

**EOSEN VOLKANİKLERİNİN HİDROTERMAL ALTERASYON
MİNERALOJİSİ-PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI: ZARA-İMRANLI-
SUŞEHİRİ-ŞEREFİYE DÖRTGENİ'NDEN BİR ÖRNEK (SİVAS
KUZEYDOĞUSU, İÇ-DOĞU ANADOLU, TÜRKİYE)**

Zeynel BAŞIBÜYÜK

DOKTORA TEZİ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2006

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EOSEN VOLKANİKLERİNİN HİDROTERMAL ALTERASYON
MİNERALOJİSİ-PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI: ZARA-İMRANLI-
SUŞEHİRİ-ŞEREFİYE DÖRTGENİ'NDEN BİR ÖRNEK (SİVAS
KUZEYDOĞUSU, İÇ-DOĞU ANADOLU, TÜRKİYE)**

Zeynel BAŞIBÜYÜK

DOKTORA TEZİ

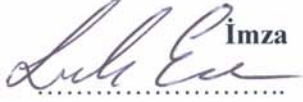


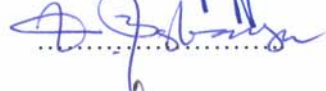
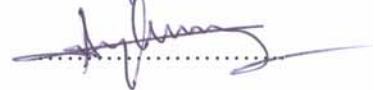
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Hüseyin YALÇIN

Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Prof.Dr.

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ' NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Prof. Dr. Işık ECE	 İmza
Üye	Prof. Dr. Hüseyin YALÇIN	
Üye	Prof. Dr. Durmuş BOZTUĞ	
Üye	Prof. Dr. Ömer BOZKAYA	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Hüseyin YILMAZ	

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

12 / 05 / 2006

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Hani GÜRŞÖY



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 01.01.1994 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne hazırlanan ve yayınlanan "Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET

Doktora Tezi

EOSEN VOLKANİKLERİNİN HİDROTERMAL ALTERASYON MİNERALOGİSİ-
PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI: ZARA-İMRANLI-SUŞEHİRİ-ŞEREFİYE
DÖRTGENİ'NDEN BİR ÖRNEK (SİVAS KUZEYDOĞUSU, İÇ-DOĞU ANADOLU,
TÜRKİYE)

Zeynel BAŞIBÜYÜK

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN

İnceleme alanı; İç-Doğu Anadolu Bölgesinde, Sivas ili kuzeydoğusundaki Zara-İmranlı-Suşehri-Şerefiye dörtgeninde yer almakta ve yaklaşık 1200 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Sivas havzasını kuzeydoğudan çevreleyen Eosen yaşlı volkanikler içerisinde hidrotermal bozuşma ile ilişkili kaolin oluşumları bulunmaktadır.

Genel anlamda bu çalışmanın amacı; kaolinlerin kronostratigrafik dağılım, oluşum, köken, parajenetik ilişki, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi; ayrıca kaolin oluşumlarının köken kayacını oluşturan volkaniklerin adlandırılması, sınıflandırılması ve soy özelliklerinin yanı sıra, tektonik ortamlarının belirlenmesine yönelik ek verilerin sunulmasıdır. Bu temel çerçeve içerisinde; kayaç ve mineral örnekleri üzerinde optik ve elektron mikroskobu, X-ışınları kırınımı (tüm kayaç ve kil fraksiyonu) ve jeokimyasal (ana, iz/ eser, REE, K/Ar yaş tayini, O-H duraylı izotoplar) incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Bölgedeki Eosen magmatizmasının ilk işaretlerini piroklastik ürünler sunan Akıncılar formasyonu oluşturmaktadır. Bu evreyi Karataş volkanitlerine ait lav akıntıları izlemiş, sığ derinliklerde ise sıcak-sıcak dokanak ilişkisi ile Köseadağ siyeniti sokulum yapmıştır.

Hidrotermal bozuşma yalnızca Orta-Üst Eosen yaşlı Karataş volkanitleri ile Köseadağ siyenitini etkilemiştir. Bozuşmanın yaşı alunit mineralinden itibaren K/Ar radyometrik yaş tayini ile 38.0 ± 0.9 milyon yıl olarak bulunmuştur. Kil oluşumları, plütonik-volkanik dokanağına paralel volkanikler içerisindeki çember şeklindeki açılma çatlakları ile KD-GB doğrultulu uzanan ve plütonik ve volkaniklerin her ikisini de kesen iki ana zonda yoğunlaşmaktadır. Hidrotermal bozuşmuş seviyeler genellikle birkaç km^2 'lik (en fazla 30 km^2) zonlar halinde gözlenmektedir. Kaolinit yatakları; keskin sınırlarla ayrılmamakla birlikte, demir oksitli, alunitli ve diğer kil minerallerince (çoğunlukla I-S) zengin seviyeler içermekte olup, üst kesimleri silis bir şapka tarafından örtülmüştür.

Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerinde piropilitik, fillik/serizitik ve arjilitik olmak üzere üç tür hidrotermal bozuşma ayırt edilmiştir. Hidrotermal bozuşma sonucu Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerinden itibaren fillosilikat/kil mineralleri (kaolinit, illit, smektit, klorit, I-S, C-S ve pirofillit), oksit ve hidroksitler (hematit, götit), sülfürler (galenit, sfalerit, pirit, kalkopirit, molibdenit ve kovellin), karbonatlar (kalsit, dolomit, malahit, azurit), sülfatlar (barit, alunit, jarosit), fosfat (goyazit), kuvars ve opal-CT mineralleri meydana gelmiştir.

Karataş volkanitlerinde en yaygın hidrotermal mineral parajenezlerini kil + kuvars + götit + goyazit, kil + kuvars + alunit + götit ve kil + kuvars + jarosit + feldispat \pm götit ve/veya goyazit oluşturmaktadır. Karataş volkanitlerinin bozuşması ile oluşmuş kaolinitler orta-kötü derecede kristalinite değerleri göstermektedir. I-S'ler (% 9-46 smektit) dioktahedral, smektitler dioktahedral ve C-S'ler (% 41-52 smektit) trioktahedral bileşimindedir. Kaolinit T (triklinik), pirofillit $1T_c$ ve klorit IIb politipine sahiptir.

Köseadağ siyenitinde en yaygın hidrotermal mineral birlikteliklerini kil + kuvars + jarosit \pm götit \pm feldispat ve kil + kuvars + feldispat oluşturmaktadır. Dioktahedral bileşime ve $1M_d+2M_1+1M$ politipine sahip I-S'lerde smektit içeriği % 5-16 arasında değişmektedir. C-S'ler (smektit içeriği % 48-50) trioktahedral ve smektiler ise dioktahedral bileşimdedir.

Yüzey ve/veya yüzeye yakın koşullarda oluşan hipojen ve süperjen hidrotermal bozuşma ürünleri; neoformasyon ve/veya degradasyon mekanizması ile doğrudan veya çoğunlukla feldispatlardan itibaren gelişen birincil ve ikincil mineraller temsil etmektedir. Hipojen mineraller erken (kaolinit, pirofillit, illit, I-S, smektit, kuvars ve opal-CT) ve geç evre (barit, cevher mineralleri, alunit, goyazit, jarosit, klorit ve C-S) olmak üzere iki

aşamada oluşmuştur. Turmalin ve epidot metasomatik; karbonatlar (kalsit, dolomit, azurit ve malahit) ise süperjen mineraller olarak değerlendirilmiştir.

İnceleme alanındaki Orta-Üst Eosen yaşlı magmatiklerin alkali karaktere sahip, büyük ölçüde üst kıtasal kabuksal kirlenmeye uğramış üst manto malzemesinin fraksiyonel kristalleşmesi ile oluşmuş, çarpışma ile eş zamanlı veya çarpışma sonrası levha içi magmatizmayı temsil ettiği düşünülmektedir.

I-S mineralleri, kaolinitlere göre REE bakımından oldukça zengin olup; kil minerallerinin iz ve özellikle REE içerikleri türedikleri köken kayacın ayırt edilmesinde jeokimyasal bir ölçüt oluşturmaktadır. Kil minerallerinin O-H duraylı izotop sonuçları, hidrotermal akışkanın kökeninin ağırlıklı olarak magmatik kökenli olduğuna işaret etmektedir.

Hidrotermal bozuşma ile ilksel magmatik kayalarda meydana gelen kütle değişim hesaplamaları hareketsiz element (TiO_2 ve Nb) yöntemi kullanılarak araştırılmış ve Karataş volkanitlerinde 30.29 wt.% ve Köseadağ siyenitinde 66.93 wt.%'lık bir net kütle kaybı olduğu belirlenmiştir. En fazla kütle kaybı Al_2O_3 de, kütle kazancı volkanik ve siyenitlerde sırasıyla Fe_2O_3 ve Na_2O 'de gerçekleşmiştir. İz elementlerdeki en fazla kütle kaybı volkaniklerde Sr ve siyenitlerde As, her ikisinde en fazla kütle kazancı Ba elementinde ortaya çıkmıştır. Kayıpların çoğunlukla kil minerallerinin, kazançların ise kil-dışı neoformasyon minerallerinin yapısına girerek dengelendiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler Siyenit, Kil mineralleri, XRD, SEM, Duraylı izotoplar

ABSTRACT

PhD Thesis

HYDROTHERMAL ALTERATION MINERALOGY- PETROGRAPHY AND
GEOCHEMISTRY OF EOCENE VOLCANICS: AN EXAMPLE FROM
QUADRANGLE OF ZARA-İMRANLI-SUŞEHRİ-ŞEREFİYE (NORTHEAST OF
SİVAS, CENTRAL-EASTERN ANATOLIA, TURKEY)

Zeynel BAŞIBÜYÜK

Cumhuriyet University
Institute of Applied and Natural Sciences
Geological Engineering Department

Supervisor: Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN

The study area is located at the quadrangle of Zara-İmralı-Suşehri-Şerefiye in the northeast of Sivas province, Eastern part of Central Anatolia, and occupies approximately 1200 km². Hydrothermal alteration of kaolin formations were found within the volcanics of Eocene age surrounding Sivas basin from the Northeast.

The aim of this study were to investigate chronostratigraphic distributions, formations, origin, paragenetic relations, mineralogical and geochemical characteristics of kaolinites; to name and classify the volcanics forming the origin rock of kaolin formations, as well as to present additional data on determination of their tectonic setting. Within this main frame, optic and electron microscopies, X-ray diffraction as whole rock and clay fraction, and geochemical analysis as major, trace, REE, K/Ar radiometric dating and stable isotopes were carried out on the collected rock and mineral samples.

First clues for the Eocene magmatism of the region were provided by Akıncılar formation which possessed piroclastic products. This stage was followed by the flows of the Karataş volcanites and in the shallow depths by Köseadağ syenite intrusions with relations of hot-hot contact.

Hydrothermal alterations have only affected the Middle-Upper Eocene aged Karataş volcanites and Kösedag syenite. The age of alteration was determined with K/Ar radiometric dating from alunite mineral and found to be 38.0 ± 0.9 Ma. Clay formations were located within the circular tension fractures of volcanics running parallel to the contact of plutonic-volcanic rocks, and within two main zones spanning in the NE-SW direction and intersecting both plutonics and volcanics. Hydrothermal alterations levels were usually observed in zones with a few km^2 surface area (at most 30 km^2). Kaolinite beds were separated by sharp boundaries and rich in iron oxide, alunite and other clay minerals (mainly I-S), upper parts of the beds were covered with a silica cap.

Three hydrothermal alterations identified within Kösedag syenite and Karataş volcanites were of the propylitic/sericitic and argillic type. Due to the hydrothermal alterations a series of mineralization have taken place, starting from Kösedag syenite and Karataş volcanites that included phyllosilicate/clay minerals (kaolinite, illite, smectite, chlorite, I-S, C-S and pyrophyllite), oxides and hydroxides (hematite and goethite), sulphides (galenite, sphalerite, pyrite, chalcopyrite, molybdenite and covellite), carbonates (calcite, dolomite, malachite and azurite), sulphates (barite, alunite and jarosite), phosphates (goyazite), quartz and opal-CT minerals.

Within Karataş volcanites the commonest minerals paragenesis were found to be clay + quartz + goethite + goyazite, clay + quartz + alunite + goethite and clay + quartz + jarosite + feldspar \pm goethite and/or goyazite. Kaolinites resulting from alterations of Karataş volcanics displayed middle-poor degree of crystallinity. The compositions of smectites and I-S with 9-46 % smectite component were of dioctahedral, while C-S with 41-52 % smectite component were of trioctahedral. Kaolinites, pyrophyllite and chlorite had T (triclinic), $1T_c$ and IIb polytypes, respectively.

The commonest hydrothermal minerals paragenesis within Kösedag syenite were made up of clay + quartz + jarosite \pm goethite \pm feldspar and clay + quartz + feldspar. The smectite content of I-S having dioctahedral composition and $1M_d+2M_1+1M$ polytypes, varied between 5-16 %. C-S with % 48-50 smectite content had trioctahedral composition while smectites were of dioctahedral composition.

In the surface and/or nearly surface hypogene and supergene hydrothermal alteration products the primary and secondary minerals were developed directly by the neoformation and/or degradation mechanism or usually from feldspars. Hypogene minerals appeared to involve two stages of formation; early stage (kaolinite, pyrophyllite, illite, I-S, smectite, quartz and opal-CT) and late stage (barite, ore minerals, alunite,

goyazite, jarosite, chlorite and C-S). Tourmaline and epidote were considered as metasomatic, but carbonates (calcite, dolomite, malachite, azurite) as supergene minerals.

Middle-Upper Eocene aged magmatics within the investigated area were found to be alkaline in character, and to large extent they were formed by the contamination of the upper continental crust with fractional crystallization of the upper mantle material, representing a syn-collision or post-collision occurred within plate magmatism.

Compared to kaolinites, I-S minerals were rich in REE. Trace element contents of the clay minerals, REE in particular, served as a geochemical measure in discriminating the origin rocks that they derived from. The results of the O-H stable isotopes of clay minerals indicated that the hydrothermal flows were mainly originated from magma.

The calculations of the mass change taken place within primitive magmatic rocks by hydrothermal alteration were investigated by using the immobile element (TiO₂ and Nb) method and it was found that Karataş volcanites underwent 30.29 wt.% and Kösedag syenite 66.93 wt.% of net mass loss. The greatest mass loss was registered for Al₂O₃. On the other hand gain of mass determined in volcanics and syenites were of Fe₂O₃ and Na₂O, respectively. Trace element losses were the largest in Sr of volcanics and in As of syenites. A gain of mass was registered for Ba of both volcanics and syenites. Losses mostly were observed in clay minerals and gains appeared to be contained within the structure of neoformation minerals. Thus it could be concluded that losses and gains in a way balanced one another.

Keywords: Syenite, Clay minerals, XRD, SEM, Stable isotopes

TEŞEKKÜR

Doktora Tezi kapsamında hazırlanan bu çalışmada, her türlü yardım ve katkılarını esirgemeyen ve beni yönlendiren çok saygı duyduğum hocam Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN'a teşekkür ederim.

Ayrıca; doktora tez projesi kapsamında maddi destek sağlayan Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'na (CÜBAP), arazi ve tezin değişik aşamalarındaki yardımları için Prof.Dr.Ömer BOZKAYA'ya, uzaktan algılama görüntülerinin elde edilmesi ve yorumlanmasındaki katkılarından dolayı Doç.Dr.Kaan Şevki KAVAK'a, yapısal jeoloji ve jeolojik evrim modeli oluşturmadaki yardımlarından dolayı Prof.Dr.Haluk TEMİZ ve Prof.Dr.Durmuş BOZTUĞ'a, paleontolojik kesitlerin incelenmesindeki katkılarından dolayı Doç.Dr.Nazire ÖZGEN ve Yrd.Doç.Dr.Mehmet AKYAZI'ya, stajyer öğrencilerim Deniz HOZATLIOĞLU ve Şükrü ÇELİK'e, laboratuvar çalışmalarındaki yardımları için Kimya Yüksek Mühendisi Fatma YALÇIN ve teknisyen Ufuk KUŞ'a; bana manevi desteğini esirgemeyen yakınlarıma ve aileme çok teşekkür ederim.

Zeynel BAŞIBÜYÜK

Mart 2006

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT	viii
TEŞEKKÜR	xi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxvii
KISALTMALAR DİZİNİ	1
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması	1
1.3. Önceki Çalışmalar	2
2. İNCELEME ALANININ STRATİGRAFİSİ	10
2.1. Bölgesel Jeoloji	10
2.2. Litostratigrafi Birimleri	12
2.2.1. Refahiye karmaşığı	15
2.2.2. Akıncılar formasyonu	16
2.2.2.1. Dağılımı ve topografya görünümü	16
2.2.2.2. Kayaç türü, kalınlık ve alt/üst sınırlar	16
2.2.2.3. Fosil topluluğu ve yaş	24
2.2.2.4. Karşılaştırma ve yorum	24
2.2.3. Karataş volkanitleri	25
2.2.3.1. Dağılımı ve topografya görünümü	25
2.2.3.2. Kayaç türü, kalınlık ve alt/üst sınırlar	25
2.2.3.3. Volkanizmanın yaşı	28
2.2.3.4. Karşılaştırma ve yorum	28
2.2.4. Kösedag siyeniti	29
2.2.4.1. Dağılımı ve topografya görünümü	29
2.2.4.2. Kayaç türü, kalınlık ve alt/üst sınırlar	29
2.2.4.3. Plütonizmanın yaşı	31
2.2.4.4. Karşılaştırma ve yorum	31
2.2.5. Onarı formasyonu	32
2.2.6. İsola volkanitleri	32
2.2.7. Şerefiye bazaltı	34
2.2.8. Kadıköy formasyonu	35
2.2.9. Kuvaterner oluşukları	35
2.3. Yapısal Jeoloji	35
3. ÇALIŞMA ALANININA AİT LANDSAT ETM+ GÖRÜNTÜSÜNÜN SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEMLERİ YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ	38
3.1. Uzaktan Algılama	38
3.1.1. Landsat Serisi Uydular ve Görüntülerinin Genel Özellikleri	39
3.2. Sayısal Görüntü İşleme (SGİ)	40
3.2.1. Jeolojik bant kombinasyonunun seçimi	40
3.2.2. Spektral oranlama	41
3.2.3. Kenar zenginleştirilmesi	45

3.3.	Verilerin Yorumlanması	47
4.	MATERYAL VE YÖNTEM	48
4.1.	Optik Mikroskop İncelemeleri	49
4.2.	Taramalı Elektron Mikroskop İncelemeleri	49
4.3.	X-ışını Kırınımı İncelemeleri	49
4.4.	Jeokimyasal İncelemeler	55
4.5.	Özgül Ağırlık Ölçümleri	55
4.6.	Kütle Değişim Hesaplamaları	56
4.7.	Uzaktan Algılama İncelemeleri	56
5.	MİNERALOGİ-PETROGRAFI	58
5.1.	Refahiye Karmaşığı	58
5.1.1.	Optik mikroskop incelemeleri	58
5.1.2.	X-ışınları incelemeleri	59
5.1.2.1.	Tüm kayaç incelemeleri	59
5.1.2.2.	Kil fraksiyonu incelemeleri	59
5.2.	Akincılar Formasyonu	59
5.2.1.	Optik mikroskop incelemeleri	59
5.2.2.	X-ışınları incelemeleri	68
5.2.2.1.	Tüm kayaç incelemeleri	68
5.2.2.2.	Kil fraksiyonu incelemeleri	70
5.3.	Karataş Volkanitleri	75
5.3.1.	Optik mikroskop incelemeleri	75
5.3.2.	X-ışınları incelemeleri	90
5.3.2.1.	Tüm kayaç incelemeleri	90
5.3.2.2.	X-ışınları kil fraksiyonu incelemeleri	96
5.4.	Kösedag Siyeni	106
5.4.1.	Optik mikroskop incelemeleri (OM)	106
5.4.2.	X-ışınları incelemeleri	117
5.4.2.1.	X-ışınları tüm kayaç incelemeleri	117
5.4.2.2.	X-ışınları kil fraksiyonu incelemeleri	120
5.5.	İsola Volkanitleri	126
5.5.1.	Optik mikroskop incelemeleri	126
5.5.2.	X-ışınları incelemeleri	130
5.6.	Onarı Formasyonu	130
5.6.1.	Optik mikroskop incelemeleri	130
5.6.2.	X-ışınları incelemeleri	131
5.7.	Şerefiye Bazaltı	132
5.7.1.	Optik mikroskop incelemeleri	132
5.7.2.	X-ışınları incelemeleri	133
5.8.	Kadıköy Formasyonu	133
5.8.1.	Optik mikroskop incelemeleri	133
5.8.2.	X-ışınları incelemeleri	134
6.	JEOKİMYA	136
6.1.	Ana ve İz/Eser Element Jeokimyası	136
6.1.1.	Magmatik kayaçlar	136
6.1.2.	Kil mineralleri	149
6.2.	İzotop Jeokimyası	160
6.3.	Bozmuş magmatik kayaçlarda kütle değişim hesaplamaları	161
7.	HİDROTERMAL BOZUŞMA YATAKLARININ OLUŞUMU	165
7.1.	Hidrotermal Bozuşma Türleri	165

7.1.1.	Piropillitik bozuşma	165
7.1.2.	Serizitik (Fillik) bozuşma	169
7.1.3.	Arjilik bozuşma	180
7.1.3.1.	Makroskopik gözlemler	180
7.1.3.2.	OM incelemeleri	185
7.1.3.3.	SEM incelemeleri	195
7.2.	Hidrotermal Bozuşma Minerallerinin Oluşumu ve Kökeni	200
7.3.	Kaolinit Yataklarının Oluşum Modeli	204
8.	SONUÇLAR	207
9.	EK AÇIKLAMALAR	210
A-	Karataş Volkanitleri ve Kösedag Siyenitlerinin OM İnceleme Sonuçları	210
B-	Karataş Volkanitleri ve Kösedag Siyenitlerinin XRD Çözümleme Sonuçları	241
10.	KAYNAKLAR	258
	ÖZGEÇMİŞ	269

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No.		Sayfa
Şekil 2.1.	İnceleme alanına ait bölgesel jeoloji haritası (Bingöl, 1989; Tüysüz, 1993; Göncüoğlu ve diğ., 1997; Görür ve diğ., 1998)	11
Şekil 2.2.	Zara-İmranlı-Suşehri-Şerefiye çevresinin jeoloji haritası (Kalkancı, 1974; Yılmaz ve diğ., 1985; Uysal ve diğ., 1995)	13
Şekil 2.3.	Zara-İmranlı-Suşehri-Şerefiye çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Kurtman, 1973; Kalkancı, 1974; Yılmaz ve diğ., 1985; Uysal ve diğ., 1995)	14
Şekil 2.4.	Akıncılar formasyonunun tip kesiti (Bozkır köyü güneybatısı)	17
Şekil 2.5.	Akıncılar formasyonu volkanik çakıllı konglomera ve üzerine gelen tüflü kumtaşı seviyeleri (Çokrak köyü batısı)	18
Şekil 2.6.	Akıncılar formasyonu volkanik çakıllı konglomeraların yakın görünümü (Çokrak köyü batısı)	18
Şekil 2.7.	Akıncılar formasyonuna ait iyi yuvarlaklaşmış kötü boylanmalı volkanik, beyaz mermer ve kuvarasit çakıllı konglomeralar (Zara 5 km kuzeydoğusu)	19
Şekil 2.8.	Akıncılar formasyonuna ait yeşil kumtaşı-beyaz-sarı tüflü kumtaşı ar dalanması (Bozkır köyü güneyi)	20
Şekil 2.9.	Akıncılar formasyonuna ait beyazımsı tüflü silttaşı arakatlı yeşil kumtaşı düzeyleri (Bozkır köyü güneyi)	20
Şekil 2.10.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşı-tüflü silttaşı ar dalanması (Bozkır köyü batısı)	21
Şekil 2.11.	Akıncılar formasyonu aglomeralar yuvarlak tane boylu (~ 0,5-60 cm) (Bozkır köyü batısı)	21
Şekil 2.12.	Akıncılar formasyonuna ait yarı yuvarlak tane boylu aglomeralar (Bozkır köyü batısı)	22
Şekil 2.13.	Akıncılar formasyonuna ait çoğunlukla yuvarlak tane boylu (~ 0,5-60 cm) aglomeralar (Aksu köyü güneydoğusu)	22
Şekil 2.14.	Akıncılar formasyonuna ait köşeli-yarı köşeli volkanik breşler (Kablan köyü güneyi)	23
Şekil 2.15.	Akıncılar formasyonu aglomeralarında gelişen soğan kabuğu-benzeri bozunmalar (Bozkır köyü batısı)	23
Şekil 2.16.	Akıncılar formasyonu ile Karataş volkanitlerinin sınır ilişkisi (Bozkır köyü batısı)	26
Şekil 2.17.	Karataş volkanitlerinde gözlenen akma düzlemleri (Ütükyurdu köyü güneybatısı)	26
Şekil 2.18.	Siyah renkli, bol çatlaklı Karataş volkanitleri (Kekeç yaylası batısı)	27
Şekil 2.19.	Karataş volkanitlerinde feldispatların (0.5-3.0 cm) ortaya çıkardığı porfirik doku (Kekeç köyü)	27
Şekil 2.20.	Karataş volkanitlerinde gözlenen soğan kabuğu biçimindeki bozunma (Holoz köyü kuzeyi)	28
Şekil 2.21.	Kösedag siyenitine ait kuvarslı siyenitlerde gözlenen soğuma düzlemleri (Geminbeli geçidi)	30
Şekil 2.22.	Yeşilimsi siyah renkli volkaniklere sokulum yapan pembe renkli kuvarslı siyenitler (Aksu köyü batısı)	30
Şekil 2.23.	Yeşilimsi siyah renkli volkanikler içinde pembe renkli kuvarslı siyenit damarları (Aksu köyü batısı)	31
Şekil 2.24.	İsola volkanitleri yakın görünüm (Tüylüdere Tepe)	33
Şekil 2.25.	İsola volkanitleri içerisinde bozuşmuş siyenit enklavları (Tüylüdere Tepe)	33
Şekil 2.26.	İsola volkanitlerinde gözlenen sütun yapılı dasitler (Deredam Köyü)	34
Şekil 2.27.	İnceleme alanının jeolojik evrim modeli, TAP=Torid-Anatolid Platformu (Boztuğ ve Jonckheere, 2006; Boztuğ ve diğ., 2006'dan değiştirilerek düzenlenmiştir)	37

Şekil 3.1.	İnceleme alanının 174/32 numaralı Landsat ETM+ görüntüsünün Türkiye haritasındaki konumu ile Landsat ETM+ 321 (RGB) görüntüsü ve içerdiği belli başlı yerleşim merkezleri	39
Şekil 3.2.	Çalışma alanı içerisinde litolojik ayrımlanma ve morfolojik yapıları gösteren Landsat ETM 742 (RGB) görüntüsü	41
Şekil 3.3.	Kil minerallerinden kaolin, montmorillonit ve illitle birlikte alüminin laboratuvarında elde edilmiş spektral yansıma eğrileri (Sabins, 1997)	42
Şekil 3.4.	İnceleme alanındaki kil ve karbonat yoğunlaşmalarını gösteren Landsat ETM+ 5/7 spektral oranlama görüntüsü	43
Şekil 3.5.	İnceleme alanındaki abram oranı ile kil yoğunlaşmasını gösteren Landsat ETM 5/7 spektral oranlama görüntüsü	44
Şekil 3.6.	İnceleme alanındaki demir oksit yoğunlaşmalarını gösteren Landsat ETM+ 3/1 spektral oranlama görüntüsü	45
Şekil 3.7.	Kenar zenginleştirme işlemi uygulanmış Landsat ETM+ 7. bant ve bu işlem sonucunda ortaya çıkan jeolojik çizgisellikler	46
Şekil 4.1.	Zara-İmranlı-Suşehri-Şerefiye çevresinin örnekleme haritası	48
Şekil 4.2.	C.Ü.MİPJAL'da uygulanan kil ayırma iş akış şeması	54
Şekil 5.1.	Akıncılar formasyonuna ait mikroçakıltaşlarında gözlenen volkanik kayaç parçaları (ZK-278, Vkp=Volkanik kayaç parçacığı, Mkp=Metamorfik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol	62
Şekil 5.2.	Akıncılar formasyonuna ait mikroçakıltaşlarında gözlenen metamorfik kayaç parçaları (ZK-278, Mkp: Metamorfik kayaç parçacığı, Vkp: Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol	62
Şekil 5.3.	Akıncılar formasyonuna ait feldispatik grovaktaki fosil kavkuları (ZK-401), a) çift nikol, b) tek nikol	63
Şekil 5.4.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında gözlenen volkanik kayaç parçaları (ZK-255, Vkp: Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol	63
Şekil 5.5.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında matrikste killeşme ve demir oksidasyonu (ZK-262), a) çift nikol, b) tek nikol	64
Şekil 5.6.	Akıncılar formasyonuna ait ince tane boyuna sahip tüflü kumtaşlarında polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz ve volkanik kayaç parçaları (ZK-273, Pl=Plajiyoklaz, Vkp: Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol	64
Şekil 5.7.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında gözlenen zonlu dokulu killeşmiş plajiyoklaz mineralleri (ZK-274, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	64
Şekil 5.8.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında kloritleşmiş ve silisleşmiş volkanik kayaç parçaları, opak mineraller ve numulites fosili (ZK-337), a) çift nikol, b) tek nikol	65
Şekil 5.9.	Akıncılar formasyonuna ait litodolomikrosparitte gözlenen ince taneli kuvars mineralleri (ZK-405, Qtz=Kuvars), a) çift nikol, b) tek nikol	65
Şekil 5.10.	Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş bazaltik aglomeraların bağlayıcı malzemesinde gözlenen plajiyoklaz mineralleri (ZK-408, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	66
Şekil 5.11.	Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeraların tanelerinde opak mineraller ve plajiyoklazlardaki yaygın killeşme (ZK-420, Pl=Plajiyoklaz, Om=Opak mineral), a) çift nikol, b) tek nikol	66
Şekil 5.12.	Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeralarda karbonat bağlayıcılı kötü boylanmış volkanik kayaç parçaları (ZK-419, Vkp=Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol	67
Şekil 5.13.	Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeralarda gözlenen köşeli volkanik kayaç parçaları (ZK-426, Vkp=Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol	67

Şekil 5.14.	Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeralarda polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz fenokristal ve mikrolitleri (ZK-425, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	67
Şekil 5.15.	Akıncılar formasyonuna ait litik arkozun XRD-TK difraktogramı	69
Şekil 5.16.	Akıncılar formasyonuna ait feldispatik grovakta kaolinit ve klorit ile eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	70
Şekil 5.17.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşında I-S ve eşlikçi kil minerallerinin XRD-KF difraktogramı	71
Şekil 5.18.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşında saf C-S'in XRD-KF difraktogramı	72
Şekil 5.19.	Akıncılar formasyonuna ait kumlu dolomitte smektit ve eşlikçi kil minerallerinin XRD-KF difraktogramı	72
Şekil 5.20.	Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomerada C-V ve eşlikçi kil minerallerinin XRD-KF difraktogramı	73
Şekil 5.21.	Akıncılar formasyonundaki kumtaşlarına ait kloritlerin tetrahedral Si ve oktahedral Fe / (Fe+Mg) diyagramındaki konumları (Foster., 1962)	74
Şekil 5.22.	Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarından elde edilen klorit politipinin XRD difraktogramı	74
Şekil 5.23.	Karataş volkanitlerine ait örneklerin QAP sınıflaması (Strekeisen, 1978)	77
Şekil 5.24.	Karataş volkanitlerine ait holokristalin porfirik dokulu bazaltlar (ZK-157, Pl=Plajiyoklaz, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol	77
Şekil 5.25.	Karataş volkanitlerine ait hipokristalin-porfirik dokulu bazaltlar ve zonlu dokulu ojit fenokristali (ZK-215, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol	78
Şekil 5.26.	Karataş volkanitlerine ait hipohiyalin-porfirik dokulu bazaltlar ve boveno ikizlenmeli ojit (ZK-434, , Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol	78
Şekil 5.27.	Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz fenokristalleri ve mikrolitleri (ZK-447, Pl=Plajiyoklaz) a) çift nikol, b) tek nikol	79
Şekil 5.28.	Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda polisentetik ikizlenmeli ve elek dokulu plajiyoklaz fenokristali (ZK-183, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	79
Şekil 5.29.	Karataş volkanitlerine ait bazaltlardaki olivinlerde ağ dokusu ve iddingsitleşme. (ZK-213, Ol=Olivin), a) çift nikol, b) tek nikol	80
Şekil 5.30.	Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda olivin fenokristalinde gözlenen iddingsitleşme ve talklaşma ile levhamsı biyotit (ZK-215, Ol=Olivin, Bt=Biyotit), a) çift nikol, b) tek nikol	80
Şekil 5.31.	Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda olivin fenokristalinde gözlenen iddingsitleşme ve serpantinleşme (ZK-215, Ol=Olivin), a) çift nikol, b) tek nikol	80
Şekil 5.32.	Karataş volkanitlerine ait hipokristalin porfirik dokulu bazaltlarda titanojit fenokristali (ZK-446, Tgt=Titanojit), a) çift nikol, b) tek nikol	81
Şekil 5.33.	Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda egirinojit fenokristali (ZK-183, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol	81
Şekil 5.34.	Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda ojit minerallerinin oluşturduğu glomeroporfirik doku (ZK-299, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol	82
Şekil 5.35.	Karataş volkanitlerine ait bazaltların matriksinde gelişen yaygın karbonatlaşma (ZK-266), a) çift nikol, b) tek nikol	82
Şekil 5.36.	Karataş volkanitlerindeki hipokristalin porfirik dokulu andezitlerde plajiyoklaz ve ojit fenokristalleri (ZK-427, Pl=Plajiyoklaz, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol	83

Şekil 5.37.	Karataş volkanitlerine ait andezitlerde ikizlenmeli ve zonlu dokulu plajiyoklaz fenokristalleri (ZK-371, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	83
Şekil 5.38.	Karataş volkanitlerine ait andezitlerde opasitleşmiş biyotit fenokristali ile mikroçatlaklarda ikincil kuvars mineralleri (ZK-311, Bt=Biyotit, Qtz=Kuvars), a) çift nikol, b) tek nikol	84
Şekil 5.39.	Karataş volkanitlerine ait plütonk dokanağına yakın andezitlerdeki mafik minerallerde gelişen epidotlaşma (ZK-431, Mm=Mafik mineral), a) çift nikol, b) tek nikol	84
Şekil 5.40.	Karataş volkanitlerine ait andezitlerde matriksten itibaren gelişmiş kahve-yeşilimsi renkli kloritleşmeler (ZK-43, Chl=Klorit), a) çift nikol, b) tek nikol	84
Şekil 5.41.	Karataş volkanitlerine ait andezitlerin matriksinde gözlenen yaygın karbonatlaşma (ZK-112), a) çift nikol, b) tek nikol	85
Şekil 5.42.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitlerin matriksinde dolomitleşme ve özşekilli pirit mineralleri (ZK-335, Dol=Dolomit, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol	85
Şekil 5.43.	Karataş volkanitlerine ait andezitlerin gözeneklerinde jel dokulu kalsedonik kuvarslar (ZK-382), a) çift nikol, b) çift nikol	85
Şekil 5.44.	Karataş volkanitlerine ait andezitlerin gözeneklerinde karbonat, klorit ve Fe-oksit (ZK-382, Cal=Kalsit, Chl=Klorit, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	86
Şekil 5.45.	Karataş volkanitlerine ait andezitlerin amigdallerinde gözlenen klorit ve matrikste karbonatlaşma (ZK-258, Chl=Klorit), a) çift nikol, b) tek nikol	86
Şekil 5.46.	Karataş volkanitlerine ait holokristalin porfirik dokulu trakitlerde polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz ve sanidin fenokristal-mikrolitleri (ZK-372, Pl=Plajiyoklaz, Sa=Sanidin), a) çift nikol, b) tek nikol	87
Şekil 5.47.	Karataş volkanitlerine ait hipokristalin dokulu trakitlerde polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz ve kasbald ikizlenmeli sanidin fenokristalleri (ZK-320, Pl=Plajiyoklaz, Sa=Sanidin), a) çift nikol, b) tek nikol	87
Şekil 5.48.	Karataş volkanitlerine ait hipohiyalin porfirik dokulu trakitlerde sanidin ve ojit fenokristalleri (ZK-319, Sa=Sanidin, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol	88
Şekil 5.49.	Karataş volkanitlerine ait trakitlerdeki sanidin fenokristali ve hamurda ışınal dizilimli mikrolitler (ZK-298, Sa=Sanidin), a) çift nikol, b) tek nikol	88
Şekil 5.50.	Karataş volkanitlerine ait trakitlerde sferülitik dokulu sanidin mikrolitleri (ZK-298, Sa-m=Sanidin-mikrolitleri), a) çift nikol, b) tek nikol	88
Şekil 5.51.	Karataş volkanitlerine ait trakitlerdeki sanidin fenokristallerinde feldispat ve/veya kuvarstan ibaret reaksiyon kuşağı (ZK-284), a) çift nikol, b) tek nikol	89
Şekil 5.52.	Karataş volkanitlerine trakitlerde sanidin fenokristalleri içerisindeki plajiyoklaz kapanımları (ZK-320, Sa=Sanidin, Pl=Plajiyoklaz), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol	89
Şekil 5.53.	Karataş volkanitlerine ait trakitlerde gözlenen köşeli anklav parçası (ZK-319), a) çift nikol, b) tek nikol	90
Şekil 5.54.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayadaki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	92
Şekil 5.55.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayadaki kaolinit ve goyazit minerallerinin XRD-TK difraktogramı	92
Şekil 5.56.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayadaki götit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	93
Şekil 5.57.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayadaki feldispat ve	93

	eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	
Şekil 5.58.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki alunit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	94
Şekil 5.59.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki jarosit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	94
Şekil 5.60.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki hematit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	95
Şekil 5.61.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki opal-kristobalit/tridimit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	95
Şekil 5.62.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki barit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	96
Şekil 5.63.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitteki C-S ve klorit minerallerinin XRD-KF difraktogramı	97
Şekil 5.64.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitteki klorit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	97
Şekil 5.65.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki kaolinitin XRD-KF difraktogramı	98
Şekil 5.66.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki I-S ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	98
Şekil 5.67.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki smektit ve kaolinit minerallerinin XRD-KF difraktogramı	99
Şekil 5.68.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki kaolinit ve I-S minerallerinin XRD-KF difraktogramı	99
Şekil 5.69.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki illit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	100
Şekil 5.70.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	100
Şekil 5.71.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki pirofillit ve kaolinit minerallerinin XRD-KF difraktogramı	101
Şekil 5.72.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki smektit mineralinin XRD-KF difraktogramı	101
Şekil 5.73.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçlardaki kaolinit politipi XRD difraktogramları	103
Şekil 5.74.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitlerdeki kloritlerin Si^{IV} ve oktahedral Fe / (Fe+Mg) diyagramındaki konumları (Foster., 1962)	105
Şekil 5.75.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki klorit politipi XRD difraktogramı	105
Şekil 5.76.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki pirofillitin IT_c politipinin XRD difraktogramı	106
Şekil 5.77.	Kösedag siyenitlerine ait örneklerin Strekeisen (1978), QAP sınıflaması	107
Şekil 5.78.	Kösedag siyenitine ait holokristalin taneli dokulu kuvarşlı alkali feldispat siyenitte yaygın killeşme gösteren ipliksi pertitik dokulu ortoklaz ve kuvarşlar (ZK-57, Qtz=Kuvarş, Or=Ortoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	108
Şekil 5.79.	Kösedag siyenitine ait holokristalin porfirik dokulu kuvarşlı alkali feldispat siyenitte ortoklazlar (ZK-292, Or=Ortoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	108
Şekil 5.80.	Kösedag siyeniti kuvarşlı alkali feldispat siyenite ait ortoklazlarda pertitik doku ve yaygın killeşme, kuvarş ve opak mineral (ZK-57, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvarş, Om=Opak mineral), a) çift nikol, b) tek nikol	109
Şekil 5.81.	Kösedag siyeniti alkali feldispat siyenite ait ortoklazlarda yaygın kaolinitleşme (ZK-244, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) çift nikol	109
Şekil 5.82.	Kösedag siyeniti kuvarşlı alkali feldispat siyenite ait plajiyoklazlarda kaolinitleşme ve mikroçatlaklarda demir oksit dolgu (ZK-60,	109

	Pl=Plajiyoklaz, Kln=Kaolinit, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	
Şekil 5.83.	Kösedag siyenitine ait alkali feldispat siyenitte biyotit ve killeşme gösteren ortoklazlar (ZK-56), a) tek nikol, b) çift nikol	110
Şekil 5.84.	Kösedag siyeniti alkali feldispat siyenite ait çubuksu-ignemsi turmalin mineralleri ve özşekilsiz demir oksitler (ZK-288, Tur=Turmalin, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	110
Şekil 5.85.	Kösedag siyeniti kuvarslı siyenite ait ortoklazlarda yaygın killeşme, hornblendte demir oksidasyonu ile kuvarslar (ZK-135, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvars, Hbl=Hornblend, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	111
Şekil 5.86.	Kösedag siyeniti kuvarslı siyenite ait plajiyoklazlarda serizitleşme-killeşme ve hornblend (ZK-135, Pl=Plajiyoklaz, Hbl=Hornblend), a) çift nikol, b) tek nikol	111
Şekil 5.87.	Kösedag siyeniti kuvarslı siyenite ait hornblend mineralinde gelişen demir oksidasyonu (ZK-144, Hbl=Hornblend, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	111
Şekil 5.88.	Kösedag siyeniti kuvarslı siyenite ait antirapakivi dokusu (ZK-135, Or=Ortoklaz, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	112
Şekil 5.89.	Kösedag siyeniti monzonitine ait feldispatlarda yaygın killeşme (ZK-384, Or=Ortoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	112
Şekil 5.90.	Kösedag siyeniti monzonitine ait plajiyoklazlarda yaygın serizitleşme ve killeşme (ZK-384), a) tek nikol, b) çift nikol	113
Şekil 5.91.	Kösedag siyeniti monzonitine ait hornblend ve biyotit mineralleri (ZK-384, Hbl=Hornblend, Bt=Biyotit), a) çift nikol, b) tek nikol	113
Şekil 5.92.	Kösedag siyeniti granitine ait ortoklazlarda killeşme-serizitleşme ve kuvarslar (ZK-387, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvars), a) tek nikol, b) çift nikol	114
Şekil 5.93.	Kösedag siyeniti granitine ait plajiyoklazlarda serizitleşme ve kuvarslar (ZK-387, Pl=Plajiyoklaz, Qtz=Kuvars), a) tek nikol, b) çift nikol	114
Şekil 5.94.	Kösedag siyeniti applitlerine ait plajiyoklaz fenokristal-mikrolitleri ve opasitleşmiş mafik mineraller (ZK-415, Pl=Plajiyoklaz, Mm=Mafik mineral), a) tek nikol, b) çift nikol	114
Şekil 5.95.	Kösedag siyenitine ait ince taneli egirinojit içeren kuvarslı alkali feldispat siyenit ile plajiyoklaz fenokristali içeren Karataş volkanitlerine ait andezit dokanağı (ZK-428, Or=Ortoklaz, Pl=Plajiyoklaz, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol	115
Şekil 5.96.	Karataş volkanitleri ile Kösedag siyeniti geçişinde, kuvarslı alkali feldispat siyenitlerde ince taneli ortoklaz mineralleri (ZK-428, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol	115
Şekil 5.97.	Karataş volkanitleri ile Kösedag siyeniti dokanağındaki kuvarslı alkali feldispat siyenitlerde ortoklaz ve boşlukları dolduran ince taneli kuvars mineralleri (ZK-428), çift nikol	116
Şekil 5.98.	Karataş volkanitlerine sokulum yapan Kösedag siyenitinde öz şekilli-yarı öz şekilli yaygın killeşmeli ortoklazlar (ZK-430, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvars), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol	116
Şekil 5.99.	Kösedag siyenitine kuvarslı alkali feldispat siyeniteki hematit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	118
Şekil 5.100.	Kösedag siyenitine ait bozmuş kuvarslı alkali feldispat siyeniteki jarosit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	118
Şekil 5.101.	Kösedag siyenitine ait kuvarslı alkali feldispat siyenitteki turmalin ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı	119
Şekil 5.102.	Kösedag siyeniti içerisindeki barit damarında gözlenen barit ve kuvars minerallerinin XRD-TK difraktogramı	119

Şekil 5.103.	Kösedag siyenitine ait kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	121
Şekil 5.104.	Kösedag siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki saf I-S mineralinin XRD-KF difraktogramı	121
Şekil 5.105.	Kösedag siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki illit bileşenince zengin I-S mineralinin XRD-KF difraktogramı	122
Şekil 5.106.	Kösedag siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	122
Şekil 5.107.	Kösedag siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki smektit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	123
Şekil 5.108.	Kösedag siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte klorit, C-S ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı	123
Şekil 5.109.	Kösedag siyenitine ait bozuşmuş örneklerdeki illit politipi XRD difraktogramları	125
Şekil 5.110.	İsola volkanitlerine ait hipokristalin porfirik dokulu andezitlerde plajiyoklaz ve biyotit fenokristalleri (ZK-46, Pl=Plajiyoklaz, Bt=Biyotit), a) çift nikol, b) tek nikol	128
Şekil 5.111.	İsola volkanitlerine ait andezitlerdeki plajiyoklaz fenokristalleri-mikrofenokristallerinde yaygın serizitleşme ve killeşme ile matrikste yaygın kloritleşme ve killeşme (ZK-452, Pl=Plajiyoklaz, Py=Pirit), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol	128
Şekil 5.112.	İsola volkanitleri içerisinde kendisinden farklı doku ve mineralojiye sahip yuvarlak – köşeli yabancı parçaların (anklav) görünümü (ZK-450, Pl=Plajiyoklaz), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol	129
Şekil 5.113.	İsola volkanitleri içerisinde turmalin iğnecikleri (?), kloritleşme ve pirit mineralleri (ZK-453, Tur=Turmalin, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol	129
Şekil 5.114.	Şerefiye bazaltında vesiküler doku (ZK-348, Tgt=Titanojit, En=Enstatit), a) çift nikol, b) tek nikol	132
Şekil 5.115.	Şerefiye bazaltında titanojit, enstatit fenokristalleri ve mikrolitleri (ZK-363, Tgt=Titanojit, En=Enstatit), a) çift nikol, b) tek nikol	132
Şekil 6.1.	Volkanik kayaçların toplam alkali-silika diyagramında sınıflandırılması ve adlandırılması (Le Maitre ve diğ., 1989)	138
Şekil 6.2.	Volkanik kayaçlar ile bozuşma ürünlerinin Winchester ve Floyd (1977) diyagramlarında adlandırılması ve dağılımı a) $Zr/TiO_2 * 0.0001 - Nb/Y$, b) $SiO_2 - Zr/TiO_2 * 0.0001$	138
Şekil 6.3.	Volkanik kayaçların ana element ikili değişim diyagramları, a) $SiO_2 - K_2O$, b) $SiO_2 - CaO$, c) $SiO_2 - MgO$, d) $SiO_2 - TiO_2$, e) $SiO_2 - Fe_2O_3$	139
Şekil 6.4.	Volkanik kayaçları SiO_2 -iz element ikili değişim diyagramları, a) $SiO_2 - Sr$, b) $SiO_2 - Rb$, c) $SiO_2 - Ba$, d) $SiO_2 - Co$, e) $SiO_2 - Th$, f) $SiO_2 - Sc$, g) $SiO_2 - Hf$, h) $SiO_2 - Cs$	140
Şekil 6.5.	Volkanik kayaçların iz-iz element ikili değişim diyagramları, a) $K/Rb - Rb$, b) $Sr/Rb - Rb$, c) $Nb - Zr$, d) $Y/Nb - Zr/Nb$, e) $Rb/Y - Nb/Y$	141
Şekil 6.6.	Karataş volkanitleri ve Kösedag siyenitine ait kayaçların $Th/Yb - Ta/Yb$ ikili değişim diyagramında dağılımları	142
Şekil 6.7.	Karataş volkanitleri ve Kösedag siyenitine ait kayaçların $La/Sm - La$ ikili değişim diyagramında dağılımları	143
Şekil 6.8.	Karataş volkanitleri, Kösedag siyeniti ve İsola volkanitine ait kayaçların $La/Yb - Zr/Nb$ ikili değişim diyagramında dağılımları	143
Şekil 6.9.	Volkanik kayaçların alkali-subalkali ayırım diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971)	144
Şekil 6.10.	Volkanik kayaçların Al_2O_3 içeriklerine göre sınıflandırılması (Maniar ve Piccoli., 1989)	144
Şekil 6.11.	Volkanik kayaçların $Hf/3 - Th - Nb/16$ tektonik ayırtman diyagramındaki (Wood, 1980) dağılımı ($Hf/Th < 3$ kalk-alkalin	145

	bazalt, Hf/Th > 3 ada-yayı toleyitleri)	
Şekil 6.12.	Potasyumlu alkalin kayaların tektonik konumları, a) $Zr/Al_2O_3-TiO_2/Al_2O_3$, b) $Zr*3-Ce/P_2O_5-Nb*50$ (Müller ve Groves, 2000). EOA= Erken okyanus yayı, LOA= Geç okyanus yayı, CA= Kıtasal yay, PCM= Çarpışma sonrası magmatizma	146
Şekil 6.13.	Volkanik kayaların $R2=(6Ca-2Mg+Al)-R1=(4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti))$ diyagramındaki dağılımı (Batchelor ve Bowden, 1985)	146
Şekil 6.14.	Volkanik-plütonik kayaların kondirit-normalize iz element desenleri (Kondrit, OIB=Okyanus adası bazaltı, MORB=Okyanus ortası sırtı bazaltı: Sun ve McDonough, 1989)	147
Şekil 6.15.	Volkanik kayaların kondirite-normalize nadir toprak element desenleri (Sun and McDonough, 1989)	148
Şekil 6.16.	Karataş volkanitlerinin bozuşmasıyla oluşan kil minerallerinin bozuşma göstermeyen volkanik kayaca göre normalize edilmiş ana element deseni (oklar deteksiyon sınırının altındaki değerleri göstermektedir)	153
Şekil 6.17.	Bozuşmuş volkanik kayalardaki kil minerallerinin bozuşmamış volkanik kayaca göre normalize edilmiş iz element desenleri. M=Karışık davranışlı, H=Haalojen, PM=Değerli metaller, LILE=İri katyonlu litofil elementler, HFSE=Kalıcılığı yüksek elementler	154
Şekil 6.18.	Bozuşmamış volkanik kayaca göre normalize edilmiş, kil minerallerinin REE desenleri	155
Şekil 6.19.	Kösedag siyenitine ait bozuşmuş plütonik kayalardaki I-S minerallerinin bozuşmamış kuvarslı alkali feldispat siyenite göre normalize edilmiş ana element profilleri	156
Şekil 6.20.	Kuvarslı alkali feldispat siyenite göre normalize edilmiş I-S minerallerinin iz element desenleri (M=Karışık davranışlı, H=Haalojen, PM=Değerli metaller, LILE=İri katyonlu litofil elementler, HFSE= Kalıcılığı yüksek elementler)	157
Şekil 6.21.	Kuvarslı alkali feldispat siyenite göre normalize edilen bozuşmuş plütonik kayalardaki I-S minerallerinin REE desenleri	157
Şekil 6.22.	Karataş volkanitleri ve Kösedag siyenitine ait bozuşma ürünlerinin kondirit-normalize iz element desenleri (Sun ve McDonough, 1989)	158
Şekil 6.23.	Bozuşmuş volkanik-plütonik kayalara ait kil minerallerinin kondirit-normalize REE desenleri (Sun ve McDonough, 1989)	159
Şekil 6.24.	Bozuşmuş magmatik kayalardan türeyen kil minerallerinin $\delta^{18}O$ ‰ (SMOW)- δD ‰ (SMOW) diyagramı (SMOW=Standart ortalama deniz suyu). Meteorik su çizgisi: Craig (1961), magmatik-metamorfik-sedimanter su alanları: Sheppard (1986), hipojen-süperjen ve yüzeysel bozunma kaolinit çizgileri: Sheppard ve diğ. (1969), Sheppard ve Gilg (1996)	161
Şekil 7.1.	Piropilitik alterasyonun geliştiği volkanik-plütonik dokanağı (Aksu köyü batısı), KS= Kösedag siyeniti, PBV=Piropilitik bozuşmalı volkanikler	166
Şekil 7.2.	Karataş volkanitleri ile Kösedag siyeniti dokanağındaki andezitlerde çatlaklar boyunca gelişen epidotlaşma (ZK-427, Pl=Plajiyoklaz, Ep=Epidot), a) çift nikol, b) tek nikol	166
Şekil 7.3.	Karataş volkanitleri ile Kösedag siyeniti dokanağındaki andezitlerde gözlenen yaygın epidotlaşma (ZK-428, Pl=Plajiyoklaz, Ep=Epidot), a) çift nikol, b) tek nikol	167
Şekil 7.4.	Kösedag siyenitine ait kuvarslı alkali feldispat siyenit ile Karataş volkanitlerine ait andezit dokanağında plajiyoklaz fenokristali çatlağında gelişmiş epidotlaşma ve Fe-oksidasyonu (ZK-429, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	167
Şekil 7.5.	Kösedag siyenitine ait kuvarslı alkali feldispat siyenit ile Karataş	167

	volkanitlerine ait andezit dokanağında plajiyoklaz fenokristallerini çevreleyen epidotlaşma ve Fe- oksidasyonu (ZK-429, Pl=Plajiyoklaz, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	
Şekil 7.6.	Kösedag siyeniti ve Karataş volkanitleri dokanağındaki andezitlerin matriksinde epidotlaşma, biyotitleşme ve piritler (ZK-428, Ep=Epidot, Bt=Biyotit, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol	168
Şekil 7.7.	Kösedag siyeniti ve Karataş volkanitleri dokanağındaki andezitlerin matriksinde gelişen serizitleşme ve biyotitleşme (ZK-435, Bt=Biyotit, Py=Pirit, Srz=Serizit), a) tek nikol, b) çift nikol	168
Şekil 7.8.	Kösedag siyeniti ve Karataş volkanitleri dokanağındaki andezitlerde kloritleşme, karbonatlaşma, killeşme, biyotitleşme ve pirit mineralleri (ZK-435, Bt=Biyotit, Py=Pirit, Chl=Klorit), a) çift nikol, b) tek nikol	168
Şekil 7.9.	Volkaniklere ait beyaz arjilitik ve yeşil-sarı renkli serizitik alterasyon zonları (Geminbeli geçidi)	169
Şekil 7.10.	Siyenitlere ait açık kahverengi-sarı renkli serizitik alterasyon zonu. (Gürgenlik Tepe güneyi)	170
Şekil 7.11.	Siyenitlere ait beyaz renkli serizitik bozuşmalar (Lölükbaba Tepe kuzeyi)	170
Şekil 7.12.	Siyenitlere ait serizitik bozuşma içerisinde gözlenen Fe-oksidadasyonları (Lodos Tepe kuzeyi)	171
Şekil 7.13.	Siyenitlere ait serizitik alterasyon içerisinde çatlaklar boyu gelişen okistleşme (götüt) ve sülfatlaşma türü bozuşmalar (jarosit), (Deredam Köyü güneydoğusu)	171
Şekil 7.14.	Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen barit damarları (Deredam köyü güneydoğusu)	172
Şekil 7.15.	Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen barit yumruları (Deredam köyü güneydoğusu)	173
Şekil 7.16.	Siyenitlere ait serizitik bozuşma zonundaki barit damarları kenarında ve içerisindeki çatlaklarda gözlenen Fe-oksidadasyonu (Deredam köyü güneydoğusu)	173
Şekil 7.17.	Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen barit mineralleri (Deredam köyü güneydoğusu)	174
Şekil 7.18.	Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen turmalin damarı (Gürpınar Yaylası)	175
Şekil 7.19.	Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen turmalin-kuvars geçişi (Gürpınar Yaylası)	175
Şekil 7.20.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenite ait feldispatlarda bütünüyle serizitleşme, iri taneli kuvars ve demir oksitler (ZK-63, Srz=Serizit, Qtz=Kuvars, Fe-o=Demir oksit), a) tek nikol, b) çift nikol	176
Şekil 7.21.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenite ait feldispatlarda bütünüyle serizitleşme ve ince taneli kuvarslar (ZK-116, Srz=Serizit, Qtz=Kuvars), a) tek nikol, b) çift nikol	176
Şekil 7.22.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenitlerde topaz ve pirit mineralleri (ZK-116, Srz=Serizit, Py=Pirit), a) tek nikol, b) çift nikol	177
Şekil 7.23.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenitlerde jarosit mineralleri (ZK-62, Jr=Jarosit), a) tek nikol, b) çift nikol	177
Şekil 7.24.	Kösedag siyeniti çatlaklarında gelişen barit mineralleri (ZK-123, Brt=Barit), a) çift nikol, b) tek nikol	177
Şekil 7.25.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenitte turmalin-kuvars damarları ve demir oksit dolgu (ZK-388, Srz=Serizit, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	178

Şekil 7.26.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte ince taneli turmalin-kuvars damarları ve bunları kesen mikroçatlaklarda demir oksit dolgu (ZK-388, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	178
Şekil 7.27.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte iri taneli turmalinler (ZK-414, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin), a) çift nikol, b) tek nikol	179
Şekil 7.28.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte turmalingüneşi (ZK-288, Qtz=Kuvars, Or=Ortoklaz, Tur=Turmalin), a) çift nikol, b) tek nikol	179
Şekil 7.29.	Kösedag siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte zonlu dokulu turmalinler (ZK-414, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin), a) çift nikol, b) tek nikol.	179
Şekil 7.30.	Karataş volkanitlerinde gözlenen arjilik alterasyon-volkanik dokanağı (Zazalar Köyü batısı)	181
Şekil 7.31.	Volkaniklerdeki arjilik bozuşma zonunda gözlenen kaolinitlerdeki kırık ve çatlak düzlemleri ve çok ince Fe-oksit sıvama (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)	181
Şekil 7.32.	Volkaniklerdeki arjilik bozuşma zonundaki bozuşmamış volkanik kayaç seviyeleri ve yumruları (Deredam Köyü)	182
Şekil 7.33.	Volkaniklerdeki arjilik bozuşma içerisindeki sarı-kırmızı renkli Fe-oksidasyonu seviyeleri (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)	182
Şekil 7.34.	Volkaniklerdeki arjilik bozuşma içerisindeki çatlakları dolduran kırmızı renkli Fe-oksidasyonu (Maden Köyü)	183
Şekil 7.35.	Volkaniklerdeki arjilik bozuşma zonu içerisinde gözlenen siyah renkli piritçe zengin yumrular (Maden köyü)	183
Şekil 7.36.	Volkaniklerdeki kalıntı porfirik dokulu arjilik alterasyon (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)	184
Şekil 7.37.	Volkaniklerdeki kalıntı porfirik doku arjilik alterasyon ve Fe-oksit sıvama (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)	184
Şekil 7.38.	Volkaniklerdeki arjilik alterasyonun üst kesimlerinde gözlenen silis şapka (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)	185
Şekil 7.39.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçta kalıntı porfirik doku, plajiyoklaz fenokristalinde killeşme, matrikste killeşme ve demir oksidasyonu (ZK-81, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol	186
Şekil 7.40.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçta kalıntı porfirik doku, feldispat fenokristallerinde bütünüyle kaolinitleşme ile matrikste kaolinitleşme ve demir oksidasyonu (ZK-26, Fld=Feldispat), a) çift nikol, b) tek nikol	187
Şekil 7.41.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçlarda kalıntı porfirik doku, feldispatlarda ve matrikste bütünüyle kaolinitleşme (ZK-310, Fld=Feldispat, Kln=Kaolinit), a-c-d) çift nikol, b) tek nikol	187
Şekil 7.42.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçlarda bukletik kaolinitler (ZK-20, Kln=Kaolinit), a) ve b) çift nikol	188
Şekil 7.43.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçlardaki feldispat fenokristallerinde bütünüyle kaolinitleşme ve dilinim izleri boyunca demir oksidasyonu (ZK-26, Kln=Kaolinit, Fe-o=Demir-oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	188
Şekil 7.44.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçlardaki feldispat fenokristallerinde kaolinitleşme ve serizitleşme (ZK-225, Fld=Feldispat, Kln=Kaolinit, Srz=Serizit), a) çift nikol, b) tek nikol	188
Şekil 7.45.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçta porfirik-amigdaloidal doku, feldispat minerali ile gözeneklerde kaolinit, yer yer silis ve serizit, matrikste kaolinit ve demir oksit (ZK-308,	189

	Fld=Feldispat, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) tek nikol	
Şekil 7.46.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayada amigdalooidal doku, matrikste ve amigdallerde kaolinit ve silis ile mikroçatlaklarda ve matrikste demir oksit (ZK-309, Kln=Kaolinit, Fe-o=Demir oksit), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol	189
Şekil 7.47.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda ışınal dizilimli sferülitik dokulu kaolinit mineralleri (ZK-36, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) tek nikol	190
Şekil 7.48.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda pirofillit ve kaolinit mineralleri (ZK-314, Kln=Kaolinit, Prl=Pirofillit), a) ve b) çift nikol	190
Şekil 7.49.	Karataş volkanitlerine ait amigdalooidal dokulu bozuşmuş volkanik kayalarda sferülitik kalsedonik kuvarlar (ZK-7, Qtz=Kuvarlar), a) ve b) çift nikol	191
Şekil 7.50.	Karataş volkanitlerine ait vesiküler-amigdalooidal dokulu bozuşmuş volkanik kayalarda kalsedonik kuvarlar (ZK-10, Qtz=Kuvarlar), a) ve b) çift nikol	191
Şekil 7.51.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda ince taneli (30-70µm) çubuksu-iğnemsil alunit mineralleri (ZK-95, Alu=Alunit), a) çift nikol, b) tek nikol	192
Şekil 7.52.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaların matriksinde goyazit ve kaolinit mineralleri (ZK-246, Gy=Goyazit, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) tek nikol	192
Şekil 7.53.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda feldispat fenokristalinden itibaren gelişmiş goyazit minerali (ZK-109, Fld=Feldispat, Gy=Goyazit), a) çift nikol, b) tek nikol	192
Şekil 7.54.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda gözlenen goyazit (200-600µm) ve çevreleyen ince taneli kuvarlar mineralleri (ZK-10, Gy=Goyazit), a) ve b) çift nikol	193
Şekil 7.55.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda çatlaklar boyu oluşan barit mineralleri (ZK-18, Brt=Barit), a) çift nikol, b) çift nikol	193
Şekil 7.56.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda gözlenen öz şekilli pirit mineralleri (ZK-18, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol	193
Şekil 7.57.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda kalıntı porfirik doku ve mafik mineral fenokristalinde bütünüyle demir oksidasyonu (ZK-304, Mm=Mafik mineral, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	194
Şekil 7.58.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda demiroksit dolgulu breşik doku (ZK-308, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol	194
Şekil 7.59.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda götit taneleri ve yumruları (ZK-29, Gt=Götit), a) çift nikol, b) tek nikol	194
Şekil 7.60.	Karataş volkanitlerine ait ZK-169 nolu bozuşmuş volkanik kayacın SEM mikrofotografı, a) kaolinit levhaları ve I-S lif/iğneleri, b) lifsi/iğnemsil I-S mineralleri, c) trigonal piramidal kuvarlar, d) öz şekilli kuvarlar üzerinde jarositler, e) Hekzaeder-görünümlü jarositler, f) tek ve birleşik öz şekilli jarositler	196
Şekil 7.61	Karataş volkanitlerine ait ZK-169 nolu bozuşmuş volkanik kayada öz şekilli jarosit mineralinin EDS spektrumu ve çözümleme sonuçları, a) Demirce zengin kesim, b) Silisyumca zengin kesim	196
Şekil 7.62	Karataş volkanitlerine ait ZK-314B nolu bozuşmuş volkanik kayacın SEM mikrofotografı, a) Kaolinit-pirofillit yaprakları, b) İri pirofillit ve ince kaolinit lamelleri, c) AlSi-jelinden itibaren gelişmiş kaolinit-pirofillit yaprakları	197

Şekil 7.63	Karataş volkanitlerine ait ZK-314B nolu bozuşmuş volkanik kayaçta, a) Pirofillit, b) Si-Al jelinden yapılan EDS spektrumları ve çözümleme sonuçları	198
Şekil 7.64.	Karataş volkanitlerine ait ZK-325 nolu bozuşmuş volkanik kayacın SEM mikrofotografaları, a) kaolinitik bağlayıcı malzeme, b) kaolinit levhaları, c) zayıf istiflenmeli kaolinitler, d) özşekilli kaolinit ve alunit, e) özşekilli alunitler, f) özşekilli kuvarslar	199
Şekil 7.65.	Karataş volkanitlerine ait ZK-325 nolu bozuşmuş volkanik kayaçta EDS spektrumu ve çözümleme sonuçları, a) kaolinit, b) alunit	200
Şekil 7.66.	Kösedag siyeniti ve volkaniklerinde gelişen hidrotermal alterasyon evrim modeli, a) Kösedag plütonunun sığ derinliklere kadar yükselip Karataş volkanikleri içerisine sokulumu, b) Hidrotermal evre, c) Günümüzde gözlenen magmatikler ile bozuşma ürünlerinin konumları	206

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No.		Sayfa
Çizelge 3.1.	7. banda uygulanan filtrenin 3x3 matrisi	46
Çizelge 4.1.	İnceleme sahasında yapılan OM, SEM ve XRD incelemelerinin birimlere göre dağılımı	49
Çizelge 4.2.	XRD çekimlerinde kullanılan aletsel koşullar	50
Çizelge 4.3.	Dolomit referans alınarak saptanmış ortalama mineral şiddet faktörleri (Yalçın ve Bozkaya, 2002 verilerine eklenmesi yapılarak)	51
Çizelge 4.4.	Kaolin-EG referans alınarak saptanmış ortalama kil minerali şiddet faktörleri (Yalçın ve Bozkaya, 2002 verilerine eklenmesi yapılarak)	52
Çizelge 4.5.	Kösedag siyeni, Karataş volkanitleri ve bozuşma ürünlerinin yoğunluk hesaplama sonuçları	56
Çizelge 4.6.	İnceleme alanına ait Landsat ETM+ görüntüsünün teknik özellikleri	57
Çizelge 5.1.	Refahiye karmaşığına ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları	58
Çizelge 5.2.	Refahiye karmaşığından alınan kayaçların XRD-TK ve KF sonuçları (%)	59
Çizelge 5.3.	Akincılar formasyonuna ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları	60
Çizelge 5.4.	Akincılar formasyonundan alınan kayaçların XRD-TK ve KF sonuçları (%)	68
Çizelge 5.5.	Akincılar formasyonuna ait kloritlerin talk ve brunit tabakalarındaki oktahedral Fe (B&B=Brown ve Brindley, 1980; C&D= Chagnon ve Desjardins, 1991), tetrahedral Al ^{IV} ve Mg içerikleri	73
Çizelge 5.6.	Akincılar formasyonuna ait C-S minerallerindeki % klorit veya % smektit içeriğı ve düzenlenme tipi	75
Çizelge 5.7.	Akincılar formasyonuna ait illit-smektit (I-S)'deki illit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi	75
Çizelge 5.8.	Akincılar formasyonu karışık-tabakalı kil minerallerinin d(060) değerleri	75
Çizelge 5.9.	Karataş volkanitlerine ait örneklerin nokta sayım sonuçları	76
Çizelge 5.10.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş örneklerde kaolinit minerallerinin Hinckley Kristalleşme İndis değerleri	102
Çizelge 5.11.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş örneklerde I-S'lerin d(060) değerleri ile illit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi	103
Çizelge 5.12.	Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş örneklerdeki smektitlerin d(060) değerleri	104
Çizelge 5.13.	Karataş volkanitlerine ait C-S'lerdeki d(060) değerleri ile klorit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi	104
Çizelge 5.14.	Karataş volkanitlerine ait kloritlerin (002)/(001) ve (004)/(003) pik şiddet oranları ile talk ve brunit tabakalarındaki oktahedral Fe içerikleri (B&B=Brown ve Brindley, 1980; C&D= Chagnon ve Desjardins, 1991)	105
Çizelge 5.15.	Kösedag siyeniğine ait nokta sayım sonuçları	107
Çizelge 5.16.	Kösedag siyeniğine ait bozuşmuş örneklerdeki I-S'lerin d(060) değerleri ile illit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi	124
Çizelge 5.17.	Kösedag siyeniğine ait smektit ve C-S'lerdeki d(060) değerleri ile klorit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi	126
Çizelge 5.18.	İsola volkanitlerine ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları	127
Çizelge 5.19.	İsola volkanitlerine ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)	130
Çizelge 5.20.	Onarı formasyonuna ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları	130
Çizelge 5.21.	Onarı formasyonuna ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)	131

Çizelge 5.22.	Onarı Formasyonu C-S ve illitte d(060) değerleri ile % klorit ve % illit içerikleri	131
Çizelge 5.23.	Şerefiye bazaltına ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları	132
Çizelge 5.24.	Şerefiye bazaltına ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)	133
Çizelge 5.25.	Kadıköy formasyonuna ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları	134
Çizelge 2.26.	Kadıköy formasyonuna ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)	135
Çizelge 5.27.	Kadıköy formasyonu smektitlerinin d(060) değerleri ve % illit içerikleri	135
Çizelge 6.1.	İnceleme alanındaki magmatik kayaçların ana element çözümü sonuçları	136
Çizelge 6.2.	İnceleme alanındaki magmatik kayaçların iz/eser element çözümü sonuçları	137
Çizelge 6.3.	Kösedag siyeniti ve Karataş volkanitlerine ait hidrotermal bozuşma ürünü kil minerallerinin ana element çözümü sonuçları ve yapısal formülleri	150
Çizelge 6.4.	Kösedag siyeniti ve Karataş volkanitlerine ait hidrotermal bozuşma ürünü kil minerallerinin iz/eser ve nadir toprak element çözümü sonuçları	151
Çizelge 6.5.	Bozuşmuş magmatik kayaçlardaki kil minerallerinin duraylı izotop (O-H) sonuçları	160
Çizelge 6.6.	Bozuşmuş magmatik kayaçlardaki hareketsiz elementlerin korelasyon katsayıları hesaplama sonuçları	162
Çizelge 6.7.	Ana oksitler için magmatik kayaçlarda kütle değişim hesaplama sonuçları	163
Çizelge 6.8.	İz elementler için magmatik kayaçlarda kütle değişim hesaplama sonuçları	164
Ek Çizelge A.1.	Karataş volkanitlerinden alınan kayaçların Optik mikroskop (OM) incelemeleri	211
Ek Çizelge A.2.	Kösedag siyenitinden alınan kayaçların Optik mikroskop (OM) incelemeleri	234
Ek Çizelge B.1.	Karataş volkanitlerinden alınan kayaçların XRD-TK ve KF sonuçları (%)	242
Ek Çizelge B.2.	Kösedag siyenitinden alınan kayaç örneklerinin XRD-TK ve XRD-KF çözümü sonuçları (%)	254

KISALTMALAR DİZİNİ

Mineraller
Alu=Alunit
Ap=Apatit
Arg=Aragonit
Aug=Ojit
Br=Barit
Bt=Biyotit
Cal=Kalsit
Chl=Klorit
Cm=Kil minerali
C-S=Klorit-smektit
C-V=Klorit-Vermikülit
Dol=Dolomit
En= Enstatit
Ep=Epidot
Fed=Feldispat
Gt=Götit
Gy=Goyazit
Hbl=Hornblend
Hem=Hematit
Ill=İllit
I-C=İllit-Klorit
I-S=İllit-smektit
Jr=Jarosit
Kln=Kaolinit
m=mikrolit
Mc= Mikroklin
Mgs=Manyezit
Mm=Mafik mineraller
Mm/Fe-o= Bütünüyle demir oksidasyonuna uğramış mafik mineral
Ms=Muskovit
Ol=Olivin
Om=Opak mineral
Or= Oroklaz
O-CT=Opal-kristobalit/tridimit
Pl= Plajiyoklaz
Prl=Pirofillit
Ps=Fillo silikat
Px=Piroksen
Py=Pirit
Qtz=Kuvars
Sa= Sanidin
Sdl/Nsn=Sodalit/Nozean
Sep=Sepiyolit
Sm=Smektit
Srp=Serpantin
Tgt=Titanojit

Ttn=Titanit
Tur=Turmalin
Zrn=Zirkon
TARB=Tüm açık renkli bileşenler
%P= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki yüzde plajiyoklaz
%A= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki yüzde alkali feldispat
%Q= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki yüzde kuvars
%F= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki feldispatoyid yüzdesi
Kayaçlar
AFS= Alkali feldispat siyenit
AF trakit= Alkali feldispat trakit
Baa=Bozuşmuş andezitik aglomera
BAFS: Bozuşmuş alkali feldispat siyenit
Bba=Bozuşmuş bazaltik aglomera
BQAFS: Bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenit
BVK=Bozuşmuş volkanik kayaç
QAFS= Kuvarslı alkali feldispat siyenit
Qtz siyenit: Kuvarslı siyenit
Diğerleri
Bm=Bağlayıcı malzeme
CA= Kıtasal yay
DMM=Tüketilmiş MORB Mantosu
EDS=Enerji saçılımlı spektrometre
EOA= Erken okyanus yayı
E-MORB=Zenginleşmiş-Okyanus ortası sırtı bazaltı
H=Haolojen
HFSE= Kalıcılığı yüksek elementler
KF=Kil fraksiyonu
LC=Alt Kabuk
LILE=İri katyonlu litofil elementler
LOA= Geç okyanus yayı
M=Karışık davranışlı elementler
MORB=Okyanus ortası sırtı bazaltı
Mt=Matriks
N-MORB=Normal-Okyanus ortası sırtı bazaltı
OIB=Okyanus adası bazaltı
PCM= Çarpışma sonrası magmatizma
PM=Değerli metaller
PM&C1=İlksel Manto&Kondrit
SEM=Taramalı elektron mikroskop
SMOW=Standart ortalama deniz suyu
TK=Tüm kayaç
UC=Üst Kabuk
XRD=X-ışını kırınımı
*İnce-kesiti yapılan örnekler

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Günümüzde geniş kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle, kaolin sanayide aranan bir endüstriyel hammadde niteliğindedir. Sivas havzasını yaklaşık doğu ve batıdan çevreleyen Eosen yaşlı volkanikler içerisinde hidrotermal bozuşma (alterasyon) ile ilişkili kaolin oluşumları bulunmaktadır. Bu oluşumlar, özellikle Yıldızeli-Akdağmadeni (Yalçın, 1997; Çerikçioğlu ve Yalçın, 1998; Yalçın ve Bozkaya, 2001) ve Zara çevresinde yüzeylemektedir. Bunlardan Zara çevresindekiler, beyaz çimento üretiminde kullanılmak üzere 1999 yılından beri ÇİMSA firması tarafından işletilmektedir. Yaklaşık 1-5 km²'lik alanlara sahip çok sayıda yatak oluşturan bu oluşumların jeolojisi, mineralojisi, kökeni ve cevherleşmenin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar bulunmamaktadır.

Genel anlamda bu çalışmanın amacı; hidrotermal bozuşma zonlarının coğrafik ve kronostratigrafik dağılımlarının, oluşumunun, kökeninin, parajenetik ilişkilerinin, mineralojik ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi; ayrıca kaolin oluşumlarının köken kayacını oluşturan volkaniklerin adlandırılması ve soy özelliklerinin yanı sıra, tektonik ortamının belirlenmesine yönelik ek verilerin sunulmasıdır. Bu temel çerçeve içerisinde; kaolinlerin oluşumundaki yüzeysel bozunma ve hidrotermal bozuşma süreçlerinin yanı sıra, volkanik kayaç-akışkan etkileşiminde önemli olan doğal sulardan (meteorik, magmatik ve okyanus / deniz suyu) hangilerinin ve ne kadar etkili olduğunun araştırılması; çoğunlukla volkanojenik kayalardan oluşan köken malzemedeki bozuşmanın kaolinin yanı sıra, başka hangi minerallerin (silis, alunit, barit, jips, goyazit, kil, karbonat, metalik) oluşumlarına yol açıp açmadığının incelenmesi; kaolin ve diğer kil mineral politipleri ile oluşum süreçleri ve köken malzeme arasındaki ilişkilerin saptanması yoluna gidilmiştir.

1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı; İç-Doğu Anadolu Bölgesinde, Sivas ili kuzeydoğusundaki Zara-İmranlı-Suşehri-Şerefiye dörtgeninde, 1/25.000 ölçekli Giresun H-39-c1, c2, c3, c4, d2 ve d3, Giresun H-40-d1, d2, d3 ve d4, Divriği İ-39-a2, b1 ve b2, Divriği İ-40-a1 ve a2 paftalarının birleşim yerlerinde bulunan yaklaşık 1200 km² lik alanı kapsamaktadır.

İnceleme alanının güneybatı ucunda bulunan Zara ilçesi Sivas-Erzincan Karayolu üzerinde olup, Sivas'a yaklaşık 75 km uzaklıktadır. İnceleme alanında Zara-Suşehri,

Zara-İmranlı, Zara-Şerefiye ve Şerefiye-Suşehri asfalt; diğer yerleşim birimleri (köy, nahiye, mahalle ve yayla) ise birbirlerine toprak yol ile bağlıdır.

İnceleme alanında Kızılırmak, Çavdar Irmağı, Gemin Dere, Maden Dere başta olmak üzere irili-ufaklı 50'nin üzerinde dere ve kolları bulunmakta ve bunlar bölgenin drenaj ağını oluşturmaktadır. İnceleme alanının yükseltileri birbirinden çok farklı olup, karışık bir topografya oluşturmaktadır. Yükseltiler 900-2800 m arasında değişmekte, en düşük seviyeyi Suşehri (900 m), en yüksek seviyeyi ise çalışma alanının merkezinde bulunan Kösedag (2812 m) oluşturmaktadır.

İnceleme alanının güney kesimlerinde (Zara-İmranlı) karasal iklim (yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı) egemen olup, bitki örtüsü olarak fakirdir. Çalışma alanının kuzey kesimleri (Şerefiye-Suşehri) ise Karadeniz iklimine benzer olup, bol yağış alır ve yeşil bitki örtüsüne sahiptir. Bölge; coğrafik konumunun aşırı engebeli ve orman alanı olmasından dolayı tarıma elverişli olmayıp, yöre insanı geçimini büyük-küçükbaş hayvancılık, arıcılık ve bahçecilik ile sağlamaktadır.

İnceleme alanındaki kaolin madeni yaklaşık 1-5 km²'lik alana sahip çok sayıda yataktan oluşmakla birlikte, yalnızca Kumoğlu köyü kuzeydoğusunda bulunan en büyük yatak ÇİMSA firması tarafından işletilmektedir. Ancak diğer yatakların işletilmesiyle yöre ekonomisine önemli bir katkı beklenebilir.

1.3. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki çalışmalar, çoğunlukla genel jeoloji ile ilgilidir (Nebert, 1956; Kurtman, 1961a; Kurtman, 1961b; Nebert, 1961; Kurtman, 1973; Ataman ve diğ., 1975; Yılmaz, 1981a; Gökçen, 1982; Barka, 1984; Yılmaz, 1985; Ulakoğlu, 1985/1986; Üşümezsoy ve Ulakoğlu, 1987/1988; Aktimur ve diğ., 1990; Gökten ve Kelling, 1991; Kazancı, 1993a; Kazancı, 1993b; Uysal ve diğ., 1995; Çubuk ve İnan, 1998). Birkaç çalışma magmatik birimlerin petrolojisini (Tokel, 1977; Kalkancı, 1978; Yılmaz 1981b; Boztuğ ve diğ., 1994; Boztuğ ve diğ., 2004) ve bir çalışma da metalik cevherleşmelerin maden yatakları incelemelerini (Efe ve Gökçe, 1999) kapsamaktadır. Bunlar sırasıyla aşağıda özetlenmiştir:

Nebert (1956); Zara-İmranlı bölgesindeki jips serisi içinde bulunan marn tabakalarında Miyosen mikro fosilleri gözlemiş ve bu serinin Oligosen yaşlı olmayıp Miyosen yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Kurtman (1961a); Sivas-Divriği arasında yaptığı çalışmada Tersiyer'in, Paleosen konglomera tabakaları ile Kretase üzerinde uyumsuz olarak başladığını, Lütésiye

kalkerleri, Eosen fliş, Oligosen ve Miyosen jipsli serisi ile Pliyosen tabakalarından oluştuğunu belirtmiştir. Bölgenin Paleozoyik, Kretase, Eosen ve Miyosen sonlarında dört defa kıvrımlanma hareketine uğradığını ve bu kıvrımların eksenlerinin genellikle D-B doğrultulu olduğunu belirtmiştir. Kurtman (1961b); Sivas civarındaki jips serilerinin stratigrafik konumu ile ilgili yaptığı çalışmada, daha önceki çalışmalarda Oligosen yaşında kabul edilen birimin yaşını Miyosen olarak düzeltmiştir.

Nebert (1961); Kelkit çayı ve Kızılırmak arasında yaptığı çalışmada, Eosen yaşlı fliş dizisinin kumtaşı, konglomera, marn, kumlu marn, kalkerli marndan ve aynı zamanda inisiyal volkanitlerden (bazalt, andezit ve bunların piroklastikleri) oluştuğunu ve Refahiye serpantin zonu üzerine uyumsuzlukla geldiğini belirtmiştir. Ayrıca, İmranlı volkanik bölgesi olarak isimlendirdiği Eosen yaşlı volkanitlerin litoloji, stratigrafi ve yapı tarihçesi bakımından Pontik bölgeye mensup olduğunu ve burada da yaygın andezit ve bazaltların bulunduğu, Eosen flişinin erozyon pencereleri halinde, volkanik masifler arasından adalar halinde yükseldiğini ileri sürmüştür.

Kurtman (1973); Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinde Tersiyer'in kalker fasiyesinde gelişmiş Paleosen tabakaları ile Üst Kretase üzerinde uyumsuz olarak başladığını, Eosen'in volkanik arakatkıları içeren fliş fasiyesinde geliştiğini, Oligosen'in jipsli alacalı renkli kumtaşı ve silttaşlarından oluştuğunu, Miyosen'in jipsli alacalı renkli kumtaşları ile kalker ve marn tabakalarının yan al geçişi şeklinde görüldüğünü ve Neojen'in kaba klastiklerle tatlı su kalker tabakalarından oluştuğunu belirtmiştir. Diğer taraftan, bölgenin tektonik gelişimini ise iki yükselim alanı arasında kalan bir gerilim alanıyla sınırlı olduğunu ve aynı zamanda bu kesimde yoğun kıvrımlanma tektoniğinin egemen olduğunu ifade etmiştir.

Ataman ve diğ. (1975); Erzincan ofiyolitlerinin kuzeyden güneye doğru peridotitlerle başlayıp, gabrolar, diyabazlar ve yastık yapılı bazaltlara geçiş gösterdiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre bu bölgedeki ofiyolitler, Anadolu plakacığı ve Doğu Pontid ada yayı arasındaki çarpışma sırasında, batma zonunun çok derin olmayan düzeylerinde batmakta olan plakadan sıyrılarak kopmuş üst manto ve okyanus kabuğu parçalarıdır.

Tokel (1977); Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Gümüşhane-Alucra-Şebinkarahisar-Gölköy) Tersiyer volkanizması üzerinde yaptığı çalışmalarda, volkaniklerin andezit, dasit ve piroklastiklerden oluştuğunu ve Lütesiyen yaşında olduklarını belirtmiştir. Volkanik dizinin kalk-alkalen sınıfın kalsik ucunda yer aldığını ve volkaniklerin silisyuma doymuş, sodik ($\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$) ve genellikle Al_2O_3 bakımından zengin olduğunu saptamıştır. Yapılan

analizlerden elde edilen AFM, alkali zenginleşmesi ve toplam demir oksit-MgO oranı diyagramları, Doğu Karadeniz Bölgesi Eosen volkaniklerinin kimyasal bileşimleri ile günümüzdeki litosfer yitme alanları boyunca oluşan volkaniklerin bileşimleri arasında büyük bir benzerlik olduğunu göstermektedir. Yazar, bir olasılıkla Kuzey Anadolu Kıtasının güney kenarında bir litosfer yitme zonu oluştuğu ve Lütesiyen'de Kuzey Anadolu Tetisi'nin tabanı ve içerdiği sular kıtanın altına kayarak kalk-alkalen magmatizmanın kökenini oluşturmuş olabileceğini, Karadeniz Bölgesi'nde çok geniş yüzlekler biçiminde görülen Oligosen yaşlı granit batolitlerinin varlığını ve Oligosen'de litosfer yitme hızının arttığını, dolayısı ile yüksek dağ kütlelerinin oluşup denizin çekildiği savını ileri sürmektedir.

Kalkancı (1978); Zara-Suşehri (Sivas) arasındaki bölgede yaptığı çalışmada tabanda Alt Kretase yaşlı serpantinleşmiş ofiyolit ve ultrabazik masifin yer aldığı ve üzerinde Lütesiyen'den, Priaboniyen'e kadar çökelmiş fliş fasiyesli kalın bir volkano-sedimenter formasyonun bulunduğu, bunun üzerine Priaboniyen yaşında andezitik karakterli volkaniklerin geldiğini ve bu volkanik faaliyetten sonra, siyenitik bir masifin yer alması ile sonuçlanan plütonik aktivitenin varlığını belirlemiş ve siyenitik masifi üç ayrı fasiyese ayırmıştır (1-Kenar fasiyesi: monzonitik siyenit, siyenitik kütlelerin yerleşimi sırasında porfirik andezitleri yeniden kristalleştirmesi ile meydana gelmişlerdir. 2-Kuvarslı siyenit: Kösedag'ını meydana getiren esas fasiyestir. 3-Biyotitli siyenit: masifin merkezi kısmında bulunur). Rb-Sr yaş tayini analizleri sonucunda kuvars siyenit için 42 ± 4 m.a., Pegmatitik biyotitli siyenit için $37 \pm 2,6$ m.a. yaşı bulunmuştur. Araştırmacı Priaboniyen yaşlı porfirik andezitlerin magma kökeninin üst manto, kuvarslı siyenitin magma kökeninin üst manto-kabuk sınırı, pegmatitik biyotitli siyenitin kabuksal bir magma kökenine sahip olduğunu ve buna göre magma kökenlerinde zamanla üst manto → manto-kabuk sınırı → kabuk yönünde bir gelişme olduğunu açıklamıştır. Bölgedeki magmatik aktivitenin büyük çatlaklar boyunca yerleşen keratofirik ve riyolitik karakterli volkanizma ile devam ettiğini ve Priaboniyen'de önemsiz görsel sedimanların çökeldiğini belirtmiştir. Bölgede siyenitik batolite bağlı olarak, çatlakları dolduran hidrotermal karakterli, blend+pirit+galen+kalkopirit mineralleri ile zaman zaman stibnit ve pirolüzit içeren kuvars, barit ve limonit ganglı filonlar bulunduğunu ve porfirik andezitlerde diyalaklazları dolduran bakır (nabit bakır+tenorit+küprit+malakit+azürit) zuhurlarının bulunduğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1981a); Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı ile ilgili yaptığı çalışmada, doğu-batı uzanımlı ofiyolitli karışığın

çoğunlukla serpantinolit olmakla beraber tuf ve aglomeradan oluşan ve kesme kırıklarının yaygın olduğu bir hamur, hamurun içinde mermer, fillit, kristalleşmiş kireçtaşı, radyoloritten ve Üst Jura-Alt Kretese yaş aralığında tortullar ve Senomoniyen yaşlı pelajik kireçtaşı, peridotit, gabro, diyabaz bloklarından oluştuğunu ifade etmiştir.

Yılmaz (1981b); Tokat-Sivas arasındaki bölgede bazı volkanitlerin petrokimyasal özelliklerini inceleyen çalışmasında, bölgedeki volkaniklerden ofiyolitik karışık içinde yer alanların (I. Grup volkanitler), okyanus ortası sırtlarda oluşan toleyitik kayaların özelliklerini taşıdıklarını, Üst Kretase yaşlı volkanitler (II. Grup volkanitler), yitim kuşaklarında oluşan volkanitlerle özdeş görüldüğü ve bunların ada yayı oluşumunun ilk aşamasını ve devamını belirleyen kalkalkalin volkanit niteliğinde olduklarını, Eosen ya da büyük olasılıkla daha genç yaşta olan volkanitlerin (III. Grup volkanitler) kalkalkalin kayaların farklılaşmasının son ürününü olduğunu belirtmektedir.

Gökçen (1982); Zara-Hafik ve Refahiye bölgelerindeki Eosen filişini incelediği çalışmasında, Refahiye alt basenine ait kumtaşlarının ağırlıklı olarak ultrabazik-ofiyolitik, Zara-Hafik bölgesi arenitlerinin ise asidik magmatik ve metamorfik kayalardan türediğini belirterek; Refahiye ve çevresinde okyanus kabuğu kayalarından, Sivas-Hafik yöresinde ise kıtasal kabuk kayalarından bir getirimin olduğunu öne sürmüştür.

Barka (1984); KAF Zonu'ndaki bazı Neojen ve Kuvaterner havzalarının jeolojisini ve tektonik evrimini inceleyerek, Alt Pontus Serisi'nin daha batıdaki genç havzaların tabanında da gözlemlendiğini saptayarak, adını Alt Pontus Formasyonu olarak değiştirmiş ve yaşının da Üst Miyosen olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1985); inceleme alanı ve çevresinde yaptığı çalışmada farklı ortam koşullarını yansıtan, birbirleri ile tektonik ilişkili ve Eosen öncesi yaşta olan dört temel birim ayırtlamıştır. Bunlar, kuzeyden güneye doğru Kelkit Otoktonu, Çimen Dağı Napı, Erzincan Napı ve Munzur Kireçtaşı'dır. Çimen Dağı Napı, kuzeyde Kelkit Otoktonu, güneyde Erzincan Napı üzerinde, Erzincan Napı da daha güneydeki Munzur Kireçtaşı üzerinde yer almaktadır. Bu tektonik birimler, Jura-Alt Kretase sırasında açılmakta olan havzanın, Üst Kretase-Paleosen evresinde yitimine bağlı olarak yanyana gelmişlerdir. Eosen ve daha genç kaya türleri, tektonik birimlerin üzerine aşılal uyumsuzlukla gelmekte ve gereçleri genellikle ofiyolitlerden türemiş olistostromlar kapsamaktadır. Araştırmacı inceleme alanının Üst Miyosen-Pliyosen öncesinde tümüyle kara haline geldiğini belirtmektedir.

Ulakoğlu (1985/1986); Suşehri (Sivas) dolayının jeolojisi isimli çalışmasında bölgede en altta Üst Jura-Alt Kretase yaşlı ultrabazik kayalardan oluşan Suşehri

serpantinitinin bulunduğunu, üzerine Lütésiyen yaşlı volkanik ara seviyeli-kırıntılı-marn ardañanmalarından meydana gelmiş fliş karakterli Oyuk Formasyonu, Eosen sonlarına doğru oluşmuş pülütönik Köseadağ siyeniti, Oligosen yaşlı gevşek kumtaşı-kiltaşı ardañanması ile jipsli seviyelerden oluşmuş Selimiye formasyonu, Akitaniyen-Burdigaliyen (Alt Miyosen) yaşlı kireçtaşlarından oluşan Akören Kireçtaşı, Pliyosen yaşlı çakiltaşı-kumtaşıñdan oluşan Öksülü Formasyonu ve en üste de Kuvaterner yaşlı alüvyonların geldiğini belirtmektedir.

Suşehri (Sivas) dolayında yaptığı çalışmada Üşümezsoy ve Ulakoğlu (1987/1988); Suşehri önçukur çanağının Tokat-Erzincan kenet kuşağının güneyinde yer aldığını ve temelde ofiyolit napları ve onları üzerleyen ofiyolit türevli Eosen yaşlı kumtaşı ve bazik volkanitleri kapsadığını belirtmektedir. Suşehri önçukur çanağının temelini oluşturan peridotit napları ve yitim zonu kompleksi kuzeybatıya doğru Tokat napları, doğuya doğru da Erzincan napları olarak devam etmektedir. Tokat-Erzincan napları Munzur karbonat platformu ve Kırşehir masifini üzerlemiş okyanusal kabuğu ve yitim zonu kompleksini temsil etmektedir. Ofiyolit türevli Eosen kumtaşı ofiyolitik temel üzerine çökelmiştir. Eosen yaşlı kumtaşları alkali bazik volkanitler ile ardañanmalıdır. Alkali bazik volkanitler Neo-Tetis'in Tokat Erzincan kesiminin daralması sonucu okyanusal kabuğun ve yitim zonu kompleksinin üzerlenmesini izleyen evrede kalık okyanusal kabuğun çarpışma sonrası yitimi ile türemişlerdir. Köseadağ siyenitik plütönu önçukur çanağı Eosen yaşlı kumtaşı volkanitler içine yerleşmiştir ve Köseadağ siyenitinin Eosen yaşlı volkan magmasının evrimleşmiş ürünü olduğunu kabul etmiştir.

Aktimur ve diğ. (1990); Sivas-Erzincan arasında yer alan Tersiyer havzasının çok karmaşık sedimanter ve tektonik özellikler sunduğunu, havzanın güneyinde Munzur kireçtaşı, kuzeybatısında Karaçayır formasyonunun yer aldığını ve bölgeye Alt Kampaniyen-Alt Mestrihtiyen aralığında Refahiye ofiyolitli karışığının yerleştiğini belirtmiştir. Ofiyolitli karışığın Üst Mestrihtiyen yaşlı karbonatlı sığ deniz çökelleri tarafından uyumsuzlukla örtüldüğünü, bu karbonatların Paleosen-Eosen yaşlı olistostromal filiş özelliğindeki derin deniz çökellerine geçtiğini, Oligo-Miyosen ve Alt-Orta Miyosen yaşlı kırıntılılar ve karbonatların daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örttüğünü ifade etmektedir. Bu kırıntılıların ve karbonatların denizel, lagüner ve karasal ortam koşullarında çökelmiş ve bölgede bu ortam koşullarının birbirleriyle yanal ve düşey yönde geçişli olduğunu, Üst Miyosen yaşlı evaporitli kırıntılıların alttaki birimleri uyumsuz olarak örttüğünü ve Pliyo-Kuvaterner'in ise karasal çökellerle temsil edildiğini belirtmiştir.

Hafik kuzeyindeki Senozoyik istifini inceleyen Gökten ve Kelling (1991), havzanın Geç Kretase'de gömülmeye başladığını; daha sonra karasal, sığ ve derin denizel karakterler sunan çok sayıda havzaya bölümlendiğini; havzaların ve fasiyeslerin birbirine yatay ve düşey geçişler gösterdiklerini belirtmişlerdir. Yazarlar havza içi ve civarındaki tektonik çizgiselliklerin (DKD-BGB doğrultusunda) havzanın uzun eksenine paralel olduğunu ifade etmişlerdir. Havzanın doğu ve güneydoğu kesimlerinin Paleosen ve Lütesiyen sıralarında göreceli olarak derin olduğunu, kuzeybatı kesimlerinin daha sığ bir karakter gösterdiğini, Oligosen'in geniş şekilde karasal, lagüner fasiyeslerle ve fırtına dalga depolarıyla temsil edildiğini, havzanın orta kesimlerinde Miyosen'de akarsu koşullarının egemen olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kazancı (1993a); Suşehri civarındaki Geç Miyosen tortullarının sedimantolojik özelliklerini incelediği çalışmasında, karasal Miyosen tortullarının Kuzey Anadolu Fay Zonu'na (KAF) paralel olarak yüzeylediğini ve bu istifin KAF öncesi hızla dolan bir depolanma bölgesi olduğunu savunmuştur. Bunlar denizel Miyosen tortullarını uyumsuzlukla örter ve yine Pliyosen tortulları tarafından uyumsuz olarak üstlenirler. Bu tortullar alttan üste doğru birbirleriyle geçişli üç istif oluştururlar: a) Kömürlü kiltaşları ve marnlar (Göl ve kıyı ovası ürünleri), b) Kaba kırıntılı çamurtaşları (taşkın ovası ve dış alüvyon yelpazesi tortulları), c) Konglomeralar (örgülü akarsu ve iç yelpaze ürünleri).

Kazancı (1993b); Suşehri havzası'nın, KAF'nın denetiminde, Üst Miyosen tortulları üzerinde açılmış, halen aktif önemli depolanma alanlarından birisi olduğu belirtmektedir. Alt Pliyosen-Holosen aralığında çökelmiş tutturulmamış kırıntılı havza dolgusu, tektonik kökene bağlı depolanma rejimi değişikliklerini temsil eden yerel uyumsuzluklarla üç istife bölünmektedir. Alt istif çek-ayır bir havzada çökelmiş dağınık akarsu, orta istif fay denetimli bir havza içinde depolanmış örgülü akarsu, üst istif ise yelpaze ve örgülü akarsu tortulları ile temsil edilmektedir.

Boztuğ ve diğ. (1994); Köseadağ (Suşehri-Sivas) doğu kesiminde yaptıkları çalışmada, plütunu orta-kaba ve ince taneli olmak üzere iki fasiyese ayırmışlardır. Ana kütleli oluşturan orta-kaba taneli fasiyesin, çoğunlukla kuvars-siyenit, siyenit ve ender olarak da monzonitik kayalardan oluştuğunu: ince taneli fasiyesin ise diğerinin içerisinde küçük sokulumlar halinde gözlendiğini ve başlıca siyenitik kayaçlardan oluştuğunu belirtmektedirler. Ana mafik minerallerin amfibol (hornblend-kersutit), klinopiroksen (öjit ve ender olarak egirinöjit) ve biyotitten oluştuğunu, siyenitik ve monzonitik kayaçların kafemik (CAFEM), metalümina, katyonik (Na+K)<Al parametresi olan ve silis bakımından doygun alkalın (ALKS) özellik gösteren bir magma tipine sahip

olduğunu, R1-R2 parametrelerine göre “geç orojenik”, Y-SiO₂, Nb-SiO₂, Rb-SiO₂, Nb-Y ve Nb+Y-Rb eser element verilerine göre de “levha içi granitoidleri (WPG)” karakteri gösterdiğini, bu özelliklerinin çarpışma sonrası (POST-COLG) bir jeodinamik ortama bağlı olarak geliştiğini ve Köseadağ plütununun, Neo-Tetisin kuzey kolunun kuzeye doğru yitimiyle ilgili çarpışmaya bağlı kabuk kalınlaşmasının sonlarında, pasif kenarda meydana gelen gerilme rejimi ile gelişebilecek olan manto yükseliminden malzeme alan ve alt kabuktan da kirlenen bir petrojenez mekanizmasına sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Uysal ve diğ. (1995); Koyulhisar (Sivas) dolayında yaptıkları çalışmada Orta Eosen yaşlı volkaniklerin çarpışma sonrası geliştiğini ve yer yer kalkalkalen, yer yer de alkalen özellik gösterdiğini belirtmiş ve bu volkanitlerin Üst Eosen yaşlı Köseadağ plütunu tarafından ve daha sonraki dönemde de yine Üst Eosen sonlarında andezit ve tüflerden oluşan dayklarla kesildiğini ve çarpışma sonrası olarak yorumlanan bu daykların genellikle kalkalkalen ve seyrek olarak ta alkalen özellik gösterdiğini açıklamıştır.

Çubuk ve İnan (1998); İmranlı ve Hafik güneyinde (Sivas) Miyosen havzasında yaptıkları çalışmada Erken Eosen’de şekillenmeye başlayan Sivas Tersiyer havzasının, Geç Eosen’de K-G sıkışma rejimi etkisi altında kaldığını, Şatiyen-Akitaniyen yaşlı jipslerin havzadaki genç tektonik yapıların şekillenmesine yol açacak şekilde Erken Miyosen’de ilk tuz yükselim periyodunu gerçekleştirdiğini ve bu tuz tektoniğinin havzada etkisini Geç Pliyosen’e kadar yoğun bir şekilde sürdürdüğünü ve bu dönemde havzada çok sayıda tuz yükselimi ve bunlara bağlı olarak oluşan kıvrım ve bindirmelerin geliştiğini belirtmişlerdir.

Efe ve Gökçe (1999); Maden köyü (İmranlı-Sivas) çevresindeki Pb-Zn yataklarında yaptıkları çalışmada, bölgedeki kurşun-çinko yataklarının Maden volkanitlerini ve Köseadağ siyenitini kesen fay zonları boyunca, K45-50°B, 80-85°KD konumlu damar tipi cevherleşmeler şeklinde olduğunu, damarların cevher minerali olarak sfalerit, galenit, kalkopirit, fahlers, polibasit-pearseit, pirit, arsenopirit, bornit, molibdenit, manyetit ve hematit; gang minerali olarak ise kuvars ve barit içerdiğini belirtmişlerdir. Kuvars kristallerinde yapılan sıvı kapanım incelemeleri sonucunda ilk buz ergime sıcaklığı değerleri çözeltilerin bileşiminde çözümlü tuz olarak yalnızca NaCl bulunduğunu, son buz ergime sıcaklığı değerleri çözeltilerin tuzluluğunun birinci grup kapanımların oluşumu sırasında düşük olduğunu (ortalama % 3.61 NaCl eşdeğeri), ikinci grup kapanımların oluşumu sırasında belirgin bir şekilde yükseldiğini (ortalama % 8.76 NaCl eşdeğeri), üçüncü grup kapanımların oluşumları sırasında ise tekrar düştüğünü (ortalama

% 3,03 NaCl eşdeğeri) ve homojenleşme sıcaklığı değerleri, çözeltilerin sıcaklığının birinci grup kapanımların oluşumu sırasında maksimum 388.5 °C'ye kadar yükseldiğini (ortalama 338.1°C), daha sonra ikinci grup kapanımların oluşumu sırasında ortalama 247.8°C civarında olduğunu, üçüncü grup kapanımların oluşumu sırasında ise 182 °C'ye kadar (ortalama 205.6 °C) kademeli bir şekilde düştüğünü belirtmektedirler.

Boztuğ ve diğ. (2004) Doğu Pontid'lerdeki granitoidlerde apatit fission-track yöntemi ile yaptıkları çalışmada, yükselme profilindeki yaşlardan; Senoniyen'deki (80.7±3.2 – 62.4±2.5 Ma) yavaş yükselmeyi Avrasya kıtası altına Neo-tetis dalma zonu üzerinde, çarpışma zonunun üst kesimlerine çarpışma ili ilişkili diyapirik yükselmeler olarak yorumlamışlardır. Bunu takip eden Paleosen-Erken Eosen (57.4±2.4 – 47.8±2.4 Ma) süresince hızlı yükselişi ise farklı yaşlı granitoidlerin sıralanması, bileşimleri ve kabuk içerisine yerleşme seviyelerinin, Pontid (Avrasya) ve Anatolid (Gondwana) arasındaki çarpışma ile ilişkili olduğunu belirtmektedirler.

Görüldüğü gibi önceki çalışmalarda inceleme sahasında gözlenen Eosen magmatiklerinden siyenitik plütone ilişkin daha ayrıntılı petrolojik, petrografik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalar mevcutken, volkanikler ve Eosen magmatiklerinde gelişmiş hidrotermal bozuşma ile ilgili ayrıntılı bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma; magmatiklerde gelişmiş hidrotemal bozuşma ürünlerinin dağılımını, mineralojisini, petrografisini ve jeokimyasını belirlemesi açısından bir ilki gerçekleştirmektedir.

2. İNCELEME ALANININ STRATİGRAFİSİ

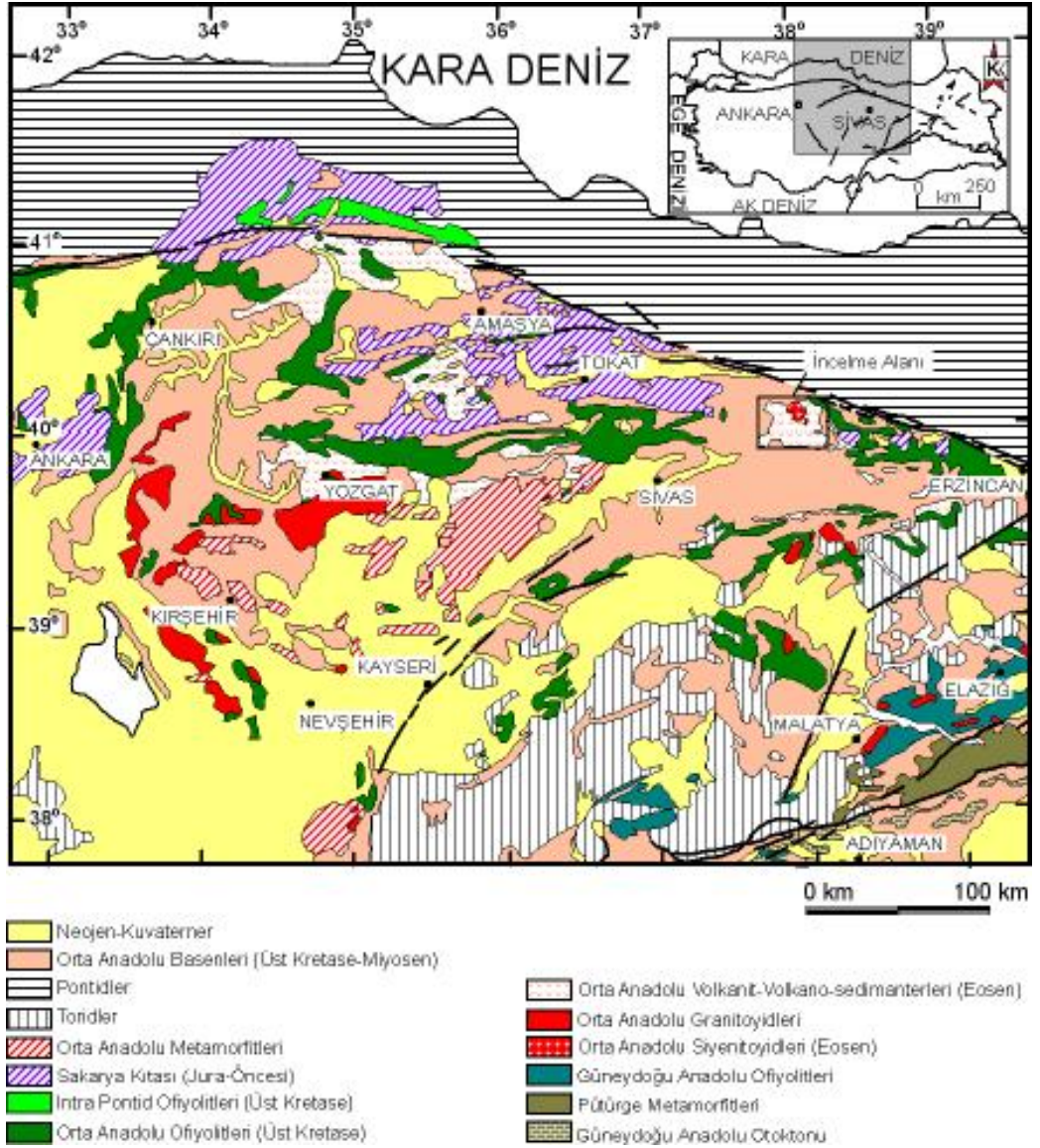
2.1. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı Orta Kuzey Anadolu Bölgesi ve çevresinde farklı yaş, jeotektonik konum ve kayaç türlerine sahip birimler bulunmaktadır (Şekil 2.1). Bunlar; başlıca kuzeyde Karadeniz'den güneyde Orta Anadolu'ya kadar uzanan jeotraverse ofiyolitik kenet kuşakları ile ayrılan kıtasal bloklardır. Bu tektonik kuşaklar kuzeyden güneye doğru Pontid Kıtası, İnter-Pontid Kenedi, Sakarya Kıtası, Ankara-Yozgat-Erzincan Kenedi (Orta Anadolu Ofiyolitleri) ve Kırşehir Kıtası (Orta Anadolu Metamorfileri) olup; kıtasal bloklar Pan-Afrikan, Hersiniyen ve Kimmerid orojenezleri sonucunda gelişmişler ve bölgenin Neo-Tetis evrimi süresince kıtasal temel olarak kalmışlardır (Tüysüz, 1993).

Neo-Tetis Okyanusu bu kıtasal temellerin Liyas'ta iki hat boyunca riftleşmesi ile açılmış, böylece İnter-Pontid ve Ankara-Yozgat-Erzincan Okyanus kolları gelişmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Geç Kretase başında İnter-Pontid Okyanusu kuzeydeki Pontid Kıtası, Ankara-Yozgat-Erzincan Okyanusu ise batıda Sakarya Kıtası, doğuda Pontid Kıtası altına dalmaya başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Tüysüz, 1993). Bu okyanusal havzalar Geç Kretase sonunda (Paleosen-Alt Eosen'de kıta-kıta çarpışması, Şengör ve Yılmaz, 1981) kapanmışlar, bunun sonucunda ofiyolit yerleşimleri meydana gelmiş; bu kapanmaya neden olan sıkışma rejimi Paleojen sonuna kadar bölgeyi etkilemiştir (Tüysüz, 1993).

Bu tektono-stratigrafik birimlerden, Refahiye Karmaşığını da kapsayan Kuzey Anadolu Ofiyolitleri, Neo-Tetis okyanusunun kuzey koluna ait allohton topluluklarını temsil etmekte olup, Üst Kretase-Paleosen'de (Yılmaz, 1985) veya Üst Kretase'de (Göncüoğlu ve diğ., 1997) güneye doğru Torid-Anatolid Platformu üzerine yerleşmiştir. Neo-Tetis'in Eosen'de tamamen kapanmasından sonra ise genellikle düşey hareketler etkili olmuş ve inceleme alanında asidik, ortaç ve bazik karakterli magmatitler meydana gelmiştir (Yılmaz ve diğ., 1985). Çarpışma ile ilişkili magmatiklerden Paleosen'de Orta Anadolu Granitoidleri (Boztuğ, 2000) ile Orta-Üst Eosen'de Orta Anadolu Siyenitoidleri (Boztuğ ve diğ., 1994) ve Orta Anadolu Volkanitleri gelişmiştir.

Neo-Tetis'in kapanmasına koşut olarak Geç Kretase'den itibaren Sakarya Kıtası ve Kırşehir Bloku olmak üzere iki kıtasal birim üzerinde (Şengör ve Yılmaz, 1981), Orta Anadolu havzaları (Koçyiğit, 1991; Görür ve diğ., 1998) oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen'e kadar gelişimlerini sürdürmüşlerdir. Bu havzalardan biri olan Sivas havzası çarpışma ile ilişkili tipik bir ön ülke havzası olup (Görür ve diğ., 1998), Üst Paleosen'de (Kavak, 1998a; Poisson ve diğ., 1996) oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen'de Anadolu ve Arap levhalarının çarpışması ile evrimini tamamlamıştır (Görür ve diğ., 1998).



Şekil 2.1. İnceleme alanına ait bölgesel jeoloji haritası (Bingöl, 1989; Tüysüz, 1993; Göncüoğlu ve diğ., 1997; Görür ve diğ., 1998)

Orta Miyosen'den itibaren ise neotektonik "Ova" rejimi (Şengör, 1979) altında intrakratonik havzalar gelişmiş olup (Görür ve diğ., 1998), bu rejim Geç Pliyosen'e kadar (Koçyiğit, 1991) devam etmiştir. Bu dönemde oluşan küçük havzalar, İmranlı-Suşehri çevresinde ofitolitik ve magmatik kayalar üzerinde yaygın olarak çek-ayır türü havzalar (Yılmaz, 1998) olarak bulunmaktadır. Bu havzalar Üst Miyosen-Geç Pliyosen yaşlı akarsu, göl ve/veya playa çökellerinden oluşmakta ve farklı fasiyeslere karşılık gelen mineralojik değişimler ile temsil edilmektedir (Yalçın ve Bozkaya, 1995 ve 2003b; Yalçın ve diğ., 2000).

2.2. Litostratigrafi Birimleri

İnceleme alanının jeoloji haritası Kalkancı (1974), Yılmaz ve diğ. (1985) ve Uysal ve diğ. (1995) tarafından hazırlanan haritaların yeniden düzenlenmesi ile çizilmiştir (Şekil 2.2). Ancak genelleştirilmiş stratigrafik kesit yeniden oluşturulmuştur (Şekil 2.3).

Birimlerin adlandırılması Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından yapılmış, bu çalışmada ilgili tanımlamalara mümkün olduğunca bağlı kalınmaya çalışılmıştır. İnceleme alanındaki volkaniklastik, volkanik ve plütonikler ile bunların bozuşma ürünleri, yaş ve magmatik evrim gibi özellikleri bakımından birbirleriyle oldukça yakın ilişki içindedir.

Üst Kretase-Paleosen yaşlı peridotit ve serpantinitleten meydana gelen Refahiye karmaşığı bölgedeki en yaşlı birimi oluşturmaktadır. Bu birim üzerine uyumsuzlukla Eosen yaşlı üst seviyelerinde aglomera ve volkanik breş ile ender olarak dolomitik seviyeler içeren piroklastik kayaç arakatlı volkaniklastik kayaçlardan oluşan Akıncılar formasyonu ile bazaltik-trakitik karakterli Karataş volkanitleri gelmektedir (Yılmaz ve diğ., 1985). Karataş volkanitleri ile sıcak-sıcak dokanak ilişkisine sahip Köseadağ siyeniti, başlıca alkali feldispat siyenit, kuvarslı alkali feldispat siyenit, siyenit ve kuvarslı siyenit ile yer yer monzonitik bileşime sahiptir. Neojen yaşlı örtü birimleri ise sırasıyla denizel ve karasal kırıntılı-kimyasal kökenli kayaçlar içeren Onarı formasyonu, Köseadağ siyenitini keser durumdaki dasitik-andezitik bileşimli İsola volkanitleri, gölsel-akarsu tortullarından oluşan Kadıköy formasyonu temsil etmektedir.

İnceleme alanındaki son volkanik evreyi Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Şerefiye bazaltı (Uysal ve diğ., 1995) oluşturmaktadır. Tüm bu istif Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile örtülmektedir.

SERİ	BİRİM	KALINLIK m	LİTOLOJİK SİMGE	LİTOLOJİK AÇIKLAMALAR	
					KUVA- TERNER
ÜST MİYOSEN-PLİYOSEN	KADIKÖY	500		Akıvyon	
					İSOLA ŞEREFİYE BAZALTI
	KİTAŞI	?		Yeşil-kahverengi renkli porfirik dokulu andezit-dasit	
					ONARI
	BİKİKAŞI	250		Sarımsı orta-ince tabakalı kireçtaşı ve kilitaşın arakatlı içeren beyaz-gri renkli kalın tabakalı jips	
					KÖSEDAĞ SİMENTİ KARATAŞ VOLKANİTLERİ
	AKINCI LAR	250-500		Mor, yeşilimsi-siyah renkli porfirik dokulu bazaltik trakandezit, trakandezit, trakit	
					ÜST KRETASE- PALEOSEN
	Gri-siyah-yeşil renkli kalın tabakalı çakıltı				

Şekil 2.3. Zara-İmranlı-Suşehri-Şerefiye çevresinin geliştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Kurtman, 1973; Kalkancı, 1974; Yılmaz ve diğ., 1985; Uysal ve diğ., 1995)

2.2.1. Refahiye karmaşığı

Çalışma bölgesinde fazla geniş bir yayılım göstermeyen birim, inceleme alanının doğu ve kuzeydoğu kesimlerinde Suşehri'nin güney ve batısında, Altınca kuzeyinde yüzeylemektedir (bak Şekil 2.2).

Yılmaz ve diğ. (1985) yaptığı çalışmada birimin birbirleri ile tektonik ilişkili serpantinit, peridotit, gabro ve Tokat Gurubu Metamorfitlerinden türemiş mermer, yeşilist ve metavolkaniklerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Çalışma alanımızda birimin sadece peridotit ve serpantinitleri gözlenmektedir.

İnceleme bölgesinde, birimin üzerine uyumsuzlukla Eosen yaşlı kırıntılı kayalardan oluşan Akıncılar formasyonu gelmekte, birimin tabanı ise gözlenmemektedir.

Serpantinitler, genellikle yeşilimsi-siyah yer yer mor renkli, ağısı yapılı dış kesimi cilalı sabunumsu kayma yüzeylerine sahip ve masif görünümlüdür. İnceleme bölgesinde birim içerisinde serpantinleşme çok yaygın olarak gelişmiştir. Serpantinitler yer yer, içerisindeki kırıklar ve çatlaklar boyunca gelişmiş 0,5-2 cm kalınlığında beyaz-gri renkli kalsit+sepiyolit damarları içermektedir.

Serpantinitler içinde 1-2 m lik sert çıkıntılar biçiminde gözlenen peridotitler, çoğunlukla siyahımsı yeşil renklere sahip olup, az veya çok serpantinleşmişlerdir.

Bergougnan (1975, 1976) birimi Karayaprak Napı, Yılmaz (1981a) olistostromal karışık (Karayaprak Karışığı) ile tektonik karmaşığı (Refahiye Karmaşığı) bir bütün halinde Erzincan Napı olarak adlandırmıştır. Bu nap Kuzey Anadolu Ofiyolitleri içinde değerlendirilebilir ve içerdiği volkanitlerin karakterine göre okyanus ortası sırtlarda (Yılmaz, 1981b; Buket, 1982), ya da bu okyanusun bir kenar denizi konumunda (Bektaş, 1981) oluşabileceği ileri sürülmüştür.

Refahiye karmaşığının yaşı Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Üst Kretase-Paleosen olarak verilmiştir. Birimin yerleşme yaşı Alt Kampaniyen – Alt Mestrihtiyen aralığı olarak da verilmekte (Özgül, 1981; Aktimur, 1986) ve yatay hareketlerin kesintili olarak Alt Miyosen sonlarına kadar birkaç kez tekrarlandığı belirtilmektedir (Arpat ve Tütüncü, 1978; Aktimur, 1986; Tütüncü ve Aktimur, 1988).

2.2.2. Akıncılar formasyonu

2.2.2.1. Dağılımı ve topografya görünümü

Çok geniş bir yayılım sunan birim, inceleme alanında daha çok batı kesimlerinde yüzlek vermektedir. En iyi gözleendiği yerler Zara'nın yaklaşık 5 km kuzey doğusu ve çalışma alanının kuzey kesimleridir (bak Şekil 2.2.).

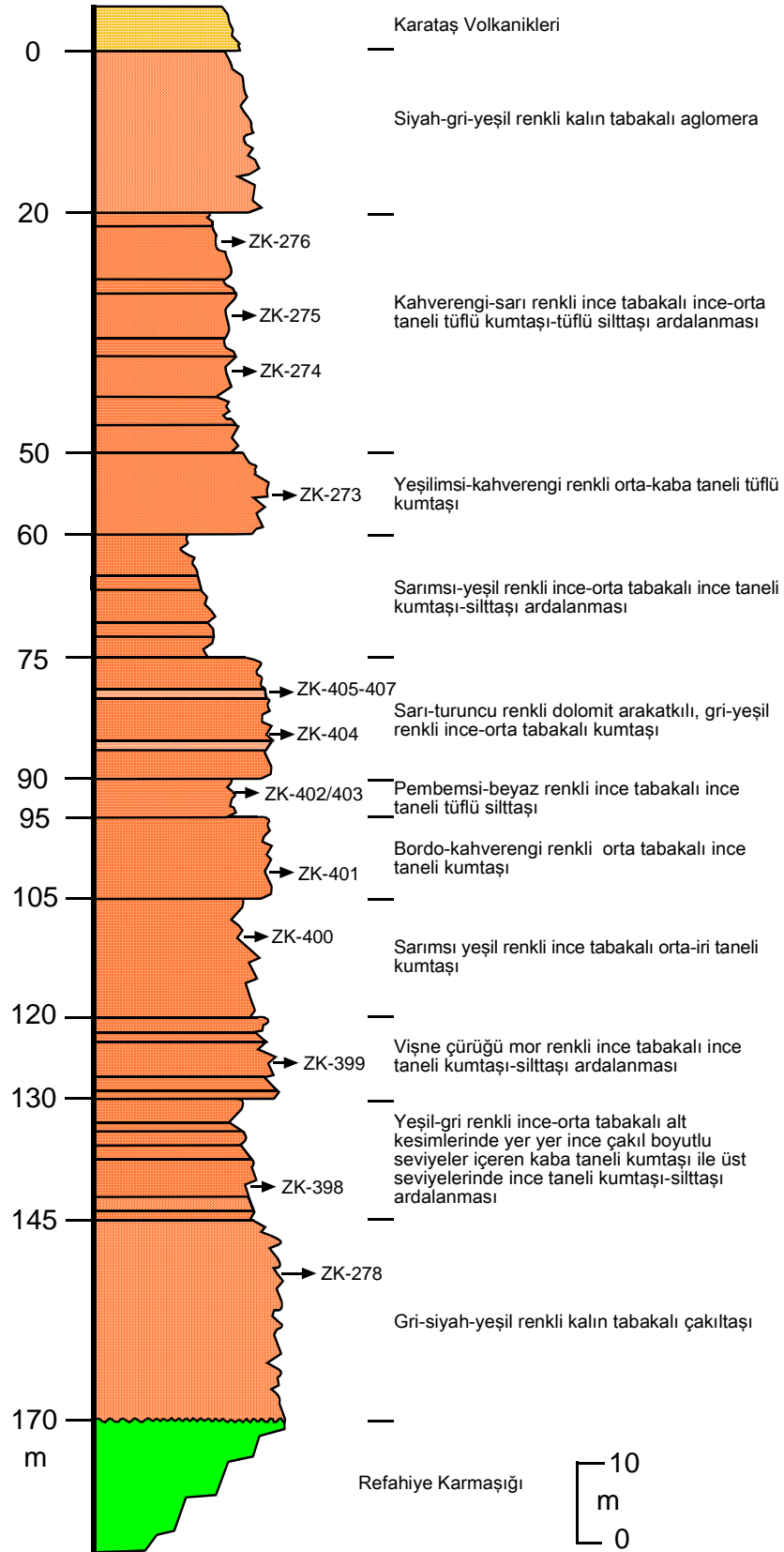
Formasyon inceleme alanının batı ve güney kesimlerinde kısmen düşük, kuzey ve doğu kesimlerinde ise yüksek engebeye sahiptir.

2.2.2.2. Kayaç türü, kalınlık ve alt/üst sınırlar

Akıncılar formasyonu, kalın katmanlı taban konglomerası ile başlayıp, ince-orta katmanlı kumtaşı, silttaşı, kumlu dolomit, tüflü kumtaşı ve tüflü silttaşı ardalanması ile devam etmekte, en üst seviyelerinde ise volkanik aglomera ve breşler ile son bulmaktadır.

İnceleme sahasının dışında bulunan, Akıncılar bucağı dolaylı (Kızıldağ kuzeybatısı, Erzincan kuzeyi) birim için tip yeri olarak verilmiş ve birimin kalınlığının yaklaşık 250 m civarında olduğu belirtilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1985). Ancak bu çalışmada Bozkır köyü güneybatısındaki volkaniklastik dizi tip kesit için seçilmiştir (Şekil 2.4). Burada birimin kalınlığı 170 m olarak ölçülmüştür. Taban konglomerası 25 m, üzerindeki yer yer tüfit arakatıkları içeren silisiklastikler 85 m, tüfitler 40 m ve en üst kesimdeki aglomeralar ise 20 m kalınlığa sahiptir.

Konglomeralar yeşilimsi-gri renkli genellikle metamorfik (beyaz renkli mermer ve kuvarsit, kahve-yeşil şist) ve siyah renkli volkanik kayalardan türemiş, iyi yuvarlaklaşmış, çok kötü boylanmalı, ~ 0.2 cm ile yer yer 50 cm kadar ulaşan çakıllardan oluşmaktadır (Şekil 2.5, 2.6, 2.7).



Şekil 2.4. Akıncılar formasyonunun tip kesiti (Bozkır köyü güneybatısı)



Şekil.2.5. Akıncılar formasyonu volkanik çakıllı konglomera ve üzerine gelen tüflü kumtaşı seviyeleri (Çokrak köyü batısı)



Şekil.2.6. Akıncılar formasyonu volkanik çakıllı konglomeraların yakın görünümü (Çokrak köyü batısı)



Şekil 2.7. Akıncılar formasyonuna ait iyi yuvarlaklaşmış kötü boylanmalı volkanik, beyaz mermer ve kuvarasit çakıllı konglomeralar (Zara 5 km kuzeydoğusu)

Kumtaşı-tüflü kumtaşı seviyeleri yer yer çakıl boyutu malzeme içeren iri taneli kırmızı-mor ve ince taneli yeşil-sarı renkli ince-orta katmanlı seviyelerden oluşmaktadır (Şekil 2.8, 2.9, 2.10). Tüflü silttaşı seviyeleri ince katmanlı, çok ince taneli, gri-yeşil renklidir. Kumlu dolomit seviyeleri grimsi sarı renkli, ince katmanlı gözlenmektedir.

Aglomera seviyesi yeşil-koyu gri-pembe renkli, kötü boylanmalı, tane boyu 0.5-60 cm arasında, lapilliden volkanik bloklara kadar değişen bileşenlerden oluşmaktadır ve yaklaşık 20 metre kalınlığa sahiptir (Şekil 2.11, 2.12, 2.13). Aglomeralar yer yer volkanik breşlere de geçiş göstermektedir (Şekil 2.14). Bu volkaniklastik kayaçların bağlayıcı malzemesini volkanojenik bileşenler oluşturmaktadır.

Diğer taraftan, aglomeralarda yer yer soğan kabuğu-benzeri küresel bozunmalar da gözlenmiştir (Şekil 2.15). Yaklaşık 40-50 cm çapındaki yüzeysel bozunmaların konsatrik lamellerinde Fe-oksitasyonlarına da rastlanılmaktadır.

Tabandaki Refahiye karmaşığı üzerine uyumsuzlukla gelen birim, tedrici olarak volkanik aglomera-breş seviyesinden sonra lav akıntıları ile temsil edilen Karataş volkanitlerine geçmektedir.



Şekil 2.8. Akıncılar formasyonuna ait yeşil kumtaşı-beyaz-sarı tüflü kumtaşı ardalanması (Bozkır köyü güneyi)



Şekil 2.9. Akıncılar formasyonuna ait beyazımsı tüflü silttaşı arakatlı yeşil kumtaşı düzeyleri (Bozkır köyü güneyi)



Şekil 2.10. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşı-tüflü siltaşı ardalanması (Bozkır köyü batısı)



Şekil 2.11. Akıncılar formasyonuna ait aglomeralar yuvarlak-yarı köşeli ve ~ 0,5-60 cm tane boylu (Bozkır köyü batısı)



Şekil 2.12. Akıncılar formasyonuna ait yarı yuvarlak tane boylu aglomeralar (Bozkır köyü batısı)



Şekil 2.13. Akıncılar formasyonuna ait çoğunlukla yuvarlak tane boylu (~1-50 cm) aglomeralar (Aksu köyü güneydoğusu)



Şekil 2.14. Akıncılar formasyonuna ait köşeli-yarı köşeli volkanik breşler (Kablan köyü güneyi)



Şekil 2.15. Akıncılar formasyonu aglomeralarında gelişen soğan kabuğu bozunmaları (Bozkır köyü batısı)

2.2.2.3. Fosil topluluğu ve yaş

Önceki çalışmalarda birimden derlenen fosil bulguları yardımı ile birime Kurtman (1973) Lütesiyen, Yılmaz ve diğ. (1985) Eosen, Ulakoğlu (1985/1986) Lütesiyen ve Aktimur (1986) Alt-Orta Eosen yaşını vermişlerdir. Ayrıca, bu çalışmada kumtaşlarından (ZK-399, ZK-401) yaptırılan paleontolojik kesitlerde *globorotalia* sp, *globigerina* sp fosilleri saptanmış, önceki araştırmacıların vermiş olduğu yaşlar ve fosil bulgularına göre birime Orta-Üst Eosen yaşı verilmiştir.

2.2.2.4. Karşılaştırma ve yorum

Kurtman (1973) Zara ve İmranlı arasındaki Köseadağ ve batı uzantısında, birbirleri ile yer yer girift olarak gözlenen ince andezit, aglomera seviyelerinin, ince tabakalı marn ve kumtaşı seviyeleri ile birlikte gözlendiği birimi Köseadağ formasyonu olarak adlandırmıştır.

Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Refahiye karmaşığı üzerine uyumsuzlukla taban çakıltaşları ile başlayıp, üst kesimlere doğru kumtaşı, kıltaşı ve şeyl araldanmasına geçen, yerel olarak volkanik ve piroklastik düzeyler içerdiği belirtilen volkaniklastik seviyeler Akıncılar formasyonu, lav akıntıları ise Karataş volkanitleri olarak ayrılanmıştır.

Aktimur (1986) tarafından tanımlanan Gülandere formasyonu ve Ulakoğlu (1985/1986) tarafından tanımlanan Oyuk formasyonunun fliş karakterindeki seviyeleri Akıncılar formasyonuna yaş ve stratigrafi bakımından eşdeğer gözükmektedir. Akıncılar formasyonunun inceleme sahası dışındaki bazı bölgelerde ofiyolitli karışıktan türemiş olistostromal özellik sunduğu belirtilmektedir (Yılmaz ve diğ., 1985). Ancak, inceleme sahası içerisinde gözlenen seviyelerde kırıntılı bileşen olarak çoğunlukla volkanikler, kısmen de metamorfikler gözlenmektedir. Serpantin parçalarına ise ancak mikroskopik düzeyde ender olarak rastlanılmaktadır.

Birim, inceleme alanındaki volkanizmanın parçalı ürünlerini temsil etmektedir. Diğer bir ifadeyle ilk volkanik evreye karşılık gelmektedir. Sığ denizel ortamda devam eden kırıntılı sedimantasyona volkanizmanın ince taneli piroklastlarının eşlik etmesi ile karışmış epiklastik-piroklastik kayalar oluşmuştur. Piroklastik volkanizma yerini önce iri volkanojenik parçalar ile temsil edilen aglomera ve breşlere, sonra da lav akıntılarında bırakmıştır. Bu volkaniklastik dizilimde ender olarak belirlenen kumlu dolomitler, volkanizmanın yer yer kesikliğe uğrayarak karbonat sedimantasyonuna olanak tanıdığını göstermektedir.

2.2.3. Karataş volkanitleri

2.2.3.1. Dağılımı ve topografya görünümü

Çalışma sahasının daha ziyade güney kesimlerinde çok geniş bir yayılım sunan birim, Köseadağ siyenitini çevreler konumunda Dilekpınarı, Büyükgüney, Çorak, Kürünlü, Holoz, Kumoğlu, Kablan, Madenköy, Altınca, Camili, Çokrak, Çataloluk ve Aksu dolaylarında yüzeylemektedir (bak Şekil 2.2)

İnceleme alanında engebeli bir topografyaya sahiptir. Bozuşmaya (alterasyon) uğramış kısımları bitki örtüsü bakımından daha zengindir. Bozuşma zonları genellikle 1-5 km² lik yüzeylemeler halinde gözlenmekte, Komoğlu köyü çevresinde en büyük alanı (~35 km²) kapsamaktadır. Bozuşma, Köseadağ siyenitine yakın kesimlerde plütону çevreleyen bir zonda ve iki ana çizgisellikte yoğunlaşmaktadır (bak Şekil 2.2).

2.2.3.2. Kayaç türü, kalınlık ve alt/üst sınırlar

Bazaltik trakiandezitten trakite kadar değişen bileşimdeki lav akıntıları genellikle masif görümlü (Şekil 2.16), yer yer de çok kalın akma düzlemleri içermekte, örneğin Ütükürdu köyünde D-B43°G konumlu uzanmaktadır (Şekil 2.17). Karataş volkanitlerinin bozuşmamış kesimleri yeşilimsi siyah, yer yer kahve-mor renkli olup, yer yer belirgin çatlak sistemleri içermektedir (Şekil 2.18).

Bozuşmuş volkanikler açık kahve-sarı-beyaz renklidir. Köseadağ siyenitine yakın kesimleri genellikle porfirik dokulu, feno-kristaller halinde feldispat ve piroksen mineralleri içermektedir (Şekil 2.19). Feldispat fenokristallerinin tane boyu yaklaşık 0.5-3.0 cm arasında değişmektedir. Volkaniklerde ender olarak soğan kabuğu gibi iç içe halkalardan oluşan yüzeysel bozunmalara da rastlanılmaktadır (Şekil 2.20).

Önceki çalışmalarda (Yılmaz ve diğ., 1985) da belirtildiği gibi, birimin görünür kalınlığı ~250 m dir.

Karataş volkanitleri yer yer Akıncılar formasyonuna piroklastik ürünlerinde veren bir volkanizmanın lavlardan oluşan son ürünüdür. Bu birim Akıncılar formasyonunu keserek üzerine yayılmıştır. Karataş volkanitleri, Köseadağ siyeniti ile ise sıcak-sıcak dokanak ilişkisine sahiptir.



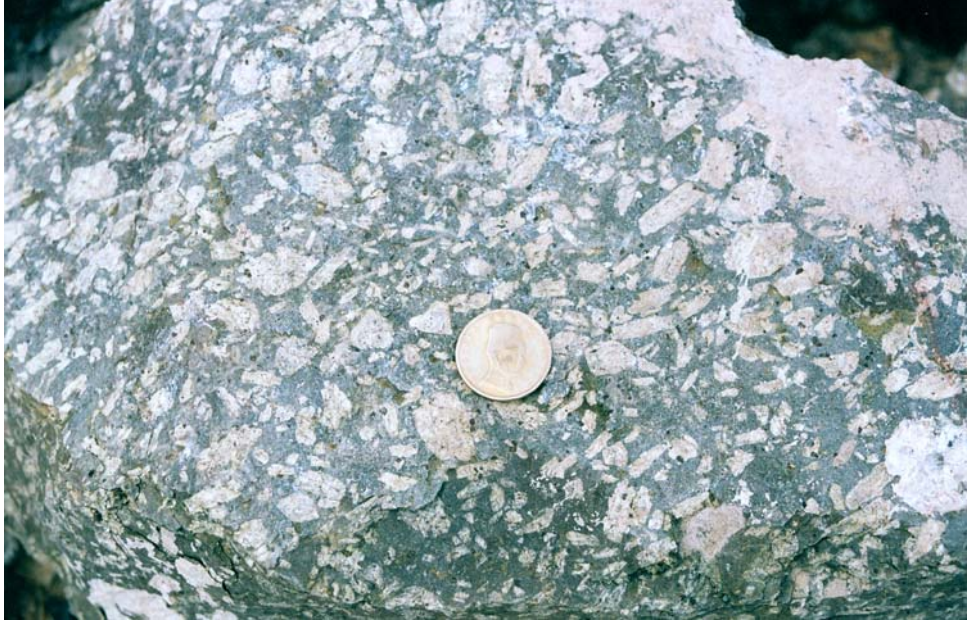
Şekil 2.16. Akıncılar formasyonu ile Karataş volkanitlerinin sınır ilişkisi (Bozkır köyü batısı)



Şekil 2.17. Karataş volkanitlerinde gözlenen akma düzlemleri (Ütükyurdu köyü güneybatısı)



Şekil 2.18. Siyah renkli, bol çatlaklı Karataş volkanitleri (Kekeç yaylası batısı)



Şekil 2.19. Karataş volkanitlerinde feldispatların (0.5-3.0 cm) ortaya çıkardığı porfirik doku (Kekeç köyü)



Şekil 2.20. Karataş volkanitlerinde gözlenen soğan kabuğu biçimindeki bozunma (Holoz köyü kuzeyi)

2.2.3.3. Volkanizmanın yaşı

Stratigrafik ilişkilerine göre, Karataş volkanitlerinin Kalkancı (1978) tarafından Üst Eosen (Priaboniyen), Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından ise Orta-Üst Eosen yaşlı olabileceği belirtilmiştir.

Bu çalışmada volkaniklerin hidrotermal alterasyonundan itibaren oluşan kaolinit-alümit-kuars içeren kayaçta K/Ar yöntemiyle 38 ± 0.9 Ma yaş elde edilmiştir. Bu değer Üst Eosen'e (Bartoniye) karşılık gelmekte olup, bozuşma yaşını vermektedir. Ancak Köseadağ siyenitlerinin Orta-Üst Eosen yaşında olması, bunlarla sıcak-sıcak dokanak ilişkisine sahip Karataş volkanitlerinde aynı yaşta olması gerektiğini düşündürmektedir.

2.2.3.4. Karşılaştırma ve yorum

Akincılar formasyonu üzerine gelen birim, ilk kez Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Karataş volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Aynı birim Kurtman (1973), Aktimur (1986) ve Ulakoğlu (1985/1986) tarafından ayrırtlanan sırasıyla Köseadağ formasyonu, Gülandere formasyonu ve Oyuk formasyonunun volkanik lav seviyeleri ile deneştirilebilir.

Karataş volkanitleri, Eosen magmatizmasının lav biçimindeki ikinci evresini temsil etmektedir. Volkaniklerin Köseadağ siyeniti ile sıcak-sıcak dokanak ilişkisine ve sub-volkanik kayaçlara özgü dokusal (holokristalin porfirik) özelliklere sahip olması,

lavların yüzeyden yarı derinliğe, diğer bir ifadeyle plütoniklere kadar uzanan bir yerleşmeye işaret etmektedir.

2.2.4. Köseadağ siyeniti

2.2.4.1. Dağılımı ve topografya görünümü

İnceleme alanının orta kesimlerinde yüzeylemektedir. Harita düzleminde yaklaşık elips biçiminde (15 x 20 km) görülmektedir.

Çalışma sahasında topografik olarak en yüksek ve sarp yerleri oluşturmaktadır. En önemli yükseltiler Köseadağ (2812 m), Osmangazi Tepe (2633 m), Çobanöldüren Tepeleri (2612 m), Beşikli Tepe (2301 m), Tüylüdere Tepe (2734 m) ve Lölükbaba Tepe (2578 m) dir.

2.2.4.2. Kayaç türü, kalınlık ve alt/üst sınırlar

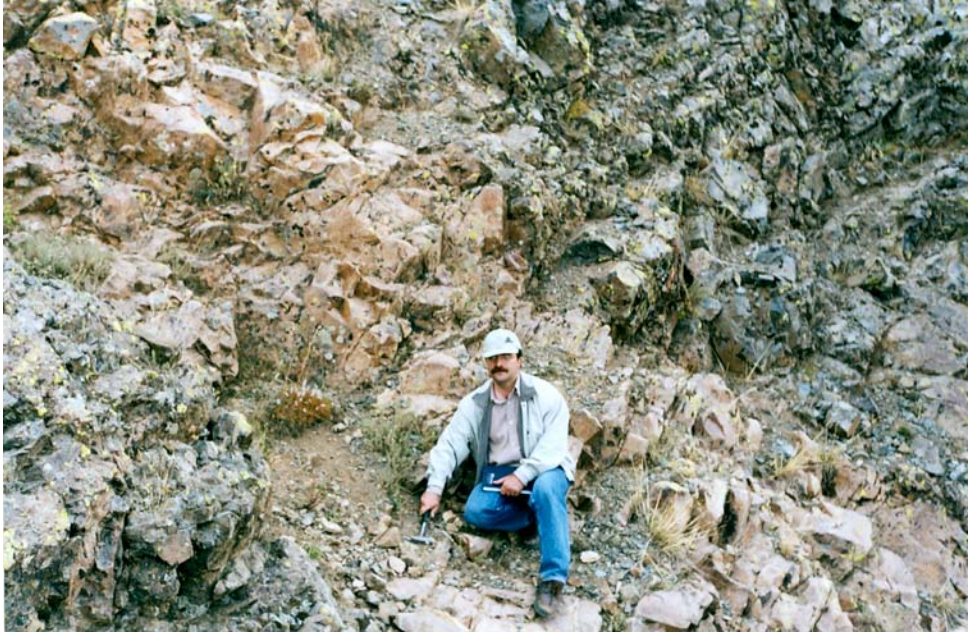
Köseadağ siyeniti pembemsi-kahverengi feldispat fenokristalleri (1-3 cm) içeren alkali feldispat siyenit, kuvarslı alkali feldispat siyenit, siyenit, kuvarslı siyenit ve grimsi renkli monzonitlerden oluşmaktadır. Kenar fasiyeslerinde ise pembe renkli ince taneli kuvarslı alkali feldispat siyenit-kuvarslı siyenitler bulunmaktadır. Birimin bozuşmaya uğrayan kesimleri beyaz-sarı, yarı bozuşmuş seviyeleri ise kahve- sarı renklidir. Genellikle kalın (0.5-2 m) soğuma düzlemleri (tabakaları) içerir (Şekil 2.21).

Deredam köyü güneyinde bozuşmuş seviyeler içerisinde hidrotermal alrasyonla ilişkili 0.1-0.3 m den 1 m kalınlığa kadar uzanan barit damarları (K75D/80°KB, K55D/45°KB), Paşaçayırı yayla civarında 1-30 cm kalınlığında turmalin ve Maden köyü kuzeyinde sfalerit ve galenit damarları içermektedir.

Karataş volkanitlerinin yarı derinlik eşlenikleri ile Köseadağ siyeniti sınırında pişme zonlarına rastlanılmamıştır. Aksu köyü batısında ve Kekeçler yaylasında Köseadağ siyeniti, Karataş volkanitleri ile sıcak-sıcak dokanak ilişkisi içinde bulunur. Birim Karataş volkanitleri ile olan sınırında, volkanitler içerisinde 1 cm den yaklaşık 1 m kalınlığa ulaşan onlarca damar (sokulum) içermektedir (Şekil 2.22 ve 2.23). Bu damarlar birbirine paralel veya birbirini keser konumda da olabilmektedir. Köseadağ siyeniti üzerinde uyumsuzlukla Alt Miyosen yaşlı Onarı Formasyonu (Yılmaz ve diğ., 1985) bulunmaktadır.



Şekil 2.21. Köseadağ siyenitine ait kuvarslı siyenitlerde gözlenen soğuma düzlemleri (Geminbeli geçidi)



Şekil 2.22. Yeşilimsi siyah renkli volkaniklere sokulum yapan pembe renkli kuvarslı siyenitler (Aksu köyü batısı)



Şekil 2.23. Yeşilimsi siyah renkli volkanikler içinde pembe renkli kuvarşlı siyenit damarları (Aksu köyü batısı)

2.2.4.3. Plütonizmanın yaşı

Kösedag siyenitinde Kalkancı (1974), Rb-Sr rodyometrik yaş tayini yöntemi ile yaptığı çalışma sonucu, siyenitik masifin 42 ± 4 Ma, pegmatitik fasiyesin ise 37 ± 2.6 Ma yaşında olduğunu saptamıştır. Bu değerler Orta-Üst Eosen (Lütesiyen ve Bartoniyen) yaşına karşılık gelmektedir. Boztuğ ve diğ. (2006) tek zirkon $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ yöntemi ile evaporasyon yaşını (magmanın yaklaşık $800\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki yaşı) 52.1 ± 6.4 M.Y. (n=4, %95 conf. MSWD = 0.90) olarak belirlemiş olup, İpresiyen'e karşılık gelmektedir.

2.2.4.4. Karşılaştırma ve yorum

Birim Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Kösedag Magmatitleri, Ulakoğlu (1985/1986) tarafından Kösedag siyeniti olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da Kösedag siyeniti isminin kullanılması uygun bulunmuştur.

Birim inceleme alanındaki üçüncü magmatik evreyi oluşturmaktadır. Plütonik kayaların volkaniklerle dokanağında herhangi bir pişme ve/veya erime gözlenmemesi, yaygın porfirik doku göstermesi ve volkaniklerle yaşlarının yaklaşık aynı olması; plütonun sığ derinliklere kadar yükseldiğini ve sub-volkanikler bütünüyle soğumadan içerisine yerleştiğini düşündürmektedir.

2.2.5. Onarı formasyonu

İnceleme alanının güney ve kuzey kesimlerinde Zara, Keçeyurdu ve Yolüstü dolaylarında yüzeylemektedir (bak Şekil 2.2).

İnceleme alanındaki daha yaşlı tüm birimleri uyumsuzlukla üzerleyen bu birim, Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Onarı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birimin İbikkaşı ve Kızık üyeleri (Uysal ve diğ., 1995), Kurtman'ın (1973) sırasıyla Hafik ve Karacaören formasyonlarının, Ulakoğlu'nun (1985/1986) Akören kireçtaşının eşdeğeridir.

Birim inceleme alanının güneybatı ve kuzeybatı köşelerinde Karataş volkanitleri, kuzeyinde Köseadağ siyeniti, Karacaören dolaylarında Akıncılar formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Onarı formasyonu, Şenyayla batısında lav akıntısı şeklinde Şerefiye bazaltı, Çataloluk batısında ise Kadıköy formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Birimin kalınlığı ~500 m olarak belirtilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1985).

Onarı Formasyonu'nun yaşlı fosil bulguları yardımı ile Alt Miyosen olarak bulunmuştur (Yılmaz ve diğ., 1985). Bu çalışmada birimdeki kireçtaşlarından yapılan paleontolojik kesitte (ZK-253), mercan ve alglerin (zizzia) yanı sıra, Miolepidocyclina sp., Elphidium sp., Miyogypsina sp. ve Bryozoa fosilleri tanımlanarak birime aynı yaş önerilmiştir.

Alt düzeylerindeki çakıltaşında kömürlü oluşukların gözlenmesi, üst seviyelerinde denizel kireçtaşlarına geçmesi ve jipsli düzeylerin konumu esas alınarak, bu birimin başlangıçta karasal, sonra sığ ve duraylı olmayan denizel bir ortamda çökeldiği belirtilmektedir (Yılmaz ve diğ., 1985).

2.2.6. İsola volkanitleri

Birim inceleme alanında iki lokasyonda yaklaşık 1-2 km² bir yayılım göstermemektedir. Bunlardan Tüylüdere Tepe (2734 m) dolaylarında Köseadağ siyeniti içerisinde görülmekte olup (Şekil 2.24), siyenitik anklavlar (2-5 cm) içermektedir (Şekil 2.25). Deredam Köyü civarında ise Karataş volkanitleri içerisinde yüzeylemektedir (Şekil 2.26).

Kalkancı'nın (1974) keratofir olarak tanımladığı volkanikler, Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından İsola volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Uysal ve diğ.'nin (1995) Şarköy volkanitlerine karşılık gelen birim, Naldökentepe tuf üyesi ve Tüylüderetepe andezit üyesi olarak iki alt birime ayırılmıştır. Ancak sunulan çalışmada Naldökentepe tuf üyesi olarak ayırılan birimin Karataş volkanitlerinde ve Köseadağ siyenitinde gelişen hidrotermal bozuşma seviyeleri olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2.24. İsola volkanitleri yakın görünüm (Tüylüdere Tepe)



Şekil 2.25. İsola volkanitleri içerisinde bozuşmuş siyenit enklavları (Tüylüdere Tepe)



Şekil 2.26. İsola volkanitlerinde gözlenen sütun yapılı dasitler (Deredam Köyü)

İsola volkanitlerinin Köseadağ siyenitini keser durumda bulunması, ayrıca inceleme sahası dışında Oligo-Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonu üzerinde bulunması nedeni ile Miyosen veya daha genç yaşta olabileceği belirtilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1985).

2.2.7. Şerefiye bazaltı

İnceleme alanında Şerefiye doğusu, Çevirmehan, Şenyayla ve Yukarı Mahalle dolaylarında yüzleymektedir.

Şerefiye bazaltının üst seviyeleri oldukça bol gaz boşluklarına sahip olup, siyah-gri renkli ve bozunmuş seviyeleri ise grimsi sarı renklidir.

Birim ilk kez Uysal ve diğ. (1995) tarafından adlandırılmış olup, Yılmaz ve diğ.'nin (1985) Dikmen volkanitlerine eşdeğerdir.

Çevirmehan, Şenyayla ve Yukarı Mahalle dolaylarında Akıncılar formasyonu, Karataş volkanitleri ve Onarı formasyonu üzerinde uyumsuz olarak lav akıntısı biçiminde gözlenmektedir. Lavların görünür kalınlığı ~50 m dir (Uysal ve diğ., 1995).

Uysal ve diğ. (1995), Şerefiye bazaltı'nın Üst Miyosen-Pliyosen yaşta olduğunu belirtmektedirler.

2.2.8. Kadıköy formasyonu

İnceleme alanında Suşehri ve Türkkeşlik dolaylarında yüzeylemektedir. Taban seviyeleri gölsel ortamda çökelmiş gri renkli kumtaşı arakatkıları içeren beyaz-sarı renkli ince-orta tabakalanmalı kireçtaşı-dolomit-kiltaşı ardalanmasından, üst seviyeleri ise akarsu ortamında çökelmiş kiltaşı arakatkılı orta-kalın tabakalı, gevşek çimentolu, turuncu-gri renkli çakıltaşı kumtaşı ardalanmasından oluşmaktadır.

Kadıköy formasyonu Zara'nın 4 km kuzeydoğusunda ve Suşehri güneyinde Akıncılar formasyonu ve Karataş volkanitleri, Suşehri dolaylarında Refahiye karmaşığı ve Çataloluk batısında Onarı formasyonu üzerinde uyumsuz olarak gözlenmektedir. Birimin kalınlığı ~500 m olarak belirlenmiştir (Yılmaz ve diğ., 1985).

Kadıköy formasyonunun yaşı fosil bulgularına dayanarak Aktimur (1990) ve Ulakoğlu (1985/1986) tarafından Pliyosen, Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Üst Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir.

Birim, Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından tanımlanmış olup, Ulakoğlu'nun (1985/1986) Pliyosen yaşlı Öksülü formasyonu ve Aktimur'un (1990) Pliyosen yaşlı Zöhrep formasyonları ile deneştirilebilir.

2.2.9. Kuvaterner oluşukları

Başlıca Kızılırmak, Çavdarırmağı, Gemindere ve Maden Dere yataklarında yer alan ve inceleme alanındaki her yaştaki birimden malzeme almış, yuvarlaklaşmış-az köşeli çakıllar ile kum, silt ve kil boyutunda yarı pekişmiş-pekişmemiş bir bağlayıcı malzemeye sahip alüvyon ve toprak örtülerinden oluşmaktadır.

2.3. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanındaki belirgin yapısal unsurlar Neotektonik dönemde gelişmiş Kuzey Anadolu Fay (KAF) zoneu ile ilişkili fay ve kıvrımlardan oluşmaktadır. Bunların bir bölümü çalışma alanının kuzeyinde Suşehri kuzeydoğusunda gözlenen sağ yanal atımlı ve alüvyonları da etkileyen diri faylardır. Şerefiye kuzeydoğusunda gözlenen sağ yanal doğrultu atımlı faylar da KAF ile benzer bir konum sunmaktadırlar. Bu fayların kuzeydoğusunda ve güney batısında gelişen kıvrımlar ise doğrultu atımlı fay rejiminde gelişen basamaklı kıvrımlardır. Bilinen bu unsurlar birlikte değerlendirildiğinde inceleme alanının neotektonik dönemde yaklaşık K-G yönünde bir sıkışma rejiminin etkisinde kalarak KAFZ ve ilişkili yapıların oluştuğu söylenebilir.

İnceleme alanında Suşehri güneyinde alterasyon zonlarıyla birliktelik sunan KKD-GGB doğrultulu eğim atımlı normal faylar bulunmaktadır. Uzaktan algılama çalışmaları sonucunda gözlenen çizgisellikler de bu doğrultularla benzerlik göstermektedir. Bu durum, alterasyon zonlarının Eosen yaşlı KKD-GGB doğrultulu faylar ve plütону çevreleyen kırık hatlarının denetiminde oluştuğuna kanıt sayılabilir. Genellikle eğim atımlı normal faylardan oluşan bu faylar Boztuğ ve Jonckheere (2006) ve Boztuğ ve diğ. (2006) inceleme alanındaki Orta-Üst Eosendeği gerilme (açılma) tektoniğini de doğrulamaktadır.

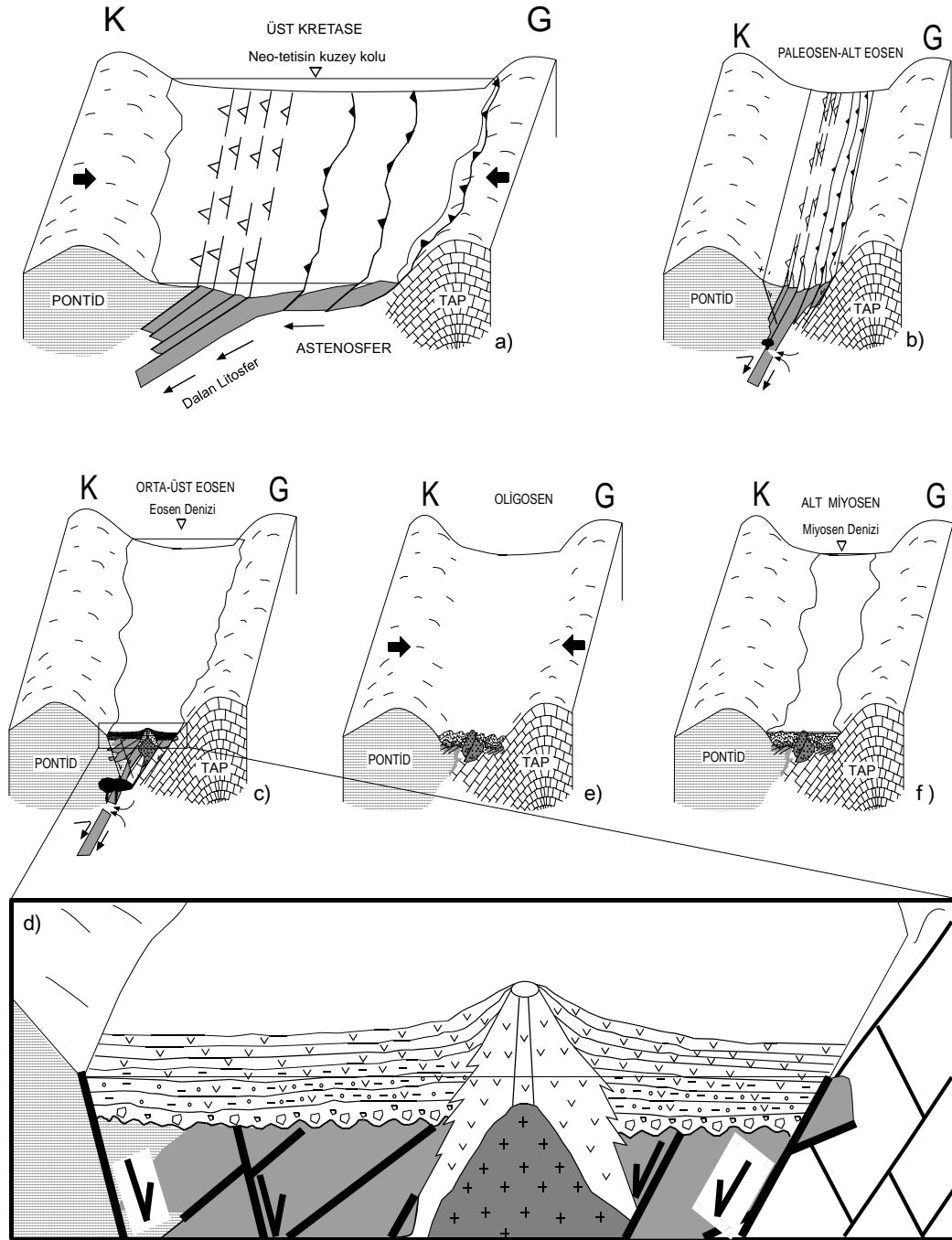
Şekil 2.27’de inceleme sahasını da içerisine alan bölgenin jeolojik evrim modeli verilmiştir. Geç Kretase başında bütün Pontid kuşağı boyunca bir dalma-batma olayı başlamış (Şengör ve Yılmaz, 1981); bir başka ifadeyle, Neo-tetisin kuzey kolu Pontid kıtası altına dalmaya başlamıştır (Şekil 2.27a). Bu dönem içerisinde Anatolid/Torid kıtası üzerine büyük ofiyolitik naplar (Refahiye Karmaşığı) yerleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Paleosen-Alt Eosen’de Neo-tetisin kuzey kolu tamamıyla kapanmış ve kıta-kıta çarpışması (Şengör ve Yılmaz, 1981; Boztuğ ve Jonckheere, 2006; Boztuğ ve diğ., 2006) meydana gelmiştir (Şekil 2.27b).

Kıta-kıta çarpışmasından sonra, astenosfer içerisine dalan soğuk ve yoğunluğu fazla olan okyanusal kabuk aşağı doğru büyük bir güç üretirken, kıtasal kabuk dalmaya karşı direnç gösterir ve büküm bölgesinde (dalan litosfer ile kıtasal kabuk birleşim bölgesi) bir gerilme etkisi meydana gelir (Davies ve Blanckenburg, 1995). Bunun sonucunda gerilmenin etkili olduğu bölgede ince bir açılma oluşur ve bu açıklık içerisine astenosfer yükselerek sokulur, bu olay okyanusal kabuğun bütünüyle kopmasına kadar devam eder (Kusznir ve Park, 1987; Davies ve Blanckenburg, 1995). Boztuğ ve Jonckheere (2006) ve Boztuğ ve diğ. (2006); inceleme alanı ve yakın çevresinin jeodinamik evrimini açıklarken, bu olayın bölgede gerilme tektoniği oluşturduğu ve kıtasal kabukta horst ve graben oluşumuna neden olduğu, Orta-Üst Eosen’deki basenin bunun sonucunda geliştiğini belirtmektedirler (Şekil 2.27c).

Orta-Üst Eosen’de bölgede volkanik ara katkılı denizel filiş fasiyesi, çarpışma ile eş zamanlı ve/veya çarpışma sonrası üst mantodan türeyen ve büyük ölçüde üst kıtasal kabukça kirletilmiş magma karakterine sahip volkanizma (Karataş volkanitleri) ve bunu takiben genişleme rejmi ile ilişkili ve aynı magmatolojik olaylar dizinine ait Köseadağ siyeniti volkaniklerin içerisine sıcak-sıcak dokanakla yerleşmiştir (Şekil 2.27d).

Oligosen döneminde bölgede herhangi bir çökme gözlenmemiş ve birimler sıkışmadan dolayı kıvrılmış ve yükselmiştir (Şekil 2.27e). Alt Miyosende ise bölgede, alt seviyeleri karasal üst kesimleri denizel karakterli Onarı formasyonu gelişmiştir (Şekil 2.27f).



Şekil 2.27. İnceleme alanının jeolojik evrim modeli, TAP=Torid-Anatolid Platformu (Boztuğ ve Jonckheere, 2006; Boztuğ ve diğ., 2006'dan değiştirilerek düzenlenmiştir)

3. ÇALIŞMA ALANININA AİT LANDSAT ETM+ GÖRÜNTÜSÜNÜN SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEMLERİ YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ

Uzaktan algılama (remote sensing) ve sayısal görüntü işlemleri (digital image processing) son 25-30 yıl içerisinde çok hızlı bir gelişme göstermiştir. Bu yöntem halen, içinde haritacılık, şehir ve bölge planlama, ormancılık, hidroloji, tarım, arazi kullanım haritaları, sayısal arazi modellemesi, risk değerlendirmeleri ve jeoloji gibi birçok bilim dalının da yer aldığı birçok farklı disiplinde kullanılmaktadır. Uzaktan algılama yöntemi, çok kısa süreler içerisinde çok geniş alanları kapsayan bölgelerde bilgi toplama niteliği, bu bilgilerin belirli periyotlarda tekrarlanabilirliği ve bilgisayar yardımı ile görüntülerin işlenip yorumlanabilmesi nedeni ile jeolojik amaçlı kullanımlarda önemli bir yere sahiptir.

3.1. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama; elektromanyetik spektrumun morötesi ışınları ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümünden yararlanarak bir cisim, bir arazi yapısı veya doğal bir olayın fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında, arada bir fiziksel bağlantı olmaksızın çeşitli algılayıcı sistemler tarafından toplanan veriler yardımıyla uzaktan bilgi edinme yöntemi ya da bilimidir. Yöntem, aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılır. Aktif uzaktan algılama, incelenecek cisim ya da yüzeye yapay olarak gönderilen enerjinin yansdıktan sonra analiziyle tanımlanır. RADAR (Radio Detection And Ranging) olarak adlanan aktif yöntem bu sınıf içinde yer alır. Pasif uzaktan algılama ise, doğada güneş ışınımı aracılığıyla yayılan elektromanyetik radyasyonun cisim ve yüzeylerle etkileşimde bulunarak onların fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında istenilen bilgileri sağlama yöntemi olarak aktif sistemden ayrılır.

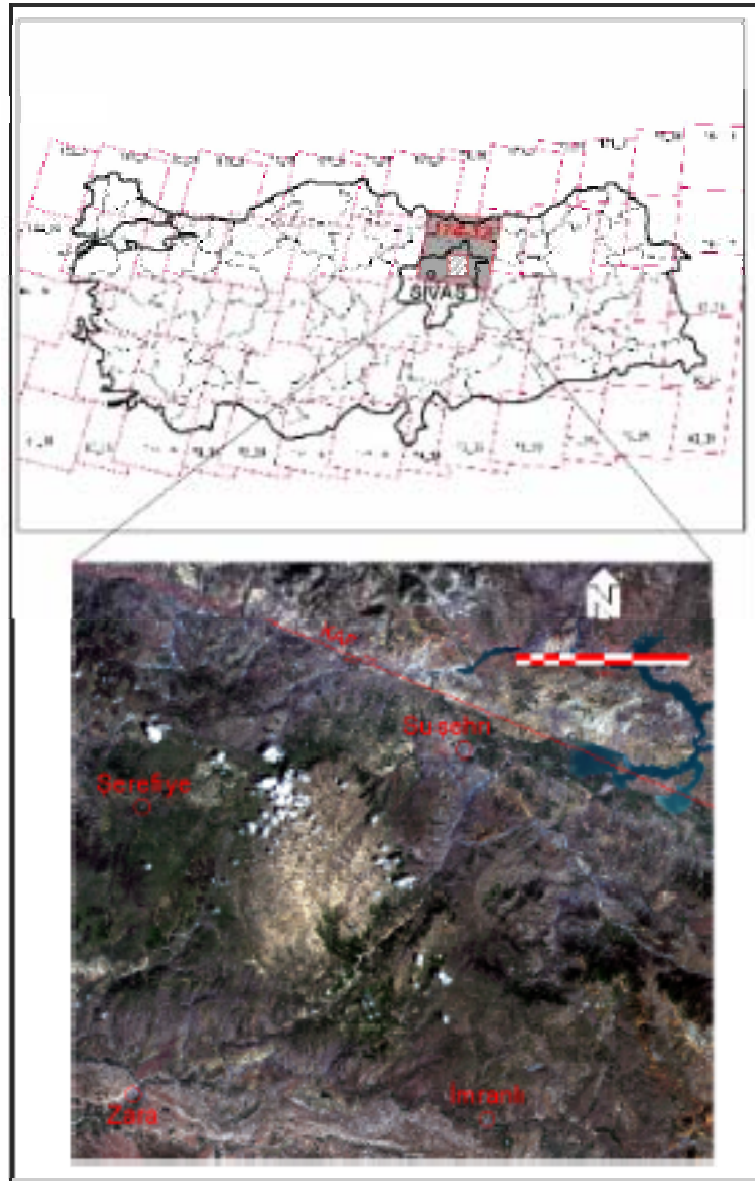
Uzaktan algılama sistemi sırası ile; enerji kaynağı, enerji/madde etkileşimi, atmosfer, algılayıcı ve veri toplama sistem elemanlarından oluşur. Herhangi bir yeryüzü cisminde ortaya çıkan bu etkileşimlerin özel nitelikli karışımı, cismin atomik, moleküler ve kristal yapısına ve gelen enerjinin dalga boyuna bağlıdır.

Son 10 yıllık dönemde jeolojik çalışmalarda da önemli bir yer edinmeye başlayan bu yöntem sayesinde, jeolojik haritalama ve maden arama uygulamaları, petrol, doğal gaz ve yeraltı suyu araştırmaları, mühendislik jeolojisi uygulamaları, jeokimyasal riskleri ve ayrıca bozuşma zonlarının belirlenmesine yönelik uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir.

3.1.1. Landsat Serisi Uydular ve Görüntülerinin Genel Özellikleri

Landsat uyduları; tekrarlanmalı, dairesel, güneş ile eş zamanlı ve kutupsala yakın bir yörüngeye sahiptir. Tam bir Landsat görüntüsü yaklaşık olarak 170x185 km'lik bir alanı içerisine almaktadır.

Bu çalışmada kullanılan Landsat ETM+ (path/row: 174/32) görüntüsünün Türkiye haritasındaki yeri ve inceleme alanını içerisine alan kısmı Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1. İnceleme alanının 174/32 numaralı Landsat ETM+ görüntüsünün Türkiye haritasındaki konumu ile Landsat ETM+ 321 (RGB) görüntüsü ve içerdiği belli başlı yerleşim merkezleri

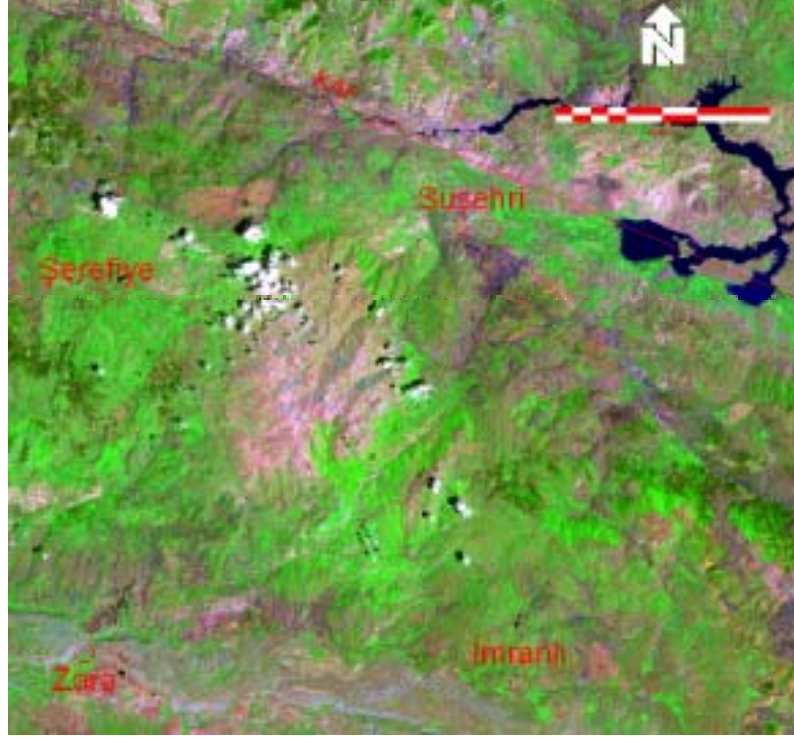
3.2. Sayısal Görüntü İşleme (SGİ)

Bilgisayar yardımıyla görüntülerin işlenmesi ve yorumlanması olarak tanımlanabilir (Kavak, 2000). Bu teknik; tıp, kriminoloji ve askeri haber alma gibi birbirinden farklı alanlarda kullanıldığı gibi uydular aracılığıyla elde edilmiş görüntülerin jeolojik amaçlı olarak yorumlanmasında da kullanılır. SGİ'yi görüntülerinin düzeltilmesi ve onarımı, zenginleştirilmesi, sınıflaması ve birleştirilmesi olmak üzere 4 ana gruba ayırmak mümkündür. Görüntü düzeltim işlemi, görüntü alımı sırasında ve sonrasında ortaya çıkan aksaklıkların düzeltilmesi için yapılan işlemlerdir. Yerkürenin yuvarlaklığı ve perspektifinden doğan bozukluklar (geometrik düzeltme), güneşin yer yüzü üzerine düşen ışınlarının mevsimsel olarak değişimi (radyometrik düzeltme) gibi işlemler bunlar arasındadır. Görüntü zenginleştirmesinin amacı ise görsel yorumlamayı daha da iyileştirmektir.

3.2.1. Jeolojik bant kombinasyonunun seçimi

Uzaktan algılanmış görüntülerin herhangi üç bantı insan gözünün objeleri tanıma mantığına uygun olarak bilgisayar ekranında RGB (kırmızı, yeşil, mavi) renklerine atanarak gösterilir. İnsan gözünün algılama yapabildiği elektromanyetik radyasyon aralığı olan 0.45-0.69 μm arasındaki bölge dışında yer alan kızılötesi bölgelerden alınan görüntüler de jeolojik açıdan yararlı bilgiler sunar. Yerin ısı özelliklerini gösteren Landsat ETM+, 6. bant hariç tutulduğunda, kalan 6 ayrı yansıma bandından hangilerinin bu üçlü kombinasyonu yaratabileceğini ortaya çıkarmak için Crippen (1989) görüntülerin korelasyon katsayılarından yararlanarak üçlü kombinasyon tekniğini ortaya koymuştur. Drury (2001), jeolojik açıdan bilgi verebilecek üç bantı elektromanyetik spektrumun farklı üç bölgesinin temsil etmesi gerektiğini ifade etmiş ve 7, 4 ve 2. bantlar, standart renkli bileşik olarak bu çalışma için de seçilmiştir (Şekil 3.2). Bu renk bileşiğine bölgenin pankromatik bantı eklenerek yersel çözünürlük açısından daha net bir görünüm sağlanmıştır. Görüntü işlem yöntemlerinden Brovey transformu uygulanarak gerçekleştirilen bu işlemle Landsat ETM+ algılayıcıdan elde edilen pankromatik bant etkin olarak görsel ve işlem yorumlamaya katkıda bulunmuştur.

Şekil 3.2' de Suşehri kuzeyinden geçen, yaklaşık olarak KB-GD doğrultulu Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) gözlenmektedir. Zara-Suşehri arasında, bitki örtüsü içermeyen açık kahverengi-pembemsi renkli Köseadağ siyeniti, bunu çevreleyen yeşil-açık yeşil renkli kesimler ise bitki örtüsü ile beraber Karataş volkanitine ait bozuşma bölgelerini ve Onarı Formasyonu'na ait birimleri göstermektedir. Köseadağ siyeniti



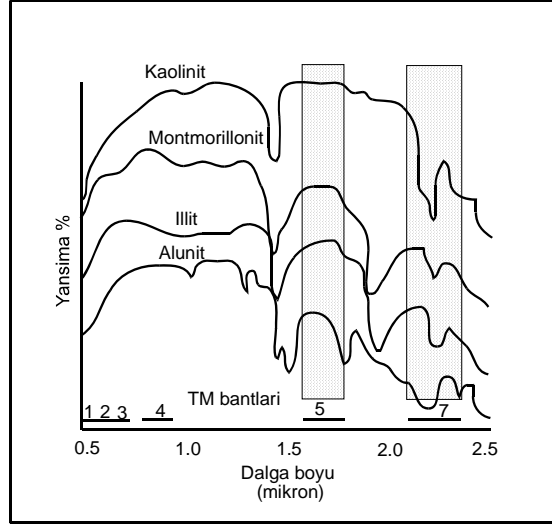
Şekil 3.2. Çalışma alanı içerisinde litolojik ayrımlanma ve morfolojik yapıları gösteren Landsat ETM 742 (RGB) görüntüsü

çevresinde yeşil tonun zayıf-gözlenmediği açık kahve-mor renkli seviyeler de Akıncılar formasyonunun karşılık gelmektedir. Suşehri batısı ve güneydoğusundaki açık kahverengi-turuncu kesimler ise Refahiye Karmaşığına ait serpantinitle ilgili seviyeleri göstermektedir.

3.2.2. Spektral oranlama

Bir görüntüyü oluşturan veriler, tek bir banttaki ayrı gri tonları veya üç bantta renkli olabileceği gibi farklı kombinasyonlarda da olabilir. Bunların en çok kullanılanı, bir bantın diğer bir banda oranı olarak ifade edilir. Oranlama bir bantı oluşturan piksellerin diğer banttakine bölünmesiyle ortaya çıkar (Sabins, 1997).

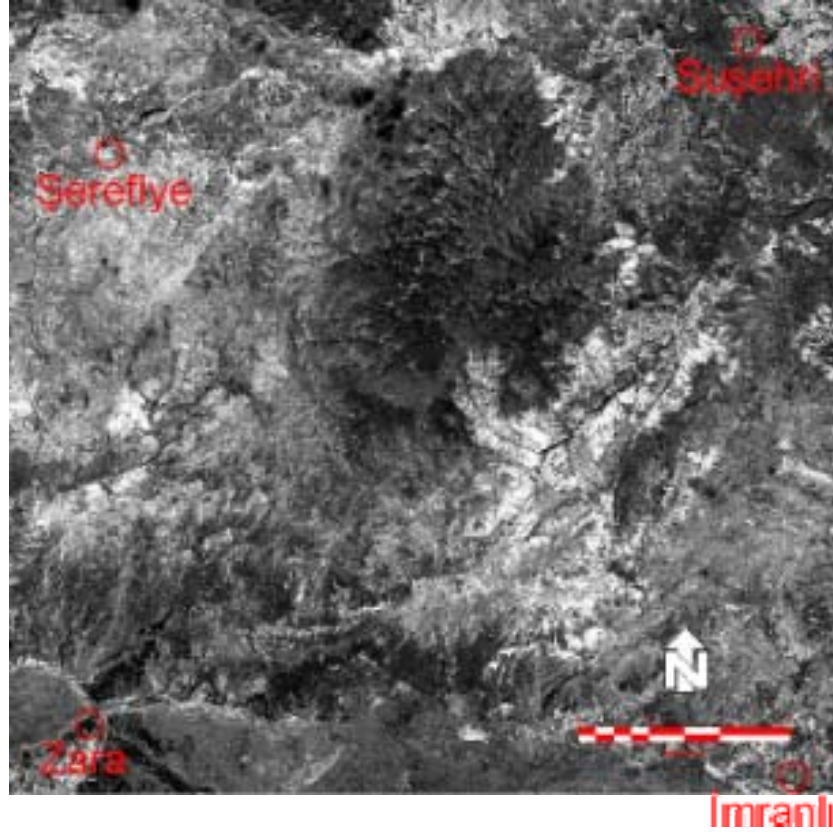
Şekil 3.3’de, üç farklı kil minerali -kaolin, montmorillonit ve illit- ile bir sülfat minerali olan alüminin spektral eğrilerini birlikte göstermektedir. Yatay eksen üzerinde ise Landsat ETM+ sisteminin algılama yapabildiği bant aralıkları ayrıca görülmektedir (Kavak, 2003). Bu minerallerin en yüksek ve en düşük yansıma verdiği değerlere karşılık gelen bantların birbirine bölümü ve ortaya çıkan sonuç bu minerallerin daha iyi belirlenebilmelerinde olanak verir.



Şekil 3.3. Kil minerallerinden kaolin, montmorillonit ve illitle birlikte alüminin laboratuvarında elde edilmiş spektral yansımaları (Sabins, 1997)

Landsat ETM+ bantlarından bazıları arasında gerçekleştirilen işlemler yardımıyla kil, karbonat ve demir içeren kayaların yoğunlaştığı bölgeler rahatlıkla gösterilebilir. Şekil 3.4, kil ve karbonat minerallerinin yüksek yansıma verdiği 5. bandın düşük yansıma verdiği 7. banda bölünmesiyle ortaya çıkan görünümü ifade etmekte olup, açık renkli olan bölgelerde bu yoğunlaşmalar kolaylıkla gözlenebilir. Bu yöntem özellikle bitki örtüsünün olmadığı arazilerde daha iyi sonuç verir. Bu şekilde açık renkli olarak gözlenen bölgeler yansımanın kuvvetli olarak temsil edildiği başlıca killi ve karbonatlı kayaları göstermektedir. Bilindiği gibi kil mineralleri bozuşma zonlarının belirlenmesinde kullanılabilir. Uydu görüntülerinin geniş bölgeleri görebilme yeteneği sayesinde bu zonların dağılımları hakkında sağlıklı öngörülerde bulunmak kolaylaşmaktadır.

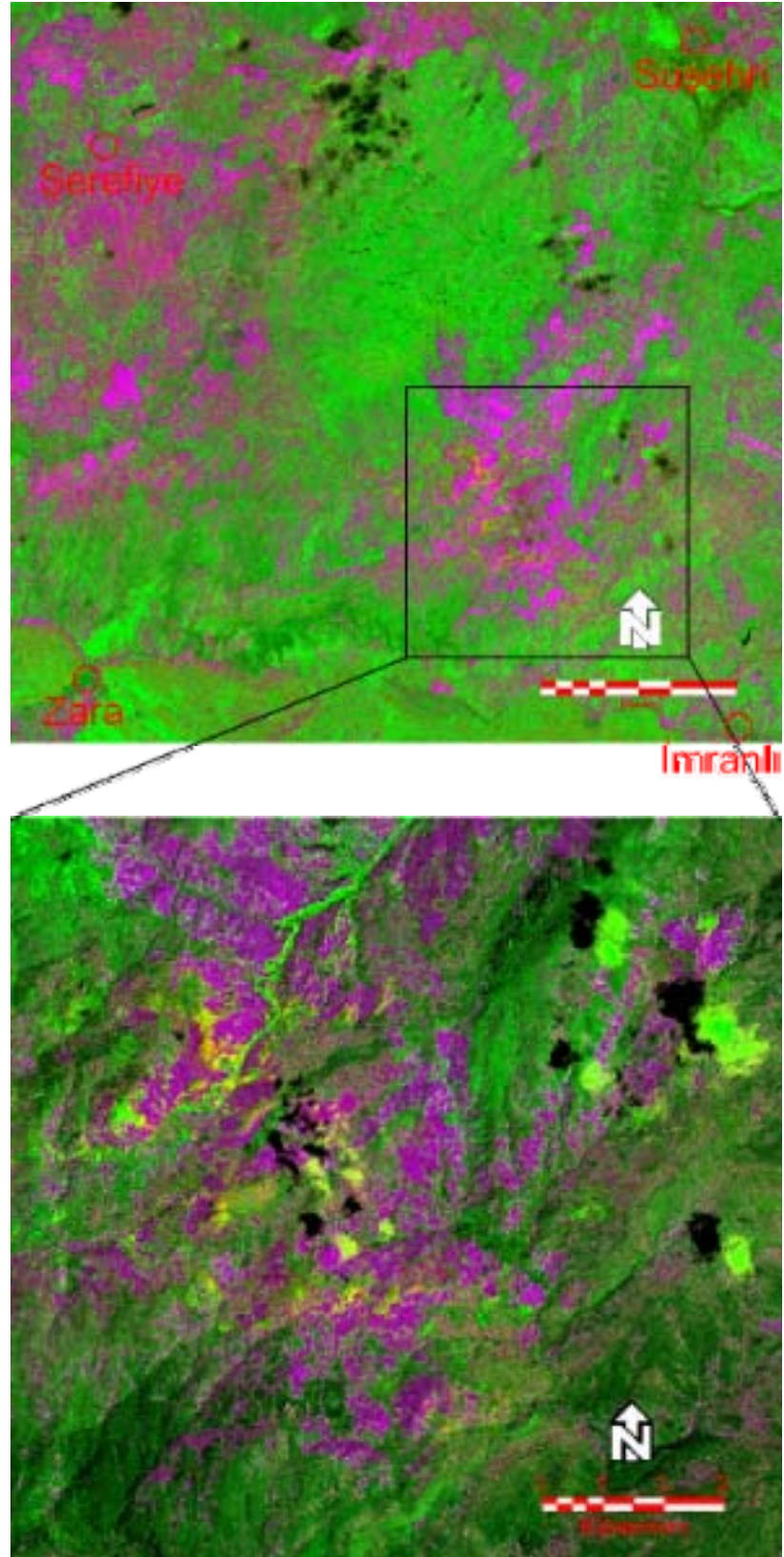
Abram oranı ise spektral oranlama yönteminden yararlanarak, 5/7 oranını kırmızı, 3/2 oranını yeşil ve 4/3 oranını mavi renklerde gösteren bir görüntü kombinasyonunu oluşturur. 3/2 oranı genellikle yeşil kanalda kullanılır ve bitki örtüsü dışında kalan bölgelerin kolaylıkla belirlenmesine yardımcı olur. Sağlıklı bitkiler ve killer yüksek 5/7 oranına, ancak bitkiler aynı zamanda yüksek 4/3 oranına sahiptir ve o nedenle bu bileşikte morumsu kırmızı gölgelikler olarak gözlenecektir. Yüksek oranda demir içeren killer kırmızı ya da sarının her iki tonunda olabilirler. Şekil 3.5. bölgeye ait Landsat ETM+ görüntüsüne uygulanan Abram oranı uygulamasını göstermektedir. Bu yöntem sayesinde killi seviyeler çok ayrıntılı olmasa da bitki örtüsünden ayırt edilebilmektedir.



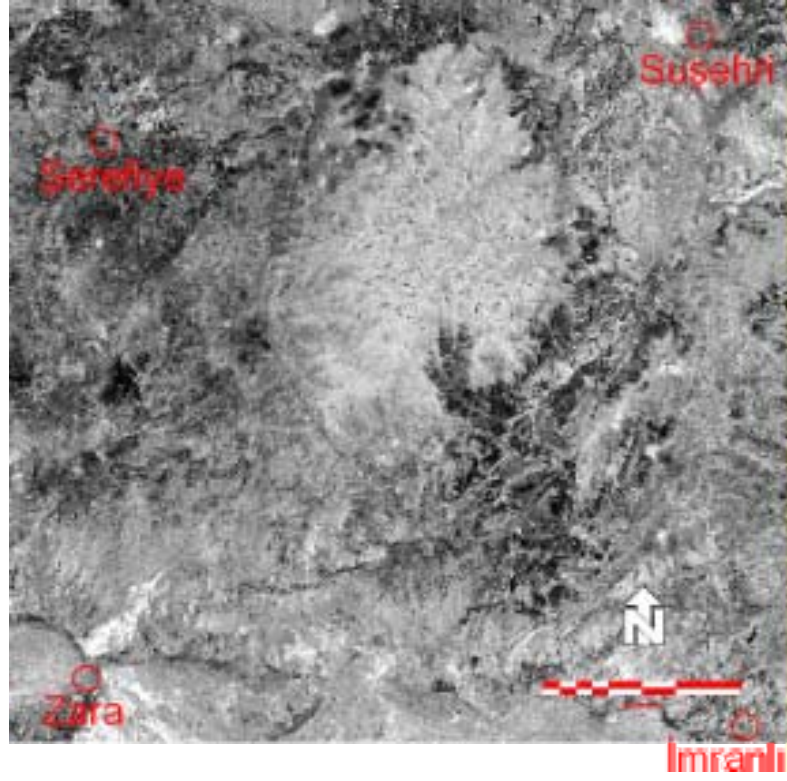
Şekil 3.4. İnceleme alanındaki kil ve karbonat yoğunlaşmalarını gösteren Landsat ETM+ 5/7 spektral oranlama görüntüsü

Görüntüden bozuşmanın yaygın olduğu ve inceleme sahasındaki en büyük bozuşma yüzeyine sahip olan Geminbeli kaolin yatağı kırmızı-sarı renkli gözlenmektedir. Görüntünün diğer kesimleri ayrıntılı olarak incelenmesine rağmen, bu kaolin yatağına benzer bir lokaliteye rastlanamamıştır.

Yine spektral oranlama yöntemiyle demir oksit içeren bölgeleri 3. bandın yansımaya değerlerini 1. banda bölerek ortaya çıkarmak mümkündür. Mineral yapısında demir oksitçe zengin olan minerallerin varlığı, bu spektral oranlama yöntemiyle gösterilebilmektedir. Şekil 3.6 bu durumu göstermektedir. Görüntü üzerinde en açık renkte gösterilen bölgeler, yüksek yansımaya değeri veren demir oksitçe zengin yörelere karşılık gelmektedir.



Şekil 3.5. İnceleme alanındaki abram oranı ile kil yoğunlaşmasını gösteren Landsat ETM 5/7 spektral oranlama görüntüsü



Şekil 3.6. İnceleme alanındaki demir oksit yoğunlaşmalarını gösteren Landsat ETM+ 3/1 spektral oranlama görüntüsü

3.2.3. Kenar zenginleştirilmesi

Bundan önceki bölümlerde, görüntüler üzerinde spektral özelliklere ait zenginleştirme işlemlerinden faydalanılmıştır. Bu bölümde ise görüntülerin yersel özellikleri zenginleştirilmiştir. Kenar zenginleştirilmesi olarak da adlanan bu yersel zenginleştirme işleminde tek bir bant üzerindeki verilerin daha belirginleştirilmesi amaçlanmıştır. Filtreler yardımıyla yüksek geçirime uğramış görüntüler, faylar, yapısal unsurların denetiminde gelişen köşeli drenaj ağları ve makroskobik ölçekteki sistematik jeolojik çizgisellikleri ortaya çıkarmak için işlenmiştir.

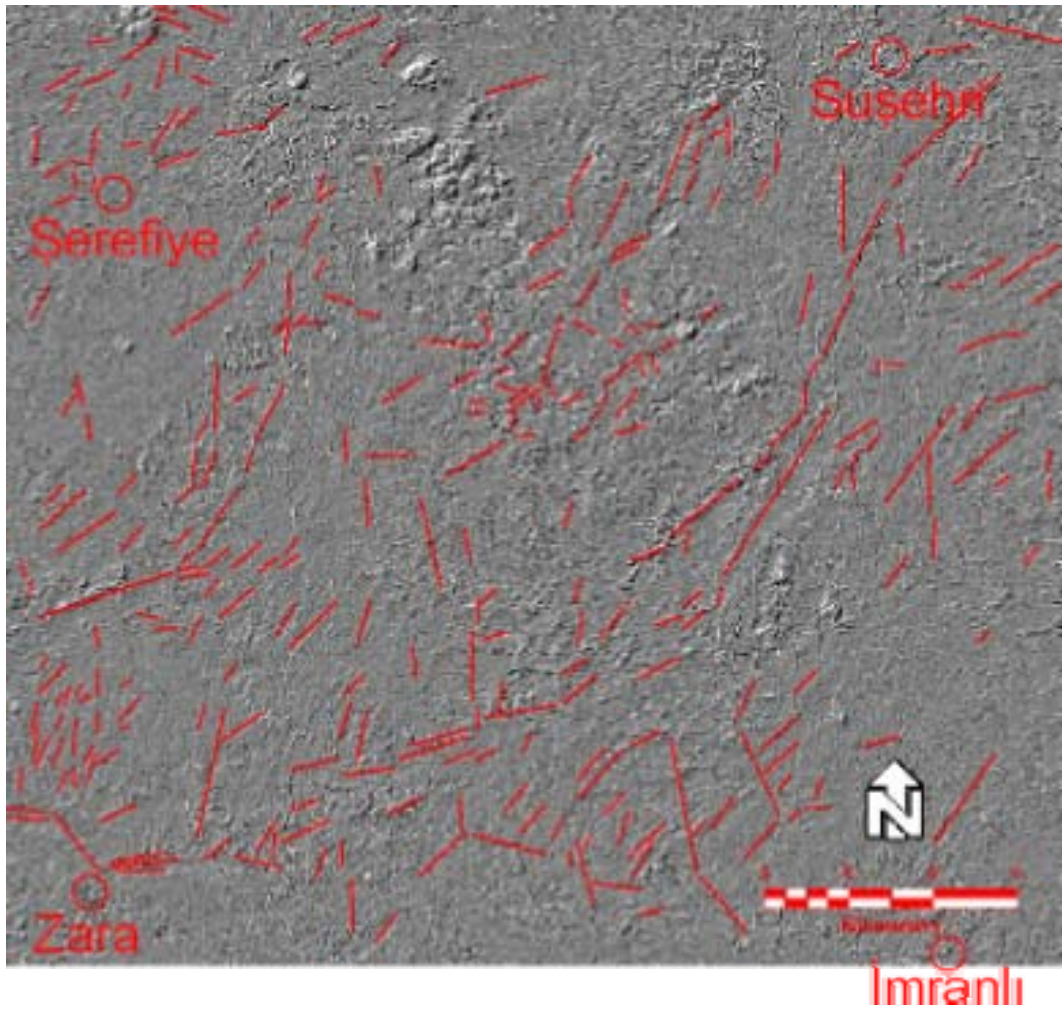
Bu bölümde inceleme alanına ait Landsat ETM+ görüntüsünün 7. bandı dikkate alınarak yapılan görsel ve görüntü işlem yöntemlerinde yersel zenginleştirme olarak adlanabilecek yönsel filtreleme işlemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanının Landsat ETM+ 7. bandı, bölgedeki jeolojik yapıların, genel doğrultuları göz önüne alınarak KB yönünde aydınlatılmıştır. Bu işlem sonucunda ortaya çıkan filtrelenmiş görüntü Şekil 3.7'de görülmektedir. Bu işlem 3x3 boyutundaki bir filtre yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Filtreleme işleminde kullanılan matris Çizelge 3.1.'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. 7. banda uygulanan filtrenin 3x3 matrisi

-1	-1	0
-1	0	1
0	1	1

Bu filtreleme Prewitt adıyla da anılır (Prewitt, 1970). Söz konusu filtreleri oluşturan değerler, ortaya çıkarılması istenen jeolojik çizgiselliklerin yönüne bağlı olarak değişmektedir (Er Mapper Applications, 1998). İşlemin sonucunda görüntüye ayrıca kontrast uzanımı da uygulanmıştır.



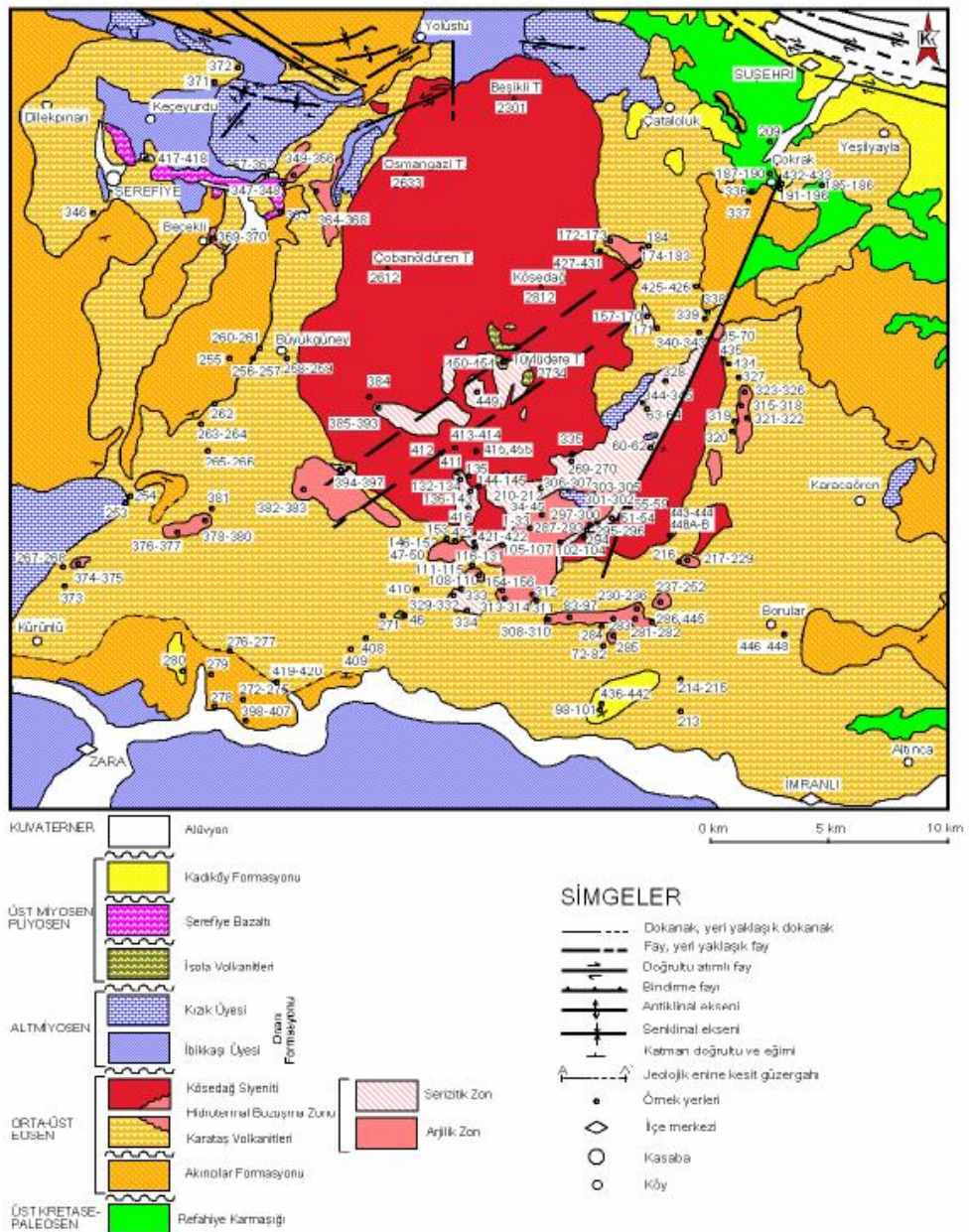
Şekil 3.7. Kenar zenginleştirme işlemi uygulanmış Landsat ETM+ 7. bant ve bu işlem sonucunda ortaya çıkan jeolojik çizgisellikler

3.3. Verilerin Yorumlanması

Bu çalışma kapsamında bölgeye ait görüntülerden atmosferik saçılım etkisi Chavez'in (1988) yöntemi kullanılarak ortadan kaldırılmıştır. Jeolojik açıdan en yararlı bilgiyi sağlayabilecek bantlar Drury'e (2001) göre 7, 4 ve 2. bantlar olarak seçilmiştir. Bölgedeki jeolojik birimleri ayırtlanmasına yönelik spektral oranlama yöntemleriyle kil, karbonat ve demir oksit içeren bölgeler ortaya çıkarılmıştır. Abram oranı yöntemi kullanılarak killi seviyelerin bitki örtüsünden ayırtlanması sağlanmış ve alterasyon zonunu oluşturabilecek düzeylerin yayılımı belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak bölgedeki alterasyon zonlarının yansımaları engelleyici bitki örtüsü nedeniyle uzaktan algılama çalışmasının yetersiz kaldığı durumları da göz önüne almak gerekmektedir. Ayrıca, görüntü işlem yöntemlerinden kenar belirleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çizgisellik analizi çalışmasında bölgede gözlenen çizgiselliklerdeki genel gidişlerin KD-GB yönünde yoğunlaştığı görülmüştür.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanında çoğunluğu Karataş volkanitleri ve Köseadağ siyenitinden olmak üzere toplam 457 adet kayaç örneği alınmıştır (Şekil 4.1). Bunlar Cumhuriyet Üniversitesi (C.Ü.) Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) yıkandıktan sonra ince-kesit, kırma-öğütmeleme, kil ayırma, X-ışınları difraksiyonu (XRD) ve optik mikroskopi (OM) gibi çeşitli işlemlerden geçirilmiştir.



Şekil 4.1. Zara-İmranlı-Suşehri-Şerefiye çevresinin örnekleme haritası

4.1. Optik Mikroskop İncelemeleri

C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda hazırlanan lam preparatlar (ince kesit) üzerinde Nikon marka, alttan aydınlatmalı binoküler polarizan mikroskopunda yapılmıştır. Bu yöntem ile kayacı oluşturan bileşenler ve bunların dokusal özellikleri tanımlanarak kayaların adlandırılmalarının yanı sıra; bozuşma ve bozunma ürünleri aydınlatılmaya çalışılmıştır. Toplam 400 adet kayaç ve/veya mineralin incekesiti yapılmış olup, bunların birimlere göre dağılımı Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İnceleme sahasında yapılan OM, SEM ve XRD incelemelerinin birimlere göre dağılımı

Birimler	OM	SEM	XRD- TK	XRD- KF	Politipi				d ₍₀₆₀₎	I-S (%Ill)	C-S (%Chl)
					Chl	Kln	Ill	Prl			
Refahiye karmaşığı	5		7	5							
Akıncılar formasyonu	30		30	27	2				2	3	4
Karataş volkanitleri	252	3	273	218	1	4		1	15	21	3
Kösedag siyeniti	85		83	65			2		13	11	2
İsola volkanitleri	6		3	3							
Onarı formasyonu	4		7	3					2		
Şerefiye bazaltı	2		2	1							
Kadıköy formasyonu	16		21	20					2		
TOPLAM	400	3	426	342	3	4	2	1	34	35	9

4.2. Taramalı Elektron Mikroskop İncelemeleri

Enerji saçılımlı spektrometre'yi (EDS) de kapsayan taramalı elektron mikroskop (SEM) incelemeleri Ankara TPAO laboratuvarında yapılmıştır. Örneklerin yaklaşık 5 mm²'lik bir alanı; SEM incelemelerinde Au, EDS incelemelerinde C ile kaplanarak; SEM'de mineraller arasındaki dokusal ilişkileri ve kil minerallerinin kökenleri, EDS'de minerallerin yarı-nicel kimyasal bileşimleri belirlenmiştir. Bu incelemeler bozuşmuş volkaniklere ait üç örnek (ZK-169, ZK-314B, ZK-325) üzerinde yapılmıştır.

4.3. X-ışını Kırınımı İncelemeleri

OM ile incelenemeyecek kadar küçük (submikroskopik) tane boyuna sahip kayaların tümkayaç (XRD-TK) mineralojik bileşimlerinin ve kil boyu bileşenlerinin (XRD-KF), ayrıca minerallerdeki polimorfik değişimlerin belirlenmesi amacıyla X-ışınları kırınımı/difraksiyonu en çok kullanılan yöntem olmuştur.

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, çözümlenmeye hazır konuma getirilmiştir. XRD çözümlenmeleri Rigaku marka DMAX IIIC model X-ışınları difraktometresinde (Anot = Cu ($\text{CuK}_\alpha=1.541871\text{\AA}$), 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 = $2\theta = 5-35^\circ$) yapılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. XRD çekimlerinde kullanılan aletsel koşullar

Koşullar	Tüm kayaç	Kil fraksiyonu	Kil fraksiyonu d(060)
Dalga boyu (λ)	$\text{CuK}_\alpha=1.541871\text{\AA}$		
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	$2\theta = 5-35^\circ$	$2\theta = 2-30^\circ$	$2\theta = 59-63^\circ$

XRD çözümlenmeleri 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 4.3 ve 4.4'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.

Çizelge 4.3. 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
Zeolit				
Analsim	(400)	3.42	26.03	2.44
İnosilikatlar				
Hornblend	(110)	8.51	10.39	3.18
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
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 (Sepiyolit)	(110)	12.1	7.30	7.15
Sülfatlar				
Goyazit	(113)	2.96	30.17	2.00
Jarosit	(113)	3.09	28.87	4.00
Barit	(210)	3.44	25.86	1.71
Alunit	(113)	2.99	29.84	1.50
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 4.4. Kaolin-EG referans alınarak saptanmış ortalama kil minerali şiddet faktörleri (Yalçın ve Bozkaya, 2002 verilerine ekleme yapılarak)

Mineral	(hkl)	d (Å)	2θ°	Faktör
Kaolin	(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
Pirofillit	(001)	9.19	9.62	0.31
Pirofillit	(002)	4.62	19.20	0.59
Pirofillit	(003)	3.09	28.87	0.29
Serpantin	(001)	7.3	12.10	0.69
Serpantin	(002)	3.65	24.36	3.68
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
Sepiyolit	(110)	12.1	7.30	2.69

C-S=Klorit-smektit, I-S=İllit-smektit, C-V=Klorit-vermikülit

Fillosilikat/kil içeren kayaçlarda, bu minerallerin diğerlerinden ayrılması işlemleri C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kil Ayırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. XRD-KF çözümlenmeleri 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 4.2). 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.

İnceleme sahasında gözlenen kayaç ve/veya mineral örneklerinden toplam 426 adet XRD-TK ve 342 adet XRD-KF incelemesi yapılmıştır (bak Çizelge 4.1).

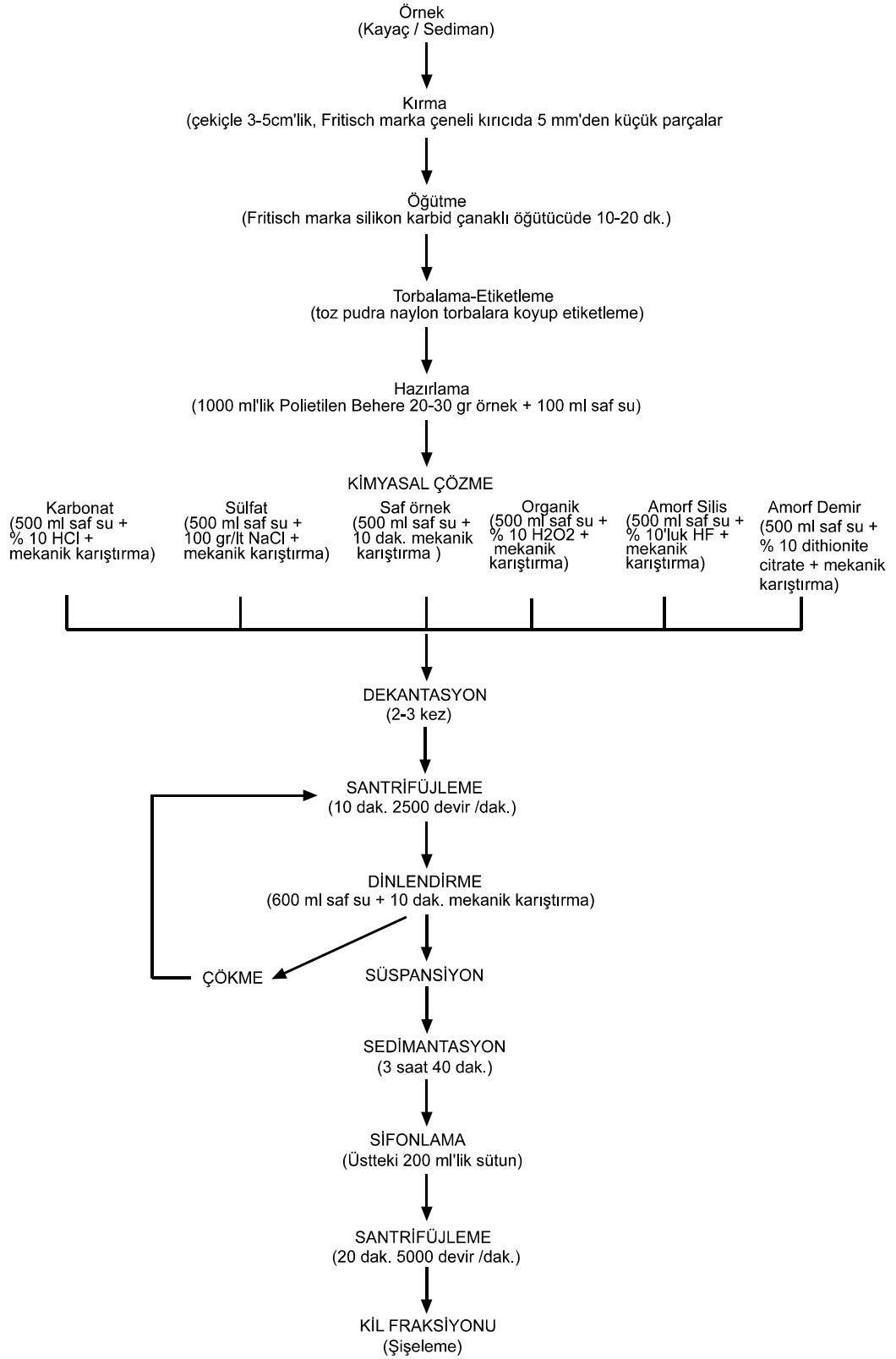
Kloritlerin XRD yöntemi ile kimyasal bileşimlerinin belirlenmesinde; d(005) piklerinden itibaren d(001) değerleri bulunmuş ve $d(001)=14.55 \text{ \AA} - 0.29Al^{IV}$ formülüne göre (Brindley, 1961) tetrahedral Al içerikleri hesaplanmıştır. Oktahedral Fe^{+2} miktarı kil difraktogramlarından itibaren $[(002)+(004)]/[(001)+(003)]$ (Brown ve Brindley, 1980) ve $(002)/(001)$ ile $(004)/(003)$ (Chagnon ve Desjardins, 1991) pik şiddet oranları kullanılarak elde edilmiştir. Mg içeriği ise $Al^{IV}=Al^{VI}$ kabul edilerek $Fe+Al^{VI}+Mg=6$ eşitliğinden belirlenmiştir. Toplam 5 adet klorit mineralinin XRD yöntemi ile kimyasal bileşimleri Akıncılar formasyonu'nda 3, Karataş volkanitleri'nde 2 örnekte belirlenmiştir.

Saf veya safa yakın kaolinit, illit, klorit ve pirofillit minerallerinin politipi belirlenmelerinde Bailey (1980, 1988) ve J.C.P.D.S. (1990) tarafından önerilen ayırtman pikler kullanılmıştır. Politiplerin belirlenmesinde illit için $2\theta = 16-36^\circ$, klorit için $2\theta = 31-52^\circ$ ile kaolin ve pirofillit için $2\theta = 2-65^\circ$ kayıt aralığı ve $2^\circ/\text{dak.}$ gonyometre hızı kullanılmıştır. İnceleme sahasından alınan saf veya safa yakın 3 klorit, 4 kaolinit, 2 illit ve 1 pirofillit mineral örneklerinden politipi incelemesi yapılmıştır (bak Çizelge 4.1).

I-S, C-S ve smektitlerin oktaedrik bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla $d_{(060)}$ yansıması yardımıyla b_0 -parametresi hesaplanmıştır. Bu ölçüm, kuvarsın (211) piki ($2\theta = 59.982^\circ$, $d=1.541 \text{ \AA}$) referans alınarak $2\theta = 59-63^\circ (\pm 0.01^\circ)$ kayıt aralığında ve $0.5^\circ/\text{dak.}$ gonyometre hızında ölçülmüştür. Toplam 34 adet örnekten b_0 -parametresi hesaplanmıştır (bak Çizelge 4.1).

I-S'deki illit veya smektit oranı, Moore ve Reynolds'un (1997) değerlerinden elde edilen $\% \text{ illit} = 183.41\ln(\Delta^\circ 2\theta) - 297.48$ ($R^2=0.9896$) denkleminde itibaren hesaplanmıştır. Burada $\Delta^\circ 2\theta$, illit-smektit (I-S)'lerin glikollü çekimlerindeki d_{005} ve d_{003} yansımalarına karşılık gelen $^\circ 2\theta$ 'lar arasındaki farkı ($\Delta^\circ 2\theta = 2\theta_{005} - 2\theta_{003}$) ifade etmektedir. Toplam 35 adet I-S mineralinden $\% \text{ illit}$ veya smektit oranı belirlenmiştir (bak Çizelge 4.1).

C-S minerallerindeki $\% \text{ klorit}$ veya $\% \text{ smektit}$ içeriği, Moore ve Reynolds'un (1997) verdiği değerlerden itibaren elde edilen regresyon eğrisinin denklemi $\% \text{ Klorit} = -27.872(\Delta^\circ 2\theta) + 452.51$ ($R^2=0.9917$) ile hesaplanmıştır. $\Delta^\circ 2\theta$ değeri, C-S'in glikollü çekimlerindeki d_{009} ve d_{004} yansımalarına karşılık gelen 2θ açıları arasındaki farkı ($\Delta^\circ 2\theta = 2\theta_{009} - 2\theta_{004}$) temsil etmektedir. Toplam 9 adet C-S mineralinden $\% \text{ klorit}$ veya smektit oranı saptanmıştır (bak Çizelge 4.1).



Şekil 4.2. C.Ü.MİPJAL'da uygulanan kil ayırma iş akış şeması

4.4. Jeokimyasal İncelemeler

Bir siyenit, beş volkanik ve safa yakın kil fraksiyonunda dört kaolinit, beş illit-smektit (I-S) ve bir pirofillit örneğinin ana, iz/eser ve nadir toprak element (REE) çözümlenmeleri; iki kaolinit, iki I-S, bir illit ve bir pirofillit örneğinin oksijen-hidrojen izotop jeokimyası ve bir alunitli örneğin K-Ar yaş tayini incelemeleri Kanada'daki Activation Laboratories Ltd. (Actlabs) şirketine yaptırılmıştır. Ana element çözümlenmelerinde lityum metaborat/tetraborat füzyon ICP, iz/eser ve nadir toprak element çözümlenmelerinde ICP-MS kullanılmıştır. Bunlar; geçiş metalleri (Cr, Ni, Co, V, Cu, Pb, Zn), granitoid elementleri (Bi, In, Sn, W, Mo), karışık davranışlı elementler (S, As, Sb), değerli metal (Ag), kalıcılığı düşük elementler / LFSE (K, Rb, Cs, Ba, Sr, Tl, Ga), kalıcılığı yüksek elementler / HFSE (Ta, Nb, Hf, Zr, Ti, Y, Th, U), diğer (Ge) ile nadir toprak elementlerini / REE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) 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 SiO₂ '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 ayırılarak sayılır ve miktarları belirlenir.

O-H izotop verileri, Termal İyonlaşma Kütle Spektrometresi (TIMS) kullanılarak ölçülmüştür.

4.5. Özgül Ağırlık Ölçümleri

Dört volkanik, bir plütonik ve on kil içeren örneğin yoğunlukları Türk Standardları Enstitüsü (1987) tarafından önerildiği biçimde piknometre yöntemi ile saptanmıştır (Çizelge 4.5). Örnekler 40 mm açıklığında bir elekten geçebilecek şekilde kırıldıktan sonra, örnek ve piknometre 105-110 °C'de (24 saat) fırında kurutulmuş ve 1 saat desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Piknometrenin boş ağırlığı (W₁) 0,01 gr duyarlılıkta ölçüldükten sonra, yaklaşık 5-7 gr numune piknometreye konularak 0,01 gr duyarlılıkta tartılmıştır (W₂). Numunenin tam olarak ıslanması için saf su ile piknometrenin üstüne kadar çalkalayarak doldurulmuş ve tartılmıştır (W₃). Piknometre temizlendikten sonra ağzına kadar saf su ile doldurulmuş ve tartılmış (W₄), hesaplama için { Gs (özümlü ağırlık) = (W₂ - W₁) / (W₄ - W₁) - (W₃ - W₂) } formülü kullanılmıştır.

Çizelge 4.5. Köseadağ siyeniti, Karataş volkanitleri ve bozuşma ürünlerinin yoğunluk hesaplama sonuçları

Magmatik kayalar													
Örnek	Köseadağ siyeniti					Karataş volkanitleri							
	ZK-56					ZK-39	ZK-184	ZK-319	ZK-327	Ort.			
Yoğunluk (g/ml)	2.57					2.51	2.62	2.67	2.71	2.63			
Bozuşma ürünleri													
Örnek	Kaolinit (volkanik kökenli)					I-S (volkanik kökenli)			I-S (plütonik kökenli)				Pr1 (volkanik kökenli)
	ZK-26	ZK-27	ZK-42/C	ZK-310	Ort.	ZK-74	ZK-159	Ort.	ZK-63	ZK-126	ZK-212	Ort.	ZK-314B
Yoğunluk (g/ml)	2.60	2.59	2.62	2.55	2.59	2.58	2.44	2.51	2.66	2.56	2.58	2.60	2.70

4.6. Kütle Değişim Hesaplamaları

Köseadağ siyeniti bozuşmasıyla oluşan üç I-S ile Karataş volkanitlerinin bozuşmasıyla oluşan iki kaolinit, iki I-S ve bir pirofillit+kaolinit örneğinin ana, iz/ eser ve REE sonuçlarından itibaren kütle değişim hesaplamaları yapılmıştır. İmmobil (hareketsiz) element seçiminde korelasyon katsayıları dikkate alınmış (MacLean ve Kranidiotis, 1987), volkanik kökenli kil mineralleri için TiO_2 ve plütonik kökenliler içinde Nb hareketsiz element olarak belirlenmiştir. Kütle değişimi hesaplanması yapılırken öncelikle hareketsiz elemente göre bozuşmuş örneğin bileşimi; $R-C = \text{bozuşmuş kayaç w\%} \times (I-M_{\text{ana kayaç}} / I-M_{\text{bozuşmuş kayaç}})$ bağıntısıyla yeniden hesaplanmıştır ($R-C$ =yeniden hesaplanan bileşim, $I-M$ =hareketsiz element). Net kütle değişimi ($M-C$)=ana kayaç w% – ($R-C$) eşitliği kullanılarak belirlenmiştir. Zenginleşme faktörü $E.F. = \Sigma R-C / \Sigma \text{bozuşmuş kayaç w\%}$; $V(m^3)_{\text{ana kayaç}} = V(m^3)_{\text{bozuşmuş kayaç}} \times (D_b/D_a) \cdot (1/E.F.)$ eşitliğinde yerine konularak meydana gelen hacimsel değişim hesaplanır (D_b =bozuşmuş örneğin yoğunluğu, D_a =ana kayacın yoğunluğu).

4.7. Uzaktan Algılama İncelemeleri

Görüntü işleme tekniklerinden yararlanarak, inceleme alanının da içerisinde bulunduğu Zara, İmranlı, Suşehri ve Şerefiye civarını içeren Landsat ETM+ (Path:174, Row:32) görüntüsü kullanılmıştır. Çalışma alanına ait jeolojik verilerin ortaya çıkarılması, 1/25.000 ölçekli harita alımı ve saha çalışmalarında elde edilen verilerle karşılaştırılması ve bölgede yer alan bozuşma zonlarının ve ana kırık sistemlerinin analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Söz konusu Landsat ETM+ görüntüsünün teknik özellikleri Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Landsat 7 uydusu, geliştirilmiş Thematic Haritalayıcı'yı (Enhanced Thematic Mapper) taşımaktadır. Standart 7 band'a ek olarak 15m çözünürlüğe sahip pankromatik band (0.50- 0.90 μm) eklenmiştir.

Çizelge 4.6. İnceleme alanına ait Landsat ETM+ görüntüsünün teknik özellikleri

Görüntü Tipi	Alınış Tarihi	Spektral Bant Aralığı	Yersel Çözünürlük	Kapsadığı Alan	Güneşin yükseklik ve azimut açısı
Landsat-7 ETM+ (174 / 32) Tam çerçeve	22.06.2000	1.Bant:0.45-0.52 μm 2.Bant:0.52-0.60 μm 3.Bant:0.63-0.69 μm 4.Bant:0.76-0.90 μm 5.Bant:1.55-1.75 μm 6.Bant:2.08-2.35 μm 7.Bant:10.4-12.4 μm Pan: 0.50- 0.90 μm	30 m. 120 m	185x170 km ²	57, 69° 120, 99°

5. MİNERALOJİ-PETROGRAFİ

5.1. Refahiye Karmaşığı

5.1.1. Optik mikroskop incelemeleri

Birimin çalışma sahasımız içerisinde gözlenen kesimlerinden alınan 5 adet örneğin OM incelemeleri sonuçları Çizelge 5.1 de verilmiştir. Ultramafik kayalar, holokristalin taneseller dokuya sahip olup, başlıca olivin, enstatit, ojit mineralleri içermektedir. Kahve rengi kromit ve siyah ve yer yer özşekilli Fe-oksitler ender gözlenen opak minerallerdir. Strekeisen (1978) sınıflamasına göre, koyu renkli minerallerin bollukları dikkate alınarak, peridotit ultramafitler lertzolit ve harzburjit olarak adlandırılmıştır. Ayrıca, ultramafitlerin alterasyonundan itibaren ofidolomitler de gelişmiştir. Dolomitler, sparitik özellikte olup, yer yer kuvars tanelerine de rastlanılmaktadır.

Piroksen peridotitler bazı örnekler kısmen, çoğu örnekler ise bütünüyle serpantinleşmiştir. Olivinlerde yaygın olarak serpantinleşme ve ağsı doku gözlenmektedir. Serpantin mineralleri genellikle levhamsı ve yer yer lifsi biçimlidir. Enstatitler klinopiroksen lamelleri içermektedir. Diyallag türü ojitlerde belirgin ve çoğunlukla yapraksı bir durumda olan bölünmeler gözlenmektedir.

Çizelge 5.1. Refahiye karmaşığına ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları

Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Bağlayıcı malzeme	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-185	Holokristalin taneseller, ağ	Ol+En+Aug		Olivinlerde yaygın serpantinleşme, kahverengi kromit, opak	Serpantinleşmiş piroksen peridotit (Lertzolit)
-186	Holokristalin taneseller, Ağ	Ol+En		Olivinlerde yaygın serpantinleşme, kahverengi kromit, opak	Serpantinleşmiş piroksen peridotit (Harzburjit)
-189	Holokristalin taneseller, ağ	Ol+Aug+En		Olivinlerde yaygın serpantinleşme	Serpantinleşmiş piroksen peridotit (Lertzolit)
-191	Sparitik	Dol+Qtz	Dol	Sparitik, ince taneli Qtz, Fe oksidasyonu, kahverengi kromit	Ofidolomit
-209	Ağ, cam saati	Srp±Ol±En		Olivinlerde yaygın serpantinleşme, enstatitte klinopiroksen lamelleri, opak	Serpantinit

Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, En=Enstatit, Aug=Ojit, Ol=Olivin, Srp=Serpantin. Mineral adlarının kısaltılması Kretz'in (1983) önerilerine göre yapılmıştır

5.1.2. X-ışınları incelemeleri

5.1.2.1. Tümükaç incelemeleri

İnceleme sahasından alınan örneklerin X-ışınları difraksiyonu tümkayaç (XRD-TK) ve kil fraksiyonu (XRD-KF) çözümlene sonuçları Çizelge 5.2 de verilmiştir.

Birimden saptanan başlıca mineraller; serpantin, olivin, piroksen, birkaç santimetrelik çatlak dolgularında gelişen kalsit ve sepiyolit ile ofidolomitlerde kuvars ve dolomitdir.

Çizelge 5.2. Refahiye karmaşığında alınan kayaçların XRD-TK ve KF sonuçları (%)

Örnek No	Tümükaç						Kil fraksiyonu			Kayaç adı
	Cal	Dol	Otz	Ps	Px	Ol	Sm	Sep	Srp	
ZK-185				70	20	10				Serpantinleşmiş piroksen peridodit*
-186				100					100	Serpantinleşmiş piroksen peridodit*
-189				70	20	10	65		35	Serpantinleşmiş piroksen peridodit*
-190	70			30				100		Ofisepiyolit
-191		64	36							Ofidolomit*
-196	8	3		89					100	Serpantinit
-209				100						Serpantinit*

Cal=Kalsit, Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, Ps=Fillosilikat, Px=Piroksen, Ol=Olivin, Sm=Smektit, Sep=Sepiyolit, Srp=Serpantin, * ince-kesiti yapılan örnekler

5.1.2.2. Kil fraksiyonu incelemeleri

Birimdeki kayaç örneklerinde yapılan incelemeler sonucu, kil fraksiyonunun bütünüyle serpantinlerden oluştuğu gözlenmekte, yalnız bir örnekte (ZK-189) serpantin mineraline smektit eşlik etmekte, çatlaklarda ise sepiyolit minerali ortaya çıkmaktadır.

5.2. Akıncılar Formasyonu

5.2.1. Optik mikroskop incelemeleri

Birimden alınan 30 adet örneğin OM incelemeleri sonucunda, tabandan itibaren konglomeralarla başlayıp üst seviyelerine doğru kumtaşı (feldispatik grovak, litik arkoz, litarenit), kumlu dolomit (litodolomikrosparit), tüfit (tüflü kumtaşı, tüflü silttaşı) ve üst seviyelerde aglomeraların gözlemlendiği kayaçların dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimleri Çizelge 5.3 de sunulmuştur.

Çizelge 5.3. Akıncılar formasyonuna ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları

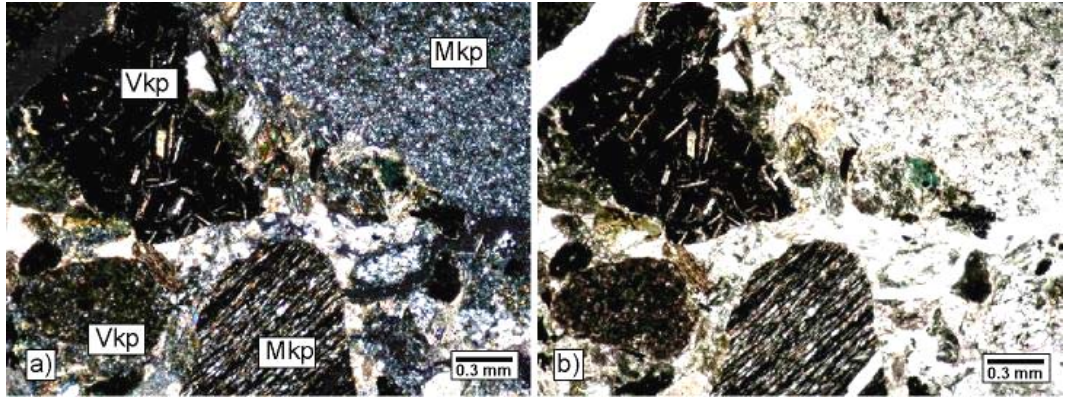
Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Bağlayıcı malzeme	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-255	Olgunlaşmış	Qtz+Pl+Dol	Dol+Kil	Matrikste killeşme; kloritleşmiş köşeli volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; orta kum tane boyunda; ender serpantinit parçacığı	Tüflü kumtaşı
-256	Olgunlaşmış	Dol+Qtz+Pl	Dol+Kil	Matrikste killeşme, ender volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; ince kum tane boyunda	Feldispatik grovak
-257	Olgunlaşmış	Cal+Qtz+Pl	Dol+Kil	Matrikste killeşme; kötü boylanmalı; ince kum tane boyunda	Feldispatik grovak
-260	Olgunlaşmış	Qtz+Cal	Kil+Cal	Matrikste killeşme ve Fe oksidasyonu; volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; orta kum tane boyunda	Tüflü kumtaşı
-261	Olgunlaşmış	Qtz+Dol	Kil+Dol	Matrikste killeşme ve Fe oksidasyonu; plajiyoklazlarda serizitleşme; ender volkanik ve metamorfik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; orta kum tane boyunda	Tüflü kumtaşı
-262	Olgunlaşmış	Qtz+Dol+Pl	Kil+Dol	Matrikste killeşme ve Fe oksidasyonu; volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; orta kum tane boyunda	Tüflü kumtaşı
-264	Olgunlaşmış	Qtz+Dol	Kil+Dol	Matrikste killeşme; kötü boylanmalı; orta kum tane boyunda; mikroçatıklarda Cal; opak	Tüflü kumtaşı
-273	Olgunlaşmış	Qtz+Pl+Cal	Cal+Kil	Matrikste killeşme, killeşmiş volkanik kayaç parçacıkları; orta boylanmalı; ince kum tane boyunda	Tüflü kumtaşı
-274	Olgunlaşmış	Qtz+Pl+Cal	Kil+Cal	Matrikste killeşme; kloritleşmiş volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; ince kum tane boyunda	Tüflü kumtaşı
-275	Olgunlaşmış	Qtz+Pl+Cal	Kil+Cal	Matrikste killeşme; kloritleşmiş volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; ince kum tane boyunda; yer yer fosil	Feldispatik grovak
-276	Olgunlaşmış	Pl+Cal	Cal+Kil	Matrikste killeşme; kloritleşmiş volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; ince kum tane boyunda	Tüflü kumtaşı
-278	Olgunlaşmış	Pl+Qtz+Cal+Hbl	Kil+Cal	Matrikste killeşme; kloritleşmiş volkanik ve metamorfik (kuvarsit, fillit) kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı, iri kum tane boyunda	Konglomera
-336	Olgunlaşmış	Dol+Qtz	Dol+Kil	Killeşmiş ve silisleşmiş volkanik kayaç parçacıkları	Tüflü kumtaşı
-337	Olgunlaşmış	Pl+Qtz	Kil+Cal	Kloritleşmiş ve silisleşmiş volkanik kayaç parçacıkları; numulites fosilleri	Tüflü kumtaşı
-398	Olgunlaşmış	Fld+Qtz	Kil+Cal	Aug; Hb; kötü boylanmalı; yarı köşeli, orta-ince kum tane boylu	Litik arkoz
-399	Olgunlaşmış	Cal	Cal+Kil	Bol fosil; Aug; matriste Fe oksidasyonu	Feldispatik grovak
-400	Olgunlaşmış	Qtz+Pl+Cal	Kil+Cal	Aug; metamorfik (kuvarsit, fillit) ve kloritleşmiş volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; orta-iri kum tane boylu	Litarenit
-401	Olgunlaşmış	Cal+Pl+Qtz	Kil+Cal	Fosil; Opak	Feldispatik grovak
-402	Olgunlaşmış	Qtz+Pl	Kil		Tüflü silttaşı

Çizelge 5.3. (devam ediyor)

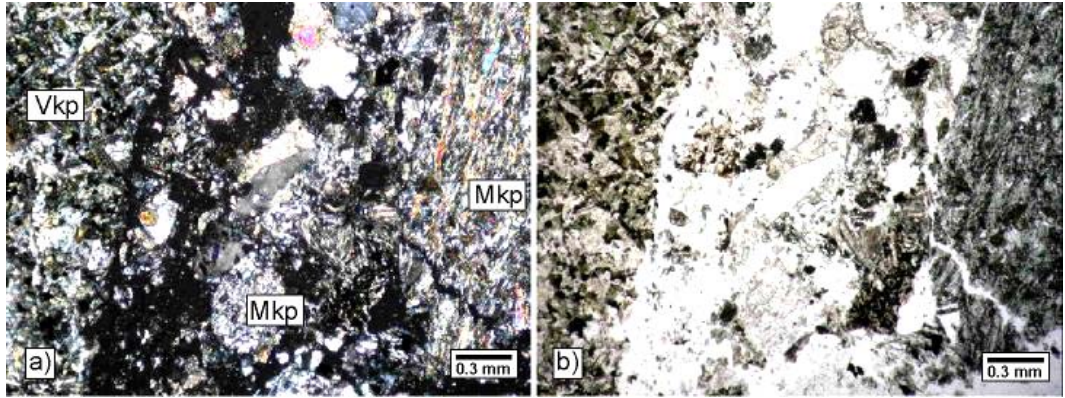
Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Bağlayıcı malzeme	Özellikler	Kayaç Adı
-403	Olgunlaşmış amış	Qtz+Pl	Kil		Tüflü silttaşı
-404	Olgunlaşmış amış	Pl+Cal+Qtz	Kil+Cal	Kloritleşmiş volkanik kayaç parçacıkları; kötü boylanmalı; orta kum taneli, fosilli	Feldispatik grovak
-405	Kötü boylanmış	Cal+Pl+Qtz	Mikrosparit		Litodolomikrosparit
-406	Kötü boylanmış	Cal+Pl+Qtz	Mikrosparit		Litodolomikrosparit
-407	Kötü boylanmış	Cal+Pl+Qtz	Mikrosparit		Litodolomikrosparit
-408	Hipo-kristalin porfirik	Pl	Pl+Cam	Matrikste kloritleşme, serizitleşme ve silisleşme; mafik minerallerde bütünüyle demir oksidasyonu; plajiyoklazlarda yaygın killeşme ve serizitleşme; opak	Bozuşmuş bazaltik aglomera (Bağlayıcı malzeme)
-409	Hipo-kristalin porfirik	Pl+Aug+Ol	Pl+Cam	Matrikste yer yer killeşme ve karbonatlaşma; olivinlerde bütünüyle demir oksidasyonu ve iddingsitleşme; plajiyoklazlarda yaygın killeşme ve serizitleşme; opak; mikroçatlaklarda kalsedonik Qtz	Bozuşmuş bazaltik aglomera (Tane)
-419	Hipo-hiyalin porfirik	Pl+Bt	Cam+Pl	Matriste bütünüyle killeşme; karbonatlaşma ve yer yer silisleşme; mafik minerallerde bütünüyle demir oksidasyonu; biyotitlerde yaygın kloritleşme; plajiyoklazlarda yaygın killeşme; opak; breşik doku	Bozuşmuş andezitik aglomera (Bağlayıcı malzeme)
-420	Hipo-hiyalin porfirik	Pl+Bt	Cam+Pl	Matriste bütünüyle killeşme ve karbonatlaşma; mafik minerallerde bütünüyle demir oksidasyonu; biyotitlerde yaygın kloritleşme; plajiyoklazlarda yaygın killeşme; opak	Bozuşmuş andezitik aglomera (Tane)
-425	Hipo-kristalin porfirik	Pl	Pl+Cam	Matrikste yer yer killeşme; mafik minerallerde bütünüyle demir oksidasyonu; plajiyoklazlarda yer yer serizitleşme ve karbonatlaşma; opak; gözeneklerde jel dokulu kalsedonik Qtz ve Cal; akma dokusu	Andezitik aglomera (Tane)
-426	Hipo-kristalin porfirik	Pl	Pl+Cam	Matriste yaygın killeşme, silisleşme ve kloritleşme; mafik minerallerde bütünüyle demir oksidasyonu; plajiyoklazlarda yaygın killeşme ve karbonatlaşma; breşik doku; opak; gözeneklerde Cal	Bozuşmuş andezitik aglomera (Bağlayıcı malzeme)

Cal=Kalsit, Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, Pl=Plajiyoklaz, Bt=Biyotit, Hbl=Hornblend, Px=Piroksen, Ol=Olivin

İnce taneli mikrokonglomeralar; kötü boylanmalı, yarı yuvarlak tane şekilli, karbonat çimentoludur (Şekil 5.1 ve 5.2). Bileşen olarak bol miktarda metamorfik (kuvarsit, fillit, epidozit, amfibol şist) ve volkanik kayaç parçacıkları ile polisentetik ikizlenmeli-zonlu dokulu plajiyoklaz, dalgalı sönmeli kuvars, yeşil renkli hornblend, fıstık yeşili renkli ve canlı girişim renklerine sahip epidot mineralleri içermektedir. Çatlaklar ile gözenekleri kalsit dolguludur.

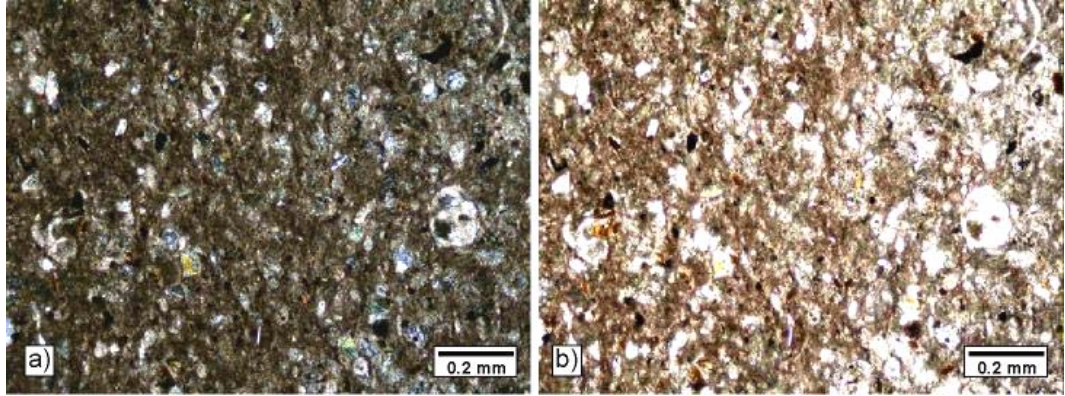


Şekil 5.1. Akıncılar formasyonuna ait mikroçakıltaşlarında gözlenen volkanik kayaç parçaları (ZK-278, Vkp=Volkanik kayaç parçacığı, Mkp=Metamorfik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol



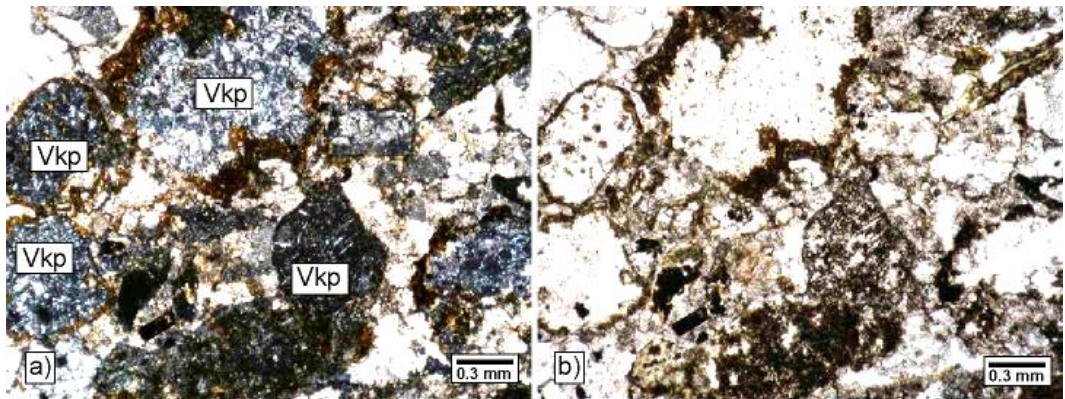
Şekil 5.2. Akıncılar formasyonuna ait mikroçakıltaşlarında gözlenen metamorfik kayaç parçaları (ZK-278, Mkp: Metamorfik kayaç parçacığı, Vkp: Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol

Kumtaşları; kötü boylanmalı, yarı yuvarlak tane şekilli, orta-ince kum tane boyulu, bağlayıcı malzemesini sparikalsit ve/veya sparidolomit çimento, Fe okidasyonu ve kil matriks oluşturmaktadır (Şekil 5.3). Bileşen olarak bolluk sırasına göre kuvars, plajiyoklaz, kalsit, ender olarak ojit minerali, volkanik ve metamorfik kayaç parçacıkları ile bazı örnekler bol miktarda fosil içerir. Plajiyoklazlarda yaygın polisentetik ikizlenme, kuvarslarda yer yer dalgalı sönme gözlenmektedir. Bu gözlemler plajiyoklazların çoğunlukla magmatik, kuvarsların ise metamorfik kaynak kayaca sahip olduklarını göstermektedir. Mikrolitik porfirik dokulu volkanik kayaç parçacıklarının matriksi çoğunlukla kloritlemiştir. Metamorfik kayaç parçacıkları kuvarsit ve fillit ile temsil edilmektedir. Bağlayıcı malzeme miktarına ve bileşenlerin (kuvars, feldispat ve kayaç parçacıkları) oranlarına göre, kumtaşları sınıflandırıldıklarında (Folk ve diğ., 1970) feldispatik grovak, litik arkoz ve litarenit olarak tanımlanmışlardır.

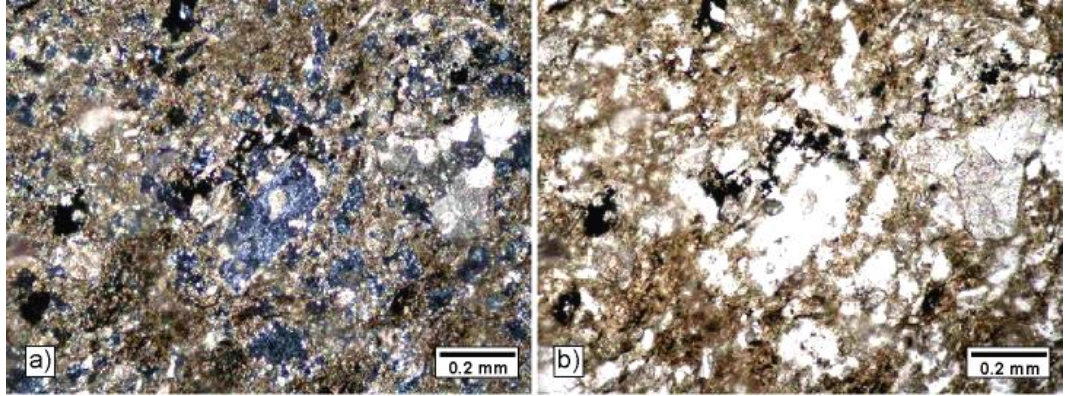


Şekil 5.3. Akıncılar formasyonuna ait feldispatik grovaktaki fosil kavkıları (ZK-401), a) çift nikol, b) tek nikol

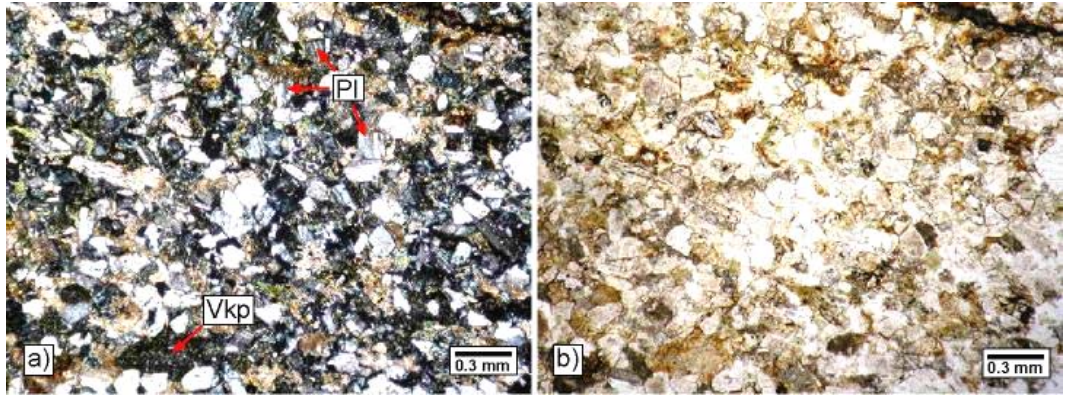
Piroklastik kayaçlar; kötü boylanmalı, yarı köşeli tane şekilli, orta-ince kum veya silt tane boylu, bağlayıcı malzemesini killeşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve silisleşme gösteren ilksel dokusunu kaybetmiş volkanik cam oluşturmaktadır. Bolluk sırasına göre; volkanojenik kökenli plajiyoklaz, kuvars, hornblend, biyotit, ojit, olivin ve volkanik kayaç parçacıkları; kimyasal kökenli kalsit ve dolomit, organik kökenli nummülit fosilleri, epiklastik bileşen olarak ise yer yer metamorfik kayaç parçacıkları içerir. Tane boyuna ve piroklast (cam, pomza, kristal ve volkanik kayaç parçacıkları) / epiklast + kimyasal + organik bileşenlerin oranına göre (Schmid, 1981); piroklastik kayaçlar, çoğunlukla tüflü kumtaşı, bazı örnekler ise tüflü siltaşı olarak adlandırılmıştır (Şekil 5.4-5.8). Tüfitler yer yer silisiklastik kayaçlara geçiş göstermektedir.



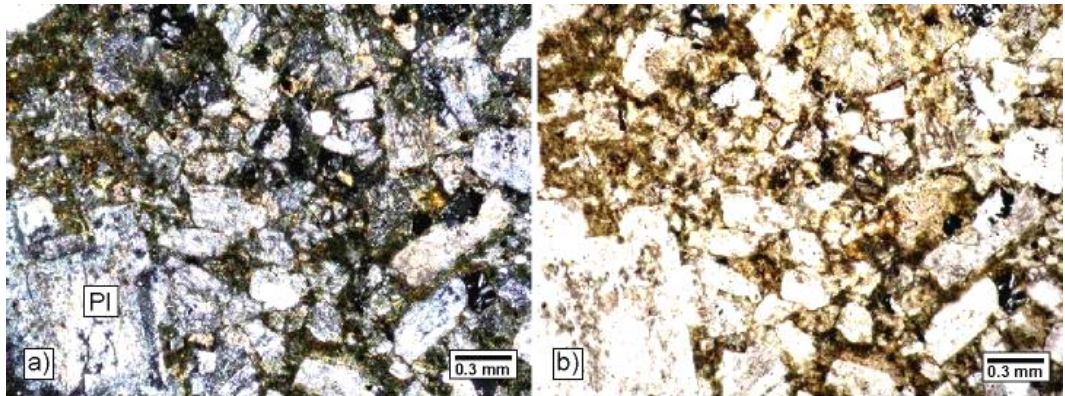
Şekil 5.4. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında gözlenen volkanik kayaç parçaları (ZK-255, Vkp: Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol



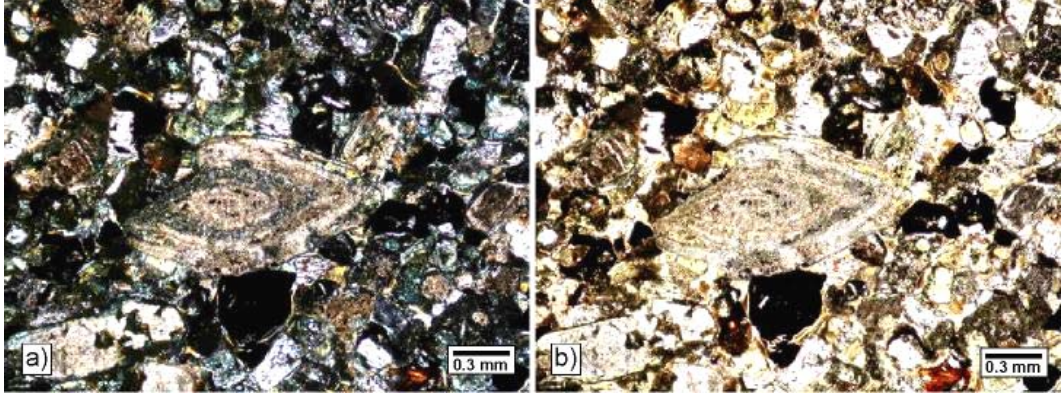
Şekil 5.5. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında matrikste killeşme ve demir oksidasyonu (ZK-262), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.6. Akıncılar formasyonuna ait ince tane boyuna sahip tüflü kumtaşlarında polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz ve volkanik kayaç parçaları (ZK-273, Pl=Plajiyoklaz, Vkp: Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol

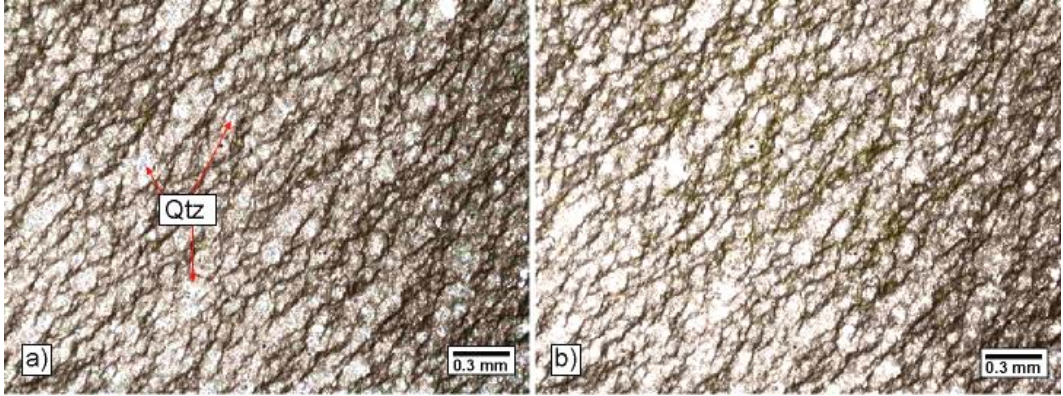


Şekil 5.7. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında gözlenen zonlu dokulu killeşmiş plajiyoklaz mineralleri (ZK-274, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.8. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarında kloritleşmiş ve silisleşmiş volkanik kayaç parçaları, opak mineraller ve numulites fosili (ZK-337), a) çift nikol, b) tek nikol

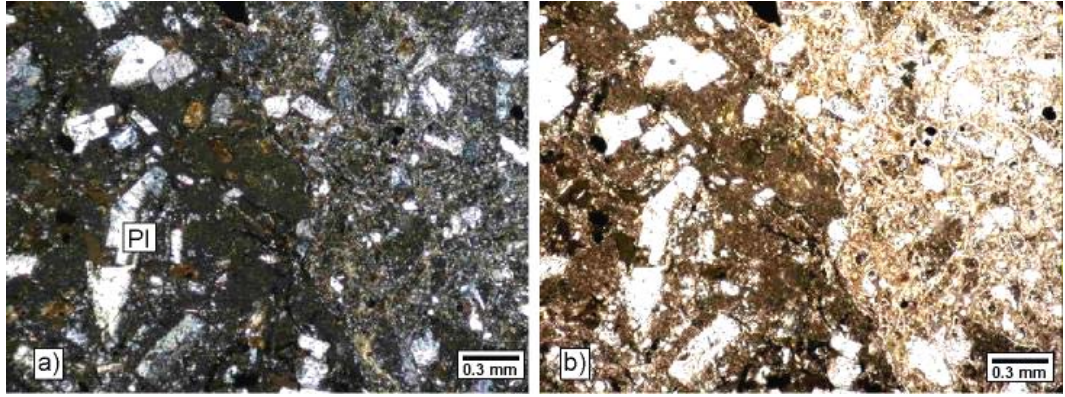
Mikrosparitik bağlayıcıdan oluşan karbonat kayaçlarında ortokemi başlıca dolomit ve az miktarda kalsit temsil etmektedir. Kuvars ve plajiyoklaz kum boyu epiklastik bileşenlere karşılık gelmektedir. Karbonat ve epiklastiklerin miktarlarına göre (Folk, 1968), karbonatları litodolomikrosparit olarak tanımlanmıştır (Şekil 5.9).



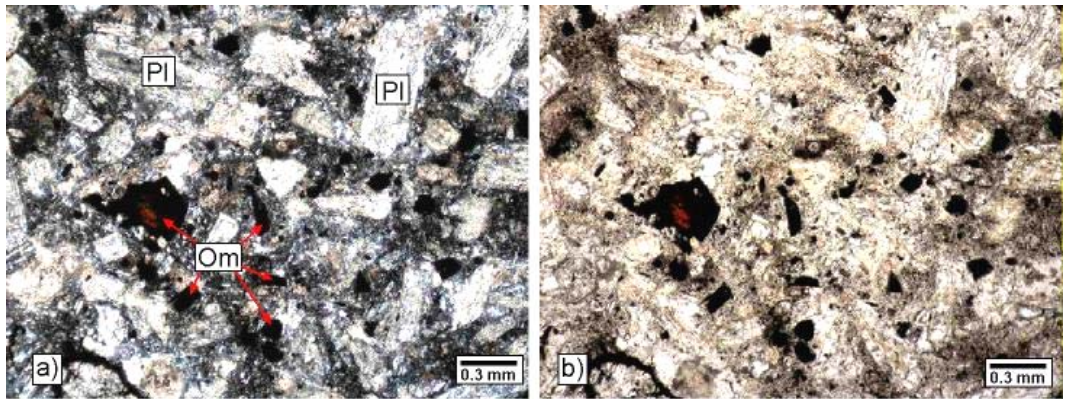
Şekil 5.9. Akıncılar formasyonuna ait litodolomikrosparitte gözlenen ince taneli kuvars mineralleri (ZK-405, Qtz=Kuvars), a) çift nikol, b) tek nikol

Bağlayıcı malzemesini plajiyoklaz mikrolitleri ve volkan camın oluşturduğu hipokristalin veya hipohiyalin porfirik, yer yer akma dokulu aglomeralar; kötü boylanmalı, yarı köşeli tane şekillidir (Şekil 5.10-5.14). Bileşen olarak volkanik kayaç parçalarından oluşan iri kum ve/veya ince çakıl boyutundaki taneler; plajiyoklaz, ojit, olivin ile plajiyoklaz, biyotit ya da sadece plajiyoklaz fenokristalleri içermektedir. Bağlayıcı malzeme; plajiyoklaz, biyotit veya sadece plajiyoklaz ile bütünüyle demir

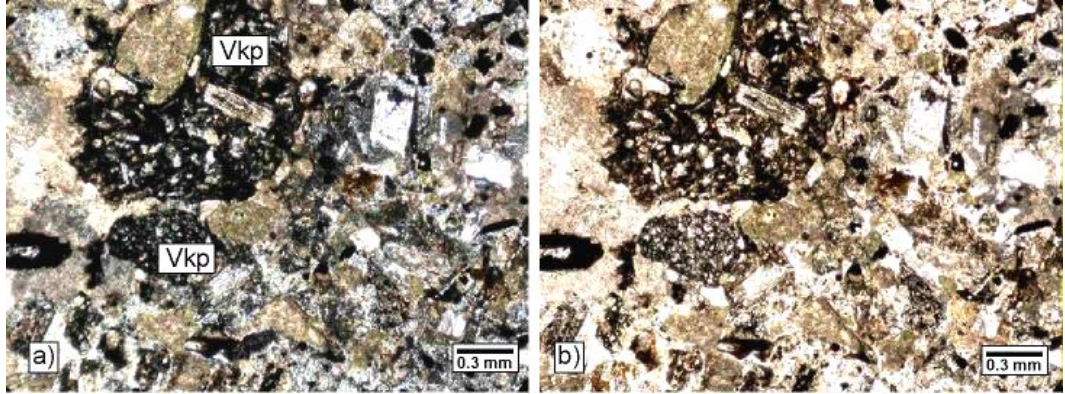
oksidasyonuna uğramış mafik minerallerden oluşmaktadır. Tanelere oranla bağlayıcı malzemede daha fazla bir alterasyon-bozunma izlenmektedir. Plajiyoklaz minerallerinde yaygın killeşme, serizitleşme ve karbonatlaşma, mafik minerallerde kloritleşme ve demir oksidasyonu ile matrikste yaygın killeşme, silisleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir. Bağlayıcı malzeme içerisinde bol miktarda volkanik kayaç parçacıkları ve polisentetik ikizlenmeli-zonlu dokulu plajiyoklaz mineralleri ile gözenek ve çatlaklarda kalsit ve kalsedonik kuvars dolguları belirlenmiştir.



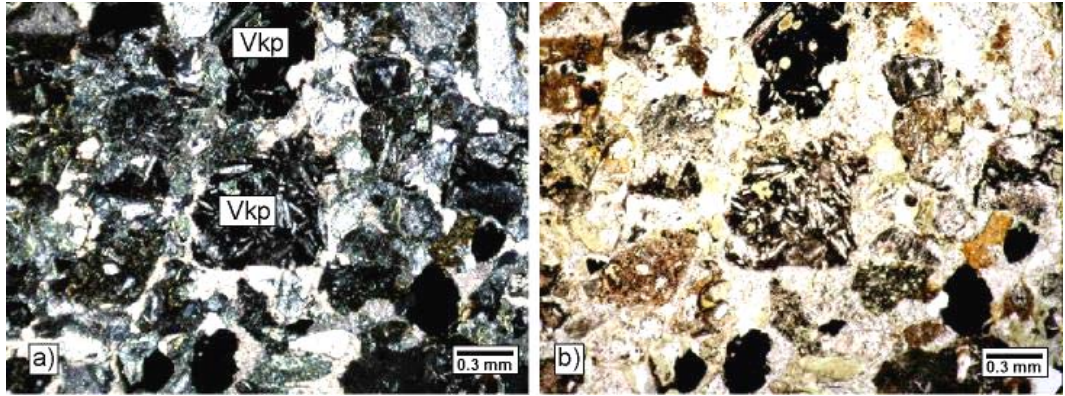
Şekil 5.10. Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş bazaltik aglomeraların bağlayıcı malzemesinde gözlenen plajiyoklaz mineralleri (ZK-408, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol



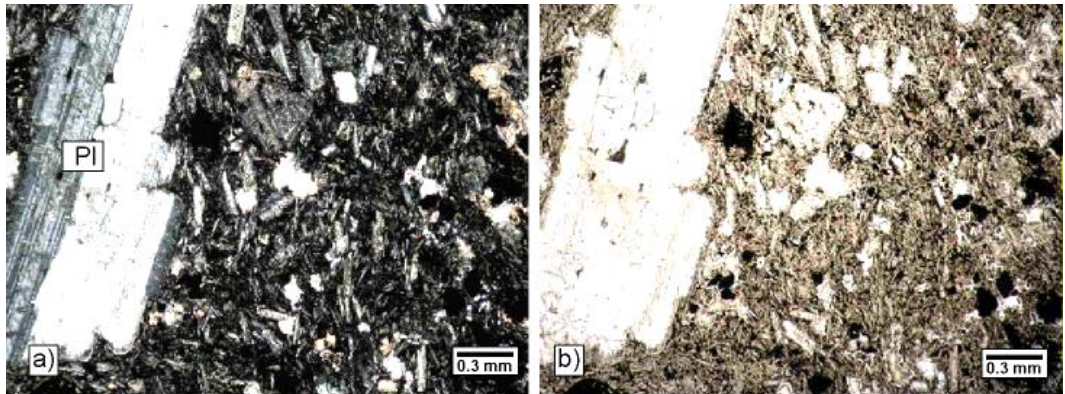
Şekil 5.11. Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeraların tanelerinde opak mineraller ve plajiyoklazlardaki yaygın killeşme (ZK-420, Pl=Plajiyoklaz, Om=Opak mineral), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.12. Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeralarda karbonat bağlayıcılı kötü boylanmalı volkanik kayaç parçaları (ZK-419, Vkp=Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.13. Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeralarda gözlenen köşeli volkanik kayaç parçaları (ZK-426, Vkp=Volkanik kayaç parçacığı), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.14. Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomeralarda polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz fenokristal ve mikrolitleri (ZK-425, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol

5.2.2. X-ışınları incelemeleri

5.2.2.1. Tümkayaç incelemeleri

Akincılar formasyonuna ait örneklerin tümkayaç ve kil fraksiyonu çözümü sonuçları Çizelge 5.4 de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Akincılar formasyonundan alınan kayaçların XRD-TK ve KF sonuçları (%)

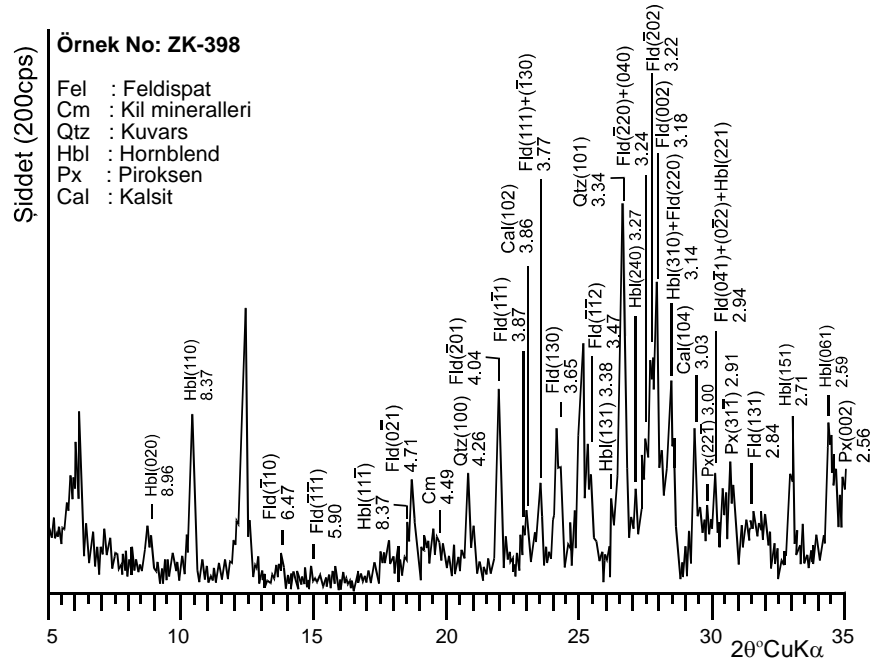
Ömek No	Tümkayaç										Kil fraksiyonu						Kayaç adı	
	Cal	Dol	Qtz	Fld	Ps	Hem	Gt	Py	Hbl	Px	Sm	Ill	Chl	Kln	I-S	C-S		I-C
ZK-255	3	20	20	18	39								72		28			Tüflü kumtaşı*
-256		35	36	4	25							18	43	30	9			Feldispatik grovak*
-257	4	14	38	7	37						14	19	20	42	5			Feldispatik grovak*
-260	21		34		31	6	8				3		97					Tüflü kumtaşı*
-261	2	18	31		44		5				49		51					Tüflü kumtaşı*
-262		23	32	3	33		9				6		26	68				Tüflü kumtaşı*
-264	1	25	33		41							10	38	33	19			Tüflü kumtaşı*
-272	7		2	53	37	1									100			Tüflü kumtaşı
-273	11		6	62	21													Tüflü kumtaşı*
-274	7		7	33	49	4								65	35			Tüflü kumtaşı*
-275	9		15	49	25	2					15				85			Feldispatik grovak*
-276	34		6	39	21						9				91			Tüflü kumtaşı*
-278	10	2	6	24	46	7		5			13	42			45			Konglomera*
-336		40	26	3	24	7						14		86				Tüflü kumtaşı*
-337	3		6	51	36	4					26	74						Tüflü kumtaşı*
-398	4		10	30	27				17	12	13	43			34	10		Litik arkoz*
-399	37		13	19	25	6					25	13			62			Feldispatik grovak*
-400	6		10	26	36				18	14	9	34			52	5		Litarenit*
-401	27		14	23	33	3					28	24			48			Feldispatik grovak*
-402	2		52	10	36							5		95				Tüflü silttaşı*
-403	4		49	11	36							9		91				Tüflü silttaşı*
-404	18		12	27	43						41	59						Feldispatik grovak*
-405		61	10	9	20						54	33	13					Kumlu dolomit*
-406		40	11	17	32						38	28	14		20			Kumlu dolomit*
-407		43	13	17	27						56	29	16					Kumlu dolomit*
-408			17	56	22			5			32				68			Bba (Bm)*
-409	4		2	56	11			5		22								Bba (Blok)*
-419	11		8	42	34								16	84				Baa (Bm)*
-420	4		9	50	23	8	6											Baa (Blok)*
-426	19		13	32	27	4	5				5	C-V ₁₅			80			Baa (Bm)*

Cal=Kalsit, Dol=Dolomit Qtz=Kuvars, Fld=Feldispat, Ps=Fillosilikat, Hem=Hematit, Gt=Götit, Py=Pirit, Hbl=Hornblend, Px=Piroksen, Sm=Smektit, Ill=İllit, Chl=Klorit, Kln=Kaolinit, I-S=İllit-smektit, C-S=Klorit-smektit, I-C=İllit-klorit, C-V=Klorit-vermikülit, Bba=Bozuşmuş bazaltik aglomera, Baa=Bozuşmuş andezitik aglomera, Bm=Bağlayıcı malzeme, * ince-kesiti yapılan örnekler

Birimin tabanını oluşturan konglomeralardan ancak ince taneli bir örnekte (ZK-278) XRD yapılabilmüş ve bolluk sırasına göre kil, feldispat, kalsit, hematit, kuvars, hornblend ve dolomit mineralleri saptanmıştır.

Feldispatik grovacklar kuvars, kil, feldispat, kalsit, dolomit ve hematit mineralinden oluşmaktadır. Hematit en az bulunan mineraldir. Bazı feldispatik grovacklarda kalsit minerallerinin bolluğu dikkate alındığında, bunlar karbonatlı kumtaşı olarak da adlandırılabilir.

Litik arkoz ve litarenit rnemleri benzer mineralojik bileşime sahip olup, feldispat, kil, hornblend, piroksen, kuvars ve kalsit minerallerinden oluşmaktadırlar. Birimdeki kumtaşlarından sadece litik arkoz ve litarenitte piroksen ve hornblend minerali gözlenmiştir (şekil 5.15).



şekil 5.15. Akıncılar formasyonuna ait litik arkozun XRD-TK difraktogramı

Birimdeki 11 tüflü kumtaşı rneği kil, kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, hematit ve götit mineralleri içermekte ve en yaygın parajenezi kil + kuvars + feldispat + kalsit ve/veya dolomit + hematit oluşurmaktadır. rnemlerin tümünde kil ve kuvars, çoğunda kalsit ve feldispat, yaklaşık yarısında dolomit ve hematit bulunmakta, ayrıca bu birlikteliklere yer yer götit eşlik etmektedir.

Tüflü siltaşlarında ana bileşenleri kuvars, kil, feldispat mineralleri; kalsit ise tali bileşenleri oluşurmaktadır. Ayrıca, tüflü kumtaşlarına göre Fe-oksit mineralleri bulunmamaktadır.

Karbonat-epiklastik kayaçları arasındaki geçiş türünü temsil eden kumlu dolomitler; başlıca dolomit (% 40-61), daha az da kil, feldispat ve kuvars mineralleri içermektedir.

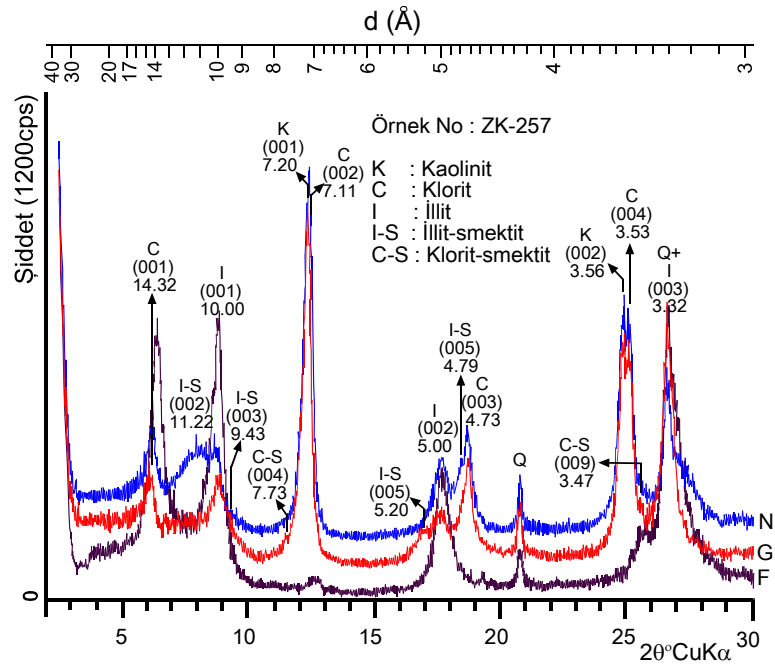
Bozuşmuş bazaltik aglomeralarda taneler; feldispat, piroksen, kil, pirit, kalsit, kuvars, buna karşın bağlayıcı malzeme; feldispat, kil, kuvars ve pirit minerallerinden oluşmaktadır. Bağlayıcıda piroksen ve kalsit minerali gözlenmemekte, ancak taneye oranla kil ve kuvars miktarı artmaktadır.

Bozuşmuş andezitik aglomeranın bağlayıcı malzemesi ve tanelerinin mineralojik bileşimleri benzer olup, bolluk sırasına göre feldispat, kil, kalsit, kuvars, götit ve hematit mineralleri içermektedir. Taneye oranla bağlayıcı malzemede feldispat, hematit, götit minerallerinin oranı azalırken, kil, kalsit, kuvars minerallerinin miktarı artmaktadır.

5.2.2.2. Kil fraksiyonu incelemeleri

Birimdeki kil minerallerini bolluk sırasına göre klorit, illit, klorit-smektit (C-S), illit-smektit (I-S), kaolinit, smektit, illit-klorit (I-C) ve klorit-vermikülit (C-V) temsil etmektedir (bak Çizelge 5.4).

İri taneli epiklastik kayalardan konglomeranın kil fraksiyonunu C-S, klorit ve illit mineralleri oluşturmaktadır. İnce taneli silisiklastiklerden feldispatik grovaplarda klorit, illit, I-S, kaolinit, C-S mineralleri bulunmaktadır. Karbonatlı kumtaşında C-S, illit ve klorit mineralleri belirlenmiş, bir örnekte klorit + kaolinit + I-S + C-S, iki örnekte illit + klorit ve illit + C-S mineral birlikteliği gözlenmiştir (Şekil 5.15). Kaolinit (002) piki kloritin (004) pikinden ayrılması, C-S ise glikollü çekimdeki (004) ve (009) pikinin ortaya çıkması ile tanımlanabilmiştir (Şekil 5.16).

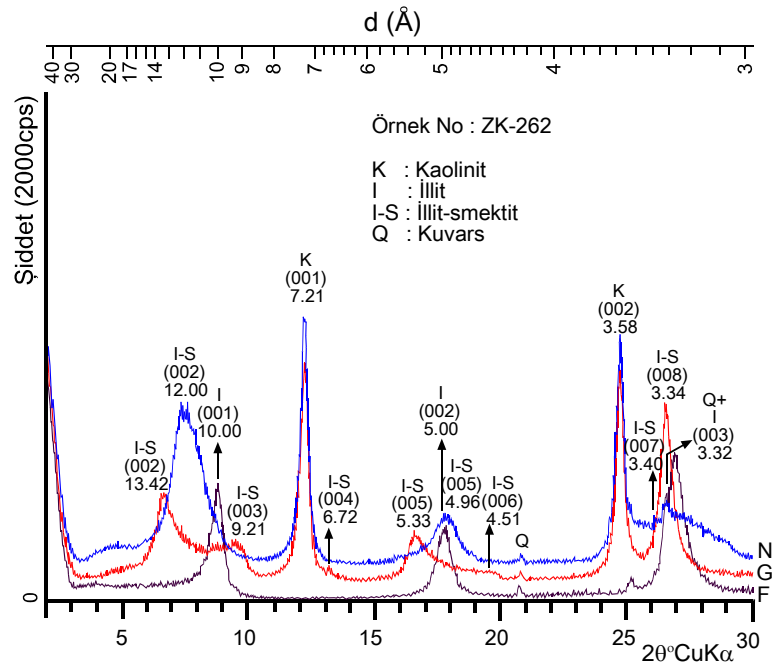


Şekil 5.16. Akıncılar formasyonuna ait feldispatik grovakta kaolinit ve klorit ile eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı (N=Havada kurutulmuş, G=Glikollenmiş, F=Fırınlanmış)

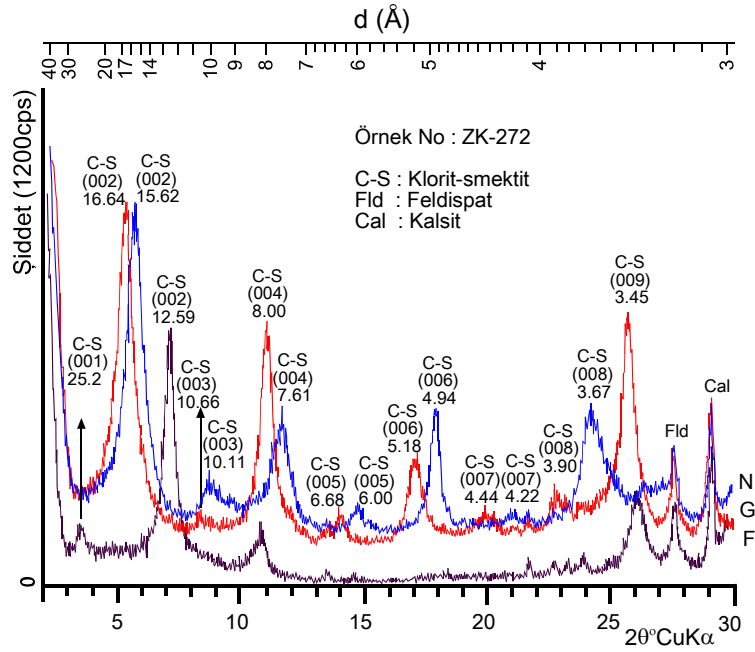
Litik arkoz ve litarenit örneklerinin tüm kayaçta olduğu gibi, kil mineralojileri de benzer olup, C-S, klorit, illit ve I-C mineralleri gözlenmiştir. Birim içerisinde I-C mineraline yalnızca bu iki örnekte rastlanmaktadır.

Tüflü kumtaşları I-S, illit, C-S, kaolinit, klorit mineralleri içermektedir. En yaygın kil minerali parajenezlerini kaolinit + illit ve/veya I-S (Şekil 5.17) ile klorit ve/veya C-S + I-S oluşturmaktadır. ZK-272 nolu örnekte saf C-S mineraline ait (001) fırınlı yansıması gözlenmesine karşın (001) yansımasının normal ve glikollü çekimlerde gözlenmemektedir (Şekil 5.18). Tüflü siltaşları ise I-S ve az miktarda klorit (% 5-9) mineralinden oluşmaktadır.

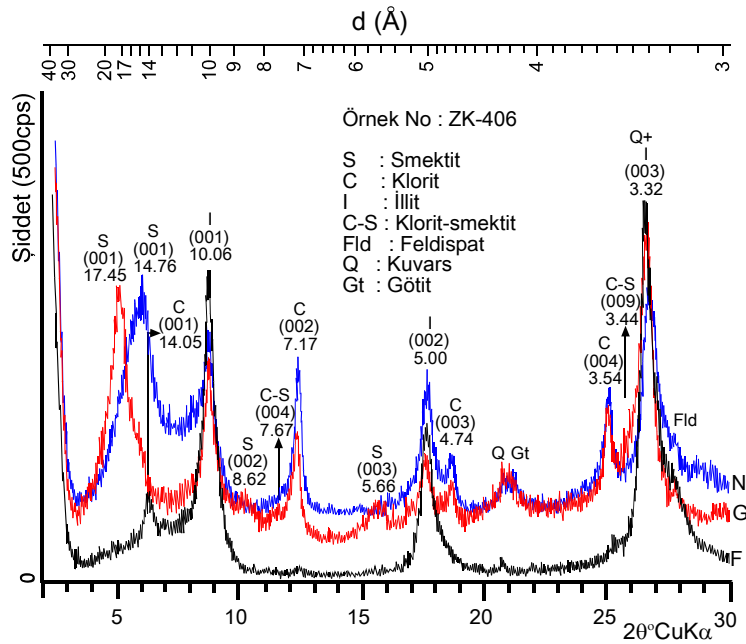
Kumlu dolomit seviyeleri smektit, illit, klorit ve bir örnekte C-S içermektedir. Birim içerisinde sadece bu seviyelerde smektit minerali gözlenmiştir (Şekil 5.18). ZK-406 nolu örnekte C-V mineralinin pikleri C-S tarafından gölgelenmesine rağmen, glikollü çekimlerindeki (004), (006) ve (008) pikleri, C-S minerali glikollü çekimlerindeki (004) ve (009) pikleri, yardımı ile tanımlanabilmiştir (Şekil 5.19).



Şekil 5.17. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşında I-S ve eşlikçi kil minerallerinin XRD-KF difraktogramı

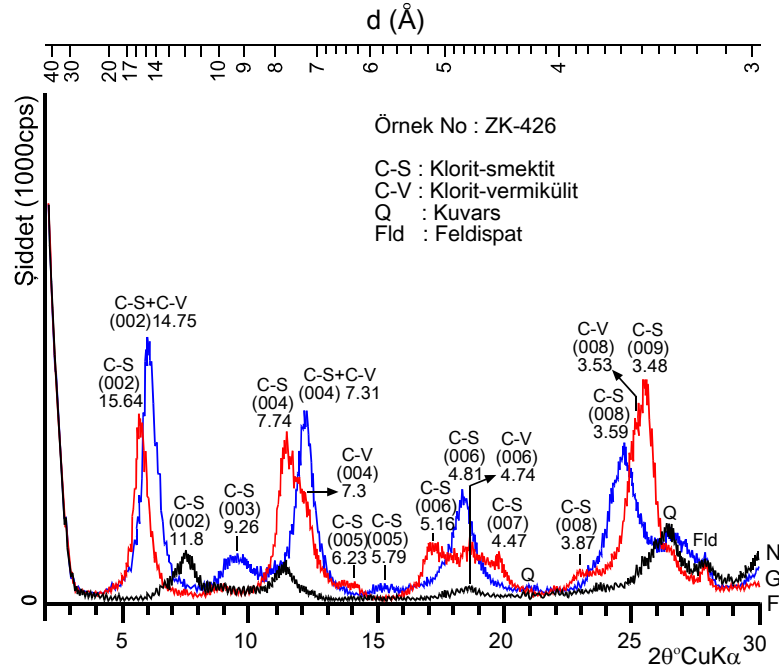


Şekil 5.18. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşında saf C-S'in XRD-KF difraktogramı



Şekil 5.19. Akıncılar formasyonuna ait kumlu dolomitte smektit ve eşlikçi kil minerallerinin XRD-KF difraktogramı

Bozuşmuş bazaltik aglomeralarda bağlayıcı malzemede C-S ve illit mineralleri bulunmaktadır. Bozuşmuş andezitik aglomeranın bağlayıcı malzemesinde bir örnekte I-S + kaolinit, diğer örnekte C-S + C-V + illit mineralleri birlikteliği gözlenmektedir. C-V minerali birim içerisinde sadece ZK-426 nolu örnekte gözlenmiştir (Şekil 5.20).

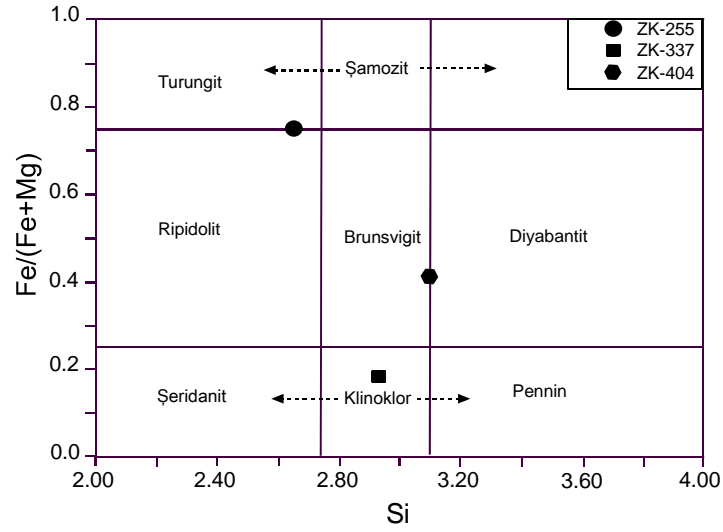


Şekil 5.20. Akıncılar formasyonuna ait bozuşmuş andezitik aglomerada C-V ve eşlikçi kil minerallerinin XRD-KF difraktogramı

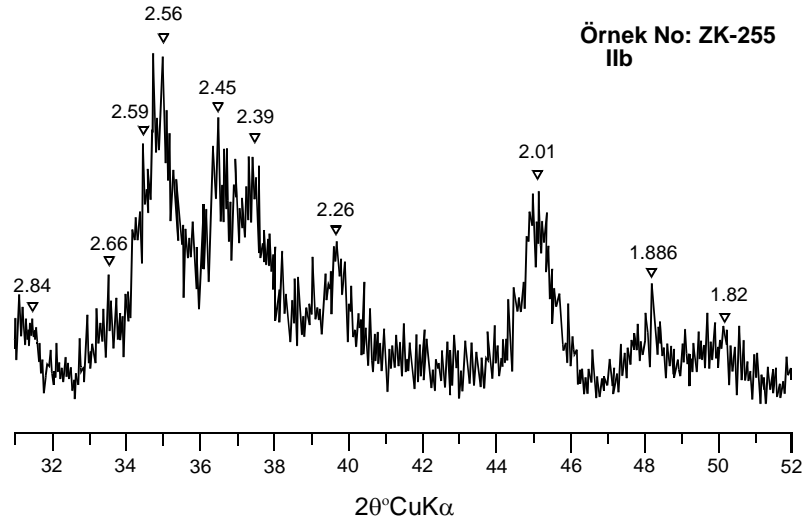
Klorit; birimin egemen kil minerali olup 27 örneğin 18'inde gözlenmektedir (bak Çizelge 5.4). Çoğunlukla C-S, I-S ve illitle birlikte bulunur. Ancak 6 örnekte kaolinit, üç örnekte smektit ve iki örnekte I-C bu minerale eşlik eder. Birimdeki tüflü kumtaşı-feldispatik grovak örneklerine ait kloritlerin oktahedral Fe, tetrahedral Al^{IV} ve Mg içerikleri Çizelge 5.5'de verilmiş ve tetrahedral Si ile oktahedral Fe / (Fe+Mg) diyagramındaki (Foster., 1962) konumları Şekil 5.21'de sunulmuştur. Birimdeki tüflü kumtaşlarında bulunan kloritler ripidolit-turungit ve klinoklor, feldispatik grovakta bulunan kloritler brunsvigit-diyabantit bileşimine sahiptir. İki adet tüflü kumtaşı örneğinden yapılan politipi incelemeleri sonucunda kloritlerin Iib politipine sahip oldukları belirlenmiştir. Şekil 5.22'de ZK-255 nolu örneğe ait Iib politipine sahip kloritin XRD difraktogramı gözlenmektedir.

Çizelge 5.5. Akıncılar formasyonuna ait kloritlerin talk ve brusit tabakalarındaki oktahedral Fe (B&B=Brown ve Brindley, 1980; C&D= Chagnon ve Desjardins, 1991), tetrahedral Al^{IV} ve Mg içerikleri

Örnek	d(001)	Al ^{IV}	(003) / (001)	002+004 / 001+003	(002) / (001)	(004) / (003)	Fe ⁺² Talk		Fe ⁺² Brusit		ΣFe ⁺²			Mg
							B&B	C&D	B&B	C&D	B&B	C&D	Ort.	
ZK-255	14.16	1.34	3.92	3.17	7.07	2.17	1.0	1.5	2.4	2.0	3.4	3.5	3.5	1.16
-337	14.24	1.07	0.65	1.46	1.39	1.58	0.5	0.7	0.3	0.3	0.8	1.0	0.9	4.03
-404	14.29	0.90	0.91	2.25	2.52	1.95	1.0	1.1	1.1	1.0	2.1	2.1	2.1	2.90



Şekil 5.21. Akıncılar formasyonundaki kumtaşlarına ait kloritlerin tetrahedral Si ve oktahedral Fe / (Fe+Mg) diyagramındaki konumları (Foster., 1962)



Şekil 5.22. Akıncılar formasyonuna ait tüflü kumtaşlarından elde edilen klorit politipinin XRD difraktogramı

İllit; birimdeki en yaygın kil minerallerinden biri olup, içerdiği örneklerdeki kil fraksiyonunun yaklaşık % 10-30'nu oluşturmaktadır (bak Çizelge 5.4).

C-S; birimde genellikle klorite eşlik eder, bir örnekte saf olarak gözlenmiştir (bak Şekil 5.18). C-S'lerin % klorit veya % smektit içeriği, Moore ve Reynolds'un (1997) verdiği değerlerden itibaren hesaplanmış, klorit % 43-62, smektit % 38-57 aralığında bulunmuştur (Çizelge 5.6). Ayrıca, C-S'lerin düzenlenme tipi R=1 olarak belirlenmiştir. Tüfitlerdeki C-S'ler, bozmuş aglomeralara göre daha fazla smektit bileşeni içermektedir.

Çizelge 5.6. Akıncılar formasyonuna ait C-S minerallerindeki % klorit veya % smektit içeriği ve düzenlenme tipi

Örnek	Kayaç	% C	% S	Düzenlenme tipi
ZK-272	Tüflü kumtaşı	43	57	R=1
-276	Tüflü kumtaşı	48	52	R=1
-408	Bozuşmuş bazaltik aglomera	52	48	R=1
-426	Bozuşmuş andezitik aglomera	62	38	R=1

I-S; birimden alınan örneklerin yaklaşık üçte birinde bulunur ve genellikle kloritle birlikte gözlenir. I-S'deki illit veya smektit oranı (Moore ve Reynolds, 1997) illit % 64-78, smektit % 22-36 aralığında olduğu gözlenmiştir (Çizelge 5.7). Tüfitlerdeki I-S'lerin illit bileşeni, aglomeralardakine göre daha düşüktür. Diğer taraftan, I-S'lerin düzenlenme tipi tüfitik iki örnekte R=1, aglomeratik diğer örnekte ise R=3 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.7. Akıncılar formasyonuna ait illit-smektit (I-S)'deki illit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi

Örnek	Kayaç	% I	% S	Düzenlenme tipi
ZK-262	Tüflü kumtaşı	64	36	R=1
-403	Tüflü siltaşı	73	27	R=1
-419	Bozuşmuş andezitik aglomera	78	22	R=3

Karışık-tabakalı kil minerallerinden elde edilen d(060) ölçümleri ile C-S'lerin trioktahedral, I-S minerallerinin ise dioktahedral bileşime sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Akıncılar formasyonu karışık-tabakalı kil minerallerinin d(060) değerleri

Örnek No	Kayaç	Kil Minerali	d(060) Å	Tanımlama
ZK-272	Kumtaşı	C-S	1.539	Trioktahedral
-403	Tüflü siltaşı	I-S	1.505	Dioktahedral

5.3. Karataş Volkanitleri

5.3.1. Optik mikroskop incelemeleri

Birimden alınan 252 adet örneğin OM incelemeleri sonucu fenokristallerine göre yapılan sınıflandırmada (Strekeisen, 1978); bazalt, andezit, yer yer trakit ve fonolit bileşimine sahip olduğu saptanmıştır (Ek Çizelge A.1). 12 örnekten yapılan nokta sayımı

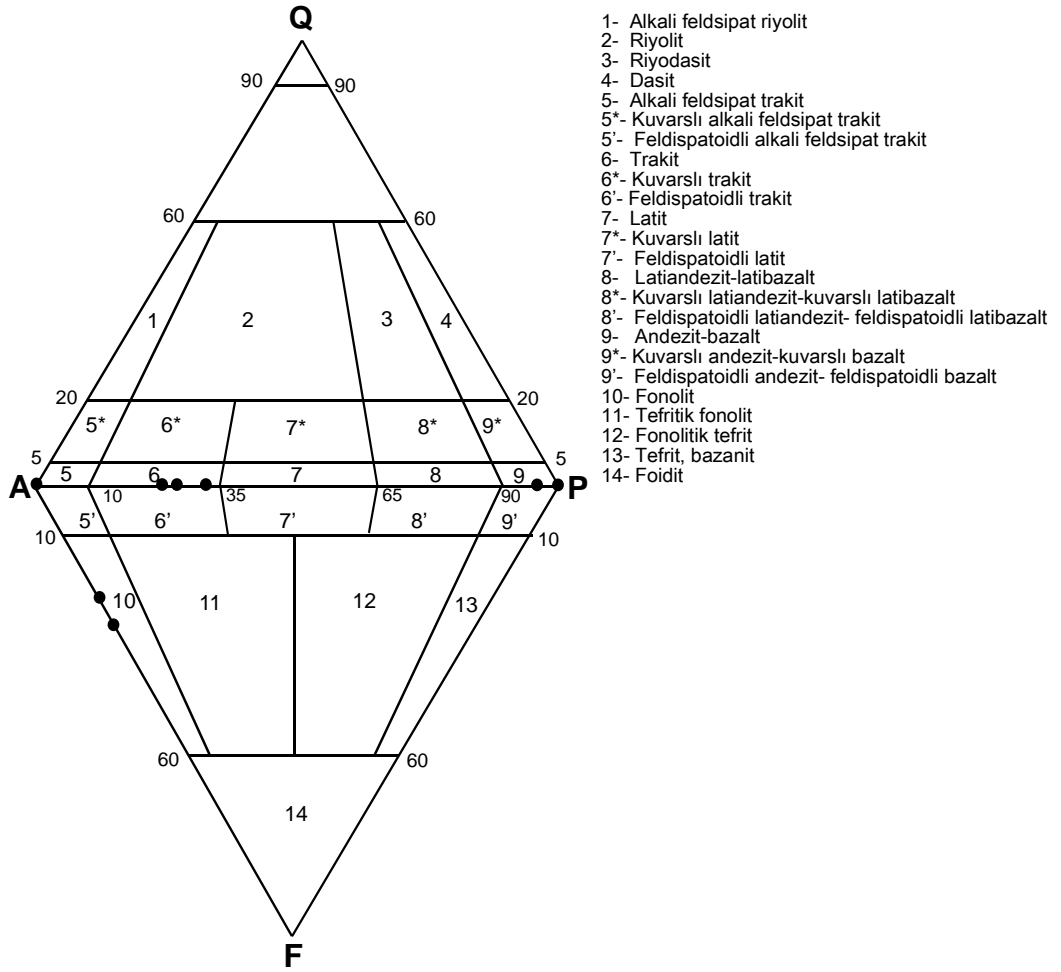
sonuçları Çizelge 5.9’da verilmiştir. QAPF dörtgen diyagramında 6 örnek andezit-bazalt, bir örnek alkali feldispat trakit, 3 örnek trakit ve 2 örnek fonolit bölgesine düşmüştür (Şekil 5.23). Andezit-bazalt bölgesinde bulunan örnekler mafik mineral içeriklerine göre olivin+piroksen içerenler bazalt, olivin içermeyen ve sadece piroksen veya biyotit içerenler ise andezit olarak tanımlanmıştır. Jeokimya bölümünde verilecek olan, Karataş volkanitlerinden yapılan jeokimyasal analiz sonuçlarında; OM incelemeleri ile bazalt olarak tanımlanan örnek, bazaltik trakiandezit, andezitler bazaltik trakiandezit-trakiandezit, trakit ise yine trakit olarak belirlenmiştir. Ayrıca, birimde yoğun bir hidrotermal bozuşmanın geliştiği gözlenmiştir (bak Şekil 2.2).

Çizelge 5.9. Karataş volkanitlerine ait örneklerin nokta sayım sonuçları

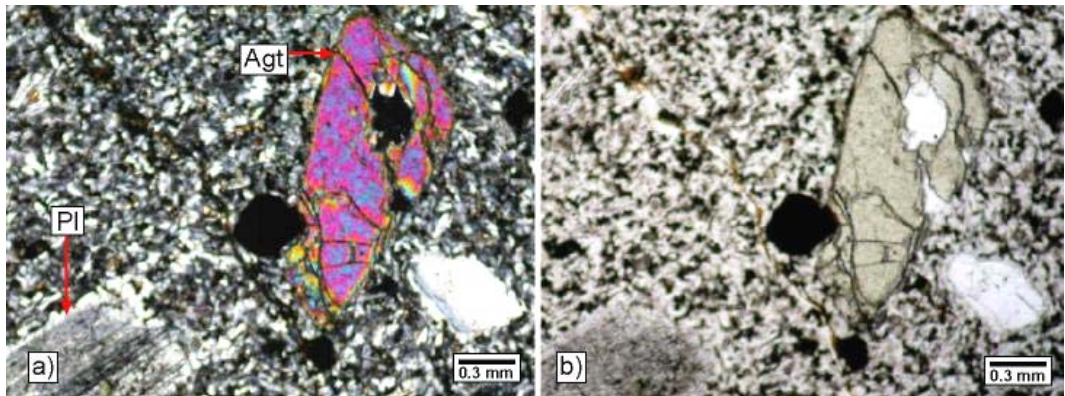
Örnek No	Pl	Sa	Qtz	Ol	Px	Bt	Mm/Fe-o	Om	Ap	Sdl/Nsn	Mt	Top.	TARB	%P	%A	%Q	%F	Kayaç
ZK-39	261	0	0	0	0	0	58	8	0	0	1288	1615	261	100	0	0	0	Andezit
-184	921	0	0	0	95	0	0	24	8	0	1609	2657	921	100	0	0	0	Andezit
-311	515	21	0	0	0	27	43	6	5	0	1991	2608	536	96	4	0	0	Andezit
-213	183	0	0	92	137	0	0	3	3	0	1223	1641	183	100	0	0	0	Bazalt
-327	1207	0	0	58	79	0	0	13	0	0	1326	2683	1207	100	0	0	0	Bazalt
-446	363	0	0	17	369	0	0	15	0	0	1022	1786	363	100	0	0	0	Bazalt
-284	0	687	0	0	0	0	18	8	0	307	1314	2334	994	0	69	0	31	Fonolit
-285	0	830	0	0	0	0	11	6	0	273	1637	2850	1103	0	75	0	25	Fonolit
-298	0	594	0	0	0	0	9	3	0	0	1763	2369	594	0	100	0	0	AFTrakit
-319	312	628	0	0	61	0	14	9	0	0	1825	2849	940	33	67	0	0	Trakit
-320	266	713	14	0	25	19	0	12	0	0	1561	2610	993	27	73	0	0	Trakit
-372	214	689	0	0	0	11	34	17	0	0	1879	2844	903	24	76	0	0	Trakit

Pl=Plajiyoklaz, Sa=Sanidin, Qtz=Kuvars, Ol=Olivin, Px=Piroksen, Bt=Biyotit, Mm/Fe-o= Bütünüyle demir oksidasyonuna uğramış mafik mineral, Om=Opak mineral, Ap=Apatit, Sdl/Nsn=Sodalit/Nozean, Mt=Matriks, TARB=Tüm açık renkli bileşenler, %P= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki plajiyoklaz yüzdesi, %A= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki alkali feldispat yüzdesi, %Q= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki kuvars yüzdesi, %F= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki feldispatoyid yüzdesi

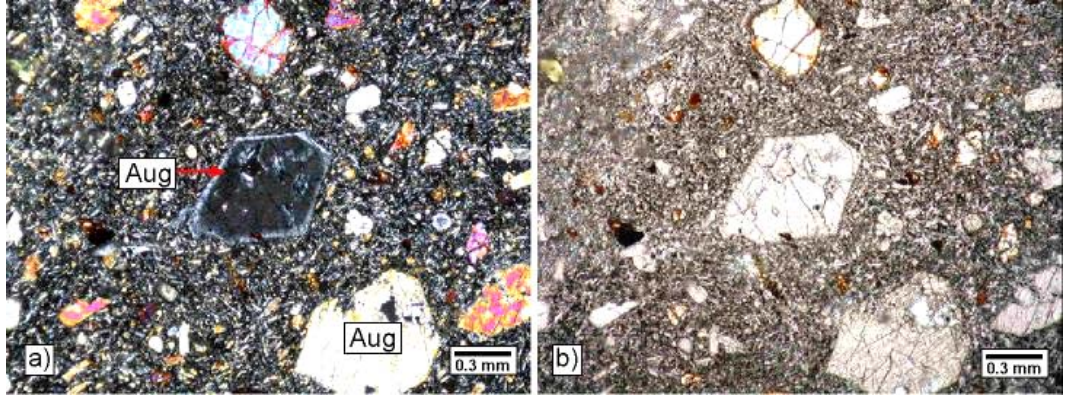
Bazaltlar; holokristalin- (Şekil 5.24), hipokristalin- (Şekil 5.25), hipohiyalin porfirik (Şekil 5.26), yer yer glomeroporfirik ve amigdaloidal dokuya sahiptir. Amigdaller tümüyle kloritler ile doldurulmuştur. Mineralojik bileşimleri plajiyoklaz, olivin, ojit, egirinojit fenokristalleri, mikrofeno-kristalleri ve mikrolitleri ile temsil edilmektedir. Tali olarak apatit ve opak minerallerden oluşmaktadır.



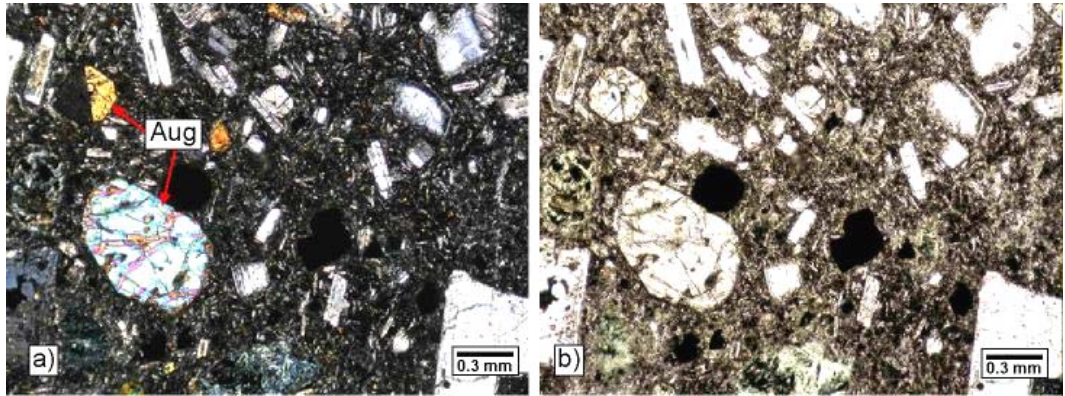
Şekil 5.23. Karataş volkanitlerine ait örneklerin QAPF sınıflaması (Strekeisen, 1978)



Şekil 5.24. Karataş volkanitlerine ait holokristalin porfirik dokulu bazaltlar (ZK-157, Pl=Plajiyoklaz, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol

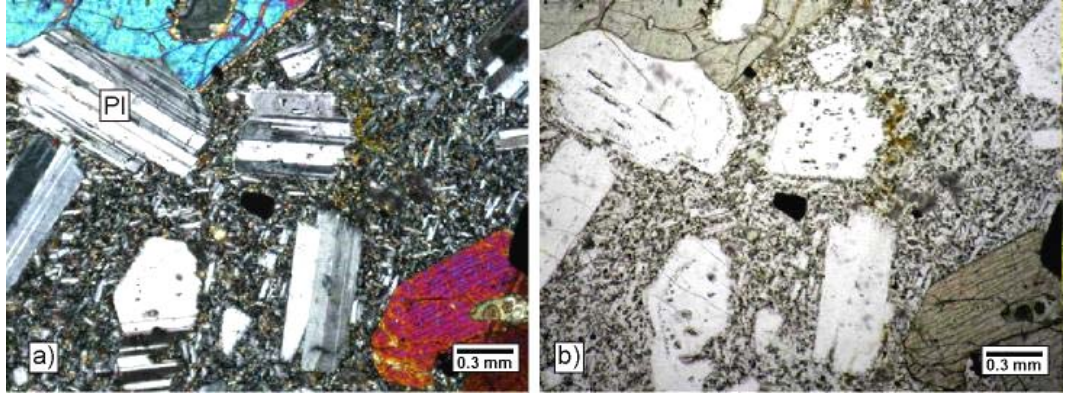


Şekil 5.25. Karataş volkanitlerine ait hipokristalin-porfirik dokulu bazaltlar ve zonlu dokulu ojit fenokristali (ZK-215, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol

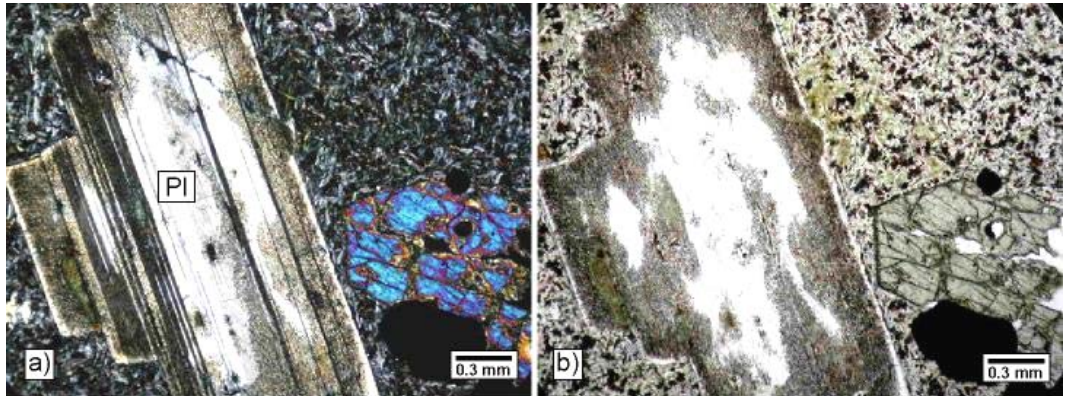


Şekil 5.26. Karataş volkanitlerine ait hipohyalin-porfirik dokulu bazaltlar ve boveno ikizlenmeli ojit (ZK-434, , Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol

Plajiyoklaz mineralleri polisentetik ikizlenmeli ve zonlu dokulu fenokristaller ve mikrolitler halinde bulunur (Şekil 5.27). Fenokristaller nadir olarak kenarlarında hamur kapanımları (elek dokusu) içerir (Şekil 5.28) ve boyutları ~0.1-5.0 mm arasında gözlenmektedir. Bozuşmamış örneklerde yer yer, bozuşmuş olanlarda ise yaygın olarak serizitleşme ve karbonatlaşmalar belirlenmiştir. Bazı plajiyoklaz fenokristalleri ender olarak ojit kapanımları içermektedir. Michel-Levy yöntemine göre (Kerr, 1959) plajiyoklazların (010) düzlemine dik kesitlerinde ölçülen sönme açıları (18-28°), bunların andezin bileşimine sahip olduklarını göstermektedir.

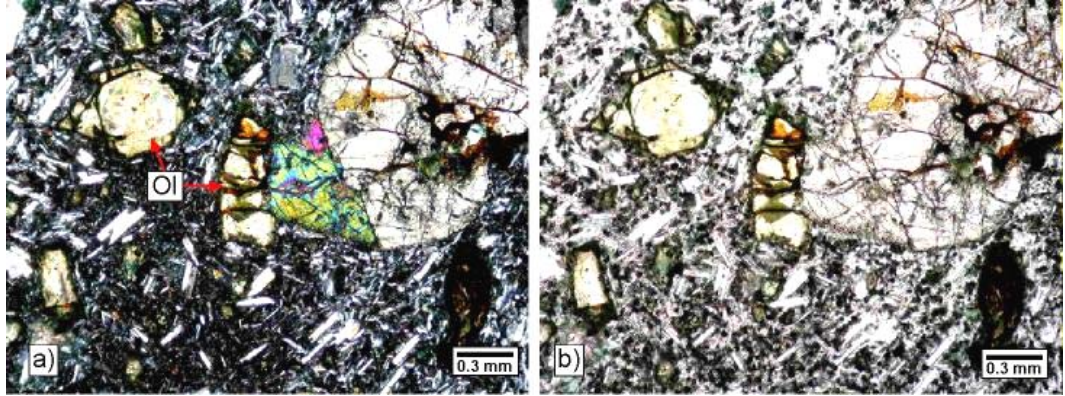


Şekil 5.27. Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz fenokristalleri ve mikrolitleri (ZK-447, Pl=Plajiyoklaz) a) çift nikol, b) tek nikol

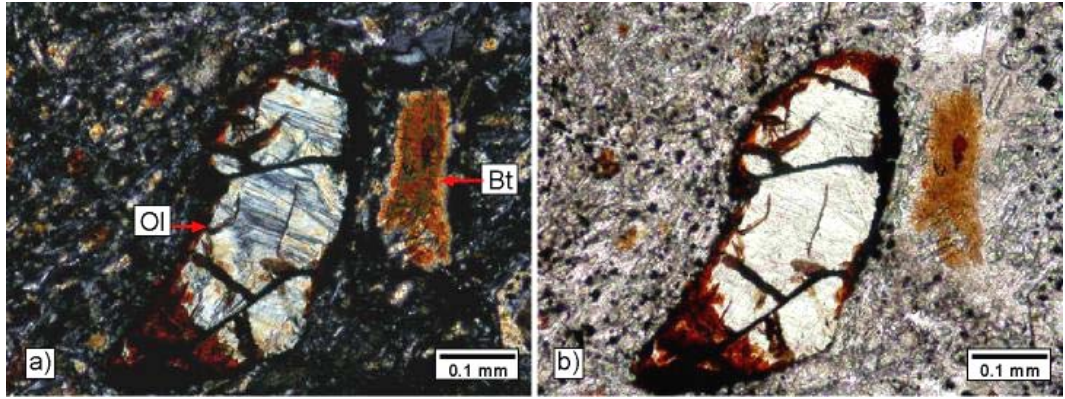


Şekil 5.28. Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda polisentetik ikizlenmeli ve elek dokulu plajiyoklaz fenokristali (ZK-183, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol

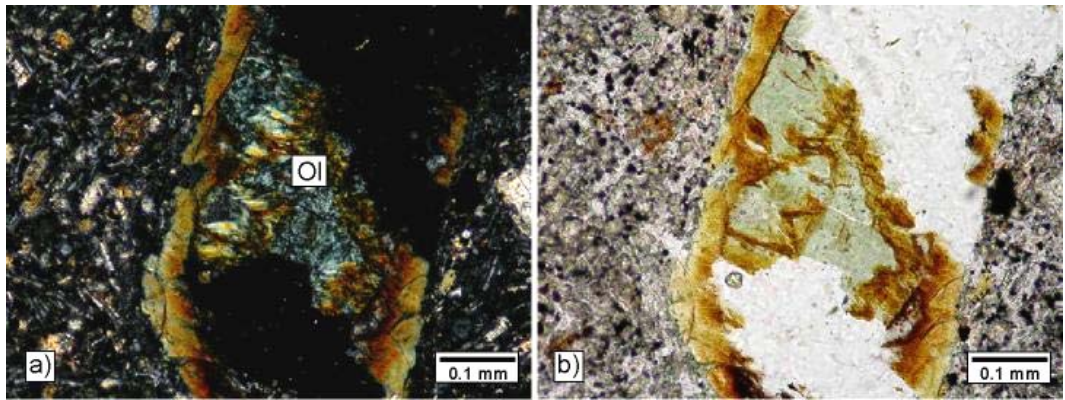
Olivin; genellikle fenokristaller halinde ve ağ dokulu bulunur (Şekil 5.29). Yarı özşekilli çubuksu ya da kısa prizmatik biçimli (~0.2-0.8mm) ve bol çatlaklı olup, tek nikoldeki inceleme sonucunda bütünüyle renksiz talklaşma, yeşil renkli serpantinleşme ve kırmızımsı siyah renkli iddingsitleşme türü bozuşmalar gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5.30-5.31).



Şekil 5.29. Karataş volkanitlerine ait bazaltlardaki olivinlerde ağ dokusu ve iddingsitleşme. (ZK-213, Ol=Olivin), a) çift nikol, b) tek nikol



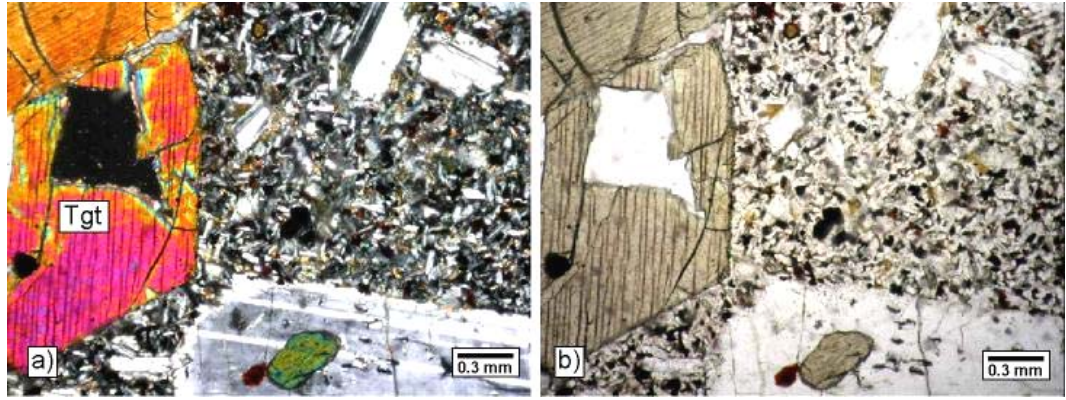
Şekil 5.30. Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda olivin fenokristalinde gözlenen iddingsitleşme ve talklaşma ile bıçağımsı biyotit (ZK-215, Ol=Olivin, Bt=Biyotit), a) çift nikol, b) tek nikol



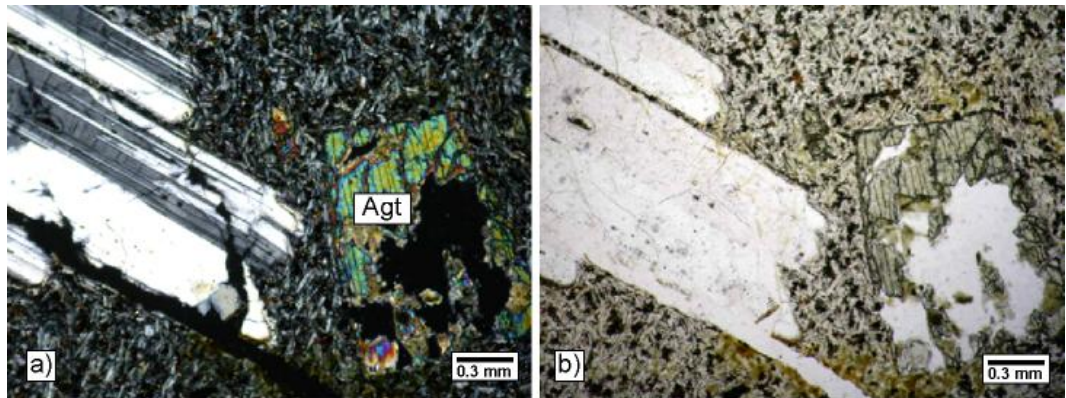
Şekil 5.31. Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda olivin fenokristalinde gözlenen iddingsitleşme ve serpantinleşme (ZK-215, Ol=Olivin), a) çift nikol, b) tek nikol

Ojitler özşekilli-yarı özşekilli, kısa-yassı prizmatik biçimli, nadiren boveno ikizlenmeli, zonlu dokulu fenokristal ve mikrolitler halinde bulunur. Tane boyları yaklaşık olarak 0.05mm ile 4mm aralığında değişmektedir. Bu klinopiroksenler yer yer açık kahverengi titanojit (Şekil 5.32) ve açık yeşil renkli egirinojitlere (Şekil 5.33) geçiş de göstermektedir. Bazı örneklerde ojit minerallerinin kümelenmeleri ile glomeroporfirik doku da ortaya çıkmaktadır (Şekil 5.34).

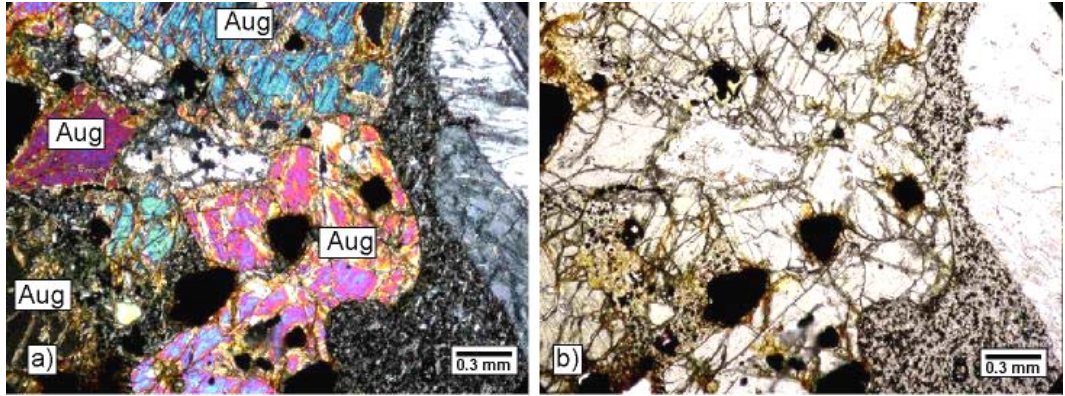
Bazı bazaltik kayalarda bağlayıcı malzemede yaygın karbonatlaşma gözlenmektedir (Şekil 5.35).



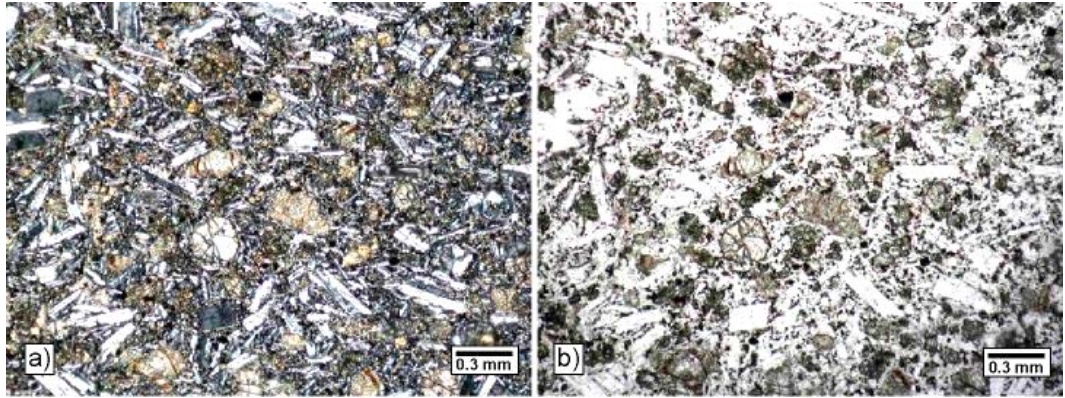
Şekil 5.32. Karataş volkanitlerine ait hipokristalin porfirik dokulu bazaltlarda titanojit fenokristali (ZK-446, Tgt=Titanojit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.33. Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda egirinojit fenokristali (ZK-183, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol



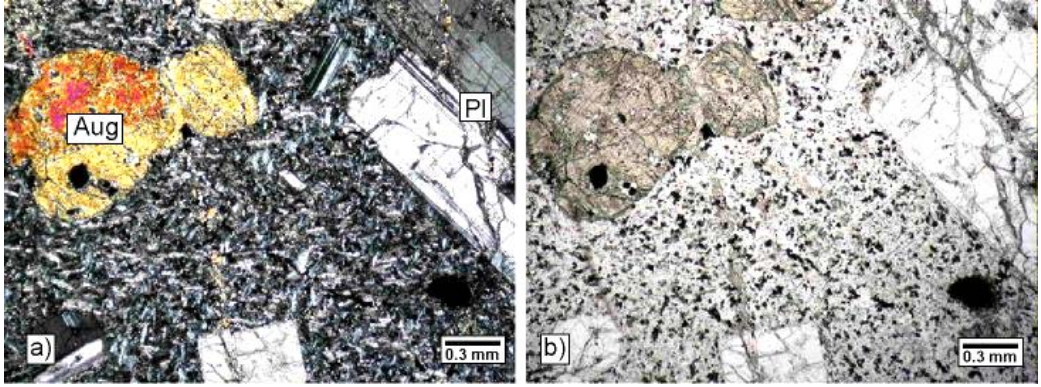
Şekil 5.34. Karataş volkanitlerine ait bazaltlarda ojit minerallerinin oluşturduğu glomeroporfirik doku (ZK-299, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol



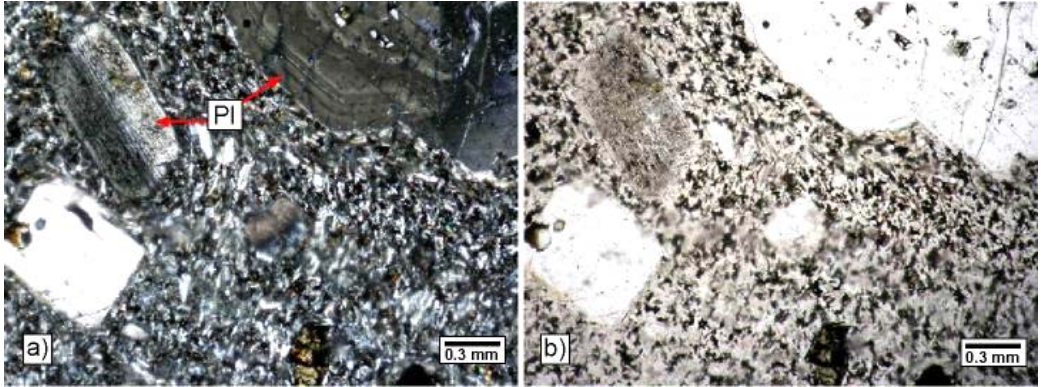
Şekil 5.35. Karataş volkanitlerine ait bazaltların matrisinde gelişen yaygın karbonatlaşma (ZK-266), a) çift nikol, b) tek nikol

Andezit; holokristalin-, hipokristalin-, hipohiyalin porfirik ve yer yer amigdaloyidal dokuya sahiptir. Fenokristal olarak plajiyoklaz, biyotit, ojit, hornblend mineralleri, bazı örneklerde sanidine de rastlanılmıştır. Apatit ve opak mineral mikrofeno-kristalleri ise tali mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 5.36). Bağlayıcı malzeme; plajiyoklaz ve mafik mineral mikrolitleri ile volkanik camdan oluşmaktadır.

Plajiyoklaz mineralleri fenokristal ve mikrolitler halinde bulunur. Fenokristaller genellikle yarı özşekilli, yer yer kısa olabilen çubuksu biçime sahip, polisentetik ikizlenme ile zonlu dokulu, tane boyutları ~0.05-4.0 mm aralığında gözlenmektedir (Şekil 5.37). Çoğu örnekte yaygın olarak serizitleşme, karbonatlaşma ve killeşme türü bozuşmalar içermektedir. Michel-Levy yöntemi (Kerr, 1959) ile albit yasasına göre ikizlenmiş plajiyoklazların (010) düzlemine dik kesitlerinde sönme açıları yaklaşık 24-28° saptanmış ve andezin bileşimine sahip oldukları belirlenmiştir.

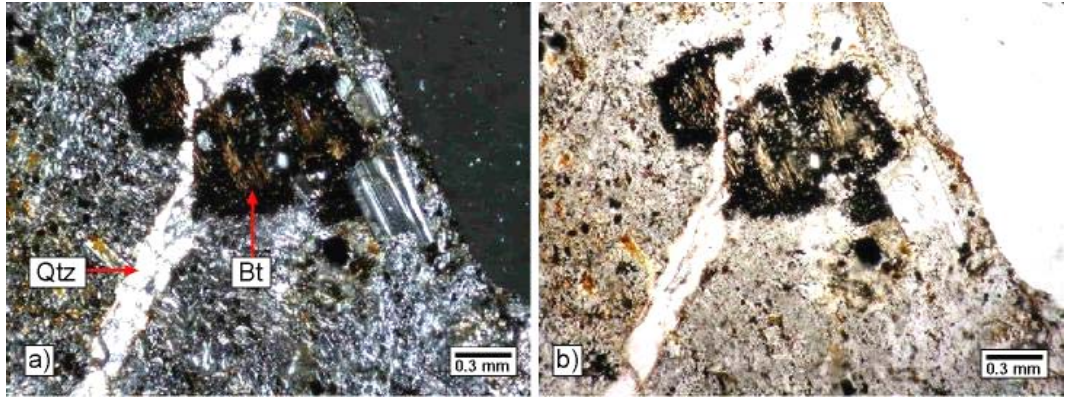


Şekil 5.36. Karataş volkanitlerindeki hipokristalin porfirik dokulu andezitlerde plajiyoklaz ve ojit fenokristalleri (ZK-427, Pl=Plajiyoklaz, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol

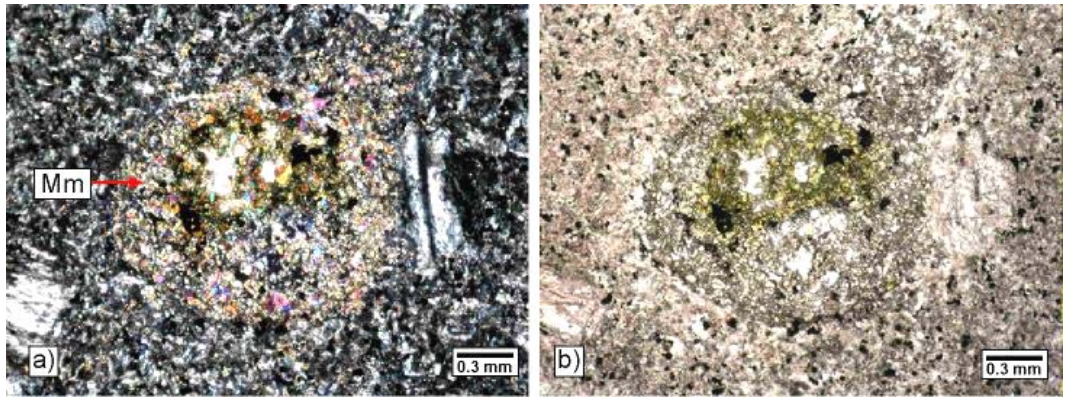


Şekil 5.37. Karataş volkanitlerine ait andezitlerde ikizlenmeli ve zonlu dokulu plajiyoklaz fenokristalleri (ZK-371, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol

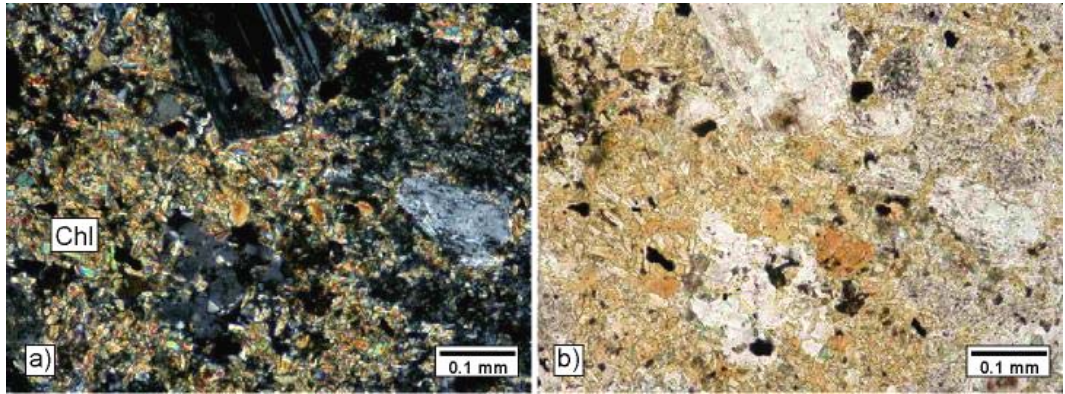
Andezitlerde mafik mineraller (hornblend, ojit, biyotit) yaygın Fe-oksidasyonu, biyotitler dilinim düzlemlerinden itibaren kloritleşme ve kenarlarında çift ve tek nikolde siyah gözlenen opasitleşme (Şekil 5.38), ojitler karbonatlaşma ile plütonik dokanağına yakın kesimlerde yaygın epidotlaşma türü bozuşmalar göstermektedir (Şekil 5.39). Bazı örneklerin bağlayıcılarında yaygın kloritleşme (Şekil 5.40) ve karbonatlaşma (Şekil 5.41-5.42) ile yer yer killeşme, silisleşme ve serizitleşme türü bozuşmalar bulunmaktadır. Gözeneklerinde jel dokulu kalsedonik kuvarlar (Şekil 5.43), ayrıca karbonat, klorit ve demir oksit dolgular gözlenmektedir (Şekil 5.44-5.45).



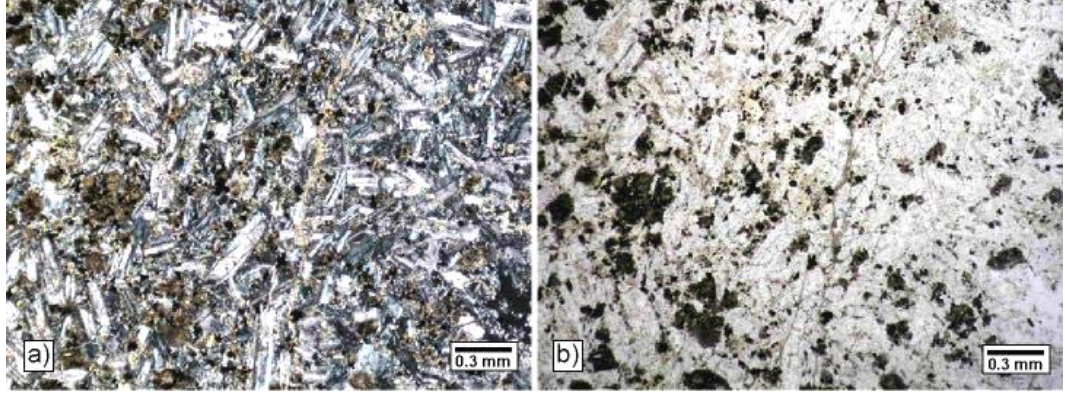
Şekil 5.38. Karataş volkanitlerine ait andezitlerde opasitleşmiş biyotit fenokristali ile mikroçatlaklarda ikincil kuvars mineralleri (ZK-311, Bt=Biyotit, Qtz=Kuvars), a) çift nikol, b) tek nikol



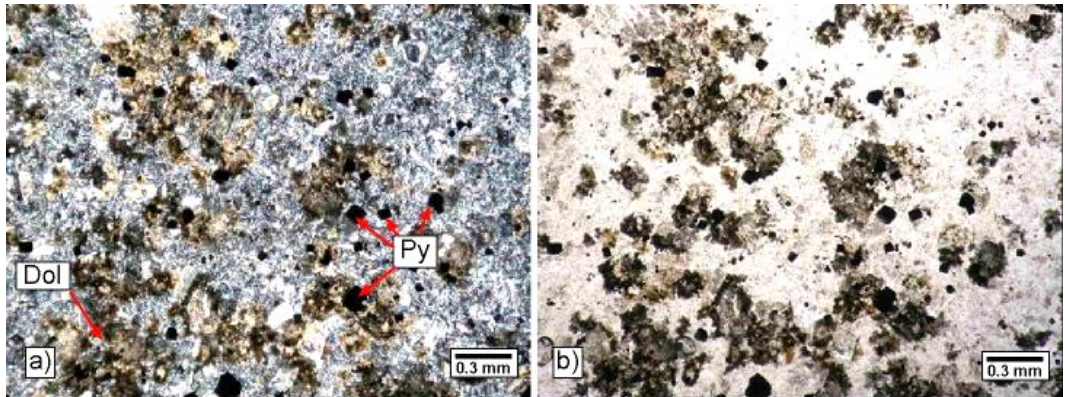
Şekil 5.39. Karataş volkanitlerine ait plütonk dokanağına yakın andezitlerdeki mafik minerallerde gelişen epidotlaşma (ZK-431, Mm=Mafik mineral), a) çift nikol, b) tek nikol



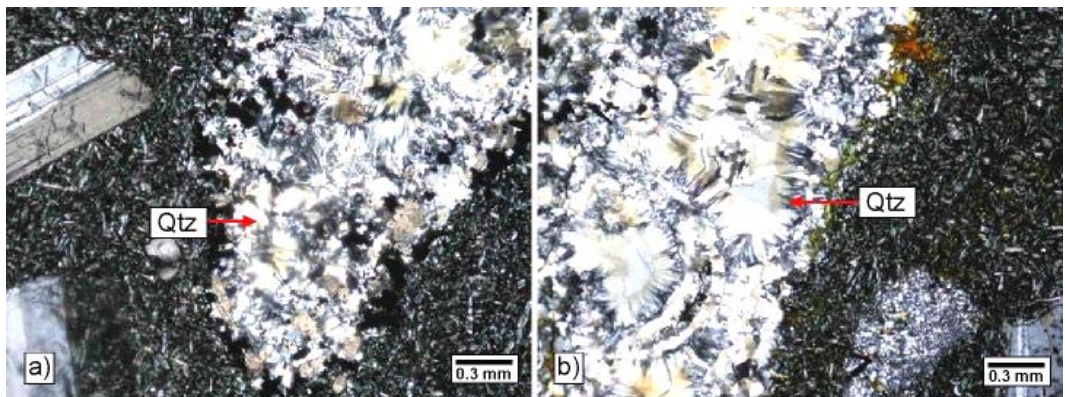
Şekil 5.40. Karataş volkanitlerine ait andezitlerde matriksten itibaren gelişmiş kahve-yeşilimsi renkli kloritleşmeler (ZK-43, Chl=Klorit), a) çift nikol, b) tek nikol



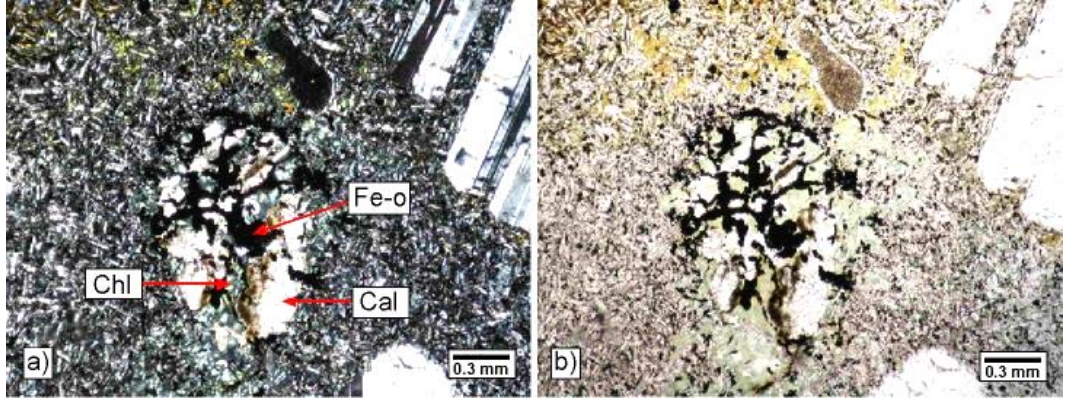
Şekil 5.41. Karataş volkanitlerine ait andezitlerin matrisinde gözlenen yaygın karbonatlaşma (ZK-112), a) çift nikol, b) tek nikol



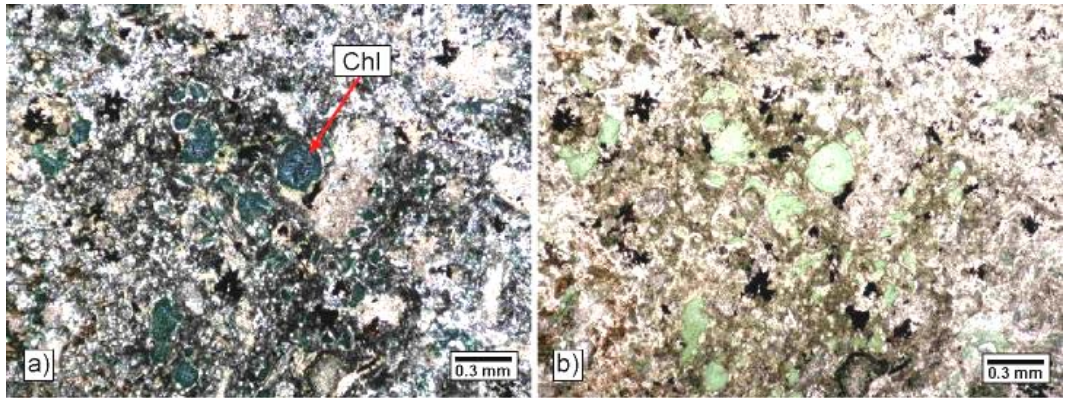
Şekil 5.42. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitlerin matrisinde dolomitleşme ve özşekli pirit mineralleri (ZK-335, Dol=Dolomit, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.43. Karataş volkanitlerine ait andezitlerin gözeneklerinde jel dokulu kalsedonik kuvarslar (ZK-382), a) çift nikol, b) çift nikol



Şekil 5.44. Karataş volkanitlerine ait andezitlerin gözeneklerinde karbonat, klorit ve Fe-oksit (ZK-382, Cal=Kalsit, Chl=Klorit, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol

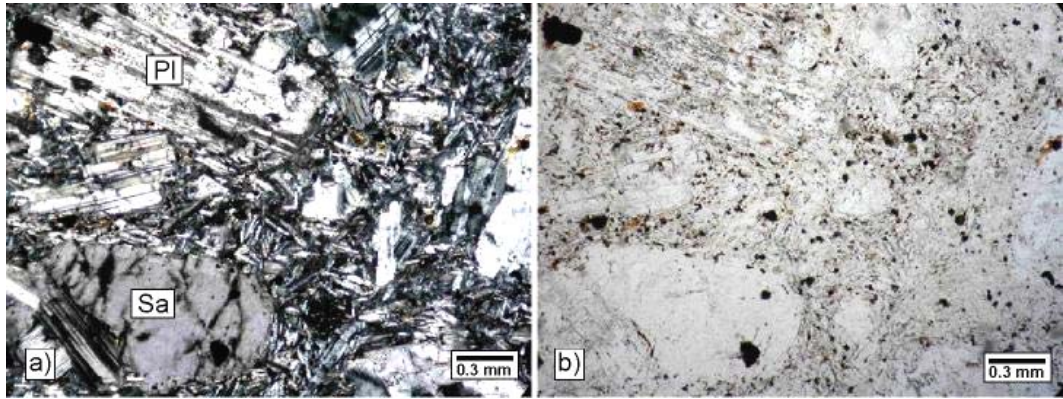


Şekil 5.45. Karataş volkanitlerine ait andezitlerin amigdallerinde gözlenen klorit ve matrikste karbonatlaşma (ZK-258, Chl=Klorit), a) çift nikol, b) tek nikol

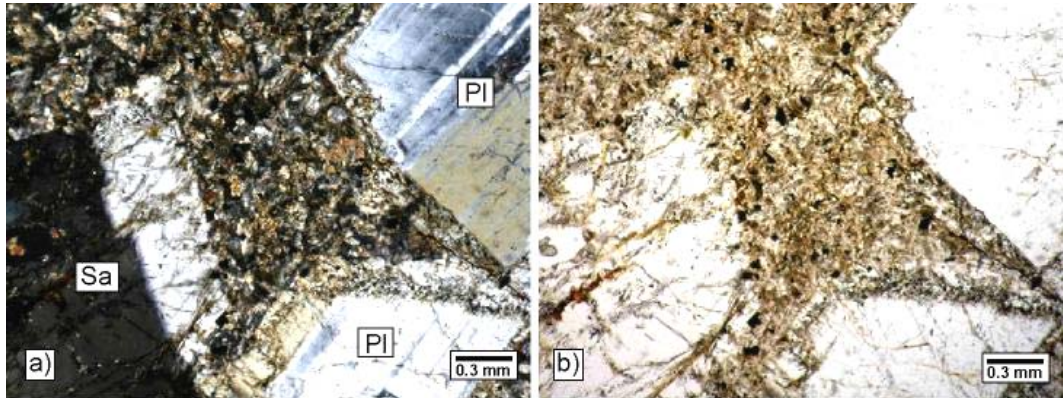
Trakitler; holokristalin- (Şekil 5.46), hipokristalin- (Şekil 5.47), hipohiyalin-porfirik (Şekil 5.48) dokuya sahip olup, mineralojik bileşimi sanidin, plajiyoklaz, mafik mineral fenokristal ve mikrolitleri ile opak minerallerden oluşmakta; matrikste yer yer killeşme ve demir oksidasyonu gözlenmektedir. Trakitlerde karlsbad ikizlenmeli sanidin fenokristallerinin (~1.5mm) yanı sıra (Şekil 5.49), hamurda yaygın sanidin mikrolitlerinin oluşturduğu sferülitik dokuya da rastlanılmaktadır (Şekil 5.50). Sadece iki örnekte (ZK-284, 285) feldispatoyid minerallerinden renksiz sodalit ve kahverengimsi nozean minerallerine rastlanmış ve bu mineralleri kuşatan sanidinden oluşmuş ~0.1mm genişliğe ulaşan reaksiyon kuşağı gözlenmiştir (Şekil 5.51). Albit kanununa göre ikizlenmiş plajiyoklazların (010) düzlemine dik kesitlerinde 19-20° sönme açıları bulunmuş, bileşimleri andezin olarak belirlenmiştir. Sanidin fenokristalleri (~5.0mm) içerisinde plajiyoklaz kapanımları da izlenmektedir (Şekil 5.52).

Diğer taraftan, bir trakit örneğinde tek nikoldeki optik engebesi ile birincil bileşenlerden ayrılan bir yabancı volkanik kayaç parçacığı (~0.5 mm) saptanmıştır (Şekil 5.53). Siyah killeşmiş bağlayıcı malzemeli ve feldispat mikrolitli, bu köşeli anklav parçacığının daha yaşlı bir birimden ziyade, Karataş volkanitlerinin ilk katılmış dönemine karşılık geldiği düşünülmektedir.

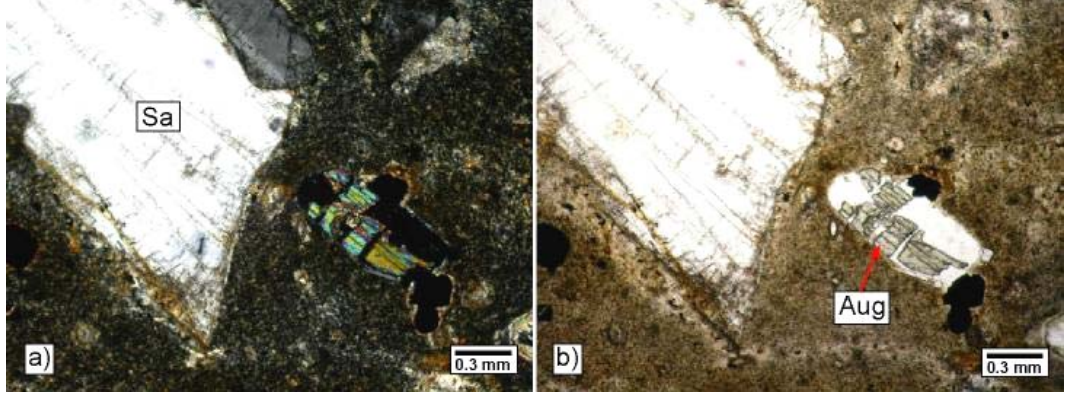
Yukarıda anlatılan mineraller ve dokusal ilişkilerden, plajiyoklaz fenokristalleri kenarında gözlenen hamur (elek dokusu) ve sanidin fenokristalleri içerisindeki plajiyoklaz kapanımları; bıçağımsı biyotit mineralleri, farklı bileşimdeki iki magmanın homojen karışımına işaret eden veriler olarak değerlendirilmektedir (Eichelberger, 1975; Sakuyama, 1981; Huppert ve diğ., 1982; Koyaguchi, 1986; Hibbard, 1991).



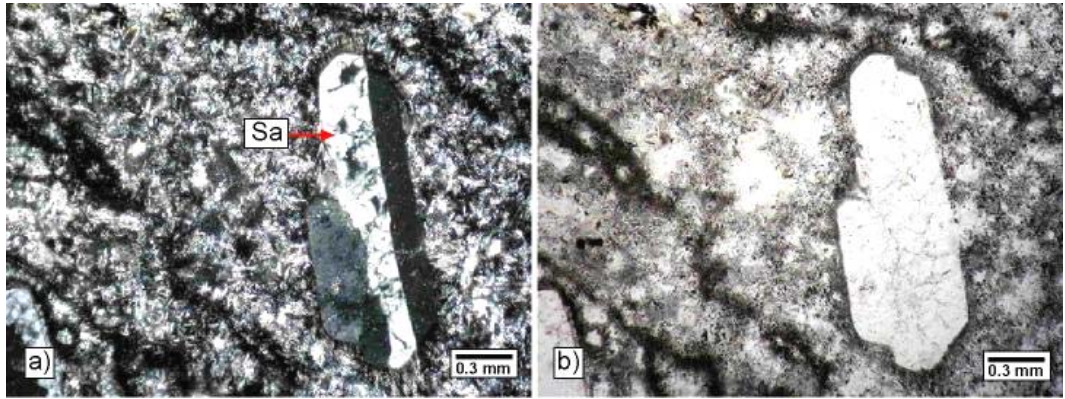
Şekil 5.46. Karataş volkanitlerine ait holokristalin porfirik dokulu trakitlerde polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz ve sanidin fenokristal-mikrolitleri (ZK-372, Pl=Plajiyoklaz, Sa=Sanidin), a) çift nikol, b) tek nikol



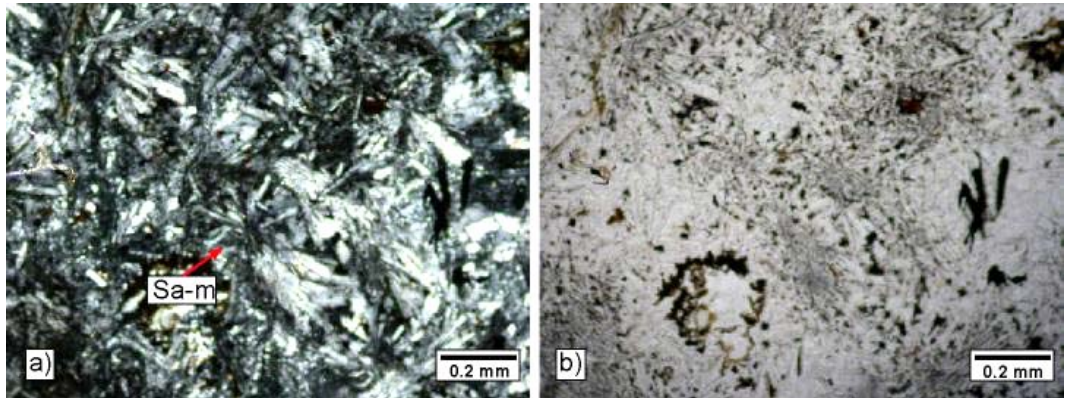
Şekil 5.47. Karataş volkanitlerine ait hipokristalin dokulu trakitlerde polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz ve karsbald ikizlenmeli sanidin fenokristalleri (ZK-320, Pl=Plajiyoklaz, Sa=Sanidin), a) çift nikol, b) tek nikol



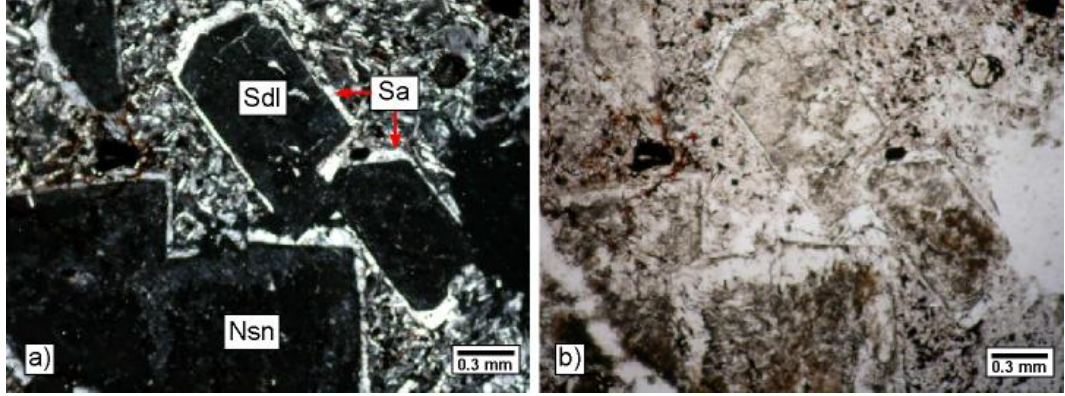
Şekil 5.48. Karataş volkanitlerine ait hipohiyalin porfirik dokulu trakitlerde sanidin ve ojit fenokristalleri (ZK-319, Sa=Sanidin, Aug=Ojit), a) çift nikol, b) tek nikol



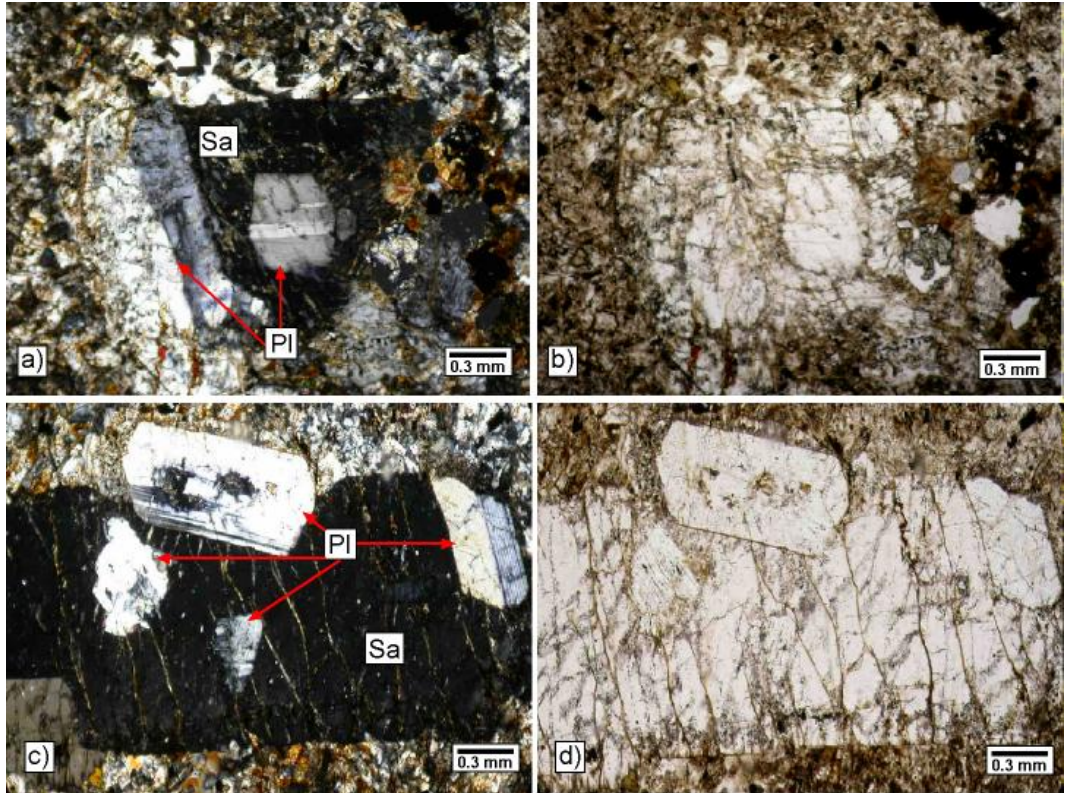
Şekil 5.49. Karataş volkanitlerine ait trakitlerdeki sanidin fenokristali ve hamurda ışınal dizilmiş mikrolitler (ZK-298, Sa=Sanidin), a) çift nikol, b) tek nikol



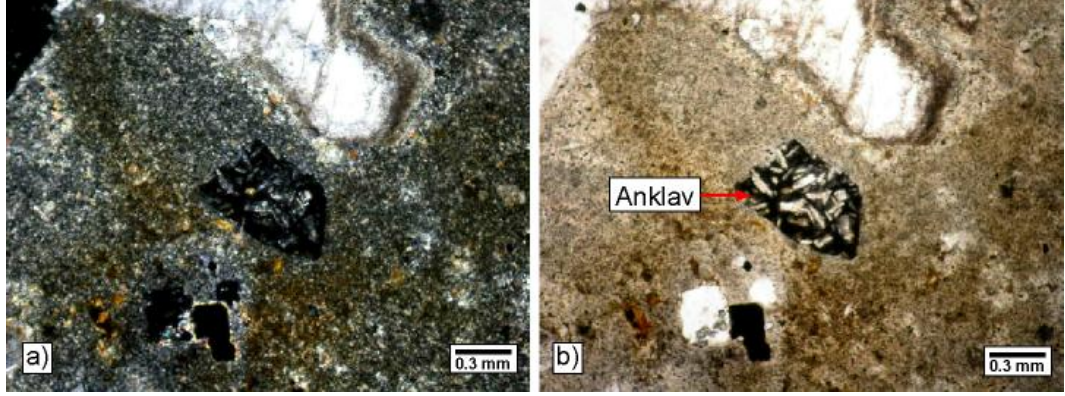
Şekil 5.50. Karataş volkanitlerine ait trakitlerde sferülitik dokulu sanidin mikrolitleri (ZK-298, Sa-m=Sanidin-mikrolitleri), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.51. Karataş volkanitlerine ait feldispatoyidli alkali feldispat trakitlerdeki sodalit ve nozean fenokristallerinde sanidinden ibaret reaksiyon kuşağı (ZK-284, Sa=Sanidin, Sdl=Sodalit, Nsn=Nozean), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.52. Karataş volkanitlerine trakitlerde sanidin fenokristalleri içerisindeki plajiyoklaz kapanımları (ZK-320, Sa=Sanidin, Pl=Plajiyoklaz), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol



Şekil 5.53. Karataş volkanitlerine ait trakitlerde gözlenen köşeli anklav parçası (ZK-319), a) çift nikol, b) tek nikol

5.3.2. X-ışınları incelemeleri

5.3.2.1. Tümü kayac incelemleri

Birimden yapılan X-ışınları tüm kayac ve kil fraksiyonu inceleme sonuçları Ek Çizelge B.1’de verilmiştir.

OM’de bazalt olarak adlandırılan kayaclar, birincil mineraller olarak feldispat ve piroksen; ikincil mineraller olarak kil, götit, hematit, analsim, dolomit, kalsit ve kuvarstan oluşmaktadır. 5 bazalt öreğinin hepsi feldispat, piroksen ve kil minerallerini içermekte ve hesaplanan miktarları feldispat % 18-70, piroksen % 10-60, kil % 6-21 aralığında değişmektedir. Bu minerallere iki örnekte kalsit ve birer örnekte götit, hematit, kuvars ve dolomit mineralleri eşlik etmektedir. İnceleme sahasındaki birimler içerisinde yalnızca ZK-215 nolu örnekte bir zeolit minerali olan analsim gözlenmiştir.

İlksel dokusu ve mineralojik bileşimi ile andezit olarak tanımlanan kayaclar; başlıca feldispat, piroksen ve biyotit, bozuşma ürünleri olarak kil, hematit, götit, kuvars, pirit, kalsit ve dolomit içermektedir. Bozuşma derecesi arttıkça, feldispat ve piroksen miktarlarında azalmaktadır. buna karşın kil, kuvars ve karbonat (kalsit, dolomit) miktarında artış gözlenmekte, ayrıca jarosit ve goyazit gibi tipik hidrotermal mineraller ortaya çıkmaktadır. Feldispat mineralleri 38 adet andezit öreğinin tamamında gözlenmekte olup, %12-100 oluşturmaktadır. 37 örnekte kil (% 4-58), 24’ünde kuvars (% 4-32), 13’ünde kalsit (% 1-12), 10’ünde dolomit (% 3-10), 8’inde hematit (% 1-11), 7’sinde götit (% 3-14), 6’sında piroksen (% 7-28), 6’sında jarosit (% 2-19), 6’sında goyazit (% 4-6), 4’ünde pirit (% 3-10) ve birinde biyotit (% 5) mineralleri ile birlikte bulunmaktadır.

Petrografik tanımlamalara göre trakit olarak adlandırılan volkanik kayalar; birincil olarak feldispat, kuvars ve piroksen, ikincil olarak kil, götit ve hematit mineralleri içermektedir. Bütün örnekler feldispat ve kil içerirken, ancak ikişer örnekte götit, hematit ve kuvars, bir örnekte piroksen bu minerallere eşlik etmektedir.

OM incelemelerinde ilksel olarak hangi kayaca ait olduğu belirlenemeyen bütünüyle bozuşmuş volkanik kayalarda ise bolluk sırasına göre kil, kuvars, goyazit, götit, feldispat, alunit, jarosit, hematit, pirit, kalsit, opal-kristobalit/tridimit, biyotit, dolomit, turmalin ve barit mineralleri bulunmaktadır.

Kil mineralleri 218 bozuşmuş volkanik kayaç örneğinin hemen hemen tamamında gözlenmekte ve miktarı % 6-98 arasında değişmektedir (Şekil 5.54).

Kuvars en yaygın gözlenen minerallerden birisi olup, miktarı iki kayaçta %100, diğerlerinde % 2-92 arasında değişmektedir.

Goyazit örneklerin yaklaşık yarısında % 1-6, sadece bir örnekte ise % 20 miktarına ulaşmaktadır (Şekil 5.55).

Götit 85 örnekte ve % 2-56 miktarları arasında gözlenmektedir (Şekil 5.56).

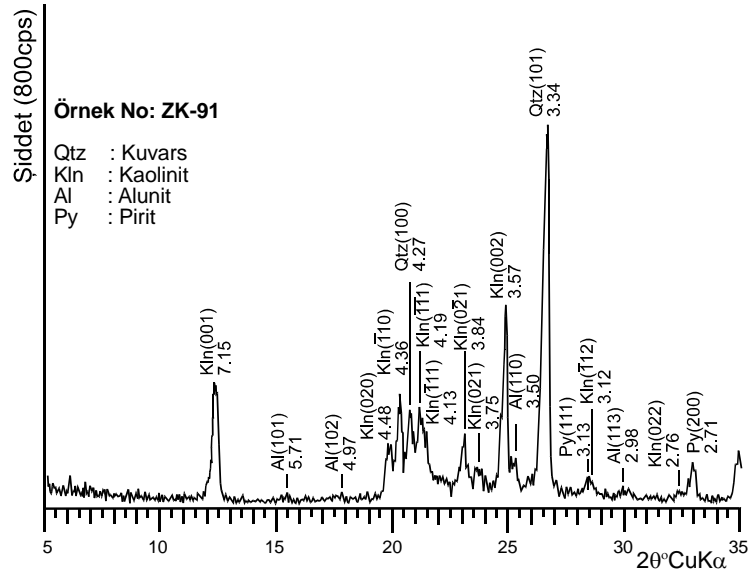
Feldispat mineralleri 129 örnekte hiç gözlenmezken; 89'unda genellikle % 2-25 (Şekil 5.57), ancak birkaç örnekte miktarı % 57'ye kadar çıkabilmektedir.

Alunit bozuşmuş örneklerin yaklaşık dörtte birinde % 1-58 arasında bulunmakta ve miktarındaki artışa paralel, göreceli olarak kil minerali oranında azalma, kuvars oranında ise artma gözlenmektedir (Şekil 5.58).

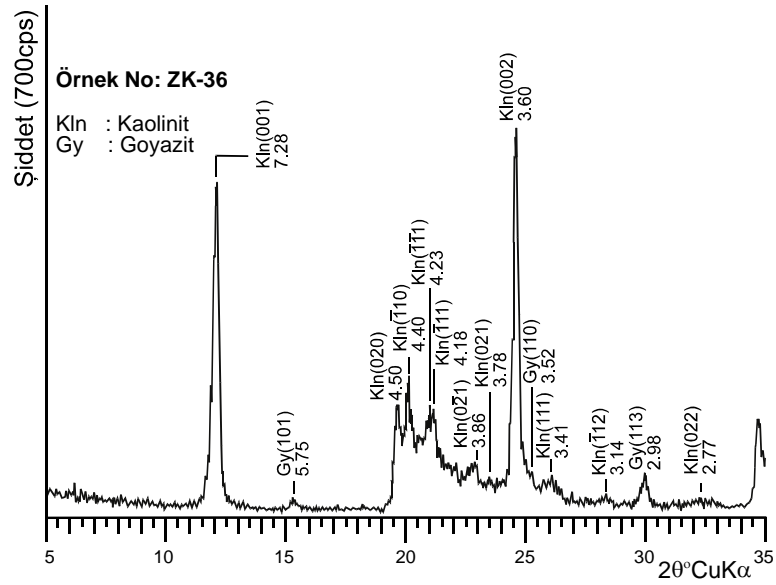
Jarosit 41 örnekte % 3-49, hematit 33 örnekte % 1-31, pirit 13 örnekte % 4-42, kalsit 10 örnekte % 2-28, opal-kristobalit/tridimit 5 örnekte % 10-28, biyotit iki örnekte % 5 ve birinde %31, dolomit 3 örnekte % 2-5, turmalin 3 örnekte ve barit 2 örnekte % 6-13 miktarları arasında bulunmakta olup, piroksen ve hornblend mineralleri hiç gözlenmemiştir.

Bozuşmuş kayalarda feldispat oranındaki azalmaya paralel olarak kil ve kuvars oranında artış ile hidrotermal alterasyon sonucu oluşan alunit, goyazit, jarosit (Şekil 5.59), hematit (Şekil 5.60), götit gibi mineral oluşumları görülmektedir.

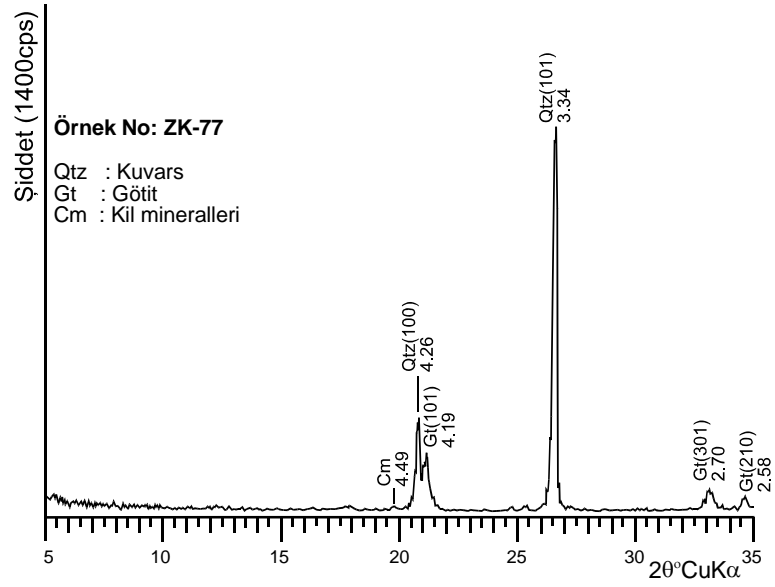
En yaygın mineral parajenezlerini kil + kuvars + götit + goyazit, kil + kuvars + alunit + götit ve kil + kuvars + jarosit + feldispat ± götit ve/veya goyazit oluşturmaktadır. Karbonat mineralleri (kalsit ve dolomit) bozuşma derecesi arttıkça daha az gözlenmekte, opal-CT (Şekil 5.61) ve barit (Şekil 5.62) bütünüyle bozuşmaya uğramış kayalarda ve ender olarak bulunmaktadır.



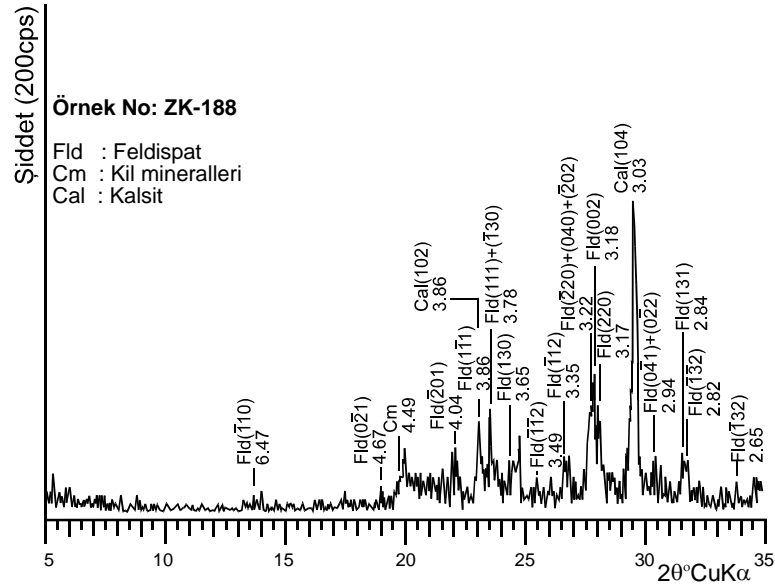
Şekil 5.54. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



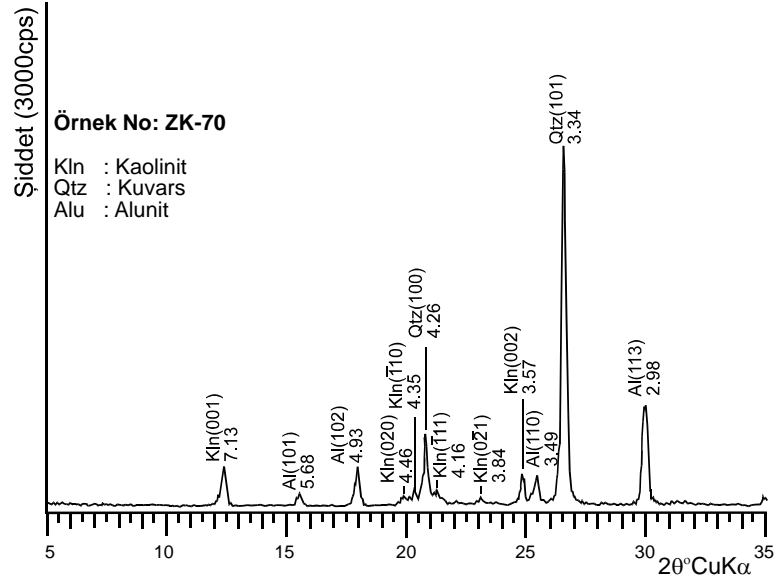
Şekil 5.55. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki kaolinit ve goyazit minerallerinin XRD-TK difraktogramı



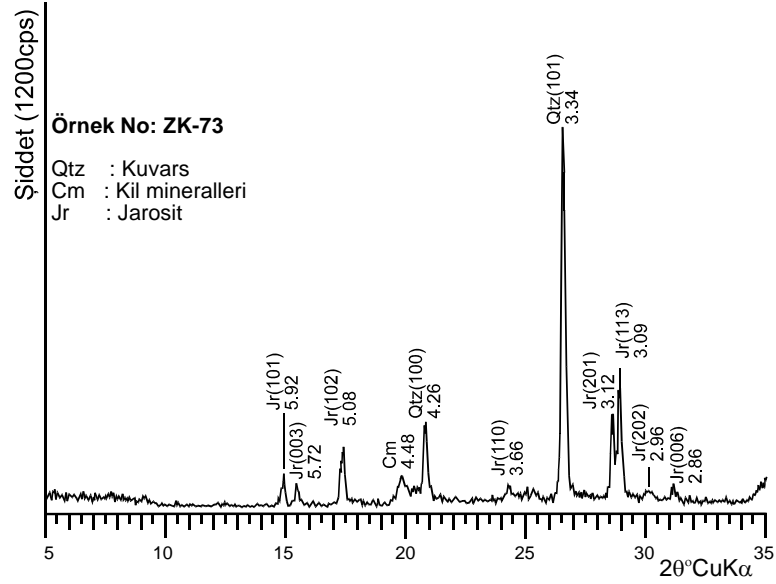
Şekil 5.56. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki götit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



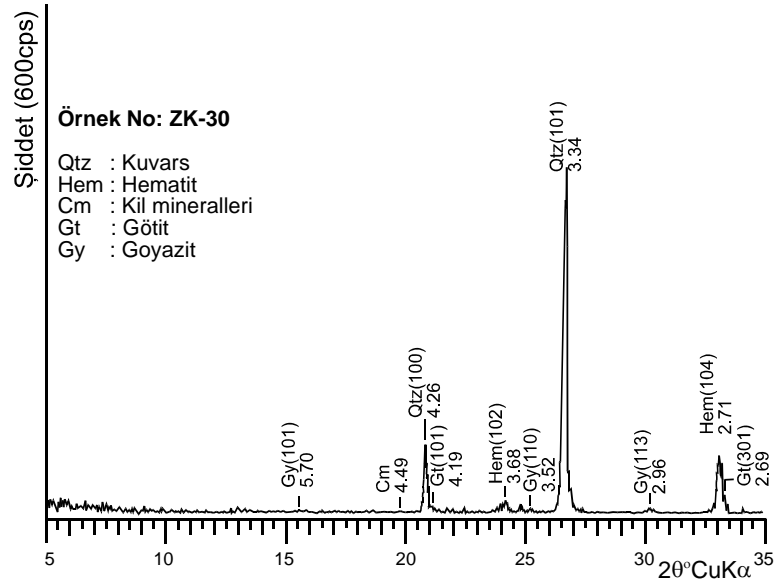
Şekil 5.57. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki feldispat ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



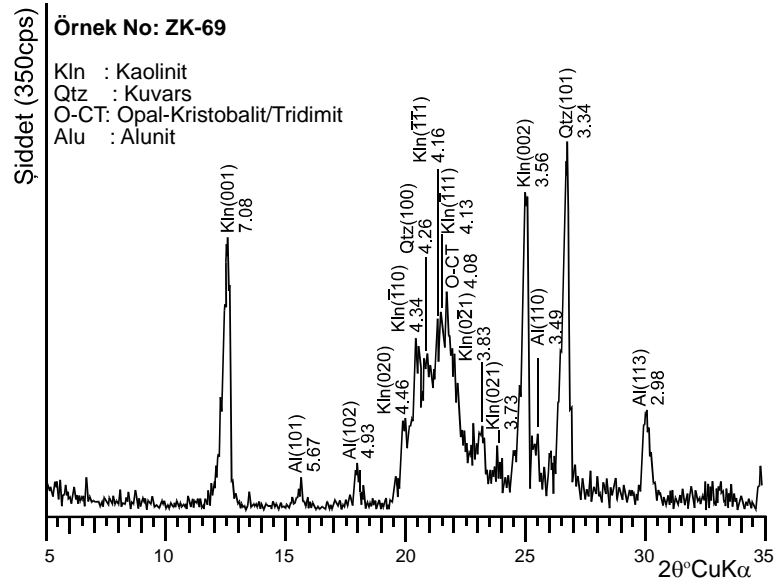
Şekil 5.58. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki alunit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



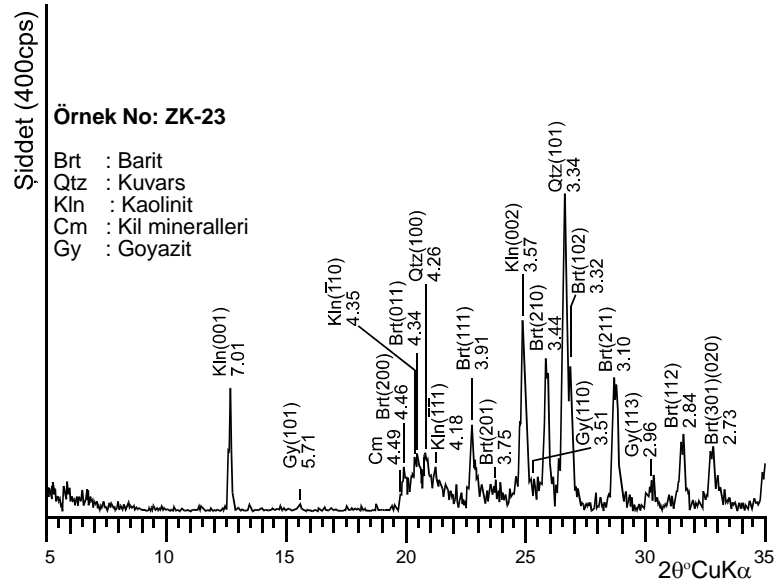
Şekil 5.59. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki jarosit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



Şekil 5.60. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki hematit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



Şekil 5.61. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki opal-kristobalit/tridimit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



Şekil 5.62. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayadaki barit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı

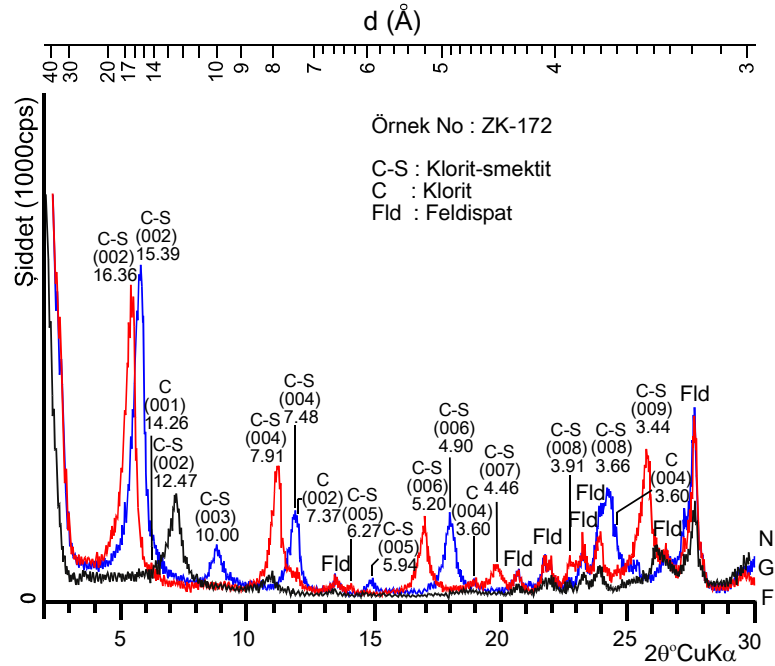
5.3.2.2. X-ışınları kil fraksiyonu incelemeleri

Birimin kil fraksiyonu kaolinit, I-S, smektit, illit, C-S, klorit ve pirofillit minerallerinden oluşmaktadır (bak Ek Çizelge B.1).

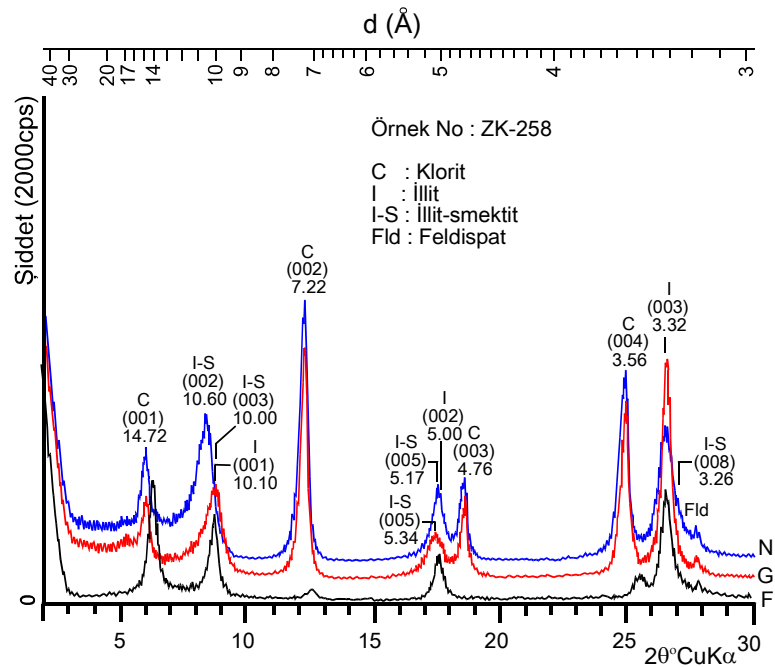
İlksel dokusu ve mineralojisi ile tanımlanabilen andezitler; C-S, klorit, illit, kaolinit ve smektit mineralleri içermektedir. Karbonat içeren örneklerde kaolinit gözlenmemektedir. Bozuşmamış örneklerde klorit ve C-S mineralleri çok yaygın gözlenmekte buna karşın bozuşmuş örneklerde ise kaolinit ve I-S miktarında artma belirlenmiştir. Şekil 5.63’de bozuşmuş andezitdeki C-S ve klorit minerallerine ait XRD-KF difraktogramı verilmiştir. Bu örnekteki klorit, diğer piklerinin C-S tarafından gölgelenmesi nedeniyle (004) piki yardımı ile tanımlanabilmektedir. Şekil 5.64’da ise bozuşmuş andezitlere ait illit + klorit + I-S parajenezi gözlenmektedir.

OM’de bazalt olarak adlandırılan kayalarda smektit, kaolinit + smektit, trakitlerde ise kaolinit + smektit ile illit + smektit birlikletlikleri saptanmıştır.

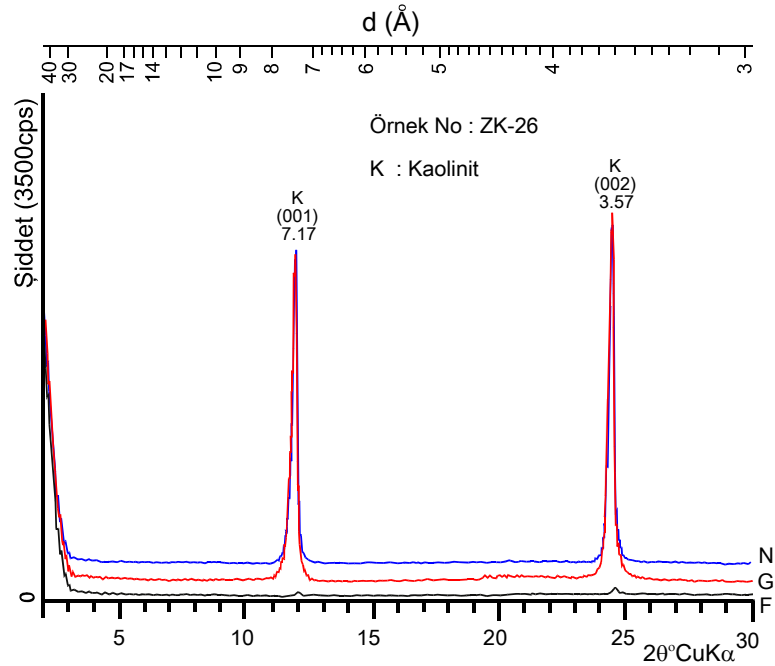
İlksel dokusu bütünüyle kaybolmuş bozuşmuş örneklerde (218 adet); kaolinit çok yaygın olarak gözlenmekte ve çoğu örnekte kil fraksiyonunu yalnız başına oluşturmakta (Şekil 5.65), buna karşın bozuşmanın az olduğu kayalarda çok yaygın olarak klorit ve C-S mineralleri ortaya çıkmaktadır. Sadece bir örnekte (ZK-418) C-V minerali gözlenmiştir. Bozuşmuş volkanik kayaç örneklerindeki en yaygın birlikletlikleri kaolinit + smektit + I-S ± illit (Şekil 5.66), kaolinit + smektit (Şekil 5.67) ve kaolinit + I-S ± illit (Şekil 5.68-5.70) oluşturmakta, beş örnekte kaolinite pirofillit (Şekil 5.71) eşlik etmektedir. Ayrıca, kil fraksiyonunu sadece smektitin temsil ettiği örneklere de rastlanılmaktadır (Şekil 5.72).



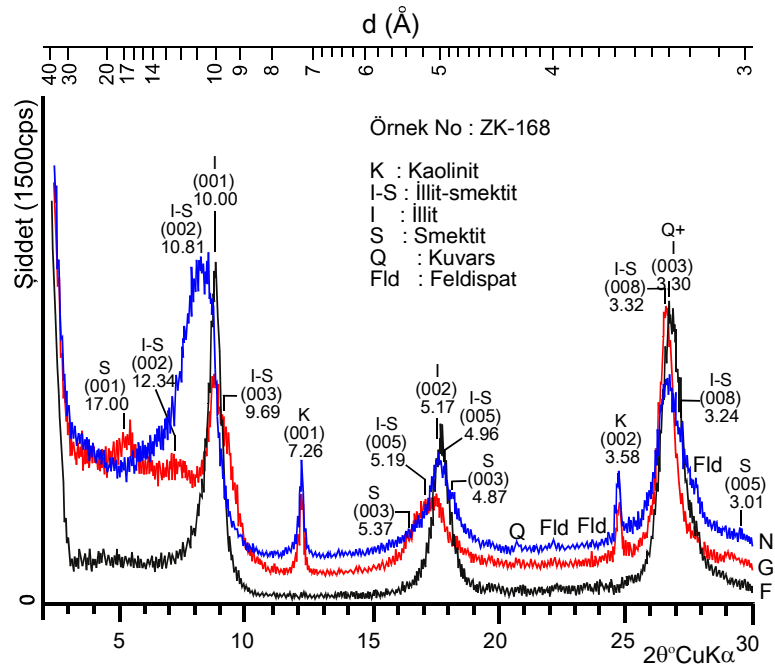
Şekil 5.63. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitteki C-S ve klorit minerallerinin XRD-KF difraktogramı



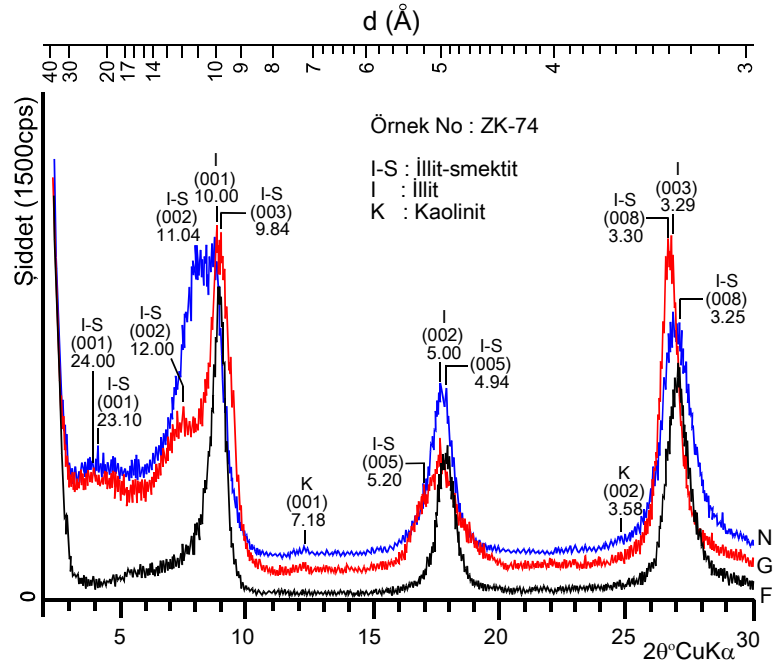
Şekil 5.64. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitteki klorit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı



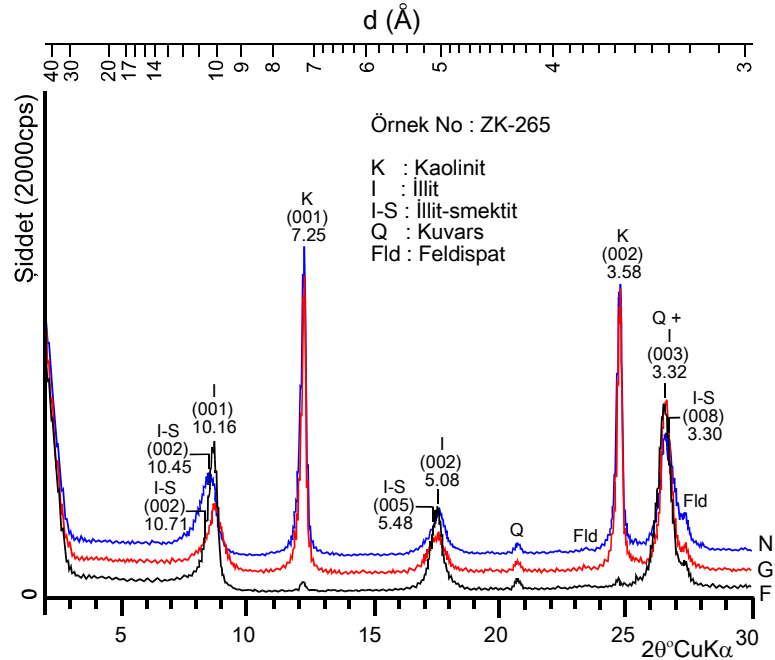
Şekil 5.65. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki kaolinitin XRD-KF difraktogramı



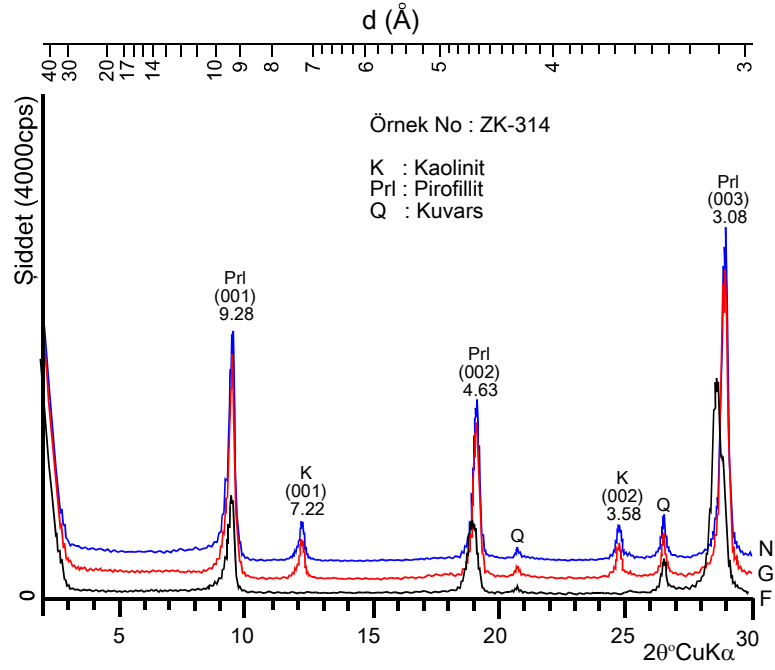
Şekil 5.66. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki I-S ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı



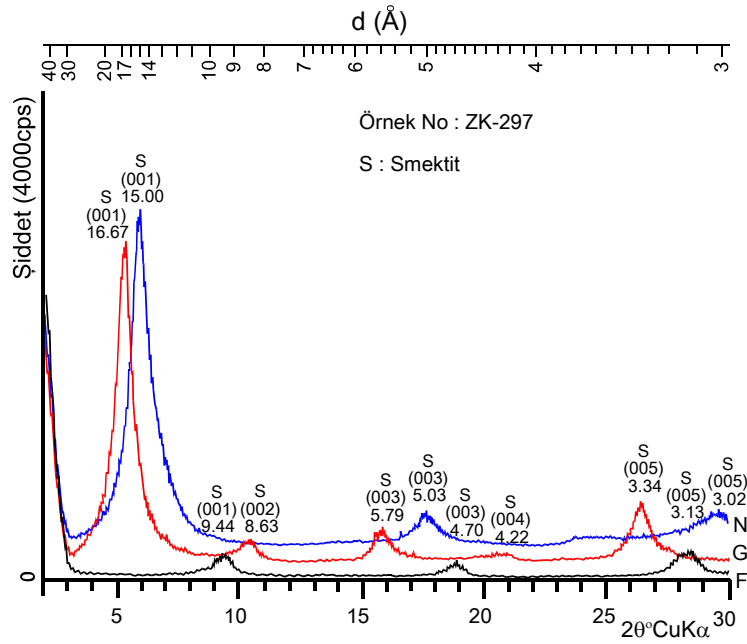
Şekil 5.69. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki illit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı



Şekil 5.70. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı



Şekil 5.71. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki pirofillit ve kaolinit minerallerinin XRD-KF difraktogramı



Şekil 5.72. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki smektit mineralinin XRD-KF difraktogramı

Kaolinit; birimin en yaygın minerali olup, kil ayrılan 218 adet örneğin 197'sinde bulunmakta, 95'inde ise yalnız başına kil fraksiyonunu oluşturmaktadır. En yaygın parajenezleri kaolinit + I-S, kaolinit + smektit ve kaolinit +smektit + I-S oluşturmaktadır. Dört adet kaolinit örneğinden yapılan politipi incelemeleri sonucunda hepsinin T(triklinik)-tipi (Collins ve Catlow, 1991) olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.73). Monoklinik-tiplerden (Toraya ve diğ., 1980) farklı olarak T-politipi için ayırtman olan $d(A^\circ)$; 2.75-2.345-2.189-1.99-1.84-1.54 pikleri saptanmıştır. 7 örneğin yönlenmemiş çekimlerinden itibaren kristalinite ölçümleri yapılmış (Hinckley, 1963), Hinckley Kristalleşme İndis değerleri 1.30 – 1.0 arasında olan 3 örnek orta, 1.0 den düşük olanlar ise kötü derecede kristalleşme gösteren kaolinitler olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.10). Sayın (1987), Hinckley Kristalleşme İndis değerlerinin iyi gelişmemiş kristallerde düşük, düzenli hegzagonal kaonitlerde yüksek olduğunu ve kristal büyüklükleri ile arasında herhangi bir bağıntının olmadığını saptamıştır.

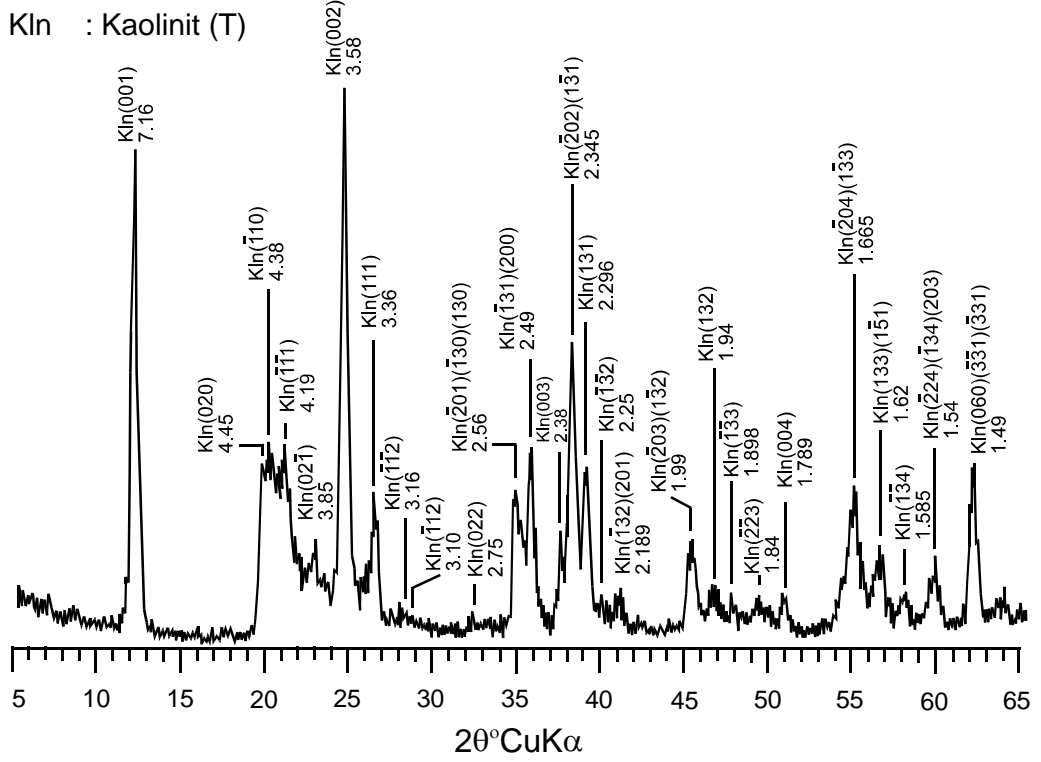
Çizelge 5.10. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş örneklerde kaolinit minerallerinin Hinckley Kristalleşme İndis değerleri

Örnek No	Hinckley K.İ.D.
ZK-25	1.10
ZK-26	1.22
ZK-27	0.71
ZK-36	0.96
ZK-42/B	1.15
ZK-42/C	0.78
ZK-310	0.73

I-S; birimden alınan örneklerin yaklaşık üçte birinde bulunur ve genellikle kaolinit, smetit ve illitle birlikte gözlenir. 6 örnekten yapılan $d(060)$ ölçümleri sonucunda dioktahedral bileşime sahip oldukları belirlenen I-S'deki illit veya smektit oranı Moore ve Reynolds'un (1997) yöntemiyle 21 bozuşmuş volkanik kayaç örneğinde hesaplanmıştır (illit içeriği % 54-91, smektit içeriği % 09-46). Düzenlenme tipi 17 örnekte R=1 ve 4 örnekte R=3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.11). % illit oranı R=1 düzenlenme tipine sahip örneklerde % 54-88, R=3 düzenlenme tipine sahip olanlarda ise % 84-91 arasında değişmektedir. Diğer bir ifadeyle, düzenlenme derecesi arttıkça, illit miktarı da artmaktadır.

Örnek No: ZK-310

Kln : Kaolinit (T)



Şekil 5.73. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalardaki kaolinit politipi XRD difraktogramları

Çizelge 5.11. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş örneklerde I-S'lerin d(060) değerleri ile illit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi

Örnek No	d(060) Å	Tanımlama	% I	% S	Düzenlenme tipi
ZK-41			61	39	R=1
ZK-50			76	24	R=1
ZK-73			67	33	R=1
ZK-74	1.500	Dioktahedral	84	16	R=3
ZK-75	1.495	Dioktahedral	69	31	R=1
ZK-149	1.494	Dioktahedral	88	12	R=1
ZK-159	1.500	Dioktahedral	84	16	R=3
ZK-161	1.496	Dioktahedral	74	26	R=1
ZK-223			64	36	R=1
ZK-225			67	33	R=1
ZK-227			54	46	R=1
ZK-228			61	39	R=1
ZK-229			74	26	R=1
ZK-233			78	22	R=1
ZK-234			74	26	R=1
ZK-249	1.497	Dioktahedral	74	26	R=1
ZK-258			91	09	R=3
ZK-265			91	09	R=3
ZK-283			76	24	R=1
ZK-322			66	34	R=1
ZK-377			70	30	R=1

Smektit; birimden yapılan kil fraksiyonu incelemelerinden 51 örnekte gözlenmekte, genellikle kaolinit + smektit ve kaolinit + smektit + I-S birlikteliği oluşturmaktadır. Smektitlerin d(060) ölçümleri sonucunda dioktahedral karaktere sahip oldukları (Çizelge 5.12) ve illit içeriklerinin % 0-7 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 5.12. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş örneklerdeki smektitlerin d(060) değerleri

Örnek No	d(060) Å	Tanımlama	% I	% S
ZK-177	1.501	Dioktahedral	7	93
ZK-188	1.500	Dioktahedral	2	98
ZK-297	1.499	Dioktahedral	2	98
ZK-329	1.494	Dioktahedral	0	100
ZK-359	1.491	Dioktahedral	0	100
ZK-410	1.500	Dioktahedral	2	98
ZK-417	1.496	Dioktahedral	0	100

İllit; birimdeki 218 adet kil fraksiyonu çalışmasının 24'ünde gözlenmekte olup az bozuşmuş volkaniklerde genellikle klorit ve C-S ile bütünü ile bozuşmuş volkaniklerde ise kaolinit ve I-S ile birliktelik oluşturmaktadır.

C-S; birimde 17 örnekte gözlenmekte olup, çoğunlukla klorite ve illite eşlik eder, bir örnekte saf olarak gözlenmiştir. C-S'lerin % klorit veya % smektit içeriği, Moore ve Reynolds'un (1997) verdiği değerlerden itibaren üç örnek üzerinde hesaplanmış, % klorit içeriği 48-59, % smektit içeriği 41-52 aralığında bulunmuş ve düzenlenme tipi R=1 olarak belirlenmiştir. İki örnekten yapılan d(060) ölçümleri sonucunda C-S'lerin trioktahedral bileşime sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 5.13.). Andezitlerdeki C-S lerin, klorit oranı bozuşmuş kesimlere göre daha fazladır.

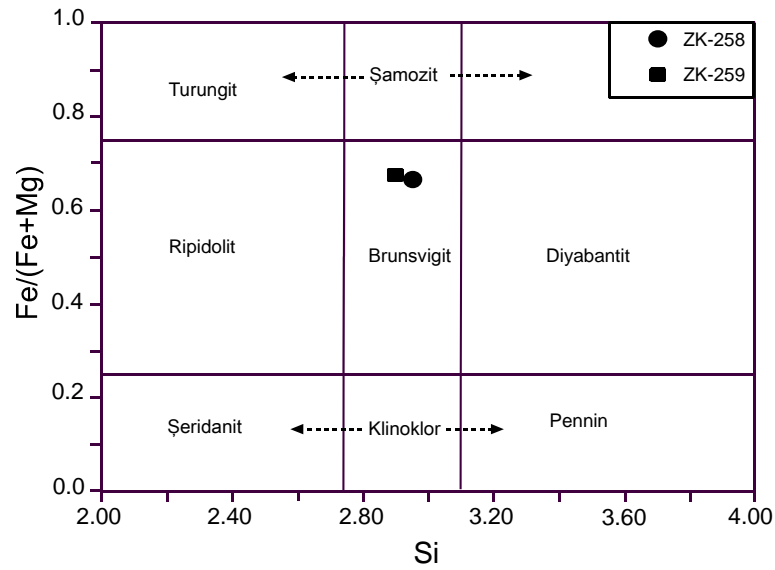
Çizelge 5.13. Karataş volkanitlerine ait C-S'lerdeki d(060) değerleri ile klorit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi

Örnek No	Kayaç	d(060) Å	Tanımlama	% C	% S	Düzenlenme tipi
ZK-82	Andezit	1.538	Trioktahedral	59	41	R=1
ZK-172	Bozuşmuş andezit	1.529	Trioktahedral	48	52	R=1
ZK-383	Bozuşmuş volkanik kayaç			52	48	R=1

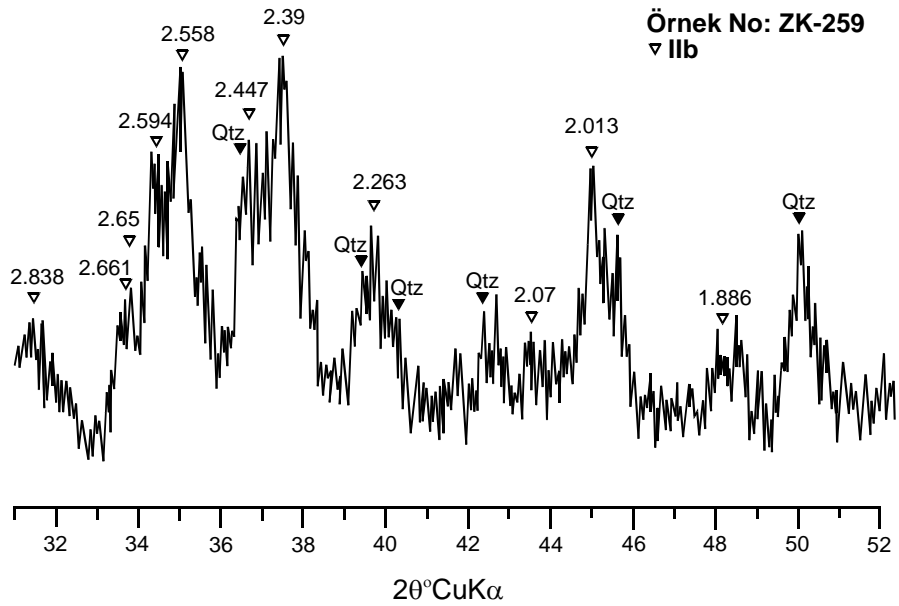
Klorit; birimde en az gözlenen kil minerallerinden biri olup, ancak 9 örnekte bulunmakta ve genellikle az bozuşmuş volkaniklerde gözlenmektedir. Çoğunlukla C-S ve illitle birlikte bulunur. Ancak iki örnekte kaolinit, üç örnekte smektit ve I-S bu minerale eşlik eder. Birimdeki bozuşmuş andezit örneklerine ait kloritlerin XRD verilerinden itibaren hesaplanan (Brown ve Brindley, 1980; Chagnon ve Desjardins, 1991) birim-hücre bileşimleri Çizelge 5.14'de verilmiş ve Foster'in (1962) diyagramında brusvigit olarak adlandırılmıştır (Şekil 5.74). Bir örnekten yapılan politipi incelemesi sonucunda kloritin IIb politipine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.75).

Çizelge 5.14. Karataş volkanitlerine ait kloritlerin (002)/(001) ve (004)/(003) pik şiddet oranları ile talk ve brusit tabakalarındaki oktahedral Fe içerikleri (B&B=Brown ve Brindley, 1980; C&D= Chagnon ve Desjardins, 1991)

Örnek	d (001)	Al ^{IV}	(003)/ (001)	002+004/ 001+003	(002)/ (001)	(004)/ (003)	Fe ⁺² Talk		Fe ⁺² Brusit		ΣFe ⁺²			Mg
							B&B	C&D	B&B	C&D	B&B	C&D	Ort	
ZK-258	14.25	1.04	1.00	2.36	2.68	2.04	2.3	1.3	1.9	1.1	4.2	2.4	3.3	1.66
ZK-259	14.23	1.10	0.86	2.32	2.54	2.07	2.2	1.3	1.9	1.1	4.1	2.4	3.3	1.60

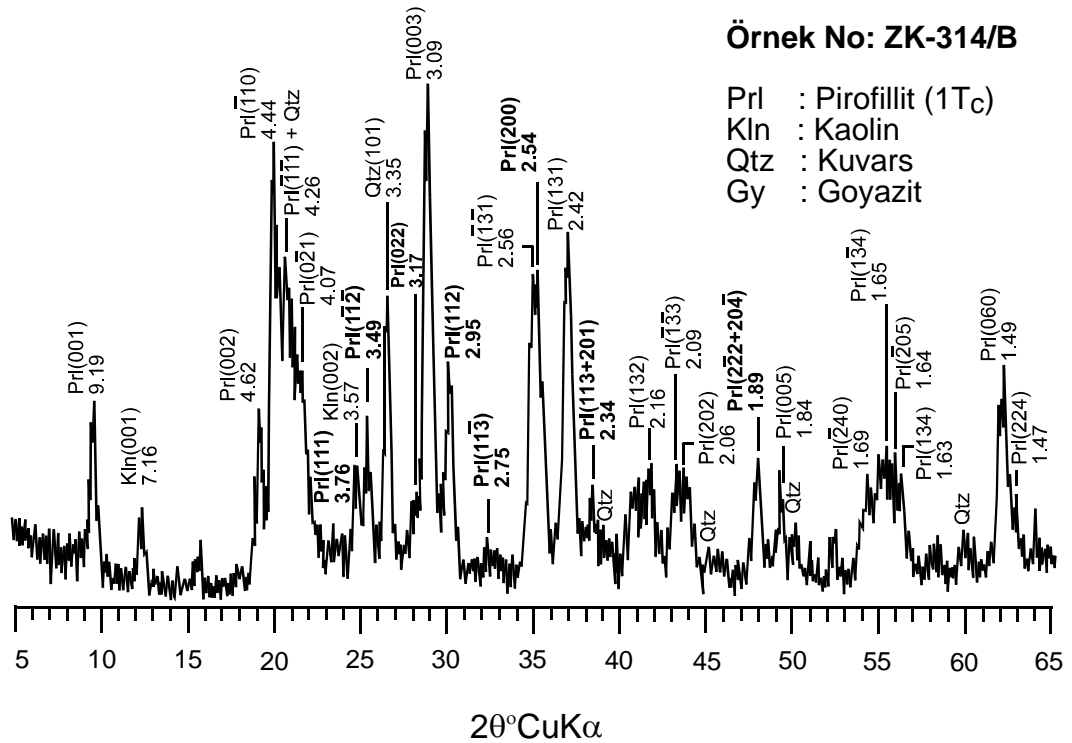


Şekil 5.74. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş andezitlerdeki kloritlerin Si^{IV} ve oktahedral Fe / (Fe+Mg) diyagramındaki konumları (Foster., 1962)



Şekil 5.75. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçtaki klorit politipi XRD difraktogramı

Pirofillit; alterasyon sahasında en az bulunan kil mineralidir. Kaolinit ile birliktelik oluşturmakta ve kil fraksiyonunun üç örnekte % 57-71, iki örnekte % 8-9'unu oluşturmaktadır. Yapılan politipi incelemesi sonucunda (Brindley ve Wardle, 1970), $d(A^\circ)$; 3.76-3.49-3.17-2.95-2.75-2.54-2.34-1.89 piklerinin gözlenmesi ile monoklinik-tipten ayrılarak, 1T_c politipine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.76).



Şekil 5.76. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayadaki pirofillitin 1T_c politipinin XRD difraktogramı

5.4. Köseadağ Siyeniti

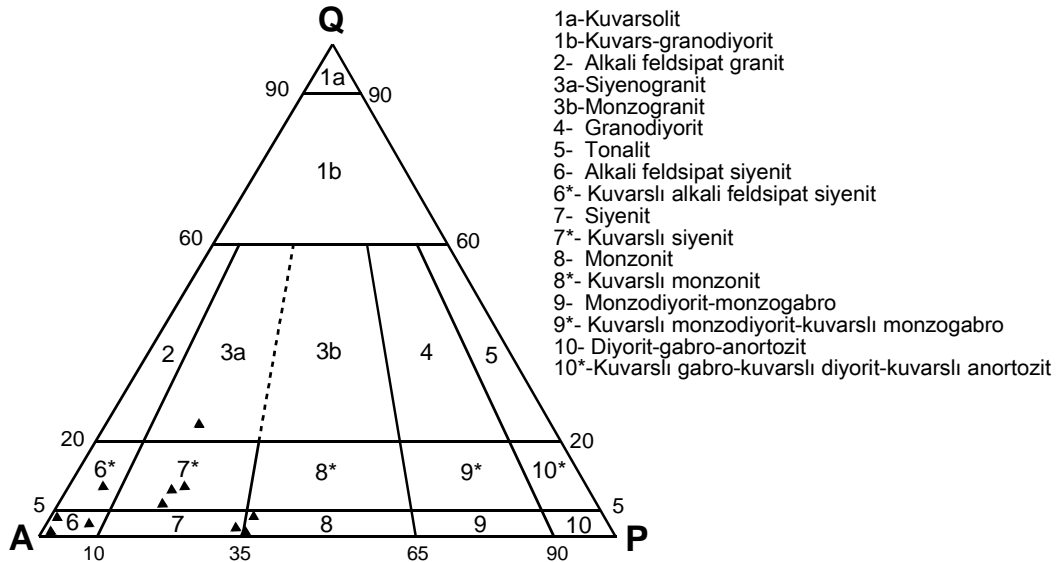
5.4.1. Optik mikroskop incelemeleri (OM)

Birimden alınan 85 adet örneğin OM incelemeleri sonucunda alkali feldispat siyenit, kuvarslı alkali feldispat siyenit, siyenit, kuvarslı siyenit, monzonit ve yer yer granit bileşimine sahip olduğu belirlenmiştir (Ek Çizelge A.2). Örneklerde gözlenen yoğun bozuşmadan dolayı yalnızca 11 örnekte nokta sayımı yapılmış, sonuçları Çizelge 5.15'de ve QAP sınıflaması ise Şekil 5.77'de verilmiştir. Örneklerden üçü alkali feldispat siyenit, biri kuvarslı alkali feldispat siyenit, biri siyenit, üçü kuvarslı siyenit, ikisi monzonit ve biri granit bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 5.15. Köseadağ siyenitine ait nokta sayım sonuçları

Örnek no	Pl	Or	Qtz	Hbl	Bt	Mm/Fe-o	Om	Ttn	Zrn	Ap	Tur	Toplam	TARB	%P	%A	%Q	Kayaç
ZK-56	111	1310	39	0	34	0	3	0	0	0	0	1497	1460	7	90	3	AFSiyenit
ZK-55	208	866	104	0	3	0	8	0	0	0	0	1189	1178	18	73	9	QSiyanit
-121	420	841	22	0	17	80	18	0	0	14	0	1412	1283	33	65	2	Siyanit
-135	322	1158	169	57	9	0	0	0	3	5	0	1723	1649	20	70	10	QSiyanit
-144	180	737	56	23	32	0	8	0	0	0	0	1036	973	18	76	6	QSiyanit
-210	68	942	112	0	3	7		4	4	5	0	1145	1122	6	84	10	QAFSiyanit
-244	38	1542	11	0	5	0	18	2	2	0	0	1618	1591	2	97	1	AFSiyanit
-288	20	1864	86	0	0	12	4	5	3	0	14	2008	1970	1	95	4	AFSiyanit
-384	649	1217	13	157	182	0	33	0	0	11	0	2262	1889	35	64	1	Monzonit
-385	501	889	53	22	79	0	12	0	0	7	0	1563	1443	35	61	4	Monzonit
-387	221	855	426	0	0	0	4	0	0	0	0	1506	1402	16	61	23	Granit

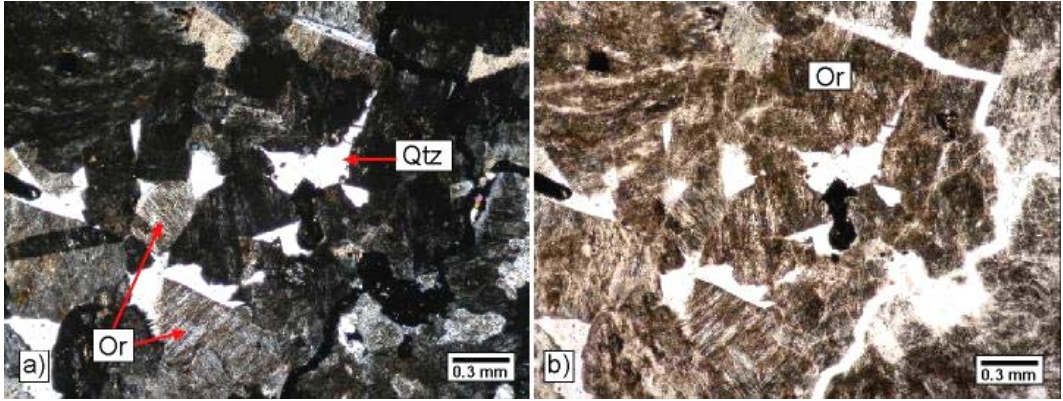
Pl=Plajiyoklaz, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvars, Hbl=Hornblend, Bt=Biyotit, Mm/Fe-o= Bütünyle demir oksidasyonuna uğramış mafik mineral, Om=Opak mineral, Ttn=Titanit, Zrn=Zirkon, Ap=Apatit, Tur=Turmalin, TARB=Tüm açık renkli bileşenler, %P= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki yüzde plajiyoklaz, %A= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki yüzde alkali feldispat, %Q= Tüm açık renkli bileşenler içerisindeki yüzde kuvars



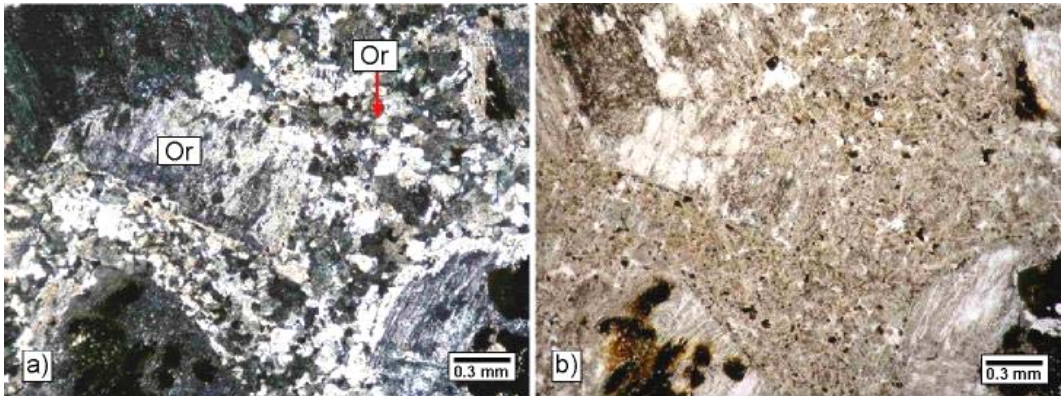
Şekil 5.77. Köseadağ siyenitlerine ait örneklerin Strekeisen (1978), QAP sınıflaması

Alkali feldispat siyenit ve kuvarslı alkali feldispat siyenitler holokristalin taneler dokulu (Şekil 5.78) olup, açık renkli bileşenleri ortoklaz, kuvars, plajiyoklaz, mikroklin; koyu renkli bileşenleri biyotit ve opak mineraller oluşturmaktadır. Bu kayaçlar yer yer ince taneli porfirik dokuya sahiptir (Şekil 5.79). Feldispat minerallerinden ortoklazlar

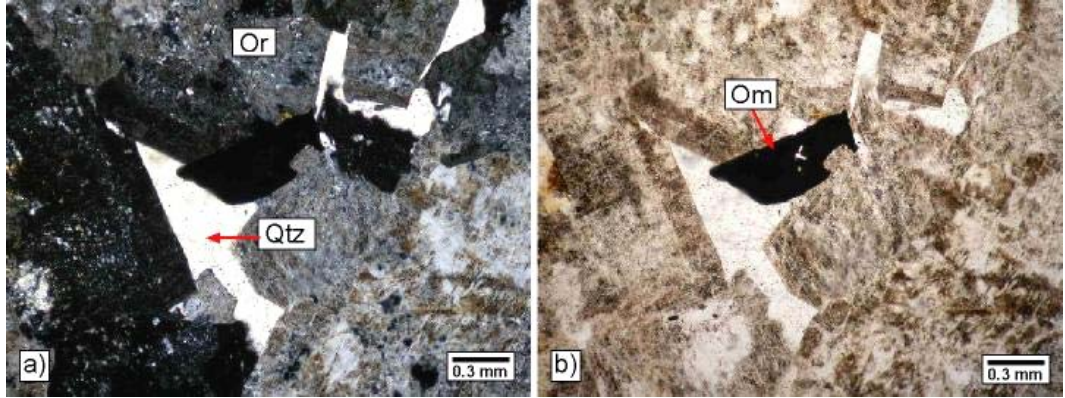
~0.1mm-1.0cm tane boyutlu, ipliksi, çubuksu yer yer yama pertitli (Şekil 5.78-5.80) ve yaygın killeşme-kaolinitleşme (Şekil 5.81) göstermekte, plajiyoklazlarda ise serizitleşme-kaolinitleşmeler (Şekil 5.82) gözlenmektedir. Biotitler yaklaşık 0.5-1 mm tane boyutlu (Şekil 5.83) ve bozuşmuş örneklerde bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme göstermektedir. Tali mineral olarak bol miktarda ~0.1-0.2 mm uzunluğunda çubuksu-İğnemsî turmalin (Şekil 5.84), kısa prizmatik zirkon ve apatit, ender olarak bazı örneklerde titanit ve kısa prizmatik topaz mineralleri içermektedir.



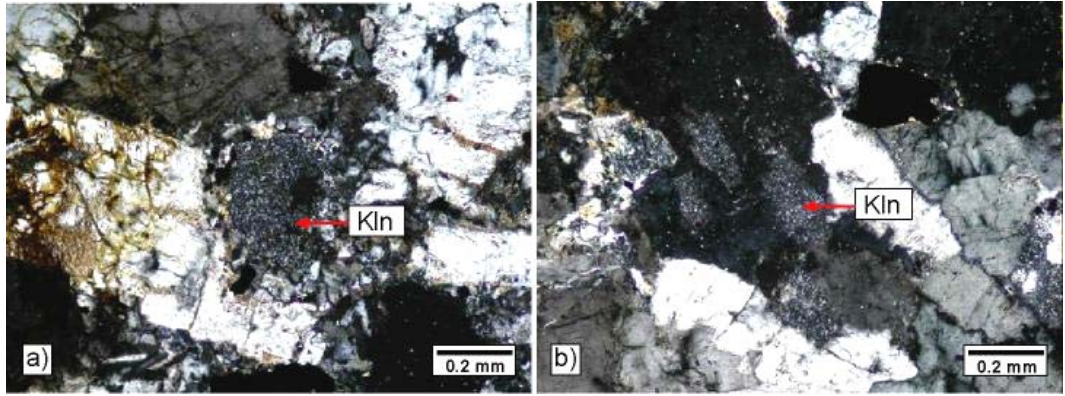
Şekil 5.78. Kösedâğ siyenitine ait holokristalin taneler dokulu kuvarslı alkali feldispat siyenitte yaygın killeşme gösteren ipliksi pertitik dokulu ortoklaz ve kuvarslar (ZK-57, Qtz=Kuvars, Or=Ortoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol



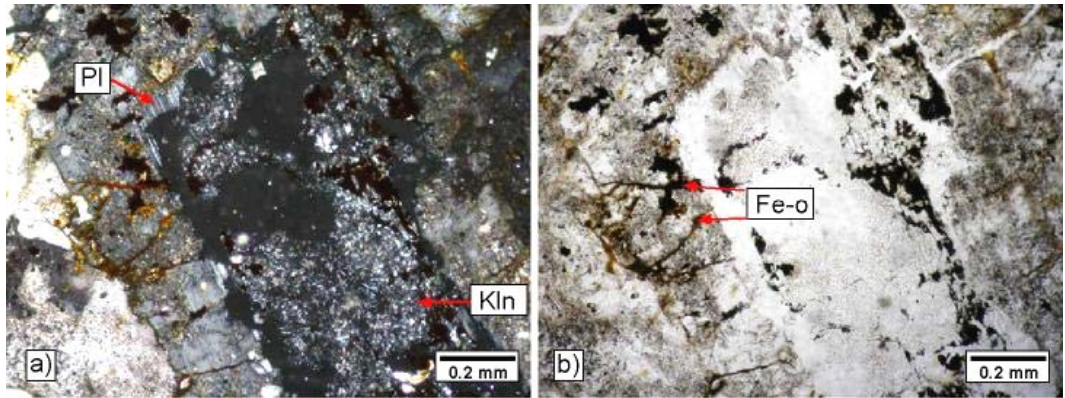
Şekil 5.79. Kösedâğ siyenitine ait holokristalin porfirik dokulu kuvarslı alkali feldispat siyenitte ortoklazlar (ZK-292, Or=Ortoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol



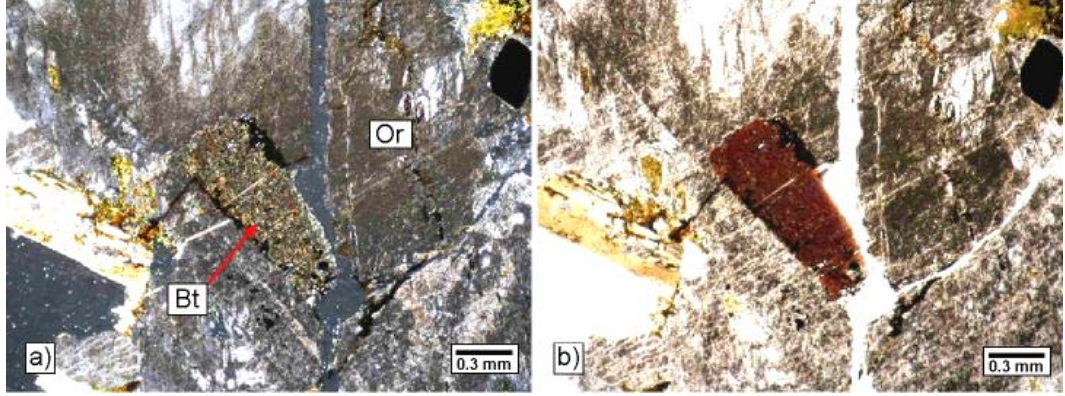
Şekil 5.80. Köseadağ siyeniti kuvarslı alkali feldispat siyenite ait ortoklazlarda pertitik doku ve yaygın killeşme, kuvars ve opak mineral (ZK-57, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvars, Om=Opak mineral), a) çift nikol, b) tek nikol



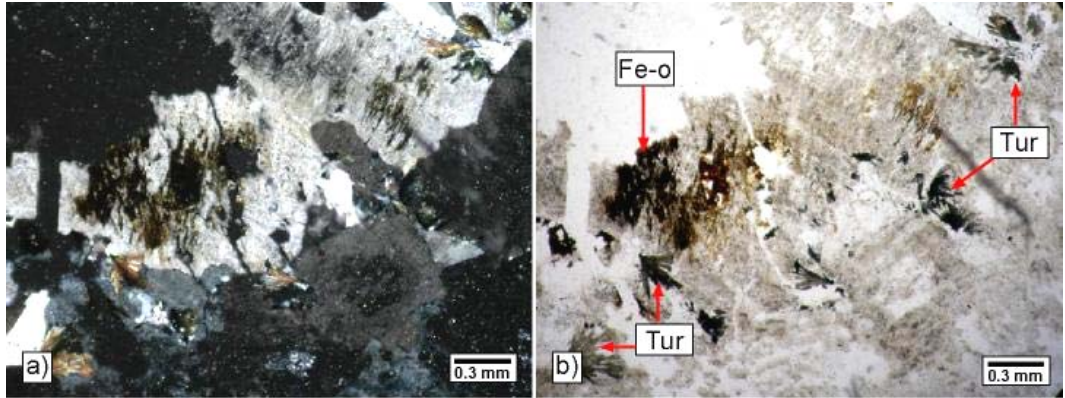
Şekil 5.81. Köseadağ siyeniti alkali feldispat siyenite ait ortoklazlarda yaygın kaolinitleşme (ZK-244, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) çift nikol



Şekil 5.82. Köseadağ siyeniti kuvarslı alkali feldispat siyenite ait plajiyoklazlarda kaolinitleşme ve mikroçatlaklarda demir oksit dolgu (ZK-60, Pl=Plajiyoklaz, Kln=Kaolinit, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol

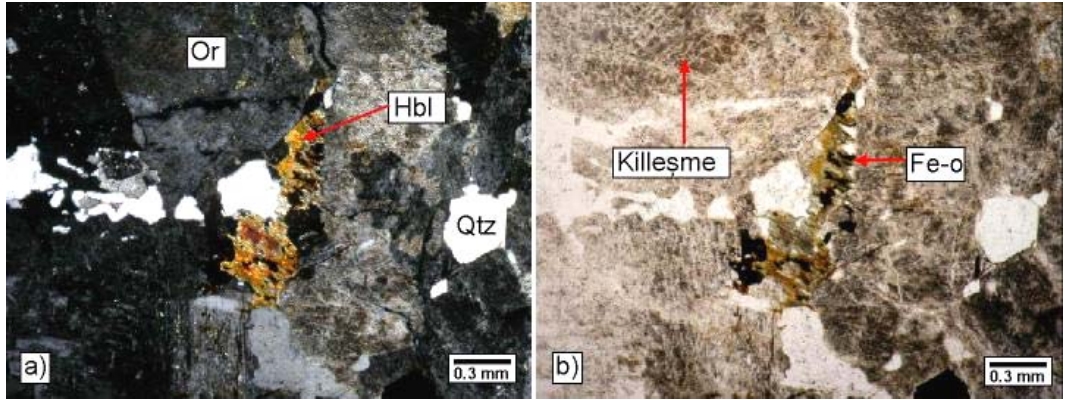


Şekil 5.83. Köseadağ siyenitine ait alkali feldispat siyenitte biyotit ve killeşme gösteren ortoklazlar (ZK-56), a) tek nikol, b) çift nikol

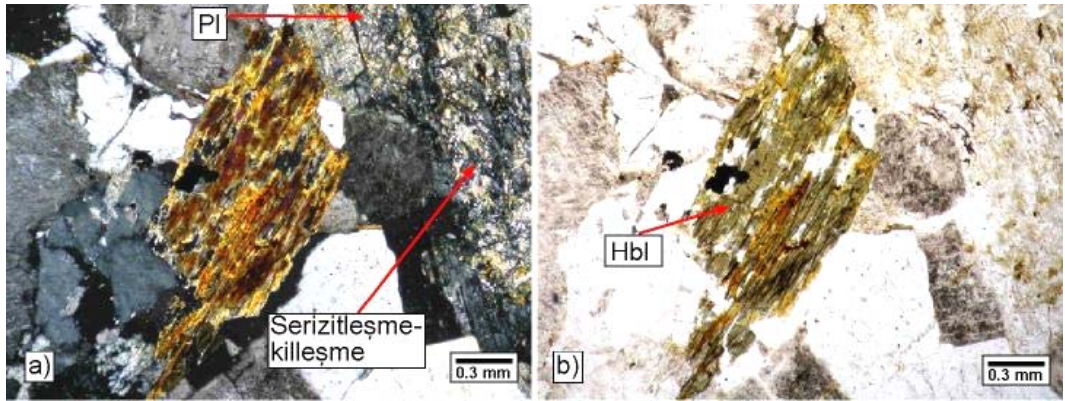


Şekil 5.84. Köseadağ siyeniti alkali feldispat siyenite ait çubuksu-ıgnemsi turmalin mineralleri ve özşekilsiz demir oksitler (ZK-288, Tur=Turmalin, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol

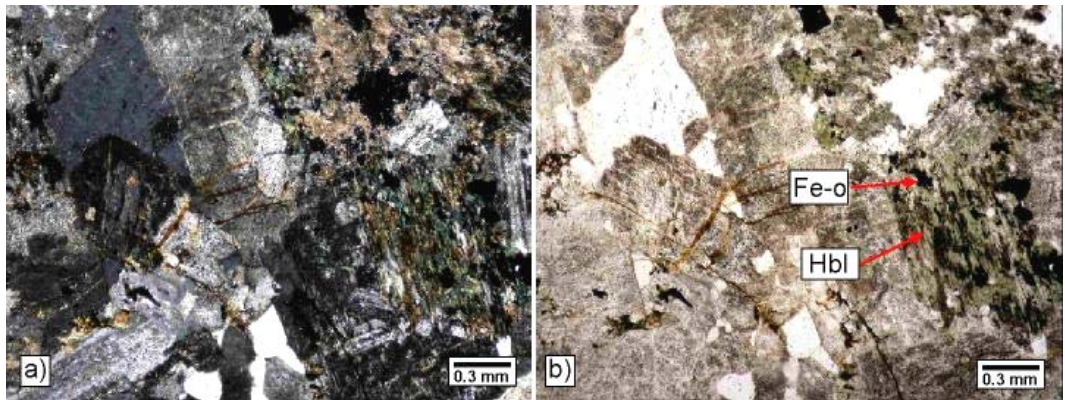
Holokristalin tanesel dokulu siyenit ve kuvarslı siyenitlerin mineralojik bileşimlerini ortoklaz, plajiyoklaz, kuvars, biyotit, hornblend ve opak mineraller oluşturmaktadır. Alkali feldispat siyenit ve kuvarslı alkali feldispat siyenitlerle dokusal ve mineralojik özellikleri benzer olmakla birlikte farklı olarak, plajiyoklaz miktarındaki artış ve hornblend mineralleri gözlenmektedir. Ortoklaz minerallerinde yaygın killeşme (Şekil 5.85), plajiyoklazlarda yaygın killeşme ve serizitleşme (Şekil 5.86), biyotit ve hornblendlerde demir oksidasyonları bulunmaktadır (Şekil 5.87). Kayaçta ortoklaz mineralleri içerisinde çubuksu prizmatik, polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaz kapanımlarının oluşturduğu antirapakivi dokusu da gözlenmektedir (Şekil 5.88).



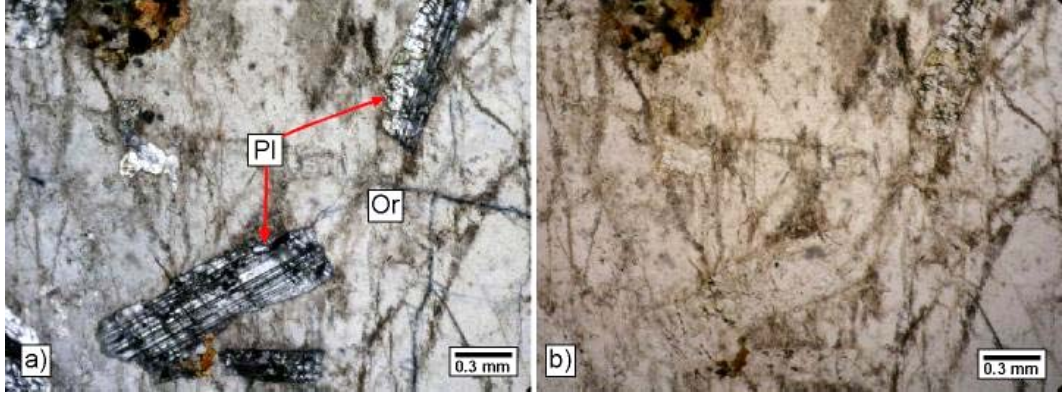
Şekil 5.85. Kösedag siyeniti kuvarşlı siyenite ait ortoklazlarda yaygın killeşme, hornblendte demir oksidasyonu ile kuvarşlar (ZK-135, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvarş, Hbl=Hornblend, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.86. Kösedag siyeniti kuvarşlı siyenite ait plajiyoklazlarda serizitleşme-killeşme ve hornblend (ZK-135, Pl=Plajiyoklaz, Hbl=Hornblend), a) çift nikol, b) tek nikol

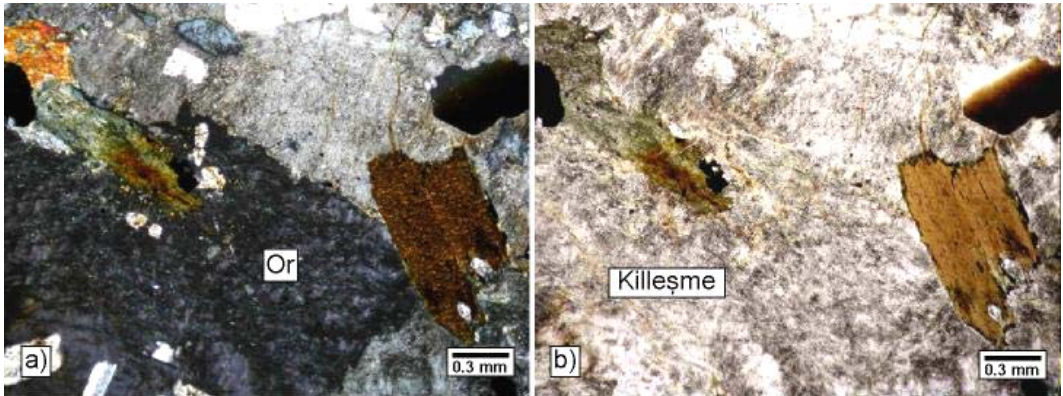


Şekil 5.87. Kösedag siyeniti kuvarşlı siyenite ait hornblend mineralinde gelişen demir oksidasyonu (ZK-144, Hbl=Hornblend, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol

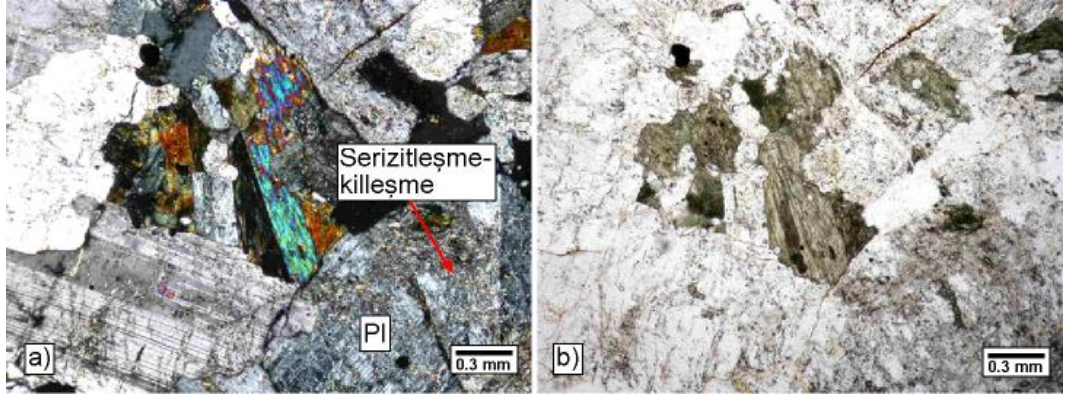


Şekil 5.88. Kösedag̃ siyeniti kuvarslı siyenite ait antirapakivi dokusu (ZK-135, Or=Ortoklaz, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol

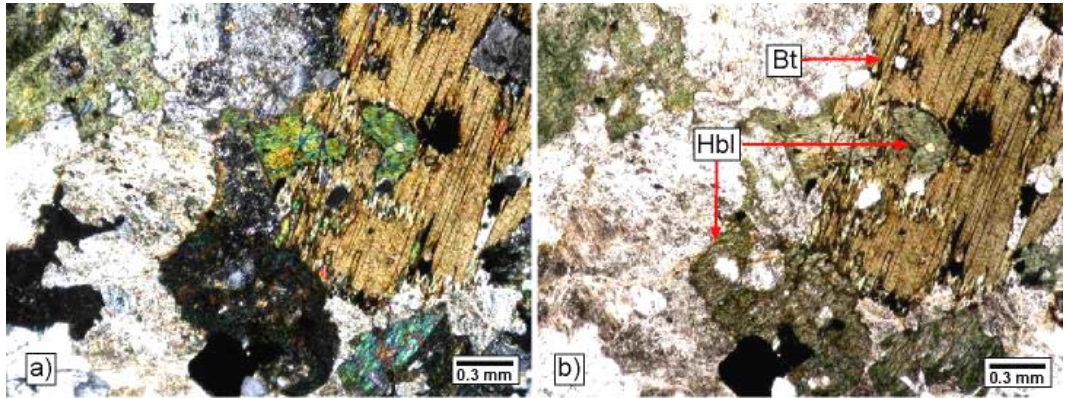
Diğer plütonik kayaçtan biri olan monzonitler; holokristalin tanesel dokulu, açık renkli bileşenleri ortoklaz, plajiyoklaz, kuvars koyu renkli bileşenleri hornblend, biyotit, egirinojit ve opak mineraller oluşturmaktadır. Kuvarslı alkali feldispat siyenit ve kuvarslı siyenitlerden farklı olarak plajiyoklaz ve mafik mineral miktarında artış ile egirinojit minerali içermektedir. Ortoklaz minerallerinde yaygın killeşme (Şekil 5.89), yer yer kaolinitleşme ve silisleşme, plajiyoklazlarda serizitleşme-killeşme (Şekil 5.90), biyotitlerde yer yer kloritleşme gözlenmektedir. Şekil 5.91’de monzonitlerdeki biyotit içerisinde kapanım halinde bulunan hornblend minerali gözlenmektedir.



Şekil 5.89. Kösedag̃ siyeniti monzonitine ait feldispatlarda yaygın killeşme (ZK-384, Or=Ortoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol



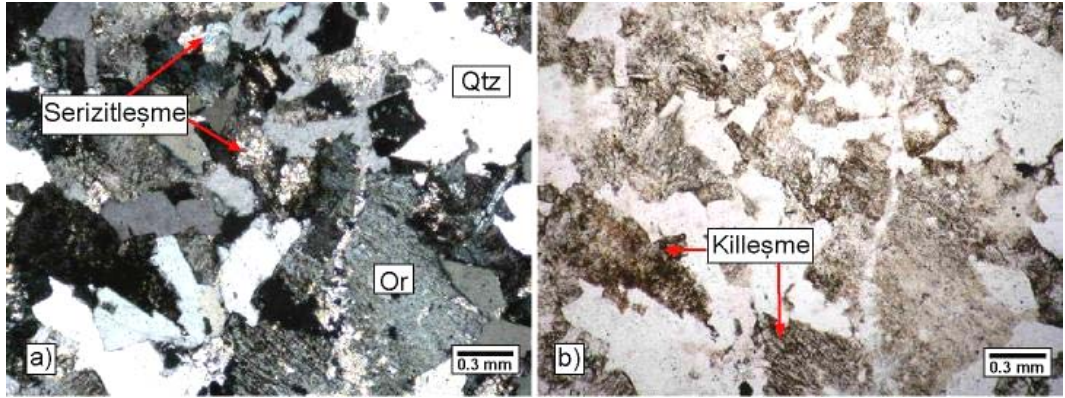
Şekil 5.90. Köseadağ siyeniti monzonitine ait plajiyoklazlarda yaygın serizitleşme ve killeşme (ZK-384), a) tek nikol, b) çift nikol



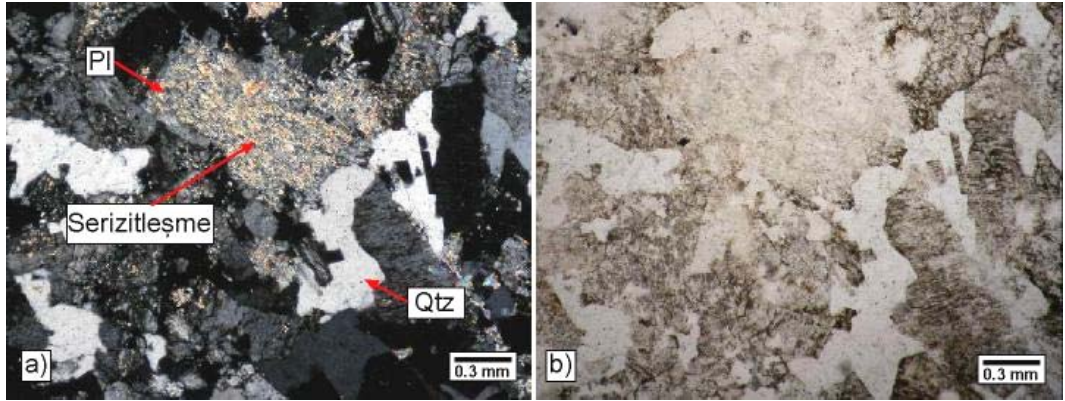
Şekil 5.91. Köseadağ siyeniti monzonitine ait hornblend ve biyotit mineralleri (ZK-384, Hbl=Hornblend, Bt=Biyotit), a) çift nikol, b) tek nikol

Birime ait plütonik kayalardan yalnızca bir örneğin (ZK-387) granit bileşimine sahip olduğu belirlenmiştir. İlgili kayaç holokristalin taneli dokulu ve mineralojik bileşimini ortoklaz, plajiyoklaz, kuvars ve opak mineraller oluşturmaktadır. Ortoklazlarda, yaygın killeşme, yer yer serizitleşme ve pertitik doku (Şekil 5.92), plajiyoklazlarda yaygın serizitleşme gözlenmektedir (Şekil 5.93).

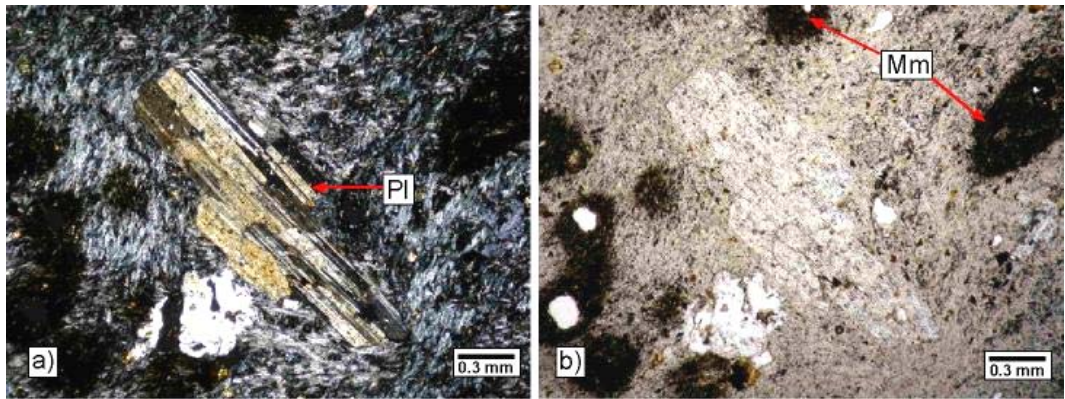
Pülütonikler içerisinde holokristalin porfirik dokulu mineralojik bileşimini plajiyoklaz ve mafik minerallerin oluşturduğu aplit damarları da gözlenmiştir. Aplitik damar kayalarında plajiyoklazlar çoğunlukla ince taneli, az miktarda fenokristal ve mikrolitler şeklinde gözlenmekte, mafik mineraller ise bütünüyle demir oksidasyonu ile bozmuştur (Şekil 5.94).



Şekil 5.92. Köseadağ siyeniti granitine ait ortoklazlarda killeşme-serizitleşme ve kuvarslar (ZK-387, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvars), a) tek nikol, b) çift nikol

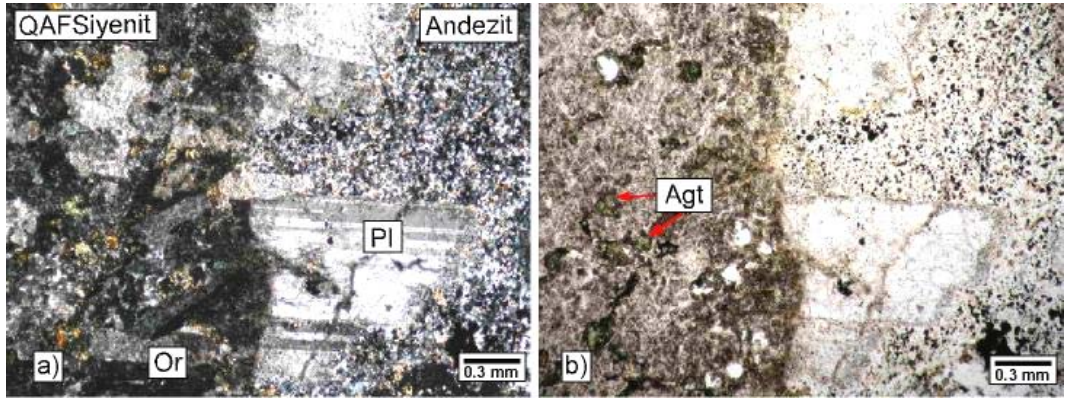


Şekil 5.93. Köseadağ siyeniti granitine ait plajiyoklazlarda serizitleşme ve kuvarslar (ZK-387, Pl=Plajiyoklaz, Qtz=Kuvars), a) tek nikol, b) çift nikol

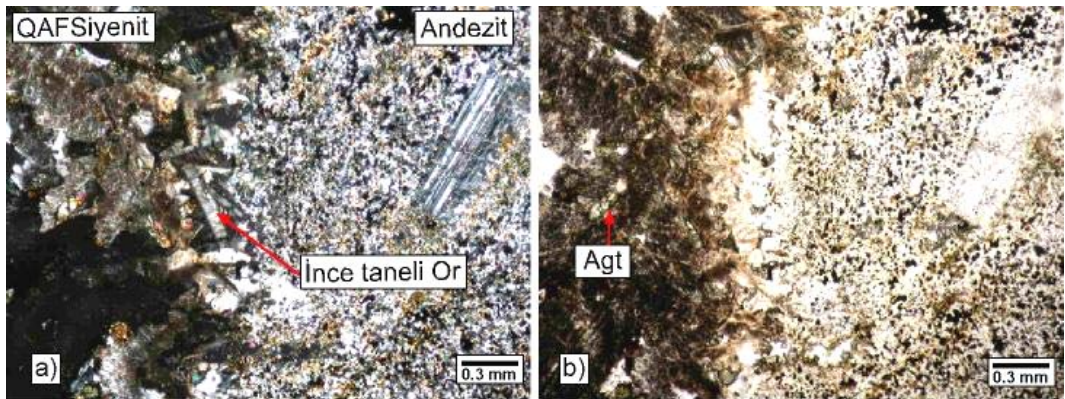


Şekil 5.94. Köseadağ siyeniti aplitlerine ait plajiyoklaz fenokristal-mikrolitleri ve opasitleşmiş mafik mineraller (ZK-415, Pl=Plajiyoklaz, Mm=Mafik mineral), a) tek nikol, b) çift nikol

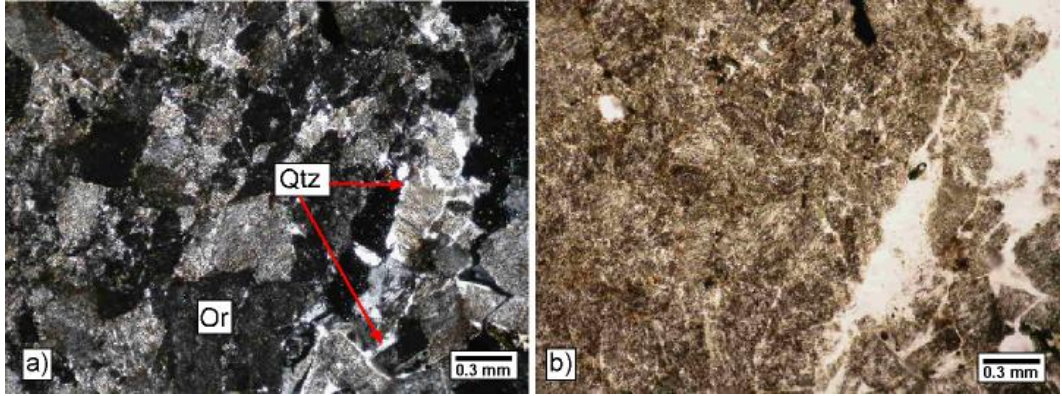
Karataş volkanitlerine ait holokristalin-porfirik dokulu andezit ile Köseadağ siyenitine ait holokristalin taneler dokulu kuvarslı alkali feldispat siyenitin dokanağında; kesilmiş plajiyoklazlar (Şekil 5.95) ve ince taneli ortoklaz mineralleri gözlenmektedir (Şekil 5.96). Kuvarslı alkali feldispat siyenitler çok ince taneli egirin ojit mineralleri ve yaygın killeşme gösteren ortoklazlar ile bu minerallerin arasında kalan boşluklarda gelişen özşekilsiz kuvarslardan oluşmaktadır (Şekil 5.97). Volkanikler içerisine damarlar (yaklaşık 1 metre) halinde sokulum yapan kuvarslı alkali feldispat siyenitler de aynı dokusal ve mineralojik özellikler gözlenmiş olup; öz şekilli-yarı öz şekilli yassı prizmatik biçimli, yer yer karsald ikizlenmeli, yaygın killeşme gösteren ortoklaz minerallerinin tane boyu artmaktadır (Şekil 5.98).



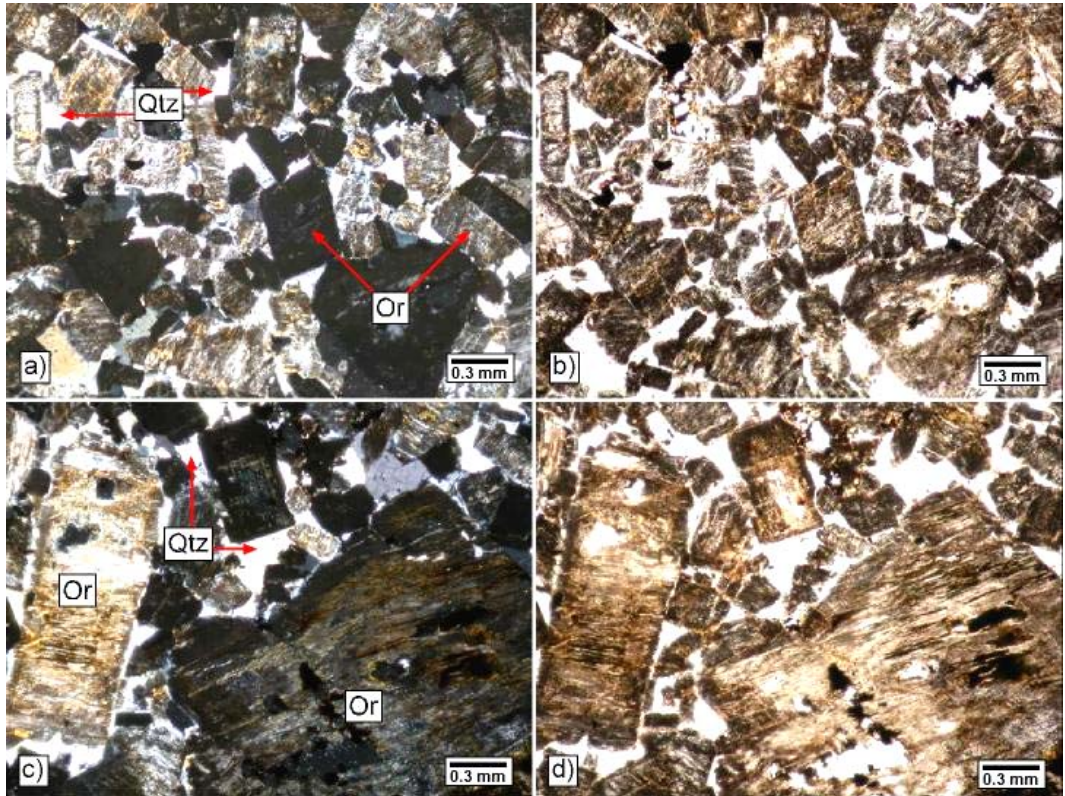
Şekil 5.95. Köseadağ siyenitine ait ince taneli egirinojit içeren kuvarslı alkali feldispat siyenit ile plajiyoklaz fenokristali içeren Karataş volkanitlerine ait andezit dokanağı (ZK-428, Or=Ortoklaz, Pl=Plajiyoklaz, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.96. Karataş volkanitleri ile Köseadağ siyeniti geçişinde, kuvarslı alkali feldispat siyenitlerde ince taneli ortoklaz mineralleri (ZK-428, Agt=Egirinojit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.97. Karataş volkanitleri ile Köseadağ siyeniti dokanağındaki kuvarslı alkali feldispat siyenitlerde ortoklaz ve boşlukları dolduran ince taneli kuvars mineralleri (ZK-428), çift nikol



Şekil 5.98. Karataş volkanitlerine sokulum yapan Köseadağ siyenitinde öz şekilli-yarı öz şekilli yaygın killeşmeli ortoklazlar (ZK-430, Or=Ortoklaz, Qtz=Kuvars), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol

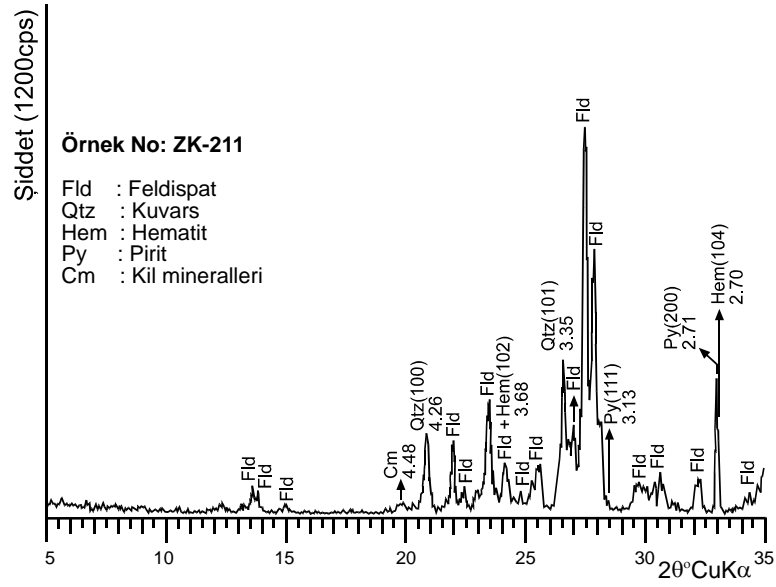
5.4.2. X-ışınları incelemeleri

5.4.2.1. X-ışınları tümkayaç incelemeleri

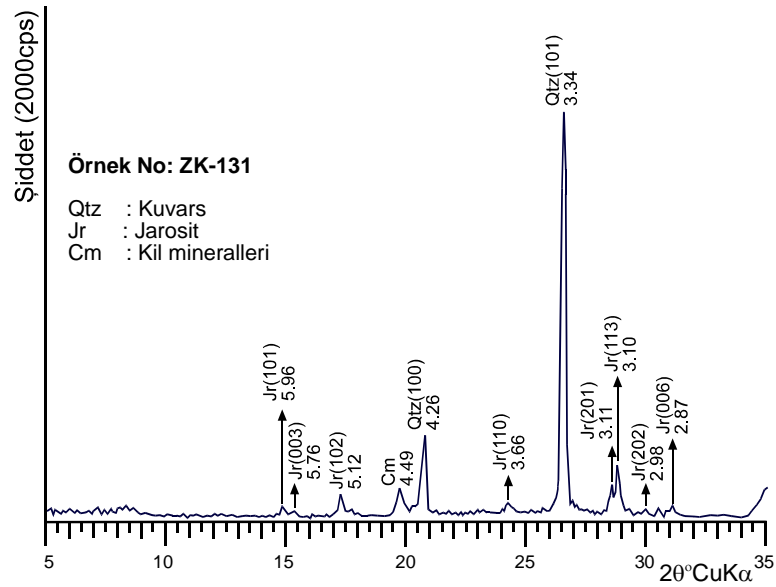
Birimde feldispat, kuvars, kil, biyotit, hematit, jarosit, götit, turmalin, goyazit, hornblend, piroksen, pirit, kalsit, dolomit ve barit mineralleri belirlenmiştir (Ek izelge B.2).

Kuvarslı alkali feldispat siyenitlerde mineral bollukarı feldispat % 40-86, kil % 6-40, kuvars % 5-19, biyotit % 1-9, hematit % 3-10, pirit % 5-12 aralığında, birer örnekte jarosit % 12, dolomit % 4 ve götit % 2 olarak bulunmuştur. Kil minerali içeriği artan örneklerde, kuvars mineralinin miktarı da artmaktadır. En yaygın mineral birlikteliğini feldispat, kuvars, hematit, pirit ve kil oluşturmaktadır (şekil 5.99).

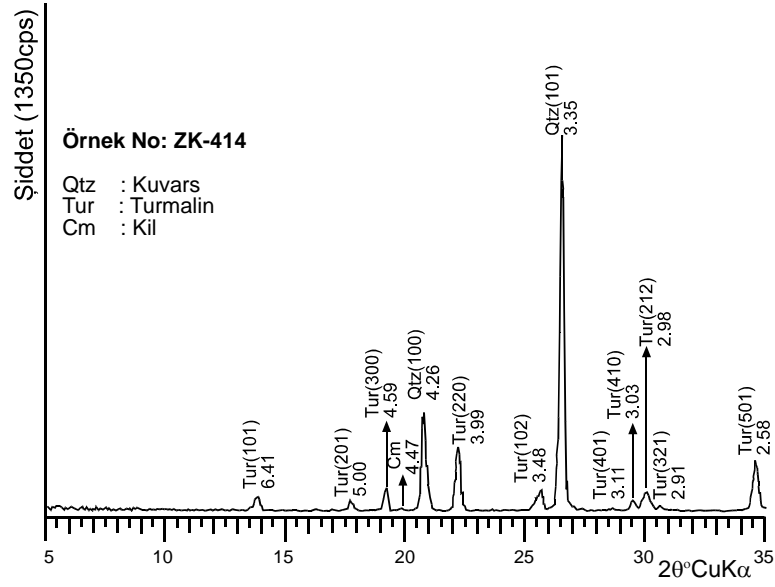
Petrografik incelemeler ile bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenit oldukları belirlenen 45 örnekte kuvars, kil, feldispat, jarosit, götit, turmalin, barit, hematit, kalsit ve goyazit mineralleri saptanmiştır. Bütün rnekler % 6-90 arasında kuvars içermekte, bir örnek ise bütünüyle kuvarstan oluşmaktadır. Kil birimde bulunan en yaygın minerallerden birisi olup, örneklerin hemen hemen tamamında ve % 10-75 miktarlarında bulunmaktadır. Feldispatlar 25 örnekte belirlenmiş ve bozuşma derecesine bağlı olarak miktarında (% 4-70) azalma gözlenmiştir. Jarosit 14 örnekte ve % 3-20 miktarında bulunmakta olup, içerdiği örneklerin tamamında kuvars ve kil (şekil 5.100), bazılarında götit ve/veya feldispatla birliktelik oluşturmaktadır. Götit 11 örnekte ve % 2-17 aralığında gözlenmektedir. Bozuşmamış veya çok az bozuşmuş örneklerden farklı olarak, bunlarda turmalin, barit, goyazit ve kalsit ortaya çıkmakta, biyotit ve dolomit içermemekte, jarosit, kuvars ve kil minerali oranında ise artma gözlenmektedir. En yaygın mineral parajenezlerini kil + kuvars + jarosit \pm götit \pm feldispat ve kil + kuvars + feldispat oluşturmaktadır. Turmalin mineraline birim içerisindeki turmalin-kuvars damarlarını içeren 5 örnekte rastlanmiş ve turmalin + kuvars + kil \pm feldispat \pm jarosit mineral birliktelikleri belirlenmiştir (şekil 5.101). Baritler bozuşmuş plütonik seviyeler içerisinde gözlenen barit damarlarından alınan örnekleri temsil etmekte olup, kil, kuvars ve iki örnekte de götite eşlik etmektedir (şekil 5.102).



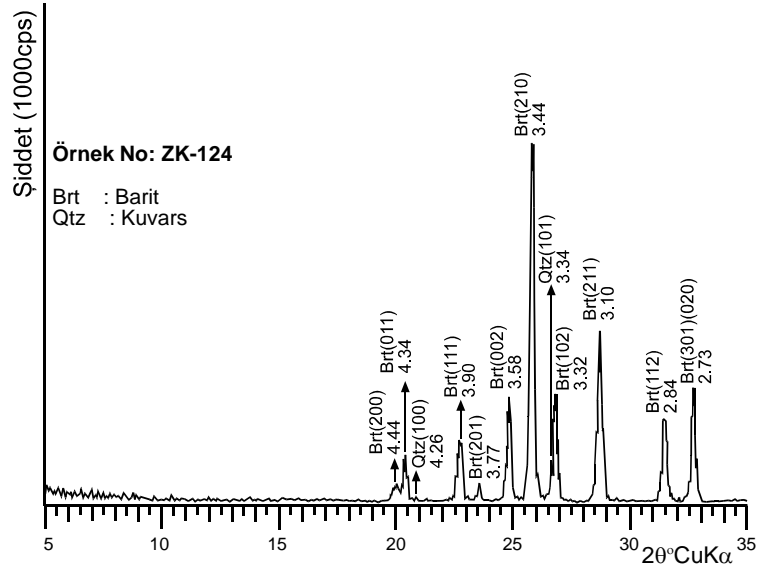
Şekil 5.99. Köseadağ siyenitine kuvarşlı alkali feldispat siyeniteki hematit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



Şekil 5.100. Köseadağ siyenitine ait bozmuş kuvarşlı alkali feldispat siyeniteki jarosit ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



Şekil 5.101. Köseadağ siyenitine ait kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki turmalin ve eşlikçi minerallerin XRD-TK difraktogramı



Şekil 5.102. Köseadağ siyeniti içerisindeki barit damarında gözlenen barit ve kuvars minerallerinin XRD-TK difraktogramı

OM incelemeleri sonucu kuvarşlı siyenit ve bozuşmuş kuvarşlı siyenit olarak tanımlanan 7 örneğin mineralojik bileşimleri kuvarşlı alkali feldispat siyenitlerle benzer olup; feldispat, kil, kuvars, biyotit, hornblend, jarosit, götit ve kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Kil ve kuvars örneklerin tamamında gözlenirken; feldispat 5, biyotit 4 ve hornblend, jarosit, götit, kalsit birer örnekte bulunmaktadır. Bozuşmuş kuvarşlı siyenitlerde bozuşmamış örneklere oranla feldispat miktarında azalma, kuvars ve kilde artış, ayrıca jarosit ve götit mineralleri gözlenmektedir.

Monzonitler feldispat, kil, kuvars, biyotit, piroksen ve hornblend minerallerinden oluşmaktadır. Feldispat, kil, kuvars örneklerin tamamında, biyotit 2, piroksen ve hornblend ise birer tanesinde gözlenmektedir. Granit ise feldispat, kil, kuvars ile bozuşmuş örneğinde bu minerallere ek olarak götit ve jarosit içermektedir.

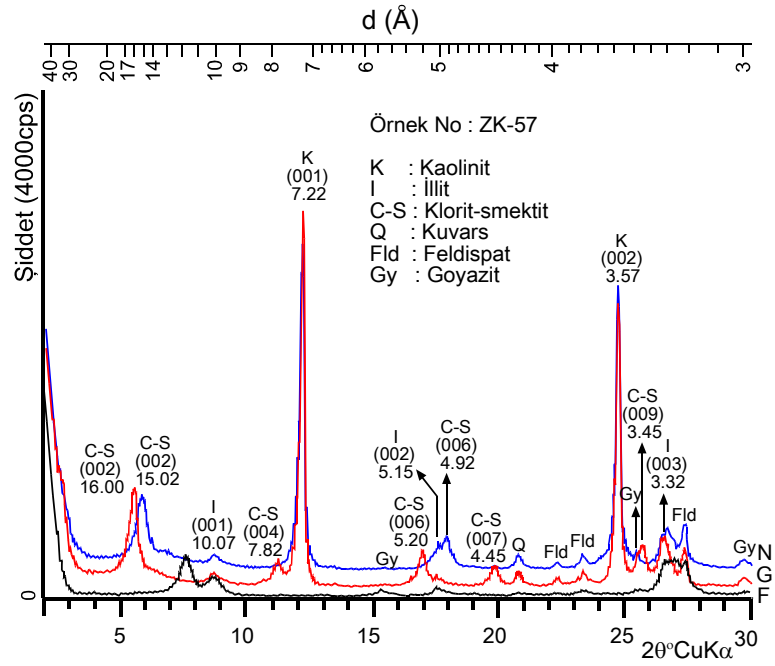
Birim içerisinde gözlenen apilit damarları ise feldispat, kil, kuvars ve turmalin mineralleri içermektedir.

5.4.2.2. X-ışınları kil fraksiyonu incelemeleri

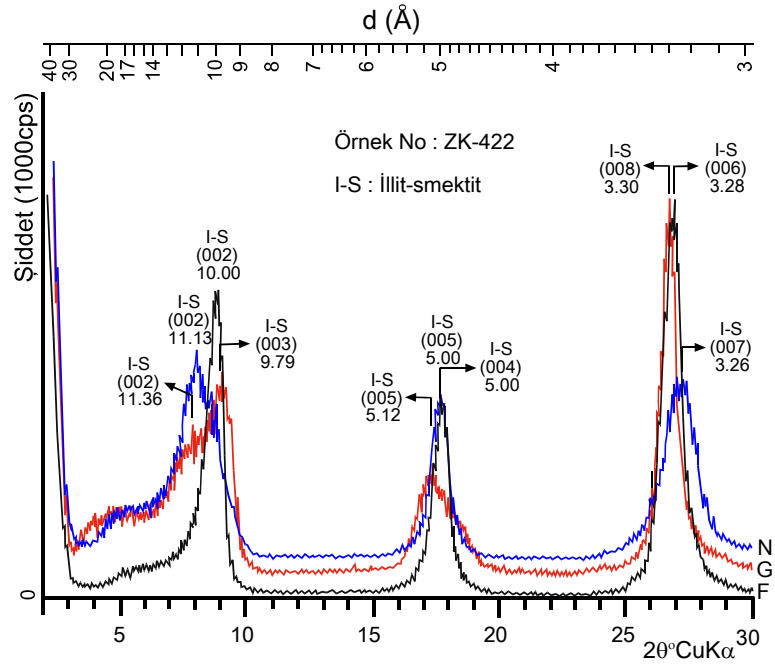
Birimin kil fraksiyonu kaolinit, illit, I-S, smektit, klorit ve C-S minerallerinden oluşmaktadır (bak Ek Çizelge B.2).

Kuvarşlı alkali feldispat siyenitler; kaolinit, illit, I-S, smektit, C-S ve klorit içermektedir. Kil ayrılan 17 örneğin tamamına yakınında kaolinit (% 24-91), 10'unda illit (% 7-44), 7'sinde I-S (% 4-64), 5'inde smektit (% 11-45), 3'ünde C-S (% 12-33) ile bir örnekte klorit (% 56) bulunmaktadır. Yaygın mineral birlikteliklerini kaolinit + illit ± smektit ± C-S (Şekil 5.103.) ve kaolinit + I-S ± C-S ± smektit oluşturmaktadır.

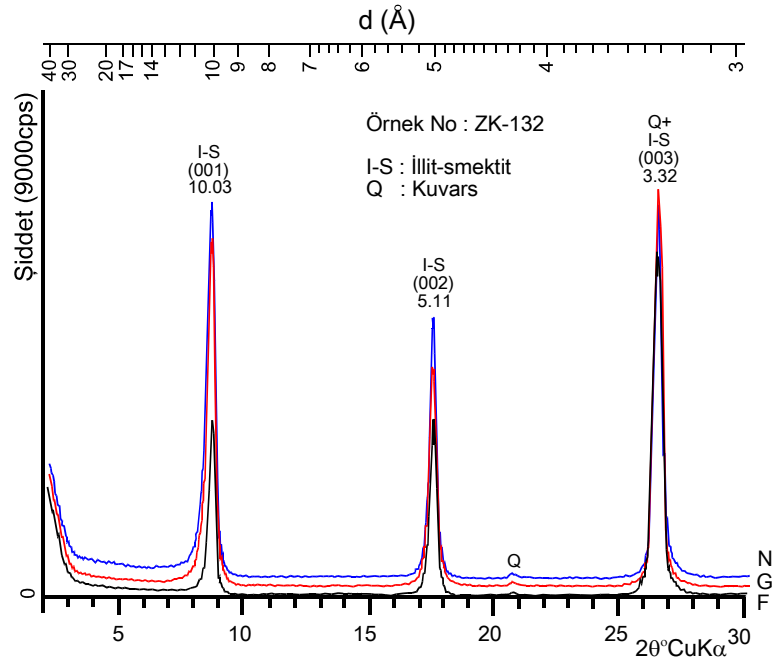
Bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenit örneklerinin kil mineralojileri ve mineral birliktelikleri bozuşmuş olmayan seviyelerle benzer olup; I-S ve klorit miktarında artış, smektit ve C-S'de ise bir azalış gözlenmektedir. I-S, 13 örnekte (Şekil 5.104); kaolinit 2'sinde saf olarak bulunmaktadır. I-S minerallerindeki illit miktarının yüksekliği (% 93) nedeniyle illite yakın pikler sunmaktadır (Şekil 5.105). En yaygın kil minerali parajenezlerini kaolinit + illit + smektit (Şekil 5.106-5.107), kaolinit + I-S ve illit + klorit + I-S + C-S (Şekil 5.108) birliktelikleri oluşturmaktadır. Barit damarlarını temsil eden 4 örnekte, kil fraksiyonunu I-S ve az miktarda kaolinit (% 14) oluşturmaktadır.



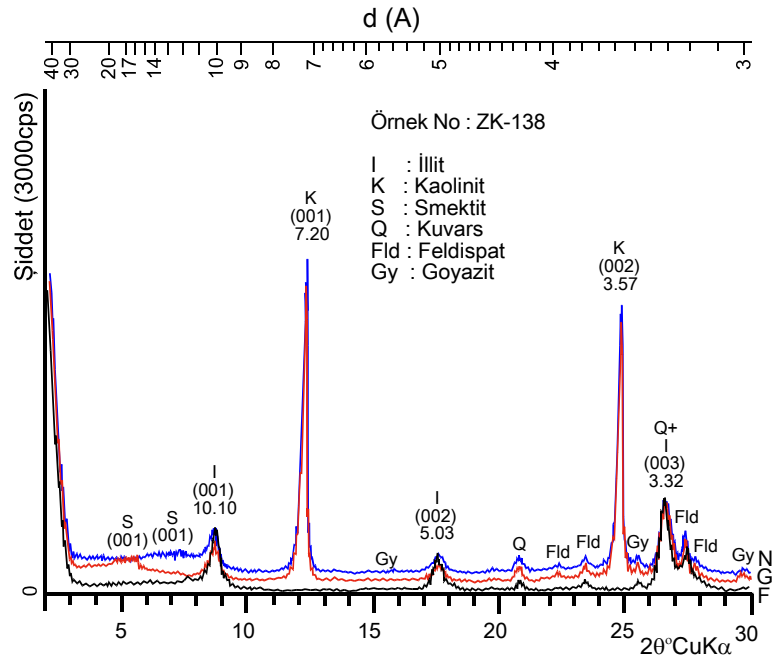
Şekil 5.103. Köseadağ siyenitine ait kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı



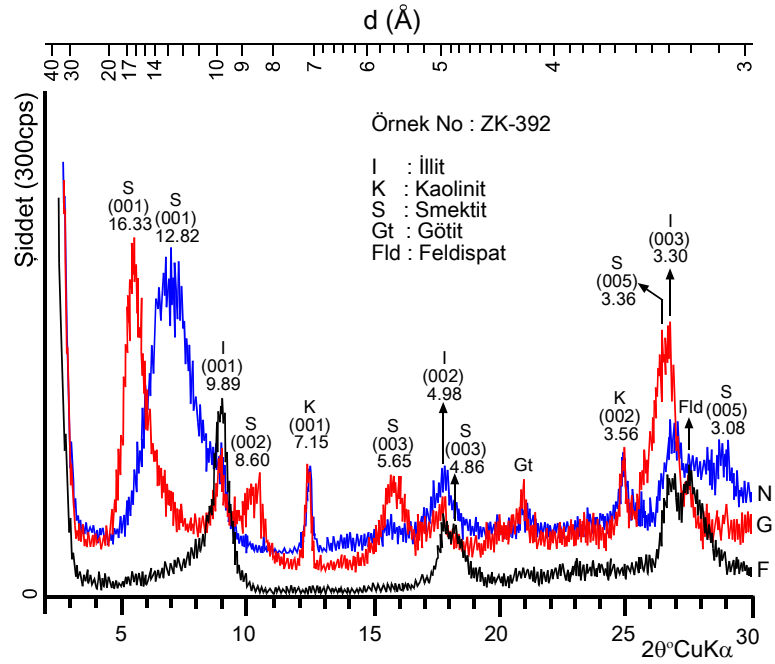
Şekil 5.104. Köseadağ siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki saf I-S mineralinin XRD-KF difraktogramı



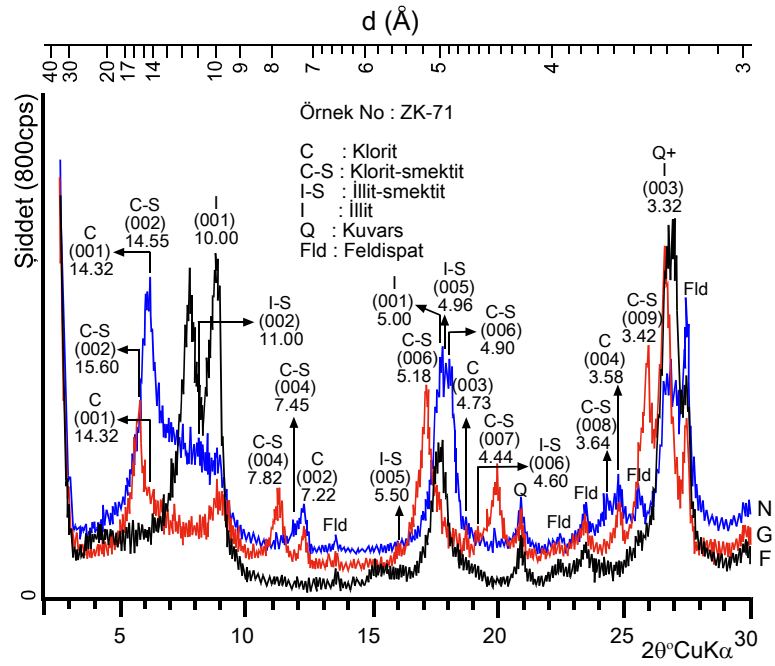
Şekil 5.105. Köseadağ siyenitine ait bozmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki illit bileşenince zengin I-S mineralinin XRD-KF difraktogramı



Şekil 5.106. Köseadağ siyenitine ait bozmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki kaolinit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı



Şekil 5.107. Köseadağ siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitteki smektit ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı



Şekil 5.108. Köseadağ siyenitine ait bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte klorit, C-S ve eşlikçi minerallerin XRD-KF difraktogramı

Kuvarlı siyenitler; illit + kaolinit + smektit veya klorit, illit + klorit + C-S, bozuşmuş örnekleri ise saf I-S veya I-S + klorit (% 4) mineral birliktelikleri içermektedir. Monzonitler C-S, klorit, illit ve kaolinit, bozuşmuş eşdeğerleri ise illit, smektit ile kaolinit minerallerinden oluşmaktadır. Granit illit + kaolinit, bozuşmuş kesimleri ise illit + C-S birlikteliğine sahiptir. Aplit damarında ise illit + kaolinit mineralleri saptanmıştır.

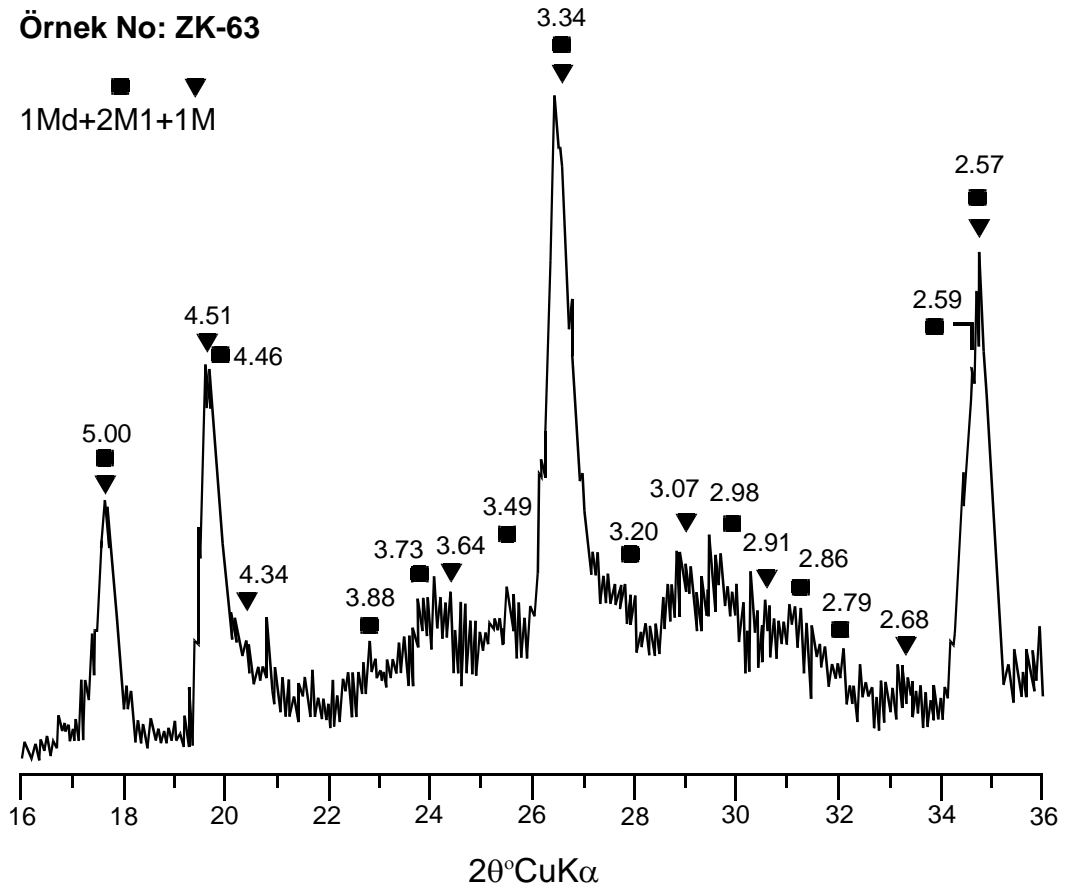
Kaolinit birimde en yaygın gözlenen kil minerali olup, 64 adet örneğin 43'ünde % 5-100 arasında değişen miktarlara sahiptir.

Diğer yaygın kil minerallerinden birisi olan I-S; 13 örnekte ise kil fraksiyonunun tamamını olmak üzere, toplam 39 örnekte bulunmaktadır. I-S'deki illit veya smektit oranı (Moore ve Reynolds, 1997) 24 örnekte hesaplanmış olup, illit içeriği % 84 ile 95 (smektit içeriği % 5 ile 16) aralığında değişmekte olup düzenlenme tipi bütün örneklerde R=3 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, saf yada safa yakın 11 adet örneğin d(060) ölçümleri sonucunda I-S'lerin dioktahedral bileşime sahip oldukları bulunmuştur (Çizelge 5.16).

Çizelge 5.16. Köseadağ siyenitine ait bozuşmuş örneklerdeki I-S'lerin d(060) değerleri ile illit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi

Örnek No	d(060) Å	Tanımlama	% I	% S	Düzenlenme tipi
ZK-52	1.498	Dioktahedral	88	12	R=3
ZK-63			93	07	R=3
ZK-64			93	07	R=3
ZK-116	1.495	Dioktahedral	92	08	R=3
ZK-117	1.497	Dioktahedral	86	14	R=3
ZK-118	1.497	Dioktahedral	90	10	R=3
ZK-122	1.497	Dioktahedral	88	12	R=3
ZK-125	1.498	Dioktahedral	84	16	R=3
ZK-126	1.498	Dioktahedral	84	16	R=3
ZK-131	1.497	Dioktahedral	85	15	R=3
ZK-132			93	07	R=3
ZK-133			94	06	R=3
ZK-136	1.498	Dioktahedral	90	10	R=3
ZK-212			92	08	R=3
ZK-334			94	06	R=3
ZK-387			94	06	R=3
ZK-390			94	06	R=3
ZK-394			92	08	R=3
ZK-395			92	08	R=3
ZK-396			92	08	R=3
ZK-397			87	13	R=3
ZK-412			95	05	R=3
ZK-416	1.494	Dioktahedral	84	16	R=3
ZK-422	1.496	Dioktahedral	86	14	R=3

Bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenite ait iki adet saf örnekten yapılan politipi incelemesi sonucunda illit bileşeni yüksek I-S lerdeki illitin $1M_d+2M_1+1M$ türüne sahip olduğu belirlenmiştir. Şekil 5.109'da verilen illit politipine ait XRD difraktogramında $2M_1$ politipi için d ($Å$); 3.88, 3.73, 3.49, 3.20, 2.98, 2.86, 2.79 ve 2.58 pikleri; $1M$ için: 4.34, 3.64, 3.07, 2.91 ve 2.68 pikleri; $1M_d$ için ise 2θ 22-34 arasındaki piklerde gözlenen kabur ayırtmandır.



Şekil 5.109. Köseadağ siyenitine ait bozuşmuş örneklerdeki illit politipi XRD difraktogramları

İllit örneklerin yaklaşık üçte birinde gözlenmekte ve miktarı % 7-75 arasında değişmektedir.

Smektit; 14 adet örnekte gözlenmekte olup bulunduğu örneklerin %5-40'ını oluşturmaktadır. Örneklerde kaolinit + illit + smektit parajenezi egemen olup, sadece iki örnekte bunlara I-S eşlik etmektedir. ZK-392 nolu örnekten yapılan d(060) ölçümü sonucunda dioktahedral bileşime sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.17).

Klorit birimde en az bulunan kil minerallerinden birisi olup, örneklerin % 20'sinde gözlenmekte ve genellikle klorit + illit ± kaolinit veya C-S parajenezi sunmaktadır.

C-S birimde en az bulunan kil minerali olup, 10 örnekte gözlenmekte ve içerdiği örneklerin % 12-56'sını oluşturmaktadır. Kuvarslı alkali feldispat siyenit ve bozuşmuş granit örneklerinde C-S'deki klorit veya smektit oranı hesaplanmış olup, klorit içeriği %50-52 (smektit içeriği % 48-50) aralığında bulunmuştur. Trioktahedral bileşime sahip C-S'lerin düzenlenme tipi ise R=1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.17. Köseadağ siyenitine ait smektit ve C-S'lerdeki d(060) değerleri ile klorit veya smektit oranı ve düzenlenme tipi

Örnek No	Kayaç	Mineral	d(060) Å	Tanımlama	% C	% S	Düzenlenme tipi
ZK-392		Smektit	1.497	Dioktahedral	0	100	
ZK-57	Kuvarslı alkali feldispat siyenit	C-S	1.543	Trioktahedral	50	50	R=1
ZK-388	Bozuşmuş granit	C-S			52	48	R=1

5.5. İsola Volkanitleri

5.5.1. Optik mikroskop incelemeleri

Birimden alınan 6 adet örneğin OM inceleme sonuçları Çizelge 5.18'de verilmiştir. Fenokristallerine göre yapılan tanımlamada andezit olarak belirlenen ZK-46 nolu örneğin, toplam alkali silis diyagramında jeokimyasal verilerinin değerlendirilmesi sonucu dasit bileşiminde olduğu gözlenmiştir. Kayaç hipokristalin porfirik dokuya sahiptir. Plajiyoklaz ve biyotit fenokristalleri-mikrofenokristalleri ile bazı örneklerde sanidin, apatit ve pirit minerallerinden oluşmaktadır. Plajiyoklaz fenokristalleri-mikrofenokristallerinde yaygın killeşme ve serizitleşmeler gözlenmektedir (Şekil 5.110). Matriks plajiyoklaz mikrolitleri ile volkanik camdan oluşmakta, yaygın olarak killeşme, kloritleşme ve serizitleşme türü bozunmalar içermektedir (Şekil 5.111).

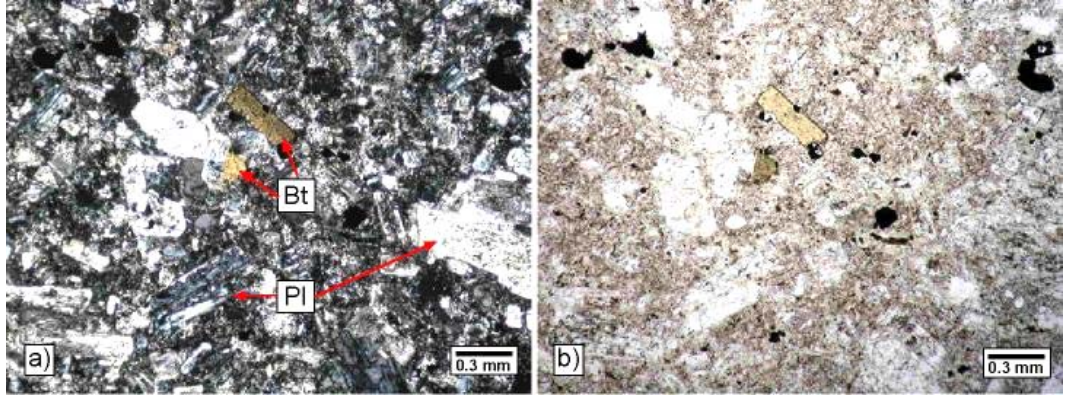
Volkanitlerin mikroçatlakları Fe-oksit dolguludur. İçerisinde kendisinden farklı doku ve mineralojiye sahip yuvarlak-köşeli yabancı parçalar (anklav) gözlenmektedir

(Şekil 5.112). Anklavlar ince taneli alkali feldispat minerallerinden oluşmakta ve yaygın killeşmeye uğramış gözlenmektedir. Bir örnekte yine siyenite ait olduğu düşünülen anklav parçacığında çok ince taneli iğnemi, yeşilimsi-mavi renkli turmalin mineralleri gözlenmiştir (Şekil 5.113). Bu birimin volkanitleri, Karataş volkanitlerine ait andezitlerle benzer mineralojik ve dokusal özellikler göstermekte, ancak bol miktarda anklav içermekte ve mafik mineral olarak sadece iki örnekte biyotit minerali bulundurmaktadır.

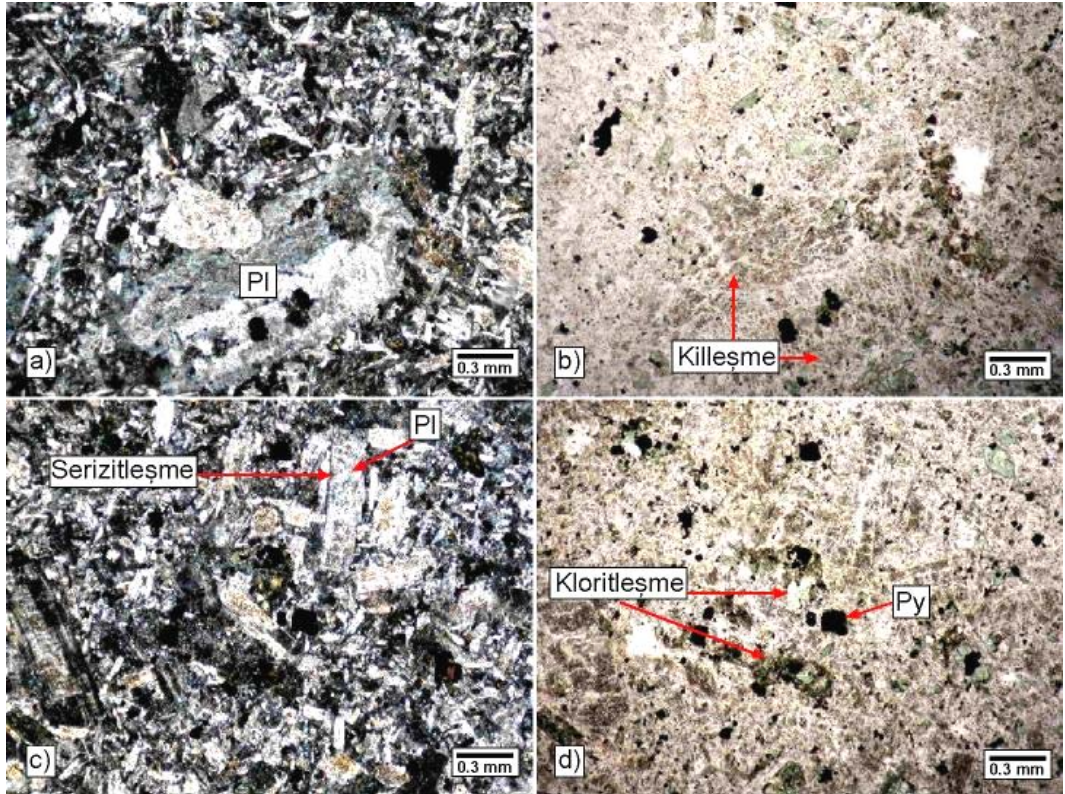
Çizelge 5.18. İsola volkanitlerine ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-46	Hipokristalin porfirik	Pl+Bt+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme, silisleşme karbonatlaşma Bt: Yer yer demir oksidasyonu Pl: Yer yer karbonatlaşma-killeşme	Andezit
ZK-450	Hipokristalin porfirik	Pl+Bt±Sa+Mm	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme Fld : Yaygın killeşme, yer yer kaolinitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Magmatik kayaç anklavı?????	Andezit
ZK-452	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme ve kloritleşme Pl: Yer yer serizitleşme ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme Öz şekilli Py	Andezit
ZK-452/1	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme Pl: Yer yer serizitleşme ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Mikroçatlaklarda demiroksit oluşumlar	Andezit
ZK-453	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme, serizitleşme ve kloritleşme Pl: Yaygın serizitleşme ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme (Bt) Öz şekilli Py	Andezit
ZK-454	Hipokristalin porfirik	Pl±Sa+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme, epidotlaşma ve kloritleşme Pl: Yaygın serizitleşme ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme Apatit	Andezit

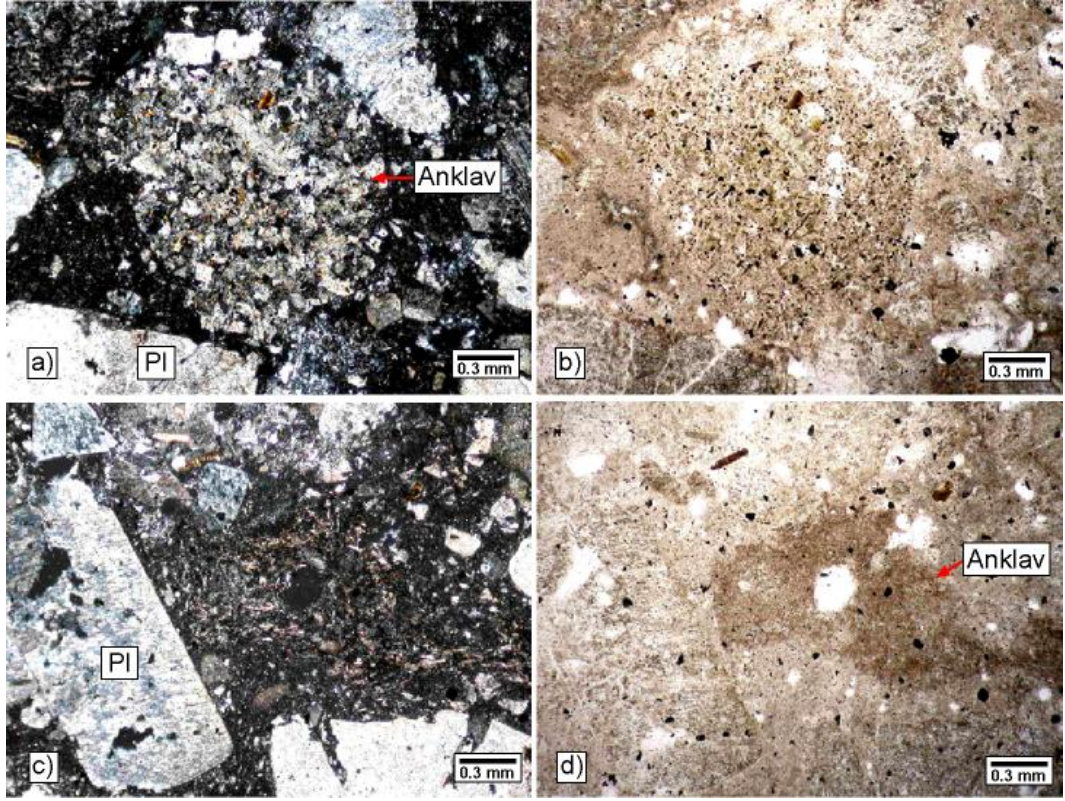
Pl=Plajiyoklaz, Sa=Sanidin, Bt=Biyotit, Mm=Mafik mineral, Om=Opak mineral, Py=Pirit, m=mikrolit, Vc=Volkanik cam, Mt=Matriks



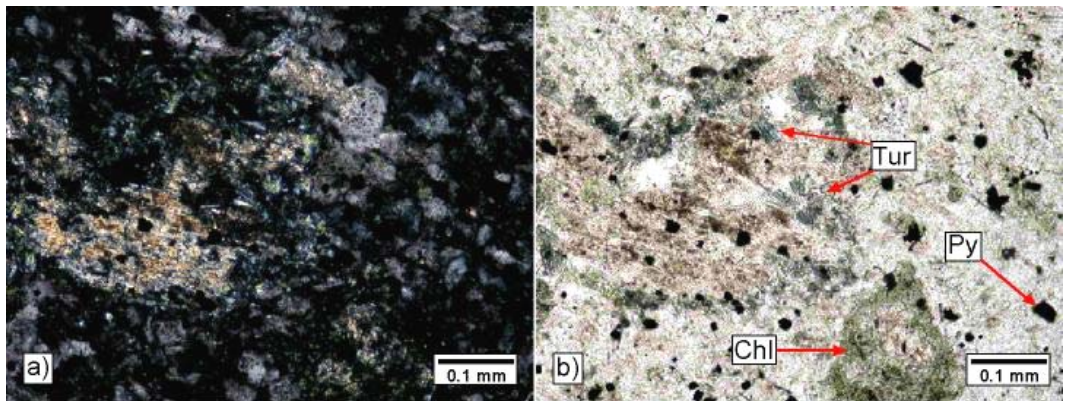
Şekil 5.110. İsola volkanitlerine ait hipokristalin porfirik dokulu andezitlerde plajiyoklaz ve biyotit fenokristalleri (ZK-46, Pl=Plajiyoklaz, Bt=Biyotit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.111. İsola volkanitlerine ait andezitlerdeki plajiyoklaz fenokristalleri-mikrofenokristallerinde yaygın serizitleşme ve killeşme ile matrikste yaygın kloritleşme ve killeşme (ZK-452, Pl=Plajiyoklaz, Py=Pirit), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol



Şekil 5.112. İsola volkanitleri içerisinde kendisinden farklı doku ve mineralojiye sahip yuvarlak – köşeli yabancı parçaların (anklav) görünümü (ZK-450, Pl=Plajiyoklaz), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol



Şekil 5.113. İsola volkanitlerindeki siyenite ait anklav içerisindeki turmalin iğnecikleri ve kloritleşme ile pirit mineralleri (ZK-453, Tur=Turmalin, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol

5.5.2. X-ışınları incelemeleri

İnceleme sahasından alınan örneklerin tümkayaç ve kil fraksiyonu çözümü sonuçları Çizelge 5.19’da verilmiştir. Birimden saptanan başlıca mineraller; feldispat, kil, biyotit, pirit, hematit, turmalin ve kuvars mineralleridir.

Birimden alınan üç örnek üzerinde yapılan incelemeler sonucunda kil fraksiyonunu illit + kloritin oluşturduğu, illitin iki örnekte % 95 ve bir örnekte % 50 oranında bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.19. İsola volkanitlerine ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)

Örnek	Tüm Kayaç							Kil Fraksiyonu		Kayaç
	Qtz	Fld	Bt	Py	Hem	Tur	Cm	Ill	Chl	
ZK-46	25	51					24			Andezit (Dasit)*
ZK-450		92	5				3	95	5	Andezit*
ZK-452/1		71	6				23	95	5	Andezit*
ZK-453		58	5	5	4	+	27	50	50	Andezit*

Qtz=Kuvars, Fld=Feldispat, Bt=Biyotit, Py=Pirit, Hem=Hematit, Tur=Turmalin, Cm=Kil minerali, Ill=İllit, Chl=Klorit, * ince-kesiti yapılan örnekler

5.6. Onarı Formasyonu

5.6.1. Optik mikroskop incelemeleri

Birimdeki kireçtaşlarından alınan 4 adet örneğin OM incelemesi sonucunda dokusal olgunlaşma açısından, örnekler iyi boylanmış, kötü boylanmış ve istiflenmiştir. Sparit-mikrosparit çimentolu oldup, allokemler intraklastlar, fosil (mercan, alg (zizzia), Miolepidocyclina sp. Elphidium sp.) ve oolitlerden, litoklastlar ise kuvars ve feldispat mineralleri ile volkanik kayaç parçalarından oluşmaktadır (Çizelge 5.20). Folk (1968) sınıflamasına göre; karbonat kayaçları sparit (dolomitli intrabiyosparit, litoklastlı mikrosparit, dolomitli fosilli oosparit, demirli sparit) biçiminde adlandırılmıştır.

Çizelge 5.20. Onarı formasyonuna ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları

Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Bağlayıcı malzeme	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-253	İstiflenmiş	Cal+Dol	Sparit	Mercan, alg (zizzia) fosilleri, Miolepidocyclina sp. Elphidium sp. mikritik intraklastlar	Dolomitli intrabiyosparit
-301	Kötü boylanmış	Cal	Mikrosparit	Volkanik kayaç parçacıkları, Qtz ve Fld taneleri, yer yer fosil	Litoklastlı mikrosparit
-302	İyi boylanmış	Cal+Dol	Sparit	Yaklaşık aynı tane boyuna sahip elipsoyidal oolitler, fosil, yer yer intraklast	Dolomitli fosilli Oosparit
-306	İyi boylanmış	Cal+Qtz	Sparit	Killeşmiş volkanik kayaç parçacıkları, Fe oksidasyonu, yer yer Qtz taneleri	Demirli sparit

Cal=Kalsit, Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, Fld=Feldispat.

5.6.2. X-ışınları incelemeleri

İnceleme sahasından alınan örneklerin tümkayaç ve kil fraksiyonu çözümü sonuçları Çizelge 5.21’de verilmiştir. Birimden saptanan başlıca mineraller; kalsit, aragonit, dolomit, kuvars, feldispat, fillosilikat, hematit ve götit mineralleridir. Kil fraksiyonunu illit, C-S, I-S, smektit ve klorit oluşturmaktadır.

C-S; trioktahedral bileşime sahip olup, yaklaşık % 45 klorit (% 55 smektit) tabakası içermektedir (Çizelge 5.22). İllitler dioktahedral karakterde ve yaklaşık % 3 smektit (% 97 illit) tabakasına sahiptir.

Çizelge 5.21. Onarı formasyonuna ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)

Örnek No	Tüm kayaç								Kil fraksiyonu				Kayaç adı
	Cal	Arg	Dol	Qtz	Fld	Ps	Hem	Gt	Sm	Chl	I-S	C-S	
ZK-253	80		20										Dolomitik kireçtaşı*
-253/1	93	7											Kireçtaşı*
-253/2	98			2									Kireçtaşı*
-301	83			4	7	6			24	8	68		Kireçtaşı*
-302	63		23	6		8				4		96	Dolomitik kireçtaşı*
-306	58			8		8	17	9			100		Demirli kireçtaşı*
-307				3			97						Yumur demirtaşı

Cal=Kalsit, Arg=Aragonit, Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, Fld=Feldispat, Ps=Fillosilikat, Hem=Hematit, Gt=Götite, Sm=Smektit, Chl=Klorit, I-S=Illit-smektit, C-S=Klorit-smektit, * incekesiti yapılan örnekler

Çizelge 5.22. Onarı Formasyonu C-S ve illitte d(060) değerleri ile % klorit ve % illit içerikleri

Örnek No	Birim				İllit				Klorit			
		Kil	d(060) Å	Tanımlama	2θ(003)	2θ(005)	Δ2θ°	% İllit	2θ(004)	2θ(009)	Δ2θ°	% Klorit
ZK-302	Onarı	C-S	1.553	Trioktahedral					11.36	26.00	14.64	44.46
-306	Onarı	Ill	1.493	Dioktahedral	8.80	17.40	8.60	97.17				

5.7. Şerefiye Bazaltı

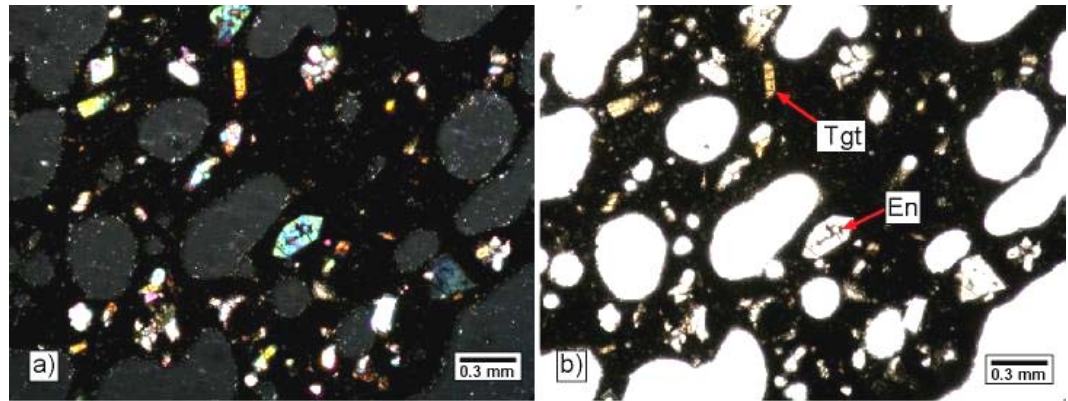
5.7.1. Optik mikroskop incelemeleri

Birimden alınan 2 adet örneğin OM incelemeleri sonucunda (Çizelge 5.23) hipohiyalin porfirik, vesiküler dokulu olduğu (Şekil 5.114), mineralojik bileşiminin ise ojit ve enstatit fenokristalleri-mikrolitleri ile volkan camından oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 5.115).

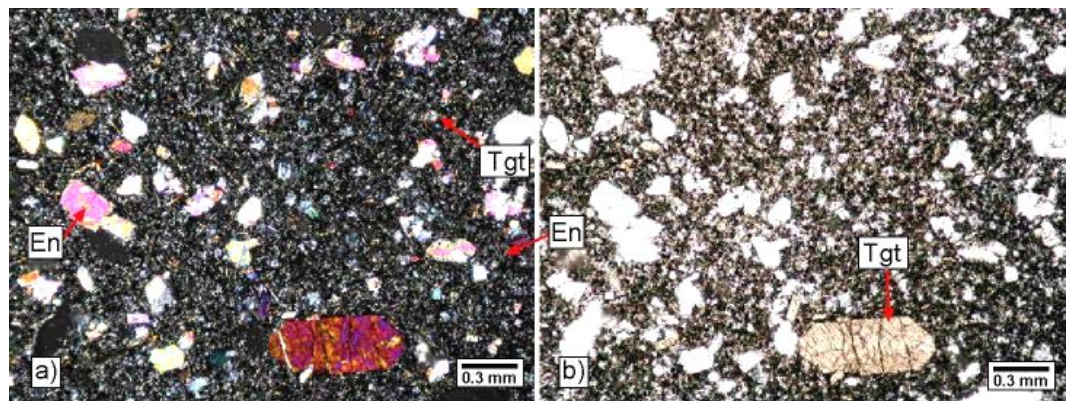
Çizelge 5.23. Şerefiye bazaltına ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-348	Hipohiyalin porfirik, vesiküler	Aug-Titanojit+En	Vc+Aug-m	Yaygın vesiküler doku	Bazalt
ZK-363	Hipohiyalin porfirik, yer yer vesiküler	Aug-Titanojit+En	Vc+Aug-m		Bazalt

Aug=Ojit, En=Enstatit, Vc=Volkanik cam, m=mikrolit



Şekil 5.114. Şerefiye bazaltında vesiküler doku (ZK-348, Tgt=Titanojit, En=Enstatit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 5.115. Şerefiye bazaltında titanojit, enstatit fenokristalleri ve mikrolitleri (ZK-363, Tgt=Titanojit, En=Enstatit), a) çift nikol, b) tek nikol

5.7.2. X-ışınları incelemeleri

Birimden yapılan XRD-TK incelemesi sonucunda (Çizelge 5.24), bolluk sırasına göre piroksen, feldispat ve olivin, bozuşmuş seviyelerinde ise bu minerallere ek olarak kil mineralleri, kalsit ve kuvars minerallerinin eşlik ettiği belirlenmiştir. Bozuşmuş kesiminden yapılan XRD-KF incelemesi sonucunda ise kil fraksiyonunun tamamen smektitten oluştuğu saptanmıştır.

Çizelge 5.24. Şerefiye bazaltına ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)

Örnek No	Tüm Kayaç						KF	Kayaç
	Qtz	Fld	Px	Ol	Cal	Cm	Sm	
-347	3	12	16		6	63	100	Tüf
-348		43	57	+				Bazalt*

Qtz=Kuvars, Fld=Feldispat, Px=Piroksen, Ol=Olivin, Cal=Kalsit, Cm=Kil minerali, Sm=Smektit, * ince-kesiti yapılan örnekler

5.8. Kadıköy Formasyonu

5.8.1. Optik mikroskop incelemeleri

Birimden alınan 16 adet örneğin OM incelemesi sonucu Çizelge 2.25'de verilmiştir. Karbonatlı kayaçların allokemlerini fosiller, ortokemlerini sparit, mikrosparit, mikrit ve litoklastlarını ise kuvars, opak mineral, kromit, killeşmiş ve silisleşmiş volkanik kayaç parçaları ile karbonat kayaç parçaları oluşturmaktadır. Örnekten örneğe değişmekle birlikte; kötü boylanmış, iyi boylanmış, seyrek istiflenmiş veya mikrit dokuludur ve Folk (1968) sınıflamasına göre; dolomikrit, dolomikrosparit, litodolosparit, silisli dolosparit, dolomitli sparit ve dolomitli biyo sparit biçiminde adlandırılmıştır. Kumtaşları ise dokusal açıdan olgunlaşmamış ve kötü boylanmış olup; bağlayıcı malzemesini karbonat ile kil oluşturmaktadır. Kayacı oluşturan bileşenler başlıca kloritleşmiş ve silisleşmiş (kalsedonik) volkanik kayaç parçacıkları, kuvars ve feldispat parçacıklarıdır. Bileşen oranlarına göre (kuvars, feldispat ve kayaç parçacıkları) sınıflandırıldıklarında (Folk ve diğ., 1970) litik grovak ile litarenit olarak tanımlanmışlardır. Birimde çört olarak adlandırılan iyi boylanmış, ana bileşenini kuvarsın oluşturduğu kayaçlar da bulunmaktadır. Bunların çatlaklarında ince ve gözeneklerde iri taneli yer yer kalsedonik kuvars oluşumlarına da rastlanılmaktadır.

Çizelge 5.25. Kadıköy formasyonuna ait kayaç örneklerinin optik mikroskopi inceleme sonuçları

Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Bağlayıcı malzeme	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-98	İyi boylanmış	Qtz	Silis	Çatlaklarda ince ve gözeneklerde iri taneli yer yer kalsedonik Qtz	Çört
-100	Mikrit	Dol	Mikrit	İnce taneli, gözeneklerde iri taneli Qtz,	Dolomikrit
-101	İyi boylanmış	Dol	Mikrosparit	Yer yer mikrit, gözeneklerde iri kalsitler	Dolomikrosparit
-192	Kötü boylanmış	Dol+Qtz	Sparit	Killeşmiş volkanik ve karbonat kayaç parçacıkları, Qtz taneleri, çok az fosil, ender kromit	Litodolosparit
-193	Kötü boylanmış	Dol+Qtz	Sparit	Killeşmiş ve silisleşmiş mikrolitik volkanik kayaç parçacıkları	Litodolosparit
-194	Kötü boylanmış	Dol+Qtz	Sparit	Killeşmiş ve silisleşmiş mikrolitik volkanik kayaç parçacıkları	Litodolosparit
-195	İyi boylanmış	Dol+Qtz	Sparit	Gözeneklerde kalsedonik Qtz, karbonatlarda jel dokusu, ender opak mineral	Silisli dolosparit
-280	Olgunlaşmamış	Cal+Pl+Qtz	Sparit	Kötü boylanmalı, silisleşmiş ve killeşmiş volkanik kayaç parçacıkları	Litik grovak
-343	İyi boylanmış	Cal	Sparit	Gözeneklerde iri karbonat, ender Qtz ve Pl	Dolomitli sparit
-432	Kötü boylanmış	Dol+Qtz	Sparit	Kloritleşmiş ve silisleşmiş (kalsedonik) volkanik kayaç parçacıkları	Litodolosparit
-433	Olgunlaşmamış	Dol+Qtz	Dol+kil	Kloritleşmiş ve silisleşmiş (kalsedonik) volkanik kayaç parçacıkları, matrikste demir oksidasyonu	Litik grovak
-436	Olgunlaşmamış	Qtz+Fld	Kil	Killeşmiş volkanik kayaç parçacıkları, Fe oksidasyonu	Litarenit
-437	Mikrit	Dol	Mikrit	Çatlak ve gözeneklerde sparit ve kalsedonik Qtz	Dolomikrit
-439	İyi boylanmış	Dol	Mikrosparit		Dolomikrosparit
-440	Mikrit	Dol+Qtz	Mikrit	Çatlak ve gözeneklerde ince taneli yer yer jel dokulu kalsedonik Qtz	Silisli dolomikrit
-441	Seyrek istiflenmiş	Cal+Dol	Sparit	Yer yer mikrit, fosil	Dolomitli biosparit

Dol=Dolomit, Cal=Kalsit, Qtz=Kuvars, Fld=Feldispat, Pl=Plajiyoklaz

5.8.2. X-ışınları incelemeleri

Birimden yapılan XRD-TK incelemesi sonucunda fillosilikat, kuvars, dolomit, kalsit, feldispat, manyezit, hematit, goyazit ve aragonit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir (Çizelge 5.26). XRD-KF incelemesi sonucunda ise kil fraksiyonunun kaolinit, smektit, illit-smektit, klorit, klorit-smektit ve illitten oluştuğu bulunmuştur.

Çizelge 2.26. Kadıköy formasyonuna ait kayaç örneklerinin XRD-TK ve KF sonuçları (%)

Örnek No	Tüm kayaç									Kil fraksiyonu						Kayaç adı
	Cal	Dol	Qtz	Fld	Ps	Arg	Mgs	Hem	Gy	Sm	Ill	Chl	Kln	I-S	C-S	
ZK-98			95		5											Çört*
-100		65	9		26								20	46	34	Killi dolomit*
-101	7	78	5		10								19	50	32	Killi dolomit*
-192		43	26		31								100			Kumlu dolomit*
-193		21	37		42								40	60		Kumlu dolomit*
-194		12	45		40				3			14	65	21		Kumlu dolomit*
-195		43	46		11								44	56		Silisli dolomit*
-280	40		12	14	34					70			30			Kumtaşı*
-340		3			63			34		73		27				Marn
-341		12	3	7	63			15		33	39	28				Marn
-342	33	6			61					100						Marn
-343	47				14	39				100						Kireçtaşı*
-432		61	32		7							20	80			Kumlu dolomit*
-433		17	36		43				4				100			Kumtaşı*
-436			41	10	41			8			5		95			Kumtaşı*
-437	5	45	33		17								31	27	42	Silisli dolomit*
-438	2	14	24	9	42			9		11			34	55		Marn
-439	1	81	3	5	10								30	62	8	Killi dolomit*
-440	3	36	54		7					98			2			Silisli dolomit*
-441	58	22	12		8					60			15	25		Killi kireçtaşı*
-442	5	5	15		75					97			3			Kiltaşı

Cal=Kalsit, Dol=Dolomit, Qtz=Kuvars, Fld=Feldispat, Ps=Fillosilikat, Arg=Aragonit, Mgs=Manyezit, Hem=Hematit, Gy=Goyazit, Sm=Smektit, Ill=İllit, Chl=Klorit, Kln=Kaolinit, I-S=İllit-smektit, C-S=Klorit-smektit, * ince-kesiti yapılan örnekler

Birimin smektitleri hem dioktahedral, hem de trioktahedral bileşimdedir (Çizelge 5.27). Smektitler, hemen hemen saf bileşimde olup, içerdikleri illit miktarı % 2 den azdır.

Çizelge 5.27. Kadıköy formasyonu smektitlerinin d(060) değerleri ve % illit içerikleri

Örnek No	Kayaç	Kil	d(060) Å	Tanımlama	İllit			
					2θ ⁰ (003)	2θ ⁰ (005)	Δ2θ ⁰	% İllit
ZK-440	Silili dolomit	Smektit	1.549	Trioktahedral	15.56	26.36	10.80	1.38
-442	Kiltaşı	Smektit	1.506 1.547	Dioktahedral Trioktahedral	15.74	26.24	10.50	1.33

6. JEOKİMYA

6.1. Ana ve İz/Eser Element Jeokimyası

6.1.1. Magmatik kayalar

Çoğunluğu Karataş volkanitleri olmak üzere inceleme alanındaki magmatik kayalarından elde edilen ana ve iz/eser element çözümü sonuçları Çizelge 6.1 ve 6.2.'de verilmiştir. Bir örnek hariç Karataş volkanitlerinin ateşte kayıpları % 2'nin üzerinde olmakla birlikte; bölgenin tümünde egemen olan bozuşmadan dolayı en taze örneklerin seçilmesine özen gösterilmiş, en azından çoğu iz/eser ve nadir toprak elementlerinin kullanımı açısından bu çözümlerinin kullanılması yoluna gidilmiştir.

Magmatik kayalar ana ve iz element içeriklerine göre çeşitli araştırmacıların diyagramlarında sınıflandırılmış ve adlandırılmıştır. Karataş volkanitlerine ait örneklerin yanı sıra, Köseadağ siyenitine ve İsola volkanitlerine ait birer örnekte karşılaştırma amacı ile diyagramlarda birlikte gösterilmiştir. Le Maitre ve diğ.'nin (1989) toplam alkali-silika diyagramında (Şekil 6.1); Karataş volkanitlerine ait örnekler bazaltik trakiandezit, trakiandezit ve trakite kadar değişen bir bileşimsel aralığa ve fraksiyonel kristalleşmeye işaret eden yönelime sahiptir. İsola volkanitlerine ait bir örnek ise dasit bileşimindedir.

Volkanik kayalar ile bozuşma ürünleri, Zr/TiO₂-Nb/Y diyagramında (Winchester ve Floyd, 1977) Karataş volkanitleri alkali bazalt, andezit ve riyodasit/dasit; bozuşma ürünlerinden kaolinit, bazanit/nefelinit; andezit, trakiandezit ve riyodasit/dasit; I-S, subalkali bazalt ve andezit-riyodasit/dasit bölgelerine düşmektedir. Köseadağ siyenitine ait örnek, subalkali bazalt ve bozuşma ürünleri (I-S) riyodasit/dasit ve riyolit, İsola volkanitlerine ait örnek ise trakiandezit alanında bulunmaktadır (Şekil 6.2a).

Çizelge 6.1. İnceleme alanındaki magmatik kayaların ana element çözümü sonuçları

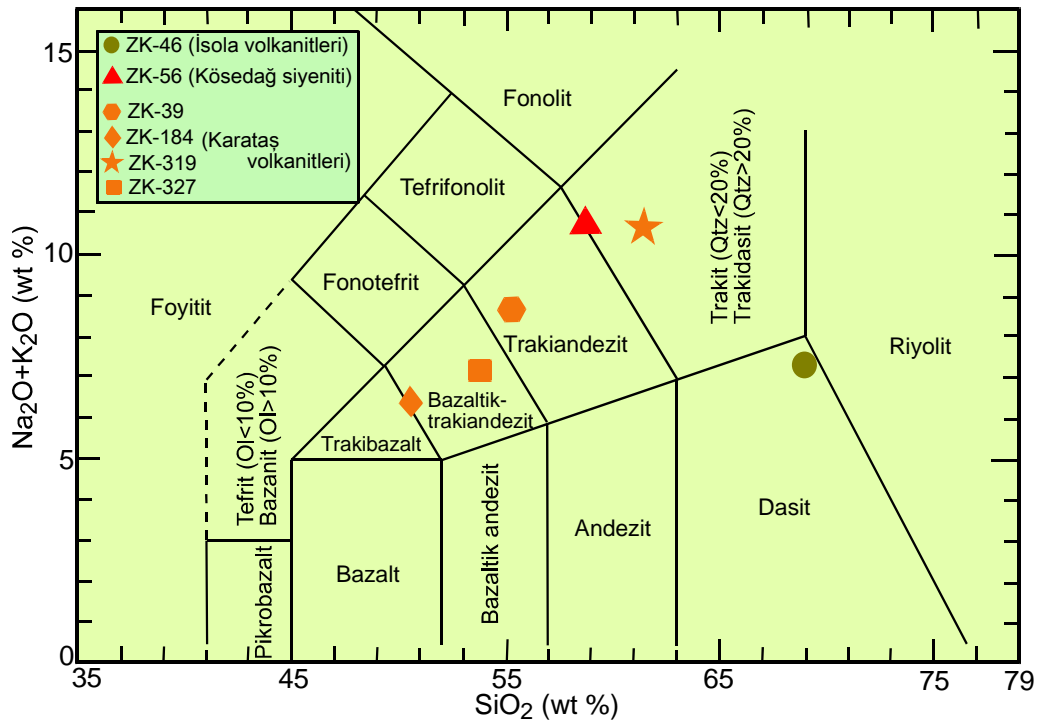
Örnek	Köseadağ siyeniti	İsola volkanitleri	Karataş volkanitleri				
	ZK-56	ZK-46	ZK-39	ZK-184	ZK-319	ZK-327	Ortalama
SiO ₂	58.73	68.96	55.24	50.56	61.43	53.81	55.26
TiO ₂	0.704	0.358	1.002	0.874	0.673	0.768	0.829
Al ₂ O ₃	18.06	15.64	21.71	17.92	17.62	19.90	19.29
ΣFe ₂ O ₃	4.63	2.39	6.19	9.71	4.35	6.32	6.64
MnO	0.123	0.020	0.017	0.164	0.083	0.098	0.091
MgO	0.85	0.68	0.25	4.51	1.00	2.11	1.97
CaO	2.54	1.94	3.24	6.27	2.11	7.41	4.76
Na ₂ O	4.69	4.37	3.57	3.50	4.51	3.87	3.86
K ₂ O	6.13	2.97	5.11	2.90	6.23	3.31	4.39
P ₂ O ₅	0.30	0.16	0.53	0.43	0.27	0.47	0.43
LOI	2.01	2.08	3.50	3.35	1.32	2.42	2.65
Toplam	98.767	99.568	100.359	100.188	99.596	100.486	100.170

ΣFe₂O₃= Toplam Fe olarak, LOI= Ateşte Kayıp

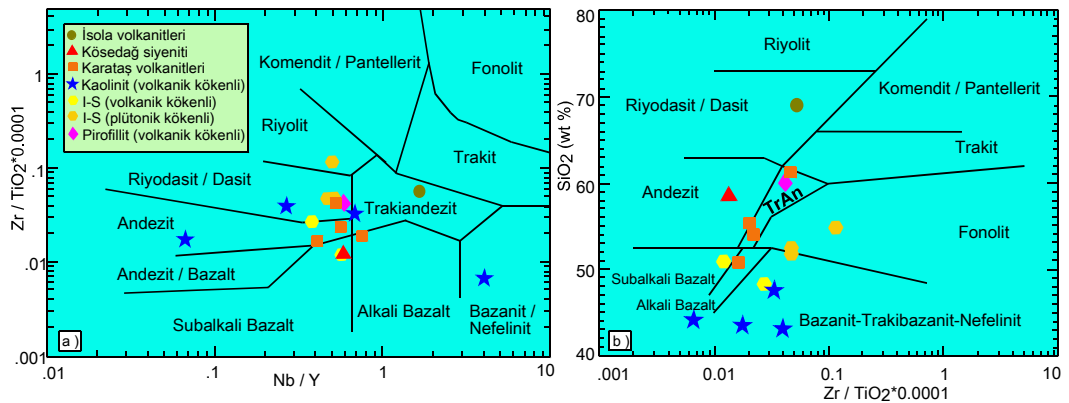
Çizelge 6.2. İnceleme alanındaki magmatik kayaların iz/eser element çözümü sonuçları

Örnek	Kösedag siyeniti	İsola volkanitleri	Karataş volkanitleri				
	ZK-56	ZK-46	ZK-39	ZK-184	ZK-319	ZK-327	Ortalama
Cr	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20.00
Ni	<20	<20	<20	<20	21	<20	20.25
Co	8	10	8	29	8	17	15.50
Sc	8	4	34	24	8	14	20.00
V	94	39	228	259	71	156	178.50
Cu	55	18	59	63	42	29	48.25
Pb	23	13	25	16	21	12	18.50
Zn	59	43	104	173	90	64	107.75
Bi	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10
In	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10
Sn	6	<1	2	1	2	1	1.50
W	49.4	105	15.4	8.2	57.4	56.1	34.28
Mo	<2	<2	2	<2	2	<2	2.00
As	14	<5	15	12	8	11	11.50
Sb	2.5	1.2	5.0	4.8	1.5	0.9	3.05
Ge	1.3	1.2	2.2	1.8	1.7	1.5	1.80
Be	3	2	2	2	5	3	3.00
Ag	<0.5	<0.5	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	0.65
Rb	202	105	172	82	237	98	147.25
Cs	6.2	2.7	21.3	1.2	5.8	1.4	7.43
Ba	1100	528	682	638	1150	748	804.50
Sr	515	262	618	748	337	692	598.75
Tl	0.77	0.60	0.83	0.15	0.41	0.18	0.39
Ga	18	18	23	19	20	20	20.50
Ta	0.70	2.22	0.88	0.44	1.41	0.92	0.91
Nb	10.7	24.7	15.8	9.8	21.8	13.7	15.28
Hf	2.8	5.2	5.4	3.7	8.2	4.7	5.50
Zr	95	200	196	147	308	171	205.50
Y	18.4	14.0	21.8	22.7	39.8	24.1	27.10
Th	7.84	17.50	9.94	5.97	20.40	9.40	11.43
U	1.94	5.53	2.73	2.24	6.87	3.25	3.77
La	28.60	40.30	27.30	24.00	47.80	30.60	32.43
Ce	53.6	62.2	52.8	46.7	76.7	55.5	57.93
Pr	6.20	5.27	5.41	4.98	8.94	5.77	6.28
Nd	23.7	19.0	23.4	22.5	37.4	24.7	27.00
Sm	4.76	3.40	4.89	5.29	8.07	5.54	5.95
Eu	1.330	0.922	1.530	1.510	1.660	1.480	1.55
Gd	3.91	2.39	4.18	4.48	7.31	4.64	5.15
Tb	0.63	0.41	0.70	0.72	1.14	0.73	0.82
Dy	3.60	2.26	3.83	3.95	6.29	4.05	4.53
Ho	0.73	0.42	0.69	0.73	1.22	0.80	0.86
Er	2.25	1.38	2.20	2.33	4.06	2.55	2.79
Tm	0.343	0.214	0.317	0.350	0.645	0.370	0.42
Yb	2.19	1.39	1.94	2.15	3.81	2.27	2.54
Lu	0.323	0.219	0.302	0.330	0.619	0.356	0.40

$\text{SiO}_2\text{-Zr/TiO}_2$ diyagramında ise Karataş volkanitleri alkali bazalt ve trakiandezit; volkaniklerin bozuşması ile oluşan kaolinit ve I-S mineralleri subalkali bazalt ve bazanit-nefelinit; Köseadağ siyeniti andezit, plütöniklerin bozuşmasıyla oluşan I-S mineralleri fonolit ve bazanit-trakibazanit-nefelinit sınırında, İsola volkanitlerine ait örnek ise riyodasit/dasit bölgesinde gözlenmektedir (Şekil 6.2b). $\text{SiO}_2\text{-Zr/TiO}_2$ diyagramındaki dağılım, toplam alkali-silika diyagramına benzer biçimde pozitif bir dağılım sunmaktadır.

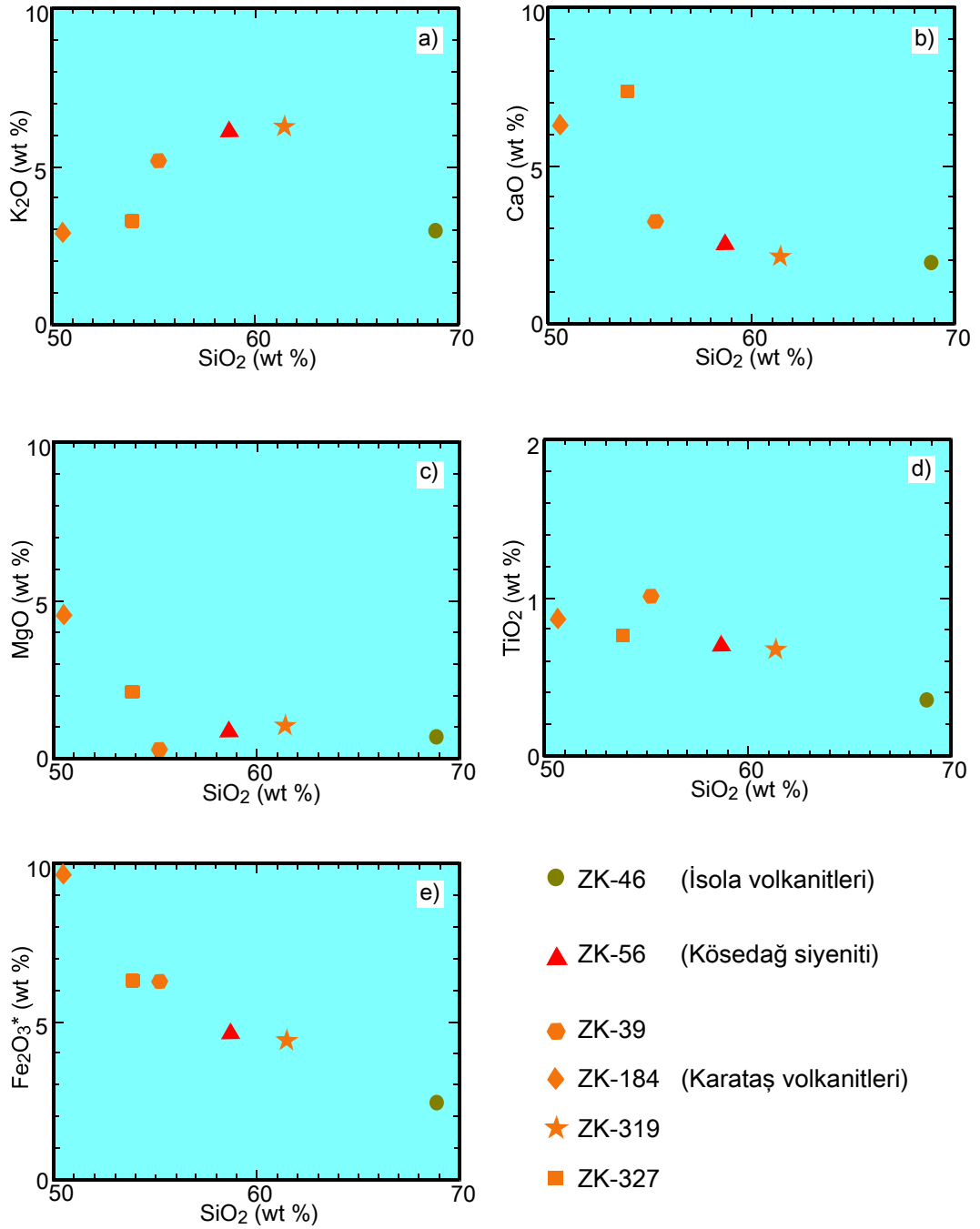


Şekil 6.1. Volkanik kayaçların toplam alkali-silika diyagramında sınıflandırılması ve adlandırılması (Le Maitre ve diğ., 1989)



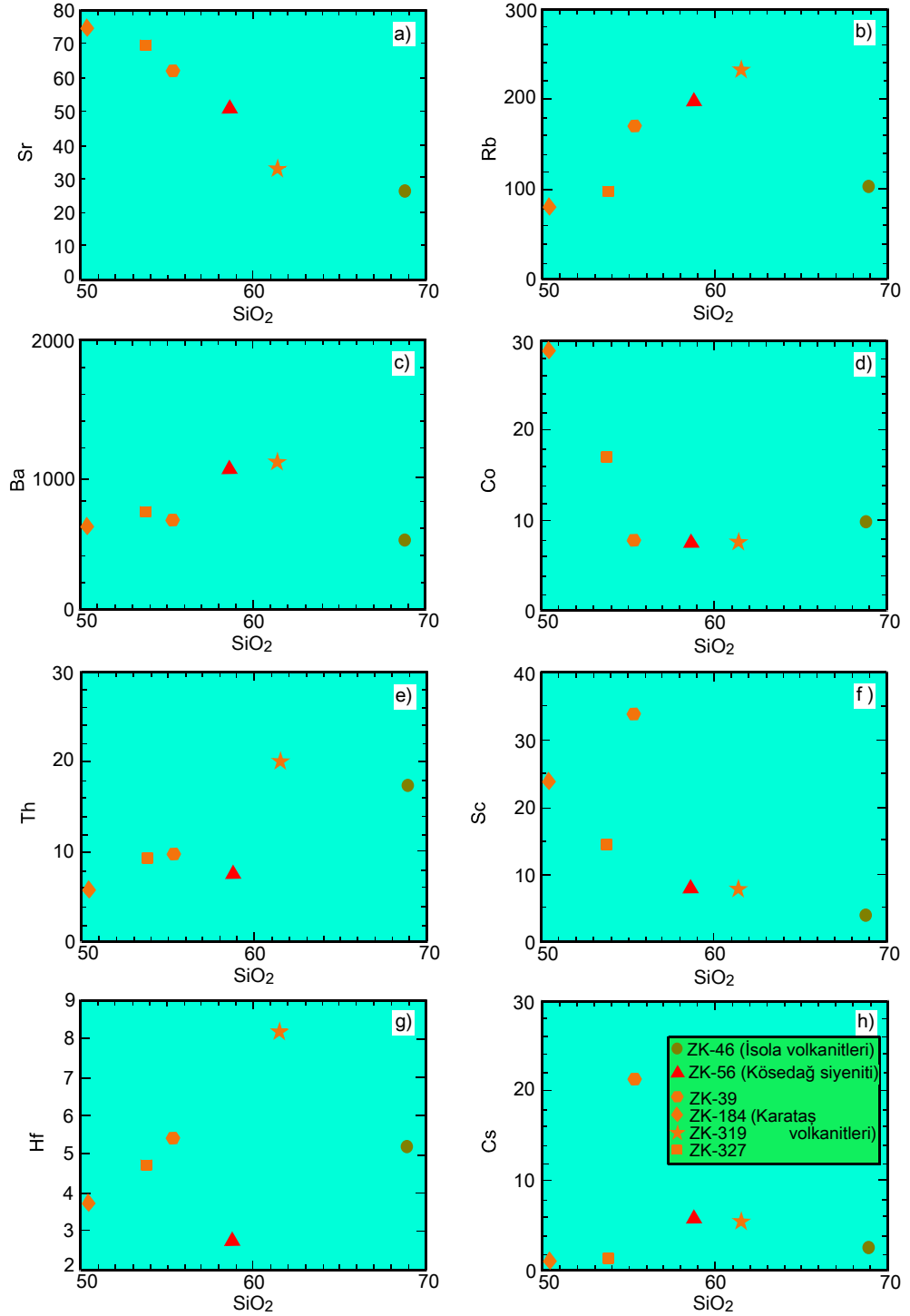
Şekil 6.2. Volkanik kayaçlar ile bozuşma ürünlerinin Winchester ve Floyd (1977) diyagramlarında adlandırılması ve dağılımı a) $\text{Zr/TiO}_2 \cdot 0.0001\text{-Nb/Y}$, b) $\text{SiO}_2\text{-Zr/TiO}_2 \cdot 0.0001$

Elementsel ilişkileri göstermek amacıyla oksit-oksit, oksit-iz ve iz -iz element değişim diyagramları sunulmuştur. Bunlardan oksit-oksit diyagramlarında SiO_2 ' ye göre K_2O pozitif, diğer oksitler (MgO , Fe_2O_3 , CaO , TiO_2) negatif yönelimlere sahiptir (Şekil 6.3).



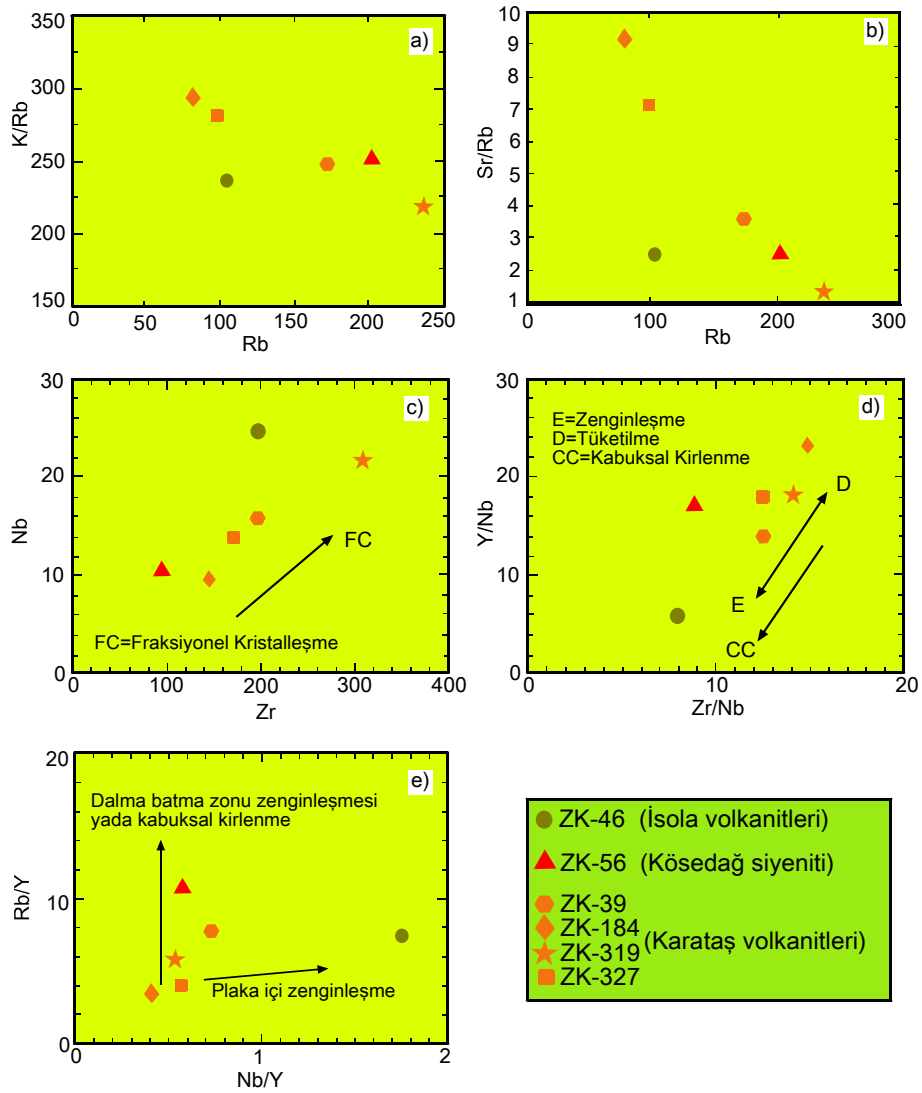
Şekil 6.3. Volkanik kayaların ana element ikili değişim diyagramları, a) SiO_2 - K_2O , b) SiO_2 - CaO , c) SiO_2 - MgO , d) SiO_2 - TiO_2 , e) SiO_2 - Fe_2O_3

Oksit-iz element dağılımı açısından SiO_2 – (Rb, Ba, Th, Hf, Cs) arasında pozitif; buna karşın SiO_2 – (Sr, Co, Sc) arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 6.4).



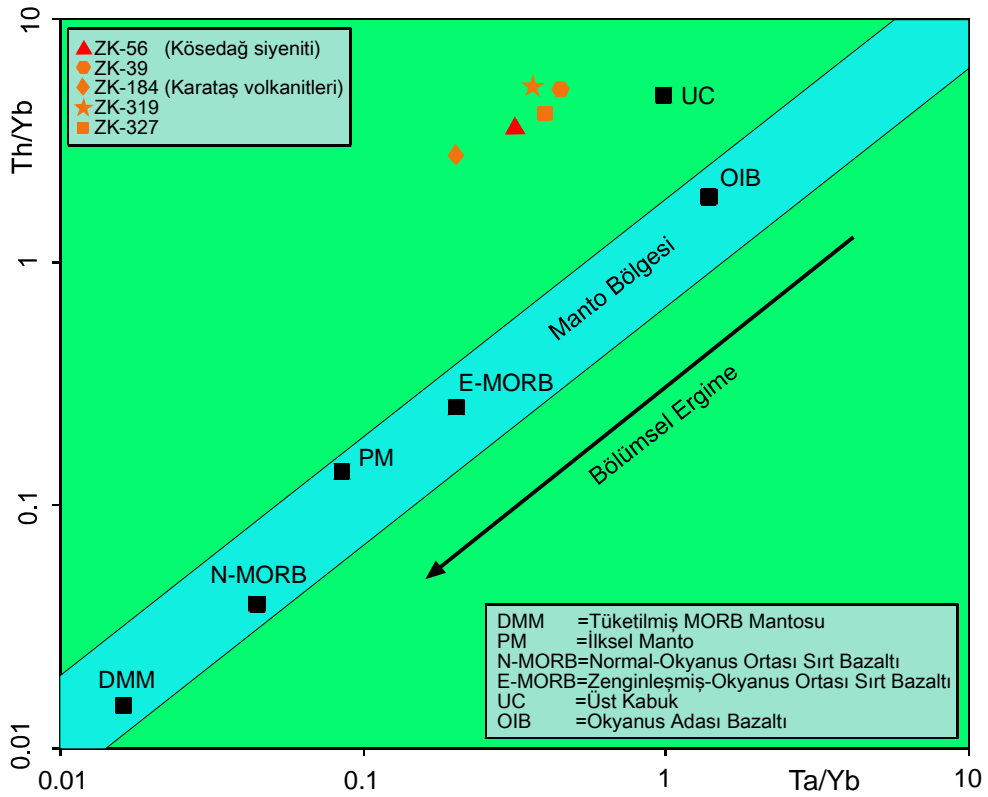
Şekil 6.4. Volkanik kayalar SiO_2 -iz element ikili değişim diyagramları, a) SiO_2 -Sr, b) SiO_2 -Rb, c) SiO_2 -Ba, d) SiO_2 -Co, e) SiO_2 -Th, f) SiO_2 -Sc, g) SiO_2 -Hf, h) SiO_2 -Cs

İz-iz element bollukları dikkate alındığında (Şekil 6.5); iri katyonlu litofil (LIL) elementlerin LILE/LILE-LILE ikili değişim diyagramlarında Sr/Rb-Rb ve K/Rb-Rb arasında negatif; kalıcılığı yüksek elementlerden (HFS) Nb-Zr arasında ise pozitif ilişki bulunmaktadır (Şekil 6.5c). Oksit-oksit, oksit-iz ve iz -iz elementler arasındaki bu ilişkiler fraksiyonel kristallenmeye işaret etmektedir. Ayrıca Y/Nb-Zr/Nb diyagramında (Şekil 6.5d) kabuksal kirlenmeye ve zenginleşmiş manto kaynağına; Rb/Y-Nb/Y diyagramında (Şekil 6.5d) ise büyük ölçüde dalma batma zonu zenginleşmesi yada kabuksal kirlenmeyi gösteren dizilimler ortaya çıkmaktadır.

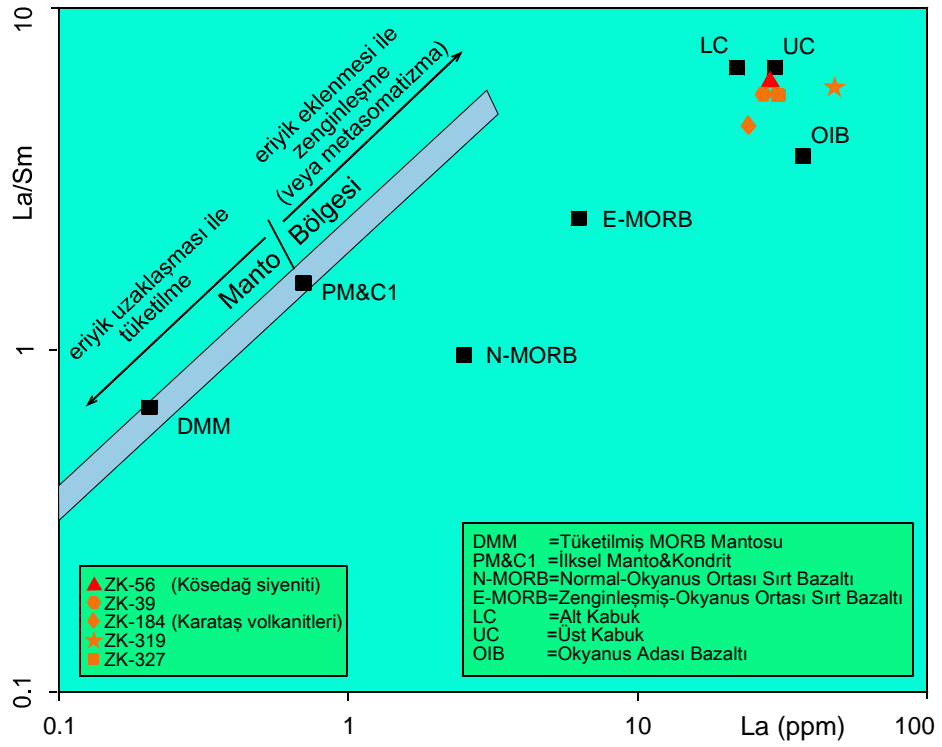


Şekil 6.5. Volkanik kayaların iz-iz element ikili değişim diyagramları, a) K/Rb-Rb, b) Sr/Rb-Rb, c) Nb-Zr, d) Y/Nb-Zr/Nb, e) Rb/Y-Nb/Y

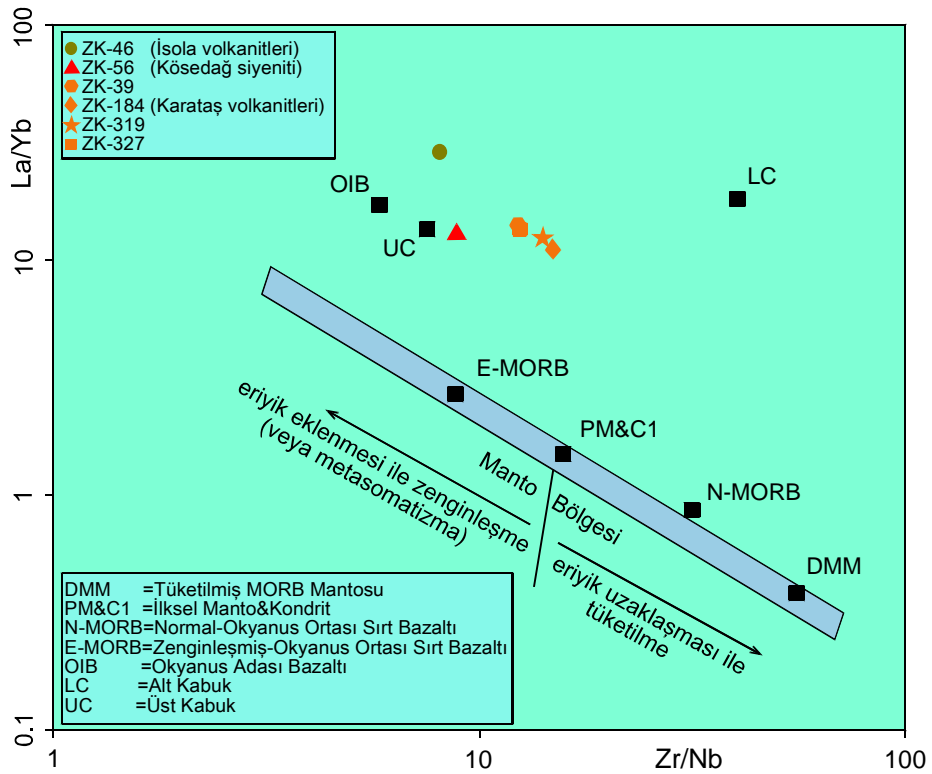
Magmatik kayaların köken malzemesini belirlemek amacıyla HFSE ve REE'lere ait Th/Yb-Ta/Yb (Şekil 6.6), La/Sm-La (Şekil 6.7) ve La/Yb-Zr/Nb (Şekil 6.8) iz-iz element diyagramlarına DMM ve PM (McDonough ve Sun, 1995), C1 (Boynton, 1984), N-MORB, E-MORB ve OIB (Sun ve McDonough 1989), UC (Taylor ve McLennan, 1985), LC (Weaver ve Tarney, 1984), ayrıca DMM ve PM bileşimleri esas alınarak eriyik-kalıntı bileşimlerinin yönelimlerinden itibaren tanımlanan manto bölgesi de eklenerek hazırlanmıştır. Magmatikler her üç diyagramda da manto bölgesinin uzağında ve OIB, UC ile LC'nin yakınında bulunmaktadır. Bir başka ifadeyle; inceleme alanındaki Eosen yaşlı magmatiklerin bölümsel ergime derecesinin azaldığı yönde, OIB bileşimine yakın ancak özellikle üst kıtasal kabuk tarafından bileşimi değiştirilmiş bir magmadan itibaren oluştuğu öngörülebilir. Genç volkanik evreyi temsil eden İsola volkaniti ise ya diyagramların dışında kalmakta ya da ayrı bir alana düşerek farklılığını göstermektedir.



Şekil 6.6. Karataş volkanitleri ve Köseadağ siyenitine ait kayaların Th/Yb-Ta/Yb ikili değişim diyagramında dağılımları



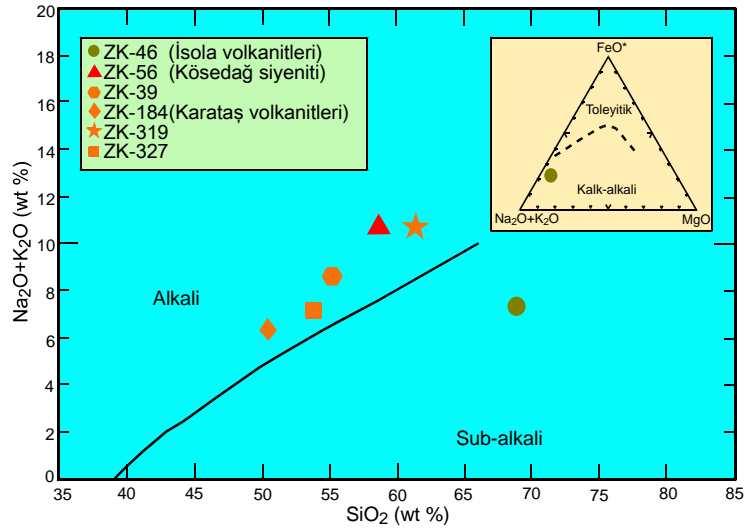
Şekil 6.7. Karataş volcanitleri ve Köseadağ siyenitine ait kayaçların La/Sm-La ikili değişim diyagramında dağılımları



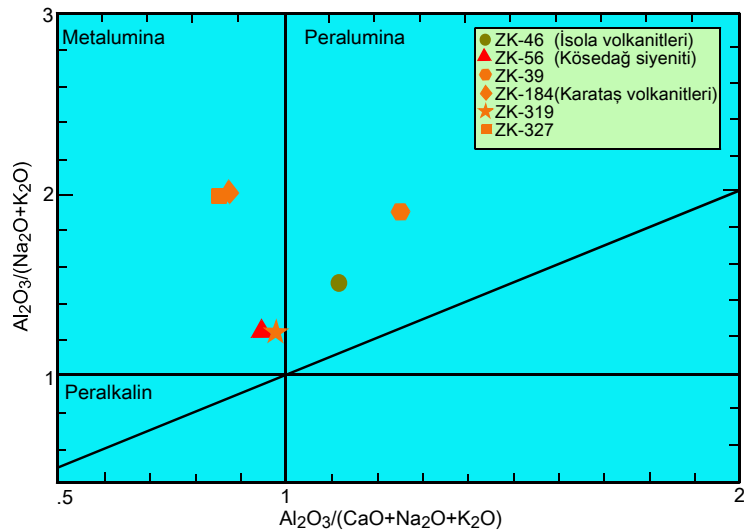
Şekil 6.8. Karataş volcanitleri, Köseadağ siyeniti ve İsola volcanitine ait kayaçların La/Yb-Zr/Nb ikili değişim diyagramında dağılımları

Volkanik kayaçların soy özelliklerinin belirlenmesi için toplam alkali-silika diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971) kullanılmış, Karataş volkanitlerine ait örneklerin alkalin, İsola volkanitlerine ait kayacın ise sub-alkali (AFM diyagramında kalk-alkali) karakterde olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.9).

Volkanikler, Al_2O_3 içeriklerine göre sınıflandırıldığında, Maniar ve Piccoli (1989) diyagramında (Şekil 6.10), Karataş volkanitlerine ait üç örnek ile Köseadağ siyeniti ait örneğin metalumina, Karataş ve İsola volkanitlerine ait birer örneğin ise peralumina bölgesinde bulunduğu gözlenmektedir.



Şekil 6.9. Volkanik kayaçların alkali-subalkali ayırım diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971)

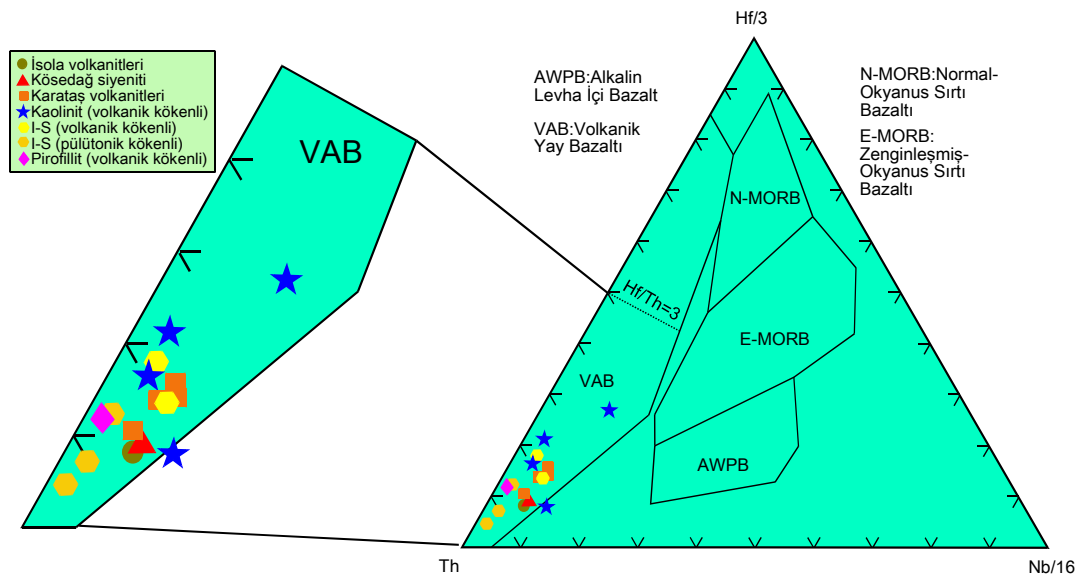


Şekil 6.10. Volkanik kayaçların Al_2O_3 içeriklerine göre sınıflandırılması (Maniar ve Piccoli, 1989)

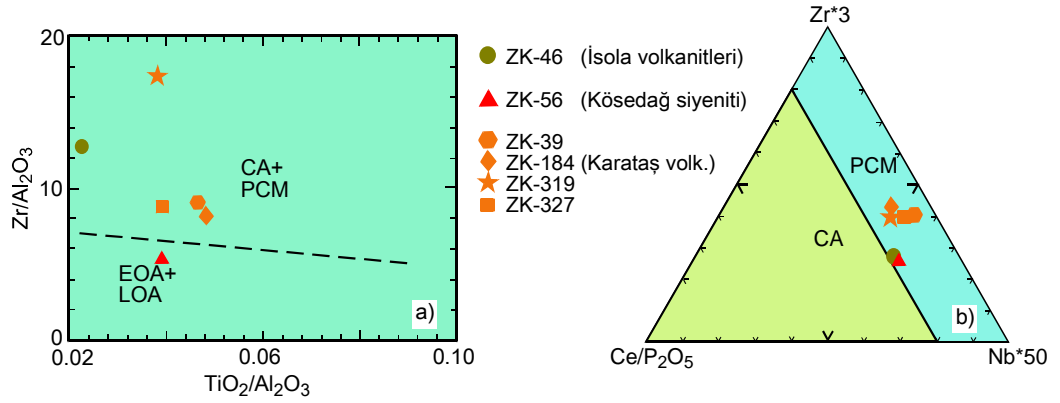
Magmatik kayalar ile bozuşma ürünleri Wood'un (1980) tektonik ortamı gösteren Hf/3-Th-Nb/16 üçgen diyagramında (Şekil 6.11), Th bakımından zengin, yitimle ilişkili volkanik yay kaynağını temsil eden kalk-alkali bazalt alanına düşmektedir. Diyagramdan da görüleceği üzere; magmatikler ile bozuşma ürünleri Th ve Hf içerikleri bakımından farklı, Nb açısından ise kısmen benzer dağılım sunmaktadır.

Müller ve Groves (2000) tarafından potasyumlu alkalin kayaların tektonik konumlarının bulunabilmesi için önerilen yöntemdeki kimyasal analiz sınırları dikkate alındığında, sadece ZK-184 nolu örnek potasyumlu alkalin kayaç olarak tanımlanabilir. Ancak diğer örneklerde karşılaştırma amacı ile kullanılmış, çarpışma-sonrası magmatizma alanında yer aldığı görülmüştür (Şekil 6.12). Bu veri; Boztuğ ve diğ. (1994) tarafından Köseadağ siyenitinin, Neo-Tetisin kuzey kolunun kuzeye doğru yitimiyle ilgili çarpışmaya bağlı kabuk kalınlaşmasının sonlarında, pasif kenarda meydana gelen gerilme rejimi ile gelişebilecek olan manto yükseliminden malzeme alan ve alt kabuktan da kirlenen bir petrojenez mekanizmasına sahip olduğu biçimindeki tezini desteklemektedir.

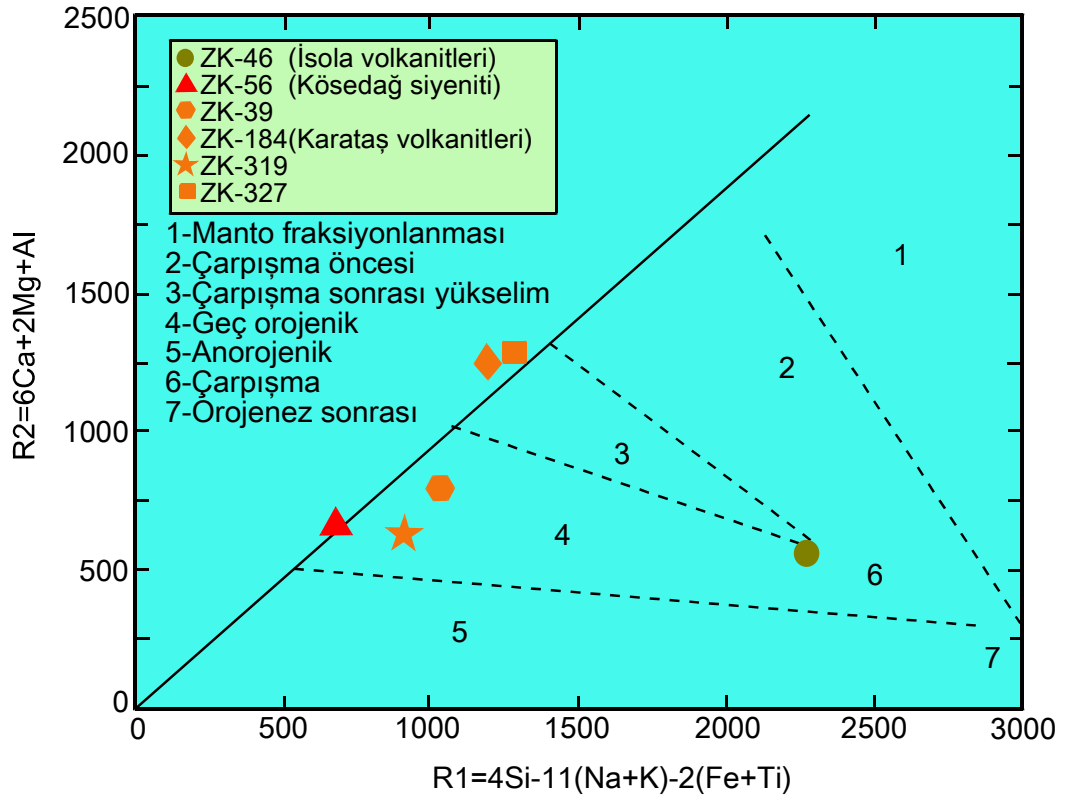
Batchelor ve Bowden'ın (1985) R1-R2 diyagramında iki örnek geç-orojenik, isola volkanitine ait örnek çarpışma ile eş zamanlı bölgeye karşılık gelmektedir (Şekil 6.13). Karataş volkanitlerine ait iki örnek çarpışma sonrası yükselim bölgesi dışında kalsa da, çarpışma sonrası yükselimden geç orojenik bölgeye bir yönlenme sundukları gözlenmektedir.



Şekil 6.11. Volkanik kayaların Hf/3-Th-Nb/16 tektonik ayırtman diyagramındaki (Wood, 1980) dağılımı (Hf/Th < 3 kalk-alkalin bazalt, Hf/Th > 3 ada-yayı toleyitleri)

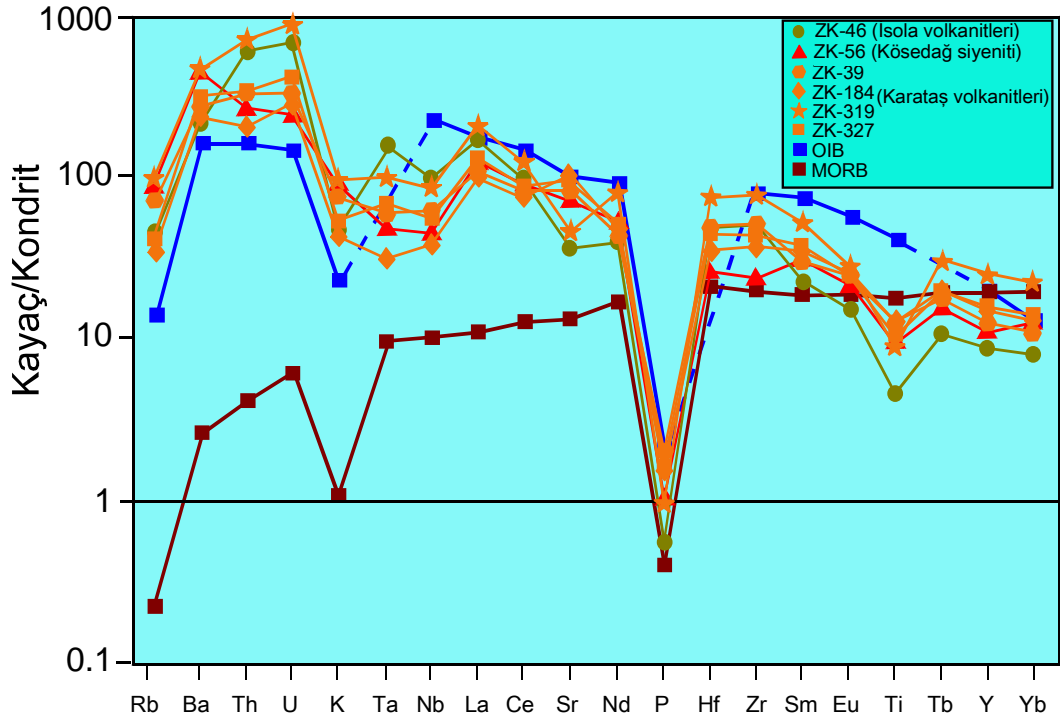


Şekil 6.12. Potasyumlu alkalın kayaların tektonik konumları, a) Zr/Al_2O_3 - TiO_2/Al_2O_3 , b) Zr^*3 - Ce/P_2O_5 - Nb^*50 (Müller ve Groves, 2000). EOA= Erken okyanus yayı, LOA= Geç okyanus yayı, CA= Kıtasal yay, PCM= Çarpışma sonrası magmatizma



Şekil 6.13. Volkanik kayaların $R2=(6Ca-2Mg+Al)$ - $R1=(4Si-11(Na+K))-2(Fe+Ti)$ diyagramındaki dağılımı (Batchelor ve Bowden, 1985)

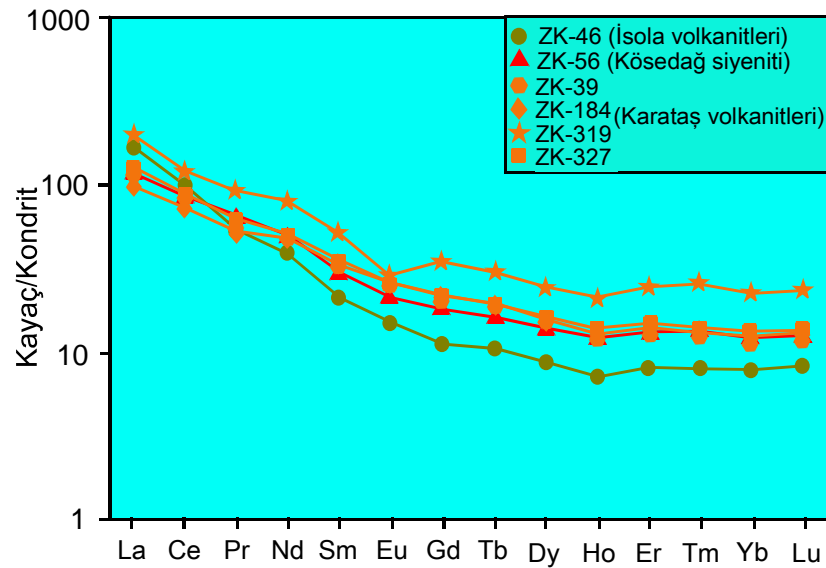
Karataş volkanitlerine ait 4 ve Köseadağ siyeniti ile İsola volkanitlerine ait birer örneğin kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılımı Şekil 6.14’de verilmiştir. Kondrit değerlerine göre; Karataş volkanitlerinde 1-859 (P-U), İsola volkanitlerinde 1-691 (P-U) ve Köseadağ siyenitinde ise 1-456 (P-Ba) kat arasında değişen zenginleşmeler gözlenmektedir. Diğer taraftan, Köseadağ siyeniti ve İsola volkanitine ait örnekler ile Karataş volkanitlerine ait bir (ZK-319) örnekte P elementindeki fakirleşme dışında (1-5 kat), bütün elementler kondrite oranla zenginleşme içermektedir. Örneklerin hepsinde benzer yönelimler gözlenmekle birlikte, diğer örneklere göre İsola volkanitinde, Ta ve Nb elementlerinde zenginleşme, Sr, P, Sm, Eu, Ti, Tb, Y ve Yb elementlerinde fakirleşme bulunmaktadır. Köseadağ siyenitine ait örnek Hf, Zr, Eu, Tb ve Y elementlerindeki fakirleşme dışında, Karataş volkanitlerine ait örneklerle uyumlu yönelime sahiptir. Karataş volkanitine ait örneklerden ZK-319; birimin diğer örneklerine göre Sr, P ve Ti haricindeki elementlerde bir zenginleşmeye sahiptir. Kayaçtan kayaca geçişle birlikte; örneklerin hepsinde Nb, P ve Ti elementinde belirgin bir negatif, U, La ve Tb elementlerinde ise pozitif bir anomali mevcuttur.



Şekil 6.14. Volkanik-plütonik kayaçların kondrit-normalize iz element desenleri (Kondrit, OIB=Okyanus adası bazaltı, MORB=Okyanus ortası sırtı bazaltı; Sun ve McDonough, 1989)

Sun ve McDonough (1989) göre tüketilmemiş manto malzemesini karakterize eden okyanus adası bazaltı (OIB) ve tüketilmiş manto kaynağını temsil eden okyanus ortası sırtı bazaltı (MORB) verileri de ilgili diyagrama eklenmiştir. Burada örneklerin hepsi OIB'na benzer bir desen göstermekle birlikte, LIL elementlerince daha fazla zenginleşme, diğer elementlerce ise Nb ve Ti'da daha fazla olmak üzere diğer elementlerde fakirleşmeler gözlenmektedir. Diğer taraftan, kayaçtan kayaca değişmekle birlikte, inceleme alanındaki örnekler MORB'a göre LIL ve LREE bakımından zenginleşme, HFS ve HREE bakımından ise benzer değerler sunmaktadır.

REE içerikleri kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilerek element bollukları araştırılmıştır (Şekil 6.15). Bütün örnekler kondrite oranla zenginleşmeye sahiptir. Hafif nadir toprak elementlerindeki artış, ağır nadir toprak elementlere oranla daha fazla olup, hafif nadir toprak elementlerden ağır nadir toprak elementlerine doğru önce azalan, sonra düzleşen bir eğri gözlenmektedir. Karataş volkanitleri ve Köseadağ siyenitinden farklı olarak İsola volkanitlerine ait ZK-46 numaralı örnek, La ve Ce bakımından çoğunlukla zenginleşme, buna karşın diğer elementlerce fakirleşme göstermektedir. Köseadağ siyenitine ait örnek Sm, Eu, Gd, Tb ve Dy elementlerinde çok az bir fakirleşme dışında, Karataş volkanitleriyle aynı yönelimdedir. Karataş volkanitlerine ait ZK-319 numaralı örnek, birimin diğer örnekler ile benzer bir dağılım sunmakla birlikte, iz elementlerde olduğu gibi, daha zengin derişime ve negatif Eu anomalisine sahiptir.



Şekil 6.15. Volkanik kayaların kondrite-normalize nadir toprak element desenleri (Sun and McDonough, 1989)

Yukarıda elde edilen veriler yardımıyla, inceleme alanındaki volkaniklerin, Neotetisin kuzey kolunun yitimi ile meydana gelen çarpışma sonrası, üst mantodan türemiş, ancak büyük ölçüde üst kabuk tarafından kirletilmiş magma kökenli bir volkanizma ürünü oldukları belirtilebilir.

6.1.2. Kil mineralleri

Hidrotermal bozuşma ürünü kil fraksiyonundaki dört kaolinit, beş I-S ile bir pirofillit=kaolinit örneğinin ana, iz/ eser ve REE çözümlene sonuçları Çizelge 6.3 ve 6.4'de verilmiştir. I-S ve pirofillitin 11, kaolinitlerin 7 oksijen bazına göre (Weaver ve Pollard, 1973) hesaplanan birim-hücre bileşimleri de Çizelge 6.3'e eklenmiştir.

Kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında; minerallerin birim-hücre bileşimi hesaplamalarında bazı uyumsuzlukların yaşandığı görülmektedir. Bunun nedeni XRD sonuçlarına göre saf olarak belirlenen örnekler içerisinde az da olsa bazı tali minerallerin (kuvars, I-S, kaolinit, goyazit, alunit, jarosit, ve/veya ağır mineraller) bulunmasından kaynaklandığı, bunun ateşte kaybın da kısmen artmasına neden olduğu anlaşılmaktadır. İdeal kaolinit mineralinin kimyasal ve oksit bileşimi ($Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$, $SiO_2=46.55$, $Al_2O_3=39.49$ ve $H_2O=13.96$) dikkate alındığında, tüm kil minerallerinde az veya çok TiO_2 ve CaO 'ın yanı sıra, ZK-26 Al_2O_3 , ZK-27'da Al_2O_3 ve P_2O_5 , ZK-42/C'de Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , ZK-310'da SiO_2 ve Fe_2O_3 fazlalığı bulunmaktadır. Pirofillitte ise ($Al_2(Si_4O_{10})(OH)_2$, $SiO_2=66.70$, $Al_2O_3=28.30$ ve $H_2O=5.00$) SiO_2 de azalma en belirgin olan farklılıktır. Yapıda bulunmaması gereken diğer oksitlerde az miktarda da olsa gözlenmektedir.

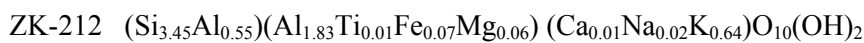
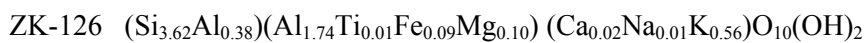
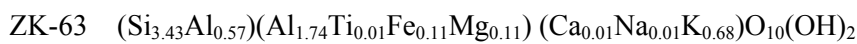
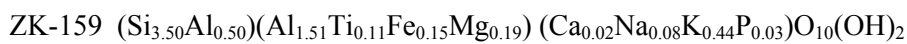
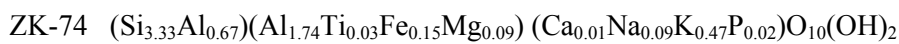
I-S minerallerinin kimyasal bileşimleri ideal muskovit ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$, $SiO_2=45.26$, $Al_2O_3=38.40$, $K_2O=11.82$ ve $H_2O=4.52$) ve dioktahedral ideal smektit ($(Na,Ca)_{0.35}Al_2(Al_{0.35}Si_{3.65}O_{10})(OH)_2.nH_2O$, $SiO_2=60.00$, $Al_2O_3=23.00$, $CaO=5.00$, $Na_2O=2.00$ ve $H_2O=10.00$) ile karşılaştırıldığında; XRD ile belirlenen dioktahedral karakterinin belirgin olduğu görülebilir. Ayrıca, volkanik kökenliler plütoniklerden türeyenlere göre SiO_2 , Al_2O_3 ve K_2O bakımından fakir; TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , Na_2O , P_2O_5 ve ateşte kayıp bakımından zengindir. Bu farklılıklar I-S minerallerinin türedikleri köken kayaç hakkında önemli ipuçları verdikleri biçiminde değerlendirilmiştir.

Çizelge 6.3. Kösedag siyeniti ve Karataş volkanitlerine ait hidrotermal bozuşma ürünü kil minerallerinin ana element çözümü sonuçları ve yapısal formülleri

Örnek	Kaolinit (volkanik köken)					I-S (volkanik köken)			I-S (plütonik köken)				Prf(vol.)
	ZK-26	ZK-27	ZK-42/C	ZK-310	Ort,	ZK-74	ZK-159	Ort,	ZK-63	ZK-126	ZK-212	Ort,	ZK-314B
SiO ₂	43.05	43.48	44.15	47.41	44.52	48.25	50.98	49.62	51.74	54.74	52.35	52.94	59.95
TiO ₂	0.120	0.720	0.133	0.122	0.274	0.625	2.121	1.373	0.164	0.160	0.167	0.164	0.584
Al ₂ O ₃	40.80	40.70	38.77	37.67	39.49	29.55	24.91	27.23	29.60	27.14	30.69	29.14	28.45
ΣFe ₂ O ₃	<0.01	<0.01	0.18	0.62	0.21	2.81	2.95	2.88	2.23	1.90	1.51	1.88	0.18
MnO	<0.001	<0.001	0.001	0.002	0.001	0.006	0.016	0.011	0.053	0.016	0.008	0.026	0.002
MgO	<0.01	<0.01	0.02	0.03	0.02	0.92	1.85	1.39	1.16	1.02	0.62	0.93	0.06
CaO	0.09	0.13	0.07	0.08	0.09	0.11	0.22	0.17	0.19	0.28	0.08	0.18	0.25
Na ₂ O	<0.01	<0.01	0.09	0.03	0.04	0.67	0.59	0.63	0.10	0.05	0.16	0.10	0.29
K ₂ O	<0.01	<0.01	0.15	<0.01	0.05	5.33	5.07	5.20	8.03	6.65	7.61	7.43	0.07
P ₂ O ₅	0.05	0.17	0.25	0.04	0.13	0.42	0.46	0.44	0.06	0.08	0.07	0.07	0.92
LOI	14.80	14.77	15.38	14.22	14.79	10.36	9.86	10.11	6.99	8.31	7.04	7.45	8.16
Toplam	98.951	100.011	99.194	100.234	99.615	99.051	99.027	99.054	100.317	100.346	100.305	100.310	98.916
Si	1.90	1.90	1.96	2.02 ?		3.33	3.50		3.43	3.62	3.45		3.79
Al ^{IV}	0.10	0.10	0.04	0.00		0.67	0.50		0.57	0.38	0.55		0.21
Al ^{VI}	22.02	1.99	1.98	1.91		1.74	1.51		1.74	1.74	1.83		1.91
Ti	0.00	0.02	0.00	0.00		0.03	0.11		0.01	0.01	0.01		0.03
Fe	0.00	0.00	0.01	0.02		0.15	0.15		0.11	0.09	0.07		0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00		0.09	0.19		0.11	0.10	0.06		0.01
TOC	22.02	22.01	1.99	1.93		2.01	1.96		1.97	1.94	1.97		1.96
OC	0.06	0.05	-0.03	-0.21		-0.03	-0.22		-0.19	-0.27	-0.14		-0.10
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00		0.01	0.02		0.01	0.02	0.01		0.02
Na	0.00	0.00	0.01	0.00		0.09	0.08		0.01	0.01	0.02		0.04
K	0.00	0.00	0.01	0.00		0.47	0.44		0.68	0.56	0.64		0.01
P	0.00	0.00	0.01	0.00		0.02	0.03		0.00	0.00	0.00		0.05
ILC	0.00	0.02	0.07	0.00		0.68	0.71		0.71	0.61	0.68		0.34
LC	-0.04	-0.05	-0.07	-0.06		-0.70	-0.72		-0.76	-0.65	-0.69		-0.31

TOC=Toplam oktahedral katyon, OC=Oktahedral yük, ILC=Tabakalar arası yük, LC=Tabaka yükü

Volkanik (ZK-74, ZK-159) ve plütonik kökenli (ZK-63, ZK-126, ZK-212) I-S minerallerinin birim hücre bileşimleri sırasıyla aşağıdaki gibi belirlenmiştir:



Yukarıdaki yapısal formüller; XRD verileri ile de saptandığı üzere her ikisinde de illit tabakası egemen olmakla birlikte; smektit tabakası volkanik kökenli I-S minerallerinde plütonik kökenlilere göre daha fazla; illit tabakası ise daha azdır. Kaolinit mineralleri, I-S minerallerine göre, tali mineral içeren ZK-27 hariç, genellikle iz element içeriği açısından fakirdir. Bazı elementlerin derişimlerindeki bolluklar, kaolinit fraksiyonunun ağır ve/veya hafif mineral içermesi ile ilişkili gözükmektedir.

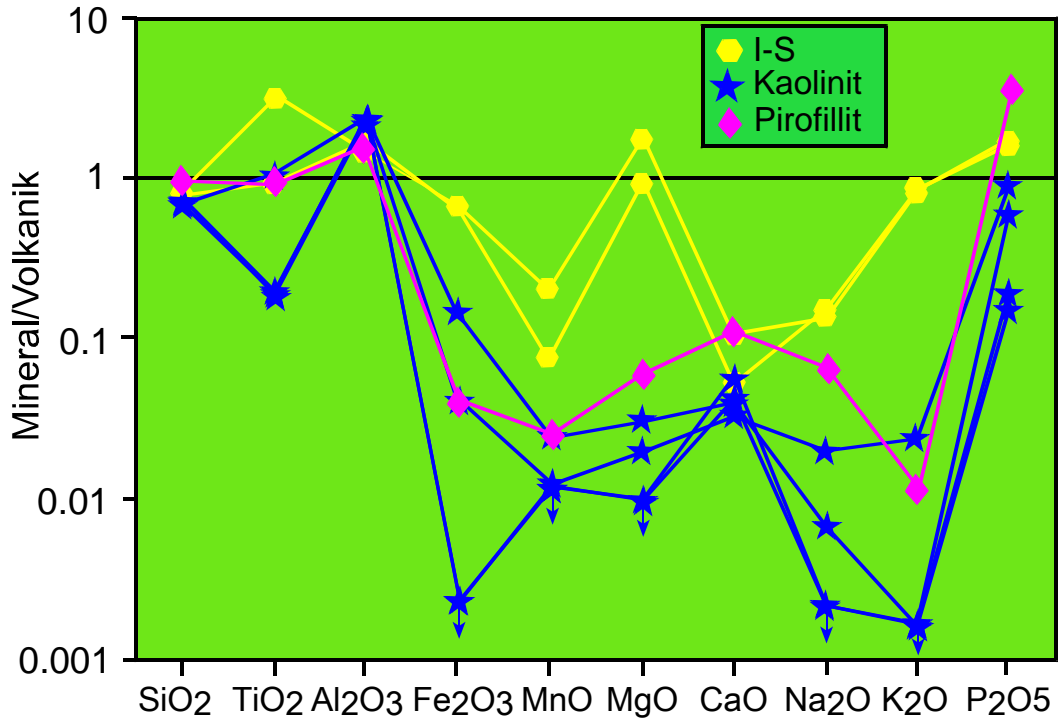
Çizelge 6.4. Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerine ait hidrotermal bozuşma ürünü kil minerallerinin iz/eser ve nadir toprak element çözümlene sonuçları

Örnek No	Kaolinit (volkanik köken)				I-S (volk. köken)		I-S (plütonik köken)			Prf(vol. k.)
	ZK-26	ZK-27	ZK-42/C	ZK-310	ZK-74	ZK-159	ZK-63	ZK-126	ZK-212	
Cr	39	64	<20	<20	62	<20	<20	<20	<20	22
Ni	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Co	<1	<1	1	15	25	2	12	4	3	4
Sc	<1	<1	3	7	29	42	7	4	5	28
V	181	205	197	63	413	308	89	115	38	370
Cu	23	17	<10	<10	98	91	46	14	<10	<10
Pb	<5	10	8	<5	8	25	265	54	<5	62
Zn	<30	<30	<30	<30	<30	136	596	31	75	<30
Bi	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.1
In	0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sn	1	1	4	2	6	1	2	2	2	1
W	2.9	13.5	10.9	8.9	70.1	14.9	265	114	67.6	29.2
Mo	<2	<2	<2	<2	<2	4	2	7	2	3
As	43	161	130	<5	67	30	28	1130	40	97
Sb	1.6	8.4	0.7	3.2	0.5	5.0	23.3	49.2	19.0	19.4
Ge	2.1	2.9	8.7	2.2	1.4	2.3	0.6	0.6	0.8	2.0
Be	<1	<1	<1	3	3	4	5	3	5	<1
Ag	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.9	3.8	5.0	0.5	1.0
Rb	1	1	1	<1	127	188	487	318	308	5
Cs	0.4	0.4	0.2	0.3	33.5	30.6	38.1	34.8	12.8	1.0
Ba	56	441	156	23	379	585	69	1080	6	661
Sr	248	368	1690	32	507	976	20	45	49	7030
Tl	0.05	0.45	<0.05	<0.05	2.70	2.10	2.74	16.90	0.71	0.25
Ga	36	36	15	41	30	32	36	34	38	28
Ta	0.10	0.41	0.03	0.16	0.70	1.43	1.88	0.96	0.71	0.50
Nb	1.7	5.7	3.7	3.5	7.3	22.9	5.9	6.9	6.5	8.1
Hf	1.6	4.1	0.5	1.5	5.0	7.7	2.5	4.4	2.2	6.7
Zr	48	128	9	41	171	254	78	185	78	246
Y	6.3	85.6	0.9	5.0	18.6	39.9	11.3	13.8	13.4	13.4
Th	1.89	6.48	1.73	1.10	7.36	15.10	10.20	10.30	14.90	16.70
U	1.61	4.56	0.52	0.34	2.62	4.77	5.43	5.51	2.06	3.50
La	5.95	13.50	14.10	3.64	16.90	56.30	24.60	11.10	18.90	71.30
Ce	11.5	25.5	23.8	6.3	32.7	109.0	45.4	19.9	36.5	108.0
Pr	1.25	2.83	2.55	0.58	3.90	11.50	4.39	1.91	3.66	10.50
Nd	4.8	11.1	9.4	2.3	15.5	49.8	16.9	7.8	14.9	44.5
Sm	1.60	3.07	1.95	0.42	3.10	6.82	3.18	1.65	2.76	9.25
Eu	0.580	1.350	0.449	0.085	0.749	1.550	0.488	0.411	0.288	1.980
Gd	1.74	6.85	1.22	0.28	2.45	4.78	2.19	1.53	1.85	5.11
Tb	0.20	1.89	0.10	0.06	0.46	0.74	0.30	0.29	0.31	0.55
Dy	1.01	12.70	0.29	0.59	3.26	5.48	1.71	1.89	2.03	2.37
Ho	0.23	2.70	0.03	0.14	0.70	1.27	0.34	0.42	0.43	0.47
Er	0.83	7.51	0.08	0.46	2.26	4.56	1.13	1.44	1.42	1.84
Tm	0.139	1.040	0.011	0.067	0.349	0.749	0.184	0.235	0.226	0.315
Yb	0.99	5.69	0.08	0.37	2.11	4.51	1.14	1.50	1.42	2.30
Lu	0.150	0.811	0.014	0.054	0.315	0.731	0.179	0.253	0.219	0.380

Volkanik kökenli kil minerallerinde geçiş metallere Cr, karışık davranışlı elementlerinden As ve LIL elementlerden Sr ve Ga; ayrıca I-S'lerde V, Cu ve Cs; plütonik kökenli kil minerallerinde geçiş metallere Pb ve Zn; granitoid elementlerinden W ve Mo, karışık davranışlı elementlerinden As ve Sb, halojenlerden Be, değerli metallere Ag, LIL elementlerinden Rb, Cs, Tl ve Ga'daki bolluklar hidrotermal çözeltilerin sisteme kattığı ve/veya köken kayada bağlı zenginleşmesine yol açtığı elementlerdir. İnceleme sahasında genellikle siyenit içerisinde ve siyenit-volkanik sınırında gelişen cevher minerallerinin (sfalerit, galenit, kalkopirit, fahlerz, pirit, arsenopirit, bornit, molibdenit, polibasit/pearseit, manyetit, hematit) oluşmasına yol açan ilgili elementlerin önemli bir kesiminin hidrotermal kaynağına işaret eden ek verilerdir (Gökçe ve Efe, 1999). Ayrıca, kaolinit ve pirofillit minerallerindeki Sr zenginleşmesi; örnekler içerisinde az miktarda bulunan goyazit mineralinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Karataş volkanitlerinin bozuşması ile oluşan yedi örnek (ZK-26, ZK-27, ZK-42/C, ZK-74, ZK-159, ZK-310, ZK-314B) bozuşmaya uğramamış (ateşte kayıp % 1.32) volkanik kayalık olan ZK-319'a göre ana, iz ve nadir toprak elementleri ayrı ayrı normalize edilmiştir.

Ana elementlere ait normalize diyagramında tüketilme ve zenginleşme açısından kaolinit en çok, I-S en az, pirofillit ise bu iki mineralin arasında değişim göstermektedir (Şekil 6.16). Elementlerde 2 kata kadar zenginleşmeler (pirofillitte P_2O_5 için) ile 623 kata kadar çıkan tüketilmeler (kaolinitte K_2O için) gözlenmektedir. Kaolinitte Al_2O_3 bakımından zenginleşme, diğerlerinde (TiO_2 için bir örnek hariç) tüketilme görülmektedir. I-S mineralleri SiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , CaO , Na_2O ve K_2O içeriği açısından fakirleşmiş; Al_2O_3 ve P_2O_5 açısından zenginleşmiştir. TiO_2 ve MgO bakımından ise aynı veya zenginleşme görülmektedir. Pirofillitce zengin fraksiyonda SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 ve P_2O_5 derişimi ya sabit kalmış veya artmış; diğer oksitler ise azalmıştır. Tüm bu veriler; volkanik kayacın bozuşması ile kaolinitlerde SiO_2 ve Al_2O_3 , I-S'lerde SiO_2 , Al_2O_3 , MgO ve K_2O yaklaşık sabit kalmış, diğer oksitlerde kayıplar yaşanmış ve kil dışı minerallerin (Fe-oksit, goyazit) oluşumunda kullanılmış gözükmektedir.



Şekil 6.16. Karataş volkanitlerinin bozuşmasıyla oluşan kil minerallerinin bozuşma göstermeyen volkanik kayaca göre normalize edilmiş ana element deseni (oklar deteksiyon sınırının altındaki değerleri göstermektedir)

Ana elementlerde olduğu gibi iz elementlere ait normalize diyagramında da tüketilme ve zenginleşme açısından en çok kaolinit, en düşük I-S, bu iki mineralin arasında ise pirofillit değişim göstermektedir (Şekil 6.17). Kaolinit minerali bozuşmamış volkanik kayaca oranla iz element miktarlarında 20 kat zenginleşme (As için) ve 237 kat tüketilme (Rb için) değerleri göstermektedir. Geçiş metallere genellikle Co, Sc, Cu, Pb ve Zn'da tüketilme, V'da zenginleşme, Cr ve Ni elementlerinde ise aynı kalmaktadır. Granitoid elementlerinden Bi, In, ve Mo genellikle değişim göstermezken, W'da tüketilme, Sn'da ise hem tüketilme (iki örnekte) hem de zenginleşme (bir örnekte) bulunmaktadır. Karışık davranışlı elementlerde çoğunlukla zenginleşme, LIL ve HFS'de (Sr iki, Tl bir, Ga üç ve Y bir örnekteki artma haricinde) fakirleşme gözlenmektedir.

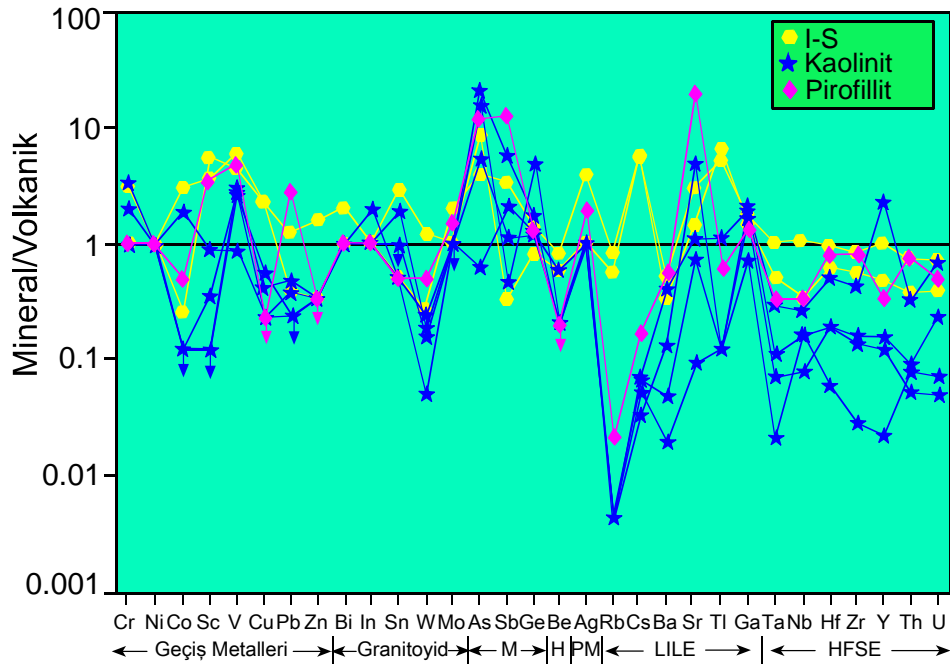
I-S için geçiş metallere Cr, Sc, V, Cu elementlerinde zenginleşme ile Co, Pb ve Zn için hem zenginleşme, hem de tüketilme, Ni ise değişim göstermemektedir. Granitoid elementlerde Bi ve Mo zenginleşme, Sn, W tüketilme ve zenginleşme, In ise değişim göstermemektedir. Karışık davranışlı elementlerinde As zenginleşme, Sb ve Ge bir örnekte zenginleşme, bir örnekte tüketilme, LIL elementlerinde Rb ve Ba haricindekilerde zenginleşme ile HFS elementlerinde genellikle tüketilme görülmektedir.

Pirofillitce zengin örnek için geçiş metalleri Co, Cu, Zn tüketilme, Sc, V, Pb zenginleşme ve Cr, Ni'de değişim gözlenmemektedir. Granitoyid elementler In ve Bi değişim göstermezken Mo zenginleşme Sn ve W elementlerinde ise tüketilme bulunmaktadır. Karışık davranışlı elementlerinde zenginleşme, LIL ve HFS elementlerinde ise Sr ile Ga'daki zenginleşme dışında diğerlerinde tüketilme şeklindedir.

Halojen elementlerinden Be bütün minerallerde tüketilme, değerli metallere Ag ise bir I-S ve pirofillit mineralinde zenginleşme, diğerlerinde ise aynı miktara sahiptir.

Yukarıda değerlendirilen veriler, kaolinitlerde V, As, Sb, Ge ve Ga elementleri haricinde genellikle tüketilme egemendir. Pirofillitte Sc, Pb ve Ag elementlerindeki zenginleşme haricinde, kaolinit minerallerine benzer desen göstermektedir. I-S minerallerinde ise çoğunlukla geçiş metalleri, granitoyid, karışık davranışlı ve LIL elementlerinin zenginleştiği, buna karşın HFS elementlerinde fakirleşme göze çarpmaktadır. HFS elementlerinde I-S ve pirofillit minerallerindeki değişim fazla değil iken (yaklaşık 2.5 kat tüketilme), kaolinit minerallerinde oldukça fazladır (47 kat tüketilme).

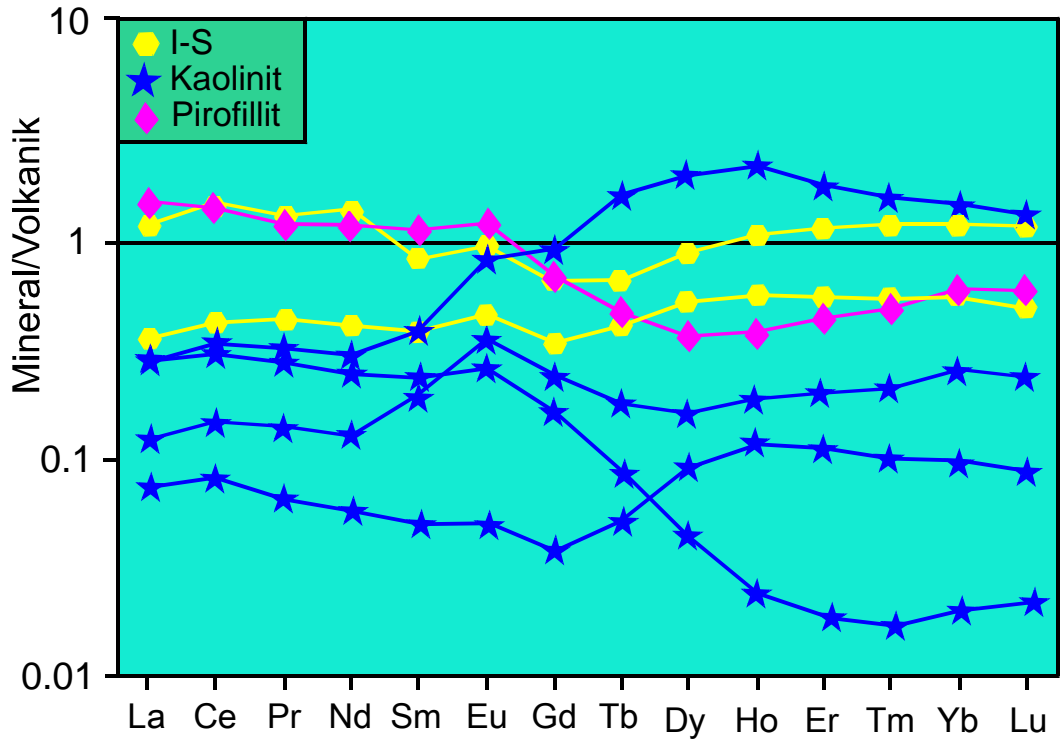
Diğer taraftan pirofillit ve iki kaolinit minerallerinde gözlenen Sr zenginleşmesinin örnekler içerisinde az miktarda bulunan goyazit mineralinden kaynaklandığı XRD-TK verilerinden anlaşılmaktadır.



Şekil 6.17. Bozmuş volkanik kayalardaki kil minerallerinin bozılmamış volkanik kayaca göre normalize edilmiş iz element desenleri. M=Karışık davranışlı, H=Halojen, PM=Değerli metallere, LILE=İri katyonlu litofil elementler, HFSE=Kalıcı yüksek elementler

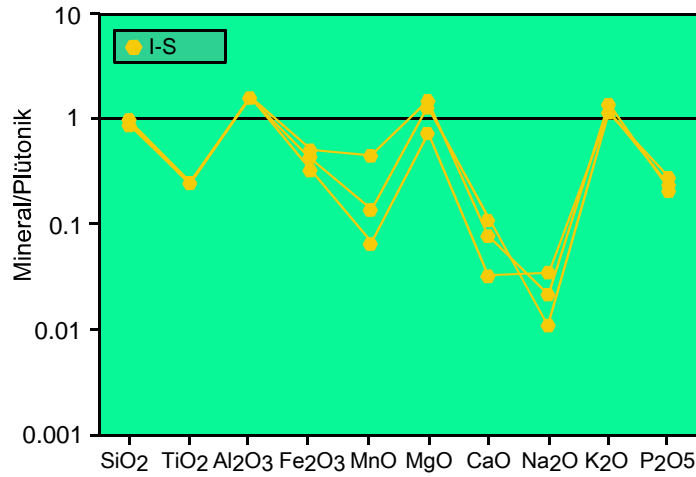
Minerallerin REE içerikleri bozuşmamış volkanik kayaca göre normalize edildiğinde, I-S'ler benzer, buna karşın kaolinitler ise farklı desen sunmaktadır (Şekil 6.18). Kaolinit için 2 kat zenginleşme ve 59 kat tüketilme, I-S için 1.5 kat zenginleşme ve 3 kat tüketilme, pirofillitce zengin örnek için ise 2 kat zenginleşme ve 2 kat tüketilme ortaya çıkmaktadır. Bütün elementler üç kaolinit ve bir I-S mineralinde tüketilme göstermektedir. Bir kaolinit mineralinde (ZK-27) La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd elementlerinde tüketilme ve diğerlerinde zenginleşme, bir I-S mineralinde Sm, Eu, Gd, Tb, Dy elementlerinde tüketilme, diğerlerinde zenginleşme, pirofillit mineralinde ise LREE'de zenginleşme ile HREE'de tüketilme görülmektedir.

Kil minerallerindeki ana, iz ve REE içeriklerindeki değişimler, kil fraksiyonlarının tali mineral içermesinin yanı sıra, köken kayacın kimyasal bileşimi (volkanik ve plütoniklerdeki belirgin farklılıklar) ve kristal yapıdaki süstitüsyonlar (kaolinit ve pirofillitin elementsel diyadohiye yatkın olmaması) ile ilişkilidir.



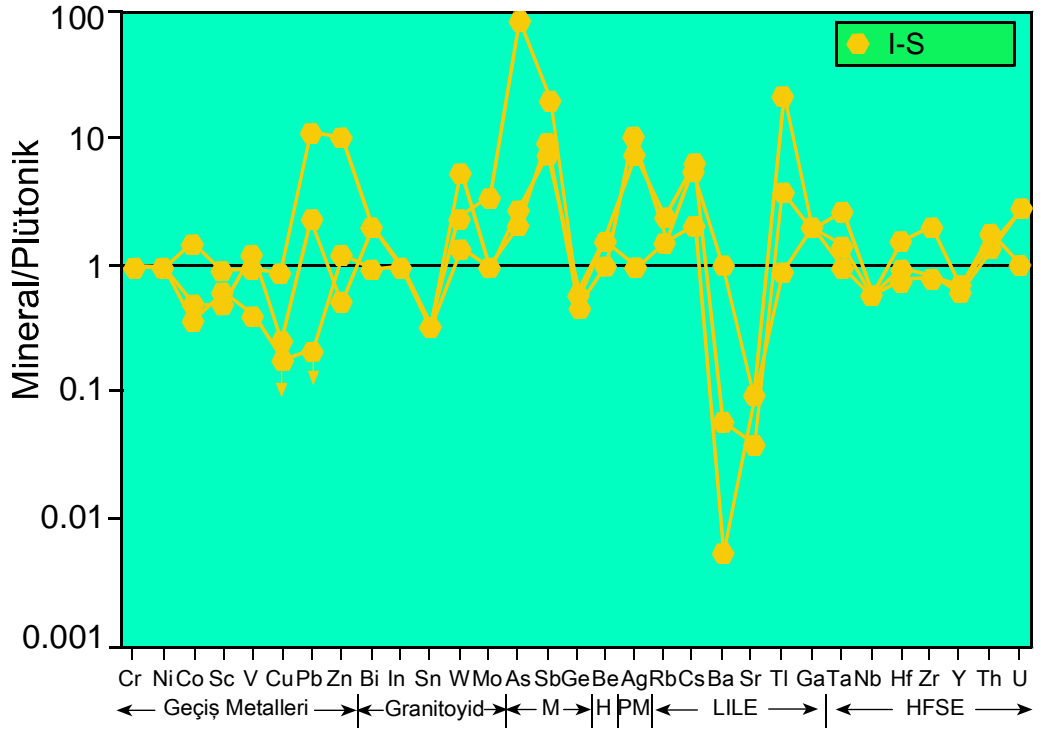
Şekil 6.18. Bozuşmamış volkanik kayaca göre normalize edilmiş, kil minerallerinin REE desenleri

Plütoniklerin hidrotermel bozuşması sonucu oluşan üç adet I-S minerali (ZK-63, ZK-126, ZK-212) kuvarslı alkali feldispat siyenite (ZK-56) göre ana elementler açısından normalize edilmiştir (Şekil 6.19). Diyagrama göre ana elementlerde yaklaşık 2 kat zenginleşme (Al_2O_3 için) ile 94 kata kadar değişen fakirleşmeler (Na_2O için) gözlenmiştir. Al_2O_3 , K_2O ve iki örnekteki MgO 'de zenginleşme, diğer oksitlerin hepsinde ise fakirleşme belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, siyenitlerden itibaren I-S'lerin oluşumu sürecinde SiO_2 , Al_2O_3 , MgO ve K_2O yaklaşık sabit kalmış; diğer oksitlerde ise başka minerallerin (Fe-oksitler, goyazit ve cevher mineralleri) oluşumunda kullanılmış gözükmektedir.



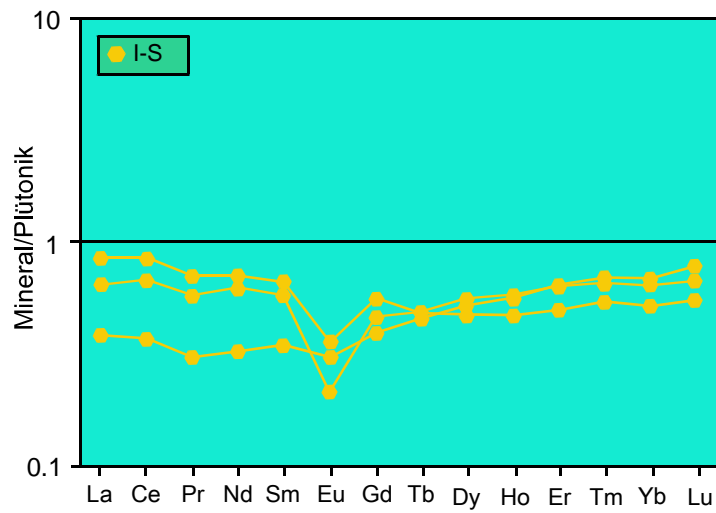
Şekil 6.19. Köseadağ siyenitine ait bozuşmuş plütonik kayalardaki I-S minerallerinin bozuşmamış kuvarslı alkali feldispat siyenite göre normalize edilmiş ana element profilleri

Siyenitlerden türeyen I-S mineralleri iz elementler açısından normalize edildiğinde (Şekil 6.20); As için 81 kat zenginleşme ve Ba için 183 kat fakirleşme belirlenebilmektedir. Geçiş metallere Cr ve Ni için değişiklik gözlenmezken, birer örnekte Co ve V, ikişer örnekte Pb ve Zn elementlerinin derişimlerinde artma hariç, diğer elementlerde azalma görülmektedir. Granitoyid elementlerinden Sn'da fakirleşme, diğerlerinde genellikle aynı veya zenginleşme saptanmıştır. Karışık davranışlı elementlerinden As ve Sb artmış, Ge ise azalmıştır. Halojen ve değerli metallere Be ve Ag I-S'lerde bolluşmuştur. LIL elementlerinden Ba ve Sr haricinde genellikle zenginleşme ifade edilebilir. HFS elementlerden Ta, Th ve U'da zenginleşme, Nb ve Y ile birer örnek haricinde Hf ve Zr'de fakirleşme mevcuttur. LIL elementleri zenginleşme (Tl için 22 kat) ve fakirleşme (Ba için 183 kat) açısından yüksek değerler vermektedir. HFS elementlerde ise en fazla 3 kata kadar değişim bulunmaktadır.



Şekil 6.20. Kuvarşlı alkali feldispat siyenite göre normalize edilmiş I-S minerallerinin iz element desenleri (M=Karışık davranışlı, H=Haalojen, PM=Değerli metaller, LILE=İri katyonlu litofil elementler, HFSE=Kalıcılığı yüksek elementler)

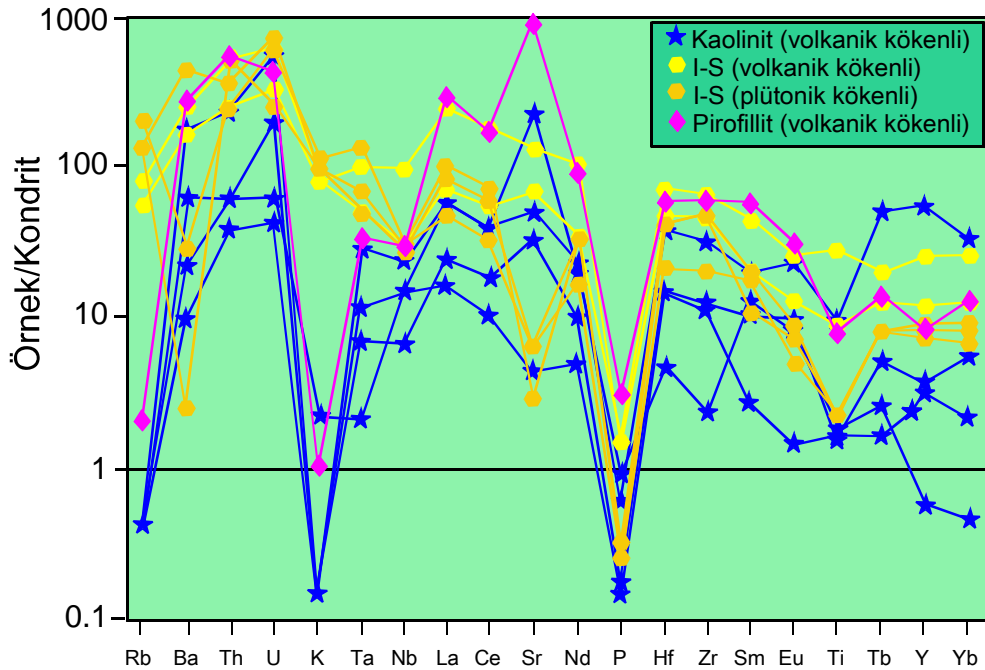
Bozuşmamış plütonik kayaca göre, I-S minerallerinin REE içerikleri normalize edilmiş ve derişimlerde bir azalmanın varlığı saptanmıştır (Şekil 6.21). Eu'da en fazla fakirleşme (4 kat); ayrıca, negatif bir anomali gözlenmektedir. Bu veri I-S'lerin feldispatlardan (büyük ölçüde K-feldispat) türediğine işaret etmektedir.



Şekil 6.21. Kuvarşlı alkali feldispat siyenite göre normalize edilen bozuşmuş plütonik kayaçlardaki I-S minerallerinin REE desenleri

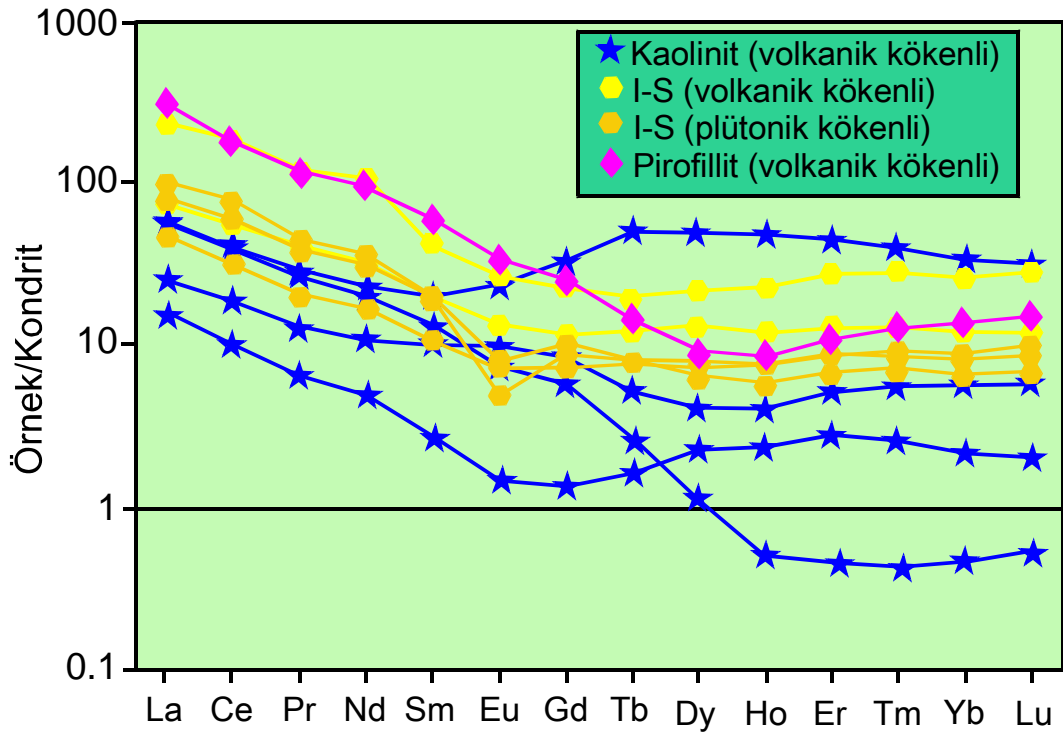
Diğer taraftan, Karataş volkanitlerinin bozuşmasıyla oluşan 4 kaolinit, 2 I-S, 1 pirofillit ile Köseadağ siyenitinin bozuşması sonucu oluşan 3 I-S mineralinin kondrit-normalize iz element diyagramı Şekil 6.22’de verilmiştir. Kondrite göre iz elementlerde en fazla volkanik kökenli pirofillit ve I-S, en az volkanik kökenli kaolinit minerali zenginleşme göstermekte, plütonik kökenli I-S mineralleri ise bunlar arasında bulunmaktadır.

Volkanik kökenli kaolinitte U için 570 kat zenginleşme, K ve P için 9 kat tüketilme; volkanik kökenli I-S’de 2 (P için)-596 (U için), plütonik kökenli I-S’de 2 (P için)-688 (U için), pirofillitte ise 968 (Sr için) kata kadar zenginleşmeler görülmektedir. Kaolinit, volkanik kökenli I-S ve plütonik kökenli I-S kendi içerisinde benzer desenler oluştururken, pirofillit kaolinite uyumlu bir dağılım sunmakta, ancak özellikle kaolinite ait haraketsiz elementler birbirinden farklı desenler dikkati çekmektedir. Kaolinitte Rb, K (bir örnek hariç) ve P ile bir örnekte Y ve Yb; plütonik kökenli I-S’lerde P elementindeki azalma haricinde bütün elementlerde artış gözlenmektedir. Kaolinit ve pirofillitte K, P ve Ti (iki örnekte), volkanik kökenli I-S minerallerinde P, plütonik kökenli I-S minerallerinde ise Ba (iki örnekte), Nb, Sr ve Ti elementlerinde belirgin bir negatif anomali gözlenmektedir. Özellikle I-S minerallerinde gözlenen negatif anomalilerin köken kayaları ayırt etmede bir ölçüt oluşturabileceği düşünülmektedir.



Şekil 6.22. Karataş volkanitleri ve Köseadağ siyenitine ait bozuşma ürünlerinin kondrit-normalize iz element desenleri (Sun ve McDonough, 1989)

REE'lerin kondirit-normalize diyagramında (Şekil 6.23); bir kaolinit örneğinde Ho, Er, Tm, Yb, Lu elementindeki fakirleşme dışında, bütün minerallerde zenginleşme gözlenmektedir. Kaolinit mineralinde kondrite oranla 50 kat zenginleşme ile 2 kat fakirleşme bulunmakta, HREE konsantrasyonları, LREE'e göre bir örnekte artış, üç örnekte eşit ve/veya azalma göstermektedir. Pirofillit ve I-S minerallerindeki desenler bozuşmamış magmatik kayaçların, diğer bir ifadeyle köken kayaçların kondrit normalize diyagramındaki desenlerine benzemektedir. Volkanik kökenli I-S'ler, plütonik kökenli negatif Eu anomalisine sahip I-S'lere göre; genellikle HREE'lerden daha yüksek LREE konsantrasyonlar ile temsil edilmektedir.



Şekil 6.23. Bozuşmuş volkanik-plütonik kayaçlara ait kil minerallerinin kondirit-normalize REE desenleri (Sun ve McDonough, 1989)

6.2. İzotop Jeokimyası

Volkanik kökenlilerden iki I-S, iki kaolinit, bir pirofillit+kaolinit ve plütonik kökenli bir I-S örneğinden yapılan oksijen-döteryum duraylı izotop değerleri Çizelge 6.5’de verilmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ ‰ (SMOW) değerleri 6.7 ile 15.2 ve δD ‰ (SMOW) değerleri ise -56 ile -78 arasında değişmektedir. Magmatiklerin bozuşması ile oluşan kil minerallerinin $\delta^{18}\text{O}$ ‰ (SMOW)- δD ‰ (SMOW) derişimleri; meteorik su (Craig, 1961) magmatik ve metamorfik kökenli sular (Sheppard, 1986), hipojen-süperjen, yüzeysel bozunma kaolinit çizgileri (Sheppard ve diğ., 1969; Sheppard ve Gilg, 1996) ve volkanik kayalarla ilişkili hidrotermal bozuşmaya ait bir örnek olarak Kuroko su alanı (Urabe, 1987) ile örneklerin sıvı faz oluşum sıcaklıklarını gösteren değerleri hesaplanarak diyagrama eklenmiştir (Şekil 6.24).

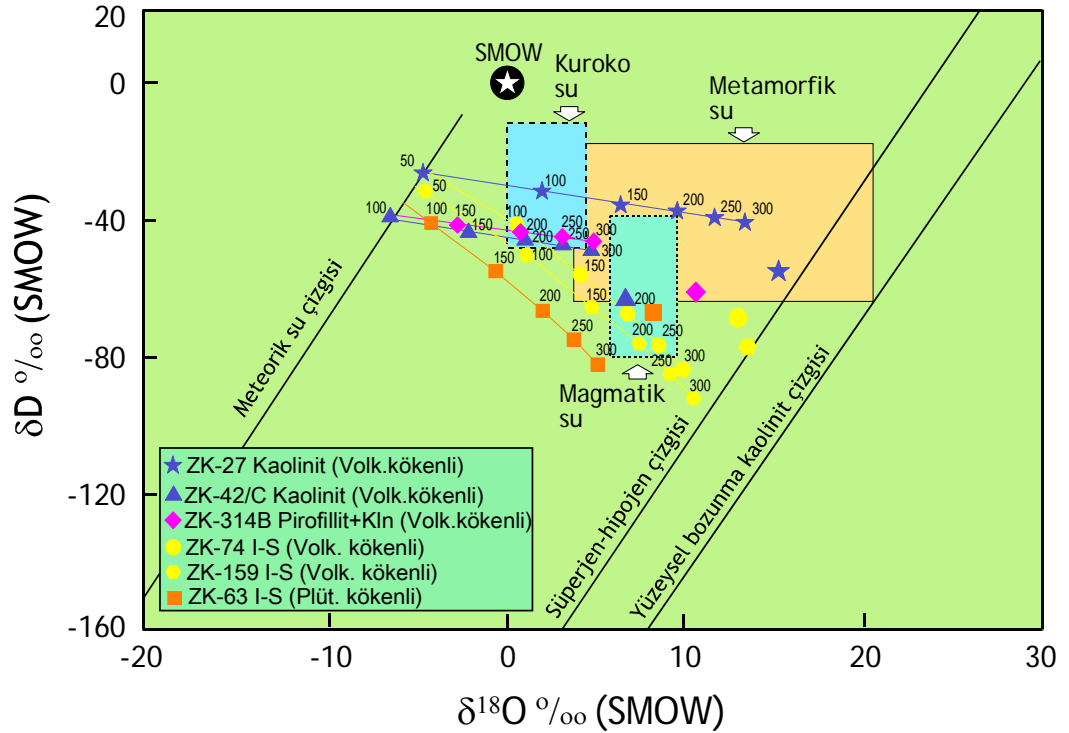
Yalnızca oksijen izotoplarına bakıldığında (Hoefs, 1987), ilksel porfirik dokuyu koruyan kaolinit (ZK-27) ve volkanik kökenli I-S mineralleri metamorfik, diğer örnekler ise granitik kayaların bileşimine benzer oksijen izotop değerlerine sahiptir.

Örneklerdeki sıvı faza ait oksijen izotop değerlerinin belirlenmesinde kaolinit, I-S ve pirofillit+kaolinit örnekleri için sırası ile Sheppard ve Gilg (1996), Savin ve Lee (1988), Zheng (1993) kullanılmıştır. Hidrojen izotop değerlerinin hesaplamalarında kaolinit ve pirofillit için Sheppard ve Gilg (1996), I-S mineralleri için ise Capuano (1992) kullanılmıştır.

Örneklerin hepsi hipojen kökenli alana düşmüştür. Plütonik kökenli I-S minerali magmatik ve meteorik su çizgisi arasında, volkanik kökenli I-S’lerden ayrı bir dağılım sunmuş ve yaklaşık 50 °C daha yüksek sıcaklıkta oluşmuştur. Volkaniklerden itibaren oluşan I-S minerallerinin Kuroko su alanı sıcaklıkları yaklaşık 100-150 °C arasında olup, magmatik-metamorfik ve yüzeysel su aralığında gözlenmektedirler. Kaolinitlerde ilksel porfirik dokuyu koruyan bütünü ile kaolinitleşmiş örneğin oluşum sıcaklığı, pirofillit+kaolinit ile ilksel volkanik kayaç dokusunu bütünüyle kaybetmiş örneklerdeki kaolinitlerden yaklaşık 100 °C daha düşük değerlerdedir. Kuroko su alanına karşılık gelen kaolinitler 100-300 °C ve pirofillit+kaolinitler 200-300 °C sıcaklığa sahiptir.

Çizelge 6.5. Bozuşmuş magmatik kayalardaki kil minerallerinin duraylı izotop (O-H) sonuçları

Örnek No	Köken kayaç	Mineral	$\delta^{18}\text{O}$ ‰ (SMOW)	δD ‰ (SMOW)
ZK-27	Volkanik	Kaolinit	15.2	-56
ZK-42/C	Volkanik	Kaolinit	6.7	-64
ZK-63	Plütonik	I-S	8.2	-68
ZK-74	Volkanik	I-S	12.9	-69
ZK-159	Volkanik	I-S	13.5	-78
ZK-314B	Volkanik	Pirofillit+kaolinit	10.6	-62



Şekil 6.24. Bozuşmuş magmatik kayalardan türeyen kil minerallerinin $\delta^{18}\text{O}$ ‰ (SMOW)- δD ‰ (SMOW) diyagramı (SMOW=Standart ortalama deniz suyu). Meteorik su çizgisi: Craig (1961), magmatik-metamorfik su alanları: Sheppard (1986), hipojen-süperjen ve yüzeysel bozunma kaolinit çizgileri: Sheppard ve diğ. (1969), Sheppard ve Gilg (1996), Kuroko su alanı: Urabe, (1987)

6.3. Bozuşmuş magmatik kayalarda kütle değişim hesaplamaları

Hidrotermal bozuşmanın tam olarak ortaya konulabilmesi için, bozuşma sırasında kayada meydana gelen değişimlerin yanı sıra, bileşenlerin hangi miktarda eklendiğinin ve uzaklaştırıldığının bilinmesi; diğer bir ifadeyle, kütle değişim hesaplarının yapılması gerekmektedir. Bu konuda değişik yöntemler kullanılmakla birlikte; en yaygın olanları izokron yöntemi (Grant, 1986) ve hareketsiz element yöntemidir (MacLean ve Kranidiotis, 1987; MacLean, 1990). Bu yöntemlerin esası, bozuşma sırasında hareketsiz olan bir elementten yola çıkılarak, bu elementin bozuşmuş kayadaki derişimini bozuşmamış kayadaki derişimine bölerek bir katsayı belirlemek ve bu katsayı ile bozuşmuş kayadaki bileşenleri çarparak bozuşmuş kayaca ait düzeltilmiş bileşimi bulmaktır. Bu nedenle, kütle değişim hesaplamalarında hareketsiz elementin saptanması son derece önemlidir. Daha önce yapılmış çalışmalarda (Hynes, 1980; Finnlow-Bates ve Stumpfl, 1981; MacLean ve Kranidiotis, 1987; MacLean, 1990; Barret ve diğ., 1991 ve 1993; Shriver ve MacLean, 1993); Ti, Al, Zr, Y ve Nb'un genellikle hareketsiz oldukları

saptanmıştır. Bu elementlerden hangisinin daha hareketsiz olduğunu belirlemek için tüm elementlerin korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Çizelge 6.6). Elde edilen en yüksek değerler dikkate alınarak, Karataş volkanitlerinin bozuşması ile oluşmuş arjilik zonu karakterize eden kil minerallerinin tümü (kaolinit, I-S ve pirofillit) için TiO_2 , Köseadağ siyenitine ait serizitik bozuşma zonunu karakterize eden I-S için Nb hareketsiz element olarak seçilmiştir.

Çizelge 6.6. Bozuşmuş magmatik kayalarındaki hareketsiz elementlerin korelasyon katsayıları hesaplama sonuçları

Volkanik kökenli kil mineralleri						Plütonik kökenli kil mineralleri					
	TiO_2	Al_2O_3	Nb	Zr	Y		TiO_2	Al_2O_3	Nb	Zr	Y
TiO_2	1.00					TiO_2	1.00				
Al_2O_3	-0.73	1.00				Al_2O_3	1.00	1.00			
Nb	0.98	-0.81	1.00			Nb	-0.56	-0.59	1.00		
Zr	0.77	-0.87	0.77	1.00		Zr	-0.94	-0.95	0.80	1.00	
Y	0.47	0.04	0.31	0.35	1.00	Y	-0.33	-0.36	0.97	0.62	1.00

Kütle değişim hesaplamalarında Karataş volkanitlerine ait dört bozuşmamış örneğin ana element oksitlerinin aritmetik ortalaması alınarak, toplamı yüze tamamlanmıştır. Arjilik zonu temsil eden dört kaolinit, iki I-S ile bir pirofillit+kaolinit örneğine ait element derişimlerinin de aritmetik ortalamaları alınarak Çizelge 6.7'ye eklenmiştir. Köseadağ siyenitleri için bozuşmamış ZK-56 numaralı örnek, serizitik bozuşma zonunu için de üç I-S mineralinin elementsel aritmetik ortalaması bulunmuştur.

Karataş volkanitlerinde TiO_2 'e göre yapılan kütle değişimi hesaplamaları sonucunda 100 wt.% volkanik kayacın bozuşması ile 30,29 wt.% net kütle kaybı meydana gelmektedir. Ana elementlerde en fazla kütle kaybı 25.86 wt.% Al_2O_3 , en fazla kütle kazancı ise 5.36 wt.% ile Fe_2O_3 'de meydana gelmiştir. P_2O_5 'de herhangi bir değişiklik gözlenmezken, SiO_2 , Al_2O_3 ve LOI'de kayıp; MnO, MgO, CaO, Na_2O ve K_2O 'de ise kazanç bulunmaktadır. Al_2O_3 'deki kayıp, bu elementin Al-bakımından zengin kil minerallerinin yaygın oluşumu ile dengelenmiştir. Fe_2O_3 'deki kazanç, ilgili elementin kil mineral yapısında yer almayıp, Fe-bakımından zengin minerallerin (oksit, hidroksit, sülfat) oluşumunda kullanılması ile ilişkilidir. Ayrıca, taze volkanik kayacın kil minerallerine dönüşümü ile bozuşma sonunda hacimde % 25'lik bir azalma meydana gelmiştir.

Kösedag siyenitine ait serizitik bozuşma zonunu temsil eden I-S minerallerinde, Nb elementine göre yapılan kütle değişimi hesaplaması, 66.93 wt.%'lık bir kütle kaybının olduğunu göstermektedir. Ana oksitlerden en fazla kütle kaybı 30.21 wt.% Al_2O_3 , en fazla kütle kazancı ise 4.58 wt.% ile Na_2O 'de meydana gelmiştir. Ayrıca; SiO_2 , MgO , K_2O ve LOI'de kütle kaybı; TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , CaO ve P_2O_5 'de 0.18 wt.% kütle kazancı ve % 39'luk bir hacim azalması ortaya çıkmıştır. Kütle kayıpları, kil minerallerinin; buna karşın kütle kazançları kil-dışı minerallerin yapısına ilgili elementlerin girmesinden kaynaklanmaktadır.

Volkaniklerin bozuşması sonucunda iz elementlerdeki en fazla kütle kaybı Sr'da (143.41 mg), en fazla kütle kazancı Ba'da (37.34 mg), plütoniklerde ise en fazla kütle kaybı As'de (65.05 mg), en fazla kütle kazancı Ba'da (45.93 mg) meydana gelmiştir (Çizelge 6.8). Sr'daki kütle kaybı kil fraksiyonunda eser miktarda bulunan goyazitten ileri gelmektedir. Ba'daki kütle kazancı barit minerali oluşumunda harcanmıştır.

Çizelge 6.7. Ana oksitler için magmatik kayalarda kütle değişim hesaplama sonuçları

Örnek	Karataş volkanitleri	Arjilik bozuşma zonu (Kln+I-S+PrI)			Kösedag siyeniti	Serizitik bozuşma zonu (I-S)		
		Ort.	R-C	M-C		Ort.	R-C	M-C
SiO_2	55.16	48.18	63.19	-8.03	59.47	52.94	88.10	-28.63
TiO_2	0.83	0.63	0.83	0.00	0.71	0.164	0.27	0.44
Al_2O_3	19.26	34.41	45.12	-25.86	18.28	29.14	48.49	-30.21
ΣFe_2O_3	6.63	0.97	1.27	5.36	4.69	1.88	3.13	1.56
MnO	0.09	0.00	0.01	0.08	0.12	0.026	0.04	0.08
MgO	1.97	0.41	0.54	1.43	0.86	0.93	1.55	-0.69
CaO	4.75	0.14	0.18	4.57	2.57	0.18	0.30	2.27
Na_2O	3.85	0.24	0.32	3.53	4.75	0.10	0.17	4.58
K_2O	4.38	1.52	2.00	2.38	6.21	7.43	12.36	-6.15
P_2O_5	0.43	0.33	0.43	0.00	0.30	0.07	0.12	0.18
LOI	2.65	12.51	16.40	-13.75	2.04	7.45	12.40	-10.36
Toplam	100.00	99.34	130.29	-30.29	100.00	100.31	166.93	-66.93
E.F.		1.31				1.66		
Yoğunluk	2.63	2.58			2.57	2.60		
Hacim değişimi		0.75 (%25)				0.61 (39%)		

Çizelge 6.8. İz elementler için magmatik kayalarda kütle değişim hesaplama sonuçları

Örnek	Karataş volkanitleri	Arjilik bozuşma zonu			Kösedag siyeniti	Serizitik bozuşma zonu		
		Ort.	R-C	M-C		Ort.	R-C	M-C
Cr	20,00	35,29	46,27	-26,27	20,00	20,00	33,28	-13,28
Ni	20,25	20,00	26,23	-5,98	20,00	20,00	33,28	-13,28
Co	15,50	7,00	9,18	6,32	8,00	6,33	10,53	-2,53
Sc	20,00	15,86	20,80	-0,80	8,00	5,33	8,87	-0,87
V	178,50	248,14	325,41	-146,91	94,00	80,67	134,24	-40,24
Cu	48,25	37,00	48,52	-0,27	55,00	23,33	38,82	16,18
Pb	18,50	17,57	23,04	-4,54	23,00	108,00	179,72	-156,72
Zn	107,75	45,14	59,20	48,55	59,00	234,00	389,39	-330,39
Bi	0,10	0,11	0,15	-0,05	0,10	0,17	0,28	-0,18
In	0,10	0,11	0,15	-0,05	0,10	0,10	0,17	-0,07
Sn	1,50	2,29	3,00	-1,50	6,00	2,00	3,33	2,67
W	34,28	21,49	28,18	6,10	49,40	148,87	247,73	-198,33
Mo	2,00	2,43	3,18	-1,18	2,00	3,67	6,11	-4,11
As	11,50	76,14	99,85	-88,35	14,00	399,33	664,51	-650,51
Sb	3,05	5,54	7,27	-4,22	2,50	30,50	50,75	-48,25
Ge	1,80	3,09	4,05	-2,25	1,30	0,67	1,11	0,19
Be	3,00	2,00	2,62	0,38	3,00	4,33	7,21	-4,21
Ag	0,65	0,77	1,01	-0,36	0,50	3,10	5,16	-4,66
Rb	147,25	46,29	60,70	86,55	202,00	371,00	617,37	-415,37
Cs	7,43	9,49	12,44	-5,01	6,20	28,57	47,54	-41,34
Ba	804,50	328,71	431,08	373,42	1100,00	385,00	640,67	459,33
Sr	598,75	1550,14	2032,86	-1434,11	515,00	38,00	63,23	451,77
Tl	0,39	0,81	1,06	-0,67	0,77	6,78	11,28	-10,51
Ga	20,50	31,14	40,84	-20,34	18,00	36,00	59,91	-41,91
Ta	0,91	0,48	0,62	0,29	0,70	1,18	1,96	-1,26
Nb	15,28	7,56	9,91	5,37	10,70	6,43	10,70	0,00
Hf	5,50	3,87	5,08	0,42	2,80	3,03	5,04	-2,24
Zr	205,50	128,14	168,05	37,45	95,00	113,67	189,15	-94,15
Y	27,10	24,24	31,79	-4,69	18,40	12,83	21,35	-2,95
Th	11,43	7,19	9,43	2,00	7,84	11,80	19,64	-11,80
U	3,77	2,56	3,36	0,41	1,94	4,33	7,21	-5,27
La	32,43	25,96	34,04	-1,61	28,60	18,20	30,29	-1,69
Ce	57,93	45,26	59,35	-1,42	53,60	33,93	56,46	-2,86
Pr	6,28	4,73	6,20	0,08	6,20	3,32	5,52	0,68
Nd	27,00	19,63	25,74	1,26	23,70	13,20	21,97	1,73
Sm	5,95	3,74	4,91	1,04	4,76	2,53	4,21	0,55
Eu	1,55	0,96	1,26	0,29	1,33	0,40	0,67	0,66
Gd	5,15	3,20	4,20	0,95	3,91	1,86	3,10	0,81
Tb	0,82	0,57	0,75	0,07	0,63	0,30	0,50	0,13
Dy	4,53	3,67	4,81	-0,28	3,60	1,88	3,13	0,47
Ho	0,86	0,79	1,04	-0,18	0,73	0,40	0,67	0,06
Er	2,79	2,51	3,29	-0,50	2,25	1,33	2,21	0,04
Tm	0,42	0,38	0,50	-0,08	0,34	0,22	0,37	-0,03
Yb	2,54	2,29	3,01	-0,47	2,19	1,35	2,25	-0,06
Lu	0,40	0,35	0,46	-0,06	0,32	0,22	0,37	-0,05

7. HİDROTERMAL BOZUŞMA YATAKLARININ OLUŞUMU

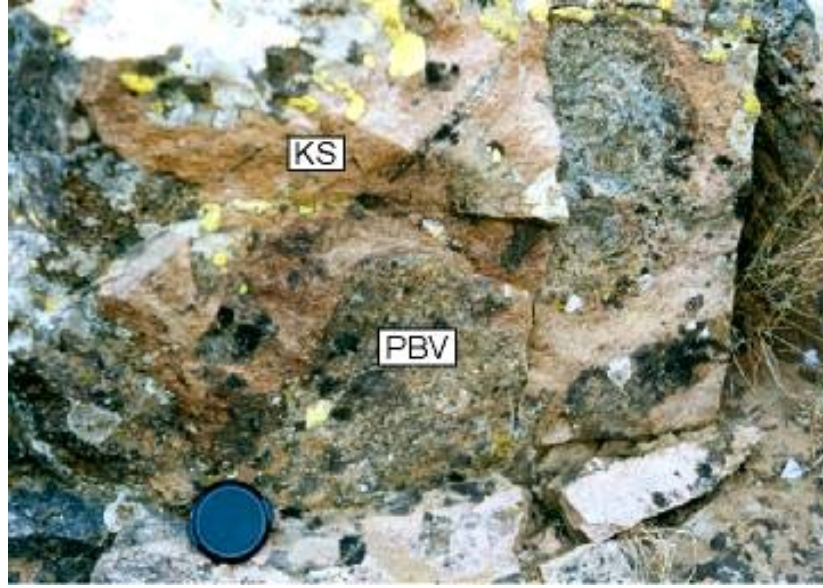
7.1. Hidrotermal Bozuşma Türleri

Sıcaklıkları 50-500°C arasında olan ve ana bileşen olarak Na, K, Ca ve Cl ile tali bileşenler olarak Mg, B, S, Sr, Fe, CO₂, H₂S, NH₄, Cu, Pb, Zn, Sn, Mo, Ag ve Au elementleri içeren sıcak sulu çözeltiler hidrotermal çözeltiler olarak tanımlanmaktadır (Skinner, 1979). Hidrotermal çözeltiler yalnızca magmatik, metamorfik, sedimanter, meteorik yada denizel kökenli olabileceği gibi, bunların iki veya daha fazlasının karışımı sonucu da oluşabilirler. Hidrotermal yataklar oluşum sıcaklıkları bakımından katatermal/hipotermal (T>300 °C), mezotermal (T=300-200 °C), epitermal (T<200 °C) ve ± teletermal (T<100°C) olarak alt bölümlere ayrılabilir (Evans, 1987). Hidrotermal çözeltiler sıcak ve asidik olmalarına karşın iç basınçları düşük olduğundan yan kayaçlar içerisinde hareketleri pnömatolitik çözeltiler kadar hızlı olmayıp, geçirgenlik yüksek ise boşluklar ve kanallar boyunca akarak, geçirgenliğin az olduğu yerlerde sızarak ve süzülerek, çok daha az olduğu yerlerde ise emilerek, hareket etmekte ve içeriklerini taşımaktadır (Gökçe, 2000). Hidrotermal çözeltilerin hareketi durduktan sonra bile, ortamdaki sıcaklık, yoğunluk ve derişim farkına bağlı olarak difüzyon yoluyla çözeltilerin içindeki maddelerin hareketi devam etmektedir (Gökçe, 2000). Oluşan minerallere göre; piropilitik, turmalinleşme, fillik veya serizitik/serizitleşme, potasik, albitik, silisleşme, silikatlaşma, karbonatlaşma, alunitik, sülfatik, arjilik, zeolitik, serpantinleşme ve talklaşma, oksitleşme gibi birçok bozuşma türleri tanımlanmış olup, bunlar da epidotlaşma, biyotitleşme, kloritleşme, hematitleşme, piritleşme vb. alt gruplara ayrılabilir (Meyer ve Hemley, 1967; Lowell ve Guilbert, 1970; Pirajno, 1992).

İnceleme sahasında Köseadağ siyenitleri ve Karataş volkanitlerinin her ikisini de etkileyen hidrotermal bozuşma türleri mineral birliktelikleri, bollukları ve kimyaları dikkate alınarak piropilitik, fillik/serizitik ve arjilik türleri ayırt edilmiştir.

7.1.1. Piropilitik bozuşma

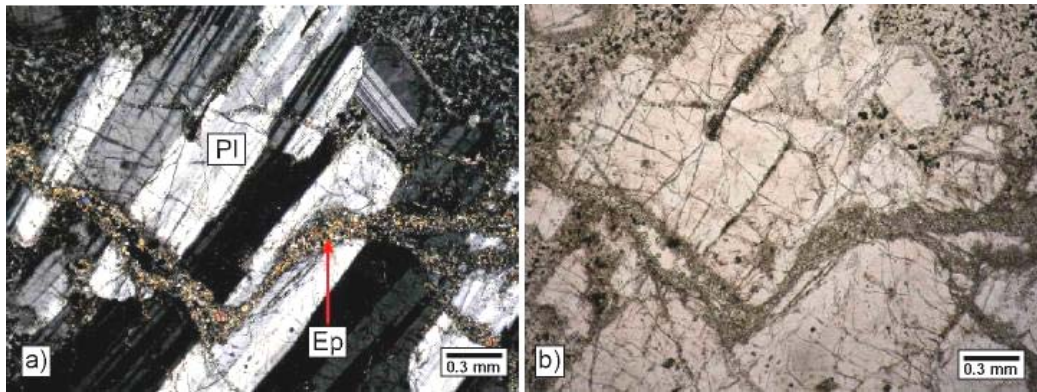
Bu bozuşmaların yayılımı çok azdır ve sadece pülütönik-volkanik dokanağında volkanikler içerisindeki birkaç metrelik kontakta gelişmiştir. Koyu yeşil-siyah renkli Karataş volkanitlerinin piropilitik bozuşmaya uğramış kesimleri sarımsı açık yeşil renkli olarak gözlenmektedir (Şekil 7.1).



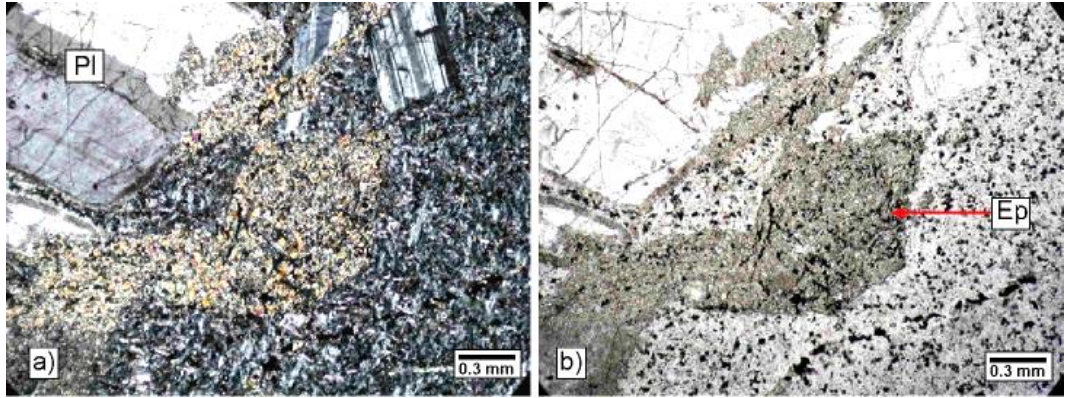
Şekil 7.1. Piropillitik alterasyonun geliştiği volkanik-plütönik dokanağı (Aksu köyü batısı), KS= Kösedag siyeniti, PBV=Piropillitik bozuşmalı volkanikler

Aksu köyü batısındaki plütönik-volkanik kayaç dokanağında piropillitik bozuşmaya uğramış andezitlerde mikroçatlaklar boyunca (Şekil 7.2) ve matriksinde (Şekil 7.3) ince taneli epidot minerallerinin oluştuğu gözlenmiştir. Plajiyoklaz fenokristallerinin çatlaklarında (Şekil 7.4) ve çevreler durumunda ince taneli epidotlaşmanın yanı sıra, Fe-oksidasyonu da bulunmaktadır (Şekil 7.5). İnce taneli andezitlerde matriksinden itibaren ince taneli epidotlaşma, biyotitleşme ve piritler gelişmiştir (Şekil 7.6). İri taneli andezitlerde serizitleşme ve piritler ile birlikte iri taneli yeniden kristallenmiş ve/veya yeni oluşmuş biyotitler bulunmaktadır (Şekil 7.7).

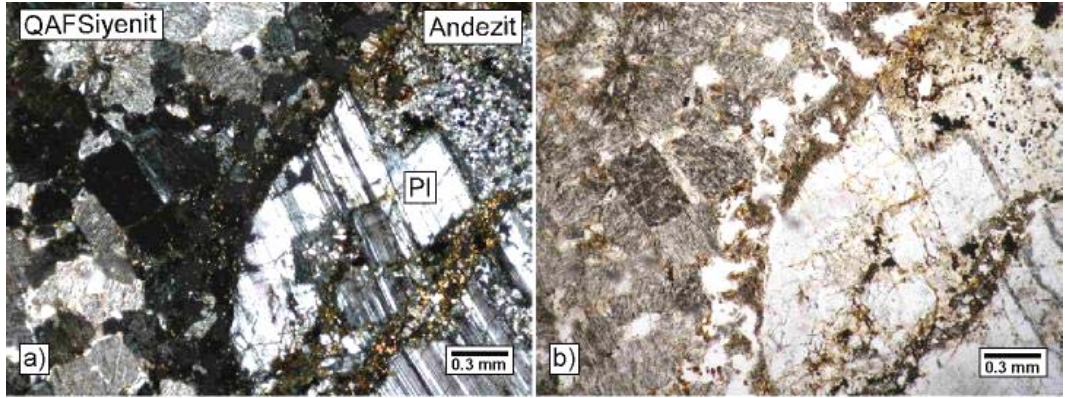
Kekeçler yaylası batısındaki plütönik-volkanik kayaç dokanağında matrikste yaygın biyotitleşme, kloritleşme, serizitleşme, opaklaşma (pirit) ve karbonatlaşma türü bozuşmaların geliştiği gözlenmiştir (Şekil 7.8).



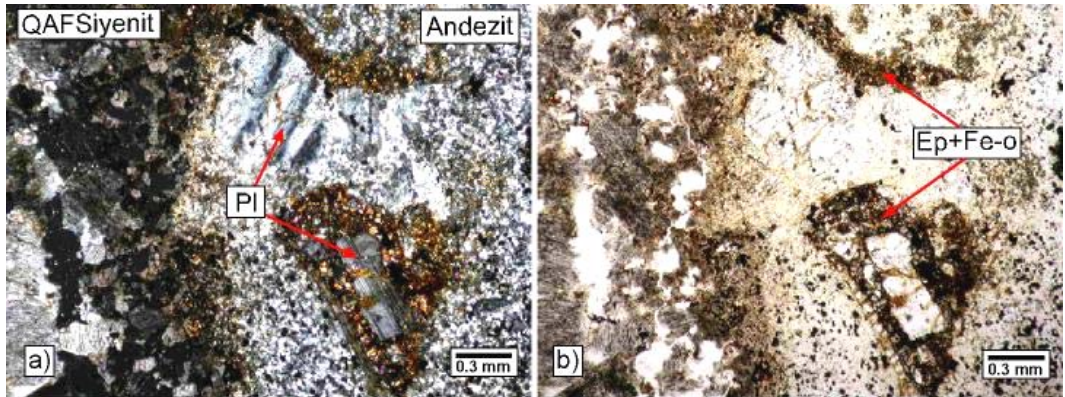
Şekil 7.2. Karataş volkanitleri ile Kösedag siyeniti dokanağındaki andezitlerde çatlaklar boyunca gelişen epidotlaşma (ZK-427, Pl=Plajiyoklaz, Ep=Epidot), a) çift nikol, b) tek nikol



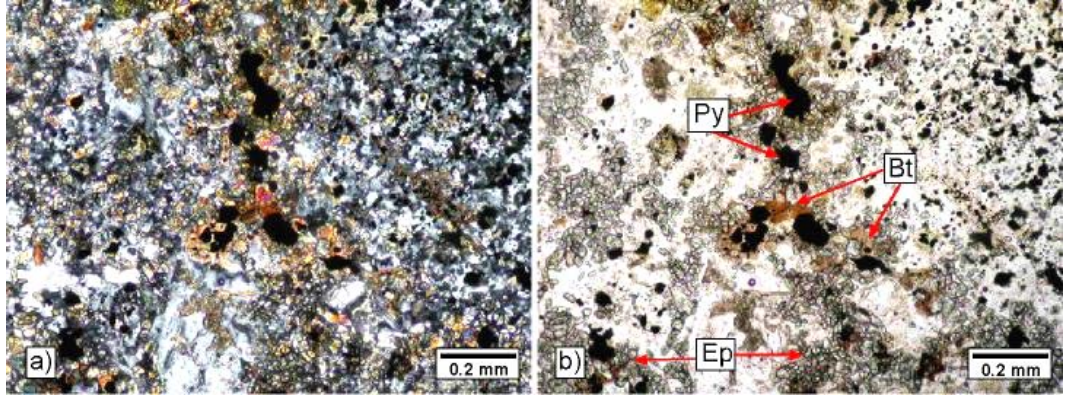
Şekil 7.3. Karataş volkanitleri ile Kösedag siyeniti dokanağındaki andezitlerde gözlenen yaygın epidotlaşma (ZK-428, Pl=Plajiyoklaz, Ep=Epidot), a) çift nikol, b) tek nikol



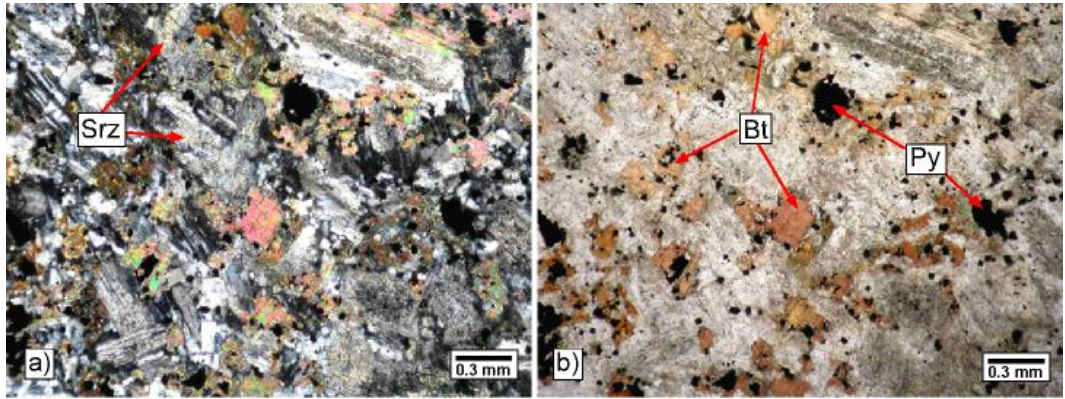
Şekil 7.4. Kösedag siyenitine ait kuvarşlı alkali feldispat siyenit ile Karataş volkanitlerine ait andezit dokanağında plajiyoklaz fenokristali çatlağında gelişmiş epidotlaşma ve Fe-oksidasyonu (ZK-429, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol



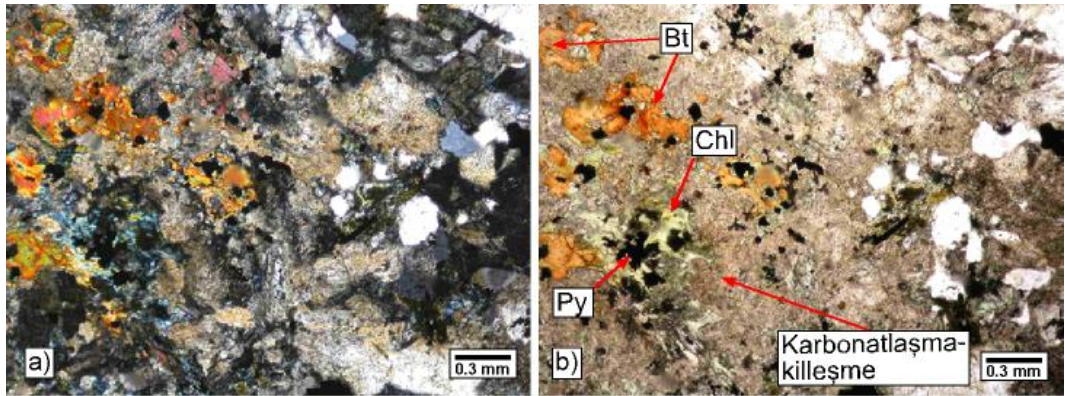
Şekil 7.5. Kösedag siyenitine ait kuvarşlı alkali feldispat siyenit ile Karataş volkanitlerine ait andezit dokanağında plajiyoklaz fenokristallerini çevreleyen epidotlaşma ve Fe-oksidasyonu (ZK-429, Pl=Plajiyoklaz, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.6. Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitleri dokanağındaki andezitlerin matriksinde epidotlaşma, biyotitleşme ve piritler (ZK-428, Ep=Epidot, Bt=Biyotit, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.7. Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitleri dokanağındaki andezitlerin matriksinde gelişen serizitleşme ve biyotitleşme (ZK-435, Bt=Biyotit, Py=Pirit, Srz=Serizit), a) tek nikol, b) çift nikol



Şekil 7.8. Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitleri dokanağındaki andezitlerde kloritleşme, karbonatlaşma, killeşme, biyotitleşme ve pirit mineralleri (ZK-435, Bt=Biyotit, Py=Pirit, Chl=Klorit), a) çift nikol, b) tek nikol

7.1.2. Serizitik (Fillik) bozuşma

Bu tür bozuşmalar yaygın olarak Köseadağ siyenitinde, yer yer de Karataş volkanitlerinde gelişmiştir. Serizitik (I, I-S) zondaki diğer karakteristik bozuşmalar silisleşme (kuvars), killeşme (kaolinit, smektit), kloritleşme, turmalinleşme, sülfatlaşma (jarosit, barit), oksitleşme (götüt) ve piritleşmedir.

Volkaniklerdeki yayılımı fazla olmayıp, arjilik bozuşma içerisinde iç içe geçmiş seviyeler olarak gözlenmektedir (Şekil 7.9). Bozuşmuş kesimlerin dış görünümü açık yeşilimsi sarımsı renkli ve yaklaşık 10 m kalınlığa sahip olup; yumuşak ve dağылandır.

Serizitik bozuşma siyenitlerde çok geniş yayılıma sahiptir. Volkaniklerde gelişenlerden farklı olarak daha sert seviyeler oluşturmaktadır. Beyaz-sarı-açık kahverengi renkli görünüşü ile karakteristiktir (Şekil 7.10-7.11). Siyenitlere ait serizitik bozuşma içerisinde sıvamalar şeklinde sarımsı kırmızı renkli Fe-oksitli seviyeler gözlenmektedir (Şekil 7.12). Beyaz renkli serizitik bozuşmalar içerisinde, çatlaklar boyunca gelişmiş turuncu-kırmızı renkli oksitleşme (götüt) ve sülfatlaşmalar (jarosit) da bulunmaktadır (Şekil 7.13).



Şekil 7.9. Volkaniklere ait beyaz arjilitik ve yeşil-sarı renkli serizitik alterasyon zonları (Geminbeli geçidi)



Şekil 7.10. Siyenitlere ait açık kahverengi-sarı renkli serizitik alterasyon zonu. (Gürgenlik Tepe güneyi)



Şekil 7.11. Siyenitlere ait beyaz renkli serizitik bozuşmalar (Lölükbaba Tepe kuzeyi)



Şekil 7.12. Siyenitlere ait serizitik bozuşma içerisinde gözlenen Fe-oksidasyonları (Lodos Tepe kuzeyi)



Şekil 7.13. Siyenitlere ait serizitik alterasyon içerisinde çatlaklar boyu gelişen okistleşme (götüt) ve sülfatlaşma türü bozuşmalar (jarosit), (Deredam Köyü güneydoğusu)

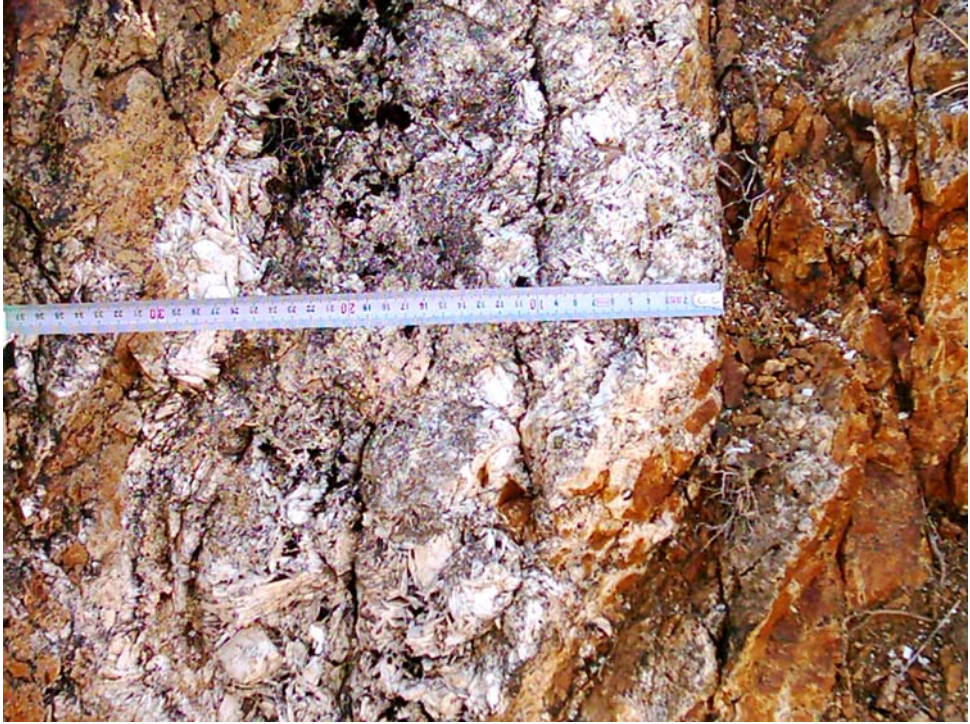
Deredam Köyü güney doğusunda Köseadağ siyenitlerinden itibaren gelişen serizitik bozuşma zonu içerisinde, genellikle KD-GB doğrultulu 15 cm ile 1m arasında değişen kalınlıklara ve yaklaşık 100 m yanal devamlılığa sahip, birbiri ile paralel konumlu en az 7 barit damarı gözlenmiştir (Şekil 7.14). Barit oluşumları yer yer 5-20 cm'lik yumrular şeklinde de bulunabilmektedir (Şekil 7.15). Barit damarlarının kenarlarında ve yer yer de içerisinde yaygın Fe-oksidasyonu gelişmiştir (Şekil 7.16). Barit mineralleri üst üste dizilmiş 2-10 cm uzunluğunda, 1-3 cm eninde ve 1-10 mm kalınlığında levhalar ve/veya ışınal demetler şeklinde gözlenmekte (Şekil 7.17) ve aralarındaki boşluklarda yer yer ince taneli kuvars mineralleri içermektedir.



Şekil 7.14. Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen barit damarları (Deredam köyü güneydoğusu)



Şekil 7.15. Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen barit yumruları (Deredam köyü güneydoğusu)



Şekil 7.16. Siyenitlere ait serizitik bozuşma zonundaki barit damarları kenarında ve içerisindeki çatlaklarda gözlenen Fe-oksidasyonu (Deredam köyü güneydoğusu)



Şekil 7.17. Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen barit mineralleri (Deredam köyü güneydoğusu)

Gürpınar Yaylası mevkiinde plütonikler içerisinde yaklaşık 0.5 mm-20 cm kalınlığa sahip, açık gri-siyah renkli turmalin-kuvars damarları gözlenmektedir (Şekil 7.18). Bu damarlar serizitik bozuşma örneklerinden yapılan ince kesitlerde mikro çatlaklarda gözlenmiş, arazide ise birbirine paralel ve/veya birbirini kesen prizmatik kristaller şeklinde görülmüştür. Damarları içerisinde siyah tümüyle turmalinden oluşan kesim ile beyazımsı sarı turmalinli ve serizitli kuvars geçişlerine de rastlanabilmektedir (Şekil 7.19).

Karataş volkanitlerinde gelişen serizitik alterasyon zonuna ait örnekler genellikle yumuşak ve dağılğan olduklarından ince kesitleri yapılamamıştır. Kösedag siyenitine ait serizitik bozuşma zonu içerisinde OM incelemeleri sonucunda, iri taneli ve lifsi kalsedonik kuvars, çok ince taneli muskovit (illit, I-S) ile bu minerallere eşlik eden az miktarda barit, turmalin, kaolinit, smektit, klorit, jarosit, götit, pirit ve topaz mineralleri belirlenmiştir.



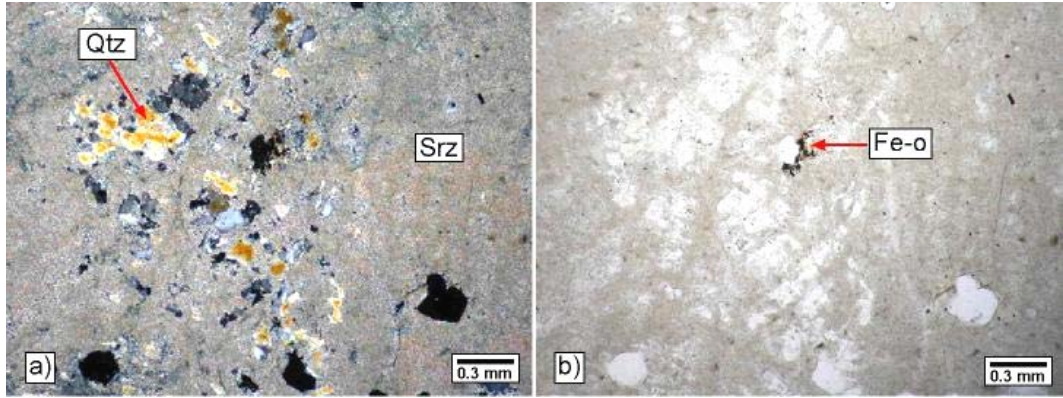
Şekil 7.18. Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen turmalin damarı (Gürpınar Yaylası)



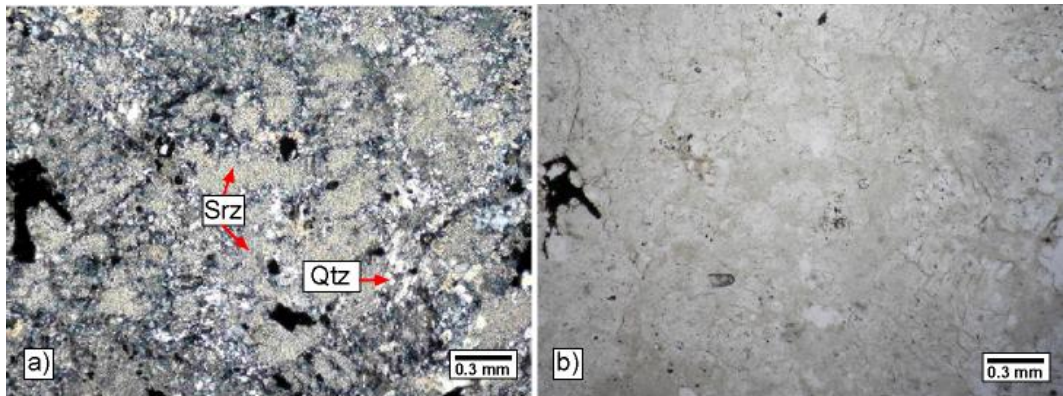
Şekil 7.19. Siyenitlere ait serizitik alterasyon zonu içerisinde gözlenen turmalin-kuvars geçişi (Gürpınar Yaylası)

Siyenitlerin bozuşmuş örneklerinde, feldispat mineralleri bütünüyle serizitleşme (bazen iri taneli $\sim 100\mu\text{m}$), killeşme ile yer yer kaolinitleşme ve silisleşme (ince-iri taneli kuvars) göstermektedir (Şekil 7.20-7.21). Bütünüyle serizitleşen örneklerde topaz ve pirit mineralleri de gözlenmektedir (Şekil 7.22). Mafik mineraller ise bütünüyle demir oksidasyonuna uğramış, breşik seviyelerindeki mikroçatlaklar demir oksit oluşumları (hematit, götit) ve kahverengi-yeşilimsi jarositle doldurulmuş biçimde gözlenmektedir (Şekil 7.23).

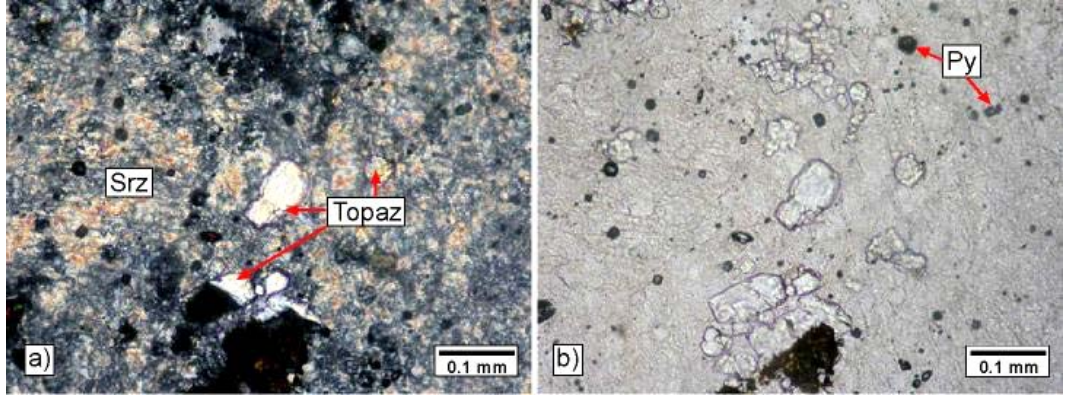
Deredam Köyü güney doğusunda bulunan barit damarında; iri-yer yer ince prizmatik ve/veya levhası barit mineralleri gözlenmiş (Şekil 7.24), gözenekleri ince-iri (1 mm) taneli kuvarslar, breşik kesimleri ise demir oksitler ile doldurulmuştur.



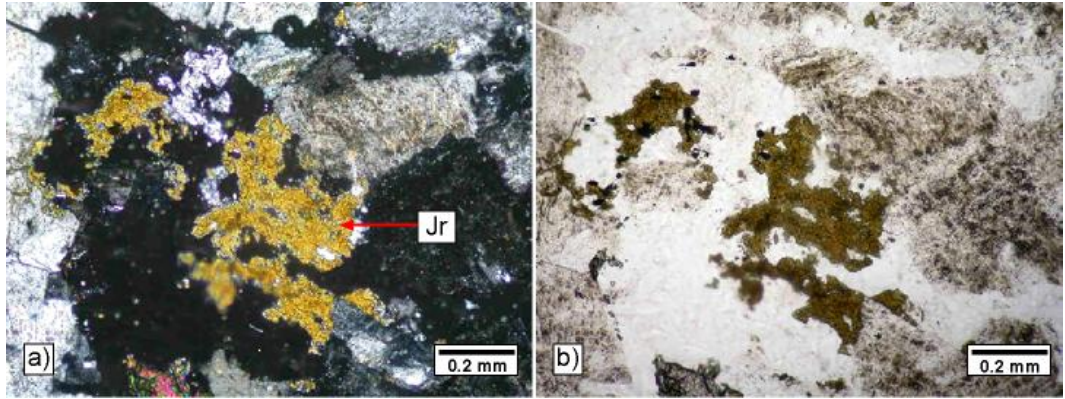
Şekil 7.20. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenite ait feldispatlarda bütünüyle serizitleşme, iri taneli kuvars ve demir oksitler (ZK-63, Srz=Serizit, Qtz=Kuvars, Fe-o=Demir oksit), a) tek nikol, b) çift nikol



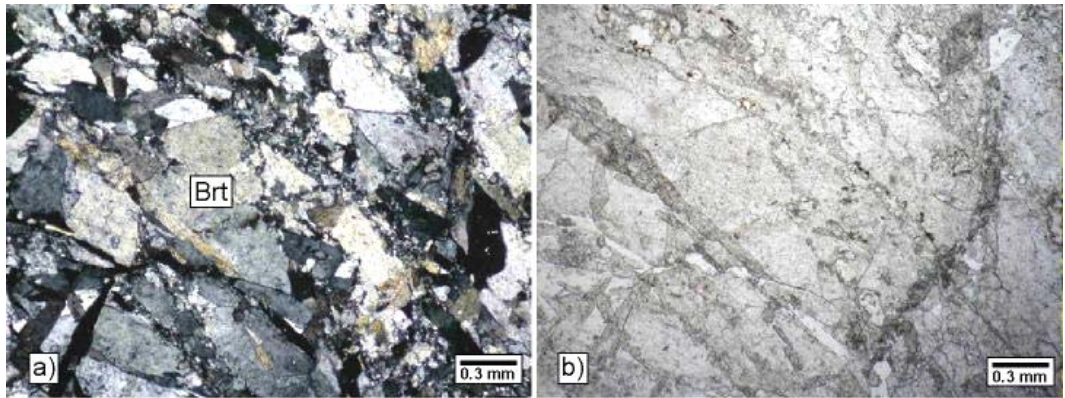
Şekil 7.21. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenite ait feldispatlarda bütünüyle serizitleşme ve ince taneli kuvarslar (ZK-116, Srz=Serizit, Qtz=Kuvars), a) tek nikol, b) çift nikol



Şekil 7.22. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitlerde topaz ve pirit mineralleri (ZK-116, Srz=Serizit, Py=Pirit), a) tek nikol, b) çift nikol

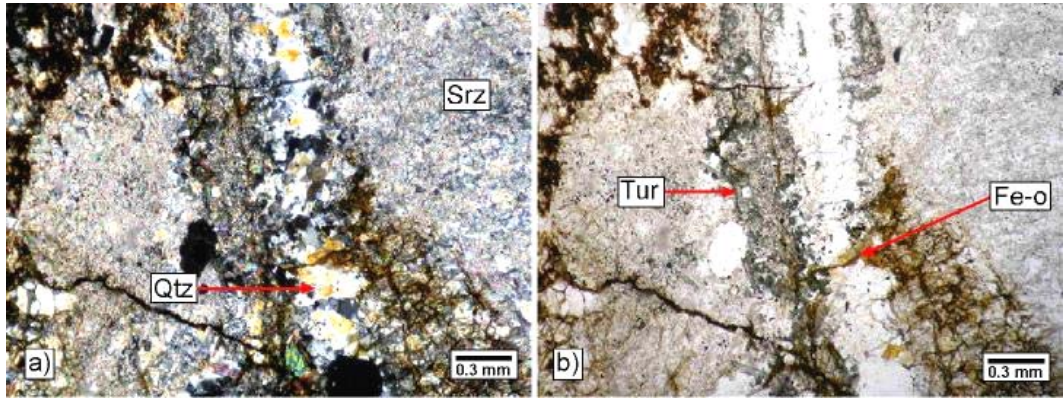


Şekil 7.23. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitlerde jarosit mineralleri (ZK-62, Jr=Jarosit), a) tek nikol, b) çift nikol

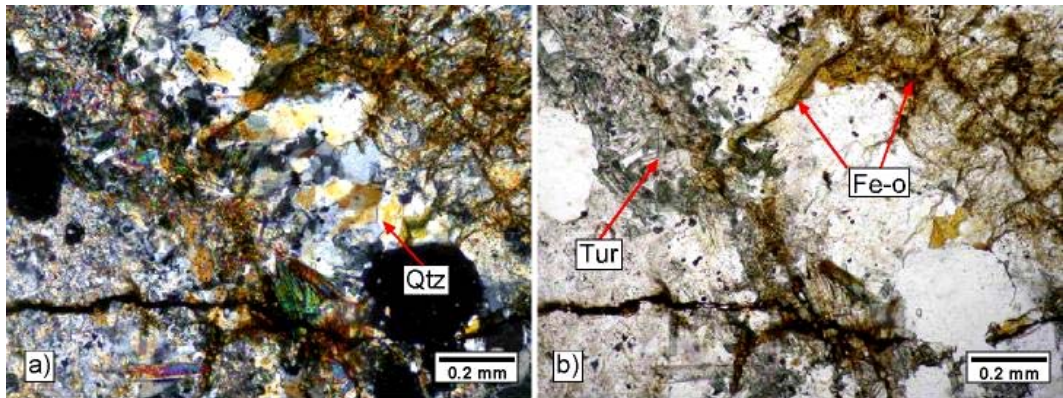


Şekil 7.24. Köseadağ siyeniti çatlaklarında gelişen barit mineralleri (ZK-123, Brt=Barit), a) çift nikol, b) tek nikol

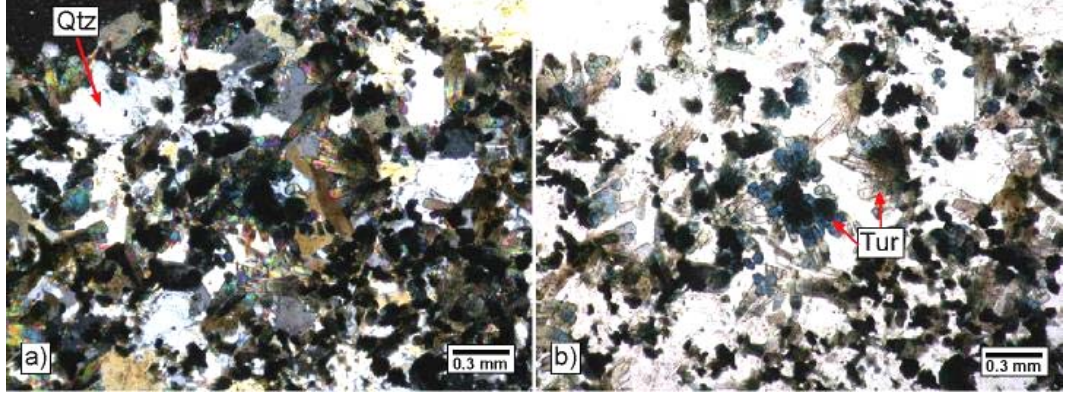
Paşacıyırı yaylası kuzeybatı kesimlerinde (Kurt Tepe) turmalin mineralleri yer yer gözeneklerde ve çatlaklarda kuvars ile birlikte gözlenmektedir (Şekil 7.25). Mikroçatlaklarda kuvars ve ince taneli turmalinleri keser durumlu daha ince kılcak çatlaklarda demir oksit dolgular bulunmaktadır (Şekil 7.26). Damarların kalınlığının fazla olduğu kesimlerde turmalin mineralleri daha iri (~0,2 mm) tanelidir (Şekil 7.27). Lodos Tepe kesimlerindeki kısmen bozuşmuş örneklerde ise ince iğnemsî minerallerin kümelenmesi ile ortaya çıkan turmalin güneşi tipiktir (Şekil 7.28). Turmalinler uzun prizmatik iğnemsî, yeşilimsi-mavi renkli, orta-yüksek pleokroyzmaya sahip, zonlu dokulu şörlit türündedir (Şekil 7.29).



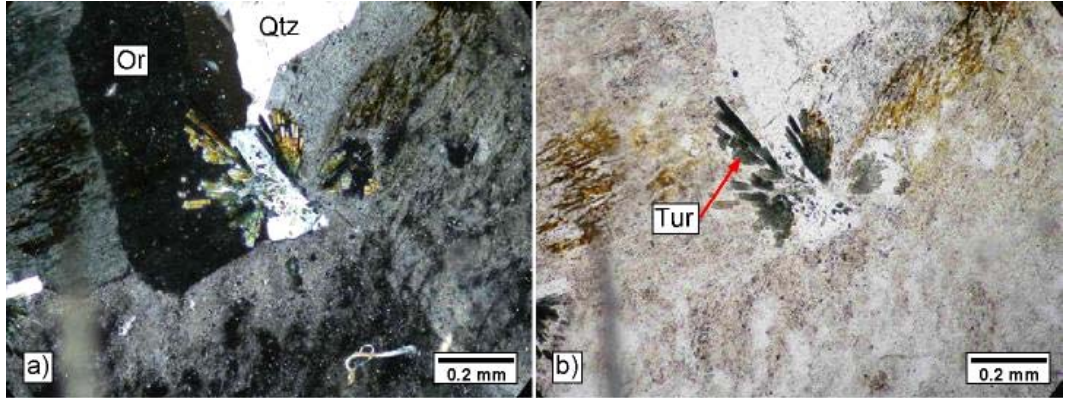
Şekil 7. 25. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte turmalin-kuvars damarları ve demir oksit dolgu (ZK-388, Srz=Serizit, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol



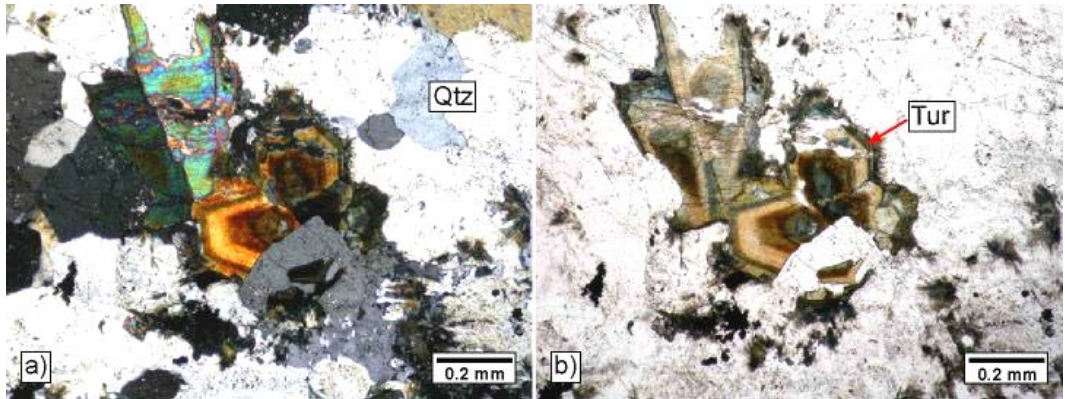
Şekil 7.26. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarşlı alkali feldispat siyenitte ince taneli turmalin-kuvars damarları ve bunları kesen mikroçatlaklarda demir oksit dolgu (ZK-388, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.27. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenitte iri taneli turmalinler (ZK-414, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.28. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenitte turmalingüneşi (ZK-288, Qtz=Kuvars, Or=Ortoklaz, Tur=Turmalin), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.29. Köseadağ siyeniti bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenitte zonlu dokulu turmalinler (ZK-414, Qtz=Kuvars, Tur=Turmalin), a) çift nikol, b) tek nikol.

7.1.3. Arjilik bozuşma

Bölgedeki en yaygın ve en geniş yayılım sunan bozuşma zonudur. Genellikle volkaniklerde gözlenir; siyenitlerde ise çok az olup, serizitik bozuşma zonu içerisinde bulunur. Topografik dağılımları göz önüne alındığında çok net sınırlarla ayrılmamakla birlikte, üst kesimlerde breşik silis şapka ve demir oksit, bu zonun altında ise kaolinitli seviyeler ile temsil edilmektedir. Bunlar içerisinde ise yer yer alunitli ve diğer kil minerallerince (illit, I-S ve smektit) zengin düzeyler iç içe geçmiş zonlar şeklinde bulunmaktadır.

7.1.3.1. Makroskopik gözlemler

Arazide sarımsı-beyaz renkli görünümü karakteristiktir (Şekil 7.30). Arjilik bozuşma zonunda egemen olarak bulunan kaolinitler genellikle ilksel kayaçtan ileri gelen bol çatlak ve kırık düzlemleri içermekte, yüzeylerinde ise çok ince sıvamalar halinde Fe-oksitler gözlenmektedir (Şekil 7.31). Bozuşmuş seviyeler içerisinde yer yer köken kayaca ait 1-2 m'lik girintili-çıkıntılı seviye ve/veya yumrular şeklinde bozuşmamış kesimler de bulunmaktadır (Şekil 7.32).

Arjilik bozuşma zonunda genellikle çok ince sıvamalar şeklinde bulunan Fe-oksidasyonları, Kumoğlu Köyü kuzeydoğusunda bulunan en büyük arjilitik zonda, 5-6 m kalınlığa sahip sarı-kırmızı renkli seviyeler olarak gözlenmektedir (Şekil 7.33). Parlak yeşilimsi siyah Fe-oksidasyonları (hematit, götit) arjilik bozuşma zonu içerisinde birkaç santimetrelik kırmızı renkli çatlak dolgusu olarak da bulunmaktadır (Şekil 7.34). Maden Köyünde bulunan bozuşma zonunda 10-50 cm çapında yumru şeklinde piritçe zengin kesimler de gözlenmiştir (Şekil 7.35).

Kumoğlu Köyü kuzeydoğusunda porfirik dokulu volkanik kayaçlardan itibaren gelişen arjilik bozuşmada, porfirik doku kaybolmamış, feldispat fenokristalleri beyaz, matriks ise açık kahverengi kaolinit minerallerine dönüşmüştür (Şekil 7.36). Kalıntı porfirik dokulu volkaniklerdeki kaolinitler içerisindeki kırık ve çatlaklarda da kırmızı renkli Fe-oksidasyonları gözlenmektedir (Şekil 7.37).

Arjilik zonun en üst kesimlerini oluşturan silisli seviyelerin dış kesimleri likenlerden dolayı yeşilimsi, taze kırık yüzeyleri sarımsı-beyaz mat renklidir (Şekil 7.38). İçerisinde bol miktarda kırık ve çatlak düzlemleri bulunmakta, bu çatlaklar yer yer Fe-oksidasyonları içermektedir. Kalınlığı yaklaşık 15-20 m arasında değişen alt seviyelerine doğru tedrici olarak kaolinitlere geçmektedir.



Şekil 7.30. Karataş volkanitlerinde gözlenen arjilic alterasyon-volkanik dokanağı (Zazalar Köyü batısı)



Şekil 7.31. Volkaniklerdeki arjilic bozuşma zonunda gözlenen kaolinitlerdeki kırık ve çatlak düzlemleri ve çok ince Fe-oksit sıvama (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)



Şekil 7.32. Volkaniklerdeki arjilik bozuşma zonundaki bozuşmamış volkanik kayaç seviyeleri ve yumruları (Deredam Köyü)



Şekil 7.33. Volkaniklerdeki arjilik bozuşma içerisindeki sarı-kırmızı renkli Fe-oksitasyonu seviyeleri (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)



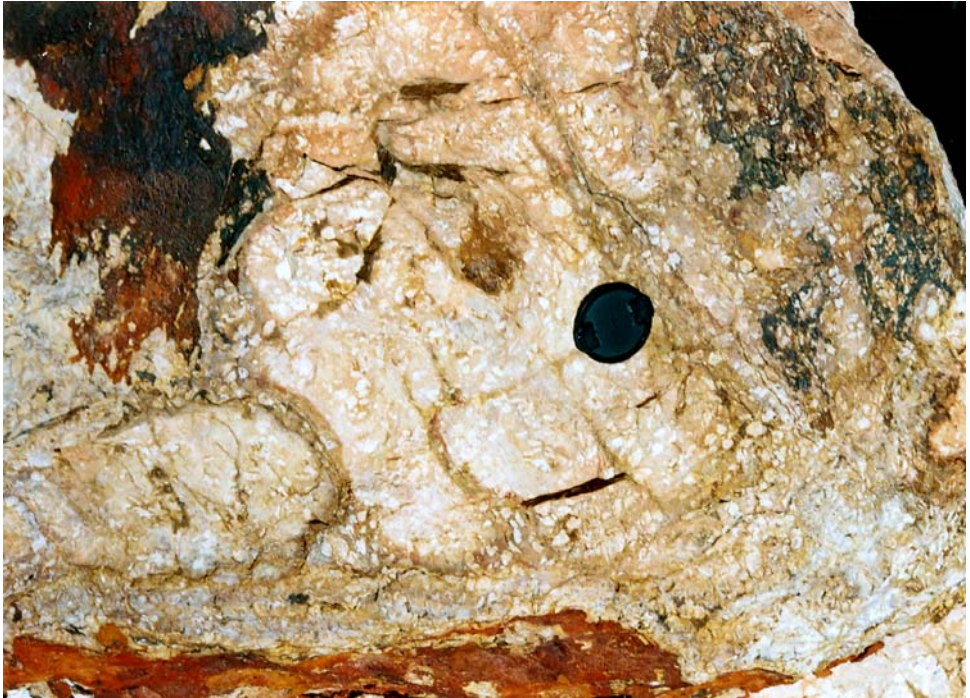
Şekil 7.34. Volkaniklerdeki arjilik bozuşma içerisindeki çatlakları dolduran kırmızı renkli Fe-oksidadasyonu (Maden Köyü)



Şekil 7.35. Volkaniklerdeki arjilik bozuşma zonu içerisinde gözlenen siyah renkli piritçe zengin yumrular (Maden köyü)



Şekil 7.36. Volkaniklerdeki kalıntı porfirik dokulu arjilik alterasyon (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)



Şekil 7.37. Volkaniklerdeki kalıntı porfirik doku arjilik alterasyon ve Fe-oksit sıvama (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)



Şekil 7.38. Volkaniklerdeki arjilik alterasyonun üst kesimlerinde gözlenen silis şapka (Kumoğlu Köyü kuzeydoğusu)

7.1.3.2. OM incelemeleri

Arazi gözlemlerine ilaveten, OM incelemeleri ile arjilik bozuşma zonu içerisinde iç içe geçmiş seviyeler halinde silisik, alunitik ve oksidik alt zonlar da belirlenmiştir. Bu kesimlerde kaolinite değişen bolluklarda kuvars, götit, goyazit, alunit, hematit, pirit, jarosit, opal-CT, barit ve diğer kil mineralleri de eşlik etmektedir.

Bütünüyle bozuşmaya uğramış volkanik kayalarda ilksel porfirik doku tamamen kaybolmamış olup, kalıntı halinde izlenebilmektedir (Şekil 7.39). Plajiyoklazlarda polisentetik ikizlenme, bozuşmamış orta kesimlerinde adacıklar biçiminde görülebilmektedir. Mineralin kenarları ise bütünüyle ince taneli kil minerallerine dönüşmüştür.

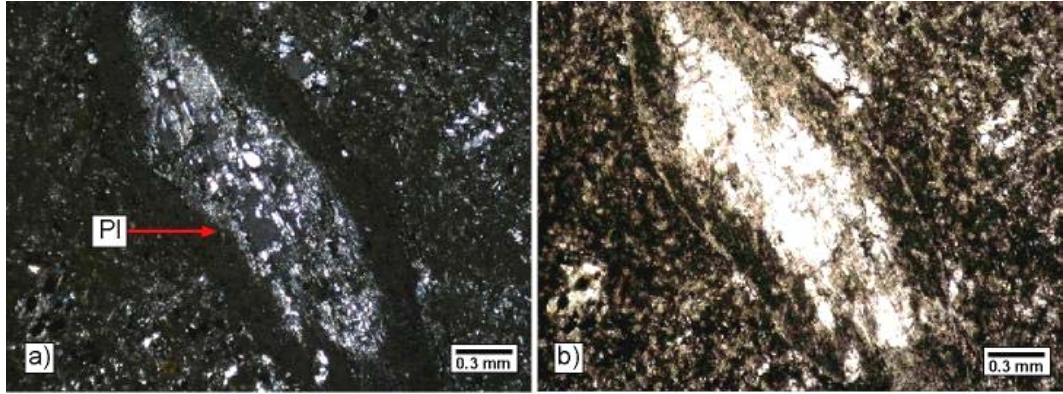
Bütünüyle kaolinitleşme gösteren örneklerde feldispatlar ancak şekillerinden itibaren tanımlanabilmektedir (Şekil 7.40). Ayrıca, matriksteki Fe-oksidasyonuna eşlik eden mikrolitlerin bütünüyle kaolinit minerallerine dönüştüğü görülmektedir.

Feldispat fenokristallerinin yerini alan kaolinit yaprakçıkları, optik mikroskopta çift nikolde, birinci dizinin girişim rengi ve biçimleri ile kolayca tanınabilmektedir (Şekil 7.41).

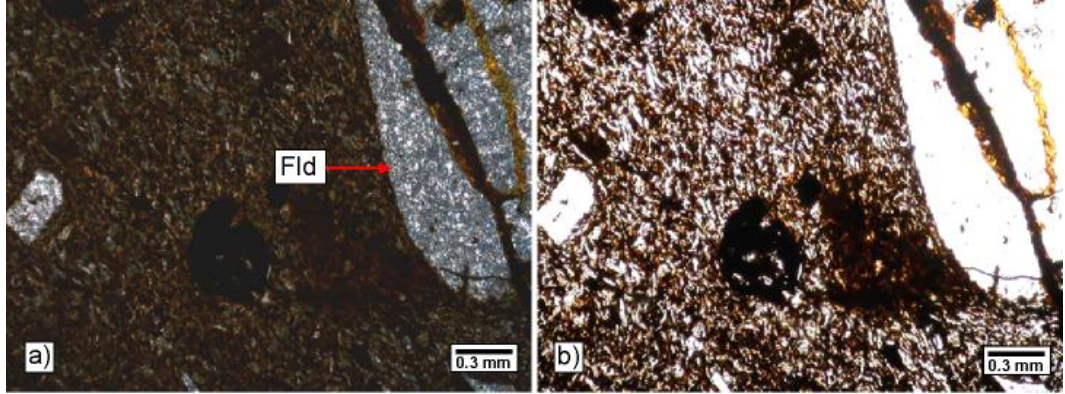
Feldispat minerallerinden itibaren gelişen kaolinit mineralleri yer yer 50-100µm boyutuna ulaşan iri yaprakçıklar halinde üst üste dizilmiş olarak gözlenmektedir (Şekil 7.42). Bütünüyle kaolinitleşen feldispat minerallerinde yer yer dilinim izleri boyunca götit yumrularından oluşan demir oksitler bulunmaktadır (Şekil 7.43). Bazı örneklerdeki feldispat minerallerinde kaolinitleşmenin yanı sıra, serizitleşme türü bozuşmalarda görülmektedir (Şekil 7.44).

Amigdaloyidal dokulu bozuşmuş kayaçlarda, nadiren gözlenen feldispat minerallerinde, kaolinitleşme ve yer yer killeşme gözlenmektedir (Şekil 7.45). Amigdallerin boyutları ~0.5-0.4 mm arasında değişmekte olup, ışınal dizilimli kaolinit mineralleri, matrikste ve mikroçatlaklarda demir oksidasyonu izlenmektedir (Şekil 7.46). Bütünüyle kaolinitten oluşan örneklerin bazılarında matriksten itibaren oluşan kaolinit mineralleri ışınal dizilimli sferülitik dokulu kümelenmeler oluşturmaktadır (Şekil 7.47).

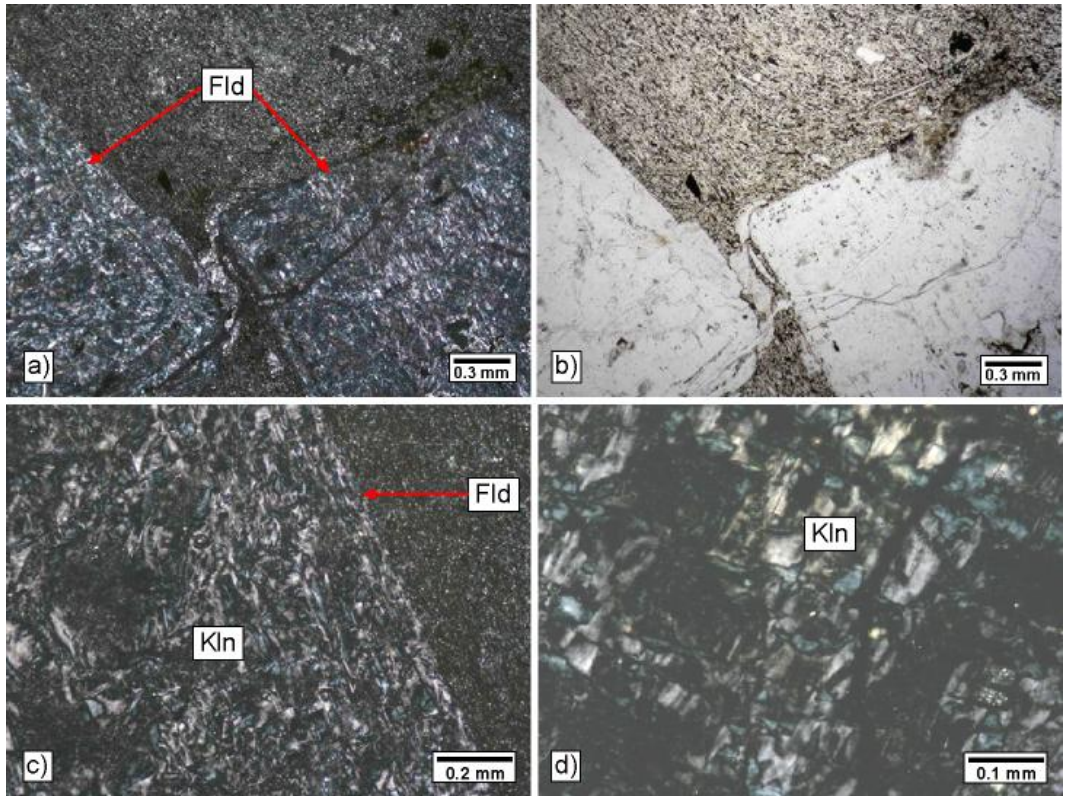
Bozuşmuş kesimlerden alınan örneklerin yalnızca 4 tanesinde pirofillit minerali belirlenmiş olup; bunlar genellikle ince taneli ve matriksten itibaren gelişmiştir. Sarımsı-gri girişim renklerine sahip pirofillitlere kaolinit minerallerinden oluşan kümelenmeler eşlik etmektedir (Şekil 7.48).



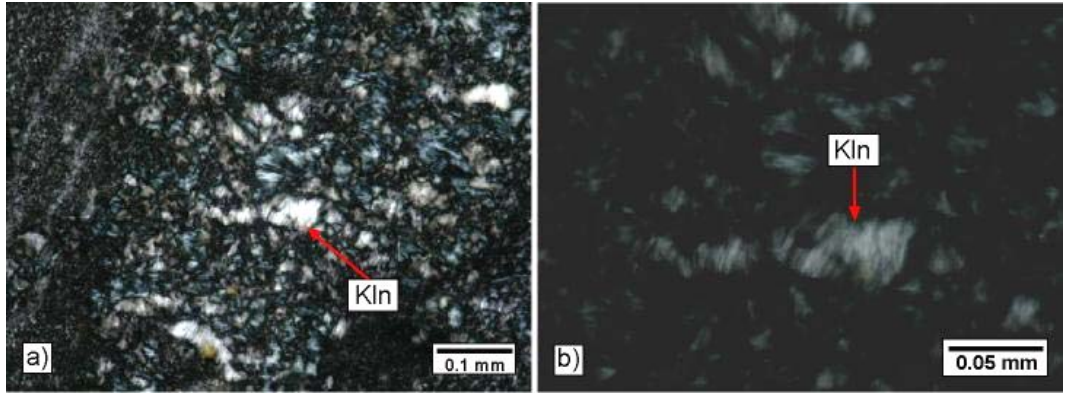
Şekil 7.39. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaçta kalıntı porfirik doku, plajiyoklaz fenokristalinde killeşme, matrikste killeşme ve demir oksidasyonu (ZK-81, Pl=Plajiyoklaz), a) çift nikol, b) tek nikol



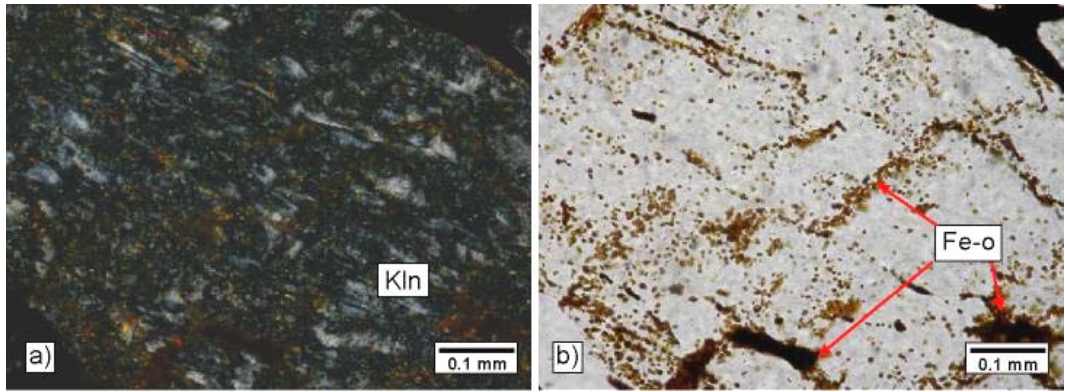
Şekil 7.40. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayada kalıntı porfirik doku, feldispat fenokristallerinde bütünüyle kaolinitleşme ile matrikste kaolinitleşme ve demir oksidasyonu (ZK-26, Fld=Feldispat), a) çift nikol, b) tek nikol



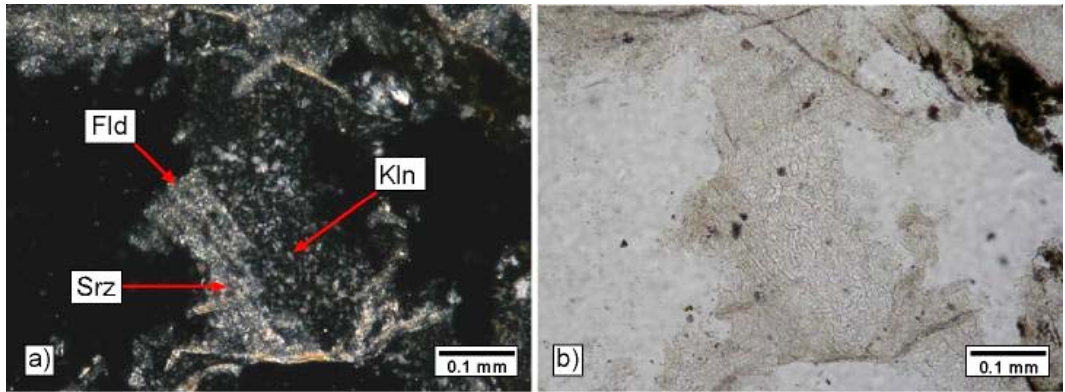
Şekil 7.41. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda kalıntı porfirik doku, feldispatlarda ve matrikste bütünüyle kaolinitleşme (ZK-310, Fld=Feldispat, Kln=Kaolinit), a-c-d) çift nikol, b) tek nikol



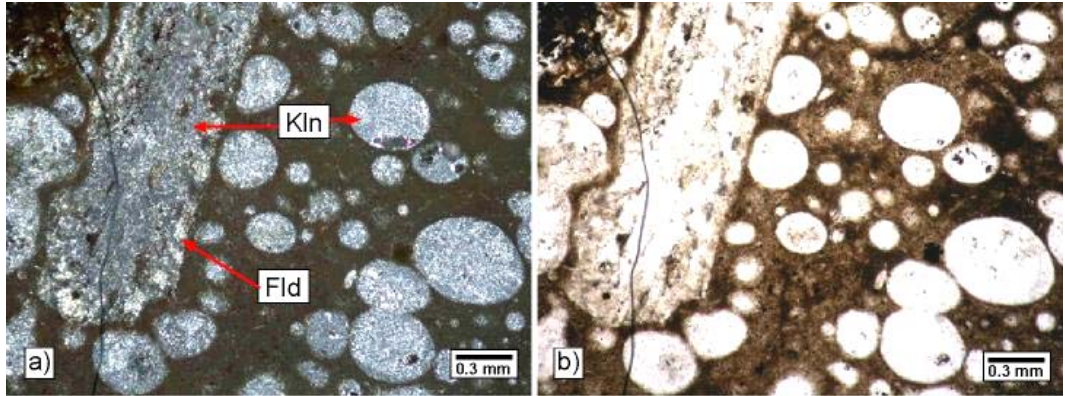
Şekil 7.42. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda bukletik kaolinitler (ZK-20, Kln=Kaolinit), a) ve b) çift nikol



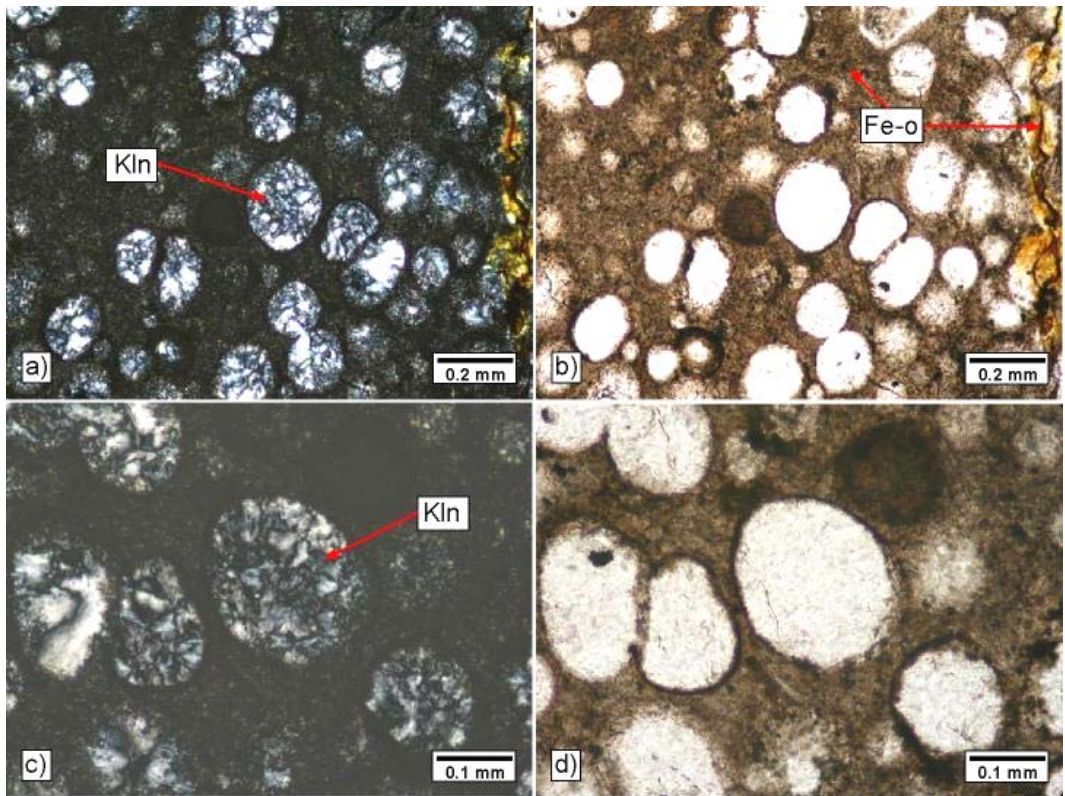
Şekil 7.43. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalardaki feldispat fenokristallerinde bütünüyle kaolinitleşme ve dilinim izleri boyunca demir oksidasyonu (ZK-26, Kln=Kaolinit, Fe-o=Demir-oksit), a) çift nikol, b) tek nikol



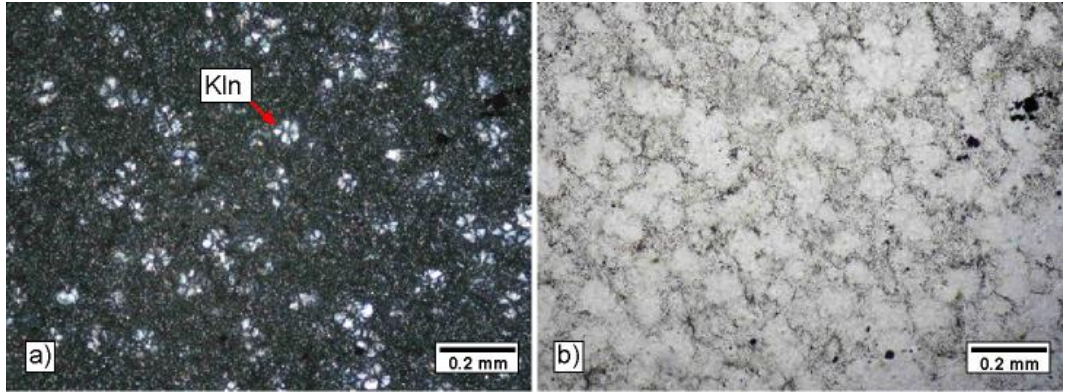
Şekil 7.44. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalardaki feldispat fenokristallerinde kaolinitleşme ve serizitleşme (ZK-225, Fld=Feldispat, Kln=Kaolinit, Srz=Serizit), a) çift nikol, b) tek nikol



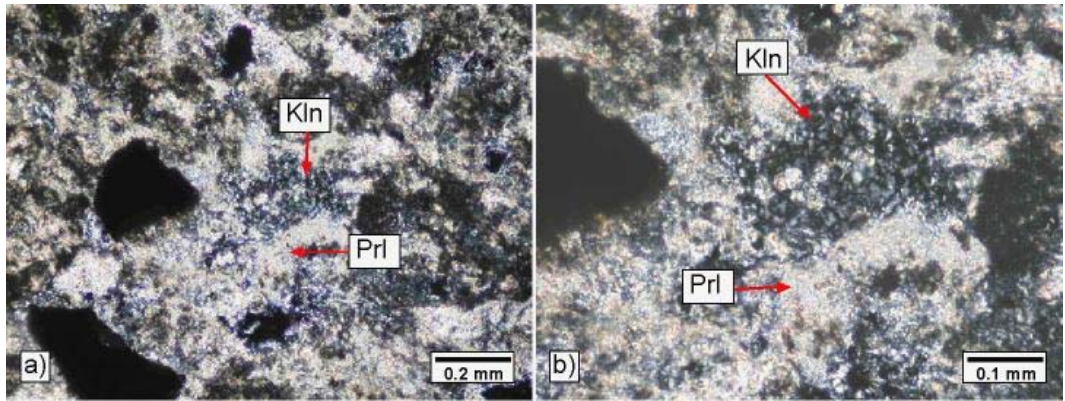
Şekil 7.45. Karataş volkanitlerine ait bozmuş volkanik kayaçta porfirik-amigdaloidal doku, feldispat minerali ile gözeneklerde kaolinit, yer yer silis ve serizit, matrikste kaolinit ve demir oksit (ZK-308, Fld=Feldispat, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.46. Karataş volkanitlerine ait bozmuş volkanik kayaçta amigdaloidal doku, matrikste ve amigdallerde kaolinit ve silis ile mikroçatlaklarda ve matrikste demir oksit (ZK-309, Kln=Kaolinit, Fe-o=Demir oksit), a-c) çift nikol, b-d) tek nikol



Şekil 7.47. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda ışımsal dizimli sferülitik dokulu kaolinit mineralleri (ZK-36, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.48. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda pirofillit ve kaolinit mineralleri (ZK-314, Kln=Kaolinit, Prl=Pirofillit), a) ve b) çift nikol

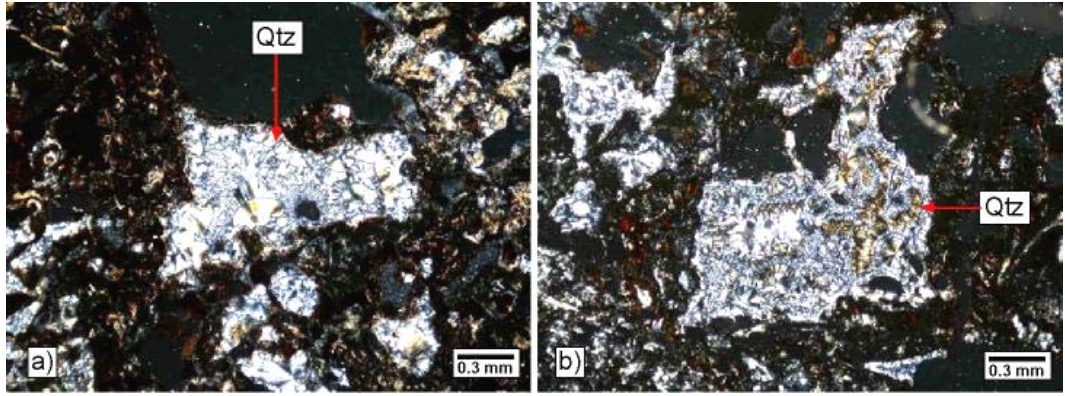
Kuvars bozuşmuş örneklerde bulunan en yaygın minerallerden birisi olup, genellikle ince taneli (10-30 μ m), bazen iri taneli (60-100 μ m), yer yer kalsedonik türde ve jel dokulu olarak matrikste (Şekil 7.49) ya da çatlaklarda, gözeneklerde sferülitik dokulu olarak gözlenmektedir (Şekil 7.50).

Bazı örneklerde matriksten ya da nadiren feldispattan itibaren gelişen ince taneli (30-70 μ m) çubuksu-iğnemsî biçimli, sarımsı-kahve girişim renkli alunit mineralleri bulunmaktadır (Şekil 7.51).

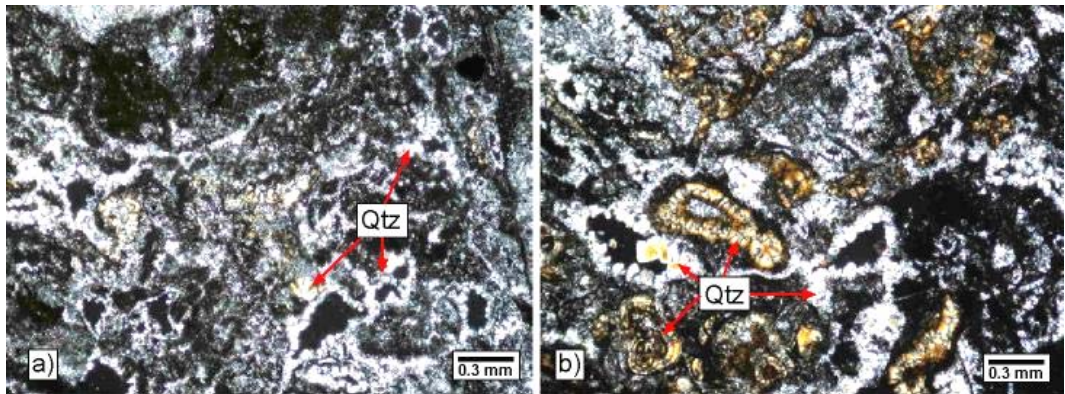
Genellikle matriksten (Şekil 7.52) veya feldispatlardan itibaren gelişmiş (Şekil 7.53), yer yer gözenek ve çatlaklarda kuvars ile birlikte bulunan yassı prizmatik biçimli, çift yönlü dilinime sahip (dilinimler arası açı yaklaşık 90°), II. nikolde gri girişim renkli, I. nikolde renksiz iri taneli goyazit (200-600 μ m) mineralleri gözlenmiştir (Şekil 7.54).

Bütünüyle bozuşmuş volkanik kayaç örneklerinin yalnızca ikisinde barit minerali belirlenmiştir. Barit mineralleri mikroçatlaklarda veya etrafında çubuksu-prizmatik biçimli, gri girişim renkli olarak bulunmaktadır (Şekil 7.55). Aynı örneğin matriksinde ince taneli öz şekilli pirit mineralleri de gözlenmektedir (Şekil 7.56).

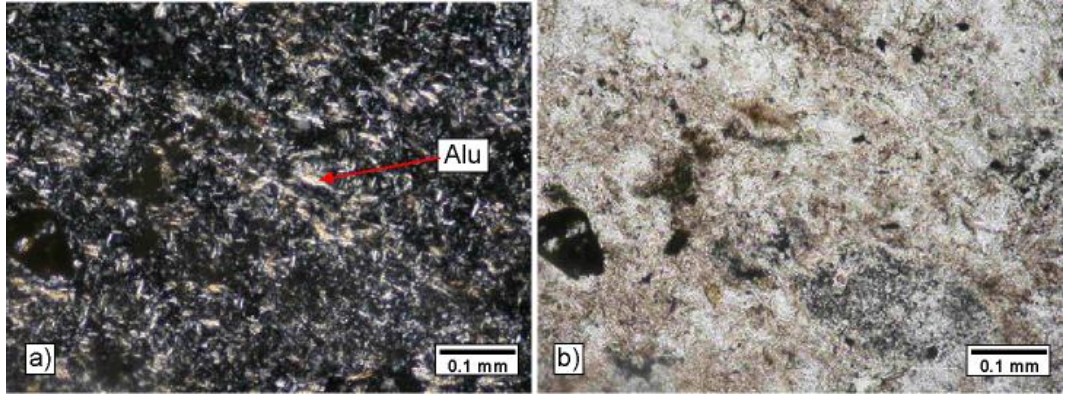
Mafik minerallerde bütünüyle demir oksidasyonu bulunmaktadır (Şekil 7.57). Breşik volkanik kayaçlarda mikroçatlaklarda götit ve hematit mineralleri kırmızı-siyah dolgu şeklinde (Şekil 7.58), matrikste siyah yuvarlak tek ve birleşik yumrular veya öz şekilsiz taneler halinde gözlenmektedir (Şekil 7.59).



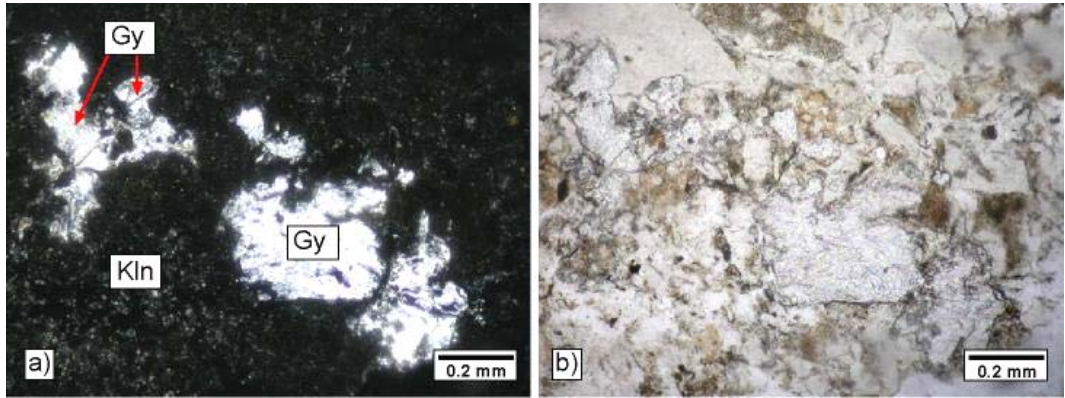
Şekil 7.49. Karataş volkanitlerine ait amigdaloyidal dokulu bozuşmuş volkanik kayaçlarda sferülitik kalsedonik kuvarslar (ZK-7, Qtz=Kuvars), a) ve b) çift nikol



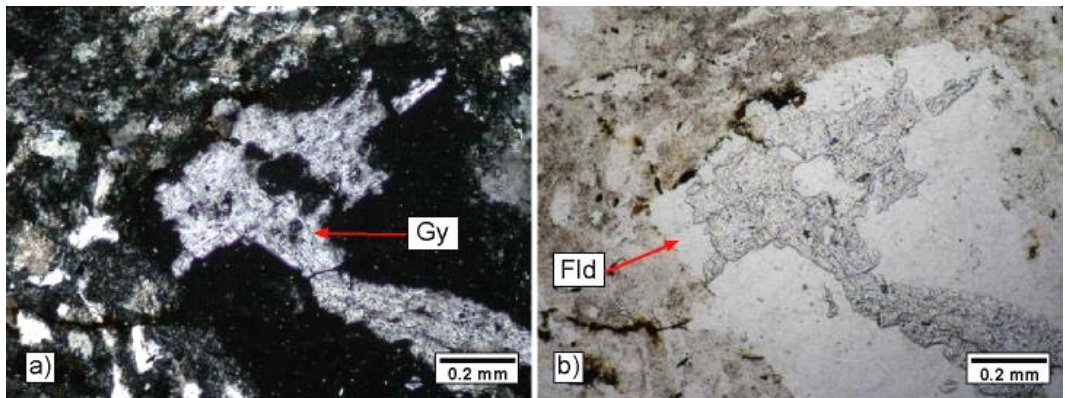
Şekil 7.50. Karataş volkanitlerine ait vesiküler-amigdaloyidal dokulu bozuşmuş volkanik kayaçlarda kalsedonik kuvarslar (ZK-10, Qtz=Kuvars), a) ve b) çift nikol



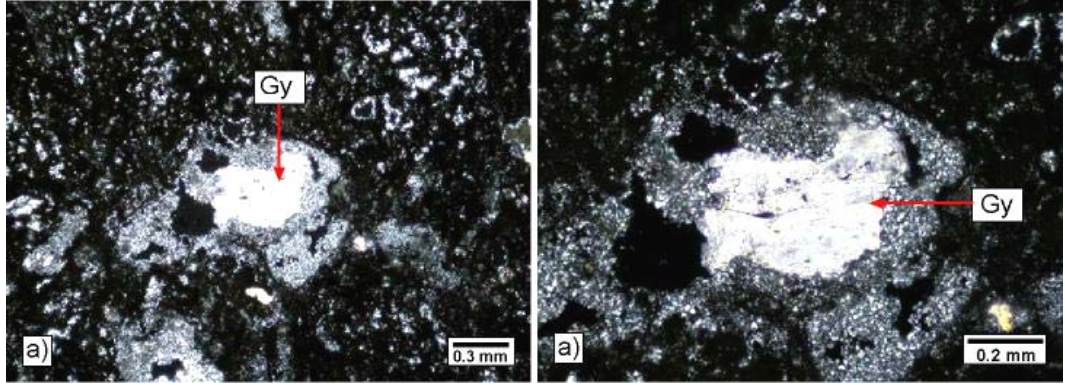
Şekil 7.51. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda ince taneli (30-70 μ m) çubuksu-iğnemsli alunit mineralleri (ZK-95, Alu=Alunit), a) çift nikol, b) tek nikol



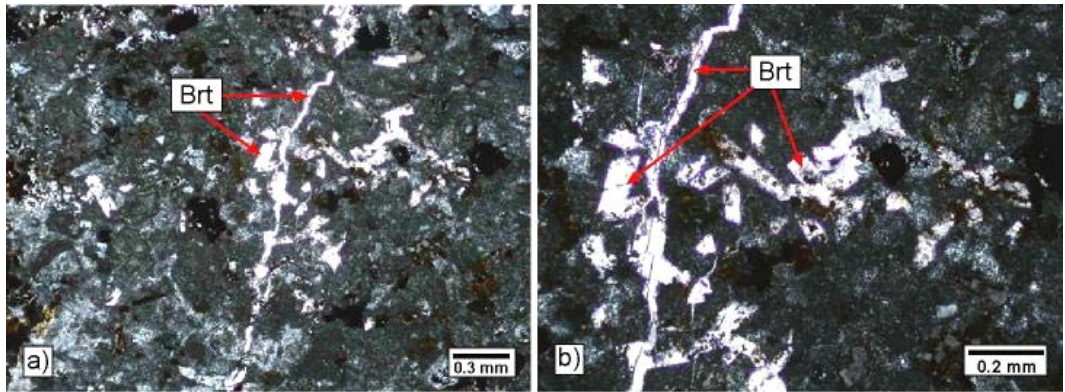
Şekil 7.52. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayaların matriksinde goyazit ve kaolinit mineralleri (ZK-246, Gy=Goyazit, Kln=Kaolinit), a) çift nikol, b) tek nikol



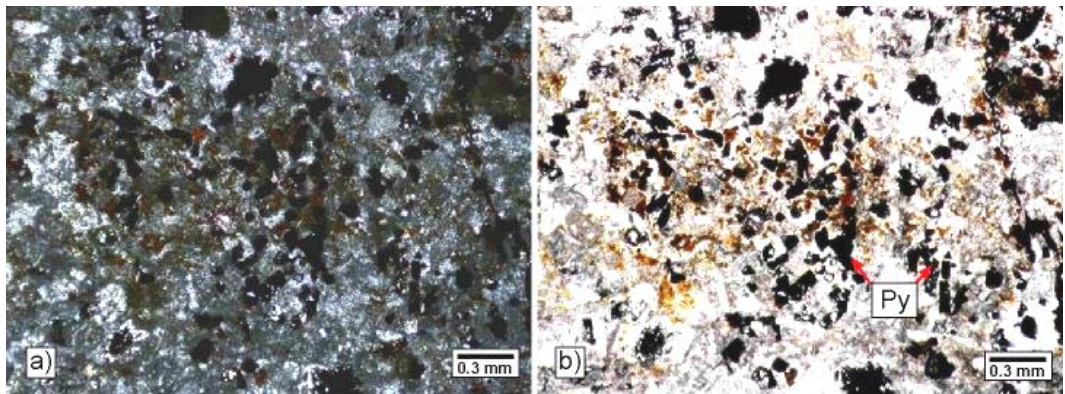
Şekil 7.53. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda feldispat fenokristalinden itibaren gelişmiş goyazit minerali (ZK-109, Fld=Feldispat, Gy=Goyazit), a) çift nikol, b) tek nikol



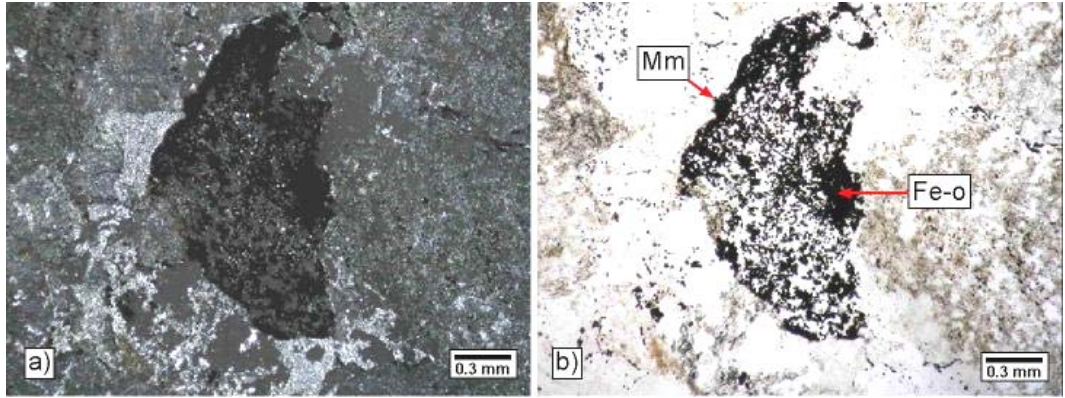
Şekil 7.54. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda gözlenen goyazit (200-600 μ m) ve çevreleyen ince taneli kuvars mineralleri (ZK-10, Gy=Goyazit), a) ve b) çift nikol



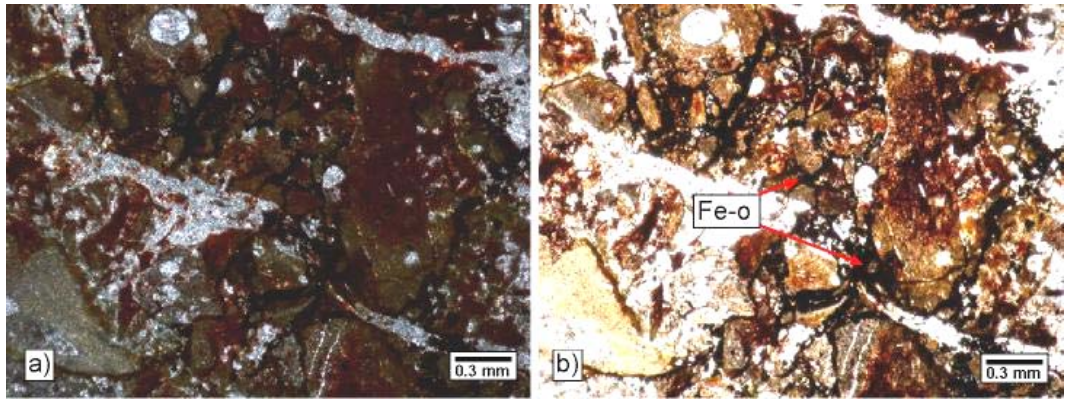
Şekil 7.55. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda çatlaklar boyu oluşan barit mineralleri (ZK-18, Brt=Barit), a) çift nikol, b) çift nikol



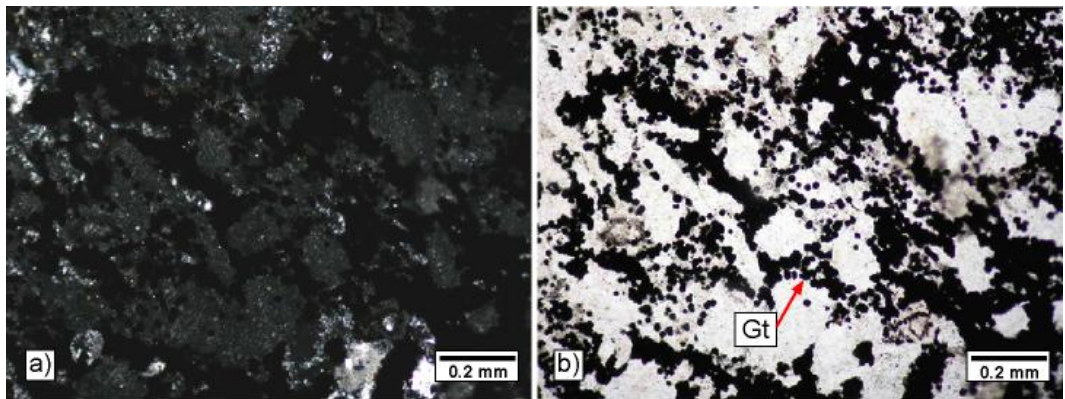
Şekil 7.56. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda gözlenen öz şekilli pirit mineralleri (ZK-18, Py=Pirit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.57. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda kalıntı porfirik doku ve mafik mineral fenokristalinde bütünüyle demir oksidasyonu (ZK-304, Mm=Mafik mineral, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol



Şekil 7.58. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda demiroksit dolgulı breşik doku (ZK-308, Fe-o=Demir oksit), a) çift nikol, b) tek nikol

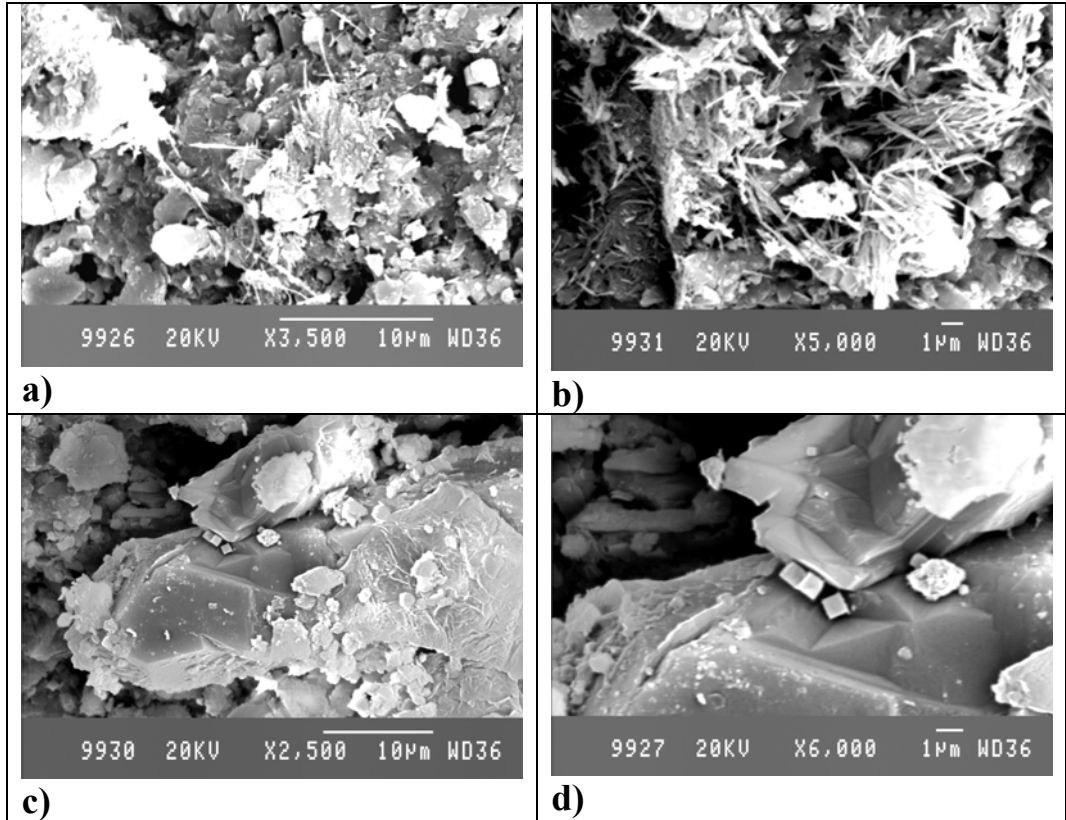


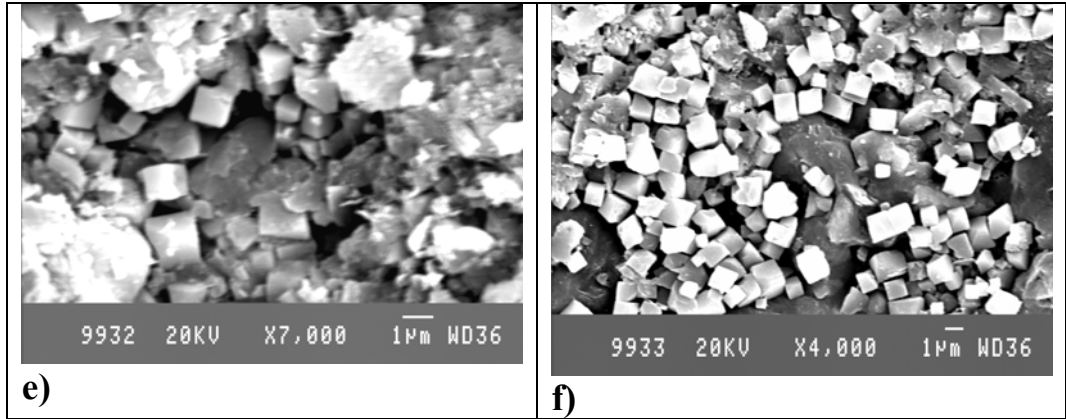
Şekil 7.59. Karataş volkanitlerine ait bozuşmuş volkanik kayalarda götit taneleri ve yumruları (ZK-29, Gt=Götit), a) çift nikol, b) tek nikol

7.1.3.3. SEM incelemeleri

İnceleme sahasında bozuşmuş volkaniklere ait üç örnekten (ZK-169, ZK-314B, ZK-325) SEM ve EDS incelemesi yapılmıştır.

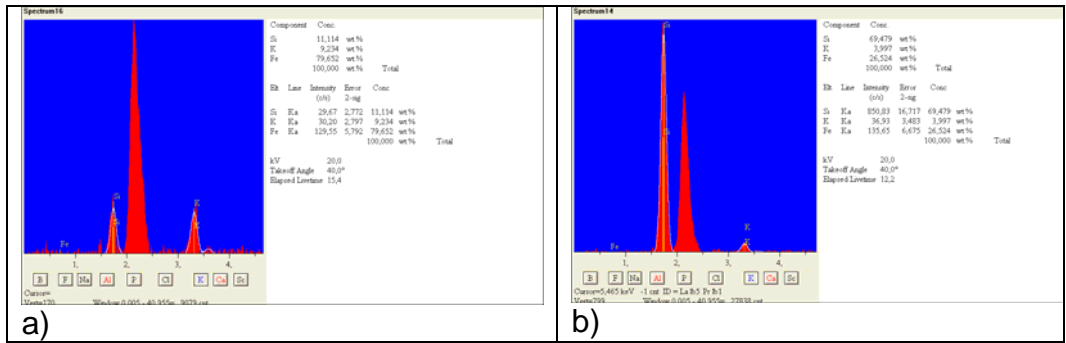
Bunlardan XRD verilerine göre başlıca kil (I-S, az kaolinit ve smektit), kuvars, jarosit ve feldispat içeren ZK-169 nolu bozuşmuş volkanik kayaç örneğinde özşekilsiz kaolinit levhalarının yanı sıra, I-S mineralleri görülmektedir (Şekil 7.60a). Yer yer birbirine paralel demetler oluşturan lifsi-iğnemsî I-S mineralleri 1-5 μm uzunluğundadır (Şekil 7.60b). Konkoyidal kırılmalı kuvars mineralleri daha iri taneli olup, bazı yüzeyleri düzgün gelişmiştir (Şekil 7.60c-d). Kuvarsların etrafında kümeler ve üzerinde öz şekilli jarositlere rastlanılmaktadır. Yaklaşık eşboyutlu hekzaedre benzer trigonal-romboeder jarositler 1-2 μm büyüklüğündedir (Şekil 7.60e-f). Jarositler çoğunlukla tek, ender olarak birleşik kristaller oluşturmaktadır.





Şekil 7.60. Karataş volkanitlerine ait ZK-169 nolu bozuşmuş volkanik kayacın SEM mikrofotografaları, a) kaolinit levhaları ve I-S lif/iğneleri, b) lifsi/iğnemi I-S mineralleri, c) trigonal piramidal kuvars, d) özşekilli kuvars üzerinde jarositler, e) Hekzaeder-görünümlü jarositler, f) tek ve birleşik özşekilli jarositler

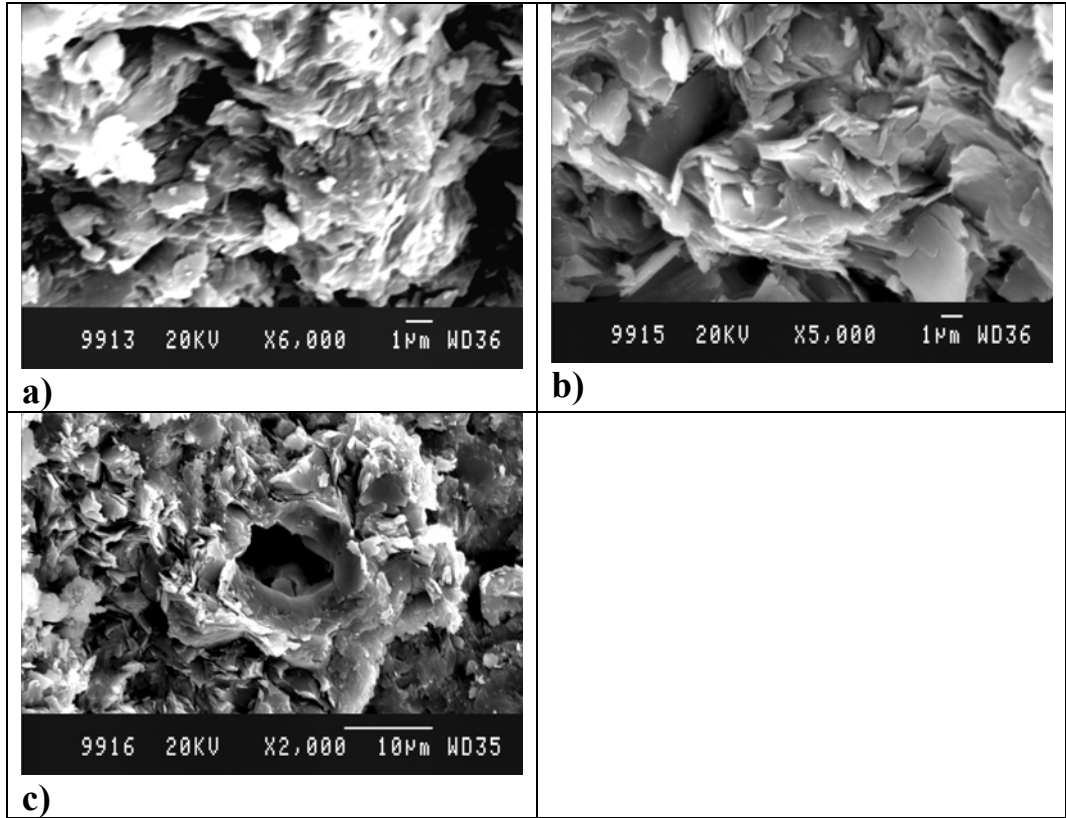
Bu örneğin jarosit ve I-S bakımından zengin matrisine ait EDS spektrumları Şekil 7.61'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, matrisin susuz oksijen bazı üzerinden yarı-nicel kimyasal bileşimi (%) Si 69.48-11.12, K 4.00-9.23, Fe 26.52-79.65 arasında değişmektedir. Bu elementler kayacın mineralojik bileşimini, diğer bir ifadeyle büyük ölçüde kuvars, jarosit ve Fe-oksit/hidroksit karışımını yansıtmaktadır.



Şekil 7.61 Karataş volkanitlerine ait ZK-169 nolu bozuşmuş volkanik kayacın öz şekilli jarosit mineralinin EDS spektrumu ve çözümleme sonuçları, a) Demirce zengin kesim, b) Silisyumca zengin kesim

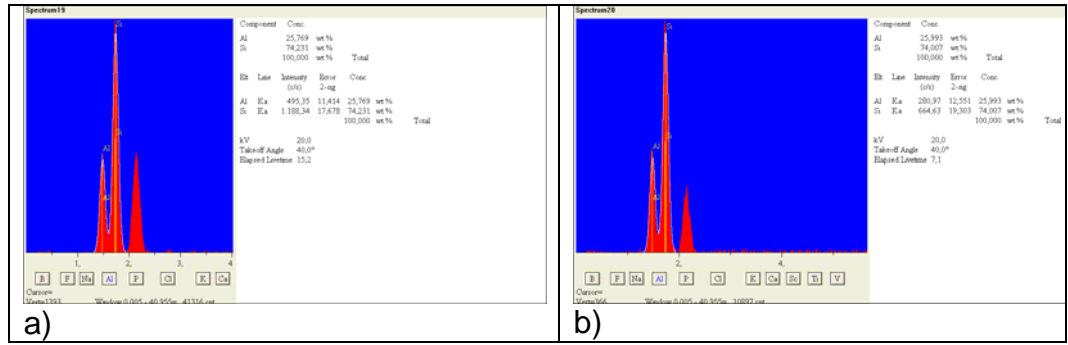
Kil (pirofillit ve kaolinit), kuvars ve goyazitten oluşan ZK-314B nolu bozuşmuş volkanik örnekten yapılan SEM incelemelerinde, levhamsı pirofillit-kaolinit yaprakları gözlenmektedir (Şekil 7.62a). Bu mineraller üst üste dizilmiş olup, tipik morfolojilere

sahip olmamakla birlikte; pirofillit daha kalın ve köşeli kenarlara sahip olması, kaolinit ise daha ince ve bükülmüş lamellerden oluşması ile ayırt edilebilmektedir (Şekil 7.62b). Pirofillitin kalınlığı yaklaşık 0.2-0.5 μm , uzunluğu 3-5 μm arasında değişmektedir. Pirofillitin morfolojik özellikleri volkanik malzemenin hidrotermal bozuşmasından oluşan Japonya'daki oluşumlara benzer (Sudo ve diğ., 1981); buna karşın, Pütürge'de distenlerin hidrotermal bozuşmasından oluşan pirofillitlerden daha küçük boyutlu olması ile farklıdır (Bozkaya ve diğ., 2006). Ayrıca, yuvarlak amorf-jel görünümlü bir malzemeyi kuşatır biçimde pirofillit-kaolinit levhaları da gözlenmiştir (Şekil 7.62c).



Şekil 7.62 Karataş volkanitlerine ait ZK-314B nolu bozuşmuş volkanik kayacın SEM mikrofotografı, a) Kaolinit-pirofillit yaprakları, b) İri pirofillit ve ince kaolinit lamelleri, c) AlSi-jelinden itibaren gelişmiş kaolinit-pirofillit yaprakları

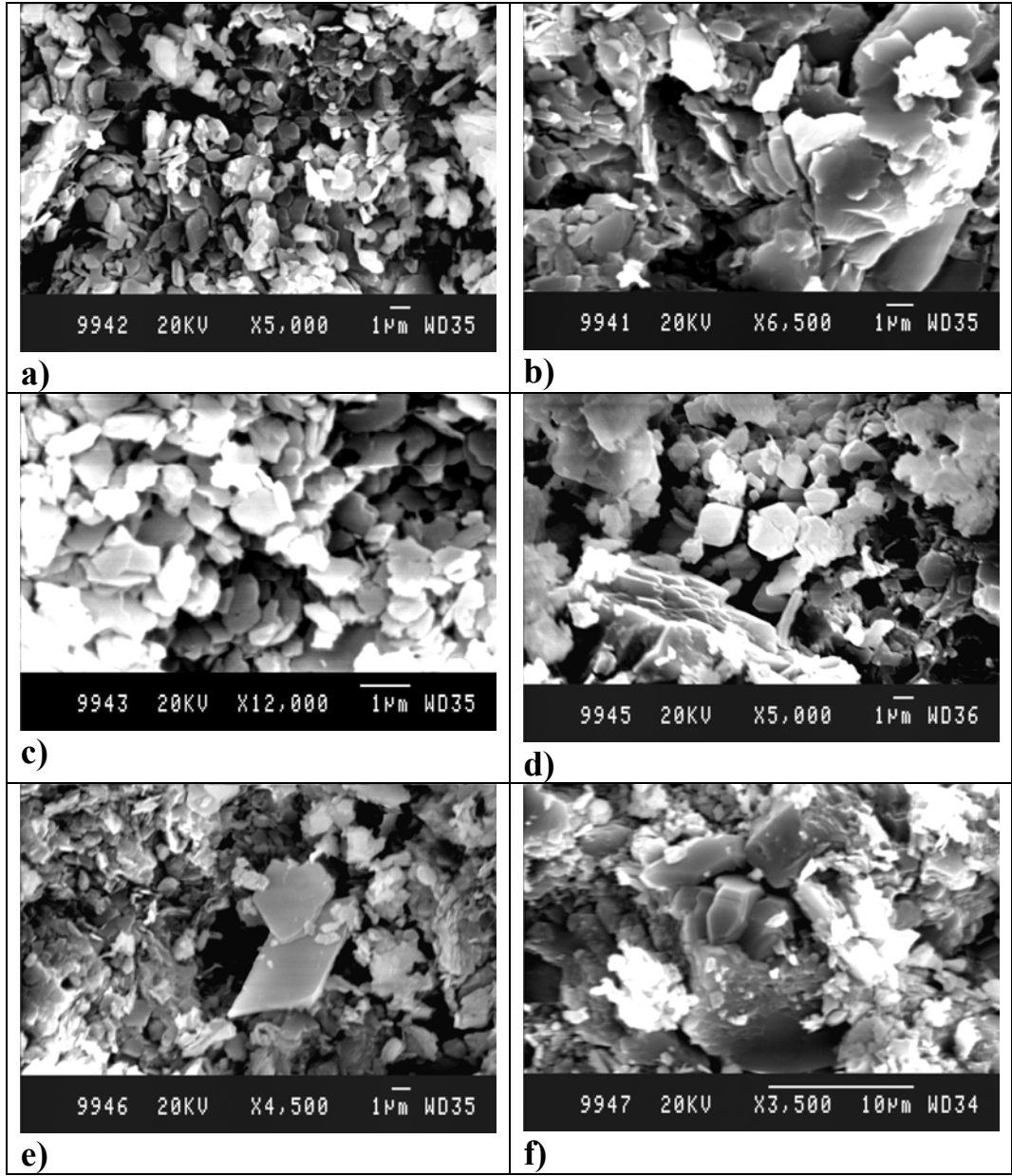
Pirofillit ve amorf silisyum-aluminyum malzemesinde yapılan EDS spektrumları Şekil 7.63’de verilmiştir. Pirofillit mineralinin susuz oksijen bazı üzerinden yarı-nicel kimyasal bileşimi (%) Si 74.23, Al 25.77 olarak belirlenmiştir. Jel malzemesinin kimyasal bileşimi (Si 74.01, Al 25.99) pirofillitinki ile hemen hemen aynıdır. Bu veriler bozuşma sürecinde öncelikle bir alüminyum-silis jelinin geliştiğini, sonra kaolinit ve/veya pirofillitin oluştuğunu gösteren önemli bir göstergedir.



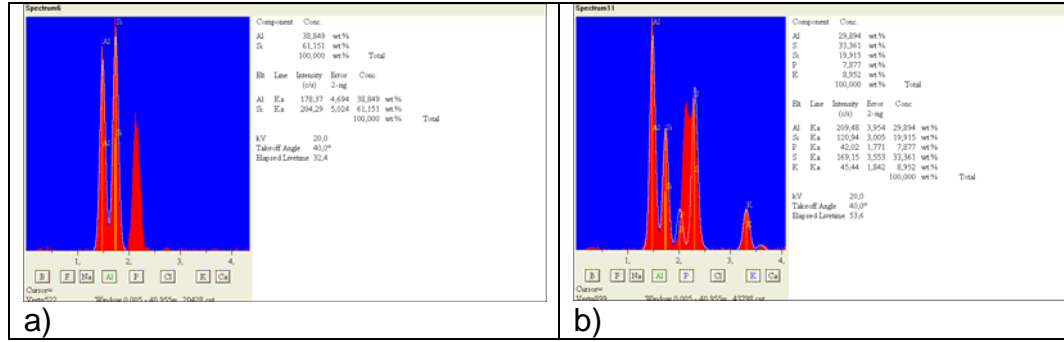
Şekil 7.63 Karataş volkanitlerine ait ZK-314B nolu bozuşmuş volkanik kayada, a) Pirofillit, b) Si-Al jelinden yapılan EDS spektrumları ve çözümleme sonuçları

Kuars, kil (kaolinit), alunit ve goyazit içeren ZK-325 nolu bozuşmuş volkanik örnekte ince taneli kaolinit levhaları gözlenmektedir (Şekil 7.64a). Çoğunlukla eşboyutlu kaolinit levhaları 1-5 μm boyutunda olup, kenarları düzgün değildir (Şekil 5.78b). Kaolinit yapraklarının kalınlığı 0.1 μm civarındadır (Şekil 7.64c). Mikrogözeneklerde hekzaedre benzer romboeder tek ve birleşik kristaller halinde, yaklaşık 2 μm çapında psödoheksagonal kaolinit levhaları ile birlikte bulunmaktadır (Şekil 7.64d). Alünitler 5-10 μm uzunluğunda ve özşekilli kristaller ile temsil edilmektedir (Şekil 7.64e). Aynı örnekte trigonal piramidal prizma biçiminde ve koordinasyon çizgilerine sahip, 3 μm genişliğinde ve 8 μm uzunluğunda özşekilli kuvarslar da bulunmaktadır (Şekil 7.64f).

Bu kayaca ait EDS spektrumları ve yarı-nicel kimyasal çözümleri Şekil 7.65’de verilmiştir. Susuz oksijen bazı üzerinden kimyasal bileşim kaolinit için Si % 61.15 ve % Al 38.85 olarak belirlenmiştir. Bağlayıcı malzeme için elde edilen değerler (Si % 19.92, Al % 29.89, S % 33.36, K % 8.95, P % 7.88); silikatlı, sülfatlı ve fosfatlı minerallerin varlığına işaret etmektedir.



Şekil 7.64. Karataş volkanitlerine ait ZK-325 nolu bozuşmuş volkanik kayacın SEM mikrofotografaları, a) kaolinitik bağlayıcı malzeme, b) kaolinit levhaları, c) zayıf istiflenmeli kaolinitler, d) özşekilli kaolinit ve alunite, e) özşekilli alunitler, f) özşekilli kuvarslar



Şekil 7.65. Karataş volkanitlerine ait ZK-325 nolu bozuşmuş volkanik kayada EDS spektrumu ve çözümü sonuçları, a) kaolinit, b) alunite

SEM morfolojileri; özellikle kaolinit ve pirofillitin zayıf istiflenme dokusuna sahip olup; sulu Al-silikat minerallerinin yüzey ve/veya yüzeye yakın koşullarda oluştuğunu göstermekte; aynı tür kayalardan türeyenlere büyük ölçüde benzerdir (Örneğin; Keller, 1976; Gençoğlu ve diğ., 1989; Yalçın, 1991).

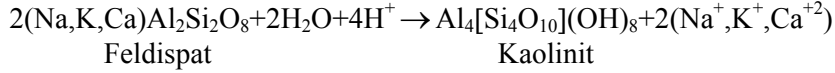
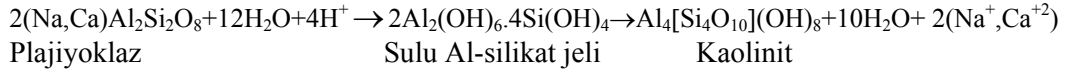
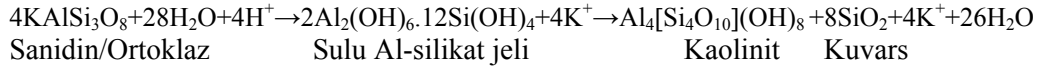
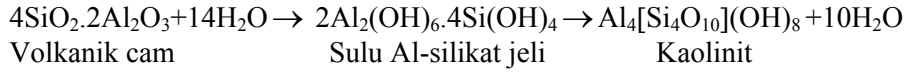
7.2. Hidrotermal Bozuşma Minerallerinin Oluşumu ve Kökeni

Karataş volkanitleri ve Köseadağ siyeniti içerisindeki bozuşmuş seviyelerde belirlenen minerallerin oluşumu aşağıda tartışılmıştır:

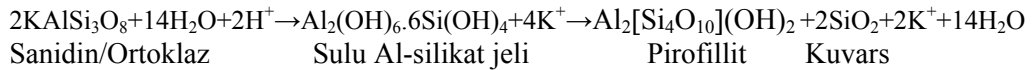
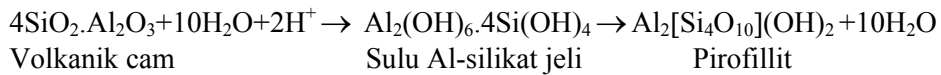
Kaolinit ile inceleme alanında ender olarak bulunan minerallerden pirofillitin oluşumu aşağıdaki gibi tartışılmıştır. Efe ve Gökçe (1999) tarafından inceleme alanındaki kuvarlarda yapılan sıvı kapanımı incelemeleri sonucu çözeltilerin % 2.8-10.5 NaCl eşdeğeri tuzluluğa ve 182-389 °C arasında değişen homojenleşme sıcaklığına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Pirofillit; $Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ sisteminde 275-350 °C de kararlı olan bir mineraldir (Evans ve Guggenheim, 1988). Bununla birlikte, aynı yazarlara göre; CH_4 ve CO_2 gibi diğer bileşenler ile suyun seyreltilmesi durumunda pirofillitin oluşum sıcaklığı daha düşük değerlere inebilmektedir. Ayrıca, silika-aşırı doygun akışkanlar, 100 °C'ye kadar ulaşan düşük sıcaklıklarda silikatların hidrotermal bozuşması sırasında kaolinit yerine pirofillitin oluşumuna neden olabilmektedir (Hemley ve diğ., 1980; Berman, 1988). Bu çalışmada hidrotermal bozuşma ve/veya neoformasyon minerallerinden yaygın silika, sülfürlü (alunit, jarosit, pirit) ve arsenikli (goyazit) minerallerin varlığı; akışkanların H_4SiO_4 ve SO_2 bakımından zengin; buna karşın CO_2 bakımından fakir olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca; kaolinitlere diğer kil minerallerinin

(illit, I-S, smektit) eşlik etmesi; pirofillitin yaygın gelişmemesi inceleme alınındaki magmatiklerin bozuşmasına ve/veya neoformasyon minerallerinin oluşumuna neden olan çözeltilerin sıcaklığının oldukça düşük değerlerde olabileceğini düşündürmektedir.

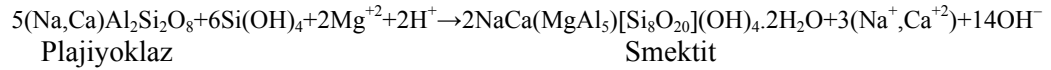
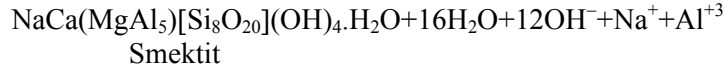
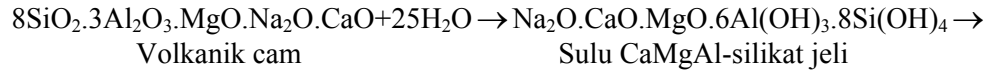
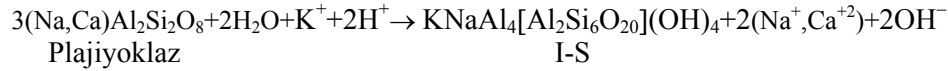
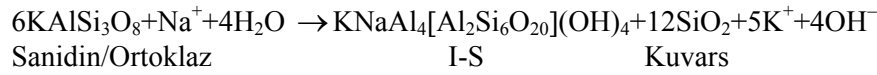
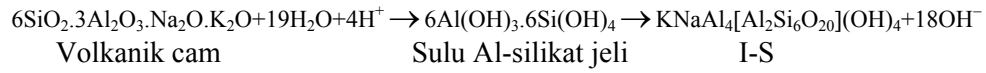
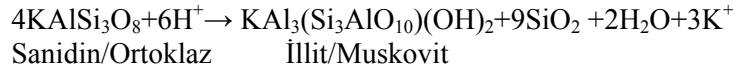
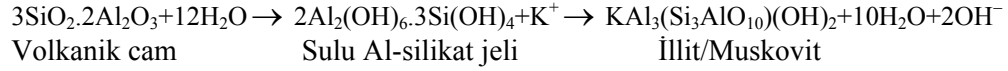
Kaolinit; hem feldispat fenokristalleri / mikrolitleri, hem de volkanik camın bozuşması ile oluşmuştur. ZK-314B nolu bozuşmuş volkanik kayaçtan çekilen SEM fotoğraflarında ve EDS incelemelerinde alüminyum-silis jelinden itibaren gelişmiş kaolinit-pirofillit yaprakları gözlenmesi; bir ara aşamanın gerçekleştiğini düşündürmektedir. Aynı yaklaşım Yalçın ve Bozkaya (2003a) tarafından da vurgulanmıştır:



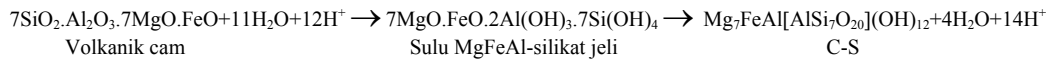
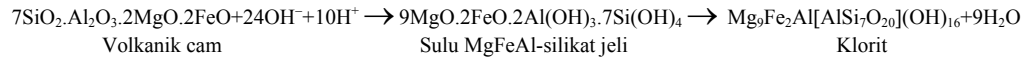
Feldispat minerallerinin kaolinite dönüşmesi sonrasında açığa çıkan fazla silis kalsedonik kuvars ve plajiyoklazlardan açığa çıkan Ca^{++} ve Na^+ ile sanidin/ortoklazlardan açığa çıkan K^+ diğer kil minerallerinin oluşumunda kullanılmıştır. Sistemdeki Si/Al oranının düşüklüğü kaolinit oluşumuna yol açmış, bu oranın ender olarak yükseldiği durumlarda ancak pirofillit sentezi gerçekleşebilmiştir:



Volkanik camın ve/veya feldispatların bozuşması ile oluşan kaolinitlerin yapısında kullanılmayan Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Fe^{+2} kationların illit/muskovit, I-S ve/veya smektitlerin oluşumuna yol açtığı düşünülmektedir (Yalçın ve Gümüşer, 2000; Yalçın ve Bozkaya, 2003a; Yalçın ve diğ., 2005):



OM incelemeleri, klorit ve C-S'in biyotitlerin ve/veya volkanik camın alterasyonu sonucu geliştiğine işaret etmektedir (Yalçın ve diğ., 2005):



Jarosit; arid iklimlerde yüzeysel bozunma koşullarında oluşan ikincil bir mineraldir (Duda ve Rejl, 1990). İnceleme alanında jarosit çoğunlukla götite eşlik etmektedir. Burada Fe-içeren minerallerin (Pirit, manyetit vb.) ve/veya biyotitin bozuşmasından itibaren oluşabileceği gibi, SEM incelemelerinden elde edilen veriler

Volkanik malzemenin hidrotermal bozuşması ile oluşacak kil mineralinin türünü (kaolinit, I-S ve/veya smektit) aşağıdaki parametreler denetlemiştir (Bohor ve Triplehorn, 1993; Gündoğdu et al., 1996; Yalçın ve Bozkaya, 2003; Ece ve diğ., 2003): hidrotermal çözeltilerin pH'ı (asidik ise kaolinit, orta-bazik ise I-S ve smektit), hidrotermal çözeltilerin tuzluluğu ve/veya alkalitesi (tuzluluk az ise kaolinit, çok ise I-S ve smektit), açık ve kapalı sistemde yıkanma derecesi (ortam açık ise kaolinit, kapalı ise I-S ve smektit), silika doygunluğu (çok ise kaolinit, az ise I-S ve smektit), iyonların (H^+ , H_4SiO_4 , $[Al(OH)_4]$ vb.) ve suyun aktivitesi (çok ise kaolinit, az ise I-S ve smektit), volkanik malzemenin çözünme hızı ve miktarı (çok ise kaolinit, az ise I-S ve smektit), volkanik malzemenin bileşimi (Fe ve/veya Mg, K, Na ve Ca'ca fakir ise kaolinit, zengin ise I-S ve smektit), alkali kation oranları (Kaolinit için $Na/K=0$, smektit için 0.5, I-S için $K/Na=1$).

7.3. Kaolinit Yataklarının Oluşum Modeli

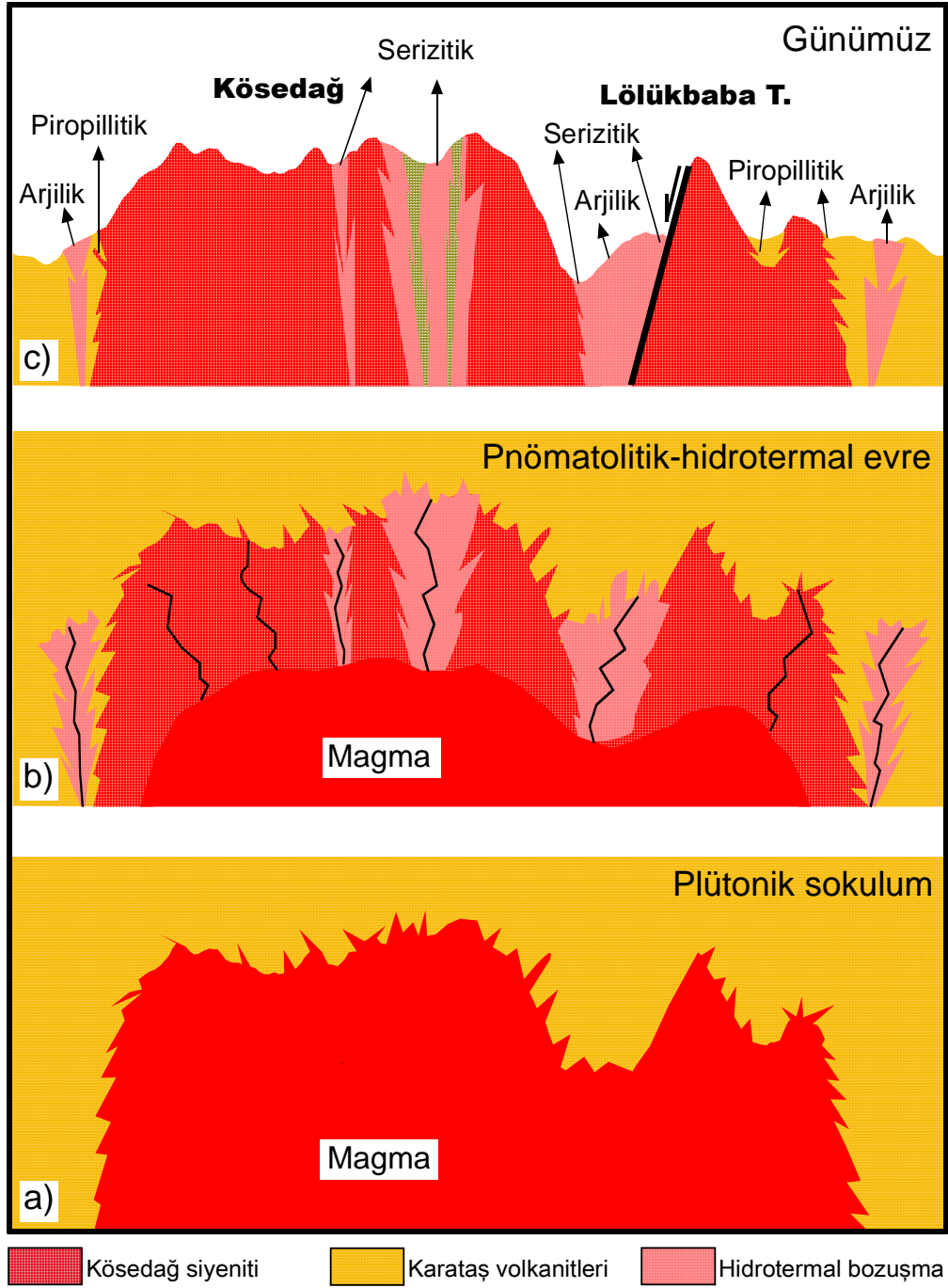
Orta-Üst Eosen yaşlı Akıncılar formasyonunun en alt seviyelerinden itibaren üst kesimlerine doğru aralıklarla yoğunlaşan bir piroklastik malzeme gelişi gözlenmektedir. En üst seviyelerinde ise aglomeratik seviyelerle Karataş volkanitlerine geçmektedir. Bölgede Orta Eosen'den itibaren başlayan bir volkanik faaliyet lav akıntıları biçiminde Eosen sonuna kadar devam etmiş, bu volkanikleri oluşturan magma fraksiyonel kristallenmesi sonucu bileşimini farklılaştırmış ve sığ derinliklere kadar yükselerek Karataş volkanikleri henüz tamamen soğumadan sıcak sıcak dokanakla siyenit bileşimde yerleşmiştir (Şekil 7.66a).

Katılaştıran siyenit ve etrafındaki volkaniklerde, plütonun içerisindeki uçucu bileşenlerin basıncının artması ile kırık ve çatlaklar oluşmuş ve bu zayıf zonlar boyunca hidrotermal çözeltilerin magmatiklerle etkileşimi sonucu bozuşma zonlarını oluşturmuştur (Şekil 7.66b). Arazi gözlemleri sonucunda hidrotermal bozuşma türlerine ait kesin bir zonlanma ayrımı gözlenmesede, ana bozuşma zonunda (Kumoğlu Köyü) bozuşmamış siyenitlerden itibaren, serizitik bozuşmalı siyenitler; arjilitik + serizitik ve arjilik bozuşmalı volkanikler izlenebilmektedir. Siyenitlerin etrafındaki volkaniklerde siyenitlere göre, arjilitik bozuşma zonları daha geniş yayımlı ve hidrotermal bozuşma türlerinin de farklı olmasının nedeni; volkaniklerin siyenitlere göre daha ince taneli olmalarından (hamurdaki volkan camı ve mikrolitler) dolayı hidrotermal akışkanlar ile daha hızlı etkileşime girmesidir.

Bu bozuşma zonları plütonikleri çevreleyen volkaniklerde ve plütonu keser durumdaki KD-GB doğrultulu iki ana zonda yoğunlaşmaktadır. Ana bozuşma zonlarında arjilik, serizitik ve piropillitik ile Fe-Pb-Zn±Cu±Mo-cevher mineralleri (Efe ve Gökçe, 1999) gelişmiştir. Minerallerin oluştuğu ortam ve mekanizma gözönüne alınarak, iki farklı köken ileri sürülebilir (Esquevin, 1956; Millot, 1970): Hidrotermal neoformasyon (çözeltiden doğrudan oluşum) ve hidrotermal degradasyon (çözeltiler ile daha önce oluşmuş minerallerin katı-katı fazdaki negatif dönüşümleri). Minerallerin evriminde mekanizmalar arasındaki sınırlar kesin olmayıp, degradasyondan sonra neoformasyon mekanizması da gelişebilmektedir. Bu sınıflandırma esas alındığında; magmatiklerde gelişen hidrotermal minerallerden turmalin, barit, cevher mineralleri, kuvars, opal-CT, alunit, goyazit, jarosit, kalsit, dolomit, azurit, malahit neofromasyon; klorit ve C-S degradasyon; epidot, kaolinit, pirofillit, illit, I-S ve smektit hem neoformasyon hem de degradasyon mekanizması ile oluşmuşlardır.

Sadece ortam dikkate alındığında, bu minerallerin ikincil; mekanizma düşünüldüğünde, neoformasyon minerallerinin birincil, degradasyon minerallerinin ise ikincil olduğu belirtilebilir.

Hidrotermal bozuşma türlerine (hipojen, metasomatizma, süperjen) göre; neoformasyon minerallerinden barit, cevher mineralleri, kuvars, opal-CT, alunit, goyazit, jarosit; degradasyon minerallerinden klorit ve C-S; hem neoformasyon hem de degradasyon mekanizması ile oluşan minerallerden kaolinit, pirofillit, illit, I-S ve smektit hipojendir. Diğer neoformasyon minerallerinden karbonat mineralleri kalsit, dolomit, azurit ve malahit ise süperjendir. Turmalin ve epidotun ise metasomatik mineraller olduğu düşünülmektedir. İnceleme alanındaki hipojen hidrotermal mineraller; mineral birlikteliklerine, dokusal özelliklerine ve makroskopik konumlarına göre erken ve geç evre mineralleri olarak da iki gruba ayrılabilir. Bunlardan kaolinit, pirofillit, illit, I-S, smektit, kuvars ve opal-CT, erken; barit, cevher mineralleri, alunit, goyazit, jarosit, klorit ve C-S geç evre minerallerini temsil etmektedir.



Şekil 7.66. Köseadağ siyeniti ve volkaniklerinde gelişen hidrotermal alterasyon evrim modeli, a) Köseadağ plütonunun sığ derinliklere kadar yükselip Karataş volkanitleri içerisine sokulumu, b) Hidrotermal evre, c) Günümüzde gözlenen magmatikler ile bozuşma ürünlerinin konumları

8. SONUÇLAR

İnceleme sahasında hidrotermal bozuşmanın geliştiği Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerinde yapılan litolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal incelemelerden elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

Üst Kretase-Paleosen yaşlı Refahiye karışığı serpantinleşmiş ultramafik kayalar; Orta-Üst Eosen yaşlı denizel Akıncılar formasyonu klastik-volkanoklastik; Orta-Üst Eosen yaşlı Karataş volkanitleri bazaltik trakiandezit-trakiandezit bileşimli volkanikler; Orta-Üst Eosen yaşlı Köseadağ siyeniti kuvarslı alkali feldispat siyenit-kuvarslı siyenit; Alt Miyosen yaşlı denizel Onarı formasyonu silisiklastik-jips-karbonatlar; Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Kadıköy formasyonu taban seviyeleri gölsel killi-karbonatlı ve üst seviyeleri akarsu fasiyesindeki silisiklastik kayalar ile temsil edilmektedir. Bunlardan Akıncılar formasyonunun yaygın volkanosedimanter karakter taşıdığı saptanmış; diğer bir ifadeyle birim bölgedeki volkanizmanın ilk işaretlerini piroklastikler biçiminde yansıtmaktadır. Magmatizmanın kısa süreli aglomera ürünlerini lav akıntıları (Karataş volkanitleri) izlemiş, volkanitlerin yarı derinlik seviyeleri bütünüyle soğumadan içerisine sıcak-sıcak dokanakla sığ derinliklerde plütonikler (Köseadağ siyeniti) sokulum yapmıştır.

Hidrotermal bozuşma yalnızca Orta-Üst Eosen yaşlı Karataş volkanitleri ile Köseadağ siyenitini etkilemiştir. Bozuşmanın yaşı alunite mineralinden yapılan K/Ar radyometrik yaş tayini sonucunda 38.0 ± 0.9 milyon yıl olarak bulunmuştur.

Kil oluşumları, plütonik-volkanik dokanağına paralel volkanikler içerisindeki çember şeklindeki açılma çatlakları ile KD-GB doğrultulu uzanan ve plütonik ve volkaniklerin her ikisini de kesen iki ana zonda yoğunlaşmaktadır. Bölgedeki jeolojik birimlerin ayırtılmasına yönelik uzaktan algılama yöntemleriyle kil, karbonat ve demir oksit içeren bozuşma zonunu oluşturabilecek düzeylerin yayılımı ve ayrıca, çizgiselliklerin KD-GB yönünde arttığı saptanmıştır.

Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerinin her ikisinde de kaolinit oluşumları gözlenirse de, işletilebilir nitelikteki kaolinit yatağı oluşumları sadece Karataş volkanitlerinde gelişmiş olup; bölgenin kaolinitik endüstriyel hammadde bakımından önemli bir potansiyele sahip olduğu ortaya konulmuştur. Hidrotermal bozuşmuş seviyeler genellikle birkaç km^2 'lik zonlar halinde gözlenmekte, sadece Gemin Beli'nde gözlenen bozuşma sahasının büyüklüğü yaklaşık 30 km^2 yi bulmaktadır. Kaolinit yatakları; keskin sınırlarla ayrılmamakla birlikte, demir oksitli, alunitli ve diğer kil minerallerince (çoğunlukla I-S) zengin seviyeler içermekte olup, üst kesimleri silis bir şapka tarafından

örtülmüştür. Hidrotermal bozuşma sonucunda kil minerallerinin yanı sıra, cevher minerali zenginleşmeleri de meydana gelmiştir. Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerinin dokanağında ve genellikle plütoniklerin içerisinde egemen bozuşma yönelimine dik yönde KB-GD doğrultulu kırık sistemlerine bağlı damar tipi Pb-Zn yatakları gözlenmektedir. Köseadağ siyeniti içerisinde turmalin-kuvars (birkaç mm-yaklaşık 20 cm) ve bozuşmuş seviyeler içerisinde barit damarları (30 cm-1 m) bulunmaktadır.

Hidrotermal bozuşma sonucu Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerinden itibaren fillosilikat/kil mineralleri (kaolinit, illit, smektit, klorit, I-S, C-S ve pirofillit), oksit ve hidroksitler (hematit, götit), sülfürler (galenit, sfalerit, pirit, kalkopirit, molibdenit ve kovellin), karbonatlar (kalsit, dolomit, malahit, azurit), sülfatlar (barit, alunit, jarosit), fosfat (goyazit), kuvars ve opal-CT mineralleri meydana gelmiştir. Karataş volkanitlerinde en yaygın hidrotermal mineral parajenezlerini kil + kuvars + götit + goyazit, kil + kuvars + alunit + götit ve kil + kuvars + jarosit + feldispat ± götit ve/veya goyazit oluşturmaktadır.

Volkaniklerin bozuşması ile oluşmuş kaolinit mineralleri, Hinckley Kristalleşme İndis değerlerine göre orta ve kötü derecede kristalinite değerleri göstermektedir. Volkanik kökenli I-S'ler dioktahedral bileşimde olup, illit içerikleri % 54-91 (smektit içerikleri % 9-46) arasında değişmektedir. Smektitlerin dioktahedral; C-S'ler trioktahedral ve % 48-59 klorit (41-52 % smektit) bileşimindedir. Kaolinit T (triklinik), pirofillit 1T_c ve klorit IIb politipine sahiptir.

Köseadağ siyeniti ve Karataş volkanitlerinde piropilitik, fillik/serizitik ve arjilitik olmak üzere üç tür hidrotermal bozuşma ayırt edilmiştir. Köseadağ siyenitinin bozuşması sonucu oluşan kayalarda en yaygın mineral parajenezlerini kil + kuvars + jarosit ± götit ± feldispat ve kil + kuvars + feldispat oluşturmaktadır. Plütoniklerin bozuşma ürünlerinden I-S minerallerinde illit veya smektit içeriği % 84-95 ve % 5-16 arasında değişmektedir. I-S'ler dioktahedral bileşime ve 1M_d+2M₁+1M politipine sahiptir. Köseadağ siyenitinin bozuşması ile oluşmuş kayalarda trioktahedral bileşime sahip C-S'lerdeki klorit veya smektit içeriği % 50-52 veya % 48-50 aralığındadır. Smektiler ise dioktahedral bileşimindedir.

Arazi gözlemleri, OM ve SEM incelemeleri; hipojen ve süperjen hidrotermal bozuşma ürünleri; neoformasyon ve/veya degradasyon mekanizması ile doğrudan veya çoğunlukla feldispatlardan itibaren oluşmuş birincil ve ikincil mineraller temsil etmektedir. Hipojen mineraller erken (kaolinit, pirofillit, illit, I-S, smektit, kuvars ve opal-CT) ve geç evre (barit, cevher mineralleri, alunit, goyazit, jarosit, klorit ve C-S) olmak

üzere iki aşamada oluşmuştur. Turmalin ve epidot metasomatik; karbonatlar (kalsit, dolomit, azurit ve malahit) ise süperjen mineraller olarak değerlendirilmiştir. Diğer bir ifadeyle, tüm bu minerallerin yüzey ve/veya yüzeye yakın koşullarda oluştuğu sonucuna varılmıştır.

İnceleme alanındaki Orta-Üst Eosen yaşlı magmatiklerin alkali karaktere sahip, büyük ölçüde üst kıtasal kabuk ile kirlenmeye uğramış üst manto malzemenin fraksiyonel kristalleşmesi ile oluşmuş, çarpışma ile eş zamanlı veya çarpışma sonrası levha içi magmatizmayı temsil ettiği düşünülmektedir.

I-S mineralleri, kaolinitlere göre REE bakımından oldukça zengin olup; kil minerallerinin iz ve özellikle REE içerikleri türedikleri köken kayacın ayırt edilmesinde kimyasal bir ölçüt oluşturmaktadır.

Kil minerallerinin O-H duraylı izotop sonuçları, hidrotermal akışkanın kökeninin ağırlıklı olarak magmatik kökenli olduğu ve Kuroko su alanındaki oluşum sıcaklıklarına göre, volkanik kökenli I-S minerallerinin 100-150 °C, volkanik kökenli kaolinitlerin 100-300 °C, volkanik kökenli pirofillit+kaolinitlerin 200-300 °C ve plütonik kökenli I-S minerallerinin ise volkanik kökenli I-S minerallerinden 50 °C daha yüksek sıcaklıklarda oluştuğunu göstermektedir.

Hidrotermal bozuşma ile çoğunlukla kil minerallerine dönüşen magmatik kayalarda meydana gelen kütle değişim hesaplamaları için hareketsiz element (TiO_2 ve Nb) yöntemi kullanılmış; Karataş volkanitlerinde 30,29 wt.% ve Köseadağ siyenitinde 66,93 wt.%'lık bir net kütle kaybı meydana geldiği saptanmıştır. En fazla kütle kaybı ve kazancı; volkaniklerde sırasıyla Al_2O_3 ve Fe_2O_3 'de, siyenitlerde ise Al_2O_3 ve Na_2O 'de meydana gelmiştir. İz elementlerdeki en fazla kütle kaybı volkaniklerde Sr ve siyenitlerde As, her ikisinde en fazla kütle kazancı Ba için gerçekleşmiştir. Kayıplar; çoğunlukla kil mineralleri yapısına girerek dengelenirken; kazançlar ise kil-dışı neoformasyon minerallerinin oluşumunda kullanılmıştır.

9. EK AÇIKLAMALAR

A- Karataş volkanitleri ve Kösedag siyenitinin OM inceleme sonuçları

Ek Çizelge A.1. Karataş volkanitlerinden alınan kayaçların OM incelemeleri

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-1	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Açık ve koyu laminasyonlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-2	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Açık ve koyu laminasyonlar, gözeneklerde ince taneli Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-3	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-4	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, gözeneklerde kalsedonik Qtz küresel-elipsoidal	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-5	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-6	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yer yer breşik doku, bol miktarda düzensiz şekilli vesiküler doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-7	Hipohiyalin, porfirik, sferülitik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın demir oksidasyonu, yer yer killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme Yaygın breşik doku, gözeneklerde jel ve sferülitik dokulu kalsedonik Qtz, Pl çubuksu ve zonlu dokulu	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-8	Hipohiyalin, porfirik, sferülitik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yer yer killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme Yaygın breşik doku, gözeneklerde jel ve sferülitik dokulu kalsedonik Qtz, Pl çubuksu ve zonlu dokulu	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-9	Hipohiyalin, porfirik, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-10	Hipohiyalin, porfirik, sferülitik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme İri taneli Gy (200-600µm), gözeneklerde jel ve sferülitik dokulu kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-11	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve kalsedon oluşumu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mikro çatlaklarda kahverengi-kırmızı renkli demiroksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-12	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve kalsedon oluşumu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mikro çatlaklarda kahverengi-kırmızı renkli demiroksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-13	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-14	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumları, belirgin amigdaloyidal doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-15	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Pirizmatik Gy feldispatları ornadır biçimde	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-17	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-18	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Bol miktarda kare-çubuksu Py, mikro çatlaklarda, gözeneklerde ve matrikste özşekilli pirizmatik Brt (100-300µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-19	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme, ince taneli pirizmatik Gy (20-40µm) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme iri taneli yer yer yapraksı (30-50µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-20	Holohiyalin	Om	Vc	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme, ince taneli prizmatik Gy (20-40µm), yer yer yapraksı Kln (20-50µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-21	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-23	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme, prizmatik Brt Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda demiroksit oluşumları ve Gy	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-24	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda demiroksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-25	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda yaygın demiroksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-26	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme iri taneli yer yer yapraksı Mikro çatlaklarda yaygın demiroksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-27	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme iri taneli yer yer yapraksı Mikro çatlaklarda yaygın demiroksit oluşumları, gözeneklerde kalsedonik Qtz ve ince taneli Gy	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-28	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-29	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yaygın yuvarlak yumrular halinde Hem	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-30	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yaygın yuvarlak yumrular halinde Hem	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-31	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yaygın yuvarlak yumrular halinde Hem	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-32	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme (ince taneli Qtz ~10-20µm) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Dentritik Om oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-33	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme, çubuksu prizmatik Alu (~30-70µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-34	Hipohiyalin, porfirik,	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme yer yer yapraksı	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-35	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Om dolgulu konsantrik amigdaloyidal doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-36	Holohiyalin, amigdaloyidal	Om	Vc	Mt: Bütünüyle killeşme, ince taneli yer yer yapraksı Kln levhaları Yaygın Kln dolgulu elipsoidal-küresel yer yer düzensiz şekilli amigdaloyidal doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-37	Holohiyalin, amigdaloyidal	Om	Vc	Mt: Bütünüyle killeşme, ince taneli yer yer yapraksı Kln (~20-50µm), çubuksu prizmatik Gy (~30-50µm) Mikro çatlaklarda kahverengi-kırmızı renkli demir oksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-38	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-Mm-m	Mt: Yer yer karbonatlaşma Mm: Bütünüyle karbonatlaşma ve yer yer demir oksidasyonu Mikro çatlaklarda Dol dolgu	Andezit
ZK-39	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl+Mm-m	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme	Andezit
ZK-42	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle silisleşme ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Çoğunlukla killeşme, prizmatik Alu (30-70µm) Breşik doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-42/A	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-42/B	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-42/C	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-43	Hipokristalin, Porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-Mm-m	Mt: Yaygın killeşme, post-magmatik C-S (~20-40µm) oluşumu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Andezit
ZK-44	Hipokristalin, Porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-Mm-m	Mt: Yaygın killeşme, C-S (~20-40µm) oluşumu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Andezit
ZK-45	Hipokristalin, Porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-Mm-m	Mt: Yer yer killeşme, C-S (~20-40µm) oluşumu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Andezit
ZK-47	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler, yer yer amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Bol miktarda elipsoyidal-düzensiz şekilli vesiküler doku, gözeneklerde ince taneli yer yer kalsedonik Qtz ve yapraksı Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-48	Hipohiyalin, porfirik, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli yer yer kalsedonik Qtz ve yapraksı Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-49	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, mikro çatlaklarda kırmızı-kahverengi demir oksit oluşumları, gözeneklerde ince taneli yer yer yapraksı Kln ve kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-65	Hipohiyalin, porfirik, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme, yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli yer yer yapraksı Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-66	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme, yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yuvarlak Gt yumruları, gözeneklerde ince taneli yer yer yapraksı Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-67	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, yuvarlak Gt yumrular	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-68	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın demir oksidasyonu, yer yer killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, gözeneklerde ince taneli yer yer yapraksı Kln, jel dokulu opal	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-69	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme, yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-70	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-72	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-76	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-77	Holohiyalin, vesiküler	Om	Vc	Mt: Yaygın silisleşme ve demir oksidasyonu, yer yer killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-78	Holokristalin porfirik	Pl+Mm+ Om	Pl±Vc	Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme Ap, mikro çatlaklarda demir oksit oluşumları	Andezit
ZK-79	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumları kırmızı kahverengi Jr mineralleri	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-80	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme Gözeneklerde kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-81	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-82	Holokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl±Vc	Mt: Yer yer kloritleşme Mm: Bütünüyle kloritleşme ve karbonatlaşma Pl: Yer yer serizitleşme Ap	Andezit
ZK-83	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-84	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-85	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli kalsedonik Qtz, mikro çatlaklarda demir oksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-86	Hipohiyalin, porfirik, yer yer vesiküler ve amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Çoğunlukla jel dokulu silisleşme, yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-87	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-88	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın demir oksidasyonu, yer yer killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yaygın breşik doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-89	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Demir oksidasyonu ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme, iri taneli yer yer yapraksı Kln (50-100µm) Yaygın breşik doku, yuvarlak Gt yumruları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-90	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme(Kln), silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-91	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yaygın özşekilli(4 köşeli) Py	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-92	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) Gözeneklerde iri taneli yer yer yapraksı Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-93	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-94	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda ve gözeneklerde ince taneli Alu(20-30µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-95	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme, ince taneli Alu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-96	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme (yer yer yapraksı Kln)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-99 (türkkeşlik köyü)	Hipohiyalin porfirik	Pl+Aug+Ol+Om	Pl-Mm-m+Vc	Mt: Yer yer demir oksidasyonu ve kloritleşme Ol: Yer yer iddingsitleşme ve serpantinleşme Gözeneklerde Cal	Bazalt
ZK-102	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme yer yer killeşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Breşik doku, taneler arasında kırmızı kahverengi renkli demir oksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-103	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme, yer yer silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme (Kln, yer yer yapraksı) Mikro çatlaklarda kırmızı kahverengi renkli demir oksit oluşumları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-104	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme, ince prizmatik Alu (10-20µm) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme (Kln, yer yer yapraksı)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-105	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle silisleşme ve yer yer killeşme Mm(az) : Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın silisleşme, yer yer killeşme Gözeneklerde ince taneli yer yer kalsedonik Qtz(20-30µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-106	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal, yer yer sferülitik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Breşik doku, gözeneklerde iri taneli yer yer jel ve sferülitik dokulu kalsedonik Qtz(60-100µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-107	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme (Kln, yer yer yapraklı) Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-108	Hipohiyalin, porfirik, vesiküler	Fld+Qtz+Bt+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer demir oksidasyonu Mm: Yer yer demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme (Kln-Serizit) Ap, Zrn	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-109	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Qtz+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme (Kln-Serizit) Ap, Zrn, gözeneklerde iri taneli Gy	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-110	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Qtz+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme (Kln-Serizit) Ap, Zrn	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-111	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın kloritleşme, serizitleşme ve karbonatlaşma Mm: Bütünüyle karbonatlaşma kloritleşme ve demir oksidasyonu Pl: Yer yer serizitleşme ve karbonatlaşma Mikro çatlaklarda karbonat-klorit dolgu	Bozuşmuş andezit
ZK-112	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın kloritleşme ve karbonatlaşma Mm: Bütünüyle karbonatlaşma kloritleşme ve demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme Mikro çatlaklarda karbonat dolgu	Bozuşmuş andezit
ZK-113	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer karbonatlaşma Mm: Bütünüyle karbonatlaşma kloritleşme ve demir oksidasyonu Pl: Karbonatlaşma, yer yer serizitleşme ve silisleşme	Bozuşmuş andezit
ZK-114	Holokristalin porfirik, glomeroporfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m	Mt: Yer yer karbonatlaşma ve killeşme Mm: Bütünüyle karbonatlaşma ve demir oksidasyonu Pl: Yer yer karbonatlaşma ve serizitleşme	Bozuşmuş andezit
ZK-147	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloidal, yer yer vesiküler	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde jel dokulu iğnemsî kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-148	Hipohiyalin, porfirik, yer yer vesiküler	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde jel dokulu iğnemsî kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-149	Hipokristalin porfirik, yer yer amigdaloidal	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme Gözeneklerde ince taneli kalsedonik Qtz	Andezit
ZK-150	Hipohiyalin porfirik, yer yer amigdaloidal	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme ve kloritleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme Pl: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda Qtz	Andezit
ZK-151	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle kırmızı kahverengi renkli demir oksidasyonu ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-152	Hipokristalin porfirik	Pl+Px+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme Pl: Yer yer serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumları	Bozuşmuş andezit
ZK-153	Hipokristalin porfirik	Pl+Px+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme ve karbonatlaşma Pl: Yaygın serizitleşme ve yer yer karbonatlaşma Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve karbonatlaşma	Bozuşmuş andezit
ZK-154	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yaygın killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme (Kln)	Bozuşmuş andezit
ZK-155	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yaygın killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme (Kln)	Bozuşmuş andezit
ZK-156	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yaygın killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme (Kln)	Bozuşmuş andezit
ZK-157	Holokristalin porfirik, yer yer amigdaloidal	Pl+Egirinojit+Ol+Om	Pl+Mm-m+Vc	Mm: Yer yer demir oksidasyonu Ol: Bütünüyle serpantinleşme, talklaşma ve iddingsitleşme Fld: Yer yer killeşme Bol Ap ve Zrn, gözeneklerde Chl	Bazalt
ZK-158	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle kloritleşme ve demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-162	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-163	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-164	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-165	Holohiyalin		Vc	Vc: Bütünüyle demir oksidasyonu ve yer yer killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-166	Hipohiyalin porfirik	Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-167	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yaygın killeşme ve kloritleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme ve silisleşme	Bozuşmuş andezit
ZK-168	Hipokristalin porfirik, yer yer amigdaloyidal	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yaygın killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş andezit
ZK-169	Hipokristalin, porfirik, vesiküler	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-170	Hipokristalin, porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş andezit
ZK-171	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme ve karbonatlaşma Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Hbl: Kersutit, bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer karbonatlaşma ve serizitleşme Mikro çatlaklarda karbonat ve kalsedonik kuvars	Bozuşmuş andezit
ZK-172	Hipokristalin, porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme ve karbonatlaşma Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme ve karbonatlaşma Gözeneklerde karbonat dolgu	Bozuşmuş andezit
ZK-173	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve karbonatlaşma Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-174	Hipohiyalin, porfirik, yer yer vesiküler ve amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-175	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-176	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-178	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli Alu ve Gy	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-179	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-180	Hipohiyalin, porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Gözeneklerde ince taneli Qtz, Kln ve Gy	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-181	Hipohiyalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Gözeneklerde ince taneli Qtz ve Gy	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-182	Hipohiyalin, porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) Gözeneklerde iri taneli Gy	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-183	Holokristalin porfirik	Pl+Aug/Egirinojit +Ol+Om	Pl+Mm-m	Mt: Yer yer kloritleşme ve demir oksidasyonu Ol: Bütünüyle serpantinleşme, talklaşma ve iddingsitleşme Fld: Yer yer killeşme Ap	Bazalt
ZK-184	Holokristalin porfirik	Pl+Aug/Egirinojit +Om	Pl+Aug-m	Mt: Yer yer kloritleşme ve demir oksidasyonu Pl: Yer yer serizitleşme ve killeşme Ap	Andezit
ZK-187	Hipokristalin porfirik, yer yer amigdaloyidal	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yer yer karbonatlaşma Gözeneklerde Cal ve demiroksit oluşumlar	Bozuşmuş andezit

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-213	Holokristalin porfirik	Pl+Aug+Ol+Om	Pl+Aug-m	Mt: Yer yer kloritleşme ve demir oksidasyonu Aug: Yer yer Titanojit bileşiminde, zonlu dokulu Ol: Bütünüyle serpantinleşme, talklaşma ve yer yer iddingsitleşme Pl: Yer yer serizitleşme ve karbonatlaşma Ap	Bazalt
ZK-214	Holokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl+Aug-m	Mt: Yer yer killeşme ve kloritleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme	Andezit
ZK-215	Hipokristalin porfirik	Pl+Aug+Ol+Om	Pl+Aug-m+Vc	Ol: Bütünüyle serpantinleşme, talklaşma ve iddingsitleşme	Bazalt
ZK-216	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer serizitleşme ve karbonatlaşma	Andezit
ZK-217	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme ve yer yer serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-219	Hipohiyalin porfirik, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-220	Hipohiyalin porfirik, amigdaloidal, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve ince taneli Gy Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Kahverengi renkli ince taneli Jr	Bozuşmuş andezit
ZK-221	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda ince taneli Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-222	Holohiyalin		Vc	Vc: Bütünüyle demir oksidasyonu ve yer yer killeşme Breşik doku	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-223	Hipohiyalin porfirik, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, kahverengi renkli ince pulcuklardan oluşan taneler şeklinde Jr	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-224	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-225	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-226	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde ince taneli Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-227	Hipohiyalin porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-228	Hipohiyalin porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, serizitleşme ve silisleşme, ince taneli Gy Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme ve killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-229	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın demir oksidasyonu, killeşme, serizitleşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-230	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) Gözeneklerde ince taneli Qtz ve Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-231	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-232	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Silisleşme ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve yer yer silisleşme Breşik doku, mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar ve kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-233	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme, serizitleşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-234	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme, serizitleşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-235	Hipohiyalin porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, serizitleşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve serizitleşme Gözeneklerde ince taneli Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-236	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme, serizitleşme ve silisleşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar, kahverengi renkli ince taneli Jr	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-238	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlak ve gözeneklerde kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-239	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın silisleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle karbonatlaşma ve demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Gözeneklerde Cal	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-240	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-241	Hipohiyalin, vesiküler		Vc	Vc: Bütünüyle demir oksidasyonu ve killeşme Breşik doku, gözeneklerde çubuksu Gy, kahverengi renkli ince taneli Jr	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-242	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme İri taneli yer yer yapraksı Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-243	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-245	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-246	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Yaygın killeşme ve yer yer silisleşme, iri taneli prizmatik Gy (~500µm) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-247	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme (yer yer yapraksı Kln) ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-248	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-250	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yer yer kahverengi-siyah renkli ince taneli Jr	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-251	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-252	Hipohiyalin porfirik, yer yer amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-254	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Bt+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme, karbonatlaşma ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) Gözeneklerde Cal	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-258	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme, karbonatlaşma, serizitleşme, kloritleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle killeşme, serizitleşme ve karbonatlaşma	Bozuşmuş andezit
ZK-259	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme, karbonatlaşma ve epidotlaşma Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme ve karbonatlaşma Gözeneklerde Cal+Dol	Bozuşmuş andezit
ZK-263	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, karbonatlaşma ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-265	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme, serizitleşme, karbonatlaşma, silisleşme Ol: Serpantinleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-266	Hipokristalin porfirik	Pl+Aug+Ol+Om	Pl-m+Vc	Mt: Karbonatlaşma ve kloritleşme Mm: Yaygın karbonatlaşma ve demir oksidasyonu Pl: Yaygın karbonatlaşma	Bazalt
ZK-267	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle kaolinitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-268	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, karbonatlaşma ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-269	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Serizitleşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-271	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Ap	Andezit
ZK-277	Hipokristalin porfirik	Pl+Aug+Ol+Om	Vc+Pl-m	Mt: Karbonatlaşma ve killeşme Mm: Yaygın demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme ve serizitleşme	Bazalt
ZK-279	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer kloritleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Gözeneklerde Cal	Andezit
ZK-281	Hipohiyalin porfirik, yer yer amigdaloyidal	Pl+Sa+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yaygın killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme	Bozuşmuş andezit
ZK-282	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme Mikro çatlak ve gözeneklerde yer yer yapraksı iri taneli Kln(~100µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-284	Hipokristalin porfirik	Sa+Sdl/Nsn+Mm+Om	Sa-m+Vc	Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Sa: Yer yer killeşme	Fonolit
ZK-285	Hipokristalin porfirik	Sa+Sdl/Nsn+Mm+Om	Sa-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Sa: Yer yer killeşme	Fonolit
ZK-286	Hipohiyalin porfirik	Fld+Om±Sa	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-295	Hipohiyalin porfirik, amigdaloyidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-296	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-298	Hipokristalin porfirik	Sa+Mm+Om	Sa-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Sa: Yaygın killeşme Gözeneklerde ince taneli kalsedonik Qtz	AF trakit
ZK-299	Hipokristalin, porfirik, yer yer amigdaloyidal, glomeroporfirik	Pl+Aug+Ol+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme Ol: Bütünüyle serpantinleşme ve talklaşma Aug: Yer yer Titanojit bileşiminde	Bazalt

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-300	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, demir oksidasyonu ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-303	Hipokristalin porfirik	Pl+Px/Ol+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın karbonatlaşma, killeşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve karbonatlaşma Pl: Yaygın killeşme(Kln) Mikro çatlaklarda karbonat dolgu	Bozuşmuş bazalt
ZK-304	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, yer yer serizitleşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve yer yer serizitleşme Yuvarlak Gt yumruları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-305	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Yuvarlak yumrular halinde Gt	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-308	Hipohiyalin porfirik, amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar, gözeneklerde iri taneli Gy(~180µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-309	Hipohiyalin porfirik, amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar, gözeneklerde iri taneli Gy(~180µm) ve Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-310	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle kaolinitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-311	Hipokristalin porfirik	Pl+Sa+Mm+Bt+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Bt: Yer yer demir oksidasyonu Fld: Yer yer killeşme Mikro çatlaklarda Cal ve Qtz dolgu Ap	Andezit
ZK-312	Hipohiyalin porfirik	Pl+Om	Vc+Pl-m	Mt: Kaolinitleşme ve silisleşme Pl: Bütünüyle kaolinitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-313	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Kaolinitleşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle kaolinitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-314	Hipohiyalin, amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-314/A	Hipohiyalin porfirik	Fld+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, pirofillitleşme ve silisleşme Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-314/B	Hipohiyalin Porfirik	Fld+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, pirofillitleşme ve silisleşme Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-315	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, serizitleşme, silisleşme, ince taneli turuncu girişim renkli prizmatik Alu(~20-30µm) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-316	Hipohiyalin porfirik, yer yer vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve ince taneli Alu Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-317	Hipohiyalin, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-318	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve yer yer demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-319	Hipohiyalin porfirik	Pl+Sa+Aug+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer serizitleşme Sa: Yaygın killeşme Ap	Trakit
ZK-320	Hipokristalin porfirik, glomeroporfirik	Pl+Sa+Bt+Aug++Om	Pl+Sa-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme Sa: Yer yer killeşme	Trakit
ZK-321	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-322	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme(Kln) ve serizitleşme Kahverengi renkli ince taneli Jr	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-323	Hipohiyalin porfirik, vesiküler	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-324	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-325	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-326	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-327	Hipokristalin porfirik, glomeroporfirik	Pl+Aug+Ol+Om	Pl-m+Vc	Ol: Bütünüyle serpantinleşme, talklaşma ve iddingsitleşme	Bazalt
ZK-330	Hipokristalin porfirik	Pl+Bt+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme ve killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-333	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme Ap, mikro çatlaklarda ince taneli Qtz	Andezit
ZK-335	Hipokristalin porfirik	Pl+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme, serizitleşme, karbonatlaşma ve kloritleşme Pl: Yer yer serizitleşme ve karbonatlaşma Özşekilli (4 köşeli) Py	Andezit
ZK-338	Hipokristalin porfirik, amigdaloidal	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın killeşme, karbonatlaşma ve serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme, killeşme ve karbonatlaşma Ap, gözeneklerde karbonat	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-339	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme ve kloritleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme	Andezit
ZK-346	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yaygın demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme ve killeşme Gözeneklerde jel dokulu kalsedonik Qtz	Andezit
ZK-349	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, karbonatlaşma ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda karbonat	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-350	Hipohiyalin porfirik	Fld±Mm±Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-351	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, taneler arasında kırmızı renkli demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-352	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme, silisleşme ve demir oksidasyonu Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, taneler arasında kırmızı renkli demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-355	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle silisleşme ve kaolinitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle kaolinitleşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-356	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-357	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Breşik doku, taneler arasında kırmızı renkli demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-358	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme Mikro çatlaklarda kırmızı renkli demir oksit oluşumlar	Andezit
ZK-359	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yaygın killeşme Mikro çatlaklarda kırmızı-yeşil renkli demir oksit oluşumlar, ince taneli kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-364	Hipohiyalin porfirik	Fld±Mm±Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Gözeneklerde iri taneli (~200µm) yer yer kalsedonik Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-365	Hipohiyalin porfirik, yer yer amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Silisleşme ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlak ve gözeneklerde ince taneli kalsedonik Qtz ve demiroksit oluşumlar	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-366	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle killeşme Yer yer breşik doku, mikro çatlak ve gözeneklerde ince taneli yer yer kalsedonik Qtz ve ince taneli Gy(~50µm)	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-367	Hipohiyalin porfirik, yer yer amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Gözeneklerde iri taneli Qtz	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-369	Hipohiyalin porfirik	Pl+Mm+Om	Vc+Pl-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-371	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om±Sa	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Mikro gözeneklerde ender Qtz	Andezit
ZK-372	Holokristalin porfirik	Sa+Pl+Bt+Mm+Om	Sa+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Trakit
ZK-373	Hipohiyalin porfirik	Fld+Bt+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Bt: Yaygın demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme ve yer yer karbonatlaşma	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-374	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Öz şekilli pirit mineralleri	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-375	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar, yuvarlak götüt yumruları	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-379	Hipokristalin porfirik	Fld+Mm+Om	Fld-m+Vc	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme, yer yer yapraksı Kln	Bozuşmuş volkanik kayaç
ZK-382	Hipokristalin porfirik	Pl+Mm+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme, kloritleşme ve karbonatlaşma Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu, kloritleşme ve karbonatlaşma Pl: Yer yer killeşme Gözeneklerde jel dokulu kalsedonik Qtz ve Cal	Andezit
ZK-383	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş volkanik kayaç

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-389	Holokristalin taneleşel	Pl+Bt+Aug+Hbl+Om		Bt: Yaygın kloritleşme Pl: Yaygın serizitleşme	Subvolkanik andezit
ZK-417	Hipohiyalin porfirik	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozmuş volkanik kayaç
ZK-423	Hipokristalin porfirik	Pl+Aug/Egirinojit+Ol+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer killeşme Ol: Yaygın serpantinleşme, talklaşma ve demir oksidasyonu Pl: Yaygın serizitleşme	Bazalt
ZK-427	Holokristalin porfirik	Pl+Aug/Egirinojit+Om	Pl-m	Mm: Yer yer demir oksidasyonu Mikro çatlaklarda ve yer yer Px ornadır biçimde yaygın ikincil klinozoit oluşumları	Andezit
ZK-428	Qtz AF-siyenit: Holokristalin taneleşel Andezit: Holokristalin porfirik	Qtz AF-siyenit: Or+Qtz Andezit: Pl+Aug/Egirinojit+Om		Siyenit: Or: Yaygın killeşme Andezit: Pl: Yer yer killeşme Dokanaktaki Fld mineralinin yarısı Pl(kemirilme), diğer yarısı Or	Qtz AF-siyenit - andezit dokanağı
ZK-429	Qtz AF-siyenit: Holokristalin taneleşel Andezit: Holokristalin porfirik	Qtz AF-siyenit: Or+Qtz Andezit: Pl+Aug/Egirinojit+Om		Qtz AF-siyenit: Or: Yaygın killeşme Andezit: Pl: Yer yer killeşme Dokanakta ince taneli Or ve kemirilmiş Pl	Qtz AF-siyenit - andezit dokanağı
ZK-431	Holokristalin porfirik	Pl+Aug+Om	Pl-m	Mm: Yer yer demir oksidasyonu Mikro çatlaklarda yaygın ikincil klinozoit oluşumları	Andezit
ZK-434	Hipohiyalin porfirik	Pl+Aug/Egirinojit+Enstatit+Ol+Om	Vc+Pl-m	Mt: Yer yer killeşme ve demir oksidasyonu Ol: Bütünüyle serpantinleşme, talklaşma ve iddingsitleşme Pl: Yaygın killeşme, yer yer karbonatlaşma ve serizitleşme	Bazalt
ZK-435	Qtz AF-siyenit: Holokristalin taneleşel Andezit: Holokristalin porfirik	Siyenit: Or+Qtz Andezit: Pl+Aug/Egirinojit+Om		Siyenit: Or: Yaygın killeşme Andezit: Pl: Yaygın serizitleşme	Qtz AF-siyenit - andezit dokanağı
ZK-445	Hipohiyalin porfirik, amigdaloidal	Fld+Mm+Om	Vc+Fld-m	Mt: Bütünüyle killeşme ve silisleşme Fld: Bütünüyle killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Mikro çatlak ve gözeneklerde jel dokulu kalsedonik Qtz	Bozmuş volkanik kayaç
ZK-446	Hipokristalin porfirik	Pl+Aug/Egirinojit+Ol+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer kloritleşme Ol: Bütünüyle serpantinleşme ve iddingsitleşme Öz şekilli (eş kenar dörtgen) opak mineraller (Py)	Bazalt
ZK-447	Hipokristalin porfirik	Pl+Aug/Egirinojit+Ol+Om	Pl-m+Vc	Mt: Yer yer kloritleşme Ol: Bütünüyle serpantinleşme ve iddingsitleşme Öz şekilli (eş kenar dörtgen) opak mineraller (Py)	Bazalt

Ek Çizelge A.2. Köseadağ siyenitinden alınan kayaçların Optik mikroskop (OM) incelemeleri

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-51	Holokristalin taneler	Or+Mc+Qtz+Om±Bt±Pl		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yer yer kaolinitleşme-killeşme Pl: Yer yer serizitleşme	Qtz AF-siyenit
ZK-52	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Bütünüyle serizitleşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-53	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yaygın kaolinitleşme ve serizitleşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-54	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yer yer kaolinitleşme ve serizitleşme Breşik doku, mikro çatlaklarda demir oksidasyonu	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-55	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Pl+Bt+Om		Or: Yer yer kaolinitleşme Pl: Yer yer serizitleşme	Qtz siyenit
ZK-56	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Pl+Bt+Om		Or: Yer yer killeşme, antirapakivi dokusu	AF-siyenit
ZK-57	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yer yer kaolinitleşme-killeşme Pl: Yer yer serizitleşme	Qtz AF-siyenit
ZK-59	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yer yer kaolinitleşme ve killeşme Pl: Yer yer serizitleşme	Qtz AF-siyenit
ZK-60	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yer yer kaolinitleşme-killeşme Pl: Yer yer serizitleşme-kaolinitleşme Ap, Zrn	Qtz AF-siyenit
ZK-61	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yer yer killeşme, pertitik doku Pl: Yer yer serizitleşme Zrn	Qtz AF-siyenit
ZK-62	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl		Or pertitik doku, Or ve Pl minerallerinde yaygın killeşme Zrn	Qtz AF-siyenit
ZK-63	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Bütünüyle serizitleşme İnce taneli Ms	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-64	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yaygın serizitleşme yer yer kaolinitleşme ve killeşme, pertitik doku Pl: Yaygın serizitleşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-71	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme Or: Yer yer killeşme-silileşme Pl: Yer yer serizitleşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-97	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Om±Pl±Bt		Bt: Bütünüyle kloritleşme Or: Yaygın killeşme ve yer yer serizitleşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-115	Holokristalin taneleşme	Or+Pl+Egirinojit+Qtz+Om		Pl: Yaygın serizitleşme Or: Yaygın killeşme, kloritleşme ve silisleşme Ap	Monzonitporfir/siyenitporfir
ZK-116	Holokristalin taneleşme	Fld+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu ve yer yer kloritleşme Fld: Bütünüyle serizitleşme(Ms levhaları 50-80µm) ve silisleşme Topaz, Tur iğnecikleri, kahverengi renkli ince taneli Jr	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-117	Holokristalin taneleşme	Fld+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme(Ms levhaları 50-80µm) ve silisleşme Tur iğnecikleri, mikro çatlaklarda iri kalsedonik Qtz	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-118	Holokristalin taneleşme	Fld+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme(Ms levhaları 50-80µm) ve silisleşme Tur iğnecikleri, kahverengi renkli ince taneli Jr, altı köşeli iri Ap	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-119	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om ±Pl		Or-Pl: Yaygın serizitleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle kloritleşme ve yer yer demir oksidasyonu İri taneli Prizmatik Ap, mikro çatlaklarda kalsit ve demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-120	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om ±Pl		Or-Pl: Yaygın serizitleşme ve yer yer killeşme Mm: Bütünüyle kloritleşme ve yer yer demir oksidasyonu İri taneli Prizmatik Ap, mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-121	Holokristalin taneleşme	Or+Pl+Qtz+Mm+Bt+Om		Pl: Serizitleşme Or: Yaygın killeşme, kloritleşme, silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Bt: Yaygın kloritleşme Yaygın iri prizmatik ve iğnecik Ap	Siyenit
ZK-122	Holokristalin taneleşme	Fld+Qtz+Mm+Egirinojit+Om		Fld: Bütünüyle serizitleşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu İnce taneli kahverengi renkli Jr, iri taneli prizmatik Ap, yer yer yuvarlak biçimli Topaz	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-123		Brt+Qtz		İri yer yer ince prizmatik levhalı Brt ve gözeneklerde Qtz	Barit
ZK-124		Brt		İri prizmatik levhalı Brt	Barit
ZK-125	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Pl+Mm+Bt+Om		Fld: Serizitleşme, killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Bt: Yaygın kloritleşme Yer yer Tur iğnecikleri	Bozuşmuş Qtz siyenit
ZK-126		Fld+Qtz+Mm+Om		Fld: Bütünüyle serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu İnce taneli kahverengi renkli Jr	Bozuşmuş Qtz siyenit

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-127		Qtz+Br+Om		İnce taneli Brt, Qtz ve Cm Breşik doku, çatlaklarda demir oksit oluşumlar, gözeneklerde iri taneli Qtz(~1mm)	Silis-barit
ZK-128		Brt		İri taneli prizmatik levhalı Brt Breşik doku, çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Barit
ZK-129		Brt+Qtz		İri yer yer ince prizmatik levhalı Brt ve gözeneklerde Qtz	Barit
ZK-130		Brt+Qtz		İri yer yer ince prizmatik levhalı Brt, gözenek ve mikro çatlaklarda Qtz	Barit
ZK-131	Holokristalin taneli	Fld+Qtz+Mm+Om		Fld: Bütünüyle serizitleşme ve silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Mikro çatlaklarda kahverengi Jr, Tur iğnecikleri	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-132	Holokristalin taneli	Fld+Qtz+Mm+Om		Fld: Bütünüyle serizitleşme(ince taneli Ms), yer yer silisleşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu Tur iğnecikleri, iri taneli prizmatik Zrn	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-133	Holokristalin taneli	Fld+Qtz+Mm+Om		Fld: Bütünüyle serizitleşme(ince taneli Ms), yer yer silisleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Tur iğnecikleri, iri taneli prizmatik Zrn, mikro çatlaklarda demir oksit oluşumları	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-134	Holokristalin taneli	Or+Qtz+Pl+Mm+Om		Or-Pl: Yaygın serizitleşme(ince taneli Ms) ve killeşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu İğnecik-ince prizmatik şörlit, iri taneli Ap, yer yer yuvarlak biçimli Topaz	Qtz siyenit
ZK-135	Holokristalin taneli, antirapakivi	Or+Pl+Qtz++Hbl+Br+Om		Fld: Yer yer killeşme ve serizitleşme Br: Yer yer kloritleşme ve demir oksidasyonu Hbl: Yer yer demir oksidasyonu Zrn, Ap	Qtz siyenit
ZK-138	Holokristalin taneli	Or+Qtz+Mm+Om		Or: Yaygın killeşme, serizitleşme(ince taneli Ms ~100µm) ve silisleşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu Zrn	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-139	Holokristalin taneli	Or+Qtz+Mm+Om±Pl		Or-Pl: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme(ince taneli Ms ~100µm) ve silisleşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu İri taneli Zrn, Ap	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-140	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Mm+Om±Pl		Or-Pl: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme (ince taneli Ms ~100µm) ve silisleşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu İnce taneli kahverengi renkli Jr	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-141	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Mm+Bt+Om±Pl		Or-Pl: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu Zrn	Qtz AF-siyenit
ZK-142	Holokristalin taneler	Fld+Qtz+Mm		Fld: Bütünüyle silisleşme yer yer killeşme Mm(az): Bütünüyle demir oksidasyonu Breşik doku, mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-143		Qtz		Bütünüyle silisleşme yer yer killeşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-144	Holokristalin taneler	Or+Pl+Qtz+Bt+Hbl+Om		Or: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme Pl: Yaygın serizitleşme Hbl: Yaygın kloritleşme ve demir oksidasyonu Bt: Yaygın kloritleşme Mikro çatlaklarda Cal dolgu	Qtz siyenit
ZK-145	Holokristalin porfirik	Or+Pl+Qtz+Om		Or: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme ve silisleşme Pl: Yaygın serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Qtz siyenit porfir
ZK-210	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Pl+Bt+Mm		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme Pl: Yaygın serizitleşme Ap, Zrn, Ttn, mikro çatlak ve gözeneklerde Dol	Qtz AF-siyenit
ZK-211	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Mm+Om±Pl		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yaygın killeşme Pl: Yaygın serizitleşme Ap	Qtz AF-siyenit
ZK-212	Holokristalin taneler	Qtz+Fld+Mm		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme ve silisleşme Zrn	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-237	Holokristalin taneler	Or+Qtz+Bt+Mm±Pl		Or: Yer yer killeşme ve serizitleşme Pl: Yer yer serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Ap, Zrn	Qtz AF-siyenit
ZK-244	Holokristalin taneler	Or+Pl+Qtz+Bt+Om		Or: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar, prizmatik iri Zrn	AF-siyenit

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-270	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Bt		Or: Yaygın killeşme, yer yer serizitleşme Bt: Bütünüyle demir oksidasyonu ve kloritleşme Ap, Zrn	Qtz AF-siyenit
ZK-287	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Bt+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Ttn	Qtz AF-siyenit
ZK-288	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Ttn, Zrn, Tur, çubuksu şörlit güneşi	AF-siyenit
ZK-289	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Bt+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Ttn, Zrn, Tur, çubuksu şörlit güneşi	Qtz AF-siyenit
ZK-290	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Bt+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Ttn, Zrn, Tur, çubuksu şörlit güneşi	Qtz AF-siyenit
ZK-291	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Bt+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Ttn, Zrn, Tur, çubuksu şörlit güneşi	Qtz AF-siyenit
ZK-292	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Zrn	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-293	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Bt+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Serizitleşme Ttn, Zrn, Tur, çubuksu şörlit güneşi	Qtz AF-siyenit
ZK-294	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om		Or: Yaygın killeşme(Kln) Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Qtz AF-siyenit
ZK-328	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme ve serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar, yaygın kısa prizmatik Topaz, Ap	Qtz AF-siyenit
ZK-334	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om±Pl		Or: Yaygın killeşme ve serizitleşme Pl: Yaygın serizitleşme Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-345	Holokristalin taneleşme	Qtz+Or+Om±Pl±Bt		Or: Yaygın killeşme ve serizitleşme Pl: Yaygın serizitleşme Bt: Yaygın demir oksidasyonu Ttn	Qtz AF-siyenit
ZK-384	Holokristalin taneleşme	Or+Pl+Qtz+Bt+Hbl+Om		Bt: Yaygın kloritleşme Fld: Yer yer killeşme Ap	Monzonit
ZK-385	Holokristalin taneleşme	Or+Pl+Qtz+Bt+Hbl+Om		Bt: Yaygın kloritleşme Fld: Yaygın killeşme ve serizitleşme Ap	Monzonit

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-387	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Pl+Om		Or: Yaygın killeşme, pertitik doku Pl: Yaygın serizitleşme ve killeşme	Granit
ZK-388	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Bütünüyle serizitleşme Mikro çatlaklarda Qtz ve etrafında yaygın Tur, iri taneli Zrn	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-390	Holokristalin taneleşme	Fld+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme Dravit, Zrn	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-394	Holokristalin taneleşme	Or+Pl+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Bütünüyle killeşme Pl: Yaygın killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-395	Holokristalin taneleşme	Fld+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle killeşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-396	Holokristalin taneleşme	Or+Pl+Om		Or: Bütünüyle killeşme Pl: Yaygın killeşme ve serizitleşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-397	Holokristalin taneleşme	Or+Pl+Om		Or: Bütünüyle killeşme Pl: Yaygın killeşme	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-411	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz+Pl+Bt+Om		Bt: Yer yer demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme yer yer serizitleşme	Qtz siyenit
ZK-412	Holokristalin taneleşme	Fld+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-413		Qtz+Tur		Tur (şörlit)	Qtz turmalin
ZK-414		Qtz+Tur+Fld		Fld: Bütünüyle serizitleşme	Qtz AF-siyenit-turmalin
ZK-415	Holokristalin porfirik	Pl+Mm	Pl-m	Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Pl: Yer yer killeşme	Aplit
ZK-416	Holokristalin taneleşme	Fld+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Bütünüyle serizitleşme Mikro çatlaklarda demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-428	Qtz AF-siyenit: Holokristalin taneleşme Andezit: Holokristalin porfirik	Qtz AF-siyenit: Or+Qtz Andezit:Pl+Aug/Egirinojit+Om		Qtz AF-siyenit: Or: Yaygın killeşme Andezit: Pl: Yer yer killeşme Dokanaktaki Fld mineralinin yarısı Pl(kemirilme), diğer yarısı Or	Qtz AF-siyenit - andezit dokanağı
ZK-429	Qtz AF-siyenit: Holokristalin taneleşme Andezit: Holokristalin porfirik	Qtz AF-siyenit: Or+Qtz Andezit:Pl+Aug/Egirinojit+Om		Qtz AF-siyenit: Or: Yaygın killeşme Andezit: Pl: Yer yer killeşme Dokanakta ince taneli Or ve kemirilmiş Pl	Qtz AF-siyenit - andezit dokanağı
ZK-430	Holokristalin taneleşme	Or+Qtz		Or: Yaygın killeşme, pertitik doku Or arası Qtz dolgulu	Qtz AF-siyenit

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor)

Örn. No	Doku	Mineralojik Bileşim	Matriks	Özellikler	Kayaç Adı
ZK-435	Qtz AF-siyenit: Holokristalin taneler Andezit: Holokristalin porfirik	Qtz AF-siyenit: Or+Qtz Andezit:Pl+Aug/E girinojit+Om		Qtz AF-siyenit: Or: Yaygın killeşme Andezit: Pl: Yaygın serizitleşme	Qtz AF-siyenit - andezit dokanağı
ZK-443	Holokristalin taneler	Or+Pl+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yaygın killeşme, kaolinitleşme Pl: Yaygın serizitleşme, killeşme Yaygın opak mineraller ve demir oksit oluşumlar	Bozuşmuş AF-siyenit
ZK-444	Holokristalin taneler	Fld+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın serizitleşme, killeşme Yaygın opak mineraller	Bozuşmuş AF-siyenit
ZK-449	Holokristalin taneler	Fld+Qtz+Tur+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın serizitleşme, killeşme ve silisleşme Tur, çubuksu şörlit güneşi	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-451	Holokristalin taneler	Fld+Qtz+Mm+Om		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Fld: Yaygın killeşme ve serizitleşme İnce taneli kahverengi renkli Jr	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit
ZK-455	Holokristalin taneler	Or+Pl+Qtz+Mm		Mm: Bütünüyle demir oksidasyonu Or: Yer yer killeşme Pl: Yer yer serizitleşme Yaygın Tur, çubuksu şörlit güneşi	Bozuşmuş Qtz AF-siyenit

Qtz: Kuvars, Fld: Feldispat, Pl: Plajiyoklaz, Or: Oroklaz, Sa: Sanidin, Mc: Mikroklin, Px: Piroksen, Sdl/Nsn=Sodalit/Nozean, En: Enstatit, Aug: Ojit, Hbl: Hornblend, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Ol: Olivin, Cal: Kalsit, Dol: Dolomit, Alu: Alunit, Gt: Götit, Py: Pirit, Brt: Barit, Hem: Hematit, Jr: Jarosit, Gy: Goyazit, Ap: Apatit, Zrn: Zirkon, Ttn: Titanit, Tur: Turmalin, Ep: Epidot, Om: Opak mineral, Kln: Kaolinit, Mt: Matriks, Mm: Mafik mineraller, m: mikrolit, AF trakit= Alkali feldispat trakit, Qtz AF-siyenit: Kuvarslı alkali feldispat-siyenit, AF siyenit: Alkali feldispat-siyenit, Qtz siyenit: Kuvarslı siyenit

B- Karataş volkanitleri ve Köseadağ siyenitinin XRD çözümlene sonuçları

Ek Çizelge B.1. Karataş volkanitlerinden alınan kayaçların XRD-TK ve KF sonuçları (%).

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu						Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	O-CT	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S	
ZK-1	39				11				3							47								BVK*
-2	32				10				3							55	100							**
-3	16								6							78	100							**
-4	22								2							76	100							**
-5	39															61								**
-6	88				4											8								**
-7	81				4											15	100							**
-8	82	2			2											14								**
-9	56				6				1							37								**
-10	48	3			10				2							37	100							**
-11	51				9				2							38								**
-12	44				12				3							41	100							**
-13	34	7							5							54	100							**
-14	38				11				2							49	100							**
-15	46				12			13								29								**
-16	47								3							50	100							"
-17	37	4							2							57								**
-18	74							20			6													**
-19	45								1							54								**
-20	23	2							3							72	100							**
-21	34								2							64								**
-22	64															36	100							"
-23	13								4		13					70	100							**

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu						Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	O-CT	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S	
-24	24								2							74	100							BVK *
-25					13				5							82	100							"*
-26					8											92	100							"*
-27									2							98	100							"*
-27A					7				4							89	100							"
-28	35									52						13	100							"*
-29	36	2			7	3			2	1						49								"*
-30	50				5	30			3							12								"*
-31	34				7	16			2							41								"*
-32	30				7				2							61	100							"*
-33	32									58						10								"*
-33A	30								2							68	100							"
-34	26	3							3	1						67	100							"*
-35	34								5							61	100							"*
-36									3							97	100							"*
-37									4							96	100							"*
-38		64				11								10		15								Andezit*
-39		69														31	100							"*
-40	7	25														68	41		14		45			BVK
-41	11	13			5			5								66	57				43			"
-42	33							20		25						22								"*
-42A	9								2							89	100							"
-42A1	5								1							94	100							"

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç			
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl		I-S	C-S	
-42B									2							98	100							BVK
-42C									2							98	100							"
-43		79														21		13	33	32			22	Andezit*
-44		80														20								"*
-45		100																						"*
-47	34	4			9				3							50	89					11		BVK*
-48	27	4			10					3						56	100							"*
-49	14				8				3	2						73	100							"*
-50	10	32														58	48					52		"
-65	18					5		7	3	2						65	100							"**
-66	24				10	6				10						55	100							"**
-67	40				6	7		7		11						29	100							"**
-68	7				6	4		6	4	3					20	50	100							"**
-69	10									5					18	67	100							"**
-70	48									23						29	100							"**
-72	79	5			10											6								"**
-73	24						34		3							39	3					97		"
-74	31						5			3						61	±					100		"
-75	24	5					9			3						59						100		"
-76	33						3			12						52	100							"**
-77	50				43											7	100							"**
-78		72			7			4								24		26		20		54		Andezit *
-79	9	26					7									58	6					73	21	Bozuşmuş andezit*

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu						Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S	
-80	26	30			14											30								Bozuşmuş andezit *
-81	10	27			9											54		21					79	BVK*
-82	5	72											2			21							100	Andezit *
-83	15	33								3						49	2					76	22	BVK*
-84	23									7						70	100							"*
-85	81				5				2							12								"*
-86	100																							"*
-87	19				4				2							75	100							"*
-88	27				16					20						37	100							"*
-89	19				13					2						66	100							"*
-90	12				8					3						77	100							"*
-91	23							12		2						63	100							"*
-92	42									24						34	100							"*
-93	18									16						66	100							"*
-94	55									17						28	100							"*
-95	38								20	16						26								"*
-96	21								3	2						74	100							" *
-99		38		44									12			6								Bazalt*
-102	82				7											11	100							BVK*
-103	9				7	4				23						57	100							"*
-104	34									14						52	100							"*
-105	100																							"*
-106	55				12					2						31	100							"*

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç			
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl		I-S	C-S	
-107	24								3	1						72	100							BVK*
-108	16	14	31		10	31										29	81					19		**
-109	24	22							4							50	89					11		**
-110	28	17							4							51	100							**
-111	13	44											3	6		34		36		64				Bozuşmuş andezit*
-112	9	58											10	3		20								**
-113	8	56											4	4		28								**
-114	10	62											5	6		17								**
-146	11						20									69	5		13			82		BVK
-147	15	9			6		16									54	7		15			64	14	**
-148	44						14		4			+				38	33					67		**
-149	14	44														42	4					96		Bozuşmuş andezit*
-150	15	40			6				5							34	23	22					55	**
-151	8	20			17											55	6					69	25	BVK*
-152	8	32		7		6										47	19	16					66	Bozuşmuş andezit*
-153	8	29		7		3							7	3		47								**
-154	25	20					2									53	100							**
-155	32	17					5									46	100							**
-156	20	20			5			3	4							48	72		22			6		**
-157		70		13												17								Bazalt*
-158	6	24			10	9										51	20		50			30		BVK*
-159	8	5					8									79						100		"

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu						Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S	
-160	8	25			5	9			4							49	23		24		24	29	BVK	
-161	15	26					6		2							51	3				97		"	
-162	16	22					8									54					100		"**	
-163	7	34					3	4	4							48	16		15		69		"**	
-164	12	14					6									68	7		16		77		"**	
-165	3				15	5	49									28					100		"**	
-166	85								3			+				12	100							"**
-167	16	32					14		5							33	13				61	26	Bozuşmuş andezit*	
-168	14	22					5		6							53	5	19	8		68		"**	
-169	36	7					13									44	13		6		81		BVK*	
-170	13	28				9		10								40							Bozuşmuş andezit*	
-171		65				8							5	5		17							"**	
-172		62				11								3		24				4		96	"**	
-173	33					4										63	87				13		BVK*	
-174	26								4							70	88		12				"**	
-175	45								5							50	84		16				"**	
-176	36								3	2						59	96		4				"**	
-177	4	22				3	13		3							55	16		84				"	
-178	27								5	3						66	89		11				"**	
-179	27								3	2						68	88		12				"**	
-180	24								4	2						70	90		10				"**	
-181	19								6							75	92		8				"**	
-182	25				4		7		4	4						56	89		11				"**	

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu						Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S	
-183		46		13	20											21			100					Bazalt*
-184		61		9	3											27								Andezit*
-187		60							6				6			30								Bozuşmuş andezit*
-188		36											22			42			100					BVK
-215		18		60		Anl 13										9								Bazalt
-217	14	17				9										60	89					11		BVK *
-218	9	9			7	8	7									60	52		22			26		"
-219	92															8								"*
-220	24	12					19		4							41	42					58		Bozuşmuş andezit*
-221	54	3			6		4		3							30	51		6			43		BVK*
-222	15				15		13									57	36	16				48		"*
-223	28	10			9		4		3							46	38	13				49		"*
-224	65						4		4							27	69					31		"*
-225	22	11					8		3	2						54	31	16				53		"*
-226	62								2							36	100							"*
-227	26	7			5		7		3							52	48	15				37		"*
-228	21	7			4		6		5	3						54	36					64		"*
-229	35	6					7		2	2						60	53	10				37		"*
-230	46	4			11		5									34	95					5		"*
-231	14	21			8	6										51	95					5		"*
-232	25	3			8	5	4									55	100							"*
-233	22	35														43	53	11				36		"*

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl		I-S	C-S
-234	18	23					9									50	15				85		BVK*
-235	52					11	4									33	80				20		**
-236	41	3					5									51	79				21		**
-239	60	3			8	5							6			18	100						**
-240	42				12					2						44	100						**
-241	26				19		5		2							48	80		5		15		**
-242	25				8				2	2						63	100						**
-245	46								3							51	95				5		**
-246	32								4	2						62	94				6		**
-247	30								2	1						67	95				5		**
-248	38								2							60	95	5					**
-249	17	5			7		6		2							63	26				74		"
-250	34						6		2							58	85		6		9		**
-251	58								4							38	100						**
-252	39					1			2							58	84				16		**
-254	29	7			11	7							11			35	100						**
-258	19	30			6								12			33		13		20	67		Bozuşmuş andezit*
-259	21	38											2	5		35			11	65	24		"
-263	40				17											43	78	8		4	10		BVK
-265	23	14			8									5		50	35	15			50		**
-267	36	28														36	85				15		**
-268	40	10			8	6							7			29	100						**
-269	3	56						6								35	28	22	8		42		**

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl		I-S	C-S
-281	14	44														42	83		9		8		Bozuşmuş andezit*
-282	18								1							81	90				10		BVK*
-283	32								4							64	44				56		"
-284		64			14											22	90		10				Fonolit*
-285		77					3									20	68		32				"*
-286	57								3							40	100						BVK
-295	30				12			4	6							48	100						"*
-296	26								4	2						68	100						"*
-297		15				10							28			47			100				"
-298	11	67			12											10	79		21				AF trakit*
-300	55				7	4										34	100						BVK*
-303	8	45		10		14							2	8		13	61		39				Bozuşmuş bazalt*
-304	25				7	4			2							62	87				13		BVK*
-305	31				7				4	3						55	100						"*
-308	16	2			6	1			3	1						71	97				3		"*
-309	12				8				4							76	100						"*
-310	24	4														72	100						"*
-311	16	61	5			4							2			12							Andezit*
-312	43	7														50	100						BVK*
-313	36	4							1							59	100						"*
-314	37	5							6							52	29					Prl 71	"*
-314A	36								4							60	43					Prl 57	"*

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu						Kayaç		
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-CT	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S	
-314B	20								5							75	35						Prl 65	BVK*
-315	50									24						26	36				64		**	
-316	40	3					3			18						36	92					Prl 8	**	
-317	51	5				3	5			7						29	91					Prl 9	**	
-318	42				8					17						33	90	10					**	
-319		80		10		2										8							Trakit*	
-321	44	4			13				4							35	100						BVK*	
-322	27	8					8		4							49	70				30		**	
-323	55									10						35	100						**	
-324	41								3							41	100						**	
-325	40								4	18						38	100						**	
-326	48	4								16						32	100						**	
-329	23	23														54	16		84				"	
-330	25	45	5			3		3								20	37		63				**	
-331	13	41			4				2							40	68		32				"	
-332	14	29							3					2		52	49		51				"	
-335	6	45						5					1	8		34	35	10	52	3			Andezit*	
-338		56			6								9			29				60	40		BVK*	
-349	36	10			9								7	2		36	55				45		**	
-350	78				12											10							**	
-351	45				13		17									25	100						**	
-352	38						4		3							55	100						**	

Ek Çizelge B.1. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç			
	Qtz	Fld	Bt	Px	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Alu	Brt	Tur	Cal	Dol	o-ct	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl		I-S	C-S	
-353	64															36	100							BVK
-354	30	3							2							65	100							"
-355	41								2							57	100							"*
-356	47	17														36	100							"*
-357		12			20				4						28	36	85		15					"*
-358	9	57														34	36		64					"
-359	10	36														54	50		50					"
-360	7	27			3		12								10	41	29	5	66					"
-361	12	5			6										18	59	62		38					"
-362	5	23					13									55	32		68					"
-364	97															3	100							BVK*
-365	76				10					3						11								"*
-366	39	4				2			4							51	100							"*
-367	48								2							50	100							"*
-368	70								4	5						21	100							"
-369	37	10														53	84		16					"
-370	37								2							61	100							"
-371		78			12											10								Andezit*
-372	5	75				8										12		64	36					Trakit
-373	21	3	5		8	5							6			52	91					9		BVK*
-374	21								1							78	90					10		"
-375	46				7				2							45	89					11		"
-376	46								4							50	100							"

Ek Çizelge B.2. Köseadağ siyenitinden alınan kayaç örneklerinin XRD-TK ve XRD-KF çözümü sonuçları (%).

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç	
	Qtz	Fld	Bt	Px	Hbl	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Brt	Tur	Cal	Dol	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S
ZK-51	9	84													8	88	12					QAFS*
-52	26							7							67					100		BQAFS *
-53	21	11													68	79				21		**
-54	16	50													34	67				33		QAFS*
-57	12	48													40	60	7				33	**
-58	8	67					4								21		44		56			"
-59	11	72				2									15	84	16					**
-60	7	59							5						29	58	24	18				**
-61	10	74													16	88	12					**
-62	13	53						12							22	56	44					**
-63	42	6													52					100		BQAFS *
-64	18	25					3								54	8		6		86		**
-71	19	27				4									50		18		9	25	48	**
-97	14	64							5						17	30	34		36			**
-115	5	54		15											26							Monzonitporfir/siyenitporfir*
-116	34					6		7							53				3	97		BQAFS*
-117	33					6		9							52	±				100		**
-118	43					4		6							47					100		**
-119	21	23						5							51	9			5	30	56	**
-120	6	42											9		43	37	44		19			**
-121	5	75	7												13	16	19		15		50	Monzonitporfir/siyenitporfir*
-122	63							4							33	3				97		BQAFS*

Ek Çizelge B.2. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç	
	Qtz	Fld	Bt	Px	Hbl	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Brt	Tur	Cal	Dol	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S
-123	19										81											Barit*
-124	6										94											**
-125	17	35	6												42				4	96		Bozuşmuş Qsiyenit*
-126	30							7							63					100		**
-127	46					10					10				34	14				86		Barit*
-128	16										43				41					100		**
-129	8										62				30							**
-130	14										51				35							**
-131	35							20							45					100		BQAFS*
-132	25	5													70					100		**
-133	56					8		6							30				1	99		**
-134	6	73													21	20	58	22				Qtz siyenit*
-135	9	77	2		4										8							**
-136	35	10													55	8		4		88		BQAFS*
-137	12	55													33	42	24	34				"
-138	41	21									6				32	73	17	10				**
-139	16	70									4				10							**
-140	33	30						5							32	27	36	37				**
-141	5	86	3												6							QAFS*
-142	71					17									12	100						BQAFS*
-143	100																					**
-144	16	44	5			3							2		30	40	34		26			Bozuşmuş Qsiyenit*
-145	5	82													13							Qtz siyenit porfir*

Ek Çizelge B.2 (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu						Kayaç	
	Qtz	Fld	Bt	Px	Hbl	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Brt	Tur	Cal	Dol	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S	C-S		
-210	8	76	4											4	8								QAFS
-211	7	61					10		12						10								"*
-212	45														55					100	±		BQAFS*
-270	19	47													34	24				64	12		QAFS*
-287	15	50	5												30	91				9			"*
-288	5	81	1												13	91				9			AFS*
-289	17	52	2				8								21								QAFS*
-290	9	59	2				3								27	81				4	15		"*
-291	11	40	9				7								33	80				20			"*
-292	28	27					2								43	100							BQAFS*
-293	9	72	3												16	62		11		26			QAFS*
-328	17	54	6												23	31	26	43					"*
-334	31	4											1		64	33				67			BQAFS*
-344	7	74	6												13	42	14	44					QAFS*
-345	6	79	6				3								6	27	28	45					"*
-385	9	58	11		2										20		38		22		40		Monzonit*
-386	9	40													51	5		14		81			Bozuşmuş monzonit
-387	22	55													23	10				90			Granit*
-388	25	14				5		4							52					78	22		Bozuşmuş granit
-390	34														66	5				95			BQAFS*
-391	22	38													40	9	33	58					"
-392	25	29						8							38	13	24	63					"
-393	7	42				5									46	15	75		10				"

Ek Çizelge B.2. (devam ediyor)

Örnek No	Tüm Kayaç															Kil Fraksiyonu					Kayaç	
	Qtz	Fld	Bt	Px	Hbl	Gt	Hem	Jr	Py	Gy	Brt	Tur	Cal	Dol	Cm	Kln	Ill	Sm	Chl	I-S		C-S
-394	26	4										+			70					100		BQAFS*
-395	71											+			29					100		**
-396	11	32										+			51	13				87		**
-397	10	38						10				+			42	4				96		**
-411	5	83	3												9		36		27		37	Qtz siyenit*
-412	15	4				3		3							75					100		BQAFS*
-414	90											+			10							BQAFS-Tur*
-415	10	61										+			29	13	87					Aplit
-416	28	4				2		8							58	9				91		BQAFS*
-421	7										93											Barit
-422	15	11				3	2								69					100		BQAFS
-428/S	16	70													14							QAFS*
-430	9	82													10							**
-443	21	4						5							70							BQAFS*
-444	5	25	46												24	9		6		85		BAFS *

Qtz: Kuvars, Fld: Feldispat, Px: Piroksen, Hbl: Hornblend, Bt: Biyotit, Cal: Kalsit, Dol: Dolomit, Alu: Alunit, Gt: Götit, Py: Pirit, Brt: Barit, Hem: Hematit, Jr: Jarosit, Gy: Goyazit, Tur: Turmalin, O-CT: Opal-kristobalit/tridimit, Cm: Kil minerali, Kln: Kaolinit, Prl: Pirofillit, Ill: İllit, Sm: Smektit, Chl: Klorit I-S: İllit-smektit, C-S: Klorit-smektit, BVK=Bozuşmuş volkanik kayaç, AF trakit= Alkali feldispat trakit, BQAFS: Bozuşmuş kuvarslı alkali feldispat siyenit, BAFS: Bozuşmuş alkali feldispat siyenit, AFS= Alkali feldispat siyenit, QAFS= Kuvarslı alkali feldispat siyenit, Qtz siyenit: Kuvarslı siyenit

10. KAYNAKLAR

- Aktimur, H.T., 1986. Erzincan, Refahiye ve Kemah dolayının jeolojisi. MTA Rapor No:7932, (yayınlanmamış).
- Aktimur, H.T., 1988. 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi. Divriği-F 26 Paftası MTA yayınları.
- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., 1990. Sivas-Erzincan Tersiyer havzasının jeolojisi. MTA Dergisi, 111, 25-36.
- Arpat, E., Tütüncü, K., 1978. Gürlevik ve Tecer dağları yöresinde serpantin yerleşimi sorunu. TJK 32. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özetleri, 56-57.
- Ataman, G., Buket, E., Çapan, U.Z., 1975. Kuzey Anadolu fay zonu bir paleo-benioff zonu olabilir mi? MTA Dergisi, 84, 112-118.
- Barka, A., 1984. Kuzey Anadolu Fay Zonundaki bazı Neojen ve Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi. Ketin Simpozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını, s. 209-229.
- Barret, T.J., MacLean, W.H., 1991. Chemical, mass and oxygen isotopic changes during extreme hydrothermal alteration of an Archean obiyolite, Noranda, Econ. Geol., 86, 406-414.
- Barret, T.J., Cattalani, S., MacLean, W.H., 1993. Volcanic lithochemistry and alteration at the Delbridge massive sulfide deposit, Noranda Quebec, Jour. of Geochemical Expoloration, 48, 135-173.
- Batchelor, B., Bowden, P., 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters: Chemical Geology, 48, 43-55.
- Bektaş, O., 1981. Kuzey Anaadolu Fay Zonu'nun Erzincan Tanyeri Bucağı yöresindeki jeolojik özellikleri ve yerel ofiyolit sorunları. KTÜ Yer Bilimleri Fakültesi, Doktora tezi, Trabzon, 193 s.
- Berger, Z., 1994. Satellite Hydrocarbon Exploration – Interpretation and Integration Techniques. Springer-Verlag, Berlin, 319p
- Bergougnan, H., 1975. Presence de troid unités charriées a la bordure sud des Pontides dans le Haut-Kelkit, Ages et misas en place. C.R.Acad. Sc. 280, ser. D, 2199-2201.
- Bergougnan, H., 1976. Structure de le chaine pontique dans le Haut-Kelkit (Nord-East de l'Anatolie). Bull. Soc. Geol. France, (7), t XVIII, n3, 675-686.

- Berman R.G., 1988, Internally-consistent thermodynamic data for minerals in the system $\text{Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-MgO-FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-H}_2\text{O-CO}_2$: Journal of Petrology, v. 29, p. 445-522.
- Bingöl, E., 1989. 1/2.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Yayını, Ankara.
- Bohor, B.F. ve Triplehorn, D.M.,1993. Tonsteins: Altered volcanic ash layers in coal bearing sequences. Geological Society of America, Special Paper, 285, 44 pp.
- Boynnton, W.V., 1984. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier, pp. 63-114.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., Başbüyük, Z., Bozkaya, G., 2006. Metamorphic-hosted Pyrophyllite and Dickite Occurrences from the Hydrous Al-Silicate Deposits of Malatya-Pütürge Region, Central Eastern Anatolia, Turkey. Mineralium Deposita (İncelemede).
- Boztuğ, D., 2000. S-I-A-type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia, Turkey. In. Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society Special Publ., No. 173, London, 441-458.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., 2006. Palaeocene and Oligocene rapid tectonic denudation of granitoids resulted from the continent-continent collision of Neo-Tethyan evolution in central Anatolia, Turkey: apatite fission-track geothermochronology. Earth and Planetary Science Letters, (İncelemede).
- Boztuğ, D., Tichomirowa, M., Bombach, K., 2006. $^{207}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}$ single-zircon evaporation ages of some S-I-A-type granitoid rocks in Central Anatolia, Turkey. Contrib. Mineral. Petrol., (İncelemede)
- Boztuğ, D., Yılmaz, S., Kesgin, Y., 1994. İç-Doğu anadolu alkalin provensindeki Kösedag plütönu (Suşehri-KD Sivas) doğu kesminin petrografisi, petrokimyası ve petrojenezi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 37, 1-14.
- Brown, G., Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, Mineralogical Society, London, 305-360.
- Brindley, G.W., Wardle R., 1970. Monoclinic and triclinic forms of pyrophyllite and pyrophyllite anhydride. Am. Miner., 48, 42-61.

- Brindley, G.W., 1980. Quantitative X-ray mineral analysis of clays: In: Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification, G.W.Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 411-438.
- Buket, E., 1982. Erzincan-Refahiye ultramafik ve mafik kayaçlarının petrokimyasal karakterleri ve diğer oluşumlarla deneştirilmesi. *Yerbilimleri*, 9, 43-56.
- Capuano, R.M., 1992. The temperature dependance of hydrogen isotope fractionation between clay minerals and water: evidence from a geopressed system, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56, p. 2547-2554.
- Chagnon, A., Desjardins, M., 1991. Détermination de la composition de la chlorite par diffraction et microanalyse aux rayons X. *Canadian Mineralogist*, 29, 245-254.
- Chavez, P.C., 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data, *Remote Sensing of Environment*, Vol.24, No.3, pp.459-479
- Collins, D.R., Catlow, C.R.A., 1991. Energy-minimized hydrogen-atom positions of kaolinite. *Acta Cryst.*, Vol.47, pp.678-682.
- Craig, H., 1961. İstotopic variations in meteoric waters. *Science* 133, 1702-1703.
- Crippen, R.E., 1989. Selection of Landsat TM band and band-ratio combinations to maximize lithologic information in color composite displays. Proceedings of the 7th Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology held in Calgary, Alberta on 2± 6 October 1989 (Ann Arbor Michigan: Environmental Research Institute of Michigan), pp. 917-921.
- Çerikcioğlu, B., 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.
- Çubuk, Y., İnan, S., 1998. İmranlı ve Hafik güneyinde (Sivas) Miyosen havzasının stratigrafik ve tektonik özellikleri. *MTA Dergisi*, 120, 45-60.
- Davies, J.H., Blanckenburg, F., 1995. Slab breakoff: A model of lithosphere detachment and its test in the magmatism and deformation of collisional orogens. *Earth and Planetary Science Letters*, 129, 85-102.
- Drury, S., 2001. *Image Interpretation in Geology*, 3. baskı, Nelson Thornes Ltd., UK
- Duda, R., Rejl, L., 1990. *Minerals of The World*. Arch Cape Press, New York, 520 p.
- Ece, O.I., Nakagawa, Z.-E., 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*, Vol.51, No.6, p.675-688.
- Efe, A., Gökçe, A., 1999. Maden köyü (İmranlı-Sivas) çevresindeki Pb-Zn yataklarının jeolojisi ve sıvı kapanım incelemeleri. *C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri*, 16, 29-38.
- Eichelberger, J.C., 1975. Origin of andesite and dacite: evidence of mixing at Glass Mountain in California and other circum-Pasific volcanoes. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 86, 1381-1391.

- ER Mapper 6.0, 1998. Tutorial, Earth Resources Mapping Pty Ltd, West Perth, 449 pp.
- Esqueviv, J., 1956. Synthèse des phyllites zincifères. Bull. Gr. Fr. Argilés, 8, 3, pp. 23-27.
- Evans, A.M., 1987. An Introduction to Ore Geology. Blackwell Sci. Publ. (2ed.), p. 358.
- Evans, B.W., and Guggenheim, S., 1988, Talc, pyrophyllite, and related minerals, *in* Hydrous Phyllosilicates (exclusive of micas): Bailey, S.W. ed., Washington DC, Reviews in Mineralogy, Mineralogical Society of America, v.19, p. 225-294.
- Finnlow-Bates, T., Stumpfl, E.F., 1981. The behaviour of so-called immobile elements in hydrothermally altered rocks associated with volcanogenic submarine exhalative ore deposits. Miner. Deposita 16, 319-328.
- Folk, R.L., 1968. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill's, Austin-Texas, 170 p.
- Folk, R.L., Andrews, P.B., Lewis, D.W., 1970. Detrital sedimentary rock classification and mamencature for use in New Zealand. New Zeland Journal of Geology and Geophysic, 13, p. 955.
- Foster, M.D., 1962. Interpretation of the composition and a classification of the chlorites. U.S. Geological Survey Professional Paper, 414-A, 1-33 p.
- Fuji, N., Kayabalı, İ., Saka, A.H., 1995. Data book of ceramic raw materials of selected areas in Turkey. MTA Monography Series No. 1, 144 p.
- Gençoğlu, H., Bayhan, H., Yalçın, H., 1989. Bilecik-Söğüt yöresi kaolin yataklarının mineralojisi ve kökeni. IV. Ulusal Kil Sempozyumu, C.Ü. Sivas, 20-23 Eylül, Bildiriler Kitabı (Eds. D.Boztuğ ve H.Yalçın), 97-112.
- Gökçe, A., 1995. Maden Yatakları. Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, No:59, s. 53-78.
- Gökçen, S.L., 1982. Zara-Hafik (SE-Sivas) ve Refahiye (SW-Erzincan) bölgeleri Eosen filişinin sedimanter petrolojik karşılaştırılması. Yerbilimleri, 9, 141-147.
- Gökten, E., Kelling G., 1991. Hafik kuzeyindeki Senozoyik istifinin stratigrafisi ve tektoniği: Sivas-Refahiye Havzası kuzey sınırında tektonik kontrol. A. Acar Jeoloji Sempozyumu Bildirileri, s. 113-123.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Kozlu, H., 1997. Pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the Terrane Map of Turkey. Ed.D.Papanikolaou, F.P.Sassi, IGCP Project No:276 Final Volume: Terrane Maps and Terrane Descriptions. Annales. Géol.Pays Helléniques, 37, 515-536.
- Görür, N., Tüysüz, O., Şengör, A.M.C., 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian Basins. International Geology Review, 40, 831-850.

- Grant, J.A., 1986. The isocon diagram-A simple solution to greenschists' equation for metasomatic alteration. *Econ. Geol.*, 81, 1976-1982.
- 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.
- Hemley, J.J., Montoya, J.W., Marinenko, J.W., and Luce, R.W., 1980, Equilibria in the system Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O and some general implications for alteration/mineralization processes: *Economic Geology*, v. 75, p. 210-228.
- Hibbard, M.J., 1991. Textural anatomy of twelve magma mixed granitoid systems, In: Didier, J. and Barbarin, B. (eds), *Enclaves and Granite Petrology*, Development in Petrology, Elsevier. 13, 431-444.
- Hinckley, D.N., 1963. Variability in "crystallinity" values among the kaolin deposits of the coastal plain of Georgia and South Carolina. *Clays and Clay Minerals*, 11, 22-235.
- Hoefs, J., 1987 *Stable Isotope Geochemistry* (Third ed.), Springer Verlag, New York, p. 241
- Huppert, H.E., Sparks, R.S.J., Turner, J.S., 1982. Effects of volatiles on mixing in calc-alkaline magma systems, *Nature*, 297, 554-557.
- Hynes, A., 1980. Carbonatization and mobility of Ti, Y, Zr in Ascot Formation basalts, SE Quebec. *Contrib. Mineral. Petrol.* 75, 79-87.
- Irvine, T.N., Baragar, W.R.A., 1971. Major and trace element abundances in volcanic rocks and orogenic areas. *Bull. Geol. Soc. A.*, 83, 29-40.
- Kalkancı, Ş., 1974. Etüde géologique et pétrochimique du sud de la région de Suşehri. Géochronologie du massif syénitique de Köseadağ (Sivas Turquie). These de doctorat de 3^e cycle, L'université de Grenoble, 135 p.
- Kalkancı, Ş., 1978. Suşehri güneyinin jeolojik ve petrokimyasal etüdü. Köseadağ siyenitik masifinin jeokronolojisi (NE Sivas-Türkiye). TJK 32. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özetleri, 33-34.
- Kavak, K.S., 1998a. Savcun ve Karacaören (Ulaş-Sivas) yörelerinde Sivas Tersiyer havzasının tektonostratigrafisi, tektonik deformasyon biçimi ve sayısal görüntüleme yöntemleriyle incelenmesi. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 268 s (yayımlanmamış).
- Kavak, K.Ş., 1998b. Uzaktan algılamanın temel kavramları ve jeolojideki uygulama alanları. *Jeoloji Mühendisliği*, 52, 63-74.

- Kavak, K.Ş., 2000. Temel Kavramları ve Jeolojik Uygulamalarındaki Önemiyle Görüntüleme. *Tübitak, Bilim ve Teknik Dergisi* 393, 90-92.
- Kavak, K.Ş., 2003. Alterasyon zonlarının kil ve diğer minerallerle belirlenmesine yönelik saha spektrometre çalışmaları ve hiperspektral görüntülerle desteklenmesi, XI. Ulusal Kil Sempozyumu, 3-6 Eylül 2003, İzmir/Türkiye, p.681-690, (poster, in Turkish)
- Kazancı, N., 1993a. Suşehri (Sivas) civarındaki Geç Miyosen tortullarının sedimentolojik özellikleri, KD Anadolu, Türkiye. A.Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, 2-5 Eylül 1991, Ankara Üniv., Bildiriler, s. 93-100.
- Kazancı, N., 1993b. Kuzey Anadolu Fayı üzerinde tektonik kontrollü depolanma örneği; Suşehri Havzası (Alt Pliosen-Holosen), KD Türkiye. *Doğa-Türk Yerbilimleri Dergisi*, 2, s. 89-102.
- Keller, W.D., 1976, Scan electron micrographs of kaolins collected from diverse environments of origin-I: *Clays and Clay Minerals*, v. 24, p. 107-113.
- Kerr, P.F., 1959. *Optical Mineralogy*.- McGraw Hill, New York, p. 442.
- Klammer, D., 1997, Mass change during extreme acid –sulphate hydrothermal alteration of a Tertiary latite, Styria, Austria. *Chemical Geology*, 141, 33-48.
- Koçyiğit, A., 1991. An example of an accretionary forearc basin from northern central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey. *Bulltin of Geological Society of America*, 103, 22-36.
- Koyaguchi, T., 1986. Textural and compositional evidence for magma mixing and its mechanism, Abu volcano group, Southwestern Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 93, 33-45.
- Kretz, R., 1983. Symbols for rock-forming minerals. *Amer.Min.*, 68, 277-279.
- Kurtman, F., 1961a. Sivas-Divriği arasındaki sahanın jeolojisi ve jipsli seri hakkında müşahedeler. *MTA Dergisi*, 56, 14-25.
- Kurtman, F., 1961b. Sivas civarındaki jips serisinin stratigrafik durumu. *MTA Dergisi*, 56, 26-30.
- Kurtman, F., 1973. Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. *MTA Dergisi*, 80, 1-32.
- Kusznir, N. J., Park, R.G., 1987. The extensional strength of the continental lithosphere: its dependence on geothermal gradient, and crustal composition and thickness. In: Coward, M.P., Dewey, J.F., Hancock P.L., (eds.) *Continental Extensional Tectonics*, Blackwell, Oxford, pp. 35-52.

- Le Maitre, Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bass, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streickeisen, A., Wolley, A.R., Zonettin, B., 1989. A classification of igneous rocks and glossory or terms. Blackwell, Oxford.
- Lowell, J.D. and Guilbert, J.M., 1970. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits; *Economic Geology*, v. 65, p. 373-408.
- MacLean, W.H., 1990. Mass change calculations in altered rock series. *Miner. Deposita* 25, 44-49.
- MacLean, W.H., Kranidiotis, P., 1987. Immobile elements as monitors of mass transfer in hydrothermal alterations: Phelps Dodge massive sulphide deposit, Matagami, Quebec. *Econ. Geol.* 82, 951-962.
- Maniar, P.D., Piccoli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids, *Geological Society of America Bulletin*, v.101, p.635-643.
- McDonough, W.F., Sun, S.S., 1995. The composition of the earth. *Chemical Geology* 120, 223-253.
- Meyer, C., Hemley, J.J., 1967. Wall-rock alteration. In Barnes, H.L., ed., *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 1st ed., New York, Holt, Rinehart Winston, p. 166-235.
- Millot, G., 1970. *Geology of Clays*. (trans. W.R.Farrand and H.Paquet). Springer Verlag, New York, Berlin, 429pp.
- Moore, D.M., Reynolds, R.C.JR., 1997. *X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals*. Oxford University, 378 p.
- Müller, D., Groves D.I., 2000. *Potassic igneous rocks and associated gold-copper mineralization*. Springer, Heidelberg, 255.
- Nebert, K., 1956. Sivas Vilayeti'nin Zara-İmranlı mıntıkasındaki jips serisinin stratigrafik durumu hakkında. *MTA Dergisi*, 48, 76-82.
- Nebert, K., 1961. Kelkit çayı ve Kızılırmak (Kuzeydoğu Anadolu) nehirleri mecra bölgelerinin jeolojik yapısı. *MTA Dergisi*, 57, 1-49.
- Özgül, N., 1981 Munzur dağlarının jeolojisi. *MTA Rapor No:6995*, (yayınlanmamış).
- Pirajno, F., 1992. *Hydrothermal mineral deposits: Principles and fundamental Concepts for Exploration geologist*. Springer-Verlag, Berlin, p.709.
- Poisson, A., Guezou, J.C., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavak, K.S., Özden, S., 1996. Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 38, 838-853.

- Prewitt, J.M.S., 1970. Object enhancement and extraction. Picture processing and psychopictories, edited by B.S.Lipkin, and A.Resenfeld. New York: Academic Pres
- Sabins, F.F., 1996. Remote Sensing: Principles and Interpretation, 3rd edition W.H. Freeman and Co.
- Sakuyama, M., 1981. Petrological study of the Myoko and Kurohime volcanoes, Japan: Crystallization sequence and evidence for magma mixing. *Journ. Petrol.*, 22, 553-583.
- Savin, S.M., Lee, M., 1988. Isotopic studies of phyllosilicates, in Bailey, S.N., ed. *Hydrous phyllosilicates, Reviews in mineralogy*, 19, 189-223.
- Sayın, Ş.A., 1987. Türkiye'nin farklı bölgelerine ait kaolinitlerde kristalleşme derecesi. III. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 21-27 Eylül 1987, s. 57-72.
- 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. Characterisation and isotopic variations in natural waters. In: Valley, J.W., Taylor, Jr, H.P. and O'Neil, J.R., (eds) *Stable isotopes in high temperature geological processes. Reviews in Mineralogy*, 16, Mineralogical Society of America, Washington, 165-183.
- Sheppard, S.M.F., Gilg, H.A., 1996. Stable isotope geochemistry of clay minerals. *Clay minerals*, 31, 1-24.
- Sheppard, S.M.F., Nielsen, R.L., Taylor, H.P., 1969. Oxygen and hydrogen isotope ratios of clay minerals from porphyry copper deposits. *Economic Geology*, 64, 755-777.
- Shriver, N.A., MacLean, W.H., 1993. Mass volume and chemical changes in the alteration zone at the Norbec mine, Noranda, Quebec. *Miner. Deposita* 28, 157-166.
- Skinner, B.J., 1979. The many origins of hydrothermal mineral deposits. *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits* 2nd ed., H.L. Barnes (ed.), John Wiley and Sons, New York.
- 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. Stuttgart. Abhandlungen*, 31, 1-14.
- Sudo, T., Shimoda, S., Yotsumoto, H., and Aita, S., 1981, *Electron Micrographs of Clay Minerals: Elsevier, Tokyo, Developments in Sedimentology*, v. 31, 203 p.

- Sun, S.S., McDonough W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J.(Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*, Special Publication, v. 42. Geological Society of London, pp. 313-345.
- Şengör, A.M.C., 1979. The north Anatolian transform fault: Its age, offset and tectonic significance. *Journal of Geological Society London*, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford, 312 pp.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz Bölgesinde Eosen yaşlı Kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 20, 49-54.
- Toraya, H., Iwai, S., Marumo, F., 1980. The structural investigation of a kaolin mineral by X-ray powder pattern-fitting. *Mineralogical Journal (Japan)*. 10, 4, 168-180
- TSE, 1987. (TS 1900), İnşaat mühendisliğinde zemin laboratuvar deneyleri, Deney 5 zemin danelerinin özgül ağırlığının ölçümü, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, s.19-24
- Tütüncü, K., Aktimur, H.T., 1988. 1/100.000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi. Divriği-F 25 Paftası MTA yayınları.
- Tüysüz O., 1993. Karadeniz'den Orta Anadolu'ya Bir Jeotravers: Kuzey Neo-Tetisin Tektonik Evrimi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 5, 1-33.
- Ulakoğlu, S., 1985/1986. Suşehri (Sivas) dolayının jeolojisi. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 5, 1-19.
- Urabe, T., 1987, Kuroko deposits modeling based on magmatic hydrothermal theory: *Mining Geology*, v. 37, p. 159-176.
- Uysal, Ş., Bedi, Y., Kurt, İ., Kılınç, F., 1995. Koyulhisar (Sivas) dolayının jeolojisi. MTA Rapor No: 9838, 120 s (yayınlanmamış).
- Üşümezsoy, Ş., Ulakoğlu, S., 1987/1988. Suşehri önçukur çanağının evrimi: Orta Anadolu'da çarpışma sonrası magmatik olgular. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 6, 174-185.
- Weaver, C.E., Pollard, L.D., 1973. *The Chemistry of Clay Minerals*. Developments in Sedimentology 15, Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, 213pp.
- Weaver S.D., Tarney, J., 1984. Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. *Nature*, 310, 575-576

- Winchester, J.A., 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., 1991. Hidrotermal kaolinitlerin morfolojisi ve kimyası : Eskişehir ve Malatya yörelerinden örnekler. V. Ulusal Kil Sempozyumu, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 16-20 Eylül, Bildiriler Kitabı (Ed. M.Zor), 74-86.
- 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., Bozkaya, Ö., 1995. Kangal-Çetinkaya alt baseni (Sivas baseni) gölsel paligorskitlelerinin mineralojisi ve jeokimyası. VII. Ulusal Kil Sempozyumu, Maden Tetkik Arama, Ankara, 27-30 Eylül, Bildiriler Kitabı (Eds. M.Şener, F.Öner, E.Koşun), s. 105-116.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2001. Sivas Çevresi Kaolin Oluşumlarının Mineralojik ve Kökensel İncelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, No: M-162, 49 s.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2002. Hekimhan (Malatya) çevresindeki Üst Kretase yaşlı volkaniklerin alterasyon mineralojisi ve jeokimyası: Denizsuyu-kayaç etkileşimine bir örnek. C.Ü.Müh. Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 19, 81-98.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2003a. Sivas Batısındaki (Yıldızeli-Akdağmadeni) hidrotermal kaolin ve I-S oluşumlarının mineralojisi ve jeokimyası. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46, 1-23.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2003b. Sivas-Kangal havzası kömür yatağının mineraloji ve jeokimyası. Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, no: M-199, 57 s.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., Poisson, A., 2000. Sivas havzası merkezi kesiminde Oligo-Miyosen yaşlı paleo-ortamlar-kil mineralojisi ilişkisi. C.Ü.Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 17, 53-62.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 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., Gümüşer, G., 2000. Mineralogic and geochemical characteristics of of Late Cretaceous bentonite deposits at the north of Kelkit valley, Northern Turkey. *Clay Minerals*, 35, 807-825.
- Yalçın, H., Karayiğit, A.İ., Cicioğlu, E., Gümüşer, G., 1997. Eosen yaşlı Sorgun kömür havzasının kil mineralojisi ve tümkayaç jeokimyası arasındaki ilişkiler. VIII. Ulusal Kil Sempozyumu, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 24-27 Eylül, Bildiriler Kitabı (Ed.İ.İşık), 15-24.
- Yeniyol, M., 1983. Trakya ve Kuzeybatı Anadolu kil yataklarının mineralojisi ve endüstriyel değerlendirmeleri. TÜBİTAK, Project No. TBAG-498, 103 p.
- Yılmaz, A., 1981a. Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 31-38.
- Yılmaz, A., 1981b. Tokat ile Sivas arasındaki bölgede bazı volkanitlerin petro-kimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 51-58.
- Yılmaz, A., 1985. Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur dağları arasının temel jeoloji özellikleri ve yapısal evrimi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 28, 79-92.
- Yılmaz, A., 1998. Sivas havzasının jeodinamik evrimi. Ofiyolit-Granitoyid ilişkisi ile Gelişen Demir Yatakları Sempozyumu, 10-13 Eylül, Sivas, Bildiriler Kitabı, s. 66-82.
- Yılmaz, A., Okay A., Bilgiç T., 1985. Yukarı Kelkit Çayı yöresi ve güneyinin temel jeoloji özellikleri ve sonuçları. MTA Rapor No: 7777, 124 s.
- Zheng, Y.F., 1993. Calculation of oxygen isotope fractionation in hydroxyl-bearing silicates: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 120, p. 247-263.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Arguvan'da (Malatya) doğan Zeynel BAŞIBÜYÜK ilk ve orta öğretimini Malatya'nın Arapkir ilçesinde, lise öğrenimini Malatya Gazi Lisesi'nde tamamlamıştır. Üniversite öğrenimini 1992-1996 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yapmıştır. Şubat-1997 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başlamış ve 07.04.2000 tarihinde eğitimini tamamlayarak Yüksek Mühendis olmuştur. Eylül-1997 tarihinde sınıf öğretmeni olarak Şanlıurfa ili Hilvan ilçesi Karaburç BSİO'na ataması yapılmış ve Mayıs-2000 tarihine kadar bu görevine devam etmiştir. Mayıs-2000'de Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. Şubat-2001'de Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Doktora öğrenimine başlamış ve doktora tez çalışmalarını henüz tamamlamış olup akademik çalışmalarına devam etmektedir.

Zeynel BAŞIBÜYÜK

Mart 2006