

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YOZGAT-YERKÖY-BELKAVAK KÖYÜ CİVARI KALSEDON VE AMETİST
OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ**

Nihal ÇEVİK

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2009**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Nihal ÇEVİK tarafından hazırlanan "**Yozgat-Yerköy-Belkavak Köyü Civarı Kalsedon ve Ametist Oluşumlarının İncelenmesi**" adlı tez çalışması 03.02.2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliğ ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Jüri Üyeleri :

Üye : Prof. Dr. Abidin TEMEL
Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI
Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU
Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Orhan ATAKOL

Enstitü Müdürü.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YOZGAT-YERKÖY-BELKAVAK KÖYÜ CİVARI KALSEDON VE AMETİST OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ

Nihal ÇEVİK

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Yozgat –Yerköy – Belkavak Köyü civarında volkanik kayalar içinde kalsedon, kuvars ve ametist oluşumları izlenmektedir. Mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucu inceleme alanında andezit (bazaltik andezit-?), killeşmiş camı tüf, riyodasit/dasit ve aglomeralar ayırtlanmış ve haritalanmıştır. Ayrıca inceleme alanında izlenen fosilli kumlu kireçtaşlarında Bartoniyen katını veren mikrofosiller saptanmıştır. Andezitik lavların sığ denizel ortama çok evreli olarak aktıkları ve her evre arasında alterasyon geçirdikleri düşünülmektedir. Bu kayalarda izlenen yeşil renkli alterasyon damar ve zonlarında polarizan ve cevher mikroskobisi, X-Işınları kırınım ve Raman Spektrografisi çalışmaları ile saptanan seladonit, fillipsit, smektit, hematit ve kalsit parajenezi denizaltı ortamında 100°C'nin (olasılıkla da 40°C'nin) altında düşük sıcaklık hidrotermal alterasyonu süreçlerini geçirdiklerine işaret etmektedir. Yapılan jeokimyasal çalışmalar bu alterasyon süreçleri sırasında SiO₂, MgO, Fe₂O₃, K₂O, Rb, Cs ve U değerlerinde belirgin zenginleşmeler ancak Al₂O₃, CaO, Na₂O, MnO, Ba, Sr, Zr ve Y değerlerinde önemli azalmalar olduğunu göstermiştir. Genellikle kalsedon yer yer de onlara eşlik eden kuvars ve ametistlerden oluşan silis damarları andezit, altere andezit, seladonitli yeşil renkli alterasyon damarları ve killeşmiş camı tüfleri kesmektedir. Aglomeralar içinde kayaç parçaları ile birlikte bulunmaktadır. Kuvars ve ametistlerde yapılan sıvı kapanım çalışmaları kalsedonik evreden sonra kuvars oluşumları evrelerinde silisli çözeltilerin ısısının 200°C'lerden 370°C'lere kadar çıktığını ve sonra 120°C'lere kadar düştüğünü göstermiştir. Genellikle %8'in altındaki tuzluluk oranları kuvars ve ametistlerin oluşumları sırasında meteorik suların etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak bu oluşumların olasılıkla riyodasit/dasit volkanizmasından sonraki artık silisli çözeltilerin sığ denizel fasiyesten sonra karasal ortam koşullarında kırık ve çatlaklara yerleştiğini düşündürmektedir.

Şubat 2009, 110 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yozgat, seladonit, fillipsit, kalsedon, kuvars, ametist, denizaltı hidrotermal alterasyonu, jeokimya, sıvı kapanım

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATIONS ON THE CHALCEDONY AND AMETHYST OCCURRENCES AROUND BELKAVAK VILLAGE – YERKOY - YOZGAT, TURKEY

Nihal ÇEVİK

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İ. Sönmez SAYILI

Chalcedony, quartz and amethyst crystals are observed in volcanic rocks around Belkavak village of Yerköy town in Yozgat. Andesite (basaltic andesite-?), argillized vitric tuff, rhyodacite /dacite and agglomerate are determined by mineralogical, petrographical and geochemical studies and are mapped. Microfossils indicating Barthonien age are found in fossilized sandy limestones in the study area. It is considered that multi phase andesitic lavas are flown into shallow seawater and between each flow phase an alteration period is developed. Green colored alteration veins and zones in these rocks are characterized by celadonite, phillipsite, smectite, hematite and calcite paragenesis which are determined by polarizan and ore microscopical, XRD and Raman Spektrographical studies. This paragenesis point out low temperature hydrothermal alteration processes run below 100°C (probably 40°C) temperatures under submarine environment. Geochemical studies revealed that SiO₂, MgO, Fe₂O₃, K₂O, Rb, Cs and U enrichments but Al₂O₃, CaO, Na₂O, MnO, Ba, Sr, Zr and Y depletions in green colored alteration veins during the alteration processes. Siliceous veins including mainly chalcedonic formations accompanied by sparsely quartz and amethyst crystals cut andesite, altered andesite, green colored alteration veins and argillized vitric tuffs, but are found as veins in volcanic rock fragments of agglomerates. Fluid inclusion studies carried out on quartz and amethyst crystals show that the heat of siliceous solutions after chalcedonic phase should rise from 200°C to 370°C and afterwards decreased to 120°C. Salinities generally under 8% point out that meteoric water were the dominant water in the environment during the formation of quartz and amethysts. Consequently, siliceous solutions occur as relict solutions after rhyodacitic /dacitic volcanism which have been brought to the fractures and cracks of andesites and tuffs under continental environment conditions after submarinal basins have been ceased.

February 2009, 110 pages

Key Words: Yozgat, celadonite, phillipsite, chalcedony, quartz, amethyst, sumarine hydrothermal alteration, geochemistry, fluid inclusion

TEŞEKKÜRLER

2005-2008 yılları arasında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yapılan yüksek lisans tezi boyunca bilgi birikimi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren gerek maddi gerekse manevi konuda desteklerini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI'ya (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışma alanından alınan bazı örneklerde Raman ve XRF analiz ve değerlendirmeleriyle çok önemli katkılar sağlayan Doç. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU' na (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), XRD çekimi ve analiz sonuçlarının yorumlanmasında bilgisini esirgemeyen Yard. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), inceleme alanındaki kireçtaşlarında fosillerin adlandırılması ve yaşlandırılması konusunda katkı veren Dr.ERCÜMENT SİREL'e, bölgenin tektonizması ve oluşum ortamının yorumlanmasında değerli bilgiler sağlayan Prof. Dr. Ergun GÖKTEN'e (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), kayaç adlandırılmalarında ve bölgenin oluşumu hakkında yorumlarda bulunan Prof. Dr. Baki VAROL'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), sıvı kapanım çalışmalarını gerçekleştirerek silis damarlarının oluşumları hakkında önemli veriler sağlayan Dr. Zeynep AYAN ve Jeo. Yük. Müh. Ebru COŞKUN'a, cevher mikroskopisi tanımlamaları ve çekimlerini yapan Jeo. Yük. Müh. Banu PARLAK'a, bölge hakkında bilgiler sağlayarak jeolojiyi daha iyi anlamama yardımcı olan Jeo. Yük. Müh. Evren ATAKAY'a, XRF çekimlerini yaparak tezim için katkı sağlayan Jeo. Yük. Müh. Gökhan DEMİRELA'ya, arazi çalışmalarım sırasında benimle beraber yorulan arkadaşım Jeo. Müh. Seda ÖZDEMİR'e ve daha önce bölgedeki çalışmalarından yararlandığım Jeo. Müh. Sinem ARTAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca her zaman yanımda olarak beni destekleyen sevgili eşim Musa ÇEVİK'e ve bugünkü başarılarımda büyük katkısı olan aileme yürekten teşekkürü bir borç bilirim.

Nihal ÇEVİK

Ankara, Şubat 2009

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	2
1.2 Çalışma Alanının Tanıtılması	2
2. ÖNCEL ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	7
3.1 Saha Çalışmaları	7
3.2 Laboratuvar Çalışmaları.....	7
3.2.1 Mikroskopik çalışmalar	8
3.2.2 X-Işınları Kırınım çalışmaları	8
3.2.3 Raman Spektroskopisi çalışmaları	8
3.2.4 Sıvı kapanım çalışmaları	9
3.2.5 Jeokimya çalışmaları	9
3.3 Büro Çalışmaları	10
4. BÖLGESEL JEOLJİ.....	11
5. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ VE MİNERALJİ-PETROGRAFİSİ	15
5.1 Jeoloji	15
5.2 Mineraloji ve Petrografi	36
5.2.1 Andezitler (Bazaltik Andezitler-Bazaltlar?).....	37
5.2.2 Killeşmiş Camsı Tuf.....	42
5.2.3 Yeşil renkli alterasyon damar ve zonlar	43
5.2.4 Riyodasit-Dasitler.....	45
5.2.5 Aglomera.....	48
5.2.6 Fosilli Kumlu Kireçtaşı.....	52
5.3 XRD Çalışmaları	54
5.4 Raman Spektroskopisi.....	58
5.5 Sıvı Kapanım Çalışmaları	61
6. JEOKİMYA.....	76
6.1 Ana Element Jeokimyası	87
6.2 Eser Element Jeokimyası.....	90
6.3 Nadir Toprak Element Jeokimyası	91
7. YORUM VE TARTIŞMALAR.....	93
8. SONUÇLAR	103
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ.....	110

SİMGELER DİZİNİ

AÜMF	Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
MTA	Maden Tetkik ve Arama
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
XRD	X-Işınları Kırınımı
XRF	X-Işını Floresansı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının bulduru haritası	3
Şekil 1.2 İ32-b3 paftasının güneybatısını kapsayan inceleme alanının topografik haritası	4
Şekil 4.1 Orta Anadolu'nun ana kıtaları ve kenet zonları ile Çankırı Havzası'nın yayılımı.....	12
Şekil 4.2 Yozgat doğusunun jeoloji haritası ve üzerinde inceleme alanının yeri	12
Şekil 4.3 Yozgat'ın doğusunda Yerköy güneyi ile Sungurlu kuzeyi arasında kalan bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti	13
Şekil 5.1 Çalışma alanının jeolojik haritası	17
Şekil 5.2 Sahanın genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Ölçeksiz)	18
Şekil 5.3 Çalışma alanından alınan örneklerin yerlerini gösteren harita	19
Şekil 5.4 Teras yapılarına benzer görünümlü andezitik lav akımları.....	19
Şekil 5.5.a. Tazeye yakın andezitler, b. kahverengi, yapraksı alterasyonlar ve bozunmalar gösteren altere andezitler.....	20
Şekil 5.6 Tamamen altere olmuş ve bozunmuş andezitler içinde çok sayıda silis damar ve damarcıkları	21
Şekil 5.7 Altere olmuş ve bozunmuş andezitler içinde yeşil renkli damarlar.....	22
Şekil 5.8 Tazeye yakın andezitleri ve altere olmuş, bozunmuş andezitleri kesen kalsedon damarları	22
Şekil 5.9 Killeşmiş camı tüfler	23
Şekil 5.10 Plaketler şeklinde kırılan killeşmiş camı tüfler	23
Şekil 5.11 Andezit ve altere andezitleri kesen silis damarları	24
Şekil 5.12 Tüfleri kesen silis damarları.....	24
Şekil 5.13 İnce kırıkta gelişmiş koyu ve açık renkli bantlardan oluşan kalsedon damarı	25
Şekil 5.14 Genişlemiş damarda kenarlarda gelişen kalsedonların üzerinde büyümüş beyaz ve şeffaf kuvars zonları	26
Şekil 5.15 Oldukça kalın gelişmiş beyaz kuvars zonu üstünde büyümüş ametist kristalleri.....	26
Şekil 5.16 Altere andezit içinde ametist kristalleri içeren silis damarı	27
Şekil 5.17 Kalsedon, beyaz kuvars, ametist içeren bir el örneği.....	27
Şekil 5.18 Ametistlerin üzerinde gelişmiş şeffaf kuvars zonu.....	28
Şekil 5.19 Tüm silis oluşumlarını gösteren model.....	28
Şekil 5.20 Altere andezitler içinde silis damarına eşlik eden hematit oluşumları	29
Şekil 5.21 Kalsedon ve kuvarslardan oluşan silis damarı içinde seladonit parçaları.....	29
Şekil 5.22 Kuvars damarı içinde kapanlanan seladonitli kayaç parçası.....	30
Şekil 5.23 Kahverengi ve yeşil killeşmeler gösteren altere andezitin gaz boşluklarını dolduran kalsedon ve kuvarslar.....	30
Şekil 5.24 Belirgin bir doğrultuda devamlılık sunan kalsedon ve/veya kuvars damarlarından biri	31
Şekil 5.25 Belkavak köyü KB'sında yüzeyleyen aglomeraların genel görünümü	32
Şekil 5.26 Deliktepe'nin KB'sında izlenen aglomeraların genel görünümü	32
Şekil 5.27 Şekil 5.27 Aglomeralar içindeki volkanik kayaç parçalarının kenarlarında izlenen yeşil renkli alterasyonlar.....	33

Şekil 5.28 Belkavak Köyü KB'sında andezitler(anz) ve tüfleri (tf) kesen dasitler(ds).....	33
Şekil 5.29 Açık gri renkli yaygın dasit yüzlekler.....	34
Şekil 5.30 Fosilli kumlu kireçtaşlarının görünümü.....	34
Şekil 5.31 Çok iri bloklar, yuvarlaklaşmış volkanik kayaç parçaları ve tüfler parçacıklarından oluşan malzeme bozunmuş killi bir malzeme ile tutturulmuş	35
Şekil 5.32 Lahar'lara ait yaklaşık bir metre çapında volkanik kayaç	35
Şekil 5.33 Andezitlerin el örnekleri. a)Tazeye yakın andezit b) Altere ve bozunmuş andezit	38
Şekil 5.34 Andezitlerin akma ve pilotaksitik hamur içinde özşekilli, içi elek dokulu, dışı temiz büyümüş plajiyoklazlar	38
Şekil 5.35 Andezitlerin akma ve pilotaksitik hamur içinde opaklaşmış mafik mineral	39
Şekil 5.36 Andezitlerin akma ve pilotaksitik hamur içinde gaz boşluklarını	40
Şekil 5.37 Andezitler içinde ufak ve daha iri taneli opak mineraller.....	41
Şekil 5.38 Andezitlerde kahverengi ve yeşil renkli killeşmeler.....	41
Şekil 5.39 Altere andezitleri kesen kalsedon ve kuvars damarcıkları.....	41
Şekil 5.40 Killeşmiş camsı tüfe ait el örneği	42
Şekil 5.41 Killeşmiş volkan camı içinde çok küçük taneli kuvars, plajiyoklaz, biyotit kristalcikleri içeren camsı tüf.....	42
Şekil 5.42 Altere andezitlerin kırığı içinde yeşil renkli alterasyon damarı.....	43
Şekil 5.43 Altere andezitlerin kırığı içinde yoğun olarak gelişmiş yeşil renkli alterasyon damarı	43
Şekil 5.44 Altere andezit içinde rozet şekilli selanitler ve aralarında kalsedon dolguları	44
Şekil 5.45 Altere andezitler içinde seladonitleri kesen zeolit damarları.....	44
Şekil 5.46 Altere andezitlerin içinde zeolit damarları.....	45
Şekil 5.47 Altere andezitin gaz boşluğu içinde kalsedon, kuvars, seladonit ve biyotit dolguları.....	45
Şekil 5.48 Riyodasit/Dasit kayacının el örneğindeki görünümü.....	46
Şekil 5.49 Perlitik doku gösteren riyodasit/dasit içinde ikizlenmeli, kemirilmiş plajiyoklaz fenokristali.....	46
Şekil 5.50 Riyodasit/dasitin akma, hiyalopilitik ve perlitik dokulu hamuru içinde ortası elek dokulu kenarları temiz plajiyoklaz fenokristali	47
Şekil 5.51 Akma, perlitik ve hiyalopilitik dokulu hamur	47
Şekil 5.52 Aglomeraları oluşturan volkanik kayaç parçalarından bazıları. Bu örneklerden ayrıca kimyasal analizlerde yapılmıştır.....	48
Şekil 5.54 Plajiyoklaz fenokristalleri volkan camı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde. Sağ alt köşede piroksen minerali görülmektedir	49
Şekil 5.54 Plajiyoklaz fenokristalleri volkan camı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde. Sağ alt köşede piroksen minerali görülmektedir	49
Şekil 5.55 Taze ve altere piroksen ve plajiyoklaz fenokristalleri volkan camı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde.....	50
Şekil 5.56 Volkan camı içinde elek dokulu ve zonlu plajiyoklaz, opaklaşmış biyotit ve amfibol fenokristalleri	50
Şekil 5.57 Volkan camı içinde zonlu plajiyoklaz, opaklaşmış biyotit ve amfibol fenokristalleri ile gaz boşluğunda kalsit dolgusu	51

Şekil 5.58 Özşekilli, yarı özşekilli, bazen kenarları kemirilmiş plajiyoklaz ve kuvars fenokristalleri, feldispatlardan oluşan kristalen ve volkan camından oluşan bir hamur içinde	51
Şekil 5.59 Plajiyoklaz ve biyotit fenokristalleri volkancamı ve mikrolitlerden Oluşan hamur içinde glomeroporfirik doku	52
Şekil 5.60 Fosilli kumlu kireçtaşı el örneği	52
Şekil 5.61 Kuvars, plajiyoklaz ve biyotit taneleri içeren fosilli kumlu kireçtaşı	53
Şekil 5.62 Fosilli kumlu kireçtaşı içinde Asterigerina rotula (KAUFMANN) fosili.....	54
Şekil 5.63 Fosilli kumlu kireçtaşı içinde Nummulites aff. Ptukhiani (KACHARAVA fosili)	54
Şekil 5.64 Altere olmuş andezitleri temsilen alınan NYB 1 numaralı örneğinin kil fraksiyonu XRD difraktogramı	56
Şekil 5.65 Yeşil renkli alterasyon zonunu temsil eden NYB 17B'nin difraktogramı.....	57
Şekil 5.66 NYB 17B örneğinde fillipsite ait Raman spektrogramı.....	58
Şekil 5.67 NYB 2-2 örneğinde amfibol olduğu düşünülen minerale ait Raman spektrogramındaki pikler.....	59
Şekil 5.68 NYB 2-2 örneğinde manyetite ait Raman spektrogramı	59
Şekil 5.69 NYB 2-2 örneğinde sanidine ait Raman spektrogramı	59
Şekil 5.70 NYB 2-2 örneğinde biyotite ait Raman spektrogramı	61
Şekil 5.71 NYB 2-2 örneğinde kalsite ait Raman spektrogramı.....	61
Şekil 5.72 SSa-2b örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ile tek fazlı (sıvı) kapanımlar	62
Şekil 5.73 SSa-2a örneğinin şeffaf kesiminde oldukça iri iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım.....	63
Şekil 5.74 SSa-3 örneğinde bol miktarda tek fazlı (sıvı) kapanımlar ile iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar.....	64
Şekil 5.75 SSa-3 örneğinde tek fazlı (sıvı) + iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar.....	65
Şekil 5.76 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen homojenleşme sıcaklıkları Histogramı.....	66
Şekil 5.77 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen tuzluluk oranları histogramı	67
Şekil 5.78 SSa-4 örneğinde tek fazlı (sıvı) kapanımlar.....	68
Şekil 5.79 SSa-4 örneğinde tek fazlı (sıvı) kapanımlar.....	69
Şekil 5.80 SSa-4 örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım ve tek fazlı (sıvı) Kapanımlar	69
Şekil 5.81 SSa-4d örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım ve tek fazlı (sıvı) Kapanımlar	70
Şekil 5.82 SSa-4e örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar	70
Şekil 5.83 SSa-4 örneğinin homojenleşme sıcaklıkları histogramı	71
Şekil 5.84 SSa-4 örneğinin tuzluluk histogram	72
Şekil 5.85 SSb örneğinin tuzluluk histogramı	74
Şekil 5.86 Belkavak civarı silis oluşumların sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin değişimi ve oluşum sırası	75
Şekil 6.1 Belkavak volkanitlerinin SiO ₂ – (Na ₂ O+K ₂ O) diyagramı (Cox et al. 1979' göre) üzerindeki dağılımları.....	82
Şekil 6.2 Belkavak volkanitlerinin SiO ₂ – (Na ₂ O+K ₂ O) diyagramı (Le Maitre 1989'a göre) üzerindeki dağılımları.....	83

Şekil 6.3 Belkavak volkanitlerinin $\text{SiO}_2 - \text{Log Zr/Ti}_2\text{O} \cdot 0.0001$ diyagramı (Winchester and Floyd 1977'a göre) üzerindeki dağılımları	84
Şekil 6.4 Belkavak volkanitlerinin $\text{Nb/Y} - \text{Log Zr/Ti}_2\text{O} \cdot 0.0001$ diyagramı (Winchester and Floyd 1977'a göre) üzerindeki dağılımları	85
Şekil 7.1 Okyanus tabanı bazaltlarında belirlenen fasiyes ve mineral toplulukları (Cann 1979' dan alınmıştır)	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 5.1 ASTM (1972) kartoteksi ile yeşil alterasyon ürünün verdiği Analiz sonucunun karşılaştırılması	57
Çizelge 5.2 Sıvı kapanım çalışmaları yapılan örnekler hakkında bilgi.....	61
Çizelge 5.3 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen homojenleşme sıcaklıkları (°C).....	65
Çizelge 5.4 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen ergime sıcaklıkları ve Bodnar (1993)'e göre % NaCl eşdeğerleri.....	66
Çizelge 5.5 SSa-4 örneğinde (şeffaf kuvars) ölçülen homojenleşme sıcaklıkları (°C)...	71
Çizelge 5.6 SSa-4 örneğinde ergime sıcaklıkları ve hesaplanan tuzluluk değerleri	72
Çizelge 5.7 SSb örneğinde ergime sıcaklıkları ve hesaplanan tuzluluk değerleri	74
Çizelge 6.1 Belkavak volkanitlerinin ana element kimyasal analiz sonuçları	77
Çizelge 6.2 Belkavak volkanitlerinin eser element kimyasal analiz sonuçları	78
Çizelge 6.3 Belkavak volkanitlerinin nadir toprak element kimyasal analiz sonuçları.....	80
Çizelge 6.4 Belkavak civarından alınıp kimyasal analize yollanan volkanik kayaçların adları, özellikleri ve lokasyonları	81

1. GİRİŞ

Doğada kayaçların damar ve boşlukları içinde, öz şekilleriyle çok güzel büyümüş kuvars kristalleri, başta şeffaf (dağ) kuvarlar, dumanlı kuvarlar, pembe (gül) kuvarlar, sarı kuvarlar(sitrinler) ve mor kuvarlar(ametistler) olmak üzere çeşitli renklerde oluşurlar. Süs taşları grubu içinde yarı değerli süs taşları olarak albenileri ile her zaman ilgi çeken bu tür kuvarlar pek çok amatör ve profesyonel mineral koleksiyoncuları tarafından doğada aranmakta veya fuarlardan satın alınıp saklanmaktadır.

Estetik boyutu dışında, silis grubunun bu tür kuvars mineralleri başta kırık ve çatlaklar olmak üzere boşluklarda jeodlar olarak hemen her tür kayaç içinde oluşabilirler. Ancak volkanik kayaçların kırıkları ve boşluklarında oluşmuş olanlara daha çok rastlanmaktadır. Örneğin Brezilya'nın dünyaca ünlü birkaç metre büyüklüğünde ametist içeren jeodları bazaltik kayaçlar içinde yer almaktadır (Gilg *et al.* 2003). Türkiye'nin bugüne kadar bilinen en büyük ametist oluşumu ise Balıkesir-Dursunbey Güğü Köyü civarında bulunmaktadır. Bu ametistlerin içinde oluştuğu kayaçlar ve oluşum koşulları hakkında yapılan çalışmalarda (Gürbüz 2007), kayaçların mineralojik-petrografik ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve ametistlerin kalkalkelen-şoşonitik karakterli riyolitlerin içinde damarlar şeklinde geliştiğini ortaya çıkarmıştır. Yapılan sıvı kapanım çalışmalarına göre, ametistlerin epitermal sistemin ortalama 200 °- 300 °C civarlarında bir sıcaklıklarında oluştuğu ileri sürülmüştür.

Ayrıca Orta Anadolu'da Ankara Çubuk civarında bilinen agatlar da ("Susuz Agatları") andezitik türdeki volkanik kayaçların boşluklarında izlenmektedir (Hatipoğlu 1998, Hatipoğlu ve Dora 1998, Hatipoğlu 2000).

Dünyada ve Türkiye'de ametist oluşumları üzerinde; oluşum ortamları, oluşum şekilleri, sıcaklık-tuzluluk gibi ortamda etkin koşullar gibi değişik özellikleri çalışılmıştır. Bunun içinde bilinen mineralojik-petrografik çalışmaların yanı sıra, Raman Spektroskopisi, SEM ve TEM çalışmaları, Elektron Mikroprob analizleri, jeokimyasal çalışmalar, sıvı

kapanım incelemeleri ve izotop çalışmaları gibi bilimsel yöntemler yardımıyla çok ayrıntılı veriler ve bilgiler üretilmiş ve üretilmeye devam edilecektir.

Yozgat civarından getirilip piyasaya sunulan ama yeri ve özellikleri çok bilinmeyen kalsedon, kuvars ve ametist oluşumlarından birisi de Yerköy ilçesi Belkavak Köyü civarındadır. Bu oluşumların gemolojik verileri dışında jeolojik olarak oluşum biçimi, ortamı ve koşullarını öğrenmek için bilimsel verilerin elde edilmesi başta Yozgat civarında olmak üzere yapılacak tüm aramalar için önem taşımaktadır.

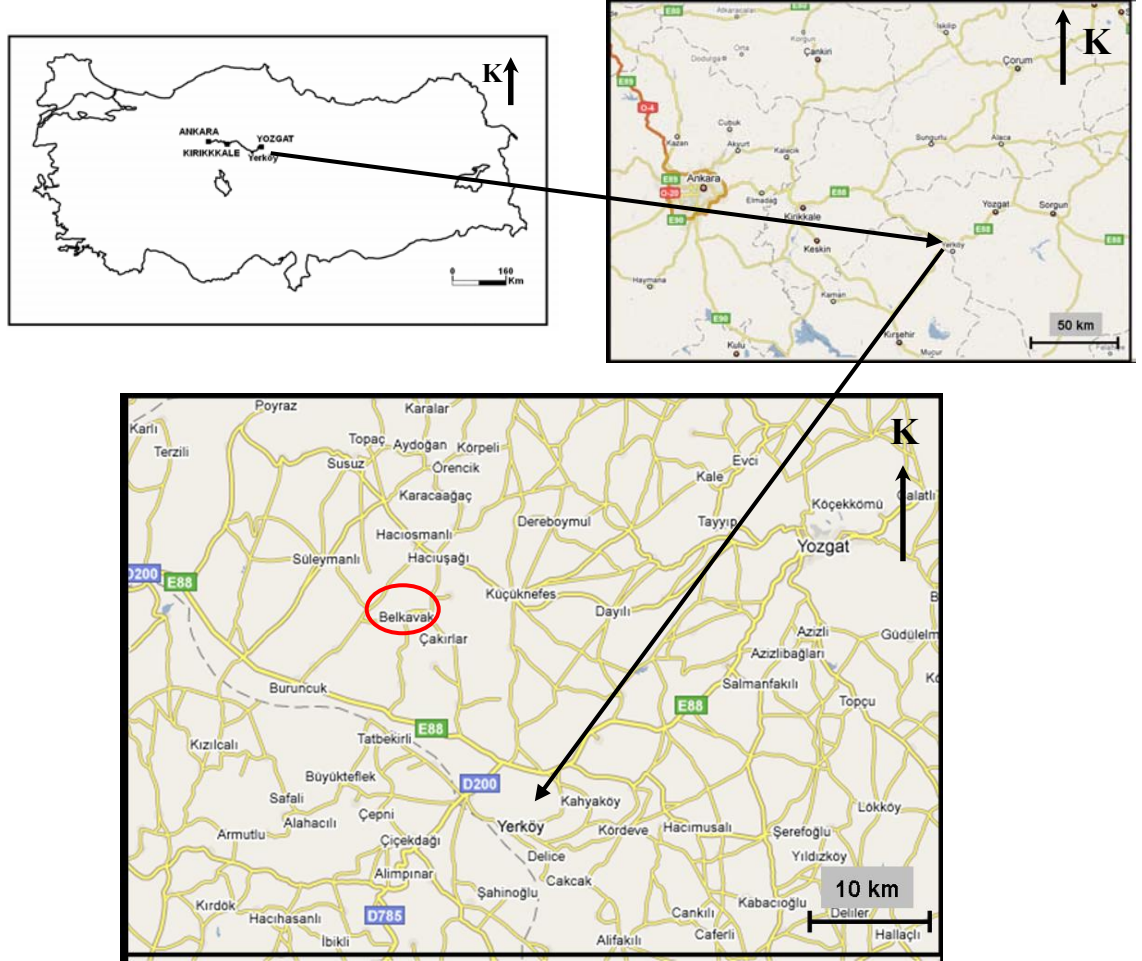
1.1 Çalışmanın Amacı

Yozgat-Yerköy-Belkavak Köyü civarında izlenen kalsedon, kuvars ve ametist kristalleri içeren damarların oluşumlarını incelemek ve onların içinde bulunduğu volkanik kayaçların mineralojik-petrografik özelliklerini belirlenmesi bu tezin ana amacını oluşturmaktadır. Bu kayaçlardan alınan örnekler üzerinde yapılan jeokimyasal çalışmalar ile volkanik kayaçların isimlendirilmesi ve alterasyon türlerini belirlenmesi bir diğer önemli amaçtır. Çalışma alanının daha önce yapılmış olan 1/25 000 ölçekli jeoloji haritalarının revize edilmeye çalışılması ayrıca Belkavak Köyü civarında izlenen damarların yerleşimine yol açan olaylar ve yapısal özelliklerin neler olacağını belirlenmesi de amaçlanmaktadır. Kuvars ve ametistlerin ana ve eser element kimyaları ve içlerindeki sıvı kapanımlarından hareketle oluşumları sırasında etkin olan fazlar ve sıcaklık ve tuzluluk değerleri saptanmaya çalışılacaktır.

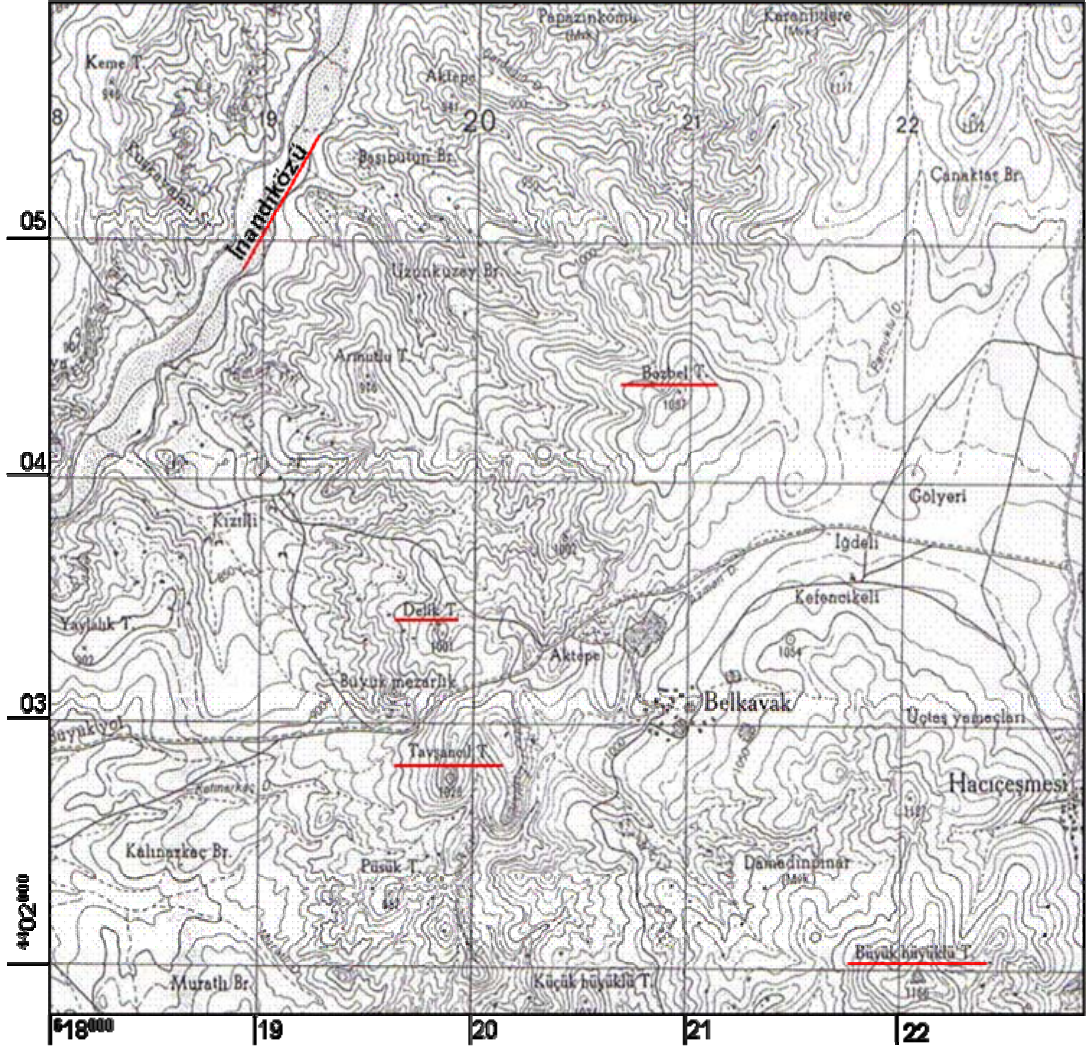
1.2 Çalışma Alanının Tanıtılması

Çalışma alanı Ankara-Yozgat karayolu üzerinde bulunan Yerköy ilçesi sınırları içinde yer alır. Sahaya Yerköy – Ankara karayolundan yaklaşık 6 km sonra Hacıuşağı Köyü yönüne sapıldıktan sonra Hacıçeşmesi Köyü’ne oradan da Belkavak Köyü’ne gelinerek ulaşılır. Belkavak Köyü, Yerköy’ün kuş uçuşu yaklaşık 20 km kuzeybatısında yer alır (Şekil 1.1). İnceleme alanı içinde ulaşım genellikle stabilize yollardan olmaktadır. Çalışma sahası, Yozgat ili Yerköy ilçesi Belkavak Köyü yakınında Kırşehir İ32-b3

paftasının güneybatı kesimlerini içine alan yaklaşık 20 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Bölgede ortalama yükseklik 1000 metre civarındadır. İnceleme alanı içinde çok sayıda tepe bulunmaktadır. Ancak jeolojik araştırmalara yakın bazı önemli yükseltiler olarak Delik Tepe, Tavşancıl Tepe, Bozbel Tepe ve Büyükhüyük Tepe sayılabilir. Sahada en önemli akaçlama sistemi inceleme alanının batısında yer alan ve KB yönünde uzanan İnandıközü dere dir. Diğer dereler kuru derelerdir (Şekil 1.2).



Şekil 1.1 Çalışma alanının bulduru haritası



Şekil 1.2 İ32-b3 paftasının güneybatısını kapsayan inceleme alanının topografik haritası

2. ÖNCEL ÇALIŞMALAR

Öncel çalışmalarda, sadece inceleme alanını ve konusunu ilgilendiren çalışmalar sunulmaktadır.

Ketin (1955), Yozgat civarındaki volkanitleri Lütésiyen volkanik fasiyesi olarak adlandırmıştır ve bu fasiyesin bazaltik ve andezitik lav, aglomera, tuf ve tüfitlerden oluştuğunu belirtmiştir.

Ayan (1969), Çankırı-Yerköy havzasında çalışan ilk araştırmacılardan birisidir. Yazar, bu havzanın kuzeybatı ve kuzeydoğusunda Orta Eosen yaşlı andezitik volkanikler görüldüğünü belirtmektedir. Yozgat kuzeyi ve kuzeybatısında da aynı tipteki formasyonların geniş alanlar kapladığını ve sahada çeşitli oranlarda tuf ve aglomeraların yanında, piroksen ve ojitli andezitler ile yer yer boşluklu bazaltların yer aldığından söz etmektedir.

Birgili vd. (1975), Çankırı- Çorum Havzasının jeolojisini ortaya koymaya çalışmışlar ve petrol olanaklarını yorumlamışlardır. Havzada ilk kez Yoncalı, İncik, Bayat ve Değim Formasyonlarını tanımlamışlardır. Bölgede denizin Maastrichtiyen'den Üst Eosen'e kadar birçok kereler ilerleyerek bölgeyi kaplamış daha sonra da geri çekilmiş olduğunu belirtmişlerdir. Eosen başında baskın olan derin deniz şartlarının Orta Eosen'de tedricen sığ deniz şartlarına geçtiğini ve Üst Eosen'de ise denizin tamamen çekilerek yerini karasal ortam şartlarına ve geçici göllere bıraktığını ileri sürmüşlerdir.

Büyükönel (1985), Yozgat ilinde yüzlek veren volkanitlerde petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yapmış, yörenin volkanik birimlerini; Lütésiyen öncesi diyabazlar, Lütésiyen tortulları ile ara katkılı bazalt, tuf, aglomeralar ile Lütésiyen sonrası andezit ve bazaltlar olarak tanımlamıştır. Ayrıca petrokimyasal özelliklerine göre volkanitlerin ada yayındaki kalkalkalen volkanizmanın ürünleri olduğunu ileri sürmüştür.

Keskin (1992), Yozgat civarındaki volkanitlerin Orta-Üst Eosen yaşlı bazaltlar ve bazik elemanlı aglomeralar ile lav akıntıları ve dayklarından oluştuğunu belirterek bunlara Başbüyük volkanitleri adını vermiştir.

Erdoğan *et al.* (1996), Yozgat bölgesinin jeolojisini verdikleri yayınlarında Çankırı havzasının gelişimini de modellemişlerdir. Neotetis okyanusunun kuzey ve güney kenarları boyunca farklı yitim zonları sonucunda Kırşehir ve Sakarya Kıtalarının Üst Kretase'de çarpıştıklarını belirtmişlerdir. Geç Paleosen'den itibaren Çankırı Havzasının çarpışma boyunca oluştuğunu ve havzanın güney kesiminin sığ denizel birimler ve/veya karasal deltaik sedimanlarla doldurulduğunu ileri sürmüşlerdir. Havzanın orta ve güney kesimlerinde zayıf alkalin trakiandezit türü volkanik kayaların oluştuğunu ve bunların andezitik palagonitik tüfler, aglomeralar ve lavlarla temsil edildiğini belirtmişlerdir.

Alpaslan and Temel (2000), Yozgat'ın batı ve kuzeybatısında yer alan volkanitleri Yozgat volkanitleri olarak adlandırmışlardır. Yaptıkları mineralojik ve petrografik çalışmalarla bunların bazaltdan dasite kadar değişen volkanik kayalar olduğunu belirtmişlerdir. Bu kayaların ana element oksit diyagramlarına göre fraksiyonel kristalleşme sergilediklerini ileri sürmüşlerdir. Mineral ve onların etrafındaki büyümelere bakarak magma karışım olaylarını savunmuşlar ve kayaların kabuksal kirlenme geçirdiklerini ileri sürmüşlerdir.

Ateş vd. (2002), Çorum güneyindeki volkanitleri Bayat volkanitleri olarak kabul etmişlerdir. Bayat volkaniklerinin andezitik-bazaltik karakterdeki lavlardan meydana geldiğini ve birimin Orta Eosen (Lütesiye) yaşında olduğunu belirtmişlerdir.

Akçe (2003), Yozgat Batolitinin kuzey bölümünün jeolojisi ve petrolojisini incelemiş ve çalıştığı alanın stratigrafisini vermiştir. Yozgat il merkezinin güneyinde riyodasit türü felsik volkanitlerin yeraldığını belirtmiştir. Ayrıca sedimanter örtü birimleri olarak çamurtaşı, kumtaşı, çakıltası, nummulitik kumlu kireçtaşı ve marnlı kireçtaşı gibi birimlere ait kısa ve öz tanımlamalar yapmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Çalışma konusu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar başlıca, harita revizyonu, sahadan örnek alımları ve seçilen örnekler üzerinde yapılan laboratuvar analizlerinden oluşmaktadır. Bu çalışmalar ve uygulanan analiz yöntemleri ve özellikleri aşağıda saha, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç ayrı bölümde toplanarak sunulmuştur.

3.1 Saha Çalışmaları

2007 yılı Haziran ayında, özellikle volkanik kayalar içinde yüzlek veren kalsedon, kuvars ve ametist damarlarının izlendiği sahada, volkanik kayalar olabildiğince ayırtılmaya çalışılarak, TPAO tarafından yapılmış olan 1/25 000 ölçekli haritada revizyon gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sahadan tipik ve temsili örnek alım çalışmaları yürütülmüştür. İnceleme alanındaki çeşitli volkanitler, fosilli kireçtaşları ve silis oluşumlarından toplam 104 adet örnek alınmıştır.

Çalışma alanından alınan örneklerin adlandırılması için seçilen sistematik şöyledir: Yazarın adının ilk harfinin (Nihal) arkasına çalışma yapılan ilin ilk harfi (Yozgat) ve sonrasında köy adının ilk harfi (Belkavak) eklenmiştir. Böylelikle sahadan alınan volkanik ve sedimanter kayaç örnekler **NYB** harfleri ile rumuzlanmıştır. Ayrıca sahadan alınan çok sayıda kalsedon, kuvars ve ametist örneği içinden analiz için dört tanesi seçilmiştir. *Beyaz-K* rumuzu beyaz kalsedon zonunu; *Koyu-K* rumuzu koyu renkli (açık gri-koyu gri renklerde) kalsedon zonunu; *AMT* rumuzu ametist zonunu ve *SFK* rumuzu ise şeffaf kuvars zonunu temsil etmektedir.

3.2 Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları; Mikroskobik, X-Işınları Kırınım, Raman Spektroskopisi, Sıvı kapanım ve Jeokimya çalışmaları başlıkları altında aşağıda sunulmuştur.

3.2.1 Mikroskobik çalışmalar

İnceleme alanından alınan 104 örnekten seçilen 75 tanesinin Ankara Üniversitesi İnce Kesit ve Parlatma laboratuvarında incekesitleri hazırlanmıştır. Petrografik tanımlamalar yapmak üzere incekesitler Leica marka DM/LSP model polarizan mikroskopta incelenmiştir. İncekesitlerde gözlenen bazı opak minerallerin türlerini belirlemek üzere incekesitler parlatılmış ve MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Mineraloji Laboratuvarlarında Leica marka DMLP model cevher mikroskobunda incelemeler yapılmıştır. Önemli bulunan kesitlerden mineralojiyi ve dokusal özellikleri yansıtmak üzere çok sayıda fotoğraf çekilmiştir. Bunlardan önemli özellikler sunanları teze konulmuştur.

3.2.2 X-Işınlari Kırınım çalışmaları

Saha verileri, el örnekleri ve incekesit çalışmaları ile belirlenen altere volkanik kayaç ve yeşil renkli altere damarlardaki kil minerallerinin türlerini saptamak üzere iki örnek seçilmiş ve MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi Laboratuvarlarında Rigaku-Geigerflex marka X-Işınlari Difraktometresi ile çekimler yapılmıştır. Çekimler, normal (N), Etilen Glikollü (G), ve fırınlanmış (F) örneklerde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kırınım desenleri (difraktogramlar) ASTM (1972) kartları kullanılarak değerlendirilmiştir.

Alınan örnekler kil boyutuna gelinceye kadar öğütüldükten sonra çekimler yapılmıştır. Aletin çekimindeki koşullar: Anot: Cu ($CuK_{\alpha} = 1.54187 \text{ \AA}$), Filtre: Ni, Gerilim 35 kV, Akım: 15 mA, Ganyometre hızı: $2^{\circ}/dk.$, Kağıt Hızı: $2cm/dk.$, Duyarlılık: 4.10^2 , Zaman Sabiti: 1sn, Yarıklar $1^{\circ} - 0.1^{\circ} - 1^{\circ}$, Ölçüm Aralığı $2\theta = 5^{\circ} - 45^{\circ}$

3.2.3 Raman Spektroskopisi çalışmaları

İncekesit incelemeleri sırasında rastlanılan ve özellikle alterasyona uğramış örneklerde oluşum koşullarını anlayabilmek üzere bazı minerallerin türleri belirlenmeye

çalışılmıştır. Bunun için AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Petrografi Araştırma ve Uygulama laboratuvarında bulunan Raman Spektroskopisi ile çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda HR-800 (Horiba-Jobin Yvon) Confocal Raman Spektrometresi (CSR) kullanılmıştır. Bu sistemde 633 nm dalga boyunda lazerle çalışan bir CCD (cooled Charged Coupled Dedector) ile spektrumlar elde edilmiştir. Lazer ışını 10x, 50x ve 100x büyütmeli uzun odaklı objektiflerle minerallere odaklanmıştır. Bu büyütmelemler 65mm ve 13mm çalışma uzaklığına olanak vermekte olup lateral resolüsyon sırasıyla 5 ve 2 mikrondur. Lazer ışınlarının polarizasyonunda, örnek ortalama y yönelimine paralel olarak seçilmiş ve spektrumlar kesin backscattering geometri ile toplanmıştır. Fotonun yükseklik değerleri Labsec 4.02 (Horiba-Jobin Yvon) program paketi ile bulunmuştur.

3.2.4 Sıvı kapanım çalışmaları

Sıvı kapanımları çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Sahada oluşan kalsedon ve kuvars damarlarını temsil eden beyaz kuvars, şeffaf kuvars-I, ametist ve şeffaf kuvars-II kristal oluşumlarından seçilerek hazırlanmış iki örneğin yüzeyleri parlatılmış ve bu örneklerde Linkam THMG-600 marka sıvı kapanım cihazında sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri için ısıtma ve soğutma deneyleri yapılmıştır.

3.2.5 Jeokimya çalışmaları

Çalışma alanından derlenen örnekler üzerinde mineralojik ve petrografik incelemeler yapıldıktan sonra ilk olarak 17 örnek jeokimyasal analizler için seçilmiştir. Örnekler çekiç ile parçalara ayrıldıktan sonra AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında çeneli kırıcı ile 0.5 cm'nin altına kırılmıştır. Kırılan tüm örnekler Fritsch marka öğütücüde 200 mesh'in altına öğütülmüştür. 30 gram civarında ağırlıkları olan örnekler naylon torbalara konularak numaralanmış ve Kanada ACME laboratuvarlarına ana, eser ve nadir toprak element analizleri için gönderilmiştir. Bu laboratuvarlarda örnekler ICP-MS ve ES yöntemlerine göre (Group 4A + 4B yöntemi)

analiz edilmişlerdir. Analiz yöntemi hakkında ayrıntılı bilgi <http://acmelab.com> sitesinden Price Brochure başlığı altında ICP-MS Ultratrace Packaces seçeneği ile görülebilir.

Daha sonra yapılan ayrıntılı incelenmeler sonucunda 3 örneğin daha analiz edilmesine gereksinim duyulmuştur. Bu 3 örnek AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında XRF yöntemi ile analiz edilmiştir. Örneklerin kırılması ve öğütülmesi işlemleri yukarıdaki belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Toz haline getirilen örnekler preslenerek 32 mm çapında pelletler oluşturulmuştur. Spektro XLAB 2000 PEDXRF spektrometre cihazı kullanılarak pelletlerdeki multi-element konsantrasyonları tespit edilmiştir.

3.3 Büro Çalışmaları

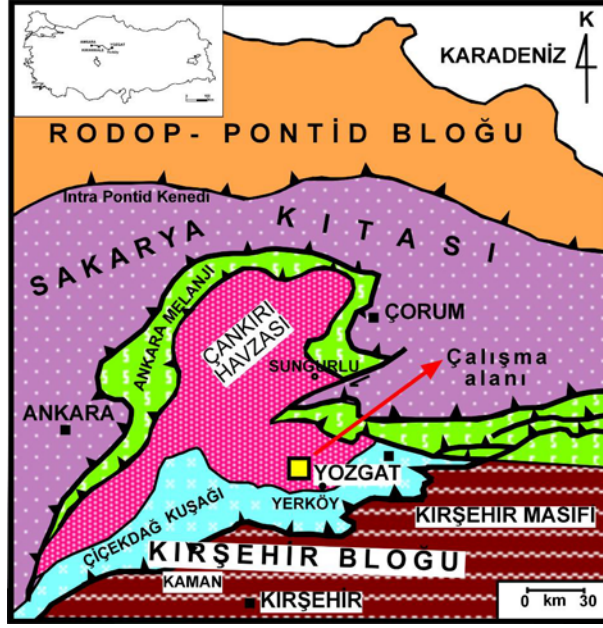
Büro çalışmaları ile revize edilen jeoloji haritaları, stratigrafik istif ve diğer haritalar ile şekillere ait çizimler FREEHAND bilgisayar programı ile çizilmiştir. Arazi çalışmaları sonucu derlenerek fotoğrafı çekilen örnekler PHOTOSHOP bilgisayar programı ile iyileştirilmiş ve düzeltilmiştir. Analiz verilerinin bulunduğu çizelge ve diyagramlar EXCEL programında hazırlanmıştır. Jeokimya verilerinden hareketle volkanik kayaç sınıflamaları EXCEL ve GEOPLOT programı ile yapılmıştır.

4. BÖLGESEL JEOLJİ

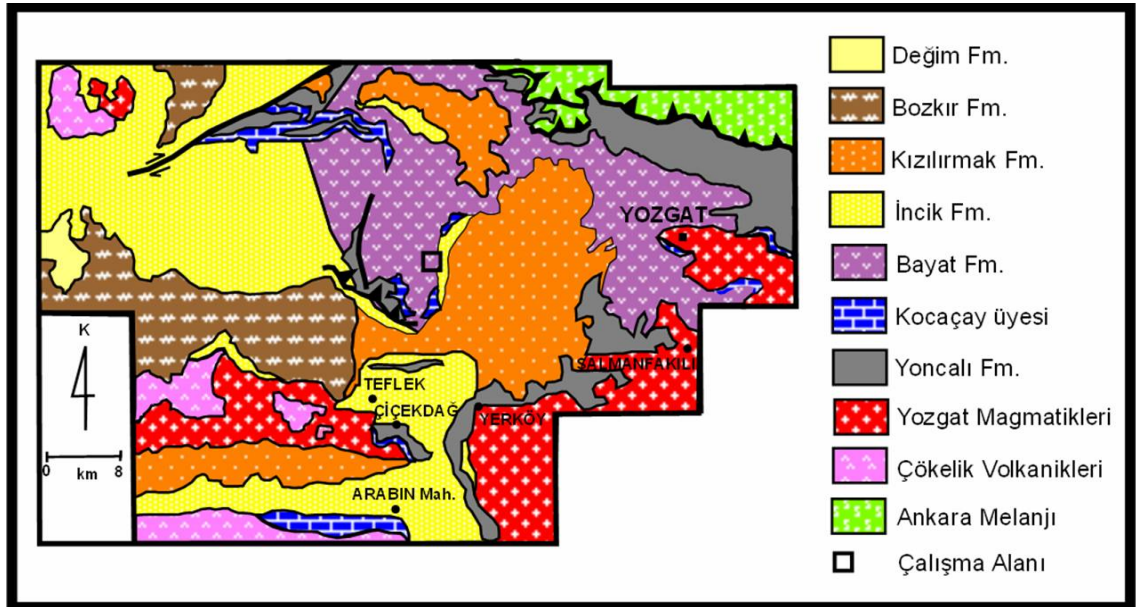
Çalışma alanı volkanitleri Yozgat'ın batısında izlenmekte ve Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (Göncüoğlu *et al.* 1991) içinde yer almaktadır. Alpaslan and Temel (2000) tarafından belirtildiğine göre, Orta Anadolu pek çok intrakontinental havza içerir. Bu havzalar, Pontid ve Anatolid parçalarının arasında kıtasal çarpışmadan sonra etkin olan gerilmeli bir tektonik rejim sonucu oluşmuştur (Erdoğan *et al.* 1996; Görür *et al.* 1998, Çemen *et al.* 1999). Bu havzalardan biri olan Yozgat Havzası, Geç Paleosen ile Lütésiyen zaman aralığında gelişmiş, çarpışma sonrası havzalardandır ve başlıca Geç Kretase-Paleosen granitoidleri ve volkanaosedimanter örtü biriminden oluşur (Göncüoğlu *et al.* 1994, Erdoğan *et al.* 1996, Ekici and Boztuğ 1997, Tatar and Boztuğ 1997, Boztuğ, 2000, Kadıoğlu *et al.* 2006).

Yozgat-Yerköy kuzeybatısına düşen ve çalışma alanını oluşturan Belkavak Köyü civarındaki volkanitler, Erdoğan *et al.* (1996) tarafından Çankırı Havzası olarak adlandırılan havzanın güney kesiminde yer almaktadır (Şekil 4.1). Bu havza kuzeyde Sakarya Kıtası ile güneyde Kırşehir Bloğu arasında kalan bir çarpışma kalıntı havzası olarak gelişmiştir. Bu bölgenin Erdoğan *et al.* (1996) tarafından verilen stratigrafisine bakıldığında başlıca üç ana kayaç topluluğu dikkat çeker. Bunlar; güneyde Çankırı Havzası' nın temelini oluşturan ve Kırşehir Bloğu' nun kuzeye doğru devamı olan Çiçekdağ Kuşağı ile kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu boyunca yüzeyleyen ve sedimanter ve tektonik karışım sonucu içsel karmaşa gösteren Ankara Melanjıdır. Üçüncü kayaç topluluğu ise Çankırı Havzası sedimanter dolgularıdır.

İnceleme alanı Çankırı Havzası içindeki Bayat Formasyonu (veya Volkanitleri) ve kısmen de Yoncalı Formasyonu içinde yer almaktadır (Şekil 4.2). İnceleme alanının jeolojik birimlerinin kısıtlı sayıda olması nedeniyle, burada Çankırı Havzası sedimanter ve volkanik kayaçları dışında yukarıda sunulan stratigrafide izlenen diğer kayaç toplulukları hakkında bilgi verilmeyecektir.



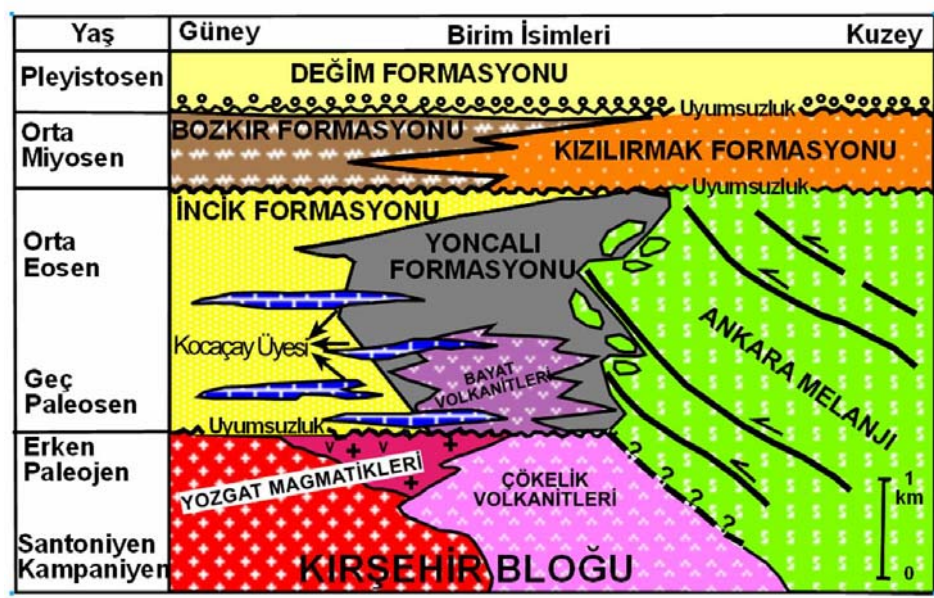
Şekil 4.1 Orta Anadolu'nun ana kıtaları ve kenet zonları ile Çankırı Havzası'nın yayılımı. (Erdoğan *et al.* 1996'dan türkçeleştirilerek alınmış ve bazı şekilsel değişiklikler yapılmıştır)
Çiçekdağ Kuşağı ve Kırşehir Masifi birlikte Kırşehir Bloğu'nu oluşturmaktadır. Ankara Melanjı, İzmir-Erzincan kenet zonu içinde yer alır



Şekil 4.2 Yozgat doğusunun jeoloji haritası (Erdoğan *et al.* 1996'dan türkçeleştirilerek alınmıştır) ve üzerinde inceleme alanının yeri

Çankırı Havzası sedimanları Geç Paleosen ile Pleyistosen arası yaşlar sunarlar (Erdoğan *et al.* 1996). Havza, birbirinden açılmal uyumsuzluklarla ayrılan üç kayaç dizisinden

oluşur (Şekil 4.3). Kayaç birimleri isimlerini, Birgili vd. (1975) ve Erdoğan *et al.* (1996)' dan almıştır. En altta, Geç Paleosen'den başlayıp Orta Eosen'e kadar yaşı olan karasal İncik Formasyonu ve denizel Yoncalı Formasyonu bulunur. Bu formasyonların alt kesimlerine yakın mafik volkanik kayalar, piroklastikler ve tüflerden oluşan Bayat Volkanitleri bulunur. Bu üç dizi düşey ve yatay olarak giriktir ve tedrici olarak birbirlerine geçerler. Bu Geç Paleosen – Orta Eosen yaşlı Yoncalı ve İncik Formasyonları, Miyosen yaşlı Bozkır ve Kızılırmak Formasyonlarının karasal çökeller tarafından uyumsuzlukla örtülürler. Bu çökeller de yine açılal uyumsuzlukla Pleyistosen yaşlı alüvyal çökeller (Değim Formasyonu) tarafından örtülürler (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Yozgat'ın doğusunda Yerköy güneyi ile Sungurlu kuzeyi arasında kalan bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Erdoğan *et al.* 1996' dan türkçeleştirilerek alınmıştır.)

Erdoğan *et al.* (1996) tarafından yapılan çalışmaya göre, Yoncalı Formasyonu sığ denizel şeyller ve kumtaşları ile fosilli kireçtaşı merceklerini içerir ve Yozgat ile Yerköy arasında geniş yüzlekler oluşturur. Bayat Volkanitlerini oluşturan mafik ve ortaç volkanik kayalar, Yoncalı Formasyonu çökellerinin birikimi sırasında sokularak yüzeyleşmişlerdir. Yoncalı Formasyonu Çankırı Havzasının güney kesimlerinde İncik Formasyonu' nun karasal kırıntılı katmanları ve Bayat Formasyonu' nun lav ve tüfleri ile giriktir. Güney kesimlerin doğusuna doğru ise Yoncalı Formasyonu' nun sığ-denizel fasiyesi baskın hale gelir ve İncik Formasyonu' nun karasal çökelleri kaybolur. Yozgat

civarında, sığ denizel ortam içine sokulan mafik piroklastik ve lavlar, Yoncalı şeyllerinin arasında ara katmanlar oluşturur. Yozgat ili Salmanfakılı Köyü civarında Bayat Volkanitlerinin mafik türleri, palagonitik breşleri ve lavları görülür ve bunlar Yoncalı Formasyonu' nun tuf ve çamurtaşları ile örtülürler. Bu bölgede de Bayat Volkanitlerinin Yoncalı Formasyonu' nun sığ denizel ortamı içine çıktıkları kesindir.

Yoncalı Formasyonu içinde sağlam yaş verileri sağlayan birim gri-sarı kireçtaşı mercekleri olup kalınlıkları 50 metreye kadar çıkmaktadır. Bu kireçtaşları nummulitler, pelecypod, gastropod, bryzoa ve echinid fosilleri içerir. Bu mercekler yatay ve dikey yönde devamsızlıklar sunarak Yoncalı Formasyonu içinde birkaç defa tekrarlanırlar. Kalkerli çamurtaşları, çamurtaşları ve kumtaşlarına geçiş gösterirler. Bu birimler Birgili vd. (1975) tarafından ise Kocaçay üyesi olarak adlandırılmıştır. Kocaçay üyesi oluşturan kireçtaşları Yoncalı Formasyonu alt kesimlerinde Geç Paleosen-Erken Eosen yaşı verirken orta kesimlerinde Orta Eosen yaşına işaret etmektedir (Erdoğan *et al.* 1996).

Yoncalı Formasyonu ile girik olarak görülen İncik Formasyonu kırmızı konglomeralar, kumtaşları ve yeşil-kırmızı şeyler ile yer yer izlenen jips mercekleri ile karasal çökeller içerir. Bu formasyon baskın olarak karasal olmakla beraber bazen sığ deniz tarafından işgal edildiğini gösterir (Erdoğan *et al.* 1996).

Bayat Volkanitleri; bazaltik ve andezitik lavlar, breşler ve tüflerden oluşur (Erdoğan *et al.* 1996; Alpaslan and Temel, 2000 ve Ateş vd. 2002). Bu volkanitler hakkında tezin çalışma alanı jeolojisi, mineralojisi ve petrografisi ile yorum ve tartışmalar bölümlerinde ayrıntılı bilgiler verileceğinden burada daha fazla ayrıntıya girilmeyecektir.

5. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ VE MİNERALOGİ-PETROGRAFİSİ

5.1 Jeoloji

Çalışma alanını içine alan bölgede yapılan jeolojik haritalama çalışmalarından önemli görülen bazıları aşağıda özetlenmiştir. Bu haritaların ve jeolojik birimlerin kısaca sunulmasındaki amaç, inceleme sahasının bazı volkanik ve sedimanter birimlerini daha önceki çalışmalarla karşılaştırma olanağının sağlanmasıdır.

MTA Genel Müdürlüğü tarafından İ32-b3 paftasına ait 1/25 000'lik haritada, bazalt ve aglomeralardan oluşan ayırtlanmamış Eosen volkanitleri, Eosen fliş ve Tersiyer yaşlı Deliceirmak Formasyonu görülmektedir. Bu harita ile ilgili herhangi bir rapor yazılmadığından ayrıntılı bilgi edinilememiştir. Bu nedenle de haritası sunulmamıştır.

Aynı paftada TPAO jeologlarınca da 1/25 000 ölçekli bir harita daha yapılmıştır. Buna göre; Orta-Üst Eosen yaşlı Bayat Formasyonu (Tb), Üst Eosen yaşlı Kocaçay Formasyonu (Tko), Üst Eosen-Orta Miyosen yaşlı İncik Formasyonu (Ti), Üst Miyosen yaşlı Kızılırmak Formasyonu (Tkı) ve son olarak Kuvaterner yaşlı alüvyonlar (Qa) haritalanmıştır. Bu haritadaki birimlerin bir kısmını çalışma alanında görmek olasıdır. TPAO' lularca yapılan harita ile ilgili rapora da ulaşılammıştır.

Bu iki 1/25 000 ölçekli harita dışında, çalışma alanını da içine alan veya çok yakınıni oluşturan bölgelerde yapılan haritalarda volkanitler ayırtlanmamıştır (Erdoğan *et al.* 1996, Alpaslan and Temel 2000). Ancak bu araştırmacılar jeolojik incelemelerin yanı sıra volkanitlerin türleri hakkında petrografik tanımlamalar da yapmışlardır.

Erdoğan *et al.* (1996), Bayat Volkanitlerinin bazaltik ve andezitik lavlar, breşler ve tüflerden oluştuğunu ve Yoncalı Formasyonunun içine girdiklerini belirtmektedir. Bayat Formasyonunun Yozgat civarında yaygın olduğunu ve 500 metreden fazla bir kalınlığa ulaştığını ileri sürmektedir. Yozgat civarında piroklastik kayaların da fazla olduğu

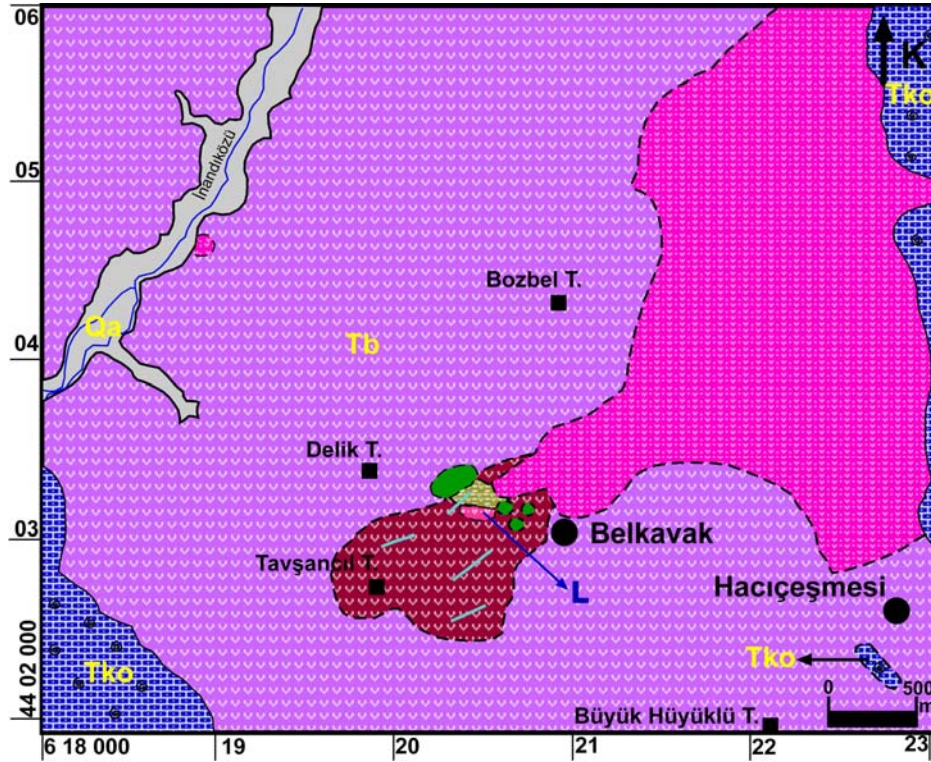
belirtilmektedir. Palagonit breşler ve tüfler ve köşeli parçaların yeşil bir alterasyon halkası (zonu) ile sarıldığını ve altere ve yeşil tüflü materyalin matriksini oluşturduğunu ileri sürmektedir.

Erdoğan *et al.* (1996), ayrıca Bayat Volkanitlerinin hiyaloklastit özelliğinde olduğunu ve sığ denizel sular içine girerek oluştuklarını belirtmektedir. Bazı alanlarda lavlarda yastık yapılarını da görmüşlerdir. Yeşil tuf arakatmanlarının ise kalkerli çamurtaşları ile girik olduklarını saptamışlardır. Bazı yerlerde Bayat Volkanitleri, Kocaçay Üyesinin fosilli kireçtaşlarının karbonatlı çamurtaşları seviyeleri ile örtülmüşlerdir. Fosilli kireçtaşları, volkanik oluşumların topoğrafik olarak yüksek kesimlerinde resifler olarak depolanmışlardır. Aynı yazarlar, masif lav ve sütun yapılı kalın lav akıntılarının, Bayat Volkanitleri içindeki bazı piroklastikleri üzerlediğini belirtmektedirler. Lav akıntılarının yatay olarak devamsız olduklarını ve kısa ve küt (güçük) mercekler oluşturduğunu görmüşlerdir. Bu volkanik birikintilerin bazılarının etrafında, oldukça köşeli bloklar içeren aglomeraların tuf matriksi içinde yer alır durumda yüzelediğini saptamışlardır. Bazı volkanik parçalar yuvarlaklaştığını bunun da dalga hareketlerini düşündürdüğünü belirtmişlerdir. Denizel ortamın sığ alanları içinde Yoncalı ve Bayat Formasyonları oluştuğunu, bazı yerlerde oldukça büyük hacimler olarak yüzeye çıkmış volkanik birikintilerin böylelikle deniz seviyesinin üstünde yer aldıklarını ifade etmişler ve buralarda da lahar birimlerinin depolandığını belirtmişlerdir.

Alpaslan and Temel (2000) ise yukarıda Bayat Formasyonu olarak anlatılan volkanitleri Yozgat volkanitleri olarak nitelemişler ve bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit bileşimli bu kayaçların kalın lav akıntıları ve onların piroklastik türevleri olduklarını belirtmişlerdir. Çalışmaları petrografik ve jeokimyasal ağırlıklı olduğundan daha ayrıntılı jeolojik bilgi vermemişlerdir.

Bütün bu bilgiler ışığında inceleme alanında elde edilen jeolojik bilgi, bulgu ve veriler aşağıda sunulmaktadır. Jeolojik çalışmalar 20 km² civarında bir alanda yürütülmüştür. Çalışmaların ağırlık merkezini İ32-b3 paftasının güneybatı çeyreğinin içinde silis damarlarının çok miktarda bulunduğu orta kesimler oluşturmaktadır. İnceleme alanını

da içine alan en yeni harita TPAO tarafından yapılan ve genel stratigrafiye en uygun haritadır. Bu nedenle jeolojik haritada revizyona gidilirken TPAO tarafından yapılan 1/25 000'lik harita esas alınmıştır. Bu haritanın üzerinde, saha çalışmaları ile sınırları tam olarak belirlenmeyen farklı volkanik ve sedimanter kayaçların yoğun olarak bulunduğu alanlar ayırtlanmaya çalışılmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Çalışma alanının jeolojik haritası (Tb: Bayat Volkanitleri, Tko: Kocaçay Üyesi (fosilli kumlu kireçtaşı), Qa: Kuvaterner aluvyonlar. L: lahar ?). Haritadaki diğer birimler için Şekil 5.2'ye bakınız

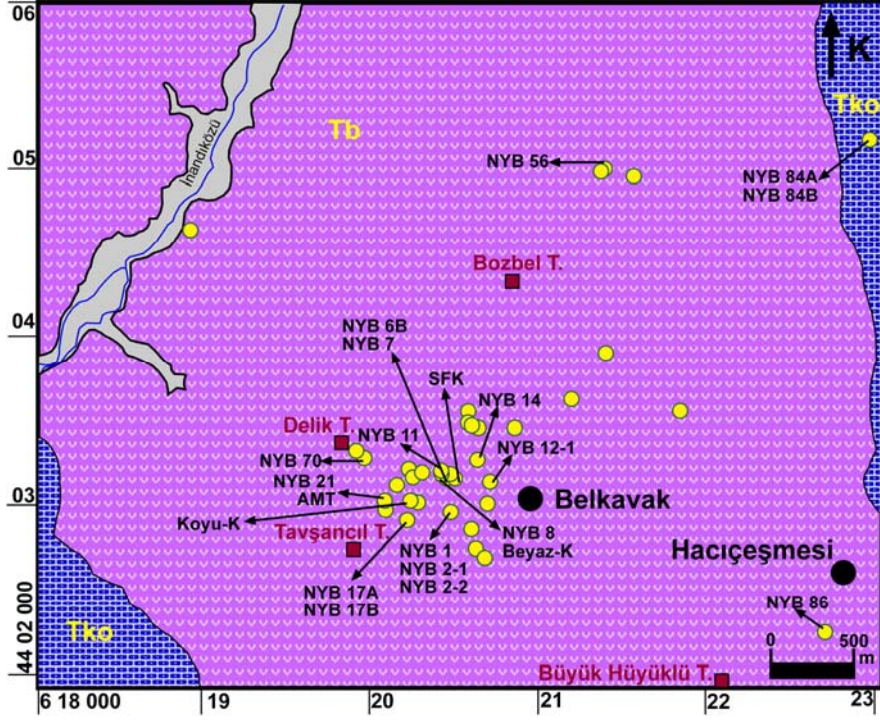
İnceleme alanında izlenen birimler ve aralarındaki ilişkiler dikkate alınarak sahanın genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti Şekil 5.2'de sunulmuştur. Sahada izlenen en yaşlı volkanik birim andezitler (bazaltik andezitler-?)dir. Bu birimin üzerine aglomeralar gelir. Aglomeraların içinde bazaltik andezitten riyolitlere kadar değişen volkanik kayaç parçaları izlenmektedir. Aglomeralar ise yer yer killeşmiş camsı tüfler tarafından örtülmüşlerdir. Tüm bu birimler riyodasit/dasit karakterli volkanik kayaçlar tarafından kesilmiştir. Bu birimlerin üzerine fosilli kumlu kireçtaşları (Kocaçay üyesi) gelmektedir (Şekil 5.2). Sahada izlenen silis damarları ise andezit ve altere andezitler ile tüfleri keser konumda izlenmişlerdir. Aşağıda anılan bu birimlerle ilgili ayrıntılı bilgiler

kayaç veya damarların oluşum zamanları dikkate alınarak yaşlıdan gence doğru sırasıyla sunulmaktadır.

YAŞ		FORMASYON	LİTOLOJİ	
T E R S İ Y E R	O R T A E O S E N	Bartoniye	Deliceirmak (?)	Lahar?
			Kocaçay Üyesi	Fosilli kumlu kireçtaşı
		Bayat Volkanitleri		Aglomera
				Dasit
				Killeşmiş camı tuf
	Kalsedon Kuvars Ametist Damarları	Altere Andezit Andezit (Bazaltik Andezit?)		

Şekil 5.2 Sahanın genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Ölçeksiz)

Revize edilen jeolojik harita üzerinde sahadan alınan örneklerin yerleri işaretlenmiştir. Örnekler gelişen olayları anlamak için birbirine çok yakın alındığından bazı örneklerin yerleri üst üste gelmektedir. Jeokimyasal analiz için seçilen örneklerin numaraları bu örnek haritasının üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5.3).



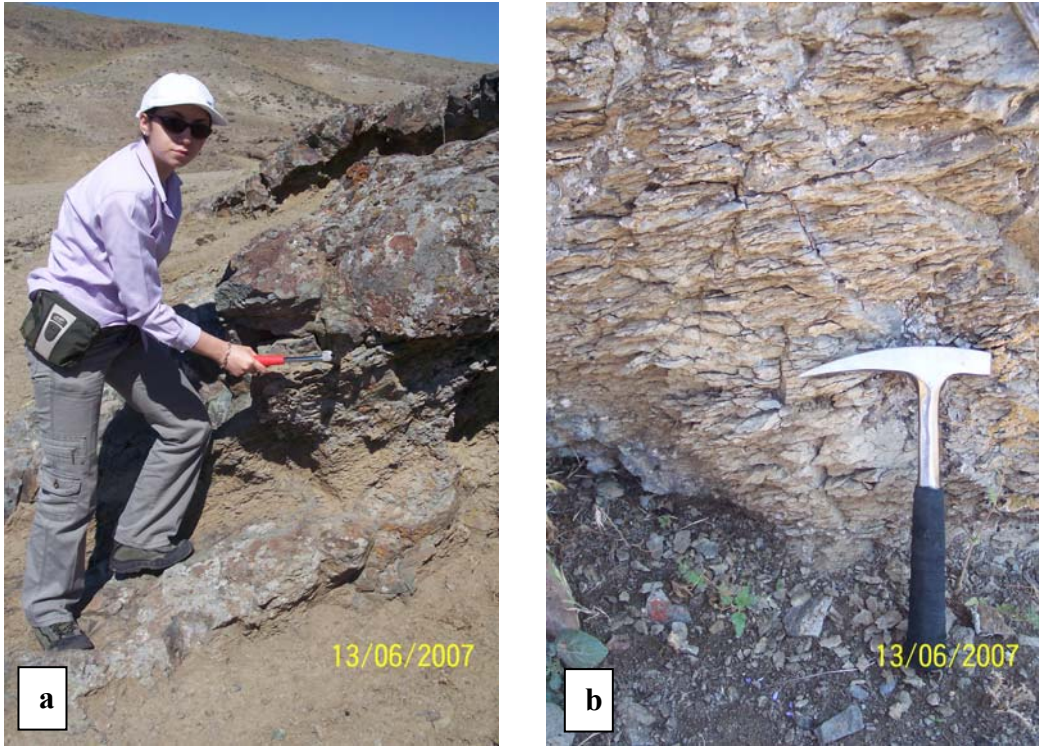
Şekil 5.3 Çalışma alanından alınan örneklerin yerlerini gösteren harita (Birimler için Şekil 5.1'e bakınız).

Andezitler: Çalışma alanının orta kesimlerini oluşturan andezitler (Şekil 5.1) lav akmaları şeklinde olup siyaha yakın koyu renkleri ile sahada kolaylıkla tanınırlar. Sahada genellikle taraça veya teraslara benzetecek yüzeylemeleri görülmesine karşın (Şekil 5.4) bazen masif olarak da izlenmektedirler.



Şekil 5.4 Teras yapılarına benzer görünümlü andezitik lav akmaları

Andezitler afanitik kayalardır. Bu lav akıntılarının akma yzelerine paralel olarak bazı kesimleri ardalanmalı Şekilde altere olmuştur. Tazeye yakın kesimleri siyahımsı renklerde izlenirken altere olan kesimleri kahverengi bir renk almıŐ ve yapraklanmalar Şeklinde bozunmalar sergilerler (Şekil 5.5). Bu alterasyonlar sahada yer yer çok yoĐunlaŐarak kayalari tamamen etkileŐmiŐ daha sonrada gelişen yzeyssel bozunmalarla kayac iyice dağılgan hale gelmiştir. İlerinde çok sayıda silis damar ve damarcıkları gelişmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5.5.a. Tazeye yakın andezitler, b. kahverengi, yapraksı alterasyonlar ve bozunmalar gösteren altere andezitler



Şekil 5.6 Tamamen altere olmuş ve bozunmuş andezitler içinde çok sayıda silis damar ve damarcıkları

Andezitler içinde damar ve damarcıklar şeklinde yeşil renkli altere zonlara çok belirgin biçimde andezitleri keser şekilde rastlanmaktadır (Şekil 5.7). Bu yeşil damar ve zonlar kayaçların oluşumları sırası ve sonrası geçirdiği alterasyonları açıklamak bakımından önemlidir. Burada konumları belirtilen bu yeşil renkli altere zonlar Mineraloji-Petrografi bölümünde daha ayrıntılı olarak ele alınacak ve ilerideki Yorum ve Tartışmalar bölümünde üzerinde önemle durulacaktır. Ayrıca andezitlerin içinde onları keser konumlarda gelişmiş ince ve kalın kalsedon ve kuvars damar ve damarcıkları da izlenir (Şekil 5.8).



Şekil 5.7 Altere olmuş ve bozunmuş andezitler içinde yeşil renkli damarlar



Şekil 5.8 Tazeye yakın andezitleri ve altere olmuş, bozunmuş andezitleri kesen kalsedon damarları

Killeşmiş camsı tüfler: Bu piroklastik kayaç açık kahverengi renklere tabakalı olarak Belkavak Köyü KB'sında stabilize yol kenarında izlenirler (Şekil 5.9). Plaketler şeklinde kırılır ve killeşmeler göstermektedirler (Şekil 5.10).



Şekil 5.9 Killeşmiş camsı tüfler (Belkavak Köyü KB'sı yol kenarı)



Şekil 5.10 Plaketler şeklinde kırılan killeşmiş camsı tüfler

Silis damarları (Kalsedon-Kuvars ve Ametist Oluşumları) : İnceleme alanında silis oluşumları, andezit (bazaltik andezit-?) ve killeşmiş camsı tüfleri damar ve damarcıklar şeklinde keser konumda izlenmektedir (Şekil 5.11 ve 5.12).



Şekil 5.11 Andezit ve altere andezitleri kesen silis damarları



Şekil 5.12 Tüfleri kesen silis damarları

Silis oluşumlarında yapılan gözlemlerde, bunların kırık ve çatlak dolguları şeklinde geliştiğini göstermiştir. Kırık ve çatlakların, içinde yer aldıkları kayaca yakın kesimlerinde (damarların kenarlarında) özellikle kalsedonların oluştuğu görülmektedir. Beyaz ile koyu gri renk tonlarında koyu renkli kalsedonlar yer yer sadece tek renk olarak yer yer de mm veya cm ye varan aralanmalar şeklinde gözlenmektedir. Eğer kırık ve çatlak çok dar ise ve/veya o bölgeye gelen silis çözeltileri büyük hacimli ise o zaman sadece kalsedonlar oluşmuştur (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 İnce kırıkta gelişmiş koyu ve açık renkli bantlardan oluşan kalsedon damarı

Eğer kırık genişse ve kalsedon oluşumlarından sonra kırıkta boşluk kalmışsa bu durumda kalsedonların üzerinde önce beyaz kuvarslardan oluşan ve yer yer birkaç cm kalınlığa ulaşılabilen bir zon gözlenmektedir. Bu kuvarslar öz şekilliye yakın yarı özşekilli ve bazende özşekilli kuvarslar şeklinde gelişmiştir. Beyaz kuvarsları üzerinde bir şeffaf kuvars zonu görülmektedir. Yersel olarak bazen beyaz kuvarslar gelişmemiş onların yerine şeffaf kuvarslar oluşmuştur (Şekil 5.14 ve 5.15). Eğer kırıkta yine boşluk kalmışsa o zaman beyaz ve şeffaf kuvarsların (veya sadece şeffaf kuvarsların) üzerinde eflatun ile mor arasındaki renklerde ametist kristalleri gelişmiştir (Şekil 5.16 ve 5.17). Kırık daha da büyük ise o zaman da ametistlerin üzerinde özşekiller sunabilen şeffaf kuvarslı bir zon izlenmektedir (Şekil 5.18).



Şekil 5.14 Genişlemiş damarda kenarlarda gelişen kalsedonların üzerinde büyümüş beyaz ve şeffaf kuvars zonları



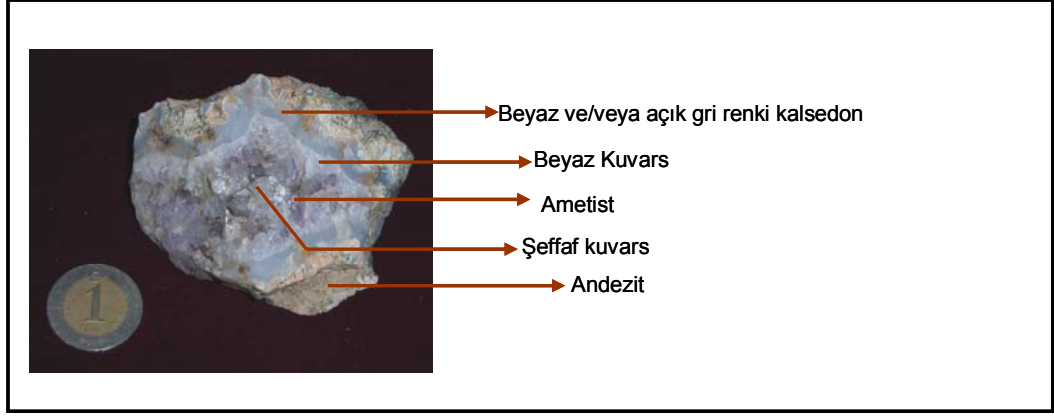
Şekil 5.15 Oldukça kalın gelişmiş beyaz kuvars zonu üstünde büyümüş ametist kristalleri



Şekil 5.16 Altere andezit içinde ametist kristalleri içeren silis damarı

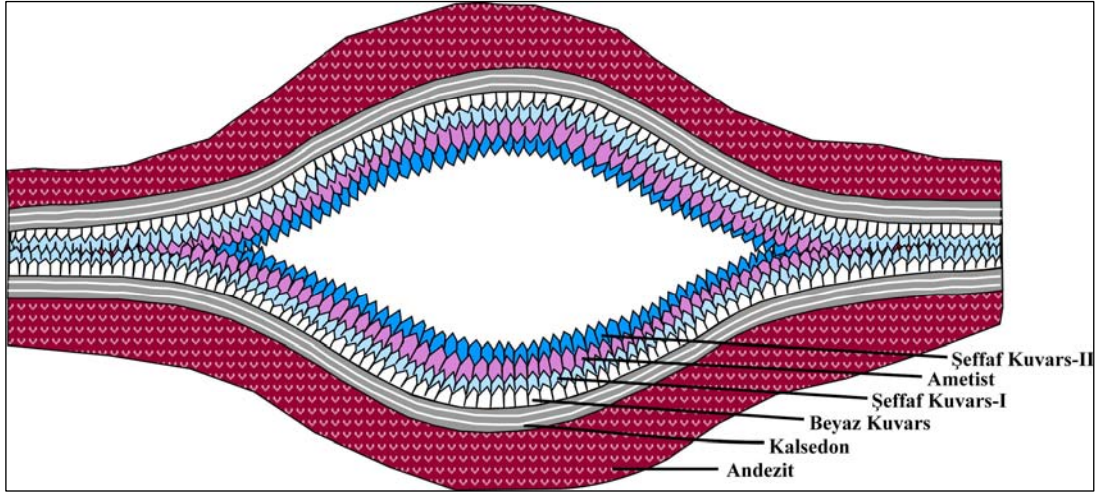


Şekil 5.17 Kalsedon, beyaz kuvars, ametist içeren bir el örneği



Şekil 5.18 Ametistlerin üzerinde gelişmiş şeffaf kuvars zonu

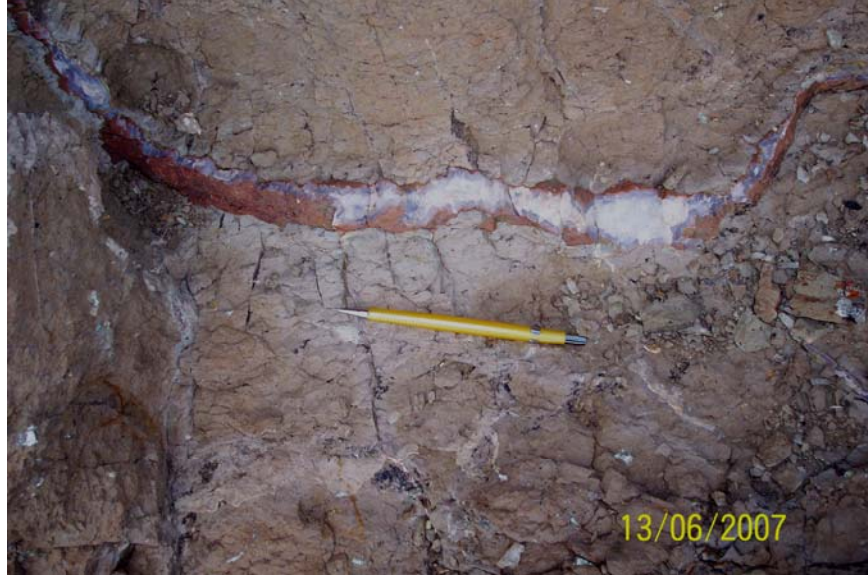
Yukarıda anlatılan ve örnekleri şekillerle verilen kalsedon, beyaz ve şeffaf kuvars, ametist ve şeffaf kuvars zonlarının dizilimi ile ilgili bir model oluşturulmuş ve Şekil 5.19'da sunulmuştur.



Şekil 5.19 Tüm silis oluşumlarını gösteren model

Doğal olarak çatlakın veya kırığın büyüklüğü, bu kırığa gelen silis çözeltilerinin bolluğu ve ısı ve yer yer değişen kimyası yukarıda verilen zonların eksik veya tam gelişmesini sağlayan en önemli etkenlerdir.

Yukarıda sunulan silis oluşumlarının bazılarında hematitlerce eşlik olunduğu görülmektedir (Şekil 5.20).

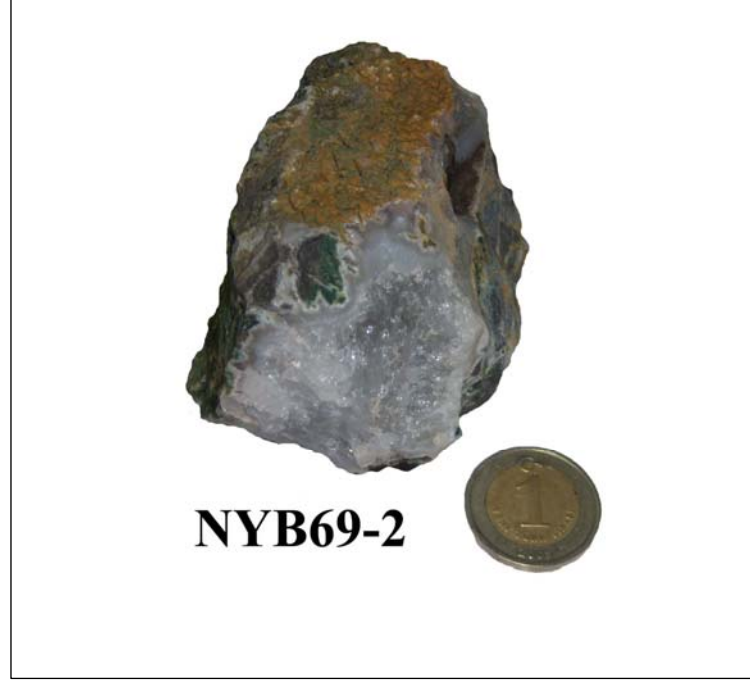


Şekil 5.20 Altere andezitler içinde silis damarına eşlik eden hematit oluşumları

Silis damarlarının özellikle yeşil renkli altere damar ve damarcıkları içine aldığı ve ondan parçaları içinde bulundurduğu belirlenmiştir (Şekil 5.21 ve 5.22).



Şekil 5.21 Kalsedon ve kuvarslardan oluşan silis damarı içinde seladonit parçaları



Şekil 5.22 Kuvars damarı içinde kapanlanan seladonitli kayaç parçası

Belirlenen bir başka özellik ise mikroskobik çalışmalarda da belirtileceği gibi tazeye yakın ve altere andezitler içindeki gaz boşlukları kalsedon veya yer yer kuvarslar tarafından doldurulmuş olmasıdır (Şekil 5.23).



Şekil 5.23 Kahverengi ve yeşil killeşmeler gösteren altere andezitin gaz boşluklarını dolduran kalsedon ve kuvarslar

Çalışma alanında izlenen silis damarlarının bazıları belirgin biçimde devamlılık sunan damarlar halindedir (Şekil 5.24). Devamlılık sunan bu damarlardan 22 tanesinden doğrultu ölçümleri yapılmıştır. Damarların doğrultuları K 10-72° D arasında değişmekte en çok K 30-60° D arasında değerler göstermektedir. Damarların eğimleri genellikle dik veya dike çok yakındır. Eğimli olanların ise eğim yönleri ve açıları değişmektedir. Bu nedenle belirgin bir eğim yönü ve açısı söylenememektedir. Bu damarlar hakkında ancak ayrıntılı yapısal çalışmalar yapılırsa daha sağlıklı veriler elde edilebilir. Ancak silis damarlarının genel olarak KD doğrultularda oldukları söylenebilir.



Şekil 5.24 Belirgin bir doğrultuda devamlılık sunan kalsedon ve/veya kuvars damarlarından biri

Aglomeralar: Birkaç cm ile dm arasında değişen büyüklükte köşeli volkanik kayaç parçalarından oluşan aglomeralar Belkavak Köyünün kuzey ve kuzeydoğusunda geniş yüzlekler oluşturmaktadır (Şekil 5.1, 5.25 ve 5.26). Yapılan incekesit çalışmalarına göre başlıca bazalt, andezit, dasit ve riyolit türü volkanik kayaç parçaları saptanmıştır. Aglomeraların volkanik kayaçlarının etraflarında yeşil renkli alterasyon zonları gözlenmektedir (Şekil 5.27).



Şekil 5.25 Belkavak Köyü KB'sında yüzeyleyen aglomeraların genel görünümü



Şekil 5.26 Delik Tepe'nin KB'sında izlenen aglomelerin genel görünümü



Şekil 5.27 Aglomeralar içindeki volkanik kayaç parçalarının kenarlarında izlenen yeşil renkli alterasyonlar (Belkavak Köyü KB'sı)

Riyodasit/dasitler: Sahada Belkavak Köyü'nün KB'sında yeşil renkli küçük yüzlekler halinde, daha KB'ya doğru gittikçe daha büyük alanlarda izlenirler (Şekil 5.28 ve 5.29). Bu yeşilimsi dış yüzey rengi yüzeysel bozunmalar nedeniyle oluşmuştur. Taze kayaçlar camsı parlaklıkta siyah renkli afanitik kayaçlardır.



Şekil 5.28 Belkavak Köyü KB'sında andezitler(anz) ve tüfleri (tf) kesen dasitler(ds)



Şekil 5.29 Açık gri renkli yaygın dasit yüzlekleri (KB 'ya Delik Tepe yönüne bakış)

Fosilli kumlu kireçtaşları: TPAO haritalarında çalışma alanının doğusunda KG yönünde uzanan ve Kocaçay üyesi olarak kabul edilen fosilli kırıntılı kireçtaşları ayrıca sahanın GB'ında da izlenmektedir. Yapılan jeolojik incelemeler sırasında kireçtaşlarının Hacıçeşmesi Köyü'nün hemen güneyinde yeni bir yüzleğinin olduğu görülmüştür. Bu bölgede tümüyle haritalama yapılmamıştır. Ancak yeri yaklaşık olarak haritaya işlenmiştir. Açık kahverengi ve boz sarı renklerde olan kireçtaşları birkaç cm kalınlıkta tabakalanmalar şeklinde izlenirler (Şekil 5.30).



Şekil 5.30 Fosilli kumlu kireçtaşlarının görünümü (Belkavak Köyü güneyi)

Lahar (?): Belkavak Köyü'nün KB'sında çok iri ve çok ufak volkanik kayaç ve tüflerden oluşan yuvarlaklaşmış kayaç parçalarının killi yer yer killeşmenin olmadığı serbest parçalar halinde birikintiler şeklinde izlenmektedir (Şekil 5.31 ve 5.32). Sahada bu birikintilerden biri Belkavak Köyü KB'sında aglomeraların üzerinde görülmüştür.



Şekil 5.31 Çok iri bloklar, yuvarlaklaşmış volkanik kayaç parçaları ve tüfler parçacıklarından oluşan malzeme bozunmuş killi bir malzeme ile tutturulmuş



Şekil 5.32 Lahar'lara ait yaklaşık bir metre çapında volkanik kayaç

Çok iri ve çok ufak tanelere bir arada rastlanması, kilden oluşan bağlayıcı hamurun bulunması ve yuvarlaklaşmış parçalar bu oluşumun lahar olarak değerlendirilmesini

düşündürmektedir. Yapılan literatür incelemeleri ve görüşmelere göre, Kocaçay üyesinin kireçtaşları üzerinde izlenen Priaboniyen-Bartoniye yaşlı Deliceirmak Formasyonunun bazı birimlerinin sellenme sonucu deltaik alüvyon yelpazesi içermekte dolayısı ile böyle bir birikimin de bu tür bir görünüm sergileyebileceği belirtilmiştir (Karadenizli ve Kazancı (2000), Nizamettin Kazancı ve Levent Karadenizli ile yapılan sözlü görüşmeler). Sonuç olarak bu birim hakkında elde edilen bilgi ve veriler halen tartışmalıdır. Ancak bu tür bir oluşumun inceleme alanında gözlemlendiği belirtilmek istenmiştir.

5.2 Mineraloji ve Petrografi

Mikroskobik incelemelere geçmeden önce inceleme alanını da içine alan ama çok daha büyük bir bölgede çalışmalar yaparak mineralojik ve petrografik tanımlamalarda bulunan bazı çalışmacılar tarafından verilen bilgilerin kısa bir özeti aşağıda sunulacaktır. Bunu yapmakta amaç hem saha verileri ile bu verileri karşılaştırmak hem de ileride “Yorum ve Tartışmalar” bölümünde verilecek bilgilerin alt yapısını oluşturmaktır.

Erdoğan *et al.* (1996)’a göre Bayat Volkanitleri petrografik olarak ince taneli kayaçlardır ve porfiritik dokular gösterirler. Mikrolitleri belirgin akma yapısına sahiptirler. Klinopiroksen ve hornblend fenokristalleri, plajiyoklaz mikrolitleri tarafından kuşatılmıştır. Bayat Volkanitlerinin oldukça taze lav akıntıları afanitik dokuludurlar.

Alpaslan and Temel (2000) ise andezitler ve bazaltik andezitler-bazaltlar başta olmak üzere birkaç tane dasit kayaç tanımlamaları yapmışlardır. Bu kayaçlar afirik ve porfirik dokuludurlar. Andezitlerde ve dasitlerde hornblend, plajiyoklaz, \pm piroksen ana mineralleri ile apatit ve opaklar olduğu belirtilmiştir. Bazaltlar ve bazaltik andezitler ise klinopiroksen, plajiyoklaz, \pm olivin ve opak minerallerden oluşmaktadır. Bunlarda plajiyoklazların feno ve mikrofeno-kristaller halinde olduğu radyal ve salınımlı zonlanmalar gösterdiği belirtilmektedir. Bu fenokristallerin okyanusal bazaltları

anımsatan karmaşık morfolojilere sahip olduğu, elek dokuları ile kemirilmiş kenarları bulunduğu ifade edilmiştir. Bazı fenokristallerin orta kesimlerinin hamur malzemesi kapanımları tarafından kalburlaştırıldığı ve kenar kesimlerinin taze bir zonla sonlandığı söylenmektedir. Diğer bazı plajiyoklaz fenokristallerinin kenarlarının yendiği, kapanımsız çekirdek kısımları olduğu ve elek dokulu bir zonla sona erdiği saptanmıştır. Piroksenler ve hornblendler hem feno hem de mikrofenokristaller halinde olup merkezlerinde hamur malzemesi kapanımlıdır ve kenarları kemirilmiştir. Apatitler andezitlerin plajiyoklazları içinde ve iğnemsisi(sivri) mineraller halinde bulunurlar. Opak mineraller (manyetit?) tüm lavlarda özşekilsiz mikrofenokristaller halindedir. Lavlarda hamur ise çoğunlukla mikrofenokristalin, hipohiyalin ve genellikle pilotaksitik ender olarak da glomeroporfirik dokular sergilerler. Ancak fenokristal içermeyen bazı bazaltik andezitlerin hamuru akma dokusuna sahiptir. Karbonatlar hamur içinde ikincil olarak oluşmuştur. Bazen piroksen ve plajiyoklazları ornatırlar. Volkanitlerdeki gaz boşlukları zeolitler ve karbonatlarca doldurulmuştur.

Bilindiği gibi volkanik kayalarda sadece mikroskobik gözlemlerle mineralojik bileşim ve dokusal özelliklere bakarak kayaların adlarını vermek olası değildir. İnceleme alanından alınan kayalardan taze ve temsili olanlarından seçilen bazı örneklerde ana ve eser element kombinasyonları ile kimyasal sınıflama diyagramları kullanılarak “Jeokimya” bölümünde verildiği gibi isimlendirmeler yapılmıştır. Aşağıda anlatılan kayaç grupları isimlerini bu sınıflama diyagramlarından almaktadır. Doğal olarak mineralojik bileşim ve dokularında bu isimlendirmelerle uyumlu olup olmadıkları irdelenmiştir.

5.2.1 Andezitler (Bazaltik Andezitler-?)

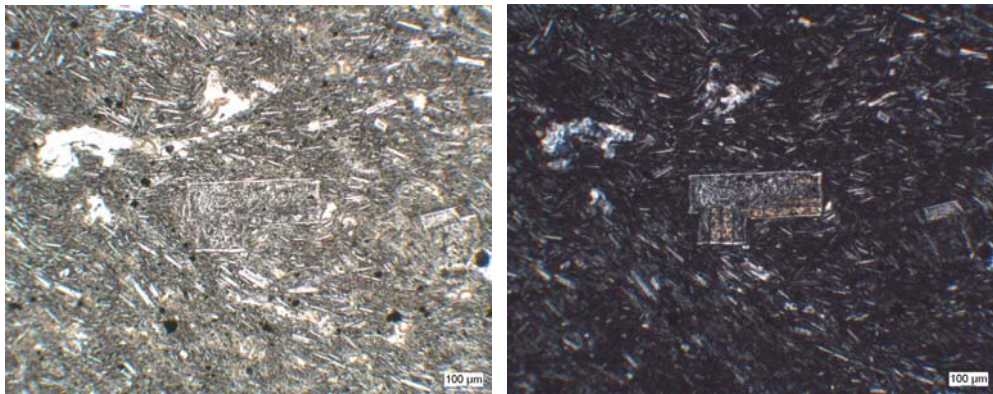
İleride de yorumlanacağı gibi bu tür kayaların isimlendirmesinde geçirmiş oldukları jeolojik olaylardan dolayı çelişkiler bulunmaktadır. Ancak isim tekrarlarından kaçınmak için aşağıdan itibaren sadece andezit ismi kullanılacaktır.

Tazeye yakın andezitler el örneklerinde siyaha yakın koyu gri renklerde, altere olanları ise kahverengi olarak izlenirler (Şekil 5.33).



Şekil 5.33 Andezitlerin el örnekleri. a)Tazeye yakın andezit b) Altere ve bozunmuş andezit

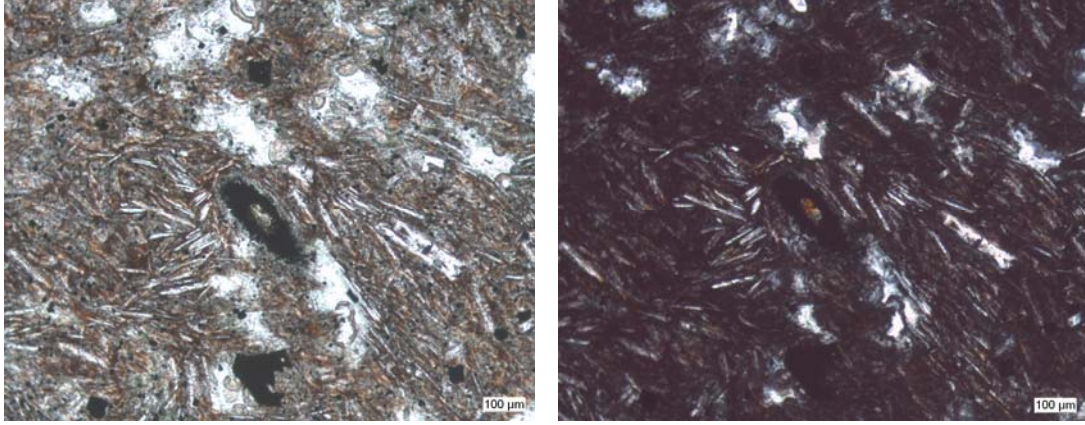
İncekesit çalışmalarında bu kayaların izlenen fenokristallerin küçük taneli ve içinde buldukları hamur malzemesine göre biraz daha iri oldukları ve kayalarda az miktarda bulunduğu belirlenmiştir. Bunların çoğu 500 µm boyutunu geçmeyen özşekilliye yakın olan, ikizlenmeler ve salınımlı zonlanmalar gösteren ayrıca iç kesimlerinde elek dokusu olan ve en dış kesimlerinde pek az alterasyonun izlendiği taze zonlar sunan plajiyoklazlardır (Şekil 5.34). Ender olarak bir araya toplanırlar ve glomeroporfirik doku sunarlar. İncelenen kesitlerde mafik minerallere çok az olarak rastlanmaktadır. Tanınabilen mafik mineraller piroksen, amfibol ve biyotitler olarak belirlenmiştir. Bunların büyük ölçüde opaklaştıkları görülmektedir (Şekil 5.35).



Şekil 5.34 Andezitlerin akma ve pilotaksitik hamur içinde özşekilli, içi elek dokulu, dışı temiz büyümüş plajiyoklazlar (Tek nikel(solda), Çift nikel(sağda))

Hamur ince-çok ince taneli plajiyoklaz mikrolitlerinden ve killeşmiş volkan camlarından oluşmuştur. Bunlar belirgin bir akma dokusu ve pilotaksitik dokular

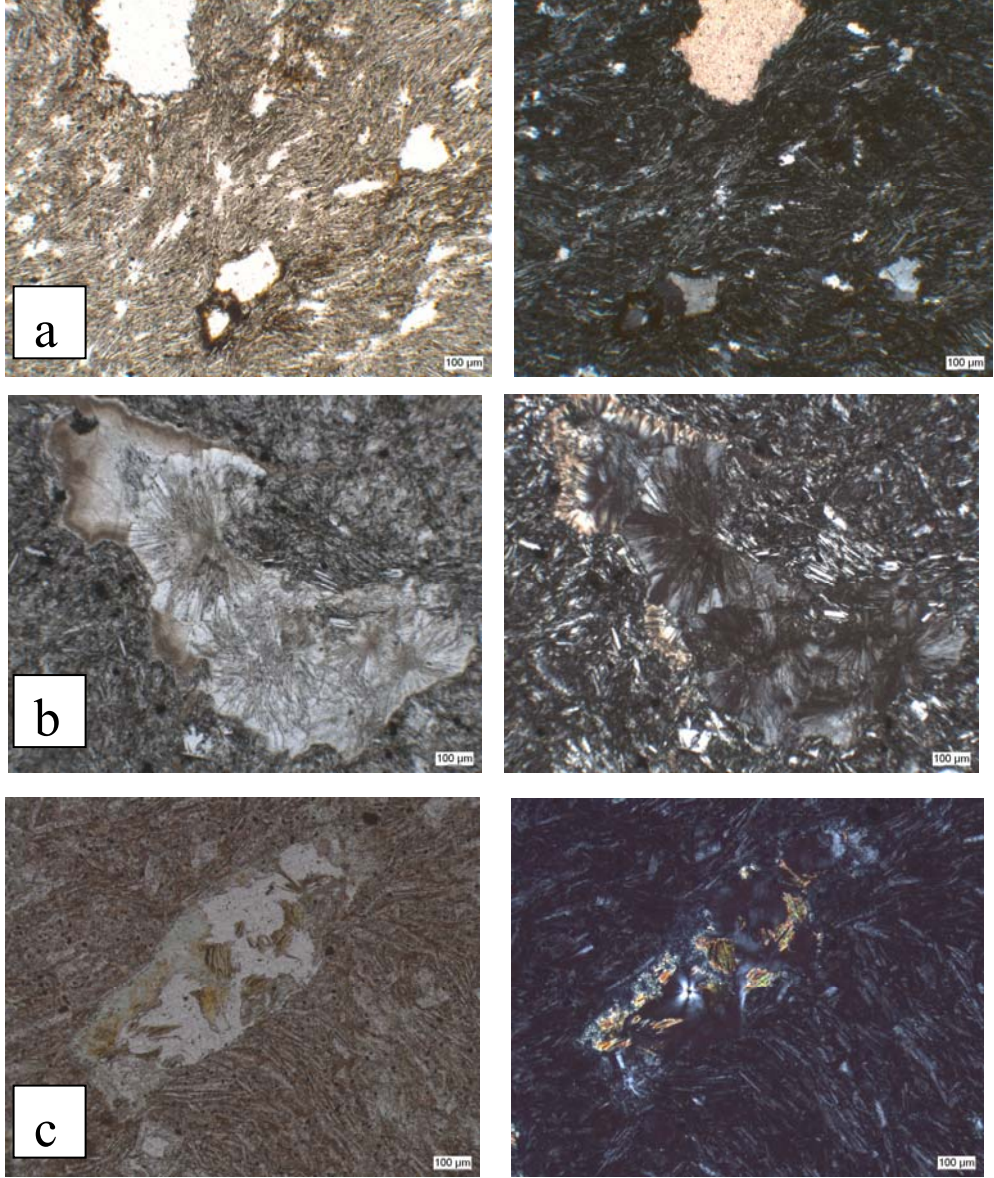
sunarlar (Şekil 5.34 ve 5.35). Ayrıca içlerinde düzensiz ve şekilsiz gaz boşluklarını görmek olasıdır. Bu boşlukların en dış çeperleri kahverengi bir zon ile sınırlıdır.



Şekil 5.35 Andezitlerin akma ve pilotaksitik hamur içinde opaklaşmış mafik mineral (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

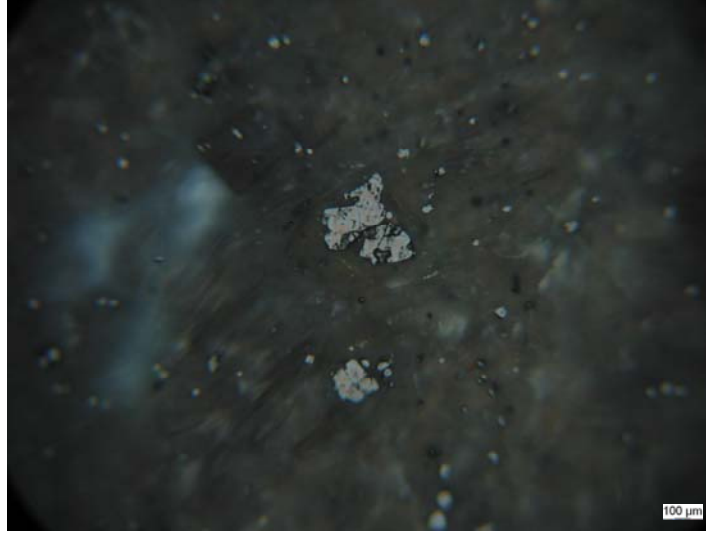
Bu kahverengi zonun kil minerallerince zengin kesimler olduğu düşünülmektedir. İç kesimlere doğru ya boş kalmışlar ya da yer yer bazen zeolitler, kalsedonlar ve az oranda da kalsitlerden ve yer yer biyotit ve kloritten oluşan dolgularla doldurulmuştur (Şekil 5.36). Yeşil renkleri ile gaz boşluklarında gelişen mineraller bir kil minerali türü seladonit (K-zengin dioktahedral Fe-illit)lerdir. (X-Işınlar Kırınım ve Jeokimya Bölümleri). Hamurda çok küçük taneli, genellikle özşekilsiz opak mineraller bol miktarda izlenmektedir. Ancak miktarları onlar kadar olmasa da daha iri taneli, kare biçiminde özşekilli opak mineraller de görülmektedir. Her iki tür opak minerallerin manyetit olduğu, bazılarının kenarlarından itibaren maghemitleştikleri(hematitleştikleri) görülmektedir (Şekil 5.37) Hamurda camsı malzemenin özellikle altere olan kayaçlarda kahverengimsi bir kil mineraline dönüşmüştür (Şekil 5.38). Kil minerallerin türünü belirlemek üzere XRD çekimleri yapılmış ve “X-Işınları Kırınım Çalışmaları” bölümünde değerlendirmeler ve yorumlar sunulmuştur.

Gaz boşlukları altere olmuş kayaçlarda da kalsit, kil mineralleri ve yer yer de opak minerallerle dolduğu belirlenmiştir. Bu kayaçlarda ince kuvars veya kalsedon damarları da izlenmektedir. Damar şeklinde olan ve gaz boşluklarını dolduran kalsedon ve yer yer kuvarların kesme ilişkileri ve boşluk doldurma şeklinde olmalarından dolayı kayaç oluşumundan sonraki bir evreye aittirler (Şekil 5.39).

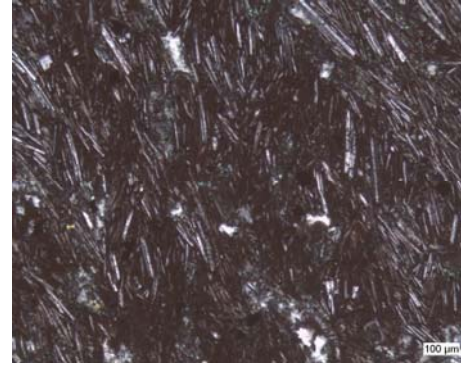
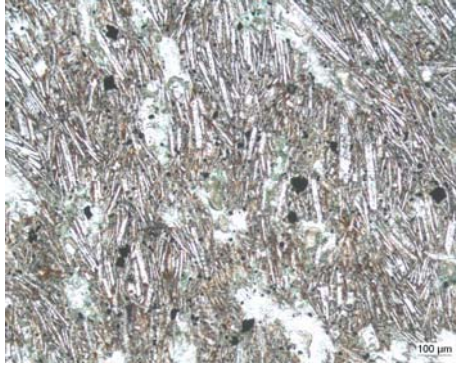


Şekil 5.36 Andezitlerin akma ve pilotaksitik hamur içinde gaz boşluklarını dolduran

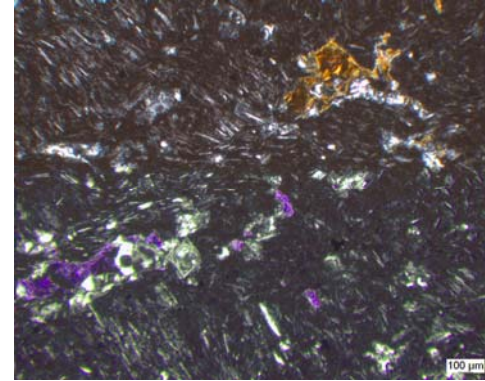
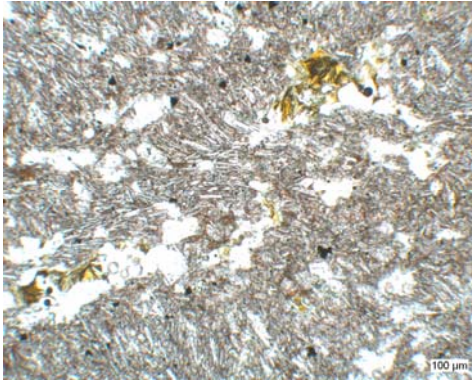
- a) Kuvars, kalsit ve opak mineraller, b) Kil, kalsedon ve Zeolit
c) Kalsedon, biyotit ve kloritler (Tek nikel(solda), Çift nikel(sağda))



Şekil 5.37 Andezitler içinde ufak ve daha iri taneli opak mineraller. Opak minerallerin ortası manyetit, kenarları maghemitleşmiştir (Çift nikol)



Şekil 5.38 Andezitlerde kahverengi ve yeşil renkli killeşmeler (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))



Şekil 5.39 Altered andezitleri kesen kalsedon ve kuvars damarcıkları (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

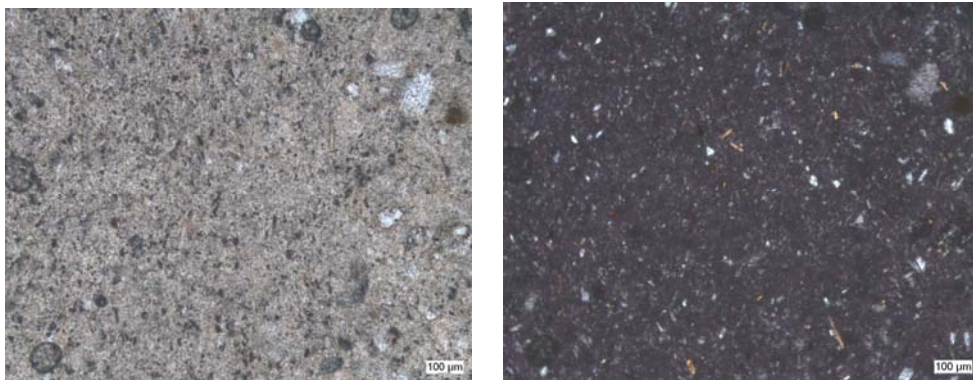
Bu kayaların içinde yeşil renkli damarlar ve zonlar halinde görülen kesimlerin mineralojisi ve petrografisi killeşmiş camı tüflerden sonra sunulmaktadır.

5.2.2 Killeşmiş Camı Tüf

Andezitik ve riyodasitik-dasitik volkanitlerin üzerine killeşmiş camı tüfler el örneğinde açık kahverengi, bantlı yapılarda gözlenmektedir (Şekil 5.40). Tüflerde özşekilsiz kuvarslar, zonlu-ikizli özşekilsiz-yarı özşekilli plajiyoklazlar, mikrolit şeklinde plajiyoklazlar, biyotit pulcukları, volkanik kayaç parçaları, bozunmuş mafik mineral parçaları ve çok küçük opak mineraller izlenmektedir (Şekil 5.41).



Şekil 5.40 Killeşmiş camı tüfe ait el örneği



Şekil 5.41 Killeşmiş volkan camı içinde çok küçük taneli kuvars, plajiyoklaz, biyotit kristalcikleri içeren camı tüf (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

5.2.3 Yeşil renkli alterasyon damar ve zonlar

Andezitler ve altere andezitler içinde damarlar şeklinde ve kayaçların hamur kısımlarında yeşil renkli oluşumlar vardır. Sahada daha önce de belirtildiği çeşitli şekillerde izlenen yeşil (mavimsi yeşil) kil oluşumlarından en belirgin olanı Şekil 5.42 ve 5.43’de verilmektedir.



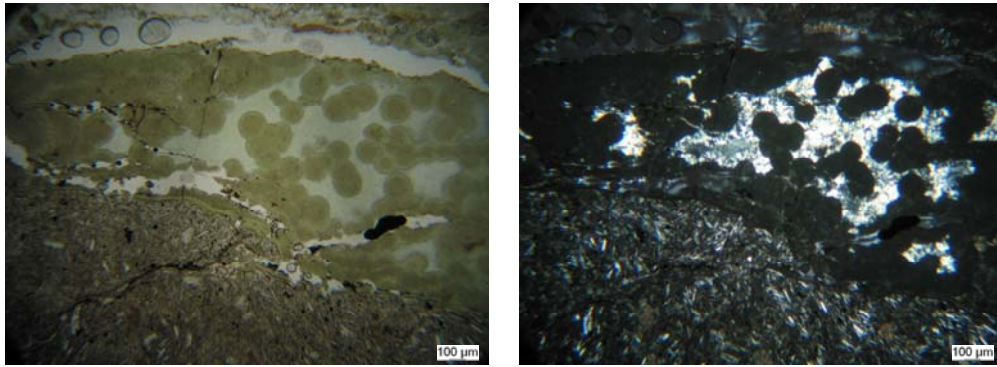
Şekil 5.42 Altere andezitlerin kırığı içinde yeşil renkli alterasyon damarı



Şekil 5.43 Altere andezitlerin kırığı içinde yoğun olarak gelişmiş yeşil renkli alterasyon damarı

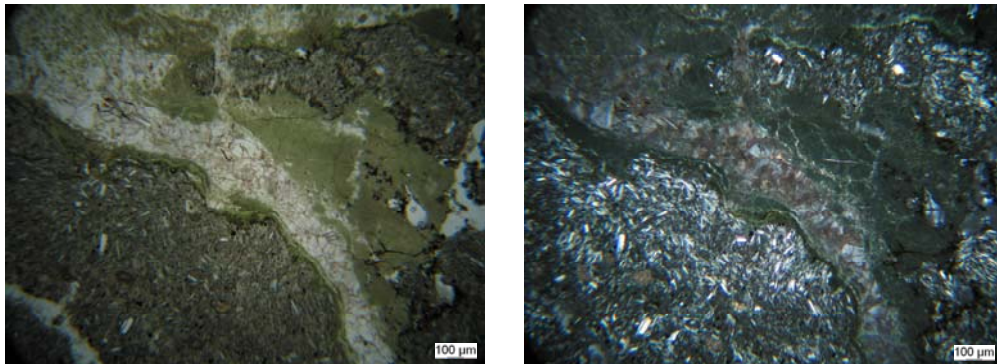
Bu iki yoğun yeşil alterasyon damarlarından, NYB 17A (Şekil 42'deki damardan) ve NYB 17B (Şekil 43'deki damardan) örnekleri alınmış ve önce incekesitleri yapılarak incelenmiş sonrada kimyasal analizleri yapılmıştır.

İncekesitlerde yeşil renkli kil mineralleri olarak yorumlanmıştır. Örneklerde yapılan X-İşinlari Kırınım çalışmaları (bakınız ilgili bölüm) sonucunda bu minerallerin seladonit olduğu belirlenmiştir. Tazeye yakın ve altere andezitler içinde damarlar şeklinde rozetler olarak görülmektedirler (Şekil 5.44).



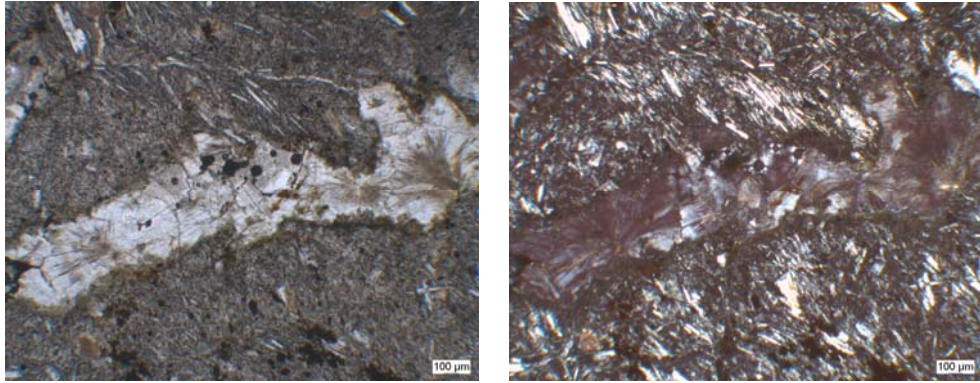
Şekil 5.44 Altere andezit içinde rozet şekilli seladonitler ve aralarında kalsedon dolguları (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

Seladonit oluşumlarını kesen zeolit damarları görülmektedir (Şekil 5.45). Zeolitlerde görülen optik özellikler ve ikizlenmeler, bunların fillipsit olabileceğini düşündürmektedir. Yapılan Raman Spektroskopisi çalışmaları da bunların fillipsit olduğu doğrulanmıştır.

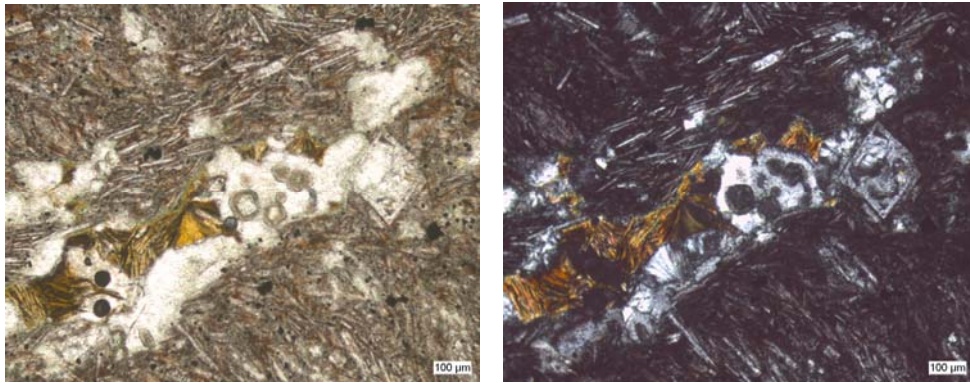


Şekil 5.45 Altere andezitler içinde seladonitleri kesen zeolit damarları (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

Zeolit damarları ve gaz boşluklarını doldurur olarak da izlenmektedir (Şekil 5.46). Seladonitli, zeolitli altere andezitleri kesen kalsedon ve kuvars damar ve damarcıkları yeşil renkli altere damarlardan sonra oluştuğunu göstermektedir (Şekil 5.44). Bu kayaçlarda seladonit ve kalsedonların bulunduğu gaz boşluklarında biyotit ve klorit kristalleri görülmektedir (Şekil 5.47 ve 5.36c). Bu mineral birlikteliği, Yorum ve Tartışmalar bölümünde çok önemli sonuçlara işaret edecek bir bulgudur.



Şekil 5.46 Altere andezitlerin içinde zeolit damarları (Tek nikol(solda), Çift nikol (sağda))



Şekil 5.47 Altere andezitin gaz boşluğu içinde kalsedon, kuvars, seladonit ve biyotit dolguları (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

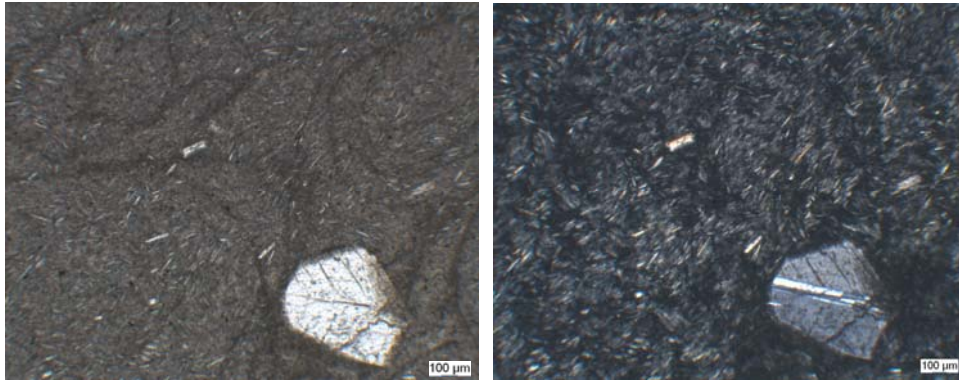
5.2.4 Riyodasit-Dasitler

Andezitlerin içinde yeşil-grimsi ve yeşil renkleri ile onlardan farklı bir dış görünüş sergileyen kayaçlar el örneğinde taze kesimlerinde siyah renkte izlenirler (Şekil 5.48).

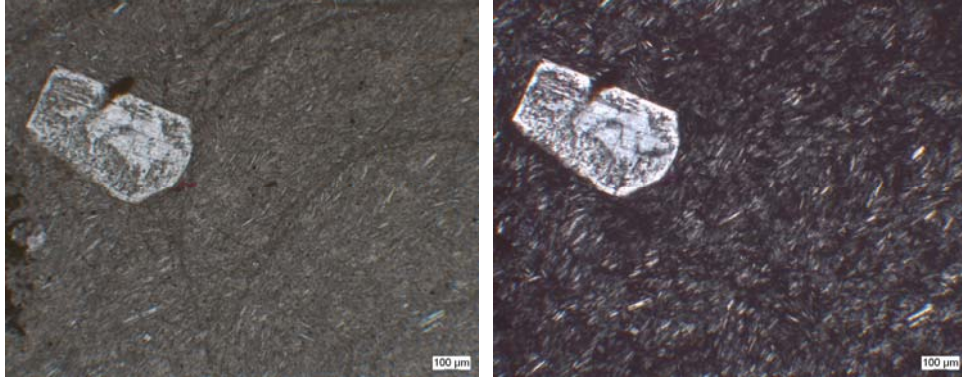


Şekil 5.48 Riyodasit/Dasit kayacının el örneğindeki görünümü

Mikroskobik incelemelere göre oldukça tazedirler. Fenokristal olarak salınımlı zonlanma ve ikizlenme gösteren plajiyoklazlar izlenir (Şekil 5.49). Bunlar çok büyük olmayıp 1 mm' nin altında boyutlara sahiptirler. Bir kısmı özşekilli iken bir kısmı bazı kenarlarından itibaren bozunmuşlardır. Bazı plajiyoklazların içleri taze etrafı elek dokulu en dış zonu ise yine taze görünümlüdür. Diğer bazılarında ise içi elek dokulu dış zonları tazedir (Şekil 5.50).

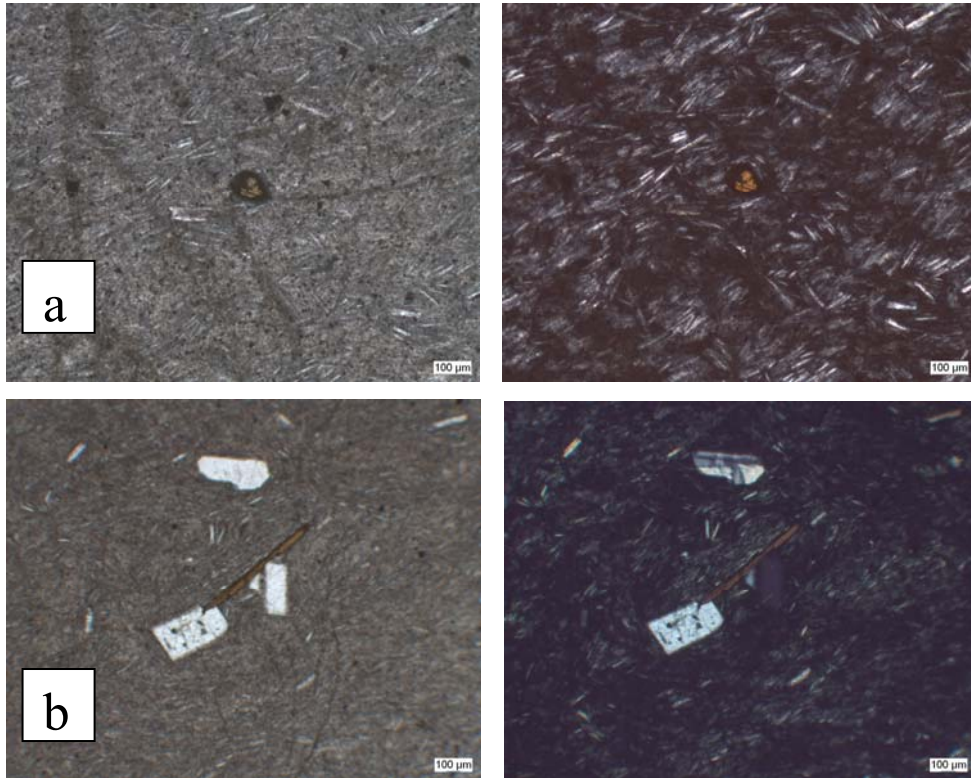


Şekil 5.49 Perlitik doku gösteren riyodasit/dasit içinde ikizlenmeli, kemirilmiş plajiyoklaz fenokristali (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))



Şekil 5.50 Riyodasit/dasitin akma, hiyalopilitik ve perlitik dokulu hamuru içinde ortası elek dokulu kenarları temiz plajiyoklaz fenokristali (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

Dış kesimleri opaklaşmış ve böylelikle özşeklini yitirmiş amfiboller ve biyotitler (Şekil 5.51) ender olarak ve 100 µm boyutlarını geçmeksizin görülmektedir.



Şekil 5.51 Akma, perlitik ve hiyalopilitik dokulu hamur içinde

- a) Opaklaşmış mafik (amfibol?) minerali (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))
- b) Biyotit ve plajiyoklaz fenokristalleri (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

Çok ender olarak yarı özşekilli-özşekilsiz opaklar 1 mm' ye varan büyüklüklerde fenokristal olarak gözlenmektedir. Hamur ise plajiyoklaz mikrolitleri ve volkan camından oluşmuştur. Hamurda hiçbir alterasyona rastlanmamaktadır. Kayaçta çok ufak opak mineraller de izlenmektedir. Kayaçın dokusu hiyalopilitik dokudur (Şekil 5.50 ve 5.51) perlitik soğuma izleri görülmektedir (Şekil 5.50 ve 5.51).

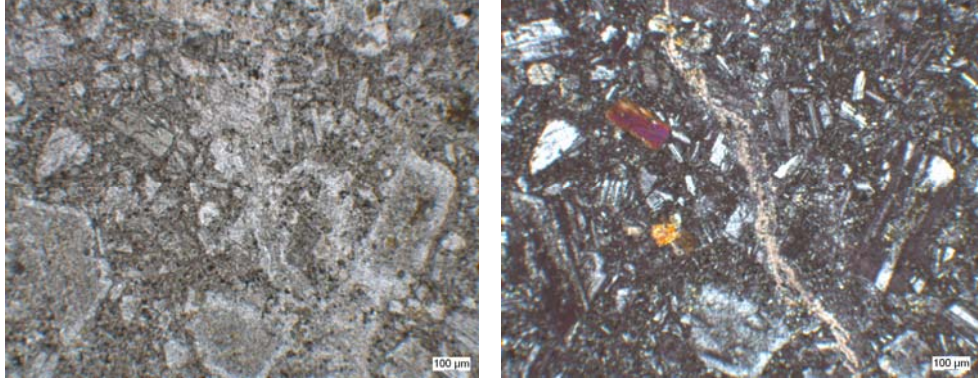
5.2.5 Aglomera

Aglomera içinde farklı volkanik kayaç parçaları gözlendiği daha önce belirtilmiştir. Aşağıda bu kayaç parçalarından bazılarının mineralojik ve petrografik tanımları verilmektedir. El örneğinde bu kayaçların görünüşleri (Şekil 5.52) de sunulmuştur.



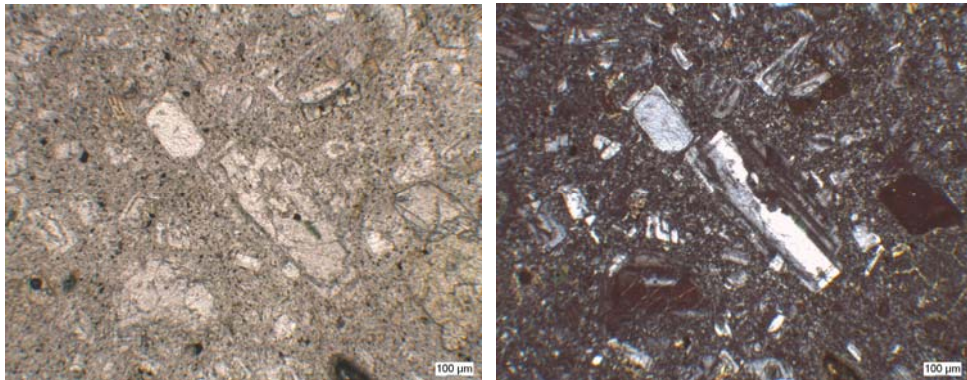
Şekil 5.52 Aglomeraları oluşturan volkanik kayaç parçalarından bazıları. Bu örneklerden ayrıca kimyasal analizlerde yapılmıştır

Bazaltik andezit: Fenokristal olarak zonlu, ikizlenmiş, kemirilmiş plajiyoklazlarla, piroksenler gözlenmektedir. Hamurda volkan camı ile birlikte plajiyoklaz ve piroksen mikrolitleri izlenmektedir. Hamurda ayrıca gaz boşlukları görülmektedir. Bunlar kalsedon ve kalsitlerce doldurulmuştur. Ayrıca kırık çatlaklarda kalsit damarları mevcuttur (Şekil 5.53).

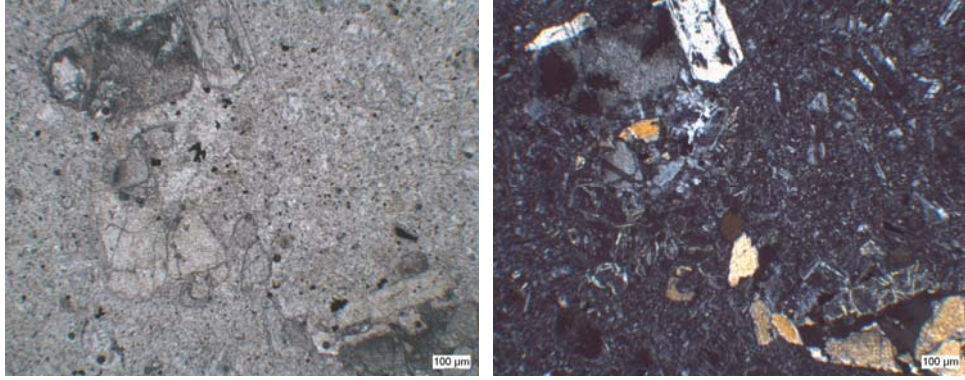


Şekil 5.53 Plajiyoklaz ve piroksen fenokristalleri volkan camı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde ayrıca kalsit damarcıkları (Tek nikel(solda), Çift nikel(sağda))

Andezit: Kayaçta öz-yarı özşekilli ikizlenme ve salınımlı zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristalleri izlenmektedir. Plajiyoklazların bir kısmı kenarlarından kemirilmiştir (Şekil 5.54). Bazı plajiyoklazlarda iç kesimde elek dokusu dışta taze zon görülmektedir. Plajiyoklazların bazılarında da çeşitli mineral kapanımları gözlenmekte ve poikilitik doku oluşmaktadır. Piroksen fenokristalleri de genellikle yarı özşekillidir. Bazı piroksenler basit ve çoklu ikizlenmeler göstermektedir. Piroksenlerin bazıları oldukça taze iken bir kısmında ise mineralin kenarları hatta tamamı reaksiyonlar sonucu bozunmuştur (Şekil 5.55).



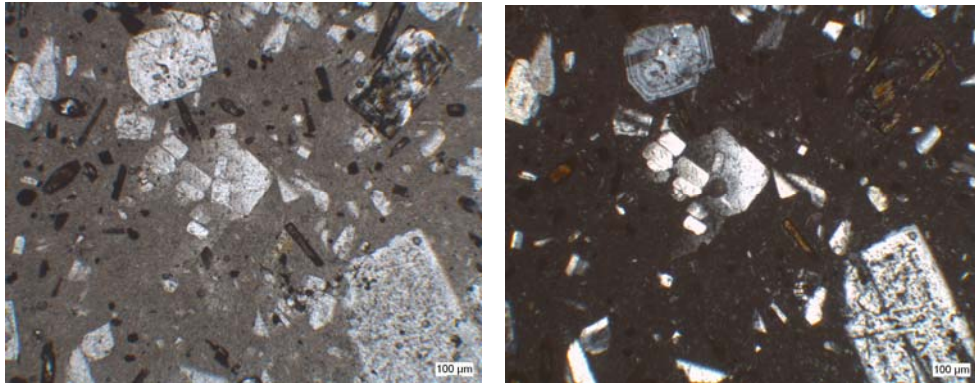
Şekil 5.54 Plajiyoklaz fenokristalleri volkan camı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde. Sağ alt köşede piroksen minerali görülmektedir (Tek nikel(solda), Çift nikel(sağda))



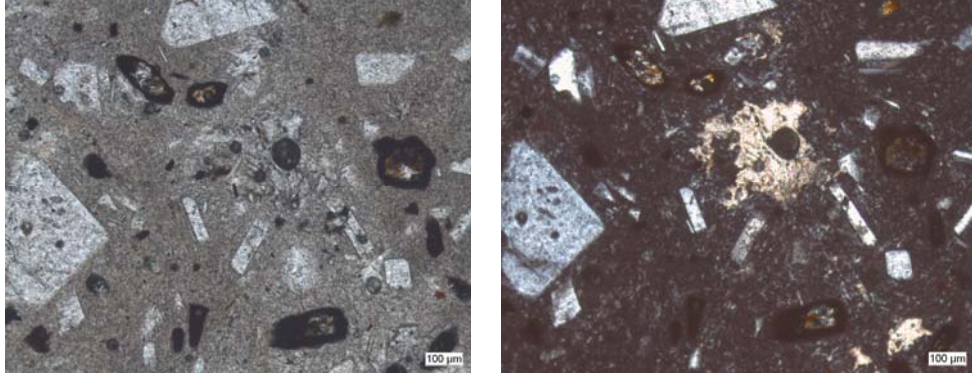
Şekil 5.55 Taze ve altere piroksen ve plajiyoklaz fenokristalleri volkan camı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

Hamur volkan camı ağırlıklı olup plajiyoklaz ve piroksen mikrolitleri ile birlikte izlenmektedir. Ayrıca ufak taneli çok sayıda opak mineralleri görülmektedir. Kayaçta az oranda gaz boşlukları izlenmektedir.

Riyodasit / Dasit: Plajiyoklaz mineralleri öz ve yarı-özşekilli ikizlenmeler ve salınlı zonlanmalar göstermektedir. Bir kısmı özşekilli iken bir kısmının kenarları kemirilmiş, bir kısmında da elek dokusu gelişmiştir (Şekil 5.56). Yarı özşekilli biyotitler ve hornblendler kısmen ya da tamamen opaklaşmıştır (Şekil 5.57). Bazı minerallerde karbonatlaşmalar ve boşluklarda kalsit dolguları vardır (Şekil 5.57). Hamur ise genellikle volkan camı ve çok az mikrokristallerden oluşmaktadır (Şekil 5.56 ve 5.57).

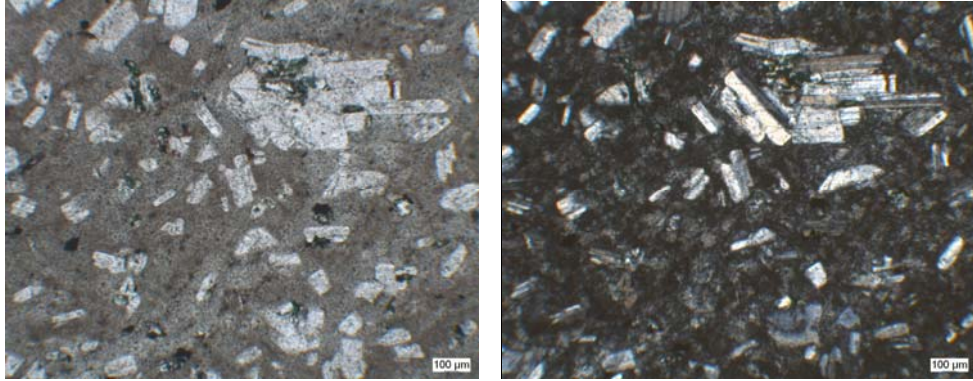


Şekil 5.56 Volkan camı içinde elek dokulu ve zonlu plajiyoklaz, opaklaşmış biyotit ve amfibol fenokristalleri (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))



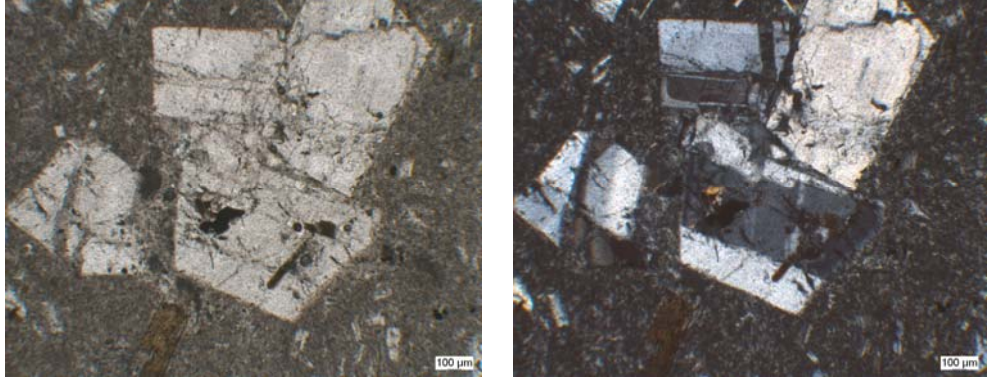
Şekil 5.57 Volkan camı içinde zonlu plajiyoklaz, opaklaşmış biyotit ve amfibol fenokristalleri ile gaz boşluğunda kalsit dolgusu (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

Dasit-Riyolit: Özşekilli, yarı özşekilli, bazen kenarları kemirilmiş plajiyoklaz ve biraz kuvars fenokristalleri, daha çok feldispatlardan oluşan kristalen ve daha az volkan camından oluşan bir hamur içinde oluşmuşlardır (Şekil 5.58).



Şekil 5.58 Özşekilli, yarı özşekilli, bazen kenarları kemirilmiş plajiyoklaz ve kuvars fenokristalleri, feldispatlardan oluşan kristalen ve volkan camından oluşan bir hamur içinde (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

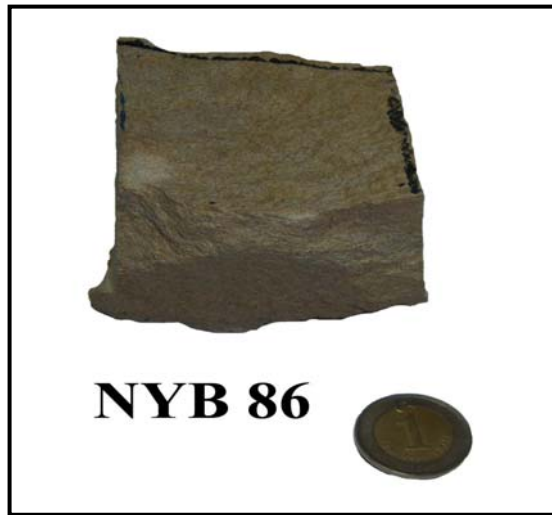
Riyolit: İkizlenmeli, salınımlı zonlu ve opak mineral kapanımları içeren öz-yarı özşekilli plajiyoklaz fenokristalleri volkan camı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde meydana gelmişlerdir (Şekil 5.59). Plajiyoklazlar yer yer glomeroporfirik dokular sunarken biyotitlerce de eşlik olunurlar.



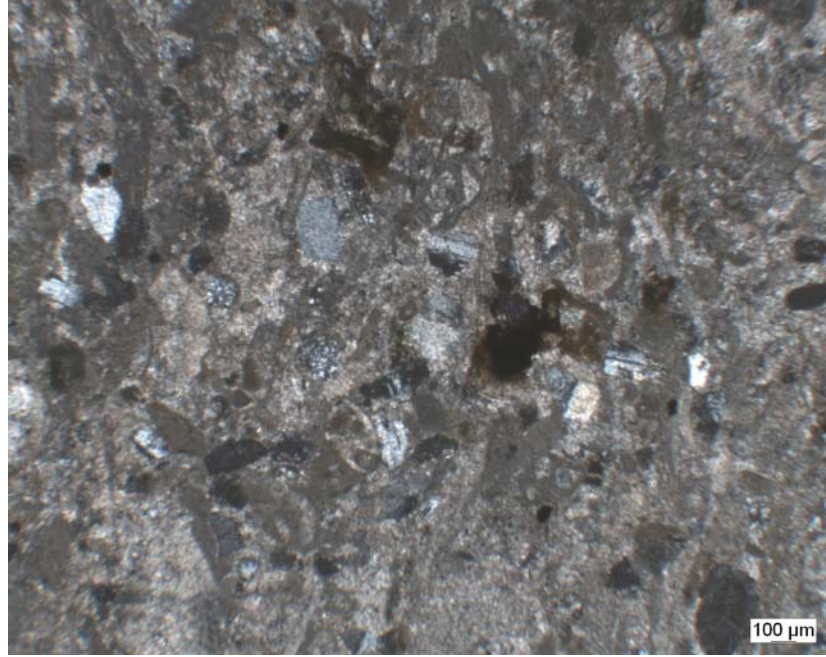
Şekil 5.59 Plajiyoklaz ve biyotit fenokristalleri volkançamı ve mikrolitlerden oluşan hamur içinde glomeroporfirik doku (Tek nikol(solda), Çift nikol(sağda))

5.2.6 Fosilli Kumlu Kireçtaşı

İnceleme alanındaki boz renkli birimler kireçtaşlarıdır. Bunlara ait el örneklerinde (Şekil 5.60) yapılan ayrıntılı mikroskobik çalışmalar sonucu, kireçtaşlarının Folk (1959) sınıflamasına göre biomikrit-biosparit bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Kayaçlar kumlu biomikrit olarak tanımlanabilmektedir. Kum taneleri olarak kuvars, plajiyoklaz, amfibol ve biyotit minerallerinin yanı sıra kayaçta bol miktarda mikrofosiller izlenmektedir (Şekil 5.61).



Şekil 5.60 Fosilli kumlu kireçtaşı el örneği

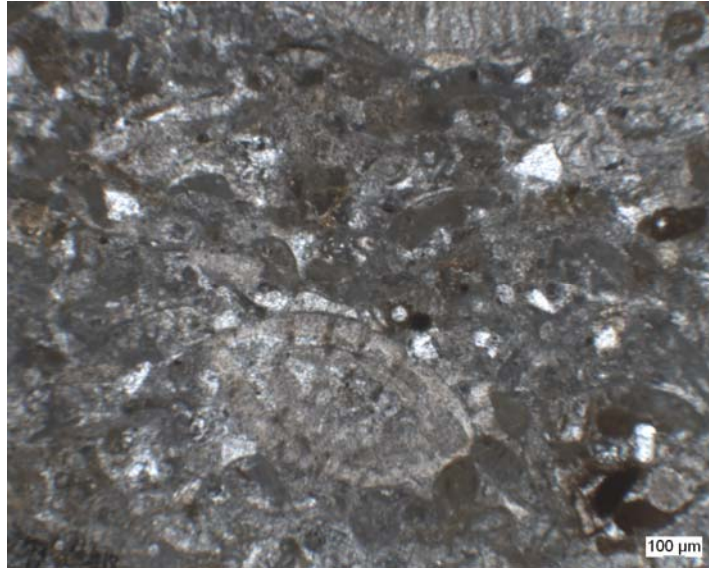


Şekil 5.61 Kuvars, plajiyoklaz ve biyotit taneleri içeren fosilli kumlu kireçtaşı

Fosilli kumlu kireçtaşlarındaki fosil tanımlamaları Dr. Ercüment Sirel tarafından yapılmıştır. Buna göre; *Assilina sp.*, *Nummulites sp.*, *Sphaerogypsina globula (Reuss)*, *Orthophragminiol tip*, *Milliolidae*, *Orbitolites sp.*, *Alveolinide*, *Acervulina sp* ve *Halkyardia? sp.* fosillerinin yanı sıra ***Asterigerina rotula (KAUFMANN)*** (Şekil 5.62), ***Nummulites aff. Ptukhiani (KACHARAVA)*** (Şekil 5.63), ***Fabiania sp.***, ***Gyroidinella cf. Manga (Le Calvez)*** gibi bentik foraminifer mikrofosiller tespit edilmiştir. Bu fosiller sığ denizel ortamı temsil etmektedir. Koyu renkli olarak yazılan foraminifer türleri Orta Eosen yaşını hatta Orta Eosen'in Bartoniye katını vermektedir. Fosilli kumlu kireçtaşlarında yoğun silis geliminden fosil kavkuları da etkilenmiş, kavkılarda da silisleşmeler meydana gelmiştir.



Şekil 5.62 Fosilli kumlu kireçtaşı içinde *Asterigerina rotula* (KAUFMANN) fosili



Şekil 5.63 Fosilli kumlu kireçtaşı içinde *Nummulites aff. Ptukhiani* (KACHARAVA) fosili

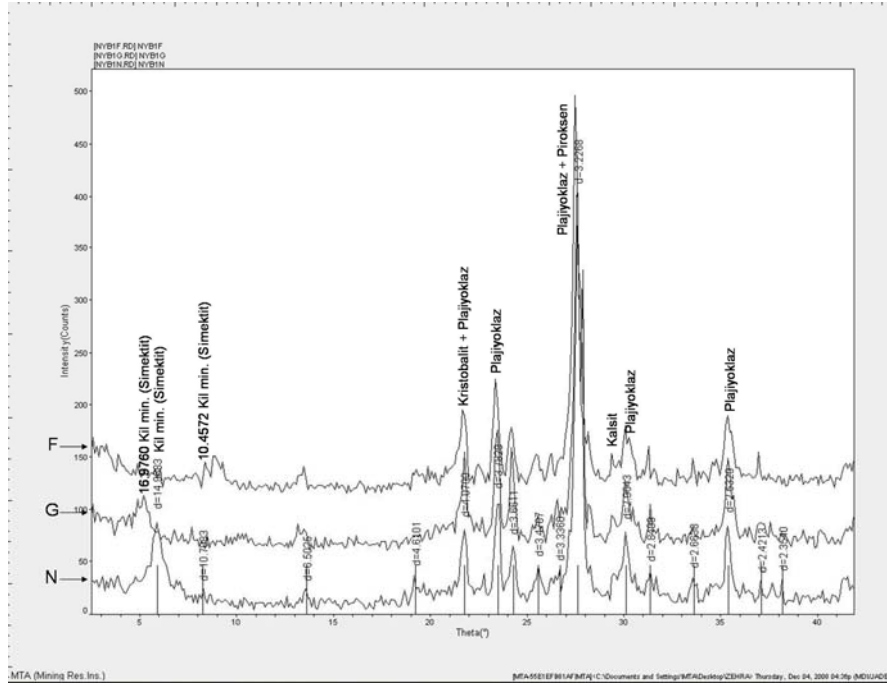
5.3 X-Işınları Kırınım Çalışmaları

Petrografik incelemeler ve jeokimyasal analizler sonucu elde edilen verilere göre bazı örneklerde alterasyonlar belirlenmiştir. Sahada andezitlerin alterasyona uğrayarak (killeşerek) kahverengileştikleri gözlenmiştir. Bu kahverengi zonları temsilen NYB 1

örneği seçilmiştir. Ayrıca andezit ve altere andezitlerin içinde damarlar ve zonlar şeklinde izlenen yeşil renkli alterasyonları (Şekil 5.44) temsilen NYB 17B örneği seçilmiştir. Bu iki örnekten X-Işınları kırınım tüm kayaç ve kil fraksiyonu analizleri sonucunda çekilen difraktogramlar ve onlar üzerinde yapılan değerdendirmeler sonucu belirlenen mineraller Şekil 5.64 ve 5.65 'de üzerinde gösterilmiştir.

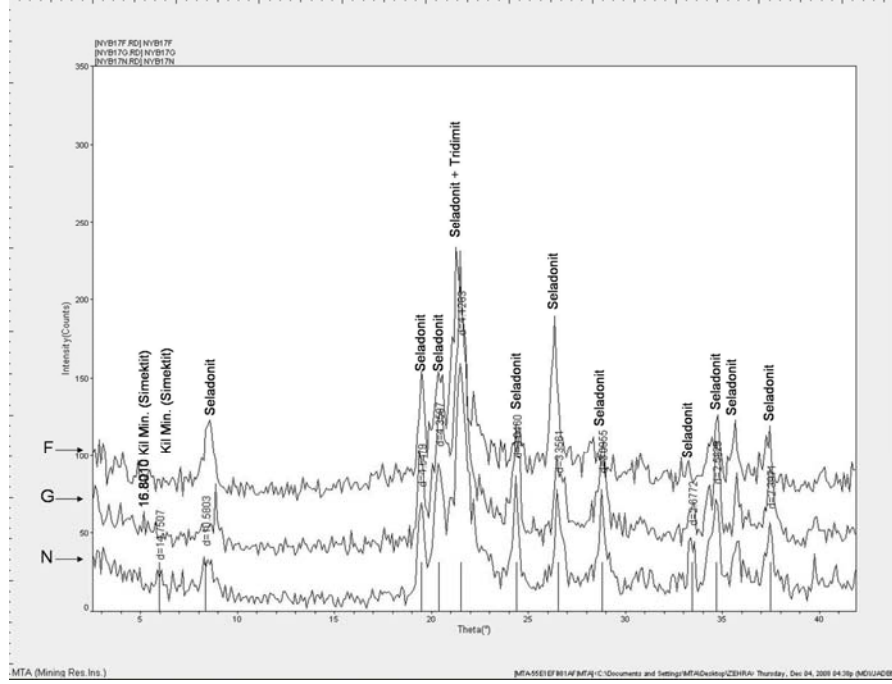
Kil fraksiyonu analizinde önce örneklere hiçbir işlem yapılmadan normal (N) çekim yapılmış daha sonra örnekler Etilen Glikolle (G) şişirilerek bir kez daha çekim gerçekleştirilmiştir. Son olarak aynı örnek fırınlanmış (F) ve difraktogramı çekilmiştir.

NYB-1 örneğinde plajiyoklaz mineralleri (mikroskopik gözlemlerle de denetlenerek isimlendirilmiştir) belirlenmiştir. Ayrıca piroksen minerali saptanmıştır. Alterasyon mineralleri ise kristobalit, kalsit ve smektit grubu kil mineralleridir. Smektit minerali normal çekimde 14,96 A°'da pik verirken, glikolle doyurularak yapılan çekimlerde 16,97 A°'da ve fırınlanmış örneklere 10,45 A°'daki piki ile tanımlanmıştır. Kil mineralleri dışında diğer mineraller mikroskopik incelemelerde de görülmüştür. Sadece silis dolgular olarak gözlenen minerallerin ne oldukları anlaşılamamıştır. Difraktogramlara göre onların kristobalit oldukları saptanmıştır (Şekil 5.64). Kil minerallerinin smektit olması ileride yapılacak yorumlar için önem taşımaktadır.



Şekil 5.64 Altere olmuş andezitleri temsilen alınan NYB 1 numaralı örneğinin kil fraksiyonu XRD difraktogramı (N:normal, G: Glikollü, F: firinlanmış)

Andezitler ve altere andezitler içinde izlenen yeşil renkli alterasyon damarlarından alınan örnekler üzerinde yapılan mineralojik incelemelerle ilgili veriler daha önce sunulmuştu. Çok ince taneli olup kil boyutunda izlenen yeşil renkli minerallerin neler olduğu NYB 17B örneğinde yapılan X-Işınları kırınım çekimleri ile belirlenmiştir. Bu kil mineralinin seladonit olduğu anlaşılmıştır. Çekim ile elde edilen piklerin üzerine temsil ettiği mineraller yazılmıştır (Şekil 5.65). Seladonit dışında yine smektit ve tridimit pikleri belirlenmiştir. ASTM kartında seladonit ile ilgili bilgilerle birlikte difraktogramlardan elde edilen piklerin d değerleri sunulmuştur (Çizelge 5.1). Piklerin d değerlerinin çok büyük ölçüde birbiri ile uyumlu olduğu görülmektedir. ASTM kartında verilen kimyasal analiz sonucu ile ileride jeokimya bölümünde verilen (NYB 17A ve NYB 17B olarak iki örnek için) kimyasal analiz sonuçlarının birbiriyle paralellik sunmamaktadır. Bunun nedeni ASTM kartında verilen örneği kimyasal analiz sonucu saf seladonitti temsil ediyorken, tezdeki örneklerin ağırlıklı olarak seladonit içeren zonları temsil ediyor olmasıdır.



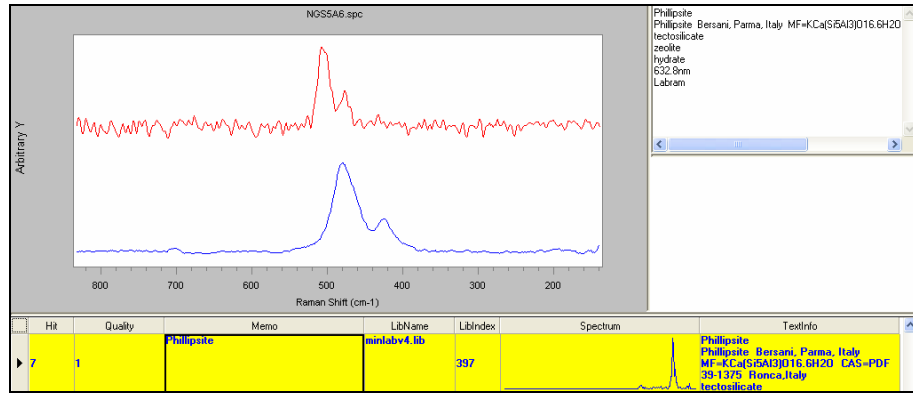
Şekil 5.65 Yeşil renkli alterasyon zonunu temsil eden NYB 17B'nin difraktogramı (N:normal, G: Glikollü, F: firinlanmış)

Çizelge 5.1 ASTM (1972) kartoteksi ile yeşil alterasyon ürününün verdiği analiz sonucunun karşılaştırılması.

17 - 521					K(Mg _{0.88} Fe _{2.2}) (Fe ³⁺ , ₇₇ Al ₃₆)Si ₃ 9Al ₁) O ₁₀ (OH) ₂			
d	2.58	4.53	3.64	9.97	Potassium Magnesium Iron Aluminum Silicate Hydroxide			NYB 17B Seladonit örneğinin
I / I ₁	100	85	80	45	hkl	I / I ₁	d Å	d Å
Kad. CuKα λ 1.5418 Filter Ni Dia. Cut off I/I1 Diffractometer (Si Standard) Ref. Wise and Eugster, Am. Min. 49) 1031-1083 (1964)					001	45	9.97	9.96
Sys Monoclinic S.G. ao 5.23 bo 9.06 co 10.13 A 0.577 C 1.118 α β100° 55' γ Z 2 Dx					020	85	4.53	4.5479
Rα 1.610 n w β εγ 1.629(4) Sign 2V D 2.95-3.05 mp Color Blue-green Ref. Ibid.					021	35	4.14	4.1263
° 1.626 or 6337					112	80	3.64	3.6460
Sample from Wind River area, Washington, USA. Analysis I: 54.38 SiO ₂ , 0.14 TiO ₂ , 5.41 Al ₂ O ₃ , 14.22 Fe ₂ O ₃ , 3.56 FeO, 6.40 MgO, 0.25 MnO, 0.42 CaO, 0.05 Na ₂ O, 9.23 K ₂ O, 0.15 Li ₂ O, 4.80 H ₂ O+, 1.16 H ₂ O-					022	60	3.35	3.3561
					003	70	3.32	
					112	80	3.09	3.0955
					113	10b	2.90	2.8953
					023	75	2.678	2.6772
					130	70	2.604	
					131	100	2.580	2.5829
					132	75	2.402	2.3971
					040	20	2.264	2.2632
					041	25	2.209	2.2061
					133,202	30	2.148	
					005	10	2.092	
					151	15b	1.65	
					060	60	1.509	

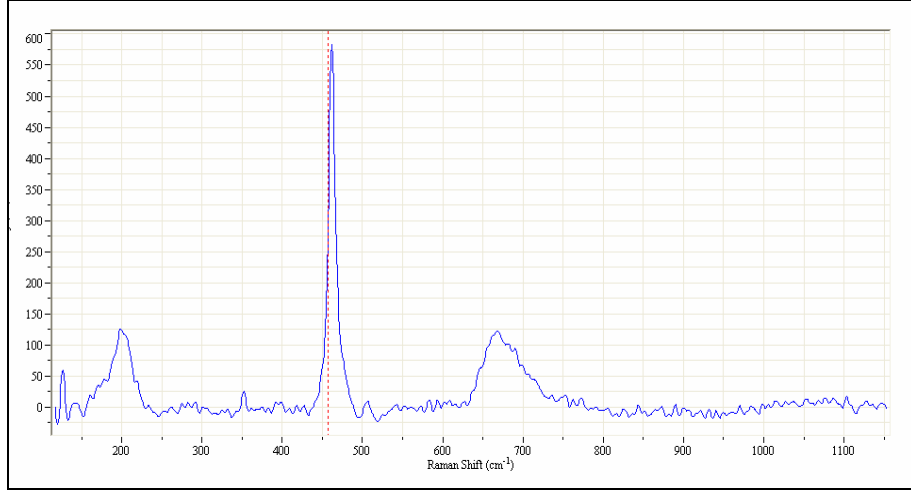
5.4 Raman Spektroskopisi

Gerek yapılan petrografik incelemeler gerekse X-Işınlari kırınım çalışmaları ile oluşum koşullarını veren bazı minerallerin adlarının veya türlerinin belirlenmesi amacıyla Raman Spektroskopisi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarla NYB 17A (aynı zondan alınan NYB 17B' de seladonitli) örneğinde varlığı tespit edilen seladonit mineralinin yakın çevresinde bulunan zeolit minerali türü konusunda yapılan mikroskopik çalışmalar, optik özelliklerine dayanarak fillipsit mineraline ait ipuçları vermiştir. Bu mineralde yapılan nokta analizi bu mineralin gerçekten fillipsit olduğunu kanıtlamıştır (Şekil 5.66).

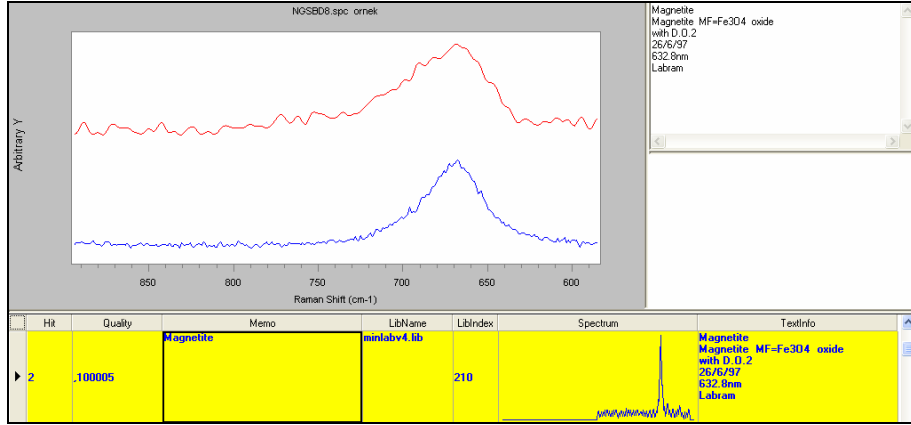


Şekil 5.66 NYB 17B örneğinde fillipsite ait Raman spektrogramı

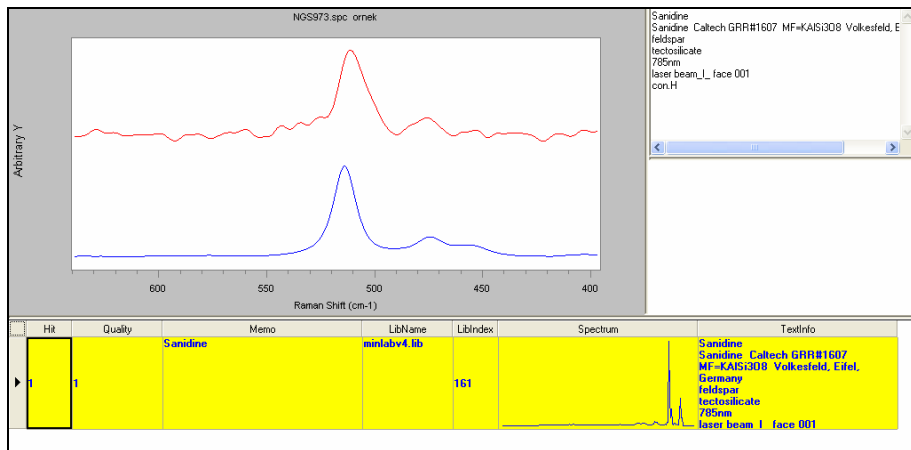
Taze sayılabilecek andezit örneğinde (NYB 2-2) hemen hemen tamamıyla opaklaşmış bir mafik mineral üzerinde de çalışmalar yapılmıştır. Bu minerale ait fotoğraf Mineraloji-Petrografi bölümünde Şekil 5.35'de verilmiştir. Relikt halde kalmış mineralin olasılıkla amfibol minerali olduğu söylenebilir (Şekil 5.67). Bu mineralin etrafında ağırlıklı olarak izlenen opak mineraller manyetitten oluşmaktadır (Şekil 5.68). Manyetitlerle birlikte onların aralarında sanidin mineralleri saptanmıştır (Şekil 5.69). Sanidinlerin opak minerallerin arasında o ortamda bulunan K elementi ile oluştuğu düşünülebilir.



Şekil 5.67 NYB 2-2 örneğinde amfibol olduğu düşünülen minerale ait Raman spektrogramındaki pikler

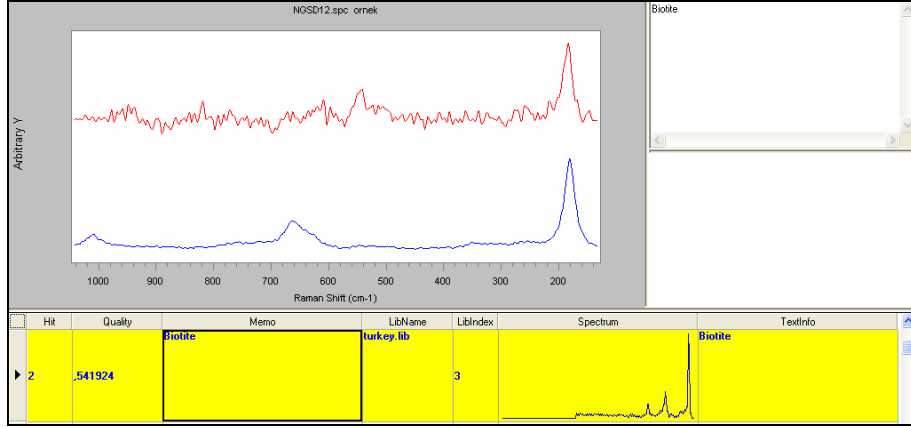


Şekil 5.68 NYB 2-2 örneğinde manyetite ait Raman spektrogramı



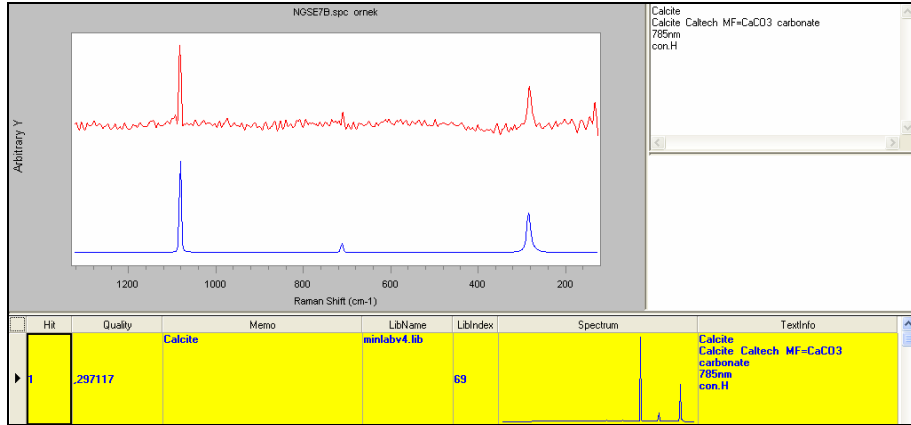
Şekil 5.69 NYB 2-2 örneğinde sanidine ait Raman spektrogramı

NYB 2-2 örneğinin gaz boşluğu içinde oluşmuş ve belirgin kahverengi pleokroizması gösteren mineralin mikroskobik çalışmalarda biyotit olabileceği düşünülmüştür (Şekil 5.36c, 5.39 ve 5.47). Bu mineralde yapılan nokta analizi ile mineralin gerçekten biyotit olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.70).



Şekil 5.70 NYB 2-2 örneğinde biyotite ait Raman spektrogramı

Aynı örneğin gaz boşluklarının birinde izlenen karbonat minerali dolgusunda yapılan analiz ise bu mineralin kalsit olduğunu göstermiştir (Şekil 5.71).



Şekil 5-71 NYB 2-2 örneğinde kalsite ait Raman spektrogramı

5.5 Sıvı Kapanım Çalışmaları

İnceleme alanında daha öncede belirtildiği gibi kırık ve çatlaklarda önce kalsedonların, onların üzerinde beyaz kuvarsların, onların üzerinde ametistler ve ametistlerin de üzerinde şeffaf kuvarsların büyüdüğü belirlenmiştir.(bakınız Mineraloji-petrografi bölümü ve Şekil 5.13 - 5.19) Bu silis oluşumlarından alınan örneklerde sıvı kapanım çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Mühendisleri Dr. Zeynep AYAN ve Jeo.Yük. Müh. Ebru Coşkun ile birlikte çalışılmıştır. İncelenen örneklerin isimleri ve özellikleri Çizelge 5.2’de verilmiştir. Elde edilen veriler ve sonuçlar ise aşağıda sunulmaktadır.

Çizelge 5.2 Sıvı kapanım çalışmaları yapılan örnekler hakkında bilgi

Örnek numarası	Örnek adı
SSa-4	Şeffaf kuvarslar (iri özşekilli)
SSa-3	Ametistler (İri özşekilli)
SSa-2	Beyaz kuvarslar onlarla birlikte oluşmuş şeffaf kuvarslar
SSa-1	Kalsedon (Beyaz-gri ve koyu gri kalsedon bantları)

SSa-1 örneği: Örnek mikrokristalen kuvarslardan oluşmuş bir kalsedon örneğidir. Yapılan çalışmalarla sıvı kapanımlara rastlanmamıştır.

SSa-2 örneği: Bu örnek beyaz kuvarslar ve şeffaf kristalli kuvarslar olmak üzere iki kesimden oluşmaktadır. Sıvı kapanım çalışmaları her iki kısımda da yapılmıştır.

Beyaz kuvars kesimindeki kapanımların boyutlarının oldukça küçüktür (2-6 mikron arasında ve genellikle <2 mikron). Bu kuvarslarda birincil ve ikincil kapanımlar gözlenmektedir. Özellikle tek fazlı (sıvı) kapanımlar izlenmektedir. Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ise eser miktardadır. Tek fazlı (gaz) kapanımlar da gözlenmektedir.

Birincil kökenli iki fazlı kapanımların küçük boyutlu ve eser oranda izlenmesi nedeniyle ısıtma ve soğutma çalışmaları zor yapılabilmektedir. Ölçüm yapılabilen birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda genellikle sıvı fazın gaz faza oranı daha fazladır ve tüm bu kapanımlar sıvı faza homojenleşmiştir (Şekil 5.72).



Şekil 5.72 SSa-2b örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ile tek fazlı (sıvı) kapanımlar

Eser miktarda izlenen birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda iki mikrotermometrik ölçüm yapılabilmiş ve bunun sonucunda elde edilen homojenleşme sıcaklıkları 272°C ve 323°C olarak bulunmuştur. Homojenleşme sıcaklıklarının (T_h °C) ölçüldüğü iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar, sıvı azot kullanılarak dondurulmuş ve ergime sıcaklıkları (T_m °C) bulunmuştur. Beyaz kuvarslı kesimde iki adet ergime sıcaklığı (T_m °C) ölçülmüştür. Bunlar; -2.3°C ve -2.8°C'dir. Bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri, Bodnar (1993)'ın eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve sırasıyla % 3.86 ve % 4.65 NaCl eşdeğeri olarak bulunmuştur.

SSa-2 nolu örneğin şeffaf ve nispeten iri kristallerinde ölçüm yapılabilen kapanımların boyutları genellikle 2 mikron ile 10 mikron arasında değişmektedir. Bir tane yaklaşık 100 mikron büyüklüğünde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım da görülmüştür (Şekil 5.73). Bu

kesimde az bollukta birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmaktadır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğu tek fazlı (sıvı) kapanımlar oluşturmaktadır. İki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ise oldukça az ve/veya eser oranda izlenmektedir. İkincil kapanımlar ise genellikle tek fazlı (sıvı) kapanımlardan oluşmaktadır. Bu kesimde oldukça fazla boyunlanma (necking down) gözlenmektedir. Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda genellikle sıvı fazın gaz faza oranı daha fazladır ve tüm bu kapanımlar sıvı faza homojenleşmiştir.



Şekil 5.73 SSa-2a örneğinin şeffaf kesiminde oldukça iri iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım

Bu örneğin şeffaf kristallerinde üç mikrotermometrik ölçüm yapılabilmiş ve elde edilen homojenleşme sıcaklıkları sırasıyla, 217°C, 238°C ve 280°C olarak bulunmuştur. Ayrıca üç adet de ergime sıcaklığı (T_m^0) ölçülmüştür. Bunların değerleri -1.8°C, -2.1°C ve -3.0°C' dir. Bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri, Bodnar (1993)'ın eşitliğine göre sırasıyla % 3.06, % 3.55 ve % 4.96 NaCl eşdeğeri olarak bulunmuştur.

SSa-3 örneği: Örnek mor renkli ametistlerden oluşmaktadır. Sıvı kapanımların boyutları 6-28 mikron arasında değişmektedir. 12-16 mikron arası boyutlardaki kapanımlar daha yoğun oranda izlenmektedir. İncelemelerde orta bollukta birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğunu

tek fazlı (sıvı) kapanımlar ve iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar oluşturmaktadır (Şekil 5.74 ve 5.75). Tek fazlı (gaz) kapanımlar daha az miktarda olmakla birlikte ametist kristalleri içinde ortaya çıkmaktadır. Birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda çoğunlukla sıvı fazın gaz faza oranı fazladır. Yer yer gaz fazın daha fazla olduğu kapanımlar da saptanmıştır. Ölçüm yapılan tüm kapanımlar sıvı faza homojenleşmiştir



Şekil 5.74 SSa-3 örneğinde bol miktarda tek fazlı (sıvı) kapanımlar ile iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar

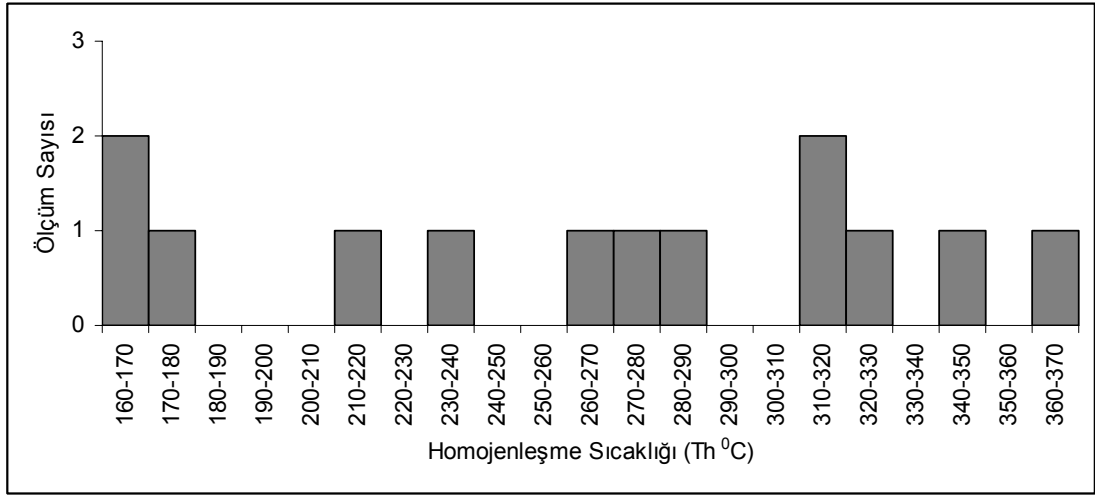


Şekil 5.75 SSa-3 örneğinde tek fazlı (sıvı) + iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar

Ametistlerde yapılan mikrotermometrik ölçümler sıcaklıklar (Çizelge 5.3 ve elde edilen homojenleşme sıcaklıkları (Th°C) histogramı (Şekil 5.76) aşağıdaki şekildedir:

Çizelge 5.3 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen homojenleşme sıcaklıkları (°C)

162	260	322
165	272	345
170	281	370
211	313	
236	316	



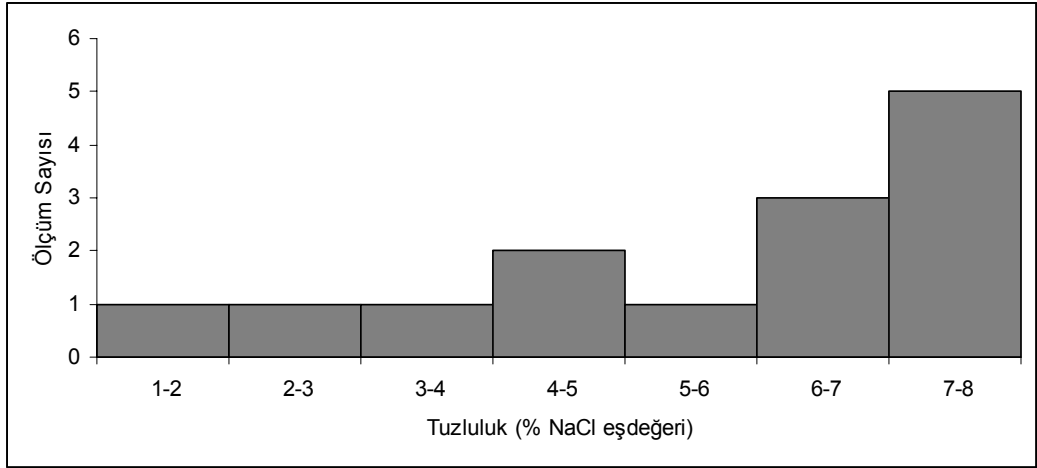
Şekil 5.76 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen homojenleşme sıcaklıkları histogramı

Ametist örneğinin mor renkli kesiminde yapılan 13 adet ölçümden elde edilen histogram incelendiğinde homojenleşme sıcaklığının 160°C - 370°C arasında değiştiği görülmektedir.

Homojenleşme sıcaklıklarının (Th°C) ölçüldüğü iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar sıvı azot kullanılarak dondurulmuş ve ergime sıcaklıkları (Tm°C) bulunmuştur. Ölçülen ergime sıcaklıklarından (Tm°C) ve bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri, Bodnar (1993)'ün eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 5.4 ve Şekil 5.77 'de sunulmuştur.

Çizelge 5.4 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen ergime sıcaklıkları ve Bodnar (1993)'e göre % NaCl eşdeğerleri

Tm(°C)	% NaCl eşdeğeri	Tm(°C)	% NaCl eşdeğeri
-5.1	8.00	-4.1	6.59
-5.0	7.86	-3.5	5.71
-4.7	7.45	-3.0	4.96
-4.7	7.45	-2.5	4.18
-4.5	7.16	-2.0	3.38
-4.3	6.88	-1.3	2.24
-4.3	6.88	-1.0	1.73



Şekil 5.77 SSa-3 örneğinde ametistlerde ölçülen tuzluluk oranları histogramı

Elde edilen 14 adet $T_m^{\circ}\text{C}$ sonucuna göre, ametistleri oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 1.73 - 8.00 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir. Histograma bakıldığında eriyiğin tuzluluğunun özellikle % 4.00 - 8.00 NaCl eşdeğeri arasında yoğunlaştığı izlenmektedir.

Ametistlerde tek fazlı (sıvı) kapanımlar ile tek fazlı (gaz) kapanımların birlikte gözlenmesi oluşumun açık sistem meydana geldiğini göstermektedir. Açık sistemde etkili herhangi bir litostatik basınç olmadığı için homojenleşme sıcaklıkları ($T_h^{\circ}\text{C}$), doğrudan oluşum sıcaklığı ($T_o^{\circ}\text{C}$) olarak alınabilmektedir.

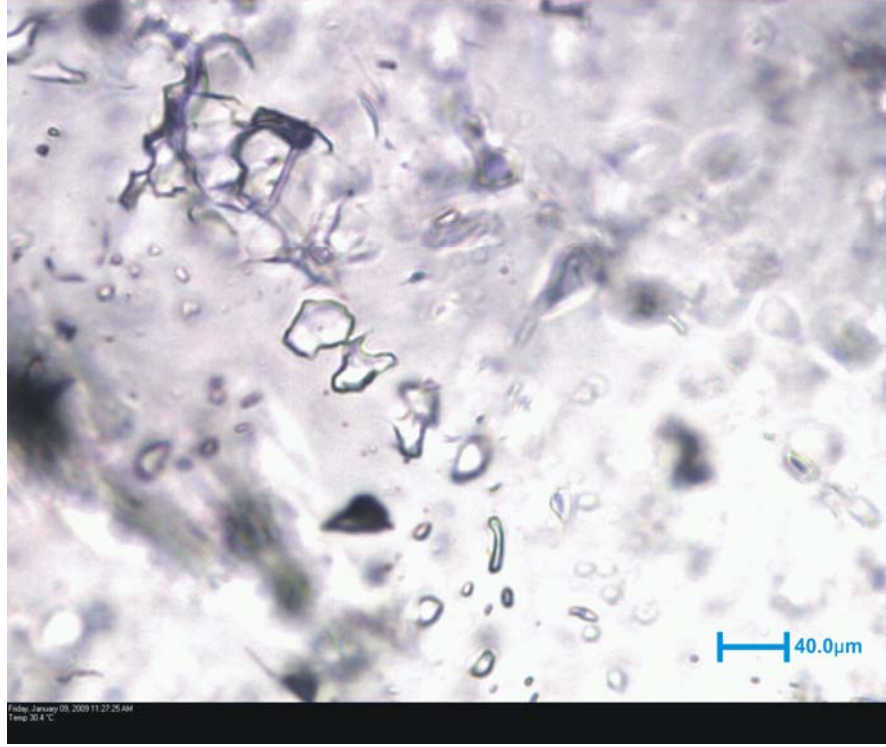
Ametist kristallerini içeren bu örnekte elde edilen veriler göre; örneği oluşturan silisli çözeltiler ilk oluşmaya olasılıkla 370°C civarında başlamışlar, eriyiklerin soğudukları dönemlerde kristalleşme devam etmiş, 160°C civarında da kristal oluşumunu tamamlamıştır. Örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu yüksek sıcaklıklarda % 4-8 arasında olup daha sonra gelen eriyiklerin tuzluluklarına göre (%1.73 – 4) biraz daha tuzlu oldukları ve giderek tuzluluk oranlarının düştüğü söylenebilir. Bu örnekten elde edilen veriler göz önüne alındığında, ametist oluşumlarının hidrotermal (epitermal-mezotermal?) evrede oluştuğu varsayılabilir.

SSa-4 örneği: Şeffaf ve iri kristallerde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Ölçüm yapılan kapanımların boyutları 2 mikron ile 24 mikron arasında değişmektedir. 6-12 mikron arası boyutlardaki kapanımlar ise daha yaygın olarak izlenmektedir. Örnekte

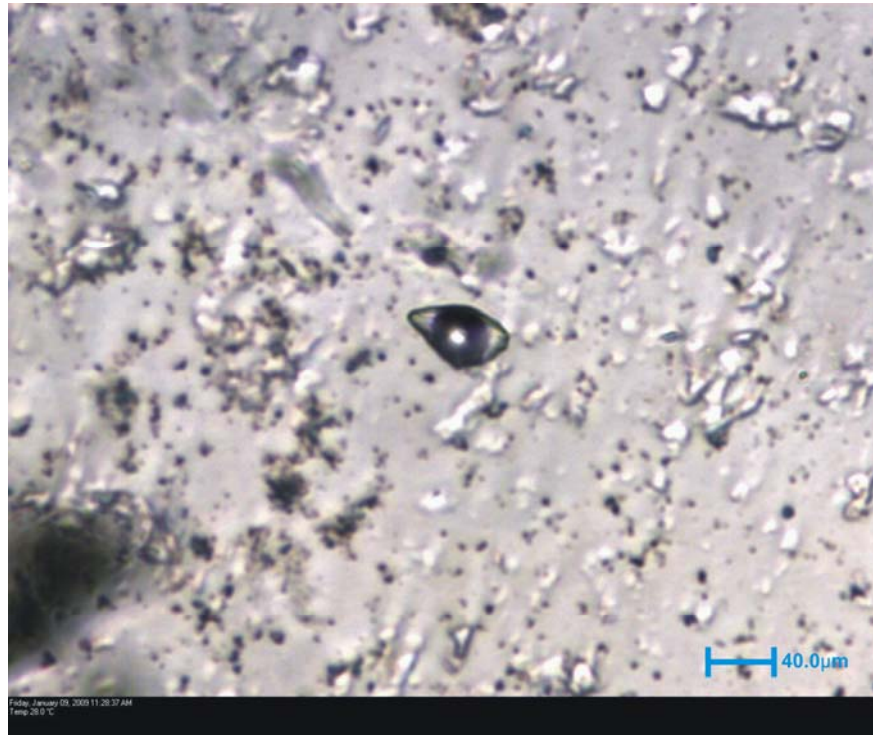
yüksek bollukta birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğu tek fazlı (sıvı) kapanımlar oluştururken (Şekil 5.78 ve 5.79), iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar daha az oranda izlenmiştir (Şekil 5.80, 5.81 ve 5.82). İkincil kapanımlar ise genellikle tek fazlı (sıvı) kapanımlardan oluşmaktadır. Ayrıca oldukça fazla boyunlanma (necking down) gözlenmiştir. Ölçüm yapılan birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda, genellikle sıvı fazın gaz faza oranı daha fazladır ancak yer yer gaz fazın fazla olduğu kapanımlara da rastlanmıştır. Tüm bu kapanımlar sıvı faza homojenleşmiştir.



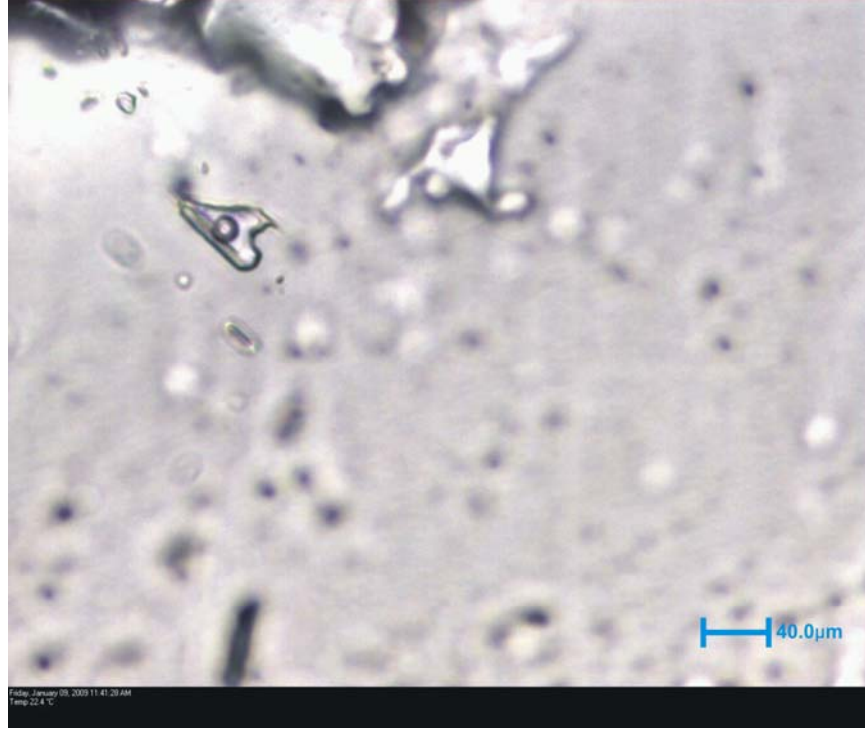
Şekil 5.78 SSa-4 örneğinde tek fazlı (sıvı) kapanımlar



Şekil 5.79 SSa-4 örneğinde tek fazlı (sıvı) kapanımlar



Şekil 5.80 SSa-4 örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar



Şekil 5.81 SSa-4 örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar

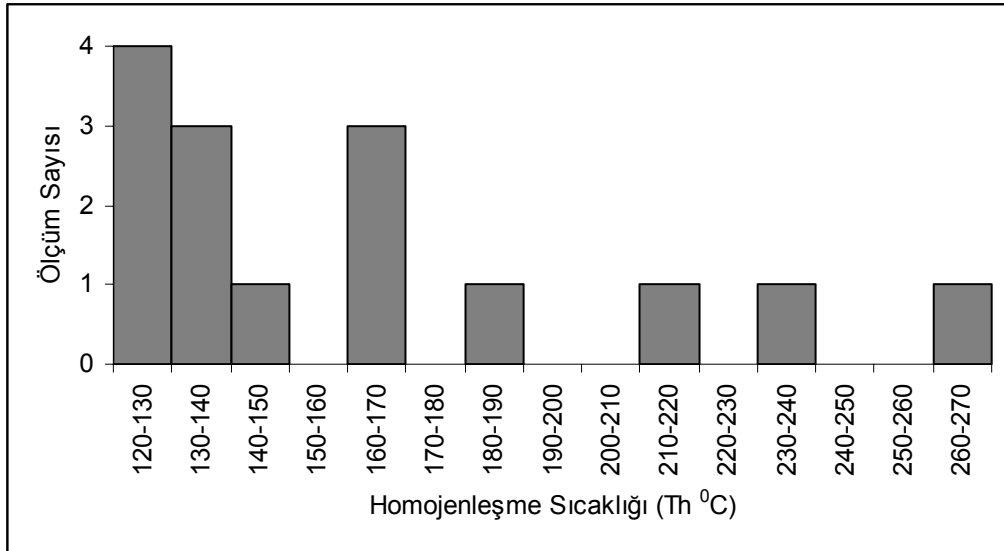


Şekil 5.82 SSa-4 örneğinde iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar

Mikrotermometrik ölçümler sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklık (T_h °C) değerleri (Çizelge) ve oluşturulan histogram (Şekil5.83) aşağıdaki sunulmuştur.

Çizelge 5.5 Ssa-4 örneğinde (şeffaf kuvars) ölçülen homojenleşme sıcaklıkları (°C)

121	133	165
122	138	187
125	140	217
126	162	238
130	162	268



Şekil 5.83 Ssa-4 örneğinin homojenleşme sıcaklıkları histogramı

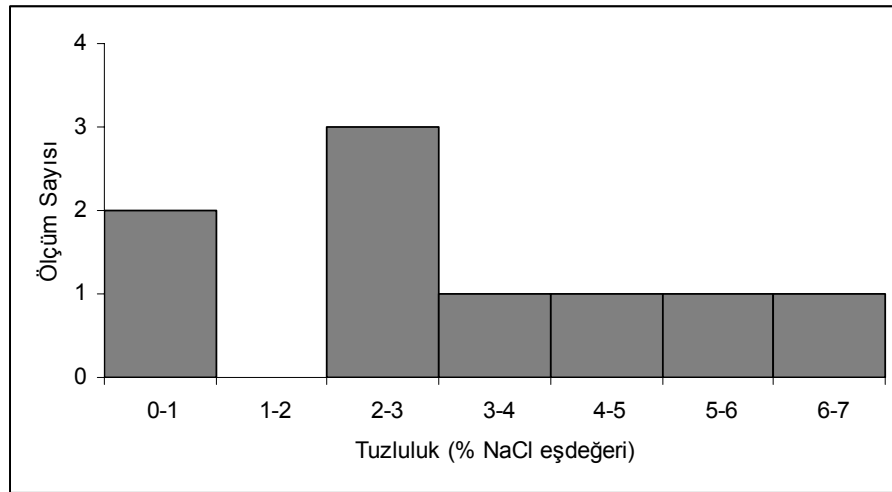
Yapılan 15 adet ölçümden elde edilen histogram incelendiğinde, örneğin homojenleşme sıcaklığının 120°C -270°C arasında değiştiği görülmekte ve sıcaklıkların özellikle 120°C -170°C arasındaki arasında yoğunlaştığı ortaya çıkmaktadır.

Homojenleşme sıcaklıklarının (Th°C) ölçüldüğü örneklerdeki iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar sıvı azot kullanılarak dondurulmuş ve ergime sıcaklıkları (Tm°C) bulunmuştur. Ölçülen ergime sıcaklıklarından (Tm°C) bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri, Bodnar (1993)'ın eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve aşağıda verilmiştir (Çizelge 5.6 ve Şekil 5.84).

Elde edilen 9 adet Tm°C sonucuna göre, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 0 - 6.88 NaCl eşdeğeri arasında değişmekte olup, eriyiklerin yer yer meteorik sularla karıştığı söylenebilir.

Çizelge 5.6 SSa-4 örneğinde ergime sıcaklıkları ve hesaplanan tuzluluk değerleri

Tm(⁰ C)	% NaCl eşdeğeri	Tm(⁰ C)	% NaCl eşdeğeri
-4.3	6.88	-1.5	2.57
-3.2	5.26	-1.2	2.07
-2.5	4.18	-0.5	0.88
-1.8	3.06	0	0
-1.7	2.89		



Şekil 5.84 SSa-4 örneğinin tuzluluk histogramı

SSa-4 numaralı şeffaf kuvarslardan oluşan bu örnekte, elde edilen bu veriler ışığında kristaller ilk oluşmaya olasılıkla 270°C civarında başlamış, eriyiklerin soğudukları evrelerde de oluşumlarına devam etmiş, 120°C civarında da oluşumunu tamamlamışlardır. Homojenleşme sıcaklıklarının yoğunlaştığı evre 120°C - 170°C arasındaki sıcaklıklardır. Yani kuvarslar 170°C den daha yüksek sıcaklıklarda oluşmalarına rağmen asıl oluşumlarını 120°C -170°C sıcaklıklar sırasında gerçekleştirmişlerdir. Örneği oluşturan eriyiğin tuzluluk oranları % 0 - 6.88 NaCl eşdeğerleri arasında değişmekte olup düşük tuzluluk oranları sergilemektedir. Tüm bu veriler şeffaf kuvars örneğinin düşük ısıli-hidrotermal (epitermal) evrede oluştuğuna işaret etmektedir.

İkinci örnek (SSb) :

Bu örnekte tek bir adet sıvı kapanım kesiti yapılmıştır. Renk değişimi veya geçişi kolaylıkla izlenebilmektedir. Bu örnekte de üç ayrı kesim (geçiş) görülmektedir. Kriptokristalen silisten oluşan kalsedonlu kesim ile beyaz kuvars kristallerinden oluşan kesimde yapılan incelemelere göre ölçüm yapılabilecek nitelikte sıvı kapanımlara rastlanmamıştır. Örneğin şeffaf kuvars kristalli kesiminde ise az sayıda da olsa ölçüm yapılabilmektedir. Bu şeffaf kuvars zonu sahada yapılan incelemeler ve gözlemlere dayanarak SSa-2 örneğinin şeffaf kuvarslı zonu ile aynı oluşum evresinde oluşmuştur.

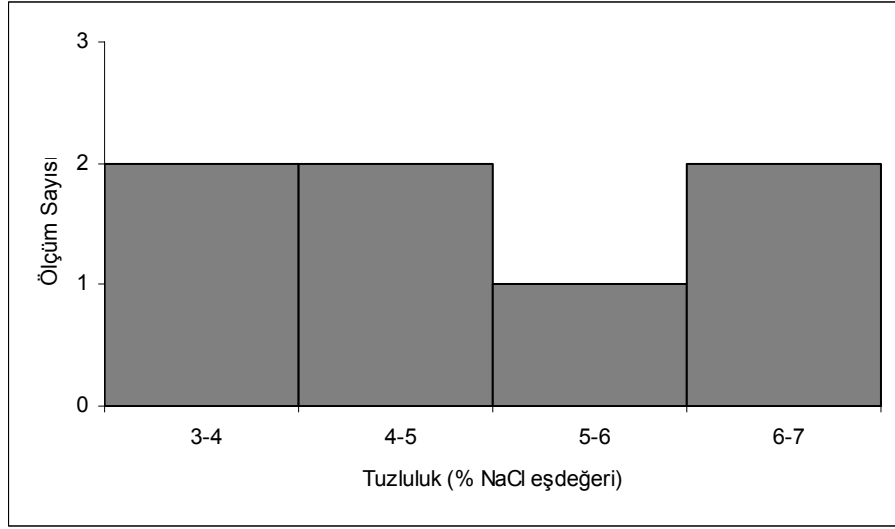
Şeffaf kuvars kristallerinde yapılan sıvı kapanım çalışmalarına göre, bu kesimde az bollukta birincil ve ikincil kökenli kapanımlara rastlanmıştır. Birincil kökenli kapanımların çoğunluğu tek fazlı (sıvı) kapanımlar oluşturmaktadır. İki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ve tek fazlı (gaz) kapanımlar ise oldukça az oranda izlenmiştir. İkincil kapanımlar ise genellikle tek fazlı (sıvı) kapanımlardan oluşmaktadır. Örnekte oldukça fazla boyunlanma (necking down) gözlenmiştir. Ölçüm yapılan birincil kökenli iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda genellikle sıvı fazın gaz faza oranı daha fazladır ve bu kapanımlar sıvı faza homojenleşmiştir. Kapanımların boyutları 1 mikron ile 20 mikron arasında değişmektedir. 8-14 mikron arası boyutlardaki kapanımlar ise daha yaygın olarak izlenmiştir.

Mikrotermometrik ölçümler sonucu, üç adet homojenleşme sıcaklığı (T_h °C) elde edilmiştir. Bunlar sırasıyla; 250°C, 251°C ve 270°C' dir.

Homojenleşme sıcaklıklarının (T_h °C) ölçüldüğü iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ve tek fazlı (sıvı) kapanımlar sıvı azot kullanılarak dondurulmuş ve ergime sıcaklıkları(T_m °C) bulunmuştur. Ölçülen ergime sıcaklıklarından (T_m °C), bunlara karşılık gelen % NaCl eşdeğerleri, Bodnar (1993)'in eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve aşağıda verilmiştir (Çizelge 5.7). Bu örneğe ait tuzluluk hitogramı Şekil 5.85' de verilmiştir.

Çizelge 5.7 SSb örneğinde ergime sıcaklıkları ve hesaplanan tuzluluk değerleri

Tm(⁰ C)	% NaCl eşdeğeri	Tm(⁰ C)	% NaCl eşdeğeri
-4.0	6.45	-2.6	4.34
-3.8	6.16	-2.0	3.38
-3.2	5.26	-1.9	3.23
-2.8	4.65		



Şekil 5.85 SSb örneğinin tuzluluk histogramı

Elde edilen yedi adet Tm⁰C sonucuna göre, örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğu % 3.23 - % 6.45 NaCl eşdeğeri arasında değişmektedir.

Yukarıda ayrıntıları ile sunulan tüm sıcaklık ve tuzluluk değerleri birlikte yorumlandığında andezitler, altere andezitler ve tüflerin kırık ve çatlaklara gelen ilk silisli çözeltiler kendi sıcaklıklarından çok daha düşük sıcaklıktaki bir ortama geldiklerinde ısılarında düşmeler meydana gelerek kriptokristalen kuvars kristalleri olan kalsedonları oluşturmuşlardır. Kalsedon damarlarında görülen açık ve koyu gri arasında değişen renk farklılıkları olasılıkla silisli çözeltilerin gelişleri sırasındaki kimyasal değişikliklerden kaynaklanmış olmalıdır. Kalsedon oluşumlarından sonra gelmeye devam eden silisli çözeltiler kırık ve çatlaklardaki ısıyı göreceli olarak arttırmış ve kalsedon yüzeyleri üstünde 323°C - 272°C aralığında beyaz kuvars kristallerinin büyümesine sebep olmuştur. Bundan sonra gelen çözeltilerle giderek soğuyan

sıcaklıklarda (280°C - 217°C) şeffaf kuvarlar (I.Evre) oluşmuştur. Beyaz ve şeffaf kuvars oluşumları sırasında tuzluluk yaklaşık % 3-5 arasında oynamaktadır. Bu değerler, bu evrede silisli çözeltilerin meteorik suların etkisinde olduğunu göstermektedir. Ametistlerin (nispeten daha koyu renklilerinin) oluşumları sırasında çözeltilerin sıcaklıkları daha yükselerek 370°C - 310°C sıcaklık aralığında seyretmiştir. Bu sırada tuzluluğunda biraz yükselerek % 5-8 arasında değiştiği görülmektedir. Çözeltiler 290°C'dan başlayarak 160°C'lere doğru soğurken daha açık mor renkli ametistler oluşmaya başlamış ve tuzluluklarda % 5 ten % 1.73'e doğru azalmıştır. En son gelen çözeltiler biraz daha ısınarak 270°C'lere ulaşılmış ve giderek soğuma başlayarak 120°C' lere kadar inilmiş ve bu sırada şeffaf kuvarlar (II.Evre) oluşmuştur. Bu evrede tuzluluk % 6.88 ile %0 aralığında ölçülmüştür. Bu tuzluluk değerleri son evre silisli çözeltilerin geliştiği sırasında meteorik suların giderek daha baskın hale geldiğine işaret etmektedir. Yukarıda yapılan yorumlamalarda kullanılan veriler Şekil 5.86'da özetlenerek sunulmuştur.

	Rumuz	Homojenleşme Sıcaklığı (°C)	Tuzluluk (% NaCl)	Kuvars Oluşumu
Şeffaf Kuvars-II	SSa-4	270 - 120	6,88 - 0	
Ametist	SSa-3	290 - 160 370 - 310	4,96 - 1,73 8 - 4,96	
Şeffaf Kuvars-I	SSa-2	280 - 217	4,96 - 3,06	
Beyaz Kuvars	SSa-2	323 - 272	4,65 - 3,86	
Kalsedon	SSa-1	-	-	

Şekil 5.86 Belkavak civarı silis oluşumlarının sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin değişimi ve oluşum sırası

6. JEOKİMYA

Analizi yapılan toplam 20 örnekten 14 tanesi volkanik kayalardan lavlar, aglomeralara ait volkanik kayaç parçalarından ve bir adet tüfe ait iken 2 örnek yeşil renkli alterasyon zonuna aittir. 4 örnek ise kalsedon, kuvars ve ametistleri temsil etmektedir. Örneklerin en taze olanları seçilerek kayaç adları doğru verilmeye çalışılırken, altere olanları da özellikle alterasyon ile kayalarda oluşan değişimleri belirlemek amacıyla analiz edilmiştir. Ana, eser ve nadir toprak element analiz sonuçları Çizelge 6.1-6.3'te sunulmuştur. Mineralojik-petrografik veriler ışığında analiz sonuçlarına bakılarak 7 ayrı grup belirlenmiştir. Bu örneklerle ilgili gruplamalar ve gerekli açıklamalar Çizelge 6.4'de sunulmuştur. Doğal olarak yeşil renkli alterasyon zonu örnekleri ile kalsedon, kuvars ve ametistleri temsil eden örnekler kayaç sınıflama diyagramlarına konulmamıştır. Aşağıda gruplarına göre tüm volkanik kayaçların sınıflama diyagramlarına göre isimlendirilmeleri yapılacak daha sonra da tüm gruplar ana, eser ve nadir toprak elementleri başlıkları altında ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Çizelge 6.1 Belkavak volkanitlerinin ana element kimyasal analiz sonuçları

Örnek	Grup No	Kullanılan Analiz Yöntemleri	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	C/Toplam	S/Toplam	A.K	Toplam
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
NYB 2-1	1	ICP	65,03	0,51	16,87	3,78	0,30	4,79	4,21	2,56	0,10	0,376	<0,002	0,03	0,03	1,30	99,81
NYB 2-2	1	ICP	65,17	0,50	16,57	4,20	0,43	4,64	4,04	2,76	0,11	0,395	<0,002	0,04	0,02	1,00	99,81
NYB 2I	1	ICP	61,55	0,55	18,18	4,09	0,41	4,79	4,35	2,91	0,10	0,460	<0,002	0,07	0,03	2,40	99,76
NYB 70	1	ICP	63,66	0,52	16,81	4,02	0,71	5,09	4,13	2,53	0,11	0,331	<0,002	0,15	0,02	1,90	99,79
NYB 1	2	XRF	55,80	0,54	14,25	6,25	3,91	4,92	2,08	2,54	0,09	0,45	0,002			9,65	100,48
NYB 12-1	2	XRF	57,45	0,48	14,72	5,65	3,52	4,08	3,42	2,52	0,19	0,41	0,012			7,65	100,09
NYB 17A	3	ICP	75,17	0,03	4,57	7,04	3,24	0,43	0,11	4,44	0,03	0,030	0,002	0,03	<0,02	4,8	99,90
NYB 17B	3	XRF	72,01	0,03	3,50	8,50	4,26	0,35	0,01	5,12	0,03	0,022	0,232			5,64	99,70
Beyaz-K	4	ICP	96,76	<0,01	0,29	0,16	<0,01	0,09	0,06	0,05	<0,01	0,017	<0,002	0,05	0,02	2,3	99,70
Koyu -K	4	ICP	98,30	<0,01	0,02	0,13	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,006	<0,002	0,02	0,02	1,3	99,79
AMT	4	ICP	98,58	<0,01	0,04	0,13	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,019	<0,002	0,03	<0,02	0,9	99,71
SFK	4	ICP	98,57	<0,01	0,07	0,17	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,014	<0,002	0,02	0,02	1,1	99,93
NYB 8	5	ICP	65,49	0,31	17,03	2,82	0,78	3,03	5,57	1,67	0,10	0,148	<0,002	<0,02	<0,02	2,90	99,82
NYB 14	5	ICP	65,27	0,31	16,95	2,74	0,79	3,06	5,31	1,82	0,10	0,160	<0,002	<0,02	<0,02	3,2	99,73
NYB 11	6	ICP	73,45	0,17	13,53	0,83	0,46	1,13	2,97	5,06	0,02	0,072	<0,002	0,04	<0,02	2,2	99,84
NYB 6B	7	ICP	56,21	0,77	16,98	5,29	2,76	8,94	3,43	1,62	0,18	0,184	0,010	0,43	0,02	3,4	99,74
NYB 84B	7	ICP	62,31	0,56	18,02	3,78	1,09	5,01	4,41	1,95	0,03	0,169	0,009	0,03	0,05	2,3	99,61
NYB 84A	7	ICP	66,52	0,48	16,71	3,42	0,41	4,05	4,14	3,17	0,07	0,208	0,002	0,05	0,02	0,6	99,77
NYB 7	7	ICP	70,62	0,44	14,61	2,52	0,31	2,70	3,84	4,03	0,05	0,136	0,003	0,05	<0,02	0,5	99,75
NYB 56	7	ICP	71,39	0,19	13,42	1,28	0,28	2,73	4,27	3,20	0,06	0,089	<0,002	0,39	<0,02	2,9	99,78

Çizelge 6.2 Belkavak volkanitlerinin eser element kimyasal analiz sonuçları

Örnek	Grup No	Kullanılan Analiz Yöntemleri	Co	Ni	V	Sn	Mo	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Sb	Bi	Hg	Tl	Au	Ag	Se	U	Th
NYB 2-1	1	ICP	19.6	0.7	79	1	1.2	1.6	3.8	57	<0.1	13.1	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	1.9	5.4
NYB 2-2	1	ICP	11.1	0.1	77	<1	0.3	2.3	3.7	52	<0.1	1.50	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	1.0	<0.1	<0.5	2.1	6.6
NYB 21	1	ICP	10.4	0.3	88	<1	0.7	1.5	2.4	50	<0.1	5.40	0.2	<0.1	<0.01	<0.1	1.0	<0.1	<0.5	1.9	6.8
NYB 70	1	ICP	12.4	0.3	77	<1	1.0	1.7	2.1	49	<0.1	1.10	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	2.1	6.0
NYB 1	2	XRF	27	4,3		2,4	8,2	1,5	12,8	74,4	2,2	0,8	1	1	1,7	1,5			0,5	20,1	6,7
NYB 12-1	2	XRF	25	4,7		0,9	3,3	1,5	8,1	49,8	0,5	2,2	0,9	0,9	2,4	0,7			0,7	7,4	7,2
NYB 17A	3	ICP	5,7	0,4	17	<1	<0,1	0,8	1,9	7	<0,1	2,6	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	0,5	<0,1	<0,5	0,1	<0,2
NYB 17B	3	XRF	37,7	5,7		0,9	3,2	1,2	1,5	14,4	1,1	1,8	0,9	1	2,9	0,9			0,7	17,3	0,4
Beyaz-K	4	ICP	164.0	1.0	<8	<1	<0.1	1.3	0.3	2	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	1.0	<0.1	<0.5	0.1	<0.2
Koyu -K	4	ICP	69.1	0.4	<8	<1	<0.1	0.3	0.1	<1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	0.6	<0.1	<0.5	<0.1	<0.2
AMT	4	ICP	216.0	1.3	<8	<1	<0.1	0.2	0.2	<1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	2.1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.2
SFK	4	ICP	75.0	0.4	<8	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	0.8	<0.1	<0.5	<0.1	<0.2
NYB 8	5	ICP	11.2	<0.1	22	<1	0.5	0.7	0.9	19	<0.1	<0.5	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	0.6	<0.1	<0.5	4.0	11.2
NYB 14	5	ICP	16.7	0.1	23	<1	6.5	0.6	1.3	17	<0.1	<0.5	0.1	<0.1	<0.01	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	3.9	11.0
NYB 11	6	ICP	5.7	1.1	9	<1	0.2	2.1	4.2	19	<0.1	1.1	<0.1	0.3	<0.01	0.1	<0.5	<0.1	<0.5	4.5	13.7
NYB 6B	7	ICP	25.8	18.2	193	<1	0.3	136.6	4.0	51	<0.1	2.4	0.1	<0.1	<0.01	<0.1	1.1	<0.1	<0.5	1.8	5.7
NYB 84B	7	ICP	19.2	14.1	117	<1	0.3	4.9	11.8	22	<0.1	1.0	0.2	<0.1	<0.01	<0.1	<0.5	<0.1	0.7	2.2	5.4
NYB 84A	7	ICP	24.0	3.0	104	<1	0.4	60.2	1.7	23	0.6	0.6	0.1	<0.1	<0.01	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	4.2	10.3
NYB 7	7	ICP	15.7	3.2	64	1	1.8	9.3	5.1	28	<0.1	1.2	0.3	0.2	<0.01	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	8.2	24.0
NYB 56	7	ICP	24.2	1.1	<8	1	0.5	0.7	1.8	15	<0.1	0.7	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1	<0.5	<0.1	<0.5	2.7	16.0












Çizelge 6.2 devam Belkavak volkanitlerinin diğer eser element kimyasal analiz sonuçları

Örnek	Grup No	Kullanılan Analiz Yöntemleri	Ba	Sr	Rb	Zr	Y	Nb	Hf	Ga	Ta	Cs	Be	Sc
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
NYB 2-1	1	ICP	627	560.2	65.1	111.2	18.5	6.0	3.0	15.5	0.5	1.9	2	7
NYB 2-2	1	ICP	530	542.9	86.7	106.3	18.2	6.0	2.9	15.7	0.4	1.8	1	6
NYB 21	1	ICP	645	552.6	76.4	116.8	22.5	7.0	3.0	18.0	0.4	1.0	2	6
NYB 70	1	ICP	510	519.3	62.7	109.2	18.9	6.1	2.9	15.2	0.5	0.9	1	6
NYB 1	2	XRF	588	583.8	60.3	136.5	19.7	8.5	3.7	18.4	3.2	3.9		
NYB 12-1	2	XRF	754	505.8	56.8	124.5	21.3	6.8	3.1	16.7	3	5.5		
NYB 17A	3	ICP	81	165.7	347.0	48.1	0.6	4.1	0.6	10.5	<0.1	9.2	2	2
NYB 17B	3	XRF	62.2	69.7	384	47.4	1.5	7.9	3.9	15.1	3.9	18.3		
Beyaz-K	4	ICP	11	21.6	2.0	0.7	0.2	0.4	<0.1	2.1	1.5	0.2	1	<1
Koyu-K	4	ICP	2	2.2	0.2	1.7	0.4	<0.1	<0.1	1.6	0.8	<0.1	3	<1
AMT	4	ICP	11	0.8	0.6	0.8	0.1	0.4	<0.1	0.8	1.5	<0.1	<1	<1
SEK	4	ICP	<1	<0.5	0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.9	0.7	<0.1	<1	<1
NYB 8	5	ICP	805	483.4	177.1	156.9	17.3	9.2	4.2	15.4	0.7	7.5	2	2
NYB 14	5	ICP	792	490.3	178.9	155.0	17.2	9.1	4.2	15.0	0.8	8.1	2	2
NYB 11	6	ICP	747	218.8	123.4	123.4	10.1	10.0	3.5	10.8	0.7	1.0	1	2
NYB 6B	7	ICP	581	547.0	27.5	94.9	18.5	4.6	2.6	16.4	0.3	0.6	1	22
NYB 84B	7	ICP	1993	539.2	63.9	132.3	40.4	5.5	3.5	17.0	0.4	1.8	2	14
NYB 84A	7	ICP	761	480.0	96.2	144.2	14.3	9.0	3.8	15.7	0.7	2.2	2	7
NYB 7	7	ICP	886	269.6	179.4	263.1	24.0	13.4	7.1	15.1	1.1	3.4	1	6
NYB 56	7	ICP	912	147.1	93.6	169.5	16.8	11.9	4.6	12.8	0.9	1.1	2	1

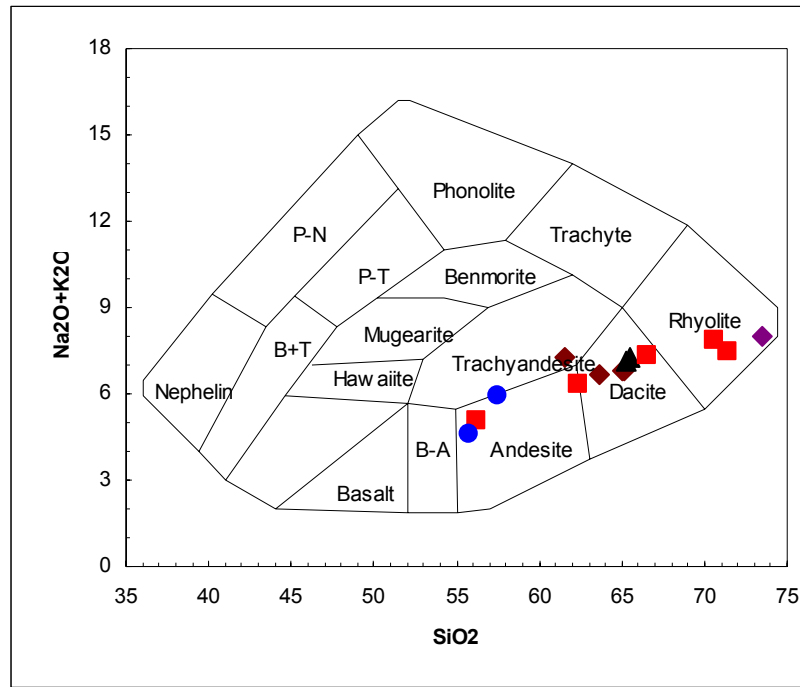
Çizelge 6.3 Belkavak volkanitlerinin nadir toprak element kimyasal analiz sonuçları

Örnek	Grup No	Kullanılan Analiz Yöntemleri	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NYB 2-1	1	ICP	19,1	37,2	4,52	18,5	3,74	1,09	3,37	0,56	3,03	0,63	1,79	0,30	1,86	0,29
NYB 2-2	1	ICP	18,1	35,9	4,32	17,8	3,61	1,08	3,53	0,55	3,20	0,64	1,79	0,31	1,91	0,29
NYB 21	1	ICP	22,1	42,5	5,07	20,7	4,15	1,27	3,99	0,65	3,67	0,78	2,30	0,35	2,26	0,35
NYB 70	1	ICP	18,7	35,8	4,32	17,8	3,71	1,13	3,39	0,56	3,19	0,65	1,93	0,29	1,90	0,30
NYB 1	2	XRF	19,9	36,6												
NYB 12-1	2	XRF	24,7	47,7												
NYB 17A	3	ICP	0,9	1,0	0,06	<0,3	0,13	0,03	0,07	0,03	0,10	0,04	0,09	0,02	0,19	0,05
NYB 17B	3	XRF	28,1	43,2												
Beyaz-K	4	ICP	0,2	0,1	0,05	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
Koyu -K	4	ICP	0,2	<0,1	<0,02	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	0,06	0,01
AMT	4	ICP	0,6	0,9	0,12	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
SFK	4	ICP	0,2	<0,1	0,04	<0,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,05	<0,02	<0,03	<0,01	<0,05	<0,01
NYB 8	5	ICP	25,6	46,9	5,16	18,2	3,24	0,86	2,88	0,46	2,59	0,57	1,75	0,29	1,92	0,31
NYB 14	5	ICP	25,2	46,2	5,02	18,4	3,19	0,89	2,77	0,44	2,58	0,53	1,61	0,29	1,89	0,33
NYB 11	6	ICP	22,7	39,3	4,12	14,6	2,29	0,52	1,84	0,30	1,64	0,36	1,14	0,20	1,32	0,21
NYB 6B	7	ICP	15,9	30,9	3,86	16,2	3,71	1,11	3,60	0,60	3,34	0,71	1,96	0,30	1,90	0,30
NYB 84B	7	ICP	113,4	241,7	27,74	101,6	17,70	3,88	13,51	1,98	10,08	1,72	4,24	0,68	3,98	0,54
NYB 84A	7	ICP	23,4	42,1	4,64	17,3	3,09	0,91	2,69	0,43	2,38	0,49	1,42	0,25	1,48	0,24
NYB 7	7	ICP	30,9	58,4	6,32	23,8	4,49	0,83	4,09	0,68	3,93	0,82	2,48	0,41	2,54	0,40
NYB 56	7	ICP	40,0	70,9	7,14	23,9	3,61	0,71	2,93	0,45	2,51	0,54	1,68	0,30	1,93	0,34

Çizelge 6.4 Belkavak civarından alınıp kimyasal analize yollanan volkanik kayaların adları, özellikleri ve lokasyonları

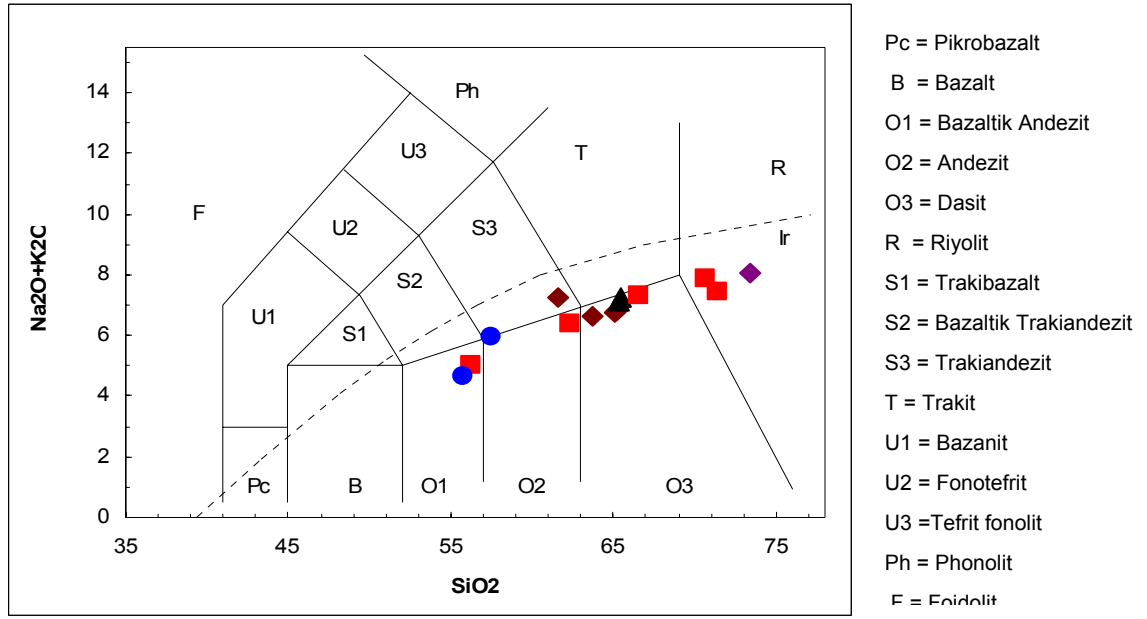
Örnek No	El örneği fotoğrafı	Rumuz	Grup No	Kayaç / Grup Adı	Mineralojik - Petrografik Özellikleri	Konum ve Koordinat
NYB 2-1		◆	1	Andezit	Özşekilliye yakın-zonlanma ve ikizlenme gösteren Plajiyoklaz, opaklaşmış mafik mineraller (amfibol?), maghemitlemiş opak mineraller akma, afirik, hiyalopilitik, pilotaksitik dokular	3620430 D / 4402974 K
NYB 2-2		◆	1	Andezit		3620430 D / 4402974 K
NYB 21		◆	1	Andezit		3620025 D / 4403013 K
NYB 70		◆	1	Andezit		3619918 D / 4403290 K
NYB 1		●	2	Altere Andezit	1. gruptaki andezitlerde bulunan özelliklerin yanı sıra kayaçta killeşmeler sonucu kahverengileşme ve yer yer zeolitler, kalsedonlar ve az miktarda kalsit	3620430 D / 4402974 K
NYB 12-1		●	2	Altere Andezit		3620661 D / 4403028 K
NYB 17A		■	3	Yeşil renkli altere (Seladonitli) damar	altere andezit (az), seladonit, smektit, fillipsit	3620145 D / 4402911 K
NYB 17B		■	3	Yeşil renkli altere (Seladonitli) damar		3620145 D / 4402911 K
BYZ-S		✦	4	Beyaz Renkli Kalsedon	Kalsedon	3620164 D / 4403011 K
KYR-S		✦	4	Koyu Renkli kalsedon		3620164 D / 4403011 K
AMT		✦	4	Ametist	Kuvars	3620405 D / 4403117 K
SFK		✦	4	Şeffaf Kuvars		3620405 D / 4403117 K
NYB 8		▲	5	Riyodasit / Dasit	Zonlu-ikizlenme gösteren plajiyoklaz, özşekilsiz opaklaşmış amfibol	3620407 D / 4403232 K
NYB 14		▲	5	Riyodasit / Dasit		3620552 D / 4403283 K
NYB 11		◆	6	Tüf	Kuvars, plajiyoklaz, biyotit pulcukları, volkanik kayaç parçaları, opak mineraller	3620391 D / 4403255 K
NYB 6B		■	7	Aglomeraya ait bazaltik andezit parçası	Plajiyoklaz ve piroksen fenokristalleri ve hamurda volkan camı ve mikrolitler	3620404 D / 4403164 K
NYB 84B		■	7	Aglomeraya ait andezit parçası	Plajiyoklaz ve piroksen fenokristalleri ve hamurda volkan camı ve az miktarda mikrolitler	3622855 D / 4405228 K

Ana elementleri esas alan ve Cox *et al.* (1979) tarafından oluşturulan SiO₂ – (Na₂O+K₂O) diyagramında birinci grubu oluşturan dört örnekten üçü dasit, biri ise trakiandezit alanına düşmektedir. İkinci grubun örnekleri andezit ve trakiandezit-andezit sınırı alanında yer almaktadır. Beşinci grubun iki örneği de dasit alanına görülmektedir. Altıncı grup olarak adlandırılan tuf örneği riyoilit alanında bulunmaktadır. Aglomerayı oluşturan kayalardan seçilen beş örnek ise (7. grup) andezit, andezit-dasit sınırı, dasit ve iki örnek de riyoilit alanları içine düşmüştür (Şekil 6.1).



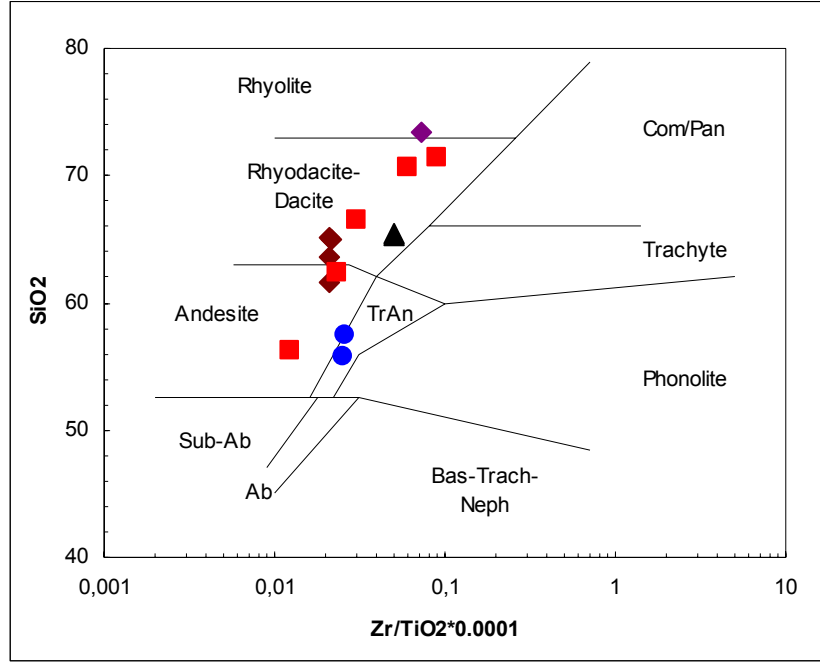
Şekil 6.1 Belkavak volkanitlerinin SiO₂ – (Na₂O+K₂O) diyagramı (Cox *et al.* 1979' göre) üzerindeki dağılımları

Le Maitre (1989) tarafından önerilen SiO₂ – (Na₂O+K₂O) diyagramında birinci grup trakiandezit ve trakidasite yakın dasit alanında, ikinci grup bazaltik andezit ve andezit-trakiandezit sınırı alanlarında bulunmaktadır. Beşinci grubun iki örneği de dasit-trakidasit sınırındadır. Altıncı grubu temsil eden tuf örneği riyoilit alanında yer almaktadır. 7. grubu oluşturan aglomeraya ait kayalar ise bazaltik andezit, andezit, dasit ve riyoilit alanlarında görülmektedir (Şekil 6.2).



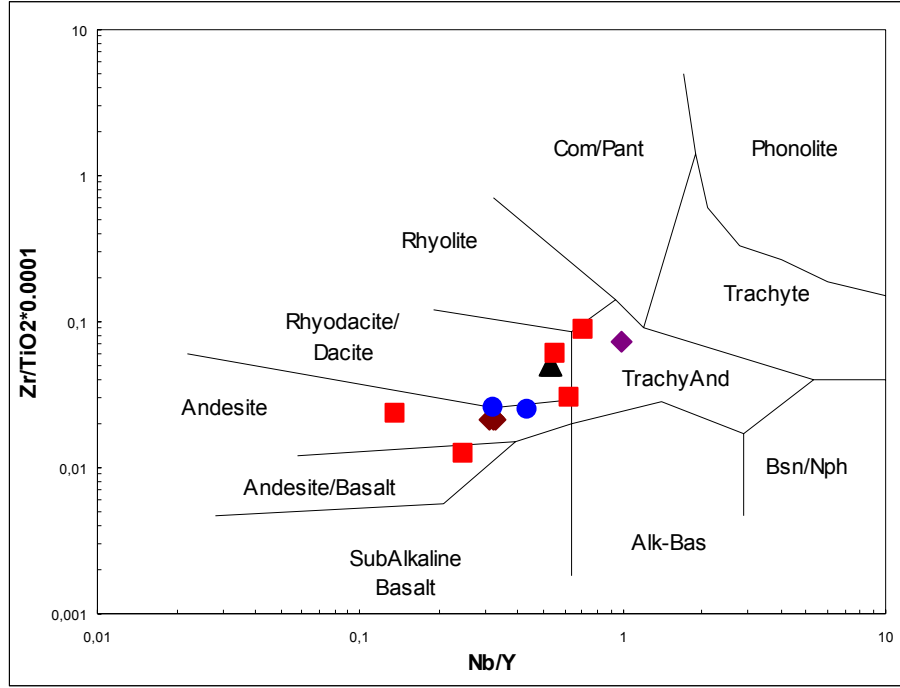
Şekil 6.2 Belkavak volkanitlerinin SiO₂ – (Na₂O+K₂O) diyagramı (Le Maitre 1989'a göre) üzerindeki dağılımları

Winchester and Floyd (1977) tarafından oluşturulan SiO₂ – Log Zr/Ti₂O*0.0001 diyagramında birinci gruba ait bir örnek andezit alanına, üç örnek de riyodasit/dasit alanına düşmektedir. İkinci grup örnekleri ise trakiandezit alanında yer almaktadır. Beşinci grubun iki örneği de riyodasit-dasit alanında görülmektedir. Tuf örneği (6. grup) ise riyolit alanında yer almaktadır. Aglomeraya ait volkanik kayaç parçaları ise andezit ve riyodasit-dasit alanlarına sırayla dizilmiş olarak görülmektedir (Şekil 6.3).



Şekil 6.3 Belkavak volkanitlerinin SiO_2 – $\text{Log Zr/Ti}_2\text{O} \cdot 0.0001$ diyagramı (Winchester and Floyd 1977'a göre) üzerindeki dağılımları

Winchester and Floyd (1977)'un $\text{Nb/Y} - \text{Log Zr/Ti}_2\text{O} \cdot 0.0001$ diyagramında ise birinci grup tümüyle andezit, ikinci grubun iki örneği de yine andezit alanında yer almaktadır. Beşinci grubun iki örneği de riyodasit-dasit bölgesinde görülmektedir. Tüf örneği trakiandezit alanında iken aglomeraya ait kayaç parçaları andezit/bazalt, andezit alanları ile andezit-trakiandezit alanları sınırı, riyodasit-dasit alanı ve riyolit-trakiandezit alanları sınırında bulunmaktadır (Şekil 6.4).



Şekil 6.4 Belkavak volkanitlerinin Nb/Y – Log Zr/Ti₂O*0.0001 diyagramı (Winchester and Floyd 1977'a göre) üzerindeki dağılımları

Yukarıdaki diyagramlarda bazı gruplara ait kayaçların farklı sınıflama alanlarında yer aldığı görülmektedir. Bu gruplardaki kayaçların düştükleri alanları yorumlarken, yapılan mineralojik-petrografik incelemeler göz önüne alınmıştır. Buna göre;

Birinci grubun kayaçları ana elementlere göre verilmiş olan Cox *et al.* (1979) ve Le Maitre (1989) sınıflama diyagramlarında trakiandezit ve dasit alanlarındadır (Şekil 6.1 ve 6.2). Örnekler bu alanlarda yer almakla birlikte mineraloji-petrografi bölümünde belirtildiği gibi killeşme şeklinde hafif alterasyon geçirmişlerdir. Ancak çok belirgin olarak saptanamayan bu değişim sadece gaz boşluklarında silis oluşumları olarak dikkati çekmektedir. Buna göre, özellikle SiO₂ değerlerinin aha düşük olması gerektiği varsayıldığında kayaçların andezit alanında yer alması beklenmektedir. Nitekim Winchester and Floyd (1977) diyagramında SiO₂ değerleriyle kayaçlar riyodasit/dasit alanına doğru kayarsalar da Zr eser elementi ve hareketliliği az olan titan değerlerinin oranlarından oluşan Zr/TiO₂ *0.0001 değerleri açısından andezit alanına daha yakın bir alanda yer almaktadırlar (Şekil 6.3). Alterasyon etkisinin daha çok ortadan kalktığı Winchester and Floyd (1977)'un Nb/Y – Log Zr/Ti₂O*0.0001 diyagramında ise bu

grubun örnekleri andezit alanında gözükmektedir (Şekil 6.4). İkinci grubun kayaçları, inceleme alanının bir miktar alterasyona uğradığı yerlerde izlenen kayaçlardır. Yapılan XRF analizleri sonuçlarına göre Cox *et al.* (1979) ve Le Maitre (1989) sınıflama diyagramlarında iki örnek bazaltik andezit ve trakindezite yakın andezit alanlarına düşmektedir (Şekil 6.1-6.2). Bunun sebebi, bu altere örneklerde kayaçtan alterasyon sırasında SiO₂ kayıplarının olmasına karşın daha sonradan oluşan silis damarları sebebiyle bu kaybın dengelenmesi sonucu kayaçların beklenen yere düşmeleridir. Winchester and Floyd (1977)'un her iki diyagramında da (Şekil 6.3-6.4) her iki örnekte trakiandezit veya andezit alanlarında yer almaktadır. Bu durum ikinci grup kayaçların, alterasyondan kaynaklanan bazı yersel farklılıklar dışında birinci grup ile aynı türden kayaçlar olabileceğini varsaydırmaktadır.

Beşinci grup kayaçları tüm sınıflama diyagramlarında (Şekil 6.1- 6.4) riyodasit/dasit alanlarında görülmektedir. Bu kayaçlarda yapılan incekesit çalışmalarında silisli oluşumlara ve alterasyonlara rastlanmamaktadır. Saha verileri de, jeoloji bölümünden de izlenebileceği gibi, riyodasit/dasitlerin andezit ve altere andezit kayaç gruplarından sonra oluştuğunu düşündürmektedir.

Altıncı grup tuf örneği ile temsil edilmektedir. Tuf örneği, Winchester and Floyd (1977) 'un Nb/Y – Log Zr/Ti₂O*0.0001 diyagramında (Şekil 6.4) riyolite yakın trakiandezit alanına diğer üç diyagramda ise riyolit alanlarına düşmektedir. Bu grup kayaçlarının mikroskopik incelemelerinde önemli bir alterasyona rastlanmadığından bu örnek riyolitik (asidik) tuf olarak kabul edilebilir.

Yedinci grup, aglomeralara ait olan ve birbirinden farklı mineralojik ve dokusal özellikler sunan beş adet kayaçtan oluşmaktadır. Örnekler, tüm diyagramlarda bazaltik andezitten riyolite doğru giden bir yönelim içinde dizilmişlerdir (Şekil 6.1 - 6.4). Çok önemli olmayan bazı alterasyonlar kayaçların isimlendirilmelerinde ufak sapmalara sebep olsa da kayaç isimlendirmede büyük değişikliklerin olmayacağına inanılmaktadır.

6.1 Ana Element Jeokimyası

Aşağıda grupların ana element jeokimyalarını verirken çok karmaşıklığı yol açmamak için % değerlerinin ondalıklı kısımları veya küsurları verilmeyecek ve sayılar yuvarlatılarak sunulacaktır. Her grup için belirlenen verilerin ve bilgilerin yorumlanması ve tartışılması ileride sunulan “Yorum ve Tartışmalar” Bölümünde yapılacaktır.

Birinci ve ikinci grup kayaçlarının andezitik kayaçlar olabileceği ancak ikinci grubun altere örnekler olarak özellikle seçildiği daha önce belirtilmişti. Birinci grubu oluşturan örnekler ile ikinci grup örnekleri birbirleriyle karşılaştırıldığında (Çizelge 6.1) altere andezitlerin SiO₂ değerlerinin % 55 - 57 arasında olduğu ve taze olanlara göre (% 61 – 65) alterasyon ile silis oranlarında % 6-10 civarında bir azalma gösterdikleri görülmektedir. Her ne kadar birinci grup kayaçları taze andezitler olarak nitelenmişse de mikroskopik çalışmalar bu kayaçların içlerinde kaçınılmaz olarak silis grubu mineraller içerdiklerini göstermektedir. Bu durumda da SiO₂ içeriklerinin, analizlerdeki % 61 - 65 değerlerinden biraz daha aşağıda olması gerektiğini düşündürmektedir. TiO₂ değerleri ise her iki grup için de % 0.5 civarındadır. Al₂O₃ içerikleri taze andezitlerde % 16 ile 18 arasında değişirken altere andezitlerde yine % 14’ler civarındadır. Fe₂O₃ değerleri taze andezitlerde % 4 civarında iken alterasyon geçirmiş olanlarda % 5-6 ya çıkarak bir miktar artış gösterdiği izlenmektedir. MgO içerikleri taze andezitlerde % 0.3 – 0.7 gibi düşük değerler sunarken altere olanlarında % 3.5 - 4 gibi oldukça yüksek değerler sergilemektedir. CaO içerikleri taze ve altere andezitlerde belirgin bir farklılaşma göstermemekte ve % 4 ile 5 arasında oynamaktadır. Na₂O değerleri taze andezitlerde % 4 civarında iken altere örneklerde % 2-3.5 arasına inmektedir. K₂O içerikleri ise hem taze hem de altere andezitlerde % 2.5-3 arasındadır. MnO değerleri her iki grup için % 0.1-0.2 arasında değişmektedir. Birinci ve ikinci kayaçların geçirdikleri alterasyon hakkında ileride ayrıntılı yorum ve tartışmalar yapılacaktır.

Üçüncü grubu temsil eden kayaçlar, andezit ve altere andezitlerin arasında yeşil renkli olarak olarak izlenen altere zonlardan alınan örneklerdir. Bu zonlarda daha önceki

bölümlerde yapılan mikroskopik, X-Işınları kırınım, mineral kimyası ve cevher mikroskopisi çalışmalarıyla başlıca seladonit, silis türevleri (kristobalit, tridimit), zeolit (fillipsit), manyetit ve maghemit (hematit) belirlenmiştir. Bu seladonit ağırlıklı zonlardan alınan NYB 17A (aşağıda kısaca A örneği olarak anılacaktır.) örneği, içinde bulunduğu andezitlere daha yakın bir yere ait iken, NYB 17B örneği (bundan böyle kısaca B örneği olarak verilecektir.) yeşil renkli damarın tam ortasından alınmış ve analiz edilmiştir. Bu nedenle ana element oksitleri arasında ufak farklılıklar oluşmuştur. Analiz yöntemlerinin farklılığı da sonuçlar üzerinde biraz etkili olduğu düşünülmektedir. Analizlere bakıldığında (Çizelge 6.1); A örneği % 75, B örneği ise % 72 SiO₂ değeri içermektedir. Damarın içinden alınan örnekte (B örneği) Al₂O₃ – CaO ve Na₂O değerleri, A örneğine göre biraz daha düşüktür. Buna karşın Fe₂O₃, MgO ve K₂O içerikleri damarın ortasındaki örnekte daha yüksektir. Bu iki örnek genel anlamda kayalara göre kıyaslandığında, Al₂O₃ oranları % 3.5 – 4.5 ile düşük ama Fe₂O₃ oranları % 7- 8.5 arasında değişerek oldukça artmış durumdadır. MgO içeriklerinin de %3.2-4.2 ile oldukça yükselmiş olduğu görülmektedir. Buna karşın CaO oranları iyice azalmış ve % 0.3 – 0.5' lere düşmüştür. Benzer şekilde Na₂O değerleri son derece azalmış ve % 0.1' lere kadar düşmüştür. Buna karşın K₂O içerikleri % 5' ler civarına kadar artmıştır.

Dördüncü grubu silis oluşumları meydana getirmektedir. Bu oluşumlardan koyu renkli kalsedon (Koyu K), beyaz renkli kalsedon (Beyaz K), Ametist (AMT) ve şeffaf kuvars (SFK) zonları birbirlerinden olabildiğince saf olarak ayıklanmış ve öğütülmüştür. Bu zonlara ayrı ayrı bakıldığında Beyaz-K'dan SFK'ya doğru SiO₂ değerleri artmakta olduğu görülmektedir (Çizelge 6.1). Beyaz-K zonunun SiO₂ içeriği diğer tüm zonlara göre % 0,6 - 0,8 civarında daha azdır. Aynı zon diğer zonlarla karşılaştırıldığında Al₂O₃ değeri % 0,3'e, CaO, Na₂O ve K₂O içerikleri ise % 0,1'e yakın olmak üzere daha fazladır. Ancak Fe₂O₃ değerleri tüm zonlarda % 0,13 - 0,17 arasında oynayıp belirgin bir ayrılanma göstermemektedir. Bu durum, beyaz kalsedonlu zonun, içinde bulunduğu kayacın (andezit-altère andezit) ana oksit elementlerinden bazılarını (Al₂O₃, CaO, Na₂O ve K₂O) az da olsa içerdiğine işaret etmektedir. Koyu kalsedon, ametist, ve şeffaf kuvars zonlarında Al₂O₃ değeri sadece % 0,02 ile 0,07 (200-700 ppm) arasındaki değerlerde izlenmektedir. Bunun dışında bir tek koyu kalsedonlu zonda % 0.02 lere ulaşan CaO ve Na₂O oranları vardır. Bu ana element oksitleri ametist ve şeffaf kuvars

zonlarında P_2O_5 değerleri % 0.006 – 0.019 arasındadır. Ateşte kaybın Beyaz-K zonunda % 2,3 olması silis ile birlikte kil minerallerinin de (Al_2O_3 değerinin yüksekliği ile birlikte) etkisi olduğunu göstermektedir. C/Toplam oranında % 0,05 olması bu zonda az da olsa $CaCO_3$ 'ında bulunabileceğine işaret etmektedir.

Şekil 6.3 ve 6.4' de beşinci grup olarak nitelenen ve riyodasit/dasit olarak isimlendirilen iki örnekte SiO_2 değerleri % 65 civarındadır(Çizelge 6.1). TiO_2 ise % 0.3 gibi düşük değerlerdedir. Al_2O_3 içerikleri % 17 civarlarındadır. Fe_2O_3 değerleri % 2.7- 2.8 arasında düşük değerler sergilemektedir. MgO içerikleri de oldukça düşüktür ve % 0.8 yakın olarak belirginleşmiştir. CaO ise % 3 civarındaki değerler sunmaktadır. Na_2O değerleri taze andezitlere(birinci gruba) göre % 1, altere andezitlere (ikinci gruba)göre de % 3 'e varan artışlar göstererek % 5.5' lara çıkmaktadır. K_2O içerikleri ise % 1.6 – 1.8 arasında oldukça düşük değerler göstermektedir. Bu grubun kimyasının andezit ve altere andezitlerin kimyalarından oldukça çok farklılıklar sunduğu söylenebilir.

Altıncı grubu temsil eden tüf örneği tek örnek olduğu için burada ana oksit değerleri ayrıntılı olarak bir kez daha verilmeyecektir. Ancak tüm kayalara göre SiO_2 değeri en yüksek (% 73 civarı) ve K_2O değeri ise % 5 civarı ile yine en yüksektir (Çizelge 6.1) Diğer tüm ana oksit element değerleri birinci, ikinci ve üçüncü grup kayalardaki değerlerden daha azdır.

Yedinci grup olan aglomeralara ait farklı mineralojik ve dokusal özellikler sunan volkanik kayaç parçaları, her biri ayrı bir kayacı temsil ettiğinden birbirleri ile karşılaştırılmayacaklardır. Buna karşın Çizelge 6.1'e bakıldığında genel saptamalar şöyle verilebilir: Kayalarda SiO_2 oranı arttıkça TiO_2 - Fe_2O_3 - MgO - CaO oranları düzenli olarak azalmaktadır. Na_2O oranlarında düzenli olmayan ama artış olarak düşünülebilecek bir değişim gözlemlenirken K_2O oranlarında ise düzenliye yakın bir artış saptanmıştır. Al_2O_3 'in SiO_2 karşı değişimi ise genellikle düşüş yönündedir.

6.2 Eser Element Jeokimyası

Analizi yapılan örneklerde eser element değerleri ve birbirleri ile olan ilişkileri Çizelge 6.2'den izlenebilecektir. Buna göre; taze andezitlerde (1.grup) Ba 500-650 ppm civarında iken altere andezitlerde (2.grup) Ba içerikleri artarak 750 ppm lere kadar çıkmaktadır. Sr değerleri taze ve altere andezitlerde bir farklılık göstermeden 500-560 ppm arasında değişmektedir. Rb değeri 56-88 ppm arasında olup alterasyon ile biraz azalma göstermekle birlikte çok önemli değişiklik sunmamaktadır. Zr, Y, Nb, Hf ve Ga değerlerinde ise taze ve altere andezitik kayalar arasında kayda değer bir farklılık gözlenmemektedir. Sadece Ta ve Cs değerleri altere zonlarda taze andezitlere göre 5 ila 8 misline varan artışlar sergilemektedir. Co, Ni, Sn, Mo, Pb, Zn, Sb, Bi, Hg, Tl ve U değerleri altere andezitlerde taze olanlarına göre 10 misline varabilen artışlar göstermektedir. Buna karşın Cu, As, Se ve Th'da ise önemli bir farklılaşma gözlenmemektedir.

Üçüncü grup seladonitli örneklerle temsil olunmaktadır. Seladonit oluşumları andezit ve altere andezitler içindeki kırık ve çatlaklarda izlenmektedir. Ana oksit elementlerinde saptanan önemli farklılıklardaki gibi eser elementler açısından da çok anlamlı farklılıklar göze çarpmaktadır. Burada kıyaslamada baz olarak andezitler ve altere andezitler (1. ve 2. gruplar) esas alınacaktır. Bu kapsamda, bu grubun Ba değerleri andezit ve altere andezitlere göre 10 misli, Sr içerikleri 8 misline yakın, Zr değerleri yaklaşık yarı yarıya, ve Y değerleri yaklaşık 15 misli varan azalmalar göstermektedir. Buna karşın; Rb değerlerinde 6 mislinden fazla, Cs'da 2-10 misli ve U'da da 9 misli civarında artışlar dikkati çekmektedir. Nb, Hf ve Ta da ise artma ya da azalma net biçimde belirlenememiştir. Eser elementlerin metalik olanları açısından bakılınca örneklerin biri ICP –MS diğeri ise XRF yöntemi ile analiz edilmesi değerlendirmeler yapılmasında bazı zorluklara yol açmaktadır. Co, Ni, Sn, Mo, Zn, Cd, Sb, Bi, Hg, Tl ve U element değerlerinde büyük farklılıklar bu elementleri andezit ve altere andezitlerin aynı elementleri ile karşılaştırılmasına engel olmaktadır. Bu nedenle karşılaştırmalar yapılmamıştır. Cu, As, Ag, Se ve Th içerikleri ise 1. ve 2. grup kayalarına göre bir değişim göstermemektedir. Pb oranlarında bir miktar azalma görülmektedir.

Dördüncü grubun silisli örneklerinde volkanik kayaçtan sonra ilk oluşan beyaz kalsedon zonunda Ba, Sr, Y, Nb, Ta, Cs ve Ga değerleri koyu kalsedon, ametist ve şeffaf kuvars zonlarına göre daha yüksek değerler görülürken bu değerler andezitler, altere andezitler ve yeşil renkli altere zonunun aynı elementlerinin içerikleri ile kıyaslanamayacak derecede düşüktürler. Sr zonlanma sırasına göre giderek azalan bir yönelim sergilemektedir. Diğer elementler dıştan içe doğru giden zonlar açısından belirgin bir azalma veya artış göstermemektedir. Eser elementlerden Co'nun durumu ilginçtir. Co tüm silisli zonlarda 70-220 ppm arasında oldukça fazla oranda bulunmaktadır.

Beşinci grup olan riyodasit/dasitlerde Ba, Rb, Zr, Nb, Hf ve Cs değerleri taze ve altere andezitlere göre daha yüksek, Sr, Y ve Ta değerleri ise biraz daha düşüktür. V, Cu, Pb, Zn, ve As değerleri andezit ve altere andezitlere göre daha azdır. Sadece Th değerleri iki misline varan oranlarda fazladır.

Altıncı grubun tuf örneğinin tek olması nedeniyle çok temsili değildir ancak yukarıda verilen elementlerden Rb, Sr, Zr, Y ve Cs değerleri biraz azaldığı görülmektedir. Co, V, Mo ve Zn elementleri andezit ve altere andezitlere göre daha az, Zn dışında aynı element değerleri riyodasit/dasitlere göre de daha az oranlarda bulunmaktadır. Diğer tüm elementlerde belirgin bir farklılaşma izlenmemektedir.

Yedinci grup aglomeraya ait volkanik kayaç parçalarını içermesinden ve her örneğinde farklı bir volkanik kayacı temsil etmesinden dolayı tüm eser elementler açısından bir değerlendirmeye özellikle gidilmemiştir.

6.3 Nadir Toprak Element Jeokimyası

Birinci grubu oluşturan andezitlerin tüm nadir toprak elementleri Çizelge 6.3'e bakıldığında her bir element için kendi içlerinde birbirine çok yakın değerler sunmaktadır. İkinci grup olan altere andezitlerde XRF analiz yönteminden dolayı sadece La ve Ce element değerleri andezitlerle karşılaştırılabilmektedir. Buna göre andezitlerle altere andezitler arasında önemli bir farklılık görülmemektedir. Yeşil renkli altere zonda

bir örnek XRF diğeri ICP yöntemi ile analiz edilmiştir. La ve Ce sonuçları açısından büyük farklılık olması analizleri değerlendirmeyi engellemektedir. XRF analiz sonuçlarına göre andezit ve altere andezitlere göre bir değişiklik olmadığı gözükürken, ICP analiz yönteminde gerek La ve Ce gerekse diğeri tüm NTE değerlerinde çok büyük oranda azalmalar söz konusudur. Örnek sayısının azlığı ve yöntem farklılığı başta Ce olmak üzere NTE açısından çok önemli yorumlar yapılmasına olanak yoktur. Kalsedonlar, kuvars ve ametistlerden oluşan grupta sadece La ve Ce de değil diğeri tüm NTE elementlerinde de çok önemli bir azalma görülmektedir. Buna rağmen ametist örneğinde diğeri silis türevlerine kıyasla birkaç misli fazlalık olduğu fark edilmektedir.

Beşinci grup olan riyodasit/dasitlerde, hafif nadir toprak elementlerde (HNTE) andezitler göre önemli bir değişiklik yok iken ağır nadir toprak elementlerde (ANTE) azalmalar olduğu görülmektedir.

Tuf örneği de NTE elementleri yönünden riyodasit/dasit örneklerine göre azalma yönünde bir eğilime sahiptir.

Aglomeraların kayaç parçaları farklı kayaç parçalarını temsil ettiğinden birlikte değerlendirilememektedir. Ancak en az silis içeriğine sahip NYB 84B örneğinde tüm nadir toprak element değerleri, gerek 7. grubun diğeri kayaçları gerekse analiz edilen tüm volkanik kayaçlara göre hem HNTE hem de ANTE açısından çok belirgin fazlalıklara sahiptir.

7. YORUM VE TARTIŞMALAR

Yozgat-Yerköy-Belkavak Köyü civarında volkanik kayalar içinde izlenen kalsedon, kuvars ve ametist oluşumlarının incelenmesi çalışmanın ana konusudur. Ancak bu oluşumların sıcaklık ve tuzluluk gibi özelliklerinin yanı sıra oluşumların içinde bulunduğu kayalar ve diğer kayalardan elde edilen ilginç ve önemli veriler de burada tartışılıp yorumlanacaktır.

Silis oluşumları inceleme alanında stratigrafik olarak en altta yer alan andezitler içinde damarlar şeklinde bulunmaktadır. Bu nedenle öncelikle andezitlerin oluşum özellikleri irdelenecektir.

Çalışma alanındaki andezitlerde yapılan mineralojik ve petrografik çalışmalarla belirlenen önemli özellikler şunlardır. Andezitler az miktarda mikrofeno-kristaller olarak plajiyoklaz ve çok ender opaklaşmış mafik mineraller içermektedir. Plajiyoklazlarda elek dokusu, kemirilme dokusu, orta kesimlerinde hamur malzemesi görülmektedir. Kayalarda opak mineraller bazen kenarlarında maghemitleşme gösteren özşekilsiz manyetit mikrokristallerinden oluşmaktadır. Hamur ince uzun plajiyoklaz mikrokristallerinden ve volkan camından oluşmuş olup tipik olarak akma dokusuna sahiptir. Gaz boşlukları kil mineralleri, zeolit, kalsedon ve yer yer kalsit mineralleri ile doldurulmuştur. Afanitik andezitlerde genel olarak afirik, hiyolopilitik ve pilotaksitik dokular belirlenmiştir. Bütün bu veriler Erdoğan *et al.* (1996) ve Alpaslan and Temel (2000) tarafından Mineraloji-Petrografi Bölümünde ayrıntılı olarak verilen verileri ile tam bir benzerlik sunmaktadır.

Andezitlerde saptanan mineraller ve dokular bu kayaların nispeten hızlı soğurken aktıklarını işaret edebilir. Fenokristallerinin mikro düzeyde olması, plajiyoklazları ve mafik minerallerinde yukarıda belirtilen özellik ve dokularının gelişmesi Alpaslan and Temel (2000) tarafından ileri sürülen magma karışım süreçlerini geçirmiş olabileceklerini varsayılmaktadır.

Öte yandan andezitler olarak tanımladığımız kayaçların, yukarıdaki mineralojik bulgulara ilaveten jeokimyasal verilerle de yorumlanması ve Alpaslan and Temel (2000)'in petrografik ve jeokimyasal verilerle de denştirilmesi yapılmıştır. Andezitler, Şekil 6.1- 6.3 bakıldığında dasit, trakiandezit alanlarında Şekil 6.4'de ise andezit alanına yer almaktadır. Ancak bu kayaçlar içinde örnek alımında kaçınılmaz şekilde silis damarları ve gaz boşluklarını dolduran silis oluşumları içermeleri ve yaşadıkları hafif alterasyonlar nedeniyle $SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$ diyagramlarında asıl düşmesi gereken alanlardan farklı alanlara düşmektedirler. Öte yandan, yine ileride alterasyonlar konusunda anlatılacağı gibi Zr ve Y' un hareketliliği nedenlerinden genellikle güvenilir olan $Nb/Y - Zr/TiO_2 * 0,0001$ diyagramında bile andezit alanına düşen örneklerin Çizelge 6.4) bazaltik andezit (bazalt) alanına doğru kaymaları gerektiği düşünülmektedir. Bu veriler ışığında andezit örneklerimizin bazaltik andezit olma olasılıkları yüksektir.

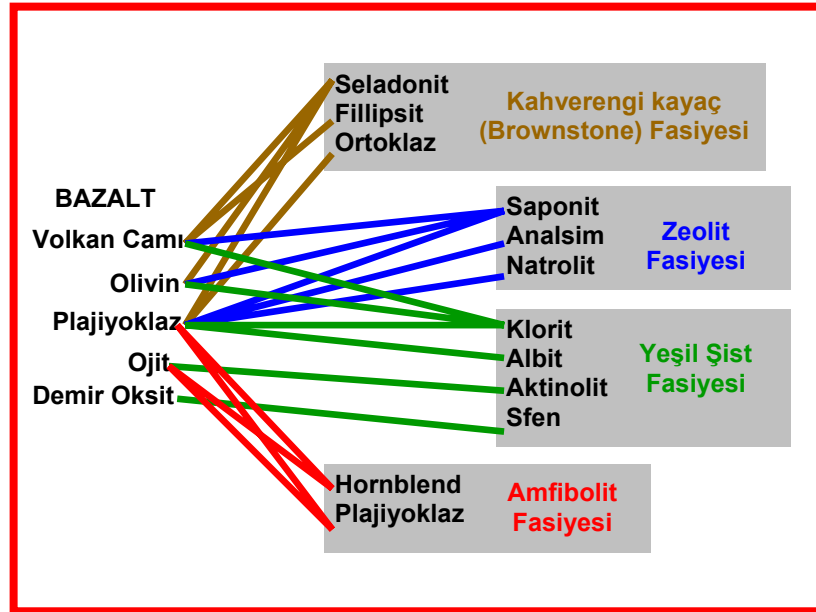
İncelemelerde andezit örneklerinin yanı sıra altere andezitlerde ayırtlanmıştır. Bunlar sahada tazeye yakın andezitlerle birlikte bulunan ancak kahverengi renkler sunan alterasyona uğramış kayaçlardır (bakınız Şekil 5.3 ve 5.4). Mikroskobik çalışmalar bunların andezitlerle aynı mineralojik ve petrografik özellikleri olduğunu göstermiştir. İki örnekten yapılan jeokimyasal analizlerde ise, tazeye yakın örneklere göre SiO_2 , Na_2O ve Al_2O_3 değerlerinde azalmalar, Fe_2O_3 , MgO , Ateşte kayıp, Zr, Cs ve Mo değerlerinde artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Bu değişimler nedeniyle sınıflama diyagramlarında (Şekil 6.1-6.4) andezit, bazaltik andezit ve trakiandezit alanlarına düşmüşlerdir. Bu durum kayaçlarda SiO_2 kaybına karşı aynı zamanda SiO_2 ilavesiyle elementlerin toplam kimyası dengelenmektedir. Bu kayaçlarında bu yüzden tazeye yakın andezitlerle (bazaltik andezitlerle) aynı kayaçlar olduğu kabul edilmektedir.

Bir diğer önemli alterasyon oluşumu ise hem tazeye yakın andezitler hemde altere andezitler içinde gözlenen yeşil (mavimsi yeşil) renkli altere zonlar ve damarlardır. Damarlardan alınan örneklerde polarizan ve cevher mikroskobik incelemeler, X-Işınları Kırınım, ve Raman Spektroskopi çalışmaları ile (bakınız ilgili bölümler) yeşil renkli bir kil minerali türü olan seladonitler, smektit türü kil mineralleri, zeolit türü olarak fillipsitler, manyetitler, maghemitleşmiş (hematitleşmiş) manyetitler, kalsitler,

opaklaşmış (manyetit) mafik mineral civarında sanidinler belirlenmişlerdir. Bu parajenez andezit ve altere andezitlerin nasıl bir ortam içinde ve hangi koşullara maruz kaldıklarını göstermesi bakımından önemlidir. Aşağıda bu konu çok ayrıntılı olarak tartışılacaktır.

Okyanus kabuğu metamorfizması ve hidrotermal alterasyonu hakkında çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bass (1976), bazaltların denizaltı bozunmalarını çalışırken etkili dört süreçten birinin oksidatif diyajenez (gömülme sonrası, yoğun oksidasyon) olduğunu ve seladonit ve seladonit/smektit oluştuğunu ileri sürmektedir.

Cann (1979) ise okyanuslardan küreme ve/veya sondajlar yoluyla elde edilen bazalt örneklerinde yaptığı çalışmalarda, brownstone, zeolit, yeşil şist ve amfibolit fasiyeslerini ayırtlamış ve minerallerin hangi minerallere altere olduğunu göstermiştir.



Şekil 7.1 Okyanus tabanı bazaltlarında belirlenen fasiyes ve mineral toplulukları (Cann 1979' dan alınmıştır).

Cann 1979'a göre, Brownstone (kahverengi kayaç) fasiyesi deniz tabanı bozunması veya ılık hidrotermal alterasyondur. Oksidasyon koşulları altında sarımsı kahverengi renge sahip ürünleri içeren kayalar oluşur. Mineral toplulukları dengede değildir ve sadece belli bazı ilksel fazları ornatırlar. Olivinler çok yoğun alterasyonda

seladonitlerce ornatılırlar. Seladonitler gaz boşluklarını doldurmakta ve volkan camlarını ornatmaktadır. Plajiyoklazlar genellikle taze kalırlar ancak çok kuvvetli alterasyon altında kısmen K-feldispata (adularya) dönüşürler. Volkan camlarında palagonit (turuncu renkli illit) oluşmakta ve sıklıkla düşük sıcaklık zeoliti olan fillipsit ve kalsit minerallerince eşlik olunmaktadır.

Velde (1985)'e göre ise deniz suyu ile ılık lav akıntılarının etkileşimi sonucu denizaltı bozunması (weathering) ile seladonitler oluşmaktadır. Bu etkileşim sırasında alterasyon ürünlerinde K elementi artışı olmaktadır. Bazaltların camsı kısımlarından itibaren killer meydana gelmektedir. Seladonitler ise bazaltlardaki ferromagnezyen minerallerin özellikle piroksenlerin ornatılmasıyla oluşmaktadır. Böylelikle bazaltlar içinde seladonit damarları oluşmaktadır.

Weaver (1989)'da denizaltı volkanlarından çıkan materyalin deniz suyu ile reaksiyona girerek smektitler, seladonitler ve zeolitleri oluşturduğunu savunmaktadır. Oksidasyon koşulları altında bazaltlardan, 20°C'ye yakın sıcaklıklar altında seladonit, dioktahedral Fe-montmorillonit, nontronit ve Fe hidroksitler oluştuğunu belirtmektedir. Yazarın makalesinde adı geçen Kurnosov *et al.* (1981) ise yukarıda sayılan kil minerallerinin rozet, dantel, yaprak, tüp, çiçek ve saç şekillerinde geliştiğini belirtmektedir.

Okyanus tabanı bazaltları hakkında çok ayrıntılı bilgiler Adamson and Richards (1990) tarafından verilmektedir. Bu yazarlardan derlenen ve çalışmamızın tartışılmasına dayanak oluşturacak veri ve bilgiler şöyle özetlenebilir: Eski okyanus kabuğunun üst kısmındaki bazaltlar çeşitli alterasyon etkileri göstermektedir. Bu alterasyon, deniz suyu ve/veya kimyasal olarak etkilenmiş deniz suyu ve/veya 100°C'e kadar ısıtılmış kimyasal olarak etkilenmiş deniz suyu yoluyla meydana gelir. Bu etkileri, Cann (1979)'da brownstone (kahverengi taş) fasiyesi alterasyonu, Honnorez (1981) ise düşük sıcaklık alterasyonu olarak tanımlanmaktadır. Loverne (1987) deniz tabanı bozunması (sea floor weathering) olarak kabul etmekte ancak bunun soğuk deniz suyu oksidatif alterasyonu olarak görmektedir. Adamson and Richards (1990), bu düşük sıcaklık alterasyonunun, yukardaki yazarların görüşlerini de birleştirerek, smektit, seladonit, K-

zengin fillipsit ve Na-Ca zeolitlerden oluştuğunu belirtmektedir. Kempe (1974), Bass (1976), Andrews (1977), Robinson *et al.* (1977), Scarfe and Smith (1977), Buckley *et al.* (1978), Pritchard (1979a,b), Andrews (1980), Natland and Mahoney (1981), Alt and Honnorez (1984), Donnelly *et al.* (1979), Honnorez *et al.* (1983a) ve Adamson (1984) tarafından yapılan araştırmalar K-zengin dioktahedral mikanın oksidasyon koşulları altında düşük sıcaklıklarda (brownstone fasiyesi) en yaygın kil mineralleri yani seladonitler olduğunu göstermiştir. Düşük sıcaklık altında bazaltlar ile deniz suyu arasında kimyasal değişim Scott and Hajash (1976) tarafından özetlenmiştir. Bu yazarlara göre ortamda H₂O, Fe⁺³, K, Rb, Cs ve U'ca önemli ölçüde zenginleşmeler meydana gelmektedir. Ayrıca toplam Fe, B, Ce, Sr, V, Cr ve Pb'ca biraz zenginleştikler olduğunu ifade etmektedirler. Buna karşın Ti ve P'un düşük sıcaklık alterasyonundan çok az etkilendiği düşünülmektedir (Cann,1970; Robinson *et al.* 1977, Pritchard 1979a). Thompson (1973)'e göre Si, Mg ve Ca bazaltlardan uzaklaştırılan elementlerdir. Bunlara deniz suyundan K ilave olmakta ve bazaltlardan toplam Fe, Al ve Mn ise çok az oranda azalmaktadır. Bu bulgular pek çok yazar tarafından da doğrulanmıştır. (Shido *et al* 1974, Donnelly *et al* 1979, Gillis and Robinson 1988 gibi).

Deniz tabanından alınan bazaltların dışında daha önce denizaltında oluşmuş ve bugün karasal ortamda izlenen bazaltlarda da seladonit oluşumları incelemiştir. Gallahan and Duncan (1994), Kıbrısta Troodos Ofiyolitnin volkanik kayalarında seladonitlerin kırık ve boşluk dolgularında oluştuğunu belirtmektedir. 91-92 my yaşındaki Troodos magmatik kayaları içinde 91 ile 50 my'lık seladonit yaşları belirlemiştir.

Pichler *et al.* (1999), Güney Şili Sırtı'nın (Southern Chile Ridge) denizaltı volkanik kayalarında düşük sıcaklık alterasyonunu incelemiş ve gelişim evrelerini vermiştir. Buna göre;

- 1- Kırıklar boyunca ve kayaç yüzeyinde Fe boyamaları
- 2- Gaz boşlukların ikincil materyalle doldurulması
- 3- Camsı matriksin parçalanması (breakdown)
- 4- Mikrokristalin matriksin parçalanması (bozunması)

5- Olivinin bozunması ve ornatımı

İkincil veya alterasyon fazları genellikle yüksek K (% 3-5) yüksek Fe (% 30-70) ve düşük Al (<% 2) içeriklerine sahiptir. En yaygın ikincil mineraller Fe-oks hidroksitler, Seladonit/Fe oks hidroksit (seladonit ile Fe oks hidroksit karışımı) ve saponittir. İkincil minerallerin oluşumu deniz suyu ile kayaç oranının doğrudan bir sonucu olan oksidasyon durumu tarafından kontrol edilmektedir. Ancak son alterasyon ürünleri dış faktörler tarafından (örneğin sedimantasyon oranı veya Mn kabuğunun oluşumu) denetlenmektedir. Ca kayaçtan hep uzaklaştırılır, Mg bazı kayaçlara eklenirken bazılarında kayba uğrar. Si ise ya kayaçtan uzaklaştırılır ya da etkilenmeden aynı kalır. Fe ve H₂O artışları Fe⁺³/Fe⁺² artışına eşlik eder. K, Rb ve Cs artışları olduğu başka araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir. Bu elementlerde zenginleşme sırası Cs>Rb>K şeklindedir. Alterasyonun ilk evrelerinde NTE, Ba, Zr, Hf, Ta, Nb ve Mo gibi bazı eser element davranışları sadece Mn'ca zengin Fe-oks hidroksitlerinin çökelişi ile kontrol edilmektedir. Ce'in Mn'ca zengin Fe-oks hidroksitlerce tercihli ilişkisi deniz suyunda Ce tüketimini açıklayan temel faktördür.

Alt (1999), bazik magmatik kayaçların çok düşük dereceli hidrotermal metamorfizmasını incelemiş ve hem kıtasal hem de okyanusal bazaltik akıntılarda seladonitin 40°C'den düşük sıcaklıklar sırasında gelişen olaylara bağlı olduğunu belirtmiştir.

Kentaro (2001), Hint Okyanusunda GB Hindistan sırtındaki okyanus ortası bazaltlardaki düşük sıcaklık hidrotermal alterasyonunda bir grup örnekte kahverengi-yeşil kil minerallerinin damarlar ve/veya gaz boşluklarını doldurduğunu belirlemişlerdir. Bunların, elektron mikroskop ile yapılan çalışmalar göre, başlıca seladonit, saponit, Fe-oks hidroksit mineralleri olduğunu belirlemişlerdir. Taze bazaltlarla karşılaştırıldığında altere olanların K₂O, Rb ve U'ca zenginleşmiş olduğu görülmektedir.

Schramm *et al.* (2002), Güney Pasifik yükselimindeki bazaltlarda düşük sıcaklık alterasyonu sırasında seladonit, fillipsit, Fe-oksihidroksitler ve kalsitleri saptamışlardır. Yaptıkları ICP-MS ve XRF çalışmaları ile bazaltlarda deniz suyundan sağlanan Rb, Cs ve Ba'ca zenginleşerek ikincil minerallere katıldıklarını U ise oksidasyon koşulları ile ilişkili olduğunu söylemişlerdir. K₂O' in ise bazaltların bünyesine girerek seladoniti oluşturduğuna inanılmaktadır.

Schenato *et al.* (2003), Brezilya'daki Parana havzasının kalın bazaltik akıntılarında alterasyon süreçlerini mineralojik ve petrografik olarak incelemişlerdir. Belirledikleri "Üst Vesiküler Zon" da seladonit, saponit, klorit ve zeolit mineralleri saptamışlardır. Kil mineralleri ve zeolitlerdeki değişimlerin, düşük dereceli gömülme metamorfizması (low grade burial metamorphism) sırasında yüksek su/bazalt alterasyonlarına bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Çok ilginç bir saptama ise seladonit-biyotit geçişine yaklaşık 400°C civarında ulaşıldığını belirtmektedirler.

MacKenzie (2004) tarafından yazılan kitabın Green Clay Minerals bölümünde seladonitin hemen hemen yalnız derin deniz ortamlarında veya denizel alterasyon yaşamış karasal bazik püskürük kayalara (bazaltlara) eşlik ettiği belirtilmektedir.

Yukarıda 1979 ile 2004 yılları arasında yayınlanan makalelerden elde edilen veri ve saptamaların kısa bir özeti şöyle verilebilir: Deniz suyu altında bazaltik kayaların kırık ve boşluklarında başlıca seladonit, smektit, fillipsit (zeolit) ve Fe oksihidroksit ve kalsit mineralleri oluşmaktadır. Kayalarda (bazaltlarda) Si, Mg, Ca, Al, Mn oranlarda azalmalar buna karşın altere zonlarda(seladonitli zonlarda) H₂O, Fe⁺³, K, Rb, Cs ve U'ca artışlar meydana gelmektedir.

İncelenen ve analiz edilen yeşil renkli alterasyon damarları örneklerimizin mineralojik bileşimleri yukarıda belirtilmişti. Mineral parajenez bakımından literatür özetinde verilen tüm mineraller aynen saptanmıştır. Jeokimya bölümünde belirtildiği gibi bu alterasyon zonunda SiO₂, MgO, Fe₂O₃, K₂O, Rb, Cs ve U değerlerinde belirgin artışlar ama Al₂O₃, CaO, Na₂O, MnO, Ba, Sr, Zr ve Y değerlerinde önemli azalmalar

belirlenmiştir. Bu kimyasal verilerde yukarıda verilen literatür çalışmaları ve onlardan çıkartılan özetle belirgin benzerlikler sunmaktadır.

Bu bilgilerin ışığında andezitik lavların sıg denizel ortama çok evreli olarak aktıkları ve her evre arasında alterasyon geçirdikleri düşünülmektedir. Andezit (bazaltik andezit) ve altere andezitlerin denizsuyu altında 100°C'in altında (40°C veya 20°C altında da olabilir) ılık hidrotermal alterasyon sonucu oluştuğu ileri sürülebilir. Bu kayaçların buldukları magma odasında karışıma uğradıktan sonra hızlı bir şekilde yükselip sıg denizel ortama geldikleri düşünülmektedir. Çünkü Yozgat civarında jeolojik çalışmaları yapan araştırmacılar (Birgili vd. 1975, Erdoğan *et al.* 1996 ve Alpaslan ve Temel 2000) volkanik kayaçların denizel Yoncalı Formasyonu ile karasal İncik Formasyonu ile girik olduğunu ve sıg denizel koşullar altında oluştuklarını belirtmektedirler. Belirlenen bir diğer önemli veride inceleme alanında izlenen tüm volkanitleri örten ve Kocaçay Üyesine dahil ettiğimiz fosilli kumlu kireçtaşlarının sıg denizel bir ortamı temsil etmesi ve Bartoniye yaşını vermesidir.

İnceleme alanında izlenen riyodasit/dasit türü volkanik kayaçlarda yapılan mineralojik-petrografik çalışmalar, bu kayaçların çok ince taneli minerallerden oluştuklarını ve akma dokularına sahip olduklarını göstermiştir. Bu görünümleri andezitleri andırsa da ufak biyotit ve amfibol fenokristallerinin bulunması ve özellikle de perlitik dokuları ile yapılan kimyasal analizler, bu kayaçların andezitlerden farklı olduklarını kanıtlamaktadır. Riyodasit/dasitlerin çok altere olmamaları, gaz boşlukları içermemeleri de dikkati çeken diğer özellikleridir. Bu kayaçların ince taneli olmaları hızlı soğuduklarını göstermektedir.

Çalışma alanında izlenen aglomeraların değişik türde volkanik kayaçları içerdiği sahada yapılan jeolojik gözlemler, mineralojik-petrografik çalışmalar ve jeokimyasal analizler sonucu belirlenmiştir. Seçilen 5 örneğin kimyasal analizi bunların bazaltik andezitten riyolite doğru değişik volkanik kayaçlardan oluştuğunu göstermiştir. Alpaslan and Temel (2000) yaptıkları çalışmada Yozgat volkanitlerinde bazaltik andezitten dasite kadar değişen volkanik kayaçlarda fraksiyonel kristalleşmeden söz etmektedirler.

Çalışma alanının Yozgat'a yakınlığı ve benzer volkanik kayaların bulunması fraksiyonel kristellenme düşüncesini destekler niteliktedir.

Çalışmanın ana konusunu teşkil eden silisli çözeltilerin oluşum koşulları tartışılıp yorumlanması aşağıda yapılmaktadır:

Andezit, altere andezit ve killeşmiş camı tüfleri kestiği saha verileri ile belirlenen silis damarlarında oluşum sırasının önce kalsedon sonra beyaz kuvars, şeffaf kuvars I, ametist ve şeffaf kuvars II olduğu gerek sahada yapılan gözlemler gerekse el örneği incelemeleriyle belirlenmiştir. Kristaller şeklinde olan kuvars ve ametistlerde yapılan sıvı kapanım çalışmaları kalsedonik evreden sonra kuvars oluşumları evrelerinde silisli çözeltilerin ısısının 200°C'lerden 370°C'lere kadar çıktığını ve sonra 120°C'lere kadar düştüğünü göstermiştir. Genellikle % 8'in altındaki tuzluluk oranları kuvars ve ametistlerin oluşumları sırasında meteorik suların etkili olduğunu göstermektedir.

Silisli çözeltiler sırasında ısının 400°C'lere kadar yükseldiğinin bir diğer kanıtı da andezit ve altere andezitlerin gaz boşluklarında yer yer rastlanan biyotit-klorit parajenezleridir. Daha önce bu kayalarda sığ denizel koşullar altında ılık sulu hidrotermal alterasyon ile seladonit, fillipsit, simektit, hematit ve kalsit parajenezleri nin oluştuğu belirtilmişti. Öte yandan, Alt (1999) tarafından biyotitin seladonitten itibaren 400°C'ler civarında oluştuğu ifade edilmektedir. Ayrıca kloritlerin denizaltı hidrotermal alterasyonlarda ancak yeşilist fasiyesi koşullarında oluşabileceği Cann (1979) ve Weaver (1989) gibi yazarlar tarafından da belirtilmektedir. Biyotitlerin gözlemlendiği gaz boşluklarının bazılarında kalıntı halde seladonit mineralleriyle birlikte kuvarsların bulunması seladonit-biyotit değişiminin, kuvarsların oluşumu evresinde olduğunu ve sıcaklığın 400°C'lere yaklaştığını göstermektedir.

Sonuç olarak incelenen bölgenin ortamında meydana gelen değişiklikler ve silis oluşumlarının birlikte yorumlanması yapıldığında; pek çok yazar tarafından kabul edildiği gibi, çalışma alanından elde edilen veriler de sığ denizel ortamın Orta Eosen'de var olduğunu göstermektedir. Birgili vd. (1975), denizin Maastrichtiyen-Üst Eosen arasında birçok kereler ilerleyerek bölgeyi kapladığını ve geri çekildiğini ileri sürmektedir. Aynı

yazarlar Üst Eosen’de ise denizin tamamen çekilerek yerini karasal ortam şartlarına ve geçici göllere bıraktığını belirtmişlerdir. Öte yandan, Erdoğan *et al.* (1996), Yozgat Bölgesinin Geç Paleosen’den itibaren Çankırı havzasının güney kesiminin sığ denizel birimler ve/veya karasal deltaik sedimanlarla doldurulduğunu ifade etmişlerdir. İnceleme alanında andezitik lavların ard arda akmlar ve her akma arasında da alterasyon geçirmesi deniz seviyesindeki alçalma ve yükselmelere işaret edebilir. Karadenizli ve Kazancı (2000) ise Yozgat-Yerköy Alt Havzasının Bartoniyen-Priaboniyen’de Deliceirmak formasyonu ile karasal ortama geçerek alüvyal yelpaze ve akarsu tortulları, konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlarını oluşturduğunu ileri sürmektedirler.

Erdoğan *et al.* (1996), Bayat volkanitleri ile yaşdaş denizel Yoncalı Formasyonunun İncik Formasyonu ile girik olduğunu ve İncik Formasyonunun kırmızı konglomeralar, kumtaşları ve yeşil-kırmızı şeyler ile yer yer izlenen jips mercekleri ile karasal çökeller içerdiğini belirtmektedir. İncik Formasyonunun baskın olarak karasal olduğunu ancak bazen sığ deniz tarafından işgal edildiğini savunmuşlardır.

Bütün bu veriler çalışma alanında sığ denizel ortamın zaman zaman karasal ortama geçerek hüküm sürdüğünü ve olasılıkla Bartoniyen-Priaboniyen’den itibaren tamamen karasal ortama geçildiğini göstermektedir. Kuvars ve ametistlerin oluşumu sırasında meteorik suların etkin olması silisli çözeltilerin denizel ortam koşullarında değil karasal ortam sırasında kuvars ve ametist kristallerini oluşturduğuna işaret etmektedir. Silislerin nereden kaynaklandığı zamansal olarak tam olarak söylenememektedir. Ancak olasılıkla riyodasit/dasit volkanizmasından sonraki artık çözeltilerin sığ denizel fasiyesten sonra karasal ortam koşullarında olasılıkla gerilmeli rejim tarafından oluşturulan kırık ve çatlaklara yerleştiğini düşündürmektedir.

8. SONUÇLAR

Yozgat-Yerköy Belkavak köyü civarında volkanik kayalar içinde izlenen kalsedon, kuvars ve ametist damar oluşumlarında ve yakın civarında yüzeyleyen kayalarda jeolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemeler yapılarak aşağıda sunulan sonuçlara ulaşılmıştır.

1) Genellikle ayırtılmadan haritalanan Bayat (Yozgat) Volkanitleri 20 km²'lik çalışma alanında ayırtılmaya çalışılmış ve bir kesimde yayılımları belirlenerek haritalanmıştır. Yapılan incelemeler, sahada andezitlerin (bazaltik andezit-?) kısmen taze ve altere olarak yer aldığını göstermiştir. Onların üzerinde killeşmiş camsı tüfler gelmektedir. Her iki birim riyodasit/dasit türü volkanik kayalar tarafından kesilmiştir. Bunların üzerinde aglomeralar yer almaktadır. Onların üzerinde izlenen fosilli kumlu kireçtaşlarının sığ denizel ortam koşullarında oluştukları ve Bartoniyen katını veren mikrofosiller içerdikleri saptanmıştır.

2) Üst üste akma özellikleri gösteren andezitik lavların sığ denizel ortama çok evreli olarak geldikleri ve her evrede denizaltı ortamı koşullarında alterasyon geçirdiklerine ait veriler elde edilmiştir.

3) Andezit ve altere andezitler içinde yeşil renkli altere damarlar ve zonlar belirlenmiştir. Yapılan ayrıntılı mineralojik-petrografik çalışmaları ile bunlarda seladonit, fillipsit, smektit, hematit ve kalsit parajenezi saptanmıştır.

4) Yeşil renkli damar ve zonların denizaltı ortamında 100°C'nin (olasılıkla da 40°C'nin) altında düşük sıcaklık hidrotermal alterasyonu süreçlerini geçirdiklerine işaret etmektedir. Bu oluşumlarda yapılan jeokimyasal çalışmalarla, alterasyon süreçleri sırasında bu kesimlerde SiO₂, MgO, Fe₂O₃, K₂O, Rb, Cs ve U değerlerinde belirgin zenginleşmeler buna karşın Al₂O₃, CaO, Na₂O, MnO, Ba, Sr, Zr ve Y değerlerinde önemli azalmalar olduğunu belirlenerek literatürde denizaltı ortamında gelişen seladonitli oluşumlarla büyük benzerlikleri belirlenmiştir.

5) Kalsedon, kuvars ve ametistlerden oluşan silis damarlarının andezit, altere andezit, seladonitli yeşil renkli alterasyon damarları ve killeşmiş camsı tüfleri kestiği gözlenmiştir. Aglomeralar içinde kayaç parçaları ile birlikte bulunmuşlardır. Fosilli kumlu kireçtaşlarının fosillerinde yer yer silisleşmelere rastlanması Bartoniyen'de sığ denizel ortam koşullarında silisleşmelerin az da olsa devam ettiğini göstermektedir.

6) Kuvars ve ametistlerde yapılan sıvı kapanım çalışmaları bunların oluşumları sırasında silisli çözeltilerin ısısının önce 200°C'lerden 370°C'lere kadar çıktığını ve sonra 120°C'lere kadar düştüğü saptanmıştır. Genellikle %8'in altındaki tuzluluk oranları kuvars ve ametistlerin oluşumları sırasında meteorik suların etkili olduğunu göstermektedir. Isılardaki bu yükselmeler sırasında andezitlerin gaz boşluklarında biyotit-klorit minerallerinin büyüdüğü belirlenmiştir.

7) Silisli oluşumların olasılıkla riyodasit/dasit volkanizmasından sonraki artık silisin sığ denizel fasiyesten sonra karasal ortam koşullarında bulunan suların etkin olduğu sıralarda kırık ve çatlaklara yerleştiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adamson, A.C. and Richards, H. G. 1990. Low-Temperature alteration of very young basalts from ODP Hole 648B: Serocki Volcano, Mid-Atlantic Ridge, In Detrick, R., Honnorez, J., Bryan, W.B., Juteau, T., *et al.*, Proc. ODP, Sci. Results, 106/109; College Station, TX (Ocean Drilling Program),181-194.
- Akçe, M.A. 2003. Yozgat Batolitinin kuzey bölümünün jeolojisi ve petrolojisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi, 116 s., Ankara
- Alpaslan, M. and Temel, A. 2000. Petrographic and geochemical evidence for magma mixing and crustal contamination in the Post-Collisional calcalkaline Yozgat Volcanics, Central Anatolia, Turkey. *International Geology*, Vol.42; 850-863
- Alt, J. C , and Honnorez, J. 1984. Alteration of the upper oceanic crust: DSDP Site 417: Mineralogy and chemistry. *Contrib. Mineral. Petrol*, 87;149-169.
- Alt, J.C. 1999. Very low-grade hydrothermal metamorphism of basic igneous rocks. In: M. Frey and D. Robinson, Editors, *Low-grade Metamorphism*, Blackwell Science Ltd, pp. 169–201.
- Andrews, A. J. 1977. Low temperature fluid alteration of oceanic layer 2 basalts, DSDP Leg 37. *Can. J. Earth Sci.*, 14; 911-926.
- Andrews, A. J. 1980. Saponite and celadonite in layer 2 basalts, DSDP Leg 37. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 73; 323-340.
- Ateş, Ş., Erkal, T., Mutlu, G., Bulut, A., Osmañeçlebioğlu, R., Olgun, Ş. ve Özata, A. 2002. Çorum kenti ile merkez ilçesinin yerbilim verileri ve doğal afet kaynakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derlemesi, 146s., Ankara.
- Ayan, T. 1969. Çankırı-Yerköy Havzası petrol imkanları jeolojik ve tektonik etüdü. TPAO, Rapor No: 469, 101s., Ankara.
- Bass, M. N. 1976. Secondary minerals in oceanic basalts with special reference to Leg 34, Deep Sea Drilling Project. In Yeats, R. S., Hart, S. R., *et al.*, *Init. Repts. DSDP, 34: Washington (U.S. Govt. Printing Office)*; 393-432.
- Birgili, S., Yoldaş, R. ve Ünal, G. 1975. Çankırı Çorum Havzası'nın jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Genel Müdürlüğü Rapor No 5621, 78 s., Ankara

- Bodnar, R.J. 1993. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions. *Geochim. Cosmochim. Acta* 58, 1053-1063.
- Boztug, D. 2000. S-I-A type intrusive associations: Geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia, Turkey, in Bozkurt, E., Winchester, J.A., and Piper, A.D., eds., *Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area: Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 173; pp. 407-424.
- Buckley, H. A., Bevan, J. C , Brown, K. M. and Johnson, L. R. 1978. Glauconite and celadonite: Two separate mineral species. *Min. Mag.*, 42, 373-382.
- Büyükönal, G. 1985. Yozgat Yöresi volkanitlerinin asal ve iz elementlerinin dağılımı. *MTA dergisi*, 105-106; 97-111.
- Cann, J. R. 1970. Rb, Sr, Zr, and Nb, in some ocean floor basaltic rocks. *Earth Planet. Sci. Letts.*, 10; 7-11.
- Cann, J. R. 1979. Metamorphism in the ocean crust. In Talwani, M., Harrison, C. G., and Hayes, D. E. (Eds.), *Deep drilling results in the Atlantic Ocean: Ocean crust. American Geophysical Union, Geodynamics Project: Scientific Report*, 48; 230-238, Washington.
- Çemen, I., Göncüoğlu, M. C. and Dirik, K. 1999. Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey. *Jour. Geol.*, v. 107; pp. 693-706.
- Detrick, R., Honnorez, J., Bryan, W.B. and Juteau, T. 1990. Low-Temperature alteration of very young basalts from odp hole 648B: Serocki volcano, mid-atlantic ridge. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 106/109.
- Donnelly, T. W., Pritchard, R. G., Emmermann, R. and Puchelt, H. 1979. The ageing of oceanic crust: Synthesis of the mineralogical and chemical results of Deep Sea Drilling Project Legs 51 through 53. In Donnelly, T., Francheteau, J., Bryan, W., Robinson, P., Flower, M., Salisbury, M., *et al.*, *Init. Repts. DSDP*, 51-53: Washington (U.S. Govt. Printing Office); 1563-1577.
- Ekinci, T. and Boztuğ, D. 1997. Anatolid-Pontid çarpışma sisteminin pasif kenarında yer alan Yozgat batolitinde syn-COLG ve post COLG granitoyid birlikteliği. *Geosound*, v. 30, no. 2; p. 519-538.

- Erdoğan, B., Akay, E. and Uğur, M.S. 1996. Geology of the Yozgat region and evolution of the collisional Çankırı Basin. *International Geology Review*, 38; 788-806.
- Folk, R. L. 1959, Practical petrographic classification of limestones: *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 43; 1-38.
- Gilg, H.A., Morteani, G., Kostitsyn, Y., Preinfalk, C., Gatter, I. and Strieder, A. J. 2003. Genesis of amethyst geodes in basaltic rocks of the Serra Geral Formation (Ametista do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil): a fluid inclusion, REE, oxygen, carbon, and Sr isotope study on basalt, quartz, and calcite. *Mineralium Deposita* 38, 1009-1025.
- Gillis, K. M. and Robinson, P. T. 1988. Distribution of alteration zones in the upper oceanic crust. *Geology*, 16; 262-266.
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, G.M.V., Kuşçu, I., Erler, A. and Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı kemsinin jeolojisi Bölüm 1: Güney Kesim. ODTÜ-TPAO Proj. Rep., 140 p. (yayınlanmamış).
- Göncüoğlu, M. C., Ditik, K., Erler, A., and Yalınız, K. 1994. Orta Anadolu Masifinin Sivas Baseni ile ilişkisi. ODTÜ-TPAO Proj. Rep., 135 p. (yayınlanmamış)
- Görür, N., Tüysüz, O. and Sengör, A. M. C. 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian basins. *Int.. Geol.. Rev.*, v. 40; pp .831-850.
- Gürbüz, M. 2007. Balıkesir-Dursunbey-Güğü Köyü civarındaki magmatitlerin jeolojisi ve petrografisi ile ametistlerin oluşumu, mineral kimyası ve ekonomisi. Doktora tezi (yayınlanmamış). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 139s, Adana.
- Hatipoğlu, M. 1998. Çubuk (Ankara) bölgesindeki agatların sınıflandırılması ve tanımlanması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 53; 13-21.
- Hatipoğlu, M. ve Dora, O. Ö. 1998. Ankara-Çubuk agatları ve kapanımların mineralojisi ve oluşumlarının incelenmesi. *Geosound (Çukurova Üniversitesi Dergisi)*, 32; 167-190.
- Hatipoğlu, M. ve Dora, O. Ö. 2000. Ankara agatının mineralojisi ve bantlı yapının kökeni. *Yerbilimleri (Hacettepe Üniversitesi Dergisi)*, 22; 1-12.
- Honnorez, J. 1981. The ageing of the oceanic crust at low temperature. In: Emiliani, C. (Ed.), *The Sea, Vol. 7: The oceanic lithosphere.*; pp. 525-587. New York

- Honnorez, J., Laverne, C., Hubberten, H. W., Emmermann, R. and Muehlenbachs, K. 1983a. Alteration processes in layer 2 basalts from Deep Sea Drilling Project Hole 504B, Costa Rica Rift. In Cann, J. R., Langseth, M. G., Honnorez, J., Von Herzen, R. P., White, S. M., *et al.*, Init. Repts. DSDP, 69: Washington (U.S. Govt. Printing Office); 509-546.
- Kadıoğlu, Y.K., Dilek, Y. and Foland, K.A. 2006. Slap break off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian crystalline complex, Turkey. In: Dilek, Y. and Pavlides, S. (eds), post collisional Tectonics and magmatism in the Mediterranean Region and Asia. Geological society of America, special paper 409, 381-415.
- Karadenizli, L. ve Kazancı, N. 2000. Çankırı-Çorum Havzasındaki paleo-yükselti ve alt havzalar. Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi, MTA, 209-227, Ankara.
- Kempe, D.R.C. 1974. The petrology of the basalts, Leg 26. In Davies, T. A., Luyendyk, B. P., *et al.*, Init. Repts. DSDP, 26: Washington (U.S. Govt. Printing Office); 465-504.
- Ketin, İ. 1955. Yozgat Bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu Masifi'nin tektonik durumu. TJK Bülteni, Sayı. 1-28
- Keskin, E. 1992. Çiçekdağı (Kırşehir) Yerköy-Şefaati Yozgat dolaylarının jeolojisi ve kömür olanakları. MTA Genel Müdürlüğü Derleme Raporu.
- Laverne, C. 1987. Les alterations des basaltes en domaine oceanique. Mineralogie, petrologie et geochemie d'un systeme hydrothermal: le puits 504B, Pacifique oriental. These de doctorat d'etat, Universite d'Aix Marseille III, pp. 315.
- Mackenzie, F.T. 2004. Sediments, diagenesis, and Sedimentary Rocks. Elsevier, 425 p., USA
- Natland, J. H. and Mahoney, J. J. 1981. Alteration in igneous rocks at Deep Sea Drilling Project Sites 458 and 459, Mariana Fore-arc Region: Relationship to basement structure. In Hussong, D. M., Uyeda, S., *et al.*, Init. Repts. DSDP., 60: Washington (U.S. Govt. Printing Office); 769-788.
- Peterson, C., Dunctan, R. and Scheidegger, K.F. 1986. Sequence and longevity of basalt alteration at deep sea drilling Project site 597. Deep Sea Drilling Project, Volume 92; 505-515.

- Pichler, T., Ridley, W.I. and Nelson, E. 1999. Low-temperature alteration of dredged volcanics from the southern Chile ridge: additional information about early stage of seafloor weathering. *International journal of marine geology geochemistry and geophysics*, 155-177.
- Pritchard, R. G. 1979a. Alteration of oceanic basalts. Ph. D. thesis, University of Newcastle upon Tyne, U.K.
- Pritchard, R. G., Cann, J. R. and Wood, D. A. 1979. Low-temperature alteration of oceanic basalts, DSDP Leg 49. In Luyendyk, B. P., Cann, J. R., *et al.*, *Ink. Repts. DSDP, 49: Washington (U.S. Govt. Printing Office); 709-714.*
- Robinson, P. T., Flower, M.F.J., Schmincke, H. U. and Ohnmacht, W. 1977. Low temperature alteration of oceanic basalts, Leg 37. In Aumento, F., Melson, W. G., *et al.*, *Ink. Repts. DSDP, 37: Washington (U.S. Govt. Printing Office); 775-794.*
- Scarfe, C M . and Smith, D.G.W. 1977. Secondary minerals in some basaltic rocks from DSDP Leg 37. *Can. J. Earth Sci.*, 14; 903-910.
- Scott, R. B. and Hajash, A. 1976. Initial submarine alteration of basaltic pillow lavas. *Am. J. Sci.*, 276; 480-501.
- Schenato, F., Formoso, M. L. L., Dudoignon, P., Meunier, A., Proust, D. and Mas, A. 2003. Alteration processes of a thick basaltic lava flow of the Parana Basin (Brazil): petrographic and mineralogical studies. *Journal of South American Earth Sciences* Volume 16; Issue 5, 423-444.
- Shido, F., Miyashiro, A. and Ewing, M. 1974. Composition variation in pillow lavas from the Mid-Atlantic Ridge. *Mar. Geol.*, 16; 177-190.
- Tatar, S., and Boztuğ, D. 1997. Yozgat batoliti GB kesimindeki (Sefaati-Yerköy arası) Monzonitik birlikte fraksiyonel kristalleşme ve magma karışması süreçleri. *Geosound*, v. 30, no. 2; p. 539-562.
- Weaver, C.E., 1989. *Clays, Muds and Shales*. Elsevier Science Publishers, 819 p., USA.
- Weiszburg, T.G., Toth, E. and Beran, A. 2004. Celadonite, The 10-Å green clay mineral of the manganese carbonate ore, Urkut, Hungary. *Acta Mineralogica-Petrographica*, Vol. 45/1; 65-80.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyad : Nihal ÇEVİK

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 17. 11. 1983

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Batıkent Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı) (2001)

Lisans : Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2005)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2005-Şubat 2009)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2007-)