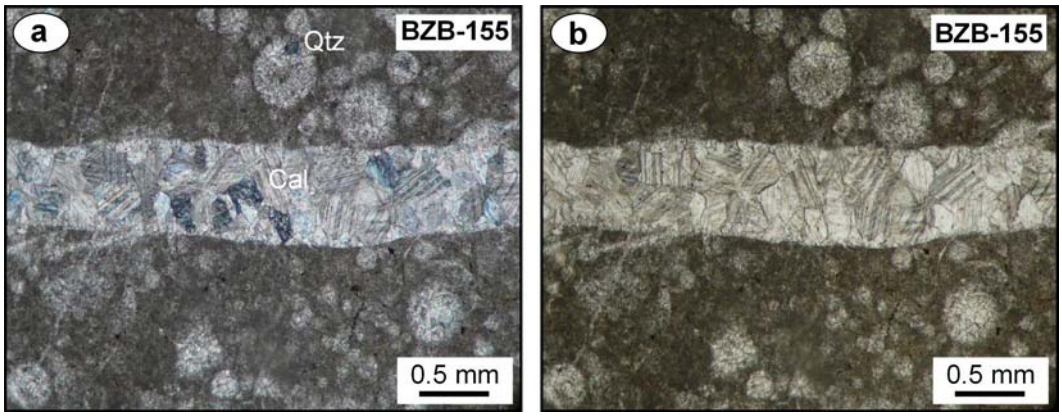
4.3.1.1 Korualan Grubu

Başkışla Karışığı; Kayabaşı Formasyonu'nu oluşturan litolojileri kapsadığından. birim grup düzeyinde anlatılmıştır (Çizelge 4.3). Birimin ana litolojilerini oluşturan karbonat ve silisiklastik kayaçların XRD incelemeleri aşağıda verilmiştir:

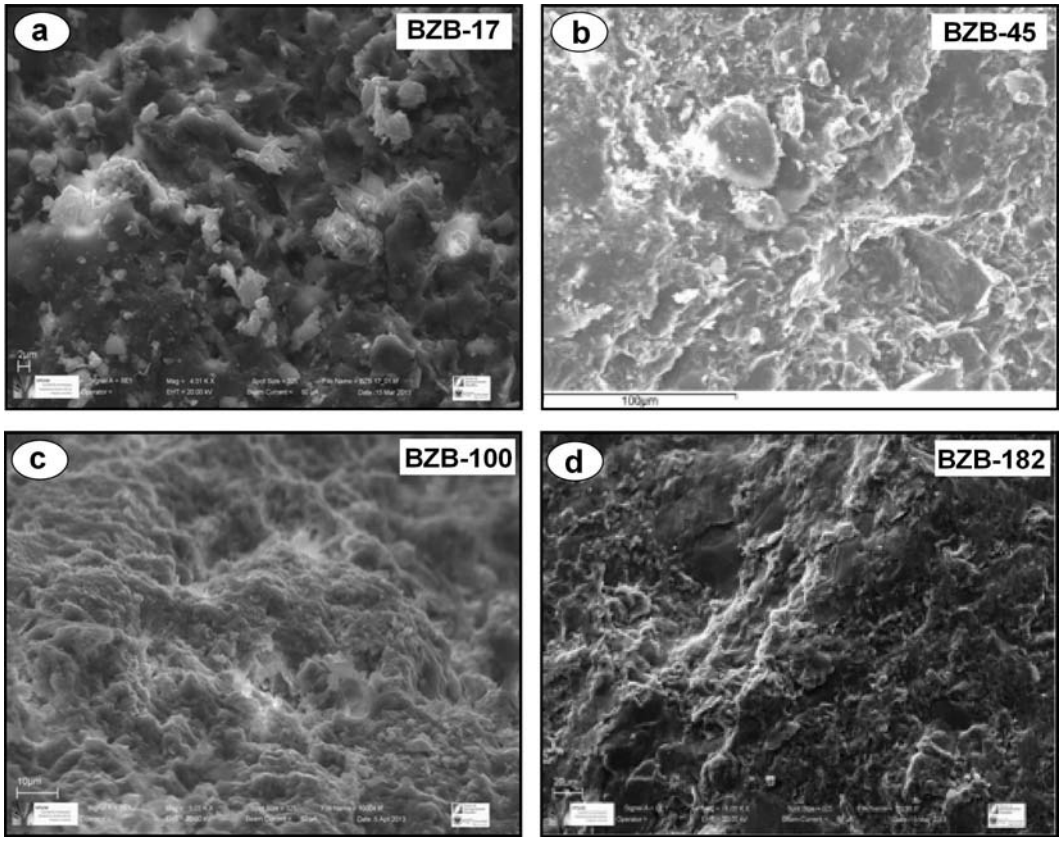
Birimin silisiklastik kayaçlarında bolluk sırasına göre kuvars, feldispat, kil ve hematit mineralleri; karbonat kayaçlarında ise kalsit ve dolomit egemen mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.8 Huğlu Grubu tüfitlerinin optik mikroskopik görünümleri. a-b) Vitroklastik dokulu tüflü kumtaşlarında karbonatlaşma ve kloritleşme ile volkanik kayaç parçacıkları (a-çift nikol, b-tek nikol), c-d) Vitroklastik dokulu tüflü kumtaşlarında kloritleşmeler (c-çift nikol, d-tek nikol).

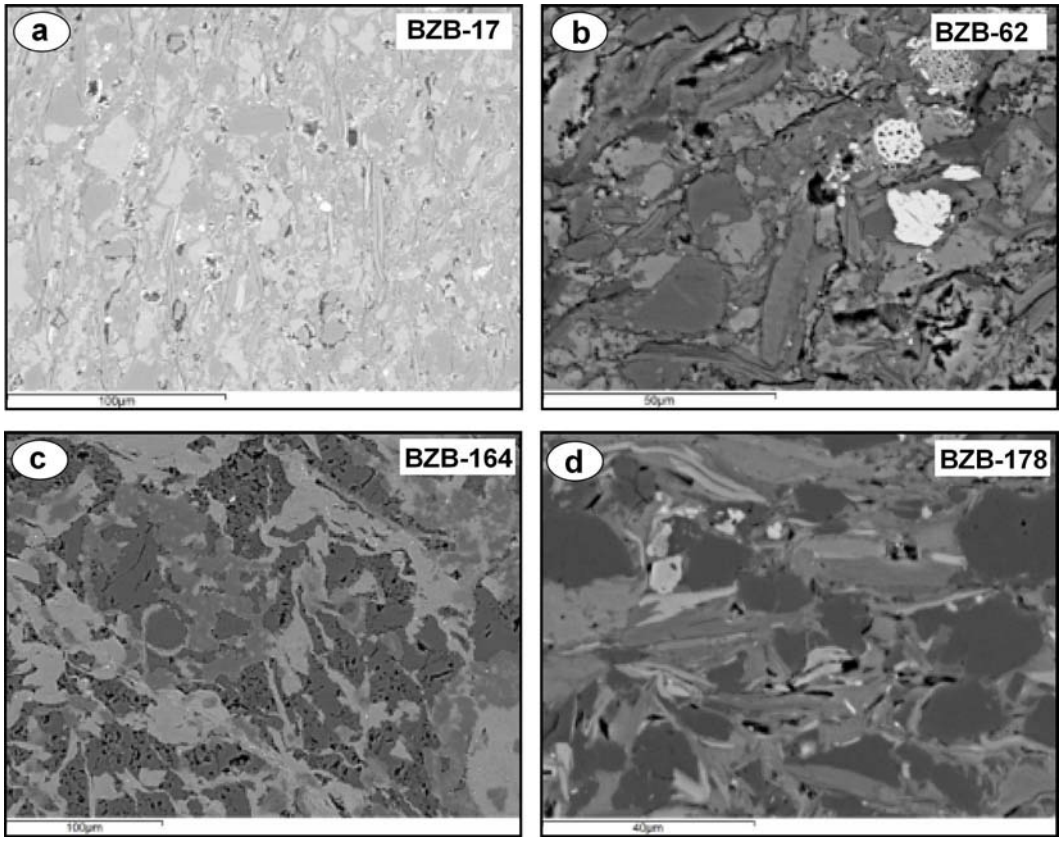


Şekil 4.9 Huğlu Grubu karbonat kayaçlarının optik mikroskopik görünümleri. a-b) Mikritlerde silisleşmiş ve/veya kalsit dolgulu radyolaryaların optik mikroskop görünümleri (a-çift nikol, b-tek nikol).

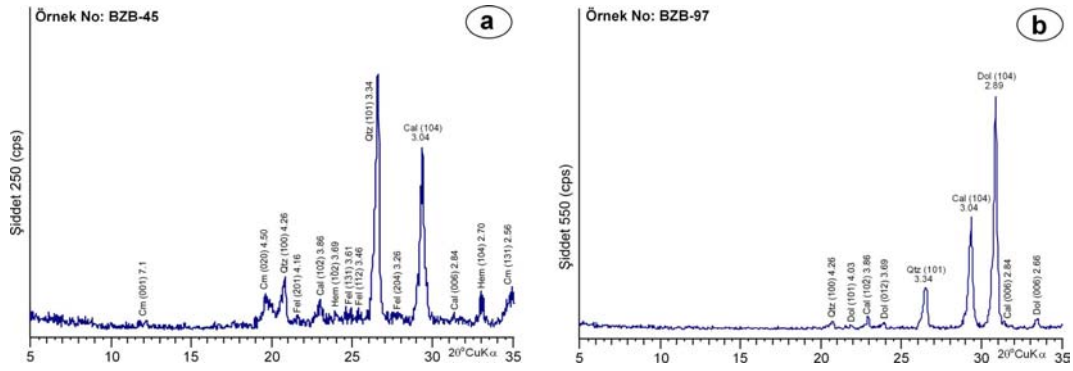


Şekil 4.10 Taramalı elektron mikroskop görüntüleri. a) Şeyl örneğinde illitler, b) Çamurtaşı örneğinde illit ve kloritler, c) Altere volkanik örneğinde illit ve kloritler, d) Silttaşı örneğinde illit. klorit ve karışık tabakalı illit-kloritler

Birimin silisiklastik kayaçlarında kil minerallerini başlıca illit, kısmen klorit, smektit ve karışık tabakalı I-S oluşturmaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.11 Geri-saçınımlı elektron mikroskop görüntüleri, a) Şeyl örneğinde illitlerin yönlenmesi, b) Çamurtaşı örneğinde detritik mika, otijenik illit ve framboyidal pirit oluşumları, c) Altere volkanik örneğinde ince taneli hematitler, d) Silttaşı örneğinde mika ve kloritlerin yönlenmesi.



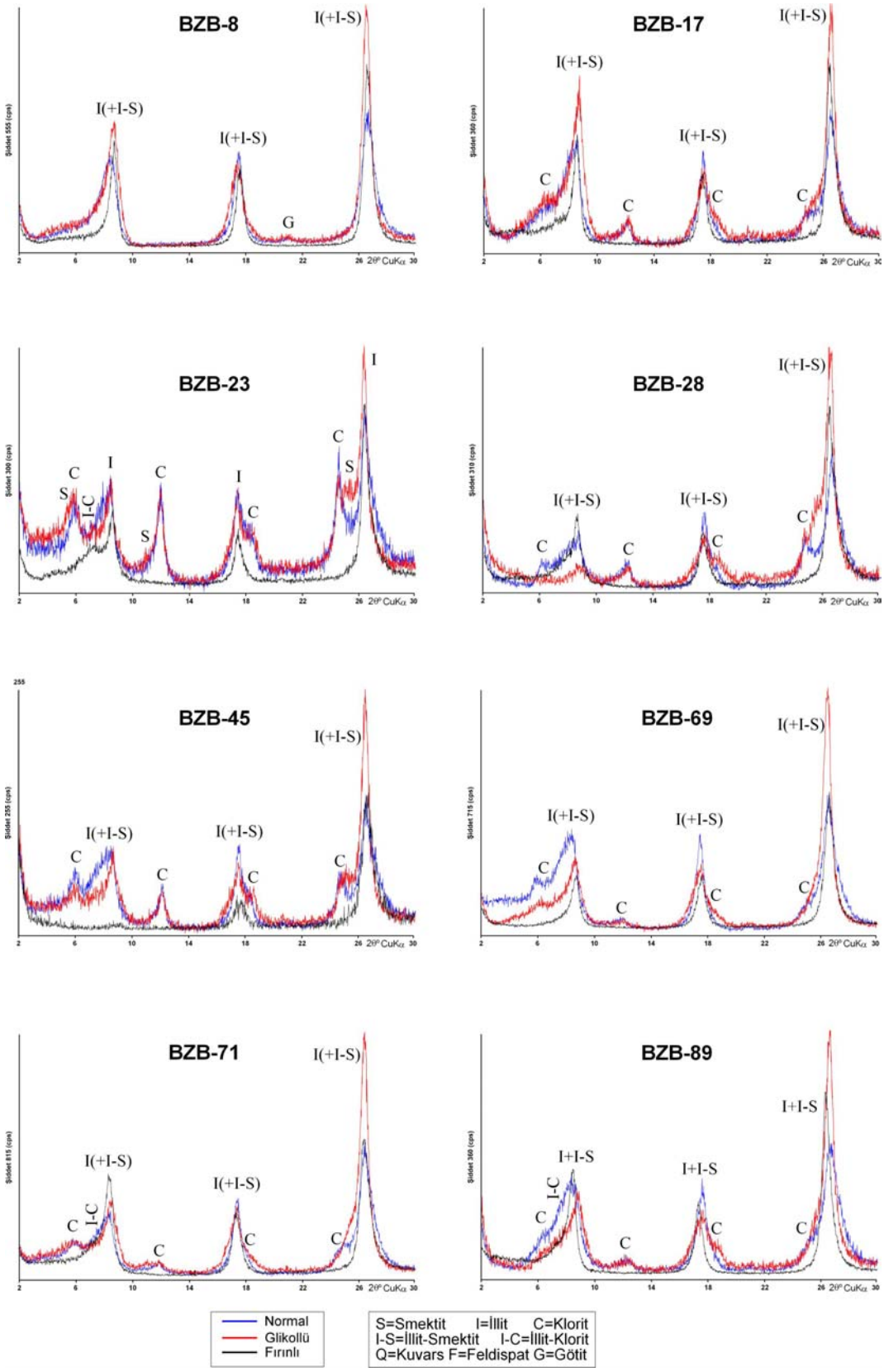
Şekil 4.12 Korualan Grubu kayaçlarının XRD-TK desenleri, a) Çamurtaşı örneğinde hematit, b) Dolomit örneğinde karbonat mineralleri.

Çizelge 4.3 Bozkır Birliği Korualan Grubu kayaçlarının XRD-TK ve KF sonuçları (%).

Örnek No	Tüm Kayaç								Kil Fraksiyonu				Kayaç Adı
	Cal	Dol	Qtz	Fel	An	Prx	Hem	Ps	S	I	C	I-C	
Başkışla Karışığı													
BZB-1	86		3	11									Kireçtaşı*
-2	24		36	5				34					Çamurtaşı
-3	44		38	6				13					Radyolaryalı Kireçtaşı*
-4	9		52	3				36					Çamurtaşı
Kayabaşı Formasyonu													
-5	96		4										Kireçtaşı*
-6	4	88	8										Dolomit*
-7	91		9										Kireçtaşı*
-8	29		21	5				45		100			Şeyl
-9	14	63	7					15					Dolomit*
-10	3	97											Dolomit*
-11	2	94	4										Dolomit
-12	62	29	9										Dolomitik kireçtaşı*
-13	18		82										Radyolarit*
-14	17	80	3										Dolomit*
-15	30	7	63										Karbonatlı radyalorit*
-16	17		47	6				29					Silttaşı*
-17	16		20	6				57		90	10		Şeyl*
-18	23		22	6				49					Şeyl
-19	18		51	9				21					Silttaşı*
-20	89		11										Kireçtaşı*
-21	23		33	9			8	27					Silttaşı*
-22	40		52	8									Karbonatlı kumtaşı*
-23	24		30	6			7	34	50	30	10	10	Şeyl*
-24	15		18	7			3	57					Çamurtaşı*
-25	93	2	6										Kireçtaşı*
-26	23		38	7				32					Kumtaşı*
-27	16		31	9				43					Şeyl*
-28	7		17	5				71		90	10		Şeyl
-29	98		2										Kireçtaşı*
-30	66		5					28					Killi kireçtaşı*
-31	52		18	5				25					Killi kireçtaşı*
-32	86		14										Kireçtaşı*
-33	27		38	7				29					Silttaşı*
-34	26		37	8				29					Silttaşı*
-35	98		2										Kireçtaşı*
-36	35		24	6				35					Şeyl*
-37	56		13	7				24					Killi kireçtaşı*
-38	66		12	4				19					Killi kireçtaşı*
-39	75		5	5				15					Killi kireçtaşı*
-40	44		14	6				37					Şeyl*
-41	54		16	7				23					Killi kireçtaşı*
-42	18		57	5				20					Kumtaşı*
-43	53		18	7				22					Killi kireçtaşı*
-44	67		14	4				14					Killi kireçtaşı*
-45	15		22	4			11	49		85	15		Çamurtaşı*
-46	14		27	7				52					Şeyl*
-47	14		36	4				45					Silttaşı*
-48	18	39	40	4									Dolomit*
-49	2		98										Çört*
-50	70		10					20					Killi kireçtaşı*
-51	64		8					27					Killi kireçtaşı
-52	20		38	12				31					Çamurtaşı*
-53	25		54	10				11					Silttaşı*
-54	21		28	7			6	39					Çamurtaşı*
-55	20		63	8				9					Silttaşı*
-56	19		41	6				34					Şeyl
-57	20		44	8			4	24					Kumtaşı*
-58	37		20	6				37					Şeyl
-59	56		23	9				12					Kireçtaşı*
-60	94	6											Kireçtaşı*

-61	100												Kireçtaşı*
-62	24		29	5				41		80	20		Çamurtaşı*
-63	24		42	6				28					Kumtaşı*
-64	32		44	7				18					Karbonatlı çört*
-65	66		25					9					Kireçtaşı*
-66	40		26	5				28					Şeyl*
-67	71		12	7				10					Kireçtaşı*
-68	3	96	1										Kireçtaşı*
-69	14	2	22	7				54		90	10		Şeyl*
-70	85		4					12					Kireçtaşı*
-71	16		30	7				46		75	10	15	Şeyl
-72	25		34	13				28					Silttaşı*
-73	85		11	4									Kireçtaşı*
-74	17		33	9				41					Şeyl*
-75	31		29	5				31					Silttaşı*
-76	40		24	14				22					Silttaşı*
-77	22		23	10				45					Şeyl*
-78	25		49	6				20					Silttaşı*
-79	25		42	10				23					Silttaşı*
-80	16		18	9			8	49					Silttaşı*
-81	16		32	6			6	40					Silttaşı*
-82	14		16	10			4	56					Çamurtaşı
-83	20		35	7				38					Çamurtaşı*
-84	18		20	11				51					Çamurtaşı
-85	17		22	25			6	30					Silttaşı*
-86	97		3										Kireçtaşı*
-87	20		10	11			4	54					Şeyl
-88	19		23	24			3	31					Silttaşı*
-89	21		22	9				48		90	5	5	Şeyl
-90	13		27	16				45					Şeyl*
-91	19	2	38	9				31					Kumtaşı*
-92	98		2										Kireçtaşı*
-93	12	73	4				11						Dolomit*
-94	2	33	58				7						Dolomitli çört*
-95	3	24	71				4						Dolomitli çört*
-96	2	85					13						Killi dolomit*
-97	25	60	9				6						Dolomit*
-98	94		6										Kireçtaşı*
-102			38				9	53					Radyolaryalı şeyl
-103	28		27				21	24					Karbonatlı radyolarit*
-104	68	2	30										Kireçtaşı*
-105	15		19	6			6	53		95	5		Şeyl
-106	25		43	4			5	23					Kumtaşı*
-107	17		74	9									Kumtaşı*
-108	18		32	7				44					Çamurtaşı*
-109	73		6					21					Kireçtaşı*
-110	100												Kireçtaşı*

*İnce kesiti yapılan örnekler. Cal=Kalsit. Dol=Dolomit. Qtz=Kuvars. Fel=Feldispat. Ps=Fillosilikat. Prx=Piroksen. Hem=Hematit. An=Analsim. I=İllit. Chl=Klorit. S=Smektit. I-C=İllit-Klorit



Şekil 4.13 Korualan Grubu kayaçlarının XRD-KF desenleri.

4.3.1.2 Huğlu Grubu

Kovanlı Karışığı. Dedemli Formasyonu ile oluşturan litolojileri kapsamakta; Mahmut Tepesi Formasyonu da benzer litolojiler içerdiğinden, birim grup düzeyinde sunulmuştur (Çizelge 4.4). Birimin ana litolojilerini oluşturan volkanik, piroklastik, silisiklastik ve karbonat kayaçlarının XRD incelemeleri aşağıda verilmiştir:

Volkanik ve piroklastik kayaçların volkanik bileşenlerini bolluk sırasına göre feldispat (çoğunlukla plajiyoklaz), ojit, hornblend, biyotit ve hematit; post-volkanik bileşenlerini kuvars, kil, kalsit, dolomit, analsim ve götit oluşturmaktadır (Şekil 4.14). Silisiklastik ve karbonat kayaçlarının mineralojisi Korualan Grubu kayaçlarına bollukları dışında benzerdir.

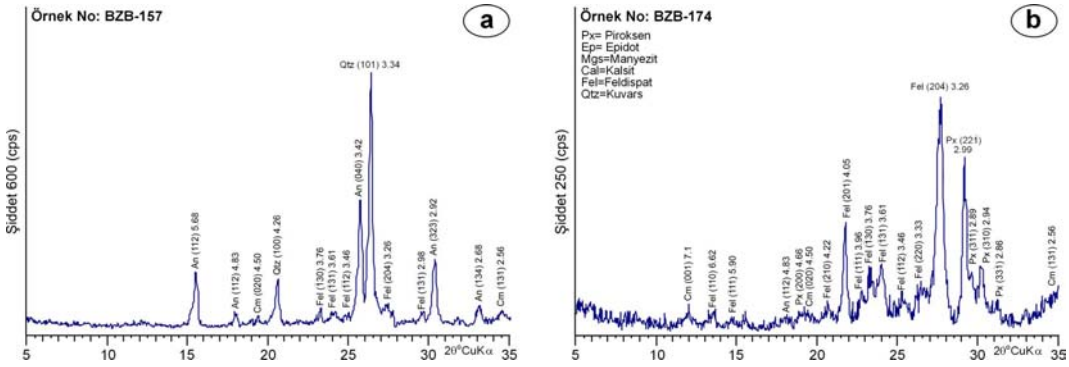
Birimin volkanik-piroklastik kayaçlarında kil minerallerini başlıca illit ve klorit, yer yer smektit ve karışık tabakalı I-S temsil etmektedir (Şekil 4.15).

Çizelge 4.4 Bozkır Birliği Huğlu Grubu kayaçlarının XRD-TK ve KF sonuçları (%).

Örnek No	Tüm Kayaç								Kil Fraksiyonu				Kayaç Adı
	Cal	Dol	Qtz	Fel	An	Prx	Hem	Ps	S	I	C	I-C	
Kovanlı Karışığı													
-121	4		32	19			6	40					Altere volkanik
-122	13		35	28				24					Altere volkanik*
Mahmut Tepesi Formasyonu													
BZB-129	3		38	21				37					Silttaşı
-130	96		4										Kireçtaşı*
-131	25		16	5				54		90	10		Şeyl
-132	83		5					12					Kireçtaşı*
-170	75		20	5									Radyolaryalı kireçtaşı*
-171	4		15	10				71	15	85			Silttaşı
-172	76		24										Radyolaryalı kireçtaşı*
-175	2		17	13				59					Şeyl
-177	78		10	12									Kireçtaşı*
-178	14		30	27			5	24		55	45		Silttaşı*
-179	6		26	22				47		65	35		Silttaşı*
-180	9		31	30				30		60	40		Silttaşı*
-181	13		23	23				42		65	35		Silttaşı*
-182	17		26	20			9	33		40	40	20	Silttaşı*
-183	7		11	45			6	32					Silttaşı*
Dedemli Formasyonu													
-99	5		52	29				14					Altere volkanik*
-100	3		36	22				39		65	35		Altere volkanik
-101	4		56	28				12					Altere volkanik*
-111	2		60	13				25					Altere volkanik*
-112	60	12	16					12					Kireçtaşı*
-113	50		22	4				24					Killi kireçtaşı*
-114	50		30	5				15					Silisli kireçtaşı*

-115	31		44					24					Kumtaşı*
-116	18		5	33			6	38					Tüflü kumtaşı*
-117	4		8	21			8	59		100			Şeyl
-118	51		5	30				14					Kireçtaşı*
-119	16		2	37			5	40					Tüflü kumtaşı*
-120	62		38										Kireçtaşı*
-123	51		30	6				13					Silisli kireçtaşı*
-124	7		88	5									Altere volkanik*
-125	21		6	23			6	44					Tüflü kumtaşı*
-126	3		35	19				43					Altere andezit*
-127	12		53	6				29					Altere volkanik*
-128	2		42	44				12					Altere volkanik*
-133	5		58	21				16					Altere volkanik*
-134	1		26	10			8	54					Silttaşı
-135	15		43	24				18					Altere volkanik*
-136	77		23										Kireçtaşı*
-137	69		23	9									Altere andezit*
-138	29		23	12				13					Altere volkanik*
-139	2		53	15				30					Altere volkanik*
-140	2		27	10			7	55		100			Altere volkanik
-141	20		33	30				18					Altere andezit*
-142	9		8	10			8	65					Tüflü kumtaşı*
-143	54		46										Radyolaryalı kireçtaşı*
-144	4		15	5			8	68	20	80			Şeyl
-145	4		47	23				26					Altere volkanik*
-146	5		38	30				27					Altere volkanik*
-147	6		46	28				20					Altere andezit*
-148	6		42	40				12					Altere andezit*
-149	2		66	14				18					Altere volkanik*
-150	5		38	35				22					Altere volkanik*
-151	3		62	23				13		100			Altere volkanik*
-152	3		27	16		43		10		100			Diyabaz*
-153	2		2	42		12		36					Bazalt*
-154	18		4	5			11	61					Şeyl
-155	78		22										Radyolaryalı kireçtaşı*
-156	3		2	32			19	44					Şeyl
-157	3		29	10	38			20		70	3		Altere volkanik*
-158	14		8	7			14	57					Altere volkanik*
-159	33		19	10				38		100			Altere andezit*
-160	90		10										Kireçtaşı*
-161	9		43	19				29		95	5		Altere volkanit*
-162	8		75					16					Radyolarit*
-163	4		21	37			4	34		85	15		Altere andezit*
-164	3		30	26				41		95	5		Altere volkanit*
-165	2		9	14	14			34	30	65	5		Altere volkanit*
-166	2		15	11				72		100			Silttaşı
-167	6		41	39				14		50	50		Altere volkanit*
-168	3		45	22	18			12		70	30		Altere andezit*
-169	2		44	17	25			12		60	20	20	Altere andezit*
-173	10		46	15	10			19					Altere volkanik*
-174	8		6	44		12		23		50	25	25	Altere bazalt*
-176	5		48	33				13					Altere volkanik*

*İnce kesiti yapılan örnekler. Cal=Kalsit. Dol=Dolomit. Qtz=Kuvars. Fel=Feldispat. Ps=Fillosilikat. Prx=Piroksen. Hem=Hematit. An=Analsim. I=İllit. Chl=Klorit. S=Smektit. I-C=İllit-Klorit

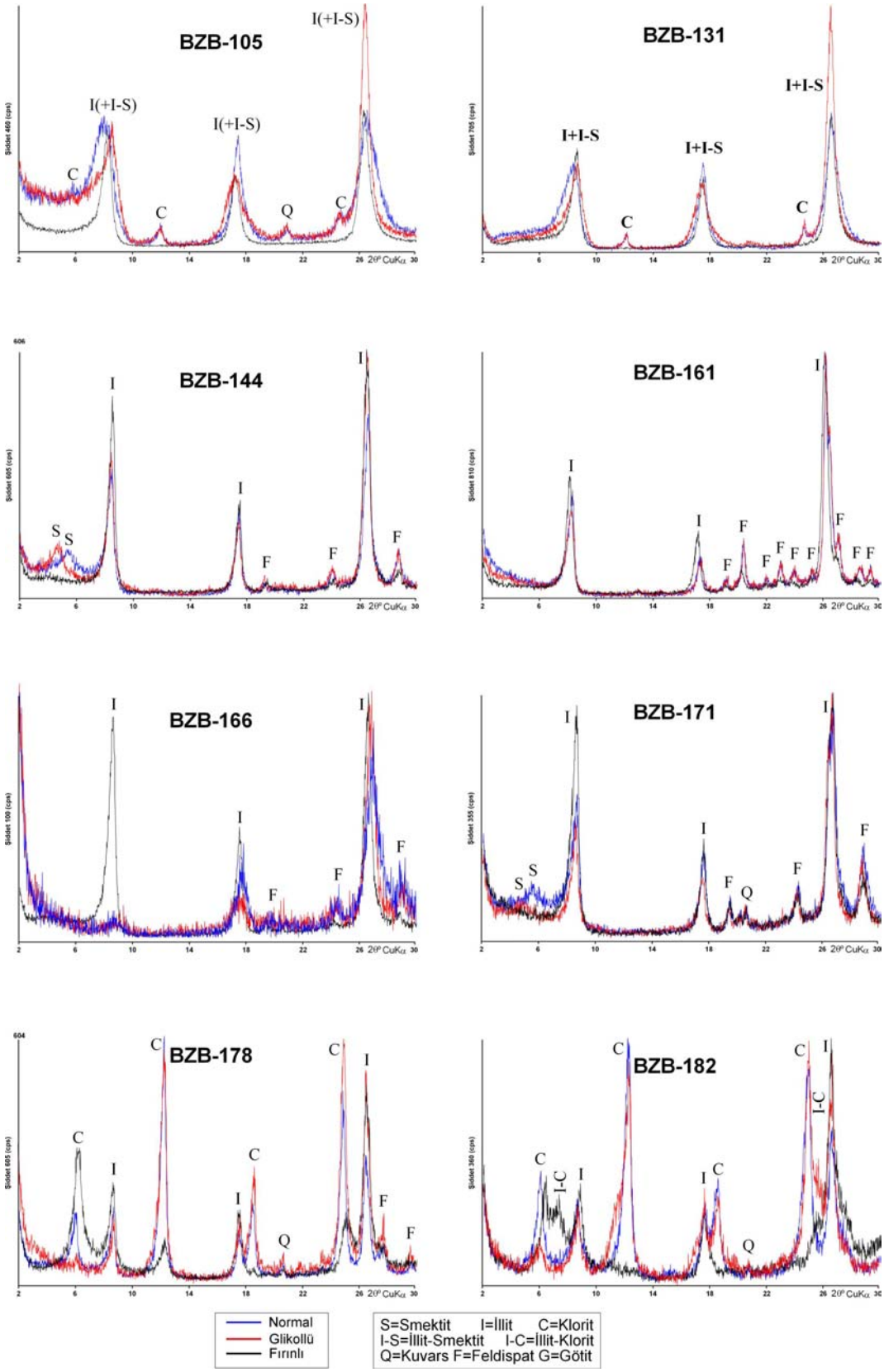


Şekil 4.14 Huğlu Grubu kayaçlarının XRD desenleri. a) Altere volkanik örneğinde analsim, b) Altere volkanik örneğinde ojit.

4.3.2 Fillosilikatların kristal-kimyası incelemeleri

Bozkır Birliği'ne ait illit ve klorit minerallerinin WINFIT programı yardımıyla ölçülen "kristalinite" değerleri Çizelge 4.5 de verilmiştir. İllit ve kloritler için sırasıyla Kübler indisi (KI: Kübler, 1968) ve Arkai indisi (AI: Arkai, 1991; Guggenheim vd., 2002) kullanılmıştır.

Birimler için kristalinite ölçüm değerleri KI-I(002)/(001) diyagramında değerlendirilmiştir (Şekil 4.16). Buna göre; Kayabaşı Formasyonu 1.48-2.31 $\Delta^o2\theta$ (ortalama 1.82 $\Delta^o2\theta$. düşük dereceli diyajenez), Dedemli Formasyonu 0.54-0.81 $\Delta^o2\theta$ (ortalama 0.63 $\Delta^o2\theta$, yüksek dereceli diyajenez) ve Mahmut Tepesi Formasyonu 0.35-0.76 $\Delta^o2\theta$ (ortalama 0.53 $\Delta^o2\theta$, ankizon ve yüksek dereceli diyajenez) değerlerine karşılık gelmektedir.



Şekil 4.15 Huğlu Grubu kayaçlarının XRD-KF desenleri

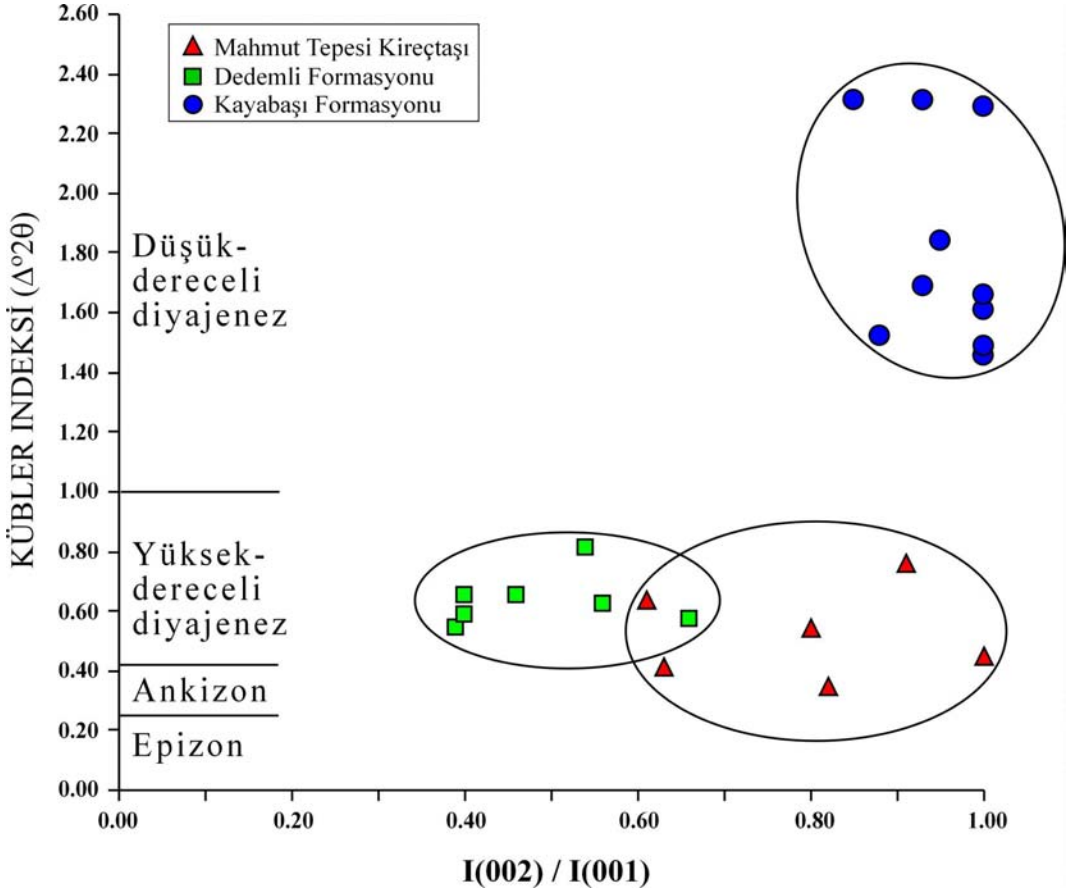
Çizelge 4.5 Bozkır Birliği'ne ait illit ve klorit "kristalinite", pik şiddet oranı (Ir) ve kristalit büyüklüğü (N, nm) ölçüm sonuçları

Örnek No	FWHM-I	FWHM-C	KI-I	KI-C	Ir(*)	N(**)	I(002)/I(001)
Kayabaşı Formasyonu							
BZB-8	1.450		1.61		1.28	5	1.00
BZB-17	1.523		1.69		1.16	5	0.93
BZB-23	1.376		1.52		1.36	5	0.88
BZB-28	1.319		1.46			6	1.00
BZB-45	2.038		2.29		1.77	4	1.00
BZB-69	1.651		1.84		2.43	4	0.95
BZB-71	1.493		1.66		1.52	5	1.00
BZB-89	2.055		2.31		2.33	3	0.93
BZB-105	2.055		2.31		1.86	3	0.85
BZB-131	1.337		1.48		1.80	6	1.00
Dedemli Formasyonu							
BZB-100	0.621		0.65		1.00	14	0.46
BZB-117	0.592		0.62		1.00	14	0.56
BZB-140	0.755		0.81		1.08	11	0.54
BZB-144	0.549		0.57		1.18	16	0.66
BZB-161	0.526		0.54		1.17	17	0.39
BZB-164	0.566		0.59		1.09	15	0.40
BZB-165	0.622		0.65		1.08	14	0.40
Mahmut Tepesi Formasyonu							
BZB-171	0.615		0.64		1.23	14	0.61
BZB-178	0.415	0.415	0.41	0.41	1.87	23	0.63
BZB-179	0.529	0.410	0.54	0.41		17	0.80
BZB-180	0.362	0.385	0.35	0.38		29	0.82
BZB-181	0.445	0.447	0.45	0.45		21	1.00
BZB-182	0.714		0.76		1.61	11	0.91

(*) Ir = $[I(003)/I(001)_{normal}] / [I(003)/I(001)_{glikollü}]$

(**) N_{001} (nm) = 8.059/β; β=1.038949 x KI-0.8250323

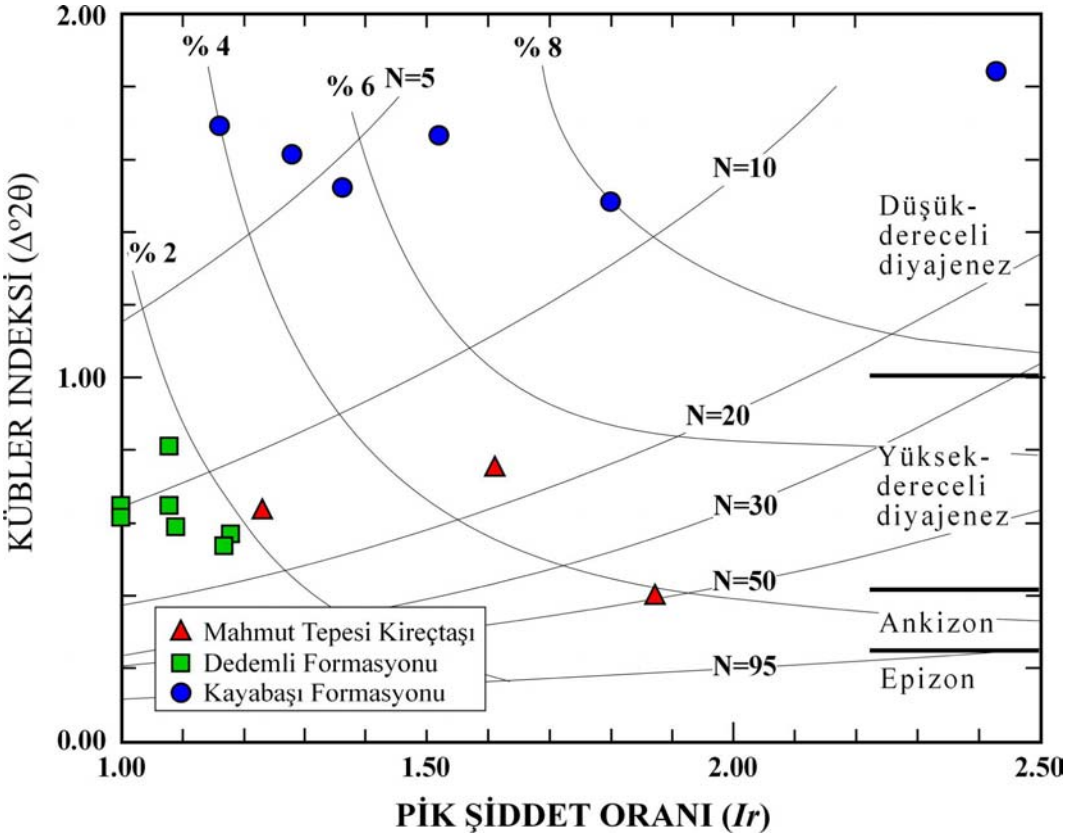
Bozkır Birliği birimlerine ait farklı litolojilerde belirlenen kristallik derecesi (KI) ve pik şiddet oranı (Ir) arasındaki ilişki Şekil 4.17 de verilmiştir. Buna göre Kayabaşı Formasyonu düşük dereceli diyajenez, Dedemli Formasyonu yüksek dereceli diyajenez ve Mahmut Tepesi Formasyonu ankizon ve yüksek dereceli diyajenez koşullarını yansıtmaktadır.



Şekil 4.16 Bozkır Birliği birimlerinde K-mikaların KI-I(002)/(001) pik şiddeti oranlarına göre dağılımları.

N- ve G-çekimlerinde 10 Å'da pik veren ve G-çekimde herhangi bir genişleme göstermeyen illitler az da olsa smektit içerebilmektedir. İllitlerin smektit tabakası içermeleri durumunda G-çekimlerde hem (003) yansımasına ait pik şiddeti artmakta, hem de 10 Å pik genişliği azalmaktadır. Srodon (1984) tarafından önerilen pik şiddet oranı ($Ir=I(003/001)_{Normal}$ / $I(003/001)_{Glikollü}$) en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi olup, Ir > 1 olması illitlerin smektit aratabakası içerdiği anlamına gelmektedir. Eberl ve Velde (1989) tarafından illitlerin kristalinite ve Ir değerlerine göre oluşturulan diyagram kullanılarak illitlerin genişleyebilen tabaka (smektit) içerikleri değerlendirilmiştir (Şekil 4.17). Buna göre illitlerin genişleyebilen tabaka (% smektit) bileşenleri Kayabaşı Formasyonunda % 4-8 arasında, Dedemli Formasyonunda % 2'den küçük, Mahmut Tepesi Formasyonunda ise % 2-5 arasında değişmektedir.

İllitlerin kristalit büyüklüğü; Merriman vd. (1990) tarafından önerilen formüle (N_{001}=8.059/β; β=1.038949 x KI-0.8250323) göre; Kayabaşı Formasyonu'nda 3-6 nm (ortalama 5 nm), Dedemli Formasyonu'nda 11-17 nm (ortalama 14 nm) ve Mahmut Tepesi Formasyonunda ise 11-29 nm (ortalama 19 nm) arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). KI-Ir diyagramında illitlerin kristalit büyüklükleri Merriman vd. (1990) eşitliğinden hesaplanan değerlere benzer biçimde dağılmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Bozkır Birliği birimlerinde K-mikalarının KI-[$I_{(003)}/I_{(001)N}$] / [$I_{(003)}/I_{(001)G}$] diyagramında (Eberl ve Velde, 1989) genişleyebilen tabaka içerikleri (% S) ve kristalit büyüklüğü (nm) arasındaki ilişki.

5. JEOKİMYA

5.1 Ana ve İz Element Jeokimyası

5.1.1 Kil mineralleri

İllit, smektit ve vermikülitler; yapısal olarak mikalarla ilişkili kil mineralleri olup; tetrahedral-oktahedral-tetrahedral (T-O-T veya 2:1) yapıya sahip tabakalar arası katyonun potasyum olması ile birbirinden ayırt edilirler. Muskovite benzer olanlar dioktahedral; biyotite benzer olanlar ise trioktahedraldir. İllit için genel bir formül $K_yAl_4[Si_{8-y.0}\ Al_yO_{20}](OH)_4$ biçiminde ifade edilebilir, burada y < 2 ve çoğunlukla 1.5 civarındadır.

İllitlerin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken bazı mika minerallerinin kimyasal bileşimleri aşağıda verilmiştir: Teorik muskovit ve seladonitin yapısal ve oksit formülleri sırasıyla $K_2Al_4[Si_6Al_2O_{20}](OH,_F)_4$ ve $K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$ (SiO_2 % 45.26, Al_2O_3 % 38.40, K_2O % 11.82, H_2O % 4.52), $K_2(MgFe^{2+}Fe^{3+}{}_2)[Si_8O_{20}](OH)_4$ ve $K_2O.Fe_2O_3.MgO.FeO.8SiO_2.2H_2O$ (SiO_2 % 54.45 , Fe_2O_3 % 18.09, FeO % 8.14, MgO % 4.57, K_2O % 10.67, H_2O % 4.08) biçimindedir. Teorik biyotit $K_2Fe_6[Si_6Al_2O_{20}](OH)_4$ (K_2O % 9.20, FeO % 42.11, SiO_2 % 35.21, Al_2O_3 % 9.96 H_2O % 3.52) ve flogopit $K_2Mg_6[Si_6Al_2O_{20}](OH)_4$ (K_2O % 11.29, MgO % 28.98, SiO_2 % 43.19, Al_2O_3 % 12.22, H_2O % 4.32) yapısal ve oksit formüllerine sahiptir.

Bozkır Birliği'ne ait birimlerde ICP-MS yöntemi ile yapılan illit minerallerinin ana ve iz element içerikleri ile yapısal formülleri Çizelge 5.1 ve 5.2'de sunulmuştur. İllitlerin yapısal formülleri 11 oksijen atomu esas alınarak hesaplanmıştır (Weaver ve Pollard, 1973).

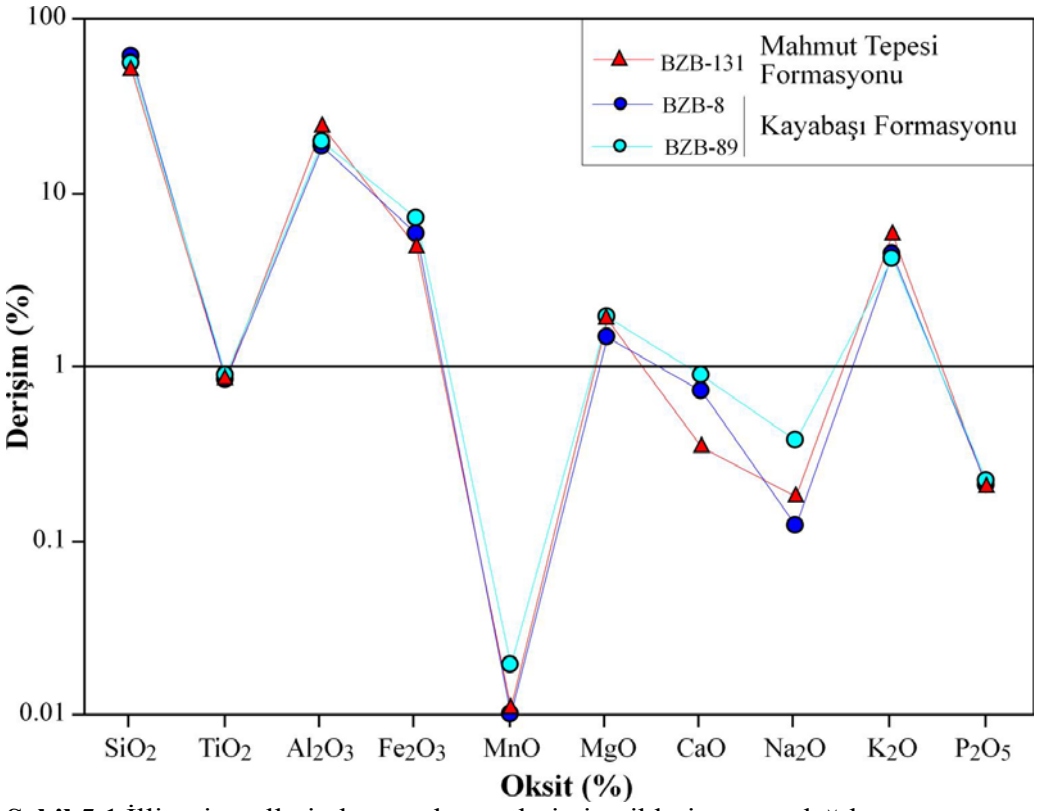
Çizelge 5.1 İllit minerallerinin ana element kimyasal bileşimi ve yapısal formülleri

Oksit %	BZB-8	BZB-89	BZB-131	Ort.
SiO_2	60.11	54.69	50.31	55.04
TiO_2	0.848	0.893	0.834	0.86
Al_2O_3	18.48	19.53	24.31	20.77
ΣFe_2O_3	5.70	7.13	4.88	5.90
MnO	0.010	0.019	0.011	0.01
MgO	1.45	1.95	1.86	1.75
CaO	0.72	0.88	0.34	0.65
Na_2O	0.12	0.37	0.18	0.22
K_2O	4.38	4.17	5.70	4.75
P_2O_5	0.21	0.22	0.20	0.21
LOI	7.43	8.59	10.06	8.69
Toplam	99.46	98.44	98.67	98.86
Si	3.96	3.75	3.51	3.74
Al	0.04	0.25	0.49	0.26
TC	0.04	0.25	0.49	0.26
Al	1.40	1.33	1.51	1.41
Ti	0.04	0.05	0.04	0.04
Fe	0.28	0.37	0.26	0.30
Mn		0.01		0.00
Mg	0.14	0.20	0.19	0.18
TOC	1.86	1.96	1.98	1.93
OC	0.52	0.38	0.15	0.35
Ca	0.05	0.07	0.03	0.05
Na	0.02	0.05	0.02	0.03
K	0.37	0.36	0.51	0.41
P	0.01	0.01	0.01	0.01
ILC	0.54	0.60	0.65	0.59
TLC	0.56	0.63	0.64	0.61

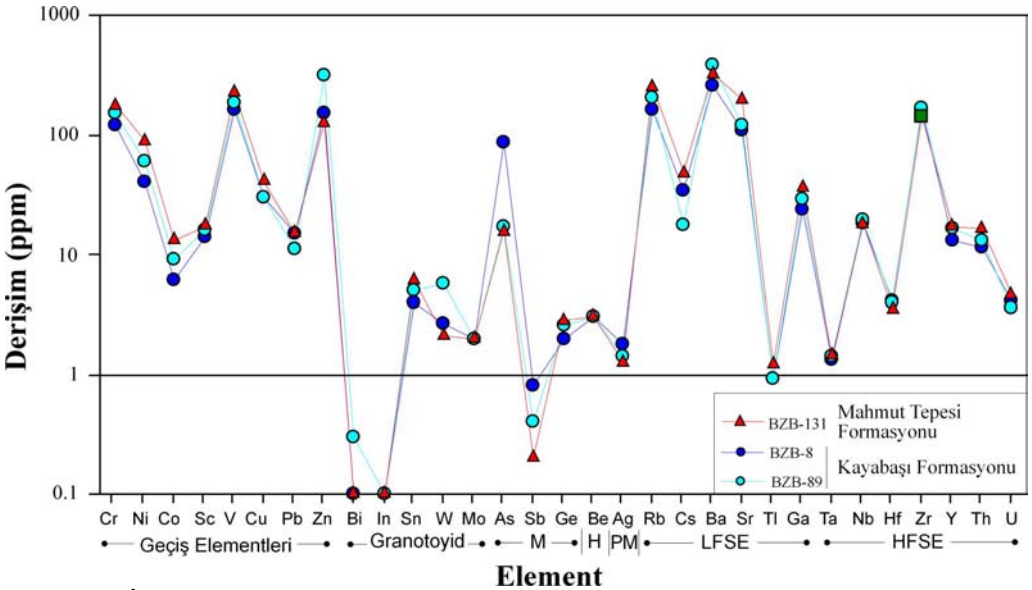
ΣFe_2O_3: Toplam demir, LOI: Ateşte kayıp, TC: Tetrahedral yük, TOC: Toplam oktahedral katyon, OC: Oktahedral yük, ILC: Tabaka arası yük, TLC: Toplam tabaka yükü.

İllitlerde ana ve iz element içerikleri birimlere ve örneklere göre farklılık sunmaktadır. İllitlerde ana oksitlerin içeriklerine göre dağılımı; % 1 değer referans alındığında; yaklaşık 50 kat artma (SiO_2) ve 100 kat azalma (MnO) göstermektedir (Şekil 5.1). Örneklere göre en belirgin farklılık Fe_2O_3, CaO ve Na_2O içerikleri açsısından gözlenmektedir.

İz elementlerin içeriklerine göre dağılımı ise 1 ppm değer referans alındığında; yaklaşık 385 kat artma (Ba) ve 100 kat azalma Bi ve In) görülmektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.1 İllit minerallerinde ana elementlerin içeriklerine göre dağılımı



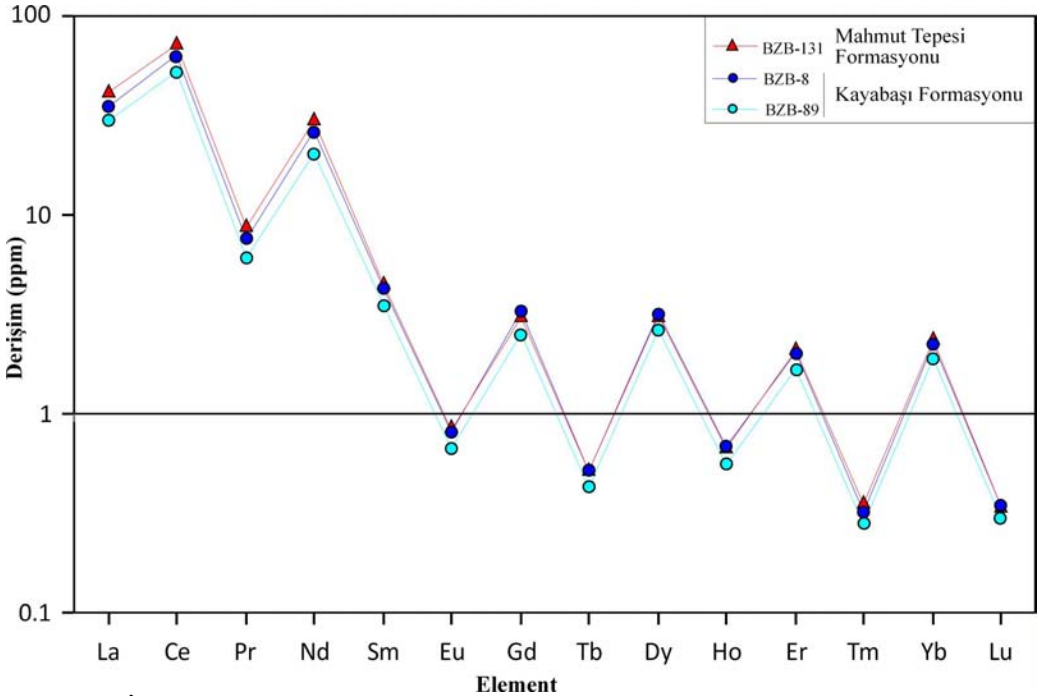
Şekil 5.2 İllit minerallerinde iz elementlerin içeriklerine göre dağılımı (M=Karışık davranışlı elementler, H=Halojen, PM=Değerli metaller, LFSE=Kalıcılığı düşük elementler, HFSE=Kalıcılığı yüksek elementler)

Çizelge 5.2 İllit minerallerinin iz element kimyasal bileşimleri

Element (ppm)	BZB-8	BZB-89	BZB-131	Ort.
Cr	120	150	180	150
Ni	40	60	90	63
Co	6	9	13	9
Sc	14	16	17	16
V	160	187	224	190
Cu	30	30	40	33
Pb	15	11	15	14
Zn	150	310	130	197
Bi	0.1	0.3	<0.1	0.2
In	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Sn	4	5	6	5
W	2.7	5.7	2.1	3.5
Mo	<2	<2	<2	2
As	85	17	16	39
Sb	0.8	0.4	<0.2	0.5
Ge	2.0	2.6	2.8	2.5
Be	3	3	3	3
Ag	1.8	1.4	1.3	1.5
Rb	163	201	254	206
Cs	34.1	17.5	49.8	33.8
Ba	258	385	322	322
Sr	107	120	196	141
Tl	0.91	0.91	1.19	1.00
Ga	24	29	36	30
Ta	1.34	1.42	1.39	1.38
Nb	18.0	19.4	18.4	18.6
Hf	4.1	4.0	3.5	3.9
Zr	164	165	140	156
Y	13.2	16.5	16.8	15.5
Th	11.6	13.1	16.7	13.8
U	4.04	3.56	4.63	4.08
La	30.00	35.00	41.30	35.43
Ce	52.3	63.5	72.0	62.6
Pr	6.04	7.56	8.61	7.40
Nd	20.5	26.3	29.5	25.4
Sm	3.48	4.21	4.47	4.05
Eu	0.667	0.815	0.826	0.769
Gd	2.50	3.25	3.05	2.93
Tb	0.43	0.52	0.51	0.49
Dy	2.62	3.18	3.11	2.97
Ho	0.55	0.68	0.67	0.63
Er	1.67	2.04	2.08	1.93
Tm	0.279	0.322	0.352	0.318
Yb	1.91	2.25	2.37	2.18
Lu	0.301	0.342	0.342	0.328

1 ppm değer referans alınarak nadir toprak elementlerin içeriğine bakıldığında; 72 kat artma (Ce) ve 3 kat azalma (Lu) izlenmektedir (Şekil 5.3). Ayrıca nadir toprak elementlerinin dağılımı; Sm hariç, klasik zik-zak görünümüne sahip olup; analizlerin doğruluğunu ve illitlerin saf veya safa yakın olduğunu göstermektedir.

ICP-MS analizlerinde dioktahedral bileşime sahip illitler tetrahedral Al (0.04-0.49) sübstitüsyonuna sahiptir. Al, Mg, Fe, Ti ve Mn ile ilişkili oktahedral yük 0.15-0.52; toplam oktahedral katyon miktarı 1.86-1.96 arasında değişmektedir. Yapraklar arasında bulunan ana katyon K olup; miktarı 0.37-0.51 arasında değişmektedir. İdeal muskovitte tetrahedral Al ve yapraklar arası K miktarı 1, oktahedral Al miktarı 2 olduğu bilinmektedir. İllitlerde tetrahedral ve oktahedral sübstitüsyonun ve yapraklararası Ca ve Na miktarı (0.05-0.12); kısmen de olsa genişleyebilen tabaka (smektit) bileşeni, ayrıca kil fraksiyonunda diğer mika fazlarının olması ve en önemlisi diyajenetik doğası ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 5.3 İllit minerallerinde nadir toprak elementlerin içeriklerine göre dağılımı

EDS yöntemi ile illit ve karışık tabakalı (illit-klorit I-C ve klorit-vermikülit C-V) kil minerallerinin ana element bileşimleri ve yapısal formülleri de Çizelge 5.3, 5.4 ve 5.5 de verilmiş ve sonuçlar ICP-MS ile yapılanlar ile birlikte değerlendirilmiştir. I-C ve C-V karışık tabakalı kil minerallerinin yapısal formülleri 12.5 atomuna göre hesaplanmıştır (Weaver ve Pollard, 1973).

İllitler; tetrahedral yük-oktahedral yük üçgen değişim diyagramında montmorillonitle muskovit arasında, ancak çoğunlukla illit alanında yer almaktadır (Şekil 5.4a). İllitler $M^{+} - 4Si - R^{2+}$ diyagramında montmorillonit – I-S – seladonit – filogopit – muskovit beşgeni içinde, çoğunlukla da illit – muskovit arasında yer almaktadır (Şekil 5.4b).

İllitler; $Fe+Mg - Al^{IV} - Al^{VI}$ üçgen değişim diyagramda Al^{IV} köşenine yakın ve muskovit – filogopit arasında bileşime sahiptir (Şekil 5.5a). Na – K ikili değişim diyagramına göre Na düşük, K geniş bileşimsel aralık sunmaktadır (Şekil 5.5b). Si – Al_{toplam} diyagramında ise muskovit-seladonit çizgisi boyunca, ancak muskovit köşesine yakın dizilmişlerdir (Şekil 5.5c).

İllitler; Si – (Na+K) ikili değişim diyagramında muskovit-seladonit çizgisine pararlel ve illite yakın bölgede kümelenmektedir (Şekil 5.6a). Mg – Fe diyagramında ise dörtgenin köşegen çizgisine paralel olacak biçimde, zayıf pozitif korelasyon göstererek dizilmişlerdir (Şekil 5.6b).

İllitler; Mg+Fe – Si ikili değişim diyagramında muskovit köşesine yakın ve zayıf da olsa pozitif korelasyon gösterecek biçimde kümelenmişlerdir (Şekil 5.7a). Yapraklararası katyonlar – Si/Al_{toplam} diyagramında ise muskovit köşesine yakın, muskovit-illit-fenjit arasında bileşime sahiptirler (Şekil 5.7b).

Çizelge 5.3 Kayabaşı Formasyonu illit minerallerinin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri

Örnek No.	BZB-17	BZB-45		
Mineral No.	m1	m1	m2	m3
Spektrum No.	s3	s8	s2	s1
SiO_2	50.234	50.784	48.890	50.567
TiO_2	0.685		0.593	0.361
Al_2O_3	34.668	38.489	37.956	38.014
FeO	2.522	1.750	1.555	1.426
MnO				
MgO	1.5681	0.921	0.701	0.828
CaO		0.439		
Na_2O	0.5530	0.639	0.560	0.708
K_2O	9.772	6.980	9.747	8.087
Toplam	100.00	100.00	100.00	99.99
Tetrahedral				
Si	3.18	3.14	3.08	3.14
Al	0.82	0.86	0.92	0.86
T.Y.	0.82	0.86	0.92	0.86
Oktahedral				
Al	1.76	1.94	1.89	1.92
Ti	0.03	0.00	0.03	0.02
Fe^{2+}	0.13	0.09	0.08	0.07
Mn				
Mg	0.15		0.02	0.01
O.Y.	0.04	0.00	0.01	0.00
T.O.K.	2.07	2.01	2.02	2.02
Yapraklararası				
Mg		0.09	0.05	0.07
Ca		0.03		
Na	0.07	0.08	0.07	0.09
K	0.79	0.55	0.78	0.64
Y.A.Y.	0.86	0.87	0.95	0.87
T.Y.Y.	0.86	0.86	0.93	0.86

ΣFeO: Toplam demir, LOI: Ateşte kayıp,
TC: Tetrahedral yük, TOC: Toplam oktahedral katyon, OC: Oktahedral yük, ILC: Tabaka arası yük, TLC: Toplam tabaka yükü

Çizelge 5.3 (devam ediyor)

Örnek No.	BZB-62										
Mineral No.	m1	m4	m4	m6	m6	m6	m6	m6	m6	m7	m9
Spektrum No.	s3	s10	s12	s2	s3	s5	s6	s7	s9	s6	s3
SiO_2	50.574	48.874	49.224	53.620	49.140	49.512	48.928	53.053	50.318	48.614	49.896
TiO_2		0.352	0.445		0.661					0.658	
Al_2O_3	35.221	37.528	35.092	33.769	36.350	36.228	39.355	32.615	36.217	37.722	36.690
ΣFeO	2.133	1.662	2.287	2.089	1.710	2.285	1.104	2.897	1.773	1.514	1.692
MnO											
MgO	1.4382	0.861	1.364	2.497	1.4369	1.294	0.734	1.102	1.3107	1.110	1.3159
CaO			1.202	0.760		0.748	0.801	0.476			
Na_2O	0.8706	1.092			0.4665	0.529	1.371	0.806	1.273	1.210	0.8347
K_2O	9.765	9.633	10.389	7.265	10.237	9.406	7.710	9.052	9.070	9.174	9.570
Toplam	100.00	100.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.96	100.00	100.00
Tetrahedral											
Si	3.19	3.08	3.13	3.32	3.11	3.13	3.05	3.34	3.16	3.06	3.14
Al	0.81	0.92	0.87	0.68	0.89	0.87	0.95	0.66	0.84	0.94	0.86
T.Y.	0.81	0.92	0.87	0.68	0.89	0.87	0.95	0.66	0.84	0.94	0.86
Oktahedral											
Al	1.81	1.87	1.76	1.78	1.82	1.83	1.94	1.76	1.84	1.86	1.86
Ti		0.02	0.02		0.03					0.03	
Fe^{2+}	0.11	0.09	0.13	0.11	0.09	0.12	0.06	0.15	0.09	0.08	0.09
Mn											
Mg	0.14	0.06	0.13	0.22	0.13	0.12	0.03	0.10	0.12	0.07	0.12
O.Y.	0.07	0.01	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00	0.22	0.06	0.00	0.01
T.O.K.	2.06	2.04	2.04	2.11	2.07	2.07	2.03	2.01	2.05	2.04	2.07
Yapraklararası											
Mg		0.02	0.01	0.01	0.01		0.04			0.03	
Ca			0.08	0.05		0.05	0.05	0.03			
Na	0.11	0.13			0.06	0.07	0.17	0.10	0.16	0.15	0.10
K	0.79	0.78	0.84	0.57	0.83	0.76	0.61	0.73	0.73	0.74	0.77
Y.A.Y.	0.90	0.95	1.00	0.69	0.91	0.88	0.96	0.89	0.89	0.95	0.87
T.Y.Y.	0.88	0.93	0.99	0.68	0.89	0.90	0.95	0.89	0.90	0.94	0.86

ΣFeO: Toplam demir, LOI: Ateşte kayıp, TC: Tetrahedral yük, TOC: Toplam oktahedral katyon, OC: Oktahedral yük, ILC: Tabaka arası yük, TLC: Toplam tabaka yükü

Çizelge 5.3 (devam ediyor)

Örnek No.	BZB-71							
Mineral No.	m1			m2			m3	
Spektrum No.	s1	s2	s6	s2	s3	s9	s2	s10
SiO_2	48,075	50,895	50,049	48,482	47,145	49,498	47,620	50,420
TiO_2			0,613	0,642	0,368	0,450	0,400	
Al_2O_3	37,200	33,281	35,182	35,539	35,029	35,970	38,290	35,818
FeO	1,725	2,619	2,456	2,953	5,874	1,868	1,564	2,040
MnO								
MgO	1,0989	2,282	1,507	1,409	2,4557	1,425	0,855	1,327
CaO			0,437		0,676	0,388		1,104
Na_2O	0,895		0,644	1,112	0,656	0,984	1,213	0,728
K_2O	10,335	10,925	9,114	9,660	7,868	9,420	10,055	8,554
Toplam	99,33	100,00	100,00	99,80	100,07	100,00	100,00	99,99
Tetrahedral								
Si	3,07	3,23	3,16	3,09	3,02	3,12	3,02	3,17
Al	0,93	0,77	0,84	0,91	0,98	0,88	0,98	0,83
T,Y,	0,93	0,77	0,84	0,91	0,98	0,88	0,98	0,83
Oktahedral								
Al	1,87	1,72	1,77	1,76	1,67	1,80	1,88	1,82
Ti			0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	
Fe^{2+}	0,09	0,14	0,13	0,16	0,31	0,10	0,08	0,11
Mn								
Mg	0,10	0,22	0,14	0,13	0,14	0,13	0,06	0,12
O.Y.	0,01	0,12	0,03	0,02	0,01	0,06	0,00	0,08
T.O.K.	2,06	2,08	2,07	2,08	2,14	2,05	2,04	2,05
Yapraklararası								
Mg					0,09		0,02	
Ca			0,03		0,05	0,03		0,07
Na	0,11		0,08	0,14	0,08	0,12	0,15	0,09
K	0,84	0,89	0,73	0,79	0,64	0,76	0,81	0,69
Y.A.Y.	0,95	0,89	0,87	0,93	1,00	0,94	1,00	0,92
T.Y.Y.	0,94	0,89	0,87	0,93	0,99	0,94	0,98	0,91

ΣFeO: Toplam demir, LOI: Ateşte kayıp, TC: Tetrahedral yük, TOC: Toplam oktahedral katyon, OC: Oktahedral yük, ILC: Tabaka arası yük, TLC: Toplam tabaka yükü

Çizelge 5.4 Mahmut Tepesi Formasyonu illit minerallerinin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri

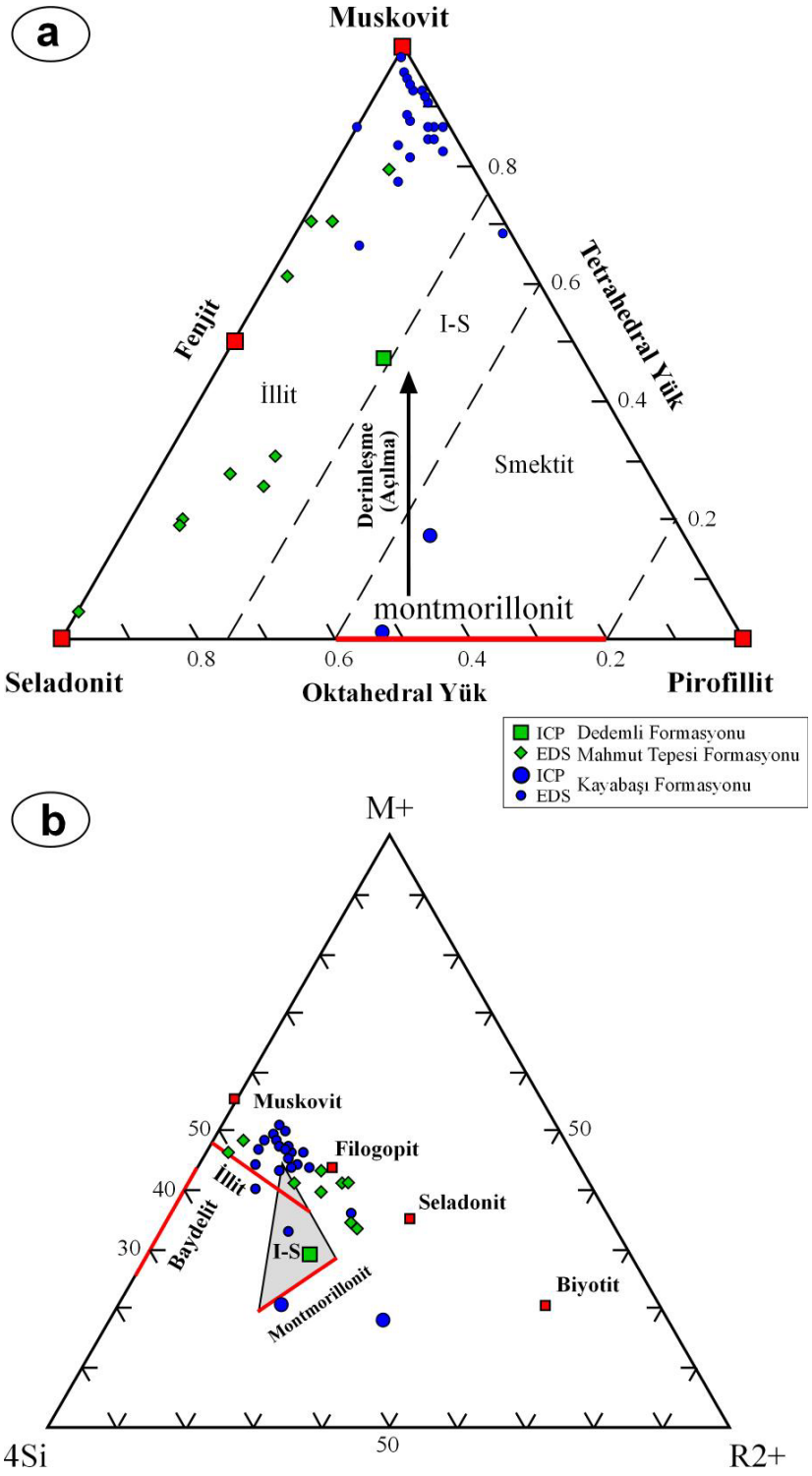
Örnek No.	BZB-178									
Mineral No.	m3			m2	m8		m1			m2
Spektrum No.	s4	s6	s8	s3	s9	s12	s3	s5	s8	s4
SiO_2	62.490	56.650	60.410	59.544	57.676	58.292	52.140	51.760	51.074	50.347
TiO_2		0.330		1.610		0.409			0.389	
Al_2O_3	22.230	23.500	25.430	20.258	22.191	20.591	27.649	31.404	29.538	32.947
FeO	2.010	6.430	1.550	4.590	6.668	7.205	3.801	2.269	4.580	3.064
MnO										
MgO				2.643	3.417	3.495	3.689	2.584	2.847	2.654
CaO			0.330							
Na_2O					0.473			1.045		0.511
K_2O	12.370	10.690	10.840	11.355	9.574	10.007	11.779	10.485	11.572	10.476
Toplam	99.10	97.60	98.56	100.00	100.00	100.00	99.06	99.55	100.00	100.00
Tetrahedral										
Si	3.95	3.72	3.81	3.80	3.69	3.74	3.39	3.30	3.30	3.21
Al	0.05	0.28	0.19	0.20	0.31	0.26	0.61	0.70	0.70	0.79
T.Y.	0.05	0.28	0.19	0.20	0.31	0.26	0.61	0.70	0.70	0.79
Oktahedral										
Al	1.61	1.54	1.70	1.32	1.37	1.31	1.50	1.66	1.54	1.68
Ti		0.02		0.08		0.02			0.02	
Fe^{2+}	0.11	0.35	0.08	0.25	0.36	0.39	0.21	0.12	0.25	0.16
Mn										
Mg				0.25	0.33	0.34	0.36	0.25	0.27	0.25
O.Y.	0.95	0.60	0.74	0.72	0.51	0.57	0.34	0.28	0.26	0.14
T.O.K.	1.72	1.91	1.78	1.90	2.06	2.06	2.07	2.03	2.08	2.09
Yapraklararası										
Mg										
Ca			0.02							
Na					0.06			0.13		0.06
K	1.00	0.90	0.87	0.93	0.78	0.82	0.98	0.85	0.95	0.85
Y.A.Y.	1.00	0.90	0.91	0.93	0.80	0.82	0.98	0.98	0.95	0.91
T.Y.Y.	1.00	0.88	0.93	0.92	0.82	0.83	0.95	0.98	0.96	0.93

ΣFeO: Toplam demir, LOI: Ateşte kayıp, TC: Tetrahedral yük, TOC: Toplam oktahedral katyon, OC: Oktahedral yük, ILC: Tabaka arası yük, TLC: Toplam tabaka yükü

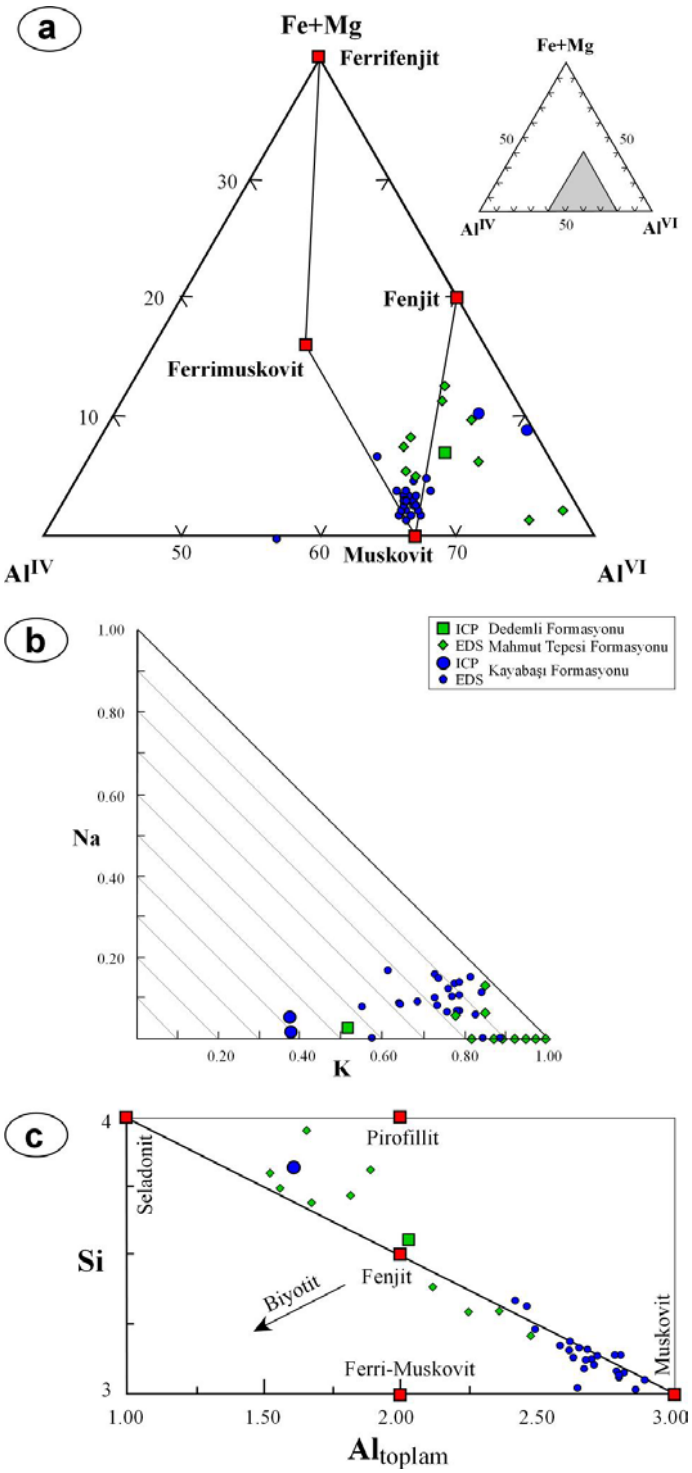
Çizelge 5.5 Bozkır Birliği kayaçlarında klorit aratabakalı minerallerin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri

Mineral	C-V	C-V	I-C
Örnek No	BZB-45	BZB-71	BZB-178
Mineral No	1	3	2
Spektrum No	s6	s4	s6
SiO_2	42.926	43.440	43.470
TiO_2			
Al_2O_3	25.978	29.399	29.433
FeO	17.435	15.920	13.529
MnO			
MgO	11.959	8.390	7.189
CaO	1.303	1.726	1.452
Na_2O			
K_2O	0.402	1.123	4.925
Toplam	100.00	100.00	100.00
Tetrahedral			
Si	3.24	3.25	3.28
Al	0.76	0.75	0.72
T.Y.	0.76	0.75	0.72
Oktahedral			
Al	1.55	1.84	1.90
Ti			
Fe	1.10	1.00	0.85
Mn			
Mg	1.07	0.74	0.80
O.Y.	0.01	0.00	0.00
T.O.K.	3.72	3.58	3.55
Yapraklararası			
Mg	0.27	0.20	0.01
Ca	0.11	0.14	0.12
Na			
K	0.04	0.11	0.47
Y.A.Y.	0.80	0.79	0.73
T.Y.Y.	0.77	0.75	0.72

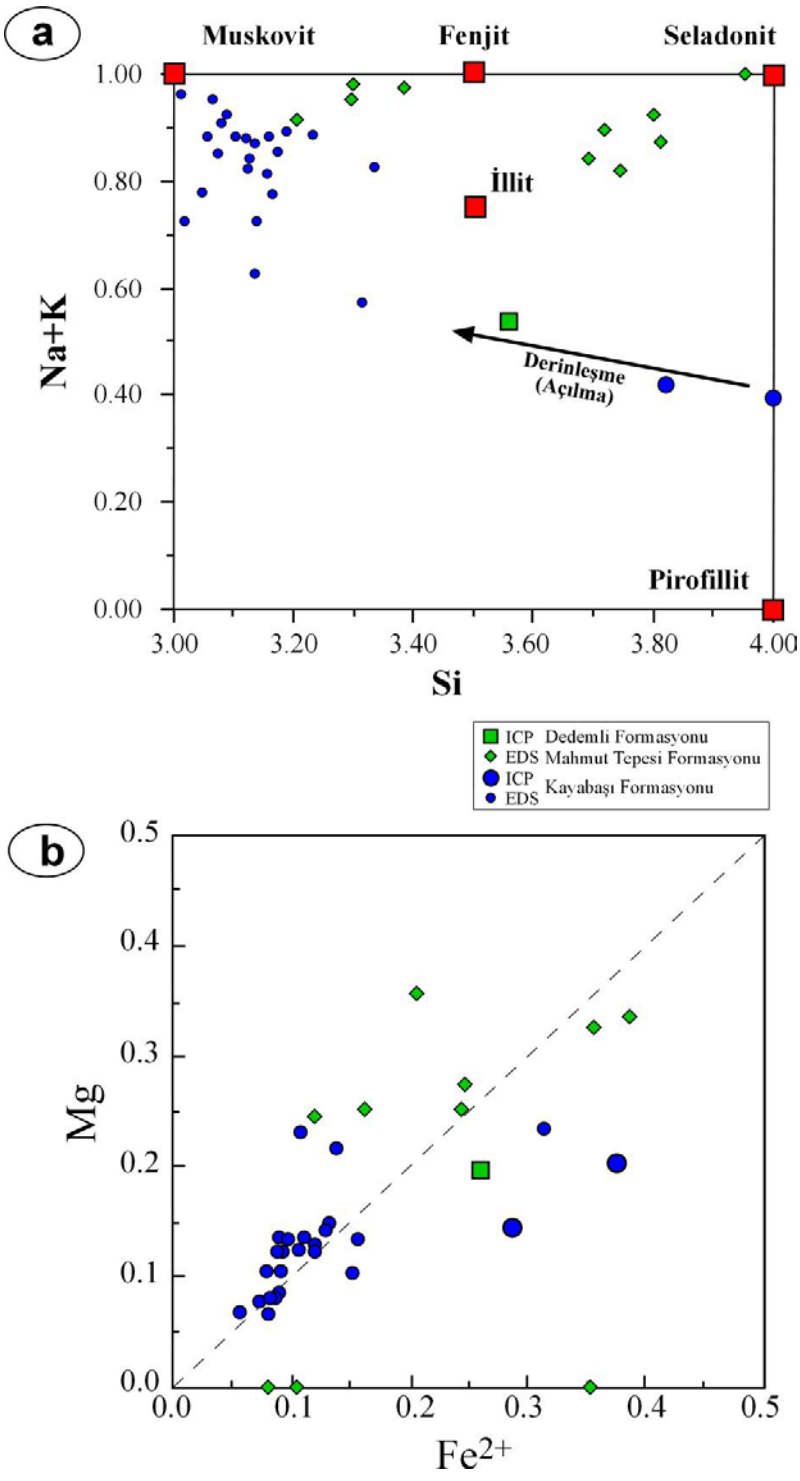
ΣFeO: Toplam demir, LOI: Ateşte kayıp, TC: Tetrahedral yük, TOC: Toplam oktahedral katyon, OC: Oktahedral yük, ILC: Tabaka arası yük, TLC: Toplam tabaka yükü,



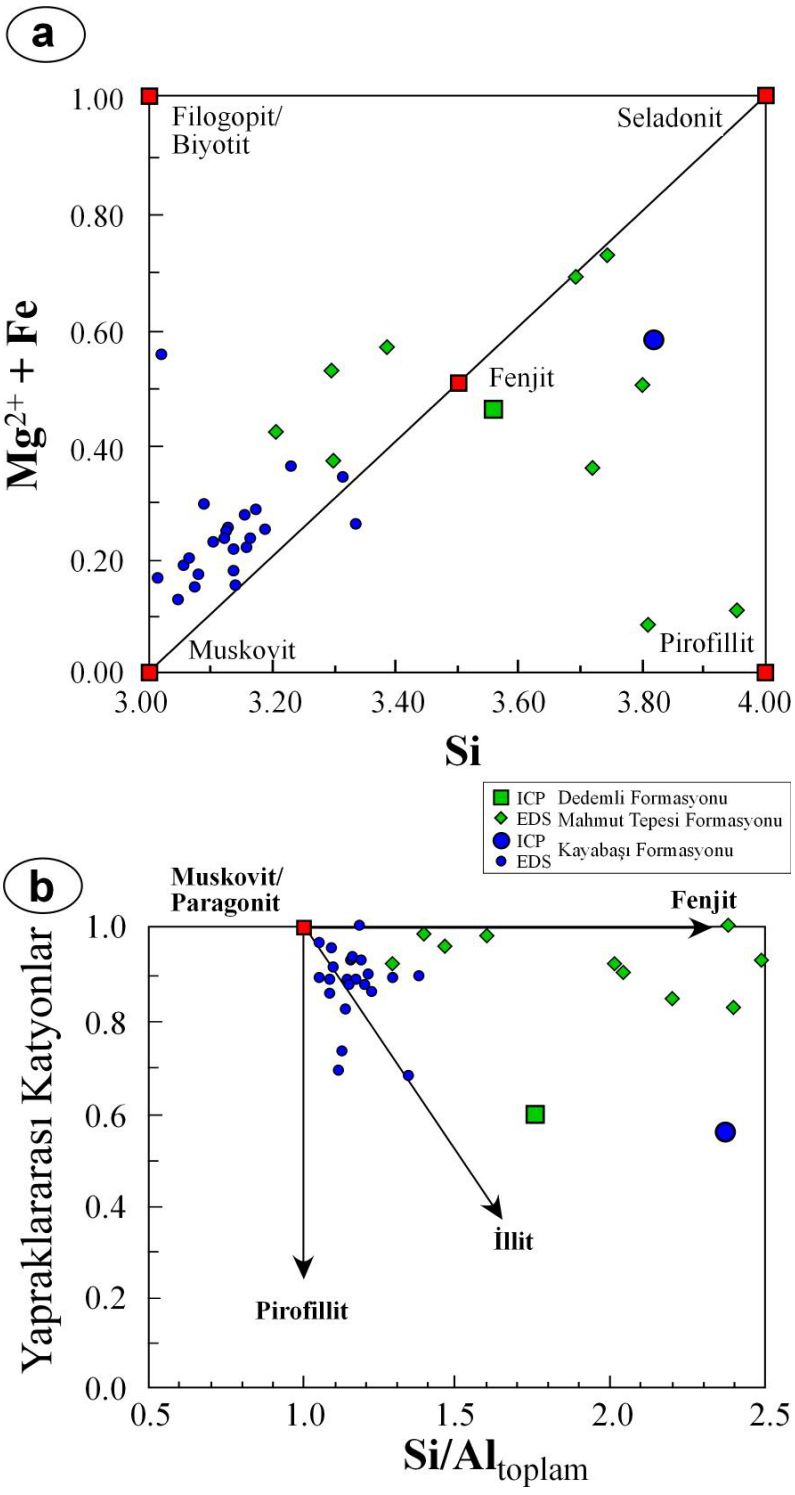
Şekil 5.4 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre üçgen diyagramlarda dağılımları, a) Tetrahedral yük-oktahedral yük, b) M^{+}-4Si-R^{+2}



Şekil 5.5 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre üçgen diyagramlarda dağılımları, a) oktahedral (Fe+Mg)-oktahedral Al^{VI}–tetrahedral Al^{IV}, b) Yapraklararası Na-K, c) tetrahedral Si-Al_{toplam}

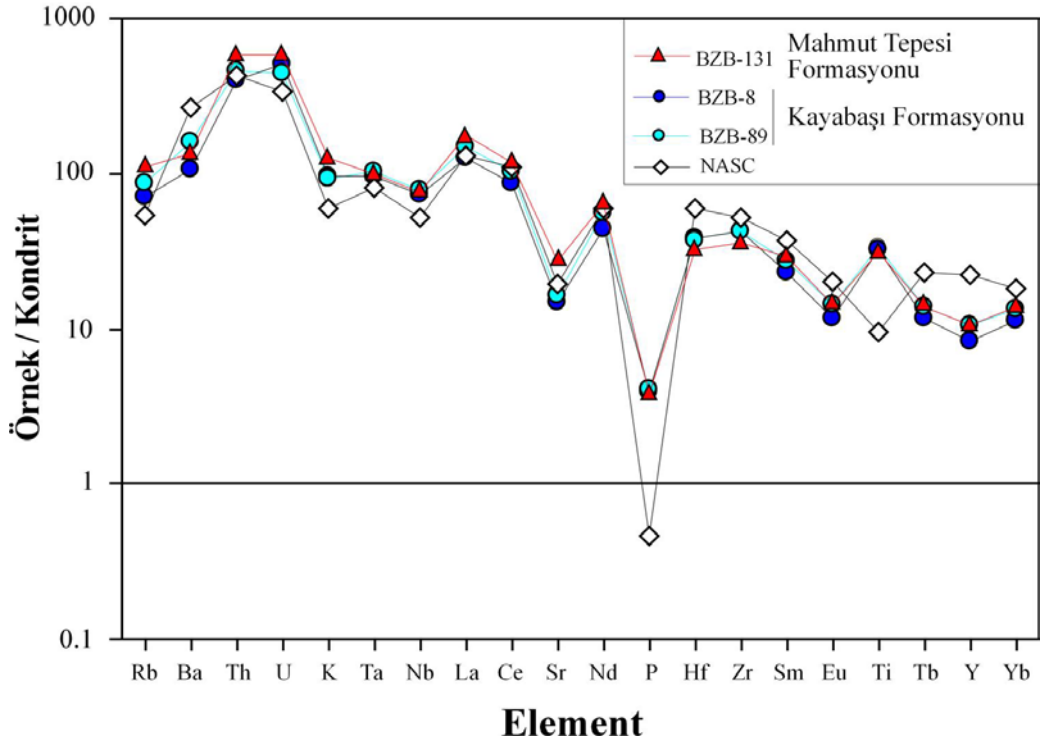


Şekil 5.6 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre değişim diyagramlarında dağılımları, a) Yapraklararası Na+K-tetrahedral Si, b) Oktahedral Mg-Fe



Şekil 5.7 Kil minerallerinin içerdikleri katyonlara göre değişim diyagramlarında dağılımları, a) Oktahedral Mg+Fe-tetrahedral Si, b) tetrahedral Si/Al_{toplam}

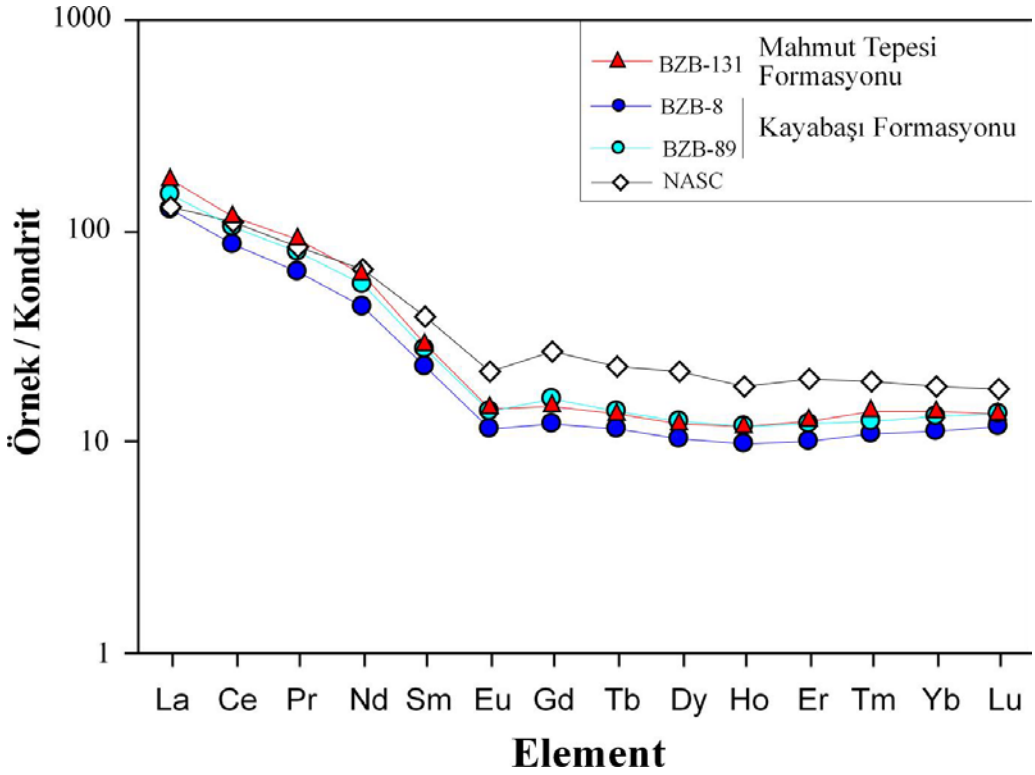
İllitlerin iz element içeriklerinin kondrite (Sun ve Mcdonough, 1989) göre normalize edilmiş dağılımı Şekil 5.8 de verilmiştir. NASC için Nb ve Y Condie'den (1993); diğer elementler Gromet vd.'den (1984) alınmıştır. Kondrit değerleri ile karşılaştırıldığında; türediği köken kayaca göre elementlerde zenginleşme (U için 579 kat)-fakirleşmeler (P için 4 kat) değişmekle birlikte, minerallerin desenleri birbirinden ve NASC'den ayrılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, illitler belirgin farklılaşmayı / ayrımlaşmayı sergilemektedir. En belirgin pozitif anomaliler La, Nd ve Ti, negatif anomaliler Sr ve P elementlerinde gözlenmektedir.



Şekil 5.8 İllit minerallerinin kondrit-normalize iz element desenleri (Kondrit: Sun ve Mcdonough, 1989; NASC için Nb ve Y: Condie, 1993; diğer elementler: Gromet vd., 1984)

İllit minerallerinin REE içerikleri kondrite (Sun ve Mcdonough, 1989) göre normalize edilerek element bollukları karşılaştırılmıştır (Şekil 5.9). Diyagrama Kuzey Amerikan Şeyllerinin (North American Shale Composite-NASC) değerleri (Ho ve Tm elementleri için Haskin vd., 1968, diğer elementler için Gromet vd., 1984) de eklenmiştir.

Kondrit değerlerine göre, illit mineralleri ile NASC desenleri birbirine benzemekle birlikte, bollukları bakımından NASC'ten ayrılmakta ve belirgin farklılaşmayı/ayrımlaşmayı göstermektedir. İllitlerin REE içerikleri La-Ce-Pr hariç NASC'ten düşük olmakla birlikte, kondrite göre artmıştır (La için 174 kat, Ho için 10 kat) . Ayrıca, illit minerallerinin LREE'in konsantrasyonları, HREE'e göre bir azalma göstermektedir. Eu için zayıf bir negatif anomali de gözlenmektedir.



Şekil 5.9 İllit minerallerinin kondrit-normalize REE bollukları (NASC: Ho ve Tm elementleri Haskin vd., 1968, diğer elementler Gromet vd., 1984; Kondrit: Sun ve Mcdonough, 1989)

5.1.2 Volkanik cam ve/veya matriks

Bozkır Birliği'ne ait birimlerde mikroprob yöntemiyle yapılan volkanik cam ve/veya matriksin ana element ve Barth standart hücre bileşimleri 120 oksijen atomuna göre hesaplanarak (Barth (1952) Çizelge 5.6 da verilmiştir.

Matriks ve/veya volkanik camın ortalama Barth standard hücre bileşimleri (Si=29.2, Al=26.3, Fe=22.3, Mn=0.3, Mg=19.8, Ca=1.2, Na=0.3, K=0.5) başlangıç malzemesinin silis ve alkali elementlerce fakir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.6 Bozkır Birliği kayaçlarına ait matriks ve/veya volkanik camın MP sonuçları (%) ve Barth standard hücre bileşimleri

Örnek No	BZB-71	BZB-178							
Matriks No	3	1	1	2	2	2	3	3	3
Spektrum No	s3	s4	s9	s7	s8	s9	s3	s4	s6
SiO_2	35.539	30.157	32.338	32.655	29.386	30.847	28.601	31.410	29.904
TiO_2	1.285								
Al_2O_3	23.857	25.348	23.854	24.180	22.805	22.536	23.430	22.983	25.175
FeO	25.850	32.929	26.594	23.394	32.051	25.484	31.160	28.964	29.351
MnO			0.443		0.697	0.556	0.562	0.449	0.514
MgO	7.0989	11.195	15.885	19.148	14.592	20.123	12.547	14.684	12.765
CaO	4.720			0.359	0.466		2.738	0.415	1.493
Na_2O								0.806	0.777
K_2O	1.646	0.370	0.885	0.263			0.492	0.277	
Toplam	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	99.55	99.53	99.99	99.98
Si	34.18	28.79	29.98	29.69	27.75	28.25	27.23	29.26	28.03
Ti	0.93								
Al	27.04	28.53	26.06	25.91	25.38	24.33	26.30	25.23	27.81
Fe	20.79	26.29	20.62	17.79	25.31	19.52	24.81	22.56	23.01
Mn			0.35		0.56	0.43	0.45	0.35	0.41
Mg	10.18	15.93	21.95	25.95	20.54	27.47	17.81	20.39	17.83
Ca	4.86			0.35	0.47		2.79	0.41	1.50
Na								1.46	1.41
K	2.02	0.45	1.05	0.31			0.60	0.33	

5.1.3 Feldispatlar

Bozkır Birliği'ne ait birimlerde mikroprob yöntemiyle yapılan feldispat analizleri ve 8 oksijen atomuna göre hesaplanmış yapısal formülleri Çizelge 5.7 de gösterilmiştir. Bu hesaplamalarda teorik feldispat bileşimi (Ortoklaz: $K[AlSi_3O_8]$ veya $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$, albit: $Na[AlSi_3O_8]$ veya $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$, anortit: $Ca[Al_2Si_2O_8]$ veya $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$) dikkate alınarak albit-anortit ve albit-K-feldispat serisi birbirinden ayırt edilmiştir.

Feldispatların ortoklaz, albit ve anortit içerikleri sırasıyla % 6. 92 ve 1 ortalamaya sahip olup, An-Ab-Or üçgen diyagramında çoğunlukla albit ve anortoklaz bileşiminde olduğu görülmektedir (Şekil 5.10).

Çizelge 5.7 Bozkır Birliği kayaçlarında feldispat minerallerin EDS sonuçları (%) ve yapısal formülleri

Örnek	BZB-17			BZB-45									
Mineral	m1			m1			m2			m3		m4	
Spektrum	s4	s5	s7	s2	s3	s7	s1	s6	s7	s2	s4	s4	s6
SiO_2	66.542	63.619	67.023	67.545	66.959	66.840	67.104	67.005	67.184	67.703	67.862	67.614	66.98
Al_2O_3	21.035	21.227	20.511	20.446	20.942	20.608	20.684	20.606	20.165	20.400	20.039	20.091	20.679
ΣFeO		1.873				0.340			0.507				
MgO													
CaO	0.492	0.622	0.637	0.292	0.584		0.456						0.876
Na_2O	11.933	11.565	11.830	11.719	11.516	12.212	11.758	11.935	12.145	11.898	12.101	12.296	11.466
K_2O		1.095											
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.55	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si	2.92	2.84	2.94	2.95	2.93	2.93	2.94	2.95	2.95	2.84	2.97	2.96	2.93
Al	1.09	1.12	1.06	1.05	1.08	1.07	1.07	1.07	1.04	1.12	1.03	1.04	1.07
Fe													
Mg													
Ca	0.02	0.03	0.03	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04
Na	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
K	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.05	5.08	5.05	5.04	5.06	5.02	5.05	5.03	5.01	5.08	5.02	5.02	5.06
Or	0.00	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	0.00	0.00	0.00
Ab	97.79	96.13	97.15	98.68	97.38	100.00	97.95	100.00	100.00	96.13	100.00	100.00	96.12
An	2.21	2.81	2.85	1.32	2.62	0.00	2.05	0.00	0.00	2.81	0.00	0.00	3.88

ΣFeO=Toplam Fe, m=mineral, s=Spektrum, Ab=Albit, Or=Ortoklaz, An=Anortit

Çizelge 5.7 (devam ediyor)

Örnek	BZB-71			BZB-100						
Mineral	m2			m1	m2			m3		
Spektrum	s2	s4	s5	s3	s1	s2	s9	s1	s2	s9
SiO_2	65.540	67.960	73.72	66.020	65.640	64.890	65.400	65.640	64.890	65.400
Al_2O_3	18.330	18.650	14.26	18.170	18.360	21.030	18.600	18.360	21.030	18.600
ΣFeO		2.876								
MgO		1.503								
CaO										
Na_2O										
K_2O	16.121	9.003	12.010	15.800	15.980	14.060	15.990	15.980	14.060	15.990
Toplam	99.99	99.99	99.99	99.99	99.98	99.98	99.99	99.98	99.98	99.99
Si	3.02	3.03	3.27	3.03	3.02	2.95	3.01	3.02	2.95	3.01
Al	0.99	0.98	0.75	0.98	1.00	1.13	1.01	1.00	1.13	1.01
Fe										
Mg										
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
K	0.95	0.51	0.68	0.93	0.94	0.82	0.94	0.94	0.82	0.94
Toplam	5.98	5.55	5.72	5.96	5.97	5.91	5.98	5.97	5.91	5.98
Or	18.69	9.81	13.26	18.26	18.49	15.93	18.51	18.49	15.93	18.51
Ab	81.31	90.19	86.74	81.74	81.51	84.07	81.49	81.51	84.07	81.49
An	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ΣFeO=Toplam Fe, m=mineral, s=Spektrum, Ab=Albit, Or=Ortoklaz, An=Anortit

Çizelge 5.7 (devam ediyor)

Örnek	BZB-164										
Mineral	m1							m2		m3	m4
Spektrum	s1	s2	s4	s5	s7	s9	s10	s4	s7	s5	s6
SiO_2	63.855	64.820	67.570	69.65	62.425	63.095	61.285	61.813	62.029	63.495	64.137
Al_2O_3	19.415	18.900	23.759	18.63	24.179	23.710	24.180	24.195	23.817	19.482	19.618
ΣFeO										1.388	0.684
MgO											
CaO			0.79								
Na_2O			7.870	11.710	13.394	13.190	14.530	13.993	14.154		1.461
K_2O	16.730	16.280								15.100	14.100
Toplam	100.00	100.00	99.99	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.47	100.00
Si	2.96	2.99	2.91	3.03	2.77	2.79	2.73	2.75	2.76	2.95	2.95
Al	1.06	1.03	1.21	0.96	1.26	1.24	1.27	1.27	1.25	1.07	1.06
Fe											
Mg											
Ca	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
K	0.99	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.83
Toplam	6.03	6.00	5.18	5.01	5.05	5.05	5.02	5.04	5.03	5.93	5.86
Or	19.50	18.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.64	16.27
Ab	80.50	81.10	96.55	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	82.36	83.73
An	0.00	0.00	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ΣFeO=Toplam Fe, m=mineral, s=Spektrum, Ab=Albit, Or=Ortoklaz, An=Anortit

Çizelge 5.7 (devam ediyor)

Örnek	BZB-164													
Mineral	m5					m6		m8						
Spektrum	s1	s2	s3	s5	s6	s2	s4	s1	s2	s4	s5	s6	s7	s10
SiO_2	61.548	64.491	64.421	64.089	65.540	63.462	63.441	61.385	61.634	63.331	64.114	62.303	62.941	64.745
Al_2O_3	25.022	24.195	23.958	24.087	18.534	24.494	24.346	24.290	24.662	23.708	23.431	24.628	23.880	24.755
ΣFeO	1.714												0.469	0.603
MgO	0.974													
CaO	0.540													1.147
Na_2O	7.957	11.314	11.621	11.824		12.044	12.213	13.987	13.704	12.961	12.205	13.069	12.069	8.182
K_2O	2.243				15.927			0.337			0.250		0.641	0.567
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si	2.74	2.82	2.82	2.81	3.01	2.79	2.79	2.74	2.74	2.80	2.82	2.76	2.79	2.83
Al	1.31	1.25	1.24	1.25	1.00	1.27	1.26	1.28	1.29	1.23	1.22	1.28	1.25	1.27
Fe														
Mg														
Ca	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Na	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
K	0.13	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.03
Toplam	5.22	5.09	5.08	5.08	5.97	5.08	5.08	5.05	5.05	5.05	5.07	5.06	5.09	5.20
Or	2.19	0.00	0.00	0.00	18.42	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.23	0.00	0.61	0.51
Ab	95.41	100.00	100.00	100.00	81.58	100.00	100.00	99.69	100.00	100.00	99.77	100.00	99.39	94.52
An	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.97

ΣFeO=Toplam Fe, m=mineral, s=Spektrum, Ab=Albit, Or=Ortoklaz, An=Anortit

Çizelge 5.7 (devam ediyor)

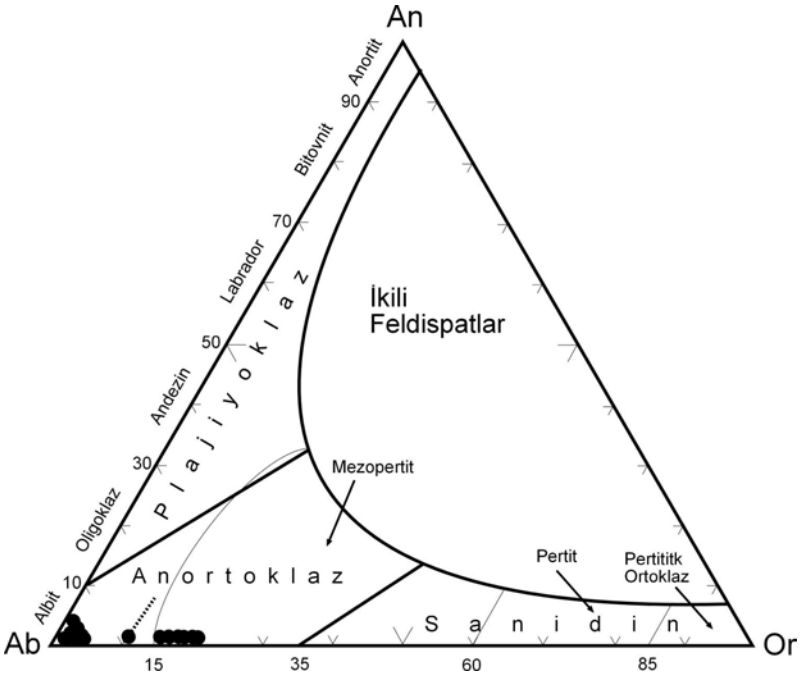
Örnek	BZB-165													
Mineral	m1					m2	m3				m4			
Spektrum	s1	s3	s5	s6	s7	s7	s3	s4	s5	s6	s1	s2	s7	s8
SiO_2	65.129	65.375	63.328	61.868	65.561	64.459	64.019	63.701	65.446	64.588	65.208	65.247	63.346	65.304
Al_2O_3	18.459	20.132	24.441	19.912	23.573	26.718	24.028	24.716	18.305	24.263	23.420	18.518	24.557	23.564
ΣFeO			0.765	2.952			0.753	0.564		0.667				
MgO				0.918		0.595								
CaO			0.326			0.937	0.281			0.458				
Na_2O		10.223	10.493	1.072	10.866	7.290	10.256	10.446	0.364	9.736	11.373		12.097	11.132
K_2O	16.412	4.269	0.646	13.277			0.662	0.572	15.884	0.287		16.235		
Toplam	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Si	3.00	2.92	2.79	2.87	2.86	2.79	2.82	2.80	2.80	2.83	2.85	3.01	2.79	2.85
Al	1.00	1.06	1.27	1.09	1.21	1.36	1.25	1.28	1.28	1.25	1.21	1.01	1.27	1.21
Fe														
Mg														
Ca	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
K	1.00	0.24	0.04	0.79	0.00	0.00	0.04	0.03	0.03	0.02	0.00	0.95	0.00	0.00
Toplam	6.00	5.25	5.13	5.77	5.09	5.21	5.13	5.13	5.13	5.14	5.08	5.99	5.08	5.09
Or	100.00	4.43	0.61	15.53	0.00	0.00	0.62	0.53	0.53	0.26	0.00	18.84	0.00	0.00
Ab	0.00	95.57	97.91	84.47	100.00	95.92	98.10	99.47	99.47	97.68	100.00	81.16	100.00	100.00
An	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00	4.08	1.28	0.00	0.00	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00

ΣFeO=Toplam Fe, m=mineral, s=Spektrum, Ab=Albit, Or=Ortoklaz, An=Anortit

Çizelge 5.7 (devam ediyor)

Örnek	BZB-178			BZB-182		
Mineral	m2		m3	m2	m3	m4
Spektrum	s1	s5	s4	s9	s9	s4
SiO_2	67.015	63.619	66.542	74.965	70.275	68.176
Al_2O_3	20.932	21.227	21.035	22.989	21.408	20.822
ΣFeO		1.873				0.819
MgO						0.753
CaO		0.622	0.492			
Na_2O	12.053	11.565	11.933	13.677	12.555	11.125
K_2O		1.095				
Toplam	100.00	100.00	100.00	111.63	104.24	101.70
Si	2.93	2.84	2.92	2.94	2.95	2.94
Al	1.08	1.12	1.09	1.06	1.06	1.06
Fe						
Mg						
Ca	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00
Na	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
K	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	5.03	5.08	5.05	5.03	5.03	5.01
Or	0.00	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Ab	100.00	96.13	97.79	100.00	100.00	100.00
An	0.00	2.81	2.21	0.00	0.00	0.00

ΣFeO=Toplam Fe, m=mineral, s=Spektrum, Ab=Albit, Or=Ortoklaz, An=Anortit



Şekil 5.10 Feldispatların An-Ab-Or üçgen diyagramında sınıflandırılması ve adlandırılması

5.1.4 Volkanik Kayaçlar

5.1.4.1 Sınıflandırma ve adlandırma

Bozkır Birliği'ne ait sekiz volkanik kayaç örneğinin ana ve iz (eser) element çözümleme sonuçları Çizelge 5.8 ve 5.9 de verilmiştir.

Bir örnek hariç Bozkır Birliğine ait örneklerin ateşte kayıpları % 1.18-6.43 arasında değişmekte olup, bunlardan altı kayacın ateşte kayıp miktarları > % 2'nin üzerindedir. Bu kayaçlardaki K_2O (% 1.73-8.32) ve Al_2O_3 (10.19-16.53) yüksekliği, yüksek-K'lu (Peccerillo ve Taylor, 1976) ve peralümina'lı (Maniar ve Piccoli, 1989) volkanizmadan ziyade, genelde illitleşme türü bozunma/bozuşma ile ilişkilidir. Diğer taraftan bazı kayaçlardaki SiO_2 (% 53.08-76.73) yüksekliği ise volkanik camdaki silisleşmeye karşılık gelmektedir. Bu olumsuzluklara karşın, en azından çoğu iz ve nadir toprak elementlerinin kullanımı açısından bu çözümlemelerin yapılması yoluna gidilmiştir.

Çizelge 5.8 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının ana element kimyasal bileşimleri (ΣFe_2O_3 = Toplam Fe olarak, LOI = Ateşte Kayıp)

Oksit %	BZB-141	BZB-147	BZB-148	BZB-152	BZB-153	BZB-163	BZB-168	BZB-174
SiO_2	76.73	74.70	56.08	71.01	71.56	62.63	73.22	53.08
TiO_2	0.247	0.314	0.519	0.249	0.278	0.357	0.248	0.544
Al_2O_3	11.16	11.63	16.53	10.19	12.13	15.85	11.56	15.78
ΣFe_2O_3	1.75	0.95	8.88	2.52	3.49	5.22	2.26	9.18
MnO	0.013	0.006	0.196	0.070	0.054	0.046	0.032	0.200
MgO	0.63	0.39	3.60	1.58	1.21	2.05	0.72	4.42
CaO	0.24	0.18	3.68	2.00	0.70	2.94	0.25	2.33
Na_2O	0.22	0.61	6.69	1.29	3.47	3.25	2.26	4.83
K_2O	8.21	8.32	0.27	5.74	3.22	1.73	5.16	2.83
P_2O_5	0.05	0.07	0.08	0.07	0.08	0.10	0.05	0.10
LOI	1.67	1.18	3.60	4.09	2.27	4.96	2.86	6.43
Toplam	100.92	98.35	100.13	98.81	98.46	99.13	98.62	99.72

Çizelge 5.9 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının iz element kimyasal bileşimleri

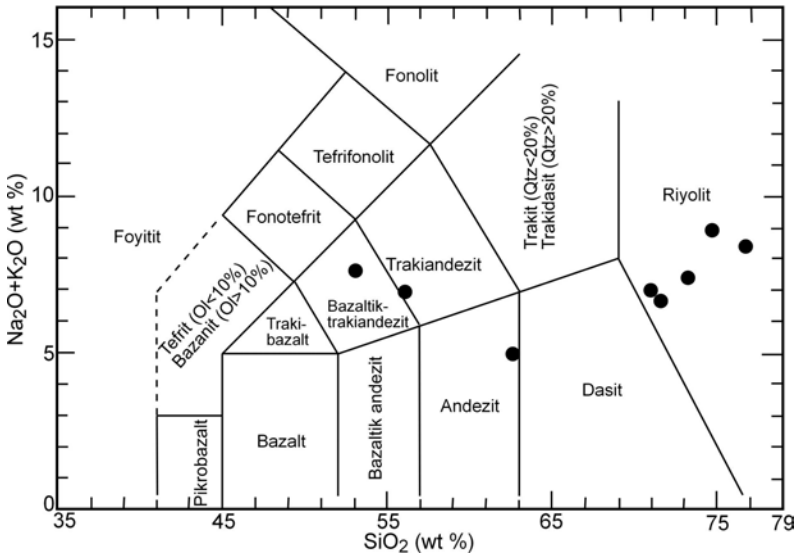
Element (ppm)	BZB-141	BZB-147	BZB-148	BZB-152	BZB-153	BZB-163	BZB-168	BZB-174
Cr	<20	<20	60	<20	20	<20	<20	100
Ni	<20	<20	20	<20	<20	<20	<20	20
Co	1	<1	25	1	4	9	2	31
Sc	6	5	31	6	8	13	5	34
V	23	25	232	29	32	83	15	282
Cu	10	<10	80	10	10	40	<10	80
Pb	36	<5	6	8	20	5	161	7
Zn	40	40	70	30	70	70	70	80
Bi	0.3	0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.2	<0.1
In	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sn	4	3	<1	2	3	1	4	<1
W	0.6	1.8	0.7	1.1	5.8	0.5	0.8	0.9
Mo	17.5	13.0	5.3	8.9	11.6	6.2	18.5	4.1
As	11	7	20	10	10	<5	6	6
Sb	1.0	0.8	0.4	0.8	0.5	0.2	0.5	0.3
Ge	2.1	1.8	2.4	1.2	1.6	1.8	1.8	1.3
Be	2	1	<1	1	1	1	2	3
Ag	1.7	1.7	<0.5	1.1	1.3	1.0	2.1	<0.5
Rb	206	186	4	146	101	48	157	63
Cs	1.4	1.0	0.2	1.5	2.4	1.1	29.1	1.2
Ba	216	268	164	1025	552	247	563	528
Sr	7	15	225	30	152	338	34	108
Tl	0.95	0.97	0.27	0.75	0.59	0.28	0.78	0.41
Ga	15	13	17	11	15	17	14	18
Ta	1.08	0.97	0.22	0.63	0.96	0.30	1.47	0.17
Nb	17.5	13.0	5.3	8.9	11.6	6.2	18.5	4.1
Hf	4.4	4.1	1.1	2.3	3.4	3.0	5.5	0.8
Zr	198	186	41	101	141	129	226	29
Y	21.7	15.6	11.4	15.2	21.0	15.8	26.8	9.5
Th	12.8	12.1	1.39	7.22	11.4	6.39	16.4	1.92
U	4.18	2.99	0.52	2.95	3.48	2.40	4.88	0.96
La	28.10	22.70	5.75	19.00	30.20	21.60	40.80	22.60
Ce	48.8	39.7	1.6	32.5	51.8	38.7	73.8	29.8
Pr	5.80	4.42	1.44	3.90	6.24	4.79	8.54	3.10
Nd	20.9	15.3	6.08	14.3	22.6	18.2	30.1	11.2
Sm	3.95	2.65	1.71	2.97	4.22	3.51	5.67	2.05
Eu	0.701	0.431	0.602	0.837	0.880	1.080	0.849	0.544
Gd	3.41	2.21	1.86	2.61	3.59	3.02	4.60	1.89
Tb	0.62	0.39	0.34	0.45	0.63	0.51	0.78	0.30
Dy	3.80	2.60	2.18	2.81	3.95	3.05	4.91	1.84
Ho	0.79	0.59	0.46	0.57	0.81	0.62	0.98	0.36
Er	2.30	1.89	1.43	1.62	2.35	1.79	2.95	1.05
Tm	0.373	0.310	0.229	0.272	0.372	0.291	0.489	0.160
Yb	2.48	2.17	1.50	1.78	2.65	1.95	3.29	1.06
Lu	0.351	0.340	0.218	0.266	0.387	0.314	0.458	0.153

Volkanik kayaçlar ana ve iz element içerikleri dikkate alınarak çeşitli araştırmacıların diyagramlarında sınıflandırılmış ve adlandırılmıştır.

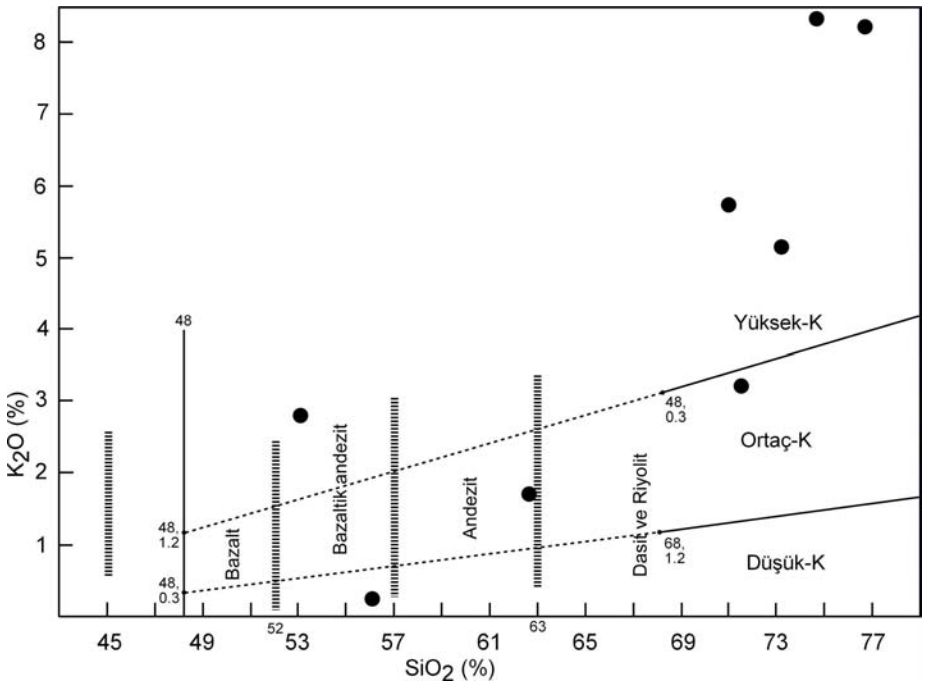
Le Maitre vd.'nin (2002) toplam alkali-silika diyagramında (Şekil 5.11); volkanik kayaçlar bazaltik trakiandezitten riyolite kadar değişen bir bileşimsel aralığa sahiptir. Ayrıca; toplam alkali-silika değerleri arasında çizgisele yakın bir ilişkinin olduğu da gözlenmektedir. Bu durum volkanik camdaki silisleşmeye işaret etmektedir.

SiO_2-K_2O diyagramında (Le Maitre vd., 2002) volkanik camdaki illitleşme miktarı arttıkça, volkanik kayaçlar yüksek K'lu alanlarda dağılım göstermektedir (Şekil 5.12).

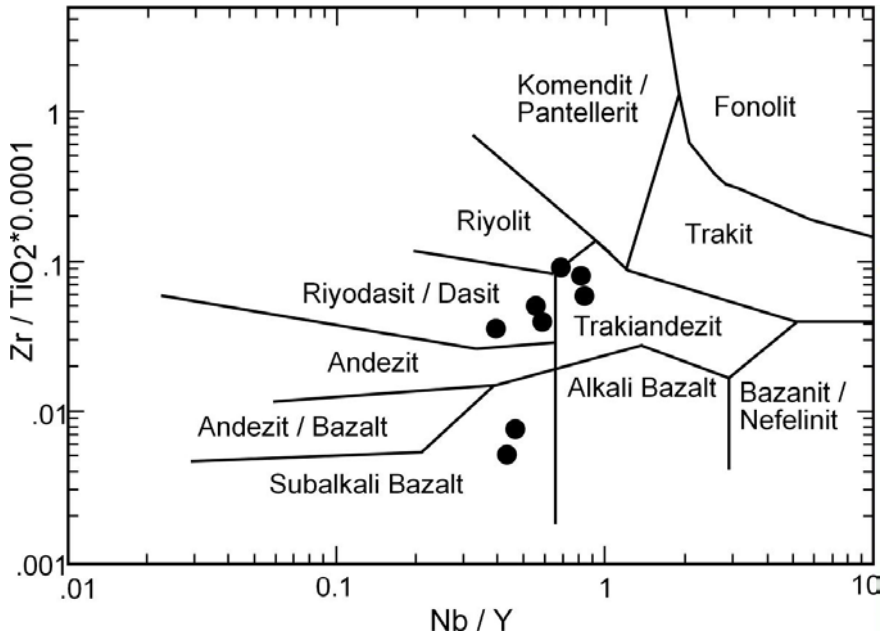
Volkanik kayaçlar Zr/TiO_2-Nb/Y diyagramında (Winchester ve Floyd, 1977) subalkali bazalt, trakiandezit ve riyodasit/dasit alanlarında bulunmaktadır. Diyagramda Zr/TiO_2 ve Nb/Y oranları arasında pozitif bir ilişki de gözlenmektedir (Şekil 5.13).



Şekil 5.11 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının toplam alkali-silika diyagramında sınıflandırılması ve adlandırılması (Le Maitre vd., 2002)



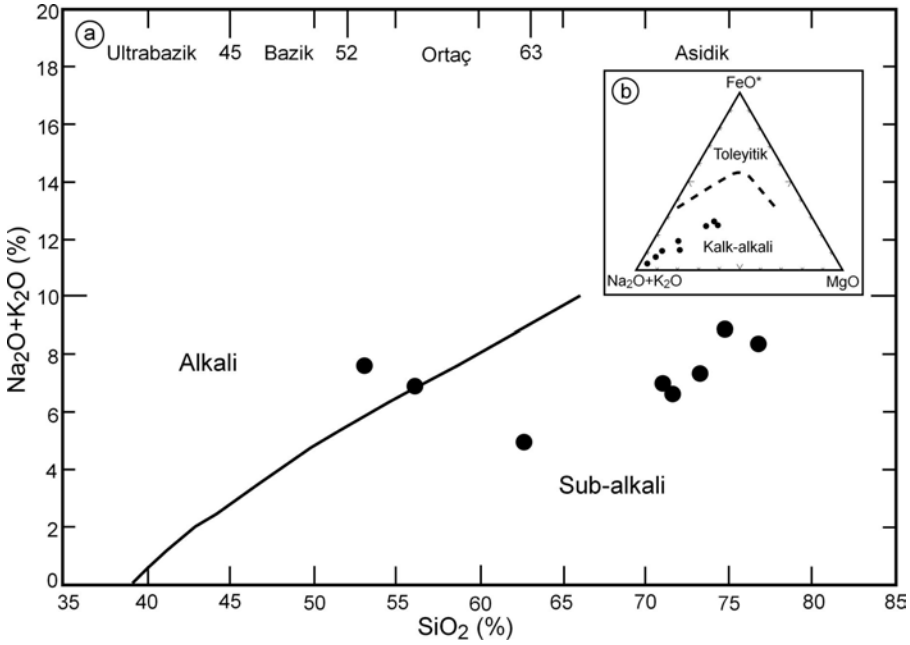
Şekil 5.12 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının sınıflandırılması (Le Maitre vd., 2002).



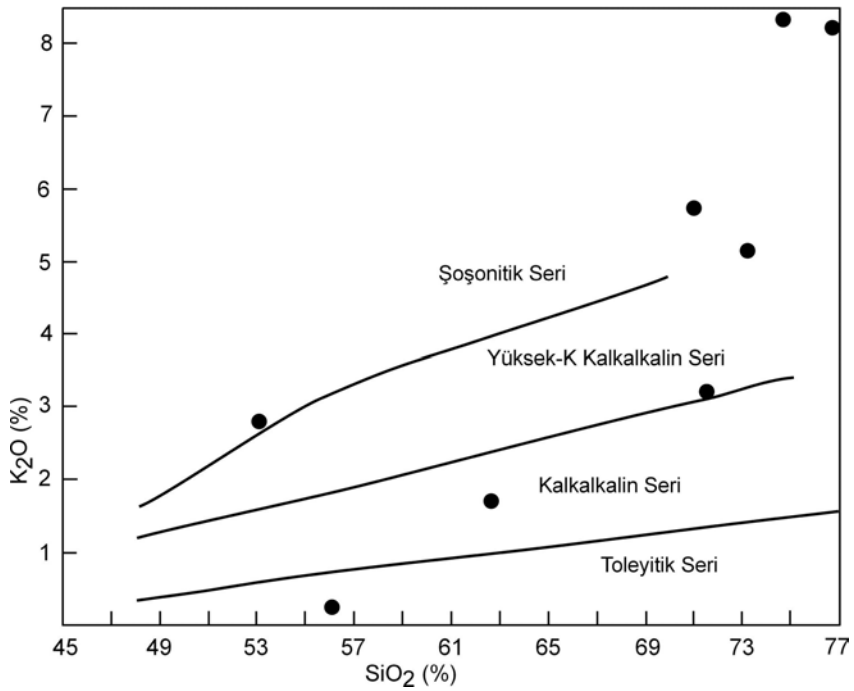
Şekil 5.13 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının hareketsiz elementlere (Zr/TiO_2*0.0001-Nb/Y) göre sınıflandırılması ve adlandırılması (Winchester ve Floyd, 1977)

Volkanik kayaçların soy özelliklerinin belirlenmesi için alkali-subalkali sınırını (Rickwood, 1989) da kapsayan toplam alkali-silika diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971) kullanılmıştır. Buna göre; alkali alanda ve sınırda yer alan birer örnek hariç, kayaç örneklerinin subalkalin bileşime sahip olduğu gözlenmektedir (Şekil 5.14a). AFM diyagramına göre; örneklerin bütünüyle kalk-alkali karakterde olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.14b).

SiO_2-K_2O diyagramında (Peccerillo ve Taylor, 1976) volkanik camdaki illitleşme miktarı arttıkça, volkanik kayaçlar toleyitikten yüksek K'lu alanlara doğru dizilmektedir (Şekil 5.15).



Şekil 5.14 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının sınıflandırılması (Irvine ve Baragar, 1971; alkali-subalkali sınırı: Rickwood, 1989), a) Alkali-subalkali, b) Toleyitik-kalkalkali ayrım diyagramları



Şekil 5.15 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının sınıflandırılması (Peccerillo ve Taylor, 1976)

5.1.4.2. Volkanik süreçler

Volkanik kayaçların oluşumunda etkili olan süreçler fraksiyonel kristalleşme, kısmi ergime, magma karışımı ve kirlenmedir (Örneğin; Wilson, 1989). Kaynağın karakteristiklerinin anlaşılmasında elementsel ilişkiler önemli olup; oksit-oksit, oksit-iz ve iz-iz element değişim diyagramları kullanılmıştır.

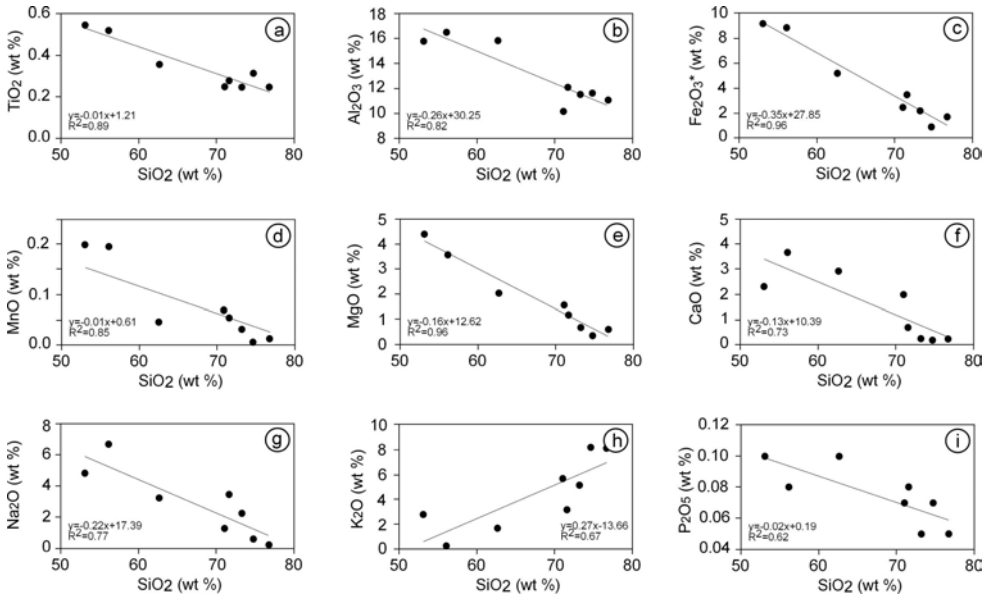
Volkanik kayaçların oksit-oksit diyagramlarına göre; SiO_2-K_2O (R^2=0.67) hariç, diğer oksitler SiO_2 ile kuvvetli negatif ilişkiye (R^2=0.62-0.96) sahiptir (Şekil 5.16).

Volkanik kayaçlar ana element (CaO/Na_2O-Al_2O_3) ikili değişim diyagramında plajiyoklaz kristallenmesi-kümelenmesi çizgisi boyunca dizilim göstermektedir (Şekil 5.17).

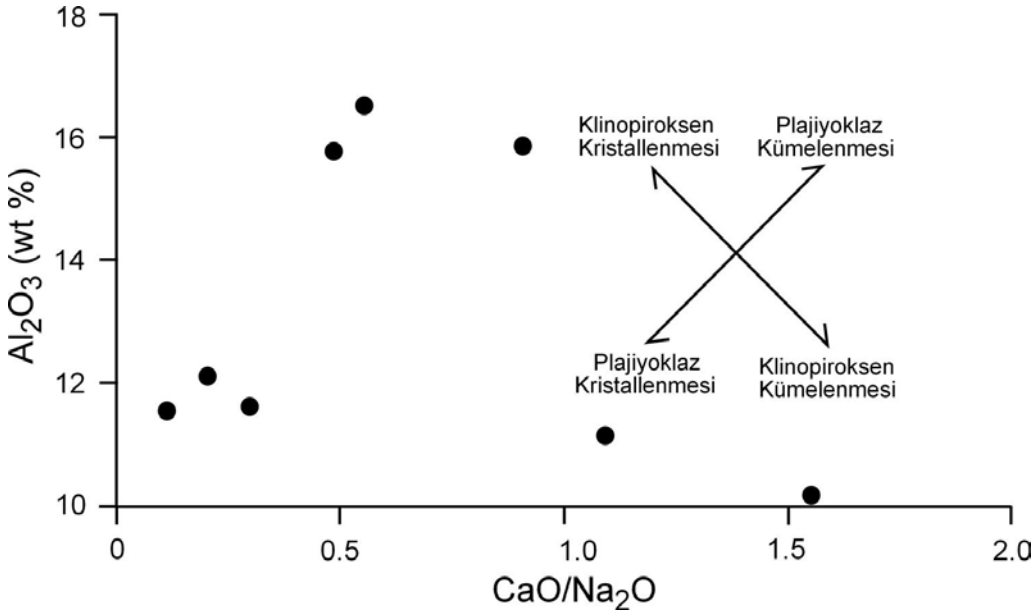
Volkanik kayaçlar ana element-iz element (CaO-Y) ikili değişim diyagramında plajiyoklaz-klinopiroksen ayrımlaşmasını işaret etmektedir (Şekil 5.18).

Oksit-toplam iz element dağılımı (tTE=Geçiş Elementleri, tGE=Granitoyid Elementleri, tME=Karışık Davranışlı Elementler, tLFSE=Kalıcığı Düşük Elemetler / LILE=İri Katyonlu Litofil Elementler, tHFSE=Kalıcılığı Yüksek Elementler, tREE=Nadir Toprak Elementleri) açısından volkanik kayaçlarda SiO_2 – tTE ve tGE arasında kuvvetli negatif, buna karşın SiO_2–tHFSE ve tREE arasında sırasıyla kuvvetli ve orta pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 5.19). SiO_2–tME ve tLFSE arasındaki korelasyon ise önemsizdir.

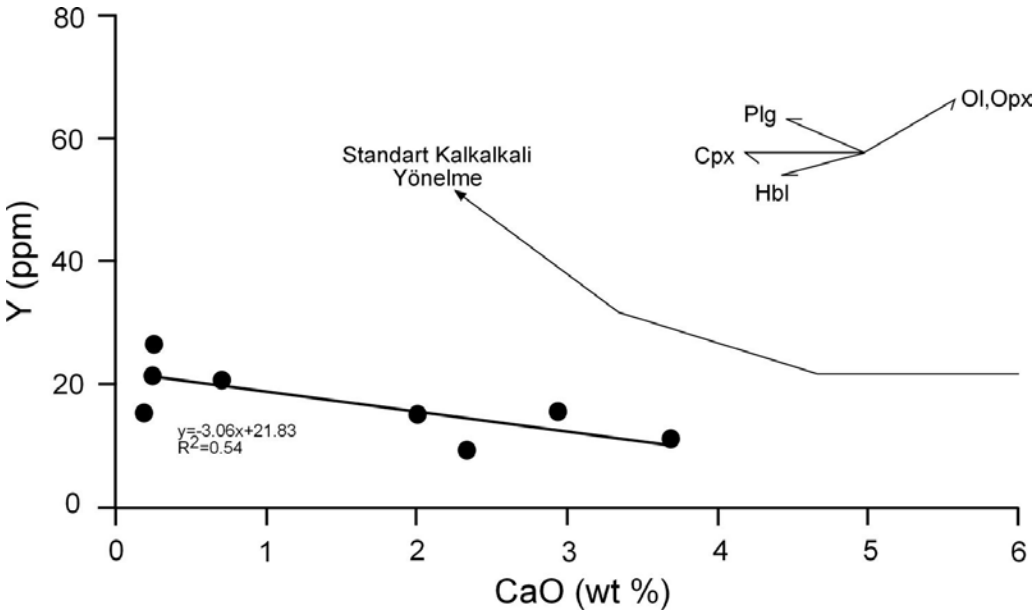
İz-iz element bollukları dikkate alındığında (Şekil 5.20); Bozkır yöresi volkanik kayaçlarında HFSE'den Nb-Zr arasında pozitif ilişki söz konusu olup, fraksiyonel kristallenme yönelimi göstermektedir (Şekil 5.20a). Y/Nb-Zr/Nb ve Rb/Y-Nb/Y diyagramlarında kayaç örnekleri kabuksal kirlenme ve zenginleşmiş manto kaynağına işaret etmektedir (Şekil 5.20b ve c).



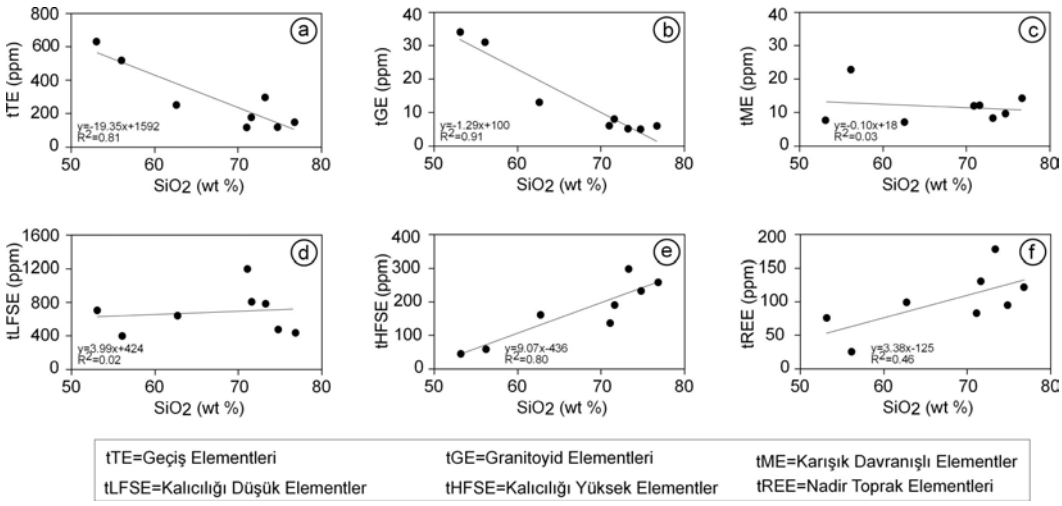
Şekil 5.16 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının SiO_2–ana element ikili değişim diyagramları, a) TiO_2, b) Al_2O_3, c) tFe_2O_3, d) MnO, e) MgO, f) CaO, g) Na_2O, h) K_2O, i) P_2O_5



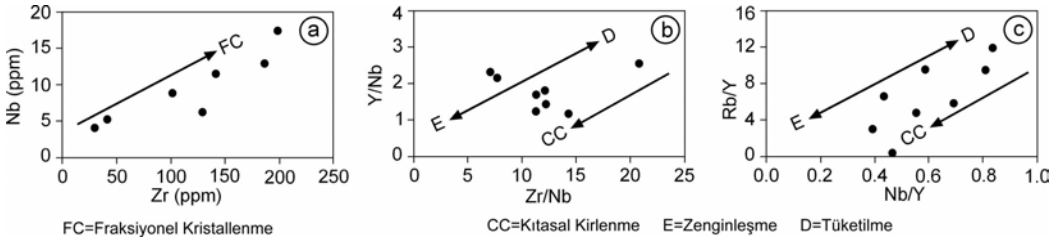
Şekil 5.17 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının ana element (CaO/Na_2O-Al_2O_3) ikili değişim diyagramı



Şekil 5.18 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının ana-iz element (CaO-Y) ikili değişim diyagramı.



Şekil 5.19 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının SiO_2–iz element ikili değişim diyagramları, a) SiO_2–tTE, b) SiO_2–tGR, c) SiO_2–tME, d) SiO_2–tLFSE, e) SiO_2–tHFSE, f) SiO_2–tREE



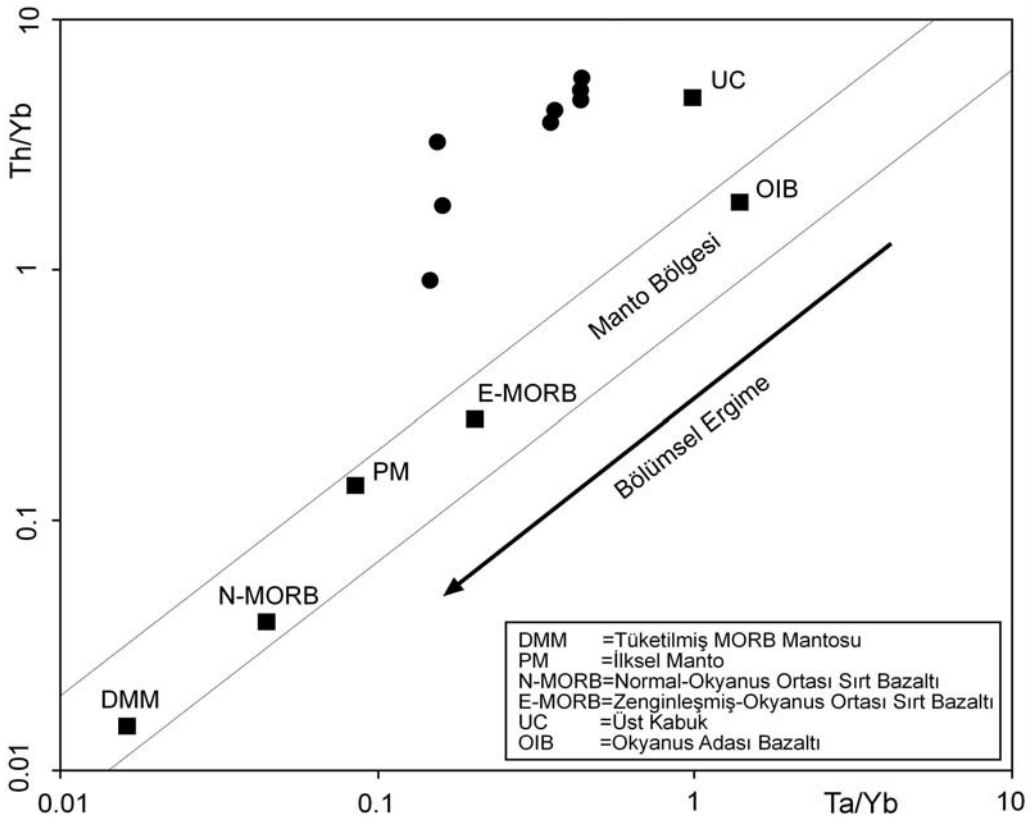
Şekil 5.20 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının iz-iz element ikili değişim diyagramları, a) Nb-Zr, b)Y/Nb-Zr/Nb, c) Rb/Y-Nb/Y

Volkanik kayaçların köken malzemesini belirlemek amacıyla HFSE ve REE'lere ait iz-iz element diyagramlarına tüketilmiş MORB mantosu-DMM ve ilksel manto-PM (McDonough ve Sun, 1995), kondrit-C1 (Boynton, 1984), normal-okyanus ortası rift bazaltı (N-MORB), zenginleşmiş-okyanus ortası rift bazaltı (E-MORB) ve okyanus adası bazalt-OIB (Sun ve McDonough, 1989), üst kıtasal kabuk-UC (Taylor ve McLennan, 1985), alt kıtasal kabuk-LC (Weaver ve Tarney, 1984), ayrıca DMM ve PM bileşimleri esas alınarak eriyik-kalıntı bileşimlerinin yönelimlerinden itibaren tanımlanan manto bölgesi de eklenerek hazırlanmıştır.

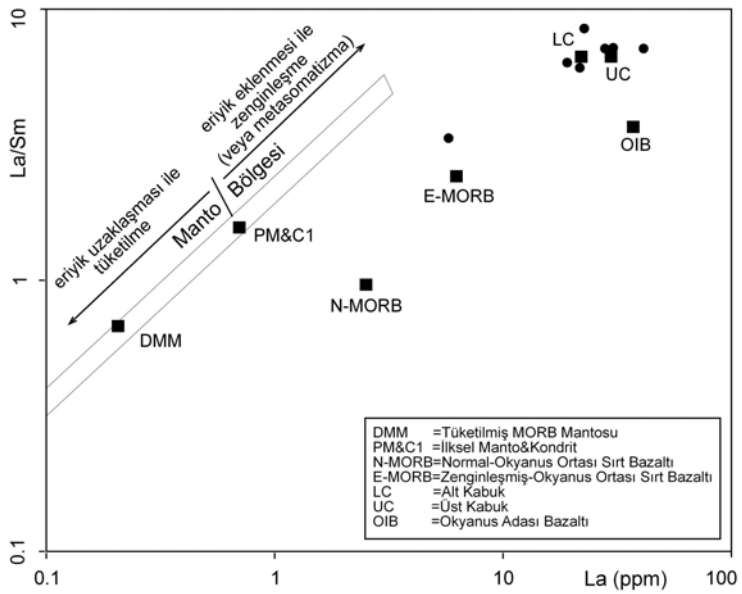
Bozkır Birliği volkanik kayaçları Th/Yb-Ta/Yb diyagramında manto bölgesinin dışında, kısmen üst kıtasal kabuk bileşime yakın bir alanda kümelenmektedir (Şekil 5.21).

La/Sm-La diyagramında, Bozkır Birliği volkanik kayaçları alt üst kıtasal kabuk arasında ve çevresinde dağılım göstermektedir (Şekil 5.22). Bir örnek ise seçilen alanın dışında kalmıştır.

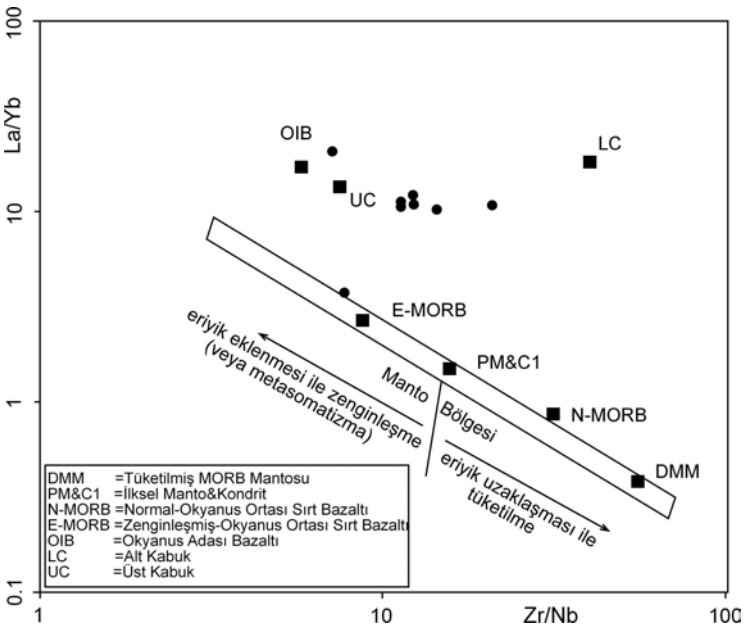
La/Yb-Zr/Nb diyagramına göre, Bozkır Birliği volkanik kayaçları üst kıtasal kabuk bileşimine daha yakın olmak üzere, alt-üst kıtasal kabuk arasında yer almaktadır (Şekil 5.23).



Şekil 5.21 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarınının Th/Yb-Ta/Yb ikili değişim diyagramında dağılımları (DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; UC: Taylor ve McLennan, 1985)

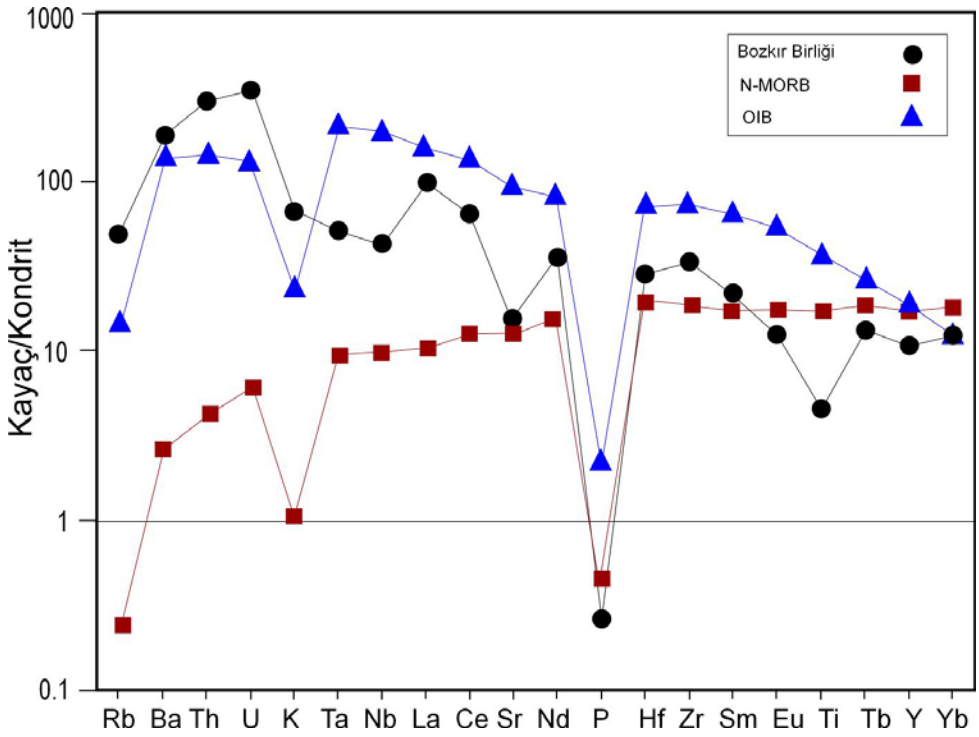


Şekil 5.22 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının La/Sm-La ikili değişim diyagramında dağılımları (C1: Boynton, 1984; DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; LC: Weaver ve Tarney, 1984; UC: Taylor ve McLennan, 1985)



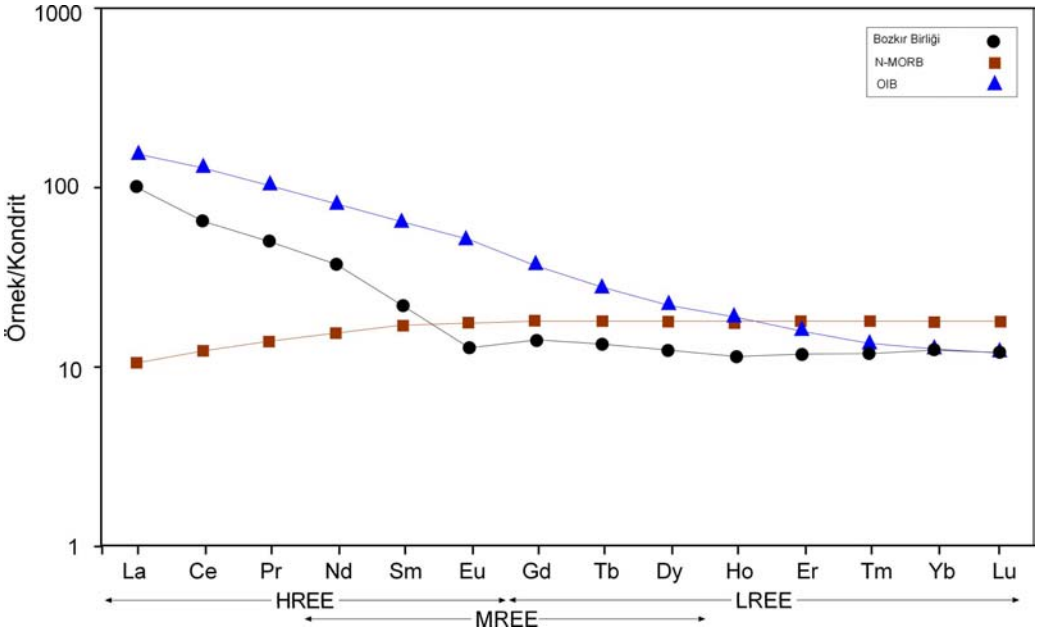
Şekil 5.23 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının La/Yb-Zr/Nb ikili değişim diyagramında dağılımları (C1: Boynton, 1984; DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; LC: Weaver ve Tarney, 1984; UC: Taylor ve McLennan, 1985)

Bozkır Birliği'ne ait toplam 8 örneğin ortalamaları alınarak N-MORB (Sun ve McDonough, 1989) ve OIB (Sun ve McDonough, 1989) da eklenerek kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre, normalize edilmiş iz element dağılımları Şekil 5.24 de verilmiştir. Kondrit değerlerine göre; volkanik kayaçlarda P hariç (3 kat fakirleşme), yaklaşık 5-349 (Ti-U) kat arasında değişen zenginleşmeler gözlenmektir. Ortalama volkanik kayacın iz elementlerin dağılımı deseninin orta kesimindeki Ta-Sm arasındaki elementler için N-MORB ve OIB arasında yer almaktadır. Buna karşın desenin başlangıcındaki Rb-K arasındaki elementler için OIB'den büyük, desenin sonundaki Eu-Yb arasındaki elementler için N-MORB'dan küçük değerler sunmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Rb'dan Yb'a doğru değerler genellikle azalmaktadır. Ayrıca, volkanikler U, La, Nd ve Zr için pozitif, Nb, Sr, P ve Ti için negatif anomalilere sahiptir.



Şekil 5.24 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının kondrit-normalize iz element desenleri (Kondrit, OIB=Okyanus Adası Bazaltı, N-MORB=Normal-Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı: Sun ve McDonough, 1989)

Bozkır Birliği'ne ait volkanik kayaçların ortalama REE içerikleri alınarak N-MORB (Sun ve McDonough, 1989) ve OIB (Sun ve McDonough, 1989) değerleri de eklenerek kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş dağılımları Şekil 5.25 de sunulmuştur. Toplam REE içerikleri Bozkır volkanitleri, kondrit, N-MORB ve OIB için sırasıyla 101.5, 199.0, 39.1 ve 2.6 ppm dir. Volkanik kayaçlar OIB'ye benzer bir yönelim sunmakta, LREE'den HREE'e doğru içerikleri azalmakta ve kondrite göre yaklaşık 12 (Lu)-100 (La) kat arasında değişen zenginleşme göstermektedir. Dar anlamda LREE N-MORB'dan büyük ve OIB'dan küçük olup, her ikisinin arasında yer almaktadır. Volkanikler MRRE ve HREE içerikleri bakımından hem N-MORB ve hem de OIB'a göre fakirleşmeye ve zayıf Eu anomalisine sahiptir.



Şekil 5.25 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının kondrite-normalize nadir toprak element desenleri (Sun ve McDonough, 1989)

Hasse vd. (2000) düşük Nb/La (<1.3) oranının kabuksal kirlenmenin olmadığının göstergesi olduğunu belirtmektedir. Bozkır Birliği volkaniklerinde Nb/La oranı 0.2-0.9 (ortalama 0.5) arasında değişmekte olup, kabuksal kirlenmeye işaret etmemektedir.

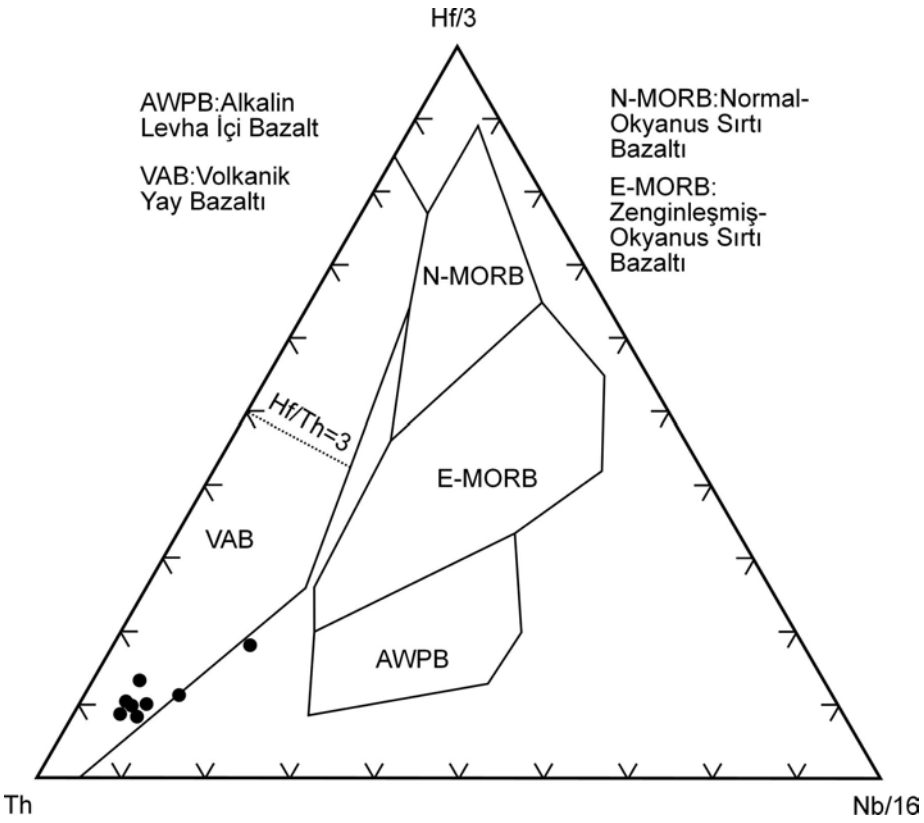
Fitton vd. (1988) yüksek Ba/Nb (>28) oranının tipik yay volkanizmasının göstergesi olduğunu belirtmekte; bu oranların sığ derinliklerde (< 80 km) rutil yapısında Nb'un tutulmasına bağlamaktadır. Bozkır Birliği volkaniklerinde Ba/Nb oranı 12-129 (ortalama 42) arasında değişmektedir. Bu değerler yay volkanizmasını göstermektedir.

Menzies vd. (1991) Zr/Ba oranının astenosferik kaynağın (0.5-0.7) litosferik kaynaktan (0.3-0.5) ayırt edilmesinde kullanılabileceğini ileri sürmektedir. Bozkır Birliği volkaniklerinde Zr/Ba oranı geniş bir aralıkta (0.1-0.9, ortalama 0.3) değişim gösterdiğinden hem astenosferik, hem de litosferik kaynağı işaret etmektedir.

Diğer taraftan Nb/La, Ba/Nb ve Zr/Ba oranları sırasıyla OIB için 1.3, 7.3 ve 0.8; N-MORB için 0.9, 2.7 ve 11.7 ve Kondrit için 1.0, 9.8 ve 1.6 verilmiştir (Sun ve McDonough, 1989). Bu oranlar Bozkır Birliği volkaniklerinin ortalama değerleri (Nb/La 0.5, Ba/Nb 42, Zr/Ba 0.3) ile karşılaştırıldığında; kabuksal kirlenmenin etkin olduğu bir manto kaynağı önerilebilir gözükmektedir.

5.1.4.3 Jeotektonik konum

Bozkır Birliği volkaniklerinin Wood'un (1980) tektonik ortamları gösteren Hf/3-Th-Nb/16 üçgen diyagramında (Şekil 5.26); volkanik kayaçlar Th bakımından zengin olup, volkanik yay bazaltı alanında gözlenmektedir.

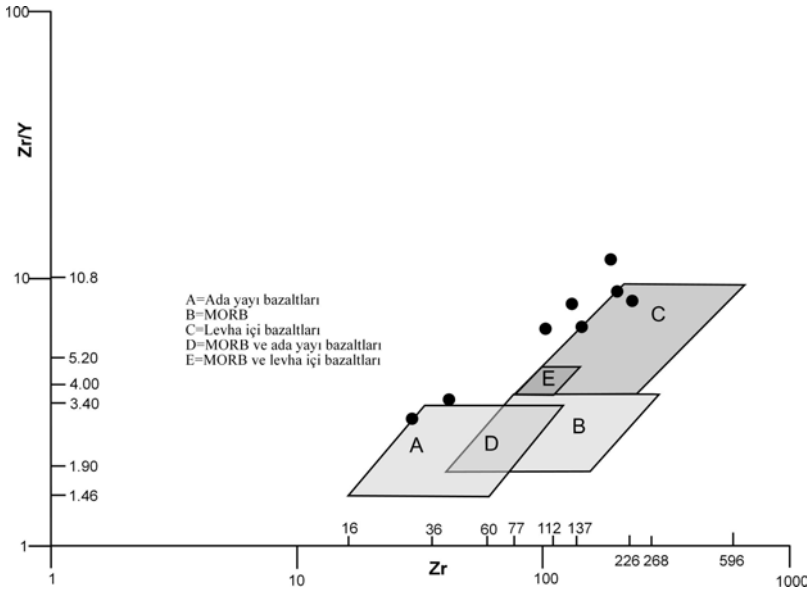


Şekil 5.26 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının Hf/3-Th-Nb/16 tektonik ayırtman diyagramındaki dağılımı (Wood, 1980; Hf/Th < 3 kalk-alkalin bazalt, Hf/Th > 3 ada-yayı toleyitleri)

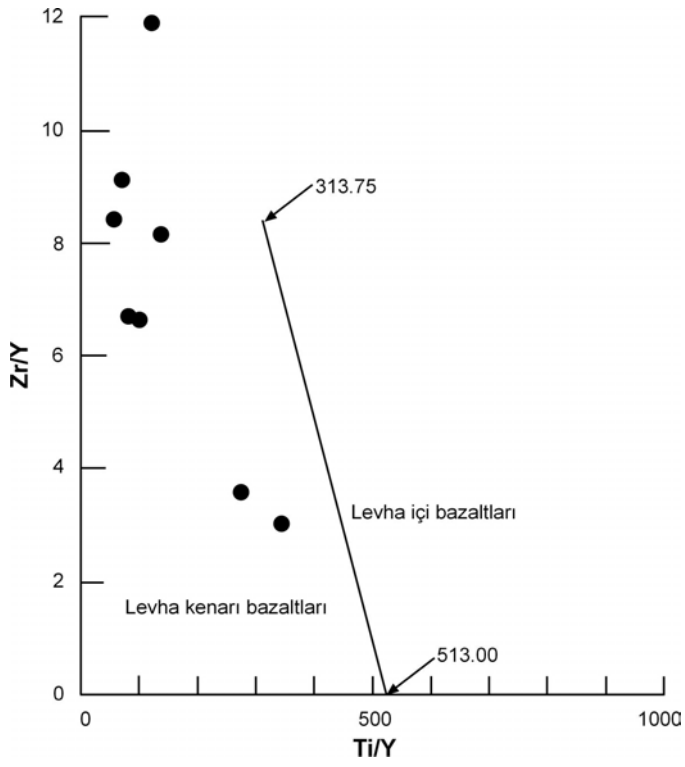
Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının Zr/Y-Zr içeriklerine göre tektonik ayırtman diyagramında (Pearce ve Norry, 1979); çoğunlukla levha içi bazalt alanı ve yakınında yer almaktadır (Şekil 5.27).

Levha içi ve levha kenarı ortamlarında gelişmiş mafik kayaçların ayırt edilmesinde kullanılan Zr/Y-Ti/Y diyagramında (Pearce ve Gale, 1977); Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının levha kenarı bazaltları alanını temsil ettiği görülmektedir (Şekil 5.28).

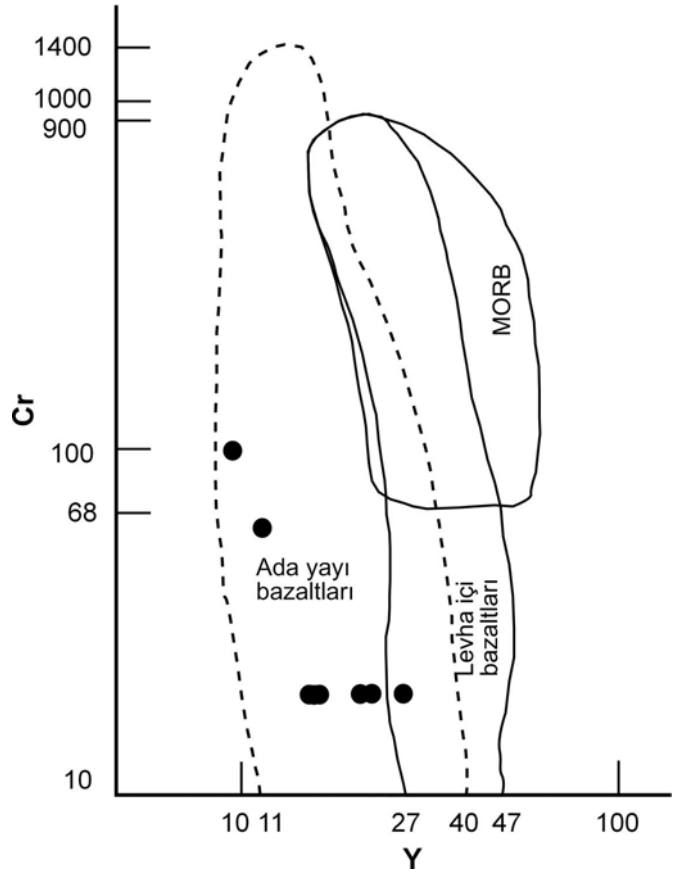
Ada yayı ve MORB kökenli bazaltik kayaçların ayrımında kullanılan Cr-Ce/Sr diyagramında (Pearce, 1982); Bozkır Birliği volkanikleri ada yayı bazaltları alanında yer almaktadır (Şekil 5.29).



Şekil 5.27 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının Zr/Y-Zr içeriklerine göre tektonik ayırtman diyagramı (Pearce ve Norry, 1979)



Şekil 5.28 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının levha içi ve levha kenarı bazaltlarının ayrımında kullanılan Zr/Y-Ti/Y diyagramındaki konumları (Pearce ve Gale, 1977)



Şekil 5.29 Bozkır Birliği volkanik kayaçlarının levha içi, MORB ve ada yayı bazaltik kayaçlarının ayrımında kullanılan Cr-Y diyagramındaki konumları (Pearce, 1982).

5.2. Duraylı izotop jeokimyası

İllitlerin oksijen ve hidrojen izotop jeokimyasını temsil eden bu incelemeler; jeotermometre ve sıvı-kayaç etkileşiminin izlerini saptamak amacıyla genellikle iki alanda uygulanmaktadır. Birincisi, oluşum sıcaklıkları ile ilişkili iki faz arasındaki ayrımlaşmayı, ikincisi ise sıvı veya kayaç protolitlerinin kaynağını değerlendirmek için sıvı veya kayacın izotopik bileşimini esas almaktadır. Diğer bit ifadeyle, suyun kökeni (deniz suyu, meteorik, magmatik) biliniyorsa sıcaklık koşulları, sıcaklık koşulları biliniyorsa suyun kökeni belirlenebilmektedir. Oksijen ve hidrojen izotopları jeokimyası incelemeleri 3 adet illit minerali üzerinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 5.10).

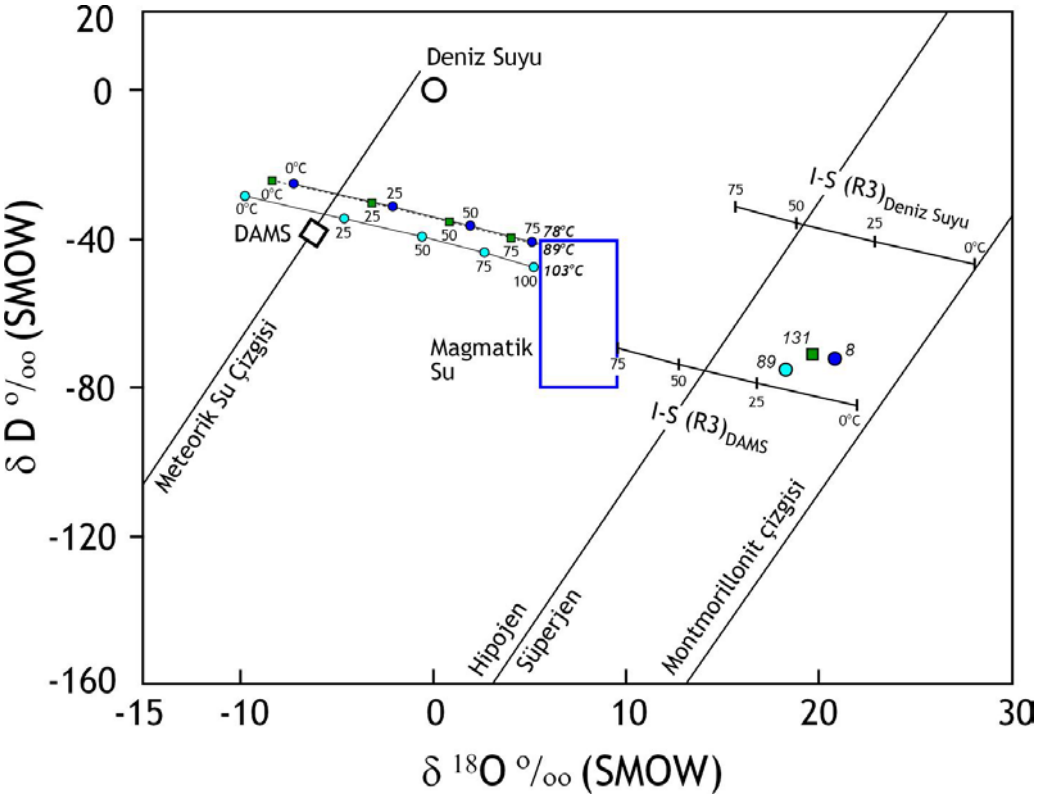
Çizelge 5.10 İllit minerallerinin duraylı izotop ($\delta^{18}O$ ve δD) bileşimleri

Örnek No	Mineral	Bölge	Yield %	% H_2O	δD(SMOW)	$\delta^{18}O$(SMOW)
BZB-8	İllit	Bozkır	14.8	8.6	–72	20,8
BZB-89	İllit	Bozkır	14.1	10.7	–75	18.3
BZB-131	İllit	Bozkır	14.2	12.1	–71	19.7

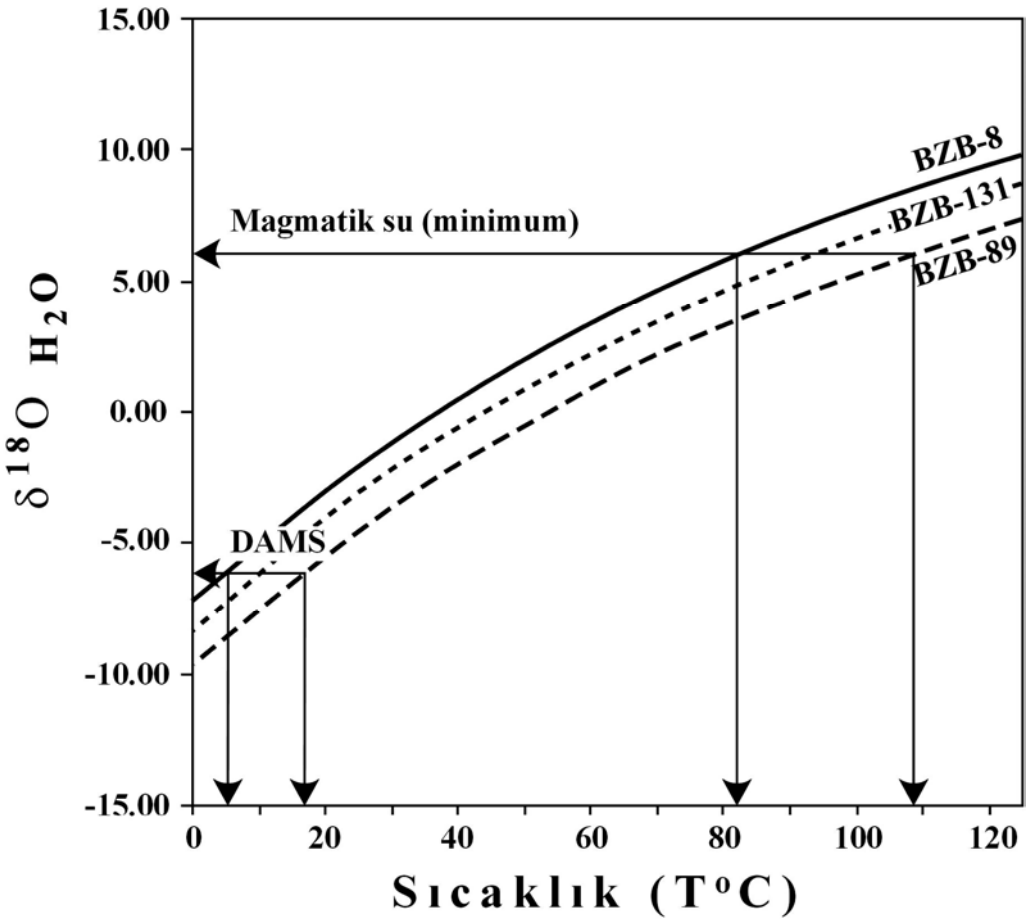
İllit minerallerinin $\delta^{18}O$ ve δD değerlerinin yanı sıra, birçok araştırmacı (Craig, 1961; Sheppard vd., 1969; Sheppard, 1986; Sheppard ve Gilg, 1996; Wenner ve Taylor, 1974) tarafından önerilen deniz suyu noktası, meteorik su ve süperjen-hipojen çizgileri de eklenerek Şekil 5.30 da topluca verilmiştir. δ18O – δD diyagramında, artan sıcaklıkla birlikte suyun izotopsal değişimine göre; I-S'leri oluşturan suyun izotopsal bileşimi deniz suyu bileşiminden uzak, Doğu Akdeniz Meteorik Su (DAMS, Gat vd., 1996) bileşimi ile magmatik su bileşimi arasında yer almaktadır. Sıcaklıkla birlikte değişen illit-su dengesinin belirlenmesinde oksijen için R3 I-S (%90 I, %10 S) için Savin ve Lee (1988) eşitliği, hidrojen için ise Yeh (1980) eşitliği kullanılmıştır. DAMS bileşimine yakın konum, illitleri oluşturan diyajenetik suların büyük ölçüde yer altı sularından kısmen de volkanik-volkanosedimanter sulardan kaynaklandığını düşündürmektedir.

$\delta^{18}O_{H2O}$ – sıcaklık (°C) diyagramına göre; illitleri oluşturan su bütünüyle Doğu Akdeniz Meteorik Su varsayıldığında 20 °C'den düşük, magmatik su varsayıldığında ise 80 °C'den yüksek sıcaklık koşulları elde edilmiştir (Şekil 5.31). İllitlerin kristal-kimyasal verileri (KI, kristalit büyüklüğü, d_{060}, politipi vb.) 20 °C'den büyük sıcaklık koşullarını öngörmekte olup, iki farklı suyun karışımıyla ilişkili gözükmektedir. Kayabaşı formasyonunun riftleşmeden uzak kesimini temsil eden BZB-8 nolu örnekteki illitler ile riftleşmeye yakın kesimi temsil eden BZB-89 nolu örnekteki illitlerin izotop verileri, yer altı suyu köken için 10 °C, magmatik su kökeni için ise 30 °C'ye ulaşan bir sıcaklık farkını işaret etmektedir.

Bu durum riftleşmenin neden olduğu sıcaklık artışının illit izotop kimyasını etkilediğini düşündürmektedir.



Şekil 5.30 İllit minerallerinin oksijen ve hidrojen izotop bileşimlerinin $\delta^{18}O$ ve δD diyagramındaki konumları Süperjen-hipojen çizgisi: Sheppard vd., 1969; meteorik su çizgisi: Craig, 1961).



Şekil 5.31 İllitleri oluşturan suyun ‰ $\delta^{18}O$ (SMOW) değerleri ile sıcaklık arasındaki ilişki (DAMS, Gat vd., 1996'den magmatik su bileşimi, Taylor, 1968'den alınmıştır).

6. MİNERALLERİN KÖKENİ VE OLUŞUMU

6.1 Kil Mineralleri

Volkanik malzemenin hidrotermal ve/veya deniz suyu ile bozuşmasının ve/veya diyajenez/metamorfizmanın tetiklediği mineral tepkimeleri ile oluşacak minerallerin türünü; çözeltilerin pH'ı, tuzluluğu ve/veya alkalinitesi; açık ve kapalı sistemde yıkanma derecesi, silika doygunluğu, iyonların (H^+, H_4SiO_4, $[Al(OH)_4]$ vb.) ve suyun aktivitesi, malzemenin çözünme hızı, miktarı ve bileşimi; alkali katyon oranları denetlemektedir (Örneğin; Bohor ve Triplehorn, 1993; Gündoğdu vd., 1996; Yalçın ve Bozkaya, 2003; Yalçın vd., 2005; Ece vd., 2003).

Mineral türlerinin oluşumunu denetleyen parametreler, çözeltilerin pH'ı (asidik ise kaolinit, ortaç-bazik ise smektit ve/veya I-S ve/veya C-S), hidrotermal çözeltilerin tuzluluğu ve/veya alkalinitesi (tuzluluk az ise kaolinit, çok ise smektit ve/veya I-S ve/veya C-S), açık ve kapalı sistemde yıkanma derecesi (ortam açık ise kaolinit, kapalı ise smektit ve/veya I-S ve/veya C-S), silika doygunluğu (çok ise kaolinit, az ise smektit ve/veya I-S ve/veya C-S), iyonların (H^+, $Si(OH)_4$, $Al(OH)_4$ vb.) ve suyun aktivitesi (çok ise kaolinit, az ise smektit ve/veya I-S ve/veya C-S), volkanik malzemenin çözünme hızı ve miktarı (çok ise kaolinit, az ise smektit veya I-S), volkanik malzemenin bileşimi (Fe ve/veya Mg'ca fakir ise kaolinit, zengin ise smektit ve/veya I-S ve/veya C-S), Na/K alkali katyon oranları (kaolinit için 0.00, smektit için 0.50, I-S ve C-S için 0.25) şeklinde sıralanabilir.

Bozkır Birliği'ne ait volkanik, piroklastik, epiklastik ve karbonatlı kayaçlarda saptanan minerallerinin kökeni ve oluşum mekanizmaları aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

6.1.1 İllit/muskovit

İllitler diyajenetik sedimanlarda farklı kökenli (detritik/kalıntı, otijenik) olmakla birlikte gömülme etkileri ile kristal yapısında düzenlilik meydana gelir. Artan diyajenezle birlikte illitin kristalografik parametreleri (özellikle KI)

derecelendirme ölçeği olarak kullanılabilir. Diyajenezden metamorfizmaya doğru KI değerlerinde azalma (pik daralması) gözlenmekte, $1M_d$ ve $1M$ polimorfik türlerinin yerini $2M$ almaktadır. Dokusal olarak serizit olarak isimlendirilen ince taneli mikalar illitlerin yerini almaktadır (Dunoyer de Segonzac, 1970). İllitlerin diyajenetik/metamorfik derecenin artmasıyla birlikte K_2O miktarı ve toplam negatif yaprak yükü diyajenez $\rightarrow$ ankizon $\rightarrow$ epizon yönünde artmaktadır (Hunziker vd., 1986; Bozkaya ve Yalçın, 1999).

OM ve SEM incelemelerine göre; Bozkır Birliği kayaçlarında gözlenen illit/mika mineralleri yaygın olarak diyajenetik illit, daha az olarak detritik ve volkanojenik mikalar ile temsil edilmektedir.

Birime ait ince taneli klastik kayaçlardaki illitler büyük ölçüde ince taneli serizit ve yer yer klastik/detritik kökenli muskovit ve biyotit ile temsil edilmektedir. Volkanojenik kayaçlarda tipik olmak üzere volkanik cam ve/veya matriksin yanı sıra, özellikle K-feldispatların deniz suyu ile bozuşması ile ortaya çıkan ve özellikle diğer fillosilikat yapısında kullanılmayan katyonların illit/muskovitlerin oluşumuna yol açtığı, benzer ortamlarda çalışan birçok yazar tarafından düşünülmektedir (örneğin; Yalçın ve Gümüşer, 2000; Yalçın ve Bozkaya, 2003; Yalçın vd., 2005):

$$3SiO_2.2Al_2O_3+12H_2O \rightarrow 2Al_2(OH)_6.3Si(OH)_4+K^+ \rightarrow KAl_3(Si_3AlO_{10})(OH)_2+10H_2O+2OH^-$$

Volkanik cam ve/veya matriks — Sulu Al-silikat jeli — İllit/Muskovit

$$6SiO_2.3Al_2O_3.K_2O+21H_2O \rightarrow K_2O.6Al(OH)_3.6Si(OH)_4 \rightarrow 2KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2+19H_2O$$

Volkanik cam — Sulu KAl-silikat jeli — İllit

$$4KAlSi_3O_8+6H^+ \rightarrow KAl_3(Si_3AlO_{10})(OH)_2+9SiO_2+2H_2O+3K^+$$

K-feldispat — İllit/Muskovit — Kuvars

$$3(Na,K,Ca)Al_2Si_2O_8+4H^++2K^+ \rightarrow 2KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2+3(Na^+,K^+,Ca^{+2})$$

Feldispat — İllit

6.1.2 Klorit

Tüm jeolojik zamanlarda sedimanter kayaçlarda bulunan kloritler bozunma profillerinde ana kayanın regresif/gerileyen metamorfizmasından veya diyajenezinden itibaren kalıntı olarak gözlenir. Sedimanter havzalarda ise ya bozunma zonlarından veya bütünüyle ana bileşeninin klorit olduğu yeşil şistlerin bozunmasından türemiştir. Denizel ortamlardaki pozitif dönüşümler sonucu ise düzensiz üç katlı kil minerallerinden itibaren kloritler oluşur. Erken diyajenezde Mg-ca zengin dokular arası çözeltilerden dolayı düzensiz kloritler pozitif dönüşüme (agradasyon) uğrar. Erken diyajenez sırasında oluşan kloritler genellikle Fe-ce zengin iken, artan diyajenez-metamorfizma sırasında derinliğin artmasıyla birlikte Mg içeriği artar (Ahn ve Peacor, 1985).

Bozkır Birliği birimlerini temsil eden volkanik, piroklastik ve epiklastik kayaçlarda kloritler bağlayıcı malzemede ve gözeneklerde ortaya çıkımaktadır. OM ve SEM incelemeleri, kloritin koyu renkli minerallerden ziyade, gözeneklerde otijenik olarak geliştiğini göstermektedir. Volkanojenik kökenli kayaçlarda ise volkanik cam-klorit dönüşümünün bir sulu MgFeAl-silikat jeli ara fazından geçerek gerçekleştiği ifade edilebilir (örneğin, Çerikçioğlu ve Yalçın, 1998; Yalçın ve Bozkaya, 2002; Yalçın vd., 2005):

$$\underset{\text{Matriks ve/veya Volkanik cam}}{7SiO_2.Al_2O_3.2MgO.2FeO} + 24OH^- + 10H^+ \rightarrow \underset{\text{Sulu MgFeAl-silikat jeli}}{9MgO.2FeO.2Al(OH)_3.7Si(OH)_4} \rightarrow$$

$$\underset{\text{Klorit}}{Mg_9Fe_2Al[AlSi_7O_{20}](OH)_{16}} + 9H_2O$$

6.1.3 Karışık tabakalı kil mineralleri

Diyajenez-çok düşük dereceli metamorfizma ile ilgili çalışmalarda özel bir öneme sahip olan bu minerallerin ortaya çıkması, smektitin illit veya klorite dönüşümü gibi ancak bir aratabakalı evre aşamasıyla (agradasyon) mümkün olabilmektedir. Derinlere doğru karışık tabakalı kil minerallerinin genişlemeyen tabaka bileşenlerinin (illit veya klorit) artması veya genişleyen tabaka bileşenlerinin

(smektit) azalması ve istiflenme düzenleri ileri diyajenez hakkında önemli ipuçları verebilmektedir (örneğin; Frey, 1987; Merriman ve Peacor, 1999).

Geç diyajenez sırasında yaygın olarak gözlenen karışık-tabakalı kil mineralleri C-S, C-V, I-C ve I-S' tir. C-V karışık-tabakalıları klorite doğru evrim gösteren 2:1 tabakalı vermikülit tipinin agradasyonundaki bir aşamadır (Dunoyer de Segonzac, 1970; Hoffman ve Hower, 1979). Karışık-tabakalı I-S ve I-C; K veya Mg ve/veya Fe katılımı ile illit veya klorite doğru evrim gösterir. Smektitin illit veya klorite dönüşümünde çözeltilerin hareketliliği ve etkin rol oynaması açısından geçirgenliğin de önemi büyüktür.

Smektitin klorite dönüşümü çoğunlukla düzenli aratabakalı evresinden itibaren gerçekleşir ve korensit olarak adlandırılan 1:1 düzenli C-S veya C-V karışık-tabakalısı oluşur. Korensit bazik ve ortaç piroklastik ve volkanoklastik kayaçlarda (Evarts ve Schiffman, 1983; Brigatti ve Poppi, 1984; Inoue vd., 1984, 1987; Inoue, 1985, 1987; Bettison ve Schiffman, 1988; Inoue ve Utada, 1991), özellikle zeolit fasiyesinin lömontit zonunda yaygındır (Kübler vd., 1974; Boles ve Coombs, 1977; Lippmann ve Rothfuss, 1980; Kisch, 1980, 1981). Şeyllerin kontak metamorfik zonlarında (Blatter vd, 1973; April, 1980; Vergo ve April, 1982), ayrıca trioktahedral kil minerallerinin gömülme diyajenezi (Hoffman ve Hower, 1979; Chang vd., 1986) ile ilişkili oluşumlarda bulunmaktadır.

Bozkır Birliği'nin silisiklastik ile volkanik ve volkanosedimanter birimlerindeki karışık tabakalı kil minerallerinin türedikleri kayaçların köken malzemesi ile ilişkili olarak detritikten ziyade neoformasyon ve/veya transformasyon ile oluşmaları olasılı gözükmektedir (örneğin; Çerikçioğlu ve Yalçın, 1998; Yalçın ve Gümüşer, 2000; Yalçın ve Bozkaya, 2002, 2003; Yalçın vd., 2005):

$7SiO_2.Al_2O_3.7MgO.FeO+11H_2O+12H^+ \rightarrow 7MgO.FeO.2Al(OH)_3.7Si(OH)_4 \rightarrow$
Volkanik cam ve/veya matriks Sulu MgFeAl-silikat jeli

$Mg_7FeAl[AlSi_7O_{20}](OH)_{12}+4H_2O+14H^+$
C-S

$K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2+0.50Ca^{+2}+4H_2O \rightarrow K_{0.5}Ca_{0.25}(Mg,Fe)_{3.0}[AlSi_3O_{10}](OH)_2.2H_2O$
Flogopit-Biyotit I-V

$\rightarrow Ca_{0.5}(Fe,Mg)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2.4H_2O+K^+$
Vermikülit

$6SiO_2.3Al_2O_3.Na_2O.K_2O+19H_2O+4H^+ \rightarrow Na_2O.K_2O.6Al(OH)_3.6Si(OH)_4 \rightarrow$
Volkanik cam Sulu NaKAl-silikat jeli

$KNaAl_4[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4+18OH^-$
I-S

$6KAlSi_3O_8+Na^++4H_2O \rightarrow KNaAl_4[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4+12SiO_2+5K^++4OH^-$
Sanidin/Ortoklaz I-S Kuvars

$3(Na,Ca)Al_2Si_2O_8+2H_2O+K^++2H^+ \rightarrow KNaAl_4[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4+2(Na^+,Ca^{+2})+2OH^-$
Plajiyoklaz I-S

$7SiO_2.4Al_2O_3.2FeO.9MgO.K_2O+25H_2O+2OH^- \rightarrow K_2O.9MgO.2FeO.8Al(OH)_3.7Si(OH)_4$
Volkanik cam ve/veya matriks Sulu KMgFeAl-silikat jeli

$\rightarrow K_2Mg_9Fe_2Al_5[Al_3Si_7O_{40}](OH)_{20}+4H_2O+24H^+$
I-C

6.2 Zeolit Mineralleri

Sulu bir ortamda volkanik külün ayrışması ile başlıca smektit (bentonit) ve/veya kaolinit (tonştayn) ve/veya zeolit oluşmaktadır. Bohor ve Triplehorn'a (1993) göre yıkanma miktarının az, aşırı Mg^{+2} iyonlarının bulunduğu sığ sulu ortamlarda Al-silikat jeli bazik ortamlarda smektitleri, aşırı bazik ortamlarda ise zeolitleri oluşturmaktadır. Bunların oluşumu ile ilişkili kimyasal tepkimeler aşağıda verilmiştir (Bohor ve Triplehorn, 1993) Yalçın ve Bozkaya, 1995, 2004; Yalçın vd., 2004):

Volkanik Cam + Su —— Hidroliz ——→ Sulu Al-silikat Jeli → Smektit veya Zeolit + Sulu Silikalar + Su + Katyonlar

$8SiO_2.3Al_2O_3.MgO.Na_2O.CaO+25H_2O$——bazik → $Na_2O.CaO.MgO.6Al(OH)_3.8Si(OH)_4$ →

Volkanik cam ve/veya matriks Sulu CaMgAl-silikat jeli

$NaCa(MgAl_5)[Si_8O_{20}](OH)_4.H_2O+16H_2O+12OH^-+Na^++Al^{+3}$

Smektit

$4SiO_2.2Al_2O_3.2Na_2O+12H_2O+4H^+$——aşırı bazik → $2Na_2O.2Al_2(OH)_8.4Si(OH)_4$ →

Volkanik cam Sulu NaAl-silikat jeli

$4Na[AlSi_2O_6].4H_2O+10H_2O$

Analsim

Volkanik Cam + Su —— hidroliz ——→ Sulu Al-silikat Jeli → Kaolinit veya Smektit + Su + Katyonlar

$4SiO_2.2Al_2O_3+14H_2O$→$2Al_2(OH)_6.4Si(OH)_4$——asidik → $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8+10H_2O$

Volkanik cam ve/veya matriks Sulu Al-silikat jeli Kaolinit

$8SiO_2.2Al_2O_3.MgO.Na_2O.CaO+22H_2O$→$Na_2O.CaO.MgO.4Al(OH)_3.8Si(OH)_4$ →

Volkanik cam ve/veya matriks Sulu NaCaMgAl-silikat jeli

$(Na,Ca)(MgAl_3)[Si_8O_{20}](OH)_4.H_2O+16H_2O+6OH^-+2(Na^+,Ca^{+2})+Al^{+3}$

Smektit

Plajiyoklazlardan itibaren smektitin oluşumu da olasılı gözükmektedir:

$5(Na,Ca)Al_2Si_2O_8+6Si(OH)_4+2Mg^{+2}+2H^+$→

Plajiyoklaz

$2NaCa(MgAl_5)[Si_8O_{20}](OH)_4.2H_2O+3(Na^+,Ca^{+2})+14OH^-$

Smektit

Buna karşın, zeolit+smektit beraberliğinde, zeolitler volkanik camın ilk, smektitler ise son devitrifikasyon ürünleridir (Rice vd., 1992; Gündoğdu vd., 1996). Bentonit yataklarında kül kıymıklarının çekirdeğinin klinoptilolitten, dış kenarının ise smektitten oluştuğu durumlar tanımlanmıştır (Kizaki, 1965: Grim ve Güven, 1978'den). Ayrıca, smektit ve/veya höylandit / klinoptilolit oluşumunun ilksel malzemenin hidrolizinden açığa çıkan Fe konsantrasyonu ile denetlendiği

belirtilmektedir (Gündoğdu vd., 1996). Bentonit yataklarında, zeolit ve/veya smektit oluşumunda Mg'dan ziyade Fe'in daha belirleyici olduğu belirtilmektedir (Yaçın ve Gümüşer, 2000).

Bozuşmuş volkanik-volkanosedimanter kayaçlarındaki zeolit ve buna eşlikçi fillosilikat, karbonat ve/veya demiroksit mineralleri, volkanik kayaç-taze su etkileşimi ile bozuşma (Keith ve Staples, 1985; Robert ve Goffé, 1993; Yalçın, 1997) veya açık ve koyu renkli minerallerin ornatılması (Karlsson ve Clayton, 1991; Pearce, 1993) sonucu oluşmaktadır.

Bozkır Birliği kayaçlarında ortaya çıkan analsim minerallerinin oluşumu için iki mekanizma geçerli gözükmektedir: Lavların su ortamında depolanmış olması nedeniyle, volkanojenik malzeme ve hidrotermal / deniz suyu arasındaki tepkimelerle hidrotermal neoformasyon veya yüzeysel alterasyon. Volkanik ve volkanoklastik kayaçlardaki birbirini izleyen bozuşma süreci ve/veya evrimi dört aşamayı kapsamaktadır (Yalçın ve Bozkaya, 2002): Vesiküllerin neoformasyon mineralleri ile doldurulması, camsı ve mikrokristalin matriksin ayrışması, açık ve koyu renkli minerallerin ornatılması, kayaçların gözenek, yüzey ve çatlaklarına Fe-sıvamalarının yerleşmesi.

Analsim ve eşlikçi minerallerin volkanik malzemeden itibaren doğrudan veya sulu Al-silikat jeli biçimindeki ara bir fazdan geçerek gerçekleşmesi olasılı gözükmektedir (Örneğin; Gündoğdu vd., 1996; Yalçın, 1997). Zeolit mineralleri, kararsız bir yapıya sahip olan volkanik camın su ile ayrışmasını izleyen süreçte oluşmuş gözükmektedir. Deniz suyundaki alkalinitenin zaman zaman artması ile boşlukların bir kısmı kalsit ile doldurulmuştur. Volkanik cam-su etkileşimi sonucu gerek matrikste gerekse boşlukların çevresinde kil (C-S ve klorit) ve silika (kuvars) mineralleri oluşmuştur. Kararsız bir yapıya sahip olan volkan camı su ile tepkimeye girerek analsim minerallerin oluşmasına neden olmuştur.

6.3 Karbonat mineralleri

Karbonat minerallerinin oluşumunu denetleyen parametreler sıcaklık, pH, çözeltinin bileşimi ve derişimi, mineral-yapıcı ve yabancı elementlerin oranı, kristalleşme hızı oranı, organik bileşenlerin bulunması ve miktarı şeklinde sıralanabilir (Folk ve Land, 1975). Bunlardan Mg/Ca veya Mg/(Mg+Ca) ve Fe/Ca veya Fe/(Fe+Ca) ve H_2O/CO_2 oranları oluşacak karbonat minerallerinin türünü belirleyecektir: Mg/(Mg+Ca) oranı: manyezit 1.00, dolomit 0.50, kalsit/aragonit 0.00; Fe/(Fe+Ca) oranı: siderit 1.00, dolomit 0.50, kalsit/aragonit 0.00; H_2O/CO_2 oranı: kalsit/aragonit 4.00, dolomit 0.83, manyezit 0.67.

Bozkır Birliği birimlerinde gözlenen karbonat minerallerini kalsit ve daha az miktarda dolomitler temsil edilmektedir. Bu minerallerin oluşumu birincil (otijenik) ve/veya ikincil (ornatma) mekanizmaları kapsayacak biçimde aşağıda formülize edilmiştir:

$$Ca^{+2}+H_2CO_3+2OH^- \rightarrow CaCO_3+2H_2O$$
Kalsit

$$Mg^{+2}+Ca^{+2}+2H_2CO_3+2OH^- \rightarrow CaMg(CO_3)_2+4H_2O$$
Dolomit

$$CaCO_3+Mg^{+2}+\rightarrow CaMg(CO_3)_2+ Ca^{+2}$$
Dolomit

6.4 Fe-oksit/hidroksitler

Fe-oksit/hihroksit/sülfürler (hematit, götit, pirit) ortaç-asidik ve indirgen koşullarda oluşmuş epijenetik minerallerdir. Denge diyagramlarına göre (Garrels ve Christ, 1965; Brookins, 1988); bu minerallerden hangisinin oluşacağı mikro gözeneklerdeki pH ve Eh koşullarına, suyun ve iyonların (H^+, O^{-2}, OH^-, S^-) aktivitesine bağlı gözükmektedir:

$2Fe^{+2} + 3H_2O \rightarrow Fe_2O_3 + 6H^+$ (Hematit)
$Fe^{+2} + 3H_2O \rightarrow FeO(OH)_2 + 4H^+$ (Götit)
$Fe^{+2} + 2S^- \rightarrow FeS_2$ (Pirit)

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Toros Kuşağı'nda Triyas riftleşmesi ile ilişkili birimleri kapsayan Bozkır Birliği'nin Bozkır-Hadim (Konya) bölgesinde yüzeyleyen Triyas-Kretase yaşlı derin denizel sedimanter ve volkanik-volkanosedimanter kayaçlar OM, SEM, XRD ve ICP yöntemleri ile incelenerek, diyajenez/metamorfizma derecesi ve riftleşmeyle ilişkili jeolojik evriminin ortaya konulması amaçlanmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Bozkır Birliği; stratigrafik-yapısal konumlarına göre alttan üste doğru Üst Triyas yaşlı Korualan Grubu (Kayabaşı Formasyonu, Başkışla Karışığı), Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Huğlu Grubu (Dedemli Formasyonu, Mahmut Tepesi Kireçtaşı / Formasyonu, Kovanlık Karışığı) ve Jura-Kretase yaşlı Boyalı Tepe Grubu (Soğucak Kireçtaşı / Kuztepe Kireçtaşı ve Asar Tepe Kireçtaşı) birimlerinden oluşmaktadır. Korualan Grubu; silisli kyaç arakatkılı, karbonat ve silisiklastik kayaç ardalanması ile temsil edilmektedir. Huğlu Grubu; silisli ve karbonat kayaç arakatkılı volkanik ve piroklastik kayaçlardan oluşmaktadır. Bunlardan Mahmut Tepesi Kireçtaşı biriminde egemen litoloji kireçtaşı olmakla birlikte, silisiklastik kayaç arakatkıları içermesi nedeniyle Mahmut Tepesi Formasyonu biçiminde adlandırılması önerilmektedir.

Karbonat kayaçlarında ortokemi, mikrokristalin kalsit çamurlu (mikritik) ve sparikalsit çimentolu (sparit) kalsit ve/veya dolomitler oluşturmakta; oolitik allokemlerin yanı sıra, özşekilli rombohedral ve zonlu dukulu kalsit ve dolomitler gözlenmektedir.

Kil matriks ve karbonat çimentolu silisiklastik kayaçlar kumtaşı (kuvars kumtaşı, arkoz, litarenit ve feldispatik litarenit veya litik grovak), silttaşı, çamurtaşı ve şeyl olarak tanımlanmış olup; mineralojik ve dokusal açıdan çoğunlukla olgun-yarı olgun; daha az bir kesimi yarı olgun-olgunlaşmamıştır.

Piroklastik kayaçlar, tüflü kumtaşı; volkanik kayaçlar ise çoğunlukla bazalt ve andezit olarak adlandırılmış olup, yaygın silisleşme, illitleşme ve kloritleşme ile kısmen zeolitleşme göstermektedir.

İllit Kübler indeksi-KI ve Klorit Arkai İndeksi-AI (Δ°2θ) verilerine göre; Kayabaşı Formasyonu düşük dereceli diyajenez, Dedemli Formasyonu yüksek dereceli diyajenez, Mahmut Tepesi Formasyonu ise yüksek dereceli diyajenez-ankizon derecesine sahiptir. Artan diyajenez derecesiyle birlikte illitlerin smektit bileşeni azalmaktadır.

Feldispatlar çoğunlukla albit ve anortoklaz bileşimindedir. Matriks ve/veya volkanik camın başlangıç malzemesi silis ve alkali elementlerce fakirdir.

Riftleşme öncesi birimlerden Kayabaşı Formasyonu illit/mikaları muskovitik (yüksek K), riftleşmeyle ilişkili Mahmut Tepesi Formasyonu illit/mikaları ise fenjitik ve seladonitik bileşime sahiptir. İllitlerde iz ve nadir toprak element içeriklerinin kondrite göre dağılımları, Kayabaşı ve Dedemli formasyonları için benzer yönelim sunmakta; ancak bu elementlerin miktarları Dedemli Formasyonu'nda az da olsa artmaktadır.

İllit minerallerinin artan sıcaklıkla birlikte $\delta^{18}O$–δD izotopsal değişimine göre; bu mineralleri oluşturan suyun izotopsal bileşimi deniz suyu bileşiminden uzak olup; Doğu Akdeniz Meteorik Su ile magmatik su bileşimi arasında yer almaktadır. Bu durum illitleri oluşturan diyajenetik sıvıların büyük ölçüde yer altı suyu (diyajenetik su veya formasyon suyu), kısmen de magmatik (volkanik-volkanosedimanter) sulardan kaynaklandığını düşündürmektedir. $\delta^{18}O_{H2O}$–sıcaklık ilişkisine göre; illit minerallerini oluşturan su bütünüyle Doğu Akdeniz Meteorik Su varsayıldığında düşük (< 20 °C), magmatik su varsayıldığında ise yüksek (> 80 °C) sıcaklık koşullarına karşılık gelmekte olup; daha ziyade iki farklı suyun karışımını öngörmektedir. İzotop verileri riftleşme etkisinin illit oluşumunda 30

°C'ye ulaşan bir sıcaklık farkına neden olduğunu, diğer bir ifadeyle riftleşmenin neden olduğu sıcaklık artışının illit izotop kimyasına da yansıdığını göstermektedir.

Kil ve zeolit mineralleri volkanik malzemenin deniz suyu ile bozuşması sonucu ortaya çıkan sıvı/çözeltilerden itibaren neoformasyon mekanizması ile oluşmuşlardır. Kil mineralleri diyajenez ve çok düşük dereceli metamorfizma koşullarında ise transformasyon mekanizması ile yeniden düzenlenmişlerdir.

Yukarıdaki saptamalar, Bozkır Birliği'ne ait riftleşme öncesi (Kayabaşı Formasyonu) ve riftleşmeyle eş zamanlı birimlerin (Dedemli ve Mahmut Tepesi formasyonları) farklı mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Ahn, J. and Peacor, D.R. (1985). Transmission electron microscopic study of diagenetic chlorite in Gulf Coast argillaceous sediments. Clays and Clay Minerals, 33, 228-236.

April, R.H. (1980). Regularly interstratified chlorite/vermiculite in contact metamorphosed red beds, Newark Group, Connecticut Valley. Clays and Clay Minerals, 28, 1-11.

Arkai, P. (1991). Chlorite crystallinity: an empirical approach and correlation with illite crystallinity, coal rank and mineral facies as examplified by Palaeozoic and Mesozoic rocks of northeast Hungary. Journal of Metamorphic Geology, 9, 723-734.

Bailey, S.W. (1980). Structure of Layer Silicates. In: Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification, G.W. Brindley and G. Brown (Eds.), Mineralogical Society, London, 1-123.

Bailey, S.W. (1988). X-ray diffraction identification of the polytypes of mica, serpentine, and chlorite. Clays and Clay Minerals, 36, 193-213.

Barth, T.W. (1952). Theoretical Petrology. Second Ed., John Wiley and Sons, New York, 416 pp.

Bettison, L.A. and Schiffman, P. (1988). Compositional and structural variations of phyllosilicates from the Point Sal ophiolite, California. American Mineralogist, 73, 62-76.

Blatter, C.L., Roberson, H.E. and Thompson, G.R. (1973). Regularly interstratified chlorite-dioctahedral smectite in dike-intruded shales, Montana. Clays and Clay Minerals, 21, 207-212.

Blumental, M.M. (1944). Bozkır güneyinde Toros sıradağlarının serisi ve yapısı. İÜFF Mec., SeriB, 9, 95-125.

Blumental, M.M. (1947). Seydişehir-Beyşehir hinterlandındaki Toros Dağlarının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Seri D, 2, 242 s.

Blumental, M.M. (1951). Batı Toroslarda Alanya ard ülkesinde jeolojik araştırmalar. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Seri D, 5, 194 s.

Blumental, M.M. (1956). Karaman Konya havzası güneybatısında Toros kenar silsilesi ve şist-radyolarit formasyonu stratigrafi meselesi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 48, 1-36.

Bohor, B.F. and Triplehorn, D.M. (1993). Tonsteins: altered volcanic ash layers in coal-bearing sequences. Geological Society of America, Special Paper, 285, 44 pp.

Boles, J.R. and Coombs, D.S. (1977). Zeolite facies alteration of sandstones in the Southland Syncline, New Zealand. American Journal of Science, 277, 982-1012.

Boynton, W.V. (1984). Geochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies. In: Geochemistry of the Rare Earth Elements, Elsevier, Henderson, P. (Ed.), pp. 63-114.

Bozkaya, Ö., Gürsu, S. and Göncüoğlu, M.C. (2006a). Textural and mineralogical evidence for a Cadomian tectonothermal event in the eastern Mediterranean (Sandıklı-Afyon area, western Taurides, Turkey). Gondwana Research, 10, 301-315.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve Dündar, M.K. (2006b). Maden Grubu (Malatya-Pütürge) kayaçlarında diyajenez/metamorfizma ve jeotektonik konum arasındaki İlişkiler. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 23, 1-24.

Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H. (1996). Diyajenez-metamorfizma geçişinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 49, 1-22.

Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H. (1997a). Aygörmez Dağı napı (Pınarbaşı-Kayseri) Devoniyen-Triyas yaşlı diyajenetik-çok düşük dereceli meta-sedimanter kayaçların mineralojik ve petrografik özellikleri. Çukurova Üniversitesinde

Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Geosound, Özel Baskı, Cilt II, 30, 807-832.

Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H. (1997b). Bolkardağı Birliği (Orta Toroslar, Bozkır-Konya) Üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı diyajenetik-çok düşük dereceli metamorfik kayaçların mineralojisi ve petrografisi. H.Ü. Yerbilimleri, Baysal Batman Özel Sayısı 19, 17-40.

Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H. (1998). Doğu Toros Otoktonu Paleozoyik kayalarında gömülme ile ilişkili diyajenez ve çok düşük dereceli metamorfizma. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 10, 35-54.

Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H. (1999). Doğu Toros Otoktonunda diyajenez-metamorfizma derecesi ile fillosilikatların kimyası arasındaki ilişkiler. 9. Ulusal Kil Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 15-18 Eylül, Bildiriler Kitabı, s. 21-30.

Bozkaya, Ö. and Yalçın, H. (2000). Very low-grade metamorphism of Upper Paleozoic-Lower Mesozoic sedimentary rocks related to sedimentary burial and thrusting in Central Taurus Belt, Konya, Turkey. International Geology Review, 42, 353-367.

Bozkaya, Ö. and Yalçın, H. (2004). New mineralogic data and implications for the tectono-metamorphic evolution of the Alanya Nappes, Central Tauride Belt, Turkey. International Geology Review, 46, 4, 347-365.

Bozkaya, Ö. and Yalçın, H. (2005). Diagenesis and very low-grade metamorphism of the Antalya Unit: mineralogical evidence of Triassic rifting, Alanya-Gazipaşa, Central Taurus Belt, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 25, 109-119.

Bozkaya, Ö. and Yalçın, H. (2010). Geochemistry of mixed-layer illite-smectites from an extensional basin, Antalya Unit, Southwestern Turkey. Clays and Clay Minerals, 58, 644-666.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve Başıbüyük, Z. (2003). Pütürge (Malatya) bölgesi distenli sulu Al-silikat (pirofillit-kaolin) yataklarinin mineralojisi ve petrografisi. 11. Ulusal Kil Sempozyumu, Atatürk Kültür Merkezi, İzmir, 3-6 Eylül, Bildiriler Kitabı, s. 47-58.

Brigatti, M.F. and Poppi, L. (1984). Crystal chemistry of corrensite: A review. Clays and Clay Minerals, 32, 391-399.

Brookins, D.G. (1988). Eh-pH Diagrams for Geochemistry. Springer-Verlag, New York, 176 p.

Brunn, J.H., Dumont, J.F., Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O. and Poisson, A. (1971). Outline of the Western Taurides. Geology and History of Turkey, Ed: Angus s. Compbelli, Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, pp. 225-255.

Clayton, R.N. and Mayeda, T.K. (1963). The use of bromine pentafluoride in the extraction of oxygen from oxides and silicates for isotopic analysis. Geochimica et Cosmochimica Acta, 27, 43-52.

Condie, K.C. (1993). Chemical composition and evolution of the upper continental crust: Contrasting results from surface samples and shales. Chemical Geology, 104, 1-37.

Craig, H. (1961). Isotopic variations in meteoric waters. Science, 133, 1702-1703.

Craig, J. Fitches, W.R. and Maltman, A.J. (1982). Chlorite-mica stacks in low-strain rocks from Central Wales. Geological Magazine, 119, 243-256.

Çerikcioğlu, B. ve Yalçın, H. (1998). Yıldızeli-Akdağmadeni arasındaki (Yavu çevresi) Eosen yaşlı volkanojenik kayaçlarla ilişkili kil minerallerinin mineralojisi ve jeokimyası. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 15, 87-100.

Dunoyer de Segonzac, G. (1970). The transformation of clay minerals during diagenesis and low-grade metamorphism: A review. Sedimentology, 15, 281-346.

Eberl, D.D. and Velde, B. (1989). Beyond the Kübler index. Clay Minerals, 24, 571-577.

Ece, O.I. Nakagawa, Z.-E. and Schroeder, P.A. (2003). Alteration of volcanic rocks and genesis of kaolin deposits in the Şile region, northern İstanbul, Turkey. I: Clay Mineralogy. Clays and Clay Minerals, 51, 675-688.

Evarts, R.C. and Schiffman, P. (1983). Submarine hydrothermal metamorphism of the Del Puerto Ophiolite, California. American Journal of Science, 283, 289-341.

Fitton, J.G., James, D., Kempton, P.D., Ormerod, D.S. and Leeman, W.P. (1988). The role of lithospheric mantle in the generation of late Cenozoic basic magmas in the western United States. In: Oceanic and Continental Lithosphere: Similarities and Differences, Cox KG, Menzies MA, editors. Jornal of Petrology, Special Volume, 331–349.

Folk, R.L. (1974). Petrology of Sedimentary Rocks. Second edition, Hemphill Press, Austin, TX, 182 pp.

Folk, R.L. and Land, L.S. (1975). Mg/Ca ratio and salinity: two controls over crystallization of dolomite. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 59, 60-68.

Frey M. (1987). Very low-grade metamorphism of clastic sedimentary rocks. In: Low Temperature Metamorphism, M. Frey (Ed.), Blackie, Glasgow and London, p. 9-58

Garrels, R.M. and Christ, C.L. (1965). Solutios, Minerals and Equilibria. Harper and Row, New York, 435 pp.

Gat, J.R., Shemesh, A., Tziperman, E., Hecht, A., Georgopoulus, D. and Basturk, O. (1996). The stable isotope composition of waters of the eastern Mediterranean Sea. Journal of Geophysical Research 101, 6441–6451.

Göncüoğlu, M.C. (2010). Türkiye Jeolojisine Giriş: Alpin ve Alpin Öncesi Tektonik Birliklerin Jeodinamik Evrimi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Monografi Serisi No : 5, 69 s.

Göncüoglu, M.C., Dirik, K. and Kozlu, H. (1997). General Characteristics of pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. Annales Geologique de Pays Hellenique, 37, Geol.Soc Greece, 515-536.

Gökdeniz, S. (1981). Recherches géologigues dans les Taurus Occidentales enter Karaman et Ermenek, Turquie. Les series a "tuffites vertes" Triasiques: Univérsite de Paris Sud, C.d'Orsay, These, 202 p.

Graciansky, P.C. (1968). Teke Yarımadası (Likya) Torosları'nın üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi Dinaro-Toroslar'daki yeri. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 71, 73-92, .

Grim, R.E. and Güven, N. (1978). Bentonites: Geology, Mineralogy, Properties and Uses. Elsevier, Amsterdam, Developments in Sedimentology 24, 256 pp.

Gromet, L.P., Dymek, R.F., Haskin, L.A. and Korotev, R.L. (1984). The "North American shale composite": Its compilation, major and trace element characteristics. Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 2469-2482.

Guggenheim, S., Bain, D.C., Bergaya, F., Brigatty, M.F., Drits, A., Eberl, D.D., Formoso, M.L.L., Galan, E., Merriman, R.J., Peacor, D.R., Stanjek, H., and Watanabe, T. (2002). Report of the AIPEA nomenclature committee for 2001: order, disorder and crystallinity in phyllosilicates and the use of the "Crystallinity Index". Clay Minerals, 37, 389-393.

Gutnic, M. and Monod, O. (1970). Un série Mésozoique condansée dans les nappes du Taurus Occidentale, la seri edu Boyalı Tepe. C.R., Somm., Société Géologique de France, 5, 166-167.

Gutnic, M., Poisson, A. and Dumont, J.F (1979). Géologie des Taurides Occidentales (Turquie). Société Géologique de France, Nouvelle Série, Mémoire, 58, 112 p.

Gündoğdu, M.N. Yalçın, H. Temel, A. and Clauer, N. (1996). Geological, mineralogical and geochemical characteristics of zeolite deposits associated

with borates in the Bigadiç, Emet and Kırka Neogene lacustrine basins, Western Turkey. Mineralium Deposita, 31, 492-513.

Haskin, L.A., Haskin, M.A., Frey, F.A. and Wildeman, T.R. (1968). Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: Origin and Distribution of the Elements, L.H.Ahrens (ed.). Pergamon Press, p. 889-912.

Hasse, K.M., Mühe, R. and Stoffers, P. (2000). Magmatism during extension of the lithosphere: geochemical constraints from lavas of the shaban deep, Northern Red Sea. Chemical Geology, 166, 225-239.

Hoffman, J. and Hower, J. (1979). Clay mineral assemblages as low grade metamorphic geothermometers: Application to the thrust faulted disturbed belt of Montana, USA. In: Aspects of Diagenesis, P.A. Scholle and P.R. Schluger (eds.), Society of Economic Paleontologists Mineralogists Special Publication, 26, 55-79.

Hunziker, J.C., Frey, M., Clauer, N., Dallmeyer, R.D., Freidrischen, H., Flehmig, W., Hochstrasser, K., Roggwifler, P. and Schwander, H. (1986). The evolution of illite to muscovite: Mineralogical and isotopic data from the Glarus Alps, Switzerland. Contributions to Mineralogy and Petrology, 92, 157 -180.

Inoue, A. (1985). Chemistry of corrensite: a trend in composition of trioctahedral chlorite/smectite during diagenesis. Journal of College of Arts and Sciences, Achiba University, B-18, 69-82.

Inoue, A. (1987). Conversion of smectite to chlorite by hydrothermal and diagenetic alterations, Hokuroku Kuroko mineralization area, Northeast Japan. Proc. of Int. Clay Conf., Denver. Eds. L.G. Schultz, H.van Olphen, F.A.Mumpton. The Clay Minerals Society, Bloomington, Indiana, 158-164.

Inoue, A. and Utada, M. (1991). Smectite-to-chlorite transformation in thermally meta-morphosed volcanoclastic rocks in the Kamikita area, Northern Honshu, Japan. American Mineralogist, 76, 628-640.

Inoue, A., Utada, M., Nagata, H. and Watanabe, T. (1984). Conversion of trioctahedral smectite to interstratified chlorite smectite in Pliocene acidic pyrclastic sediments of the Ohyu District, Akita Prefecture, Japan. Clay Science, 6, 103-116.

Inoue, A., Kohyama, N., Kitagawa, R. and Watanabe, T. (1987). Chemical and morphological evidence for the conversion of smectite to illite. Clays and Clay Minerals, 35, 111-120.

Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. (1971). Major and trace element abudances in volcanic rocksand orogenic areas. Bulletin of Geological Society of America, 83, 29-40.

J.C.P.D.S. (Joint Committee on Powder Diffraction Standards), (1990). Powder Diffraction File. Alphabetical Indexes Inorganic Phases. Swarthmore, United States of America, 871 pp.

Karlsson, H. R. and Clayton, R. N. (1991). Analcime phenocrysts in igneous rocks : Primary or secondary? American Mineralogist, 76, 189-199.

Keith, T. E. and Staples, L.W. (1985). Zeolites in Eocene Basaltic pillow lavas of the Siletz River volcanics, Central Coast Range, Oregon. Clays and Clay Minerals, 33, 135-144.

Kisch, H.J. (1980). Illite crystallinity and coal rank associated with lowest-grade metamorphism of the Taveyanne greywacke in the Helvetic zone of the Swiss Alps, Eclogae Geologicae Helvetiae, 73, 753-777.

Kisch, H.J. (1981). Coal rank and illite crystallinity associated with the zeolite facies of Southland and the pumpellyite-bearing facies of Otago, southern New Zealand. N.Z.J. Geol. Geophys. 24, 349-360.

Kübler B. (1968). Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. Bulletin-Centre de Recherches Pau-SNPA, 2, 385-397.

Kübler, B., Martini, J. and Vuagnat, M. (1974). Very low grade metamorphism in the Western Alps. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 54, 461-469.

Kyser, T.K. (1986). Stable isotope variations in the mantle, In: Stable Isotopes in High Temperature Geological Processes (Eds: J.W. Valley, H.P.Jr. Taylor, J.R. O'Neil), Reviews in Mineralogy, Chelsea, Mineralogical Society of America, 141-164 p.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. and Zanettin, B. (2002). A Classification of Igneous Rocks and Glossary of terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell Scientific Publications, Second edition, Oxford, U.K., 256 p.

Liou, J.G., Maruyama, S. and Cho, M. (1987). Very low grade metamorphism of volcanic and volcaniclastic rocks-mineral assemblages and mineral facies. In Low Temperature Metamorphism. Ed. Frey,M., Blackie, Glasgow and London, 59-113.

Lippmann, F. and Rothfuss, H. (1980). Tonminerale in Taveyannaz-Sandsteinen. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 60, 1-29.

Maniar, P.D. and Piccoli, P.M. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. Bulletin of Geological Society of America, 101, 635-643.

Marcoux, J. (1978). A scenario fort he birth of a new oceanic realm: The Alpine Neotethys. Abstract, 10. International Congress on Sedimentology, Jerusalem, 2, 419-420.

McDonough, W.F. and Sun, S.S. (1995). The composition of the earth. Chemical Geology 120, 223-253.

Menzies, M.A., Kyle, P.R., Jones, M. and Ingram, G. (1991). Enriched and depleted source components for tholeiitic and alkaline lavas from Zuni-Bandera, New Mexico: Inferences about intraplate processes and strafied lithosphere. Journal of Geophysical Research, 96, 13645-13671.

Merriman R.J. and Frey M. (1999). Patterns of very low-grade metamorphism in metapelitic rocks. Pp. 61-107 in: Low Grade Metamorphism (M. Frey & D. Robinson editors), Blackwell Sciences Ltd., Oxford.

Merriman R.J. and Peacor D.R. (1999). Very low-grade metapelites: mineralogy, microfabrics and measuring reaction progress. Pp. 10-60 in: Low Grade Metamorphism (M. Frey & D. Robinson editors), Blackwell Sciences Ltd., Oxford.

Merriman, R.J., Roberts, B. and Peacor, D.R. (1990). A transmission electron microscopy study of white mica crystallite size distribution in a mudstone to slate transitional sequence, North Wales, UK. Contributions to Mineralogy and Petrology, 106, 27-44.

Monod, O. (1977). Recherches géologiques dans le Taurus occidental au sud de Beyşehir (Turquie). These, Université Paris-Sud, Orsay, 442 pp.

M.T.A. (Maden Tetkik ve Arama), 2002. 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Maden ve Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Moore, D.M. and Reynolds, R.C.Jr. (1997). X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. Oxford University, 378 pp.

Morad, S. (1986). Mica-chlorite intergrowths in very low-grade metamorphic sedimentary rocks from Norway. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 154, 271-287.

Morton, A.C. and Johnson, M.J. (1993). Factors influencing the composition of detrital heavy mineral suites in Holocene sands of the Apure River drainage basin, Venezuela. in: Johnson, M.J. and Basu, A., eds. Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments. Geological Society of America, Special Paper, 284, 21-40.

Mposkoz, E. und Perdikatzis, V. (1981). Die Paragonit-Chloritoid führenden Schiefer des südwestlichen Bereiches des Kerkis auf Samos (Greichenland). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 142, 292-308.

O'Neil, J.R. (1986). Terminology and standards, In: Stable Isotopes in High Temperature Geological Processes, (eds: J.W.Valley, H.P.Taylor ve J.R.O'Neil), Mineralogical Society of America, Chelsea, 561-570.

Özgül, N. (1971). Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 14, 75-87.

Özgül, N. (1976). Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Özgül, N. (1984). Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. International Symposium on the Geology of Taurus Belt, Ankara, ed. Tekeli O. and Göncüoğlu, MC., 77-90,.

Özgül, N. (1997). Bozkır-Hadim-Taşkent (Orta Toroslar'ın kuzey kesimi) dolaylarında yer alan tektono-stratigrafik birliklerin stratigrafisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 119, 117-174.

Özgül, N. and Arpat, E. (1973). Structural units of the Taurus orgenic belt and their continuations in neighbouring regions: Selection of papers on the Eastern Mediterranean region, presented at 23 rd Congress of CIESM in Athens, 1972, Bulletin of Geological Society of Greece, 10, 156-164.

Pearce, J.A. (1982). Trace element characteristics of lavas from destruetive plate boundaries. In: R.S. Thorpe, Ed. Andesites, John Wiley and Sons, 525-547.

Pearce, T.H. (1993). Analcime phenocrysts in igneous rocks: Primary or secondary? -Discussion. American Mineralogist, 78, 225-229.

Pearce, J.A. and Gale, G.H. (1977). Identification of ore-deposition environment from trace element geochemistry of associated igneous host rocks. Geol. Soc. Spec. Pub., 7, 14-24.

Pearce, J.A. and Norry, M.J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volkanic rocks. Contrib. Miner. Petrol, 69, 33-47.

Peccerillo, A. and Taylor, S.R. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. Contribition to

Mineralogy and Petrology, 58, 63–81.

Pettijohn, F.J. (1975). Sedimentary Rocks. Harper and Row, New York, 628 p.

Rice, S.B., Papke, K.G. and Vaughan, D.E. (1992). Chemical contrals on ferrierite crystallization during diagenesis of silicic pyroclastic rocks near Lovelock, Nevada. American Mineralogist, 77, 314-328.

Rickwod, P.C. (1989). Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. Lithos, 22, 247-263.

Robert, C. and Goffé, B. (1993). Zeolitization of basalts in subaqueous freshwater settings:Field observations and experimental study. Geochimica et Cosmochimica Acta, 57, 3597-3612.

Savin, S.M. and Lee, M. (1988). Isotopic studies of phyllosilicates. In: Bailey, S.W. (Ed.), Hydrous Phyllosilicates. Mineralogical Society of America, Washington, DC, Reviews in Mineralogy, 19, 189–223.

Schmid, R. (1981). Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Geology, 9, 41-43.

Sheppard, S.M.F. (1986). Characterization and isotopic variations in natural waters, 165-184 page in: Stable Isotopes in High-temperature Geological Processes (ed: J.W. Valley, Jr H.P. Taylor ve J. O'Neil), Reviews in Mineralogy 16, Mineralogical Society of America, Washington DC.

Sheppard, S.M.F. and Gilg, H.A. (1996). Stable isotope geochemistry of clay minerals. Clay Minerals, 31, 1-24.

Sheppard, S.M.F., Nielsen, R.L. and Taylor, H.P. Jr. (1969). Oxygen and hydrogen isotope ratios of clay minerals from porphyry copper deposits. Economic Geology, 64, 755-777.

Srodon, J. (1984). X-ray powder diffraction identification of illitic materials. Clays and Clay Minerals, 32, 337-349.

Streckeisen, A. (1978). Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Recommendations and Suggestions. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Stutgart, Abhandlungen, 31, 1-14.

Sun, S.S. and McDonough, W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implicatoins for mantle composition and processes. In: A.D. Saunders and M.J. Norry, (Eds.), Magmatism in Ocean Basins, Geological Society of London, Special Publication 42, 359-362.

Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.

Taylor, S. R. and McLennan, S. M. (1981). The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks: Phil.Trans. R. Soc. London, Set. A., v. 301, 381-399.

Vergo, N. and April, R.H. (1982). Interstratified clay minerals in contact aureoles, West Rock, Connecticut, Clays and Clay Minerals, 30, 237-240.

Weaver, C.E. and Pollard, L.D. (1973). The Chemistry of Clay Minerals. Elsevier, Amsterdam, Developments in Sedimentology 15, 213 pp.

Weaver S.D. and Tarney, J. (1984). Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. Nature, 310, 575-576.

Wenner, D.B. and Taylor, H.P.Jr. (1974). D/H and O^{18}/O^{16} studies of serpentinization of ultramafic rocks. Geochimica et Cosmochimica Acta, 38, 1255-1286

Wilson, M. (1989). Igneous Petrogenesis. Unwin Hyman, London, 466 sayfa.

Winchester, J.A. and Floyd, P.A. (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chemical Geology, 20, 325-343.

Wood, D.A. (1980). The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal

contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. Earth and Planetary Science Letters, 50, 11-30

Yalçın, H. (1997). Eosen yaşlı denizaltı volkanizması ile ilişkili İç Kuzey Anadolu zeolit oluşumları. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 14, 43-56.

Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö. (1995). Kangal-Çetinkaya alt baseni (Sivas baseni) gölsel paligorskitlerinin mineralojisi ve jeokimyası. VII. Ulusal Kil Sempozyumu, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, 27-30 Eylül, Bildiriler Kitabı (Eds. M.Şener, F.Öner, E.Koşun), 105-116.

Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö. (2002). Hekimhan (Malatya) çevresindeki Üst Kretase yaşlı volkaniklerin alterasyon mineralojisi ve jeokimyası: denizsuyu-kayaç etkileşimine bir örnek. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 19, 81-98.

Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö. (2003). Sivas Batısındaki (Yıldızeli-Akdağmadeni) hidrotermal kaolin ve I-S oluşumlarının mineralojisi ve jeokimyası. Türkiye Jeoloji Bülteni, 46, 1-23.

Yalçın, H. and Bozkaya, Ö. (2004). Ultramafic-rock-hosted vein sepiolite occurrences in the Ankara ophiolitic mélange, Central Anatolia, Turkey. Clays and Clay Minerals, 52, 2, 227-239.

Yalçın, H., Bozkaya, Ö. ve Başıbüyük, Z. (2004). Kangal Havzası (Sivas Tecer Dağı güneyi) Mg-kil ve Mg–karbonat oluşumlarının incelenmesi. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 21, 1-30.

Yalçın, H., Bozkaya, Ö. ve Tetiker, S. (2005). Kangal kömür yatağının kil mineralojisi ve jeokimyası. 12. Ulusal Kil Sempozyumu, Yüzüncüyıl Üniversitesi, Van, 5-9 Eylül, Bildiriler Kitabı, s. 16-31.

Yalçın, H. and Gümüşer, G. (2000). Mineralogical and geochemical characteristics of of Late Cretaceous bentonite deposits at the north of Kelkit valley, Northern Turkey. Clay Minerals, 35, 5, 807-825.

Yeh, H.-W. (1980). D/H ratios and late-stage dehydration of shales during burial. Geochimica Cosmochimica Acta, 44, 341-352.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Mine TAKÇI
Doğum Yeri ve Tarihi	Sivas 01.01.1989
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
E-posta Adresi	mine.199@hotmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Sivas Koleji, 2004
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2011
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, 2011-2015

İş Tecrübesi

Batı Zemin	Jeoloji Mühendisi, 2014-

Yayınlar

-

Kongreler ve Bildiriler

-

Ödüller, Teşvikler ve Üyelikler

-