

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DARICA KÖYÜ EPİTERMAL CEVHERLEŞMESİ VE
ALTERASYON ZONLARININ MİNERALOGİK VE
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ (BAYBURT, DOĞU
KARADENİZ)**

**Tezi Hazırlayan
Duran Muhsin UZUNÖZ**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ayşe ORHAN**

**Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2021
NEVŞEHİR**

TEŞEKKÜR

"Darıca Köyü Epitermal Cevherleşmesi ve Alterasyon Zonlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri (Bayburt, Doğu Karadeniz)" başlıklı bu çalışma MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi tarafından yürütülen "Doğu Karadeniz Yay Magmatitleri ile İlişkili Polimetal Maden Aramaları Projesi" projesinin bir bölümü ile ortak sonuçları içermektedir. Ayrıca bu çalışma Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ABAP20F6 nolu proje ile desteklenmiştir. Maddi desteğinden dolayı birime teşekkür ederim.

Tez projemin her aşamasında şahsıma karşı göstermiş olduğu nezaketi ve güler yüzünün yanı sıra bilgi ve tecrübe anlamında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım sevgili hocam Doç. Dr. Ayşe ORHAN'a, katkılarından dolayı değerli jüri başkanı Prof. Dr. Fetullah ARIK, jüri üyesi Dr. Öğr. Üyesi Musa Avni AKÇE hocalarıma saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Görev yapmış olduğum Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü "Doğu Karadeniz Yay Magmatitleri İle İlişkili Polimetal Maden Aramaları Projesi" kapsamında ilgili arazi, ofis ve laboratuvar çalışmalarında sağlamış olduğu imkanlardan dolayı Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'ne aynı zamanda yardımlarını ve tecrübelerini esirgemeyen MTA Baz ve Değerli Metaller Birim Yöneticisi Jeoloji Yük. Müh. Ümit AYDIN beyefendiye ayrıca Dr. Ercan KUŞCU, Jeo. Yük. Müh. Necmi KIRAL, Jeo. Müh. Tuna Öner, Dr. Samet SAKA, Dr. Serdar KESKİN, Jeo. Müh. İhsan GÖKALP, Jeo. Müh. Ünal ÖZTÜRK, Jeo. Yük. Müh. Abdülaziz KARAGÖZ, Jeo. Yük. Müh. Aytaç TULUKÇU, Jeo. Müh. Mehmetcan ALİHAN, Jeo. Müh. Mustafa ATAMAN, Jeo. Müh. Hakan KILICASLAN, Jeo. Müh. Tuğrul KOÇAL, Jeo. Müh. Erhan ŞEPHANELİOĞLU, Jeo. Müh. Yılmaz BİCİK'e, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tabi ki de bu eğitim yanı sıra vermiş oldukları ailevi eğitim, güven ve özveriyle birlikte gerek maddi gerekse manevi desteğini esirgemeyen annem Emine UZUNÖZ, babam Hasan Zeki UZUNÖZ ve kardeşim Çağla Merve UZUNÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Jeoloji Müh. Duran Muhsin UZUNÖZ

**DARICA KÖYÜ EPİTERMAL CEVHERLEŞMESİ VE ALTERASYON
ZONLARININ MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
(BAYBURT, DOĞU KARADENİZ)**

(Yüksek Lisans Tezi)

Duran Muhsin UZUNÖZ

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2021

ÖZET

Darıca Köyü Pb-Zn-(Ag) epitermal cevherleşmesi, Doğu Pontidler'in Güney Zonunda ve Bayburt'un yaklaşık 38 km kuzeybatısında yer alır. Mineralizasyon ve alterasyon zonları Orta-Geç Eosen yaşlı andezit ve piroklastik kayaların içerisinde KB-GD ve KD-GB doğrultulu kırık hatları boyunca gelişmiştir. Bölgede hidrotermal çözeltilerin işlevleri sonucu yan kayada propilitik (klorit, epidot, kalsit, pirit), serizitik (serizit, kuvars, pirit) ve arjillik (kuvars, illit, kaolinit) alterasyon ürünleri gelişmiştir. Cevherleşmenin mineral parajenezi sfalerit, galenit, pirit ve tennantitten oluşur. Kuvars ve barit gang mineralleridir.

Bölgedeki alterasyon ürünleri ve cevher minerallerinin ornatım ilişkilerine göre epitermal sistem için pre-mineralizasyon, ana mineralizasyon ve süperjen olarak üç ana evre tanımlanmıştır. Pre-mineralizasyon evreyi temsil eden klorit, epidot, feldispat, kalsit, kuvars ve pirit volkanik kayaların hidrotermal alterasyon ürünü olarak gelişmiştir. Ana mineralizasyon evresi iki fazda gelişmiştir. İlk faz ürünleri bolluk derecesine göre kuvars, barit, serizit/illit, sfalerit, galenit, pirit ve tennantittir. II. faza kuvars, kaolinit, serizit/illit ve pirit gelişmiştir. Süperjen evre olarak tanımlanmış olan son evre ise hematit, limonit, simitsonit ve alünit/jarosit ile temsil edilir. Kuvarslarda, mikrokristalin mozaik, boşlukları çizgi şekilli dolduran kristaller ve kolloform bantlaşma gibi farklı dokular tespit edilmiştir.

Cevherleşmeye ev sahipliği yapan Orta-Geç Eosen yaşlı volkanik kayalar bazalt, bazaltik andezit ve andezit bileşimindedir. Volkanik kayaları kesen Geç Eosen yaşlı Kaçkar Plütunu II ise kuvars-monzonit ve monzonit bileşimine sahiptir. Her iki tip magmatik kayada okyanus sırtı granitoidlerine göre normalize edilmiş diyagramlarda

büyük iyon çaplı litofil elementlerce (LILE; Rb, Ba, Th ve K) kalıcılığı yüksek elementlere (HFSE; Ta, Nb, Ce, Hf, Y ve Zr) göre zenginleşme eğilimi sunar. Tektonik ayırtman diyagramlarında magmatik kayalar yay volkanitleri alanına düşer.

Serizitleşme indeksi değerlerine karşı K_2O+Na_2O diyagramında bölgedeki bazaltik andezitler kalk-alkali, propilitik ve serizitik alterasyona uğramış örnekler kalk-alkali alana düşerken hidrotermal ve arjilik alterasyona ait örneklerin tamamı hidrotermal alterasyon alanlarına düşer. $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçlü diyagramlarına göre bölgedeki smektit/illit ve kaolinit plajiyoklazların alterasyonundan türemiştir.

Sıvı kapanım çalışmaları cevherleşmenin düşük sıcaklık ($193-235^{\circ}C$) ve tuzluluktaki (% 2.1-4.8 NaCl eşdeğeri) akışkanlarla geliştiğini göstermiştir. Arjillik alterasyonlara doğru hidrotermal sisteme yüzeysel suların katılımı ile sıcaklık ($118-159^{\circ}C$) ve tuzluluk (% 1.4-4.8 NaCl eşdeğeri) düşmüştür. Ötektik sıcaklıklar $-57.7^{\circ}C$ ila $-54.3^{\circ}C$ arasında değişmekte olup akışkanların NaCl ve $CaCl_2$ tuzlarını içerdiğini gösterir.

Çalışma alanındaki alterasyon ürünleri (illit, klorit, kalsit ve epidot) ile cevher mineralleri (galenit, sfalerit ve tennantit), farklı kuvars dokuları ve sıvı kapanım verileri nötr-pH termal suların etkinliğine işaret eder. Bu verilerin düşük sülfidasyonlu bir epitermal sistemi karakterize ettiği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Mineraloji, jeokimya, Darıca Köyü Epitermal Cevherleşmesi, Bayburt, Doğu Pontidler.

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayşe ORHAN

Sayfa Adeti: 116

**MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF THE DARICA
EPITHERMAL MINERALIZATION and ALTERATION ZONES (BAYBURT,
DOĞU KARADENİZ)**

(M. Sc. Thesis)

Duran Muhsin UZUNÖZ

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

February 2021

ABSTRACT

Darıca Village Pb-Zn-(Ag) epithermal mineralization is located about the 38 km northwest of Bayburt in the South Zone of the Eastern Pontides. Mineralization and alteration zones are developed along of the NW-SE and NE-SW trending fractures in the Middle-Late Eocene andesite and pyroclastic rocks. As a result of the functions of hydrothermal solutions in the region, propylitic (chlorite, epidote, calcite, pyrite), sericitic (sericite, quartz, pyrite) and argillic alteration (quartz, illite, kaolinite) are developed in the wall rock. Mineral paragenesis of mineralization consists of sphalerite, galena, pyrite and tennantite. Quartz and barite are gangue minerals.

According to the alteration products and substitution of ore minerals in the region, three main stage have been identified as pre-mineralization, main mineralization and superegene stages. Representing pre-mineralization stage, chlorite, epidote, feldspar, calcite, quartz and pyrite have developed as a hydrothermal alteration product of volcanic rocks. The main mineralization stage has developed in two phases. According to their abundance, the products of the first phase are quartz, barite, sericite/illite, sphalerite, galena, pyrite and tennantite. In the second phase, quartz, kaolinite, sericite/illite and pyrite are developed. The last phase, defined as the superegene stage is represented by hematite, limonite, smithsonite and alunite/jarosite. Different textures have been identified in quartz, such as microcrystalline mosaic, a cavity lined crystallized quartz and colloform banded.

The Middle-Late Eocene volcanic rocks that host the mineralization have basalt, basaltic andesite and andesite composition. Late Eocene Kaçkar Pluton II cutting the volcanic rocks have quartz-monzonite and monzonite composition. In ocean ridge granite normalized diagrams, both types of magmatic rocks show large ion lithophile elements

(LILE; Rb, Ba, Th and K) enrichment with respect to high field strength elements (HFSE; Ta, Nb, Ce, Hf, Y and Zr). In the tectonic discrimination diagrams, these rocks fall into the arc volcanic area.

In the region, the sericitization index versus the K_2O+Na_2O diagram, the basaltic andesites, propylitic and sericitic alteration and argillic alteration samples fall into the calc-alkali, calc-alkali and hydrothermal and hydrothermal areas, respectively. According to the $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ and $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ ternary diagrams, smectite / illite and kaolinite are derived from the alteration of plagioclases in the region.

Fluid inclusion studies have shown that mineralization formed low-temperature (193–235°C) and salinity (2.1–4.8 wt% NaCl eq.) fluids. The temperature (118–159°C) and salinity (1.4–4.8 wt% NaCl eq.) decreased with the addition of surface waters to the towards argillic alterations in hydrothermal system. The eutectic temperatures ranged from 57.7°C to -54.3°C. This indicates that solutions contain NaCl and $CaCl_2$.

In the study area, the alteration products (illite, chlorite, calcite and epidote) with ore minerals (galena, sphalerite, tennantite), different quartz textures and fluid inclusion data indicate activity of near-neutral pH thermal waters. It can be said that these data characterize a low sulfidation epithermal system.

Keywords: Mineralogy, geochemistry, Darica Epithermal Mineralization, Bayburt, Eastern Pontides.

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayşe ORHAN

Page Number: 116

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xv
1. BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanı.....	1
1.2 Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
1.3 Çalışmanın Amacı.....	2
1.4 Çalışma Yöntemleri	3
1.5 Önceki Çalışmalar	4
2. BÖLÜM	12
BÖLGESEL JEOLojİ	12
2.1 Çalışma Alanının Jeolojisi ve Petrografisi.....	16
2.1.1 Kaçkar Granitoyidi I (Kkç I).....	18
2.1.2 Kabaköy Formasyonu (Eks, Eka, Ekb).....	20
2.1.3 Kaçkar Granitoyidi II (Ekç II).....	25
2.1.4 Alüvyon.....	28
3. BÖLÜM	29
YAN KAYAÇLARDA GELİŞEN HİDROTERMAL ALTERASYONLAR VE CEVHERLEŞME.....	29
3.1 Hematitleşme ve Limonitleşme.....	31

3.2	Kaolenleşme	36
3.3	Silisleşme	42
3.4	Cevherleşme	45
3.5	Darıca Köyü Epitermal Sistemin Özellikleri ve Yorumlanması.....	48
4.	BÖLÜM	52
	JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR.....	52
4.1	Plütonik Kayaçların Jeokimyası.....	52
4.2	Kabaköy Formasyonuna Ait Volkanik Kayaçların Jeokimyası.....	57
4.3	Alterasyon Zonunun Jeokimyası.....	62
4.4	Mineralizasyon Jeokimyası.....	78
5.	BÖLÜM	81
	SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI	81
5.1	Sıvı Kapanım Petrografisi.....	82
5.2	Mikrotermometrik Ölçümler.....	82
6.	SONUÇLAR	87
	KAYNAKLAR DİZİNİ	91
	EKLER.....	97
	EK-1.....	98
	EK-2.....	103
	ÖZGEÇMİŞ	117

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Darıca Köyü Pb-Zn-(Ag) mineralizasyonunun mineral parajenezi ve düşük sülfidasyonlu ve yüksek sülfidasyonlu yataklarla karşılaştırılması.....	50
Tablo 4.1 Darıca Köyü civarındaki Üst Kretase Kaçkar Granitoyidi I ve Eosen Kaçkar Granitoyidi II'ye ait kayaçların ana oksit element içerikleri	53
Tablo 4.2 Darıca Köyü civarındaki Üst Kretase Kaçkar Granitoyidi I ve Eosen Kaçkar Granitoyidi II'ne ait kayaçların bazı iz element içerikleri	54
Tablo 4.3 Kabaköy Formasyonuna ait volkanik kayaçların ana oksit ve bazı iz element içerikleri.....	58
Tablo. 4.4 Mineralizasyon zonunun jeokimyasal analiz sonuçları	79
Tablo 4. 5 Darıca Köyü Pb-Zn-(Ag) mineralizasyonu jeokimyası ile düşük ve yüksek sülfidasyonlu yatakların karşılaştırılması.....	80
Tablo 5.1. Bayburt Bölgesi, Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi ve arjillik alterasyonda ölçülmüş sıvı kapanımların mikrotermometrik değerleri	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası.....	1
Şekil 2.1 Doğu Pontidler orojenik kuşağının tektonik haritası ve başlıca zon ve litolojik birimler.....	13
Şekil 2.2 Çalışma alanında Kaçkar Granitoyidi I, Kabaköy formasyonu, Kaçkar Granitoyidi II ve Alüvyon birimlerinin arazi görüntüsü.....	16
Şekil 2.3 Çalışma alanının 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası.....	17
Şekil 2.4 Çalışma alanı ve yakın çevresinin stratigrafik kolon kesiti.....	17
Şekil 2.5 Aslandede-Yazyurdu köyü yolu üzerinde Kaçkar Granitoyidi I'nin arazi görünümü.....	19
Şekil 2.6 Kaçkar Granitoyidi I'nin mikroskobik görüntüleri.....	19
Şekil 2.7 Aslandede-Çakırbağı köyü yolu üzerinde Kabaköy formasyonuna ait bazaltik piroklastiklerin arazi görüntüsü.....	21
Şekil 2.8 Kabaköy formasyonuna ait (a-b) bazaltik andezit ve (c-d) piroklastik kayaların mikroskobik görüntüsü.....	21
Şekil 2.10 Darıca Köyü güneyinde Kabaköy formasyonuna ait kayaların arazi görüntüsü.....	23
Şekil 2.11 Kabaköy formasyonuna ait (a-b) andezit ve (c-d) piroklastik kayaların mikroskobik görüntüsü.....	24
Şekil 2.12 Kabaköy formasyonuna kesen bazaltik daykların mikroskobik görüntüsü.....	25
Şekil 2.13 Çakırbağ-Taşburnu yolu üzerinde Kabaköy formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi II'nin arazi görüntüsü.....	26
Şekil 2.14 Kaçkar Granitoyidi II'ye ait (a-b) kaba-taneli ana kütlelerin, (c-d) MME'lerin, (e-f) plütonu kesen daykların mikroskobik görüntüsü.....	27
Şekil 2.15 Çalışma alanının güneyinde Çoruh Nehri üzerindeki Alüvyon'un arazi görüntüsü.....	28
Şekil 3.2 Çilliğin Tepede alterasyon zonlarının arazi görüntüsü.....	29
Şekil 3.1 Çalışma alanının 1/10.000 ölçekli alterasyon jeolojisi haritası.....	30
Şekil 3.3 Çilliğin Vadisinde hematitleşme ve limonitleşme zonunun arazi görüntüsü.....	31
Şekil 3.4 Danzut Vadisi içlerinde hematitleşme ve kloritleşme zonunun arazi görüntüsü.....	32
Şekil 3.5 Danzut Vadisi kenarında hematitleşme ve limonitleşmenin arazi görüntüsü.....	33

Şekil 3.6 Kloritleşme ve piritin el örneği görüntüsü.	33
Şekil 3.7 (a-b) Andezitik piroklastikler içerisinde; kloritleşme ve epidotlaşmanın (c-d) andezitte epidotlaşmanın mikroskobik görüntüsü.	34
Şekil 3.8 Andezitik kayalarda; (a-b) silisleşme ve serisitleşme ve (c-d) illitlerin mikroskobik görüntüsü.	35
Şekil 3.9 Silisleşme ve serisitleşme ile birlikte gözlenen piritin cevher mikroskobisi görüntüsü.	35
Şekil 3.10 DRX-3 nolu numunenin XRD grafiği.	37
Şekil 3.11 DRX-4 nolu numunenin XRD grafiği.	38
Şekil 3.12 Çilliğin Vadisi içerisinde kaolenleşme zonunun arazi görüntüsü.	39
Şekil 3.13 Masif yapılu kaolenleşmenin el örneği görüntüsü.	39
Şekil 3.14 Çilliğin Vadisinde kaolenleşme zonu üzerinde gelişmiş jarosit/alüinitin arazi görüntüsü.	40
Şekil 3.15 Kaolenleşme ile birlikte gelişen illit ve kuvars-2 ve kuvars-3'ün mikroskobik görüntüleri.	41
Şekil 3.16 DRX-9 nolu numunenin XRD grafiği.	42
Şekil 3.17 Danzut Tepe üzerinde gelişen silisleşme zonunun arazi görünümü.	43
Şekil 3.18 DRX-19 nolu numunenin XRD grafiği.	44
Şekil 3.19 Darıca Köyü alterasyon zonunda gelişmiş cevher ve gang minerallerinin arazi görüntüsü.	45
Şekil 3.20 Darıca Köyü civarında cevher minerallerine eşlik eden; (a-b) kolloform dokulu kuvars, (c-d) barit ve mozaik dokulu kuvars, (e-f) barit, kuvars ve opak minerallerin mikroskobik görüntüleri.	46
Şekil 3.21 Darıca Köyü civarında cevher minerallerinin cevher mikroskobisi görüntüleri.	47
Şekil 3.22 Darıca Köyü epitermal cevherleşmesinin mineral parajenezi ve süksasyonu.	49
Şekil 4.1 Bayburt bölgesi plütonik kayaların CIPW-normatif bileşimine göre (a) QAP (kuvars–A.feldispat–plajiyoklaz) ve (b) ΣQ (Kuvars) parametresi: $[(100 \times Q)/(Q+Ab+An+Q)]$ – $\Sigma ANOR$ (Anortit) parametresi: $[(100 \times An)/(An+Or)]$ sınıflaması.	55
Şekil 4.2 Bayburt bölgesi plütonik kayalarının SiO_2 karşı K_2O diyagramında sınıflandırılması.	55

Şekil 4.3 Bayburt bölgesi plütonik kayaçların (a) AFM ve (b) mol A/NK $[(Al_2O_3/(Na_2O+K_2O))] - mol A/CNK [(Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O))]$ diyagramında magma karakteristiği.....	56
Şekil 4.4 Bayburt bölgesi plütonik kayaçların iz elementler için çoklu element diyagramlarında gösterimi.	56
Şekil 4.5 Bayburt bölgesi plütonik kayaçların (a) Rb – Y+Nb ve (b) Sr/Y – Y iz elementler diyagramlarında gösterimi.	57
Şekil 4.6 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçların (a) Na_2O+K_2O karşı SiO_2 , (b) $(Zr/TiO_2)*0.0001$ karşı Nb/Y diyagramında sınıflaması.	60
Şekil 4.7 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçların (a) K_2O karşı SiO_2 , (b) Zr'a karşı Y diyagramında sınıflaması.	60
Şekil 4.8 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçların (a) AFM ve (b) mol A/NK $[(Al_2O_3/(Na_2O+K_2O))] - mol A/CNK [(Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O))]$ diyagramında magma karakteristiği.	61
Şekil 4.9 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçların iz elementler için çoklu element diyagramlarında gösterimi.	61
Şekil 4.10 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçların (a) Rb – Y+Nb ve (b) Sr/Y – Y iz elementler diyagramlarında gösterimi.	62
Şekil 4.11 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçlar ve alterasyon zonlarının SiO_2 , Al_2O_3 , CaO, MgO, Fe_2O_2 ve K_2O içeriklerine karşı A.Z. değeri.	64
Şekil 4.12 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçlar ve alterasyon zonlarındaki kayaçların serisitleşme indeksine (SI) karşı (K_2O+Na_2O) diyagramında dağılımları.	65
Şekil 4.13 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçlar ve alterasyon zonlarındaki kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.	65
Şekil 4.15 Sondaj lokasyonları ve kesit hattını gösterir uydu görüntüsü.	66
Şekil 4.14 Çalışma alanının mineralojik ve jeokimyasal analiz sonuçlarına göre alterasyon jeolojisi haritası.	67
Şekil 4.16 S1 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.	68
Şekil 4.17 S2 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.	69

Şekil 4.18 S3 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	70
Şekil 4.19 S4 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	70
Şekil 4.20 S5 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	71
Şekil 4.21 S6 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	71
Şekil 4.22 S7 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	72
Şekil 4.23 S8 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	73
Şekil 4.24 S9 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	73
Şekil 4.25 S10 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	74
Şekil 4.26 S11 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	75
Şekil 4.27 S12 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	75
Şekil 4.28 S13 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+ K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi.....	76
Şekil 4.29 Sondaj örneklerinin kimyasal alterasyon indekslerine (CIA) göre oluşturulmuş 2 boyutlu görüntüsü.	77
Şekil 5.1 Bayburt Bölgesi (a-b) arjillik alterasyon ile ilişkili kuvars ve, (c-d) Pb-Zn cevherleşmesi ile ilişkili barit minerallerinde birincil ve ikincil sıvı kapanımların mikroskopik görüntüleri.....	82
Şekil 5.2 Bayburt bölgesi Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi ve arjillik alterasyona ait sıvı kapanım ölçümleri için toplam homojenleşme sıcaklık ve tuzluluk histogramları.....	84
Şekil 5.3 Bayburt bölgesi Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi ve arjillik alterasyona ait sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklık ve %NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri.....	84
Şekil 5.4 Farklı yatak tipleri için tanımlanmış sıcaklık ve tuzluluk değerleri.	85

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

al	Alünit
amf	Amfibol
A.Z.	Ateş zaiyatı (Kızdırma kaybı)
ba	Barit
CIA	Kimyasal Alterasyon İndeksi
DAF	Doğu Anadolu Fayı
EKa	Kabaköy formasyonu andezit ve piroklastikleri
EKb	Kabaköy formasyonu bazalt, bazaltikandezit ve piroklastikleri
EKç II	Kaçkar Granitoyidi II
EKs	Kabaköy formasyonu volkanoklastikleri
ep	Epidot
fel	Feldispat
gl	Galenit
HFSE	Kalıcılığı yüksek elementler
il	İllit
ja	Jarosit
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
kao	Kaolinit
KKç I	Kaçkar Granitoyidi I
kl	Klorit
kp	Kayaç parçası
ku	Kuars
L	Sıvı faz
LILE	Büyük iyon çaplı litofil elementler
MME	Mafik Mineral Anklavları
My	Milyon yıl
op	Opak
or	Ortoklaz
ORG	Okyanus Sırtı Granitoyidleri
P	Birincil kapanım
pir	Piroksen

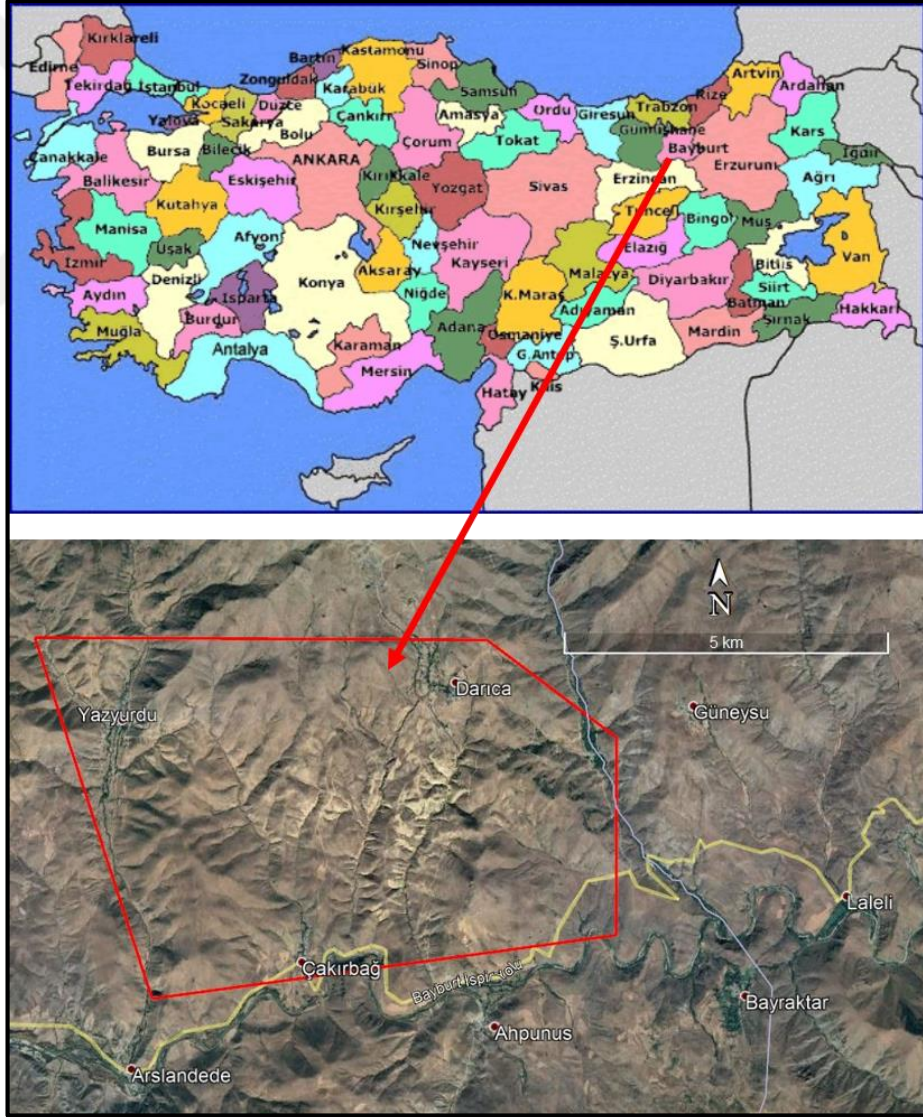
plj	Plajiyoklaz
post-COLG	Çarpışma sonrası oluşum
pr	Pirit
ORG	Okyanus adayayı granitleri
S	İkincil kapanım
sf	Sfalerit
SI	Serisitleşme İndeksi
sr	Serisit
syn-COLG	Çarpışmayla eş zamanlı oluşum
Te	İlk buz ergime sıcaklığı
Tfm	İlk ergime sıcaklığı
Th	Homojenleşme sıcaklığı
Tm	Ergime sıcaklığı
Tm-ice	Son ergime sıcaklığı
tn	Tennantit
V	Gaz faz
VAG	Volkanik yay granitoidleri
WPG	Kıta içi granitleri
XRD	X-ışınları difraksiyonu

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanı

İnceleme alanı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Bayburt ilinin kuzeydoğusunda Çakırbağ–Yazyurdu–Darıca köyleri arasında yer alır (Şekil 1.1). 1/25.000 ölçekli H44-b2 ve H45-a1 paftaları içinde yaklaşık 39 km²'lik bir alan kaplar. Çakırbağ köyü–Bayburt arası yaklaşık 38 km, Çakırbağ köyü–Pazaryeri (Erzurum) arası ise 42 km uzaklıktadır. Her iki yönden de Çakırbağ köyüne ulaşım Bayburt–İspir karayolu ile sağlanır. Çalışma sahası olan Darıca köyüne ise Çakırbağ'dan kuzey istikamette 7 km stabilize yolla ulaşılır.



Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası.

1.2 Jeomorfoloji, İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanında Doğu Karadeniz Bölgesi için karakteristik olan dağınık yerleşim sistemi gözlenir. Bölgeye en yakın yerleşim yerleri Bayburt ili ve Pazaryeri (Erzurum) ilçesidir. Çalışma alanının kuzey doğusunda Darıca ve batısında Yazıyurdu köyleri güneyinde ise Çakırbağ köyü bulunur. Bölge kuzeyden güneye kısmen yüksekliği azalan oldukça engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Bölgenin güney sınırında Çoruh Nehri doğu-batı yönünde geçmekte olup en düşük rakımlı (~1500 m) yeridir. Çalışma alanının başlıca yükseltileri Çilliğin Tepe (1727 m), Kulatbeli Tepe (1823 m), Kaya Tepe (2018 m), Zimaksivrisi Tepe (1884 m), Ağılları Tepe (1515 m)'dir.

Bölgede, Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu iklimi arasında geçişli iklim hüküm sürmektedir. Bu sebeple yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bölge, devamlı kuzey rüzgarlarının etkisi altındadır. Bitki örtüsü bozkırdır. Yöre halkının geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır.

1.3 Çalışmanın Amacı

Bayburt ilinin doğusunda yer alan Darıca Köyü alterasyon sahası daha önce herhangi bir çalışmaya konu olmamıştır. Doğu Pontidlerde magmatik aktivite ile ilişkili olarak önemli masif sülfür, porfiri Mo-Cu, skarn ve epitermal Pb-Zn±Au cevherleşmelerinin ve yoğun hidrotermal alterasyon zonlarının geliştiği bilinmektedir. Çalışma alanını oluşturan Darıca Köyü (Bayburt) Doğu Pontidler'in Güney Zonunda yer alır. Bu bölgede Orta-Geç Eosen Kabaköy formasyonuna ait volkanik kayalar ve bu kayaları kesen Kaçkar Granitoidi II yüzeylemektedir. Bu bölgede, andezitik ve onların piroklastik kayaları içerisinde yüzeyde silika tepelikleri ve yoğun hidrotermal alterasyonlar gelişmiştir. Bu çalışmanın amacını hidrotermal alterasyonların geliştiği bu bölgede detay jeoloji ve alterasyon jeolojisi haritasının yapılması, mineralojik-petrografik ve XRD analizleri ile alterasyon ve/veya cevher minerallerinin tanımlanması oluşturur. Ayrıca, çalışma alanındaki birimlerin jeokimyasal yöntemler ile değerlendirilmesi ve sıvı kapanım analizleri ile cevher oluşum sıcaklığı ve cevher oluşturan akışkanların kökeninin de belirlenmesi hedeflenmiştir.

1.4 Çalışma Yöntemleri

Tez kapsamında yapılan çalışmalar, arazi ve laboratuvar olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları kapsamında bölgenin 1/10.000'lik jeoloji ve alterasyon zonu haritası yapılmıştır. Laboratuvar çalışmaları kapsamında toplam 20 adet ince kesit, 2 adet parlak ve sıvı kapanım kesiti, 4 adet X-ışını kırınımı XRD analizi, karot numunelerinden 339 adet ana oksit, yüzey (plütonik kayaç, volkanik kayaç ve altere örnekler) numunelerinden 130 adet ana oksit, 11 adet iz element, 15 adet baz ve değerli metal analizleri yapılmıştır.

İnce ve parlak kesitler, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA), sıvı kapanım kesitleri Ankara Üniversitesi YEBİM Laboratuvarlarında yapılmıştır. Sıvı kapanım kesitleri, 2x3x1 boyutlarında hazırlanmış ve 200 mikron kalınlığında iki tarafı parlatılarak analize uygun hale getirilmiştir. Mineralojik, petrografik ve dokusal özellikleri belirlemeye yönelik çalışmalar ise Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Nikon 50iPOL alttan ve üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop kullanılarak yürütülmüştür. Fotoğraf çekimleri aynı mikroskop ile bağlantılı 5 M piksel Nikon dijital kamera sistemi ile yapılmıştır.

XRD analizleri MTA'da Bruker D8 Advance, Panalytical X'Pert Powder ve Philips PW 1830 marka model cihazlar ile gerçekleştirilmiştir. Standart kalitatif XRD analizlerinde numuneler Ni filtreli Cu X-ışın tüplü cihazlar ile 2-70° arasında analiz edilmiştir. Kil grubu mineralleri ayırt etmek için zenginleştirme işlemi uygulanarak Ni filtreli Cu X-ışın tüplü cihazlar ile 2-40° arasında etilen glikollü ve fırınlamalı (350°C ve 550°C) olarak analiz edilmiştir. Elde edilen X-ışını difraktogramları ASTM standartları kullanılarak değerlendirilmiştir.

Plütonik, volkanik ve altere kayalarda ana element oksit ve bazı iz element analizleri Ankara Üniversitesi YEBİM ve MTA Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Analizler, Ankara Üniversitesi YEBİM Laboratuvarlarında Spectro marka X-LAB 2000 model Polarize Enerji Dispersif X Işınları Floresans Spektrometresi (PEDXRF) cihazında; MTA Laboratuvarlarında Thermo XSERIES II ICP-MS cihazında yürütülmüştür.

Tez çalışması kapsamında kuvars ve barit minerallerinde çözeltilerin sıcaklık ve tuzluluğunu belirlemek için 2 adet örnek üzerinde sıvı kapanım analizleri gerçekleştirilmiştir. Sıvı kapanım çalışmaları Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Sıvı Kapanım Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Petrografik analizlerle kuvars ve baritte birincil ve/veya ikincil sıvı kapanımlar belirlenmiştir. Ölçümler birincil kapanımlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sıvı kapanım analizi Leica DM 2500M model mikroskoba bağlantılı Linkam MDSG 600 (motorize) ısıtma ve soğutma sistemi kullanılarak yapılmıştır. Linkam tablasının sıcaklık aralıkları -196°C ila 600°C arasında değişmektedir. Isıtma ve soğutma hızı 0.1°C/dak.'dan 150°C/dak.'ya kadar çıkabilmektedir. Cihaz, sentetik saf H₂O, H₂O-CO₂ ve H₂O-NaCl sıvı kapanım standartları ile kalibre edilmiştir. Sıvı kapanım jeotermometresi için doğruluk payları; H₂O homojenleşme sıcaklığı (T_{H₂O}) için ±4.0°C, H₂O son buz ergime sıcaklığı (T_{M_{H₂O}}) için ±0.1°C ve CO₂ ergime sıcaklığı (T_{M_{CO₂}}) için ±0.3°C'dir.

1.5 Önceki Çalışmalar

Pontidler içerisinde Güney Zonda yer alan çalışma alanı ve çevresinde bölgenin jeolojisi ve evrimine yönelik çalışmalar yaygın olup cevherleşmeler üzerine yapılmış araştırmalar sınırlı sayıdadır. Bu bölgede yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Ketin (1966), Araştırmacı tarafından Türkiye'de kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olarak dört ana tektonik birlik tanımlamıştır. Pontidlerde Kimmeriyen orojenezi etkileri şiddetli iken Alpin orojenezinin hafif gözlendiğini belirtmiştir. Kimmeriyen orojenezi ile ilişkili olarak Gümüşhane–Bayburt arasında Paleozoyik üzerine uyumsuz olarak Liyas tabakalarının geldiği ve Gümüşhane civarında Liyas'tan önce intrüzif kütlelerin geliştiğini ifade etmiştir. Ayrıca, Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik boyunca devam eden magmatik faaliyetlerle ilişkili olarak önemli bakır-kurşun yataklarının geliştiğini belirtmiştir [1].

Tanyolu (1988), Pulur Masifinin doğu kesimindeki Bayburt–Demirözü arasında yüzeyleyen kayaçları ve birbirleriyle olan dokanak ilişkilerini incelemiş bölgenin jeolojik evrimini aydınlatmıştır. Araştırmacı, bölgedeki kayaçları yaşlıdan gence doğru Paleozoyik şist ve gnays, Permo-Karbonifer kumlu kireçtaşı, Liyas volkano-tortul seri, Dogger-Malm mikritik kireçtaşı ve Apsiyen-Albiyen ofiyolitik melanj olarak

tanımlamıştır. Ayrıca, bölgede Paleozoyik ve Liyas birimlerini kesen iki magmatik faaliyetin varlığından bahsetmiştir. Bölgede yüzeyleyen birimlere göre jeolojik ortamı Dogger-Malm'a kadar sığ deniz, Erken Kretase sonuna kadar ise devamlı çökelen derin deniz olarak tanımlamıştır. Diğer taraftan bölgesel metamorfiklerin amfibolit fasiyesinde geliştiğini ve hornblend-hornfels fasiyesinde kontakt metamorfizmaya uğradığını tespit etmiştir. Ayrıca, alkali karakterdeki bazaltlardan hareketle Liyas dönemindeki volkanizmanın yay gerisi bir ortamda oluşması gerektiğini öngörmüştür [2].

Habiboğlu (1989), Demirözü (Bayburt) bölgesinde yüzeyleyen Pulur Masifi'nin iki aşamalı metamorfizma geçirdiğini tespit etmiştir. Yüksek sıcaklık koşullarında amfibolit-granulit fasiyesinde başlayan metamorfizmanın sığ derinliklere işaret eden yeşil-şist fasiyesine geçtiğini ileri sürmüştür. Metamorfitlerin içyapıları ve magmatik sokulumlarla olan sıcak dokanaklarına göre intrüzyonların diyapir şeklinde yükseldiğini belirtmiştir. Araştırmacı, metamorfizma şartlarındaki değişimi bu intrüzyonlarla ilişkilendirmiştir [3].

Güven (1993), Doğu Pontidler'in 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını yeniden derlemiştir. Araştırmacı, Doğu Pontidler'in Kuzey ve Güney Zonlarına ait litolojik birimleri stratigrafik kolon kesitte tanımlamıştır. Ayrıca, Eosen volkanitlerinin güneye göre kuzeyde Karadeniz kıyı şeridi boyunca daha sınırlı alanda yüzlek verdiğini ve örtü kayacı niteliği taşıdığını belirtmiştir. Eosen yaşlı volkanik ve piroklastik kayalarla temsil edilen bu birimi Kabaköy formasyonu olarak adlandırmıştır [4].

Tüysüz vd. (1994), Kaletaş (Gümüşhane) civarındaki Au oluşumunu mineralojik-petrografik ve jeokimyasal analizlerle araştırmışlardır. Araştırmacılar cevherleşmenin Eosen yaşlı volkano-tortul seri içerisindeki arakatlı kireçtaşı seviyelerinde ve muhtemel olarak bu birimleri kesen Eosen yaşlı Kaçkar Granitoyidi ile ilişkili geliştiğini belirtmişlerdir. Cevherleşme için birbirini takip eden 4 ana jeokimyasal evre tanımlamışlardır. Bunlar sırasıyla, organik madde içeren kireçtaşının çökmesi, dekalsifikasyon, Au çökeli ve oksidasyon şeklindedir. Araştırmacılar, Au'nun fay ve kırık sistemleri boyunca silisleşme ve hidrotermal piritlerle birlikte çökeldiğini tespit etmişlerdir. Bölgedeki Au cevherleşmesinin jeokimyasal özellikleri ve içinde bulunduğu yan kayaca göre Karlin tipi yataklara benzerlik sunduğunu belirtmişlerdir [5].

Bektaş vd. (1995), Doğu Pontidler'i Kuzey, Güney ve Eksen Zonu olmak üzere üç kuşak halinde incelemiştir. Bunlardan Kuzey Zon'un Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı volkanik ve sokulum kayalarından, Güney Zon'un Hersiniyen temeli teşkil eden metamorfik ve ultramafik kayalardan, eksen zonunun ise peridotitler, gabro-diyoritler ile kırmızı renkli kireçtaşı ve radyolarit gibi derin deniz pelajik sedimanter kayalardan oluştuğunu ifade etmişlerdir [6].

Gürler (1996), Demirözü (Bayburt) güneydoğusunda yüzeyleyen kayaları jeolojik ve mineralojik olarak incelemiştir. Bölgede Permo-Karbonifer, Liyas ve Liyas sonrası birimlerin yüzeyletiğini belirlemiştir. İnceleme alanında bölgesel, hidrotermal ve kataklastik metamorfizma olarak üç metamorfizma türü tanımlamıştır. Bölgesel metamorfizmanın baskın amfibolit fasiyesinde geliştiği sıcaklığın 650°C ve basıncın 8 kbar'a kadar yükseldiğini tespit etmiştir [7].

Okay vd. (1997), Alpin bindirme kuşağı içerisinde yer alan Pulur (Bayburt) bölgesini stratigrafik ve tektonik özelliklerini inceleyerek bu kuşakta alttan üste doğru Cebre Görelî Otoktonu üzerine gelen Hamurkesen, Aşutka ve İmalıdağ Bindirme Dilimlerini tanımlamışlardır. Bölgedeki tektonik dilimlerin konumu ve içerdiği birimlere göre ve Alt Karbonifer granitoidleri ile dokanak ilişkisinden dolayı bölgenin en yaşlı birimi olarak Devoniyen-Alt Karbonifer Pulur Metamorfikleri kabul edilmiştir. Araştırmacılar, metamorfik-magmatik topluluğun Geç Karbonifer'de sığ deniz ürünleri tarafından örtüldüğünü belirlemişlerdir. Liyas'ta önemli bir transgresyon ile denizel sedimanların çökeldiği ve muhtemel Neo-Tetis'in açılımına bağlı gelişen riftleşmeye ilişkili olarak sedimanter birimlere volkanik kayaların eşlik ettiğini vurgulamışlardır. Tetis okyanusunun kuzeye Doğu Pontidlerin altına dalma-batma olayının ise, Türoniyen'de gelişen yaygın volkanizma ürünlerinden dolayı bu dönemde başladığını kabul etmişlerdir. Senoniyen boyunca devam eden dalma-batma olayı sonucu bölgede yaygın olarak andezitik ve dasitik bileşimli volkanik yay istiflerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Paleosen – Erken Eosen'de ise Pontidlerin Anatolid-Torid levhası ile çarpışması sonucu kuzeye doğru bindirmelerin meydana geldiğini savunmuşlardır [8].

Yılmaz (2002), Tarafından Pontid Orojenik Kuşağı'nın doğusunda yer alan Gümüşhane ve Bayburt bölgelerindeki kayalarda ani fasiyes ve kalınlık değişimleri ile iki riftleşme fazının geliştiği belirlenmiştir. Araştırmacı, bu riftleşme fazının ilkinin Hersiniyen

temelini oluşturan metamorfizmler ve bunları keserek yükselen granitik kayaların Erken Liyas'ta etkili olan genişlemeli tektonik rejimi sonucu parçalanması ile geliştiğini kabul etmiştir. Araştırmacı, Liyas çökelleri birikiminin aktif tektonik hareketlerin kontrolünde gelişirken Erken Dogger'den itibaren Gümüşhane bölgesinde Albiyen sonuna kadar, Bayburt bölgesinde ise Malm sonuna kadar sakin süren koşullarda karbonat platformunun oluştuğunu belirtmiştir. İkinci riftleşme fazının ise Bayburt bölgesinde Geç Malm, Gümüşhane bölgesinde ise Albo-Senomaniyen'de geliştiğini kabul etmiştir. Bu dönemde Geç Malm-Erken Kretase'de Bayburt bölgesinde platform parçalanması ile derinlik kazanan ortamda pelajik çökeller birikirken, Gümüşhane bölgesinde sığ denizel koşullarda karbonat birikiminin devam ettiğini ileri sürmüştür [9].

Yılmaz Şahin vd. (2004), Pontid Kuşağında batıdan doğuya doğru (Dereli-Şebinkarahisar-Araklı-Kaçkar) yüzeyleyen plütonik kayaları jeolojik ve jeokimyasal olarak inceleyip bölgenin tektono-magmatik evrimini yorumlamışlardır. Geç Kretase-Eosen yaşlı (K-Ar: 75.7-41.2 My) intrüzyonları jeokimyasal özelliklerine dayanarak yayla çarpışma sonrası granitik takım ve orojenez sonrası granitik takım olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar, yüksek-K subalkalen, metaluminyumlu ve I-tipi karaktere sahip yayla ilişkili granitlerin manto kaynaklı magma ve alt kıta kabuğunun ergimesiyle oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Çarpışma sonrası granitlerin Anatolid-Torid levhalarının çarpışması sonrası mafik ve felsik magmanın karışması sonucu, orojenez sonrası granitlerin ise çarpışmayı takiben genişlemeli rejim ile geliştiğini belirtmişlerdir [10].

Aslan (2005), Bayburt'un güneyinde yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Sarihan Granitoidini mineralojik, tüm kayaç ve mineral kimyası ve izotopik olarak incelemiştir. Araştırmacı tarafından, kuvars-monzodiyorit, granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimli plütonik kayacın mafik-felsik magma karışımına işaret eden dokular sunduğu belirlenmiştir. Kalk-alkalen, I-tipi ve metaluminyumlu bileşime sahip plütonun ana oksit ve iz element içeriği ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ilksel oranları ile melez bir magmadan türemiş volkanik yay graniti olduğunu tespit etmiştir. Amfibol minerallerinde yaptığı termobarometrik yaklaşımlar ile de plütonun 0.4-2.6 kbar basınç ve 2-10 km derinlikte kristallenmiş epizonal granit olduğunu belirlemiştir [11].

Aslan vd. (2005), Bayburt yöresinde yüzeyleyen tüfleri “Bayburt tüfleri” olarak adlandırmışlar. Tüfleri, ara seviyedeki kıltaşı-marn ardalanmasına göre, alt ve üst olarak iki seviyeye ayırtlamışlardır. Araştırmacılar, tüfleri mineralojik vitrik-kristal tuf ve vitrik tuf olarak adlandırmışlardır. Jeokimyasal olarak riyodasitik-dasitik bileşimli, orta-K’lu kalk-alkalen ve peraluminyum karakterli olduğunu belirlemişlerdir. Arazi gözlemleri ve mineralojik özellikleri ile güney zondaki Eosen yaşlı diğer tüflerden farklılık sunan Bayburt tüflerinin freatomagmatik bir püskürmeyle ve andezitik ana magmadan türediğini tespit etmişlerdir [12].

Akkaya (2009), Bayburt–Yakupabdal–Pertekli bölgelerinde yüzeyleyen Geç Karbonifer-Permian metagabroları ve Geç Triyas gabroları bölgesel kayalarla olan ilişkilerini incelemiş, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile jeotektonik konumunu araştırmıştır. Araştırmacı tarafından her iki gabroyik intrüzyonun orta-, yüksek-K içerikli kalk-alkalen karakteri ve iz element yönelimleri ile yitimle ilişkili volkanik yay bazaltlarına işaret ettiğini tespit etmiştir. Bu gabroların farklı zaman dilimlerinde gelişmiş ve aynı köken malzemesinden türediğini belirtmiştir. Araştırmacı, bu gabroların yitim zonunda yitime uğrayan okyanusal kabuğun dehidrasyonu ve zenginleşen manto malzemesinin kısmi ergimesiyle geliştiğini savunmuştur [13].

Akaryalı (2010), Doğu Pontid Orojenik Kuşağında Güney Zonda yer alan Arzular (Gümüşhane) altın yatağının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal olarak kökenini araştırmıştır. Araştırmacı, cevherleşmenin Eosen Alibaba formasyonu içerisinde faylarla kontrollü KB-GD ve D-B doğrultulu damarlarda geliştiğini belirlemiştir. Ana cevher minerali olarak galen, sfalerit, pirit, kalkopirit ve tetrahedrit ve eser miktarda altın tespit etmiştir. Cevherden yan kayaca doğru kuvars, serizit, kaolinit, klorit ve epidot gibi alterasyon mineralleri belirlemiştir. Homojenleşme sıcaklık (90–295°C) ve kükürt (1.2–3.0‰), oksijen (15.0–16.7‰) ve hidrojen izotop (-87 ila 91‰) değerlerine göre cevherleşmeyi magmatik kayalarla ilişkili düşük sülfürlü epitermal tip yatak olarak sınıflandırılmıştır [14].

Eyüboğlu vd. (2011), Araştırmacılar tarafından Doğu Pontid Orojenik Kuşağında Güney Zonda yaşlıdan gence doğru şoşonitik, ultrapotasik ve adakit bileşimli üç magmatik aktivitenin geliştiği ortaya konmuştur. Bunlardan ilki olan trakiandezit ve

piroklastiklerinden oluşan şoşonitik magmanın Erken Kampaniyen ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: 80.9 My) döneminde başlamıştır. Lösit içeren ultrapotasik kayalar ise Geç Kretase ile Erken Paleosen ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: 67.9–70.5 My) döneminde gelişmiştir. Araştırmacılar tarafından bu iki magma tipi benzer iz element yönelimleri ile dalma ile zenginleşmiş manto kaynağını karakterize ettiği vurgulanmıştır. Geç Paleosen-Erken Eosen (U-Pb: 47–56 My) asidik magmatizmasının ise adakitik magmaya ait jeokimyasal özellikleri taşıdığını tespit etmişlerdir. Özellikle, Gümüşhane–Bayburt bölgesindeki plütonik ve porfirik andezitik ve dasitik kayaların adakit magmatizmasından türediğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, Pontid Orojenik Kuşağında zamansal ve mekânsal olarak değişen magma gelişimini güneye dalan batma zonu içerisinde sırt yitimi ve bir levha penceresinin açılımı ile açıklamışlardır [15].

Arslan vd. (2013), Doğu Pontidlerde Güney Zonda doğudan batıya doğru uzanan Bayburt, Gümüşhane, Şiran ve Alucra bölgelerindeki Eosen yaşlı volkano-sedimanter kayaların jeokimyasal özelliklerini araştırmışlar ve Ar-Ar yaşlandırma yaparak kayaların petrojenetik gelişimini yorumlamışlardır. Araştırmacılar kayaların başlıca bazalt, andezit ve dasit bileşiminde baskın kalk-alkalen nadir olarak toleyitik karakterde olduğunu belirlemişlerdir. Kayaların yaşlarının ise 37.7 ± 0.2 – 44.5 ± 0.2 My (Orta Eosen) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çoklu element diyagramlarında benzer yönelim sunan kayaların manto kaynağından zenginleşmiş benzer kayaktan türediği ve evrimleştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, Tersiyer magmatizmasının gelişiminde çarpışma sonrası kıtasal kalınlaşma, litosferik delaminasyon ve çarpışma kaynaklı termal yapının önemli olduğunu vurgulamışlardır [16].

Öztürk (2014), Kılıçkaya (Bayburt) Granitoidini petrografik, mineral ve tümkayaç jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuştur. İpresiyen-Lütesiyen andezit ve piroklastikleri keserek yerleşen Eosen yaşlı granitoidin granodiyorit, tonalit ve diyorit bileşiminde olduğunu belirlemiştir. I-tipi, yüksek-K içeriğine sahip metalüminyum ve kalk-alkalen karakterli plütonun volkanik yay granitoyidi özelliği taşıdığını tespit etmiştir. Mineral jeotermometresine göre plütonun 540 – 768°C 'de kristallendiğini tespit etmiştir. Plütonun alt kıtasal kabuk kayaları ve litosferik manto bileşeninden türediğini ileri sürmüştür [17].

Kaygusuz ve Öztürk (2015), Eosen Bayburt (Kılıçkaya ve Kozluk) intrüzyonlarını jeokimyasal olarak incelemişler ve zirkonda U-Pb yaşlandırması yapmışlardır. Plütonların yaşını 46.75 ± 0.79 ve 46.9 ± 0.68 My olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, her iki plütonun da benzer petrografik, jeokimyasal ve izotopik özelliklere sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Plütonun diyorit, tonalit ve granodiyorit ve diyorit, MME'lerin diyorit bileşimine ve her ikisinin de I-tipi ve yüksek-K kalk-alkalen karaktere sahip olduklarını belirlemişlerdir. İntrüzif magmasının jeokimyasal özellikleri ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ (0.70531–0.70576), $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$ (+0.3 ila -0.5), $\delta^{18}\text{O}$ (+6.6 ila +6.9) değerlerine göre alt kıta kabuğundan türemiş ergiyin zenginleşmiş litosferik manto ile karışımından türediğini ileri sürmüşlerdir [18].

Demirkol Kılıç (2015), Çoruh Nehri (Bayburt) dere yatağındaki çökelleri jeokimyasal olarak incelemiş nehre malzeme sağlayan kaynak alanları ve kaynak alanlardaki kimyasal ayrışma derecesini araştırmıştır. Araştırmacı, sediman örneklerini ana element içeriğine göre litarenit olarak tanımlamış ve sedimanların ortaç-mafik/ultramafik nitelikli kaynak kayalardan türediğini tespit etmiştir. Dere yatağında Au zenginleşmeleri tespit eden araştırmacı plaser tip Au yatağı olup olmadığının araştırılmasını önermiştir. Ayrıca, tarımsal, endüstriyel ve evsel atık su drenajlarına maruz kalan Çoruh Nehrinin bölgenin litolojik özelliğine de bağlı olarak kirliliğin arttığını ortaya koymuştur [19].

Cicerali (2015), Bayburt yöresindeki Eosen yaşlı dasit-riyodasit bileşimli ve kalk-alkali magma karakterindeki vitrik ve vitrik-kristal tüflerden itibaren gelişen zeolitleşmenin kökenini mineralojik ve jeokimyasal olarak araştırmıştır. Araştırmacı tarafından ana zeolit minerali olarak klinoptilolit, kil minerali olarak simektit ve ikincil ürün olarak opal-CT, kalsit ve dolomit tespit edilmiştir. Zeolitlerin kimyasal bileşimi ve klinoptilolitce zengin tüflerin $\delta^{18}\text{O}$ - δD içerikleri ile zeolitleşmenin düşük sıcaklıklarda akışkan-kayaç etkileşimleri ile geliştiğini belirlemiştir. Ayrıca, araştırmacı tarafından zeolitleşmenin pH'ın arttığı düşük sıcaklıklı kapalı tuzlu-alkali bir ortamda geliştiği ileri sürülmüştür [20].

Akaryalı ve Akbulut (2016), Doğu Pontid Orojenik Kuşağın güney bölümünde yer alan Erken-Orta Jura Şenköy formasyonu içerisindeki Ünlüpınar Pb-Zn±Au yatağının (Gümüşhane) kökenini araştırmışlardır. Araştırmacılar cevherleşmeye ev sahipliği yapan

Şenköy formasyonunun andezit-bazalt bileşiminde ve kalk-alkalen karakterde olduğunu belirlemişlerdir. Yatakta, pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, altın, kuvars gibi mineraller ve silisik sülfidik, arjillik, hematitik gibi alterasyon tipleri tanımlamışlardır. Bölgedeki, sfaleritlerin Zn/Cd oranları (84–204), homojenleşme sıcaklık değerleri (90–330°C), sülfür ($\delta^{34}\text{S}$: 1.6–5.7‰) ve karbon ($\delta^{18}\text{O}$: 8.4 ila 18‰, $\delta^{13}\text{C}$: -5 ila -3.6‰) izotop içeriklerine göre cevherleşmeyi granitik magmatizmayla ilişkili epitermal damar tipi yatak olarak tanımlamışlardır [21].

Kaygusuz vd. (2018), Doğu Pontidlerde Bayburt'un kuzeyinde yüzeyleyen Senozoyik yaşlı plütonları petrografik olarak incelemişler, termobarometrik tahminler ile plütonların kristallenme koşullarını ortaya koymuşlardır. Plütonik kayaların gabroyik diyorit, diyorit, tonalit, granodiyorit ve monzonit bileşimine sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Plütonların, 405–1161°C sıcaklık ve 0.1–2.7 kbar basınç koşulları altında sığ derinliklere (~1–8 km) yerleşerek kristallendiklerini tahmin etmişlerdir [22].

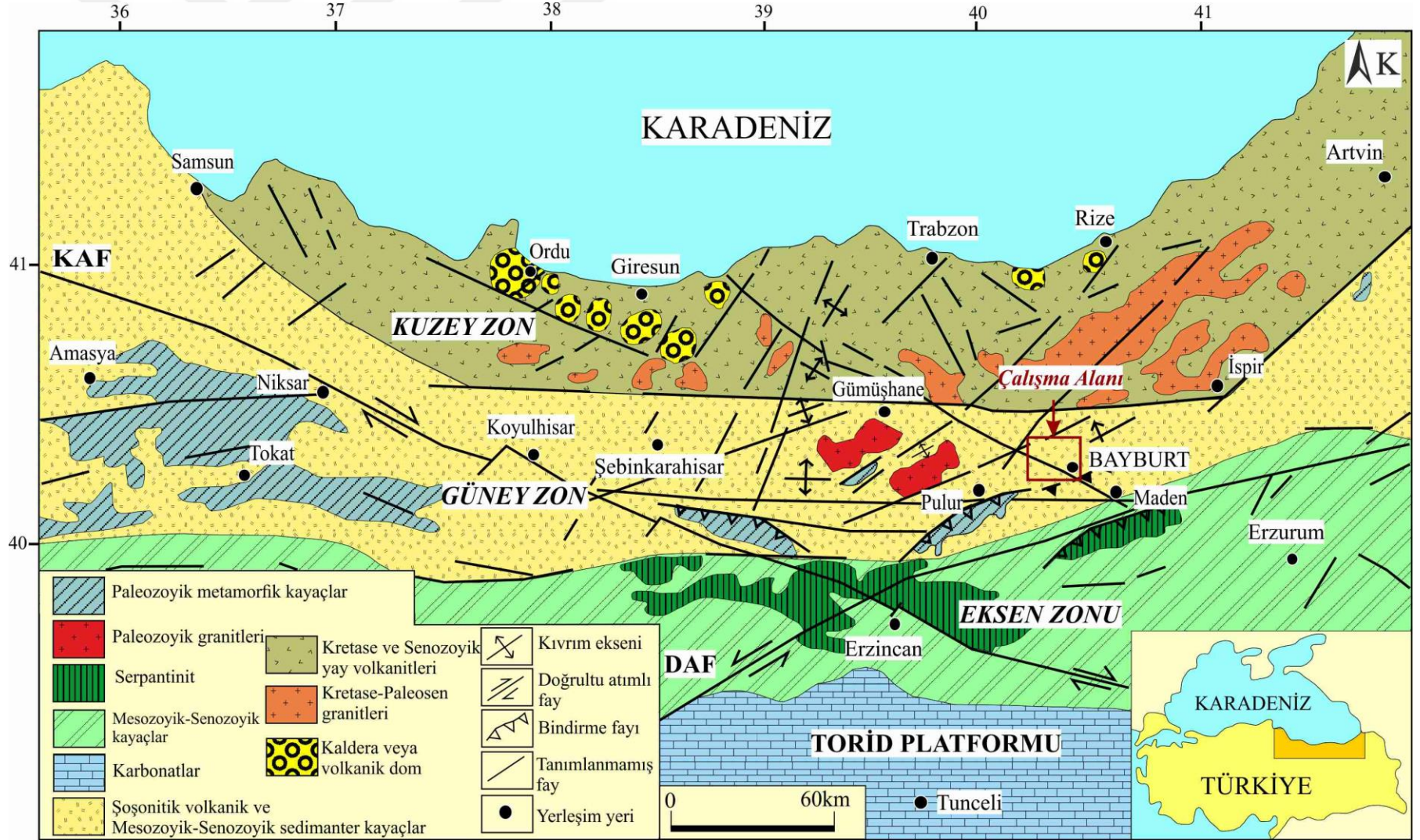
Kurt (2018), Gümüşdamla (Aydıntepe, Bayburt) skarn cevherleşmesini jeolojik ve mineralojik olarak kökenini araştırmıştır. Araştırmacı cevherleşmenin Eosen Kabaköy formasyonu ile Kaçkar Granitoyidi II arasındaki dokanakta geliştiğini belirlemiştir. Cevher minerali olarak manyetit ve daha az olarak pirit ve kalkopiritin geliştiğini tespit etmiştir. Piroksen ve granat mineral kimyası sonuçlarına göre bölgedeki cevherleşmenin Fe-skarn tipinde olduğunu belirlemiştir [23].

2. BÖLÜM

BÖLGESEL JEOLojİ

Türkiye’de kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olarak dört tektonik birlik tanımlamıştır [1]. Çalışma sahasının yer aldığı Doğu Pontidler ise tektonik karakteristikleri, litolojik birim ve fasiyeslerin farklılığından dolayı Kuzey Zon, Güney Zon ve Eksen Zon olarak adlandırılmıştır [4; 24; 25] (Şekil 2.1). Kuzey zonda magmatik aktivite daha yoğun gözlenirken güney zonda magmatik aktivite daha az gelişmiş ve volkaniklerle ardalımalı sedimanter kayaçlar hâkimdir. Eksen zon ise Jura öncesi metamorfik kayaçlar ve geniş yayılım sunan ultramafik kütleler ile karakteristiktir.

Çalışma alanının yer aldığı Güney Zonun temel kayaçlarını Paleozoyik Pulur Metamorfikleri ve Gümüşhane Graniti oluşturur. Güney Zonda geniş yayılım sunan metamorfikler Ketin (1951) tarafından Pulur Metamorfikleri olarak adlandırılmıştır [1]. Gümüşhane Graniti tarafından kesilen birimde metamorfizma amfibolit-granulit ve yeşil-sist fasiyesinde iki aşamalı olarak gelişmiştir [3; 26]. Pulur Metamorfikleri ve Gümüşhane Graniti’nin yaşı sırasıyla 260–330 My [26] ve 298–398 My’dır [27]. Doğu Pontidlerini temeline oluşturan bu kayaçlar uzun süren aşınma sürecinden sonra Erken Liyas’ta başlayan genişlemeli tektonik rejim ile riftleşmeye başlamıştır [6; 9]. Ana kayadan koparılan temel kayaçları su altına taşınıp birikerek tortullaşma başlamıştır. Riftleşmeyle ilişkili magmatik ürünlerin ortama girmesi ve tortul kayaçlara volkanik kayaçların eşlik etmesi sonucu volkano-sedimanter birimler gelişmiştir [8; 9]. Liyas yaşlı volkano-sedimanter birimler Açar (1977) tarafından Hamurkesen formasyonu, Eren (1983) tarafından Zimmonköy formasyonu olarak adlandırmıştır [28; 29]. Birimdeki yanal-düşey fasiyes değişiklikleri ile çökel yapı-doku özellikleri birimin tipik rift havzasında biriktiğini gösterir [9]. Liyas volkano-sedimanter birimler üzerine uyumlu gelen sığ denizel kireçlaşları Pelin (1977) tarafından Berdiga formasyonu olarak tanımlanmıştır [30]. Berdiga formasyonu içerdiği faunaya göre Dogger-Malm-Alt Kretase yaşında ve karbonat platformu üzerinde birikmiştir [9; 29].



Şekil 2.1 Doğu Pontidler orojenik kuşağının tektonik haritası ve başlıca zon ve litolojik birimler [24]

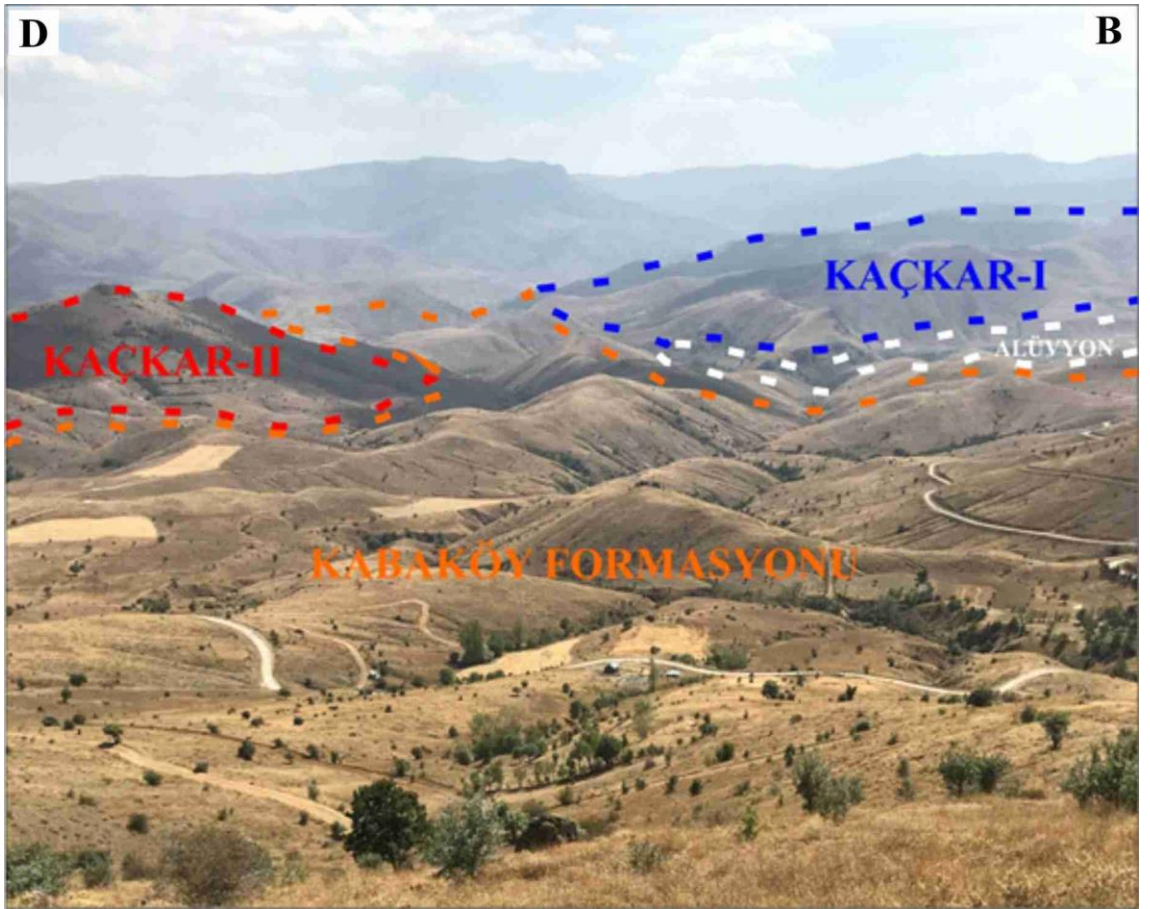
Kretase döneminde Kuzey ve Güney Zonda gelişen birimler farklı özellikler sunar. Kuzey Zonda, Üst Kretase döneminde magmatik aktivite yoğun gelişmiştir. Berdiga formasyonu üzerine uyumsuz olarak bazalt, andezit, dasit ve bunların piroklastikleri gelir. Bu kayaların tamamı granitik intrüzyonlar tarafından kesilir [4; 24; 25]. Denizaltı ortamda gelişen bu volkano-sedimanter birimler Kuzey Zonda birçok masif sülfid, porfiri Mo-Cu, skarn ve epitermal Pb-Zn±Au tipinde yataklara ev sahipliği yapar [1; 25; 31]. Güney Zonda ise Orta Kretase dönemi denizel ortamı karakterize eden kumlu kireçtaşı, kırmızı pelajik kireçtaşı, türbitidik epiklastikler ve olistolitler ile temsil edilir [4; 15; 25]. Volkanik aktivite ise daha az olup genellikle bazaltik bileşimlidir. Üst Kretase-Paleosen döneminde rudistli kireçtaşları çökelmiş ve farklı bileşimler sergileyen üç magmatik aktivite gelişmiştir [15; 25]. Bunlardan ilki olan şoşonitik karakterli magma, Erken Kampaniyen ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: 80.9 My) dönemini kapsar ve trakiandezit ve piroklastiklerinden oluşur. İkinci magmatik faz Üst Kretase-Alt Paleosen ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: 67.9–70.5 My) döneminde gelişmiştir. Bu evre lösit içeren ultrapotasik kayalar ile karakteristiktir. Üst Paleosen-Alt Eosen (U-Pb: 47–56 My) dönemini kapsayan son fazda ise asidik karakterli plütonik ve porfiri andezitler gelişmiştir. Asidik magma diğer magmatik kayalardan farklı olarak adakitik karakter sunar [15].

Güney Zonda, Eosen yaşlı volkano-sedimanter birimler Kuzey Zona göre yaygın gözlenir [4]. Üst Paleosen-Alt Eosen magmatik kayaları uyumsuzlukla örten Eosen birimleri, killi kireçtaşı, kireçtaşı ve taban konglomerası ile başlar. Volkano-sedimanter birimlerle devam eden birim üst seviyelerini lav akıntıları, damar kayaları ve bunların piroklastik kayalarına bırakır [4; 16; 25; 29]. Farklı litolojilere sahip bu birim Gümüşhane bölgesinde Alibaba formasyonu [32] Bayburt bölgesinde ise Kabaköy formasyonu [4] olarak tanımlanmıştır. Volkanik kayalar bazalt, andezit ve trakiandezit bileşimine ve kalk-alkalen karaktere sahiptir [16]. Kabaköy formasyonunun üst seviyelerini temsil eden volkanik kayalar Orta Eosen (Ar-Ar: 37.7–44.5 My) yaşındadır. Eosen birimleri, diyorit, tonalit ve granodiyorit bileşimli granitik intrüzyonlar tarafından kesilir. Yüksek-K kalk-alkalen karakterli bu plütonik kayaların yaşı ise Orta Eosen (U-Pb: 42–46 My)'dir [15; 18]. Güney Zonda, Eosen yaşlı volkano-sedimanter birimler içerisinde kalk-alkalen karakterli plütonik intrüzyonların etkisi ile karlin tip Au, epitermal Pb-Zn±Au ve Fe-skarn tipi yataklar gelişmiştir [5; 14; 23]. Kuvaterner yaşlı travertenler ve alüvyon çökelleri

Doğu Pontileri'in en genç birimleridir. Eosen yaşlı volkano-sedimanter birimleri uyumsuzlukla örter.

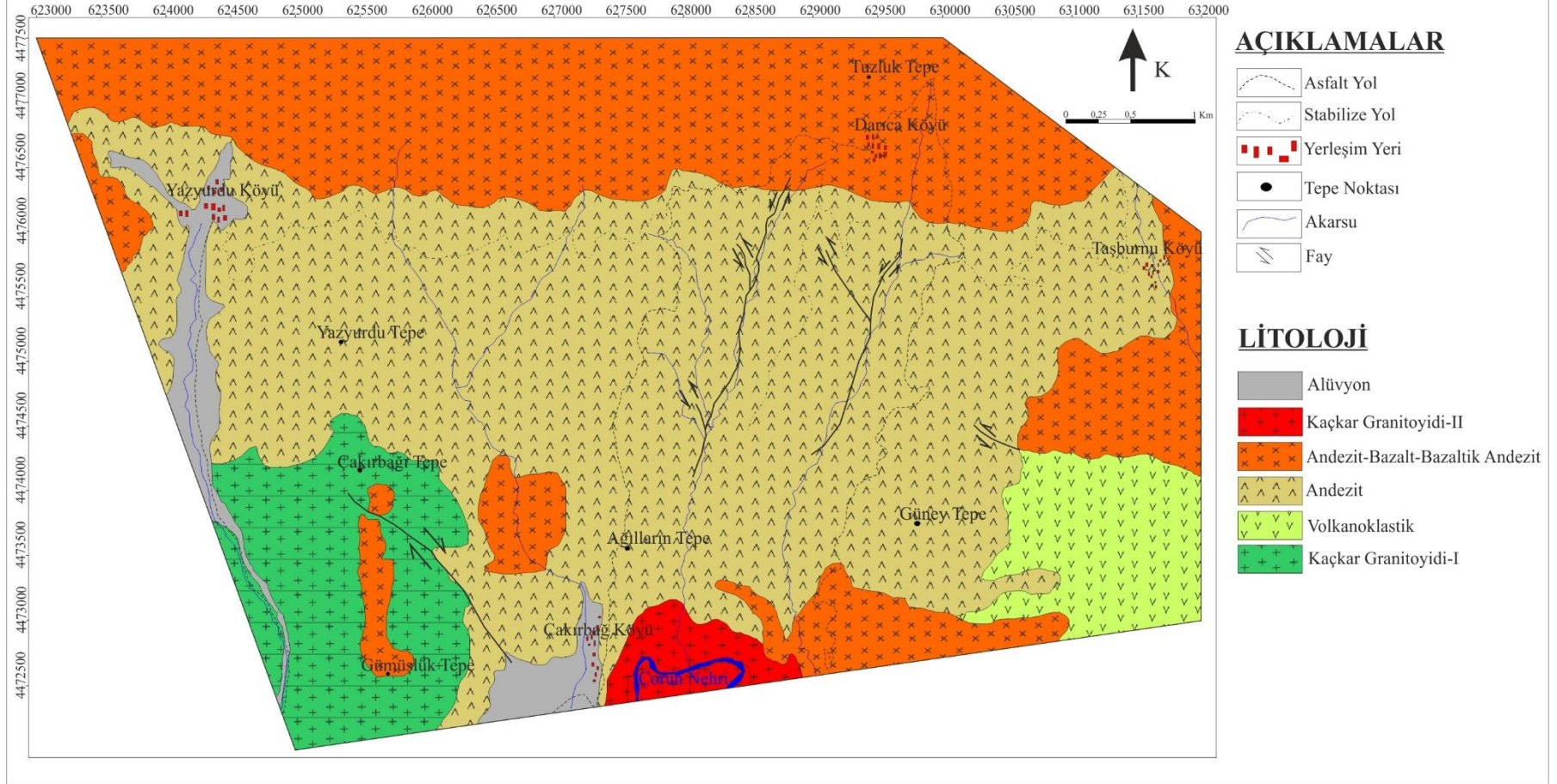
2.1 Çalışma Alanının Jeolojisi ve Petrografisi

Çalışma alanında yaşlıdan gence doğru Üst Kretase Kaçkar Granitoyidi I, Orta–Geç Eosen Kabaköy formasyonu, Orta Eosen Kaçkar Granitoyidi II ve Kuvaterner alüvyon birimleri yüzeylenmektedir (Şekil 2.2, Şekil 2.3 ve Şekil 2.4). Bu birimlerin arazi ve petrografik özellikleri alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.2 Çalışma alanında Kaçkar Granitoyidi I, Kabaköy formasyonu, Kaçkar Granitoyidi II ve Alüvyon birimlerinin arazi görüntüsü.

BAYBURT DARICA YÖRESİ ALTERASYON JEOLJİSİ HARİTASI



Şekil 2.3 Çalışma alanının 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası.

ZAMAN				FORMASYON	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
SİSTEM		SERİ	KAT					
Mesozo.	Senozoyik			Kabaköy Formasyonu	EKç II		<p>Alüvyon, yamaç molozu</p> <p>Trakiandezit ve piroklastikleri</p> <p>Bazaltik dayk</p> <p>Monzodiyoritik dayk</p> <p>Kaçkar Granitoyidi II Granit, diyorit, monzonit, tonalit (U-Pb: 42-46 My)</p> <p>Bazalt, andeizt ve piroklastikleri (Bazalt: ^{39}Ar-^{10}Ar: 37.7-43.9 My)</p> <p>Kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı ve volkanoklastikler</p> <p>Kaçkar Granitoyidi I Granit, monzodi., tonalit, granodiyo.</p>	
	Kuvaterner	Holosen						
	Paleojen		Eosen					Lütésiye
	Kretase	Üst						<i>İpresiyen</i>
				Kkç I				

Şekil 2.4 Çalışma alanı ve yakın çevresinin stratigrafik kolon kesiti (EKç II U-Pb yaşı [15]; [18]; EKp Ar-Ar yaşı [16]'dan alınmıştır).

2.1.1 Kaçkar Granitoyidi I (Kkç I)

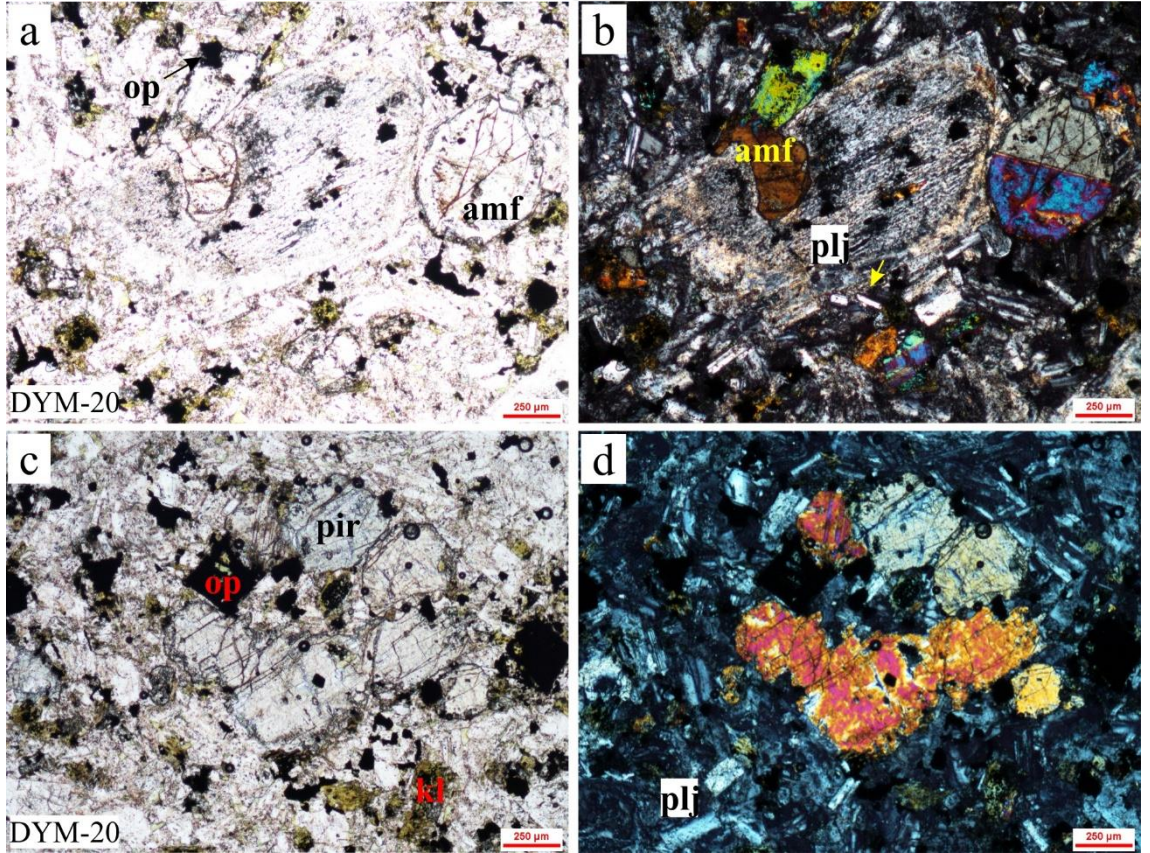
Stratigrafik olarak çalışma alanının temelini oluşturan birim Çakırbağ köyünün batısında sınırlı alanda yayılım sunar (Şekil 2.3, Şekil 2.5). Doğu Pontidlerde Geç Kretase–Eosen zaman aralığında farklı magmatik fazlarda gelişmiş granitik kayalar Boztuğ vd. (2001), Yılmaz Şahin vd. (2004) ve Boztuğ vd. (2006) tarafından “Kompozit Kaçkar Batoliti” olarak adlandırılmıştır [10; 33; 34]. Güven (1998) ise Erken–Orta Eosen birimleri tarafından transgresif olarak örtülen granitoidleri Kaçkar Granitoyidi I olarak tanımlamıştır [35]. Birim, Güven (1998) tanımlamasına uyularak Kaçkar Granitoyidi I olarak adlandırılmıştır [35]. Kaçkar Granitoyidi I, Doğu Pontidler’in kuzey zonunda Geç Kretase–Paleosen zaman aralığında gelişmiş Rize graniti [27], Harşit Plütünü [36] ve Kompozit Kaçkar Batolitinin [34] bir kısmı ile (Çamlıkaya, Sırtıayla ve Marselevat Granitoidleri) ile deneştirilebilir.

Kaçkar Granitoyidi I, yeşil ve gri renk tonlarında orta-taneli faneritik dokudadır. Mineralojik ve petrografik incelemelere göre, plütön orta-taneli hipidiyomorfik eştaneli olarak gözlenir. Ana bileşen olarak kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, amfibol ve piroksen minerallerini içerir. İkincil ürün olarak klorit ve serisit, aksesuar mineral olarak apatit, zirkon ve opak mineraller içerir (Şekil 2.6). Plütönik kayalar granodiyorit – monzodiyorit bileşim sergiler. Plajiyoklazlar, özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Zonlu ve polisentetik ikizlenmeler sunar. Bazı plajiyoklazlar serisitleşmiş ve amfibol kapanımları içermekte olup amfibollerin plajiyoklazlardan önce kristallendiğine işaret eder. Bazı plajiyoklazlar ise magma-karışım süreçlerine işaret eden erime-çözünme dokuları sunar. Amfiboller, özşekilli ve hegzagonal veya özşekilsiz prizmatik şekilde gözlenir (Şekil 2.6 a-b). Piroksenler ise özşekilsiz kristaller halindedir (Şekil 2.6 c-d). Amfibol ve piroksenler kenarları boyunca kloritleşmiştir.

Kaçkar Granitoyidi I, jeokimyasal özelliklerine göre Neotetis Okyanusu kabuğunun kuzeye doğru Pontid Kıtası altına dalması sonucu oluşmuş yitim kökenli I-tipi granitoyittir [10; 33; 34].



Şekil 2.5 Aslandede-Yazyurdu köyü yolu üzerinde Kaçkar Granitoyidi I'in arazi görünümü.



Şekil 2.6 Kaçkar Granitoyidi I'in mikroskobik görüntüleri (kl; klorit, op; opak, pir; piroksen, plj; plajiyoklaz, a ve c://N, , b ve d:+N).

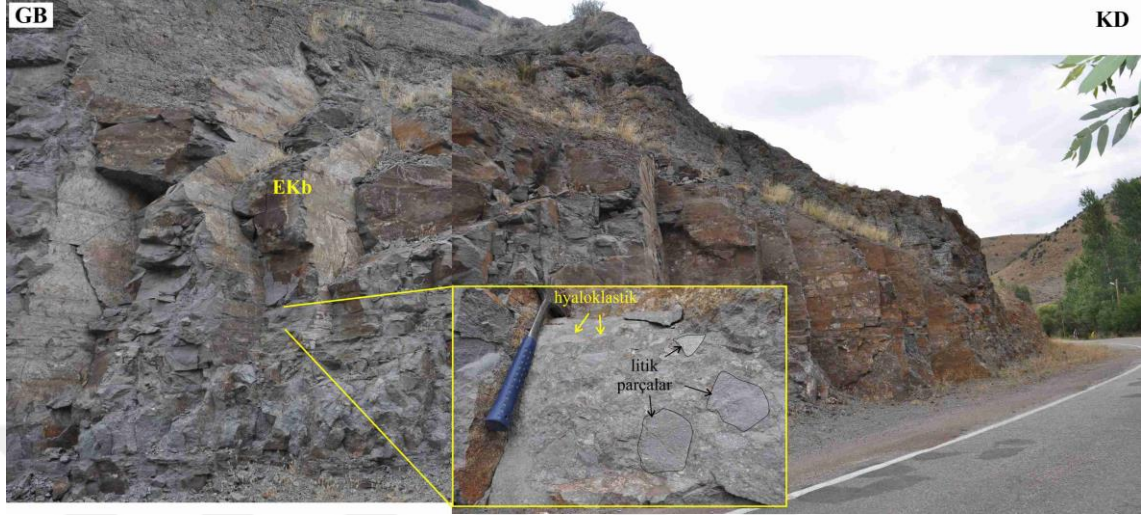
2.1.2 Kabaköy Formasyonu (Eks, Eka, Ekb)

İnceleme alanında alterasyonların yoğun geliştiği Kabaköy Formasyonu Darıca, Yazıyurdu ve Çakırbağ köylerinde geniş yayılım sunar (Şekil 2.3). Bayburt Bölgesinde bazik-ortaç bileşimli volkanizma ürünleri ve volkanoklastiklerden oluşan istif Güven (1993) tarafından Kabaköy formasyonu olarak adlandırılmıştır [4]. Birim Gümüşhane bölgesindeki Alibaba formasyonu [32] ile denestirilebilir.

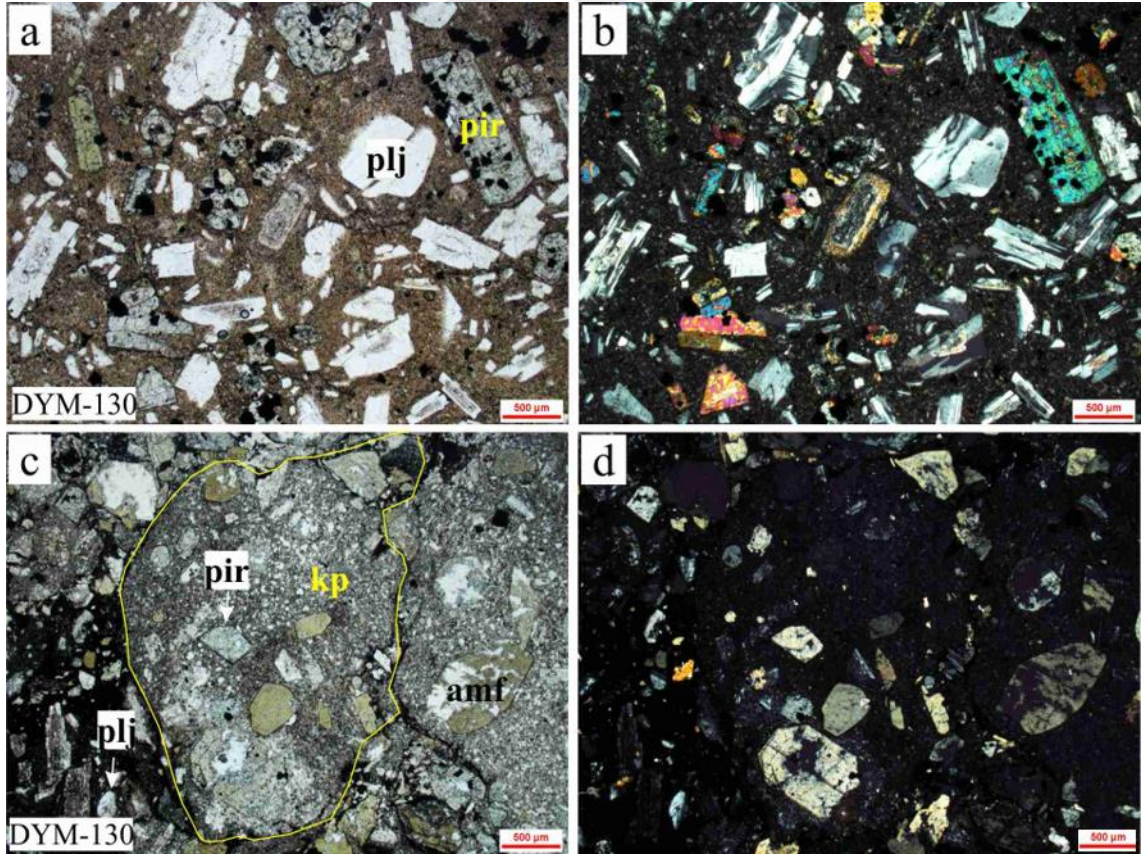
Farklı litolojilere sahip bu birim tabanda nummulit içeren mikritik kireçtaşı ve bunlarla arakatkılı kumtaşı ve kiltaşları ile başlar (Şekil 2.3 ve 2.4). Üst seviyelerde lav akıntıları ve bunların piroklastikleri ve damar kayaçlarına geçer. Pontid kuşağında güney zonda Orta–Geç Eosen birimlerinin bu diziliminden dolayı volkanik kayaçların sığ deniz ve karasal ortamda oluştuğu belirtilmiştir [16]. Bölgede, volkanik kayaçlar bazik-ortaç arasında bileşim sergileyen bazalt, andezit, bazaltik andezit ve bunların piroklastik kayaçlarından oluşur. Bazalt ve piroklastikleri genellikle yeşil ve siyah renktedir (Şekil 2.7). Piroklastik kayaçların içerisinde ince-kaba taneli köşeli litik parçalar gözlenir. Volkanizmanın su altında gerçekleştiğini gösteren hiyaloklastik dokular yaygın olup tipik olarak hyalopilitik porfirik dokuda gözlenmiştir (Şekil 2.8 a-b). Kayaçta ana bileşenler plajiyoklaz ve piroksendir. Tali bileşenler ise amfibol, olivin ve opak minerallerdir. Hamur ise volkanik camdan oluşmaktadır. Fenokristaller genellikle özşekilli-yarı özşekilli ve kırıklanmıştır. Plajiyoklazlar zonlu ve polisentetik ikizlenme sunar. Sönme açlarına göre labrador bileşimindedir. Piroksenler, yeşil rengi ve yüksek girişim renkleri ile muhtemel olarak klinopiroksen bileşimindedir. Piroksenler nadir olarak ikizlenme ve zayıf zonlanma sunar. İçerisinde opak mineral kapanımları boldur. Piroklastik kayaçlar ise fenokristallerle (plajiyoklaz, amfibol ve piroksen) birlikte köşeli ve değişen boyutlarda kırıklanmış litik parçalar içermektedir (Şekil 2.8 c-d). Hamur volkanik camdan oluşmaktadır. Litik parçalar içerisinde amfibol ve plajiyoklaz kristalleri kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Porfirik doku sunan litik parçalar muhtemel olarak andezit bileşimindedir.

Andezitler genellikle gri–yeşil renk tonlarında ve ince taneli porfiroafanitik dokuda gözlenir (Şekil 2.9). Birim, bazaltik dayklar ve silis damarları tarafından sıkça kesilmiştir. Piroklastik kayaçlarda sıkça silisleşme, killeşme, hematitleşme ve limonitleşme gibi

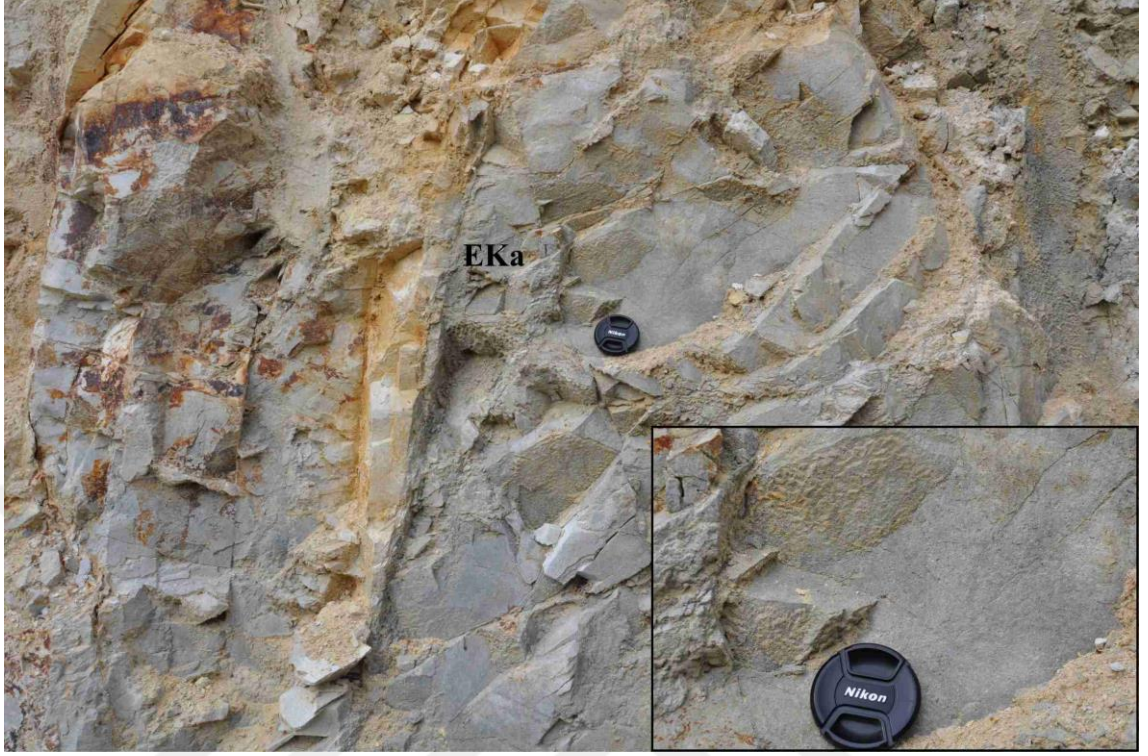
hidrotermal alterasyonlar gözlenmektedir. Birim genellikle bej, pembe, gri, sarı renk tonlarında gözlenir (Şekil 2.10).



Şekil 2.7 Aslandede-Çakırbağı köyü yolu üzerinde Kabaköy formasyonuna ait bazaltik piroklastiklerin arazi görüntüsü.

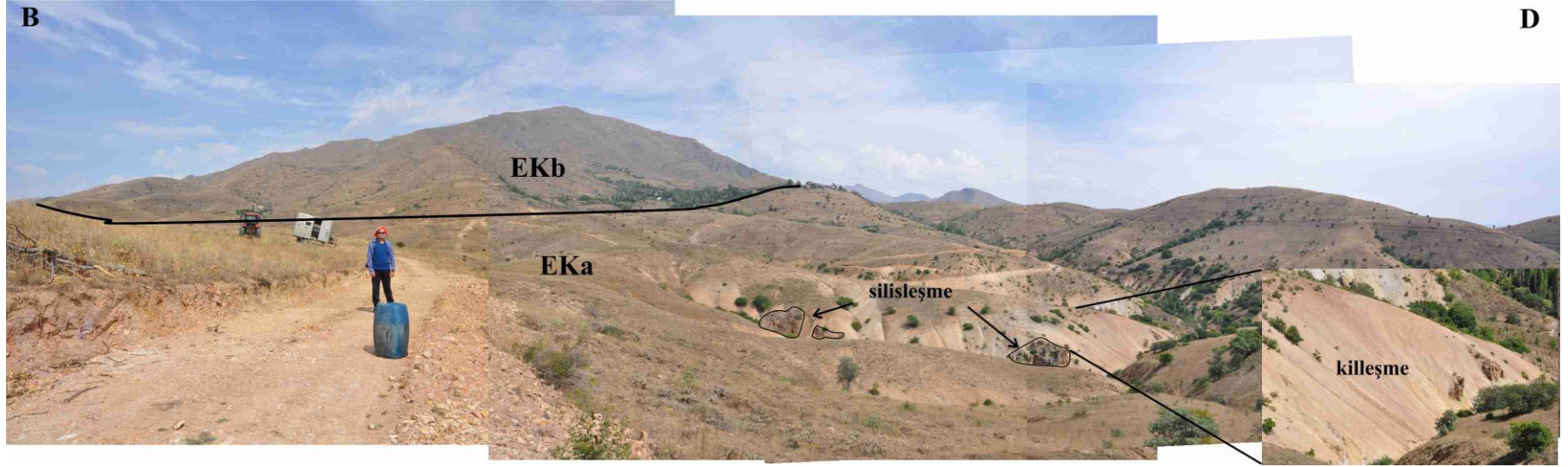


Şekil 2.8 Kabaköy formasyonuna ait (a-b) bazaltik andezit ve (c-d) piroklastik kayaçların mikroskopik görüntüsü (amf; amfibol, kp; kayaç parçası, plj; plajiyoklaz, pir; piroksen, kp; kayaç parçası, a ve c: //, b ve d+N).

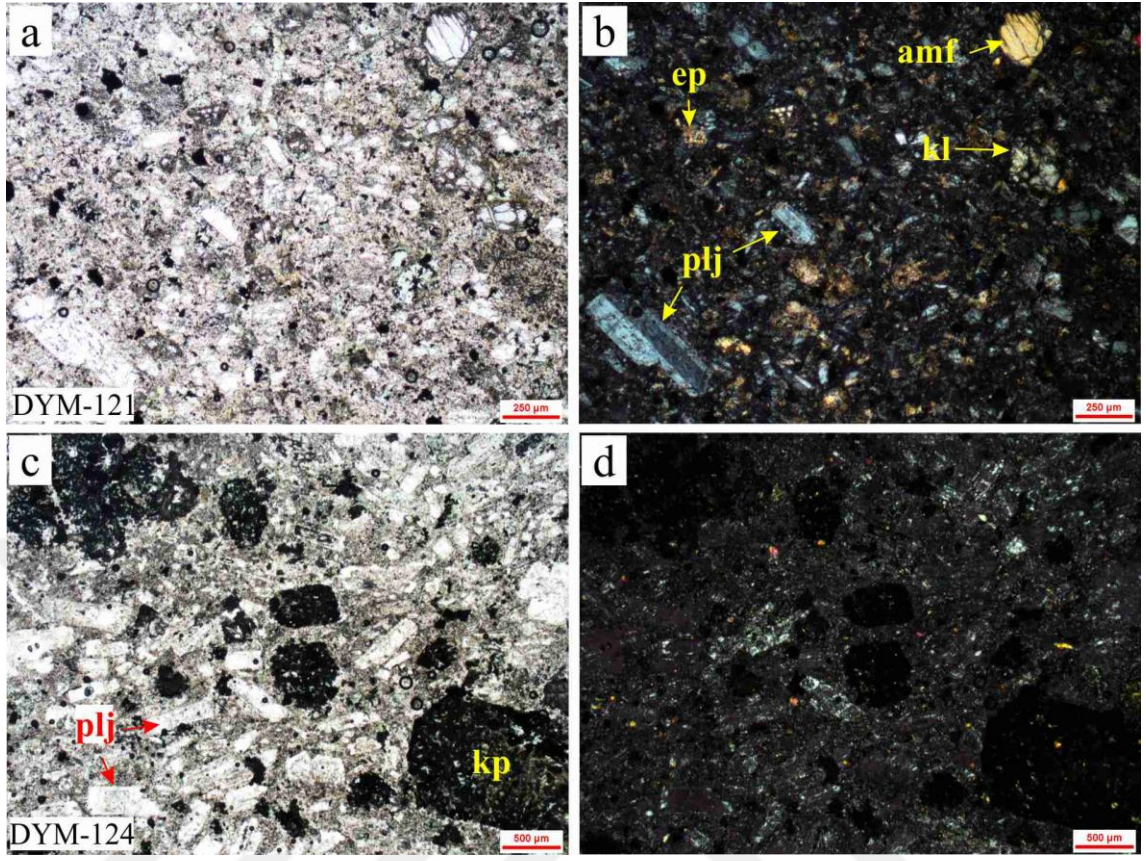


Şekil 2.9 Darıca Köyü güneyinde Kabaköy formasyonuna ait andezitlerin arazi görüntüsü (EKa: Eosen Kabaköy formasyonu andezitleri).

Mineralojik ve petrografik incelemelere göre andezitler hiyaloporfirik dokuda gözlenir (Şekil 2.11 a-b). Fenokristaller başlıca plajiyoklaz, amfibol ve kuvarslardan oluşur. İkincil ürünler klorit, epidot, serisit ve silis ve tali bileşenler ise piroksen ve opak minerallerdir. Hamur ise kuvars ve feldispat içerir. Plajiyoklazlar, özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halindedir. Çoğunlukla polisentetik ikizlenme sunmakta olup sönme açlarına göre oligoklaz–andezin bileşimindedir. Amfiboller genellikle özşekilsiz kristaller halindedir. Kayacın kuvars damarları tarafından kesilmesinden dolayı hamur ve fenokristallerde silisleşme ve serisitleşme yaygın gelişmiştir. Amfibol ve piroksenlerde kloritleşme ve epidot oluşumları gözlenmektedir. Piroklastik kayaçlar genellikle tüflerden oluşur. Mikroskobik incelemelere göre kayaç kristal (plajiyoklaz, piroksen, opak) ve litik parçalar (~%20)'dan oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2.11 c-d). Litik parçalar genellikle yuvarlaklaşmış bazik kayaç parçalarından oluşur. Hamur ise volkanik camdan oluşmuştur. İkincil ürün olarak kristal parçalarda serisitleşme, kloritleşme, hematitleşme ve epidotlaşma gelişmiştir. Litik parçalarda ise kloritleşme belirgindir. Tüfler içerdiği kristal ve litik parça bolluğuna göre litik-kristal tuf olarak adlandırılabilir.



Şekil 2.10 Darıca Köyü güneyinde Kabaköy formasyonuna ait kayaçların arazi görüntüsü (EKa: Eosen Kabaköy formasyonu andezitik tüfler; EKb: Eosen Kabaköy formasyonu bazalt ve piroklastikleri).

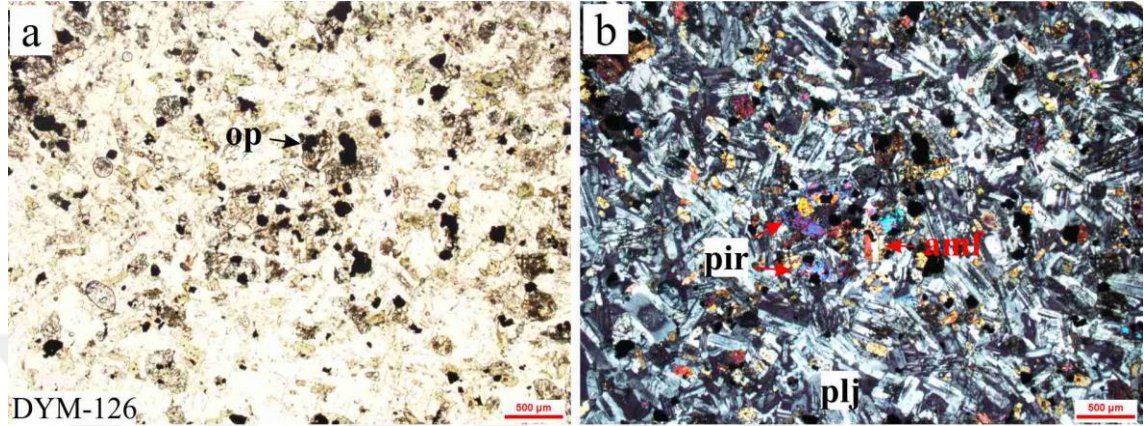


Şekil 2.11 Kabaköy formasyonuna ait (a-b) andezit ve (c-d) piroklastik kayaçların mikroskopik görüntüsü (amf; amfibol, ep; epidot, kl; klorit, kp; kayaç parçası, plj; plajiyoklaz, a ve c://N, b ve d: +N).

Kabaköy formasyonu bazaltik dayklar tarafından kesilmiştir (Şekil 2.3). Damar kayaçları yeşil renkte ve ince taneli olarak gözlenir. Mikroskopik incelemelere göre bu kayaçlar ince taneli diyabazik dokudadır (Şekil 2.12). Kayacın ana bileşenleri plajiyoklaz, amfibol ve piroksen, tali bileşenleri opak mineraller ve ikincil ürünleri ise epidot ve serisitir. Kayaç adı bazaltik andezittir. Kayaçtaki plajiyoklazlar yarı özşekilli ve öz şekilli uzun latalar şeklindedir. Plajiyoklazlar genellikle polisentetik ikizlenmeler sunmakta olup sönme açılarına göre labrador-bitovnit bileşimindedir. Plajiyoklazlar üzerinde serisitleşme yaygın gelişmiştir. Piroksenler genellikle özşekilsiz kristaller halinde olup bozunması sonucunda epidotlaşmalar gelişmiştir.

Kabaköy formasyonunun tabanındaki kırıntılı birimlerdeki faunaya göre birimin yaşı İpresiyen-Lütesiyen'dir [37]. Çökme ortamı ise sığ denizel ortam olarak tanımlanmıştır. Bayburt bölgesinde bazaltların Ar-Ar yaşı ise 43.9 ± 0.2 My (Lütesiyen) olarak belirlenmiştir [16]. Kabaköy Formasyonuna ait andezit ve bazalt bileşimli kayaçlar kalk-

alkalen ve toleyitik karaktere sahiptir [16]. Arslan vd. (2013), Doğu Pontidler'deki Tersiyer magmatizmasının çarpışma sonrası gerilmeli tektonik rejim koşullarında kıta kabuğunun incelmesi ile geliştiğini ortaya koymuşlardır [16].



Şekil 2.12 Kabaköy formasyonuna kesen bazaltik daykların mikroskopik görüntüsü (plj; plajiyoklaz, pir; piroksen, opak, a: //N ve b: +N).

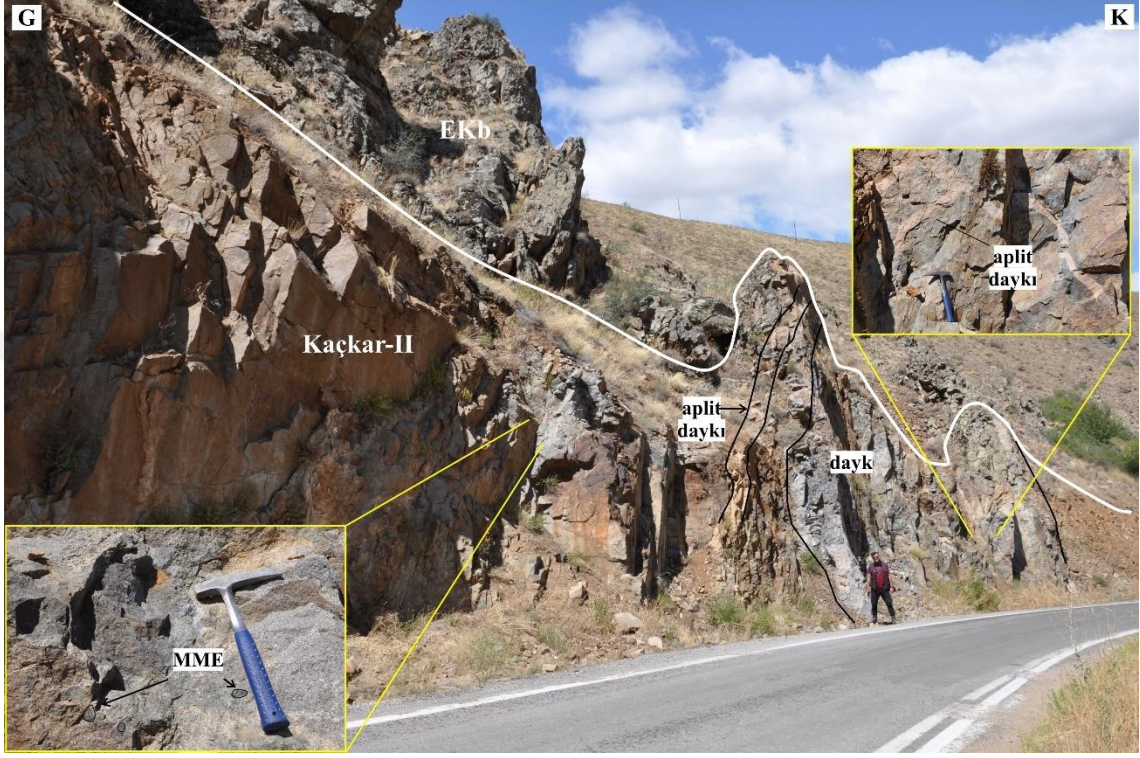
2.1.3 Kaçkar Granitoyidi II (Ekç II)

Doğu Pontidler'de Güney Zonda Senozoyik yaşlı plütonik kayalardan birisi olan Kaçkar Granitoyidi II Çakırbağ Köyü'nün doğusunda yüzlek vermektedir (Şekil 2.3). İntrüzif kütle, Bayburt'un kuzeyindeki Çiçekli, Samarova, Sarkunlu, Şaşurluk, Kemerlikdağ, Kılıçkaya ve Kemerlik Plütonları ile denestirilebilir [18; 22].

Kaçkar Granitoyidi II, Kabaköy formasyonunu keserek bölgeye yerleşmiştir (Şekil 2.4 ve Şekil 2.13). Birim, gri-yeşil renk tonlarında ve orta-kaba taneli ve holokristalin dokuludur. Plüton içerisinde sık sık mafik magmatik anklavları (MME) bulunmaktadır. Ana kütle ince taneli aplitik ve monzonitik dayklar tarafından kesilmiştir.

Mineralojik ve petrografik incelemelere göre Kaçkar Granitoyidi II orta-kaba taneli hipidyormik dokuda gözlenir (Şekil 2.14 a-b). Kayaçta ana bileşenler kuvars, K.feldispat (ortoklaz), plajiyoklaz, amfibol ve biyotit, ikincil ürünler serisit, klorit, epidot ve kalsit, tali bileşenler ise piroksen, apatit ve opak minerallerdir. Kayaç adı monzonit ve kuvars-monzonittir. Feldispatlar yarı özşekilli ve özşekilsiz taneler halindedir. Plajiyoklazlarda zonlu ve polisentetik ikizlenmeler, ortoklazlarda ise poikilitik dokular gözlenir. Plajiyoklazlar sönme açlarına göre andezin bileşimindedir. Feldispatlarda serisitleşme

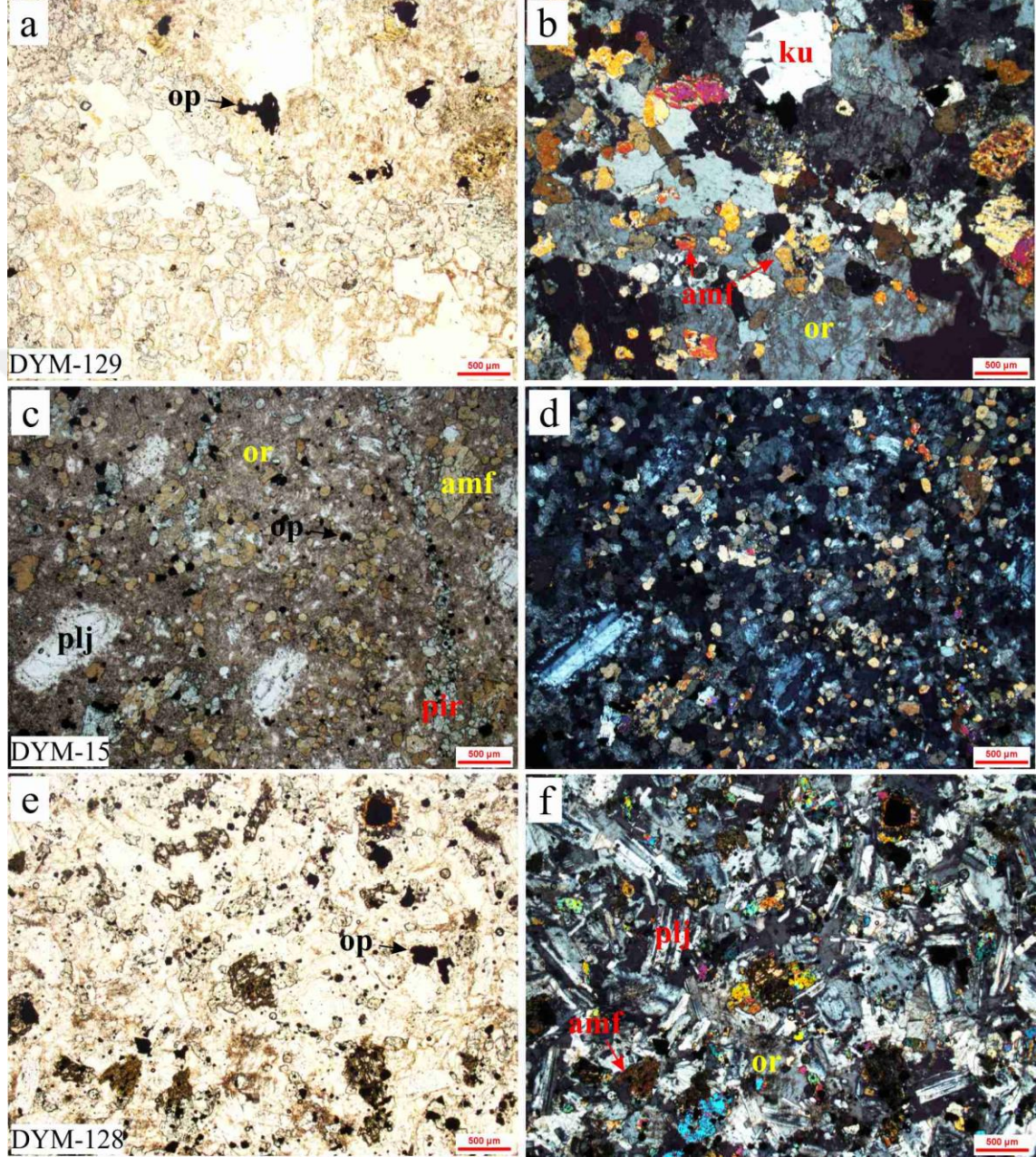
yaygın gelişmiştir. Amfiboller yarı özşekilli ve özşekilsizdir ve yeşil–kahve renk tonlarında gözlenir. Amfibol ve biyotitler üzerinde kloritleşmeler, piroksen ve amfibollerde ise epidot ve kalsit gelişmiştir.



Şekil 2.13 Çakırbağ-Taşburnu yolu üzerinde Kabaköy formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi II'nin arazi görüntüsü (EKb; Eosen Kabaköy bazaltı, MME; mafik magmatik anklav).

MME'ları plütonik kayaç ile benzer mineral parajenezine sahiptir (Şekil 2.14 c-d). Ancak minerallerin tane boyları oldukça küçük, piroksen bolluğu yüksek ve kuvars içeriği oldukça düşüktür. Mineral içeriğine göre diyorit bileşimine sahiptir. Amfiboller kahve, piroksenler ise yeşil renk tonları ile ayırt edilir. Plütonun ana kütlelerini kesen dayklar orta taneli hipiyodiyomorfik dokuda gözlenir (Şekil 2.14 e-f). Ana bileşenler plajiyoklaz, ortoklaz ve amfibol, tali bileşenler piroksen, apatit, titanit ve opak mineraller, ikincil ürünler ise ortoklaz ve piroksenlerin alterasyonu ile gelişen serisitleşme ve uralitleşmelerdir. Dayklar monzonit bileşimindedir. Plajiyoklazlar yarı özşekilli ve özşekilli uzun latalar şeklindedir. Genellikle polisentetik ikizlenmelere sahip olup sönme açlarına göre andezin bileşimindedir. Amfibol ve piroksenler genellikle özşekilsiz kristaller halindedir. Amfiboller kahve, piroksenler ise yeşil renktedir. Ortoklaz bolluğu

oldukça düşük olmakla birlikte ortoklazlar içerisinde amfibol ve/veya piroksen kapanımları ile poikilitik dokular sunar.



Şekil 2.14 Kaçkar Granitoyidi II'ye ait (a-b) kaba-taneli ana kütle, (c-d) MME'lerin, (e-f) plütonu kesen daykların mikroskobik görüntüsü (amf; amfibol, ku; kuvars, op; opak, or; ortoklaz, plj; plajiyoklaz, a, c ve e: //N ve b, d, ve f: +N).

Bayburt kuzeyi ve güneyindeki Eosen yaşlı plütonlar jeokimyasal özelliklerine göre yüksek-K kalk-alkalen, metaluminyumlu ve I-tipi granit özelliğindedir [11; 18]. Aynı araştırmacılara göre, tektonik olarak volkanik yay graniti olarak sınıflandırılan bu

plütonlar kıta kabuğu tarafından kirlenmiş, felsik ve manto kaynaklı magmanın karışımından türemiştir. Pontidlerin Güney Zonunda yüksek-K kalk-alkalen karakterli bu plütonik kayaların U-Pb yaşı ise 42–46 My arasındadır [15; 18].

2.1.4 Alüvyon

Sadece Çoruh Nehri etrafında gözlenen alüvyonlar, blok–kil boyutundaki çevre kayaların malzemesinden oluşmuş ve Kuvaterner yaşlıdır (Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Çalışma alanının güneyinde Çoruh Nehri üzerindeki Alüvyon'un arazi görüntüsü.

3. BÖLÜM

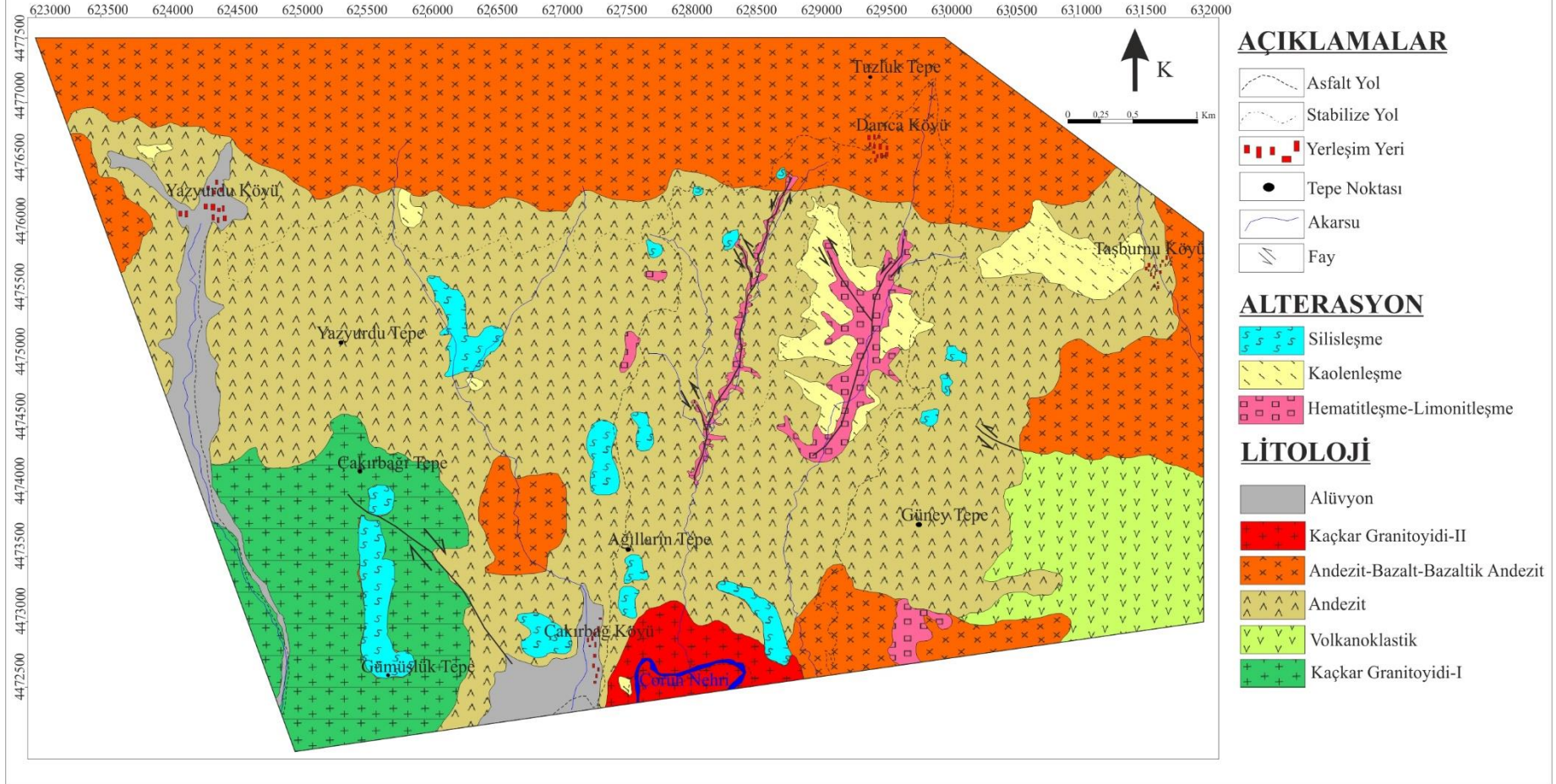
YAN KAYAÇLARDA GELİŞEN HİDROTERMAL ALTERASYONLAR VE CEVHERLEŞME

Çalışma alanındaki alterasyon zonları KD–GB ve KB–GD doğrultulu faylarla denetlenmiştir (Şekil 3.1). Bölgede genel itibariyle hematitleşme–limonitleşme, silisleşme ve kaolenleşme alterasyon zonları ayırt edilmiştir (Şekil 3.2). Bu zonlar içerisinde kloritleşme, epidotlaşma, karbonatlaşma, serizit, illit, silisleşme (kuvars-I) ve pirit birlikte gözlenirken yoğun silisleşme/silis damarları (kuvars-II), illit, kaolenleşme ve jarosit/alüinitleşme birlikte gelişmiştir. Cevherleşme ise silisleşmeler içerisinde kırıklar boyunca devamı olmayan damarlar şeklinde gözlenir. Bölgedeki alterasyon ve mineralizasyonun arazi ve mineralojik–petrografik özellikleri alt başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.



Şekil 3.1 Çilliğin Tepede alterasyon zonlarının arazi görüntüsü.

BAYBURT DARICA YÖRESİ ALTERASYON JEOLJİSİ HARİTASI



Şekil 3.2 Çalışma alanının 1/10.000 ölçekli alterasyon jeolojisi haritası.

3.1 Hematitleşme ve Limonitleşme

Çalışma alanında gelişmiş alterasyon zonlarından biri olan hematitleşme ve limonitleşme sarı, turuncu ve kırmızı renk tonları ile ayırt edilir (Şekil 3.3). Yüzey koşullarında oksitlenme sonucu gelişen hematitleşme ve limonitleşmeler özellikle vadi içlerinde yaygın gözlenir (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5). Bu alterasyon zonu içerisinde silisleşme (I) ve kloritleşme ile birlikte yaygın pirit oluşumları gelişmiştir (Şekil 3.6).



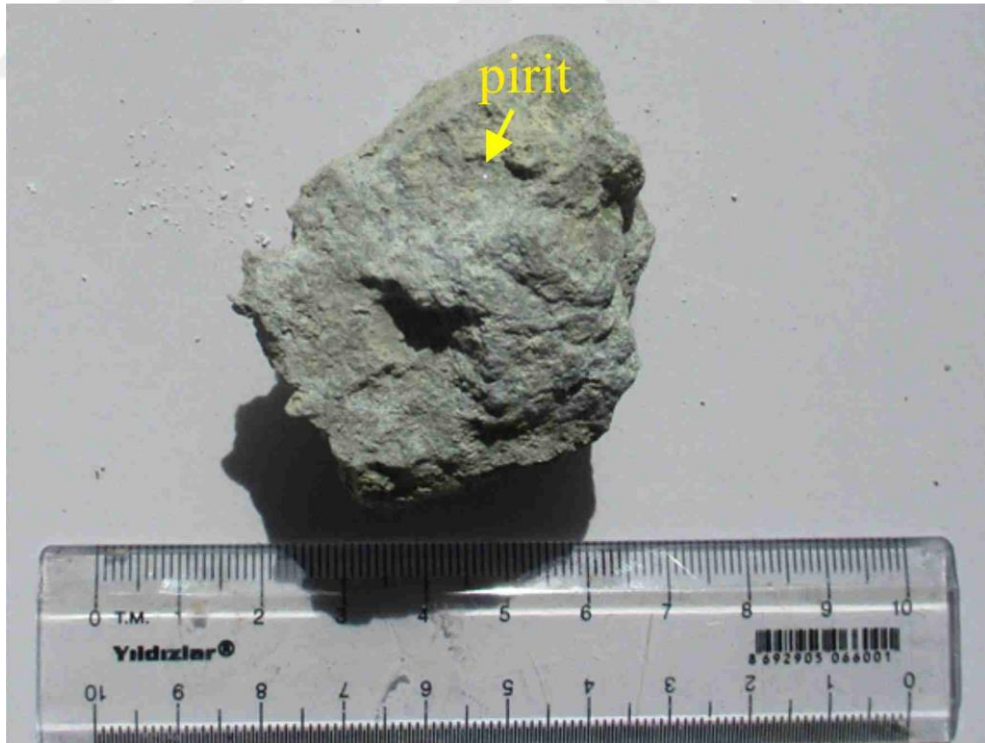
Şekil 3.3 Çilliğin Vadisinde hematitleşme ve limonitleşme zonunun arazi görüntüsü.



Şekil 3.4 Danzut Vadisi içlerinde hematitleşme ve kloritleşme zonunun arazi görüntüsü.



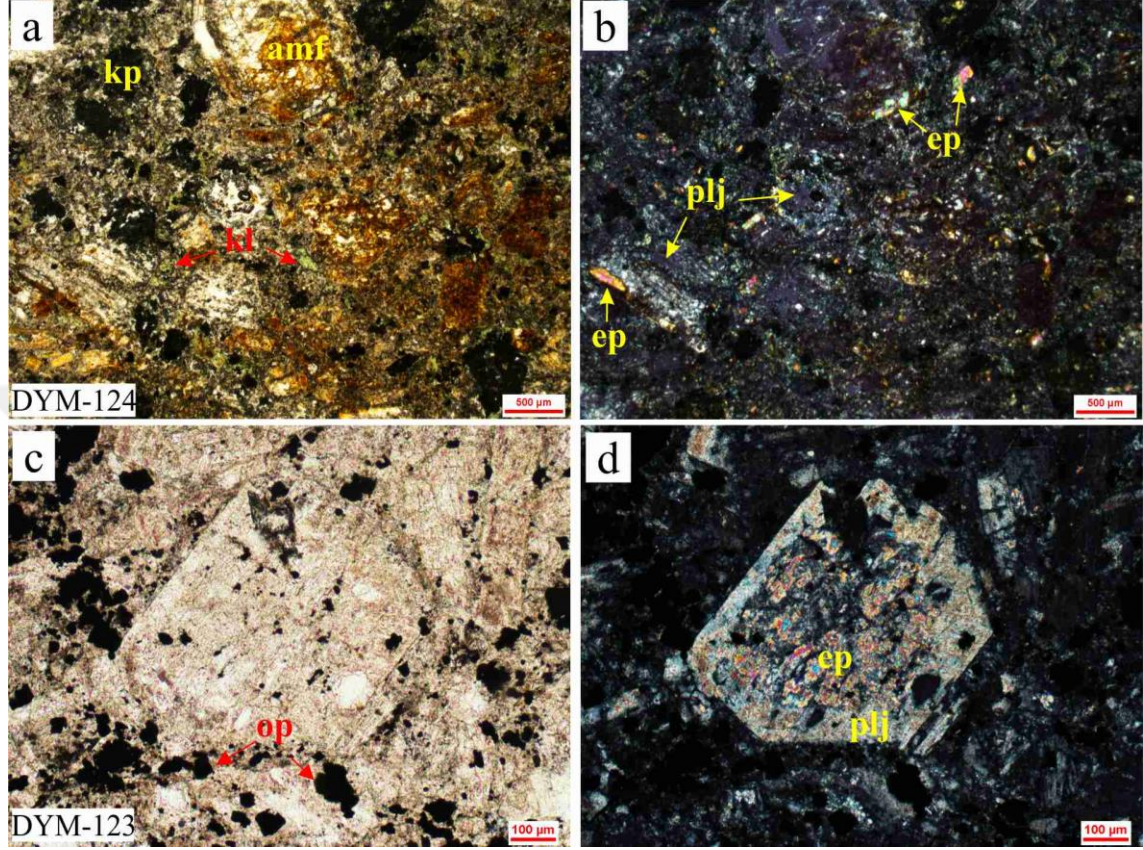
Şekil 3.5 Danzut Vadisi kenarında hematitleşme ve limonitleşmenin arazi görüntüsü.



Şekil 3.6 Kloritleşme ve piritin el örneği görüntüsü.

Hematitleşme ve limonitleşme zonu içerisindeki örnekler mikroskop altında incelendiğinde bu örneklerin opak mineral bakımından zengin olduğu, kloritleşme,

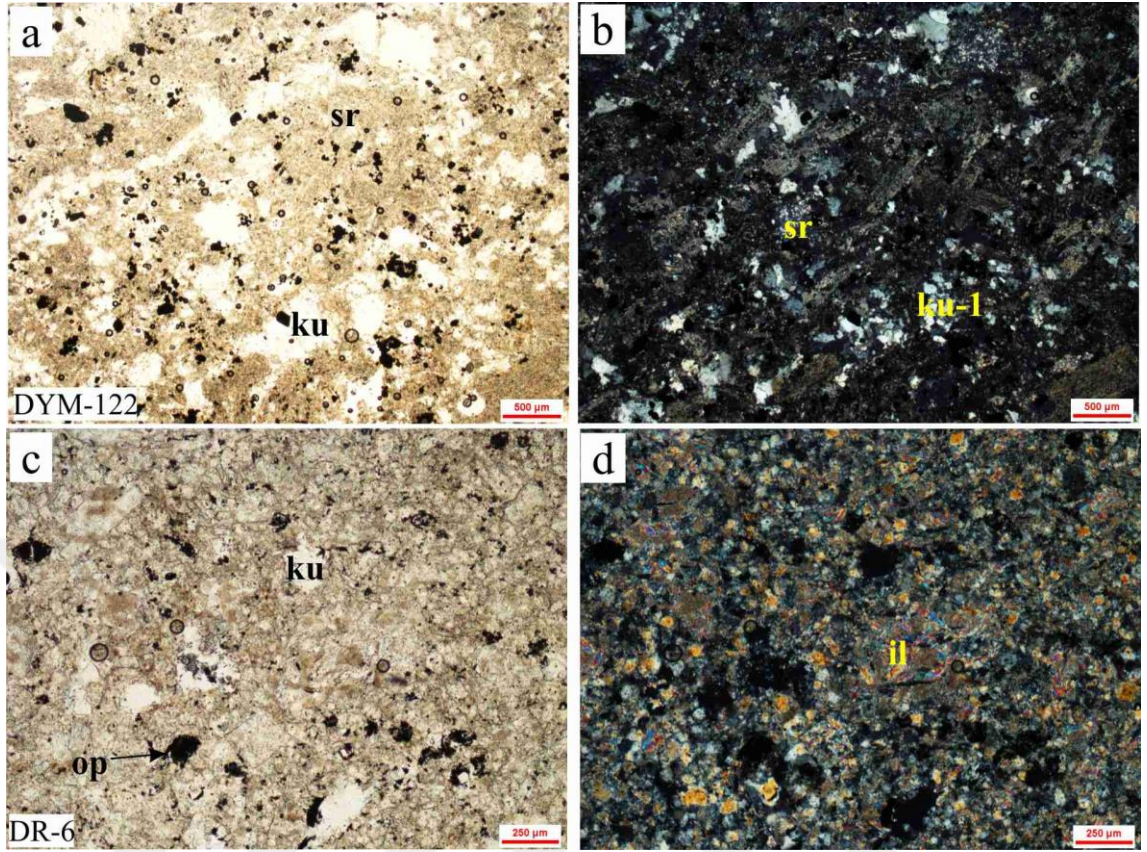
epidotlaşma, silisleşme ve serisitleşme gibi alterasyon ürünlerinin geliştiği gözlenmektedir (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8).



Şekil 3.7 (a-b) Andezitik piroklastikler içerisinde; kloritleşme ve epidotlaşmanın (c-d) andezitte epidotlaşmanın mikroskobik görüntüsü (amf; amfibol, ep; epidot, kl, klorit, op; opak, plj; plajiyoklaz, sr; serisit) (a ve c://N, b ve d: +).

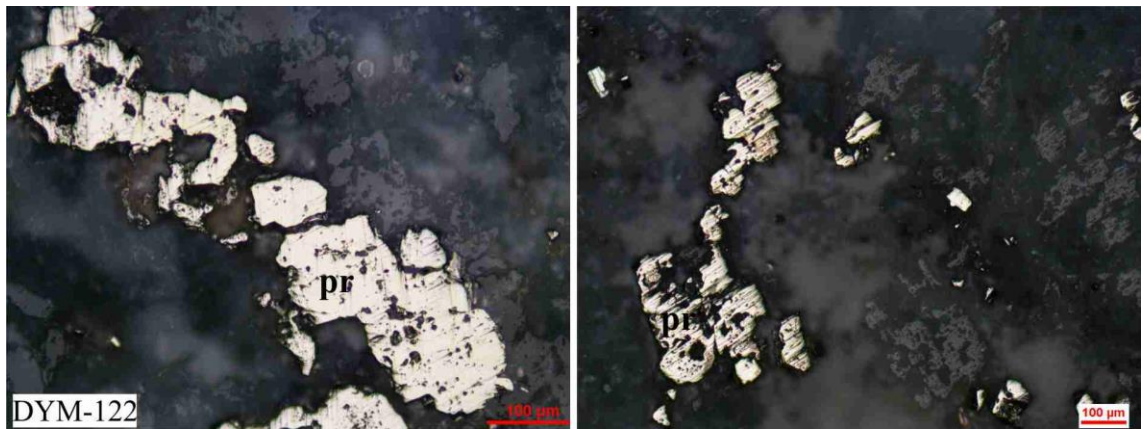
Andezitik piroklastik kayalar, bazik litik parçalar içerir. Kloritleşmeler, bu litik parçalar üzerinde ve amfibollerin alterasyon ürünü olarak gelişmiştir (Şekil 3.7 a-b). Epidotlar ise amfibol ve plajiyoklazların kalsik alterasyonu sonucu oluşmuştur. Andezitik kayalarda da benzer şekilde plajiyoklazlar üzerinde epidotlaşmalar gelişmiştir (Şekil 3.7 c-d). Karot örneklerinde kalsitler tespit edilmiştir. .

Andezit bileşimli kayalarda silisleşme en yaygın gözlenen alterasyon ürünüdür (Şekil 3.8 a-d). Matriks görünümündeki mikrokristalin kuvarlar “kuvars-1” olarak tanımlanmıştır. Mozaik görümlü bu kuvarlara serisit ve illit eşlik etmektedir. Feldispatların alterasyon ürünü olarak serisitler gelişmiştir. İnce taneli illitler pulsu görüntüsü ile ayırt edilebilmektedir.



Şekil 3.8 Andezitik kayalarda; (a-b) silisleşme ve serisitleşme ve (c-d) illitlerin mikroskobik görüntüsü (il; illit, ku; kuvars, op; opak, sr; serisit) (a ve c://N ve b ve d: +N).

Silisleşmenin (kuvars-1) geliştiği örnekler cevher mikroskobisinde incelendiğinde opak minerallerin pirit olduğu gözlenir (Şekil 3.9 a-b). Piritler genellikle ince taneli ve öz şekilli – yarı özşekillidir.



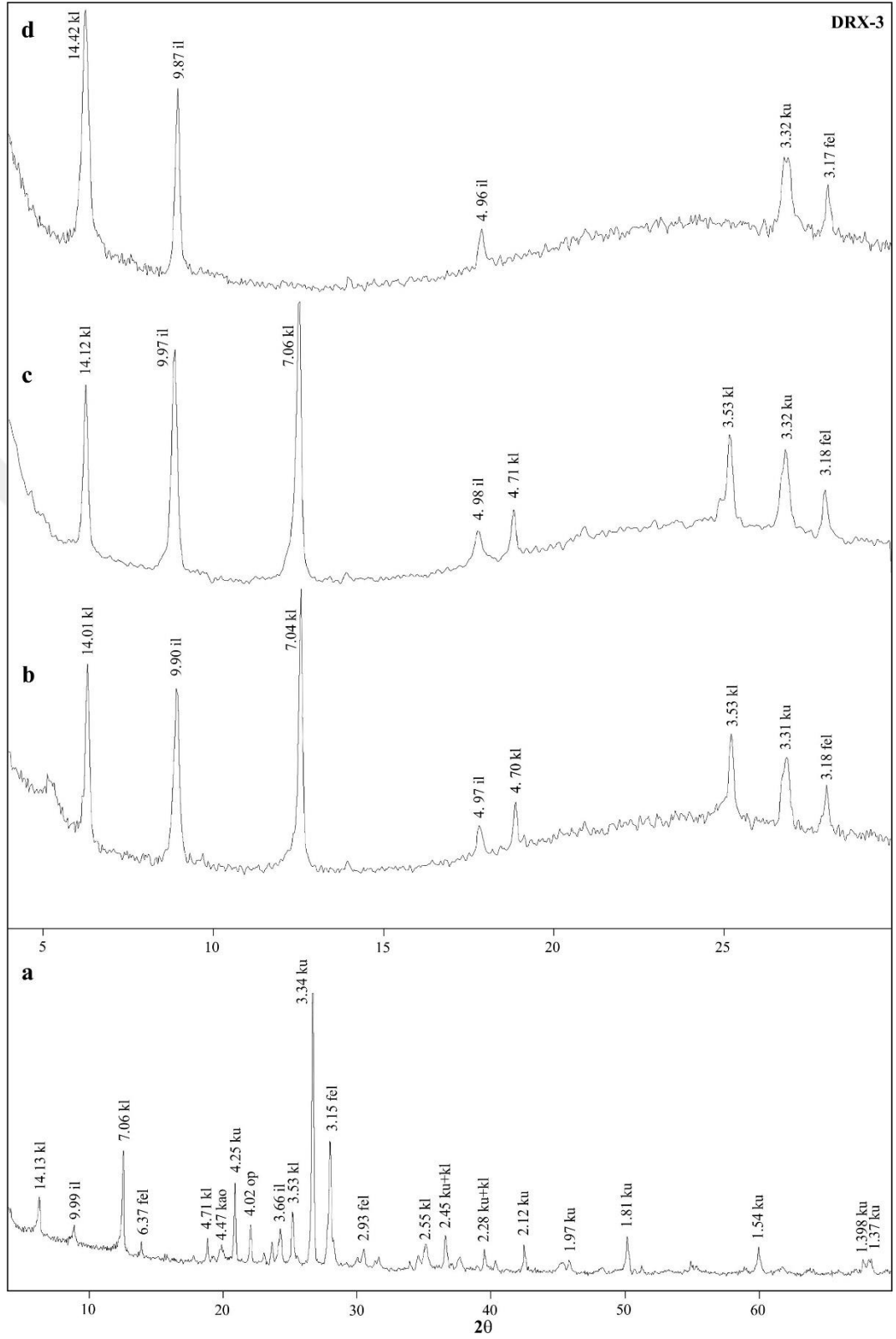
Şekil 3.9 Silisleşme ve serisitleşme ile birlikte gözlenen piritin cevher mikroskobisi görüntüsü (pr; pirit).

Hematitleşme ve limonitleşme alterasyon zonu içerisinde alterasyon ürünlerin tespiti için iki adet (DRX-3 ve DRX-4) örnekte XRD analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10 ve 3.11). XRD çekimleri, normal, etilen glikollü ve 350°C ve 550°C’de fırınlamalı yapılmıştır. Normal çekilmiş XRD desenlerinde kuvars, feldispat, klorit, illit ve daha az bollukta kaolinit ve opal belirlenmiştir. Elde edilen XRD desenlerinde klorit 14.09 Å / 14.13 Å ve 7.06 Å, illit 9.93 Å, kuvars 3.34 Å, feldispat 3.15 Å pikleriyle karakteristiktir. Normal çekimler dışında etilen glikollü ve 350°C ve 550°C fırınlamalı çekimlerde bu pikler korunmuştur. Kaolinit ve opalin pikleri ise yok olmuştur.

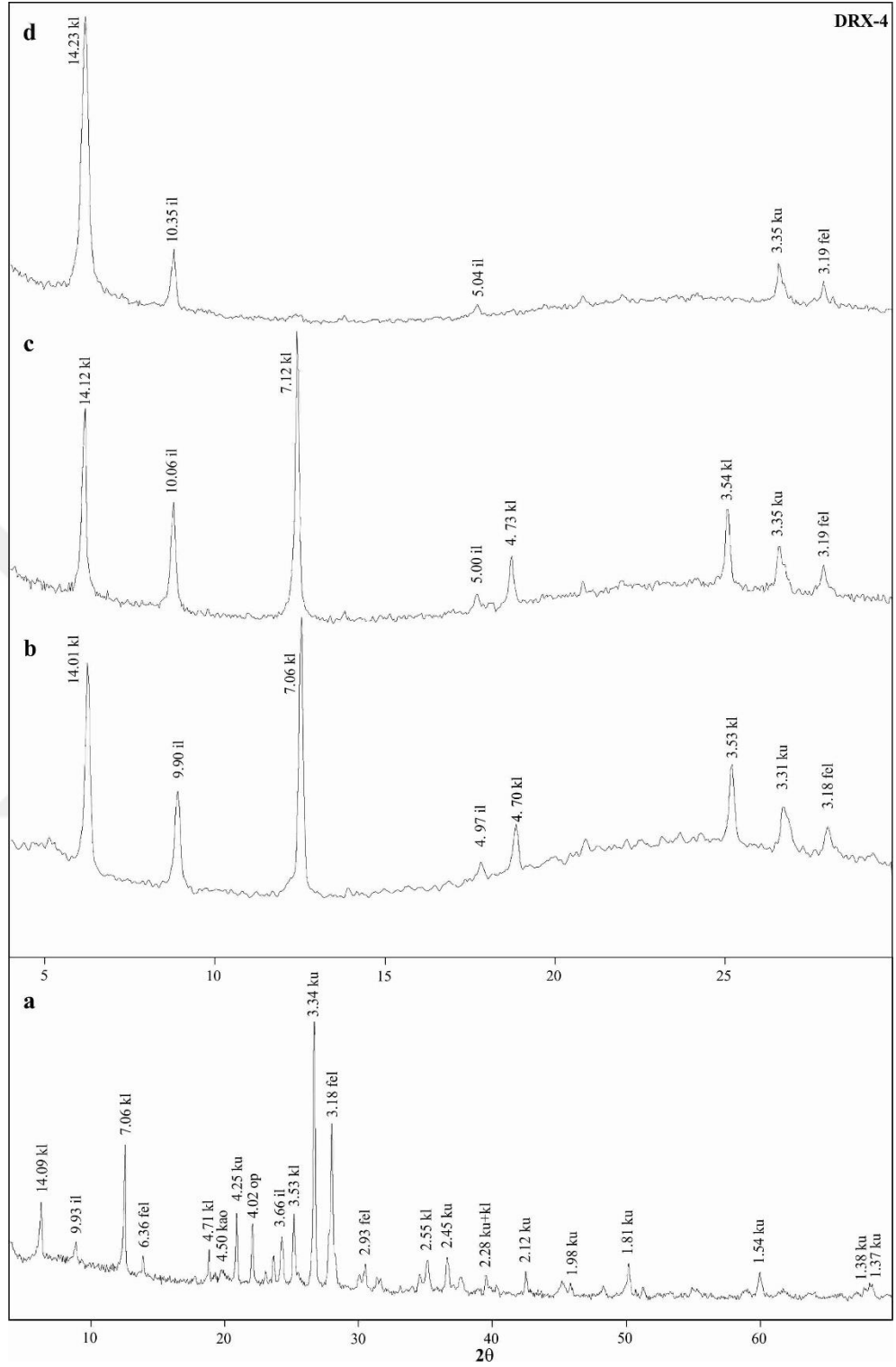
Çalışma alanında, yan kayaç içerisinde hematitleşme ve limonitleşme alterasyon zonunda mineralojik-petrografik ve XRD analizleri sonucu klorit, epidot, feldispat, kuvars, serisit, illit ve piritler tespit edilmiştir. Düşük sülfidasyon tipdeki epitermal sistemlerde, nötr pH ve indirgenmiş akışkanlar nedeniyle mineralizasyon barındıran yan kayaçlar nötr ortam alterasyon mineralojisine sahiptir [38]. White ve Hedenquist (1995) göre, cevher damarını takiben yan kayaçlarda arjillik (çoğunlukla illit, smektit, kaolinit ve adularya), serisit (serisit, kuvars, pirit) ve propilitik (klorit, kalsit, epidot ve albit) alterasyonlar izlenir [39]. Propilitik alterasyonlar, alterasyon zonlarının düşük akışkan-kayaç oranlı bölgelerinde yani dış zondaki kanallarla gelişir [39]. Bu alterasyonun mineralojisi kayaç bileşimi tarafından kontrol edilir. Çalışma alanında volkanik kayaçların hidrotermal alterasyon ürünü olarak epidot, klorit ve kalsit tespit edilmiştir. Bu mineraller “*propilitik alterasyon*” ürünleri olarak tanımlanmıştır. Silisleşmenin geliştiği örneklerde tespit edilen serisit, kuvars ve pirit ise “*serizitik alterasyon*” olarak tanımlanmıştır. Opal ve kaolinit ve ise düşük sıcaklıklarda veya yüzeysel alterasyonlarla geliştiği düşünülmüştür. Hematit ve limonit ise süperjen evreye ait ürünlerdir.

3.2 Kaolenleşme

Çalışma alanında hâkim alterasyon olan kaolenleşme gri, bej, beyaz, sarı, turuncu, kırmızı renk tonlarında gözlenir (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.12 ve Şekil 3.13). Kaolenleşme zonu kırılğan veya masif yapısıyla karakteristiktir. Bu zonda ayrıca silisleşme (kuvars-I ve kuvars-II), kloritleşme, hematitleşme ve limonitleşme alterasyonları birlikte veya ayrı olarak gözlenmektedir. Kaolenleşmeler üzerinde nadir olarak jarosit / alünit gelişmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.10 DRX-3 nolu numunenin XRD grafiği (a; normal çekim, b; etilen glikollü, c; 350°C fırınlamalı, d; 550°C fırınlamalı) (fel; feldispat, il; illit, kao; kaolinit, kl; klorit, ku; kuvars, op; opal).



Şekil 3.11 DRX-4 nolu numunenin XRD grafiği (a; normal çekim, b; etilen glikollü, c; 350°C fırınlamalı, d; 550°C fırınlamalı) (fel; feldspat, il; illit, kao; kaolinit, kl; klorit, ku; kuvars, op; opal).



Şekil 3.12 Çilliğın Vadisi içerisinde kaolenleşme zonunun arazi görüntüsü.



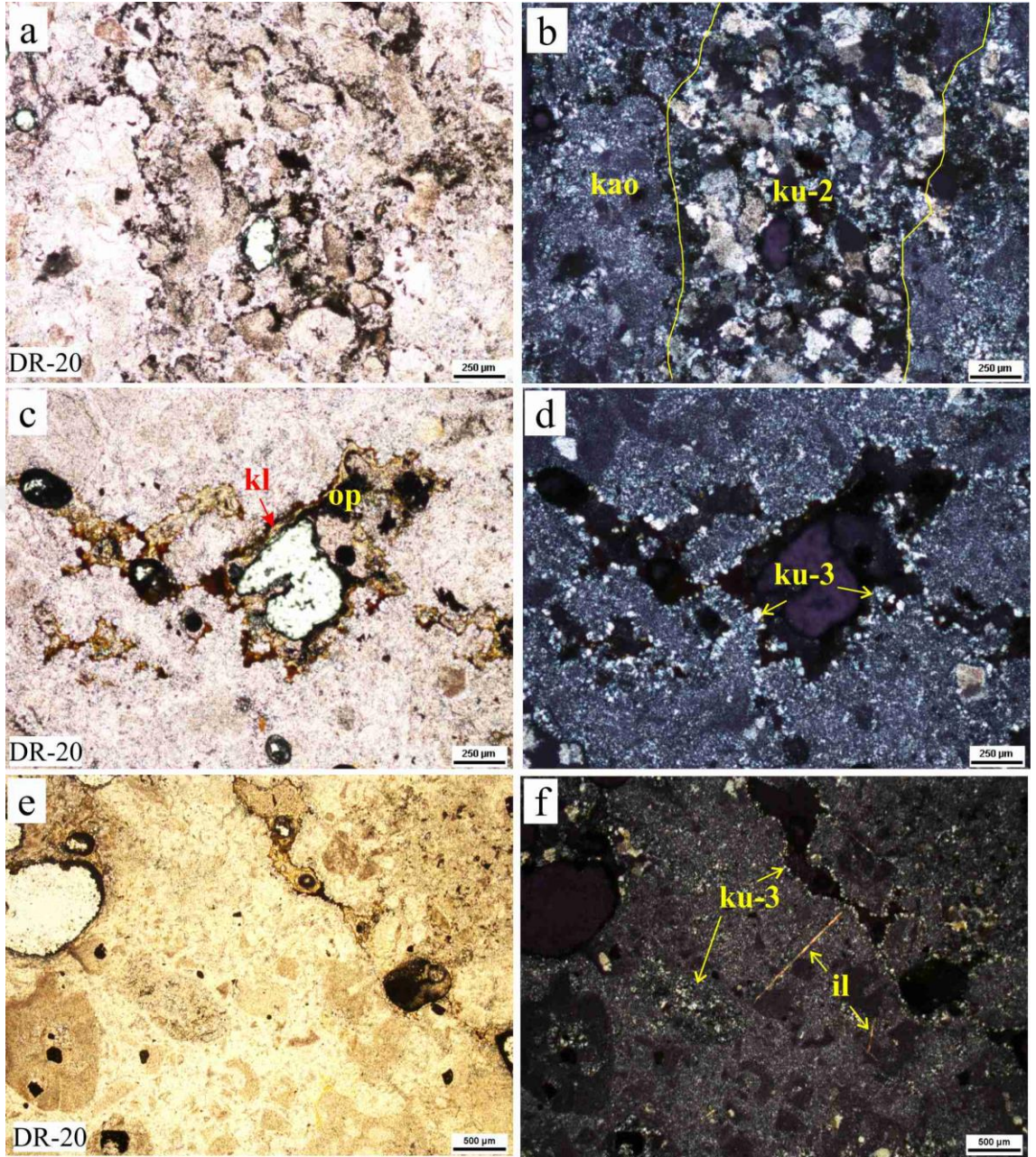
Şekil 3.13 Masif yapılı kaolenleşmenin el örneği görüntüsü.



Şekil 3.14 Çilliğin Vadisinde kaolenleşme zonu üzerinde gelişmiş jarosit/alünitin arazi görüntüsü.

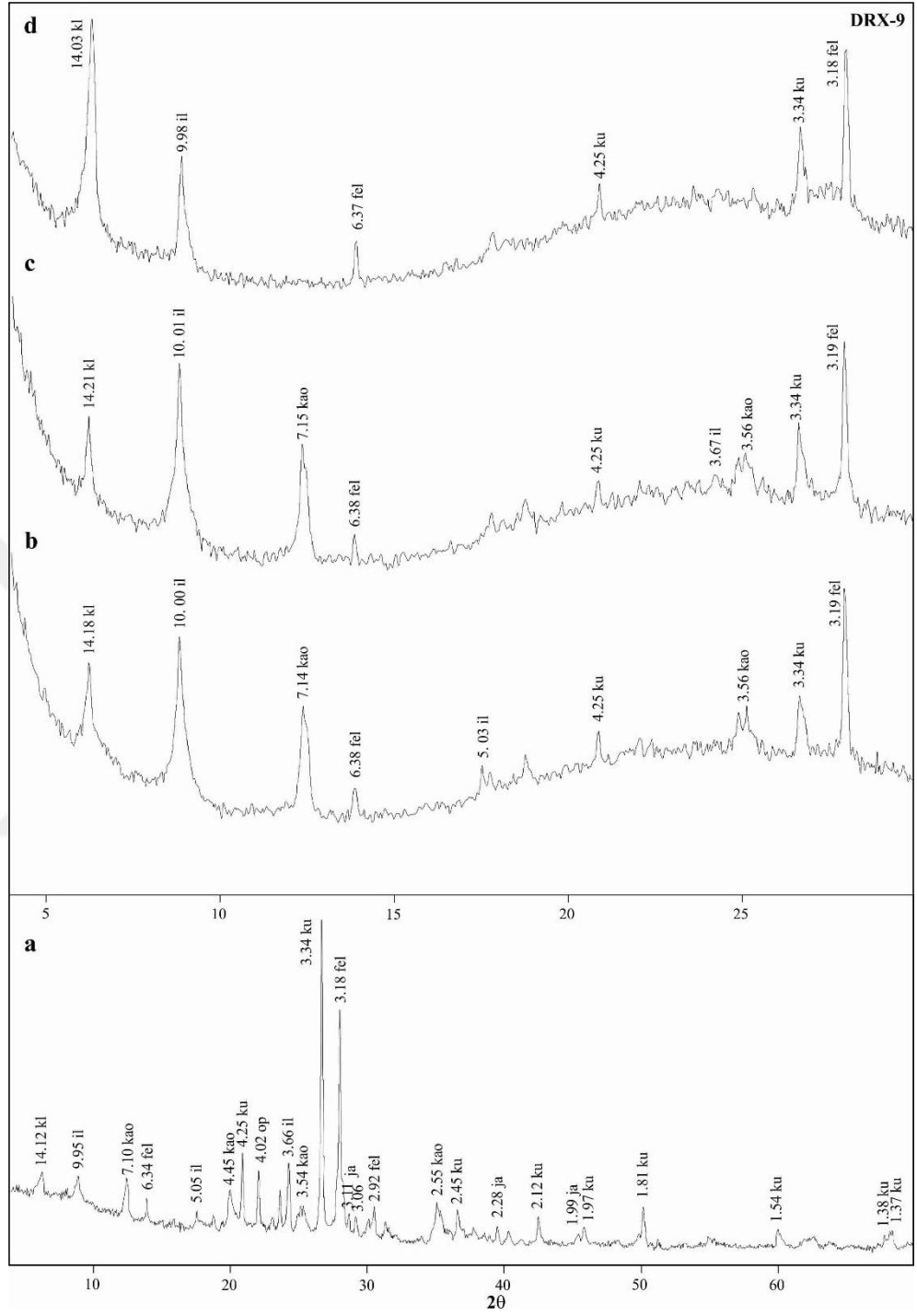
Mineralojik-petrografik analiz için masif yapıları numune seçilmiştir. Kaolen oluşumları silisleşmenin yoğun geliştiği örneklerde tespit edilmiştir. Kaolenleşmeler kuvars damarlarının kestiği (kuvars-2) ve boşlukları çizgi şeklinde dolduran kristallenmiş kuvarslar (kuvars-3) ile birlikte gelişmiştir (Şekil 3.15). Kaolenleşmeye iğnemsiz illitler eşlik etmektedir.

Kaolenleşme zonu içerisinde alterasyon ürünlerinin tespiti için bir adet (DRX-9) örnekte XRD analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.16). XRD analizleri, normal, etilen glikollü ve 350°C ve 550°C fırınlamalı çekim yapılmıştır. Normal XRD desenlerinde kuvars, feldispat, klorit, illit, kaolinit, jarosit ve az bollukta opal mineralleri belirlenmiştir. Elde edilen XRD desenlerinde klorit 14.13 Å, illit 9.95 Å, kaolinit 7.10 Å, kuvars 3.34 Å, opal 4.02 Å ve feldispat 3.18 Å pikleri ile karakteristiktir. Jarosit ise 3.11 Å, 3.06 Å, 2.28 Å ve 1.99 Å pikleriyle karakteristiktir. Normal çekimler dışında etilen glikollü ve 350°C fırınlamalı çekimlerde klorit, illit, kaolinit, kuvars ve feldispat pikleri korunmuştur. Opal ve jarosit pikleri ise yok olmuştur.



Şekil 3.15 Kaolenleşme ile birlikte gelişen illit ve kuvars-2 ve kuvars-3'ün mikroskobik görüntüleri (il; illit, kao; kaolenit, kl; klorit, ku-2 ve ku-3; kuvars, op; opak) (a, c ve e: //N,b, d ve f: +N).

Kaolenleşme zonu içerisinde mineralojik-petrografik ve XRD analizleri ile tespit edilen kuvars, illit ve kaolinit yan kayaç içerisinde gelişmiş “*arjillik alterasyon*” ürünleri olarak tanımlanmıştır. Kloritler muhtemelen propilitik ve/veya serisitik alterasyon ürünlerinin kalıntısıdır. Arjillik alterasyonun bu alterasyonların üzerine geliştiği söylenebilir. Bu alterasyon zonunda opalin düşük sıcaklıklarda, jarositin ise süperjen ürün olarak geliştiği düşünülmüştür.



Şekil 3.16 DRX-9 nolu numunenin XRD grafiği (a; normal çekim, b; etilen glikollü, c; 350°C fırınlamalı, d; 550°C fırınlamalı) (fel; feldispat, il; illit, ja; jarosit, kao; kaolinit, kl; klorit, ku; kuvars, op; opal).

3.3 Silisleşme

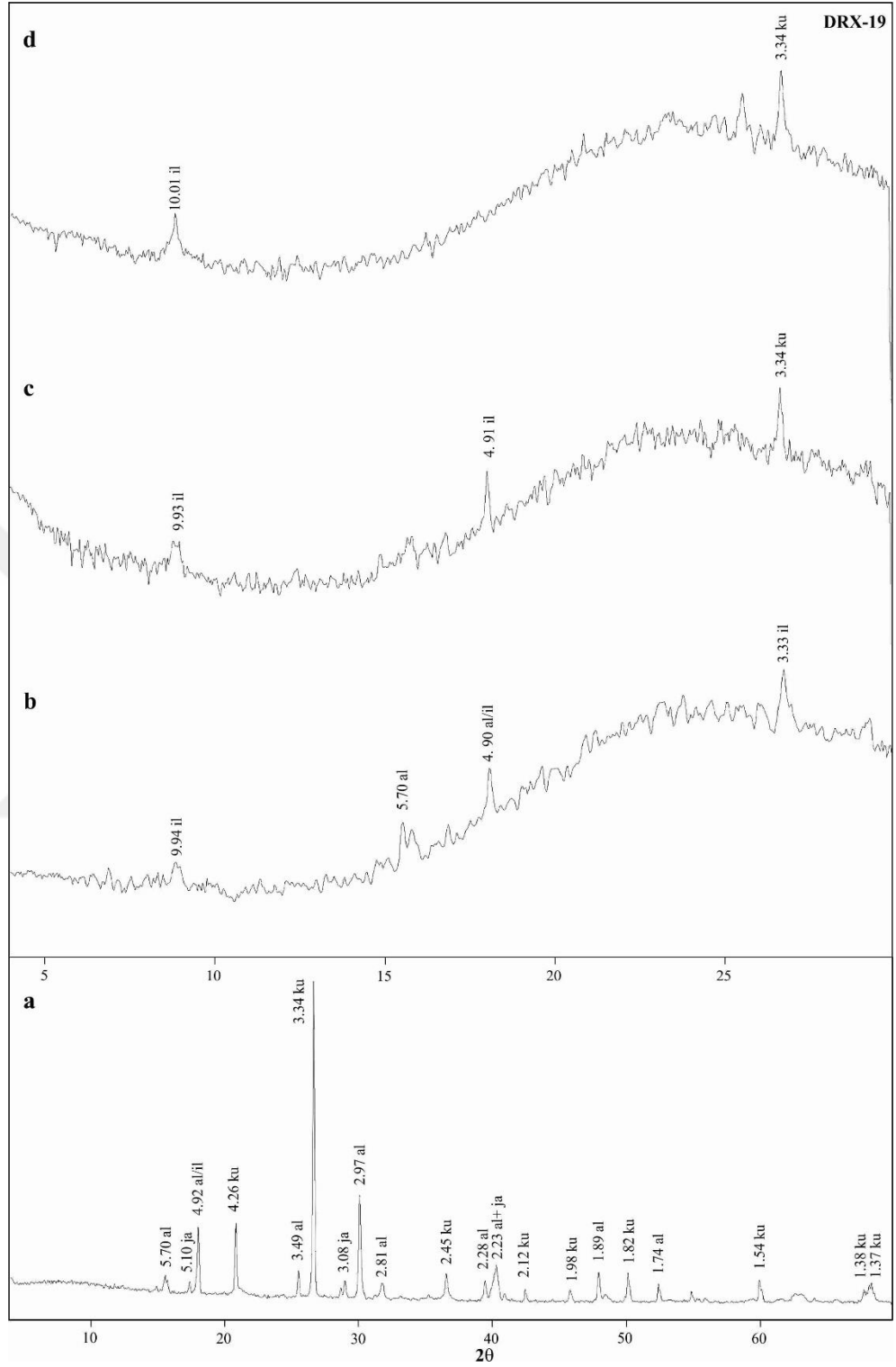
Çalışma alanının hemen her yerinde gözlenen alterasyon türlerinden birisi olan silisleşme zonu sağlam yapısı ile tepeler şeklinde korunmuştur (Şekil 3.1 ve Şekil 3.17). Gri, bej,

beyaz, kırmızı renk tonlarındaki zonun etrafında genellikle kaolenleşme zonu yer alır. Silika oluşumları breşik yapılar sunar.



Şekil 3.17 Danzut Tepe üzerinde gelişen silisleşme zonunun arazi görünümü.

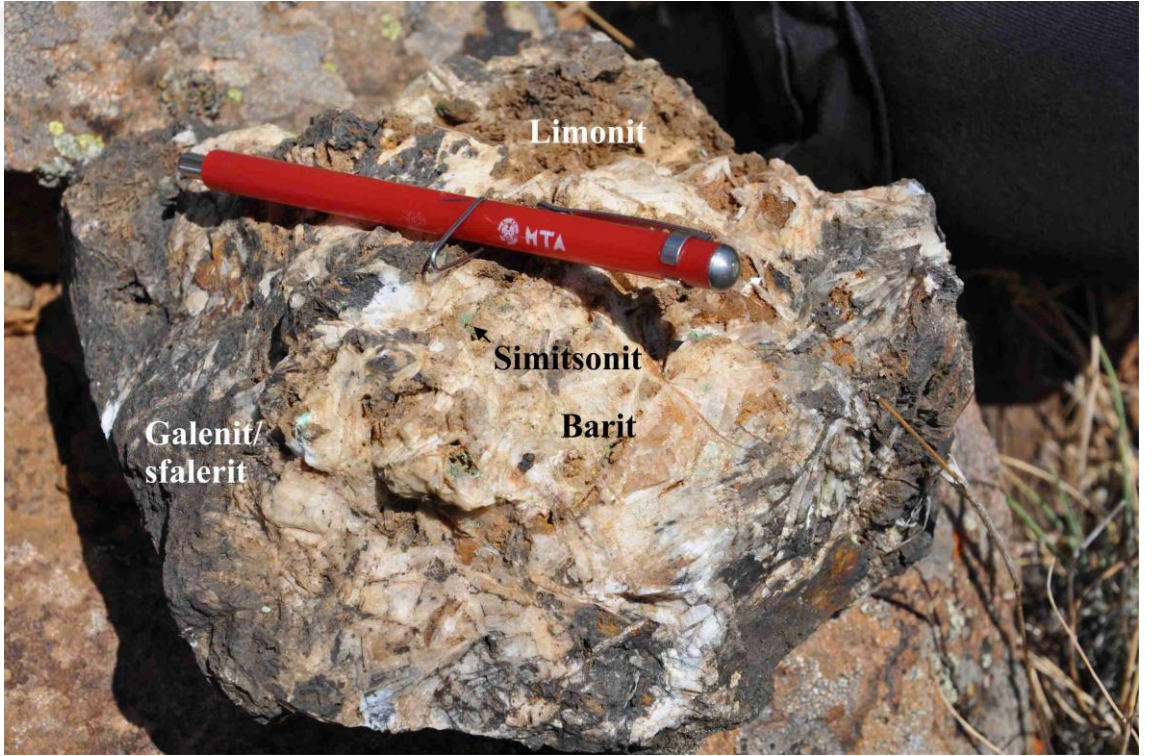
Silisleşmeler içerisinde alterasyon ürünlerin tespiti için bir adet (DRX-19) örnekte XRD analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.18). Normal çekimli XRD desenlerinde kuvars, illit, jarosit ve alünit mineralleri belirlenmiştir. Elde edilen XRD desenlerinde kuvars 3.34 Å, illit 4.95 Å piki ile karakteristiktir. Jarosit 5.20 Å, 3.08 Å ve 2.23 Å pikleriyle; alünit ise 5.70 Å, 4.92 Å, 3.49 Å, 2.97 Å, 2.81 Å, 2.28 Å, 1.89 Å ve 1.77 Å pikleriyle tanımlanmıştır. Jarosit ve alünit pikleri normal/etilen glikollü çekimlerde gözlenmektedir. Bu mineraller süperjen ürünler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.18 DRX-19 nolu numunenin XRD grafiği (a; normal çekim, b; etilen glikollü, c; 350°C fırınlamalı, d; 550°C fırınlamalı) (al; alünit, il; illit, ja; jarosit, ku; kuvars).

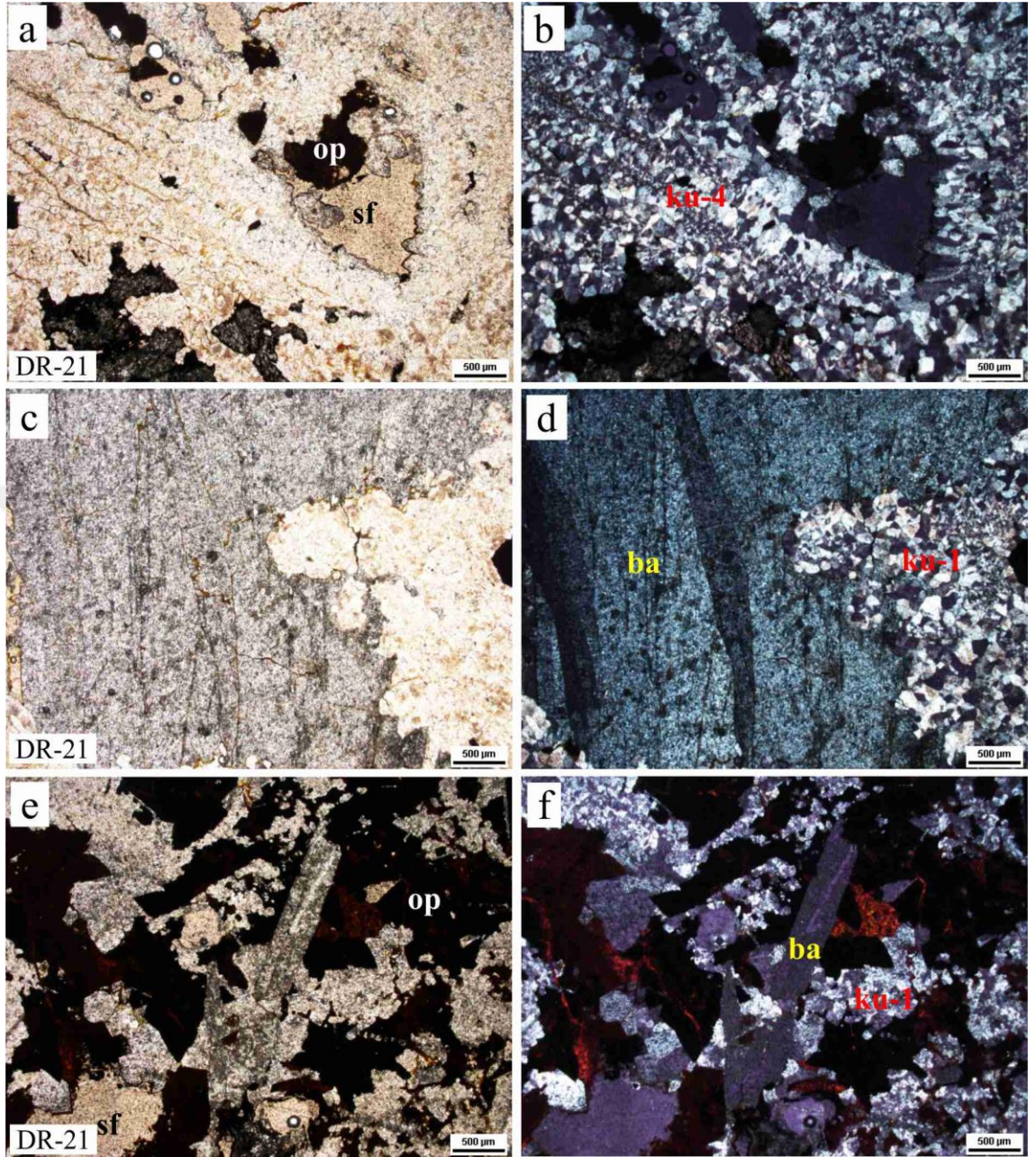
3.4 Cevherleşme

Cevherleşme, Çakırbağ Tepe kuzeyinde Orta-Geç Eosen Kabaköy formasyonuna ait andezitlerin içerisinde KD-GB ve KB-GD doğrultulu kırık hatları içerisinde devamı olmayan damarlar şeklinde gelişmiştir. Silisleşmiş zon içerisindeki cevherin doğrultusu $K30^{\circ}B$ 'dir. Kalınlığı ise 10 – 50 cm arasında değişir. Cevher minerali olarak galenit, sfalerit, pirit ve tennantit gözlenir (Şeki 3.19). Cevher minerallerine gang minerali olarak barit eşlik eder. Süperjen ürün olarak limonitleşmeler ve sfaleritin oksidasyonu sonucu simitsonitin geliştiği gözlenir.



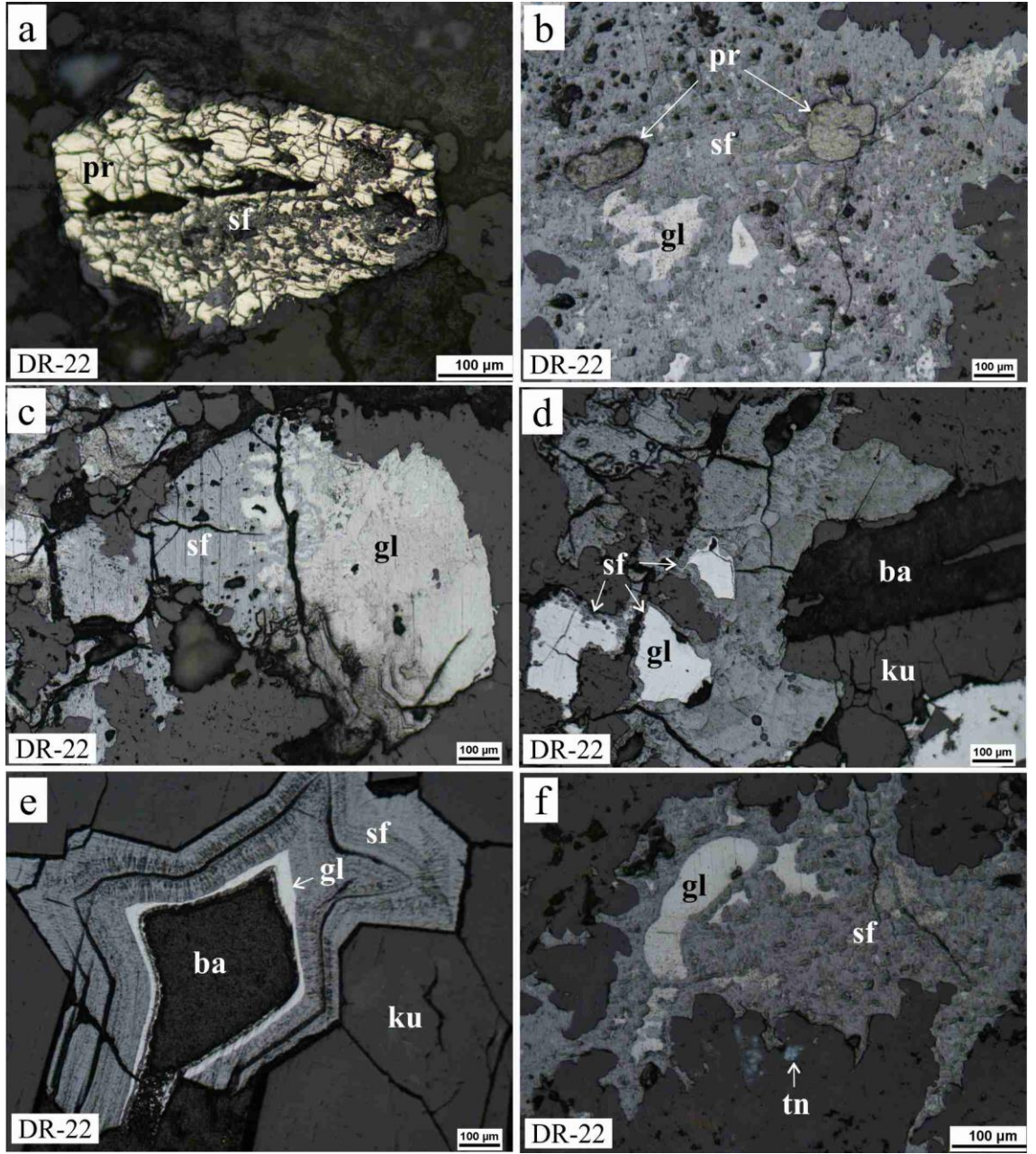
Şekil 3.19 Darıca Köyü alterasyon zonunda gelişmiş cevher ve gang minerallerinin arazi görüntüsü.

Bölgedeki cevherleşme zonuna ait örnekler mikroskopta incelendiğinde gang minerallerinin kuvars ve barit olduğu gözlenir (Şekil 3.20). Barit özşekilli ve uzun prizmatik kristaller halindedir (Şekil 3.20 c-d). Baritin rölyefi kuvarstan yüksek ve polisentetik ikizlenmeler sunar. Kuvars, mikrokristalin mozaik (ku-1) simetrik büyümüş kolloform (ku-4) dokularında gözlenir (Şekil 3.20 a-f).



Şekil 3.20 Darıca Köyü civarında cevher minerallerine eşlik eden; (a-b) kolloform dokulu kuvars, (c-d) barit ve mozaik dokulu kuvars, (e-f) barit, kuvars ve opak minerallerin mikroskobik görüntüleri (ba; barit, ku-1 ve ku-4; kuvars, op; opak, sf; sfalerit) (a, c ve e://N ve b, d ve f+N).

Çalışma alanındaki cevher mineralleri cevher mikroskobunda incelendiğinde majör hipojen cevher mineralleri olarak sfalerit ve galenitin geliştiği gözlenir (Şekil 3.21). Daha az bollukta ise pirit ve tennantit gelişmiştir. Cevher mineralleri genellikle özşekilsizdir. Sfalerit koyu gri, galenit ise açık gri renk tonları ile ayırt edilir.



Şekil 3.21 Darıca Köyü civarında cevher minerallerinin cevher mikroskobisi görüntüleri (ba; barit, gl; galenit, ku; kuvars, pr; pirit, sf; sfalerit, tn; tennantit).

Piritler genellikle kataklastik doku sunar (Şekil 3.21 a). Sfalerit, piritin kırıklarını doldurduğu ve piriti kenarları boyunca kuşatarak ornattığı gözlenir. Bu parajenetik ilişkiye göre sfalerit piritten sonra gelişmiştir. Az bolluktaki piritler, genellikle sfaleritler içerisinde kalıntılar halindedir (Şekil 3.21 b). Sfalerit, pirit ile birlikte galeniti de kenarları boyunca kuşatmıştır (Şekil 3.21 b, d, f). Galenit, çoğunlukla sfalerit içerisinde kapanımlar veya sfaleritler ile grift şeklinde gözlenir (Şekil 3.21 c). Barit etrafında galen ve sfalerit zonlanmaları (Şekil 3.21 e) ve galenitlerin kenarları boyunca sfalerit tarafından

ornatılması (Şekil 3.21 d) sfaleritlerin galenitlerden sonra oluştuğuna işaret eder. Tennantit ise kuvars içerisinde kapanımlar halindedir (Şekil 3.21 e). Tennantit grimsi-mavi rengi ile ayırt edilir.

3.5 Darıca Köyü Epitermal Sistemin Özellikleri ve Yorumlanması

Darıca Köyü civarında Orta-Geç Eosen yaşlı Kabaköy formasyonuna ait andezit ve bunların piroklastikleri içerisinde silika tepeciklerinin oluşması ve farklı renklerde geniş alterasyon sahalarının gelişmesi bölgede hidrotermal aktivitenin hâkim olduğunu gösterir. Alterasyon zonları içerisinde KB-GD doğrultulu kırıklar boyunca düzensiz damarlar şeklinde Pb-Zn mineralizasyonu gelişmiştir. Mineralojik-petrografik analizler sonucu mineral parajenezine göre propilitik (epidot, klorit, kalsit, pirit), serisitik (serisit-illit, kuvars, pirit), arjillik (illit, kaolin, kuvars) ve silisleşme alterasyon tipleri tanımlanmıştır. Alterasyon zonlarında gelişen mineraller ve cevher minerallerinin ornatım ilişkilerine göre pre-mineralizasyon, ana mineralizasyon ve süperejen olmak üzere üç ana evre tanımlanmıştır (Şekil 3.22). Pre-mineralizasyon klorit, epidot, feldispat, kalsit, kuvars ve pirit ile karakteristiktir. Kuvars dokuları (mikrokristalin mozaik ve kolloform) ve cevher minerallerin ornatım ilişkilerine göre ise cevherleşmenin serizitik alterasyonu ile ilişkili ana mineralizasyonun I. Fazında geliştiği tespit edilmiştir. I. Fazın ürünleri bolluk derecesine göre kuvars, barit, serizit/illit, sfalerit, galenit, pirit ve tennantitdir. Kaolinit, ana mineralizasyonun düşük sıcaklıklı II. Fazında gelişmiştir. Bu faz bolluk sırasına göre kuvars, kaolinit, serizit/illit ve pirit ile karakteristiktir. Son evre olan süperejen evrede ise hematit, limonit, simitsonit ve alünit/jarosit gelişmiştir. Çalışma alanında altın bulgusuna ulaşamamıştır. Ancak, Pb-Zn mineralizasyonu ile birlikte Ag içeren tennantit minerali az bollukta tespit edilmiştir.

Sığ derinliklerde oluşan epitermal yatakları düşük sıcaklıklı akışkanlarla (200-300 °C) Au, Ag ve baz metallere ev sahipliği yapar. Epitermal yataklar pH derecesi, akışkanların indirgenme derecesi ve S durumuna (indirgenmiş: HS⁻, H₂S ve oksitlenmiş: SO₃⁻², SO_{2(g)}) göre düşük sülfidasyon ve yüksek sülfidasyonlu yataklar olarak tanımlanır [39]. Dolayısıyla düşük veya yüksek sülfidasyonlu epitermal yataklar bu koşullara uygun cevher ve alterasyon ürünleri içerirler (Tablo 3.1). Bu yatak tipleri alterasyon ürünleri ile birlikte dokusal özelliklerde de farklılık sunar.

Evre Mineral		Pre-mineralizasyon	Mineralizasyon		Süpererjen
			I. Faz	II. Faz	
Cevher	Pirit	-----	-----	-----	
	Sfalerit		=====		
	Galenit		=====		
	Tennantit		-----		
	Hematit				=====
	Limonit				=====
	Simitsonit				-----
Gang / alterasyon	Epidot	=====			
	Klorit	=====			
	Feldispat	=====			
	Kuvars	-----	=====	=====	
	Kalsit	=====			
	Barit		=====		
	Serisit/illit		=====	-----	
	Kaolenit			=====	
	Alünit/jarosit				-----
			— bol — az ---- iz	Zaman	
*Sıcaklık	> 240 °C	187 - 230 °C	118 - 159 °C		

Şekil 3.22 Darıca Köyü epitermal cevherleşmesinin mineral parajenezi ve süksesyonu (*sıcaklık değerleri; [40] ve sıvı kapanım verileri).

Düşük-sülfidasyonla ilişkili yataklarda nötr-pH termal sularla alterasyon ürünleri gelişir [39]. White ve Hedenquist'e (1995) göre adularya ve kalsit nötr-pH koşullarda geliştiği için düşük sülfidasyonlu yataklarda yaygındır [39]. Yüksek sülfidasyonlu yataklarda ise bu mineraller gözlenmez [39]. Düşük sülfidasyonlu yataklarda yüzeyde silika tepecikleri yaygın gelişirken yüksek sülfidasyonlu yataklarda asidik akışkanların (pH: 2-3) etkinliğinden dolayı silika tepecikleri gelişmez. Asidik akışkanların yıkaması sonucu yüksek sülfidasyonlu yataklarda boşluklu kuvars dokuları yaygın gözlenir. Düşük sülfidasyonlu yataklarda ise tarak dokusu, simetrik ve kolloform bantlaşmalar, boşlukları çizgili şekilde dolduran kristaller, kalsedonik damarlar, damar breşleri gibi farklı kuvars dokuları gözlenir. Çalışma alanında yüzeyde silika tepecikleri (Şekil 3.17) ve kalsit oluşumları yaygındır. Kuvarslarda ise mikrokristalin mozaik (ku-1) (Şekil 3.8 ve Şekil 3.20), damar breşleri (ku-2) (Şekil 3.15), boşlukları çizgili şekilde dolduran kristaller (ku-3) (Şekil 3.15) ve kolloform (ku-4) (Şekil 3.20) gibi farklı dokular tespit edilmiştir. Bu

özellikler, bölgede nötr pH'a sahip akışkanların etkili olduğunu ve epitermal sistemin düşük sülfidasyonlu ortamda geliştiğine işaret eder. Alterasyon zonlarında belirlenmiş illit, klorit ve epidot gibi alterasyon ürünleri de düşük sülfidasyonlu epitermal sistemi karakterize eder.

Tablo 3.23 Darıca Köyü Pb-Zn-(Ag) mineralizasyonunun mineral parajenezi ve düşük sülfidasyonlu ve yüksek sülfidasyonlu yataklarla karşılaştırılması [39].

Mineral	Düşük sülfidasyon	Yüksek sülfidasyon	Darıca epitermal sistem
Pirit	Yaygın (bol)	Yaygın (bol)	Yaygın
Sfalerit	Yaygın (değişken)	Yaygın (oldukça az)	Yaygın
Galenit	Yaygın (değişken)	Yaygın (oldukça az)	Yaygın
Kalkopirit	Yaygın (oldukça az)	Yaygın (az)	Tespit edilmedi
Enarjit	Nadir	Yaygın (bol)	Tespit edilmedi
Tennantit-tetrahedrit	Yaygın (oldukça az)	Yaygın (değişken)	Oldukça az
Orpiment	Nadir	Nadir	Tespit edilmedi
Realgar	Nadir	Nadir	Tespit edilmedi
Arsenopirit	Yaygın (az)	Nadir	Tespit edilmedi
Kuars	Yaygın (bol)	Yaygın (bol)	Yaygın
Kalsit	Yaygın (değişken)	Yok	Yaygın
İllit	Yaygın (bol)	Yaygın değil (az)	Yaygın
Klorit	Var	Yok	Var
Epidot	Var	Yok	Var
Kaolinit	Nadir (üzerine büyüme hariç)	Yaygın (az)	Yaygın (düşük sıcaklık)
Pirofillit	Yok	Yaygın (değişken)	Yok
Alünit/jarosit	Yok (üzerine büyüme hariç)	Yaygın az	Var (Süperjen)
Barit	Yaygın (oldukça az)	Yaygın (az)	Yaygın

Bazı düşük sülfidasyonlu yataklarda, yüzeye yakın ısıtılmış suların etkinliği asidik ortamda duraylı olabilen kaolinit ve alunit gibi alterasyon minerallerinin oluşmasına sebep olabilmektedir [39]. Asit-sülfat sular, kırıklar boyunca ısıtılırsa yaklaşık 100°C'lik sıcaklıklarda bu tür alterasyonları oluşturabilmektedir [40]. Hidrotermal kaolinit ve alünit bu yataklarda cevherin üzerine büyümeler şeklinde gelişir. Eğer bu alterasyonlar jarosit içeriyorsa sülfidlerin günlenmesi de benzer alterasyonları üretebilir. Çalışma alanındaki

kaolinitler, kırıkları dolduran breşik kuvarslar (ku-2) ile ilişkili gelişmiştir (Şekil 3.15a-b). Kaolinitlerin hidrotermal alterasyonlarla geliştiği söylenebilir. Alünit/jarosit ise günlenme sonucu gelişmiştir. Sonuç olarak, Darıca Köyü epitermal sisteminin, kuvars dokuları, alterasyon tipleri ve cevher mineralleri ile düşük sülfidasyonlu epitermal yatak özelliği taşıdığını göstermektedir.



5.4.BÖLÜM

JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

5.14.1 Plütonik Kayaçların Jeokimyası

Bu bölümde Üst Kretase Kaçkar Granitoyidi I ve Eosen Kaçkar Granitoyidi II'nin jeokimyasal özelliklerine yer verilmiştir. Çalışma alanında alterasyondan az etkilenmiş Kaçkar Granitoyidi I ve Kaçkar Granitoyidi II'ye ait toplam 5 adet örneğin ana oksit element sonuçları ve ana oksit element içeriklerinden hesaplanmış CIPW normları Tablo 4.1'de sunulmuştur. Tablo 4.2'de ise örneklerin bazı iz element içerikleri verilmiştir. Örneklerin A.Z. değerlerinin düşük (<4%) olması bu örneklerin alterasyondan fazlaca etkilenmediklerine işaret eder (Tablo 4.1). Magmatik kayaçların sınıflandırılması ve jeotektonik ortamının belirlenmesi için bu analiz sonuçları kullanılarak farklı diyagramlarda değerlendirilmiştir.

Kaçkar Granitoyidi I'e ait tek örnekte SiO_2 % 56.90, Al_2O_3 % 16.60, Fe_2O_3 % 7.60, Na_2O % 3.30, K_2O % 3.20, CaO % 5.40, MgO % 3.10, MnO % 0.10, TiO_2 % 0.80 ve Ni 5 ppm'dir (Tablo 1 ve 2). Kaçkar Plütonu II ve plütonik kayacı kesen dayka ait element içerikleri ise birbirine yakın olup SiO_2 % 55.42–59.20, Al_2O_3 % 16.10–16.89, Fe_2O_3 % 5.71–7.41, Na_2O % 3.65–4.37, K_2O % 3.30–4.81, CaO % 5.00–6.60, MgO % 2.60–3.10, MnO % 0.10–0.13, TiO_2 % 0.71–1.00, Ni 7–21.7 ppm, Sr 530.8–553 ppm, Rb 134.6–142.4 ppm, Zr 151.6–169.7 ppm ve Ba 610.2–667.8 ppm arasında değişir.

Plütonik kayaçların sınıflandırılması CIPW-normları kullanılarak QAP (Şekil 4.1a) ve Q–ANOR (Şekil 4.1b) diyagramında yapılmıştır. Bu diyagramlara göre Kaçkar Plütonu II'ye ait örnekler monzonit ve Q-monzonit bileşimindedir. Kaçkar Plütonu I ise Q-monzonit/Q-monzodiyorit bileşimi sergiler. Örnekler SiO_2 ve K_2O diyagramına düşürüldüğünde tamamı yüksek-K kalkalkalen seri ve şoşonitik seri sınırı ve şoşonitik seri alanlarına düşer (Şekil 4.2). AFM diyagramında ise örneklerin tamamı kalk-alkalen bölgesinde yer alır (Şekil 4.3a).

Plütonik kayaçlar, Maniar ve Piccoli (1989)'un Shand indesine göre yaptığı sınıflamada, I-tipi granitler için karakteristik olan metaluminali bölgesinde yer alır [41] (Şekil 4.3b).

Tablo 4.1 Darıca Köyü civarındaki Üst Kretase Kaçkar Granitoyidi I ve Eosen Kaçkar Granitoyidi II'ye ait kayaçların ana oksit element içerikleri

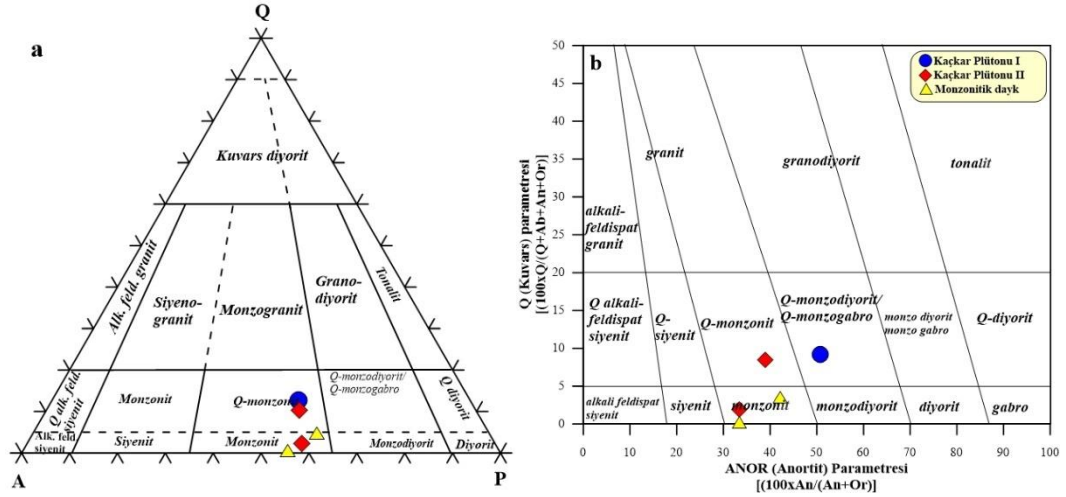
Magmatik kayaç	Kaçkar Granitoyidi I	Kaçkar Granitoyidi II		Kaçkar Granitoyidi II (dayk)	
Örnek no	DYM 20	DYM 129	DYM 129*	DYM 128	DYM 128*
Ana oksitler (%)					
SiO ₂	56.90	59.20	58.44	57.50	55.42
TiO ₂	0.80	0.90	0.71	1.00	0.79
Al ₂ O ₃	16.60	16.20	16.89	16.10	16.86
Fe ₂ O ₃	7.60	6.50	5.71	6.70	7.41
MnO	0.10	0.10	0.11	0.10	0.13
MgO	3.10	2.60	2.63	3.10	3.20
CaO	5.40	5.00	5.24	6.60	6.23
Na ₂ O	3.30	3.90	4.37	4.20	3.65
K ₂ O	3.20	3.80	4.31	3.30	4.81
P ₂ O ₅	0.50	0.50	0.45	0.40	0.38
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
A.Z.	2.10	0.85	0.32	0.50	0.15
Toplam	99.64	99.59	99.20	99.55	99.06
A/CNK	0.89	0.83	0.79	0.72	0.75
A/NK	1.87	1.54	1.43	1.54	1.50
Hesaplanmış CIPW normu					
Kuvars	7.60	7.05	1.58	2.60	0.00
Albit	30.98	35.80	39.83	38.93	33.76
Anortit	22.24	15.98	14.07	15.93	15.96
Ortoklaz	21.56	24.95	28.09	21.83	31.79
Diyopsit	1.76	4.24	6.46	10.43	9.18
Hipersten	13.24	9.40	7.78	7.76	1.11
Olivin	-	-	-	-	5.91
Manyetit	0.94	0.51	0.45	0.54	0.59
İlmenit	0.62	1.03	0.81	1.15	0.90
Apatit	1.06	1.03	0.93	0.84	0.79

*: AÜ YEBİM Lab. analiz sonuçları.

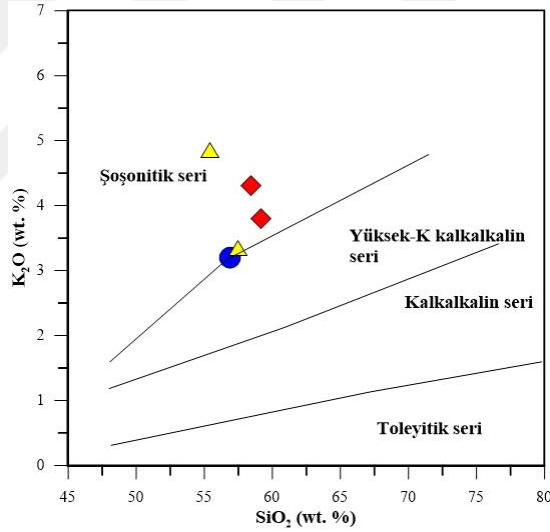
Tablo 4.2 Darıca Köyü civarındaki Üst Kretase Kaçkar Granitoyidi I ve Eosen Kaçkar Granitoyidi II'ne ait kayaçların bazı iz element içerikleri

Magmatik kayaç	Kaçkar Granitoyidi I	Kaçkar Granitoyidi II		Kaçkar Granitoyidi II (dayk)	
Örnek no	DYM 20	DYM 129	DYM 129*	DYM 128	DYM 128*
Bazı iz ve nadir toprak elementler (ppm)					
Co	11.0	9.0	57.4	9.0	110
Ni	5.0	7.0	11.5	7.0	21.7
Ga	-	-	18.6	-	22.3
Ge	-	-	2.1	-	2.7
As	3.0	8.0	15.3	6.0	10.6
Rb	-	-	134.6	-	142.4
Sr	-	-	530.8	-	553
Y	-	-	21.5	-	19.5
Zr	-	-	169.7	-	151.6
Nb	-	-	18.2	-	16.1
Sb	<5	<5	0.9	<5	0.9
Te	-	-	1.2	-	1.2
Cs	-	-	3.6	-	4.9
Ba	-	-	667.8	-	610.2
La	-	-	24.7	-	32.2
Ce	-	-	62.4	-	61.8
Hf	-	-	3.4	-	5.8
Ta	-	-	5.6	-	7.6
Th	-	-	19.0	-	18.4
U	-	-	8.5	-	8.6

Bölgedeki Plütonik kayaçlara ait örnekler okyanus sırtı granitoyidlerine (ORG) göre normalize edilmiş çoklu element diyagramları Şekil 4.4.'de verilmiştir. Bölgedeki kayaçların tamamı benzer zenginleşme ve fakirleşme eğilimi sunar. Kayaçlarda ORG'a göre K₂O, Rb, Ba, Th, Ta, Nb ve Ce elementlerince zenginleşme ve Hf, Zr ve Y elementlerince fakirleşme gözlenir.

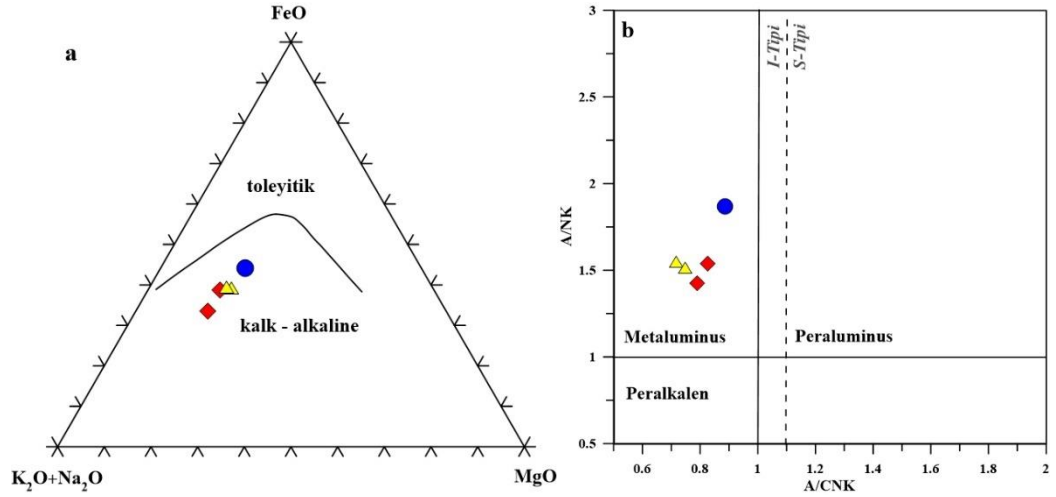


Şekil 4.3 Bayburt bölgesi plütönik kayaçların CIPW-normatif bileşimine göre (a) QAP (kuvars–A. feldispat–plajiyoklaz) [42] ve (b) ΣQ (Kuars) parametresi: $[(100xQ)/(Q+Ab+An+Or)] - \Sigma ANOR$ (Anortit) parametresi: $[(100xAn)/(An+Or)]$ [43] sınıflaması.

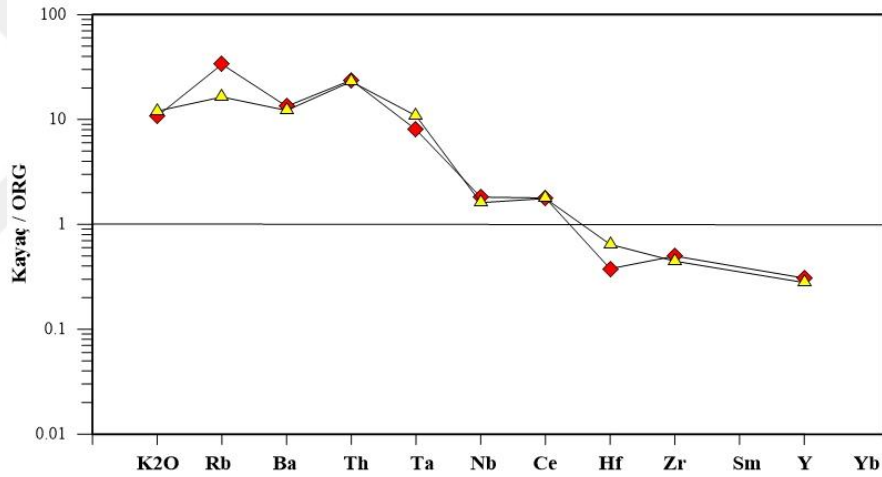


Şekil 4.4 Bayburt bölgesi plütönik kayaçlarının SiO₂ karşı K₂O diyagramında [44] sınıflandırılması (örnek simgeleri 4.1 ile aynıdır).

Plütönik kayaçlarda gözlenen pozitif K ve Rb anomalisi bu elementlerin fraksiyonel kristalleşmenin son safhasına kadar eriyikte kalması ve K-feldispat kristallerinin bünyesine girmesiyle ilişkilidir. Nb elementi ise hornblend, biyotit ve manyetit minerallerinin fraksiyonlaşması ile ilişkilidir. Ancak diyagramlarda Nb pozitif bir anomali sergilemesi gerekirken, negatif bir anomali sunmaktadır. Bu durum, yüksek sıcaklıklarda erken kristalleşen ferromagnezyen silikatlarca zengin mafik kayaçta tutularak Nb'u ortamdan uzaklaştırması ile açıklanabilir. Dolayısıyla arta kalan eriyikten itibaren oluşan plütönlarda Nb'un düşük derişim gösterdiği söylenebilir.



Şekil 4.5 Bayburt bölgesi plütonik kayaçların (a) AFM [45] ve (b) mol A/NK [(Al₂O₃/(Na₂O+K₂O)) – mol A/CNK [(Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O))] diyagramında [41] magma karakteristiği (örnek simgeleri 4.1 ile aynıdır).

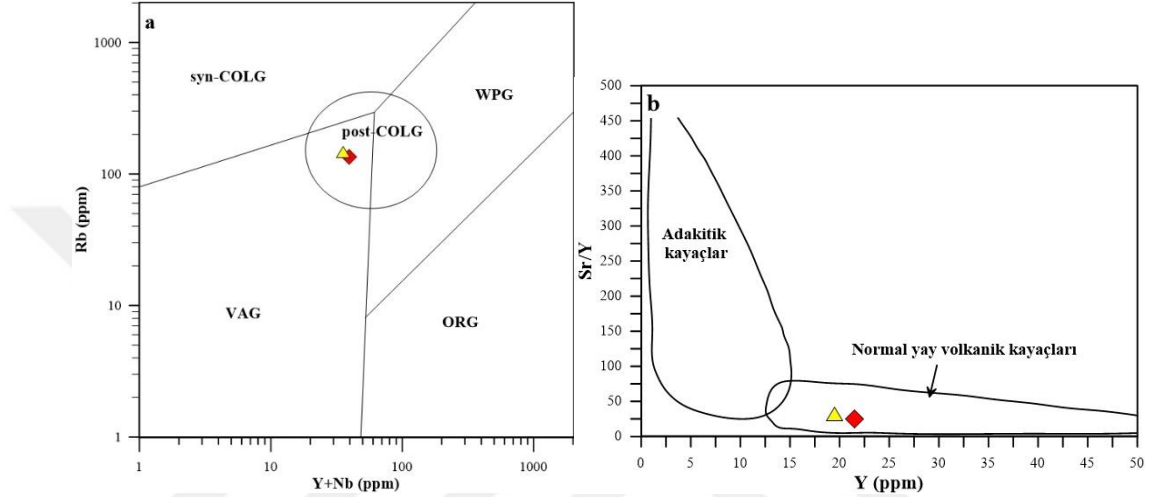


Şekil 4.6 Bayburt bölgesi plütonik kayaçların iz elementler için çoklu element diyagramlarında gösterimi (ORG-normalize değerler [46]'dan alınmıştır) (örnek simgeleri 4.1 ile aynıdır).

ORG'a göre normalize edilmiş diyagramda, Ce'un bütün örneklerde pozitif bir anomali sergilemektedir. Fraksiyonel kristalleşme sırasında Ce özellikle apatit ve klinopiroksenlerin bünyesine katılır. İnceleme alanındaki plütonlarda izlenen pozitif Ce anomalisinin bu minerallerden kaynaklandığı düşünülmüştür. Ba ve Rb benzer jeokimyasal özelliklere sahiptir ve baryum, K-feldispatın bünyesinde yer alabilir.

Kaçkar Plütonu II'ye ait örneklerde, büyük iyon yarıçaplı elementlerde (LILE; Rb, Ba, Th ve K) zenginleşme ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE; Ta, Nb, Hf, Y ve Zr) fakirleşmeler magmanın dalma batma süreci ile ilişkili olarak geliştiğine işaret eder [46].

İz element içerikleri açısından plüton manto kökenli ve kıtasal kabukla etkileşime girmiş volkanik yay granitlerle (VAG) benzer özellikler sunduğu söylenebilir. Bölgedeki Eosen plütonlarına ait iz elementler Rb – Y+Nb diyagramında [46] ise çarpışma sonrası granitoidler için karakteristik olan üçlü sınırda ve VAG alanına düşmektedir (Şekil 4.5a). Sr/Y – Y [47] diyagramında da normal yay volkanik kayaçlar alanında yer alır (Şekil 4.5b).



Şekil 4.7 Bayburt bölgesi plütonik kayaçların (a) Rb – Y+Nb [46] ve (b) Sr/Y – Y [47] iz elementler diyagramlarında gösterimi (örnek simgeleri 4.1 ile aynıdır).

5.2.4.2 Kabaköy Formasyonuna Ait Volkanik Kayaçların Jeokimyası

Alterasyonların yoğun geliştiği Kabaköy formasyonuna ait andezit, andezitikbazalt, bazalt ve bunların piroklastik kayaçlarına ait jeokimyasal analiz sonuçları Tablo 4.3'de sunulmuştur. Ayrıca, jeokimya sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla, jeokimyasal tanımlamalarda Bayburt – Gümüşhane bölgesinde yüzeyleyen Eosen yaşlı volkanik kayaçlara ait 4 adet jeokimya sonucu kullanılmıştır [16]. Volkanik kayaçlarda SiO₂ % 49.06–58.50, Al₂O₃ % 14.85–18.11, TiO₂ % 0.65–1.25, Na₂O % 1.75–3.87, K₂O % 0.90–2.86, Fe₂O₃ % 6.61–9.65, MgO % 2.00–6.15, Ni <5.0–19.0 ppm, Sr 265.5–621.8 ppm, Zr 81.8–138.8 ppm ve Ba 353.6–711.7 ppm arasında değişir. Örneklerin A.Z. değerlerinin % 0.32–9.17 arasında değişmekte olup bu kayaçların hidrotermal alterasyonlardan etkilendiğine işaret eder (Tablo 4.3).

Tablo 4.8 Kabaköy formasyonuna ait volkanik kayaların ana oksit ve bazı iz element içerikleri

Kayaç	Andezit ve piroklastik				Bazaltik andezit ve piroklastik			Bazik dayk	
	Örnek no	DYM121*	DYM-123*	DYM-122 ^P *	DYM124 ^P *	DYM130	DYM130*	DYM-125 ^P *	DYM126*
Ana oksitler (%)									
SiO ₂	56.88	55.34	57.62	54.23	58.50	58.22	49.06	56.45	55.07
TiO ₂	0.79	0.79	0.65	0.99	0.90	0.79	1.25	0.86	0.82
Al ₂ O ₃	14.85	15.75	15.69	18.11	16.60	17.19	16.36	16.31	15.62
Fe ₂ O ₃	9.17	6.61	7.61	6.90	7.61	9.65	8.76	8.44	8.76
MnO	0.13	0.21	0.16	0.22	0.20	0.13	0.22	0.15	0.16
MgO	4.36	6.15	4.29	3.21	2.00	3.28	7.31	3.92	4.93
CaO	6.91	0.31	0.72	4.74	6.90	7.55	9.35	7.63	7.53
Na ₂ O	2.46	3.84	3.57	1.75	3.50	3.75	2.16	3.87	3.33
K ₂ O	2.86	1.01	1.28	1.86	0.90	0.90	1.56	1.82	1.10
P ₂ O ₅	0.31	0.26	0.25	0.23	0.30	0.29	0.18	0.33	0.35
V ₂ O ₅	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
A.Z.	1.10	1.10	7.25	2.40	2.10	0.33	2.04	0.32	1.07
Toplam	99.39	99.64	99.12	99.80	98.84	99.89	99.05	99.94	99.45
Bazı iz ve nadir toprak elementler									
Co	67.5	66.6	60.6	61.3	9.0	51.0	85.0	101	61.0
Ni	19.0	2.3	3.0	16.9	<5	4.0	9.5	4.6	12.3
Cu	144.4	36.4	7.0	135.1	14.0	16.3	47.8	14.5	29.4
Zn	79.5	139.5	92.0	86.8	38.0	74.2	69.3	82.8	74.1
Ga	17.2	20.3	16.8	19.7	-	21.3	21.9	22.0	21.2
Ge	0.9	0.8	1.2	0.8	-	1.5	1.2	2.1	1.2
As	5.2	45.7	46.4	29.6	4.0	11.4	9.4	8.1	44.2
Se	0.4	0.7	6.9	0.5	-	0.6	0.5	0.9	0.5
Br	0.3	1.1	0.5	0.3	-	0.3	0.6	1.3	0.9
Rb	78.7	32.9	37.7	31.9	-	24.3	30.5	41.5	14.4
Sr	621.8	317.1	265.5	509.7	-	572.7	534.6	543.6	512.3
Y	20.2	16.7	15.8	25.5	-	18.8	19.0	20.2	21.7
Zr	138.8	117.8	113.2	112.2	-	126.5	81.8	114.4	110.6
Nb	14.1	7.4	3.5	9.0	-	3.4	10.8	11.3	10.1
Cd	1.0	1.3	0.9	0.9	-	0.9	1.0	0.9	0.9
Sb	1.0	0.9	3.6	0.8	<5	0.9	0.9	0.9	1.0

^P: Piroklastik kayaç; *: AÜ YEBİM Lab. analiz sonuçları.

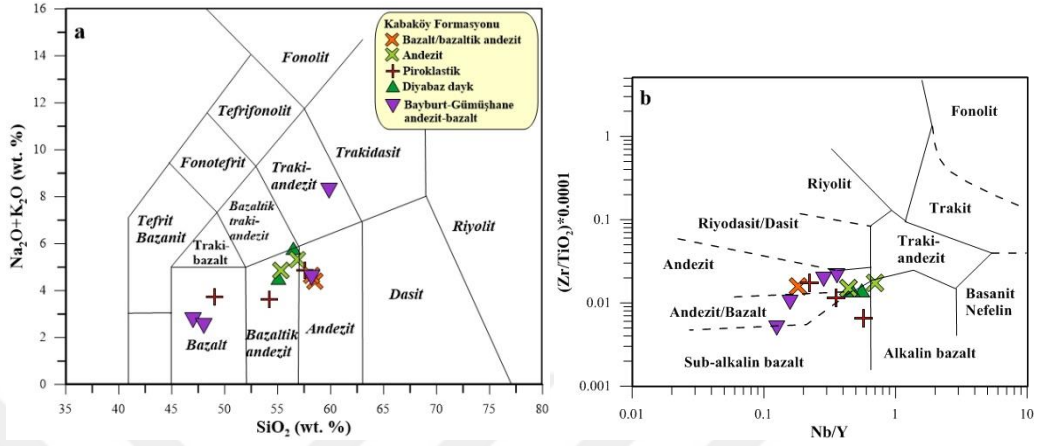
Tablo 4.3 devamı

Kayaç	Andezit ve piroklastik				Bazalt-andezit ve piroklastik			Bazik dayk	
Örnek no	DYM121*	DYM-123*	DYM-122P*	DYM124P*	DYM130	DYM130*	DYM-125P*	DYM126*	DYM127*
Bazı iz ve nadir toprak elementler									
Te	1.3	1.1	1.2	1.2	-	1.2	1.3	1.2	1.2
Cs	3.7	3.4	3.5	3.6	-	3.5	5.8	3.5	3.5
Ba	711.7	353.6	454.1	602.3	-	571.9	436.3	488.2	483.7
La	22.8	32.4	24.1	22.4	-	19.6	16.7	19.1	22.1
Ce	52.6	33.5	24.1	28.0	-	39.6	18.5	42.1	31.4
Hf	5.4	3.1	2.1	5.8	-	2.8	3.9	2.9	3.4
Ta	6.7	3.5	5.0	6.7	-	3.9	4.4	3.8	3.7
Bi	0.6	0.7	7.1	0.7	<5	0.9	0.9	1.6	1.0
Th	9.3	4.5	4.0	4.5	-	5.2	0.8	3.6	1.6
U	23.0	9.1	15.6	9.8	-	8.1	9.5	9.1	8.3

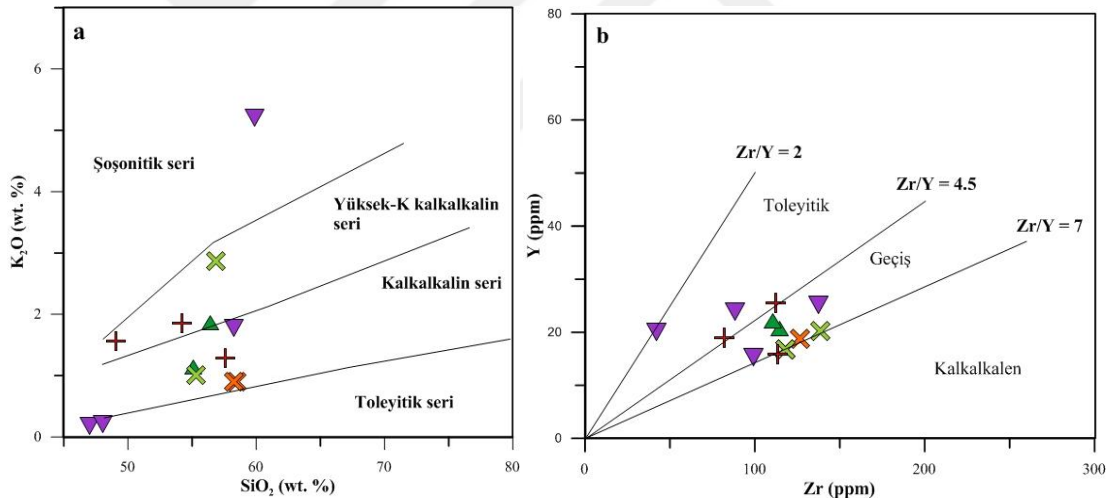
Eosen yaşlı Kabaköy formasyonuna ait volkanik ve bunların volkaniklastik kayaçları ve bu birimleri kesen bazaltik dayklar ve Bayburt – Gümüşhane bölgesindeki volkanik kayaçlar toplam alkaliye ($\text{Na}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O}$) karşı SiO_2 diyagramında trakiandezit, andezit, bazalt ve bazaltik andezit alanlarına düşer (Şekil 4.6a). Çalışma alanında propilitik (epidot, klorit ve kalsit), serisitik (serisit-illit, kuvars, pirit), arjillik (illit, kaolin, kuvars) ve silisleşme gibi hidrotermal alterasyonların yoğun gelişmesinden dolayı kayaçların jeokimyasal ve petrolojik sınıflamalarında hareketsiz ve daha az hareketli davranan Zr, Ti ve Y gibi bazı iz elementler de kullanılmıştır. Bölgedeki ve Bayburt – Gümüşhane bölgesindeki volkanik kayaçlara ait örnekler, Winchester ve Floyd (1977)'in $(\text{Zr}/\text{TiO}_2)*0.0001$ karşı Nb/Y diyagramında sınıflandırıldığında volkanik kayaçlar andezit, volkanoklastik kayaçlar andezit, andezit/bazalt ve sub-alkalin bazalt, damar kayaçlarının ise sub-alkalin bazalt bileşiminde olduğu gözlenir [48] (Şekil 4.6b). Volkanik kayaçların tamamı (Bayburt – Gümüşhane bölgesindeki üç örnek hariç) K_2O karşı SiO_2 diyagramında kalkalkalin seri ve yüksek-K kalkalkalin seri alanına düşer (Şekil 4.7a). Y'a karşı Zr diyagramında incelendiğinde volkanik ve damar kayaçlarının tamamı kalkalkalen ile toleyit arasında geçiş karakterli ve volkaniklastik kayaçlar toleyitik karakter sınırındadır (Şekil 4.7b).

Çalışma alanı ve Bayburt – Gümüşhane bölgesindeki (iki örnek hariç) volkanik kayaçların tamamı AFM diyagramında kalk-alkalen bölgesinde yer alır (Şekil 4.8a).

Piroklastik kayaçlar ise toleyitik sınırına düşer. Maniar ve Piccoli (1989)'un Shand indeksine göre yaptığı sınıflamada ise örneklerin tamamı I-tipi granitler için karakteristik olan metaluminalı bölgesinde yer alır [41] (Şekil 4.8b).



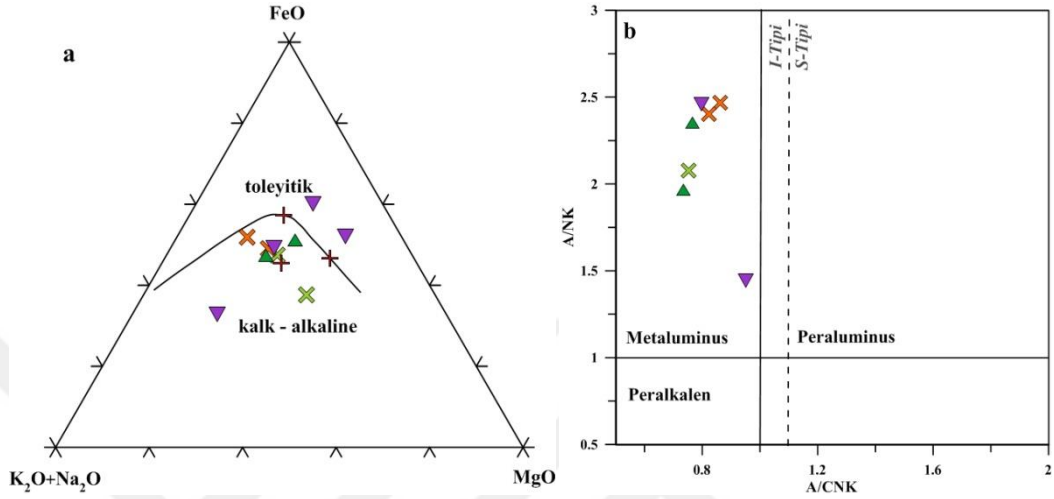
Şekil 4.9 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçların (a) $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ karşı SiO_2 [49], (b) $(\text{Zr}/\text{TiO}_2) \cdot 0.0001$ karşı Nb/Y [48] diyagramında sınıflaması.



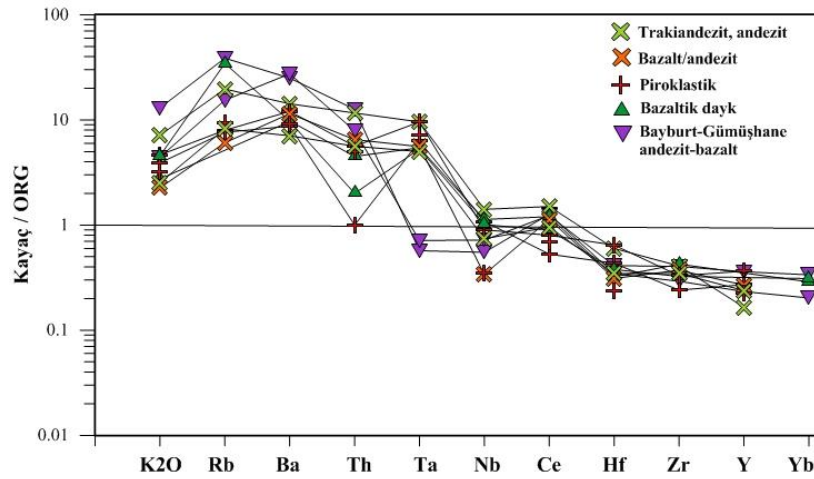
Şekil 4.10 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaçların (a) K_2O karşı SiO_2 [44], (b) Zr 'a karşı Y diyagramında sınıflaması (Toleyitik-geçiş-kalkalkalen ayırım çizgileri [50]'den alınmıştır) (örnek simgeleri 4.6 ile aynıdır).

Çalışma alanı ve Bayburt – Gümüşhane bölgesindeki Orta-Geç Eosen yaşlı volkanik kayaçlar okyanus sırtı granitoidlerine (ORG) göre normalize edilmiş element diyagramlarında incelendiğinde benzer zenginleşme ve fakirleşme eğilimi (Ta elementi hariç) sunduğu gözlenir (Şekil 4.9). ORG'a göre normalize edilmiş diyagramda, Ce elementi bütün örneklerde pozitif bir anomali sergilerken Ta elementi sadece çalışma alanındaki volkanik kayaçlarda zenginleştiği gözlenir. Ce'un klinopiroksenlerin bünyesine katılarak zenginleştiği ve pozitif anomali sunduğu düşünülmüştür. Siderofil

elementlerden olan Ta ise çalışma alanındaki cevherleşme ile ilişkilendirilmiştir. Bütün volkanik kayalar büyük iyon çaplı litofil elementler (LILE: Rb, Ba, Th ve K) açısından kalıcılığı yüksek elementlere (HFSE: Nb, Hf, Y ve Zr) göre zenginleşme göstermesi magmanın dalma batma süreci ile ilişkili olarak geliştiğine işaret eder [46].



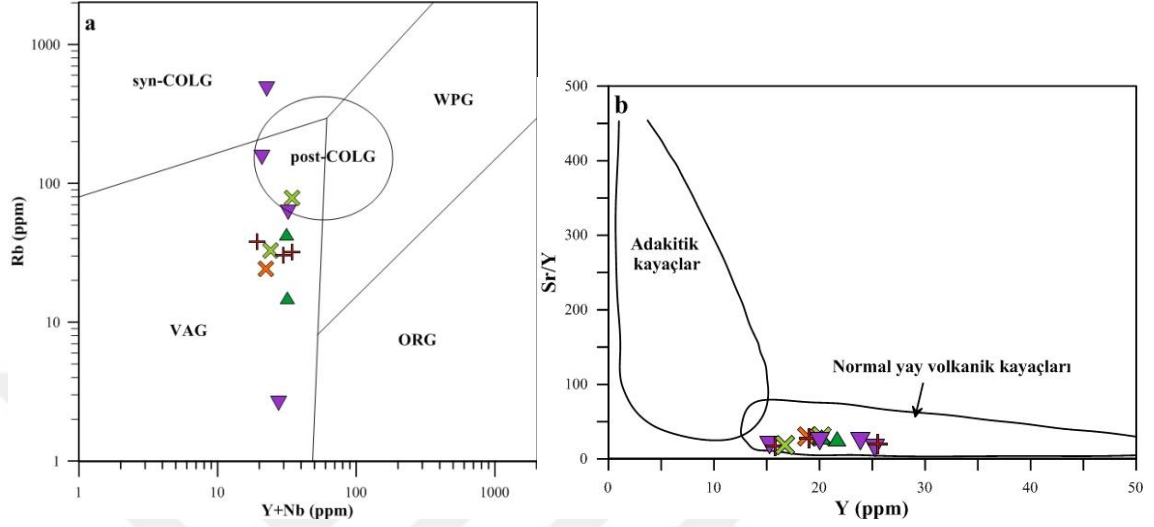
Şekil 4.11 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaların (a) AFM [45] ve (b) mol A/NK [(Al₂O₃/(Na₂O+K₂O))] – mol A/CNK [(Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O))] diyagramında [41] magma karakteristiği (örnek simgeleri 4.6 ile aynıdır).



Şekil 4.12 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaların iz elementler için çoklu element diyagramlarında gösterimi (ORG-normalize değerler [46]'dan alınmıştır) (örnek simgeleri 4.6 ile aynıdır).

Kabaköy formasyonuna ait volkanik kayalar iz element içerikleri açısından manto kökenli ve kıtasal kabukla etkileşime girmiş volkanik yay granitlerle (VAG) benzer özellikler taşır. Volkanik kayalar Rb – Y+Nb tektonik ayırtman diyagramında incelendiğinde [46] çoğunluğu volkanik yay granitleri (VAG) ve birkaç örnek

çarpışmayla eş zamanlı (syn-COLG) ve çarpışma sonrası oluşmuş (post-COLG) granitler alanlarına düşer (Şekil 4.10a). Sr/Y – Y [47] diyagramında ise bütün volkanik kayalar normal yay volkanik kayalar alanında yer alır (Şekil 4.5b).



Şekil 4.13 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayaların (a) Rb – Y+Nb [46] ve (b) Sr/Y – Y [47] iz elementler diyagramlarında gösterimi (örnek simgeleri 4.6 ile aynıdır).

5.34.3 Alterasyon Zonunun Jeokimyası

Alterasyon zonlarının jeokimyasal özelliklerinin belirlemek için 123 adet yüzey numunesi alınmıştır. Bu numunelerin tamamında ana oksit analizleri yapılmış olup serizitleşme indeksi (SI) ve kimyasal alterasyon indeksi (CIA) değerleri ile birlikte Ek 1’de sunulmuştur.

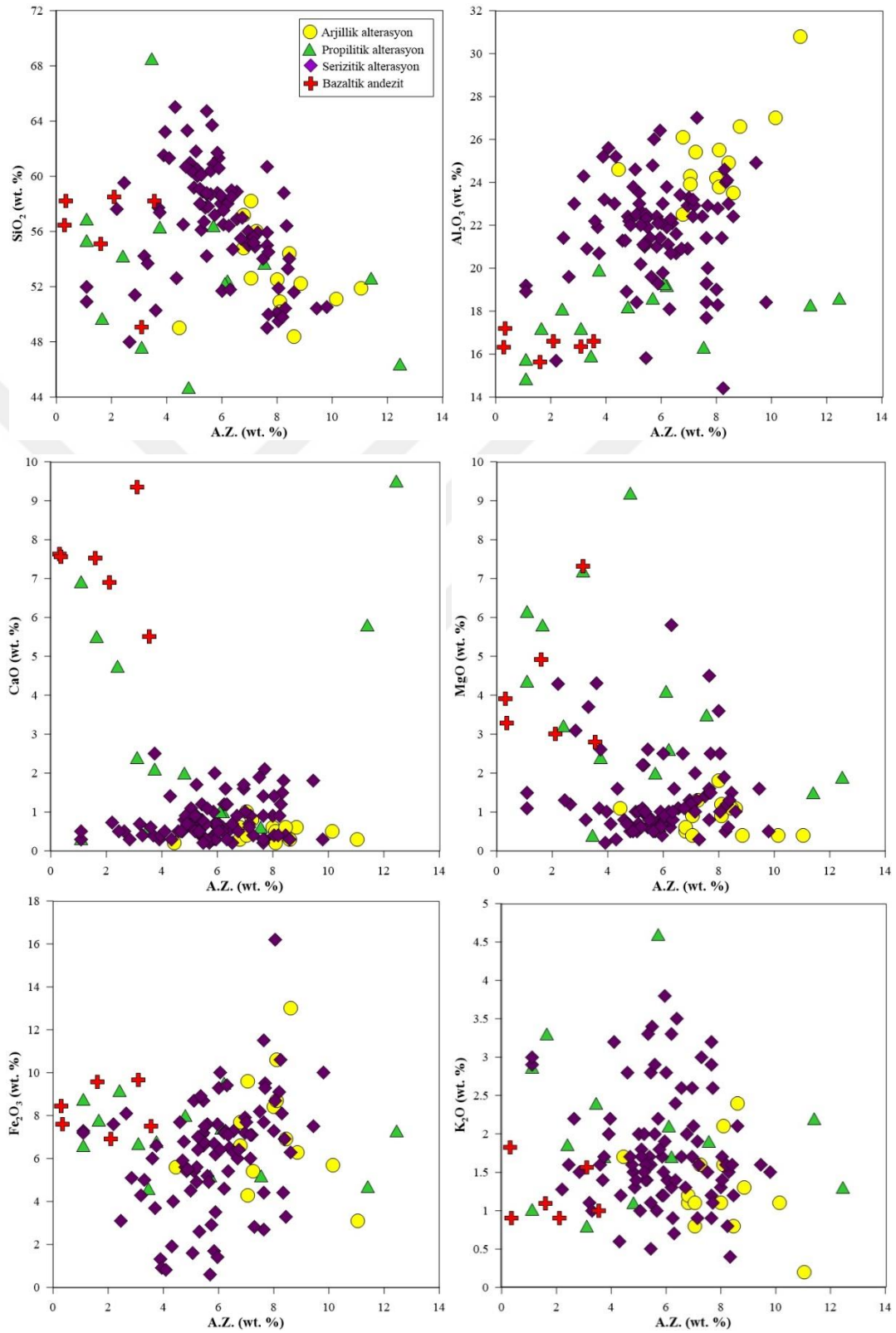
Çalışma alanındaki bazaltik andezitler ve piroklastiklerin SiO₂ içerikleri % 49.06–58.50; Al₂O₃ içerikleri % 15.62–17.19; Fe₂O₃ içerikleri 6.90–9.58; MgO içerikleri % 2.80–7.31; CaO içerikleri % 5.5–9.35; Na₂O içerikleri % 2.16–3.87; K₂O içerikleri % 0.90–1.82, A.Z. değerleri % 0.30–3.55 arasında değişir. Andezit ve piroklastiklerin ise SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O içerikleri ve A.Z. değerleri sırasıyla % 49.70–56.88, % 14.85–18.11, 7.80–9.17, % 3.21–5.80, % 4.74–6.91, % 1.75–4.20, % 1.86–3.30 ve % 1.10–2.40 arasındadır. Propilitik alterasyona uğramış kayaların SiO₂ içerikleri % 44.70–68.50; Al₂O₃ içerikleri % 15.75–19.90; Fe₂O₃ içerikleri 4.60–9.50; MgO içerikleri % 0.40–9.20; CaO içerikleri % 0.30–9.50; Na₂O içerikleri % 0.10–5.10; K₂O içerikleri % 0.80–4.40, A.Z. değerleri % 3.10–11.40 arasında değişir. Serisitik alterasyon zonunda SiO₂ içerikleri % 49.50–65.00; Al₂O₃ içerikleri % 14.40–27.00; Fe₂O₃ içerikleri 0.60–

16.20; MgO içerikleri % 0.30–5.80; CaO içerikleri % 0.20–1.90; Na₂O içerikleri % 0.70–4.80; K₂O içerikleri % 0.40–3.80, A.Z. değerleri % 1.10–9.80 arasındadır. Kaolinitik alterasyon zonunda ise SiO₂ içerikleri % 48.40–57.20; Al₂O₃ içerikleri % 22.50–30.80; Fe₂O₃ içerikleri 3.10–13.00; MgO içerikleri % 0.40–1.80; CaO içerikleri % 0.20–1.00; Na₂O içerikleri % 0.50–2.30; K₂O içerikleri % 0.20–2.40 ve A.Z. değerleri % 4.45–11.05 arasında değişir. Volkanik kayalardan arjillik alterasyon zonlarına doğru kayaların Al₂O₃ içerikleri ve A.Z. değerlerinin arttığı gözlenir (Şekil 4.11). Volkanik kayalar içinde gelişen propilitik alterasyon zonunda MgO/CaO volkanik kayalara göre kısmen artmakta veya azalmaktadır (Şekil 4.11). K₂O içerikleri ise genellikle artış sunmaktadır. Bu değişimler klorit, epidot ve serisit oluşumları ile ilişkilendirilmiştir. Serizitik alterasyon zonunda ise SiO₂, Al₂O₃, K₂O ve Fe₂O₃ içeriklerindeki artışlar silisleşme, serisit/illit ve pirit oluşumları ile ilişkilendirilmiştir.

Çalışma alanında alterasyon zonlarındaki kayaların serizitleşme/illitleşmenin etkinliğini belirlemek için Myers ve MacLean (1983) tarafından tanımlanmış serizitleşme indeksi ($SI = K_2O / (K_2O + Na_2O)$) hesaplanmıştır [51]. SI değerleri, bazaltik andezit ve piroklastik kayaları için 0.19–0.42 (ort. 0.33); propilitik alterasyon için 0.17–0.96 (ort. 0.33), serisitik alterasyon için 0.17–0.79 (ort. 0.23) ve kaolinit alterasyon için 0.29–0.89 (ort. 0.41) arasında değişmektedir. SI değerlerine karşı (K₂O+Na₂O) değerleri diyagrama aktarıldığında bazaltik andezitlerin kalk-alkali alanına düştüğü gözlenir (Şekil 4.12). Propilitik ve serizitik alterasyona uğramış örnekler çoğunluğu kalk-alkali ve hidrotermal alterasyon alanlarında yer alır. Kaolinitik alterasyona uğramış örneklerin tamamı ise hidrotermal alterasyon alanına düşer.

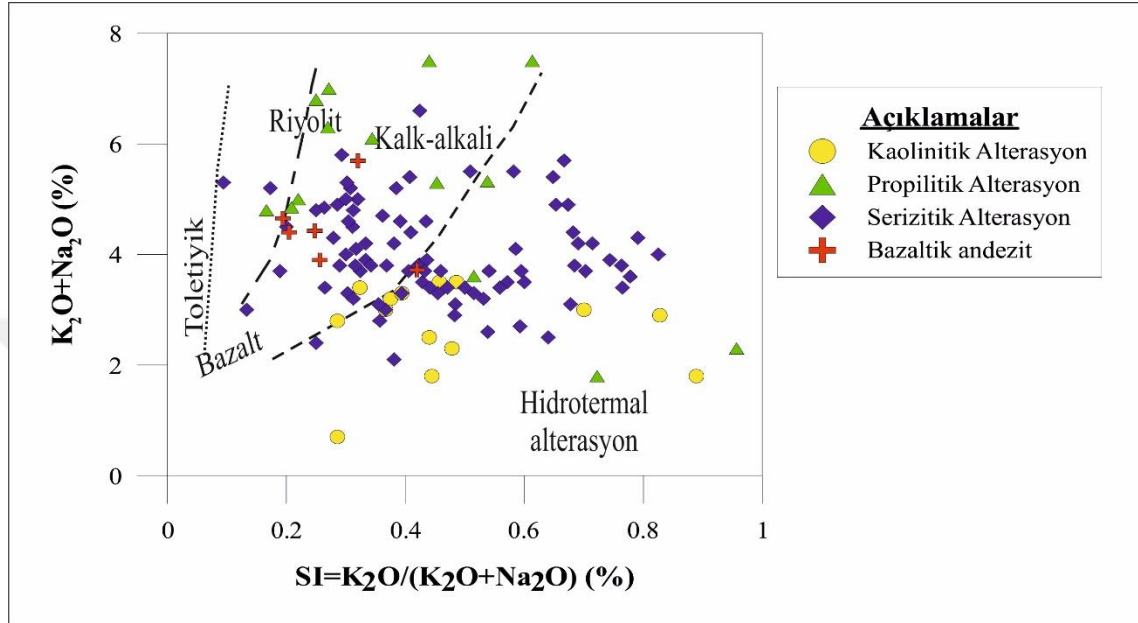
Ana element bileşimlerindeki değişimler derinsel bozuşma indeksi (Kimyasal Alterasyon İndeksi – CIA = $molar\ Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O) \times 100$) ile değerlendirilmektedir [52]. Nesbit ve Young (1982)'e göre kaolinit ve klorit gibi fillosilikatların CIA değeri 95–100, simektit/illitin ise CIA değeri 75–85 arasında değişir [52]. Al₂O₃–(CaO+Na₂O)–K₂O diyagramında çalışma alanındaki bazaltik andezitlerin CIA değerleri 55.04–65.85 (ort. 56.11); propilitik alterasyonların CIA değerleri 54.84–75.31 (ort. 74.29); serisitik alterasyonların CIA değerleri 73.80–85.82 (ort. 77.63) ve kaolinitik alterasyon zonunun CIA değerleri 86.45–96.86 (ort. 89.21) arasında değişir (Şekil 4.13). Bu diyagrama göre, bölgedeki plajiyoklazların

alterasyonu sonucu CaO, Na₂O ve K₂O içeriklerinde azalma ve Al₂O₃ içeriğinde artışlar ile smektit/illit ve kaolinit gelişmiştir.

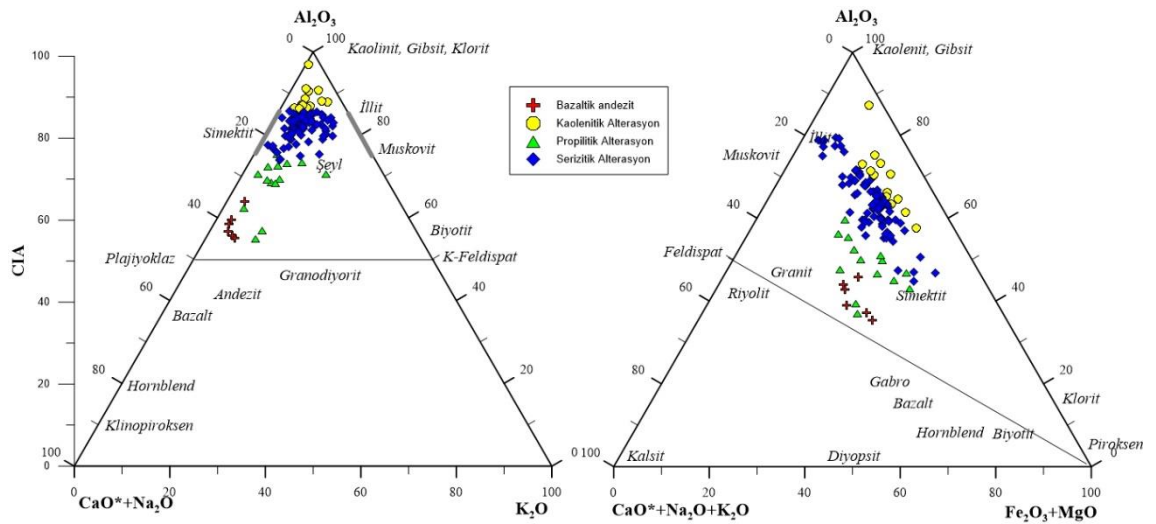


Şekil 4.14 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayalar ve alterasyon zonlarının SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Fe₂O₂ ve K₂O içeriklerine karşı A.Z. değeri.

$Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ diyagramında örneklerin tamamı piroksen feldispat çizgisinin üzerinde yer alır (Şekil 4.13). Serizitik alterasyon ürünleri simektit ile illit arasında uzanır. Kaolinitik alterasyon ürünleri ise simektit ile kaolinit arasında yer alır.



Şekil 4.15 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayalar ve alterasyon zonlarındaki kayaların serisitleşme indeksine (SI) karşı (K_2O+Na_2O) [53] diyagramında dağılımları.



Şekil 4.16 Bayburt bölgesindeki Orta-Geç Eosen volkanik kayalar ve alterasyon zonlarındaki kayaların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

Çalışma alanındaki yüzey örnekleri mineralojik ve jeokimyasal analizler sonucunda propilik, serizitik, kaolenleşme, silisleşme ve hematitleşme-limonitleşme alterasyon

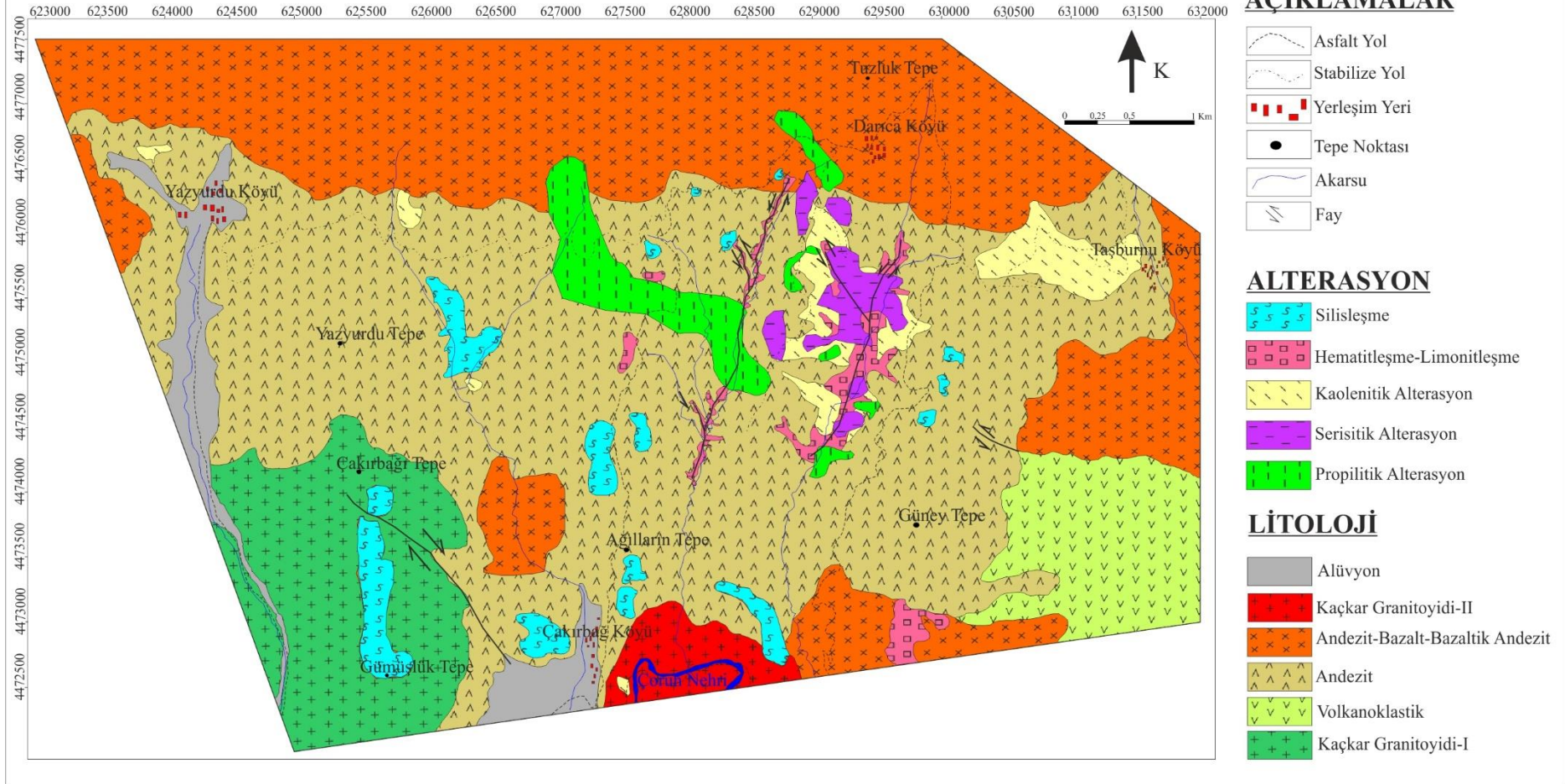
zonları olarak tanımlanmıştır. Bu alterasyon zonları, alterasyon zon haritasında ölçekli bir şekilde tanımlanmış hali Şekil 4.14’de verilmiştir.

Çalışma alanında, alterasyon zonlarının düşey yönde korelasyonunu yapabilmek için karotlu sondaj numuneleri kullanılmıştır. Bu bölgede KB-GD kesit hattı boyunca 13 adet ve 702,15 metre karotlu sondaj çalışması yapılmıştır (Şekil 4.15). Her sondajda numunelendirme 3 metre olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Toplam 339 karot numunesine ait ana oksit element içerikleri ve hesaplanmış kimyasal alterasyon indeks (CIA) değerleri Ek-2’de sunulmuştur.



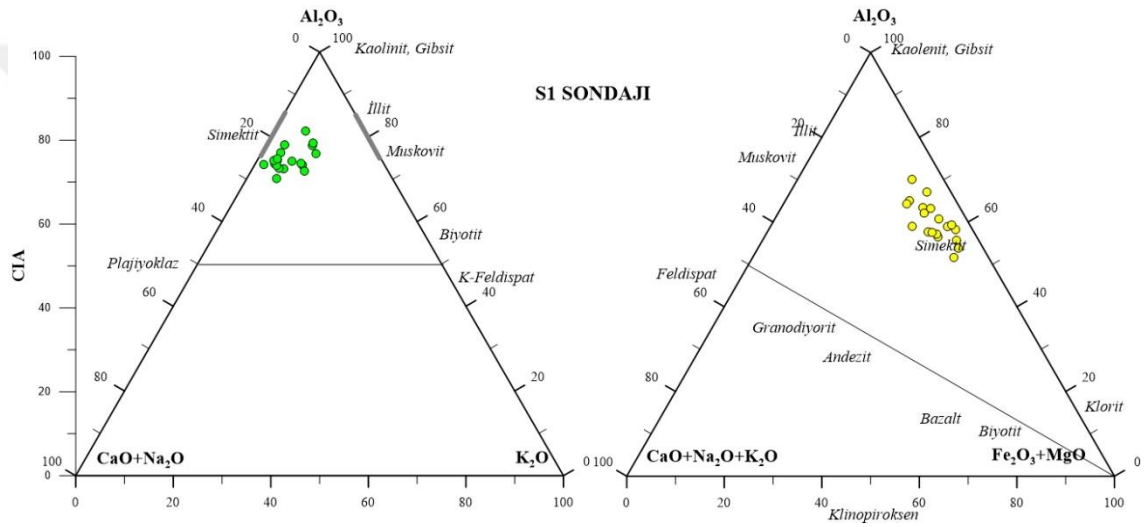
Şekil 4.17 Sondaj lokasyonları ve kesit hattını gösterir uydu görüntüsü.

BAYBURT DARICA YÖRESİ ALTERASYON JEOLJİSİ HARİTASI



Şekil 4.18 Çalışma alanının mineralojik ve jeokimyasal analiz sonuçlarına göre alterasyon jeolojisi haritası.

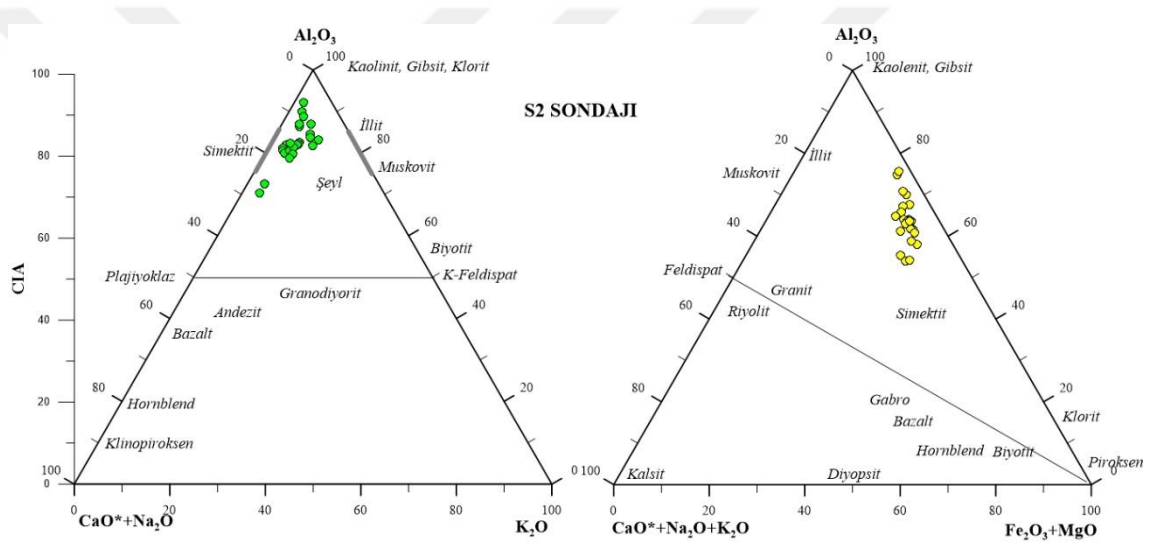
S1 numaralı sondaj 38,15 metrede tamamlanmış ve 19 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O - K_2O) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin arttığı simektite yakın alanda yer alır (Şekil 4.16). A-CN-K-FM (Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O + K_2O - FeO^* + MgO) diyagramında da bu örnekler piroksen ve feldispat çizgisinin üzerinde simektite yakın alana düşmektedir. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 0,00-8,00, 12,00-14,00, 16,00-24,00, 26,00-32,15 ve 36,15-38,15 m aralıkları (CIA=70,14-74,80; ort. 73,26) propilitik alterasyon; 8,00-12,00, 14,00-16,00, 24,00-26,00 ve 32,15-36,15 m aralığı (CIA=76,03-81,36; ort. 78,04) serizitik alterasyon zonu olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.196 S1 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların Al_2O_3 -($CaO+Na_2O$)- K_2O ve Al_2O_3 -($CaO+Na_2O+K_2O$)- Fe_2O_3+MgO üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

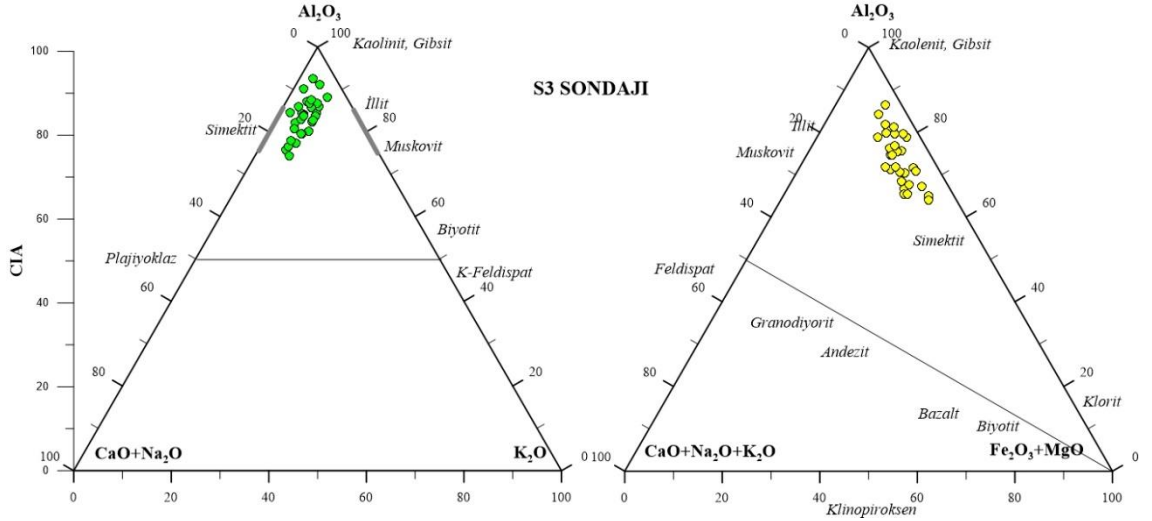
S2 numaralı sondaj 53,00 metrede tamamlanmış ve 26 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O - K_2O) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin arttığı simektite yakın alanda yer alır (Şekil 4.17). A-CN-K-FM (Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O + K_2O - FeO^* + MgO) diyagramında da bu örnekler piroksen ve feldispat çizgisinin üzerinde simektite yakın alana düşmektedir. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 0,00-10,00 ve 12,00-16,00 m aralığında kaolinitik alterasyon (CIA=84,58-92,19; ort. 87,95); 10,00-12,00, 16,00-40,00, 42,00-46,00 ve 48,00-50,00 m aralıklarında serizitik alterasyon, (CIA=78,63-83,65; ort. 81,40) ve 40,00-42,00, 46,00-48,00 ve 50,00-53,00 m aralığında propilitik alterasyon (CIA=70,37-72,46; ort. 71,75) olarak tanımlanmıştır.

S3 numaralı sondaj 62,00 metrede tamamlanmış ve 31 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - $CaO^*+Na_2O-K_2O$) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile kaolinit aralığında yer alır (Şekil 4.18). A-CN-K-FM (Al_2O_3 - $CaO^*+Na_2O+K_2O-FeO^*+MgO$) diyagramında da bu örnekler piroksen ve feldispat çizgisinin üzerinde simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 0,00-16,00, 18,00-20,00, 26,00-28,00, 32,00-34,00 ve 48,00-50,00 m aralığında kaolinitik alterasyon ($CIA=84,35-92,61$; ort. 87,68); 16,00-18,00, 20,00-26,00, 28,00-32,00, 34,00-48,00 ve 50,00-62,00 m aralıklarında serizitik alterasyon, ($CIA=74,39-84,43$; ort. 80,86) olarak tanımlanmıştır.

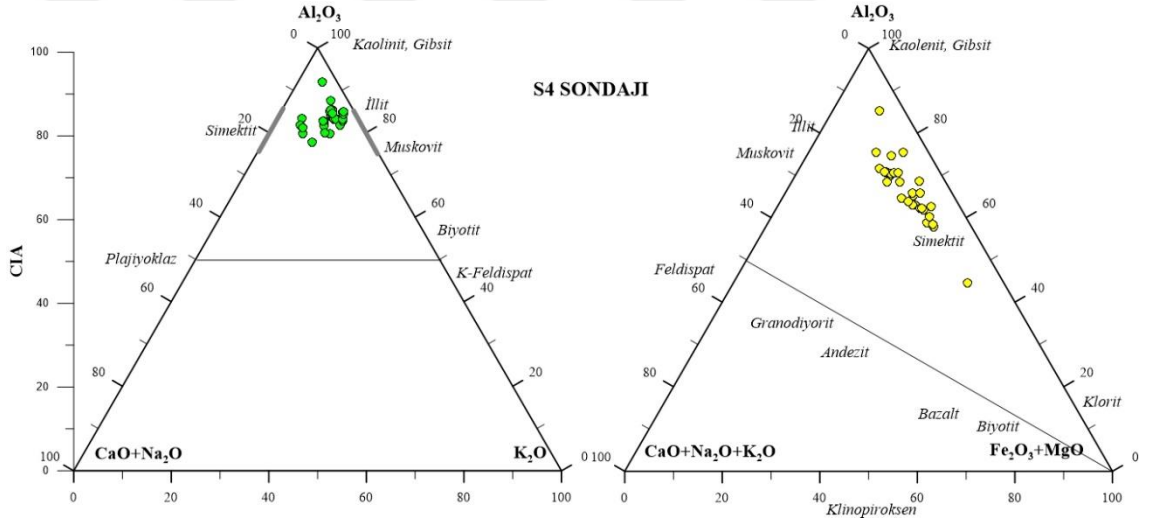


Şekil 4.20 S2 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların Al_2O_3 -($CaO+Na_2O$)- K_2O ve Al_2O_3 -($CaO+Na_2O+K_2O$)- Fe_2O_3+MgO üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S4 numaralı sondaj 73,00 metrede tamamlanmış ve 31 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - $CaO^*+Na_2O-K_2O$) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ ve K_2O içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile illit aralığında yer alır (Şekil 4.19). A-CN-K-FM (Al_2O_3 - $CaO^*+Na_2O+K_2O-FeO^*+MgO$) diyagramında da bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 4,00-6,00, 12,00-14,00 22,00-24,00 ve 53,00-56,00 m aralıklarında kaolinitik alterasyon ($CIA=85,23-92,00$; ort. 87,50); 10,00-4,00, 6,00-12,00, 14,00-22,00, 24,00-53,00 ve 56,00-73,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon ($CIA=77,62-84,93$; ort. 82,63) olarak tanımlanmıştır.

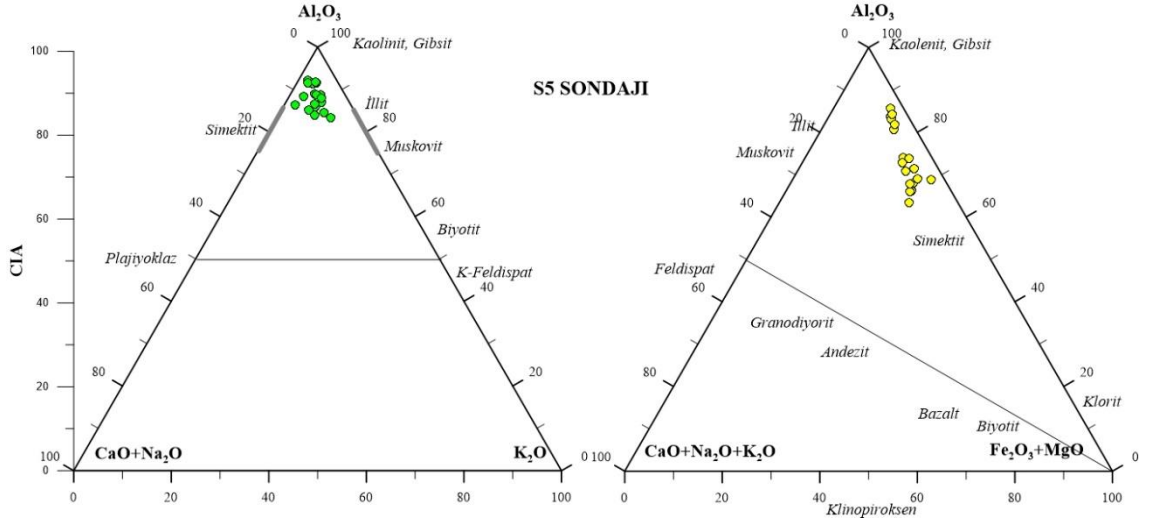


Şekil 4.21 S3 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].



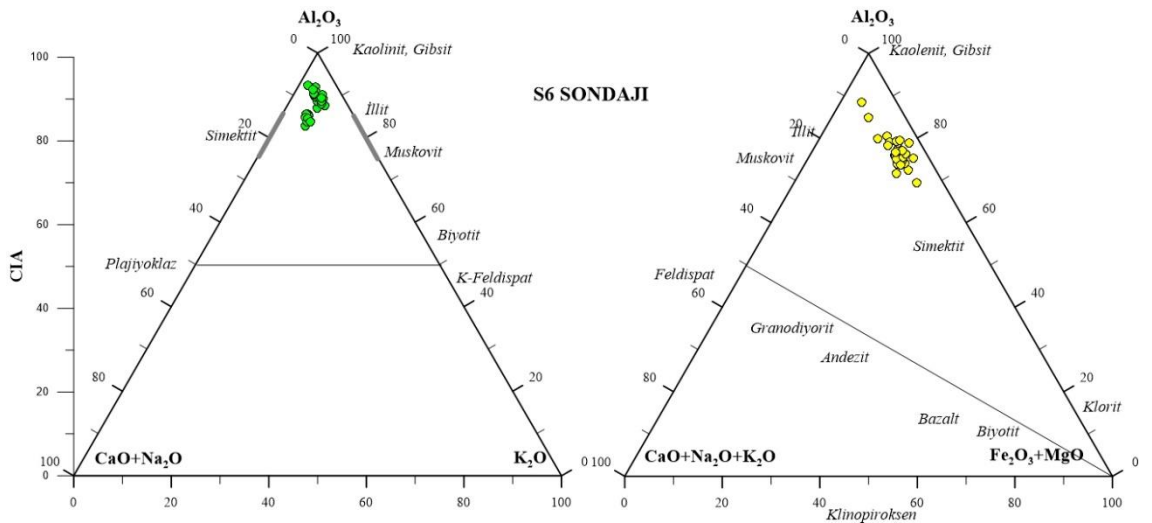
Şekil 4.22 S4 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S5 numaralı sondaj 47,00 metrede tamamlanmış ve 18 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O-K_2O$) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile illit aralığında yer alır (Şekil 4.20). A-CN-K-FM ($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O+K_2O-FeO^*+MgO$) diyagramında ise bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 2,00-4,00 ve 8,00-47,00 m aralıklarında kaolinitik alterasyon ($CIA=85,06-92,23$; ort. 88,78); 0,00-2,00 ve 4,00-8,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon ($CIA=83,27-84,59$; ort. 83,93) olarak tanımlanmıştır.



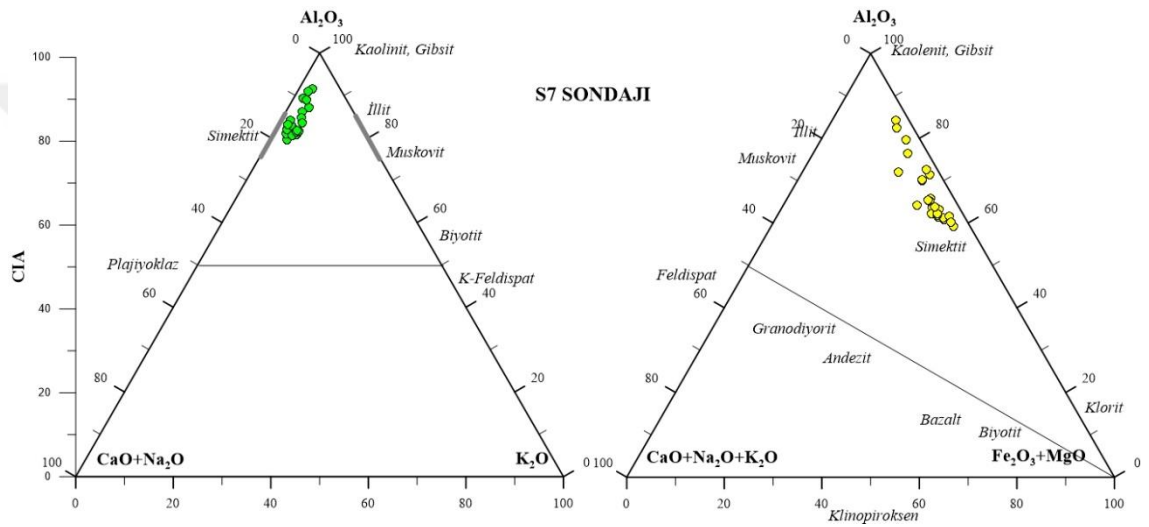
Şekil 4.23 S5 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S6 numaralı sondaj 55,00 metrede tamamlanmış ve 28 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O-K_2O$) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile illit aralığında yer alır (Şekil 4.21). A-CN-K-FM ($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O+K_2O-FeO^*+MgO$) diyagramında ise bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 20,00-10,00, 16,00-18,00 ve 20,00-54,00 m aralıklarında kaolinitik alterasyon ($CIA=85,15-92,40$; ort. 89,09); 10,00-16,00, 18,00-20,00 ve 54,00-55,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon ($CIA=82,76-84,76$; ort. 83,89) olarak tanımlanmıştır.



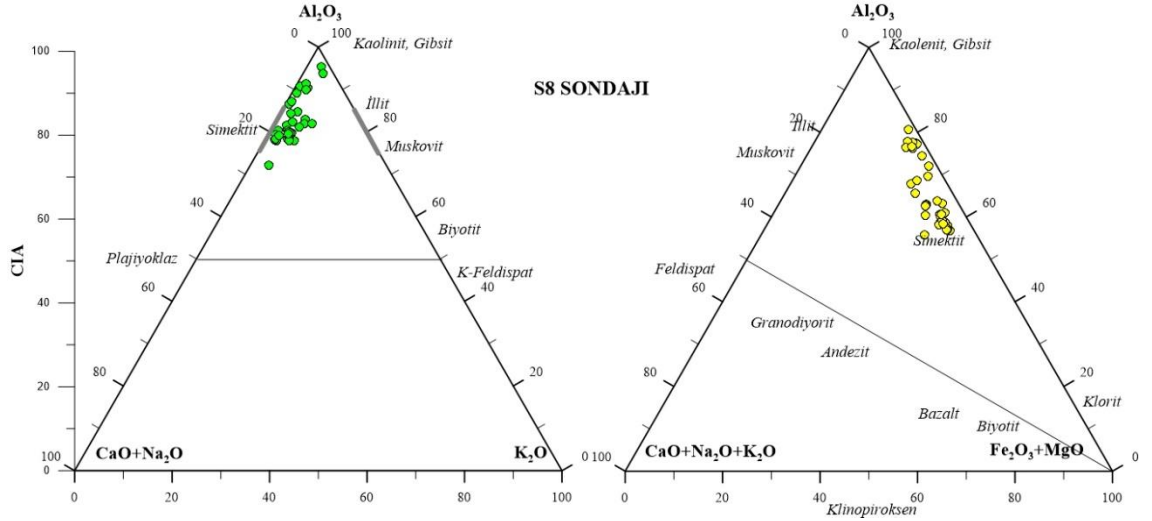
Şekil 4.24 S6 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S7 numaralı sondaj 50,00 metrede tamamlanmış ve 25 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O - K_2O) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile kaolinit aralığında yer alır (Şekil 4.22). A-CNK-FM (Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O + K_2O - FeO^* + MgO) diyagramında da bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 0,00-14,00 m aralıklarında kaolinitik alterasyon (CIA=86,20-91,55; ort. 89,08); 14,00-50,00 m aralığında ise serizitik alterasyon (CIA=79,43-84,81; ort. 81,97) olarak tanımlanmıştır.



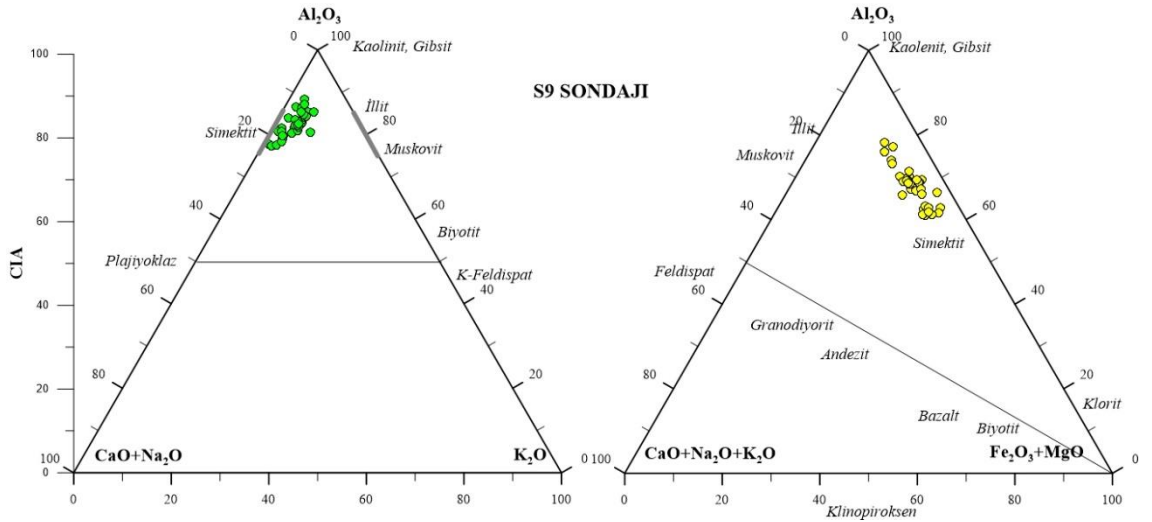
Şekil 4.25 S7 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların Al_2O_3 -($CaO+Na_2O$)- K_2O ve Al_2O_3 -($CaO+Na_2O+K_2O$)- Fe_2O_3+MgO üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S8 numaralı sondaj 70,00 metrede tamamlanmış ve 35 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O - K_2O) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile kaolinit aralığında yer alır (Şekil 4.23). A-CNK-FM (Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O + K_2O - FeO^* + MgO) diyagramında da bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 6,00-26,00 m aralığında kaolinitik alterasyon (CIA=86,52-95,40; ort. 90,33); 0,00-6,00 ve 26,00-70,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon (CIA=72,03-84,72) ort. 79,82) olarak tanımlanmıştır.



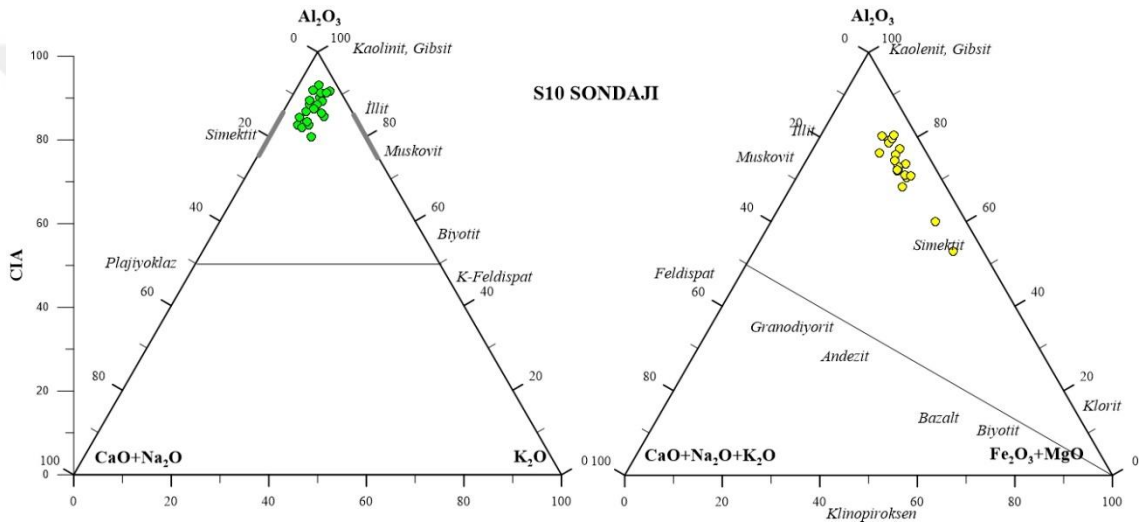
Şekil 4.26 S8 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S9 numaralı sondaj 74,00 metrede tamamlanmış ve 37 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O-K_2O$) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile kaolinit aralığında yer alır (Şekil 4.24). A-CNK-FM ($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O+K_2O-FeO^*+MgO$) diyagramında da bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 2,00-4,00, 24,00-26,00, 28,00-30,00, 38,00-42,00 ve 70,00-74,00 m aralıklarında kaolinitik alterasyon ($CIA=85,33-88,35$; ort. 86,36); 0,00-2,00 ve 4,00-24,00, 26,00-28,00, 30,00-38,00 ve 42,00-70,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon ($CIA=77,31-84,85$; ort.81,42) olarak tanımlanmıştır.



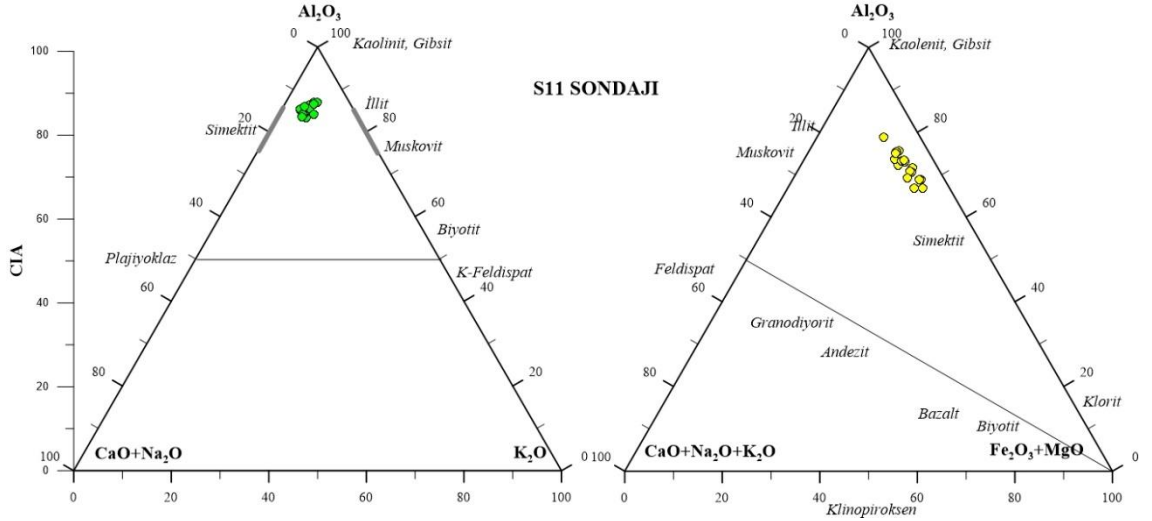
Şekil 4.27 S9 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S10 numaralı sondaj 40,00 metrede tamamlanmış ve 20 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O - K_2O) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile kaolinit aralığında yer alır (Şekil 4.25). A-CN-K-FM (Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O + K_2O - FeO^* + MgO) diyagramında da bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 2,00-4,00 ve 14,00-38,00 m aralıklarında kaolinitik alterasyon (CIA=85,60-92,05; ort. 88,73); 0,00-2,00 ve 4,00-24,00, 26,00-28,00, 30,00-38,00 ve 0,00-2,00, 4,00-14,00 ve 38,00-40,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon (CIA=79,92-84,82; ort. 82,93) olarak tanımlanmıştır.



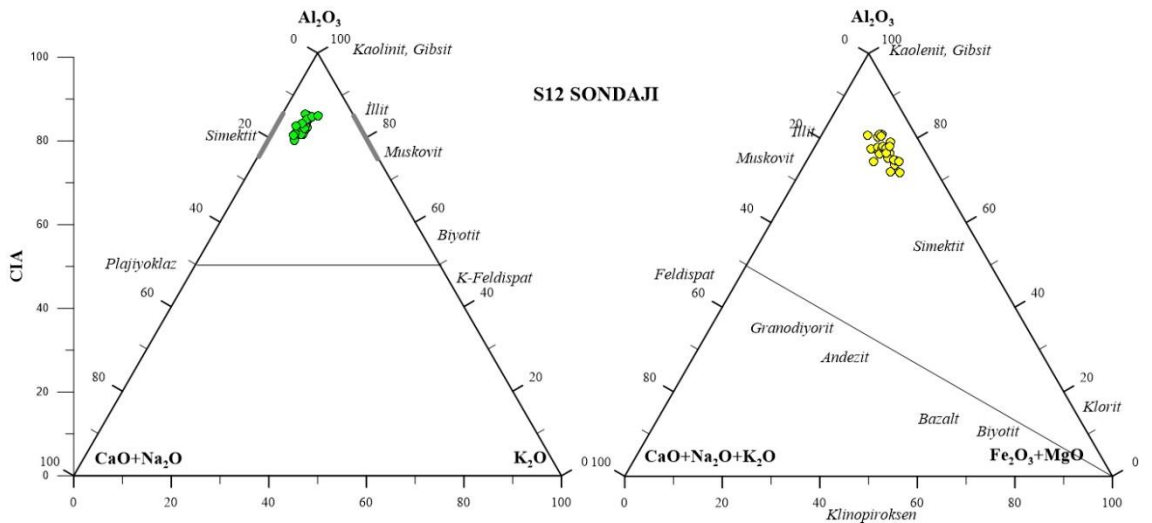
Şekil 4.28 S10 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların Al_2O_3 -($CaO+Na_2O$)- K_2O ve Al_2O_3 -($CaO+Na_2O+K_2O$)- Fe_2O_3+MgO üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S11 numaralı sondaj 37,00 metrede tamamlanmış ve 18 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O - K_2O) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile illit aralığında yer alır (Şekil 4.26). A-CN-K-FM (Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O + K_2O - FeO^* + MgO) diyagramında da bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 10,00-20,00, 22,00-24,00, 28,00-30,00 ve 32,00-37,00 m kaolinitik alterasyon (CIA=85,11-86,86; ort. 86,01); 0,00-10,00, 20,00-22,00, 24,00-28,00 ve 30,00-32,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon (CIA=83,40-84,71; ort. 84,00) olarak tanımlanmıştır.



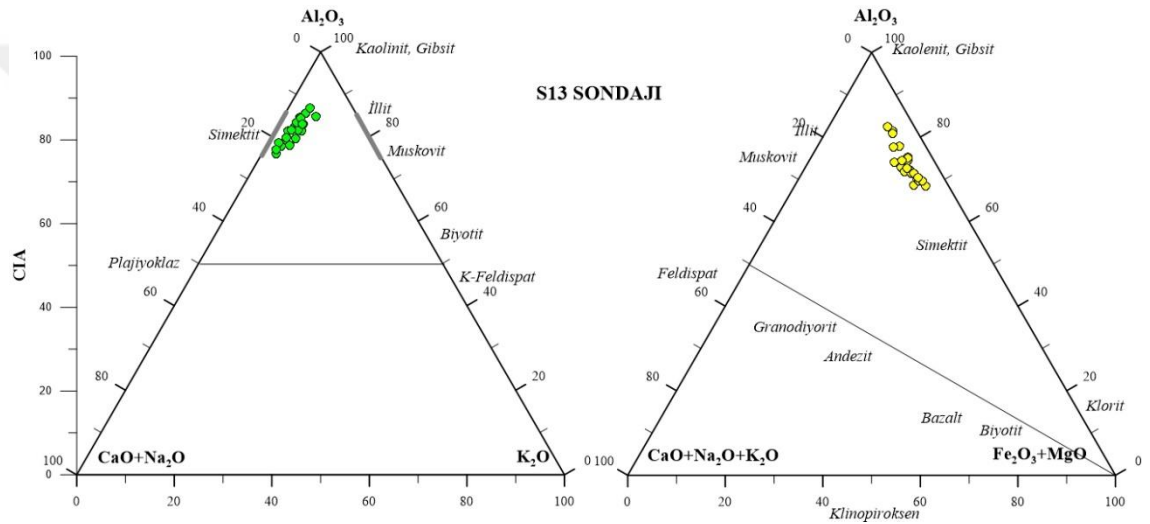
Şekil 4.29 S11 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S12 numaralı sondaj 59,00 metrede tamamlanmış ve 29 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O-K_2O$) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile illit aralığında ve kaolinite doğru eğilim gösterir (Şekil 4.27). A-CN-K-FM ($Al_2O_3-CaO^*+Na_2O+K_2O-FeO^*+MgO$) diyagramında ise bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 6,00-8,00, 40,00-42,00 ve 46,00-48,00 m kaolinitik alterasyon ($CIA=85,04-85,47$; ort. 85,19); 0,00-6,00, 8,00-40,00, 42,00-46,00 ve 48,00-59,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon ($CIA=79,40-84,88$; ort. 82,09) olarak tanımlanmıştır.



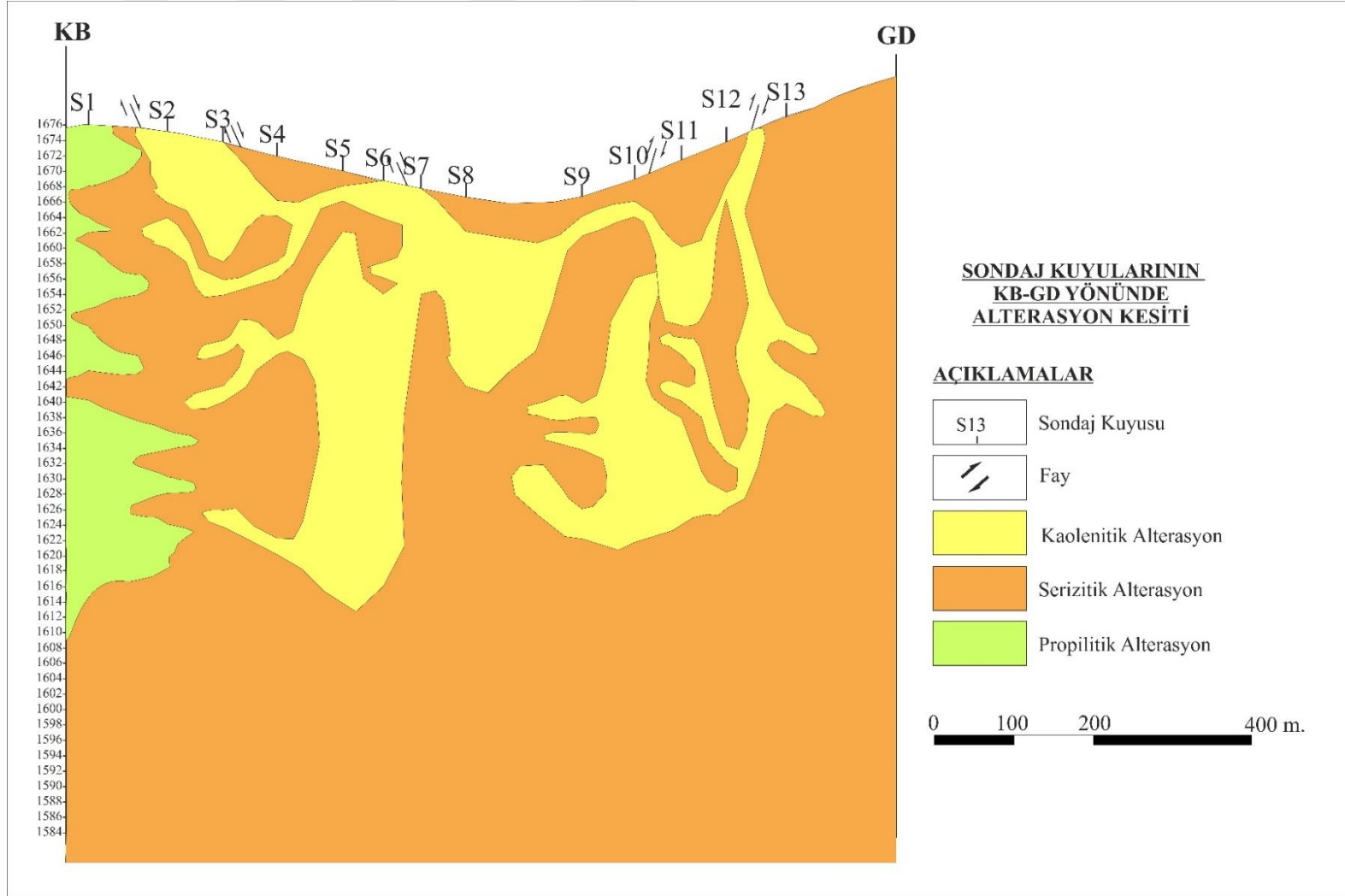
Şekil 4.30 S12 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

S13 numaralı sondaj 44,00 metrede tamamlanmış ve 22 adet karot örneğinden ana oksit element analizi yapılmıştır. A-CN-K(Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O - K_2O) diyagramına göre bu sondaja ait örnekler, $CaO+Na_2O$ içeriğinin azaldığı Al_2O_3 içeriğinin giderek arttığı simektit ile kaolinit arasında yer alır (Şekil 4.28). A-CN-K-FM (Al_2O_3 - CaO^* + Na_2O + K_2O - FeO^* + MgO) diyagramında da bu örnekler simektit ile kaolinit arasında eğilim sunar. Kimyasal alterasyon indeksine göre [52] 28,00-30,00 ve 34,00-38,00 m aralıklarında kaolinitik alterasyon (CIA= 85,57-86,69; ort. 85,96); 0,00-28,00, 30,00-34,00 ve 38,00-44,00 m aralıklarında ise serizitik alterasyon (CIA=75,99-84,69; ort. 80,83) olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.31 S13 Sondajında alterasyona uğramış kayaçların Al_2O_3 -($CaO+Na_2O$)- K_2O ve Al_2O_3 -($CaO+Na_2O+K_2O$)- Fe_2O_3+MgO üçgen diyagramlarda gösterilmesi [52].

Karot örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçlarına göre kimyasal alterasyon indeksleri (CIA) kullanılarak düşey yönde alterasyon zonlarının korelasyonu yapılmıştır (Şekil 4.29). Bölgede, propilitik alterasyonun dış zonda geliştiği söylenebilir. Silisleşme ve serizitik alterasyonlarının hâkim olduğu serizitik alterasyon zonu geniş alanlar kaplamaktadır. Kaolinitleşme, illit ve silis damarları ile karakteristik olan arjillik alterasyon zonu ise sığ derinliklerde kırıklar tarafından kontrol edildiği söylenebilir.



Şekil 4.32 Sondaj örneklerinin kimyasal alterasyon indekslerine (CIA) göre oluşturulmuş 2 boyutlu görüntüsü.

5.44.4 Mineralizasyon Jeokimyası

Cevherleşmenin geliştiği Çakırbağ Tepe civarında silisleşmiş zonda travers boyunca alınmış örneklerin iz element analiz sonuçları Tablo 4.4’de sunulmuştur. Örneklerin tamamında Ba (88 – 6526 ppm) ve Mn (339 – 69300 ppm) bolluklarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Ba bolluğunun baritlerle ilişkili iken Mn bolluğunun smitsonitlerle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Pb, Zn ve Cu bolluğu dört örnekte yüksektir. Bu örneklerin Pb, Zn ve Cu içerikleri sırasıyla 3.158 ila 16.708 ppm, 1.351 ila 2.004 ppm ve 758 ila 2.105 ppm arasında değişir. Aynı örneklerde Ag, As ve Sb içerikleri ise 52,7 ila 173 ppm ve 63 ila 211 ppm ve 258 ila 990 ppm arasında değişir. Bu örneklerin Pb ve Zn içerikleri galen ve sfalerit ile ilişkili iken Cu, Ag ve As içerikleri tennantit ile ilişkilendirilmiştir. Bölgedeki mineralizasyonun jeokimyasal analiz sonuçlarında Au elde edilememiştir. Cevher içeren kayaçların jeokimyasal analiz sonuçlarının mineralojik-petrografik analiz sonuçları ile oldukça uyumlu olduğu söylenebilir.

Düşük ve yüksek sülfidasyonlu epitermal sistemler farklı alterasyon ve cevher mineralleri içerirler [39]. Farklı kökene işaret eden iki farklı stil cevher jeokimyası bakımından da farklılıklar gösterir (Tablo 4.5). Her iki tip yatakta Au, Ag, As, Pb ve Sb bakımından yüksek anomali sunar. Düşük sülfidasyonlu epitermal sistemlerin Zn anomalisi yüksek Cu anomalisi ise düşüktür. Yüksek sülfidasyonlu epitermal sistemler ise Cu, Bi, Sn, Mo anomalileri yüksek Zn düşük anomali sunar. Bayburt Pb-Zn-(Ag) epitermal sistemi ise Ag, As, Pb ve Sb elementleri dışında yüksek Zn ve düşük Cu, Mo bolluğuna sahiptir. Bi ve Sn ise içermemektedir. Darıca Köyü Pb-Zn-(Ag) mineralizasyonu cevher jeokimyası özellikleri ile düşük sülfidasyonu epitermal sistemi karakterize ettiği söylenebilir.

Tablo 4.33 Mineralizasyon zonuna ait örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları

Örnek No	DYJ-1	DYJ-2	DYJ-3	DYJ-4	DYJ-5	DYJ-6	DYJ-7	DYJ-8	DYJ-9	DYJ-10	DYJ-11	DYJ-12	DYJ-13	DYJ-14	DYJ-15
İz element (ppm)															
Pb	39	49	34	17	12	<u>16.708</u>	<u>16.286</u>	<u>7.758</u>	132	26	<u>3.185</u>	45	52	33	30
Zn	20	25	75	97	54	<u>1.351</u>	<u>2.004</u>	<u>1.491</u>	67	28	<u>1.442</u>	29	30	30	23
Cu	76	89	98	127	86	<u>913</u>	<u>1.106</u>	<u>2.105</u>	106	116	<u>758</u>	62	93	72	55
Au	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Ag	<1	<1	<1	<1	<1	<u>75,8</u>	<u>149,0</u>	<u>173,0</u>	<1	<1	<u>52,7</u>	<1	<1	<1	<1
As	21	16	27	30	11	<u>75</u>	<u>124</u>	<u>211</u>	7	12	<u>63</u>	12	10	10	10
Mo	<5	8	<5	8	11	7	8	12	5	<5	13	12	8	9	9
Sn	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
W	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ba	438	854	372	329	307	2.453	6.526	1.095	526	285	920	285	1.270	350	88
Mn	339	479	1.410	1.262	1.638	73.138	69.300	47.798	2.632	867	39.372	1.766	697	384	467
Bi	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sb	<5	<5	<5	<5	<5	<u>355</u>	<u>633</u>	<u>990</u>	7	<5	<u>287</u>	<5	<5	<5	<5
Ni	8	12	9	8	7	<5	<5	<5	16	6	<5	14	18	19	13
Co	9	11	16	14	12	13	19	10	23	6	9	13	23	20	9
Cr	51	126	40	67	48	23	23	98	86	43	124	147	100	123	133

Tablo 4.1 Darıca Köyü Pb-Zn-(Ag) mineralizasyonu jeokimyası ile düşük ve yüksek sülfidasyonlu yatakların karşılaştırılması [39].

	Düşük sülfidasyon	Yüksek sülfidasyon	Darıca epitermal sistem (ppm)
Yüksek anomali	Au, Ag, As, Sb, Hg, Zn, Pb, Se, K, Ag/Au	Au, Ag, As, Cu, Sb, Bi, Hg, Te, Sn, Pb, Mo, Te/Se	Ag (53-173), As (63-211), Sb (287-990), Zn (1.351-1.442), Pb (3.185-16.708), Bi (<5), Sn (<10), Mo (7-13)
Düşük anomali	Cu, Te/Se	K, Zn, Ag/Au	Cu (758-2.105)

6.5.BÖLÜM

SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

Sıvı kapanımlar, minerallerin oluşması esnasında veya kristallenmesinden sonra klivaj, dilinim ve mikro kırıklarda tutulmuş sıvı damlacıklarıdır. Kökenlerine göre sıvı kapanımlar birincil, ikincil ve yalancı ikincil (pseudosecondary) olarak üç farklı tipte tanımlanır [54; 55]. Birincil sıvı kapanımlar kristallerin oluşumu esnasında gelişir ve birincil kökenlidir. İkincil sıvı kapanımlar ise mineralin oluşumundan sonra mikro kırıklarda tane sınırlarını keserek kümeler şeklinde gelişir. Pseudosecondary kapanımlar mineral oluşumu esnasında ve kristalin büyüme zonlarında oluşur.

Sıvı kapanım ölçümleri, sıvı kapanım petrografisi tamamlandıktan sonra ısıtma ve soğutma şeklinde iki aşamada gerçekleştirilir. Sıvı kapanım ölçümlerinden elde edilen ve sonuçları ifade eden bazı terimlerin açıklaması şu şekildedir:

Homojenleşme Sıcaklığı (Th): Sıvı kapanım, ısıtma aşamasında sıvı (L) veya gaz (V) fazında homojenleşme gerçekleşene kadar ısıtılır. Homojenleşmenin gerçekleştiği anda kaydedilen sıcaklık homojenleşme sıcaklığı (Th) olarak ifade edilir.

Ergime Sıcaklığı (Tm): Sıvı kapanım soğutma işleminden sonra yavaşça ısıtılır ve değişim mikroskop altında dikkatlice gözlemlenir. Ergime sıcaklığı, likitçe zengin kapanımlarda buzun erimesi olarak tanımlanır. Sistemde ergimenin hangi fazda gerçekleştiği belirtilmesi gerekir. Sistemde CO₂ veya NaCl gibi bileşenler mevcut ise bunların ergime sıcaklıkları da farklı olacaktır (örneğin; Tm_{ice}, Tm-NaCl, Tm-CO₂).

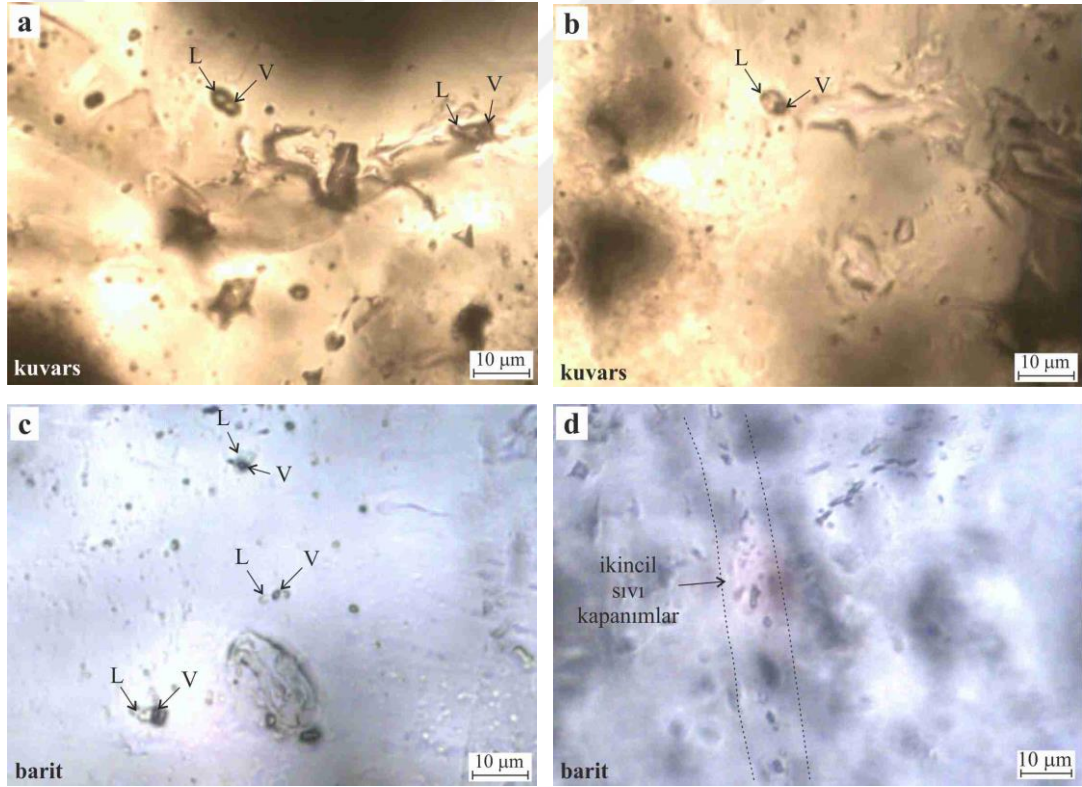
İlk buz ergime sıcaklığı (Ötektik sıcaklık- Te): Tamamen kristallenen veya donan sıvı kapanımda, ısıtma süreci esnasında sıvı oluşumunun ilk gözlemlendiği sıcaklıktır. Bu sıcaklık farklı araştırmacılar tarafından ilk ergime sıcaklığı (T_{fm}) olarak da tanımlanır. Ötektik sıcaklık değeri ile sistemdeki akışkan kompozisyonunu veya tuzun türünü belirlenmesinde kullanılır [55].

%NaCl Eşdeğeri Tuzluluk Miktarı: Sıvı kapanımdaki tuzluluk miktarının %NaCl eşdeğeri cinsinden ifade edilmesidir. Sistemde farklı tuzlar bulunabilir. Fakat bunlar genellikle %NaCl eşdeğeri olarak ifade edilir. Son ergime (Tm-ice) sıcaklığı ile sistemdeki tuz miktarı hesaplanır.

6.15.1 Sıvı Kapanım Petrografisi

Isıtma ve soğutma işleminden önce sıvı kapanımlar petrografik olarak Roedder (1984) ve Van den Kerkof ve Hein (2001) tarafından belirtilen kriterlere göre birincil (P) ve ikincil (S) kapanımlar şeklinde sınıflandırılmıştır [54; 56] (Şekil 5.1). Ölçümler, 2 adet örnekte cevherleşmeye eşlik eden barit ve arjillik alterasyon ile ilişkili kuvars (ku-2) minerallerinde birincil kapanımlar üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Oda sıcaklığında incelenen örneklerde L (likit; sıvı) ve V (vapor; gaz) fazlarını içeren iki fazlı kapanımların geliştiği belirlenmiştir (Şekil 5.1). Ölçüm yapılan örneklerde kapanımlar genellikle tüp ve düzensiz şekillerde gözlenmiştir. Kapanımların boyutları ise 3 ila 10 µm arasında değişmektedir.



Şekil 5.1 Bayburt Bölgesi (a-b) arjillik alterasyon ile ilişkili kuvars ve, (c-d) Pb-Zn cevherleşmesi ile ilişkili barit minerallerinde birincil ve ikincil sıvı kapanımların mikroskobik görüntüleri (L: sıvı faz, V: gaz fazı).

6.25.2 Mikrotermometrik Ölçümler

Çalışma alanında sıvı kapanım bolluğunun az olması nedeni ile sınırlı sayıda ölçüm gerçekleştirilebilmiştir. Baritler için 193-235°C, kuvarslar için 118-159°C homojenleşme

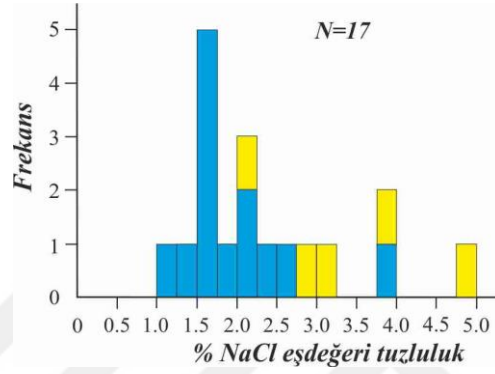
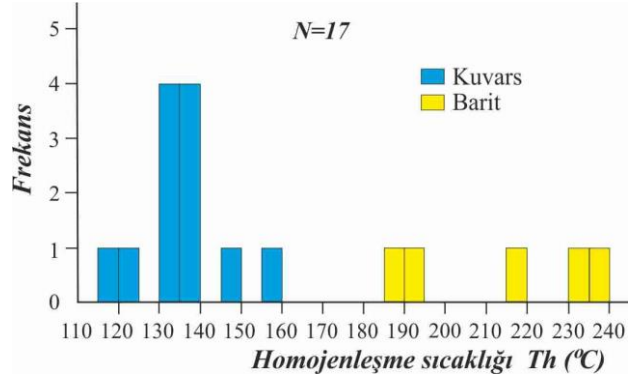
sıcaklıkları ölçülmüştür (Tablo 5.1 ve Şekil 5.2). Sıvı kapanımların tamamının sıvı fazda homojenleştiği gözlenmiştir. Son buz ergime sıcaklıklarına göre, Bodnar (1993) eşitliği kullanılarak tuzluluk değerleri baritler için % 2.1-4.8 NaCl eşdeğeri, kuvarslar için % 1.4-4.8 NaCl eşdeğeri elde edilmiştir [57].

Tablo 5.2 Bayburt Bölgesi, Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi ve arjillik alterasyonda ölçülmüş sıvı kapanımların mikrotermometrik değerleri

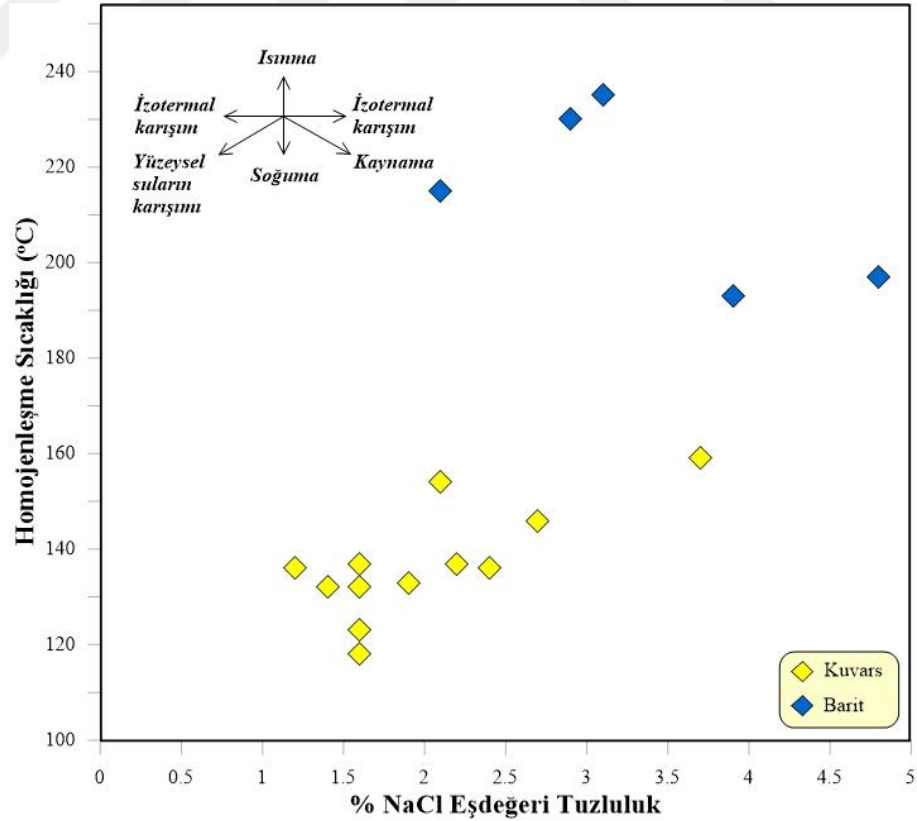
Örnek No	Mineral	İlk buz ergime sıcaklığı <i>Te</i> (°C)	Son buz ergime sıcaklığı <i>Tm-ice</i> (°C)	Toplam homojenleşme sıcaklığı <i>Th</i> (°C)	Tuzluluk % NaCl eşdeğeri
SKY-2	Barit	-	-2.3	193	3.9
	Barit	-	-2.9	187	4.8
	Barit	-56.7	-1.8	235	3.1
	Barit	-56.3	-1.2	215	2.1
	Barit	-57.7	-1.7	230	2.9
SKY-1	Kuvars	-55.9 ?	-0.8	132	1.4
	Kuvars	-	-0.9	118	1.6
	Kuvars	-	-0.7	136	1.2
	Kuvars	-	-0.9	132	1.6
	Kuvars	-54.3	-1.1	133	1.9
	Kuvars	-55.2	-0.9	123	1.6
	Kuvars	-	-1.3	137	2.2
	Kuvars	-	-1.4	136	2.4
	Kuvars	-55.6	-0.9	132	1.6
	Kuvars	-	-1.2	154	2.1
	Kuvars	-	-0.9	137	1.6
	Kuvars	-	-1.6	146	2.7
	Kuvars	-	-2.2	159	3.7

Barit ve kuvarsta ilk buz erime sıcaklıkları -57.7 ila -56.3°C ve -55.9 ila -54.3°C arasında dar bir aralıkta değişmektedir (Tablo 5.1). NaCl-CaCl₂ ve CaCl₂'nin ötektik sıcaklık değerleri sırasıyla -55.0°C ve -49.5°C'dir [55]. Ölçülen bu sıcaklık değerleri H₂O-NaCl-CaCl₂ sisteminin ötektik sıcaklık değerlerine oldukça yakındır. Ötektik sıcaklık değerleri, çalışma alanındaki akışkanların NaCl ve CaCl₂ tuzlarını içerdiğini gösterir.

Çalışma alanına ait homojenleşme sıcaklık ve tuzluluk değerleri birlikte değerlendirildiğinde homojenleşme sıcaklık (118-235°C) ve tuzluluk (%1.2 - 4.8 NaCl eşdeğeri) değerleri Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesinden arjillik alterasyona doğru azalan bir eğilim sunar (Şekil 5.2). Böyle bir eğilim yüzeysel suların karışımının artışı ile sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin azaldığına işaret eder [58].

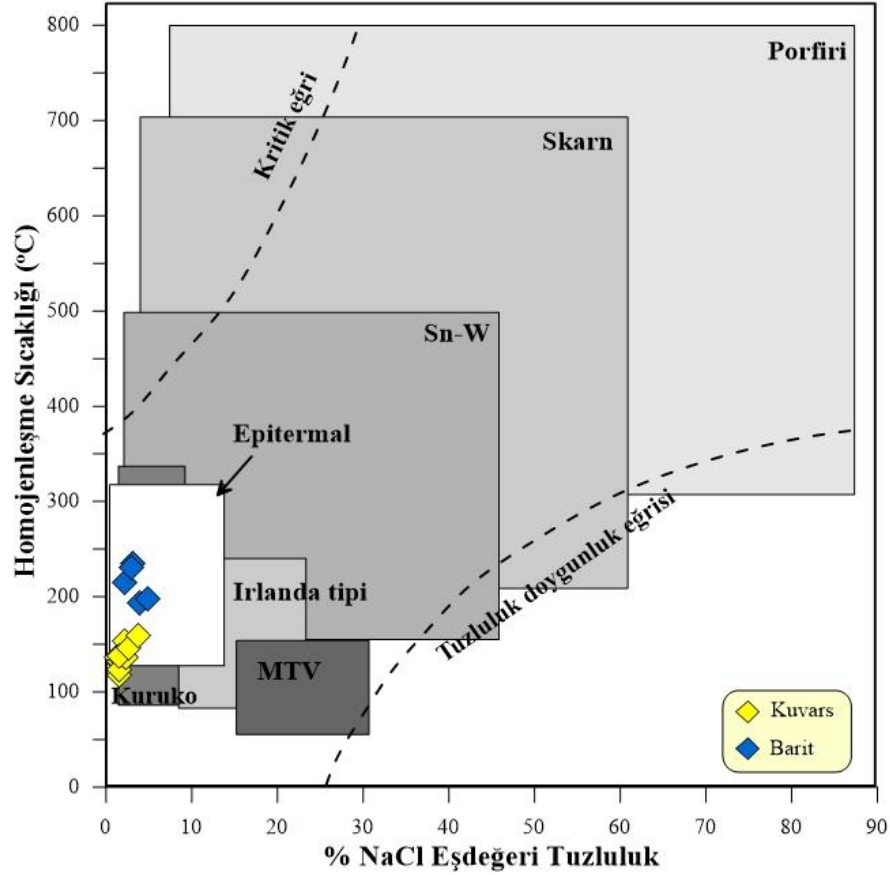


Şekil 5.3 Bayburt bölgesi Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi ve arjillik alterasyona ait sıvı kapanım ölçümleri için toplam homojenleşme sıcaklık ve tuzluluk histogramları.



Şekil 5.4 Bayburt bölgesi Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi ve arjillik alterasyona ait sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklık ve %NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri (akışkanların yönelim eğrileri [58]'den alınmıştır).

Farklı tipteki maden yatakları, tuzluluk doygunluk eğrisi ile NaCl çözeltileri için kritik eğri arasında oluşumlarında etkili olan akışkaların özelliklerini yansıtan geniş Th-tuzluluk alanında yayılım sunar [58] (Şekil 5.4). Bu yatak tipleri içerisinde yer alan epitermal yataklar, kabuğun kırılğan ve yüksek permeabiliteli sığ zonlarında yüzey sularının çeşitli derinliklerde sirkülasyonu ile ısıtılması veya magmatik – meteorik suyun karışması sonucu gelişir.



Şekil 5.5 Farklı yatak tipleri için tanımlanmış sıcaklık ve tuzluluk değerleri [58].

Epitermal yataklarda yapılan sıvı kapanım çalışmalarında baz ve değerli metaller için ortalama 240 – 250°C sıcaklık ve % 0 – 17 NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri ölçülmüştür [59]. Cevher minerali, alterasyon mineralojisi ve akışkan kimyasına göre yüksek-sülfidasyon, orta-sülfidasyon ve düşük-sülfidasyon tipi olarak sınıflandırılan [60] epitermal yataklarda Th ve tuzluluk değerleri farklılık sunar [59]. Bu değerler, yüksek-sülfidasyon tip yataklar için kısmen yüksek olup 100 ila ~345±15°C ve % 0 ila 23 NaCl eşdeğeri arasındadır. Orta-sülfidasyon tip yataklarda sıcaklık 140 ila 310°C, tuzluluk ise % 0 ila 12 NaCl eşdeğeri arasında değişir. Düşük-sülfidasyon tip yataklarda Th değerleri 120 –

320°C, tuzluluk değerleri % 0 – 14 NaCl eşdeğeri arasında değişmesine karşın çoğu veriler 200 – 300°C ve < %5 NaCl eşdeğeri arasındadır [59].

Çalışma alanındaki Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi ile ilişkili baritlerde ölçölmüş sıvı kapanım değerleri (Th:193-235°C – tuzluluk: % 2.1-4.8 NaCl eşdeğeri), farklı tipteki yataklar için tanımlanmış veriler ile birlikte değerlendirildiğinde düşük sıcaklık ve tuzluluktaki epitermal tipteki cevherleşme alanında yer alır (şekil 5.4). Bayburt bölgesindeki Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesi sıcaklık ve tuzluluk değerleri çoğunlukla <300°C ve <%5 NaCl eşdeğeri olup düşük-sülfidasyon tip epitermal sistem özelliğini yansıtmaktadır.



7.6.SONUÇLAR

Doğu Pontidler'in Güney Zonunda yer alan Darıca (Bayburt, Doğu Karadeniz) epitermal cevherleşmesi ve alterasyon zonlarının tanımlanması ve cevherleşmenin kökenini araştırmaya yönelik yüzey ve karot örnekleriyle yürütülmüş araştırma sonuçları aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Epitermal mineralizasyonun geliştiği bölgede alttan üste doğru Üst Kretase yaşlı Kaçkar Granitoyidi I, Orta-Geç Eosen yaşlı Kabaköy formasyonuna ait bazalt, bazaltik andezit, andezit ve piroklastik kayalar ve bu birimleri kesen Orta Eosen yaşlı Kaçkar Granitoyidi II yüzeylemektedir.
2. Darıca epitermal mineralizasyonu ve alterasyon zonları Orta-Geç Eosen yaşlı Kabaköy formasyonuna ait andezitik ve piroklastik kayaların içerisinde KB–GD ve KD–GB doğrultulu faylar boyunca gelişmiştir.
3. Bölgede genel itibariyle hematitleşme – limonitleşme, silisleşme ve kaolenleşme alterasyon zonları ayırt edilmiştir. Çalışma alanının hemen hemen her yerinde gözlenen silisleşme sağlam yapısı ile tepeler şeklinde korunmuştur. Breşik yapıdaki silislerin etrafında genellikle kaolinitik zon gelişmiştir.
4. Alterasyon zonlarında yürütülmüş mineralojik-petrografik ve XRD analizler sonucu bölgede propilitik (klorit, kalsit, epidot ve pirit), serizitik (serizit, kuvars, pirit) ve arjillik (kuvars, illit, kaolinit) alterasyonların geliştiği tespit edilmiştir.
5. Cevherleşme, KB–GD doğrultulu kırık hatlar boyunca silisleşmiş zon içerisinde devamı olmayan damarlar şeklinde gelişmiştir. Cevherin doğrultusu $K30^{\circ}B$ 'dir. Cevherleşmenin mineral parajenezi galenit, sfalerit, pirit ve tennantit olarak belirlenmiştir. Kuvars ve barit ise cevherleşmeye eşlik eden gang minerallerdir. Süperjen ürün olarak ise limonit ve simitsonit gelişmiştir.
6. Alterasyon zonlarındaki mineraller ve cevher minerallerinin ornatım ilişkilerine göre pre-mineralizasyon, ana mineralizasyon ve süperejen olmak üzere üç ana evre tanımlanmıştır. Pre-mineralizasyon klorit, epidot, feldispat, kalsit, kuvars ve pirit ile karakteristiktir. Ana mineralizasyon evresi kuvars dokularına göre iki faz olarak tanımlanmıştır. I. faz ürünleri bolluk derecesine göre kuvars, barit, serizit/illit, sfalerit, galen, pirit ve tennantitdir. II. fazda kuvars, kaolinit, serizit/illit ve pirit gelişmiştir. Süperjen evre olarak tanımlanmış son evrede ise hematit, limonit, simitsonit ve alünit/jarosit oluşmuştur. Çalışma alanındaki

alterasyon ürünleri (illit, klorit, kalsit ve epidot) ile cevher mineralleri (galen, sfalerit ve tennantit) düşük sülfidasyonlu bir epitermal sistemi karakterize eder.

7. Çalışma alanında yaygın gözlenen silika tepecikleri, düşük sülfidasyonlu epitermal sistemler için karakteristik olan nötr-pH termal suların etkinliğine işaret eder. Ayrıca, bölgede düşük sülfidasyonlu yatakları karakterize eden mikrokristalin mozaik dokulu kuvars (ku-1), breşik kuvars (ku-2), boşlukları çizgi şekilli dolduran kristalleşmiş kuvars (ku-3) ve kolloform kuvars (ku-4) gibi farklı dokular tespit edilmiştir.
8. Cevherleşmeye ev sahipliği yapan Kabaköy formasyonuna ait volkanik ve volkanoklastik kayalar hareketsiz/daha az hareketli davranan element diyagramlarında sınıflandırılmıştır. Volkanik ve volkanoklastik kayaların Nb/Y–(Zr/TiO₂)*0.0001 diyagramında bazalt, bazaltik andezit ve andezit bileşimine sahip olduğu, Zr–Y diyagramında ise kalk-alkalen ve toleyitik magmatizmasına geçiş özelliği sunduğu tespit edilmiştir.
9. Orta-Geç Eosen yaşlı volkanik ve volkanoklastik kayalar okyanus sırtı granitoidlerine (ORG) göre normalize edilmiş element diyagramlarında büyük iyon çaplı litofil elementler (LILE: Rb, Ba, Th ve K) açısından kalıcılığı yüksek elementlere (HFSE: Nb, Hf, Y ve Zr) göre zenginleşme göstermektedir. İz elementlerin bu yönelimleri, volkanik kayaları oluşturan magmanın dalma-batma süreci ile ilişkili tektonik bir yerleşimden türediğine işaret eder. Rb–Y+Nb ve Sr/Y–Y tektonik ayırtman diyagramlarında ise volkanik kayaların tamamı normal yay volkanik kayalar alanına düşer.
10. Çalışma alanında Kabaköy formasyonunu kesen ve epitermal sistem için sıcaklık kaynağı olan Orta Eosen yaşlı Kaçkar Granitoidi II, QAP ve Q–ANOR parametresi diyagramlarında sınıflandırılmıştır. Plütonik kayacın kuvars-monzonit ve monzonit bileşimine sahip olduğu tespit edilmiştir. SiO₂–K₂O, AFM ve A/NK–A/CNK diyagramlarında ise plütonik kayacın şoşonitik kalk-alkalen karakterli I-tipi plüton özelliği sunduğu belirlenmiştir.
11. Kaçkar Plütonu II, ORG’a göre normalize edilmiş element diyagramlarında büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerde (LILE: Rb, Ba, Th, ve K) zenginleşme ve kalıcılığı yüksek elementlerde (HFSE; Ta, Nb, Hf, Y, Zr ve Ti) fakirleşmeler sunar. İz elementlerin bu yönelimleri magmanın yitim zonu ile ilişkili tektonik

ortamdan türediğine işaret eder. Rb–Y+Nb ve Sr/Y–Y tektonik ayırtman diyagramlarında ise çarpışma sonrası VAG alanına düşer.

12. Bölgedeki volkanik ve alterasyon zonlarına ait kayaçlar ana oksit element diyagramlarında volkanik kayaçlardan, propilitik, serizitik ve arjillik alterasyon zonuna doğru Al_2O_3 içerikleri ile A.Z. değerlerinin birlikte arttığı gözlenmiştir. SI değerlerine karşı K_2O+Na_2O diyagramında ise bazaltik andezitler kalk-alkali, propilitik ve serizitik alterasyona uğramış örnekler kalk-alkali ve hidrotermal alterasyon ve arjillik alterasyona ait örneklerin tamamı hidrotermal alterasyon alanlarına düşmektedir.
13. Yüzey örneklerinde, Kimyasal Alterasyon İndeks (CIA) değerleri, bazaltik andezitler için 55.04–65.85 (ort. 56.11); propilitik alterasyonlar için 54.84–75.31 (ort. 74.29); serizitik alterasyonlar için 73.80–85.82 (ort. 77.63) ve arjillik alterasyon için 86.45–96.86 (ort. 89.21) arasında değişir. $Al_2O_3-(CaO+Na_2O)-K_2O$ ve $Al_2O_3-(CaO+Na_2O+K_2O)-Fe_2O_3+MgO$ diyagramlarında ise bölgedeki smektit/illit ve kaolinitin plajiyoklazların alterasyonundan türediği tespit edilmiştir.
14. Çalışma alanında KB-GD kesit hattı boyunca 13 adet karotlu sondaj örneklerine ait ana oksit elementleri ile CIA değerleri hesaplanmış ve düşey yönde alterasyon zonlarının korelasyonu yapılmıştır. Bölgede, propilitik alterasyonun volkanik kayaçlar içerisinde yani dış zonda geliştiği tespit edilmiştir. Serizitik alterasyon zonu bölgede geniş alanlar kaplayan alterasyon türüdür. Kaolinit, illit ve silis damarları ile karakteristik olan arjillik alterasyon zonu ise sığ derinliklerde kırıklar tarafından kontrol edildiği belirlenmiştir.
15. Cevher zonunda yapılan jeokimyasal analizler sonucu Pb (3.158–16.708 ppm), Zn (1.351 –2.004 ppm), Cu (758 ila 2.105 ppm), Sb (258 ila 990 ppm), Ag (52,7 ila 173 ppm) ve As (63 ila 211 ppm) elementlerin bollukları yüksek olarak tespit edilmiştir. Bölgedeki cevher elementler jeokimyasal bollukları ile düşük sülfidasyonlu epitermal sistemi karakterize etmektedir.
16. Darıca Pb-Zn-(Ag) epitermal sisteminde cevherleşmeye eşlik eden barit ve arjillik alterasyona ait kuvarlarda sıvı kapanım çalışmaları yürütülmüştür. Barit (193-235°C ve % 2.1-4.8 NaCl eşdeğeri) ve kuvarsta (118-159°C ve % 1.4-4.8 NaCl eşdeğeri) düşük sıcaklık ve tuzluluk değerleri ölçülmüştür. Pb-Zn-(Ag) cevherleşmesinden arjillik alterasyona doğru azalan sıcaklık ve tuzluluk

değerleri hidrotermal sisteme yüzeysel suların karıştığına işaret eder. Ötektik sıcaklık değerleri ise 57.7°C ila -54.3°C arasında değişmekte olup akışkanların NaCl ve CaCl₂ tuzlarını içerdiğini gösterir. Bölgedeki mineralizasyon homojenleşme sıcaklığı, tuzluluk ve ötektik sıcaklık değerleri ile düşük-sülfidasyon tip epitermal sistem özelliğini yansıtmaktadır.



KAYNAKLAR DİZİNİ

1. Ketin, İ., “Anadolu'nun Tektonik Birlikleri”, *MTA Dergisi*, 66, 20–34, 1966.
2. Tanyolu, E., "The Geology of The Eastern Part of The Pulur Massif", *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 108, 1–17, 1988.
3. Habiboğlu, Y.E., “Doğu Pontid güney zonundaki (Bayburt-Demirözü) metamorfit ofiyolit birliğinin (Pulur Masifi) jeotektonik anlamı”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 104, Trabzon, 1989.
4. Güven, I.H., “Doğu Pontidler’in Jeolojisi ve 1/25.000 Ölçekli Kompilasyonu”, *MTA Ankara*, 1993.
5. Tüysüz, N., Özdoğan, K., Er, M., Yılmaz, Z., Ağan, A., “Pontid Ada Yayında Carlin Tipi Kaletaş (Gümüşhane) Altın Zuhuru”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37, 41–46, 1994.
6. Bektaş, O., Yılmaz, C., Taslı, K., Akdağ, K., Özgür, S., "Cretaceous rifting of the eastern Pontide carbonate platform (NE Turkey): The formation of carbonate breccias and turbidites as evidence of a drowned platform", *Geologia*, 57, 233–244, 1995.
7. Gürler, G., “Demirözü (Bayburt) Güneydoğusunun Jeolojisi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 85, Trabzon, 1996.
8. Okay, A., “Pulur Bölgesinin Stratigrafisi ve Tektoniği (Bayburt, Doğu Pontidler)”, *MTA Dergisi*, 119, 1–22, 1997.
9. Yılmaz, C., “Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mezozoik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik kayıtları ve Kontrol Etkenleri”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45 (1), 141–164, 2002.
10. Yılmaz Şahin, S., Güngör, Y., Boztuğ, D., "Comparative petrogenetic investigation of Composite Kackar Batholith granitoids in Eastern Pontide magmatic arc-Northern Turkey", *Earth Planets Space*, 56, 429–446, 2004.
11. Aslan, Z., "Petrography and Petrology of the Calc-Alkaline Sarıhan Granitoid (NE Turkey): An Example of Magma Mingling and Mixing", *Turkish Journal of Earth Sciences*, 14, 185–207, 2005.
12. Aslan, M., Aslan, Z., Dokuz, A., "Bayburt Tüflerinin Petrografik, Petrokimyasal ve Petrolojik Özellikleri: Doğu Pontid Güney Zonu’nda Eosen Kalkalkalen Felsik Volkanizması", *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 20 (1), 49–67, 2005.

13. Akkaya, E., “Bayburt Petekli-Yakupabdal Yöresi (KD TÜRKİYE) Gabroyik Kayaçlarının Petrolojik Özellikleri ve Jeotektonik Önemi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 83, Trabzon, 2009.
14. Akaryalı, E., “Arzular (Gümüşhane KD-Türkiye) Altın Yatağının Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensele İncelenmesi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, s. 223, Trabzon, 2010.
15. Eyüboğlu, Y., Chung, S., Santosh, M., Dudas, F., Akaryalı, E., "Transition from shoshonitic to adakitic magmatism in the eastern Pontides, NE Turkey: Implications for slab window melting", *Gondwana Research*, 19, 413–429, 2011.
16. Arslan, M., Temizel, İ., Abdioglu, E., Kolaylı, H., Yücel, C., Boztuğ, D., Şen, C., “⁴⁰Ar–³⁹Ar dating, whole-rock and Sr–Nd–Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): implications for magma evolution in extension-induced origin", *Contrib Mineral Petrol*, 166, 113–142, 2013.
17. Öztürk, M., “Kılıçkaya (Bayburt) Granitoidi’nin petrografik, Jeokimyasal Ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi”, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 92, Gümüşhane, 2014.
18. Kaygusuz, A., Öztürk, M., "Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the Eocene Bayburt intrusions, Eastern Pontides, NE Turkey: Evidence for lithospheric mantle and lower crustal sources in the high-K calc-alkaline magmatism", *Journal of Asian Earth Sciences*, 108, 97–116, 2015.
19. Demirkol Kılıç, E., “Çoruh Nehri (Bayburt) Dere Yatağı Çökellerinin Jeokimyasal Özellikleri ve Ağır Metal İçeriğinin İncelenmesi”, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 73, Gümüşhane, 2015.
20. Cicerali, D., “Bayburt (KD Türkiye) Yöresi Eosen Yaşı Tüflerde Gelişen Zeolitleşmenin Mineralojisi, Jeokimyası ve Kökeni”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 177, Trabzon, 2015.
21. Akaryalı, E., Akbulut, K., "Constraints of C–O–S isotope compositions and the origin of the Ünlüpinar volcanic-hosted epithermal Pb–Zn ± Au deposit, (Gümüşhane, NE Turkey)" *Journal of Asian Earth Sciences*, 117, 119–134, 2016.
22. Kaygusuz, A., Yücel, C., Arslan, M., Sipahi, F., Temizel, İ., Çakmak, G., Güloğlu, S., “Bayburt kuzeyindeki (Doğu Pontidler, Türkiye) Senozoyik yaşlı plütonik

- kayaçların petrografisi, mineral kimyası ve kristallenme koşulları”, *MTA Dergisi*, 157, 77–104, 2018.
23. Kurt, A., “Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) Skarn Cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Kökensel İncelenmesi”, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 73, Gümüşhane, 2018.
 24. Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Seren, A., Nafız, M., Jacoby, W.R., Özer, R., “Three-directional extensional deformation and formation of the Liassic rift basins in the Eastern Pontides (NE Turkey)”, *Geol. Carpath.*, 57 (5), 337–346, 2006.
 25. Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Yi, K., Tuysuz, N., Korkmaz, S., Akaryali, E., Dudas, F. O., Bektas, O., “The Eastern Black Sea-type volcanogenic massive sulfide deposits: Geochemistry, zircon U–Pb geochronology and an overview of the geodynamics of ore genesis”, *Ore Geology Reviews*, 59, 29–54, 2014.
 26. Topuz, G., Altherr, R., Satır, M., Schwarz, W., “Low-grade metamorphic rocks from the Pulur complex, NE Turkey: implications for the pre-Liassic evolution of the Eastern Pontides”, *Int J Earth Sci*, 93, 72–91, 2004.
 27. Çoğulu, E., “Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronolojik Araştırmalar”, *İTÜ Yayını*, No: 1034, s. 112, 1975.
 28. Açar, Ü., “Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi”, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Doktora Tezi*, s. 56., İstanbul, 1977.
 29. Eren, M., “Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon, 1983.
 30. Pelin, S., “Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelemesi”, *KTÜ Yayını*, 87, s. 103, 1977.
 31. Revan, M.K., Maslennikova, V., Genç, Y., Delibaş, O., Svetlana, P., Maslennikova, S.P., Sadykov, M., “Sulfur isotope study of vent chimneys from Upper Cretaceous volcanogenic massive sulfide deposits of the eastern Pontide metallogenic belt, NE Turkey”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 25, 227–241, 2016.
 32. Tokel, S., “Doğu Karadeniz Bölgesinde Eosen Yaşlı Kalk-alkalen Andezitler ve Jeotektonizma”, *Türkiye Jeoloji Kurultay Bülteni*, 20, 49–54, 1977.
 33. Boztuğ, D., Erçin, A.I., Göç, D., Er, M., İskenderoğlu, A., Kuruçelik, M.K., Kömür, I., “Petrogenesis of the composite Kaçkar batholith along a north-south geotraverse between Ardeşen (Rize) and Ispir (Erzurum) towns, eastern Black Sea

- region, Turkey”, *Fourth International Turkish Geology Symposium*, 24–28 September 2001, Adana/Turkey, p. 210, 2001.
34. Boztuğ, D., Erçin, A.İ., Kuruçelik, M. K., Göç, D., Kömür, İ., İskenderoğlu, A., “Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey”, *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 286–302, 2006.
 35. Güven, I.H., “1/100000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları”, *MTA Genel Müdürlüğü, No: 59*, Ankara, 1998.
 36. Karslı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R., Wijbrans, J., “Relative contributions of crust and mantle to generation of Campanian high-K calc-alkaline I-type granitoids in a subduction setting, with special reference to the Harşit Pluton, Eastern Turkey”, *Contrib Mineral Petrol*, 160, 467–487, 2010.
 37. Kandemir, Ö., “Kuzeydoğu Pontidler’in Tektonostratigrafik Özellikleri ve Jeodinamik Evrimi”, *Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s. 101, Yozgat, 2016.
 38. Hedenquist, J.W., Lowenstern, J.B., “The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits”, *Nature*, 370, 519–527.
 39. White, N., Hedenquist, J., “Epitermal gold deposits; styles, characteristics and exploration”, *Published in SEG Newsletter*, 23, 9–13, 1995.
 40. Reyes, A.F., “Petrology of Philippine geothermal systems and the application of alteration mineralogy to their assessment”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 43, 279–309, 1990.
 41. Maniar, P.D., Piccoli, P.M., “Tectonic discrimination of granitoids”, *Geological Society of America Bulletin*, 101, 635–643, 1989.
 42. Streckeisen, A., “To each plutonic rock its proper name”, *Earth Science Reviews*, 12 (1), 1–33, 1976.
 43. Streckeisen, A., Le Maitre, R.W., “Chemical approximation to modal QAPF classification of the igneous rocks”, *Abhandlungen*, 136, 169–206, 1979.
 44. Rickwood, P.C., “Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements”, *Lithos*, 22, 247–263, 1989.
 45. Irvine, T.N., Baragar, W.R.A., “A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks”, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 523–548, 1971.

46. Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G., “Trace element discrimination diagram for the tectonic interpretation of granitic rocks”, *Journal of Petrology*, 25, 956–983, 1984.
47. Defant, M.J., Drummond, M.S., “Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere”, *Nature*, 347, 662–665, 1990.
48. Winchester, J., Floyd, P.A., “Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Differentiation Product Using Immobile Elements”, *Chemical Geology*, 20, 325–343, 1977.
49. Middlemost, E.A.K., “Naming Materials in the Magma/Igneous Rock System”, *Earth Science Review*, 37, 215–244, 1994.
50. Barrett, T.J. ve MacLean, W.H., “Mass Changes in Hydrothermal alteration Zones Associated with VMS Deposits in the Noranda Area”, *Exploration and Mining Geology*, 3, 131–160, 1994.
51. Myers, R.E., MacLean, W.H., “The geology of the New Inscop copper deposit, Noranda District, Quebec”, *Canadian Jour. Earth. Sci.*, 20, 1291–1304, 1983.
52. Nesbitt, H.W., Young, G.M., “Early Proterozoic Climates and Plate Motions Inferred from Major Element Chemistry of Lutites”, *Nature*, 299, 715–717, 1982.
53. MacLean, W.H., Hoy, L.D., “Geochemistry of hydrothermal altered rocks at the Horne Mine, Noranda, Quebec”, *Economic Geology*, 86 (3), 506–528, 1991.
54. Roedder, E., “Fluid inclusion”, *Rev. Mineral*, 12, 12–45, 1984.
55. Shepherd, T.J., Rankin, A.H., Alderton, D.H.M., “A practical guide to fluid inclusion studies”, *Blackie*, Glasgow, 239 pp., 1985.
56. Van den Kerkhof, A.M., Hein, U.F., “Fluid inclusion petrography”, *Lithos*, 55, 27–47, 2001.
57. Bodnar, R.J., “Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions”, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 57, 683–684, 1993.
58. Wilkinson, J.J., “Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits”, *Lithos*, 55, 229–272, 2001.
59. Bodnar, R.J., Lecumberri Sanchez, P., Moncada, D., Steele MacInnis, M., “Fluid Inclusions in Hydrothermal Ore Deposits”, *Treatise on Geochemistry*, Second Edition, 13, 119–142, 2014.
60. Sillitoe, R., Hedenquist, J., “Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious-metal deposits”, *Volcanic, geothermal and ore-*

forming fluids: Rulers and witnesses of processes within the Earth, In Simmons, S.F., Graham, I.J. (Eds) Society of Economic Geologist, Special Publication 10, Chapter 16, 73 pp., 2003.





EK-1

Alterasyon Tipi	Ana oksitler (%) / Örnek no	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	SO₃	ZrO₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
Kaolenitik Alt.	DYM-101	57.20	0.90	22.50	7.70	0.50	0.30	1.90	1.10	0.39	0.02	6.80	99.31	0.37	87.21
Kaolenitik Alt.	DYM-106	52.50	0.80	24.20	8.40	1.80	0.60	1.40	1.10	1.00	0.02	8.00	99.82	0.44	88.64
Kaolenitik Alt.	DYM-113	58.20	0.80	24.30	4.30	0.90	1.00	2.00	0.80	0.23	0.02	7.05	99.60	0.29	86.48
Kaolenitik Alt.	DYM-60	48.40	0.80	23.50	13.00	1.10	0.30	0.50	2.40	0.64	0.02	8.60	99.26	0.83	88.01
Kaolenitik Alt.	DYM-33	49.00	0.70	24.60	5.60	1.10	0.20	1.80	1.70	10.20	0.02	4.45	99.37	0.49	86.93
Kaolenitik Alt.	DYM-40	56.00	0.80	25.40	5.40	1.30	0.80	0.20	1.60	0.64	0.02	7.25	99.41	0.89	90.71
Kaolenitik Alt.	DYM-46	51.10	1.60	27.00	5.70	0.40	0.50	1.20	1.10	0.00	0.01	10.15	98.76	0.48	90.60
Kaolenitik Alt.	DYM-48	50.90	0.80	25.50	8.70	0.90	0.50	1.90	1.60	0.36	0.02	8.10	99.28	0.46	86.44
Kaolenitik Alt.	DYM-65	51.90	1.10	30.80	3.10	0.40	0.30	0.50	0.20	0.25	0.02	11.05	99.62	0.29	96.86
Kaolenitik Alt.	DYM-69	54.80	0.80	26.10	6.60	0.60	0.60	2.00	1.20	0.07	0.02	6.80	99.59	0.38	87.29
Kaolenitik Alt.	DYM-74	52.20	0.90	26.60	6.30	0.40	0.60	2.00	1.30	0.24	0.01	8.85	99.40	0.39	87.21
Kaolenitik Alt.	DYM-76	52.60	0.90	23.90	9.60	0.40	0.40	2.30	1.10	1.00	0.02	7.05	99.27	0.32	86.28
Kaolenitik Alt.	DYM-83	50.20	1.00	23.80	10.60	1.20	0.20	0.90	2.10	1.00	0.02	8.10	99.12	0.70	88.15
Kaolenitik Alt.	DYM-91	54.40	1.10	24.90	6.90	1.10	0.60	1.00	0.80	0.20	0.02	8.45	99.47	0.44	91.21
Propilitik Alt.	DYM-17	68.50	1.00	15.90	4.60	0.40	0.50	2.90	2.40	0.10	0.02	3.45	99.77	0.45	73.27
Propilitik Alt.	DYM-19	52.60	0.60	18.30	4.70	1.50	5.80	0.10	2.20	2.18	0.03	11.40	99.41	0.96	69.32
Propilitik Alt.	DYM-121	56.88	0.79	14.85	8.76	4.36	6.91	2.46	2.86	0.40	0.02	1.10	99.39	0.54	54.84
Propilitik Alt.	DYM-124	54.23	0.99	18.11	9.17	3.21	4.74	1.75	1.86	3.32	0.02	2.40	99.80	0.52	68.46
Propilitik Alt.	DYM-3	56.40	1.00	18.60	5.20	2.00	0.30	2.90	4.60	2.64	0.04	5.70	99.38	0.61	70.45
Propilitik Alt.	DYM-4	47.60	0.80	17.20	6.70	7.20	2.40	4.00	0.80	10.05	0.01	3.10	99.86	0.17	70.49
Propilitik Alt.	DYM-5	44.70	0.90	18.20	8.00	9.20	2.00	3.90	1.10	7.18	0.01	4.80	99.99	0.22	72.22
Propilitik Alt.	DYM-1	53.70	0.80	16.30	5.20	3.50	0.60	5.10	1.90	4.55	0.02	7.55	99.22	0.27	68.20
Propilitik Alt.	DYM-23	49.70	0.80	17.20	7.80	5.80	5.50	4.20	3.30	3.90	0.02	1.65	99.87	0.44	56.95

Alterasyon Tipi	Ana oksitler (%) / Örnek no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
Propilitik Alt.	DYM-115	46.40	0.80	18.60	7.30	1.90	9.50	0.50	1.30	0.29	0.02	12.45	99.06	0.72	62.21
Propilitik Alt.	DYM-42	56.30	0.80	19.90	6.80	2.40	2.10	5.10	1.70	0.05	0.02	3.75	98.92	0.25	69.10
Propilitik Alt.	DYM-79	52.40	0.90	19.20	9.50	2.60	1.00	4.60	1.70	0.43	0.02	6.20	98.55	0.27	72.45
Propilitik Alt.	DYM-96	52.20	0.80	19.30	7.40	4.10	1.00	4.00	2.10	1.65	0.02	6.10	98.67	0.34	73.11
Propilitik Alt.	DYM-123	55.34	0.79	15.75	6.61	6.15	0.31	3.84	1.01	8.72	0.02	1.10	99.64	0.21	75.31
Serisitik Alt.	DYM-122	57.62	0.65	15.69	7.61	4.29	0.72	3.57	1.28	6.32	0.02	2.20	99.98	0.26	73.80
Serisitik Alt.	DYM-2	54.70	1.00	22.10	6.50	1.60	0.50	1.90	3.50	1.27	0.02	6.40	99.49	0.65	78.93
Serisitik Alt.	DYM-77	58.80	0.80	21.00	6.70	0.80	1.00	2.50	1.20	0.00	0.02	5.85	98.67	0.32	81.71
Serisitik Alt.	DYM-88	56.50	0.80	19.80	10.00	0.80	0.70	3.10	1.40	0.01	0.02	6.05	99.18	0.31	79.20
Serisitik Alt.	DYM-10	51.40	0.70	23.00	5.10	3.10	0.30	3.30	1.50	8.68	0.02	2.85	99.95	0.31	81.85
Serisitik Alt.	DYM-104	54.00	0.70	22.40	8.20	1.40	1.90	1.80	1.50	0.17	0.02	7.50	99.59	0.45	81.16
Serisitik Alt.	DYM-107	61.30	0.80	19.30	6.20	1.00	0.70	2.60	1.20	0.39	0.02	5.90	99.41	0.32	81.09
Serisitik Alt.	DYM-108	56.40	0.90	21.10	7.30	0.60	1.20	4.30	0.90	1.00	0.02	6.25	99.97	0.17	76.73
Serisitik Alt.	DYM-11	61.50	0.80	25.20	1.30	0.20	0.30	3.20	2.00	1.55	0.02	3.90	99.97	0.38	82.08
Serisitik Alt.	DYM-111	55.00	0.70	22.90	7.20	1.30	1.60	1.10	2.60	0.24	0.02	6.95	99.61	0.70	81.21
Serisitik Alt.	DYM-119	59.20	0.70	23.80	4.50	1.00	0.90	1.50	2.00	0.42	0.02	5.00	99.04	0.57	84.40
Serisitik Alt.	DYM-12	54.20	0.80	24.30	4.30	0.80	0.70	2.70	1.10	7.55	0.02	3.20	99.67	0.29	84.38
Serisitik Alt.	DYM-120	60.00	0.70	18.40	8.70	1.00	0.70	2.80	1.80	0.38	0.02	5.10	99.60	0.39	77.64
Serisitik Alt.	DYM-28	57.70	0.90	21.90	3.70	1.10	0.40	3.50	1.40	5.30	0.02	3.70	99.62	0.29	80.51
Serisitik Alt.	DYM-29	61.70	0.80	22.40	1.70	0.50	0.40	2.20	1.70	2.20	0.02	5.85	99.47	0.44	83.90
Serisitik Alt.	DYM-30	63.20	0.90	23.20	0.90	1.00	0.40	3.20	2.20	0.60	0.02	3.95	99.57	0.41	80.00
Serisitik Alt.	DYM-31	53.70	0.70	20.90	5.00	3.70	0.40	2.30	1.00	8.70	0.02	3.30	99.72	0.30	84.96
Serisitik Alt.	DYM-32	54.00	0.80	23.00	3.30	1.50	0.40	2.80	1.20	3.60	0.02	8.45	99.07	0.30	83.94
Serisitik Alt.	DYM-34	60.90	1.00	24.80	0.60	0.50	0.20	3.20	2.20	0.50	0.02	5.70	99.62	0.41	81.58
Serisitik Alt.	DYM-53	50.10	0.80	19.00	7.30	3.60	0.90	2.80	1.30	1.00	0.01	8.00	94.81	0.32	79.17

Alterasyon Tipi	Ana oksitler (%) / Örnek no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
Serisitik Alt.	DYM-56	50.40	0.80	24.90	7.50	1.60	1.80	0.90	1.60	0.16	0.02	9.45	99.13	0.64	85.27
Serisitik Alt.	DYM-57	50.00	0.70	22.90	9.50	2.50	0.30	1.20	2.60	1.00	0.02	7.70	98.42	0.68	84.81
Serisitik Alt.	DYM-58	58.90	0.80	20.70	7.30	1.10	0.20	1.70	1.70	0.60	0.02	6.55	99.57	0.50	85.19
Serisitik Alt.	DYM-59	50.30	0.80	22.20	6.00	4.30	0.60	2.60	1.60	7.62	0.02	3.60	99.64	0.38	82.22
Serisitik Alt.	DYM-61	49.50	0.80	18.30	16.20	1.00	0.40	1.50	1.70	1.00	0.02	8.05	98.47	0.53	83.56
Serisitik Alt.	DYM-62	57.20	0.80	26.00	2.90	0.60	0.30	2.60	1.80	0.00	0.02	5.75	97.97	0.41	84.69
Serisitik Alt.	DYM-63	58.90	0.90	22.60	2.60	2.20	0.50	3.10	1.40	1.00	0.02	5.30	98.52	0.31	81.88
Serisitik Alt.	DYM-7	55.00	0.80	19.30	4.40	1.50	1.40	3.60	1.20	4.65	0.02	7.65	99.52	0.25	75.69
Serisitik Alt.	DYM-8	61.30	1.00	25.60	0.80	0.70	0.50	1.70	3.20	0.41	0.02	4.10	99.33	0.65	82.58
Serisitik Alt.	DYM-9	52.60	0.80	25.20	4.00	1.60	0.30	3.10	1.20	6.75	0.02	4.35	99.92	0.28	84.56
Serisitik Alt.	DYM-90	58.20	0.70	21.90	7.20	0.80	0.60	2.60	1.30	0.17	0.02	6.20	99.69	0.33	82.95
Serisitik Alt.	DYM-98	54.90	0.80	22.90	7.10	1.30	0.90	2.20	1.60	1.00	0.02	7.20	99.92	0.42	82.97
Serisitik Alt.	DYM-21	50.90	0.70	19.20	7.30	1.10	0.30	1.30	2.90	14.20	0.02	1.10	99.02	0.69	81.01
Serisitik Alt.	DYM-22	52.00	0.70	18.90	7.20	1.50	0.50	1.20	3.00	12.60	0.02	1.10	98.72	0.71	80.08
Serisitik Alt.	DYM-24	48.00	0.60	19.60	8.10	1.20	0.50	1.50	2.20	15.00	0.02	2.65	99.37	0.59	82.35
Serisitik Alt.	DYM-25	60.70	1.00	18.40	2.70	1.60	0.20	0.90	2.90	3.00	0.02	7.65	99.07	0.76	82.14
Serisitik Alt.	DYM-26	55.90	0.90	27.00	2.80	0.30	0.40	1.40	3.00	0.20	0.02	7.30	99.22	0.68	84.91
Serisitik Alt.	DYM-27	58.00	0.80	26.40	1.40	0.40	0.30	1.90	3.80	0.30	0.02	5.95	99.27	0.67	81.48
Serisitik Alt.	DYM-6	59.50	0.80	21.40	3.10	1.30	0.50	3.60	1.60	5.47	0.02	2.45	99.74	0.31	78.97
Serisitik Alt.	DYM-67	51.60	0.80	22.40	6.30	1.00	0.30	1.40	2.10	1.00	0.02	8.60	95.52	0.60	85.50
Serisitik Alt.	DYM-100	61.80	0.80	24.60	1.60	0.50	1.10	2.20	1.00	0.93	0.02	5.05	99.60	0.31	85.12
Serisitik Alt.	DYM-102	58.80	1.20	14.40	10.60	0.50	0.90	1.30	0.80	2.84	0.02	8.25	99.61	0.38	82.76
Serisitik Alt.	DYM-103	57.70	0.80	21.00	7.10	0.90	0.40	4.10	1.70	0.49	0.02	5.40	99.61	0.29	77.21
Serisitik Alt.	DYM-105	60.60	0.70	22.40	5.60	0.50	0.80	2.00	1.50	0.38	0.02	4.80	99.30	0.43	83.90
Serisitik Alt.	DYM-109	56.00	1.40	20.90	7.90	1.20	1.70	1.60	1.70	0.15	0.02	6.95	99.52	0.52	80.69

Alterasyon Tipi	Ana oksitler (%) / Örnek no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
Serisitik Alt.	DYM-110	55.40	0.70	23.30	7.70	1.20	1.00	1.00	2.10	0.28	0.02	7.00	99.70	0.68	85.04
Serisitik Alt.	DYM-112	64.70	0.80	15.80	7.20	0.90	0.40	0.80	2.80	0.78	0.02	5.45	99.65	0.78	79.80
Serisitik Alt.	DYM-114	60.50	0.90	22.50	5.40	0.70	0.60	2.20	1.70	0.11	0.03	5.10	99.74	0.44	83.33
Serisitik Alt.	DYM-116	58.00	1.00	23.80	4.60	1.00	0.50	0.70	3.30	0.46	0.02	6.20	99.58	0.83	84.10
Serisitik Alt.	DYM-117	51.70	1.00	22.10	9.30	2.50	0.60	2.70	2.80	0.64	0.02	6.00	99.36	0.51	78.37
Serisitik Alt.	DYM-118	50.50	0.80	18.40	10.00	0.50	0.30	1.60	1.50	5.00	0.02	9.80	98.42	0.48	84.40
Serisitik Alt.	DYM-35	49.00	0.70	17.70	11.50	4.50	0.30	2.30	3.20	1.76	0.02	7.65	98.63	0.58	75.32
Serisitik Alt.	DYM-36	54.20	0.90	22.50	6.60	2.60	1.20	4.80	0.50	1.00	0.02	5.45	99.77	0.09	77.59
Serisitik Alt.	DYM-37	50.40	1.20	24.60	8.10	1.20	1.20	2.20	1.50	1.00	0.02	8.30	99.72	0.41	83.39
Serisitik Alt.	DYM-38	49.80	1.00	21.40	9.10	1.90	0.40	3.70	1.60	2.10	0.01	8.20	99.21	0.30	78.97
Serisitik Alt.	DYM-39	58.70	0.80	22.30	6.80	0.90	0.60	1.80	1.60	0.12	0.02	5.45	99.09	0.47	84.79
Serisitik Alt.	DYM-41	56.50	1.00	21.30	7.70	0.80	0.50	3.80	2.80	0.53	0.02	4.60	99.55	0.42	75.00
Serisitik Alt.	DYM-43	54.50	1.20	20.00	9.30	1.50	2.10	1.90	1.10	0.14	0.02	7.70	99.46	0.37	79.68
Serisitik Alt.	DYM-44	55.60	1.00	23.20	7.10	1.00	0.70	1.50	1.90	0.15	0.02	7.15	99.32	0.56	84.98
Serisitik Alt.	DYM-45	56.90	0.70	21.60	6.30	1.10	0.70	0.80	2.60	1.40	0.02	6.55	98.67	0.76	84.05
Serisitik Alt.	DYM-47	56.40	0.80	24.00	4.40	0.60	1.50	2.60	0.40	0.01	0.02	8.35	99.08	0.13	84.21
Serisitik Alt.	DYM-49	60.40	0.60	21.40	5.20	0.80	0.30	1.00	2.90	1.00	0.02	5.60	99.22	0.74	83.59
Serisitik Alt.	DYM-50	55.50	0.80	23.40	6.00	2.50	0.90	2.50	1.30	0.20	0.02	6.70	99.82	0.34	83.27
Serisitik Alt.	DYM-51	58.60	0.90	21.40	7.60	0.70	0.70	1.50	1.90	0.30	0.02	5.95	99.57	0.56	83.92
Serisitik Alt.	DYM-52	51.90	1.00	22.80	8.70	2.50	1.40	1.50	1.40	0.16	0.02	8.05	99.43	0.48	84.13
Serisitik Alt.	DYM-54	55.90	1.50	21.40	7.70	0.80	0.90	2.50	0.90	0.27	0.02	7.65	99.54	0.26	83.27
Serisitik Alt.	DYM-55	57.50	0.80	23.00	6.40	0.90	0.50	2.40	1.40	1.00	0.02	6.05	99.97	0.37	84.25
Serisitik Alt.	DYM-64	59.10	0.90	23.50	4.90	0.60	0.50	2.60	2.00	0.35	0.02	5.20	99.67	0.43	82.17
Serisitik Alt.	DYM-66	58.70	0.70	21.40	7.60	0.80	0.70	1.70	2.00	0.08	0.02	5.60	99.30	0.54	82.95
Serisitik Alt.	DYM-68	59.00	0.80	22.30	5.40	0.80	1.20	1.20	1.40	0.01	0.02	6.35	98.48	0.54	85.44

Alterasyon Tipi	Ana oksitler (%) / Örnek no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
Serisitik Alt.	DYM-70	58.80	0.80	21.10	8.70	0.60	0.80	2.00	1.10	0.37	0.02	5.45	99.74	0.35	84.40
Serisitik Alt.	DYM-71	57.80	0.80	21.90	7.50	0.80	0.20	0.90	3.40	0.72	0.02	5.50	99.54	0.79	82.95
Serisitik Alt.	DYM-73	63.30	0.80	18.90	6.80	0.70	0.50	2.10	1.60	0.07	0.03	4.75	99.55	0.43	81.82
Serisitik Alt.	DYM-75	51.80	0.80	18.10	9.40	5.80	1.60	3.00	0.70	0.14	0.01	6.30	97.65	0.19	77.35
Serisitik Alt.	DYM-78	56.10	0.70	22.00	6.40	2.20	1.70	3.40	1.60	0.00	0.02	5.25	99.37	0.32	76.66
Serisitik Alt.	DYM-80	61.00	0.80	22.20	5.40	0.60	0.90	2.00	1.30	0.40	0.02	4.85	99.47	0.39	84.09
Serisitik Alt.	DYM-81	57.00	0.80	20.90	6.40	1.10	0.50	1.70	2.00	2.27	0.02	6.75	99.44	0.54	83.27
Serisitik Alt.	DYM-82	60.10	0.80	20.20	7.00	1.10	0.90	2.80	1.40	0.01	0.02	5.25	99.58	0.33	79.84
Serisitik Alt.	DYM-84	58.00	0.90	23.00	5.60	0.60	0.90	3.50	1.50	0.34	0.02	5.20	99.56	0.30	79.58
Serisitik Alt.	DYM-85	60.40	0.90	22.00	5.50	0.50	0.70	3.20	1.40	0.10	0.02	4.90	99.62	0.30	80.59
Serisitik Alt.	DYM-86	56.70	0.90	21.10	8.90	1.00	0.50	1.60	3.30	0.25	0.02	5.35	99.62	0.67	79.62
Serisitik Alt.	DYM-87	60.70	0.80	21.30	5.90	0.70	0.50	2.00	1.70	1.00	0.02	4.70	99.32	0.46	83.53
Serisitik Alt.	DYM-89	53.30	0.80	24.10	6.90	1.30	1.80	1.10	1.60	0.24	0.03	8.40	99.57	0.59	84.27
Serisitik Alt.	DYM-92	57.40	0.80	20.70	6.60	2.60	2.50	3.00	1.70	0.00	0.02	3.75	99.07	0.36	74.19
Serisitik Alt.	DYM-93	60.60	0.80	22.10	3.50	0.60	2.00	1.90	1.50	0.78	0.02	5.90	99.70	0.44	80.36
Serisitik Alt.	DYM-94	58.50	0.80	20.70	7.10	1.00	0.30	1.70	2.40	0.66	0.02	6.35	99.53	0.59	82.47
Serisitik Alt.	DYM-95	63.70	1.10	19.60	4.90	0.50	1.10	1.80	1.00	0.17	0.02	5.65	99.54	0.36	83.40
Serisitik Alt.	DYM-97	65.00	0.80	23.00	1.90	0.30	1.40	1.80	0.60	0.00	0.02	4.30	99.12	0.25	85.82
Serisitik Alt.	DYM-99	55.20	0.80	22.40	6.00	2.00	0.60	3.60	0.90	0.97	0.02	7.15	99.64	0.20	81.45
Bazalt-Andezit	DYM-125	49.06	1.25	16.36	9.65	7.31	9.35	2.16	1.56	0.15	0.02	3.10	99.98	0.42	55.58
Bazalt-Andezit	DYM-126	56.45	0.86	16.31	8.44	3.92	7.63	3.87	1.82	0.19	0.02	0.30	99.81	0.32	55.04
Bazalt-Andezit	DYM-130	58.22	0.79	17.19	7.61	3.28	7.55	3.75	0.90	0.19	0.02	0.35	99.85	0.19	58.48
Bazalt-Andezit	DYM-18	58.50	0.90	16.60	6.90	3.00	6.90	3.50	0.90	0.08	0.02	2.10	99.40	0.20	59.50
Bazalt-Andezit	DYM-72	58.20	1.00	16.60	7.50	2.80	5.50	2.90	1.00	0.19	0.02	3.55	99.26	0.26	63.85
Bazalt-Andezit	DYM-127	55.07	0.82	15.62	9.58	4.93	7.53	3.33	1.10	0.13	0.02	1.60	99.73	0.25	56.64

EK-2

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	SO₃	ZrO₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S1	0.00	2.00	S1/1	52.40	0.90	19.20	9.50	2.60	1.00	4.60	1.70	0.43	0.02	6.20	6.20	0.27	72.45
S1	2.00	4.00	S1/2	50.50	1.00	19.60	8.80	3.20	0.80	4.10	1.90	0.77	0.02	7.25	7.25	0.32	74.24
S1	4.00	6.00	S1/3	54.30	1.00	20.10	5.80	3.40	0.90	5.20	1.50	0.60	0.02	5.50	5.50	0.22	72.56
S1	6.00	8.00	S1/4	55.30	1.00	19.50	5.70	3.70	0.80	5.80	1.70	0.48	0.02	4.75	4.75	0.23	70.14
S1	8.00	10.00	S1/5	54.60	0.70	21.20	6.40	1.90	0.50	2.90	2.60	0.64	0.02	6.70	6.70	0.47	77.94
S1	10.00	12.00	S1/6	52.10	0.90	23.40	8.00	1.20	1.00	2.60	2.80	0.13	0.02	6.75	6.75	0.52	78.52
S1	12.00	14.00	S1/7	52.60	1.00	19.80	8.00	4.20	0.50	5.20	1.10	0.36	0.02	5.70	5.70	0.17	74.44
S1	14.00	16.00	S1/8	53.30	0.70	20.30	9.50	2.10	0.30	3.10	3.00	0.42	0.02	5.80	5.80	0.49	76.03
S1	16.00	18.00	S1/9	52.30	1.00	20.40	7.40	3.90	0.80	5.40	1.10	0.35	0.02	5.70	5.70	0.17	73.65
S1	18.00	20.00	S1/10	51.60	0.90	20.80	7.50	2.60	0.70	5.60	1.30	0.72	0.02	6.30	6.30	0.19	73.24
S1	20.00	22.00	S1/11	54.60	1.00	21.80	8.40	0.70	0.60	5.90	1.00	0.09	0.02	5.10	5.10	0.14	74.40
S1	22.00	24.00	S1/12	51.60	0.90	20.20	9.90	3.40	0.70	6.10	0.50	0.14	0.02	5.50	5.50	0.08	73.45
S1	24.00	26.00	S1/13	55.10	1.00	22.70	6.50	1.10	0.30	3.10	1.80	1.06	0.02	6.95	6.95	0.37	81.36
S1	26.00	28.00	S1/14	55.60	0.70	18.70	10.10	0.90	0.30	4.00	2.50	0.42	0.02	5.40	5.40	0.38	73.33
S1	28.00	30.00	S1/15	55.20	0.70	19.70	8.50	1.20	1.00	3.70	3.00	0.38	0.02	5.45	5.45	0.45	71.90
S1	30.00	32.15	S1/16	51.70	0.70	17.40	11.80	2.10	0.20	3.80	2.20	1.09	0.02	6.90	6.90	0.37	73.73
S1	32.15	34.15	S1/17	48.00	0.70	20.70	5.10	7.80	0.30	4.50	1.00	3.20	0.02	7.70	7.70	0.18	78.11
S1	34.15	36.15	S1/18	47.40	0.70	19.60	5.40	8.60	0.60	4.50	1.00	3.60	0.02	7.50	7.50	0.18	76.26
S1	36.15	38.15	S1/19	46.60	0.70	19.00	6.20	8.30	0.80	4.60	1.00	3.92	0.02	7.70	7.70	0.18	74.80
S2	0.00	2.00	S2/1	52.60	0.90	23.90	9.60	0.40	0.40	2.30	1.10	1.00	0.02	7.05	7.05	0.32	86.28
S2	2.00	4.00	S2/2	53.50	0.90	24.10	8.60	0.40	0.30	2.30	1.00	1.00	0.02	7.20	7.20	0.30	87.00
S2	4.00	6.00	S2/3	53.20	0.90	25.80	7.30	0.30	0.30	1.80	0.80	1.00	0.02	7.85	7.85	0.31	89.90
S2	6.00	8.00	S2/4	55.10	1.00	24.80	7.00	0.20	0.30	1.30	0.50	1.00	0.02	8.00	8.00	0.28	92.19

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S2	8.00	10.00	S2/5	57.80	0.90	20.30	9.20	0.50	0.30	1.70	1.70	1.00	0.02	5.80	5.80	0.50	84.58
S2	10.00	12.00	S2/6	56.90	0.90	19.10	10.70	0.70	0.30	1.40	2.20	1.00	0.02	6.70	6.70	0.61	83.04
S2	12.00	14.00	S2/7	53.80	0.80	24.00	8.90	0.70	0.40	1.50	1.70	1.00	0.01	6.60	6.60	0.53	86.96
S2	14.00	16.00	S2/8	53.80	1.00	24.40	8.30	0.40	0.40	1.70	1.00	1.00	0.02	7.45	7.45	0.37	88.73
S2	16.00	18.00	S2/9	53.20	0.90	22.30	9.40	1.00	1.30	2.70	0.90	1.00	0.02	6.40	6.40	0.25	81.99
S2	18.00	20.00	S2/10	53.70	0.90	21.60	9.10	1.00	1.40	2.80	0.80	1.00	0.02	6.95	6.95	0.22	81.20
S2	20.00	22.00	S2/11	52.40	0.90	21.60	9.90	1.30	1.40	2.90	0.90	1.00	0.02	7.35	7.35	0.24	80.60
S2	22.00	24.00	S2/12	53.70	1.00	22.00	7.80	1.30	1.20	3.20	1.10	1.00	0.02	7.15	7.15	0.26	80.00
S2	24.00	26.00	S2/13	52.80	0.90	21.80	7.90	1.90	1.20	2.80	1.30	1.00	0.02	7.25	7.25	0.32	80.44
S2	26.00	28.00	S2/14	49.80	0.80	22.40	6.80	2.40	0.50	2.00	2.50	1.00	0.01	8.75	8.75	0.56	81.75
S2	28.00	30.00	S2/15	47.50	0.80	22.60	6.40	4.10	0.80	2.40	1.60	1.00	0.01	9.20	9.20	0.40	82.48
S2	30.00	32.00	S2/16	47.80	0.70	22.00	6.70	4.40	1.10	2.50	1.40	1.00	0.01	8.85	8.85	0.36	81.48
S2	32.00	34.00	S2/17	47.60	0.70	22.60	6.40	4.30	0.60	2.70	1.60	1.00	0.01	9.00	9.00	0.37	82.18
S2	34.00	36.00	S2/18	48.80	0.70	21.60	6.30	4.10	0.50	2.80	1.50	1.00	0.01	9.15	9.15	0.35	81.82
S2	36.00	38.00	S2/19	47.50	0.70	21.30	6.70	4.70	0.90	2.60	1.40	1.00	0.01	9.40	9.40	0.35	81.30
S2	38.00	40.00	S2/20	48.40	0.70	22.00	6.70	3.60	0.60	1.70	2.00	1.00	0.01	9.50	9.50	0.54	83.65
S2	40.00	42.00	S2/21	47.70	0.80	20.00	7.10	4.60	3.40	3.20	1.00	1.00	0.01	7.20	7.20	0.24	72.46
S2	42.00	44.00	S2/22	47.80	0.80	21.50	6.40	3.90	1.70	2.20	1.60	1.00	0.01	9.20	9.20	0.42	79.63
S2	44.00	46.00	S2/23	47.40	0.80	20.60	7.00	4.60	1.40	2.70	1.50	1.00	0.01	8.80	8.80	0.36	78.63
S2	46.00	48.00	S2/24	46.60	0.70	19.00	7.10	4.90	3.20	3.80	1.00	1.00	0.01	8.40	8.40	0.21	70.37
S2	48.00	50.00	S2/25	48.20	0.70	22.20	6.30	4.20	1.10	2.60	1.10	1.00	0.01	9.05	9.05	0.30	82.22
S2	50.00	53.00	S2/26	46.30	0.80	19.70	7.50	5.20	3.00	3.50	1.00	1.00	0.01	7.70	7.70	0.22	72.43
S3	0.00	2.00	S3/1	52.20	0.90	26.60	6.30	0.40	0.60	2.00	1.30	0.24	0.01	8.85	8.85	0.39	87.21
S3	2.00	4.00	S3/2	52.20	0.90	26.40	5.90	0.20	0.50	2.00	2.40	0.26	0.01	8.50	8.50	0.55	84.35
S3	4.00	6.00	S3/3	52.50	0.90	26.80	5.50	0.20	0.40	1.70	2.30	0.27	0.02	8.80	8.80	0.58	85.90

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S3	6.00	8.00	S3/4	51.60	0.90	27.90	5.20	0.20	0.20	1.00	1.50	0.51	0.02	10.15	10.15	0.60	91.18
S3	8.00	10.00	S3/5	52.10	0.90	25.70	5.60	0.40	0.30	1.90	0.60	1.21	0.01	9.90	9.90	0.24	90.18
S3	10.00	12.00	S3/6	52.60	0.90	26.30	5.30	0.40	0.20	1.10	0.80	1.06	0.01	10.40	10.40	0.42	92.61
S3	12.00	14.00	S3/7	51.90	0.90	24.80	5.50	0.50	0.20	1.70	1.90	1.73	0.01	9.75	9.75	0.53	86.71
S3	14.00	16.00	S3/8	58.00	1.00	22.10	6.20	0.80	0.30	0.70	2.00	0.53	0.02	7.55	7.55	0.74	88.05
S3	16.00	18.00	S3/9	57.80	0.90	23.50	4.80	0.70	0.30	2.10	2.20	0.41	0.02	6.75	6.75	0.51	83.63
S3	18.00	20.00	S3/10	56.60	0.90	24.80	4.90	0.60	0.30	2.10	1.70	0.39	0.02	7.20	7.20	0.45	85.81
S3	20.00	22.00	S3/11	56.90	1.00	24.60	3.50	0.40	0.40	2.60	2.30	0.64	0.02	7.05	7.05	0.47	82.27
S3	22.00	24.00	S3/12	54.20	0.90	23.40	6.70	0.30	0.50	2.20	2.20	1.01	0.02	7.85	7.85	0.50	82.69
S3	24.00	26.00	S3/13	54.30	0.90	25.80	4.20	0.20	0.50	2.80	1.60	0.92	0.02	8.10	8.10	0.36	84.04
S3	26.00	28.00	S3/14	54.10	0.90	26.30	3.60	0.40	0.30	2.20	1.50	1.43	0.02	8.55	8.55	0.41	86.80
S3	28.00	30.00	S3/15	50.60	0.90	28.20	3.00	0.30	0.40	4.10	0.70	0.70	0.01	9.20	9.20	0.15	84.43
S3	30.00	32.00	S3/16	51.70	0.90	27.60	2.80	0.50	0.40	3.20	1.50	0.66	0.01	9.05	9.05	0.32	84.40
S3	32.00	34.00	S3/17	49.00	0.80	27.40	3.80	1.10	0.40	3.10	1.00	0.88	0.01	10.30	10.30	0.24	85.89
S3	34.00	36.00	S3/18	47.80	0.80	24.50	4.50	3.50	0.40	3.60	1.30	1.10	0.01	9.50	9.50	0.27	82.21
S3	36.00	38.00	S3/19	48.40	0.80	21.80	5.10	5.20	0.60	3.30	1.30	1.25	0.01	9.05	9.05	0.28	80.74
S3	38.00	40.00	S3/20	48.60	0.80	22.40	5.30	3.80	0.40	2.80	1.40	1.33	0.01	9.85	9.85	0.33	82.96
S3	40.00	42.00	S3/21	47.80	0.80	22.60	5.10	5.30	0.40	2.50	1.40	1.23	0.01	9.60	9.60	0.36	84.01
S3	42.00	44.00	S3/22	55.00	0.90	23.70	4.20	2.10	0.90	2.60	2.40	0.33	0.02	6.15	6.15	0.48	80.07
S3	44.00	46.00	S3/23	49.50	0.80	22.20	5.30	5.20	0.60	2.30	1.40	0.91	0.01	8.90	8.90	0.38	83.77
S3	46.00	48.00	S3/24	53.00	0.80	23.80	3.80	2.00	1.40	2.60	2.10	0.64	0.01	7.60	7.60	0.45	79.60
S3	48.00	50.00	S3/25	49.20	0.80	24.40	4.50	3.90	0.30	1.80	1.40	0.98	0.01	10.15	10.15	0.44	87.46
S3	50.00	52.00	S3/26	54.50	0.90	22.50	5.20	2.90	1.20	3.40	2.00	0.32	0.02	5.55	5.55	0.37	77.32
S3	52.00	54.00	S3/27	55.20	1.00	23.40	3.90	2.50	0.80	3.20	2.00	0.34	0.02	6.00	6.00	0.38	79.59
S3	54.00	56.00	S3/28	54.50	1.00	21.60	4.70	3.40	1.70	3.60	1.60	0.30	0.02	5.65	5.65	0.31	75.79

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S3	56.00	58.00	S3/29	53.80	0.90	21.50	4.50	3.80	1.10	4.30	2.00	0.50	0.01	5.60	5.60	0.32	74.39
S3	58.00	60.00	S3/30	54.20	1.00	22.50	4.10	3.30	1.30	3.90	1.70	0.35	0.02	5.85	5.85	0.30	76.53
S3	60.00	62.00	S3/31	52.50	0.90	22.10	4.30	3.70	1.00	3.70	1.60	0.71	0.02	7.05	7.05	0.30	77.82
S4	0.00	2.00	S4/1	60.40	0.60	21.40	5.20	0.80	0.30	1.00	2.90	1.00	0.02	5.60	5.60	0.74	83.59
S4	2.00	4.00	S4/2	59.50	0.80	22.80	5.10	0.80	0.20	1.00	3.40	1.00	0.02	4.85	4.85	0.77	83.21
S4	4.00	6.00	S4/3	56.50	1.00	27.60	2.50	0.60	0.20	0.70	1.50	1.00	0.02	8.35	8.35	0.68	92.00
S4	6.00	8.00	S4/4	57.70	1.00	21.30	5.50	1.40	0.20	1.10	2.70	1.00	0.02	6.65	6.65	0.71	84.19
S4	8.00	10.00	S4/5	55.20	0.80	20.10	10.90	1.10	0.20	0.90	2.50	1.00	0.02	6.40	6.40	0.74	84.81
S4	10.00	12.00	S4/6	51.00	0.60	23.20	4.80	1.20	0.10	0.60	3.50	1.00	0.02	8.20	8.20	0.85	84.67
S4	12.00	14.00	S4/7	57.20	0.70	21.50	7.70	1.10	0.10	1.00	2.60	1.00	0.02	6.40	6.40	0.72	85.32
S4	14.00	16.00	S4/8	58.50	0.80	22.40	3.40	0.70	0.10	1.30	3.10	1.00	0.02	6.45	6.45	0.70	83.27
S4	16.00	18.00	S4/9	53.20	0.70	19.70	10.20	0.70	0.10	1.10	2.80	1.00	0.02	7.95	7.95	0.72	83.12
S4	18.00	20.00	S4/10	54.60	0.80	21.80	5.30	0.70	0.00	1.20	3.20	1.00	0.02	7.90	7.90	0.73	83.21
S4	20.00	22.00	S4/11	56.10	0.70	18.60	6.60	0.80	0.10	1.00	2.20	1.00	0.02	9.05	9.05	0.69	84.93
S4	22.00	24.00	S4/12	54.80	0.70	20.20	10.20	0.70	0.10	1.00	2.40	1.00	0.02	7.30	7.30	0.71	85.23
S4	24.00	26.00	S4/13	60.90	0.70	21.70	5.20	0.90	0.10	1.10	2.80	1.00	0.02	5.00	5.00	0.72	84.44
S4	26.00	28.00	S4/14	58.20	0.70	20.00	5.00	0.70	0.10	1.00	3.40	1.00	0.02	6.95	6.95	0.77	81.63
S4	28.00	30.00	S4/15	59.50	0.70	21.60	4.00	1.00	0.00	0.90	3.60	1.00	0.02	5.75	5.75	0.80	82.76
S4	30.00	32.00	S4/16	58.70	0.70	20.70	6.80	1.00	0.10	0.70	3.40	1.00	0.02	5.80	5.80	0.83	83.13
S4	32.00	34.00	S4/17	49.40	0.70	14.50	14.70	0.90	0.10	1.30	2.30	1.00	0.02	10.70	10.70	0.64	79.67
S4	34.00	36.00	S4/18	56.90	0.80	16.00	8.40	0.90	0.10	1.40	2.00	1.00	0.02	9.05	9.05	0.59	82.05
S4	36.00	38.00	S4/19	57.10	0.80	18.20	8.00	1.00	0.10	1.50	2.20	1.00	0.02	7.65	7.65	0.59	82.73
S4	38.00	40.00	S4/20	57.40	0.90	17.60	6.80	1.00	0.20	1.50	2.30	1.00	0.02	8.20	8.20	0.61	81.48
S4	40.00	41.60	S4/21	54.40	0.70	18.00	6.60	1.30	0.10	1.80	2.60	1.00	0.02	8.95	8.95	0.59	80.00
S4	41.60	44.00	S4/22	57.50	0.80	16.30	6.70	1.00	0.10	2.50	2.10	1.00	0.02	8.05	8.05	0.46	77.62

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S4	47.00	50.00	S4/23	48.20	0.70	23.10	5.50	1.30	0.10	2.00	2.70	1.00	0.02	8.95	8.95	0.57	82.80
S4	50.00	53.00	S4/24	51.70	0.60	23.30	4.70	1.20	0.10	0.60	3.60	1.00	0.02	7.85	7.85	0.86	84.42
S4	53.00	56.00	S4/25	51.90	0.70	24.40	4.50	1.20	0.10	0.90	2.50	1.00	0.02	8.60	8.60	0.74	87.46
S4	56.00	59.00	S4/26	52.30	0.70	23.00	4.60	1.30	0.20	3.00	1.40	1.00	0.02	7.75	7.75	0.32	83.33
S4	59.00	62.00	S4/27	51.10	0.70	21.90	4.80	3.50	0.20	3.20	1.50	1.00	0.02	7.35	7.35	0.32	81.72
S4	62.00	65.00	S4/28	50.50	0.70	21.30	5.00	4.00	0.20	3.30	1.90	1.00	0.02	7.25	7.25	0.37	79.78
S4	65.00	68.00	S4/29	47.80	0.70	21.40	5.20	5.60	0.30	3.00	1.70	1.00	0.02	7.85	7.85	0.36	81.06
S4	68.00	71.00	S4/30	47.10	0.70	21.90	5.30	5.20	0.20	1.80	2.60	1.00	0.02	8.65	8.65	0.59	82.64
S4	71.00	73.00	S4/31	47.80	0.60	21.90	5.50	3.50	0.10	0.50	3.30	1.00	0.01	9.20	9.20	0.87	84.88
S5	0.00	2.00	S5/1	58.60	0.90	21.40	7.60	0.70	0.70	1.50	1.90	0.30	0.00	5.95	5.95	0.56	83.92
S5	2.00	4.00	S5/2	57.80	0.80	23.20	6.70	0.60	0.50	1.50	1.80	0.20	0.00	6.50	6.50	0.55	85.93
S5	4.00	6.00	S5/3	56.90	0.90	22.50	8.00	0.70	0.50	1.20	2.40	0.20	0.00	6.35	6.35	0.67	84.59
S5	6.00	8.00	S5/4	56.50	0.80	22.40	8.50	0.90	0.50	1.00	3.00	0.20	0.00	5.80	5.80	0.75	83.27
S5	8.00	10.00	S5/5	56.50	0.90	22.80	7.80	0.60	0.40	1.10	1.90	0.30	0.00	7.10	7.10	0.63	87.02
S5	10.00	12.60	S5/6	55.40	0.90	22.20	7.40	0.60	1.00	1.40	1.50	0.80	0.00	8.10	8.10	0.52	85.06
S5	12.60	15.00	S5/7	49.90	0.80	27.60	3.60	0.60	0.20	1.40	1.00	0.00	0.00	10.80	10.80	0.42	91.39
S5	15.00	18.00	S5/8	48.30	0.80	27.10	4.30	0.70	0.30	1.00	1.20	0.00	0.00	11.45	11.45	0.55	91.55
S5	18.00	21.00	S5/9	49.50	0.80	28.50	3.50	0.40	0.30	1.50	0.60	0.00	0.00	11.15	11.15	0.29	92.23
S5	21.00	24.00	S5/10	51.70	0.80	26.30	3.70	0.50	0.30	2.30	0.90	0.00	0.00	9.40	9.40	0.28	88.26
S5	24.00	27.00	S5/11	50.00	0.80	27.80	3.80	0.40	0.30	1.60	0.70	0.00	0.00	10.45	10.45	0.30	91.45
S5	27.00	30.00	S5/12	48.50	0.80	27.80	4.20	0.70	0.20	1.20	1.10	0.00	0.00	11.10	11.10	0.48	91.75
S5	30.00	33.00	S5/13	48.90	0.70	25.00	5.00	1.80	0.20	1.20	1.80	0.00	0.00	9.85	9.85	0.60	88.65
S5	33.00	36.00	S5/14	48.10	0.70	24.90	5.20	2.00	0.20	1.50	1.40	0.00	0.00	10.00	10.00	0.48	88.93
S5	36.00	39.00	S5/15	46.60	0.70	24.20	5.90	2.10	0.20	1.40	1.50	0.00	0.00	10.20	10.20	0.52	88.64
S5	39.00	42.00	S5/16	50.40	0.70	23.40	5.30	1.30	0.30	1.10	1.80	0.00	0.00	9.10	9.10	0.62	87.97

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S5	42.00	45.00	S5/17	49.40	0.70	22.50	5.70	2.60	0.20	1.70	1.60	0.00	0.00	8.70	8.70	0.48	86.54
S5	45.00	47.00	S5/18	48.10	0.70	22.70	5.60	3.80	0.30	2.70	0.60	0.00	0.00	9.20	9.20	0.18	86.31
S6	0.00	2.00	S6/1	59.00	0.80	22.30	5.40	0.80	1.20	1.20	1.40	0.00	0.02	6.35	6.35	0.54	85.44
S6	2.00	4.00	S6/2	62.50	0.80	22.50	2.60	0.80	0.30	0.90	2.00	0.00	0.02	5.45	5.45	0.69	87.55
S6	4.00	6.00	S6/3	65.70	0.90	22.50	1.40	0.60	0.30	1.40	1.70	0.00	0.02	4.20	4.20	0.55	86.87
S6	6.00	8.00	S6/4	62.40	0.90	25.80	1.10	0.20	0.40	2.40	1.70	0.00	0.02	4.10	4.10	0.41	85.15
S6	8.00	10.00	S6/5	59.30	0.90	24.30	3.90	0.20	0.40	2.30	1.40	0.00	0.02	5.30	5.30	0.38	85.56
S6	10.00	12.00	S6/6	55.80	0.70	22.80	6.70	0.20	0.40	2.30	1.40	0.00	0.02	6.75	6.75	0.38	84.76
S6	12.00	14.00	S6/7	56.40	0.70	21.60	5.40	0.20	0.50	2.40	1.60	0.00	0.02	7.35	7.35	0.40	82.76
S6	14.00	16.00	S6/8	56.30	0.70	22.50	5.00	0.20	0.40	2.40	1.60	0.00	0.02	7.25	7.25	0.40	83.64
S6	16.00	18.00	S6/9	51.00	0.70	25.40	5.10	0.80	0.30	0.90	1.90	8.88	0.02	3.65	3.65	0.68	89.12
S6	18.00	20.00	S6/10	57.00	0.80	23.50	4.20	0.20	0.20	2.50	1.60	7.35	0.02	2.20	2.20	0.39	84.53
S6	20.00	22.00	S6/11	53.60	0.70	24.30	5.60	0.20	0.20	1.30	0.50	10.25	0.01	2.85	2.85	0.28	92.40
S6	22.00	24.00	S6/12	53.70	0.70	23.10	5.50	1.10	0.10	1.00	0.90	10.38	0.01	2.85	2.85	0.47	92.03
S6	24.00	26.00	S6/13	50.80	0.70	22.90	5.40	2.90	0.70	0.70	1.10	9.92	0.01	3.00	3.00	0.61	90.16
S6	26.00	28.00	S6/14	50.80	0.70	24.60	5.10	1.70	0.20	0.90	1.60	9.15	0.01	3.65	3.65	0.64	90.11
S6	28.00	30.00	S6/15	50.10	0.60	25.30	5.40	1.00	0.40	1.10	1.60	9.62	0.01	3.70	3.70	0.59	89.08
S6	30.00	32.00	S6/16	50.60	0.60	25.10	5.40	1.00	0.40	1.10	1.70	9.52	0.01	3.45	3.45	0.61	88.69
S6	32.00	34.00	S6/17	50.90	0.60	24.50	5.60	0.80	0.30	1.30	1.60	10.35	0.01	3.45	3.45	0.55	88.45
S6	34.00	36.00	S6/18	52.40	0.60	24.60	5.10	0.90	0.30	1.20	1.90	9.25	0.01	3.45	3.45	0.61	87.86
S6	36.00	38.00	S6/19	50.50	0.70	24.50	5.70	0.90	0.40	1.00	1.80	10.30	0.01	3.70	3.70	0.64	88.45
S6	38.00	40.00	S6/20	50.40	0.70	24.80	5.50	0.90	0.30	1.20	1.40	10.05	0.01	3.15	3.15	0.54	89.53
S6	40.00	42.00	S6/21	51.10	0.70	25.10	4.80	1.60	0.30	1.20	1.10	8.58	0.01	3.75	3.75	0.48	90.61
S6	42.00	44.00	S6/22	51.60	0.60	25.50	4.90	0.80	0.40	1.20	1.30	8.68	0.01	3.60	3.60	0.52	89.79
S6	44.00	46.00	S6/23	50.50	0.70	25.50	5.30	0.80	0.30	1.30	1.20	9.62	0.01	3.00	3.00	0.48	90.11

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S6	46.00	48.00	S6/24	50.20	0.70	26.30	5.00	0.60	0.30	1.10	1.20	8.68	0.01	3.45	3.45	0.52	91.00
S6	48.00	50.00	S6/25	49.70	0.70	27.20	4.90	0.60	0.40	1.30	1.20	8.40	0.02	3.25	3.25	0.48	90.37
S6	50.00	52.00	S6/26	51.00	0.60	26.20	4.90	0.60	0.30	1.20	1.00	8.82	0.02	3.50	3.50	0.45	91.29
S6	52.00	54.00	S6/27	49.90	0.70	26.20	5.20	0.70	0.30	1.00	1.80	9.15	0.02	3.05	3.05	0.64	89.42
S6	54.00	55.00	S6/28	59.10	0.80	22.70	4.10	0.20	0.20	2.40	1.80	5.05	0.02	2.95	2.95	0.43	83.76
S7	0.00	2.00	S7/1	57.20	0.90	22.50	7.70	0.50	0.30	1.90	1.10	0.39	0.02	3.80	3.80	0.37	87.21
S7	2.00	4.00	S7/2	56.00	0.90	22.80	7.90	0.50	0.20	2.00	0.50	0.82	0.02	7.80	7.80	0.20	89.41
S7	4.00	6.00	S7/3	56.20	0.90	22.50	7.30	0.50	0.20	2.00	0.50	1.34	0.02	8.00	8.00	0.20	89.29
S7	6.00	8.00	S7/4	48.80	0.80	27.10	5.40	0.50	0.20	1.50	0.80	0.00	0.02	11.75	11.75	0.35	91.55
S7	8.00	10.00	S7/5	48.50	0.70	28.40	4.00	0.40	0.20	1.90	0.70	0.00	0.01	11.65	11.65	0.27	91.03
S7	10.00	12.00	S7/6	49.80	0.70	27.20	4.20	0.50	0.20	2.30	0.90	0.00	0.01	10.60	10.60	0.28	88.89
S7	12.00	14.00	S7/7	49.30	0.70	25.60	5.00	1.50	0.40	2.70	1.00	0.00	0.01	9.90	9.90	0.27	86.20
S7	14.00	16.00	S7/8	48.70	0.80	24.30	5.20	1.40	1.30	2.90	1.50	0.00	0.01	9.65	9.65	0.34	81.00
S7	16.00	18.00	S7/9	49.20	0.80	24.00	5.40	3.30	0.40	2.80	1.10	0.00	0.01	8.95	8.95	0.28	84.81
S7	18.00	20.00	S7/10	48.00	0.80	22.40	5.50	4.10	1.90	2.90	1.00	0.00	0.01	9.40	9.40	0.26	79.43
S7	20.00	22.00	S7/11	48.80	0.80	22.80	5.70	4.50	0.40	2.80	1.30	0.00	0.01	8.55	8.55	0.32	83.52
S7	22.00	24.00	S7/12	49.90	0.80	22.10	5.60	4.40	0.50	3.30	1.30	0.00	0.01	7.95	7.95	0.28	81.25
S7	24.00	26.00	S7/13	49.10	0.80	21.90	5.80	5.50	0.60	3.20	0.90	0.00	0.02	8.20	8.20	0.22	82.33
S7	26.00	28.00	S7/14	50.00	0.80	21.90	5.40	5.20	0.60	3.30	1.30	0.00	0.02	7.65	7.65	0.28	80.81
S7	28.00	30.00	S7/15	48.30	0.80	22.00	5.40	5.70	1.20	2.70	1.10	0.00	0.01	8.80	8.80	0.29	81.48
S7	30.00	32.00	S7/16	47.60	0.70	21.70	5.80	6.60	1.00	3.00	0.60	0.00	0.01	8.80	8.80	0.17	82.51
S7	32.00	34.00	S7/17	48.30	0.80	21.70	5.90	5.80	1.20	3.20	0.70	0.00	0.01	8.25	8.25	0.18	80.97
S7	34.00	36.00	S7/18	48.70	0.70	21.40	5.80	6.20	1.00	3.10	0.60	0.00	0.01	8.30	8.30	0.16	81.99
S7	36.00	38.00	S7/19	49.10	0.70	21.50	5.90	5.50	0.80	3.30	1.10	0.00	0.01	7.85	7.85	0.25	80.52
S7	38.00	40.00	S7/20	48.00	0.70	20.80	6.50	6.70	0.50	3.10	0.70	0.00	0.01	8.50	8.50	0.18	82.87

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S7	40.00	42.00	S7/21	48.30	0.70	21.80	6.00	6.50	0.60	3.00	0.50	0.00	0.01	8.60	8.60	0.14	84.17
S7	42.00	44.00	S7/22	47.60	0.70	21.30	6.30	6.60	0.70	3.10	0.50	0.00	0.01	8.80	8.80	0.14	83.20
S7	44.00	46.00	S7/23	48.80	0.70	21.40	6.40	4.80	0.60	3.10	1.20	0.00	0.01	8.55	8.55	0.28	81.37
S7	46.00	48.00	S7/24	49.60	0.70	22.50	5.60	4.40	0.50	3.20	1.40	0.00	0.02	8.00	8.00	0.30	81.52
S7	48.00	50.00	S7/25	48.90	0.70	22.00	6.00	4.80	0.50	3.20	1.20	0.00	0.01	8.40	8.40	0.27	81.78
S8	0.00	2.00	S8/1	54.90	0.80	22.90	7.10	1.30	0.90	2.20	1.60	1.00	0.02	7.20	7.20	0.42	82.97
S8	2.00	4.00	S8/2	55.30	0.80	22.10	7.60	1.40	0.90	2.30	1.70	1.00	0.02	6.65	6.65	0.43	81.85
S8	4.00	6.00	S8/3	51.90	0.80	24.40	7.60	1.50	1.10	2.30	1.00	1.00	0.02	7.85	7.85	0.30	84.72
S8	6.00	8.00	S8/4	48.90	0.80	24.40	5.10	3.80	0.40	3.20	0.20	1.00	0.01	9.90	9.90	0.06	86.52
S8	8.00	10.00	S8/5	49.20	0.80	25.80	4.90	2.10	0.20	2.60	0.30	1.00	0.01	10.75	10.75	0.10	89.27
S8	10.00	12.00	S8/6	49.80	0.80	24.20	5.20	2.50	0.30	3.00	0.30	1.00	0.02	10.20	10.20	0.09	87.05
S8	12.00	14.00	S8/7	49.10	0.80	25.30	5.20	1.80	0.20	2.60	0.30	1.00	0.01	11.15	11.15	0.10	89.08
S8	14.00	16.00	S8/8	49.80	0.80	26.20	4.80	1.00	0.20	2.20	0.30	1.00	0.01	11.40	11.40	0.12	90.66
S8	16.00	18.00	S8/9	50.60	0.70	24.40	5.50	1.20	0.20	1.70	0.70	1.00	0.01	10.80	10.80	0.29	90.37
S8	18.00	20.00	S8/10	51.20	0.80	24.30	5.20	1.10	0.20	1.60	0.50	1.00	0.01	10.90	10.90	0.24	91.35
S8	20.00	22.00	S8/11	55.00	0.70	22.80	5.10	0.50	0.20	0.20	0.70	1.00	0.02	10.20	10.20	0.78	95.40
S8	22.00	24.00	S8/12	55.40	0.70	22.30	5.20	0.50	0.20	0.30	1.00	1.00	0.01	9.75	9.75	0.77	93.70
S8	24.00	26.00	S8/13	51.20	0.80	24.00	5.40	1.00	0.20	1.80	0.70	1.00	0.02	10.45	10.45	0.28	89.89
S8	26.00	28.00	S8/14	49.70	0.80	23.10	5.30	3.80	0.40	3.30	0.60	1.00	0.02	9.05	9.05	0.15	84.31
S8	28.00	30.00	S8/15	50.50	0.80	20.60	5.70	5.20	0.40	3.60	0.70	1.00	0.02	8.35	8.35	0.16	81.42
S8	30.00	32.00	S8/16	49.60	0.70	20.00	5.70	5.80	0.90	3.60	0.40	1.00	0.01	8.75	8.75	0.10	80.32
S8	32.00	34.00	S8/17	49.30	0.70	20.20	5.70	5.70	1.30	3.60	0.40	1.00	0.01	8.55	8.55	0.10	79.22
S8	34.00	36.00	S8/18	50.80	0.70	20.60	5.50	4.40	1.00	3.50	1.20	1.00	0.02	8.00	8.00	0.26	78.33
S8	36.00	38.00	S8/19	51.35	0.75	20.50	5.50	4.40	0.85	3.50	1.40	1.00	0.02	7.50	7.50	0.29	78.10
S8	38.00	40.00	S8/20	51.70	0.80	20.40	5.50	4.40	0.70	3.50	1.60	1.00	0.02	7.30	7.30	0.31	77.86

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S8	40.00	42.00	S8/21	48.90	0.70	18.80	5.60	5.70	2.60	3.70	1.00	1.00	0.02	8.80	8.80	0.21	72.03
S8	42.00	44.00	S8/22	50.20	0.70	19.00	5.90	6.30	1.00	3.80	0.60	1.00	0.02	8.05	8.05	0.14	77.87
S8	44.00	46.00	S8/23	50.40	0.70	18.90	5.90	5.80	1.10	3.70	0.50	1.00	0.02	8.30	8.30	0.12	78.10
S8	46.00	48.00	S8/24	49.20	0.70	18.70	6.30	6.30	1.10	3.60	0.50	1.00	0.02	8.50	8.50	0.12	78.24
S8	48.00	50.00	S8/25	49.20	0.70	19.20	6.00	6.70	1.20	3.30	0.60	1.00	0.02	8.45	8.45	0.15	79.01
S8	50.00	52.00	S8/26	49.60	0.70	21.30	6.00	5.10	0.90	1.80	2.00	1.00	0.01	8.20	8.20	0.53	81.92
S8	52.00	54.00	S8/27	47.90	0.70	20.30	6.40	5.80	1.10	3.00	0.90	1.00	0.01	9.00	9.00	0.23	80.24
S8	54.00	56.00	S8/28	48.40	0.70	19.90	6.60	5.50	1.00	3.20	1.20	1.00	0.01	8.55	8.55	0.27	78.66
S8	56.00	58.00	S8/29	47.90	0.70	20.00	6.60	6.40	0.70	3.20	1.20	1.00	0.01	8.55	8.55	0.27	79.68
S8	58.00	60.00	S8/30	48.00	0.70	20.20	6.60	6.70	0.60	2.70	1.40	1.00	0.01	8.35	8.35	0.34	81.12
S8	60.00	62.00	S8/31	49.60	0.70	20.30	6.00	5.80	0.80	3.30	1.00	1.00	0.02	8.25	8.25	0.23	79.92
S8	62.00	64.00	S8/32	49.10	0.70	20.10	6.30	5.80	0.70	3.30	1.10	1.00	0.01	8.35	8.35	0.25	79.76
S8	64.00	66.00	S8/33	49.10	0.70	19.80	6.60	5.60	0.60	3.70	1.30	1.00	0.02	7.90	7.90	0.26	77.95
S8	66.00	68.00	S8/34	50.50	0.70	19.90	6.10	5.30	0.60	3.50	1.00	1.00	0.02	7.85	7.85	0.22	79.60
S8	68.00	70.00	S8/35	52.30	0.70	20.60	5.40	5.00	0.40	3.10	0.90	1.00	0.02	7.85	7.85	0.23	82.40
S9	0.00	2.00	S9/1	58.90	0.90	22.60	2.60	2.20	0.50	3.10	1.40	1.00	0.02	5.30	5.30	0.31	81.88
S9	2.00	4.00	S9/2	47.20	0.70	21.80	6.30	3.80	0.30	2.50	0.60	1.00	0.02	10.10	10.10	0.19	86.51
S9	4.00	6.00	S9/3	49.00	0.80	22.40	5.70	2.80	0.20	2.60	1.20	1.00	0.02	9.25	9.25	0.32	84.85
S9	6.00	8.00	S9/4	50.70	0.70	21.40	5.50	2.60	0.30	2.70	1.30	1.00	0.02	8.40	8.40	0.33	83.27
S9	8.00	10.00	S9/5	47.20	0.70	21.00	6.20	4.90	0.80	2.70	0.50	1.00	0.02	9.50	9.50	0.16	84.00
S9	10.00	12.00	S9/6	47.40	0.80	20.60	6.10	5.10	1.10	3.10	0.50	1.00	0.02	8.95	8.95	0.14	81.42
S9	12.00	14.00	S9/7	48.90	0.70	20.00	5.80	4.80	1.30	3.00	0.80	1.00	0.02	8.45	8.45	0.21	79.68
S9	14.00	16.00	S9/8	49.90	0.70	22.00	5.10	3.10	1.30	2.50	1.20	1.00	0.02	8.70	8.70	0.32	81.48
S9	16.00	18.00	S9/9	48.80	0.80	20.80	5.70	4.30	1.30	2.60	1.20	1.00	0.02	8.70	8.70	0.32	80.31
S9	18.00	20.00	S9/10	48.50	0.80	21.30	5.60	4.50	0.90	2.30	1.40	1.00	0.02	8.95	8.95	0.38	82.24

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S9	20.00	22.00	S9/11	50.80	0.80	21.60	5.00	2.90	1.10	1.90	2.20	1.00	0.02	8.35	8.35	0.54	80.60
S9	22.00	24.00	S9/12	50.20	0.80	21.60	5.30	3.20	0.80	2.30	1.40	1.00	0.02	8.55	8.55	0.38	82.76
S9	24.00	26.00	S9/13	51.80	0.80	22.10	5.20	2.10	0.70	1.70	1.40	1.00	0.02	8.50	8.50	0.45	85.33
S9	26.00	28.00	S9/14	52.40	0.70	20.80	5.40	2.40	0.70	2.50	0.90	1.00	0.02	7.80	7.80	0.26	83.53
S9	28.00	30.00	S9/15	51.50	0.80	22.20	5.40	1.80	0.80	1.30	1.70	1.00	0.02	8.65	8.65	0.57	85.38
S9	30.00	32.00	S9/16	51.10	0.80	22.50	4.90	2.20	0.70	3.00	1.20	1.00	0.02	8.00	8.00	0.29	82.12
S9	32.00	34.00	S9/17	51.40	0.80	22.00	5.20	2.20	0.80	2.90	1.50	1.00	0.02	7.65	7.65	0.34	80.88
S9	34.00	36.00	S9/18	51.70	0.70	22.30	5.30	2.00	1.00	2.00	1.40	1.00	0.02	7.75	7.75	0.41	83.52
S9	36.00	38.00	S9/19	52.70	0.80	22.40	5.00	1.80	1.30	1.50	1.40	1.00	0.02	7.65	7.65	0.48	84.21
S9	38.00	40.00	S9/20	51.80	0.70	22.00	5.10	2.90	0.90	1.20	0.80	1.00	0.02	9.05	9.05	0.40	88.35
S9	40.00	42.00	S9/21	51.40	0.70	21.60	5.10	3.60	0.90	1.60	0.90	1.00	0.02	8.60	8.60	0.36	86.40
S9	42.00	44.00	S9/22	49.10	0.70	20.90	5.10	5.20	1.70	2.90	0.40	1.00	0.02	8.45	8.45	0.12	80.69
S9	44.00	46.00	S9/23	49.20	0.70	20.20	5.20	5.10	2.30	3.20	0.30	1.00	0.02	8.00	8.00	0.09	77.69
S9	46.00	48.00	S9/24	49.90	0.70	20.10	5.10	4.90	2.20	3.20	0.50	1.00	0.02	7.80	7.80	0.14	77.31
S9	48.00	50.00	S9/25	49.30	0.70	20.10	5.70	4.50	1.40	2.90	0.80	1.00	0.02	8.20	8.20	0.22	79.76
S9	50.00	52.00	S9/26	51.90	0.70	20.50	5.10	3.60	1.30	3.00	0.60	1.00	0.02	7.60	7.60	0.17	80.71
S9	52.00	54.00	S9/27	52.00	0.70	21.60	4.50	2.60	1.80	3.70	0.80	1.00	0.02	7.10	7.10	0.18	77.42
S9	54.00	56.00	S9/28	52.70	0.70	21.30	4.40	3.10	1.40	3.40	0.90	1.00	0.02	7.00	7.00	0.21	78.89
S9	56.00	58.00	S9/29	54.30	0.60	20.50	4.40	2.60	1.40	3.40	0.90	1.00	0.02	6.65	6.65	0.21	78.24
S9	58.00	60.00	S9/30	52.20	0.70	21.60	4.50	3.20	1.50	3.20	0.80	1.00	0.02	7.25	7.25	0.20	79.70
S9	60.00	62.00	S9/31	54.00	0.70	23.10	4.20	1.30	1.10	2.60	1.50	1.00	0.02	6.65	6.65	0.37	81.63
S9	62.00	64.00	S9/32	52.70	0.70	22.00	5.00	2.40	1.10	2.40	1.30	1.00	0.02	6.85	6.85	0.35	82.09
S9	64.00	66.00	S9/33	52.10	0.70	21.60	5.40	2.10	1.10	2.20	1.30	1.00	0.02	7.45	7.45	0.37	82.44
S9	66.00	68.00	S9/34	54.60	0.70	23.20	4.30	1.50	1.20	1.60	1.50	1.00	0.02	6.60	6.60	0.48	84.36
S9	68.00	70.00	S9/35	55.50	0.70	23.40	4.10	0.60	1.40	1.50	1.30	1.00	0.02	6.65	6.65	0.46	84.78

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S9	70.00	72.00	S9/36	56.30	0.70	23.80	3.90	0.40	1.30	1.20	1.00	1.00	0.02	6.85	6.85	0.45	87.18
S9	72.00	74.00	S9/37	54.30	0.70	23.90	4.30	0.50	1.60	1.40	1.10	1.00	0.02	7.25	7.25	0.44	85.36
S10	0.00	2.00	S10/1	58.80	1.20	14.40	10.60	0.50	0.90	1.30	0.80	2.84	0.02	8.25	8.25	0.38	82.76
S10	2.00	4.00	S10/2	63.60	1.30	16.40	8.20	1.00	0.80	1.00	0.90	0.97	0.02	5.45	5.45	0.47	85.86
S10	4.00	6.00	S10/3	67.00	1.30	19.00	2.80	0.70	0.40	1.00	2.00	0.72	0.02	4.75	4.75	0.67	84.82
S10	6.00	8.00	S10/4	65.10	1.30	18.40	5.30	0.60	0.50	2.20	1.30	0.35	0.02	4.60	4.60	0.37	82.14
S10	8.00	10.00	S10/5	62.60	1.20	20.60	5.20	0.50	0.50	2.10	1.70	0.16	0.02	5.00	5.00	0.45	82.73
S10	10.00	12.00	S10/6	62.70	1.20	19.10	5.80	0.60	0.40	2.30	2.10	0.50	0.02	4.75	4.75	0.48	79.92
S10	12.00	14.00	S10/7	62.40	1.40	19.40	5.60	0.40	0.50	1.90	1.40	0.40	0.02	6.10	6.10	0.42	83.62
S10	14.00	16.00	S10/8	59.60	1.30	21.00	5.70	0.20	0.50	1.40	1.10	0.53	0.02	7.95	7.95	0.44	87.50
S10	16.00	18.00	S10/9	58.50	1.20	21.40	6.60	0.40	0.40	0.80	1.40	0.50	0.02	7.90	7.90	0.64	89.17
S10	18.00	20.00	S10/10	59.00	1.20	22.00	5.50	0.40	0.50	0.70	1.70	0.52	0.02	7.90	7.90	0.71	88.35
S10	20.00	22.00	S10/11	60.10	1.20	22.00	4.70	0.40	0.40	0.50	1.00	0.70	0.02	8.35	8.35	0.67	92.05
S10	22.00	24.00	S10/12	62.00	1.40	21.70	3.70	0.30	0.40	0.60	1.30	0.48	0.02	7.55	7.55	0.68	90.42
S10	24.00	26.00	S10/13	62.70	1.20	21.40	3.10	0.30	0.20	0.30	1.70	0.91	0.02	7.40	7.40	0.85	90.68
S10	26.00	28.00	S10/14	60.40	1.20	21.60	3.80	0.30	0.20	0.50	1.60	1.05	0.02	8.05	8.05	0.76	90.38
S10	28.00	30.00	S10/15	59.00	1.10	21.00	4.50	0.40	0.30	1.20	1.50	1.71	0.02	8.40	8.40	0.56	87.50
S10	30.00	32.00	S10/16	54.00	1.00	23.80	3.70	0.80	0.50	1.50	1.10	0.00	0.01	9.45	9.45	0.42	88.48
S10	32.00	34.00	S10/17	58.20	1.10	23.10	3.70	0.60	0.40	1.00	0.90	0.00	0.02	8.95	8.95	0.47	90.94
S10	34.00	36.00	S10/18	57.20	1.00	21.40	5.00	0.90	0.40	1.20	2.00	0.00	0.01	7.50	7.50	0.63	85.60
S10	36.00	38.00	S10/19	56.80	1.00	22.00	4.60	0.80	0.70	1.20	1.50	0.00	0.02	8.45	8.45	0.56	86.61
S10	38.00	40.00	S10/20	58.30	1.10	20.70	5.00	0.70	1.30	1.50	1.00	0.00	0.02	8.00	8.00	0.40	84.49
S11	0.00	2.00	S11/1	60.60	0.70	22.40	5.60	0.50	0.80	2.00	1.50	0.00	0.02	4.80	4.80	0.43	83.90
S11	2.00	4.00	S11/2	58.60	0.70	21.20	7.80	0.40	0.80	1.90	1.50	0.00	0.02	5.35	5.35	0.44	83.46
S11	4.00	6.00	S11/3	63.00	0.80	22.30	3.50	0.40	0.80	2.00	1.30	0.00	0.02	4.60	4.60	0.39	84.47

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S11	6.00	8.00	S11/4	60.70	0.70	22.10	5.70	0.40	0.80	2.00	1.60	0.00	0.02	4.70	4.70	0.44	83.40
S11	8.00	10.00	S11/5	58.90	0.70	22.60	5.50	0.20	1.00	1.80	1.40	0.00	0.02	5.65	5.65	0.44	84.33
S11	10.00	12.00	S11/6	60.40	0.90	22.90	5.80	0.50	0.60	1.80	1.50	0.00	0.02	4.80	4.80	0.45	85.45
S11	12.00	14.00	S11/7	59.80	0.90	22.30	6.70	0.50	0.60	2.30	1.00	0.00	0.02	5.25	5.25	0.30	85.11
S11	14.00	16.00	S11/8	58.20	0.90	22.20	7.90	0.60	0.60	2.20	1.00	0.00	0.02	5.60	5.60	0.31	85.38
S11	16.00	18.00	S11/9	57.40	0.90	25.30	5.60	0.60	0.50	2.00	1.50	0.00	0.02	5.60	5.60	0.43	86.35
S11	18.00	20.00	S11/10	57.80	0.90	25.10	5.40	0.60	0.50	1.60	1.70	0.00	0.02	5.70	5.70	0.52	86.85
S11	20.00	22.00	S11/11	60.50	0.90	21.60	6.70	0.50	0.50	2.10	1.30	0.00	0.02	5.20	5.20	0.38	84.71
S11	22.00	24.00	S11/12	58.10	0.90	23.20	7.10	0.50	0.50	1.90	1.50	0.00	0.02	5.50	5.50	0.44	85.61
S11	24.00	26.00	S11/13	60.00	0.80	20.80	8.10	0.50	0.50	2.20	1.20	0.00	0.02	5.25	5.25	0.35	84.21
S11	26.00	28.00	S11/14	59.80	0.90	21.70	5.60	0.60	0.50	2.50	1.30	0.00	0.02	5.55	5.55	0.34	83.46
S11	28.00	30.00	S11/15	59.10	0.90	23.80	5.20	0.50	0.40	1.40	1.80	0.00	0.02	5.85	5.85	0.56	86.86
S11	30.00	32.00	S11/16	56.70	0.80	22.20	6.90	0.60	0.50	1.80	1.90	0.00	0.02	6.40	6.40	0.51	84.09
S11	32.00	34.00	S11/17	59.90	0.90	21.20	7.50	0.50	0.50	1.90	1.10	0.00	0.02	5.60	5.60	0.37	85.83
S11	34.00	37.00	S11/18	56.50	0.80	23.30	5.90	0.60	0.30	1.70	1.60	0.00	0.02	6.85	6.85	0.48	86.62
S12	0.00	2.00	S12/1	60.60	0.80	22.10	3.50	0.60	2.00	1.90	1.50	0.78	0.02	5.90	5.90	0.44	80.36
S12	2.00	4.00	S12/2	61.40	0.80	22.60	4.20	0.50	0.70	1.90	1.60	0.39	0.02	5.20	5.20	0.46	84.33
S12	4.00	6.00	S12/3	59.90	0.70	22.10	5.30	0.50	0.90	2.20	1.60	0.94	0.02	5.35	5.35	0.42	82.46
S12	6.00	8.00	S12/4	62.00	0.80	22.80	4.30	0.50	0.70	1.80	1.50	0.16	0.02	5.10	5.10	0.45	85.07
S12	8.00	10.00	S12/5	60.80	0.70	22.20	4.20	0.60	0.80	2.10	1.70	0.93	0.02	5.35	5.35	0.45	82.84
S12	10.00	12.00	S12/6	62.00	0.70	22.40	3.50	0.40	1.00	2.00	1.80	1.00	0.02	4.70	4.70	0.47	82.35
S12	12.00	14.00	S12/7	57.60	0.70	22.60	5.50	0.30	1.20	2.10	1.80	1.95	0.02	5.70	5.70	0.46	81.59
S12	14.00	16.00	S12/8	63.30	0.70	22.20	3.10	0.30	1.40	2.00	1.70	0.78	0.02	4.20	4.20	0.46	81.32
S12	16.00	18.00	S12/9	62.40	0.80	23.80	2.50	0.30	1.20	2.30	1.70	0.62	0.02	4.15	4.15	0.43	82.07
S12	18.00	20.00	S12/10	63.50	0.80	22.00	3.30	0.40	0.90	2.30	1.70	0.39	0.02	4.30	4.30	0.43	81.78

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S12	20.00	22.00	S12/11	62.00	0.80	20.60	4.70	0.50	0.60	2.50	1.60	1.09	0.02	5.20	5.20	0.39	81.42
S12	22.00	24.00	S12/12	59.50	0.70	21.50	5.70	0.40	0.80	2.50	1.50	1.10	0.02	5.80	5.80	0.38	81.75
S12	24.00	26.00	S12/13	62.70	0.80	21.70	3.40	0.50	0.60	2.80	1.80	0.58	0.02	4.65	4.65	0.39	80.67
S12	26.00	28.00	S12/14	63.60	0.80	21.70	3.60	0.50	0.60	2.80	1.50	0.19	0.02	4.35	4.35	0.35	81.58
S12	28.00	30.00	S12/15	62.70	0.80	21.20	4.70	0.50	0.60	2.80	1.40	0.32	0.02	4.60	4.60	0.33	81.54
S12	30.00	32.00	S12/16	63.00	0.80	21.20	3.40	0.50	1.20	2.80	1.50	0.33	0.02	5.00	5.00	0.35	79.40
S12	32.00	34.00	S12/17	61.00	0.80	21.90	3.60	0.50	0.60	2.90	1.70	0.97	0.02	5.25	5.25	0.37	80.81
S12	34.00	36.00	S12/18	57.10	0.80	24.40	3.20	0.40	0.60	2.70	1.80	3.08	0.02	5.45	5.45	0.40	82.71
S12	36.00	38.00	S12/19	54.70	0.80	25.00	3.40	0.40	0.50	2.80	1.60	4.95	0.02	4.35	4.35	0.36	83.61
S12	38.00	40.00	S12/20	55.60	0.80	24.40	3.20	0.40	0.60	2.80	1.60	4.98	0.02	3.85	3.85	0.36	82.99
S12	40.00	42.00	S12/21	54.90	0.70	24.70	3.30	0.50	0.80	2.00	1.40	5.00	0.02	3.35	3.35	0.41	85.47
S12	42.00	44.00	S12/22	56.30	0.70	23.50	3.80	0.40	0.80	2.00	1.60	5.68	0.02	3.15	3.15	0.44	84.23
S12	44.00	46.00	S12/23	53.70	0.80	24.70	4.20	0.50	0.50	2.00	1.90	6.88	0.02	3.20	3.20	0.49	84.88
S12	46.00	48.00	S12/24	56.00	0.70	23.30	4.20	0.50	0.40	1.60	2.10	6.82	0.02	3.65	3.65	0.57	85.04
S12	48.00	50.00	S12/25	55.20	0.70	22.40	4.70	0.60	0.50	2.70	1.70	7.60	0.02	3.65	3.65	0.39	82.05
S12	50.00	52.00	S12/26	54.50	0.80	22.80	4.60	1.20	0.60	3.40	1.40	6.90	0.02	3.20	3.20	0.29	80.85
S12	52.00	54.00	S12/27	54.50	0.80	23.00	4.70	1.20	0.60	2.60	1.40	7.20	0.02	3.80	3.80	0.35	83.33
S12	54.00	56.00	S12/28	55.80	0.80	23.60	3.90	0.60	0.60	3.10	1.20	6.52	0.02	3.30	3.30	0.28	82.81
S12	56.00	59.00	S12/29	55.40	0.80	23.50	4.00	0.60	0.60	3.70	1.40	6.48	0.02	2.95	2.95	0.27	80.48
S13	0.00	2.00	S13/1	58.00	0.90	23.00	5.60	0.60	0.90	3.50	1.50	0.34	0.02	5.20	5.20	0.30	79.58
S13	2.00	4.00	S13/2	57.30	1.00	23.50	6.20	0.60	0.80	3.00	1.60	0.15	0.02	5.35	5.35	0.35	81.31
S13	4.00	6.00	S13/3	57.50	0.90	24.90	5.50	0.40	0.80	1.70	2.00	0.20	0.02	5.60	5.60	0.54	84.69
S13	6.00	8.00	S13/4	56.10	1.10	23.90	6.00	0.50	0.90	3.80	0.80	0.20	0.02	6.15	6.15	0.17	81.29
S13	8.00	10.00	S13/5	55.80	1.00	23.30	6.20	0.80	1.00	4.20	1.00	0.40	0.02	5.90	5.90	0.19	78.98
S13	10.00	12.00	S13/6	57.00	1.00	22.20	6.00	1.00	1.00	4.50	0.90	0.36	0.02	5.45	5.45	0.17	77.62

Sondaj No	Aralık (m.)		Ana oksitler (%) / Numune no	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	ZrO ₂	A.Z.	Toplam	SI	CIA
S13	12.00	14.00	S13/7	56.70	1.10	21.60	6.70	1.00	0.90	3.90	1.30	0.44	0.03	5.70	5.70	0.25	77.98
S13	14.00	16.00	S13/8	56.40	1.00	22.70	7.10	0.80	0.80	3.10	1.00	0.15	0.02	6.25	6.25	0.24	82.25
S13	16.00	18.00	S13/9	56.20	1.00	22.40	7.20	0.80	0.90	3.90	0.90	0.17	0.02	5.80	5.80	0.19	79.72
S13	18.00	20.00	S13/10	56.50	1.00	21.80	8.00	0.60	0.90	4.50	0.60	0.15	0.02	5.35	5.35	0.12	78.42
S13	20.00	22.00	S13/11	58.50	1.00	21.20	6.00	0.80	0.90	5.00	0.80	0.45	0.02	4.75	4.75	0.14	75.99
S13	22.00	24.00	S13/12	56.90	1.00	21.70	7.50	0.50	0.80	5.00	0.70	0.18	0.02	4.95	4.95	0.12	76.95
S13	24.00	26.00	S13/13	57.50	1.00	22.80	6.00	0.60	0.70	3.20	1.30	0.24	0.02	5.85	5.85	0.29	81.43
S13	26.00	28.00	S13/14	55.00	0.90	24.00	5.50	0.80	0.60	2.80	1.00	0.00	0.02	7.35	7.35	0.26	84.51
S13	28.00	30.00	S13/15	52.10	0.90	25.00	4.80	0.60	0.50	2.50	1.20	0.00	0.02	9.25	9.25	0.32	85.62
S13	30.00	32.00	S13/16	53.90	0.90	24.70	4.50	0.50	0.60	3.00	1.50	0.00	0.02	7.75	7.75	0.33	82.89
S13	32.00	34.00	S13/17	54.00	0.90	25.10	3.70	0.50	0.50	3.50	1.00	0.00	0.02	7.85	7.85	0.22	83.39
S13	34.00	36.00	S13/18	52.50	0.90	26.10	3.80	0.70	0.40	2.70	1.30	0.00	0.02	8.60	8.60	0.33	85.57
S13	36.00	38.00	S13/19	54.50	1.00	26.70	3.10	0.80	0.40	2.30	1.40	0.00	0.02	7.85	7.85	0.38	86.69
S13	38.00	40.00	S13/20	52.70	0.90	24.80	4.80	1.80	0.60	2.90	1.10	0.00	0.02	7.70	7.70	0.28	84.35
S13	40.00	42.00	S13/21	55.10	1.00	23.90	4.30	1.80	0.70	2.80	1.40	0.00	0.02	6.65	6.65	0.33	82.99
S13	42.00	44.00	S13/22	53.60	0.90	22.90	5.30	2.60	0.80	3.50	0.90	0.00	0.02	7.00	7.00	0.20	81.49