

**KAPADOKYA İGNİMBİRİTLERİNİN ANA KAYA VE
ALTERASYON MİNERALOJİSİ İLE YERİNDE
ÖLÇÜLEN ULTRASONİK ATIM HIZLARI ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN
THE HOST ROCK – ALTERATION MINERALOGY AND
IN-SITU ULTRASONIC PULSE VELOCITY
MEASUREMENTS OF CAPPADOCIAN İGNİMBRİTES**

YASİN YURDAKUL

DOÇ. DR. HÜSEYİN EVREN ÇUBUKÇU

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

JEOLJİ Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

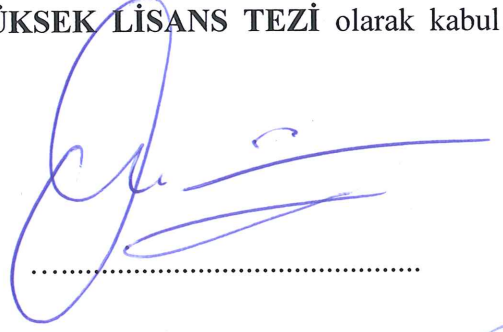
YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

YASİN YURDAKUL'un hazırladığı '**Kapadokya İgnimbiritlerinin Ana Kaya ve Alterasyon Mineralojisi ile Yerinde Ölçülen Ultrasonik Atım Hızları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi**' adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erkan AYDAR

Başkan



Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU

Danışman



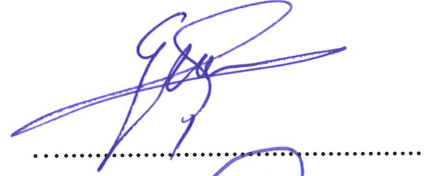
Doç. Dr. Kaan SAYIT

Üye



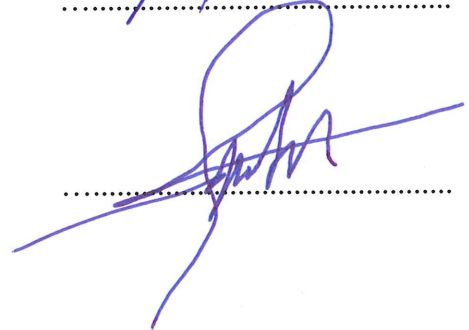
Dr. Öğr. Üyesi Erdal ŞEN

Üye



Dr. Öğr. Üyesi İnan Ulusoy

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak/...../..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

26 / 06 / 2019


YASIN YURDAKUL

YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir.
- Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

26/06/2018

(İmza)

YAŞİN YURDAKUL

ÖZET

KAPADOKYA İGİNİMBİRİTLERİNİN ANA KAYA VE ALTERASYON MİNERALOGİSİ İLE YERİNDE ÖLÇÜLEN ULTRASONİK ATIM HIZLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Yasin YURDAKUL

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. H. Evren Çubukçu

Haziran 2019, 201 sayfa

Orta Anadolu Volkanik Bölgesinde Orta Miyosen-Geç Kuvaterner volkanizması, karasal-gösel sedimanlar ve çeşitli noktalardan türeyen lav akışları ile birbirinden ayrılan 10 temel ignimbirit içermektedir. Bu ignimbirit üniteleri, yerleşimleri esnasında ve sonrasında çeşitli bölgelerde hidrotermal faaliyet sonucunda alterasyon/devitrifikasyona ve sıklıkla dolgu süreçlerine maruz kalmıştır. İgnimbiritlerin içerdikleri amorf jüvenil camın alterasyon süreçleri sonucunda zeolit, opal-A, opal-CT, kil grubu minerallerine ve nadir olarak sülfat minerallerine dönüştüğü görülür. İgnimbirit ünitelerinin yerleşmesini takiben bazı bölgelerde hidrotermal akışkan kontrolünde dolgu süreçlerinin geliştiği gözlenir. İkincil dolgu, kırık – çatlak sistemleri boyunca sıklıkla karbonat ve nadiren sülfat kristalleşmeleri ile temsil edilir.

TÜBİTAK tarafından desteklenen 113Y439 No'lu proje kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmada, Kapadokya ignimbiritlerinin mineralojik-petrografik özellikleri ile sahada (in-situ) ölçülen ultrasonik atım hızları (UPV) arasındaki ilişkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ultrasonik atım hızı yöntemi 9 farklı ignimbirit ünitesinde (Kavak, Zelve,

Cemilköy, Sarımadentepe, Sofular, Tahar, Gördeles, Kızılkaya ve Valibabatepe) uygulanmıştır. İgnimbiritlerin mineral içerikleri ve dokusal özelliklerinin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını doğrudan etkilediği gözlenmiştir. Özellikle alterasyon, devitrifikasyonun ve dolgu süreçlerinin yaygın olduğu bazı bölgelerde ölçülen ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarının, bu süreçlerin hakim olmadığı bölgelerdeki karşılıklarından farklı olduğu saptanmıştır. Gerçekleştirilen SEM-EDS ve X-ışını microtomografi analizleri ile ignimbiritlerin pirojenik ve alterasyon mineral içerikleri tanımlanmış ve gözeneklilik oranları hesaplanmıştır. Alterasyon ile gelişen devitrifikasyon sonucu gözlenen ikincil kristalleşmenin ignimbiritlerin kristal miktarında artışa, dolayısıyla gözenek hacminde azalmaya ve kaynaklanmasına yol açtığı belirlenmiştir. Bu nedenle, ultrasonik atımların devitrifiye ignimbiritlerde, alterasyona uğramamış karşılıklarından daha hızlı ilerlediği ölçülmüştür. Sonuç olarak, bu tez çalışması, sahada kolaylıkla uygulanabilen “dolaylı” yöntem ile ölçülen ultrasonik atım hızlarının, incelenen ignimbiritin alterasyon derecesine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alterasyon, devitrifikasyon, Kapadokya ignimbiritleri, Ultrasonik atım hızı

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE HOST ROCK – ALTERATION MINERALOGY AND IN-SITU ULTRASONIC PULSE VELOCITY MEASUREMENTS OF CAPPADOCIAN IGNIMBRITES

Yasin YURDAKUL

Master of Science, Department of Geological Engineering

Supervisor: Doç. Dr. H. Evren Çubukçu

June 2019, 201 pages

The Middle Miocene-Late Quaternary volcanism produced 10 major ignimbrite deposits separated by terrestrial-lacustrine sediments and lava flows in Central Anatolian Volcanic Province. These ignimbrite deposits have been exposed to alteration and secondary filling processes as a result of hydrothermal activity during and after their depositions in various regions. Amorphous juvenile glass in ignimbrites are observed to devitrify into zeolites, opal-A, opal-CT, clay group minerals and occasionally into sulphate minerals as a result of the alteration processes. Secondary fillings are usually represented by carbonate and seldomly by sulphate crystallisation via the fracture – crack systems.

The aim of this thesis, supported by TUBITAK (Project No: 113Y439), is to investigate the relationships between mineralogical-petrographical features of Cappadocia ignimbrites and the ultrasonic pulse velocity (UPV) measured in-situ on the outcrops. The ultrasonic pulse velocity measurements were performed in 9 different ignimbrite deposits (Kavak, Zelve, Cemilköy, Sarımadentepe, Sofular, Tahar, Gördeles, Kızılkaya and

Valibabatepe). It was observed that the petrographical features of ignimbrites directly affected the propagation velocity of the ultrasonic pulses. Particularly, the ultrasonic pulse velocities in altered rocks are significantly different than those measured in unaltered counterparts. The pyrogenic and alteration mineral assemblages of ignimbrites were identified and their porosities have been calculated with SEM-EDS and X-ray microtomography analyses. It was determined that the devitrification induced secondary crystallisation caused an increase in the amount of crystals and resulted with a decrease in porosity and an increase in welding. Therefore, it was measured that ultrasonic pulses were moving faster in devitrified ignimbrites than their equivalents that have not gone through alteration. In conclusion, this thesis study reveals that the easy-to-measure in-situ ultrasonic pulse velocity is a function of the petrography of the rock unit and can be correlated with its degree of alteration.

Keywords: Alteration, devitrification, Cappadocia ignimbrites, Ultrasonic pulse velocity.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her bir safhası için ayrı ayrı özen göstererek gerekli ortamı hazırlamış, çalışmanın sonuca ulaştırılmasında rehberlik etmiş ve karşılaşılan tüm soru ve sorunlarımda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. H. Evren Çubukçu'ya,

Tez çalışma sahası hakkında vermiş oldukları öğretimleri ile katkıda bulunan hocamlarım Dr. Öğr. Üyesi Erdal Şen ve Dr. Öğr. Üyesi İnan Ulusoy'a,

Tez çalışmamda kullanmış olduğum Pundit Lab cihazını tedarik eden ve ultrasonik atım hızı yöntemi hakkında ilk öğretimleri katkıda bulunan hocam Prof. Dr. Erkan Aydar'a,

Tez çalışmamın her aşamasında destekte bulunan ve düşünceleri ile ışık tutan Arş. Gör. Lütfiye Akın, Arş. Gör. Efe Akkaş, Arş. Gör. Caner Diker ve Volkan Erkut'a,

Gerek tez çalışması gerek öğretim hayatım boyunca klasik ince kesit yapımı ve aşamalarını öğreten ve yardımlarını eksik etmeyen Hacettepe Üniversitesi İnce Kesit Laboratuvar görevlileri Vahdet Ateş ve Ethem Ersarı'ya

Tez çalışmamın analizlerini gerçekleştirmemde uygun laboratuvar ortamını hazırlayan Mehmet Özcan'a

Tez çalışmasının genelinde yanımda olan, her daim destek veren aileme ve arkadaşlarıma, teşekkür ederim.

Yasin YURDAKUL

Haziran 2019, Ankara

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	xiii
ŞEKİLLER.....	xiv
SİMGE VE KISALTMALAR.....	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	1
1.3. Genel Jeoloji.....	3
1.4. Önceki Çalışmalar.....	3
1.4.1. Volkanizma odaklı çalışmalar.....	3
1.4.2. Ultrasonik Atım Hızı odaklı çalışmalar.....	6
2. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Arazi Çalışmaları.....	9
2.1.1. Ultrasonik Atım Hızı Ölçüm Yöntemi.....	9
2.1.1.1. Ultrasonik Atım Hızı Test Donanımı.....	12
2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	13
2.2.1. Işık Mikroskopisi.....	13
2.2.2. Taramalı Elektron Mikroskop – Enerji Dağılım Spektrometri (SEM-EDS) Analizleri.....	14
2.2.3. X – Işını Mikrotomografisi.....	16

3. VOLKANOSTRATİGRAFİ.....	18
3.1. Temel Kayaçları.....	19
3.2. Neojen Volkanizması.....	19
3.2.1. Ekstrüvizif Volkanizma	19
3.2.2. Eksploziv Volkanizma.....	20
3.2.2.1. Kavak İgnimbiriti	20
3.2.2.2. Zelve İgnimbiriti	21
3.2.2.3. Sarımadentepe İgnimbiriti.....	23
3.2.2.4. Sofular İgnimbiriti.....	24
3.2.2.5. Cemilköy İgnimbiriti.....	25
3.2.2.6. Yerel Geri Düşme Ürünleri (Güzeldere Geri Düşme Ürünleri).....	26
3.2.2.7. Tahar İgnimbiriti	26
3.2.2.8. Gördeles İgnimbiriti	28
3.2.2.9. Kızılkaya İgnimbiriti.....	29
3.2.2.10. Valibabatepe İgnimbiriti	30
3.3. Kuvaterner Volkanizması	31
3.3.1. Kumtepe İgnimbiriti	31
4. MİNERALOGİ VE PETROGRAFİ.....	32
4.1. Alterasyona Uğramamış İgnimbiritlerin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri	32
4.1.1. Kapadokya İgnimbiritlerinin ilksel (pirojenik) petrografisi	32
4.1.2. Kapadokya İgnimbiritlerinin ilksel (pirojenik) mineralojisi	45
4.1.2.1. Feldispat Grubu Mineraller	45
4.1.2.2. Amfibol Grubu Mineraller	47
4.1.2.3. Mika Grubu Mineraller	47
4.1.2.4. Piroksen Grubu Mineraller.....	49
4.1.2.5. Volkanik Cam	50
4.2. Bozunma ve Alterasyon Petrografisi	50

4.3. Bozunma ve Alterasyon Mineralojisi.....	60
4.3.1. Kil Mineralleri	61
4.3.2. Zeolit Mineralleri	63
4.3.2.1. Höylandit – Klinoptilolit Serisi	63
4.3.2.2. Eriyonit ve Offretit Mineralleri	65
4.3.2.3. Mordenit	69
4.3.2.4. Şabazit	71
4.3.3. Diğer Fazlar	72
4.3.4. Devitrifikasyon	74
5. YERİNDE (IN-SITU) ULTRASONİK ATIM HIZI ÖLÇÜMLERİ	76
5.1. Gözeneklilik	81
5.2. Dolgu Süreçleri	83
5.3. Hidrotermal Alterasyon.....	86
5.4. Diğer Süreçler	90
5.5. Yerinde (İn-situ) Tahar İgnimbiriti Ultrasonik Atım Hızları	91
5.5. Yerinde (İn-situ) Kızılkaya İgnimbiriti Ultrasonik Atım Hızları.....	92
6. TARTIŞMA VE YORUM	95
7. SONUÇLAR	98
KAYNAKLAR.....	100
EKLER	108
EK 1. Kapadokya ignimbiritlerinden elde edilmiş bazı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarına karşın referans mineralojik – petrografik özellikleri gösteren görüntüler	108
EK 2. Kavak ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları	130
EK 3. Zelve ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları	131

EK 4. Cemilköy ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları	132
EK 5. Tahar ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları	133
EK 6. Gördeles ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları	134
EK 7. Kızılkaya ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları	135
EK 8. Valibabatepe ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları	136
EK 9. Feldispat minerallerine ait tanımlayıcı ana oksit oranları ve hesaplanmış katyonik oranlar	137
EK 10. Amfibol grubu minerallerine ait ana oksit analiz sonuçları ve hesaplanmış katyonik değerler	143
EK 11. Mika grubu mineralleri üzerinde gerçekleştirilen mikroprop analizleri ve hesaplanmış katyonik oranlar	145
EK 12. Klinoptilolit/Höylandit grubu minerallerine ait ana oksit oranlar ve hesaplanmış katyonik değerler	151
EK 13. Eriyonit/offretit grubu minerallerine ait ana oksit oranlar ve hesaplanmış katyonik değerler	157
EK 14. Mordenit minerallerine ait ana oksit oranları ve hesaplanmış katyonik değerler	162
EK 15. Kapadokya ignimbiritleri juvenil cam analizleri (113Y439 [85] No'lu Tübitak Projesinden alınmıştır).....	163
EK 16. Piroksen grubu minerallerine ait ana oksit analiz sonuçları ve hesaplanmış katyonik değerler	167
EK 17. Kavak ignimbiritinin dolgu süreçlerine maruz kalmış kesimlerine ait EDS haritası gösterilmektedir.	170
EK 18. Kavak ignimbiritinin dolgu süreçlerine maruz kalmış kesimlerine ait micro-Ct analizleri gösterilmektedir.	171

EK 19. Kavak ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait micro-Ct analizleri gösterilmektedir.....	172
EK 20. Kavak ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.....	173
EK 21. Zelve ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerinin özelliklerini korunmuş olduğu EDS haritası gösterilmektedir.	174
EK 22. Zelve ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış EDS haritası gösterilmektedir.	175
EK 23. Zelve ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış kesimlerine ait temsili micro-CT analizler gösterilmektedir.	176
EK 24. Zelve ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış yüzleklerine ait micro-CT analizleri gösterilmektedir.	177
EK 25. Zelve ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	178
EK 26. Zelve ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	179
EK 27. Zelve ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	180
EK 28. Sarımadentepe ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.	181
Sarımadentepe ignimbiriti, yoğun pirojenik cam içeriğine sahip olup mika ve feldispat kristallerince zengindir. Buna karşın, yoğun ve küçük boyutlarda gözenekler içermektedir.	181
EK 29. Sofular ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.	182
EK 30. Cemilköy ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	183
EK 31. Cemilköy ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış yüzleklerine ait micro-CT analizleri gösterilmektedir.	184

EK 32. Cemilköy ignimbiritinin ortaç tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	185
EK 33. Cemilköy ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait EDS haritası gösterilmektedir.	186
EK 34. Cemilköy ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona maruz kalmış yüzleklerine ait micro-CT analizleri gösterilmektedir.	187
EK 35. Tahar ignimbiritinin kısmen alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	188
EK 36. Tahar ignimbiritinin ortaç tipte alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	189
EK 37. Tahar ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	190
EK 38. Tahar ignimbiritinin alkali tipte (Na-Ca) alterasyona uğramış kesimlerine ait EDS haritası gösterilmektedir.	191
EK 39. Gördeles ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona maruz kalmış kesimlerine ait temsili EDS haritası görülmektedir.	192
EK 40. Gördeles ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.	193
EK 41. Kızılkaya ignimbiritinin altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	194
EK 42. Kızılkaya ignimbiritinin altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.	195
EK 43. Kızılkaya ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.	196
EK 44. Kızılkaya ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.	197
EK 45. Valibabatepe ignimbiritinin vitrik orta ve alt seviyelerine ait EDS haritaları gösterilmektedir.	198
EK 46. Valibabatepe ignimbiritinin fiyاملı seviyelerine ait EDS haritaları gösterilmektedir.	199

ÖZGEÇMİŞ	200
----------------	-----

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 4.1. Şekillerde kullanılan mineral kısaltmalarının birçoğu Whitney ve Evans [45] göre yapılmıştır.....	32
Çizelge 4.2. Kapadokya ignimbritlerinin mineralojik-petrografik özelliklerinin SEM-EDS ve Micro-CT incelenmeleri	57

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma bölgesinin yer bulduru haritası ve ultrasonik atım hızı (UPV) ölçüm lokasyonları (Türkiye haritası, [1] alınmıştır).	2
Şekil 2.1: Probların (alıcı-verici) kayaç örnekleri üzerindeki konumu ve arazi çalışmasında kullanılan yöntem: İndirect or surface	10
Şekil 2.2. Probların (alıcı-verici) kayaç örnekleri üzerindeki konumu ve arazi çalışmasında kullanılan yöntem: İndirect veya surface, b) Problar arasında yeralan x mesafesinde ilk zamanın (t_1) ölçümü, c) Problar arasında yeralan mesafenin $2x$ çıkarılarak ikinci zamanın (t_2) ölçümü, d) Problar arasındaki mesafe 5 cm ölçülerek t_1 zamanının elde edilmesi, e) Problar arasındaki uzaklık 10 cm ölçülerek t_2 zamanının elde edilmesi	11
Şekil 2.3: Pundit Lab+ cihazı ile ölçülmüş P dalga hızı formu ve sönümlenme şekli	12
Şekil 2.4. a) Pundit Lab cihazı ve 54 kHz'lik silindirik problar, b) 54 kHz'lik sivri uçlu üssel problar.	13
Şekil 2.5. Büyük harita, EDS analizleri sonucu oluşturulan eş ölçekli haritaların birleştirilmesi ile elde edilmiş ve bu büyük haritadan kayacın juvenil cam, kristal ve gözenek içeriği hesaplanmıştır.....	15
Şekil 2.6. Mikrotomografi taramaları için ignimbiritlerden alınmış karot numuneleri; karot çaplarının küçük olması X – ışınlarının daha kolay geçişine olanak sağlamakta ve tarama sonucunda numune bileşimlerinin daha belirgin olduğu gürültüsüz sanal görüntüler edilmektedir.....	16
Şekil 2.7. Gördeles ignimbiritine ait 2B sanal kesit ve bu görüntülerden bölümlenme, sınıflama işlemleri.....	17
Şekil 3.1. Kapadokya bölgesinin genel stratigrafik istifi (Aydar ve ark.[4]'den alınmıştır)...	18
Şekil 3.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Aydar ve ark. [4]'den alınmıştır).	19
Şekil 3.3. Kavak ignimbiritleri içerisindeki sedimanter yapılar (Aşk Vadisi).	21
Şekil 3.4. Zelve ignimbiriti akış ünitesi (Zelve Vadisi, KB'ya bakış), b) Zelve ignimbiriti içerisinde görülen konkresyon yapıları (Paşabağ Vadisi), c) Zelve ignimbiriti geri düşme ünitesi ve akresyonel lapilli seviyesi (Ürgüp, KB'ya bakış), d) Zelve ignimbiritinin alterasyon uğramış akıntı seviyesi (Bozca köyü).....	22

Şekil 3.5. Zelve ignimbiritini gösteren temsili kolon kesitler, a) İgnimbiritin altere olmamış yüzleklerine ait özellikler, b) İgnimbiritin göl ortamında yerleşmesi ile gözlenen genel litolojik özellikler.....	23
Şekil 3.6. Sarımadentepe ignimbiritinin akıntı ve geri düşme üniteleri (Ayvalı Köyü'nün ~3 km güneyi, KD'ya bakış).....	24
Şekil 3.7. Sofular ignimbiritinin arazi görüntüsü, b) Geri düşme ünitesinin pomzaları 2 cm'den küçük boyutlarda (Topuzdağ doğusu, batıya bakış).	25
Şekil 3.8. Cemilköy ignimbiritinin arazi görüntüsü (Karain, kuzeye bakış), b) Cemilköy ignimbiritinin alterasyona uğraması sonucunda pomza içeriğinin yok olması ve pomza yerlerinin boşluklu görüntüsü (Karacaören'in 2 km batısı).....	26
Şekil 3.9. a) Tahar ignimbiritinin 2 patlama ünitesi (Yeşilöz köyü girişi, batıya bakış), b) Hidrotermal alterasyona maruz kalmış Tahar ignimbiritinin gözenekli, rijit yapısı (Karain köyü, batıya bakış).....	27
Şekil 3.10. Tahar ve Gördeles ignimbiritlerine ait temsili kolon kesitler, a) İgnimbirit ünitelerinin altere olmamış özellikleri temsili, b) İgnimbiritlerin hidrotermal alterasyona maruz kalmış bölgelerdeki genel litolojik özellikleri.	28
Şekil 3.11. a) Gördeles ignimbiritinin arazi görüntüsü (Taşkınpaşa batısı), b) Hidrotermal alterasyona maruz kalmış Gördeles ignimbiritinin rijit yapısı (Karacaören 3 km güneybatısı).....	29
Şekil 3.12. a) Kızılkaya ignimbiritinin bulunduğu bölgedeki düz yapısı (Batıya bakış), b) Kızılkaya ignimbiriti içerisindeki kalsit damarları (Karşıyazıharmanı tepesi), c) Kızılkaya geri düşme ünitesi ve paleosol ile ilişkisi (Şahinefendi köyü batısı).	30
Şekil 4.1. Kavak ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, a) 1. Nikol, b) 2. nikol.	33
Şekil 4.2. Kavak ignimbiritine ait SEM-EDS görüntüleri, a) İri gözenekli pomza ve oksit mineralleri, b, c) Kristalce zengin Kavak ignimbiriti, biyotit minerallerinde dilinimleri boyunca ayrılmıştır, d) Apatit kapanımları içeren manyetit kristali.	33
Şekil 4.3. Zelve ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, a, c) 1. Nikol, b, d) 2. nikol.....	34
Şekil 4.4. Zelve ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Plajiyoklaz ve biyotit kristalleri b) Levhamsı klinopiroksen kristali c) Uzun eksenli boyunca kısmen kemirilmiş özşekilli plajiyoklaz minerali d) İri kuvars ve plajiyoklaz kristalleri, plajiyoklazlar manyetit kapanımına sahiptir.....	35
Şekil 4.5. Sarımadentepe ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Yoğun cam içeriği ve özşekilli biyotit, iri manyetit mineralleri, b) Biyotit mineralinin plajiyoklaz, manyetit ve apatit kristal kapanımlarına sahip olduğu gözlenmektedir.	36

Şekil 4.6. Sofular ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) İgnimbiritin içerdiği özşekilli biyotit, plajiyoklaz mineralleri ve az orandaki manyetit mineralleri, b) Biyotit minerali deforme olmuş ve dilinimlerinden itibaren alterasyona uğramıştır.....	36
Şekil 4.7. Cemilköy ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Özşekilli plajiyoklaz minerali çatlaklarından itibaren boşluklar oluşmuş ve kuvars minerali, b) Biyotit minerali, dilinimleri boyunca açılmaya başlamış ve esnetilmiştir.	37
Şekil 4.8. Tahar ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, a, c) 1. Nikol, b, d) 2. nikel.	38
Şekil 4.9. Tahar ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a, b) Tahar ignimbiritinin yoğun kristal ve ksenolit içeren hipohyalin porfirik doku görüntüsü, b, c) Yarı özşekilli- özşekilli plajiyoklaz mineralleri, kenarları boyunca deforme olmuştur, klinopiroksen minerallerinde dilinimleri boyunca açılma gözlenmektedir, d) Manyetit kristalleri, apatit kapanımları içermektedir.....	39
Şekil 4.10. Gördeles ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, a, c) 1. Nikol, b, d) 2. nikel.....	40
Şekil 4.11. Gördeles ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Biyotit ve plajiyoklaz mineralleri özşekli ve manyetit mineralleri yuvarlaklamış şekilde gözlenmektedir b) Klinopiroksen kenarları boyunca deforme olmuş ve biyotit minerali apatit, zirkon kristalleri kapanımı içermektedir c) Özşekilli biyotit minerali ve zirkon kristali, d) Amfibol minerali.	41
Şekil 4.12. Kızılkaya ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, e, f) Devitrifikasyon sonucunda pirojenik cam, feldispat minerallerine dönüşmüştür, a, c, e) 1. Nikol, b, d, f) 2. Nikol.	42
Şekil 4.13. Kızılkaya ignimbiritine ait SEM görüntüleri a) Biyotit ve plajiyoklaz mineralleri, b) Biyotit minerali özşekilli ve apatit ve zirkon kapanımları içermektedir, c, e) Klinopiroksenleri dilinimleri boyunca açılmış ve kuvars mineralleri yuvarlaklaşmış, d) Amfibol minerali deforme olmuş ve plajiyoklaz mineralleri kenarlarından kısmen kemirilmiş olarak gözlenmektedir, f) Biyotit mineralleri dilinimleri boyunca açılmıştır ve Fe-Ti oksit mineralleri özşekillidir.....	43
Şekil 4.14. Valibabatepe ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Özşekilli klinopiroksen minerali, b) Plajiyoklaz ve ortopiroksen mineralleri kenarlarından itibaren deforme olmuştur ve Fe-Ti oksit mineralleri yuvarlaklaşmış şekilde gözlenmektedir, c) Fe-Ti oksit ve apatit mineralleri, vitrik cam içerisinde özşekilli biçimde bulunmaktadır, d) Amfibol mineralleri, kenarları boyunca olmuştur ve Fe-Ti oksit mineral kapanımları içermektedir.	44
Şekil 4.15. Kapadokya ignimbiritlerinin içerdiği feldispat minerallerinden pozisyon belirtilmeden ölçümü alınmış analizlerinin Ab-An-Or bileşim üçgenindeki dağılımları.	46

Şekil 4.16: Kapadokya İgnimbiritlerinde gözlenen amfibol grubu minerallerin Leake ve ark. [46]'e göre sınıflandırılması.	47
Şekil 4.17. Kapadokya ignimbiritlerine ait mika minerallerinin Mg/Fe oranlarına (a.f.u.) karşılık Al^{iv} (a.f.u.) değerlerinin dağılımı.	48
Şekil 4.18. Kapadokya ignimbiritlerinin piroksen minerallerine ait pozisyon belirtilmeden ölçümü alınmış analizlerinin Ca, Ca-Na ve QUAD (Mg, Ca, Fe) diyagramındaki dağılımı ve QUAD grubunda yer alan piroksenlerin En-Wo-Fs uç sınırları arasındaki dağılımları.	49
Şekil 4.19. Kapadokya ignimbiritlerinin Toplam Alkali – Silis oranlarına göre Le Bas [50] diyagramında gösterilmesi.	50
Şekil 4.20. Altère Kapadokya ignimbiritlerine ait SEM görüntüleri, a) Volkanik camın alterasyonu sonucu kaolinit oluşumu, merkezde cam parçası, b) İllit – smektit mineral birlikteliği, c) Mordenit tipi zeolit minerallerinin demetler halinde cam yüzeyinden itibaren kristallenmesi, d) Jüvenil cam içeriğinin yoğun biçimde zeolit ve kil minerallerine dönüşmesine rağmen pirojenik mineral içeriği korunmuştur, e) Zeolitleşmeden arta kalan jüvenil malzemenin silisleşmesi, f) Cam içeriğinin yoğun şekilde zeolitleşmesine rağmen jüvenil cam izleri, belirgin biçimde kalmıştır.	52
Şekil 4.21. Zeolit minerallerinin optik mikroskop görüntüleri, a, b) Zeolit kristallerin jüvenil camdan gözeneklere (amigdoloyidal doku) doğru şekilde oluşumları.	53
Şekil 4.22. Kapadokya ignimbiritlerinin karbonatlı çözeltilere maruz kalması sonucunda gözeneklerde (amigdoloyidal doku) kalsit oluşumlarına ait SEM görüntüleri, a) Kavak ignimbiriti, b) Kızılkaya ignimbiriti c) Cemilköy ignimbiriti d) Zelve ignimbiriti.	53
Şekil 4.23. Cemilköy ignimbiritine ait EDS ve mikrotomografi görüntüleri, 1) İgnimbirit ünitesinin çözelti süreçlerine maruz kalmış EDS görüntüsü ve mikrotomografi görüntüleri: a) 3B ham veri seti görüntüsü, b) Toplam ürünlerin 3B'ta sınıflandırılması, c) İkincil kalsit dolgu ve plajiyoklaz oranlarının nicel dağılımı, d) Gözenek dağılımı, e) Toplam mika, manyetit mineralleri ve zirkon kristallerinin 3B boyuttaki nicel dağılımı, f) Jüvenil cam içeriği. 2) Alkali tipte hidrotermal alterasyona maruz kalmış Cemilköy ignimbiritine ait EDS ve mikrotomografi görüntüleri, a) 3B ham veri seti görüntüsü, b) Toplam ürünlerin 3B'ta sınıflandırılması, c) Jüvenil cam ve zeolit (mordenit, eriyonit, klinoptilolit) oranı, d) Gözenek dağılımı, e) Plajiyoklaz minerallerinin 3B dağılımı, f) Mika minerallerinin dağılımı.	55
Şekil 4.24: Genel hidrotermal alterasyon tipleri ve mineral zonları (Utada [54]'dan alınmıştır).	60

Şekil 4.25. Kapadokya ignimbiritlerinden alınan örneklerde gözlenen kil mineralleri SEM görüntüleri a, b) Volkanik cam yüzeyinde kristallenmeye başlamış smektit mineralleri, c) Bal peteği dokulu smektit, d) ignimbirit ünitelerinde gözlenen illit mineralleri, e, f) Smektit ve illit minerallerinin birlikte bulunuşları.....	62
Şekil 4.26. Altere Zelve ignimbiritine ait höylandit-klinoptilolit serisi mikro analiz sonuçlarının Bish ve Boak [56] diyagramındaki dağılımı.	64
Şekil 4.27. Klinoptilolit minerallerine ait mikro analizlerin ekstra bağ yapıcı (M/M+D) katyonik oranlarına karşın R (Si/(Si+Al)) değerleri diyagramındaki dağılımı.	65
Şekil 4.28. Parça örneklerden elde edilmiş zeolit minerallerine ait SEM görüntüleri, a, b) Sarıhıdır köyü çevresindeki altere Zelve ignimbiritinin içerdiği klinoptilolit kristalleri ve bu kristallerin birbiri üzerinde kristallenmesi.	65
Şekil 4.29. Kapadokya ignimbiritlerinin eriyonit/offretit grubu minerallerine ait ekstra bağ yapıcı katyonik oranlarının Passaglia ve ark. [64] ve Gualtieri ve ark. [63] (Mg – Na+Ca – K) diyagramındaki dağılımı.	67
Şekil 4.30. Kapadokya ignimbiritlerinin içerdiği eriyonit/offretit minerallerinin bulunuş şekilleri, a, b) Tahar ignimbiritinde bulunan eriyonit/offretit demetleri (Aktepe-Karain), c, d) Gördeles ignimbiritinin içerdiği eriyonit/offretit demetleri (Karacaören), e) Zelve ignimbiritinin içerdiği ignemsi-lifsi eriyonit/offretit kristallerinin klinoptilolit/höylandit kristalleri ile birlikteliği (Tuzköy) f) Zelve ignimbiritindeki eriyonit/offretit, klinoptilolit/höylandit kristalleri ve amorf opal-A birlikteliği.	68
Şekil 4.31. Altere Cemilköy ignimbiritinin içerdiği mordenit minerallerine ait ekstra bağ yapıcı katyonlarının Passaglia [68] göre hazırlanmış diyagram üzerindeki dağılımı.	70
Şekil 4.32. Parça örneklerden ve ince kesitten elde edilmiş zeolit minerallerine ait SEM görüntüleri, a, b) Lifsi mordenit mineralleri ile karmaşa şeklinde gözlenen klinoptilolit mineralleri (a: Kavak ignimbiriti, b: Cemilköy ignimbiriti).	70
Şekil 4.33. Parça örneklerden elde edilmiş zeolit minerallerine ait SEM görüntüleri, a) Yığışım veya kümeler formunda gözlenen şabazit kristallerinin mordenit ve klinoptilolit/höylandit mineralleri ile birlikteliği, b) Demetler halinde gözlenen eriyonit/offretit mineralleri arasındaki prizmatik şabazit kristalleri (Tahar ignimbiriti).....	71
Şekil 4.34. Kapadokya ignimbiritlerinde gözlenen oksit, karbonat ve sülfat fazlarına ait temsili SEM görüntüleri, a, b) Amigdoloyidal pirolüsit ve kalsit mineralleri, c) Barit kristalleri, d) İgnimbiritlerdeki kalsit kristallerin gözlendiği parça örnek görüntüsü, e, f) Zeolitleşmeden arta kalan juvenil cam jarosit kristallerine dönüşmüştür.	73

Şekil 4.35. Kapadokya ignimbiritlerinde gözlenen farklı mineral fazlarına ait SEM görüntüleri a) Alünit mineralleri, b) Alünit mineralleri ve alünit kristalleri arasında gelişmiş dalgalı smektit kristalleri, c) Klinoptilolit mineralleri ile bulunan kristalin opal-CT, d) Cam yüzeyinde kümelenmiş amorf opal-A.....	74
Şekil 4.36. Kızılkaya ignimbiritinde gözlenen devitrifikasyon SEM görüntüleri, a, c) Aksiyolitik kristallenen alkali feldispat ve özşekilli kuvars kristalleri, b) Demetler halinde bulunan alkali feldispat kristalleri, d) Devitrifikasyon süreci ile juvenil cam içerisinde başlayan kimyasal farklılaşma.	75
Şekil 5.1. P dalga hızı enerjisinin gözenekli ortamdaki yayılımı.	76
Şekil 5.2. Tane büyüklüğü ve tanelerarası boşluk arasındaki ilişki (Martínez-Martínez ve ark. [24]'den alınmıştır).	78
Şekil 5.3: Alterasyona uğramış Kapadokya ignimbiritlerinin ultrasonik atım hızı ölçümlerini gösteren temsili görüntüler, a) Tahar ignimbiriti, b) Zelve ignimbiriti, c) Gördeles ignimbiriti, d) Cemilköy ignimbiriti.	78
Şekil 5.4. Karain köyündeki yüzlek vermiş ignimbiritlerin temsili kolon kesiti ve arazi görüntüleri verilmiştir. Cemilköy ignimbirit (KB bakış) bu bölgede sağlam kalmıştır. Tahar ignimbiriti (Kütderesi, D bakış) pekişmiş, pomzasız ve pomza olması gereken yerlerde boşlukların mevcut olduğu durumda gözlenmektedir. Gördeles ignimbirit (Kütderesi, D bakış) ise pomzasız, pekişmiş ve sıklıkla iri kil yumruları içeren biçimde gözlenmektedir. Kızılkaya ignimbiriti bu bölgede Kışladağ kireçtaşı tarafından üzerlenmekte olup sıklıkla dolgu süreçlerine maruz kalmıştır.	79
Şekil 5.5. Karain – Karacaören bölgesinin litoloji haritası, alterasyona maruz kalmış Gördeles (A sektörü), Cemilköy (B sektörü), Tahar (C sektörü) ignimbiritleri ve dolgu sürecine maruz kalmış Cemilköy ignimbiritini (D sektörü) göstermektedir.	80
Şekil 5.6. Kapadokya ignimbiritlerine ait ortalamaları alınmış ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları.....	82
Şekil 5.7. İgnimbiritlerin ilksel ve hidrotermal alterasyon sonrası gözeneklilik oranları ile ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları arasındaki bağıntı.	82
Şekil 5.8. Valibabatepe ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.....	83
Şekil 5.9. İkincil çözelti süreçlerinin Zelve ignimbiriti peri bacalarının oluşumuna etki etmesi (Paşabağ Vadisi).	84
Şekil 5.10. Kavak ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.	85

Şekil 5.11. Zelve ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.	85
Şekil 5.12. Cemilköy ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.	86
Şekil 5.13. Kapadokya ignimbiritlerinin alterasyona uğraması ile ünitelerin juvenil cam içeriği azalırken kristal oranı artmıştır.	87
Şekil 5.14. Gördeles ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.	88
Şekil 5.15. Tahar ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.	89
Şekil 5.16. Tahar ignimbiritinin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları haritası, alkali (Na – Ca) tipinde alterasyona uğramış bölgeler yüksek ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını temsil etmektedir.....	92
Şekil 5.17. Kızılkaya ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçlarının mineralojik – petrografik özelliklere göre farklılık göstermesi.....	93
Şekil 5.18. Kızılkaya ignimbiriti alt ve üst seviyelerine ait ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını gösteren haritalar. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, ölçüm alınan o kütlenin mineralojik – petrografik özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. (Renklerin uzamsal dağılımı yaklaşımsal olarak belirlenmiştir).....	94

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

μs	mikro saniye
cm	santimetre
km	kilometre
km^2	kilometre kare
km^3	kilometre küp
m	metre
m/s	metre/saniye
mm	millimetre
My	Milyon yıl
nA	nanoamper
$^{\circ}\text{C}$	santigrat derece
pA	pikoamper

Kısaltmalar

μCT	mikro-tomografi (microtomography)
CAVP	Orta Anadolu Volkanik Bölgesi (Central Anatolian Volcanic) Province
EDS	Enerji dağılım spektrometresi
SEM	Taramalı elektron mikroskop (Scanning electron microscope)
UPV	Ultrasonik atım hızı (Ultrasonic pulse velocity)
V_p	P dalga hızı

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, Kapadokya bölgesi olarak bilinen Orta Anadolu Volkanik Bölgesi (Central Anatolian Volcanic Province, CAVP) dahilinde yaklaşık 20000 km²'lik alanda dağılım gösteren Neojen-Kuvaterner yaşlı ignimbiritlerin mineralojik-petrografik özellikleri ile birlikte sahada ölçümü alınmış ultrasonik atım hızı sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ultrasonik atım hızlarının sahada ölçülmesi, kayaçların mineralojik-petrografik özelliklerinin belirlenmesi, bu özelliklerin uzamsal dağılımın ortaya konması ve incelenen bölgelerde bu özelliklere etkeyen süreçlerin önerilmesine çalışılmıştır.

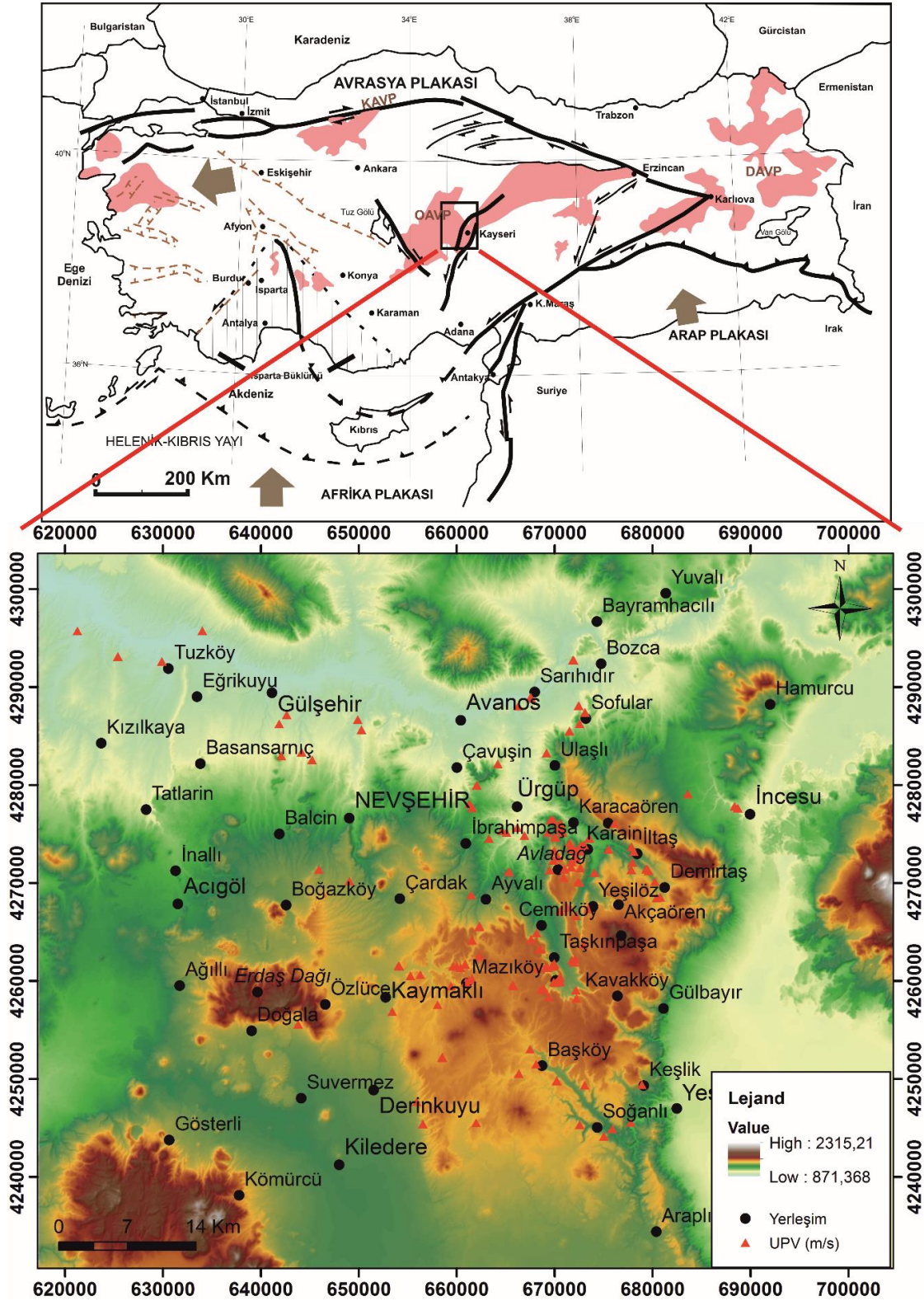
Ultrasonik atım hızı ölçümleri, zararsız, düşük maliyetli, basit ve kolayca uygulanabilir bir yöntem olup, P ve S dalga formlarının jeolojik birimler içerisindeki ilerleme ve/veya yayılma durumlarına dayanmaktadır. Jeolojik birimlerin farklı mineralojik ve petrografik özellikleri, aynı birimlerin alterasyonu sonucu oluşmuş ikincil mineralojik-petrografik özellikleri, sismik dalga hızı sonuçlarına etki etmektedir. Bu kapsamda, Kapadokya ignimbiritlerinin ilksel mineralojik-petrografik özelliklerinin ve bu ignimbiritlerin çeşitli bölgelerdeki alterasyon, devitrifikasyon ve kalsit dolgusunun gözlemlediği karşılıklarının mineralojik-petrografik özellikleri, ultrasonik atım hızı yöntemi ile deneştirilmesi hedeflenmiştir.

1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

Çalışma sahası, büyük oranda Nevşehir ve kısmen Kayseri illerinin içinde yer alıp, 1/100000 ölçekli K32, K33, K34, L33, L34 paftalarının belirli kesimlerinde bulunmaktadır (Şekil 1.1).

Erciyes Dağı, Ecemiş Fayı, Kızılırmak, Derinkuyu Fayı ve Erdaş Dağı arasında yer alan çalışma bölgesinde Nevşehir ili, Ürgüp, Göreme, Avanos ilçeleri ve Akköy, Karacaören, Karain, Mustafapaşa, Cemil, Kaymaklı, Tilköy, Şahinefendi, Soğanlı, Boyalı, Sarıhıdır, Tuzköy gibi köyler bulunmaktadır. Topuzdağ, Hodul Dağı, Erdaş Dağı bölgenin önemli

yükseltileridir. Bölgenin en önemli akarsuları olan Kızılırmak çalışma sahasının kuzeyinde, Damsa Çayı ise çalışma bölgesinin kuzeydoğusunda bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma bölgesinin yer bulduru haritası ve ultrasonik atım hızı (UPV) ölçüm lokasyonları (Türkiye haritası, [1] alınmıştır).

1.3. Genel Jeoloji

Orta Anadolu veya Kapadokya Volkanik Bölgesi, Anadolu'nun dört büyük volkanik bölgesinden (Doğu, Orta, Batı Anadolu ve Galatya) biridir [2]. Kapadokya Bölgesi büyük oranda erozyona uğramış, yer yer alterasyon ve devitrifikasyona maruz kalınmış ve çeşitli bölgelerde kalsit dolgusunun gelişmiş olduğu ignimbiritlerinden, bu ignimbiritler ile arakatmanlı olarak gelişen lav akıntılarından ve gölsel-karasal çökellerinden oluşmaktadır. Ayrıca Kapadokya Bölgesi, Erciyes Dağı ve Hasan Dağı stratavolkanlarını ve çok sayıda dom, cüruf, maar konileri gibi monojenetik yapıları barındırmaktadır. Orta Anadolu ignimbiritik volkanizması, Üst Miyosen-Pliyosen süresince devam etmiş olup bu volkanizma ürünleri yaklaşık olarak Tuz Gölü ve Sultansazlığı arasında [3], 1400-1500 m yüksekliğindeki platoyu oluşturmaktadır [4].

Orta Anadolu Neojen kalkalkali volkanik faaliyeti, Afrika-Arap Plakasının Avrasya Plakasının altına dalmasıyla ilişkili olup [5], geniş bir kıtasal geç-orojenik rahatlama ortamında gelişmiştir ve bu volkanik faaliyet, Nevşehir, Kayseri ve Niğde şehirleri arasında yaklaşık olarak KD-GB yönünde büyük bir volkanik kompleks oluşturmaktadır [6].

Kapadokya Bölgesi, bileşimleri riyodasitikten riyolite, andezit ve dasit arasında değişim gösteren 10 temel Neojen ignimbirit serisi tarafından temsil edilmekte olup, yaşlı bir ignimbirit serisi (Kavak İgnimbiritlerini) takip eden dört geniş yayımlı ignimbirit üniteleri (Zelve, Cemilköy, Gördeles, Kızılkaya), bu ignibiritlerden daha az yayımlı, ignimbirit üniteleri (Tahar, Sofular, Sarımadentepe) ve iki genç ignimbirit ünitesi (Valibabatepe ve Kumtepe) olarak saptanmıştır [3,4,7,8]. İgnimbiritler, gölsel, akarsu sedimanter çökelleri ve yer yer lav akıntıları ile birlikte arakatlı olarak bulunmaktadır [5,9]

1.4. Önceki Çalışmalar

1.4.1. Volkanizma odaklı çalışmalar

Orta Anadolu Volkanik Bölgesi günümüze kadar çok sayıda araştırmacı tarafından volkanolojik, petrolojik, jeokimyasal, mühendislik jeolojisi, sedimantolojik vb. konularda çalışılmıştır.

Orta Anadolu Volkanik Bölgesi ilk kez kapsamlı olarak Pasquare [10] tarafından incelenmiştir. Pasquare [10], bölgeyi Neojen Platosu, Orta-Anadolu Platosu veya Ürgüp Platosu olarak adlandırmış, ignimbirit ünitelerinin Kırşehir Masifi ve Toros Kuşağı arasında depolandığını belirtmiş ve ignimbiritleri haritalayarak stratigrafilerini ortaya koymuştur.

Innocenti ve ark. [6], bölgede yapmış oldukları stratigrafik ve radyometrik yaş verileri sonucunda volkanizmanın Üst Miyosen'den başlayıp, tarih öncesine kadar devam ettiğini ortaya koymuşlar ve Neojen volkanizmasının kalkalkali karakterde olduğunu tespit etmişlerdir.

Pasquare ve ark. [11], Orta Anadolu Volkanizmasını Arap, Afrika ve Avrasya plakaları ile ilişkilendirmiş ve bölge volkanizmasını üç farklı evreye ayırmışlardır. Volkanizmanın ilk iki evresi Arap-Avrasya plakalarının kıtasal çarpışması sonucunda, son evrenin ise Afrika plakası ile Anadolu mikropalakasının çarpışması sonucunda oluşmuştur [11]. Piroklastik akıntılarının ikinci evrede (8.5-2.7 My) oluştuğunu belirtmişlerdir. Yapmış oldukları jeolojik ve sedimantolojik çalışmalar sonucunda piroklastik ünitelerinin olası kaynaklarının Çiftlik kalderası ve Melendiz Dağı volkanik kompleksi olduğunu önermişlerdir [11].

Le Pennec ve ark. [3], ignimbiritleri, sedimantolojik özelliklerine ve litik, fenokristal, ve pomza içeriklerine göre yeniden sınıflandırmış, ignimbiritlerin yayıldığı alanları hesaplamış ve bu ünitelerin olası kaynak bölgelerini belirleyerek bölgesel tektonizma ile ilişkilendirmiştir.

Schumacher ve Mues-Schumacher [12], araştırmalarında yaklaşık 5 My yaşındaki Kızılkaya ignimbiritini tane boyu, kaynaklanma derecesi, kalınlık, içyapısal özellikleri incelenmiş olup, depolanma, yayılma alanları hakkında veriler ile ortaya koymuştur.

Dhont ve ark. [13], Orta Anadolu volkanizması ile bölgesel tektonizma arasında ilişkileri, Synthetic Aperture Radar (SAR), sayısal yükseklik modeli (Digital Elevation Models) ve

arazi çalışmaları yürüterek incelemişlerdir. Orta Anadolu bölgesel volkanizmasının tektonik rahatlamaya bağlı geliştiğini ortaya koymuşlardır.

Froger ve ark. [8], Kapadokya Volkanik bölgesinde 10 Neojen ignimbirit ünitesi üzerine odaklanmış, jeofizik/uzaktan algılama çalışmaları sonucunda iki farklı kalderanın var olduğunu ve bu kalderalardan birincisinin muhtemel yerinin Nevşehir ile Erdaş Dağ arasında, ikinci kalderanın muhtemel yerinin ise Erdaş Dağ masifi ile Çiftlik çöküntüsü arasında bulunduğunu önermiştir.

Temel ve Gündoğdu [14], Kapadokya ignimbiritlerinde jeokimyasal ve mineralojik araştırmalar yapmışlardır. İgnimbirit ünitelerinin gösel sedimanlar ile yüzlek verdiği bölgelerde zeolit mineralleri oluşumlarının meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Bu zeolit oluşumlarının ignimbirit ünitelerinin juvenil cam içeriği ile ilişkilendirmişlerdir.

Temel ve ark. [5], Kapadokya ignimbiritlerinin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. İgnimbirit ünitelerini, elde ettikleri veriler doğrultusunda tektonizma ile ilişkilendirmişlerdir. İgnimbiritlerin kaynağının manto kökenli magmaların sığ derinliklerde fraksiyonel kristallenmeye uğradığını belirtmişlerdir.

Topal ve Doyuran [15], Kapadokya ignimbiritlerinin atmosferik koşullar altında fiziksel ve kimyasal bozunmaya maruz kaldığını belirtmişlerdir. Gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalar doğrultusunda ignimbirit ünitelerinin yüzeyinde meydana gelen bozunmanın kalınlığının ortalama 2 cm olduğunu, yüzeysel bozunmaya bağlı olarak ignimbiritlerde renk değişimlerinin oluştuğunu ve ünitelerin volkanik cam ve ksenolit içeriklerinin smektit tipi kil minerallerine dönüştüğü ortaya koymuşlardır.

Piper ve ark [16], Kapadokya ignimbiritleri üzerinde manyetik ve paleomanyetik analizler yapmışlardır. Bu analizler doğrultusunda ignimbiritlerin manyetostatigrafilerini ortaya koymuşlardır. Ayrıca gözlemledikleri manyetik anomalinin tektonizma ile ilişkilendirilmesi için daha kapsamlı paleomanyetik incelemeler gerektiğini savunmuşlardır.

Le Pennec ve ark. [7], ignimbirit üniteleri ile arakatkılı karasal sedimanlarda gözlenen memeli fosillerinden yararlanarak ignimbirit stratigrafisini yeniden değerlendirmeyi amaçlamıştır. Kapadokya ignimbiritlerinin stratigrafik istifini, plajiyoklaz, biyotit mineralleri ve camdan elde edilen manyetik veriler ile memeli fosil verileri deneştirerek yeniden düzenlemişlerdir [7].

Ergüler [17] çalışmasında ignimbiritlerin atmosferik bozunma özelliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda laboratuvar deneyleri ile bazı ignimbiritlerin yıllık bozunma derecelerini ortaya koymuştur.

Viereck-Goette ve ark. [1], jeokimyasal, mineralojik analizler ve arazi çalışmaları sonucunda yeni bir volkanostratigrafik istif önermişlerdir. Sofular ignimbiritinin Sarımadentepe ignimbiriti ile aynı akıntı ünitesi olduğunu belirtmişlerdir.

Aydar ve ark. [4], Kapadokya ignimbiritlerinin volkanolojik özelliklerini tespit edip, ayırtırdıkları zirkon ve plajiyoklaz kristalleri üzerinden yapılan analizler ile $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ve $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş verileri elde etmişlerdir. Bu yaş verilerini, arazi verileri ile birlikte kullanılarak, ignimbirit ünitelerini deneştirmiş, piroklastik istifi yenilemişlerdir.

Lepetit ve ark. [9], radyometrik yaş, manyetik polarite ve litostratigrafik çalışmalar yaparak volkanostratigrafik deneştirmeler gerçekleştirmişlerdir. Kavak ignimbiriti ve bazı yerel geri düşme ünitelerini yeniden isimlendirmişlerdir.

1.4.2. Ultrasonik Atım Hızı odaklı çalışmalar

Ultrasonik atım hızı ölçümlerinin, düşük maliyetli, zararsız, basit ve kolayca uygulanabilir olması, yöntemin birçok alanda kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Ultrasonik atım hızı yönteminin kullanıldığı araştırmalardan bazıları aşağıdaki verilmiştir.

Vanorio ve ark. [18], ultrasonik atım hızı yöntemini magmatik ve piroklastik kayalara uygulamışlardır. Elde ettikleri ultrasonik atım hızı verilerindeki farklılıkları, kayaların pomza, zeolit ve gözenek içerikleri ile ilişkilendirmişlerdir.

Grinzato ve ark. [19], yerinde ölçülmüş ultrasonik atım hızı sonuçları ile ignimbiritin yüzey alterasyonu ve kırık-çatlak özellikleri arasındaki ilişkileri yerinde gözlemlemişlerdir. Kayaçların ultrasonik atım hızı haritalarını yaparak farklı hız sonuçlarının kırık-çatlak süreksizlikleri ve yüzey alterasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Benavente ve ark. [20], farklı kayaç türlerinin mekanik özelliklerini ultrasonik atım hızı yöntemi ile yorumlamışlardır. Her bir kayacın mekanik özelliklerinin farklı ultrasonik atım hızı parametreleri ile belirleneceğini ortaya koymuşlardır.

Martínez-Martínez ve ark. [21] çalışmalarında dolomitik kayaçların petrografik özelliklerini ultrasonik atım hızı yöntemi ile denetmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda kayaçların petrografik özelliklerinin (breş oranı, yönelme ve matriks özelliği), ultrasonik atım hızı sonuçlarını etkilediğini belirtmişlerdir.

Ceryan ve ark. [22], ultrasonik atım hızı yöntemi ile derinlik kayaçlarının mineralojik-petrografik özellikleri, bozunma indeksleri arasında ilişkileri incelemişlerdir. Ayrıca ultrasonik atım hızı sonuçlarının piroklastik kayaçların heterojenliğine bağlı olarak geniş ölçüde çeşitlilik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Martínez-Martínez ve ark. [23], ultrasonik atım hızı yöntemini karbonatlı kayaçlara uygulamışlardır. Ultrasonik atım hızı sonuçlarındaki farklılıkları, kayaçların mineral içerikleri ile ilişkilendirmişlerdir. İgnimbiritlerin kırık-çatlak özelliklerinin dalga formunun enerjisine etkettiğini belirtmişlerdir.

Martínez-Martínez ve ark. [24] çalışmalarında kalsit ve dolomit kayaçlarını ve bu kayaçların farklı yapısal formlarını (breşik, iyi derecelenmiş matriks, kırık – çatlaklı, bu çatlaklara nüfuz etmiş kalsitli, çatlaklarda kil birikimlerinin olduğu numuneler ve homojen formlar), ultrasonik atım hızı yöntemi ile denetmişlerdir. Kristaller arası açıklıkların V_p sonuçlarını etkilediğini belirtmişler ve V_p uzamsal sönümlenmesini alterasyon derecesi ile ilişkilendirmişler.

Pola ve ark. [25], dört farklı volkanik kayaç üzerinde testler yaparak, elde edilen veriler doğrultusunda ignimbiritlerin alterasyon dereceleri, gözeneklilik oranları, ultrasonik atım hızı sonuçları arasındaki ilişkileri ortaya koymuşlardır. Ultrasonik atım hızı sonuçlarındaki farklılıkların alterasyon sonucu oluşmuş ikincil mineral ve gözeneklilikten kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Julia ve ark. [26], volkanik kayaçların hidrotermal akışkanlar ile alterasyona uğraması sonucunda ikincil minerallerin oluştuğunu belirtmişlerdir. Kayaçların mineralojik değişiminin, fiziksel ve mekanik özelliklere etki ettiğini ortaya koymuşlardır. Elde edilen ultrasonik atım hızı sonuçları, ikincil mineral oluşumlarına ve hidrotermal akışkanın sıcaklığına bağlı olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Pola ve ark. [27] çalışmalarında, piroklastik ünitelerin hidrotermal alterasyona maruz kalmış kesimlerini ve bu ünitenin alterasyona uğramamış kesimlerinin mineralojik - petrografik özelliklerini, mineralojik, jeokimyasal, mikroyapısal ve fiziko-mekanik analizler yaparak denemişlerdir. Alterasyon derecesinin gözeneklilik, V_p , V_s , vb. özellikler ile ilişkisini ortaya koymuşlardır.

Wyering ve ark. [28], çalışmalarında alterasyona maruz kalmış sedimanter ve volkanik kayaç numuneleri kullanmışlardır ve bu kayaçların mineralojik ve petrografik özelliklerini ultrasonik atım hızı sonuçları ile ilişkilerini sunmuşlardır.

Vasanelli ve ark. [29], gözeneklili fazla olan kireçtaşlarının fizikomekanik özelliklerini, ultrasonik atım hızı ölçümleri ile karşılaştırmışlardır. Elde edilen ultrasonik atım hızı sonuçlarındaki farklılıkların, kayacın su içeriği ve mineralojik özelliklerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

2. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR

2.1. Arazi Çalışmaları

113Y439 No'lu Tübitak projesi kapsamında 2014 ve 2015 yıllarının Haziran-Temmuz aylarında, 2015 yılının Eylül ayında ve 2016 yılının Mart ayında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında bölgede yüzlek veren ignimbirit yüzleklerinden yaklaşık 4000 adet ultrasonik atım hızı ölçümü alınmıştır. Her bir lokasyonda 20 farklı ultrasonik atım hızı ölçülmüş ve örneklenmiştir. Çalışma kapsamında, ultrasonik atım hızı ölçümlerine karşılık gelen 115P- kodlaması ile 145 adet, KİA114-, KİA214- ve KİA215- kodlaması ile 60 adet olmak üzere toplam 205 örnek alınmıştır.

2.1.1. Ultrasonik Atım Hızı Ölçüm Yöntemi

Ultrasonik atım hızı yöntemi, aralarında belirli bir mesafe bulunan iki probun kayaç yüzeyine konumlandırılarak, sinyal alış-veriş ilkesine dayanmaktadır (Şekil 2.2a). Ultrasonik atım hızı yöntemi, verici probdan kayaca gönderilen ultrasonik sinyalin alıcı prob tarafından algılanma süresi ve iki prob arasındaki mesafe kullanılarak aşağıda verilen denklem ile hesaplanır [30–33]:

$$x = t * v$$

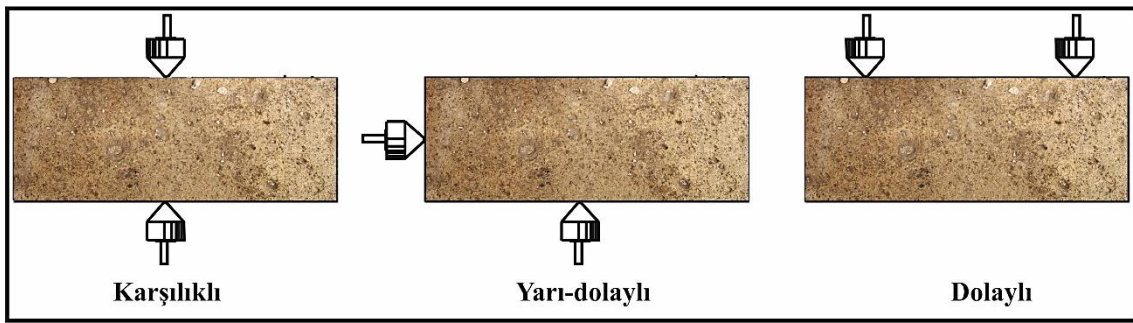
t: Sinyalin algılanma süresi

X: Problar arasındaki mesafe

V: Sinyalin ilerleme hızı

Bu işlem esnasında verici prob tarafından gönderilen sinyal, alıcı prob tarafından minimum %70 başarı ile algılandığında veri olarak kaydedilir. Ultrasonik atım hızı yöntemi, problemlerin kayaç örnekleri üzerindeki konumlarına göre 3 farklı şekilde uygulanmaktadır (Şekil 2.1). Problemlerin karşılıklı konumlandığı doğrudan (direct) yöntem özellikle laboratuvar ortamında gerçekleştirilen mühendislik çalışmalarında kullanılmaktadır. İgnimbirit yüzleklerinin, sahada sadece 2 boyutta inceleyebildiğimizden, problemlerin karşılıklı (direct) olarak konumlandırılmasını imkânsızdır. Bu sebeple, saha koşullarına daha uygun olan, dolaylı (indirect) yöntem uygulanmıştır.

Ultrasonik atım hızı yöntemi için ilk olarak aynı düzleme yerleştirilen problar arasında x mesafesi baz alınarak ilk zaman (t_1) elde edilir (Şekil 2.2b). Daha sonra herhangi bir probun konumu sabit tutularak, ikinci prob ile aralarında $2x$ uzaklık olacak şekilde konumlandırılıp, yüzey atım hızı ölçülmesi ile ikinci zaman (t_2) elde edilir (Şekil 2.2c). Ancak, ölçüm alınırken iki prob arasında kırık-çatlak süreksizliklerinin olmamasına dikkat edilmelidir. Bu süreksizliklerin, problar arasında bulunması durumunda ölçülen ultrasonik atım hızları, farklılık başlık altında kaydedilmelidir. Sonuçta tüm veriler ayrı excel dosyaları olarak kaydedilir.

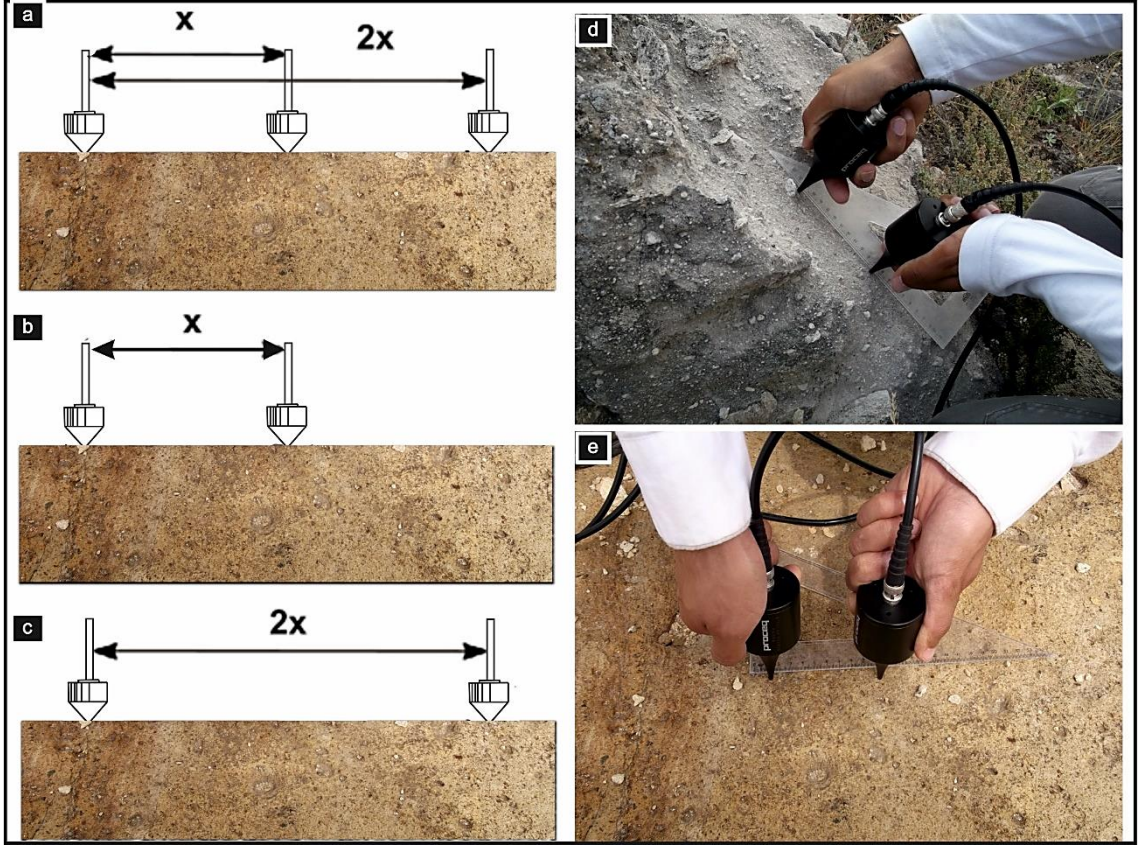


Şekil 2.1: Probların (alıcı-verici) kayaç örnekleri üzerindeki konumu ve arazi çalışmasında kullanılan yöntem: İndirect or surface

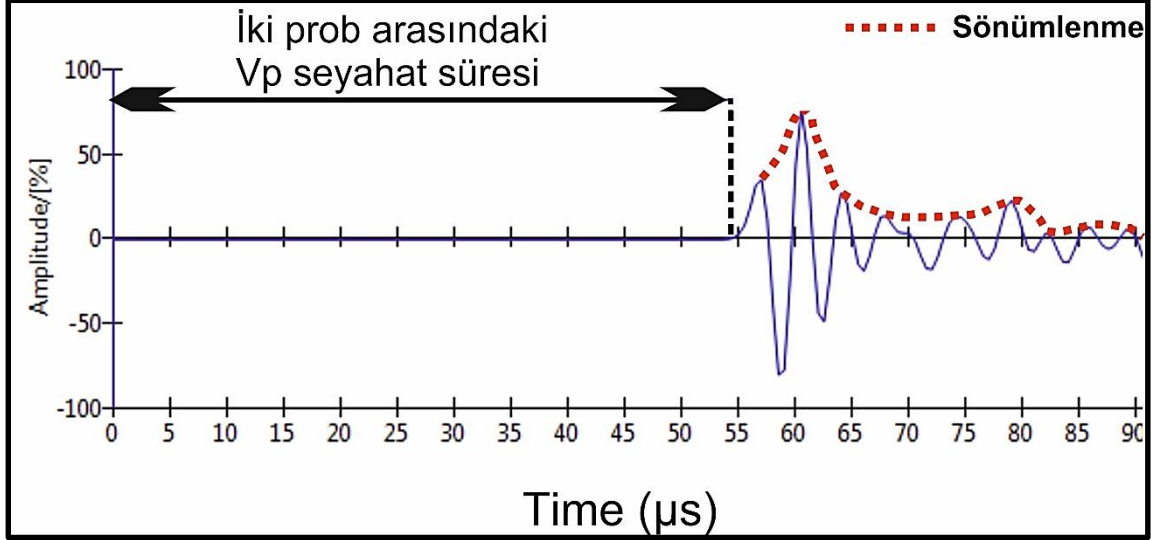
Arazi çalışmalarında, problar arasındaki mesafe, t_1 zaman ölçümü için 5 cm (Şekil 2.1d), t_2 zaman ölçümü için 10 cm olarak alınmıştır (Şekil 2.1e). Problar arasındaki bu mesafelerin alınmasının iki temel amacı vardır. Birincisi, ignimbirit ünitelerinin yüzeyinde meydana gelmiş alterasyon süreçlerini ultrasonik atım hızı ile değerlendirmektir. İkincisi ise pekişme derecesi çok düşük ignimbirit y kabul edilebilir ultrasonik atım hızları ölçülebilmektir. Problar arasındaki mesafenin arttırılması, gönderilen sismik dalga formunun enerjisine ve sönümlenmesine etki etmektedir [34,35] (Şekil 2.3). Özellikle problar arasındaki mesafenin arttırılması, P dalga hızlarının görece düşük gözlenmesine neden olmaktadır.

Ultrasonik atım hızı yöntemi, 9 farklı ignimbirit ünitesinin (Kumtepe ignimbiriti hariç), ignimbiritlerin alterasyona ve devitrifikasyona maruz kalmış ve kalmamış yüzleklerinde uygulanmıştır. İgnimbirit ünitelerinin heterojen özellik göstermesi, her ultrasonik atım hızı ölçümünün farklı sonuçlar vermesine neden olmaktadır. Bu kapsamda, herbir

İgnimbiritin aynı noktasından 20 farklı ultrasonik atım hızı ölçümü alınıp, bu ölçümlerin aritmetik ortalaması hesaplanmıştır.



Şekil 2.2. Probların (alıcı-verici) kayaç örnekleri üzerindeki konumu ve arazi çalışmasında kullanılan yöntem: İndirect veya surface, b) Problar arasında yer alan x mesafesinde ilk zamanın (t_1) ölçümü, c) Problar arasında yer alan mesafenin $2x$ çıkarılarak ikinci zamanın (t_2) ölçümü, d) Problar arasındaki mesafe 5 cm ölçülerek t_1 zamanının elde edilmesi, e) Problar arasındaki uzaklık 10 cm ölçülerek t_2 zamanının elde edilmesi



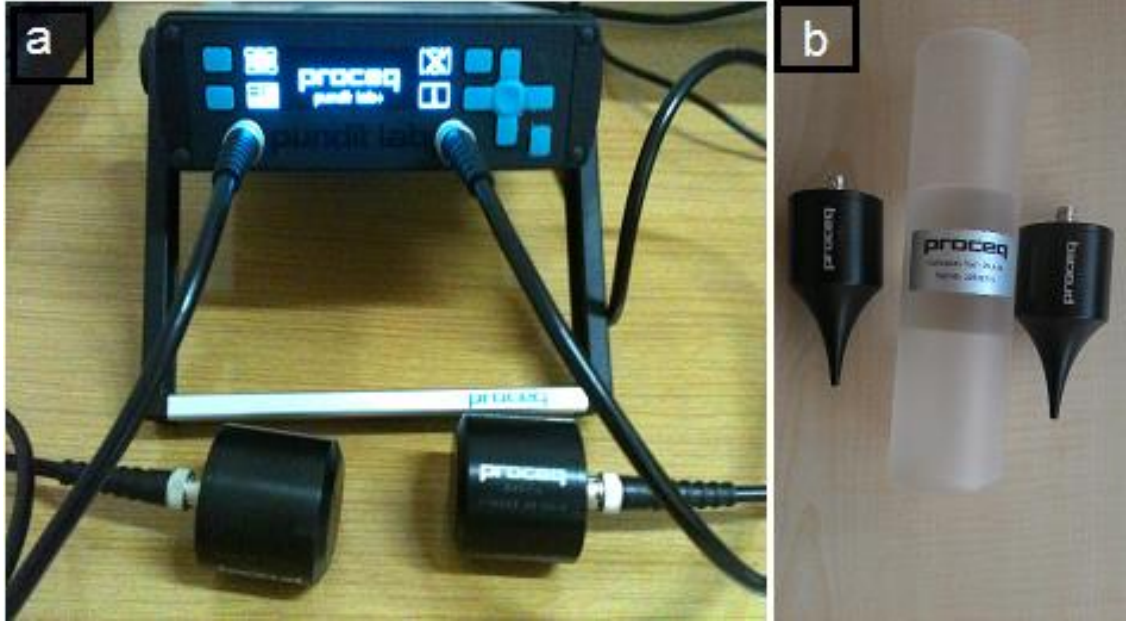
Şekil 2.3: Pundit Lab+ cihazı ile ölçülmüş P dalga hızı formu ve sönümlenme şekli

2.1.1.1. Ultrasonik Atım Hızı Test Donanımı

Ultrasonik deneyler için kullanılan donanım Pundit (Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indicating Tester) cihazı (Şekil 2.4a), P-S dalga seçici adaptör, 50 mm çapında iki adet probardan (500 kHz temel oransal frekans, 100 V atım genlik, her saniyede 40 darbe, 3 µs atım genlik) oluşmaktadır [36,37]. P dalgası ve S dalgası yayılmasında beklenen gecikme değeri üretici tarafından verilir [38]. P ve S dalga hızı seçimi, farklı özelliklere sahip 50 mm çapındaki iki prob ile yapılmaktadır. Pundit Lab+ hata oranı, 1 µs'dir [37].

Kapadokya İgnimbiritlerinin ultrasonik atım hızı ölçümlerinde üssel (eksponansiyel) noktasal problemler (54 kHz özellikte sivri uçlu) kullanılmıştır. Üssel problemlerin (54 kHz özellikli sivri uçlu) kullanılmasının iki önemli amacı vardır: İlk olarak, laboratuvar ortamında silindirik problemler kullanılırken ignimbirit numunelerinin yüzeyleri düz olacak şekillerde (karot, küp vb.) hazırlanmakta ve prob-ignimbirit etkileşimini sağlıklı şekilde gerçekleştirmek için kuplant (sonik jel) kullanılmaktadır. Lakin arazi ölçümlerinde ignimbirit yüzlek yüzeylerinin pürüzlü ve engebeli olması prob-ignimbirit etkileşimini ve doğru sonuçlar elde edilmesini olanaksızlaştırmaktadır. Bununla birlikte, ultrasonik atım hızı ölçümlerinde, sonik jeller kullanımından dolayı, ignimbirit üniteleri yüzeyinde uzun süreli kalıcı izlere neden olmakta ve ekonomik maliyeti de artırmaktadır. Ayrıca, her ölçüm için, daha kısa zaman gerektirmesi nedeniyle üssel prob kullanımı tercih

edilmelidir. Sonuç olarak üssel problemler, yerinde ölçümlerde, yöntemin kolay ve basit şekilde uygulanmasını ve ayrıca zaman ve ekonomik tasarrufu sağlamıştır (Şekil 2.4b).



Şekil 2.4. a) Pundit Lab cihazı ve 54 kHz'lik silindirik problemler, b) 54 kHz'lik sivri uçlu üssel problemler.

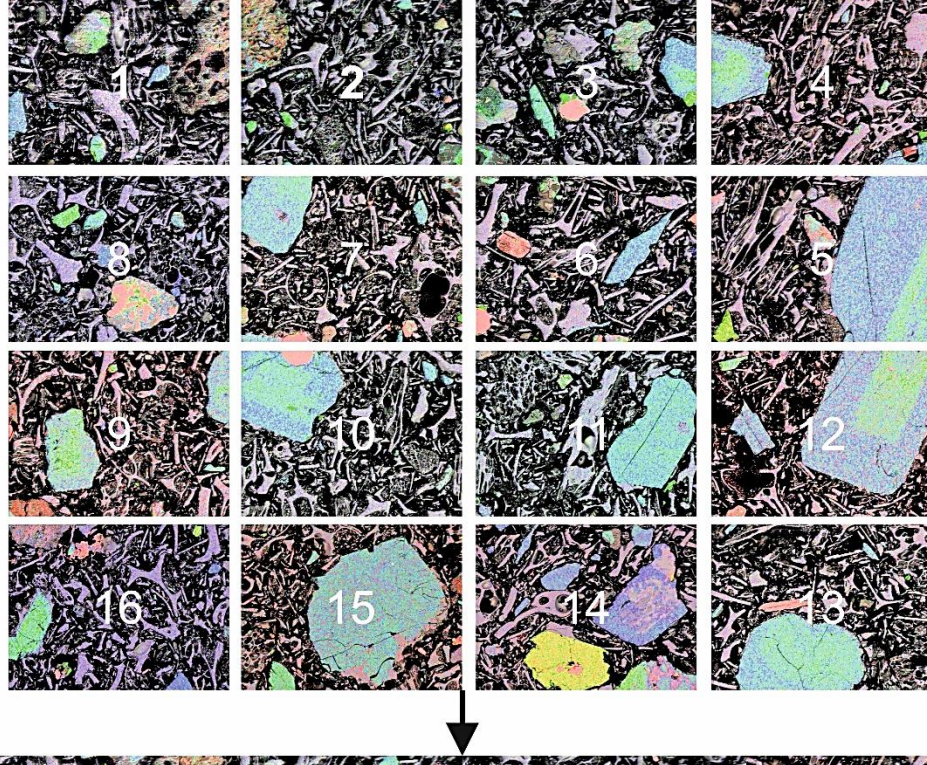
2.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.2.1. Işık Mikroskopisi

Çalışma kapsamında alınan numunelerin büyük çoğunluğu zayıf pekişmiş olmalarından dolayı, ince kesit hazırlama yöntemlerinde problemler çıkmaktadır. Bu olumsuzluğu gidermek için ignimibiritlerden alınan parçalar, kalıplar içerisinde, Struers Citovac cihazı ile 12 saat vakum altında, 50°C sıcaklıkta viskozitesi düşürülen ve sertleştirici bileşen ile karıştırılan Epofix reçine ile doyurulmuştur. Epofix reçine ile doyurulmuş örnekler, ince kesit camlarına yapıştırılıp kesildikten sonra Struers LaboPol parlatma cihazında sırasıyla 500 ve 1200 grit SiC keçe ile leplenmiş, daha sonra 6, 3 ve 1 μ elmas süspansiyonlar kullanılarak parlatma keçeleri üzerinde parlatılmıştır. Parlatma aşamalarından sonra kalıp yüzeyinde kalan süspansiyon kalıntıları, saf su içinde, ultrasonik yıkama ile temizlenmiştir. Hazırlanan kesitlerin mineralojik-petrografik özellikleri, Leica marka DM EP model alttan aydınlatmalı (polarizan) mikroskop ile belirlenmiş ve bu cihaza entegre Leica DFC280 kamera ile fotoğrafları çekilmiştir.

2.2.2. Taramalı Elektron Mikroskop – Enerji Dağılım Spektrometri (SEM-EDS) Analizleri

Işık mikroskopisi incelemelerinden sonra SEM-EDS analizleri ile mineralojik-petrografik özellikler detaylandırılmıştır. Ultrasonik atım hızı ölçülmüş, aynı yüzlekteki ignimbiritlerden alınmış numunelerin detaylı mineralojik-petrografik incelemeleri, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskopi ve Mikroanaliz Laboratuvarları'nda kurulu Carl Zeiss EVO 50 ile cihaza entegre Bruker Xflash 3001 SDD (Silicon Drift Detector) enerji dağılım spektrometresi (EDS) kullanarak gerçekleştirilmiştir. İgnimbirit kırıntıları, saf su içinde, ultrasonik yıkama ile toz ve benzeri serbest haldeki kalıntılardan temizlenmektedir. Daha sonra, ignimbirit kırıntıları, alüminyum tutucular üzerine reçine ile yapıştırılmış, reçinenin tamamen kürlenmesinden sonra vakum altında iletken altın buharı ile kaplanmıştır. İnce kesit örnekleri ise vakum altında karbon kaplanarak elektron mikroskop altında incelenmeye hazır hale getirilmiştir. Kaplama işlemi, ignimbirit parçacıkları ve kesitlerin yüzeyindeki elektrik akımının sürekliliğini sağlamıştır. İgnimbirit parçacıklarının görüntülenme çalışmalarında Everhart-Thornley ikincil elektron (Secondary Electron) detektörü kullanılmıştır. Elektron mikroskopi çalışmalarında 15kV ivmelendirici gerilim uygulanmıştır. Elektron demet akımı, görüntüleme sırasında 10-50 pA seviyeleri arasında tutulmuş, EDS ile mineral fazlarının mikrokimyasal analizleri ve backscattered electron (BSE) görüntülemeleri için 2-5 nA seviyelerine kadar arttırılmıştır. Çalışma mesafesi 10 mm şeklinde sabitlenmiş, spektrometrik incelemeler için sayma zamanı ~160 saniyedir. Bununla birlikte her bir ignimbirite ait incekesitlerden eşölçekli kompozit elementel haritalar oluşturulmuştur. Eşölçekli kompozit haritalar görüntü analizleri ile gözeneklilik, juvenil cam ve kristal oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır (Şekil 2.5).

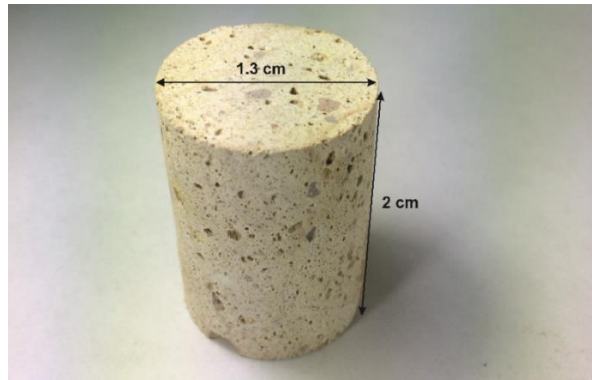


Şekil 2.5. Büyük harita, EDS analizleri sonucu oluşturulan eş ölçekli haritaların birleştirilmesi ile elde edilmiş ve bu büyük haritadan kayacın jüvenil cam, kristal ve gözenek içeriği hesaplanmıştır.

2.2.3. X – Işını Mikrotomografisi

X – ışını mikrotomografisi (μ CT), incelenecek numunenin sabit konumda tutularak, kendi etrafında sistematik dönmesi esnasında, X – ışınları bombardımanına tutulması ve numune içerisinden geçen ışınların CCD (Charge Coupled Devices) dedektörü tarafından algılanıp iki boyutlu sanal görüntüler (2B) olarak kaydedilmesine dayanmaktadır. Üç boyutlu (3B) görüntüler, elde edilmiş iki boyutlu (2B) sanal görüntülerin birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır. Daha sonrasında, numuneye ait nicel analiz sonuçları, üç boyutlu (3B) görüntülerin incelenmesi ile elde edilmektedir.

X – ışını mikrotomografisi taramaları, Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (HÜNİTEK) bünyesinde bulunan Bruker Skyscan 1272 model mikrotomografi cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Altere olmamış ignimbiritler ve aynı ignimbiritlerin alterasyona maruz kalmış numuneleri, tarama için kullanılmıştır. Taranacak numunenin köşe, keskin kenar vb. unsurlara sahip olması, X – ışınlarının kırılmasına ve sonrasında oluşturulan sanal görüntülerde görüntü kusurlarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumlar göz önüne alınarak ignimbirit ünitelerinden 1.3 cm çapında ve 2 cm yüksekliğinde karotlar alınmıştır (Şekil 2.6). Bu karotlar, X – ışınları altında taranmış olup elde edilen sanal görüntüler nicel analizler öncesinde gürültü giderme işlemlerine tabi tutulmuştur.

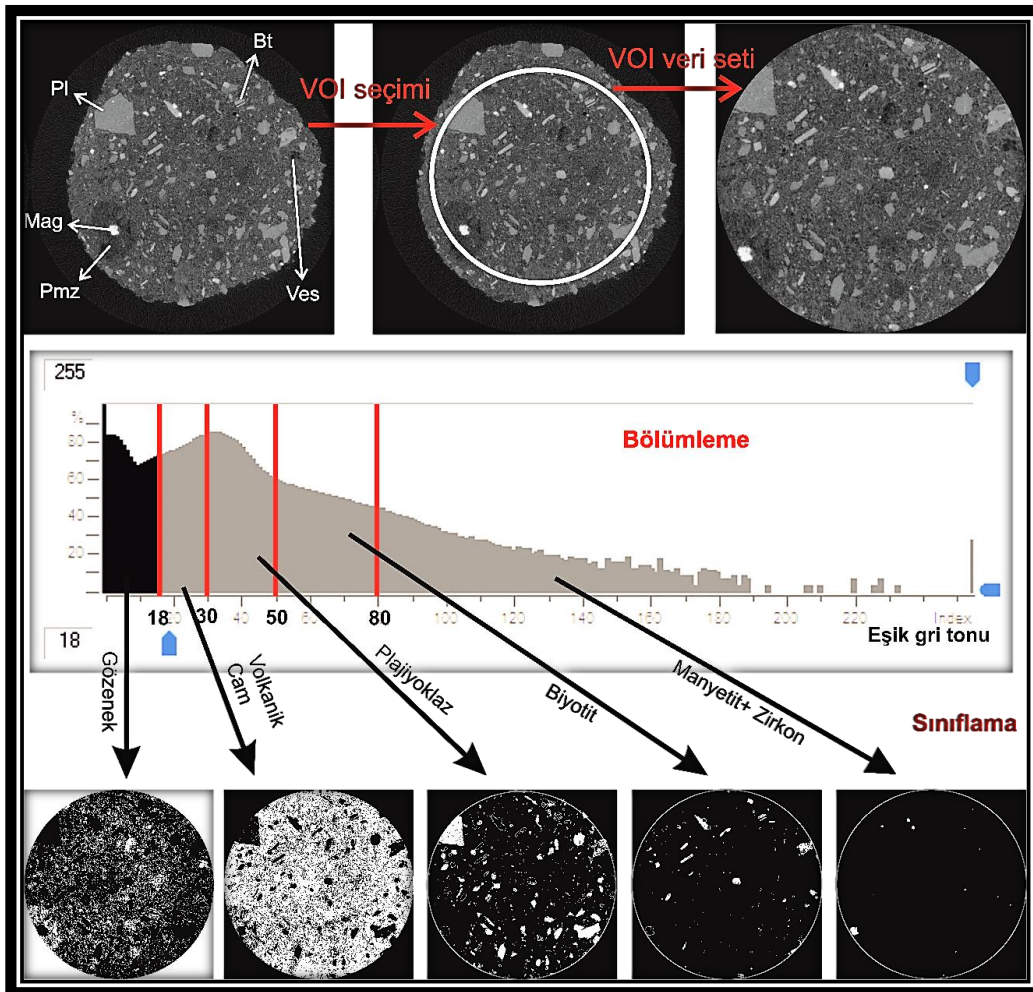


Şekil 2.6. Mikrotomografi taramaları için ignimbiritlerden alınmış karot numuneleri; karot çaplarının küçük olması X – ışınlarının daha kolay geçişine olanak sağlamakta ve tarama sonucunda numune bileşimlerinin daha belirgin olduğu gürültüsüz sanal görüntüler edilmektedir.

İgnimbirit numunelerinin taranmasıyla elde edilen sanal kesitler, gri renginin tonlarından oluşmaktadır. Her bir gri renginin tonu, incelenen numunenin farklı bileşimini

göstermektedir. Bu durum, ignimbirit numunesi içerisinde geçen X – ışınlarının, farklı bileşenler (kristal, cam vb.) tarafından farklı oranlarda soğurulmasından kaynaklanmaktadır.

Sanal kesitlerin üzerinde yapılması gereken gürültü giderme ve analiz işlemleri öncesinde çalışma hacmi (VOI: Volume of Interest) belirlenmiş ve tüm işlemler, bu çalışma hacmi üzerinden yürütülmüştür. Daha önce aynı ignimbirit numuneleri üzerinde yapılmış SEM-EDS çalışmaları ile içeriği bilinen numuneler, bileşenleri temsil eden eşik gri tonlarına göre bölümlendirilmiştir. Bu sınıflandırma sonucunda her bir faz (hamur, gözenek, kristaller vb.) nicelleştirilmiştir. İgnimbirit numunelerine ait fazlar, temizleme işlemleri sonucunda daha belirgin ve optimal düzeye getirilmiştir (Şekil 2.7). Sonuç olarak, kayacı oluşturan farklı bileşenler ayrılmış ve bu bileşenlere ait hacimsel veriler elde edilmiştir.



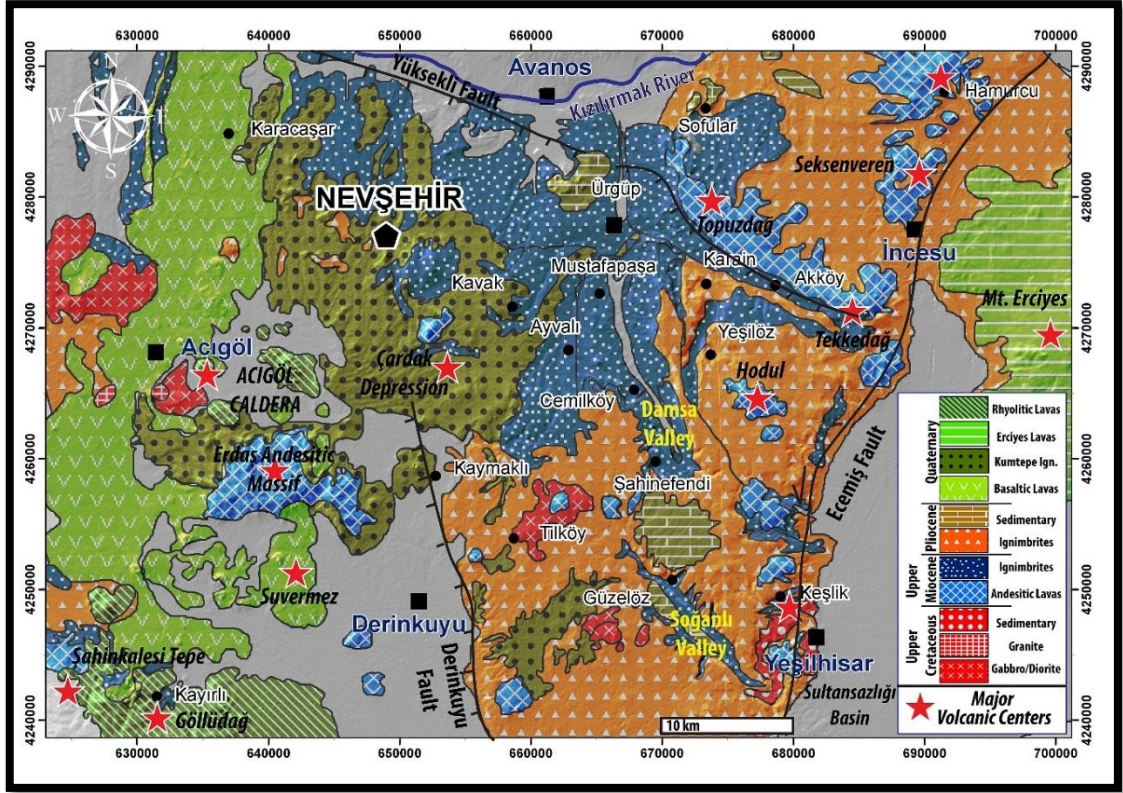
Şekil 2.7. Gördeles ignimbiritine ait 2B sanal kesit ve bu görüntülerden bölümlenme, sınıflama işlemleri.

3. VOLKANOSTRATİGRAFİ

Kapadokya bölgesinde Üst Kretase, Neojen ve Kuvaterner yaşlı ekstrüzyon/eksploziv volkanizma ürünleri gözlemlenmektedir. Bu seriler, yer yer gölsel-karasal sedimanter çökeller ile ara katmanlı olarak bulunmaktadır (Şekil 3.1). Kapadokya Bölgesi 10 farklı ignimbirit ünitesi ile temsil edilmekte olup bu üniteler yaklaşık 20000 km²'lik alanda yayılım göstermektedir (Şekil 3.2).

	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA	Ar/Ar Yaş (My)	U-Pb Yaş (My)																
PLEİSTOSEN		ACIGÖL RIYOLİTLERİ ACIGÖL BAZALT KUMTEPE İGN. GÖLLÜDAĞ RIYOLİTLERİ BAZALT																		
	PLİYOSEN		VALİBABATEPE İGN. KİŞLADAĞ KİREÇTAŞI (DERİNKUYU ANDEZİTİ) KIZILKAYA İGN.	2.52±0.49	5.19±0.07															
ÜST MİYOSEN			BAYRAMHACILI ÜYESİ HODUL LAVLARI BAYRAMHACILI ÜYESİ GÖRDELES İGN. BAYRAMHACILI ÜYESİ TAHAR İGN. BAYRAMHACILI ÜYESİ *YEREL GERİ DÜŞME BAYRAMHACILI ÜYESİ CEMİLKÖY İGN. BAYRAMHACILI ÜYESİ TOPUZDAĞ LAVLARI SALUR KONGLOMERASI BAYRAMHACILI ÜYESİ SOFULAR İGN. SARIMADENTEPE İGN. MUSTAFAPAŞA ÜYESİ ZELVE İGN. BAYRAMHACILI ÜYESİ BAYRAMHACILI ÜYESİ KAVAK İGN. BAYRAMHACILI ÜYESİ DAMSA LAVLARI ERDAŞ ANDEZİTİ	6.34±0.07	6.33±0.23	6.14±0.22	6.07±0.67	6.90±0.34 6.76±0.30 6.96±0.28	7.20±0.09	6.66±0.40	8.17±0.08	8.32±0.37	8.44±0.12	8.59±0.51	9.19±0.15	9.13±0.40	9.43±0.38	9.20±0.10	GD: 10.0±0.5 GD: 9.08±0.06	9.12±0.09
	ÜST KRETASE		ORTA ANADOLU KRİSTALEN KARMAŞIĞI ACIGÖL GRANİTİ	78.44±0.29	77.8±4.4															

Şekil 3.1. Kapadokya bölgesinin genel stratigrafik istifi (Aydar ve ark.[4]'den alınmıştır).



Şekil 3.2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Aydar ve ark. [4]'den alınmıştır).

3.1. Temel Kayaçları

Granitik, gabroyik/diyoritik birimler Acıgöl, Keşlik ve Tilköy yakınlarında yüzlek vermişler [39] ve Acıgöl civarından alınan granitik kayaç örneğinden yapılan $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ yaş analizleri: 78.4 ± 0.4 My; $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ Zirkon yaş analizleri: 77.8 ± 4.4 My sonuçlarını vermiştir [4]. Bu birim Orta Anadolu'da Alpin orojeninini geç evresini göstermektedir [40].

3.2. Neojen Volkanizması

Neojen dönemi, volkanizma süreçlerinin en yoğun meydana geldiği dönemdir. Neojen volkanizması, efüzif ve eksploziv volkanik kayaçlar ile temsil edilmektedir.

3.2.1. Ekstrüzif Volkanizma

Çalışma bölgesindeki ekstrüzif volkanizma ürünleri Erdaş lavları, Damsa Andeziti, Topuz Lavı, Hodul Lavı, Derinkuyu Lavı şeklindedir [4,39].

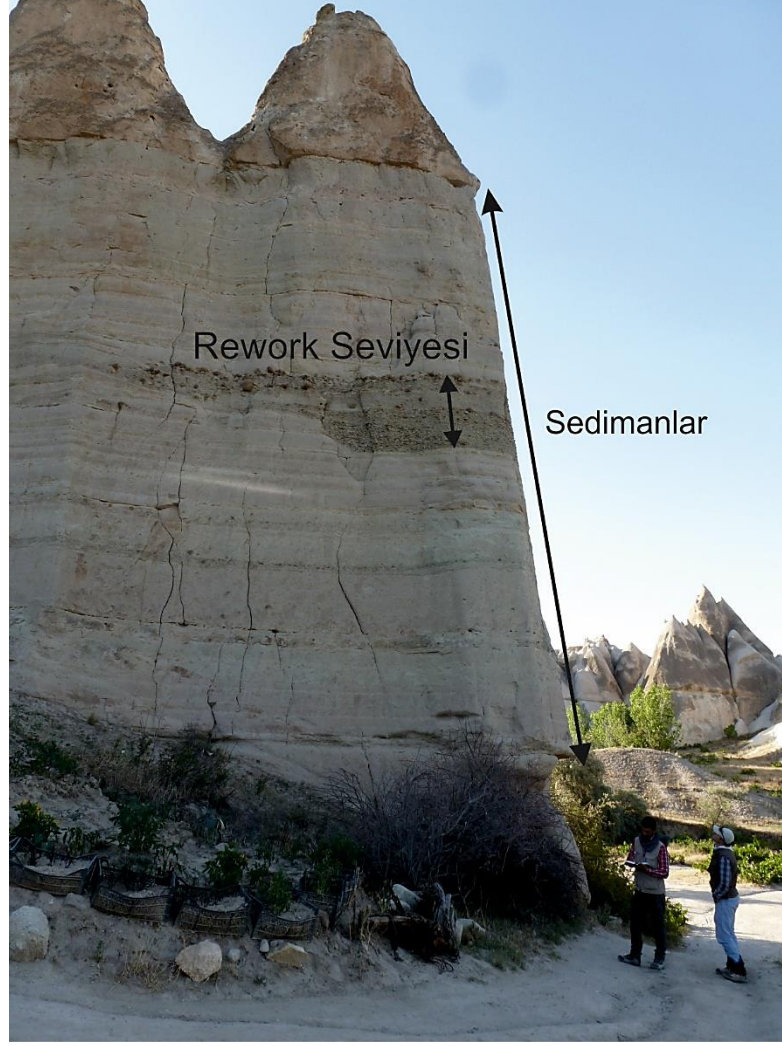
3.2.2. Eksplozif Volkanizma

Çalışma bölgesinde gözlenen Neojen yaşlı volkanizma ürünleri 9 farklı ignimbirit akıntı ünitesi ile temsil edilmektedir. Bu akıntı üniteleri, Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya ve Valibabatepe ignimbiritleridir.

3.2.2.1. Kavak İgnimbiriti

Kavak ignimbiriti, Kapadokya bölgesinde gözlemlenen en yaşlı piroklastik akıntı ürünüdür. İgnimbirit ünitesinin muhtemel kaynak yeri olarak Çardak kalderası gösterilmektedir [8]. İgnimbirit ünitesinin tip kesiti Kavak köyünde gözlenir. Kavak ignimbiriti yaklaşık 2600 km²'lik bir alanda depolanıp 80 km³'lik hacime sahiptir [3]. Schumacher ve Mues-Schumacher [12] Kavak ignimbiritini Alt-Üst Göreme olarak iki üniteye ayırmışlardır. Viereck-Götte ve ark. [1] ve Lepetit ve ark. [9] bu ignimbiriti Alt-Üst Göreme ve Alt-Üst Uçhisar olarak sınıflamış ve bu kayaçlardan daha yaşlı Güvercinlik ve Eneski ignimbiritlerinin bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Aydar ve ark. [4] ise yaptıkları stratigrafik yaş çalışmaları sonucunda Kavak ignimbiriti aynı isim altında 4'e (Kavak 1'den Kavak 4 kadar) ayırmışlardır. Bu ignimbirit üniteleri, çeşitli sedimanter yapılar (oyma-dolgu yapıları, erozyonal dokanaklar, merceksi rework yapılar) ile arakatmanlı olarak depolanmışlardır (Şekil 3.3).

Kavak ignimbirit akıntısı riyoolitik karakterde olup fenokristal olarak plajiyoklaz, biyotit, kuvars ve az seviyelerde oksit mineralleri içermektedir. İgnimbirit ünitesi, 1 cm'den 10 cm'e kadar değişen boyutlarda, biyotit ve hornlend mineralleri içeren andezit ve riyodasit litiklere sahiptir [10]. Kavak ignimbiritinde, Çat köyü civarında kalsit dolgusu geliştiği gözlenmiştir. İgnimbirit ünitesinin kalsit dolgusuna maruz kalan kesimlerinde, konkresyon oluşumları gözlenir.



Şekil 3.3. Kavak ignimbiritleri içerisindeki sedimanter yapılar (Aşk Vadisi).

3.2.2.2. Zelve İgnimbiriti

Zelve ignimbiriti, geri düşme ürünlerinin geniş alanları örtmesi, bu ürünlerin beyaz rengi, akıntı ünitesinin pembe, beyazımsı-sarı renkleri ve az orandaki fenokristal içeriği ile karakteristiktir [3,4]. İgnimbirit ünitesi, genellikle az pekişmiş olup yoğun olarak Nevşehir, Ürgüp ve Avanos civarlarında, yaklaşık olarak 120 km^3 'lük hacim ile 4200 km^2 'lik bir alanı örtmektedir [3]. Aydar ve ark. [4] ignimbiritin muhtemel kaynak noktasının Çardak köyü civarında olabileceğini önermişlerdir.

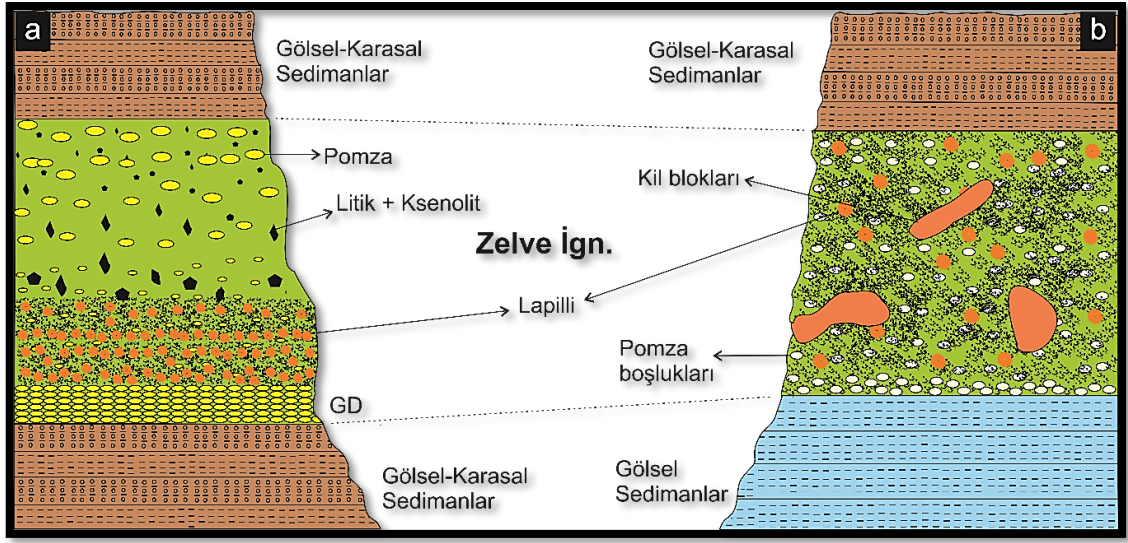
Zelve ignimbiriti, geri düşme ve akıntı olmak üzere iki temel üniteden oluşmaktadır [2] (Şekil 3.4a, c). Geri düşme ünitesindeki pomzular camsı, tübular özellikte ve fenokristal olarak az oranda kuvars, biyotit ve plajiyoklaz mineralleri içermektedir. Geri düşme

ünitesi üzerinde ve bazı bölgelerde akıntı ünitesinde akresyonel lapilli oluşumları gözlenmektedir (Şekil 3.5a).

Zelve ignimbiriti Sarılıdır, Bozca ve Tuzköy köyleri civarında hidrotermal alterasyona maruz kalmış, ignimbiritin jüvenil cam içeriği zeolitleşmeye [4], silisleşmeye uğramıştır [3,14] (Şekil 3.4d). Özellikle akıntı ünitesi, hidrotermal alterasyona maruz kaldığı bu bölgelerde iri akresyonel lapilli yapıları ve kıltaşı kütleleri içermektedir (Şekil 3.5b). Bu bölgelerde akıntının göl ortamına yerleştiği ve hidrotermal alterasyonun bu nedenle etkin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Paşabağ vadisi çevresinde ignimbirit ünitesinde kalsit dolgusu oluşumları sıklıkla gelişmiştir (Şekil 3.4b). Bu oluşumlara maruz kalmış ignimbirit yüzleklerinde, dolguların görece daha dayanımlı damarlar ve ilişkili küresel konkresyonlar şeklinde yerleştiği gözlenmektedir.



Şekil 3.4. Zelve ignimbiriti akış ünitesi (Zelve Vadisi, KB'ya bakış), b) Zelve ignimbiriti içerisinde görülen konkresyon yapıları (Paşabağ Vadisi), c) Zelve ignimbiriti geri düşme ünitesi ve akresyonel lapilli seviyesi (Ürgüp, KB'ya bakış), d) Zelve ignimbiritinin alterasyon uğramış akıntı seviyesi (Bozca köyü)



Şekil 3.5. Zelve ignimbiritini gösteren temsili kolon kesitler, a) İgnimbiritin altere olmamış yüzleklerine ait özellikler, b) İgnimbiritin göl ortamında yerleşmesi ile gözlenen genel litolojik özellikler.

3.2.2.3. Sarımadentepe İgnimbiriti

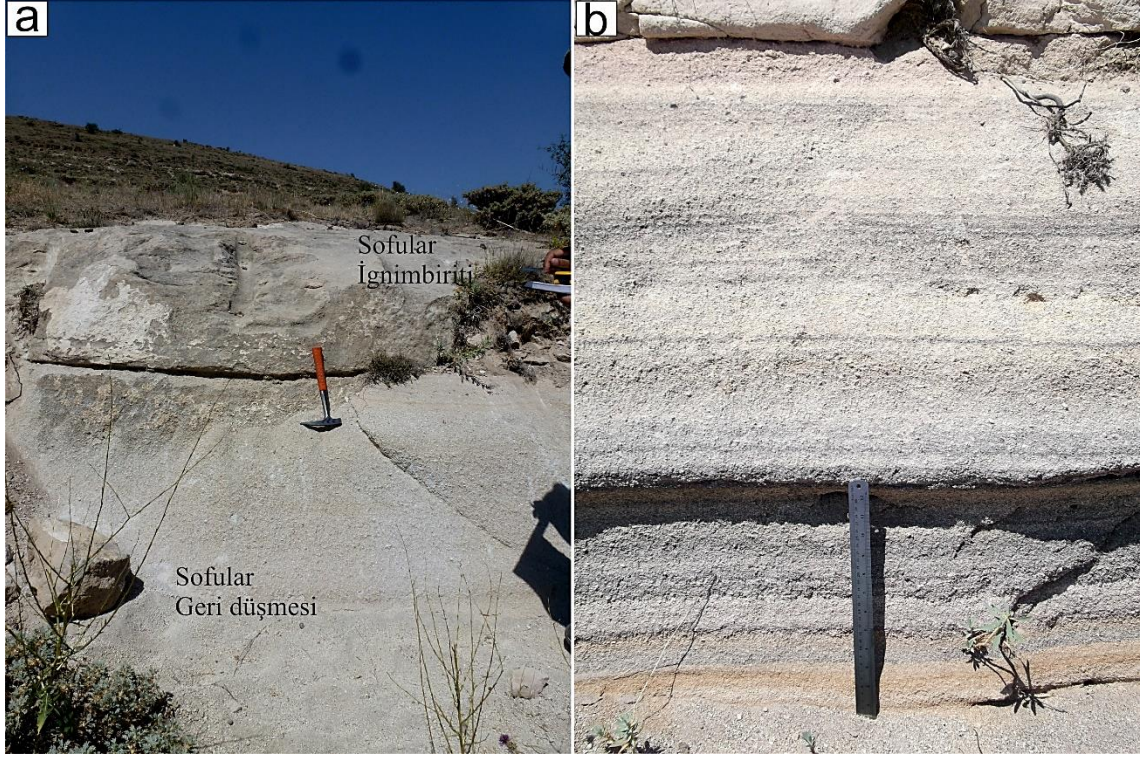
Sarımadentepe ignimbiriti dar bir alanda; Çardak, Mustafapaşa ve Ayvalı köyleri civarında, gözlenmektedir [4] (Şekil 3.6). Bu bölgelerde ignimbirit, yaklaşık 3900 km²'lik bir alanı kaplamakta olup 80 km³'lük hacime sahiptir [3]. Bununla birlikte, ignimbirit ünitesinin en iyi gözlendiği yer Sarımadentepe'dir. Geri düşme ünitesi ile akıntı ünitesi arasında yaklaşık 1 cm kalınlığında litik ve pomza içeriğine sahip kül seviyesi bulunmaktadır. Pomza geri düşme ünitesi pekişmiştir ve yaklaşık 90 cm'lik kalınlıktadır. Sarımadentepe ignimbiriti fenokristal olarak biyotit, plajiyoklaz ve Fe-Ti oksit minerallerini içermektedir.



Şekil 3.6. Sarımadentepe ignimbiritinin akıntı ve geri düşme üniteleri (Ayvalı Köyü'nün ~3 km güneyi, KD'ya bakış).

3.2.2.4. Sofular İgnimbiriti

Sofular ignimbiriti yaklaşık 100 km²'lik bir alanı kaplamakta olup [3] tipik özellikleri en iyi Sofular köyünde gözlenmektedir. İgnimbiritin geri düşme ünitesi yaklaşık 1 m kalınlığında olup litik içermemektedir. Ayrıca akıntı ünitesi kül matris destekli olup pomza içeriği az ve pomzalar eş boyutlu yaklaşık 1- 1.5 cm'dir (Şekil 3.7a, b). Fenokristal olarak biyotit, plajiyoklaz ve oksit mineralleri içermektedir.

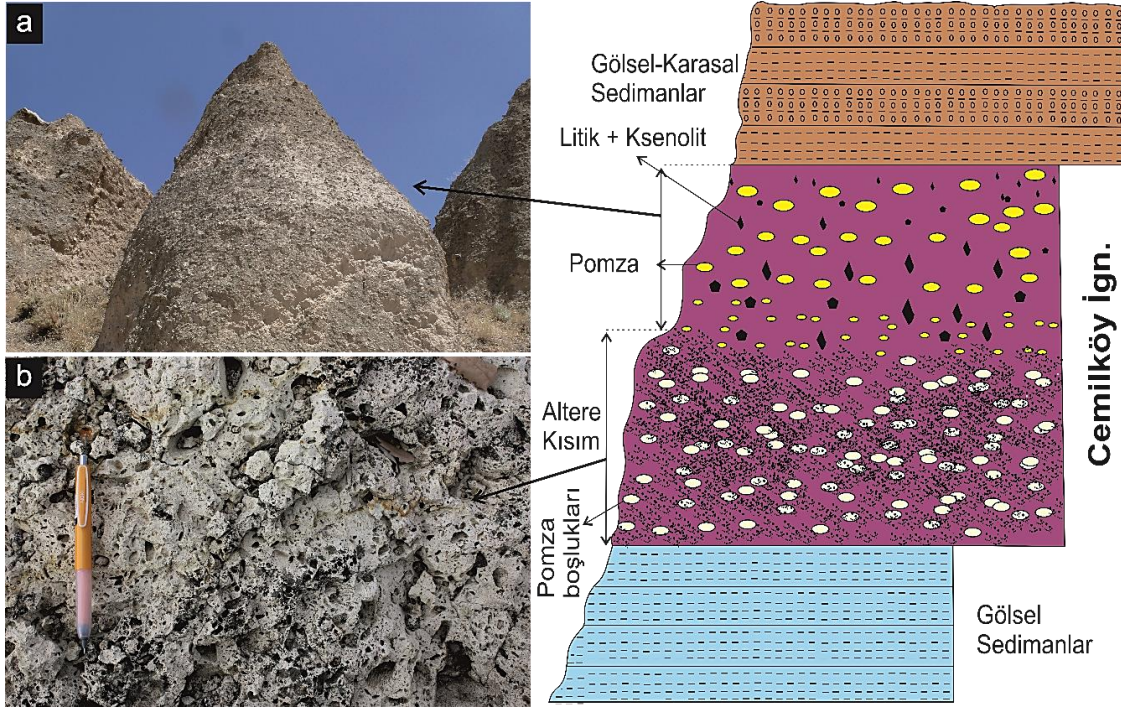


Şekil 3.7. Sofular ignimbiritinin arazi görüntüsü, b) Geri düşme ünitesinin pomzaları 2 cm'den küçük boyutlarda (Topuzdağ doğusu, batıya bakış).

3.2.2.5. Cemilköy İgnimbiriti

Cemilköy ignimbiriti 8600 km²'lik bir alanı kaplamakta olup 300 km³'lik hacime sahiptir [3]. İgnimbirit ünitesi, pekişmemiş yapısı, sahip olduğu pomzalarının köşeli şekli, lifsi, uzun gözenekli yapısı ve beyaz rengi ile karakteristiktir (Şekil 3.8a). Akıntı ünitesi, yaklaşık 70 cm boyutuna ulaşan pomza içeriğine sahip ters derecelenme göstermektedir [3,4]. İgnimbirit, 40 ile 110 m arasında değişen kalınlıklarda gözlenip litik fragman olarak andezit, bazalt, dasit, diyabaz, gabro ve diyorit kayaları içermektedir [10]. İgnimbirit ünitesi, kuvars, plajiyoklaz, biyotit, amfibol ve oksit minerallerinden oluşan fenokristal içeriğine sahiptir.

Cemilköy İgnimbiriti, Karain Köyü'nün kuzeydoğusunda hidrotermal alterasyona maruz kalmıştır. İgnimbirit, bu bölgede diğer yüzleklerine göre daha sert olmasına karşın daha yüksek oranda gözenek içermektedir. İgnimbirit ünitesinin gözenekli hali, alterasyon sonucu pomza bozunmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 3.8b). İgnimbiritin gözenekli yapısına ek olarak bu bölgede yoğun ve küçük ölçekli kırık-çatlaklar içermektedir.



Şekil 3.8. Cemilköy ignimbiritinin arazi görüntüsü (Karain, kuzeye bakış), b) Cemilköy ignimbiritinin alterasyona uğraması sonucunda pomza içeriğinin yok olması ve pomza yerlerinin boşluklu görüntüsü (Karacaören'in 2 km batısı).

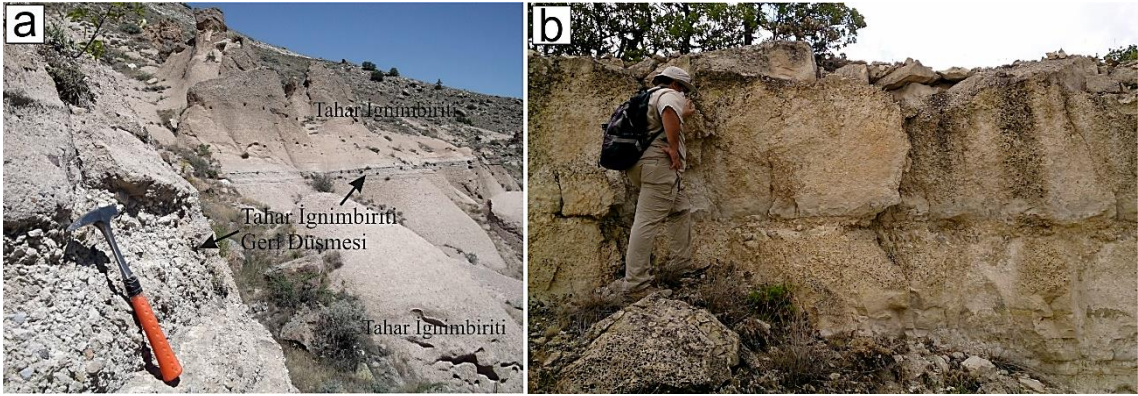
3.2.2.6. Yerel Geri Düşme Ürünleri (Güzeldere Geri Düşme Ürünleri)

Yerel geri düşme ürünleri, Karain, Güzelöz, Tilköy çevrelerinde sadece geri düşme ürünleri şeklinde gözlenmektedirler. Bu ürünler, Kurşunlu Tepe'de paleosol birimler ile birbirinden ayrılmaktadır. Stratigrafik olarak Cemilköy ignimbiriti üzerinde yer almaktadır.

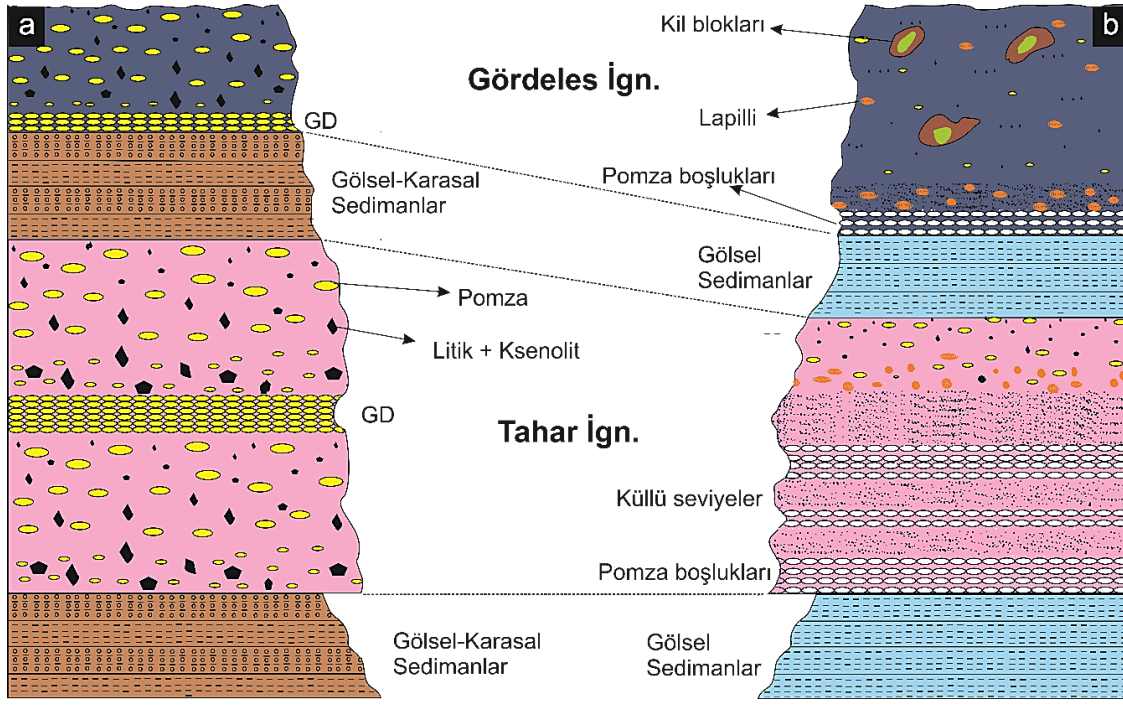
3.2.2.7. Tahar İgnimbiriti

Tahar ignimbiritinin tipik özellikleri, Yeşilöz (Tahar) Köyü yakınlarında 100 m'den daha kalın olarak gözlenmekte olup iki farklı akış ünitesi sunmaktadır (Şekil 3.9a). Bu ignimbirit ünitesi, yaklaşık 1000 km²'lik bir alanı örtmekte olup 25 km³'lük hacime sahiptir [3]. İgnimbiritin içerdiği fenokristaller, amfibol, biyotit, klinopiroksen, plajiyoklaz mineralleridir. Bununla birlikte, özellikle Yeşilöz köyü civarında oldukça yoğun bazalt ve andezit litik fragmanlar içermektedir [3]. Akıntı ünitesinin litik tane boyu ve kalınlık verileri, olası kaynak bölgesi olarak Hodul Dağı'nı işaret etmektedir [3].

Tahar ignimbiriti, Karain Köyü'nün batısında bulunan Aktepe ve Kütderesi'nde yoğun olarak hidrotermal alterasyona maruz kalmıştır. İgnimbirit ünitesinin alterasyona uğramış kesimleri, diğer yüzleklerine göre daha pekişmiş özellikte olup, pomzaların bozunması nedeniyle boşluklu gözlenir (Şekil 3.9b). İgnimbiritin alterasyona uğramış taban seviyesi, kendi içerisinde küllü seviye ile gözenekli seviye aralanmaları içermektedir. Buna karşın, tavan seviyesine doğru pomza ve ksenolit içeriği az oranda gözlenmektedir (Şekil 3.10b).



Şekil 3.9. a) Tahar ignimbiritinin 2 patlama ünitesi (Yeşilöz köyü girişi, batıya bakış), b) Hidrotermal alterasyona maruz kalmış Tahar ignimbiritinin gözenekli, rijit yapısı (Karain köyü, batıya bakış)



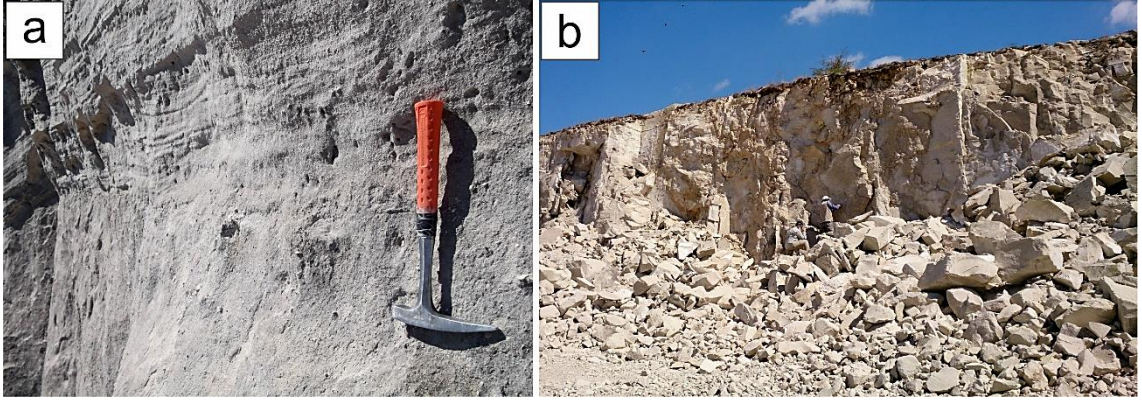
Şekil 3.10. Tahar ve Gördeles İgnimbiritlerine ait temsili kolon kesitler, a) İgnimbirit ünitelerinin altere olmamış özellikleri temsili, b) İgnimbiritlerin hidrotermal alterasyona maruz kalmış bölgelerdeki genel litolojik özellikleri.

3.2.2.8. Gördeles İgnimbiriti

Gördeles İgnimbirit, Nevşehir bölgesinin güneyinde yaklaşık 110 km³'lük bir hacimde 3600 km²'lik bir alanı örtmektedir [3]. Bu İgnimbirit, yoğun matriks içeriğine sahip olup genelde orta derecede pekişmiş yapı göstermektedir (Şekil 3.11a). Gördeles İgnimbiritinin kendine özgü farklı iki pomzası vardır. Bu pomzalardan ilki koyu renkli lifsi olmasına karşın diğeri açık renkli, küresel-yuvarlak gözenekli özelliktedir. Fenokristal olarak biyotit, klinopiroksen, plajiyoklaz ve Fe-Ti oksit mineralleri içermektedir.

Gördeles İgnimbiriti, Karain Köyü'nün batısında bulunan Kütderesi'nde ve Karacaören'in güneyinde yaklaşık 3 km'lik uzaklıktaki bölgelerde hidrotermal alterasyona uğramış olarak gözlenmektedir (Şekil 3.11b). İgnimbirit ünitesi, bu bölgelerde akresyonel lapilli içeriğine sahip olup daha sert yapı göstermektedir. İgnimbiritin tavan kesimlerinde akresyonel lapilli içeriğinin arttığı, pomza içeriğinin ise azaldığı gözlenir. Ayrıca İgnimbirit ünitesinin tavan kesiminde kil yumruları

bulunmaktadır. Bu yumruların dış çeperleri, kil yumrusunun merkezine oranla daha sert olup ve kızılımsı-kahve renk tonlarına sahiptir (Şekil 3.10b).



Şekil 3.11. a) Gördeles ignimbiritinin arazi görüntüsü (Taşkınpaşa batısı), b) Hidrotermal alterasyona maruz kalmış Gördeles ignimbiritinin rijit yapısı (Karacaören 3 km güneybatısı).

3.2.2.9. Kızılkaya İgnimbiriti

Kızılkaya ignimbiriti, yaklaşık 8500-10600 km²'lik bir alanı kaplamakta olup, 180 km³'lük bir hacime sahiptir [3,12]. İgnimbirit, kırmızı rengi, pekişmişliği ve bulunduğu bölgelerdeki düz yapısı ile karakteristiktir (Şekil 3.12a). Fenokristal olarak amfibol, biyotit, klinopiroksen, plajiyoklaz ve oksit mineralleri içermektedir. Kızılkaya ignimbiriti, geri düşme seviyesi, alt akıntı seviyesi ve üst akıntı seviyesi olmak üzere 3 üniteden oluşmaktadır (Şekil 3.12c). Üst akıntı seviyesi daha geniş alanlara yayılmış, alt seviyeye oranla daha kalın ve kaynaklanmış özelliindedir. Genellikle üst akıntı seviyesi, büyük oranda devitrifikasyona uğramıştır ve jüvenil cam içeriği devitrifikasyon sonucunda aksiyolitik alkali feldispat ve özşekilli kuvars minerallerine dönüşmüştür [41]. İgnimbirit ünitesi, Kışladağ Kireçtaşı tarafından üzerlendiği bölgelerde, dolgu oluşumlarına sıklıkla maruz kalmıştır (Şekil 3.12b).



Şekil 3.12. a) Kızılkaya İgnimbiritinin bulunduğu bölgedeki düz yapısı (Batıya bakış), b) Kızılkaya İgnimbiriti içerisindeki kalsit damarları (Karşıyazıharmanı tepesi), c) Kızılkaya geri düşme ünitesi ve paleosol ile ilişkisi (Şahinefendi köyü batısı).

3.2.2.10. Valibabatepe İgnimbiriti

Valibabatepe İgnimbiriti, yaklaşık olarak 5200 km^2 'lik bir alanda 100 km^3 'lük bir hacimi kaplamaktadır [3]. İgnimbirit ünitesi, koyu rengi, yüksek pekişme derecesi ve oldukça iyi gelişmiş fiyam yapıları ile özgündür. Fenokristal olarak plajiyoklaz, klinopiroksen,

amfibol, kuvars ve Fe-Ti oksit mineralleri içermektedir. İgnimbirit, biyotit içermemesi ile diğer ignimbirit ünitelerinden ayrılmaktadır [3]. Valibabatepe ignimbiriti, 2 farklı renk göstermekte olup her bir ünite içeriklerine göre farklılık göstermektedir [42].

3.3. Kuvaterner Volkanizması

Kuvaterner volkanizması, bazaltik, ortaç bileşimli lavlar ve asidik lav, maar, piroklastik akıntı ürünleri ile temsil edilmektedir.

3.3.1. Kumtepe İgnimbiriti

Kumtepe ignimbiriti, Acıgöl ile Nevşehir arasında bulunan Acıgöl Volkanik Kompleksi'nden ortaya çıkmıştır. İgnimbirit, Pasquare [10] tarafından iki ünite (Alacasar Tüfü ve Kumtepe Külü) olarak tanımlanmıştır. Bu volkanik ürünler, cüruf konileri ve paleosol ile yerel olarak birbirinden ayrılmakta olup ardalanmalı olarak iki patlama fazı ile ortaya çıkmışlardır [43]. Druitt ve ark. [43], bu iki patlama ürünlerini Alt Acıgöl ve Üst Acıgöl olarak incelemişlerdir. Bu üniteler, yaş analiz verileri, pomza-litik içeriği, litik içeriklerinin kökeni, pekişme dereceleri vb. özellikleri ile birbirinden ayrılmaktadır [3,4,43,44].

4. MİNERALOJİ VE PETROGRAFI

Ultrasonik atım hızı ölçümleri alınmış aynı lokasyondaki ignimbiritlerin mineralojik ve petrografik analizleri, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde bulunmakta olan Carl Zeiss EVO 50 ile entegre Bruker Xflash 3001 SDD (Silicon Drift Detector) ile yapılmıştır. Analizler ignimbiritlerin akış ünitesinden elde edilmiştir.

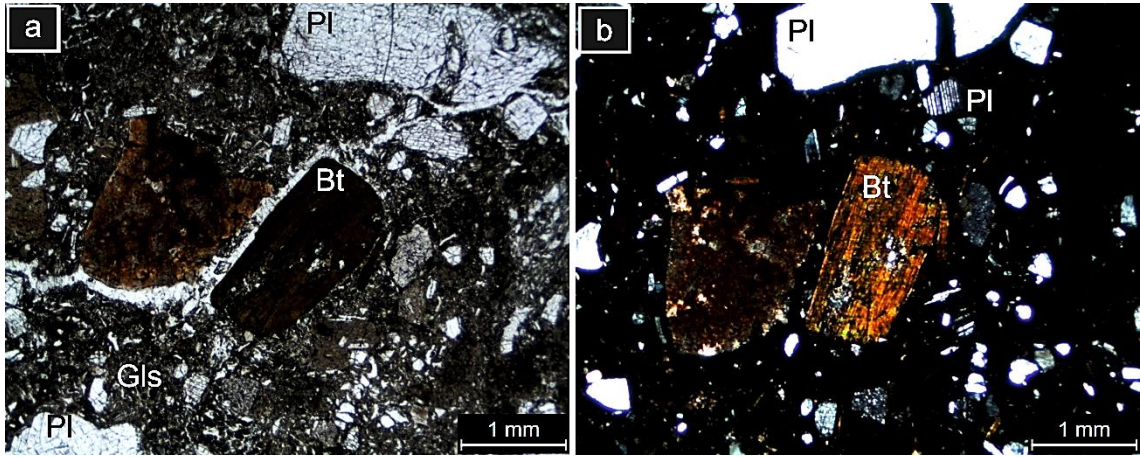
Çizelge 4.1. Şekillerde kullanılan mineral kısaltmalarının birçoğu Whitney ve Evans [45] göre yapılmıştır.

Bt: Biotit	Mag: Manyetit	Ves: Gözenek
Gls: Cam	Qz: Kuvars	Cpx: Klinopiroksen
Cal: Kalsit	Opl-CT: Opal CT	Pl: Plajiyoklaz
Cpt: Klinoptilolit	Ap: Apatit	Zr: Zirkon
Amp: Amfibol	Opx: Ortopiroksen	Eri: Eriyonit
Mor: Mordenit	Cbz: Şabazit	İlt: İllit
Opl-A: Opal A	Alu: Alünit	Smc: Smektit
Jrs: Jarosit	Plt: Pirolusit	Brt: Barit
Eri: Eriyonit	Kln: Kaolinit	Afs: Alkali feldispat

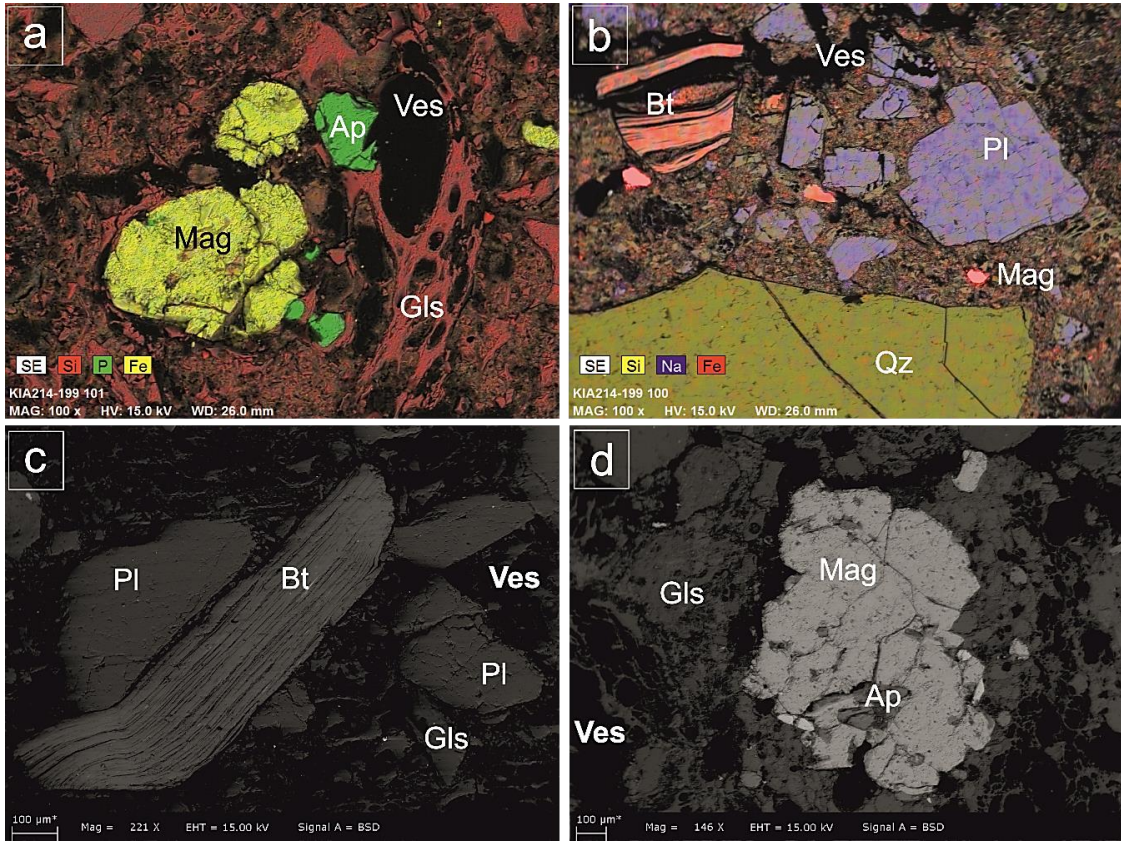
4.1. Alterasyona Uğramamış İgnimbiritlerin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

4.1.1. Kapadokya İgnimbiritlerinin ilksel (pirojenik) petrografisi

Kavak İgnimbiriti, hipohiyalin-porfirik doku göstermekte olup kenarlarından yoğun olarak kenarları boyunca kemirilmiş plajiyoklaz minerali, iri kuvars minerali, levhamsı biyotit minerali ve Fe-Ti oksit mineralleri içermektedir (Şekil 4.1, Şekil 4.2.c) (EK 1). Biyotit mineralleri dilinimlerinden itibaren açılmıştır (Şekil 4.2.b). Plajiyoklazlar normal zonlanma göstermektedir. İgnimbirit ünitesinin pomzaları gözenekli, gözenekler yuvarlak şekilli olup plajiyoklaz mineralleri içermektedir (Şekil 4.2.a). Manyetit mineralleri oldukça büyük, apatit kristal kapanımları içermekte ve juvenil cam ile oldukça belirgin sınırları olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.2.d).

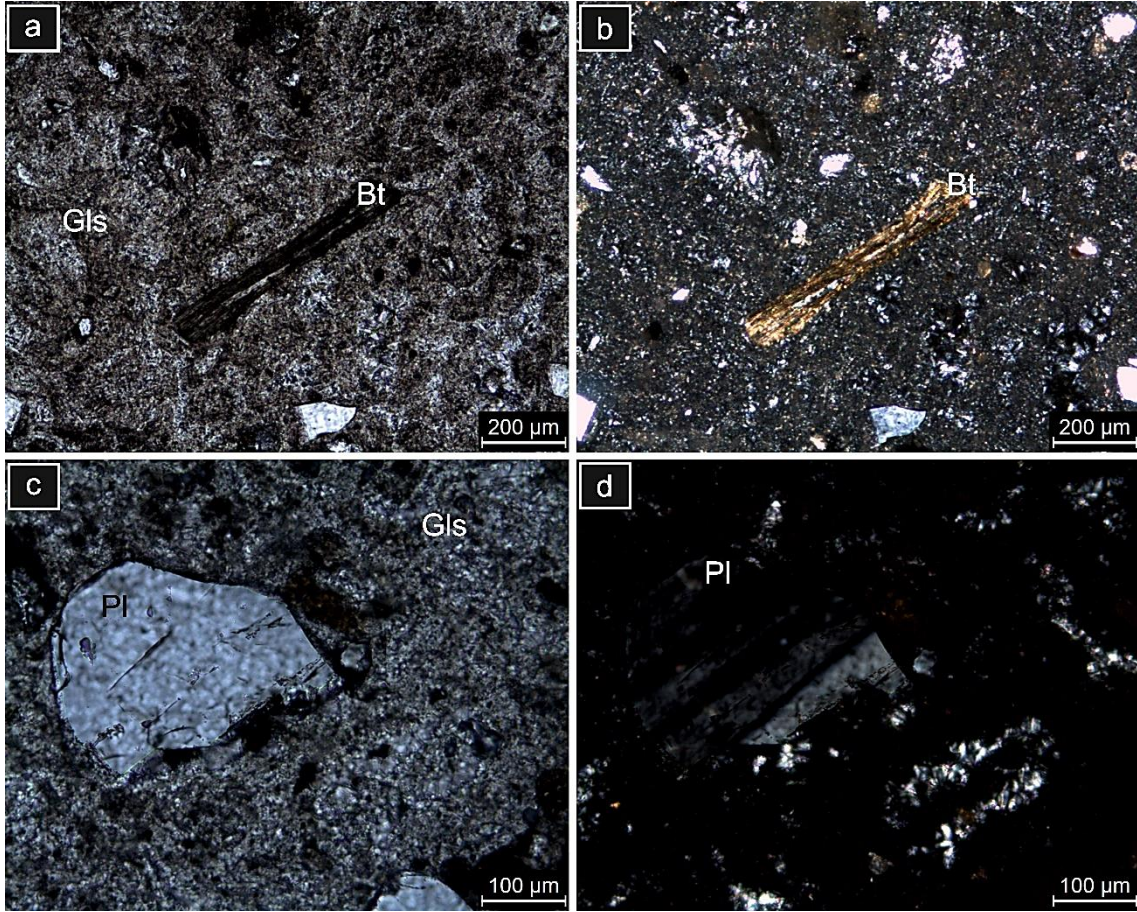


Şekil 4.1. Kavak ignimbritine ait ince kesit görüntüleri, a) 1.Nikol, b) 2. nikol.

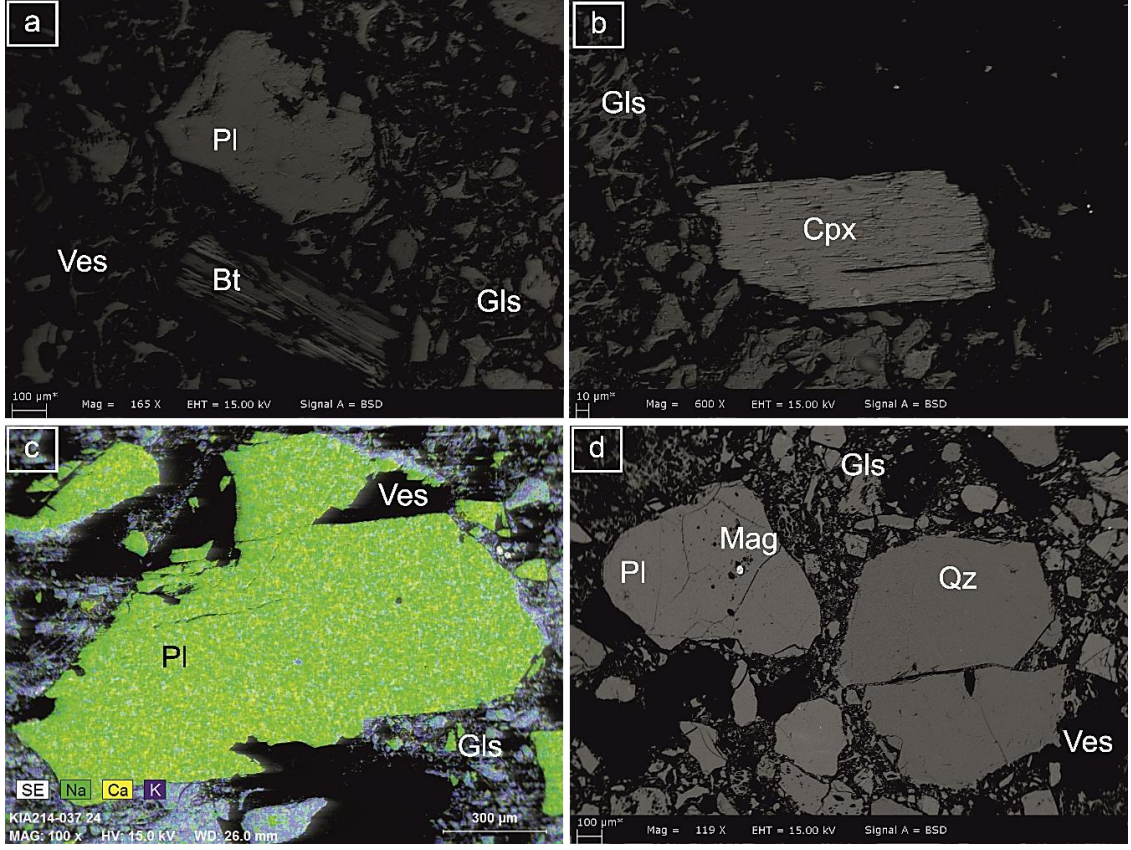


Şekil 4.2. Kavak ignimbritine ait SEM-EDS görüntüleri, a) İri gözenekli pomza ve oksit mineralleri, b, c) Kristalce zengin Kavak ignimbriti, biyotit minerallerinde dilinimleri boyunca ayrılmıştır, d) Apatit kapanımları içeren manyetit kristali.

Zelve ignimbiriti, az oranda klinopiroksen, plajiyoklaz, kuvars ve biyotit mineralleri (Şekil 4.3. a, b) içermekte olup hipohiyalin doku göstermektedir (EK 2). Plajiyoklazlar yarı özşekilli, büyük ve nadir olarak zonlu doku göstermektedir (Şekil 4.3.c, d, Şekil 4.4. a, c). Bununla birlikte, nadir olarak plajiyoklaz mineralleri Fe-Ti oksit kristalleri kapanımlarına sahiptir (Şekil 4.4.d). Klinopiroksen kristalleri dilinimlerinden itibaren kısmen kemirilmiş iken biyotit kristalleri sıklıkla deforme olmuş şekilde gözlenebilmektedir (Şekil 4.4.b). Fe-Ti oksit kristalleri özşekillidir.

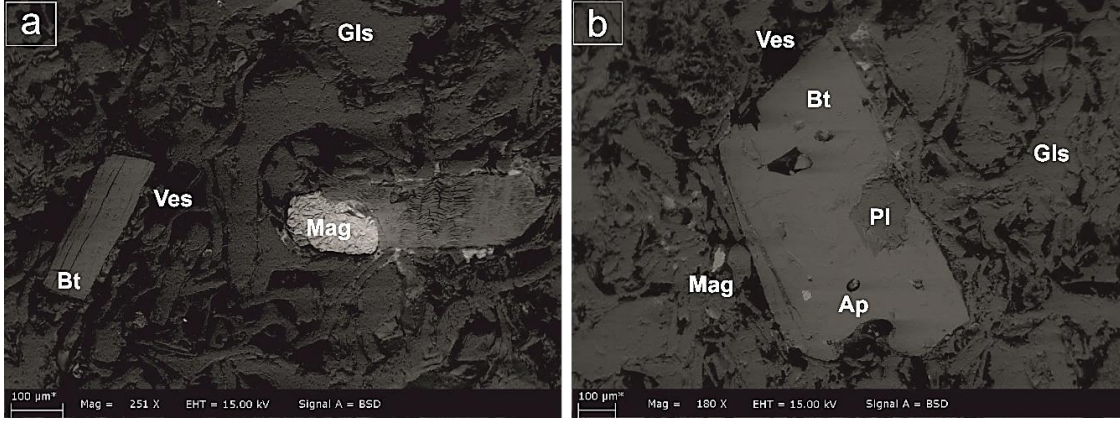


Şekil 4.3. Zelve ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, a, c) 1. Nikol, b, d) 2. nikol.



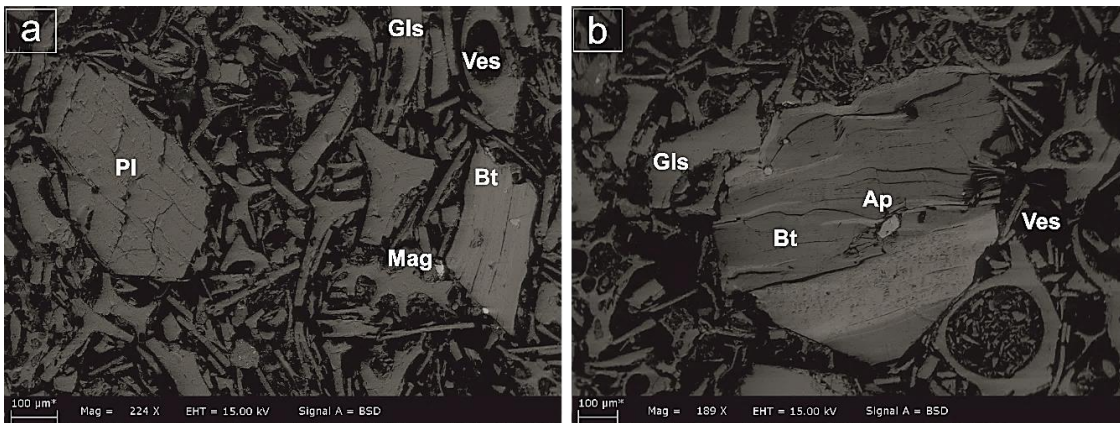
Şekil 4.4. Zelve ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Plajiyoklaz ve biyotit kristalleri b) Levhamsı klinopiroksen kristali c) Uzun eksenli boyunca kısmen kemirilmiş özşekilli plajiyoklaz minerali d) İri kuvars ve plajiyoklaz kristalleri, plajiyoklazlar manyetit kapanımına sahiptir.

Sarımadentepe ignimbiriti, kristal ve juvenil cam bakımından zengin olup hipohyalin porfirik doku göstermektedir. Pomzaları yuvarlak şekilli olup düşük gözenekliliğe sahiptir. Fenokristal olarak nadir dilinimlerinden açılmalar gösteren biyotit minerali, kısmen kemirilmiş plajiyoklaz ve iri Fe-Ti oksit mineralleri içermektedir (Şekil 4.5.a) Biyotit mineralleri manyetit ve apatit kristal kapanımlarına sahiptir (Şekil 4.5.b).



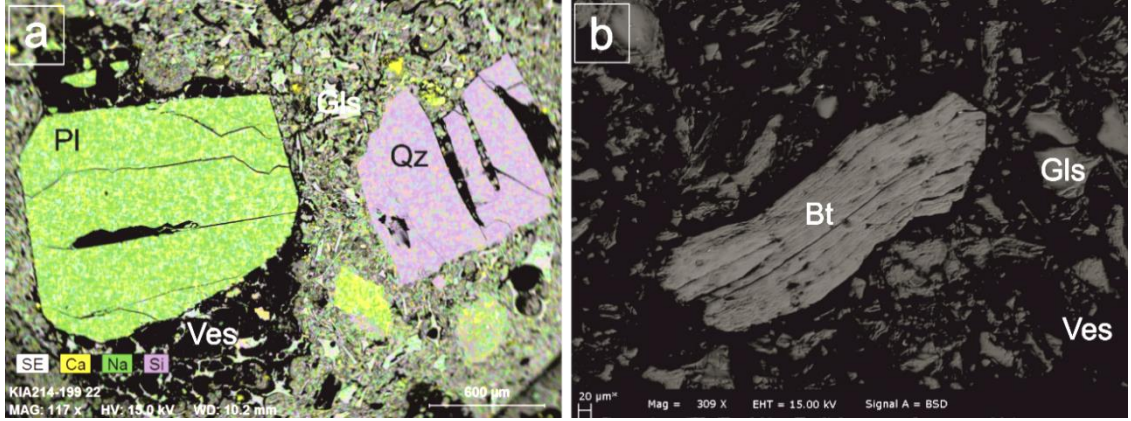
Şekil 4.5. Sarımadentepe ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Yoğun cam içeriği ve özşekilli biyotit, iri manyetit mineralleri, b) Biyotit mineralinin plajiyoklaz, manyetit ve apatit kristal kapanımlarına sahip olduğu gözlenmektedir.

Sofular ignimbiriti, pomza ve kristal bakımından fakir özelliktedir. İgnimbiritin pomza içeriği yoğun, büyük ve yuvarlak gözeneklere sahiptir. İgnimbirit ünitesi, özşekilli plajiyoklaz ve biyotit minerallerinin yanı sıra az oranda manyetit fenokristalleri içermektedir (Şekil 4.6.a). Biyotitler deforme olmuş ve yer yer dilinimlerinden itibaren alterasyona uğramışlardır (Şekil 4.6.b). Manyetit kristalleri özşekillidir. Biyotit mineralleri iri apatit kapanımları, plajiyoklaz ise apatit ve manyetit kapanımlarına sahiptir.



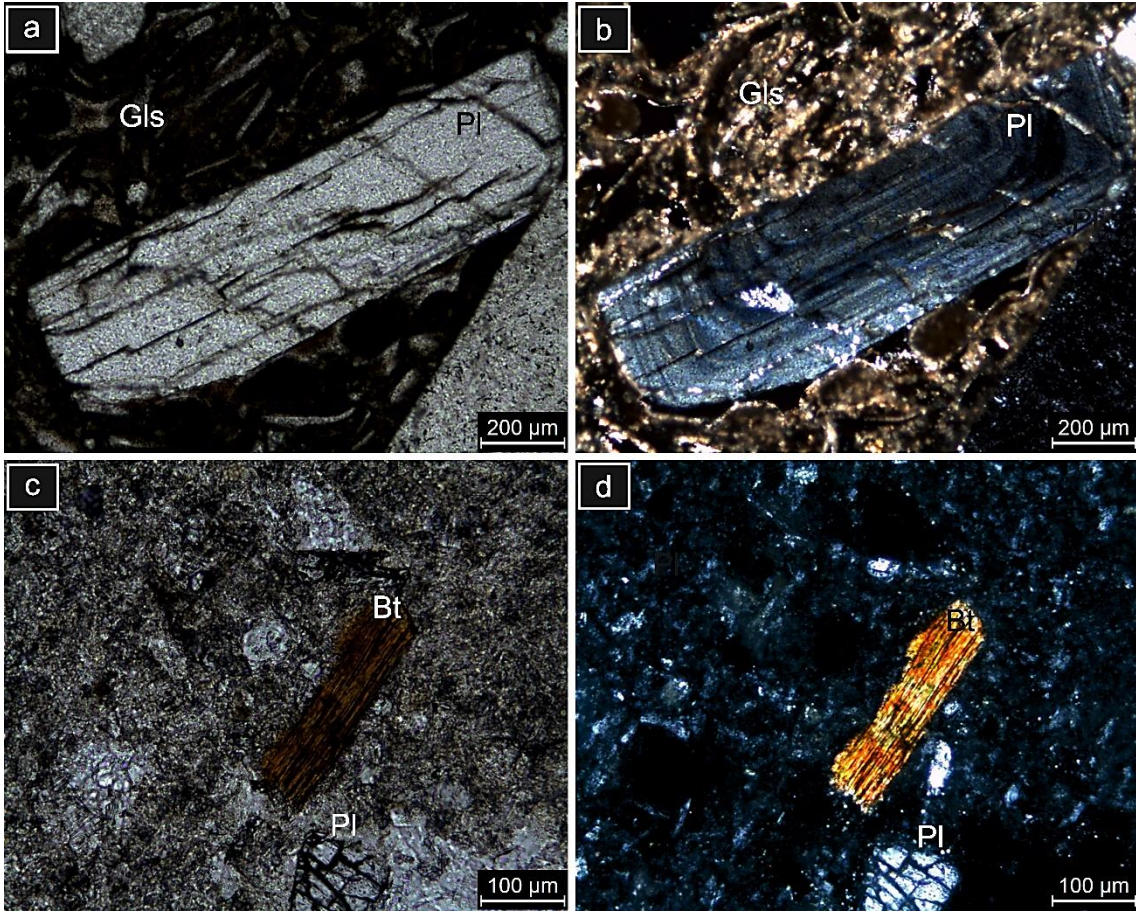
Şekil 4.6. Sofular ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) İgnimbiritin içerdiği özşekilli biyotit, plajiyoklaz mineralleri ve az orandaki manyetit mineralleri, b) Biyotit minerali deforme olmuş ve dilinimlerinden itibaren alterasyona uğramıştır.

Cemilköy ignimbiriti, kristalce fakir olup hipohiyalin doku göstermektedir. Bileşiminde kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve Fe-Ti oksit mineralleri vardır (Şekil 4.7. a) (EK 3). İgnimbiritin pomza içeriği, lifsi ve az gözeneklidir. Bununla birlikte, biyotit mineralleri mekanik deformasyona uğramıştır (Şekil 4.7.b). Plajiyoklaz mineralleri özşekilli olmasına karşın, kuvars mineralleri kenarlarından kemirilmiş şekilde gözlenmektedir.

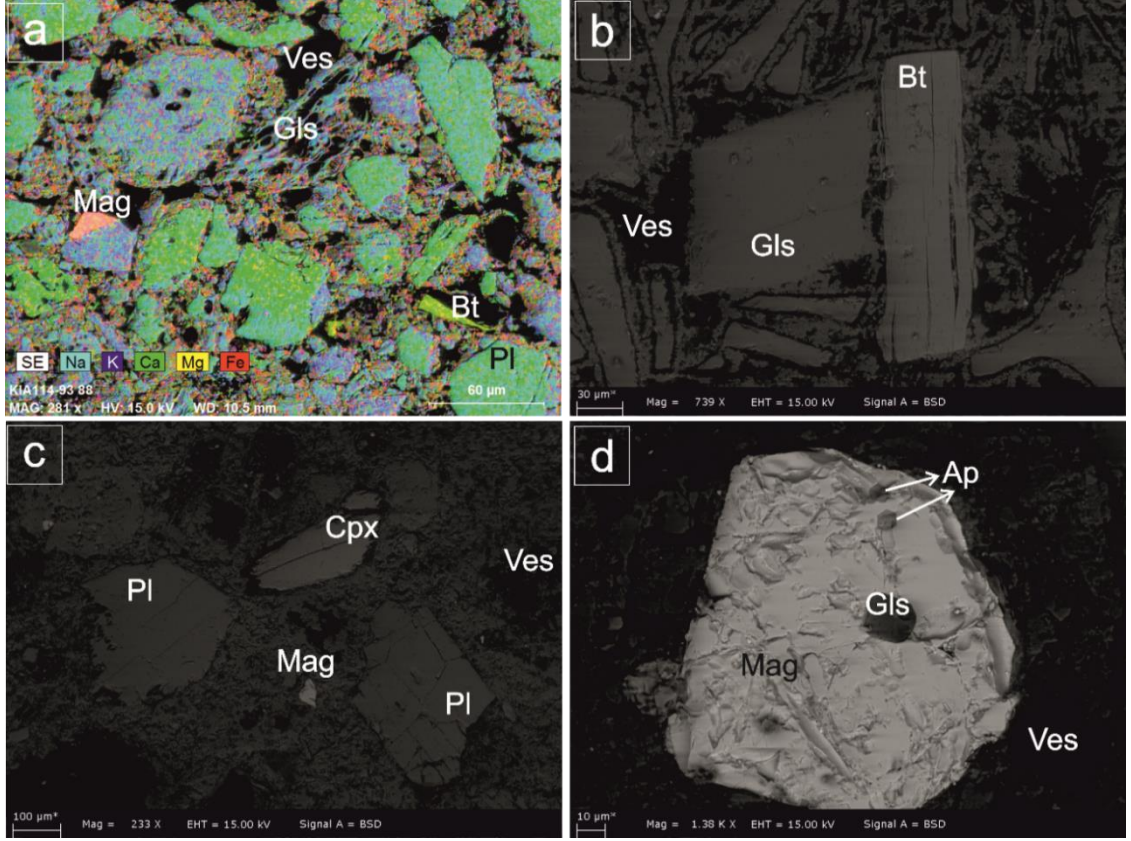


Şekil 4.7. Cemilköy ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Özşekilli plajiyoklaz minerali çatlaklarından itibaren boşluklar oluşmuş ve kuvars minerali, b) Biyotit minerali, dilinimleri boyunca açılmaya başlamış ve esnetilmiştir.

Tahar ignimbiriti, kristal ve ksenolit oranı bakımından zengin, porfirik doku göstermektedir (Şekil 4.9.a). İgnimbirit ünitesi, kristal içeriği olarak özşekilli plajiyoklaz (Şekil 4.8. a, b), amfibol, biyotit (Şekil 4.8. c, d), klinopiroksen, Fe-Ti oksit ve apatit mineralleri içermektedir (EK 4). Ayrıca biyotit mineralleri, dilinimleri boyunca açılma göstermektedir ve kısmen ayrılmış dilinim boşluklarında juvenil cam gözlenmektedir (Şekil 4.9.b). Plajiyoklaz mineralleri uzun eksenleri boyunca kemirilmiş özellikte, Fe-Ti oksit mineralleri oldukça büyük olup apatit ve cam kapanımları içermektedir (Şekil 4.9.c, d). İgnimbiritin klinopiroksen içeriği az oranda ve bu mineraller kenarlarından kemirilmiş özellikte gözlenmektedir (Şekil 4.9.c). Ayrıca ignimbirit ünitesinin içerdiği ksenolitler, volkanik kökenli ve yoğun plajiyoklaz içeriğine sahiptir.

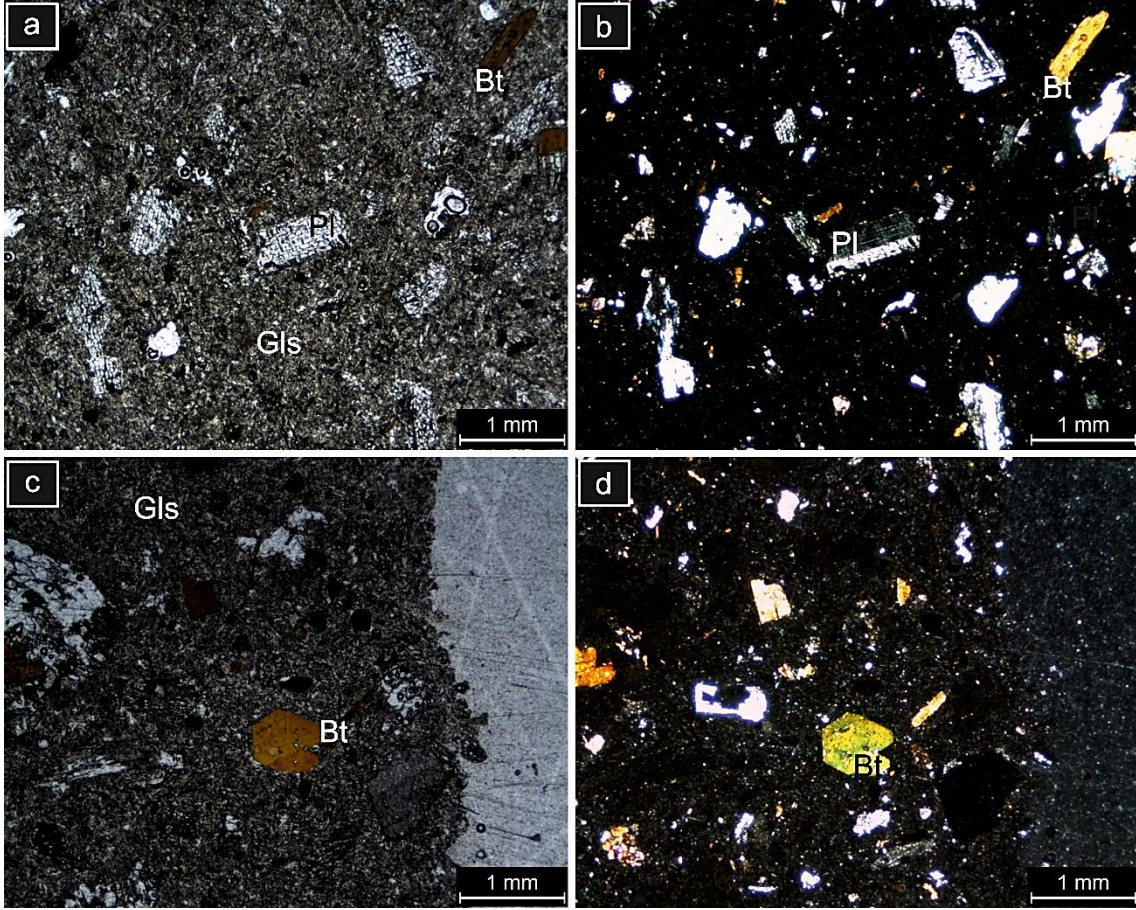


Şekil 4.8. Tahar ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, a, c) 1. Nikol, b, d) 2. nikol.

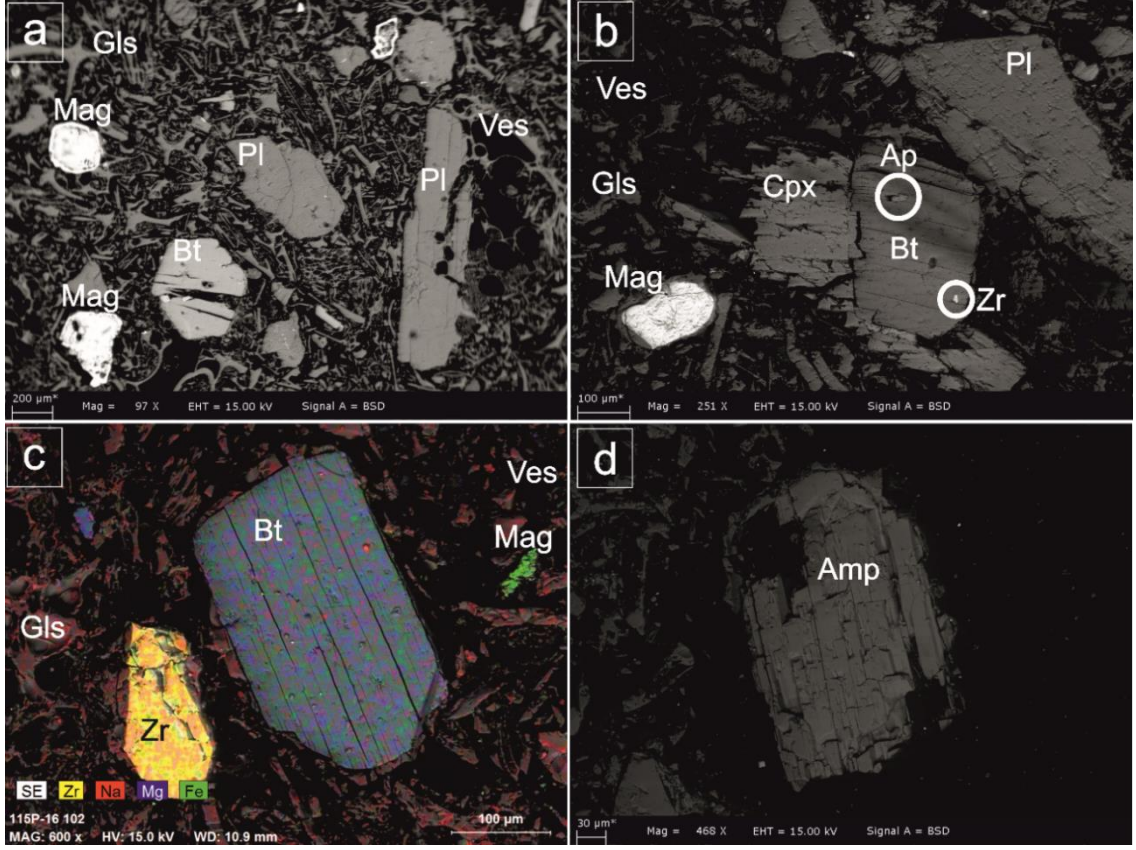


Şekil 4.9. Tahar ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a, b) Tahar ignimbiritinin yoğun kristal ve ksenolit içeren hipohiyalin porfirik doku görüntüsü, b, c) Yarı özşekilli- özşekilli plajiyoklaz mineralleri, kenarları boyunca deforme olmuştur, klinopiroksen minerallerinde dilinimleri boyunca açılma gözlenmektedir, d) Manyetit kristalleri, apatit kapanımları içermektedir.

Gördeles ignimbiriti, kristal bakımından zengin olup hipohiyalin porfirik doku göstermektedir (Şekil 4.10. a, b, c, d, Şekil 4.11. a). Ayrıca fenokristal olarak yarı-özşekilli iri plajiyoklaz, yapraksı biyotit, amfibol, klinopiroksen, Fe-Ti oksit mineralleri içermektedir (EK 5). Biyotit mineralleri dilinimleri boyunca açılmış olup apatit ve zirkon kapanımları içermektedir (Şekil 4.11. b). Plajiyoklazlar, büyük ve kenarları boyunca kemirilmiş özelliktedir. Az oranda klinopiroksen ve amfibol mineralleri içermektedir ve bu mineraller kenarları boyunca deforme olmuştur (Şekil 4.11. b, d). Manyetit mineralleri ve zirkon kristalleri temel aksesuar fazlardır (Şekil 4.11. c).



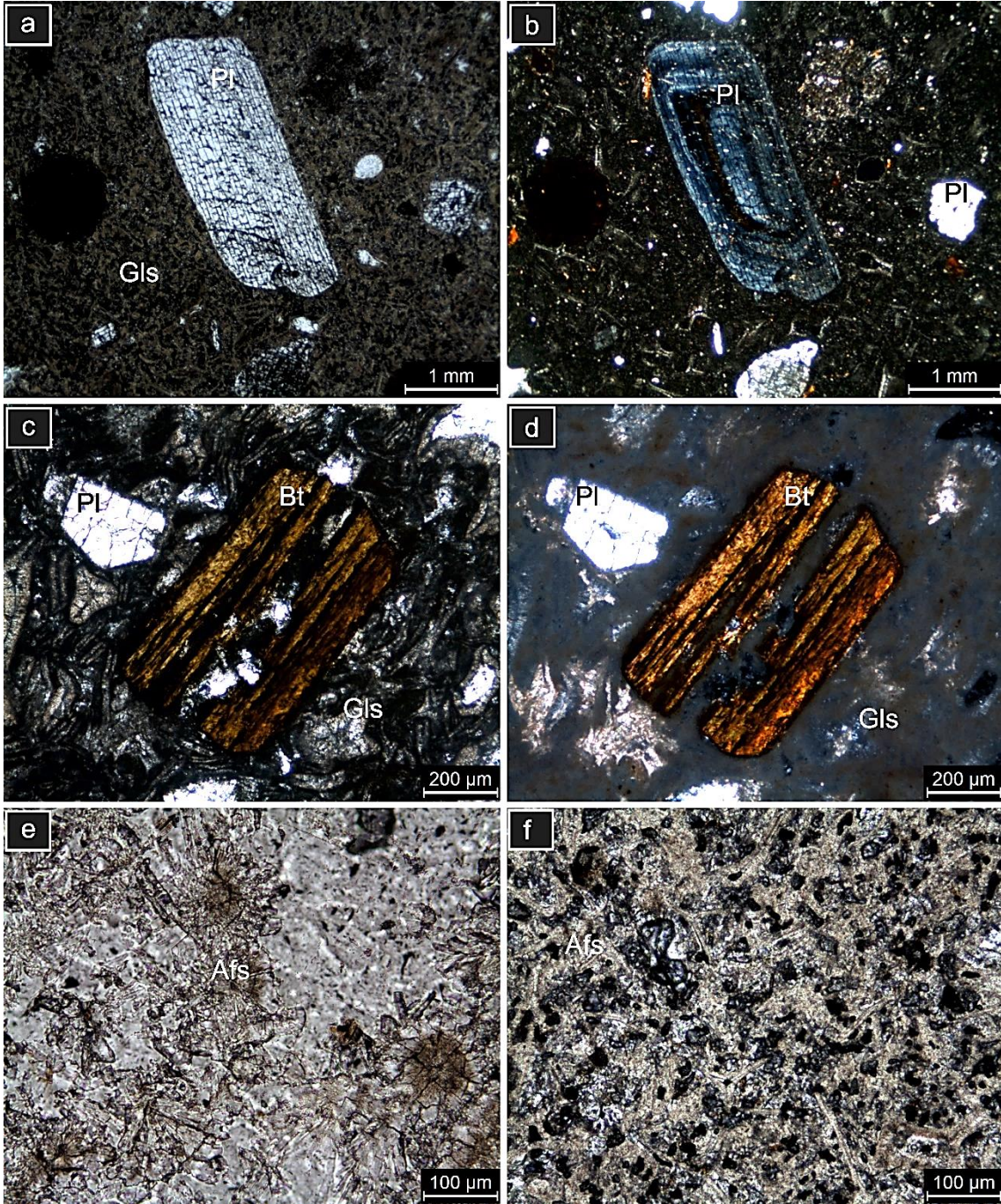
Şekil 4.10. Gördeles ignimbritine ait ince kesit görüntüleri, a, c) 1. Nikol, b, d) 2. nikel.



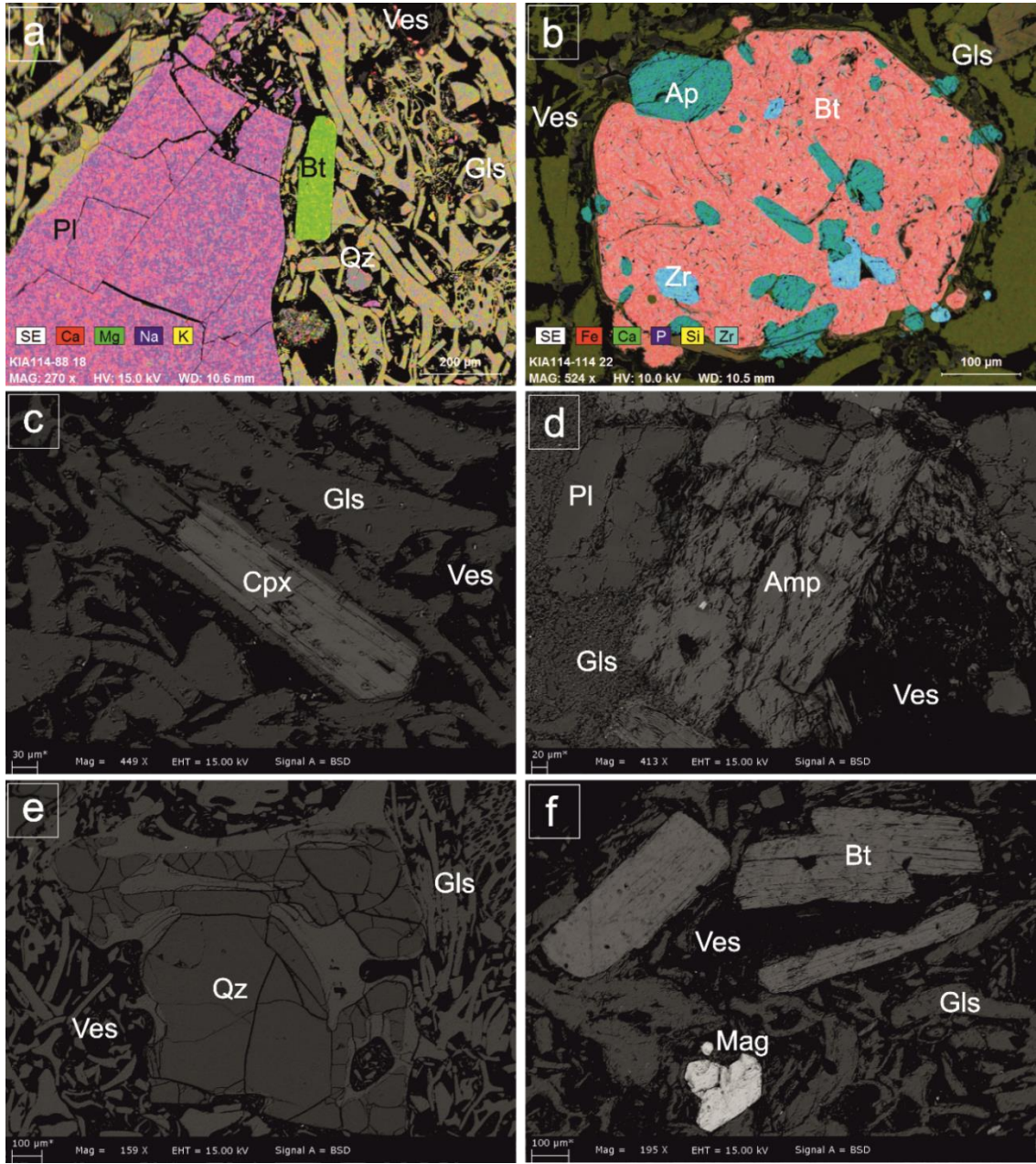
Şekil 4.11. Gördeles ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Biotit ve plajiyoklaz mineralleri özşekli ve manyetit mineralleri yuvarlaklamış şekilde gözlenmektedir b) Klinopiroksen kenarları boyunca deforme olmuş ve biyotit minerali apatit, zirkon kristalleri kapamamı içermektedir c) Özşekli biyotit minerali ve zirkon kristali, d) Amfibol minerali.

Kızılkaya ignimbiriti, kristalce zengin olup, hipohiyalin porfirik dokuya sahiptir. İgnimbirit ünitesindeki pomzalar, birbirine paralel olmayan gözenekler içermektedir. İgnimbirit, yarı-özşekli plajiyoklaz, az oranda amfibol, klinopiroksen, özşekli biyotit, kuvars, Fe-Ti oksit mineralleri ile aksesuar apatit ve zirkon kristalleri içermektedir (Şekil 4.13. a, b) (EK 6). Biotit mineralleri nadiren dilinimleri boyunca açılmalar göstermektedir (Şekil 4.12. c, d, Şekil 4.13. b, f). Kuvars mineralleri kenarlarından yuvarlaklaşmış ve klinopiroksen mineralleri yapraksı şekillerde bulunmaktadır (Şekil 4.13. c, e). Ayrıca akıntı ünitesinde seyrek gözlenen amfibol mineralleri deforme olmuş şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.13. d). Plajiyoklaz mineralleri oldukça büyük (uzun eksenleri boyunca >2 mm) olup genelde özşekli olarak bulunmaktadır (Şekil 4.12. a, b,). Akıntı ünitesindeki titanomanyetit mineralleri yarı – özşekli olup sık sık iskeletsi büyüme ve tavana doğru giderek artan trellis doku göstermeleri ile karakteristiktir [41].

Ayrıca, Kızılkaya ignimbiritinin pirojenik cam içeriği, bazı bölgelerde devitrifikasyona uğramıştır (Şekil 4.12. e, f).

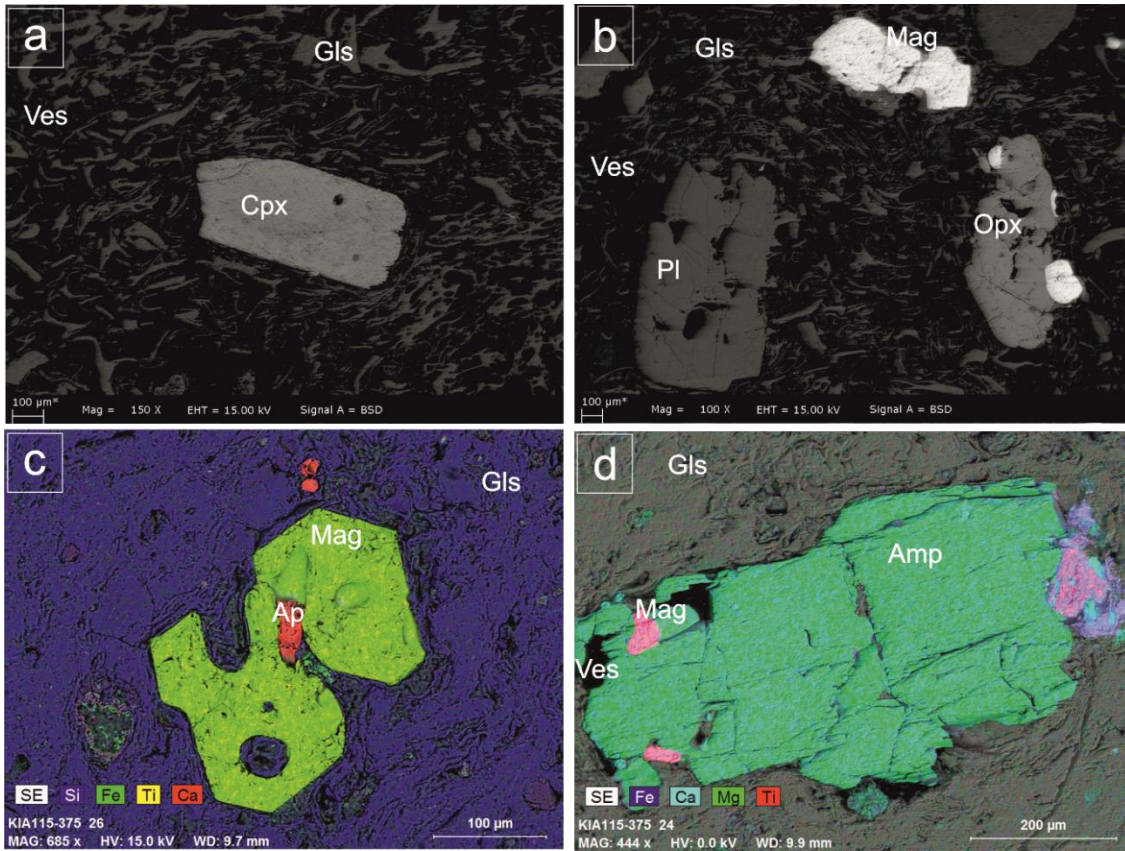


Şekil 4.12. Kızılkaya ignimbiritine ait ince kesit görüntüleri, e, f) Devitrifikasyon sonucunda pirojenik cam, feldispat minerallerine dönüşmüştür, a, c, e) 1. Nikol, b, d, f) 2. Nikol.



Şekil 4.13. Kızılkaya ignimbritine ait SEM görüntüleri a) Biotit ve plajiyoklaz mineralleri, b) Biotit minerali özşekli ve apatit ve zirkon kapanımları içermektedir, c, e) Klinopiroksenleri dilinimleri boyunca açılmış ve kuvars mineralleri yuvarlaklaşmış, d) Amfibol minerali deforme olmuş ve plajiyoklaz mineralleri kenarlarından kısmen kemirilmiş olarak gözlenmektedir, f) Biotit mineralleri dilinimleri boyunca açılmıştır ve Fe-Ti oksit mineralleri özşekillidir.

Valibabatepe ignimbiriti, vitrik/camsı, oldukça pekişmiş ve koyu kahve-kızılımsı renkleri ile karakteristiktir. Ayrıca ignimbirit, belirli bölgelerde ise yaklaşık 10 cm boyutlarına ulaşan fiyallaşmış pomzalar içermektedir. Genel olarak, bileşiminde yarı özşekilli ortopiroksen ve klinopiroksen, iri, özşekilli-yarı özşekilli oksit mineralleri, levhamsı amfibol mineralleri, kuvars ve apatit mineralleri içermektedir (Şekil 4.14. a, c, d) (EK 7). Plajiyoklaz ve ortopiroksen mineralleri deforme olmuş şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.14. b). Ortopiroksen ve amfibol mineralleri, titanomanyetit mineral kapanımları içermektedir (Şekil 4.14. d). Apatit mineralleri ise aksesuvarıdır (Şekil 4.14. c).



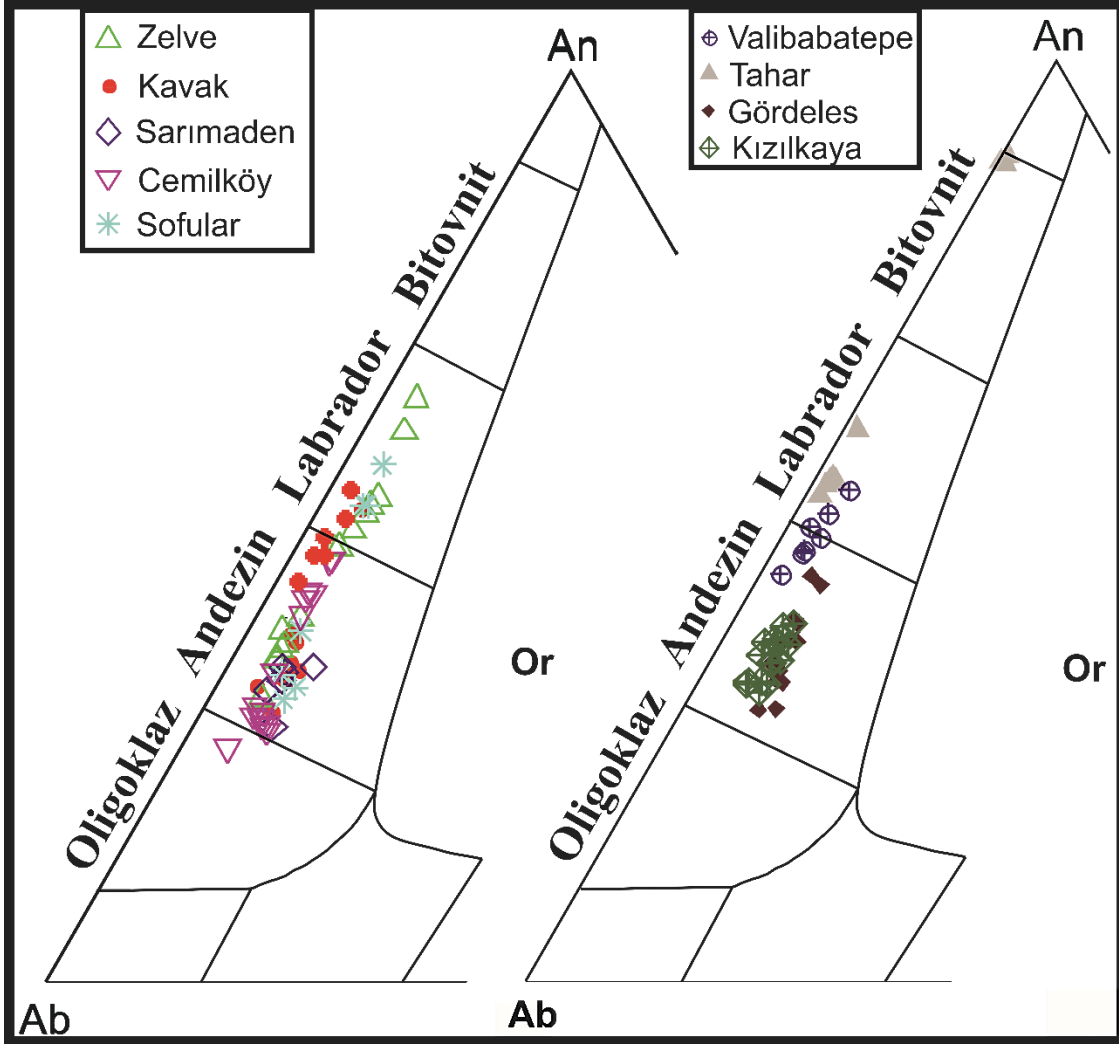
Şekil 4.14. Valibabatepe ignimbiritine ait SEM görüntüleri, a) Özşekilli klinopiroksen minerali, b) Plajiyoklaz ve ortopiroksen mineralleri kenarlarından itibaren deforme olmuştur ve Fe-Ti oksit mineralleri yuvarlaklaşmış şekilde gözlenmektedir, c) Fe-Ti oksit ve apatit mineralleri, vitrik cam içerisinde özşekilli biçimde bulunmaktadır, d) Amfibol mineralleri, kenarları boyunca olmuştur ve Fe-Ti oksit mineral kapanımları içermektedir.

4.1.2. Kapadokya İgnimbiritlerinin ilksel (pirojenik) mineralojisi

Tez çalışmasında ve 113Y439 No'lu proje kapsamında alınan ignimbirit numunelerinde plajiyoklaz ve Fe-Ti oksit mineralleri tüm ignimbiritlerde yoğun olarak gözlenmesine karşın ignimbirit ünitelerinin mika, piroksen grubu, amfibol, apatit, kuvars mineral içerikleri çeşitlilik göstermektedir. Yapılan SEM-EDS çalışmaları sonucunda ignimbirit ünitelerinin volkanik cam içeriklerinin belirli bölgelerde hidrotermal alterasyona uğradığı, kristal içeriğinin ilksel durumunu koruduğu belirlenmiştir.

4.1.2.1. Feldispat Grubu Mineraller

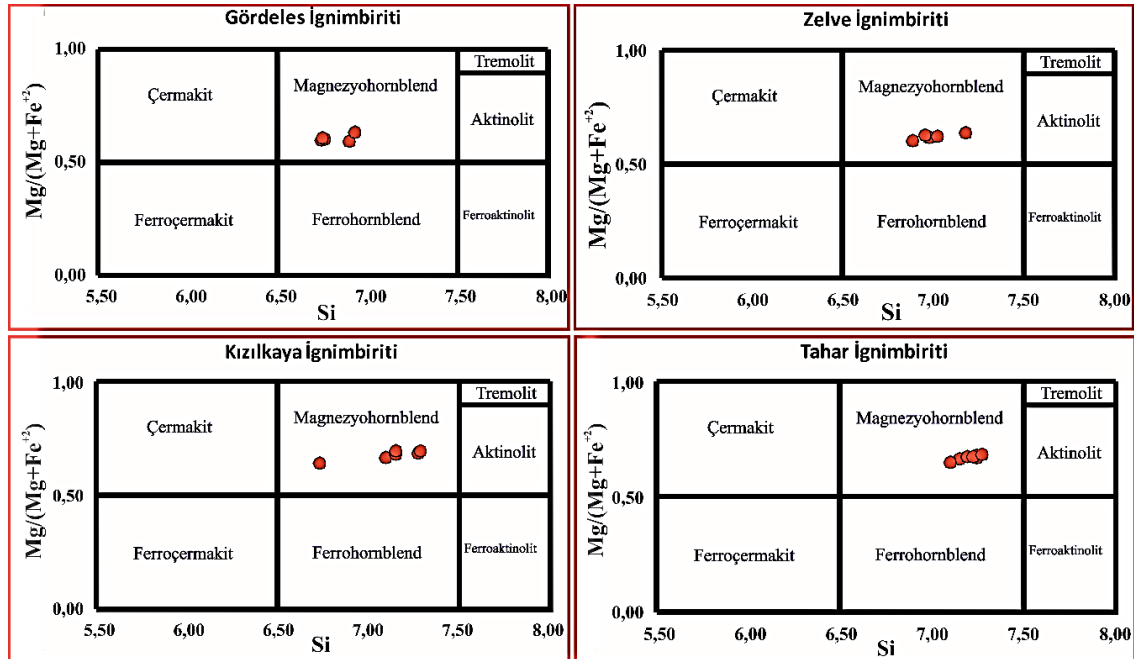
Feldispat grubu mineraller, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (albit), $\text{CaAlSi}_3\text{O}_8$ (anortit) ve KAlSi_3O_8 (ortoklaz-K feldispat) uç sınırları arasında katı karışım serisi oluşturmakta olup alkali feldispatlar ve plajiyoklazlar ile temsil edilmektedir. Kapadokya ignimbiritlerinin feldispat fenokristallerinden EDS ölçümü alınmıştır. Ölçümü alınmış majör oksit değerleri ve katyonik oranlar Ek-8'de verilmiştir. Elde edilen katyonik oranlar referans alınarak yapılan sınıflandırma Şekil 4.15 diyagramında verilmiştir. Bu diyagrama göre Kapadokya ignimbiritlerinin feldispat içerikleri genel olarak andezin – labrador karakterleri arasında dağılım göstermektedir. Lakin Tahar ignimbiritinden ölçümü alınan bazı feldispat analizlerinin yüksek Ca karakterli olduğu gözlenmektedir. Kapadokya ignimbiritlerinin temsili feldispat bileşimleri sırasıyla (yaşlıdan gence doğru) $\text{Ab}_{64-44} \text{An}_{52-30} \text{Or}_{7-4}$ (Kavak), $\text{Ab}_{64-33} \text{An}_{64-31} \text{Or}_{5-4}$ (Zelve), $\text{Ab}_{64-57} \text{An}_{34} \text{Or}_{8-5}$ (Sarımadentepe), $\text{Ab}_{64-44} \text{An}_{34-26} \text{Or}_{7-4}$ (Sofular), $\text{Ab}_{70-53} \text{An}_{47-26} \text{Or}_{7-4}$ (Cemilköy), $\text{Ab}_{46-10} \text{An}_{90-54} \text{Or}_{2-1}$ (Tahar), $\text{Ab}_{63-51} \text{An}_{39-30} \text{Or}_{7-5}$ (Gördeles), $\text{Ab}_{63-57} \text{An}_{39-32} \text{Or}_5$ (Kızılkaya), $\text{Ab}_{54-43} \text{An}_{53-44} \text{Or}_{4-2}$ (Valibabatepe) şeklindedir.



Şekil 4.15. Kapadokya ignimbiritlerinin içerdiği feldispat minerallerinden pozisyon belirtilmeden ölçümü alınmış analizlerinin Ab-An-Or bileşim üçgenindeki dağılımları.

4.1.2.2. Amfibol Grubu Mineraller

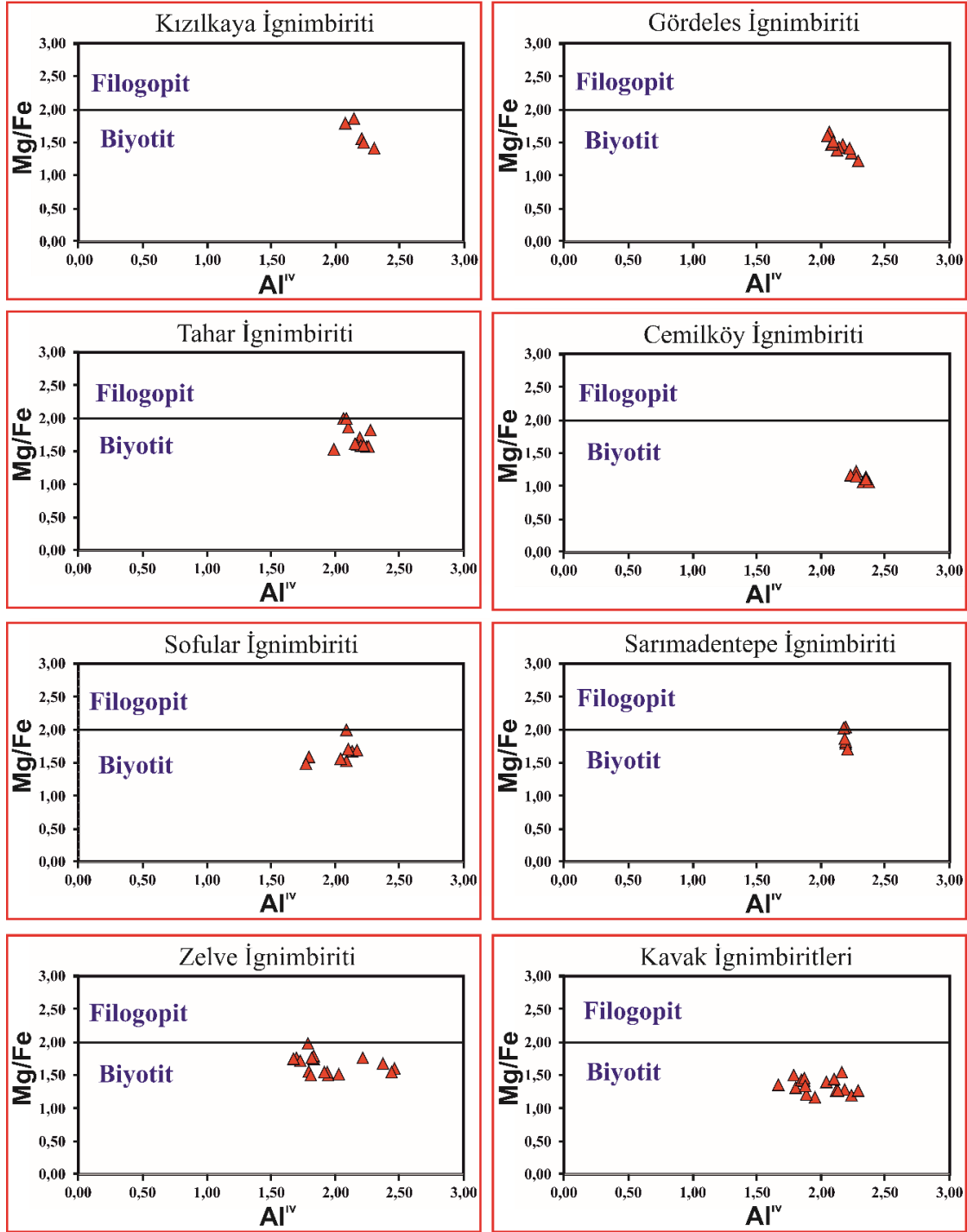
Zelve, Tahar, Gördeles ve Kızılkaya ignimbiritleri üzerinde gerçekleştirilen EDS analiz sonuçları ve bu sonuçlara dayandırılmış katyonik değerler Ek-9’da gösterilmektedir. Leake ve ark. [46] göre yapılan sınıflandırmada ignimbirit ünitelerinin içerdiği amfibol grubu minerallerinin magnezyohornblend bileşiminde olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Kapadokya İgnimbiritlerinde gözlenen amfibol grubu minerallerin Leake ve ark. [46]’e göre sınıflandırılması.

4.1.2.3. Mika Grubu Mineraller

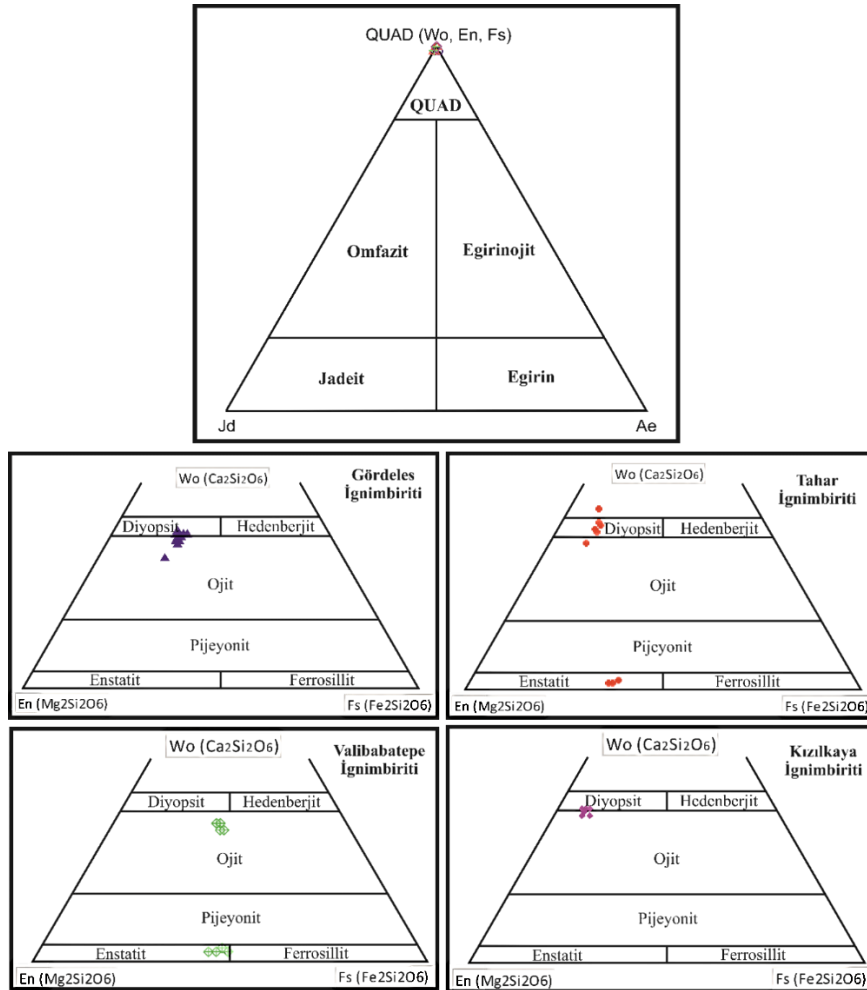
Mika grubu mineraller Siderofillit, Annit, Eastonit ve Filogobit uç üyelerine göre sınıflandırılmaktadır [47]. Mika grubu mineraller incelenen Kapadokya ignimbirit ünitelerinin (Valibabatepe ignimbirit hariç) tamamında gözlenmekte olup ölçümü alınmış ana oksit analizleri ve katyonik oranlar Ek-10’da gösterilmektedir. Elde edilen katyonik oranlar Rieder ve ark. [48] diyagramına yerleştirilmiştir. Tüm ignimbirit ünitelerinin mika bileşimlerinin Mg/Fe oranları 2’den küçük olup biyotit olarak isimlendirilmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Kapadokya ıgnimbiritlerine ait mika minerallerinin Mg/Fe oranlarına (a.f.u.) karşılık Al^{IV} (a.f.u.) değerlerinin dağılımı.

4.1.2.4. Piroksen Grubu Mineraller

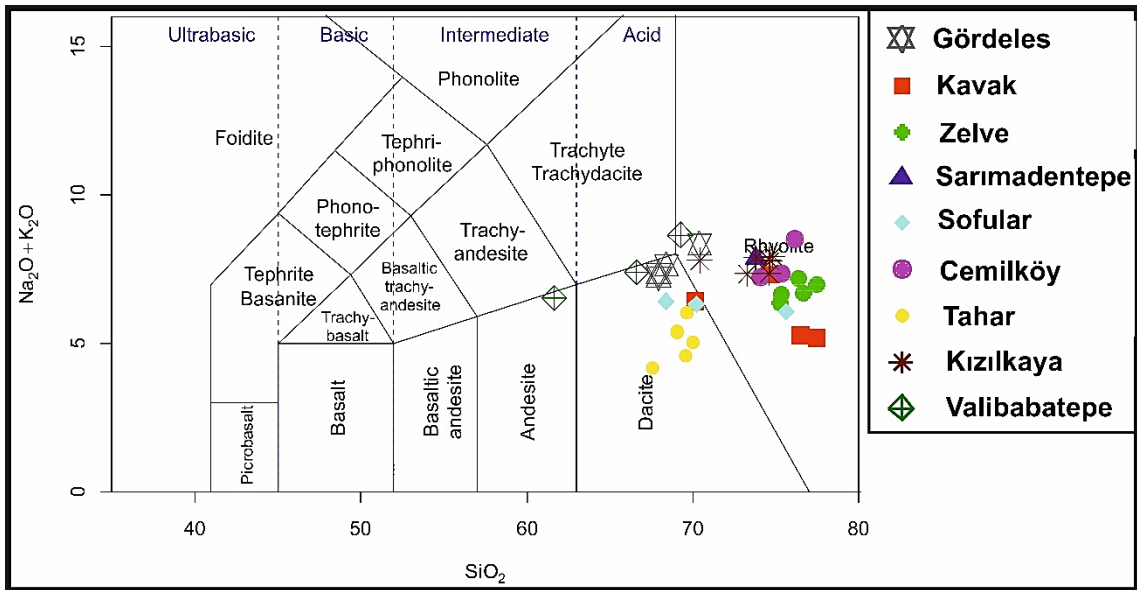
Piroksen grubu mineraller, incelenen ignimbiritlerden alınan örneklerde ortopiroksen ve klinopiroksen olarak gözlenmektedir. Bu piroksen minerallerinden elde edilen ana oksit analizlerinden hesaplanmış katyonik oranların (EK-15), dört farklı gruba ayrılan (QUAD, Ca-Na, Na ve diğerleri) piroksenler içerisinde Ca-Mg-Fe (QUAD) grubunda yer almaktadır. QUAD grubunda yer alan piroksen mineralleri Moritomo [49] göre $\text{Ca}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ (Vollastonit), $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ (Enstatit) ve $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ (Ferrosillit) molar yüzdeleri baz alınarak adlandırılmıştır. Yapılan isimlendirmeye göre ignimbiritlerin (Tahar, Gördeles, Kızılkaya ve Valibabatepe ignimbiritlerinin) içerdiği klinopiroksenlerin büyük oranda ojit-diyopsit kimyasında, Tahar ve Valibabatepe ignimbiritlerinin içerdiği ortopirokselerin Enstatit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Kapadokya ignimbiritlerinin piroksen minerallerine ait pozisyon belirtilmeden ölçümü alınmış analizlerinin Ca, Ca-Na ve QUAD (Mg, Ca, Fe) diyagramındaki dağılımı ve QUAD grubunda yer alan piroksenlerin En-Wo-Fs uç sınırları arasındaki dağılımları.

4.1.2.5. Volkanik Cam

Piroklastik kayalarda, hamuru meydana getiren jüvenil cam, magmanın kristallenmeden kalmış katı formunu temsil etmektedir. Tez çalışması kapsamında incelenen eksploziv volkanik ürünlerin pomzalarında ve akış ünitesinin içerdiği jüvenil cam kıymıklarından gerçekleştirilen cam analizleri (% majör element oksit değerleri) Le Bas ve ark. [50]'nın volkanik kayalar için öngördüğü toplam alkali silis diyagramına göre isimlendirilmiştir (Şekil 4.19). Gerek Kapadokya ignimbiritlerinin isimlendirilmesi gerekse jeokimyasal çalışmalar için kullanılan cam analizleri, bu tez çalışmasını kapsayan 113Y439 no'lu projeden (Ek-14) ve Hacettepe Üniversitesi Mineraloji-Petrografi anabilim dalında oluşturulmuş veri bankasından (108Y063 no'lu proje: Yürütücü Prof. Dr. Erkan Aydar; Yüksek Lisans Tezi: Lütfiye Akın) alınmıştır. Gerçekleştirilmiş Toplam Alkali – Silis diyagramına göre Kapadokya ignimbiritlerinin büyük çoğunluğunun riyolitik karakterde olduğu gözlenmektedir. Tahar ve Sofular ignimbiritleri dasit karakterli iken Valibabatepe ignimbiriti andezit-dasit, Gördeles ignimbiriti ise riyodasit bileşimindedir.



Şekil 4.19. Kapadokya ignimbiritlerinin Toplam Alkali – Silis oranlarına göre Le Bas [50] diyagramında gösterilmesi.

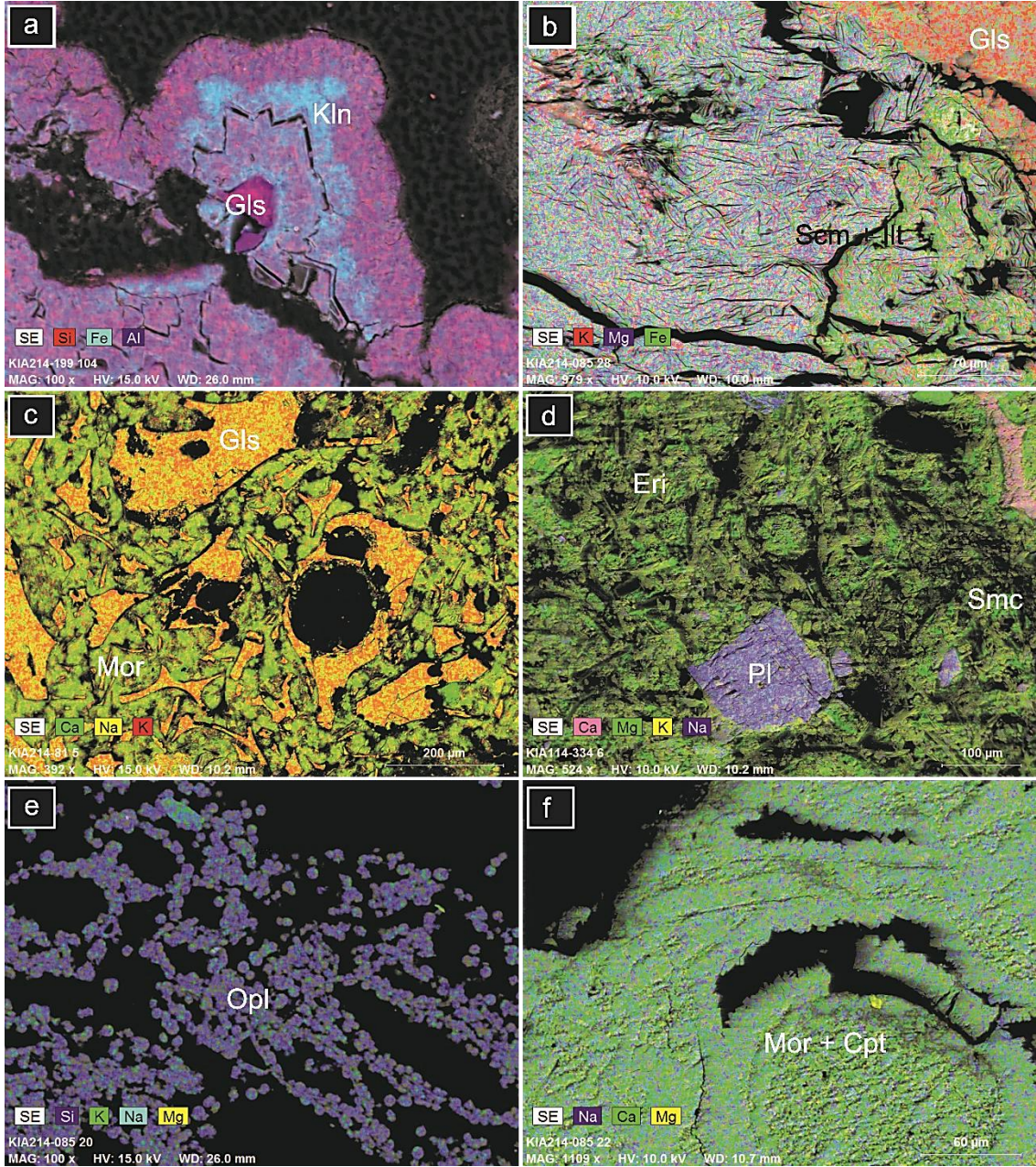
4.2. Bozunma ve Alterasyon Petrografisi

Zelve ignimbiriti, Sarıhıdır, Tuzköy, Bozca köyleri ve çevresinde; Cemilköy ignimbiriti, Karacaören köyünün doğusunda; Tahar ignimbiriti, Karain köyünün batısında yer alan

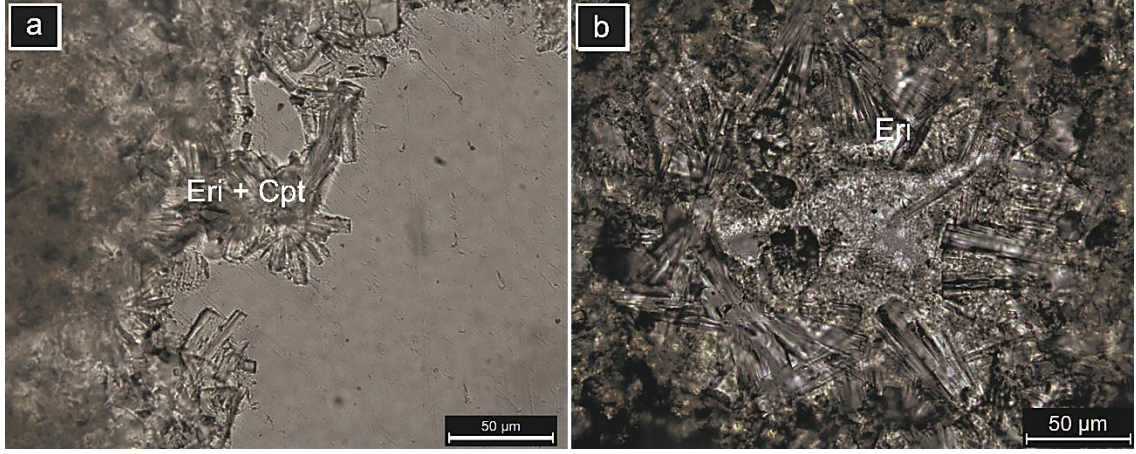
Aktepe ve Kürderesi'nde ve Gördeles ignimbiriti ise Karacaören köyünün yaklaşık 3 km güneyinde alterasyona uğramıştır. İgnimbirit ünitelerinin hidrotermal alterasyona maruz kalması sonucunda ignimbiritlerin jüvenil cam içerikleri, ikincil kristallere (zeolit ve kil grubu) dönüşmüştür (Şekil 4.20. a, b, d). İkincil mineral oluşumları, jüvenil cam kıymıklarının yüzeyinden ve pomza gözeneklerinden itibaren epitaksiyal kristallenmiştir. Bu bağlamda, zeolit ve kil grubu mineraller, ignimbirit ünitesinin gözeneklerinde zenginleşme göstermiştir (Şekil 4.20.c, Şekil 4.21). Jüvenil cam içeriklerinin ikincil zeolit kristallerine dönüşmesine rağmen bu jüvenil cam kıymıklarının izleri belirgin kalmıştır (Şekil 4.20.f). Zeolitleşmeden arta kalan gözeneklerde ikincil SiO₂ ve sülfat fazları gözlenmektedir (Şekil 4.20.e). Özellikle amorf opal-A ve kristalin opal-CT gibi SiO₂ fazları yoğun şekilde zeolit mineralleri birlikte bulunmaktadır. Bu bağlamda, ikincil kristalizasyon, cam içeriğinin azalmasına karşın kristal oranının artmasına neden olmuştur.

Kavak, Zelve, Cemilköy ignimbiritinin belirli bölgelerde alınan örneklerinde kalsit, kısmen barit ve pirolüsit kristallenmeleri ile tipik dolgu süreçleri gözlenmiştir (Şekil 4.22. a, c, d). Kızılkaya ignimbiritinde ise Kışladağ kireçtaşı tarafından üzerlendiği bölgelerde kalsit dolgu, ignimbirit akıntı ünitesi içerisinde damarlar şeklinde ve yüzleklerin yüzeylerinde sıvamalar şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4.22. b). Dolgu süreçleri, ignimbiritlerin gözeneklerine nüfuz ederek çimentolanmayı arttırmasının yanı sıra gözeneklilik oranının azalmasını sağlamıştır. Özellikle ignimbirit üniteleri, dolgu oluşumlarının çimentolanmayı arttırması sonucunda ilksel durumuna oranla daha rijid özellik kazanmıştır. Ayrıca dolgu oluşumları, ignimbirit ünitelerinin jüvenil cam ve pomza içeriğinin pirojenik formunu büyük oranda korumuştur.

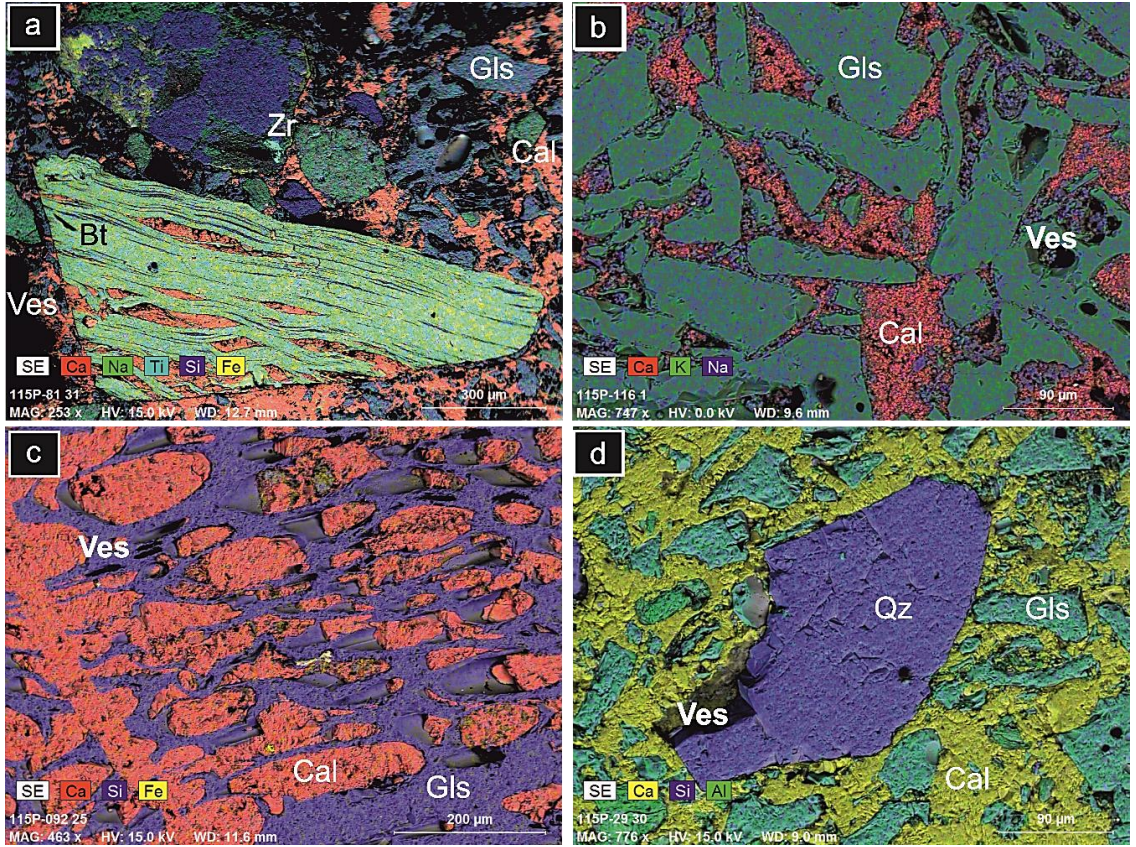
Kızılkaya üst akış ünitesinin jüvenil cam içeriği, belirli bölgelerde devitrifikasyon süreçlerine maruz kalmıştır. Devitrifikasyon süreçleri sonucunda amorf jüvenil cam kıymıkları, kenarlarında itibaren kılcal demetler halinde aksiyolitik feldispat kristallerine dönüşmüştür. Bu kristal gelişimleri arasında özşekilli kuvars kristalleri gözlenmiştir (Bkz. 4.4.4. Devitrifikasyon).



Şekil 4.20. Altere Kapadokya ignimbiritlerine ait SEM görüntüleri, a) Volkanik camın alterasyonu sonucu kaolinit oluşumu, merkezde cam parçası, b) İllit – smektit mineral birlikteliği, c) Mordenit tipi zeolit minerallerinin demetler halinde cam yüzeyinden itibaren kristallenmesi, d) Jüvenil cam içeriğinin yoğun biçimde zeolit ve kil minerallerine dönüşmesine rağmen pirojenik mineral içeriği korunmuştur, e) Zeolitleşmeden arta kalan jüvenil malzemenin silisleşmesi, f) Cam içeriğinin yoğun şekilde zeolitleşmesine rağmen jüvenil cam izleri, belirgin biçimde kalmıştır.



Şekil 4.21. Zeolit minerallerinin optik mikroskop görüntüleri, a, b) Zeolit kristallerin juvenil camdan gözeneklere (amigdolyoidal doku) doğru şekilde oluşumları.



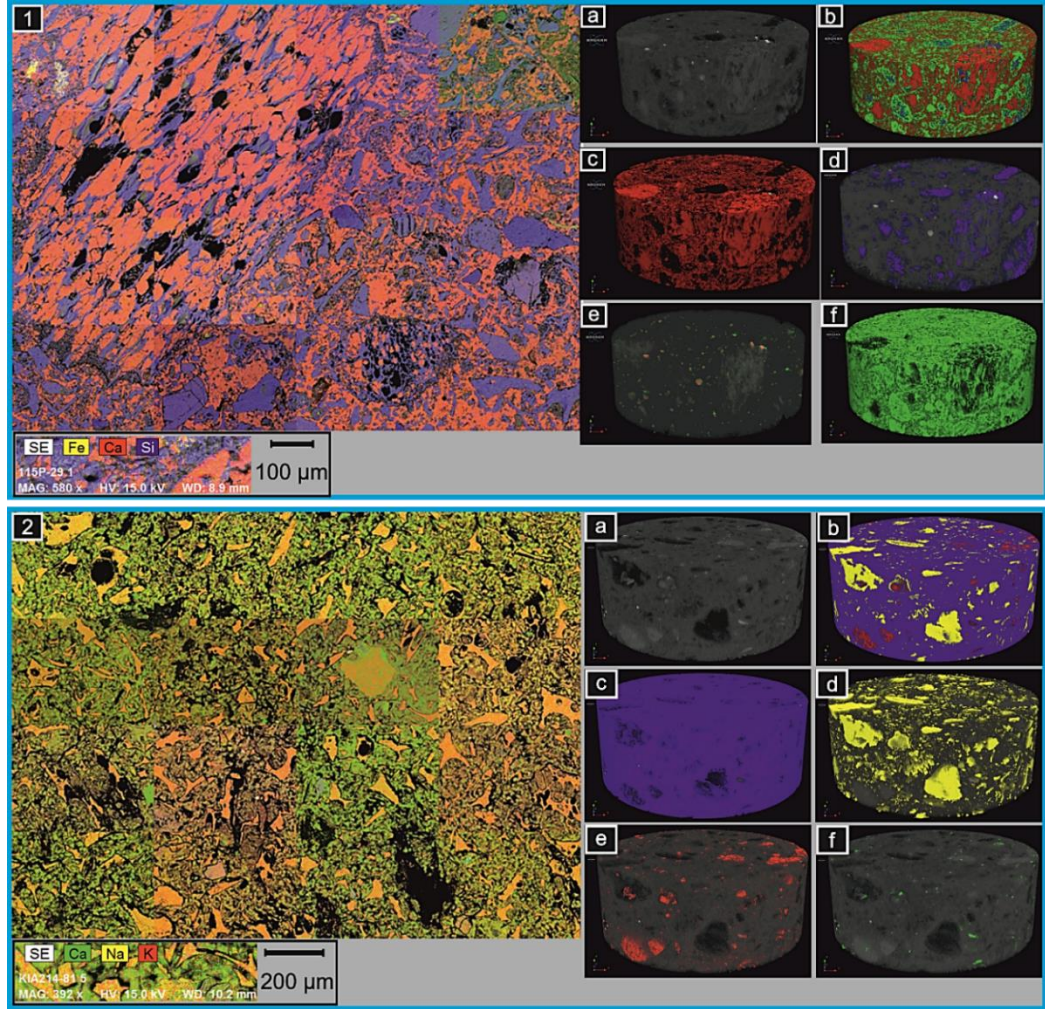
Şekil 4.22. Kapadokya ignimbritlerinin karbonatlı çözeltilere maruz kalması sonucunda gözeneklerde (amigdolyoidal doku) kalsit oluşumlarına ait SEM görüntüleri, a) Kavak ignimbriti, b) Kızılkaya ignimbriti c) Cemilköy ignimbriti d) Zelve ignimbriti.

Gerçekleştirilen SEM-EDS ve mikrotomografi çalışmalarında, altere olmamış ignimbirit numuneleri ve aynı ignimbiritlere karşılık gelen hidrotermal alterasyona maruz kalmış numuneleri, 3B nicel veriler ile karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte, eş ölçekli EDS haritalarının birleştirilerek gerek kristal, hamur ve gözenek oranları hesaplanmış gerekse juvenil cam ile alterasyon mineralleri arasındaki ilişkiler ve ikincil süreçler belirlenmiştir. EDS haritalarından hesaplanmış oranlar, mikrotomografi yöntemi ile oluşturulan 3B nicel verileri ile kıyaslanmıştır.

Yapılan mikrotomografi ve EDS çalışmaları sonucunda Cemilköy ignimbiritinin bileşenleri nicel olarak belirlenmiştir. Cemilköy ignimbiritinin ikincil kristalizasyon süreçlerine maruz kalmış numunesinden elde edilen analizler sonucunda % 0.12 mika, % 0.10 manyetit – zirkon (Şekil 4.23.1.e), % 29.45 kalsit – plajiyoklaz (Şekil 4.23.1.f), ve % 45.96 juvenil cam (Şekil 4.23.1.c), % 24.37 gözenek (Şekil 4.23.1.d) içerdiği belirlenmiştir. İgnimbirit ünitesinin içerdiği kalsit ve plajiyoklazın, mikrotomografi verilerinde ayrışması mümkün olmamıştır. Buna istinaden EDS haritalarından elde edilen analizler sonucunda manyetit, zirkon ve mika içeriğinin % 4, juvenil cam içeriğinin % 34.52, gözenek içeriğinin % 20.76, kalsit, plajiyoklaz içeriğinin % 40.72 ve plajiyoklaz oranının yaklaşık % 1 civarında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.23.1). EDS analiz sonuçlarının mikrotomografi sonuçlarından farklı değerler sunması, EDS çalışmasının yalnızca bir görüntüden oluşması ve bu görüntüye denk gelen bileşenlerin (plajiyoklaz, mika vb.) bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, gözeneklilik oranı, büyük oranda pomza içeriği ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Mikrotomografi analiz sonuçlarına göre gözenek dağılımlarının pomza içeriğine denk geldiği gözlenmekte olup bu gözeneklerin (% 1.52) birbiri ile bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

Cemilköy ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona maruz kalmış yüzleklerinin mikrotomografi analiz sonuçları % 0.25 mika ve % 0.04 manyetit-zirkon (Şekil 4.23.2.f), % 2.75 plajiyoklaz (Şekil 4.23.2.e), % 58.78 juvenil cam – zeolit (Şekil 4.23.2.c), % 36.86 gözeneklilik (Şekil 4.23.2.d) içeriği belirlenmiştir. Bilhassa, zeolit minerallerinin, juvenil camın hidrotermal alterasyonu sonucu oluşması ve juvenil cama yakın kimyaya sahip olması, zeolit-juvenil cam ayrışmasını olanaksız kılmaktadır. Gerçekleştirilen EDS analizleri sonucunda gözenek % 33.52, pirojenik mineraller (biyotit, plajiyoklaz, Fe-Ti oksit mineralleri ve zirkon kristalleri) % 10.91, juvenil cam % 20.65, zeolit minerallerinin

(mordenit, klinoptilolit, eriyonit) % 34.91 oranında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.23.2). Toplam jüvenil cam, zeolit mineralleri % 55.56 olduğu ve bu oranın mikrotomografi analizlerinden elde edilen jüvenil cam – zeolit oranına oldukça yakın sonuç olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.23. Cemilköy ignimbiritine ait EDS ve mikrotomografi görüntüleri, 1) İgnimbirit ünitesinin çözelti süreçlerine maruz kalmış EDS görüntüsü ve mikrotomografi görüntüleri: a) 3B ham veri seti görüntüsü, b) Toplam ürünlerin 3B’te sınıflandırılması, c) İkincil kalsit dolgu ve plajiyoklaz oranlarının nicel dağılımı, d) Gözenek dağılımı, e) Toplam mika, manyetit mineralleri ve zirkon kristallerinin 3B boyuttaki nicel dağılımı, f) Jüvenil cam içeriği. 2) Alkali tipte hidrotermal alterasyona maruz kalmış Cemilköy ignimbiritine ait EDS ve mikrotomografi görüntüleri, a) 3B ham veri seti görüntüsü, b) Toplam ürünlerin 3B’te sınıflandırılması, c) Jüvenil cam ve zeolit (mordenit, eriyonit, klinoptilolit) oranı, d) Gözenek dağılımı, e) Plajiyoklaz minerallerinin 3B dağılımı, f) Mika minerallerinin dağılımı.

Şekil 4.23.1 göre kalsit dolgu, ignimbirit ünitesinin gözeneklerine nüfuz etmiştir. Bu bağlamda Cemilköy ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerinin gözeneklilik oranı, Şekil 4.23.1.'deki mevcut gözeneklilik oranı ile kalsit oranının toplamına (kalsit dolgu % 28.45, gözenek % 24.37) eşit olduğu düşünülmektedir. Cemilköy ignimbiritinin hidrotermal alterasyona maruz kaldığı yüzleklerindeki gözeneklilik oranı, altere olmamış yüzleklerindeki gözeneklilik oranından düşük olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, jüvenil cam içeriği oranının azaldığı gözlenmiştir. SEM-EDS çalışmaları sonucunda zeolit grubu minerallerinin, jüvenil camın hidrotermal alterasyonu sonucunda oluştuğu belirlenmiştir. Özellikle, alterasyon minerallerinin jüvenil cam bileşenlerinin yüzeyinden itibaren gözeneklere doğru kristallendiği gözlenmiştir. Bu süreç sonucunda, kristalinitenin arttığı, gözenekliliğin azaldığı ve kristalinite artışına bağlı olarak pekişme derecesinin arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.23.2.).

Çizelge 4.2. Kapadokya ignimbiritlerinin mineralojik-petrografik özelliklerinin SEM-EDS ve Micro-CT incelenmeleri

Örnek No Birim	Süreç (Alterasyon Tipi)	Yöntem	Gözenek (%)	Jüvenil Cam (%)	Pirojenik Kristal Oranı (%)	İkinci Mineral	İkinci Mineral Oranı (%)	Şekil
115P-81 Kavak	İkincil Dolgu	Micro- CT	23,37	46,34	3,79	Kalsit	26,5	EK-17
115P-81 Kavak	İkincil Dolgu	SEM- EDS	17,87	26,66	41,69	Kalsit	13,78	EK-16
KİA214-199 Kavak	Ortaç	SEM- EDS	40,83	24,13	12,48	Smektit	22,33	EK-19
115P-77 Kavak	Ortaç	Micro- CT	40,13	47,8	12,13	Smektit	Hesaplanamadı	EK-18
115P-92 Zelve	İkincil Dolgu	Micro- CT	26,22	Ayrımlanamadı	2,26	Kalsit	71,62	Ek-22
115P-92 Zelve	İkincil Dolgu	SEM- EDS	8,51	32,56	FeO 1,01	Kalsit	36,45	Ek-21
KİA115-419 Zelve	İkincil Dolgu	Micro- CT	45,23		50,65	Kalsit, Barit, Pirolusit	4,12	Ek-23
KİA214-21 Zelve	Ortaç	SEM- EDS	60,08	28,18	11,73	Smektit	Hesaplanamadı	Ek-24
KİA214-37 Zelve	Ortaç Devitrifikasyon	SEM- EDS	32,94	31,28	25,78	Smektit	Hesaplanamadı	Ek-26
115P-67 Zelve	Ortaç	SEM- EDS	43,17	47,94	8,9	Smektit	Hesaplanamadı	EK-20
KİA214-23 Zelve	Alkali (Ca-Na) Ortaç, Asidik	SEM- EDS	18,27	0	19,19	Smektit Zeolit- Opal	14,00 48,54	Ek-25

Çizelge 4.2. Devam ediyor.

Örnek No Birim	Süreç (Alterasyon Tipi)	Yöntem	Gözenek (%)	Jüvenil Cam (%)	Pirojenik Kristal Oranı (%)	İkinci Mineral	İkinci Mineral Oranı (%)	Şekil
KİA214-13 Sarımadentepe	Ortaç	SEM- EDS	27,21	66,66	6,13	Smektit	Hesaplanamadı	Ek-27
KİA214-50 Sofular	Ortaç	Micro- CT	26,97	69,60	3,43	Smektit	Hesaplanamadı	Ek-28
115P-29 Cemilköy	İkincil Dolgu	SEM- EDS	20,76	34,52	4	Kalsit	40,72	Ek-29
115P-29 Cemilköy	İkincil Dolgu	Micro- CT	26,22	Ayrımlanamadı	3,26	Kalsit	70,52	Ek-30
KİA214-81 Cemilköy	Alkali (Ca-Na) Asidik	SEM- EDS	12,09	15,14	16,47	Zeolit - Opal	37,04	Ek-32
115P-140 Cemilköy	Alkali (Ca-Na)	Micro- CT	36,86		3,14	Zeolit	60	Ek-33
KİA114-331 Cemilköy	Ortaç	SEM- EDS	35,33	30,66	9,64	Smektit	24,38	Ek-31
KİA114-90 Tahar	Alkali (Ca-Na)	SEM- EDS	49,96	22,42	27,61	Zeolit	Hesaplanamadı	Ek-34
KİA114-95 Tahar	Alkali (Ca-Na)	SEM- EDS	48,23	39,44	12,32	Zeolit	Hesaplanamadı	Ek-36
KİA214-105 Tahar	Ortaç	SEM- EDS	41,4	23,95	21,51	Smektit	13,14	Ek-35
115P-84 Tahar	Alkali (Ca-Na)	SEM- EDS	28,67	0	37,43	Zeolit	33,90	Ek-37

Çizelge 4.2. Devam ediyor.

Örnek No Birim	Süreç (Alterasyon Tipi)	Yöntem	Gözenek (%)	Jüvenil Cam (%)	Pirojenik Kristal Oranı (%)	İkinci Mineral	İkinci Mineral Oranı (%)	Şekil
KİA114-334 Gördeles	Alkali (Ca-Na) Ortaç, İkincil dolgu	SEM-EDS	16,85	0	14,4	Smektit Zeolit Kalsit	15,26 37,74 15,75	Ek-38
115P-34 Gördeles	Ortaç	Micro-CT	28,15	59,21	12,64	Smektit	Hesaplanamadı	Ek-39
KİA114-88 Kızılkaya	Ortaç	SEM-EDS	24,34	36,58	23,87	Smektit	15,26	Ek-41
KİA114-142 Kızılkaya	Ortaç	SEM-EDS	33,67	38,77	38,77	Smektit	Hesaplanamadı	Ek-40
115P-06 Kızılkaya	Devitrifikasyon	Micro-CT	22,96	75,05	1,99	Alkali feldispat Kuvars	Hesaplanamadı	Ek-42
115P-116 Kızılkaya	Devitrifikasyon	Micro-CT	27,20	66,67	6,13	Alkali feldispat Kuvars	Hesaplanamadı	Ek-43
KİA115-375 Valibabatepe	Vitrik	SEM-EDS	5,91	43,83	49,74			Ek-44
KİA115-374 Valibabatepe	Vitrik	SEM-EDS	5,28	45,38	50,33			Ek-44
KİA214-138 Valibabatepe	Fiyam içerikli	SEM-EDS	42,43	23,8	66,23			Ek-45

4.3. Bozunma ve Alterasyon Mineralojisi

Piroklastik kayalar, baskın şekilde kül boyutunda amorf jüvenil cam kıymıkları, serbest kristaller, patlama anında ve sonrasındaki akıntı sürecinde bünyesine aldığı ksenolitler içermektedir. Amorf jüvenil katı parçacıklar, büyük oranda hamuru oluşturan jüvenil cam kıymıkları ve hamur içerisinde serbest halde, kendine özgü dokusal özellikleri olan pomzalardan oluşmaktadır. İgnimbiritlerin içerdiği amorf jüvenil cam, termodinamik açıdan yarı-duraylı özellikte ve mineral fazlarına göre daha kolay bozulabilmektedir [51]. Bu bağlamda piroklastik kayaların cam içeriği, depolanma esnasında ve sonrasında değişen fizikokimyasal koşullar altından camsı özelliğini (devitrifikasyon) kaybederek ikincil minerallere (alterasyon) dönüşebilmektedir (Şekil 4.24). İkincil alterasyon minerallerinin oluşumu, volkanik camın kimyasına, piroklastik kayacın gözenekliliğine ve su içeriğine, ortamın alkalinitesine ($pH > 9$), ortamdaki suyun kimyası ve sıcaklığına bağlıdır [52,53]. Özellikle devitrifikasyonun derecesi, düşük sıcaklıktaki sulu ortamlarda veya saf suda çok düşük olmasına karşın yüksek alkali çözeltilerde 4-5 kat daha yüksek eğilim göstermektedir [52]. Alterasyon sonucu oluşan ikincil minerallerin çeşitliliği, volkanik camın kimyasına (Si/Al) ve bulunduğu çözeltinin kimyasına (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) bağlı olarak gelişmektedir.

TİP		ZON						
ASİDİK	SÜLFAT	Alünit + Opal		Alünit + Kuvars				
	Al SİLİKAT	Halloysit	Kaolinit		Narkit + Dikit		Pirofillit	
ORTAÇ	K SİLİKAT	Smektit		Karışık katmanlı killer	Serisit	K-feldispat		Biyotit Amfibol
					propilit	Prehnit + Pumpelliyit		
ALKALI	Ca SİLİKAT	Şabazit + filipsit	Stilbit + Höylanit	Lifsi zeolitler	Lomontit	Wairakit	Anortit	
	Na SİLİKAT	Klinoptilolit	Mordenit	Analcim	Albit			

Şekil 4.24: Genel hidrotermal alterasyon tipleri ve mineral zonları (Utada [54]'dan alınmıştır).

Kapadokya ignimbiritleri, kimyasal olarak riyolitik-dasitik bileşimde olup ana elementel içeriği bakımından benzeşmektedirler. Bu ignimbirit üniteleri, akıntı sırasında ve depolanma sonrasında genel olarak günlenmeye (weathering) ve bölgesel olarak hidrotermal alterasyon uğramışlardır. Cemilköy, Tahar ve Gördeles ignimbiritleri Karain-Karacaören köyleri civarında, Zelve ignimbirit ise Sarıhıdır, Tuzköy, Bozca köyleri çevrelerinde hidrotermal alterasyona maruz kalmışlardır. Alterasyon mineralojisi, ignimbiritlerin jüvenil cam içeriklerinin kimyasına ve depolanma ortamındaki hidrolojik koşullara bağlı olarak gelişmiştir. Alterasyon sonucu oluşan ikincil minerallerin çeşitliliği, ignimbiritlerin jüvenil cam kimyasındaki (Si/(Al + Fe) ve K/Na) farklılıklara ve ortamın alkalinitesine bağlıdır [14,51]. Tahar ignimbiritinin düşük Si, K içeriği, Cemilköy ve Gördeles ignimbiritlerinin benzer kimyası, oluşan ikincil zeolit minerallerinin çeşitliliğinde belirleyici olmuştur. Ayrıca Zelve ve Tahar ignimbiritlerinin alterasyon mineralojisinin, depolanma ortamındaki alkali göllerin varlığına bağlı geliştiği düşünülmektedir. Bu ignimbirit ünitelerinin akıntı üniteleri içerisindeki gölsel sediman kütlelerinin varlığı, sıg gölsel ortamda yerleştiklerini kanıtlar niteliktedir.

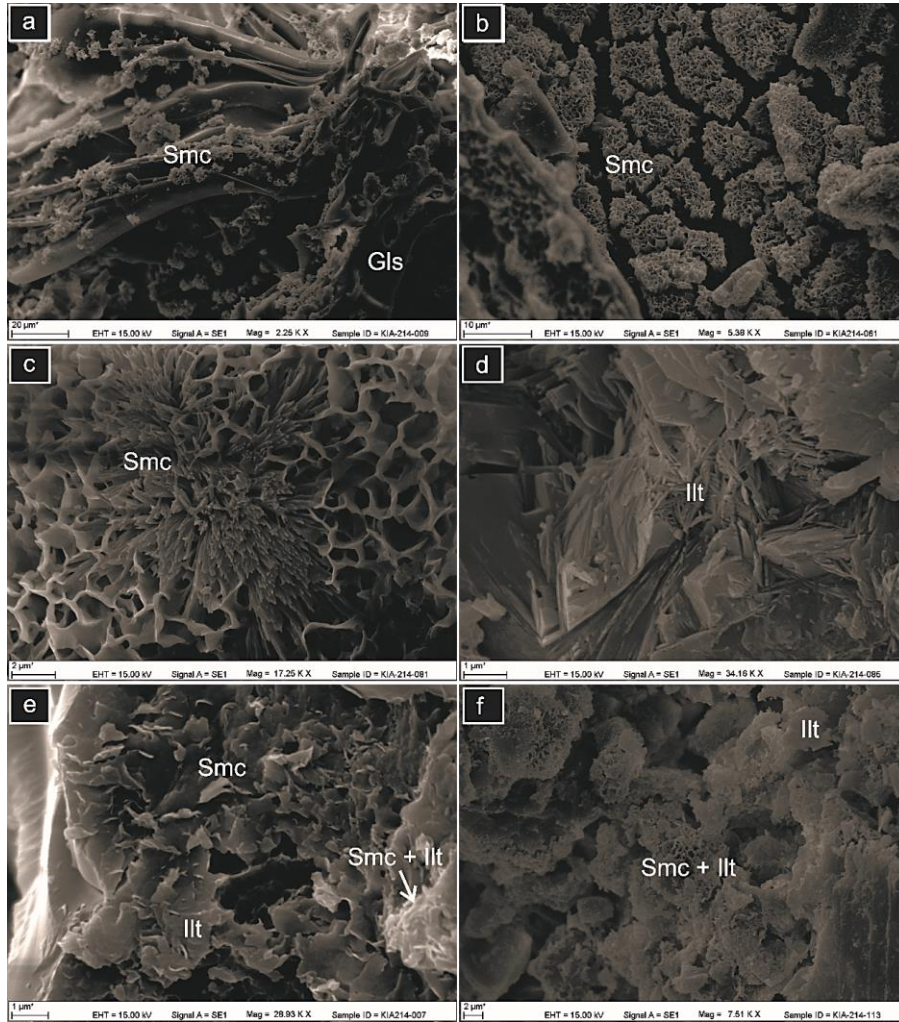
Piroklastik kayaçların yüzeysel olarak günlenmeye (weathering) maruz kalmaları, doğrudan hava koşulları ve jüvenil cam içeriği ile ilişkilendirilmektedir. Kapadokya ignimbiritlerinin günlenmeye (weathering) uğraması ile jüvenil cam içeriği smektit grubu kil minerallerine dönüşmüştür. Bu ignimbirit ünitelerinin bozunma kalınlıkları, dıştan içe doğru yaklaşık 2 cm kalınlıkta olup bu kısımlar, ilksel depolanma koşullarına göre düşük pekişme dereceleri göstermektedir [15,17].

Kapadokya ignimbiritleri belirli bölgelerde ortaç-alkali tipte hidrotermal alterasyona uğradığı gözlenmiştir. Ultrasonik atım hızı ölçümleri alınan ignimbirit örnekleri üzerinde yapılan SEM-EDS analizleri sonucunda ikincil kil, zeolit minerallerinin tipleri belirlenmiştir.

4.3.1. Kil Mineralleri

Kapadokya ignimbiritlerinin ortaç tipte hidrotermal alterasyona maruz kalması ile jüvenil cam içeriği ikincil kil minerallerine dönüşmüştür. İgnimbiritlerde smektit ve illit grubu kil grubu alterasyon mineralleri gözlenmiştir. Smektit grubu killer, tüm ignimbirit ünitelerinde gözlenmekte olup montmorillonit ($\text{Na}_{0.2}\text{Ca}_{0.1}\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_{10}$)

bileşimindedir. Smektit oluşumu, volkanik camın ve hidrotermal akışkanın kısa süredeki etkileşiminde dahi olağan olup volkanik cam yüzeyinden itibaren kristallenmektedir (Şekil 4.25.a, b). Genelde birbirine bağlı, bir merkezden itibaren gelişmiş bal peteği dokulu, dalgalı yapraklar şeklinde kristallenmişlerdir (Şekil 4.25.c). İllit ($K_{0.65}Al_{2.0}[Al_{0.65}Si_{3.35}O_{10}](OH)_2$) serisi mineraller ise smektit grubu killere göre hidrotermal alterasyona uğramış ignimbirit ünitelerinde daha az oranda bulunmaktadır (Şekil 4.25.d). Belirli bölgelerden alınmış bazı ignimbirit örneklerinde yoğun şekilde smektit içeriği ile birlikte az oranda illit kristalleri gözlenmektedir (Şekil 4.25.e, f). Ultrasonik atım hızı ölçülmüş ignimbirit kütlelerinden alınan örneklerde kaolinit minerallerine rastlanılmamıştır.



Şekil 4.25. Kapadokya ignimbiritlerinden alınan örneklerde gözlenen kil mineralleri SEM görüntüleri a, b) Volkanik cam yüzeyinde kristallenmeye başlamış smektit mineralleri, c) Bal peteği dokulu smektit, d) ignimbirit ünitelerinde gözlenen illit mineralleri, e, f) Smektit ve illit minerallerinin birlikte bulunuşları.

4.3.2. Zeolit Mineralleri

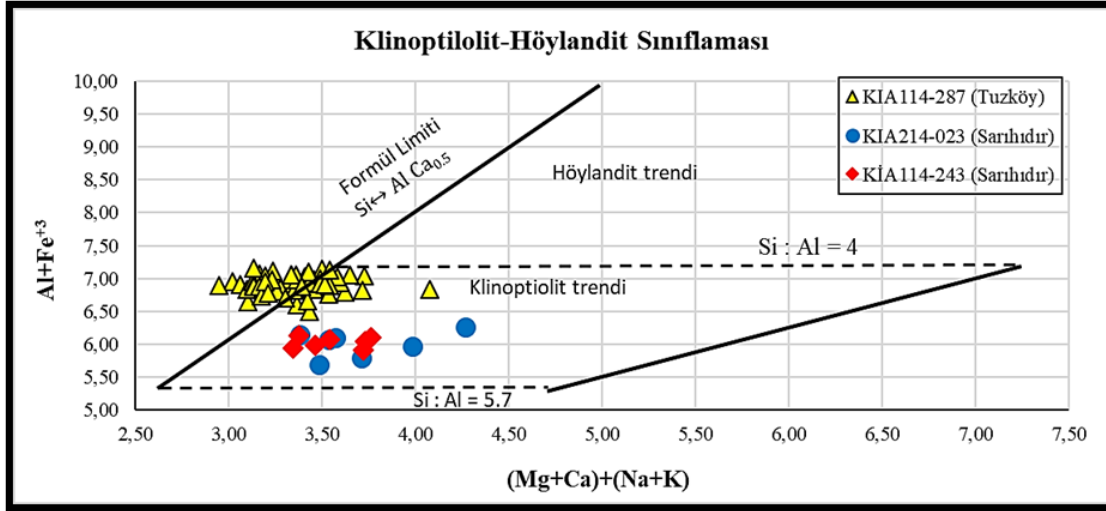
Kapadokya ignimbiritlerinin içerdiği jüvenil cam çeşitli bölgelerde alkali tipte hidrotermal alterasyonu ile zeolit minerallerine dönüşmüştür. Genel formülü $(Na_2, K_2, Ca, Ba, Mg)[(Al, Si)O_2]_n \cdot XH_2O$ şeklinde olan zeolit mineralleri, çalışma bölgesinde uzamsal çeşitlilik (klinoptilolit, eriyonit, şabazit, mordenit vb.) göstermektedir. Hidrotermal alterasyona uğramış ignimbirit üniteleri, saha incelemelerinde benzer özellikler; sert, pekişmiş, gözeneksiz, pomzasız (nadiren pomza boşlukları mevcuttur) ve iri lapilli içeriği, göstermesine rağmen yapılan petrografik araştırmalarda farklı dokusal ve yapısal özellikler gözlemlenmiştir. 113Y439 No'lu proje kapsamında elde edilen petrografik sonuçlar, EDS mikro analizleri ile desteklenerek ignimbirit ünitelerinin içerdiği zeolit mineralleri tanımlanmıştır. Buna istinaden, zeolit minerallerinin uzamsal dağılımları belirlenmiştir.

4.3.2.1. Höylandit – Klinoptilolit Serisi

Genel kimyası $(Na,K,Ca_{0.5})_7[Al_7Si_{29}O_{72}] \cdot 22H_2O$ şeklinde olan höylandit-klinoptilolit serisi, hidrotermal alterasyona uğramış ignimbirit ünitelerinde sıklıkla gözlenmektedir. Höylandit-klinoptilolit grubu mineraller, Tahar, Gördeles ve Cemilköy ignimbiritlerinin altere kısımlarında diğer zeolit grubu mineraller ile birlikte bulunmasına rağmen Sarıhıdır ve Tuzköy köyleri çevresinde yüzlek vermiş altere Zelve ignimbiritinde yoğun şekilde gözlenmektedir. Bu bölgelerde höylandit-klinoptilolit serisi, baskın alterasyon minerali olup monoklinik kristaller şeklinde bulunmaktadır (Şekil 4.28. a, b).

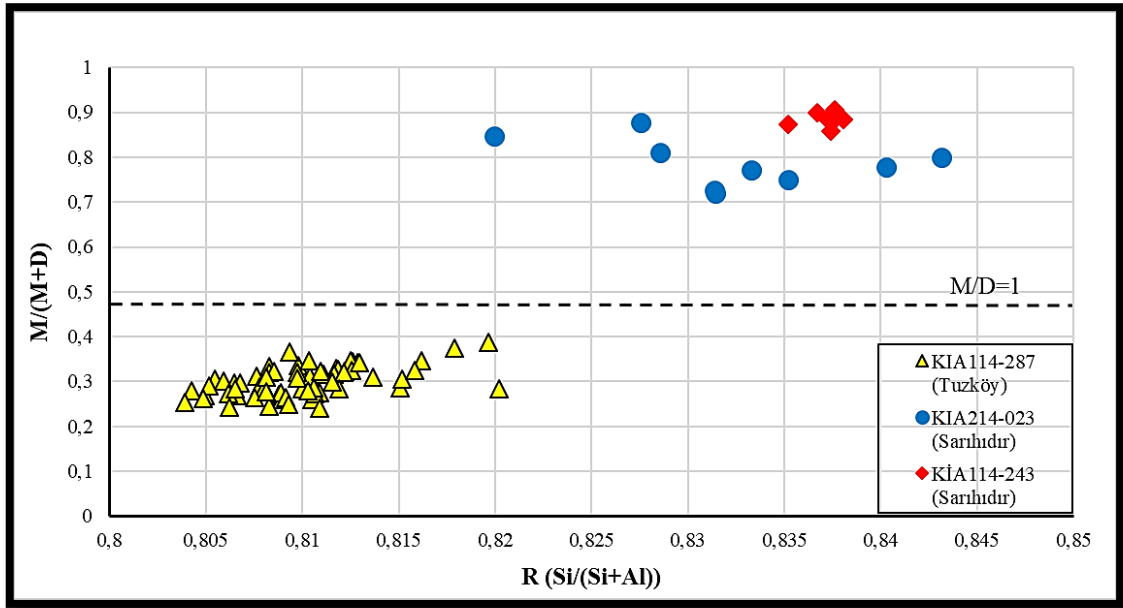
Höylandit-klinoptilolit serisi mineraller, 4 farklı ignimbirit ünitesinde (Zelve, Cemilköy, Tahar, Gördeles) gözlenmesine rağmen bu mineral grubuna ait mikro analiz çalışmalarında sadece Zelve ignimbiriti kullanılmıştır. Bu durum, höylandit-klinoptilolit serisinin Zelve ignimbiritinde baskın alterasyon minerali olmasında ve parlatılmış ince kesit numunelerinde kolayca ayırt edilmesinden kaynaklanmıştır. Bu bağlamda, höylandit-klinoptilolit serisi üzerinde SEM ve EDS çalışmaları gerçekleştirilmiş olup elde edilen yüzde ana oksit oranları, 72 oksijen anyonuna göre katyonik hesaplamalara tabi tutulmuştur. Höylandit-klinoptilolit minerallerin ayrımı, katyonik Si:Al oranına ($Si:Al_{höylandit} < 4$; $Si:Al_{klinoptilolit} \geq 4$) göre yapılmıştır [55]. Höylandit-klinoptilolit serisi minerallerinin ayrımında $Si:Al=4$ sınır kabul edilirken höylandit minerali, $4 > Si:Al > 2.6$

oranları arasındaki; klinoptilolit minerali ise $\sim 5.7 > \text{Si}:\text{Al} \geq 4$ oranları ile ifade edilmektedir [56]. Zelve ignimbiritine ait Si:Al oranları 4'ten büyük olup klinoptilolit oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.26). Bununla birlikte, bazı klinoptilolit minerali analizlerinin, formül limiti ($\text{Si} \leftrightarrow \text{Al Ca}_{0.5}$) vektörlerinin sınırladığı alanın dışında yer almaktadır. Bish ve Boak [56] bu durumu, tek ve çift değerlikli ekstra bağ yapan katyonlar veya üçlü bağ yapan katyonlar (Fe^{+3} gibi) ile ifade etmektedirler.

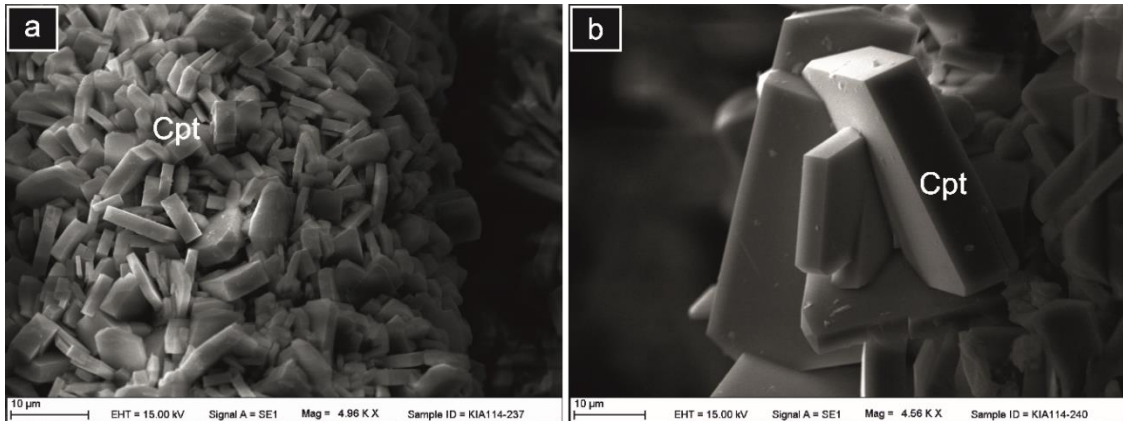


Şekil 4.26. Altere Zelve ignimbiritine ait höylandit-klinoptilolit serisi mikro analiz sonuçlarının Bish ve Boak [56] diyagramındaki dağılımı.

Hidrotermal alterasyona maruz kalmış Zelve ignimbiritine ait mikro analiz sonuçları ve bu sonuçlardan hesaplanmış katyonik oranlar Ek-11'de verilmiştir. Katyonik oranlar üzerinde elde edilen R ($\text{Si}/(\text{Si}+\text{Al})$) değerleri ve M/(M+D) oranları (M: Tek değerlikli; D: Çift değerlikli) Şekil 4.27'de gösterilmektedir. Zelve ignimbiritinin R değerleri, Tuzköy bölgesinde 0.80 – 0.82 arasında değişim gösterirken Sarıhıdır köyünde 0.82 – 0.84 değer aralıklarında değişim göstermektedir. Ayrıca, klinoptilolitlerin tek ve çift değerlik bağ yapıcı katyonları, bölgelere göre farklılık sunmaktadır. Tuzköy bölgesinde gözlenen klinoptilolitlerin M/D = 0.32- 0.63 oranları arasında (alkalice fakir) özellik göstermeleri, kapalı hidrolojik sistem ortamını [57] ve diyajenezle bağlı geliştiğini işaret etmektedir [58]. Buna karşın, Sarıhıdır klinoptilolitleri M/D = 1.7 – 9.5 oranları ile denizel ortamda oluşan klinoptilolit mineralleri ile benzeşmektedir [59].



Şekil 4.27. Klinoptilolit minerallerine ait mikro analizlerin ekstra bağ yapıcı (M/M+D) kationik oranlarına karşın R (Si/(Si+Al)) değerleri diyagramındaki dağılımı.



Şekil 4.28. Parça örneklerden elde edilmiş zeolit minerallerine ait SEM görüntüleri, a, b) Sarlıdır köyü çevresindeki altere Zelve ignimbritinin içerdiği klinoptilolit kristalleri ve bu kristallerin birbiri üzerinde kristallenmesi.

4.3.2.2. Eriyonit ve Offretit Mineralleri

Eriyonit ve offretit zeolit mineralleri, kristal yapıları (hegzagonal), oluşum ortamları ve mineral kimyaları (eriyonit: $K_2(Ca_{0,5},Na)_7[Al_9Si_{27}O_{72}]$); (offretit: $CaMgK[Al_5Si_{13}O_{36}]$) ile birbirine benzemektedir [60]. Bu zeolit mineralleri, diyajenetik süreçler sonucunda birlikte ya da levyne mineralleri üzerinde epitaksiyel büyüme gösterebilmektedirler

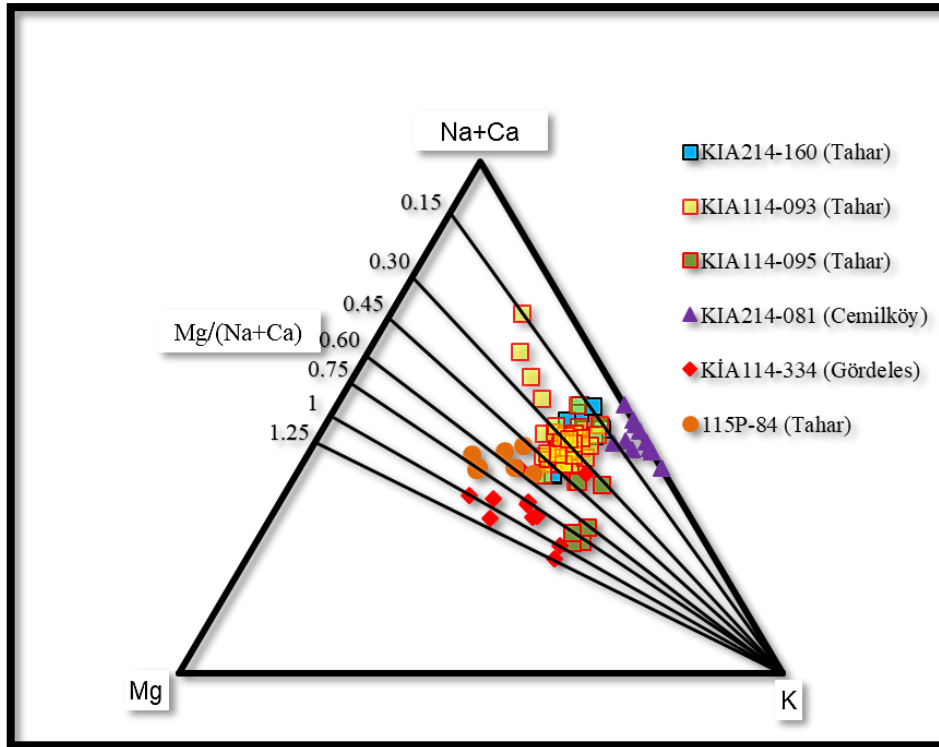
[61,62]. Bu iki mineralin benzer kimyasına rağmen yapılan mikro analiz sonuçları (Mg, Ca, Na, K içerikleri) doğrultusunda ayrımlanabilmektedirler [62]. Eriyonit/offretit mineralleri, Kapadokya ignimbiritlerinin hidrotermal alterasyona maruz kalmış olduğu kesimlerinde, uzun eksenleri boyunca bir arada bulunan iğnemsilifsi kristaller şeklinde gözlenmektedirler. Bu minerallerinin kristal morfolojileri, çalışma bölgesinde uzamsal olarak farklılık göstermektedir. Gerçekleştirilen SEM-EDS çalışmaları sonucunda eriyonit/offretit mineralleri, Tuzköy ve Sarıhıdır köyleri çevresinde az oranda, demetler ve bu demetlerden ayrılmış iğnemsilifsi kristaller şeklinde gözlenirken (Şekil 4.30. e, f) Karain ve Karacaören köyleri civarında ise baskın alterasyon minerali olup dağılmış demetlerden ayrılmış iğnemsilifsi kristaller şeklinde ve prizmatik demetler halinde gözlenmektedir. Yapılan optik mikroskop ve SEM çalışmalarında Tahar ignimbiritindeki eriyonit/offretit mineralleri cam yüzündeki tek bir noktadan başlayarak uçlara doğru açılan demetler veya cam yüzeyinden gözenek merkezine doğru kristallendiği gözlenmektedir (Şekil 4.30. a, b). Bu zeolit mineralleri, Gördeles ignimbiritinde ise demetler, her iki uçtan saçılmış iğnemsilifsi şekilde olmasına rağmen kristal kümesinin merkez noktasında (ağırlık merkezi) demet şeklini koruduğu gözlenmektedir (Şekil 4.30. c, d). Ayrıca Cemilköy ignimbiritinde bulunan eriyonit/offretit demetleri, uçlarından açılmış yelpaze şeklinde diğer zeolit mineralleri ile birlikte bulunmaktadır.

Tahar, Gördeles ve Cemilköy ignimbiritlerinin içerdiği eriyonit/offretit mineralleri üzerinde; parça örneklerinden çekilmiş SEM görüntülerine baz alınarak, EDS mikro analiz çalışmaları yapılmıştır. Eriyonit/offretit mineralleri, Tahar ve Gördeles ignimbiritlerinde baskın alterasyon mineralini temsil ederken Cemilköy ignimbiritinde mordenit kristalleri ile birlikte bulunmaktadır. Bu bağlamda, mikro analiz çalışması öncesinde gerçekleştirilen parça örnek SEM görüntülemeleri, eriyonit/offretit minerallerinin diğer zeolit grubu minerallerinden ayrımlanmasında kolaylık sağlamaktadır.

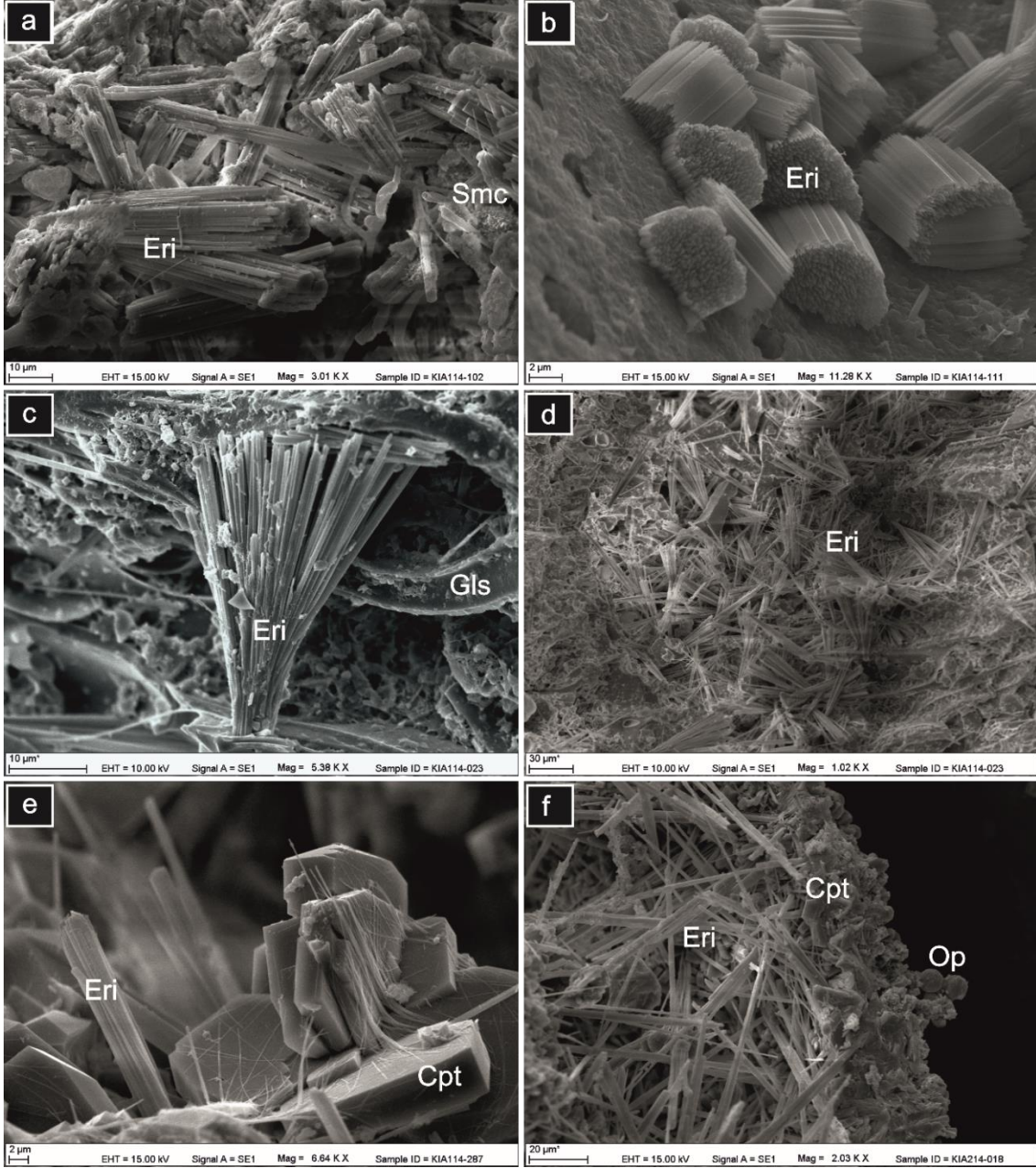
Altere Kapadokya ignimbiritlerinin eriyonit/offretit mineralleri üzerinde yapılan mikro analizler ve bu analizlerden hesaplanmış katyonik değerler EK-12'de verilmiştir. Eriyonit/offretit mineral ayırımında, ana ve ast bağ yapıcı katyonik değerler ($D6A112Si24O72$, $M12A112Si24O72$; D: Mg+Ca, M: Na+K) kullanılmaktadır [61–65]. Gualtieri ve ark. [63] ve Passaglia ve ark. [64], bu minerallerin ayırımını $Mg - Na+Ca - K$ diyagramına göre yapmaktadır: $Mg/(Na+Ca) > \sim 0.45-0.50$ olduğu durumlarda offretit,

küçük olduğu durumlarda ise eriyonit olarak belirlemişlerdir. Kapadokya ignimbiritlerinin eriyonit/offretit minerallerinin katyonik oranları Gualtieri ve ark. [63] ve Passaglia ve ark. [64] diyagramına göre ayrılanmıştır. Bu diyagrama göre, Kapadokya ignimbiritlerinin eriyonit/offretit grubu zeolit mineralleri, Cemilköy ignimbiritinde eriyonit; Gördeles ignimbiritinde offretit olarak gözlenmektedir. Bunlara karşın, eriyonit/offretit grubu mineralleri, Tahar ignimbiritinde geniş bir yelpaze çizmekte olup hem eriyonit hem de offretit mineralleri formunda gözlenmektedir (Şekil 4.29).

Rinaldi [62], eriyonit/offretit minerallerinin ayrımını Sheppard ve Gude [65]'nin yapmış olduğu $Si/(Al+Fe^{3+})=3$ eşitliğine dayandırarak, Si/Al karşı $M/(M+D)$ oranlarına göre yapmaktadır. Bu bağlamda, Kapadokya ignimbiritlerinin eriyonit/offretit grubu minerallerinin katyonik oranları Rinaldi [62] uyarlanmıştır. Sonuç olarak, ignimbiritlerin içerdiği eriyonit/offretit grubu minerallerin eriyonit kimyasında kristallendiğini belirlenmiştir.



Şekil 4.29. Kapadokya ignimbiritlerinin eriyonit/offretit grubu minerallerine ait ekstra bağ yapıcı katyonik oranlarının Passaglia ve ark. [64] ve Gualtieri ve ark. [63] ($Mg - Na+Ca - K$) diyagramındaki dağılımı.

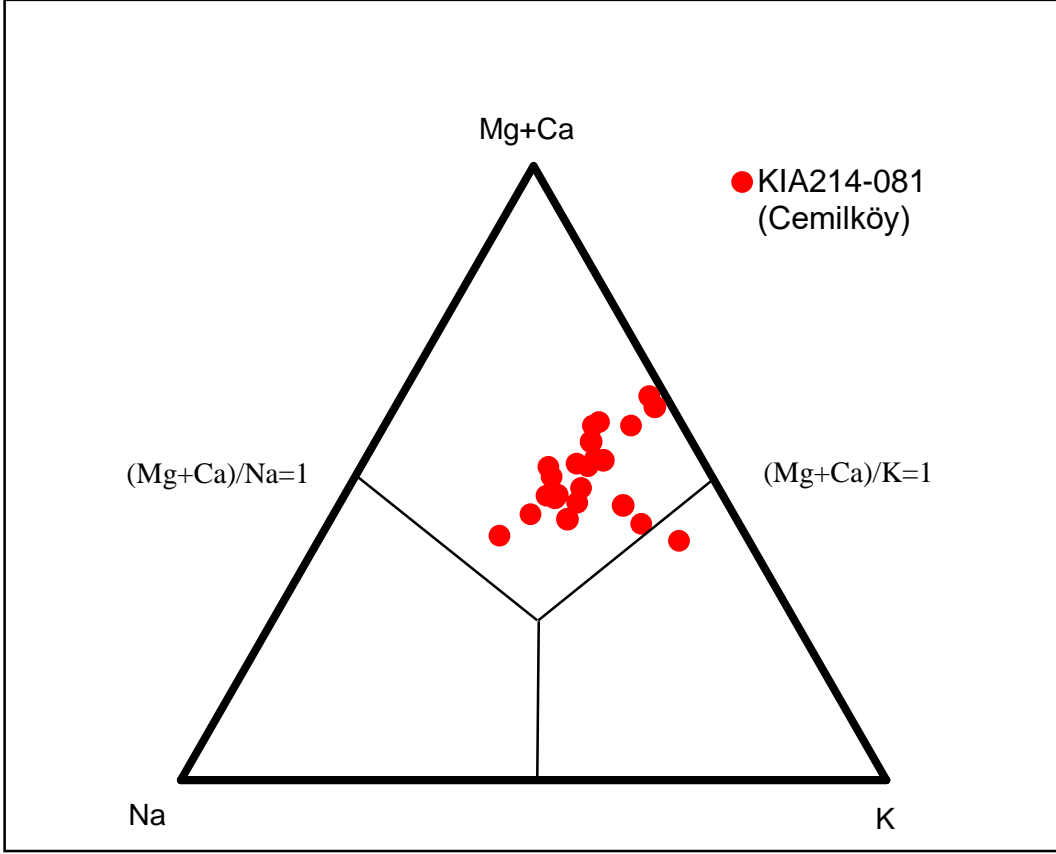


Şekil 4.30. Kapadokya ignimbiritlerinin içerdiği eriyonit/offretit minerallerinin bulunuş şekilleri, a, b) Tahar ignimbiritinde bulunan eriyonit/offretit demetleri (Aktepe-Karain), c, d) Gördeles ignimbiritinin içerdiği eriyonit/offretit demetleri (Karacaören), e) Zelve ignimbiritinin içerdiği iğnemsili- lifsi eriyonit/offretit kristallerinin klinoptilolit/höyländit kristalleri ile birlikteliği (Tuzköy) f) Zelve ignimbiritindeki eriyonit/offretit, klinoptilolit/höyländit kristalleri ve amorf opal-A birlikteliği.

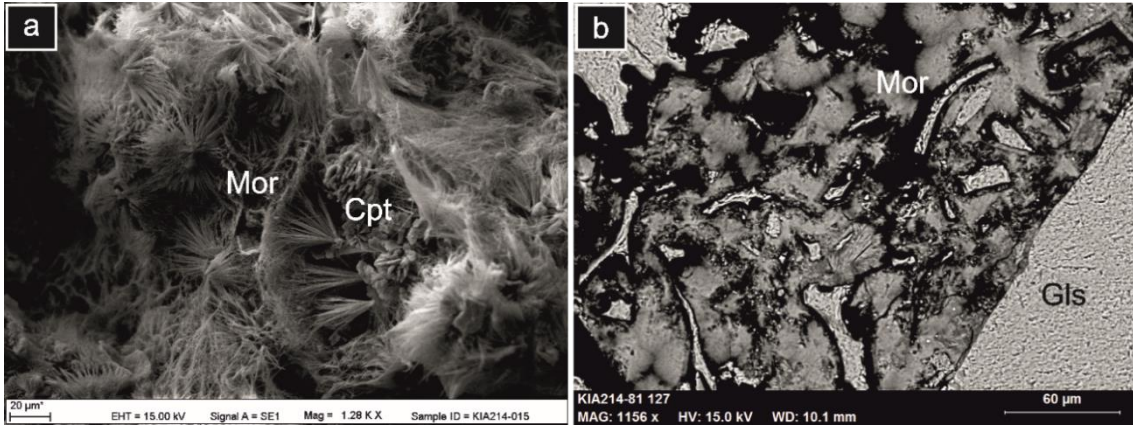
4.3.2.3. Mordenit

Mordenit, genelde $(Na_2, K_2, Ca)_4[Al_8Si_4O_{96}] \cdot 28H_2O$ kimyasında ve ortorombik kristal yapısında bulunmakta [66,67] olup hidrotermal alterasyona uğramış Kapadokya ignimbiritlerinde sık gözlenen bir zeolit fazıdır. Özellikle mordenit mineralleri, Karain-Karacaören sektöründeki Cemilköy ignimbiritinden ve belirli bölgelerdeki Kavak ignimbiritinde, bir noktadan radyal uzamış kristal demetlerinin uçlarının birbirine dolanarak "fırça" görünümüleri şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4.32. a, b). Genellikle mordenit mineralleri, levhamsı klinoptilolit kristaller arasında radyal gelişmiş ince prizmatik kristaller şeklinde gözlenmesine karşın Kavak ignimbiritinde, şabazit kristal kümeleri ile birlikte sıklıkla bulunmaktadır.

Mordenit mineralleri, hidrotermal alterasyona maruz kalmış Cemilköy ignimbiritinde ana alterasyon mineralleri olarak gözlenmektedir. Bu mineraller, jüvenil cam yüzeyinden itibaren amigdoloyidal dokuda kristallenmiş olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen parça örnek üzerindeki SEM analizleri doğrultusunda, Cemilköy ignimbiritinin içerdiği mordenit mineralleri üzerinde mikro analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Mikro analiz çalışmaları sonucunda elde edilen mordenit minerallerine ait ana oksit değerleri üzerinden katyonik oranlar hesaplanmıştır (EK-13). Bu bağlamda, mordenit mineralleri için R ($Si/(Si+Al)$) oranları ve tek değerlikli ekstra bağ yapıcı ile çift değerlikli ekstra bağ yapıcı katyonları arasındaki tutarlı hesaplamalar ($M/(M+D)$) ortaya konulmuştur. Hidrotermal alterasyona maruz kalmış Cemilköy ignimbiriti mordenit minerallerinin R değerleri, 0.80 – 0.87 aralıklarında yer almaktadır. Bu R değer aralıkları, amigdoloyidal mordenit minerallerinin göstermekte olduğu R değerleri (0.80 – 0.86) ile benzeşmektedir [60,68]. Bununla birlikte, genellikle mordenit minerallerinin ekstra bağ yapıcı katyonları $Na > Ca > K$ veya düşük K içeriğine karşın nadiren $\sim Na = Ca$ şeklinde olmasına [60,68] rağmen altere Cemilköy ignimbiritinde $Ca > K > Na$ sıralamasında gözlenmektedir. Ca yüksek sonuçlar vermesi, diyajenetik süreçler sonucunda alterasyona maruz kalmış riyolitlerin kimyasına benzemektedir [60]. Bununla birlikte, mordenit minerallerinin Mg içerikleri oldukça düşük sonuçlarda gözlenmektedir. Cemilköy ignimbiriti mordenit minerallerinin yapmış olduğu ekstra bağ yapıcı katyonları, üç diyagramda gösterilmiş: çift ekstra bağ yapıcı katyonların baskın olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.31).



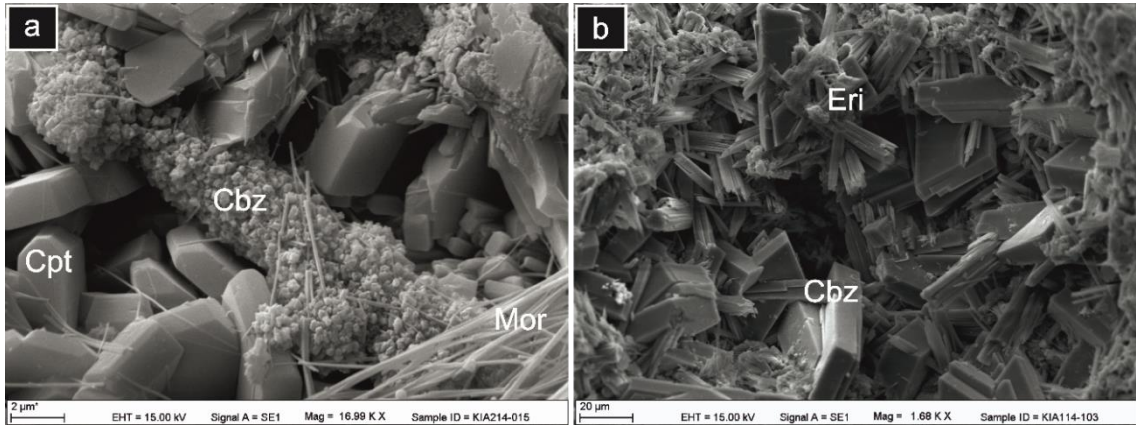
Şekil 4.31. Altere Cemilköy ignimbiritinin içerdiği mordenit minerallerine ait ekstra bağ yapıcı katyonlarının Passaglia [68] göre hazırlanmış diyagram üzerindeki dağılımı.



Şekil 4.32. Parça örneklerden ve ince kesitten elde edilmiş zeolit minerallerine ait SEM görüntüleri, a, b) Lifsi mordenit mineralleri ile karmaşa şeklinde gözlenen klinoptilolit mineralleri (a: Kavak ignimbiriti, b: Cemilköy ignimbiriti).

4.3.2.4. Şabazit

Şabazit mineralleri ((Ca_{0.5}, Na, K)₄[Al₄Si₈O₂₄]·12H₂O), alterasyona uğramış Kapadokya ignimbiritlerinde, diğer zeolit fazları ile birlikte yoğun olarak gözlenmektedir. Genel olarak şabazit mineralleri, piroklastik kayaların kıtasal ortamlarda (açık, kapalı ve jeo otoklav sistemler) diyajenetik olarak alterasyonu sonucunda oluşmaktadır [60]. Şabazit kristalleri, prizmatik şekillerinden dolayı sıklıkla klinoptilolit kristalleri ile karıştırılmasına rağmen kristal yapısının (triklinik) iyi derecede görüntülediği parça örnek SEM görüntüleri sayesinde ayrımlanabilmektedir. Lakin bu mineraller; altere Kapadokya ignimbiritleri, Tahar ignimbiritinde eriyonit/offretit mineralleri arasında, Kavak ignimbiritinde mordenit mineralleri arasında ve Zelve ignimbiritinde ise klinoptilolit/höylendit ve eriyonit/offretit mineralleri arasında gözlenmektedir (Şekil 4.33. a, b). Şabazit kristalleri, diğer zeolit mineralleri ile karmaşa şeklinde bulunması ve diğer zeolit minerallerine göre düşük oranda olması sebebiyle ayrımlanamamaktadır. Ayrıca Şabazit minerallerinin Kavak ignimbiritinde ayırtedilemeyecek kadar küçük kristal tane boyunda olması, bu minerallerin parlatılmış ince kesitler üzerinde belirlenmesini olanaksızlaştırmaktadır.



Şekil 4.33. Parça örneklerden elde edilmiş zeolit minerallerine ait SEM görüntüleri, a) Yığılım veya kümeler formunda gözlenen şabazit kristallerinin mordenit ve klinoptilolit/höylendit mineralleri ile birlikteliği, b) Demetler halinde gözlenen eriyonit/offretit mineralleri arasındaki prizmatik şabazit kristalleri (Tahar ignimbiriti).

4.3.3. Diğer Fazlar

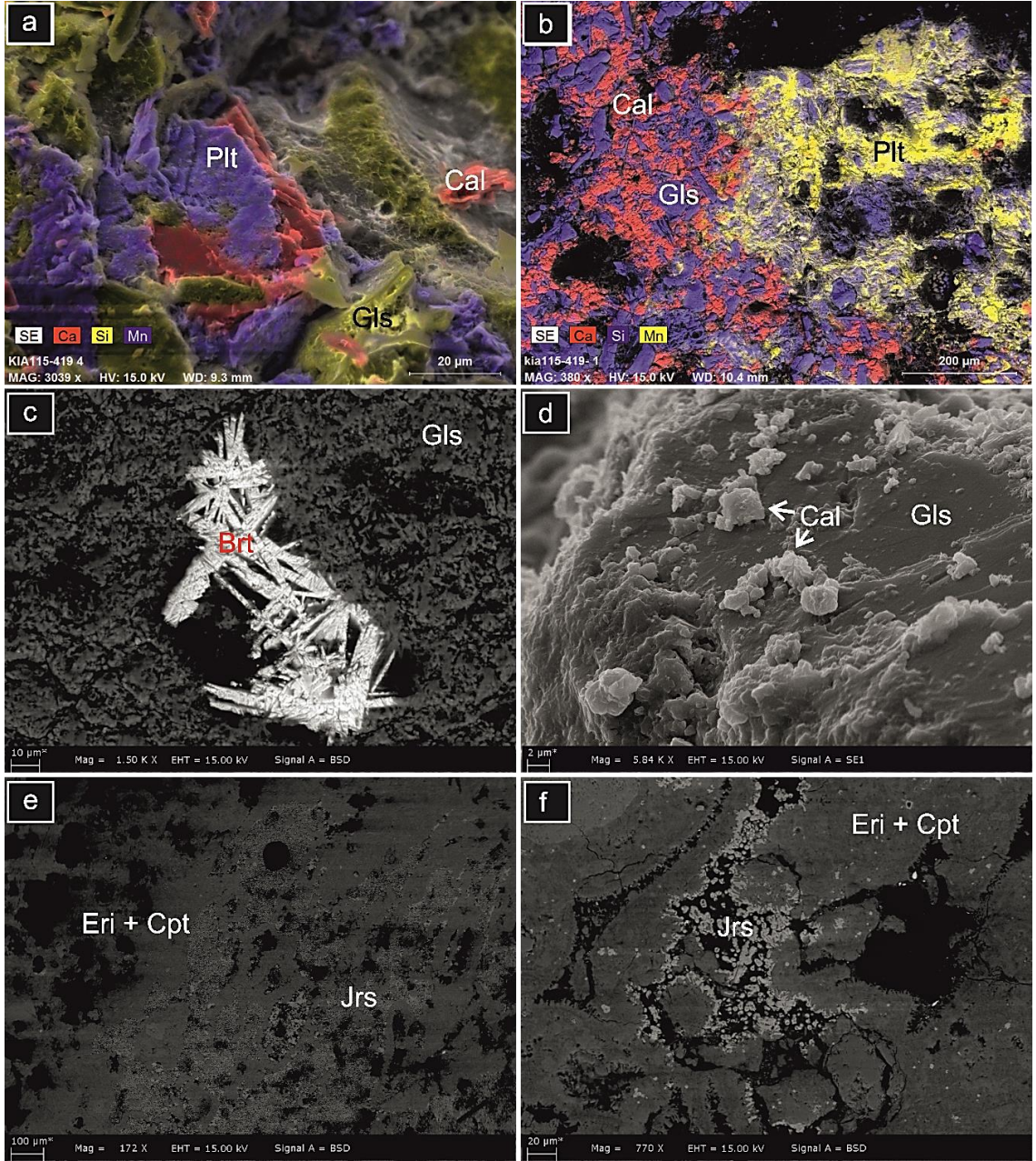
Gerçekleştirilen SEM-EDS tabanlı mineralojik analizler sonucunda hidrotermal alterasyona uğramış ignimbirit ünitelerinde SiO₂, karbonat, sülfat ve oksit kristallenmeleri gözlenmiştir.

SiO₂ fazları, amorf opal-A ve kristalin opal-CT şeklinde gözlenmektedir. Opal-A, volkanik camın devitrifikasyonu sonucunda cam yüzeyinden itibaren gelişen küresel oluşumlar olarak gözlenirken opal-CT, zeolit mineralleri ile beraber bulunan kristalin fazı temsil etmektedir. SEM-EDS analizleri sonucunda alterasyona uğramış Zelve ignimbiriti, Tuzköy civarında opal-A içerirken Sarıhıdır köyü çevresinde amorf opal-A ve opal-CT kristali içermektedir. Karacaören bölgesinde ise hidrotermal alterasyona uğramış Cemilköy ignimbiritinde opal-A ve opal-CT birliktelikleri gözlenmektedir (Şekil 4.34. c, d).

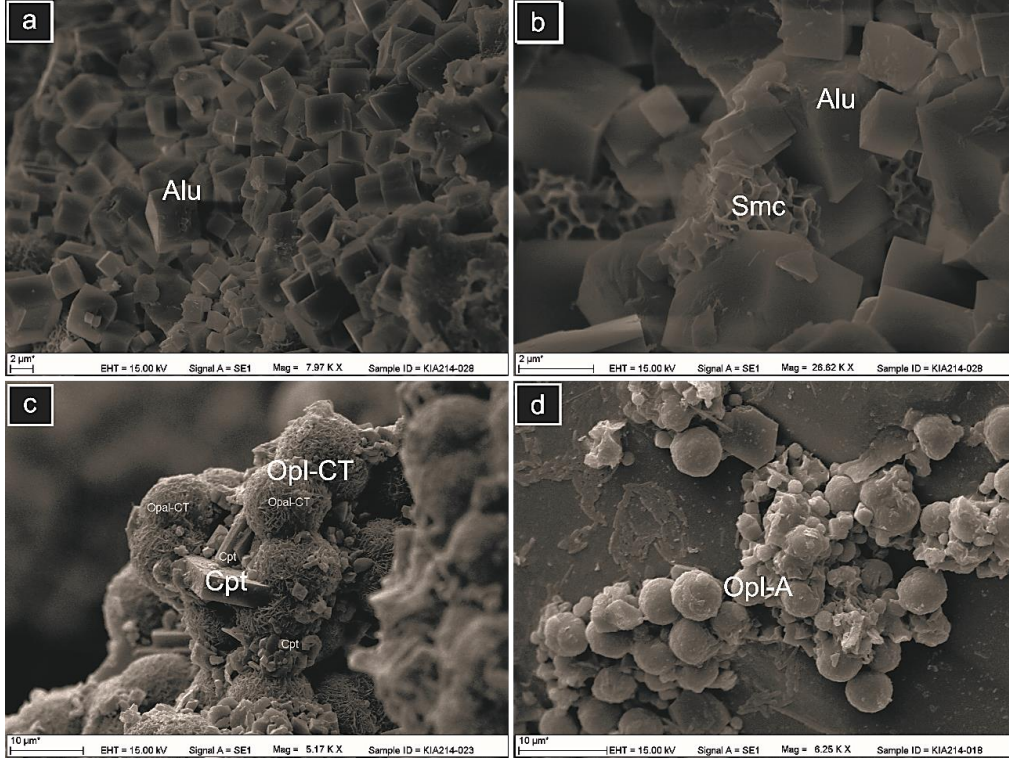
Kapadokya ignimbiritleri belirli bölgelerde karbonat çözeltilerine maruz kalmışlardır. Karbonat fazlarının kaynağını Kışladağ kireçtaşı ve karbonatlı gölsel çökeller oluşturmaktadır. İkincil kalsit dolgu, gözeneklere nüfuz ederek juvenil malzeme arasında matriks görevi görmektedir (Şekil 4.35. b, d).

Sülfat fazı, Sarıhıdır köyü civarında hidrotermal alterasyona uğramış Zelve ignimbiritinde jarosit ($KFe^{3+}_3(SO_4)_2(OH)_6$) kristalleri olarak gözlenmiştir (Şekil 4.35. e, f). Jarosit kristalleri (Hegzagonal), juvenil cam içeriğinin zeolitlenmesinden arta kalan gözeneklerde kristal kümeleri şeklinde bulunmaktadır. Ayrıca Paşabağ vadisi civarında yüzlek vermiş Zelve ignimbiriti içerisindeki yumru ve damar şeklindeki yapılarda barit (BaSO₄) gözlenmektedir. İkincil barit dolgu, gözeneklerde ortorombik kristal kümelerinin oluşturduğu birbirini kesen çubuksu şekillerde bulunmaktadır (Şekil 4.35. c). Bununla birlikte Zelve ignimbiritinin yüzlek verdiği Paşabağ vadisinde oksit fazı, pirolüsit (MnO₂) minerali ile temsil edilmektedir (Şekil 4.35. a, b). SEM altında yapılan ince kesit ve parça analizler sonucunda, pirolüsit minerallerinin bazı kısımlarda barit ile beraber gözlenirken yer yer pomza gözeneklerinde dendritik benzeri formda cam yüzeyine kaynamış kristal kümeleri formunda bulunmaktadır. Yine sınırlı bir alanda gözlenen alünit minerali ($KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$), alterasyon sonucu oluşan sülfat fazını

temsil etmekte olup Sarlıdır köyü civarında yüzlek vermiş Zelve ignimbritinde gözlenmektedir (Şekil 4.34. a, b).



Şekil 4.34. Kapadokya ignimbritlerinde gözlenen oksit, karbonat ve sülfat fazlarına ait temsili SEM görüntüleri, a, b) Amigdaloyidal pirolüsit ve kalsit mineralleri, c) Barit kristalleri, d) İgnimbritlerdeki kalsit kristallerin gözlendiği parça örnek görüntüsü, e, f) Zeolitleşmeden arta kalan juvenil cam jarosit kristallerine dönüşmüştür.



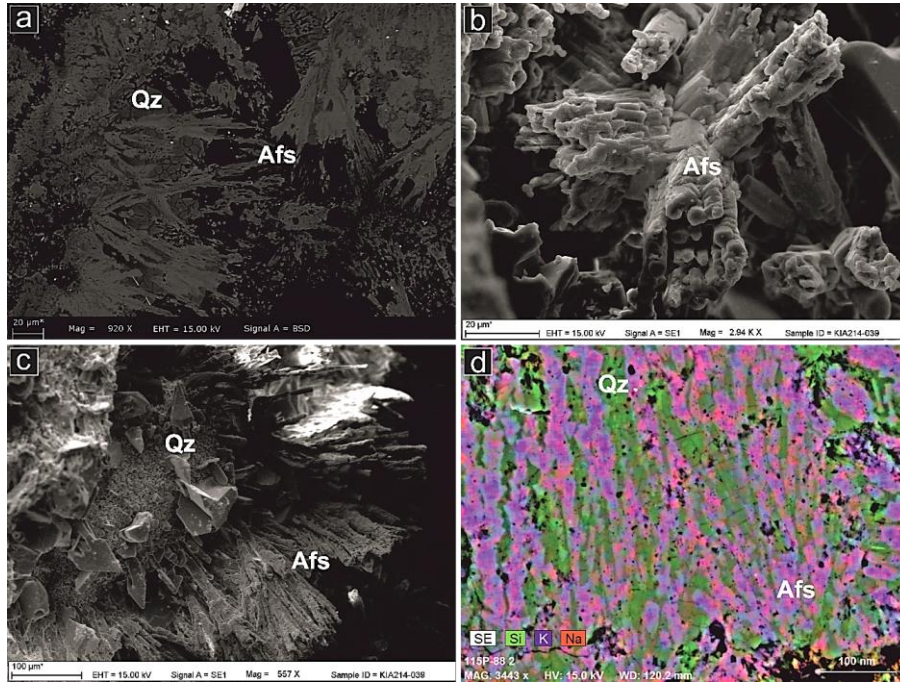
Şekil 4.35. Kapadokya ignimbiritlerinde gözlenen farklı mineral fazlarına ait SEM görüntüleri a) Alünit mineralleri, b) Alünit mineralleri ve alünit kristalleri arasında gelişmiş dalgalı smektit kristalleri, c) Klinoptilolit mineralleri ile bulunan kristalin opal-CT, d) Cam yüzeyinde kümelenmiş amorf opal-A.

4.3.4. Devitrifikasyon

Volkanik cam, termodinamik açıdan yarı-duraylı özellikte olup zamanla değişen koşullar altında kristallenmekte ve/veya kimyasal formunu (jel) kaybedebilmektedir. Devitrifikasyon, volkanik camın sıcaklık altında ya da sıcaklığın, cam üzerinden aktarımı esnasında kristallenmesi olarak tanımlanmaktadır [69]. Marshal [70] kayacın sahip olduğu pirojenik (ilkel) sıcaklık, sıcak uçucu ve hidrotermal akışkanların yanı sıra meteorik koşullar sonucu oluşmuş çözeltilerin de (20 °C) devitrifikasyona sebep olduğunu ifade etmektedir. Akışkanların sahip olduğu kimyanın ($\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ içeriği), volkanik cam üzerinde iyon değişimine neden olabilmektedir [71,72]. Bu durum oluşabilecek feldispat kimyasında belirleyici olmaktadır.

Kızılkaya ignimbiriti bölgesel olarak farklı kalınlıkta gözlenen geri düşme ünitesi ve iki akış ünitesi şeklinde gözlenmektedir. Alt akış ünitesinin içerdiği juvenil cam, kısmen

smektit tipi kil minerallerine dönüşmesine rağmen, üst akış ünitesinin içerdiği juvenil cam, belirli bölgelerde yoğun olarak devitrifikasyona uğradığı belirlenmiştir. Bilhassa devitrifikasyon süreci, birçok araştırmacının ortaya koyduğu Kızılkaya ignimbiritinin olası kaynak noktası civarından alınan örneklerde 115P-46 (Kaymaklı), 115P-59 (Soğanlı) yoğun biçimde gözlenmektedir. Lofgren [69], devitrifikasyon sonucu oluşan ikincil minerallerin gösterdiği petrografik dokuyu (aksiyolitik, mikropoikilitik, sferülitik vb.) tanımlamaktadır. Kızılkaya ignimbiritinin juvenil cam içeriği, devitrifikasyon süreci boyunca ve sonrasında, sodyum bakımından zenginleşirken potasyum içeriği azalma göstermektedir (Şekil 4.36. d). İgnimbiritin devitrifikasyon sürecine maruz kalması ile ignimbiritin juvenil cam içeriği, aksiyolitik kristallenmiş alkali feldispat ve özşekilli kuvars minerallerine dönüşmüştür [41] (Şekil 4.36. b, c). Oluşan alkali feldispat kristalleri, bir merkezden başlayıp uçlara doğru yayılma gösterirken aralarında özşekilli kuvars ile beraber gözlenmektedirler. Özellikle juvenil camdan kristallenmeye başlamış minerallerin miktarının artması sonucunda ignimbirit, kompakt (rijid) hale gelmiştir (Şekil 4.36. a).

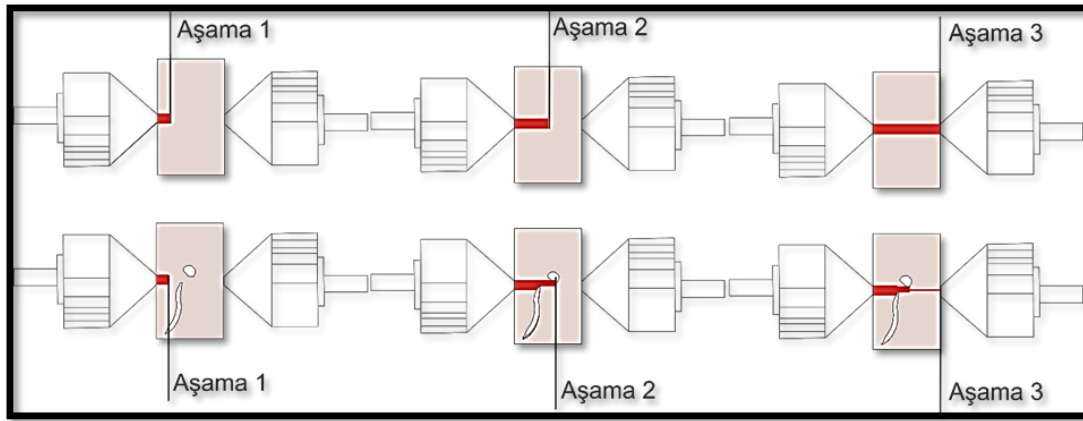


Şekil 4.36. Kızılkaya ignimbiritinde gözlenen devitrifikasyon SEM görüntüleri, a, c) Aksiyolitik kristallenen alkali feldispat ve özşekilli kuvars kristalleri, b) Demetler halinde bulunan alkali feldispat kristalleri, d) Devitrifikasyon süreci ile juvenil cam içerisinde başlayan kimyasal farklılaşma.

5. YERİNDE (IN-SITU) ULTRASONİK ATIM HIZI ÖLÇÜMLERİ

Ultrasonik atım hızı ölçüm yöntemi, madencilik, jeoteknik, inşaat, yeraltı mühendisliği ve petrol, gaz mineral aramaları gibi mühendislik çalışmalarında, kayaçların mekanik özelliklerini belirlenmesinde ve kayaçların alterasyon oranlarının saptanmasında son derece kullanışlı, ekonomik ve hasarsız bir yöntem olup hem laboratuvar hem de yerinde çalışmalarda kolayca uygulanabilmektedir [19,21,23,29,31,73–75].

Kayaçı oluşturan taneler (kristal, hamur, litik ve ksenolit) arasındaki boşluk farklılıkları, kayaçların mineralojik-petrografik özelliklerinden; kristal, cam ve litik oranlarından kaynaklanmaktadır. Kayaçların farklı büyüklükte, şekilde ve miktarda kristal, pomza ve litik içeriklerinin olması, farklı gözenekliliğe neden olmaktadır. Kristal tane boyunun küçülmesi ve kristal miktarının artması kristallerarası boşlukların azalmasını sağlamaktadır [76]. Ayrıca piroklastik kayaçların içerdiği pomzaların da farklı gözeneklilik oranı göstermektedir. Ultrasonik atım hızı ölçüm yöntemi ile gözeneklilik arasında zıt ilişki vardır [53,74,77–79]. Bu bağlamda, V_p (P dalga hızı) gözenekli ortamda, katı içine göre daha yavaş ilerlemektedir [35]. Verici prob tarafından gönderilen P dalga hızının enerjisi, gözenekli ortamda azalmakta olup alıcı prob tarafından düşük sonuçlar olarak algılanmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. P dalga hızı enerjisinin gözenekli ortamdaki yayılımı.

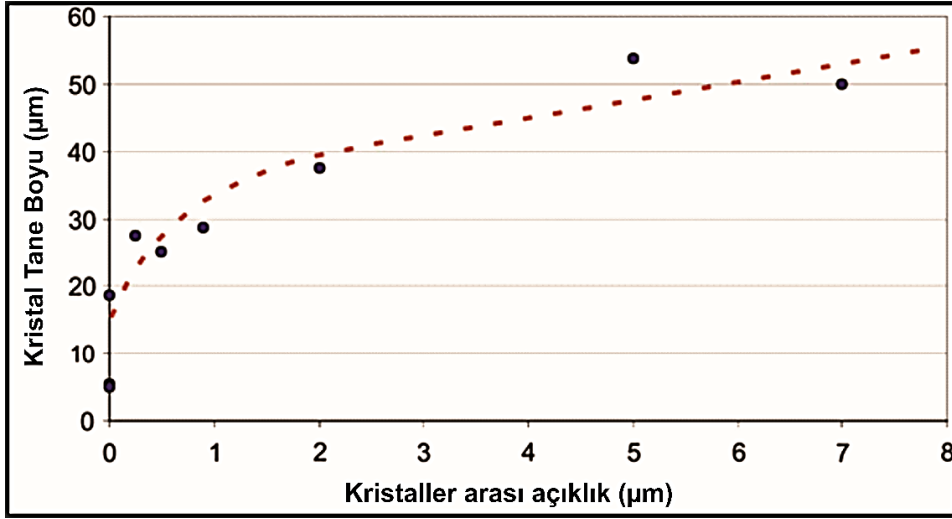
Volkanik kayaçlar, meteorik koşullar ve/veya hidrotermal akışkanlar sonucu oluşmuş çözelti süreçlerine sıklıkla maruz kalabilmektedir. Bu spartik bağlayıcı malzemeler (kalsit vb.), birincil partiküller (kristal, hamur, ksenolit) açıklıklarını ve gözeneklerini

doldurmaktadır [20]. İkincil bağlayıcı malzemelerin gözeneklere nüfuz etmesi, kristal tanecikler arasındaki çimentolanmanın ve yoğunluğun artmasına neden olmaktadır [80]. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, kayaçların pekişme derecesinin artmasına ve gözeneklilik oranının azalmasına bağlı olarak doğrusal bir artış göstermektedir [75,78,81].

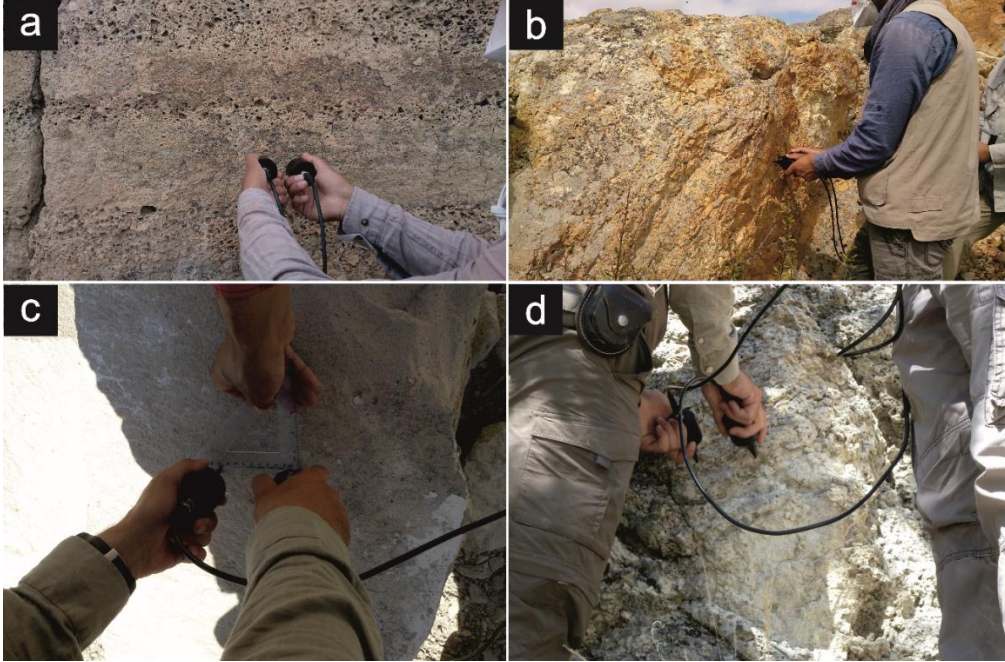
Piroklastik akıntı kayaçlarının içerdiği juvenil cam, magmanın kristallenmemiş katı fazını temsil etmektedir. Piroklastik kayaçlar içerisinde milimetre boyutunda kıymıklar ve metre boyutuna ulaşan pomzalar şeklinde bulunan bu volkanik malzeme, değişen çevre koşulları altında camsı özelliklerini kaybederek ikincil zeolit, kil, opal kristallerine ve kuvars-feldispat metasomatitlerine dönüşebilmektedir [26]. Volkanik kayaçların alterasyona uğraması, fiziksel ve mekanik özelliklerin değişmesine neden olmaktadır [25,28]. Özellikle piroklastik kayaçların içerdiği juvenil camın alterasyon minerallerine dönüşmesi, kristal oranının artmasına ve tane boyunun küçülmesine neden olmaktadır. Kristaller arası açıklıklar, alterasyon minerallerinin oluşumuna bağlı olarak azalma gösterebilmektedir. Gözeneklilik oranındaki değişim, oluşan alterasyon minerallerinin kristal tane boyunun küçülmesi ve bu durumun sonucunda kristallerarası açıklıkların azalmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 5.2) [24]. Bununla birlikte, piroklastik kayaçların juvenil cam içerikleri, günlenme ve/veya alterasyon sonucu sıklıkla kil grubu minerallere dönüşebilmektedir. Kil grubu mineraller, kristal morfolojileri (yapraksı) gereği geçirimsizlik oranını azaltırken gözeneklilik oranını artırmaktadır [77]. Ayrıca kayaçların yüzleklerinde mikrometre boyutundan santimetre boyutuna ulaşabilen kırık-çatlak süreksizlikleri görülebilmektedir. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, süreksizliklerin ölçüm alınırken iki prob arasına denk gelmesi sonucunda farklılık gösterebilmektedir. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, kırık-çatlak süreksizlikleri ile ters orantılıdır [19,21,23,76,82]. Bu süreksizliklerin artması ile ignimbiritlerin gözeneklilik oranı ve yoğunluğu azalmaktadır. Bu durum sonucunda, ultrasonik atım hızı ölçümleri, düşük sonuçları sonuçlar göstermektedir. Sonuç olarak, hidrotermal alterasyon sonucu meydana gelen mineralojik-petrografik özelliklerdeki değişimler, ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını doğrudan etkilemektedir [18,21,25,27].

Ultrasonik atım hızı yöntemi, yerinde Kapadokya ignimbiritlerinin altere olmamış ve alterasyona maruz kalmış yüzleklerine uygulanmıştır (Şekil 5.3). Elde edilen ölçüm

sonuçları, her bir ignimbirit ünitesi için farklı sonuçlar göstermiştir. Bu farklı sonuçlar, gerçekleştirilen mineralojik-petrografik çalışmalar sonucunda, ignimbiritlerin mineralojik-petrografik özellikleri ile denetlenmiştir.

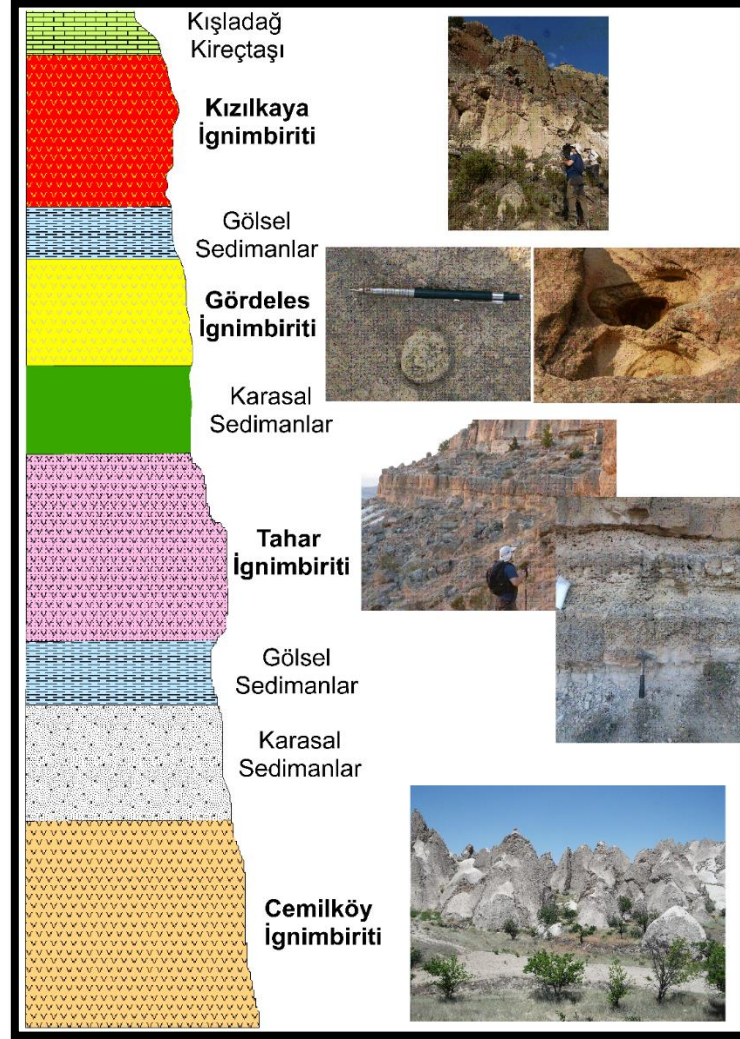


Şekil 5.2. Tane büyüklüğü ve tanelerarası boşluk arasındaki ilişki (Martínez-Martínez ve ark. [24]'den alınmıştır).

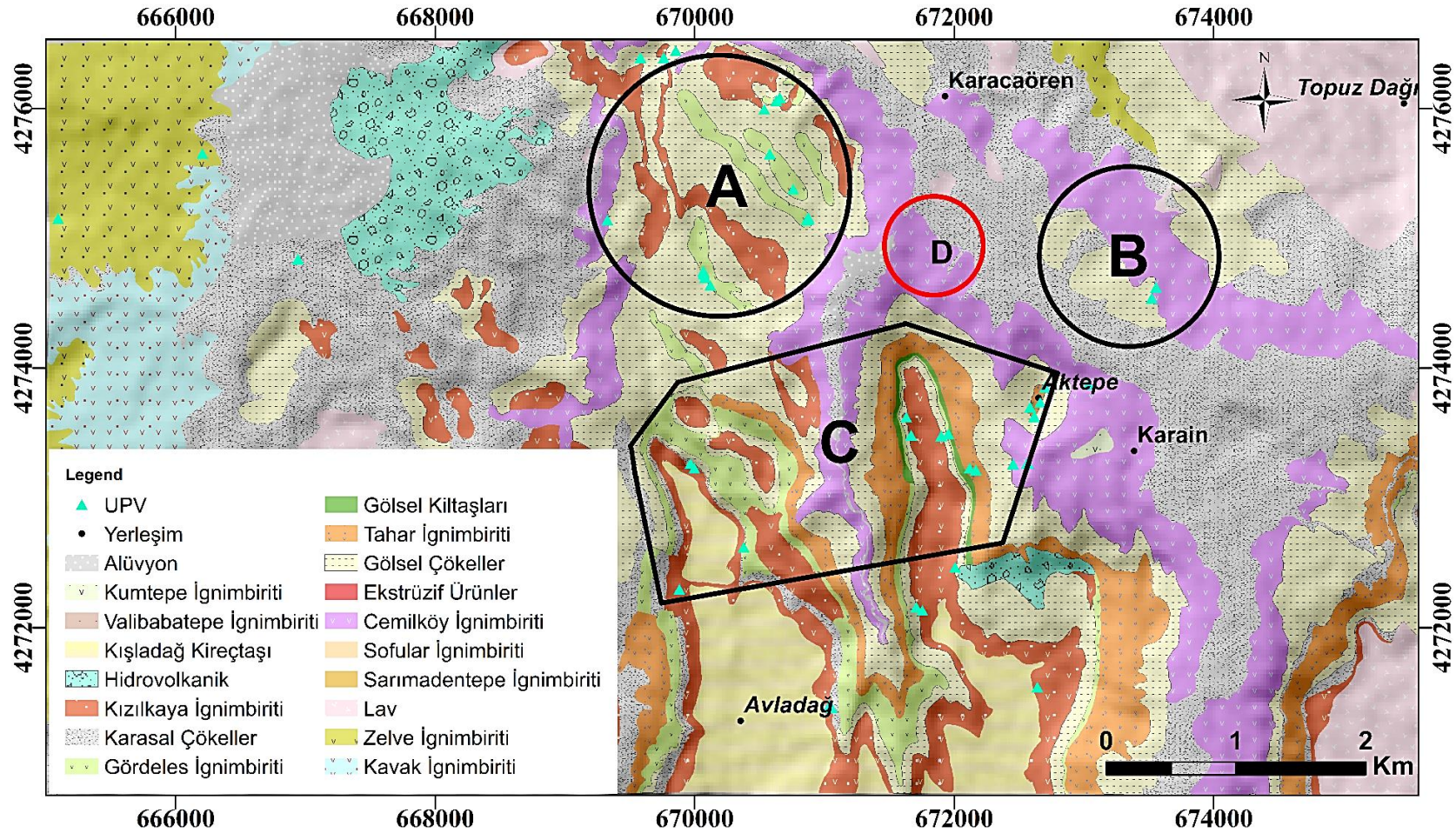


Şekil 5.3: Alterasyona uğramış Kapadokya ignimbiritlerinin ultrasonik atım hızı ölçümlerini gösteren temsili görüntüler, a) Tahar ignimbiriti, b) Zelve ignimbiriti, c) Gördeles ignimbiriti, d) Cemilköy ignimbiriti.

Kapadokya ignimbritleri belirli bölgelerde hidrotermal alterasyona ve dolgu süreçlerine maruz kalmıştır. Cemilköy, Tahar ve Gördeles ignimbritlerinin Karain-Karacaören köylerinde ve Zelve ignimbritinin Sarıhıdır, Tuzköy ve Bozca köylerinde hidrotermal alterasyona uğramıştır (Şekil 5.5). Bu bölgelerdeki altere ignimbritler, gösel sedimanlar üzerinde bulunmakta olup pekişmiş, pomzasız, kil yumruları içeren ve pomza olması gereken yerlerinin boşluklu olduğu şekilde gözlenmektedir (Şekil 5.4).



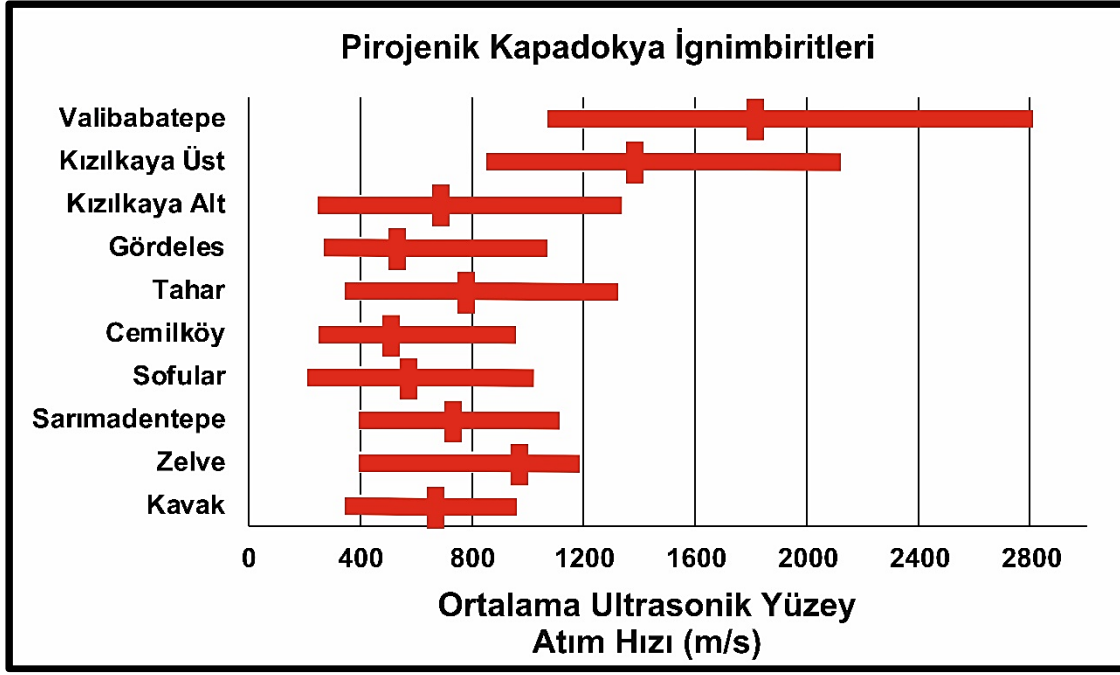
Şekil 5.4. Karain köyündeki yüzlek vermiş ignimbritlerin temsili kolon kesiti ve arazi görüntüleri verilmiştir. Cemilköy ignimbrit (KB bakış) bu bölgede sağlam kalmıştır. Tahar ignimbriti (Kütderesi, D bakış) pekişmiş, pomzasız ve pomza olması gereken yerlerde boşlukların mevcut olduğu durumda gözlenmektedir. Gördeles ignimbrit (Kütderesi, D bakış) ise pomzasız, pekişmiş ve sıklıkla iri kil yumruları içeren biçimde gözlenmektedir. Kızılkaya ignimbriti bu bölgede Kışladağ kireçtaşı tarafından üzerlenmekte olup sıklıkla dolgu süreçlerine maruz kalmıştır.



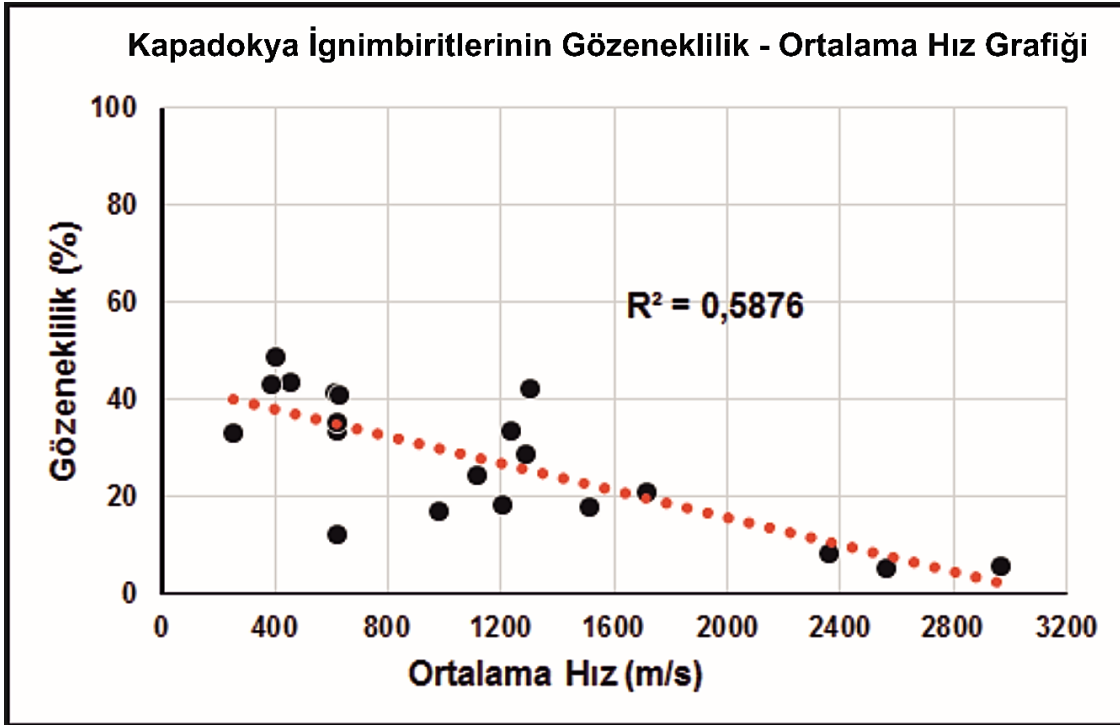
Şekil 5.5. Karain – Karacaören bölgesinin litoloji haritası, alterasyona maruz kalmış Gördeles (A sektörü), Cemilköy (B sektörü), Tahar (C sektörü) ignimbiritleri ve dolgu sürecine maruz kalmış Cemilköy ignimbiritini (D sektörü) göstermektedir.

5.1. Gözeneklilik

Kapadokya ignimbiritlerinin mevcut mineralojik-petrografik özelliklerine göre farklı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları elde edilmiştir (Şekil 5.6). Farklı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, piroklastik akıntı ürünlerinin depolanma sonrası petrografik özellikleri; Cemilköy ve Alt Kızılkaya ignimbiritlerinin pomza içeriğinin yoğun ve büyük olması, Tahar ignimbiritinin yoğun ve iri litik içermesi, Üst Kızılkaya ve Valibabatepe ignimbiritlerinin kaynaklanmış ve az gözenekli olması, Zelve ignimbiritinin ise hamurca zengin olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, mineralojik özelliklere göre ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarındaki farklılıklar, Kavak ve Kızılkaya ignimbiritlerinin yoğun kristal içeriğine sahip olması ve bu ignimbiritlerin kristal içeriklerinin, diğer ünitelere oranla daha büyük olmasından, Zelve ignimbiritinin kristalce fakir ve plajiyoklaz kristallerinin büyük olmasında kaynaklanmaktadır. İgnimbiritlerin farklı mineralojik-petrografik bileşimlerinin (kristal miktarı ve tane boyu, juvenil cam içeriği, ksenolit vb.) olması gözeneklilik oranlarının da farklı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca her bir ignimbirit ünitesinin kendisine özgü pomza miktarı ve şekline, gözeneklilik oranına, kaynaklanma derecesine sahip olması da farklı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarına neden olmaktadır. Bununla birlikte ignimbiritlerin belirli bölgelerde hidrotermal alterasyona uğraması sonucunda gözeneklilik oranları büyük oranda azalmıştır. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, gözeneklilik oranlarının azalması ile artışı belirlenmiştir (Şekil 5.7). Hidrotermal alterasyona uğramış ignimbiritlerin yaklaşık % 10 – 20 gözeneklilik oranlarına karşın 1600 – 1800 m/s hız değerleri göstermektedir. Buna karşın, ignimbiritlerin kısmen altere olmamış yüzleklerinin gözeneklilik oranları yaklaşık % 40 civarında olması durumunda düşük ultrasonik atım hızı sonuçları göstermektedir.

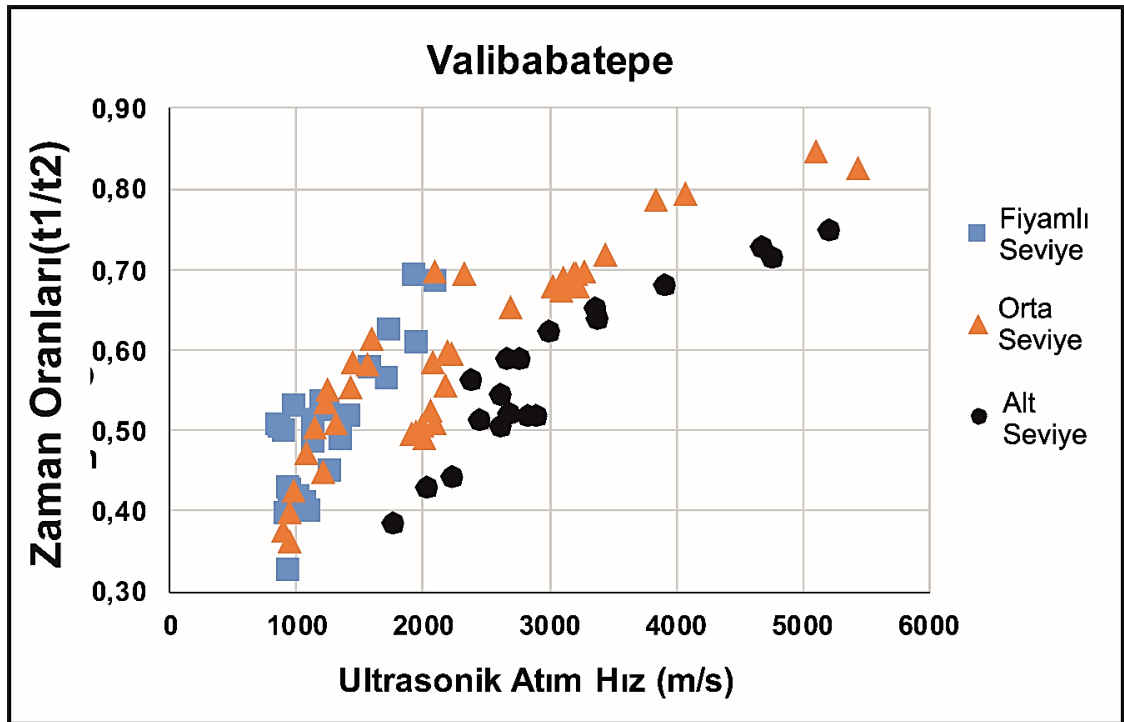


Şekil 5.6. Kapadokya ignimbiritlerine ait ortalamaları alınmış ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları.



Şekil 5.7. İgnimbiritlerin ilksel ve hidrotermal alterasyon sonrası gözeneklilik oranları ile ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları arasındaki bağıntı.

Kapadokya ignimbiritleri bölgesel olarak kendi içerisinde de farklı petrografik özellikler gösterebilmektedir. Ölçümü alınmış Valibabatepe ignimbiritinin ultrasonik atım hızı sonuçları, uzamsal olarak farklılık göstermektedir. Birçok araştırmacı tarafından işaret edilen, kaynak noktasına yakın bölgelerden ölçülen ultrasonik atım hızı sonuçları, yüksek değerler göstermektedir. Bu bölgede ignimbirit akıntısı iyi kaynaklanmış, camı özelliktedir. Aynı ignimbiritin muhtemel kaynak noktasından uzaklaştıkça ultrasonik atım hızı ölçümleri düşük değerler vermektedir. Düşük ölçüm sonuçlarının alındığı, bu bölgelerdeki (Başdere köyü) Valibabatepe ignimbiriti dağılıbilir özellikte olup taze jüvenil cam içeriği kısmen korunmuş, gözenekli ve fiyam içerikli ötakstitik dokuya sahiptir (Şekil 5.8). Valibabatepe ignimbiritinin fiyam içerikli seviyeleri düşük ultrasonik atım hızı sonuçları (yaklaşık 2300 m/s) gösterirken alt seviyeleri ile orta seviyeleri yüksek ultrasonik atım hızı sonuçları (yaklaşık 2600 – 3000 m/s) göstermektedir.

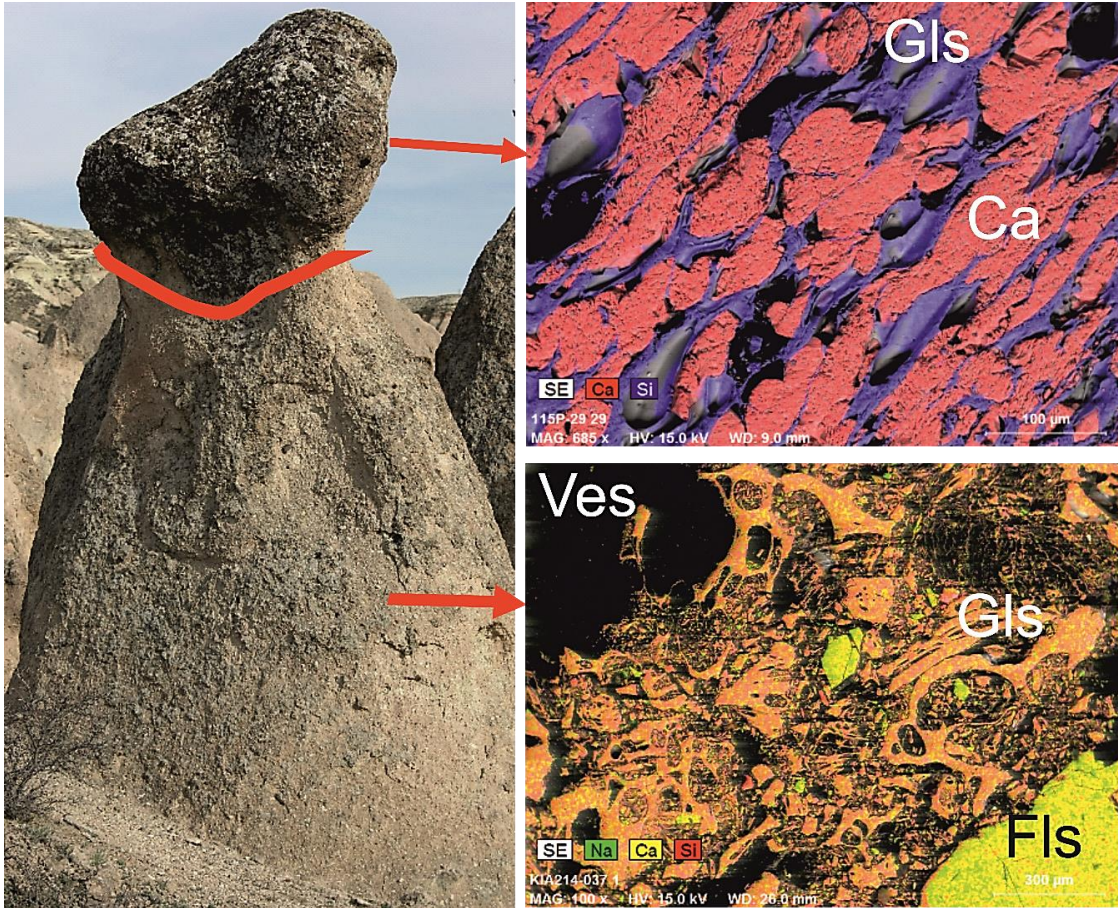


Şekil 5.8. Valibabatepe ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.

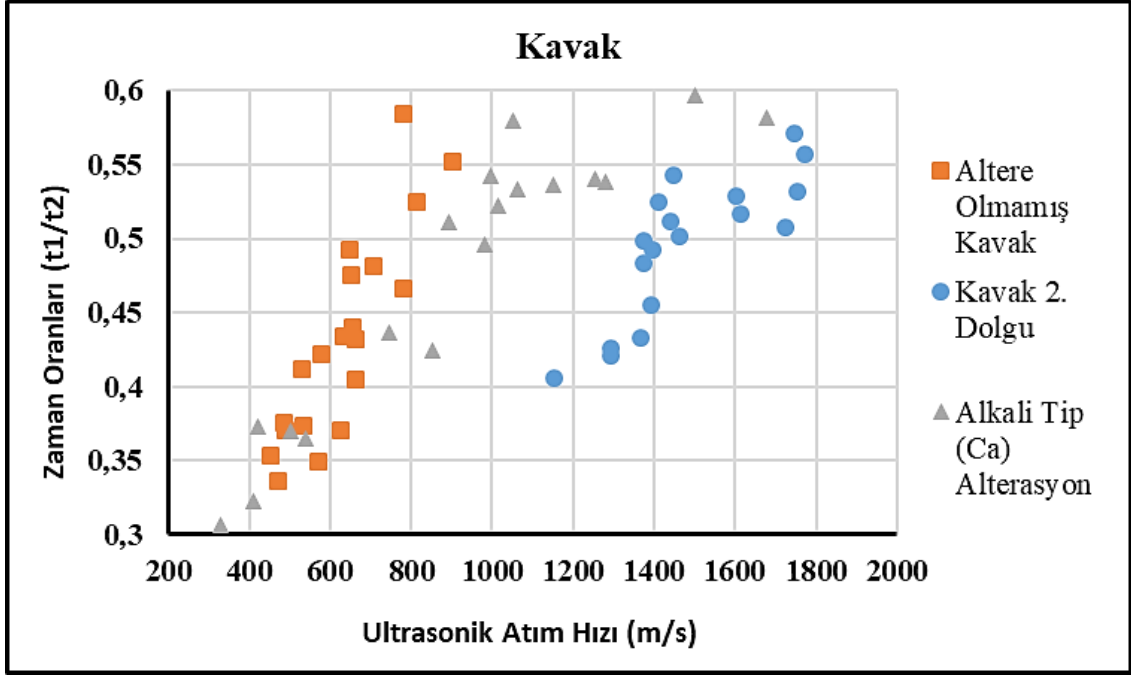
5.2. Dolgu Süreçleri

Kapadokya ignimbiritleri, belirli bölgelerde dolgu süreçlerine maruz kalmıştır. Paşabağ vadisi civarında kalsit, barit ve pirolüsit gelişimleri, yüzlek vermiş Zelve ignimbiriti içerisinde damarlar ve konkresyonlar şeklinde gözlenmektedir. Bu bölgede gerçekleşen

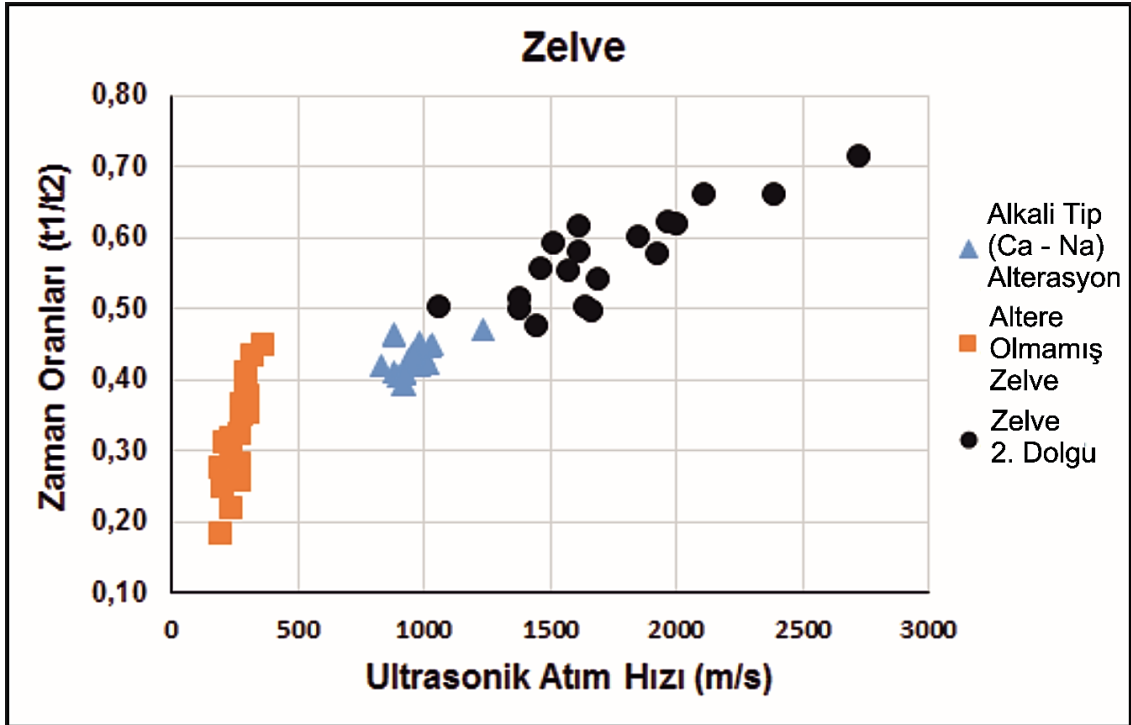
kalsit dolgularının bazı peri bacalarının gelişiminde etkili olmuştur (Şekil 5.9). Benzer şekilde, Karacaören köyü civarında Cemilköy ignimbiriti ve Çat köyü çevresinde Kavak ignimbiritinde de konkresyon ve damarlar şeklinde kalsit dolgu gözlenmektedir. Ayrıca Kışladağ kireçtaşının hüküm sürdüğü bölgelerde ignimbirit ünitelerinde dolgu süreçleri sıklıkla gerçekleşmiştir. Özellikle karbonatlı dolgu süreçleri, Kızılkaya ignimbiritinin Kışladağ kireçtaşı tarafından üzerlendiği bölgelerde yüzey sıvamaları ve damarlar şeklinde oluşmuştur. İkincil çözeltilerin ignimbiritlere nüfuz etmesi, ignimbiritlerin birincil kristal ve jüvenil cam içeriklerini korumasının yanısıra taneler arasında çimentolanmanın artmasına ve gözenekliliğin azalmasına neden olmuştur. Kalsit dolgu süreçlerine maruz kalmış Kızılkaya, Cemilköy, Zelve ve Kavak ignimbiritlerinden ölçülmüş ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, bu ignimbiritlerin ilksel mineralojik-petrografik özelliklerini korumuş kesimlerine göre yüksek sonuçlar göstermektedir (Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12).



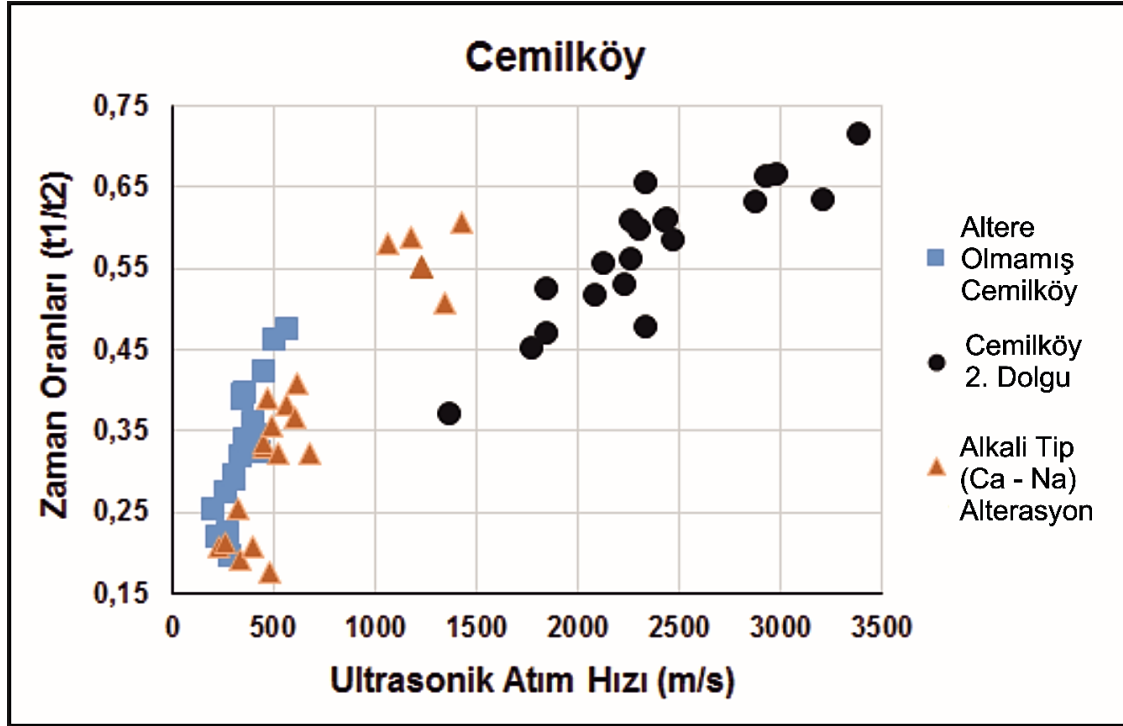
Şekil 5.9. İkincil çözelti süreçlerinin Zelve ignimbiriti peri bacalarının oluşumuna etki etmesi (Paşabağ Vadisi).



Şekil 5.10. Kavak ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.



Şekil 5.11. Zelve ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.

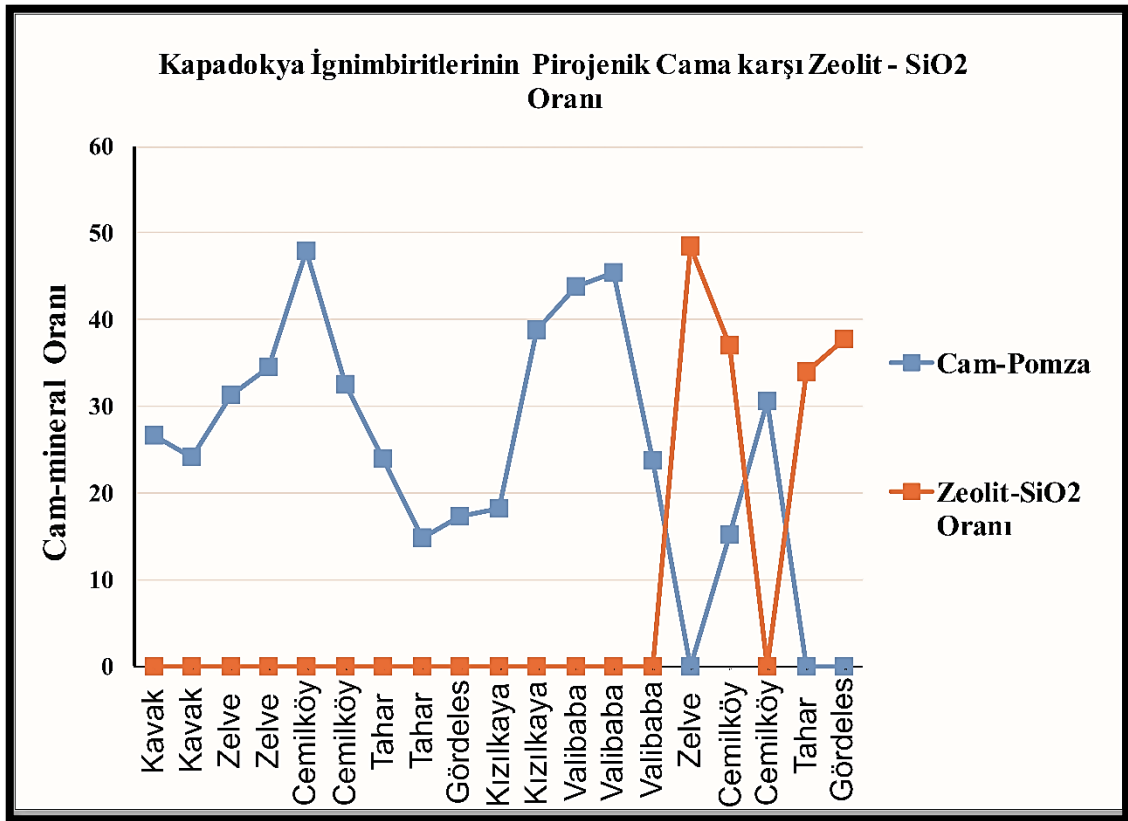


Şekil 5.12. Cemilköy ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.

5.3. Hidrotermal Alterasyon

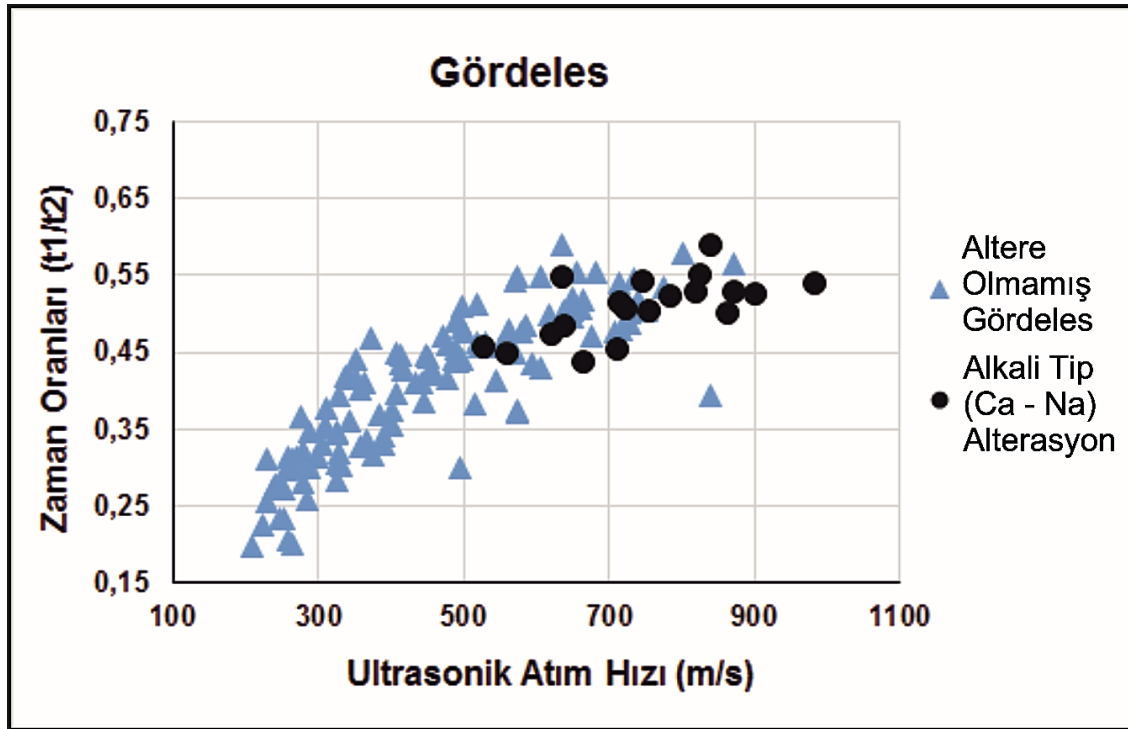
Kapadokya ignimbirit depolanmalarının amorf jüvenil cam içerikleri, büyük oranda günlenmeye (weathering) ve Karain, Karacaören, Sarıhıdır, Tuzköy, Bozca köyleri civarında alkali tipte (Na-Ca) alterasyona uğramıştır. Bu bölgelerde gözlenen altere ignimbiritler, stratigrafik olarak gölsel çökeller üzerinde bulunmaktadır. Hidrotermal alterasyon sonucunda ignimbiritlerin pomza içeriği, büyük oranda yok olmuş şekilde gözlenmektedir. Yer yer ignimbiritler kendi içerisinde kül baskın seviye ve pomza olması gereken yerlerde büyük boşluklar olan seviyeler şeklinde ardalanmalı bulunmaktadır. Gerçekleştirilen SEM-EDS analizleri sonucunda, kil grubu, opal, zeolit grubu minerallerinin volkanik camdan oluştuğu gözlenmiştir. İgnimbiritlerin altere numunelerinden ve kısmen altere olmamış özelliklerini korumuş numunelerden yapılan mineralojik çalışmalar sonucunda jüvenil cam – kristal oranının farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5.13). Kapadokya ignimbiritlerinin kimyasal dokusu ve bölgesel olarak hidrotermal alterasyona uğraması, oluşan minerallerin çeşitliliğinde etkili olmuştur. Tahar ve Gördeles ignimbiritlerinde eriyonit/offretit, Cemilköy ignimbiritinde mordenit ve Zelve ignimbiritinde ise klinoptilolit/höylandit temel alterasyon mineralleri olarak gözlenmektedir. Bu zeolit mineralleri ile birlikte opal A, opal CT, smektit, sülfat

fazları ve diğer zeolit mineralleri karmaşa şeklinde bulunabilmektedir. Bununla birlikte, zeolit kristallerinin ignimbirit ünitelerindeki bulunuş şekilleri de farklılık sunmaktadır. Buna istinaden Kapadokya ignimbiritlerinin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları alterasyon ve günlenme ile ilişkili olarak farklılıklar göstermektedir (Şekil 5.14, Şekil 5.15). İgnimbiritlerin juvenil cam içeriklerinin zeolitleşmesi ve silisleşmesi, ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını pozitif yönde etkilemesine rağmen kil grubu mineralleri negatif etki yaratmaktadır. Buna ilişkin, ignimbirit ünitelerinin killeşmeye (ortaç tipte alterasyon) maruz kaldığı yüzleklerindeki ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları düşük değerler göstermektedir. Lakin büyük oranda alkali tipte alterasyona uğramış bölgelerde, zeolit mineralleri ile birlikte karmaşa şeklinde bulunan smektit kristallerinin varlığı az seviyelerde olup ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları üzerinde belirgin farklılıklar yaratmamaktadır.

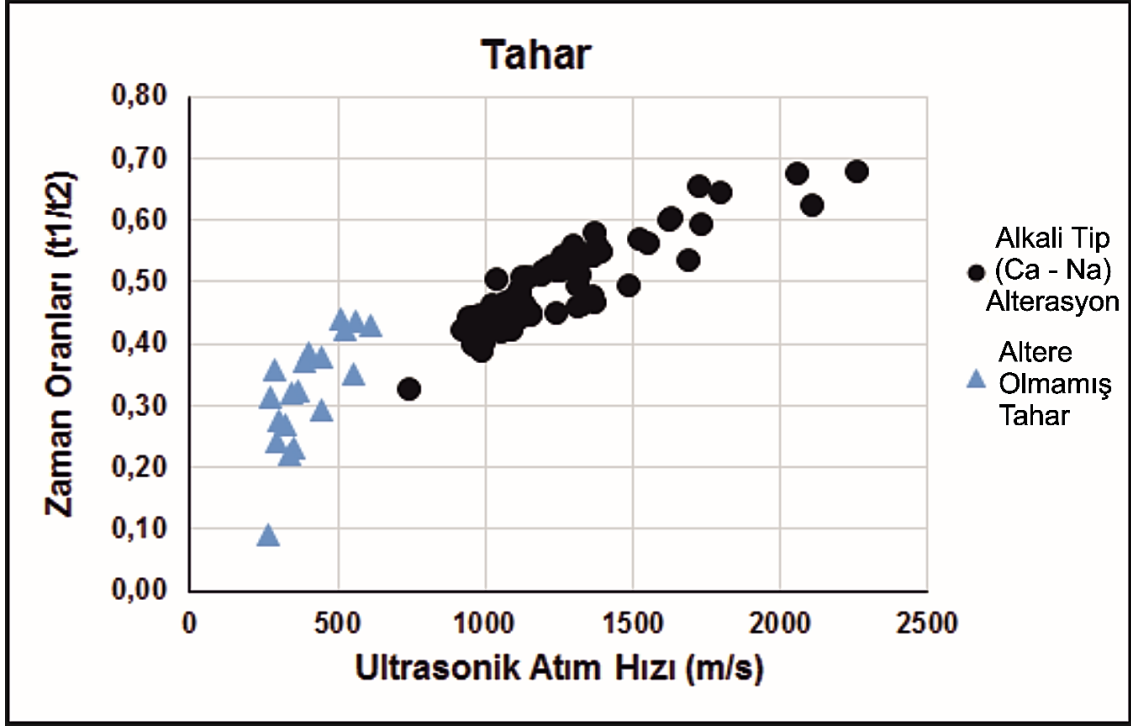


Şekil 5.13. Kapadokya ignimbiritlerinin alterasyona uğraması ile ünitelerin juvenil cam içeriği azalırken kristal oranı artmıştır.

Kapadokya ignimbiritlerinin jüvenil cam ve pomza içeriklerinin alterasyon minerallerine dönüşmesi, ignimbirit ünitelerinin kristal oranlarının artmasını sağlamıştır. Buna istinaden, ignimbiritlerin gözeneklilik oranları, hidrotermal alterasyonu sonucunda ignimbiritlerin cam içeriğinin zeolit ve opal kristallerine dönüşmesi ile farklılık göstermektedir (Şekil 5.16). Cemilköy, Tahar ve Gördeles ignimbiritlerinin Karain-Karacaören köylerinde ve Zelve ignimbiritinin Sarhıdır, Tuzköy ve Bozca köylerinde hidrotermal alterasyona uğraması sonucunda ignimbirit ünitelerinin kristal oranları artmış olup gözeneklilik oranları azalmıştır. Bu bölgelerdeki altere ignimbiritler, gösel sedimanlar üzerinde bulunmakta olup pekişmiş, pomzasız, akresyonel lapilli ve kil yumruları içermektedir. Ayrıca ignimbiritlerin pomza olması gereken yerlerinde boşluklu olduğu şekilde gözlenmektedir. Alterasyona uğramış Kapadokya ignimbiritlerinden ölçülmüş ultrasonik atım hızı sonuçları, aynı ignimbirit ünitelerinin hidrotermal alterasyona uğramamış kısımlarına göre yüksek sonuçlar göstermiştir (Şekil 5.14, Şekil 5.15).



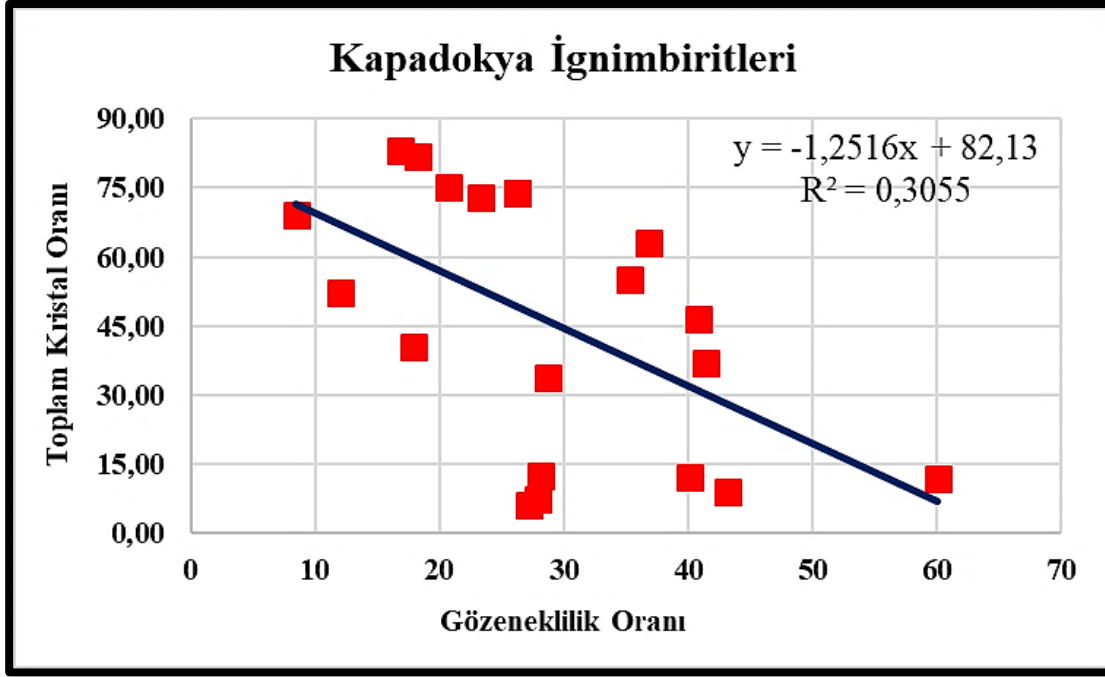
Şekil 5.14. Gördeles ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.



Şekil 5.15. Tahar ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçları.

Kapadokya ignimbiritlerinin hidrotermal alterasyona uğramış yüzleklerinin pekişme derecesi, aynı ignimbirit ünitesine karşılık gelen alterasyona uğramamış kesimlerine göre farklılık göstermektedir. İgnimbiritlerin pekişme derecelerindeki farklılıklar, hidrotermal alterasyon sonucu oluşan ikincil minerallerin kristal tane boylarının küçülmesi sonucunda bu kristallerin birbiriyle etkileşimlerinin artmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle ignimbiritlerin cam içeriklerinin zeolit grubu minerallerine dönüşmesi ve bu zeolit minerallerinin farklılığı (mordenit, klinoptilolit), pekişme derecesini etkilemektedir [83]. Altere Cemilköy ignimbiritinin yüksek pekişme derecesi göstermesi, yoğun mordenit içeriğine sahip olması ile birlikte mordenit kristallerinin saçılmış uçlarından birbirine dolanmış olmasından kaynaklanmaktadır. Altere Tahar ve Gördeles ignimbiritlerinde eriyonit/offretit tipi zeolit grubu baskındır. Bu ignimbiritlerin, kısmen altere olmamış durumunun korumuş yüzleklerine oranla yüksek pekişme göstermesi eriyonit/offretit kristal demetlerinin bulunuş şekillerinden kaynaklanmaktadır. Eriyonit/offretit kristalleri, Tahar ignimbiritinde bir arada bulunan demetler halinde gözlenirken Gördeles ignimbiritinde demetler uçlarından açılmış şekilde bulunmaktadır. Zelve ignimbiritinde ise klinoptilolit/höylandit kristalleri baskın olup iğnemsî şekilde eriyonit/offretit kristalleri içermektedir. Bununla birlikte, baskın alterasyon minerallerinin farklı zeolit

kristalleri ve opal fazları ile karmaşa şeklinde bulunması, kristallerarası etkileşimi arttırmaktadır. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları ile pekişme derecesi arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur [75,80,81]. Alterasyona uğramış Kapadokya ignimbiritlerinin farklı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları göstermesi, ignimbiritlerin o yüzleklerindeki pekişme derecesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.16. Kapadokya ignimbiritlerine ait toplam kristal oranı karşın gözeneklilik oranı.

5.4. Diğer Süreçler

İgnimbiritlerin kil grubu içeriği ve kırık-çatlak süreksizliklerinin varlığı, ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını etkilemektedir. Kapadokya ignimbiritlerinin juvenil cam içerikleri, meteorik koşullar altında yoğun olarak smektit grubu kil minerallerine dönüşmüştür. Bu bozunma zonu, ignimbirit ünitelerinin yüzleklerinde santimetre kalınlıklarında görülmektedir. Kapadokya ignimbiritlerinin yüzeysel alterasyonu/günlenmesi ile oluşan kil mineralleri, ultrasonik atım hızı ölçümlerinin düşük sonuçlar vermesine neden olmaktadır.

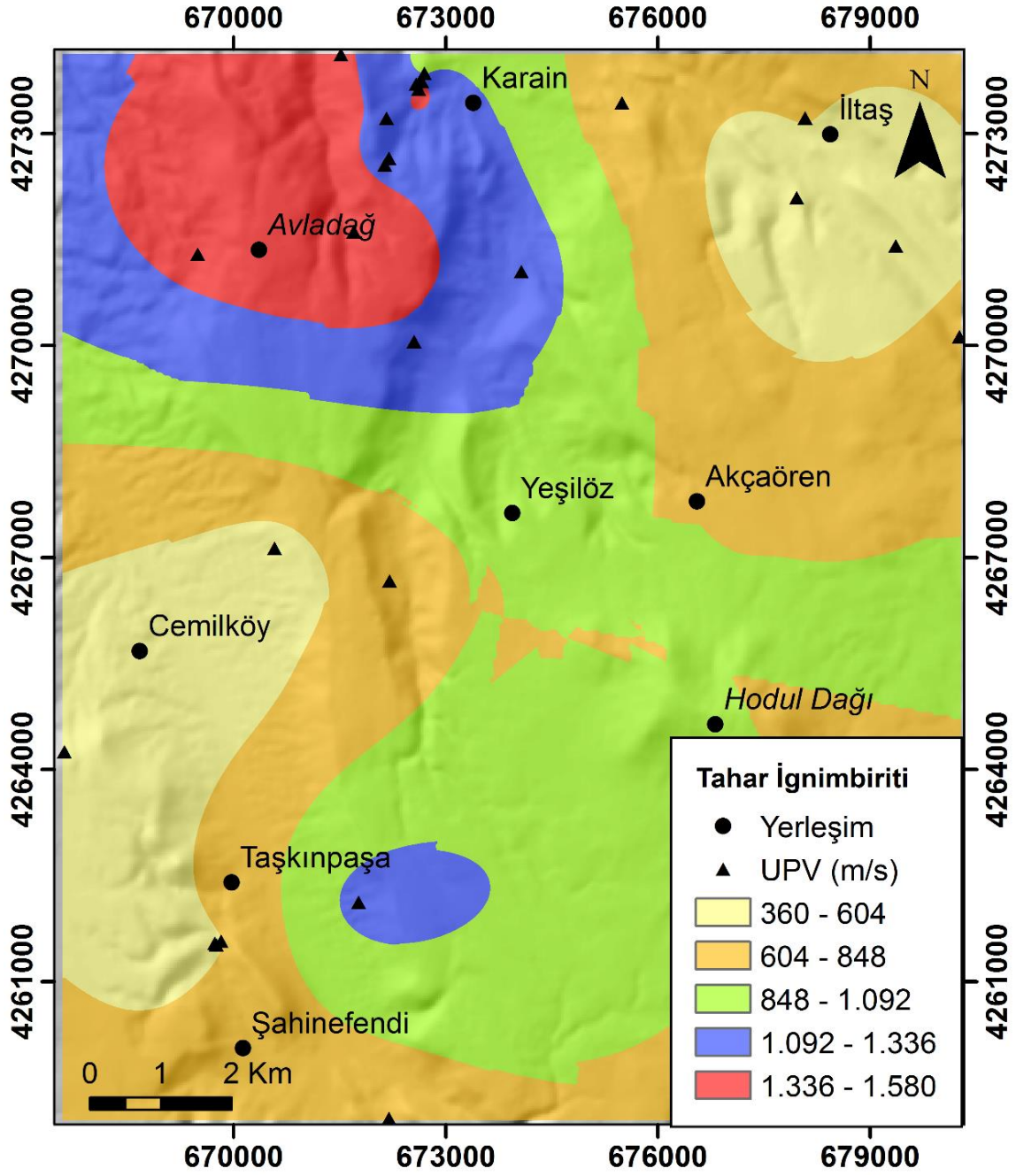
Hidrotermal alterasyona maruz kalmış Cemilköy ignimbiritinin pomza olması gereken yerlerde boşluklu olması ve bu boşluklu yerlerin kırık-çatlak süreksizliklerince yoğun

olması ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarına etki etmiştir. Genelde zeolitleşmeye ve silisleşmeye uğramış ignimbiritler, yüksek ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları göstermesine rağmen Cemilköy ignimbiritinin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, süreksizliklerden dolayı geniş dağılım göstermiştir (Şekil 5.10.a).

5.5. Yerinde (İn-situ) Tahar İgnimbiriti Ultrasonik Atım Hızları

Kapadokya ignimbiritlerinin gerek altere olmamış mineralojik – petrografik özelliklerini korumuş kesimleri gerekse hidrotermal alterasyona uğramış yüzlekleri ultrasonik atım hızı yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Özellikle ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarının yüksek olduğu ignimbirit yüzlekleri, hidrotermal alterasyona maruz kalmış bölgeleri işaret etmektedir. Tahar ignimbiritinin hidrotermal alterasyona uğramış yüzleklerinden ve kısmen altere olmamış kesimlerinden elde edilen ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları sayısal ortamda gösterilmiştir (Şekil 5.17). Yüksek ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarının gösterildiği Karain köyü - Avladağ bölgesi, Tahar ignimbiritinin alkali (Na-Ca) tipte hidrotermal alterasyona maruz kaldığı bölgeleri göstermektedir.

Genel olarak Tahar ignimbiriti, ortaç tipte alterasyona uğramış olup juvenil cam içeriği kil grubu minerallerine dönüşmüştür. Şekil 5.17 göre hidrotermal alterasyona uğramış kesimler dışında kalan bölgelerde benzer ultrasonik atım hızı değerleri gözlenmektedir. Taşkınpaşa köyü civarında yüksek hız değerleri, yüzeysel sıvamalar şeklinde oluşmuş çözelti (kalsit) süreçlerinden kaynaklanmaktadır.

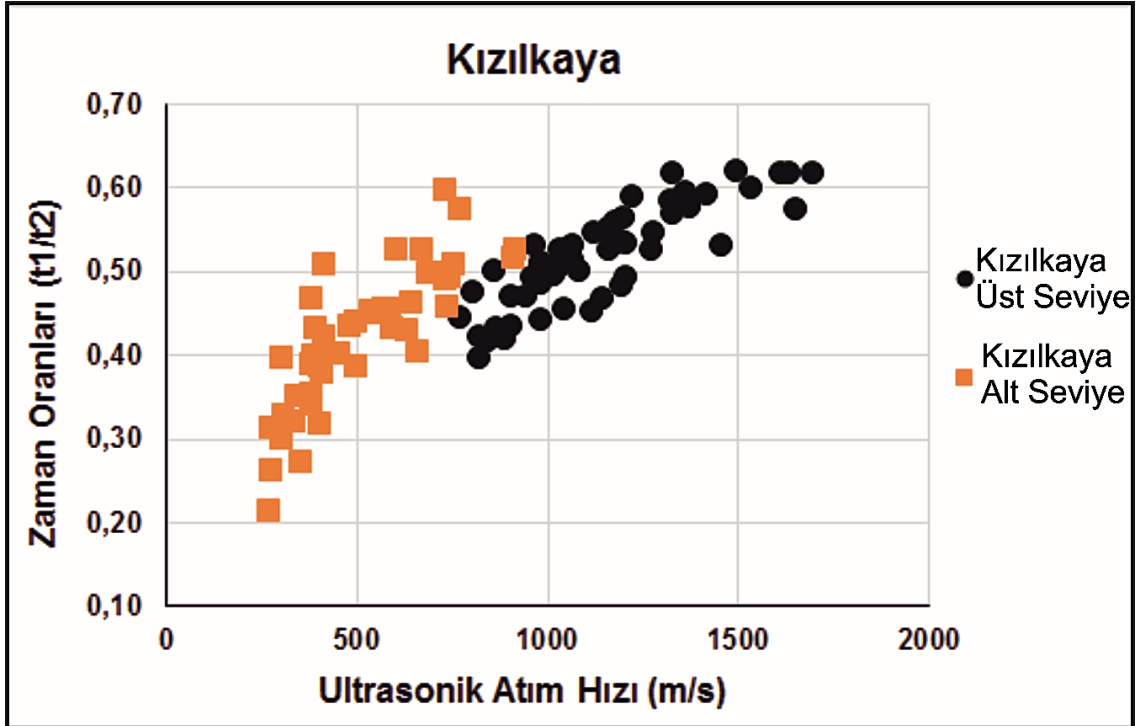


Şekil 5.17. Tahar ignimbiritinin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları haritası, alkali (Na – Ca) tipte alterasyona uğramış bölgeler yüksek ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını temsil etmektedir.

5.5. Yerinde (İn-situ) Kızılkaya İgnimbiriti Ultrasonik Atım Hızları

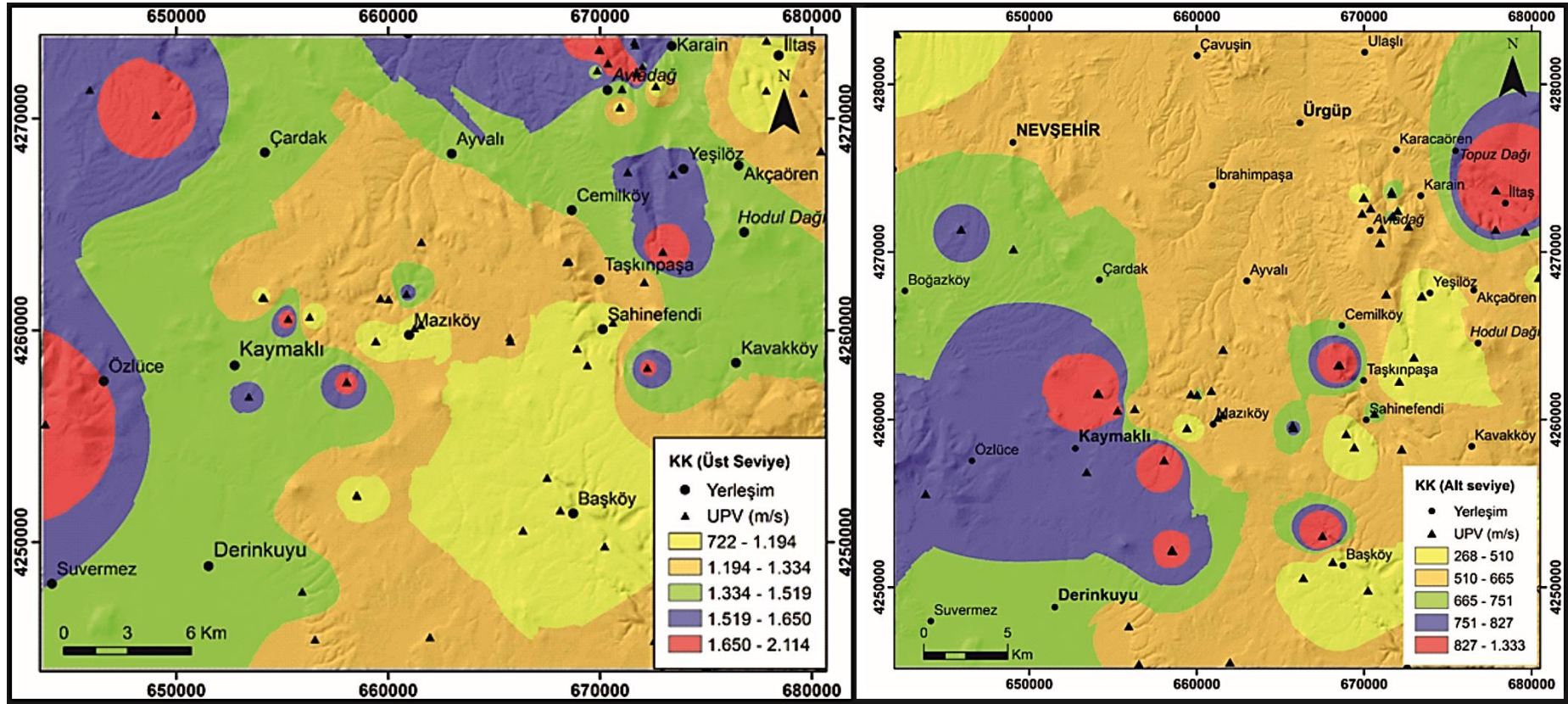
Kızılkaya ignimbiriti gerek alt-üst akıntı seviyeleri gerekse aynı akıntı içerisinde farklı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları göstermektedir (Şekil 5.19). Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarındaki farklılıklar, akıntı ünitelerinin mineralojik – petrografik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Üst akıntı ünitesinin mineralojik – petrografik

özellikleri belirli bölgelerde devitrifikasyon süreçlerine ve kalsit dolguya bağlı değişmesine rağmen alt akıntı ünitesinin mineralojik – petrografik özellikleri alterasyon/günlenme sonucu oluşan killeşmeye bağlı olarak değişmektedir. Üst ünitenin içerdiği juvenil camın devitrifikasyonu sonucu özşekilli minerallerin oluşumu kristal oranının artmasını sağlamıştır. Bununla birlikte üst akış ünitesinde gözlenen amigdoloidal kalsit oluşumu gözenekliliğin azalması sağlarken pekişme derecesini arttırmıştır. Alt akış ünitesinin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarındaki farklılıklar, tamamen killeşmenin oranına ve yüzeysel gözlenen karbonat sıvamalarına bağlı gelişmektedir. Juvenil camın yoğun şekilde killeştiği yüzlekler, düşük ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları vermektedir. Tüm bu koşullara ilişkin üst akıntı ünitesi, yüksek ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları göstermektedir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18. Kızılkaya ignimbiritine ait zaman ortalamalarına karşın ultrasonik atım hızı sonuçlarının mineralojik – petrografik özelliklere göre farklılık göstermesi.

Kapadokya ignimbiritlerinin gerek kısmen altere olmamış kesimleri gerekse alterasyon, devitrifikasyon ve ikincil çözelti süreçlerine maruz kalmış yüzleklerine ait ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları ve ölçümü alınan o kütledeki mineralojik – petrografik özelliklere ait bazı referanslar EK 1’de verilmiştir.



Şekil 5.19. Kızılkaya ignimbiriti alt ve üst seviyelerine ait ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını gösteren haritalar. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, ölçüm alınan o kütlemin mineralojik – petrografik özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. (Renklerin uzamsal dağılımı yaklaşık olarak belirlenmiştir).

6. TARTIŞMA VE YORUM

Ultrasonik atım hızı yöntemi, yerinde Kapadokya ignimbiritlerine uygulanmış olup aynı yüzlek yüzeyinden 20 ayrı ultrasonik atım hızı ölçümü alınmıştır. İgnimbiritlerin heterojen yapısı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarında anormal değerlere neden olabilmektedir. 20 farklı ölçüm alınarak o kütleyle ait tutarlı ultrasonik atım hızları ölçülmüştür.

Ultrasonik atım hızı ölçümlerinde genellikle silindirik problar kullanılmaktadır. Ultrasonik atım hızı ölçümleri esnasında problar arasındaki mesafe ölçülürken silindirik iki probun merkez noktaları baz alınmaktadır. Genel anlamda gönderilen dalganın verici probun merkezinden çıkıp alıcı probun merkezinden algılandığı kabul edilmektedir [84]. Lakin ignimbirit ile prob teması, saha koşullarında ignimbirit yüzleklerinin pürüzlü veya engebeli yüzeylerinden dolayı olanaksızlaştırmaktadır. Bu bağlamda ultrasonik atım hızı ölçümlerinde sivri uçlu problar kullanılmıştır. Böylelikle problar arasındaki mesafe ölçümü ve ignimbirit ile prob arasındaki teması büyük oranda sağlanmış olup kabul edilebilir ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları elde edilmiştir.

Ultrasonik atım hızı ölçüm yöntemi kısmen altere olmamış ignimbiritlere uygulanmış ve elde edilen ölçüm sonuçları ignimbiritlerin yüzlek verdiği bölgelere göre farklılık göstermiştir. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, yöntemin uygulandığı yüzleklerden alınan numunelerin mineralojik – petrografik özelliklerine göre kıyaslanmıştır. İgnimbiritlerin ölçümü alınan noktadaki gözeneklilik oranı, pekişmişliği, farklı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarına neden olmuştur. En yüksek ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, Valibabatepe ignimbiritine ait olması ile birlikte bu sonuçlar olası kaynak noktasına yakın bölgelerden elde edilmiştir. Valibabatepe ignimbiriti kaynak noktasına yakın bölgelerde düşük gözeneklilik oranına sahip ve camsı, pekişmiştir. Diğer ignimbirit ünitelerinin ksenolit içerikleri, pomza şekil ve yapıları, matrix ve kristal içeriği vb. gibi özelliklerinin olması kendilerine özgü ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarını ortaya çıkarmıştır.

Kapadokya ignimbiritlerinin belirli bölgelerde alterasyon, devitrifikasyona ve depalonna esnasında ve/veya sonrasında kalsit dolgusuna maruz kalmış olması mineralojik –

petrografik özelliklerinin değişmesine neden olmuştur. İgnimbiritlerin farklı kimya ve doku gösterdiği bu bölgeler, ultrasonik atım hızı yöntemi kullanılarak aynı ignimbirit birilerinin kısmen altere olmamış yüzlekleri deneştirilmiştir:

Kapadokya ignimbiritlerinin belirli bölgelerde, depalonma esnasında ve/veya sonrasında kalsit dolgusuna maruz kalmış olup, bu dolgu süreçleri, amigdoloyidal dokuda gözlenen kalsit ve az oranda barit, pirolüsit mineralleri şeklinde gözlenmektedirler. Özellikle kalsit dolgusunun kaynağını, Kışladağ kireçtaşı çökeli ve çeşitli gösel çökeller oluşturmaktadır. Bu kalsit zonları, Kızılkaya ignimbirit üzerinde metreler boyunca devam eden damarlar şeklinde gözlenirken Kavak, Zelve, Cemilköy ignimbiritlerinde damar ve konkresyon formunda gözlenmektedir. Ayrıca Paşabağ vadisinde yüzlek vermiş Zelve ignimbiritinde, barit ve pirolüsit oluşumları gözlenmektedir. Bu barit ve pirolüsit oluşumları az oranda gözlenmekte olup, kalsit dolgudan arta kalan gözeneklere nüfuz etmiştir. Amigdoloyidal dokuda gözlenen kalsit dolgu, çimento özelliği göstermesi ile birlikte ignimbiritlerin gözeneklilik oranlarının azalmasına neden olmuştur. İkincil dolgu süreçlerinin hüküm sürdüğü yüzleklerden ölçülen ultrasonik atım hızları, aynı ignimbiritlerin altere olmamış yüzleklerine göre yüksek sonuçlar göstermiştir.

Cemilköy, Tahar, Gördeles ignimbiritleri Karain- Karacaören köylerinde; Zelve ignimbiriti ise Bozca, Tuzköy ve Sarıhıdır köylerinde alkali (Na-Ca silikat) tipte alterasyona uğramıştır. İgnimbirit ünitelerinin içerdiği juvenil cam yoğun olarak zeolit minerallerine dönüşmüştür. Zeolitleşmeden arta kalan juvenil cam içeriği kil grubu minerallerine, opal-A, opal-CT ve jarosit minerallerine dönüşmüştür. Ultrasonik atım hızı ölçümleri genelde alterasyon sonucu oluşan kristalenmeye bağlı olarak yüksek sonuçlar vermiştir. Lakin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, ignimbiritlerin kil grubu mineral içeriğinin olmasına bağlı olarak düşük değerler göstermiştir. Zeolit mineralleri ile birlikte bulunan smektit kristalleri az oranda ve zeolit kristalleri arasında bulunması, ultrasonik atım hızı ölçümleri üzerinde kesin sonuçlar neden olmamıştır. Altere ignimbiritlerden elde edilen yüksek ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları alterasyon sonucu oluşan kristallerinin tane boyunun küçük olması, gözenek oranının azalması ve bunlara bağlı gelişen pekişme derecesinden kaynaklanmıştır. Julia ve ark. [26] çalışmalarında pirojenik kristal içeriğinin de ikincil minerallere dönüştüğü ve bu bağlı olarak gözeneklilik oranının arttığını, ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarının azaldığını belirtmişlerdir. Kapadokya

ignibiritlerinde ise sadece jüvenil cam içeriği ikincil minerallere dönüşmüş ve ikincil minerallerin kristal tane boyu jüvenil cama göre oldukça küçük olduğu gözlenmiştir. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, küçülen kristal tane boyuna karşın artış göstermiştir. Lakin kil grubu minerallerinin yapraksı kristal şekli gözeneklilik oranının artmasına neden olurken ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarında azalmaya neden olmuştur.

Kızılkaya ignimbiriti üst akış ünitesinin içerdiği jüvenil cam belirli koşullar altında devitrifikasyona uğramıştır. Jüvenil camın devitrifikasyon süreci sonucunda camı özelliğini kaybederek akseptolitik alkali feldispat minerallerine ve özşekli kuvars minerallerine dönüşmüştür. Devitrifikasyon sonucu kristal oranı artmış, oluşan kristallerin tane boyu jüvenil cama göre küçük olduğu gözlenmiş ve ignimbirit ünitesinin pekişmişliği artmıştır. Buna karşın Kızılkaya ignimbiriti alt ünitesinde yalnızca smektit grubu kil minerali gözlenmiştir. Bölgesel olarak alterasyon ve devitrifikasyonun derecesi değişim göstermiş ve yer yer kalsit oluşumları gözlemiştir. Kızılkaya ignimbiritinden elde edilen ultrasonik atım hızı ölçümleri üst üniteye daha yüksek sonuçlar göstermiştir. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarındaki farklılıklar, ikincil mineralizasyona bağlı gelişmiştir (Şekil 5.12).

7. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında ultrasonik atım hızı (UPV) yöntemi ile Kapadokya ignimbiritlerin mineralojik-petrografik özellikleri arasındaki ilişkilerinin, UPV yönteminin sahada ölçülerek denetlenmiştir.

1. Ultrasonik atım hızı ölçüm yöntemi Kapadokya ignimbiritlerine uygulanmıştır. Ultrasonik atım hızı yöntemi, uygun prob kullanılması ve iki prob arasındaki mesafeye bağlı olarak saha koşullarında da kesin sonuçlar vermiştir.
2. Kapadokya ignimbiritlerinde elde edilen ultrasonik atım hızı ölçümleri ignimbirit ünitelerine göre farklı sonuçlar göstermiştir. Yapılan analizler sonucunda ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarındaki farklılıklar, kısmen altere olmamış ignimbiritlerin mineralojik - petrografik özelliklerinden kaynaklanmıştır.
3. Kavak, Zelve, Cemilköy, Tahar, Kızılkaya ignimbiritlerde amigdoloidal dokuda gözlenen kalsit dolgu belirlenmiştir. Ayrıca Zelve ignimbiriti bünyesinde kalsit dolgu ile birlikte az oranda barit ve pirolüsit oluşumları gözlenmiştir.
4. Kapadokya ignimbiritlerinin içerdiği zeolit, opal A-CT, kil grubu ve sülfat fazı minerallerinin juvenil camın hidrotermal alterasyonu sonucunda oluşmuştur.
5. Hidrotermal alterasyon sonucu Kapadokya ignimbiritlerin kristal oranlarının arttığı ve kristal tane boyularının küçüldüğü belirlenmiştir.
6. Kapadokya ignimbiritlerin gözeneklilik oranları, kristal tane boyunun küçülmesine ve kalsit dolgusu oluşmasına bağlı olarak azalmıştır.
7. Kapadokya ignimbiritlerinin kaynaklanma derecesi, zeolitleşmeye ve depalonna esnasında ve/veya sonrasında gelişmiş kalsit dolgusuna bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

8. Ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, gözeneklilik oranının azalması ve kaynaklanma derecesinin artması sonucunda artış göstermiştir.
9. Gözeneklilik, ignimbiritlerin killeşmesine ve kırık-çatlak süreksizliklerinin varlığına göre artarken yoğunluk oranı azalmıştır. Bu durum, ultrasonik atım hızı ölçümlerinin düşük sonuçlar vermesine neden olmuştur.
10. İgnimbirit ünitelerinin kalsit dolgu ile gözeneklilik oranlarının azalmasına ve yoğunluğun artmasına karşın ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları artmış olduğu belirlenmiştir.
11. Kızılkaya ignimbiritinin üst akış ünitesi devitrifikasyona, alt akış ünitesi ortaç tipte alterasyona/günlenmeye maruz kalmıştır. Devitrifikasyon sonucu ignimbiritin içerdiği juvenil cam içeriğiaksiyolitik kristallenmiş alkali feldispat ve özşekilli kuvars minerallerine dönüşmüş olması kristal oranının ve pekişme derecesinin artmasını sağlamıştır. Buna karşın alt akış ünitesinin juvenil cam içeriği bölgesel olarak kısmen ya da yoğun şekilde smektit minerallerine dönüşmüştür.
12. Kızılkaya ignimbiritinin ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçları, devitrifikasyona bağlı olarak arttığı, killeşmeye bağlı olarak azaldığı gözlenmiştir.
13. Ultrasonik atım hızı yöntemi, saha koşullarında kayaçların mineralojik-petrografik özelliklerinin belirlenmesinde veya tahminler yürütülmesinde, alterasyon, ikincil süreçlerin belirlenmesinde ve bu süreçlerin uzamsal dağılımının yaklaşık olarak saptanmasında etkin bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] L. Viereck-Goette, P. Lepetit, A. Gürel, G. Ganskow, I. Çopuroğlu, M. Abratis, Revised volcanostratigraphy of the upper Miocene to lower Pliocene Ürgüp Formation, Central Anatolian volcanic province, Turkey, *Spec. Pap. Geol. Soc. Am.* 464 (2010) 85–112. doi:10.1130/2010.2464(05).
- [2] R. Schumacher, U. Mues-Schumacher, The pre-ignimbrite (phreato) plinian and phreatomagmatic phases of the Akdag-Zelve ignimbrite eruption in Central Anatolia, Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 78 (1997) 139–153. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0377-0273(96)00106-0.
- [3] J.L. Le Pennec, J.L. Bourdier, J.L. Froger, A. Temel, G. Camus, A. Gourgaud, Neogene ignimbrites of the Nevşehir plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 63 (1994) 59–87. doi:10.1016/0377-0273(94)90018-3.
- [4] E. Aydar, A.K. Schmitt, H.E. Çubukçu, L. Akin, O. Ersoy, E. Sen, R.A. Duncan, G. Atici, Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 213–214 (2012) 83–97. doi:10.1016/j.jvolgeores.2011.11.005.
- [5] A. Temel, M.N. Gündoğdu, A. Gourgaud, J.L. Le Pennec, Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): Petrology and geochemistry, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 85 (1998) 447–471. doi:10.1016/S0377-0273(98)00066-3.
- [6] F. Innocenti, R. Mazzuoli, G. Pasquare, F. Radicati di Brozolo, L. Villari, Neogene Calcalkaline Volcanism of Central Anatolia - Geochronological Data on Kayseri-Nigde Area, *Geol. Mag.* 112 (1975) 349-. doi:10.1017/S0016756800046744.
- [7] J.L. Le Pennec, A. Temel, J.L. Froger, S. Sen, A. Gourgaud, J.L. Bourdier, Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: Reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 141 (2005) 45–64. doi:10.1016/j.jvolgeores.2004.09.004.
- [8] J.L. Froger, J.F. Lenat, J. Chorowicz, J.L. Le Pennec, J.L. Bourdier, O. Köse, O. Zimitoglu, N.M. Gündoğdu, A. Gourgaud, Hidden calderas evidenced by multisource geophysical data; example of Cappadocian Calderas, Central

- Anatolia, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 85 (1998) 99–128. doi:10.1016/S0377-0273(98)00052-3.
- [9] P. Lepetit, L. Viereck, J.D.A. Piper, M. Sudo, A. Gürel, I. Çopuroğlu, M. Gruber, B. Mayer, M. Koch, O. Tatar, H. Gürsoy, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of ignimbrites and plinian air-fall layers from Cappadocia, Central Turkey: Implications to chronostratigraphic and Eastern Mediterranean palaeoenvironmental record, *Chemie Der Erde - Geochemistry.* 74 (2014) 471–488. doi:10.1016/j.chemer.2014.05.001.
- [10] G. Pasquaré, *Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia*, 1968.
- [11] G. Pasquaré, S. Poli, L. Vezzoli, A. Zanchi, Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey, *Tectonophysics.* 146 (1988) 217–230. doi:10.1016/0040-1951(88)90092-3.
- [12] R. Schumacher, U. Mues-Schumacher, The Kizilkaya ignimbrite — an unusual low-aspect-ratio ignimbrite from Cappadocia, central Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 70 (1996) 107–121. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0377-0273(95)00046-1.
- [13] D. Dhont, J. Chorowicz, T. Yürür, J.L. Froger, O. Köse, N. Gündoğdu, Emplacement of volcanic vents and geodynamics of Central Anatolia, Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 85 (1998) 33–54. doi:10.1016/S0377-0273(98)00048-1.
- [14] A. Temel, M.N. Gündoğdu, Zeolite occurrences and the erionite-mesothelioma relationship in Cappadocia, central anatolia, Turkey, *Miner. Depos.* 31 (1996) 539–547. doi:10.1007/BF00196134.
- [15] T. Topal, V. Doyuran, Analyses of deterioration of the Cappadocian tuff, Turkey, *Environ. Geol.* 34 (1998) 5–20. doi:10.1007/s002540050252.
- [16] J.D.A. Piper, H. Gürsoy, O. Tatar, Palaeomagnetism and magnetic properties of the Cappadocian ignimbrite succession, central Turkey and Neogene tectonics of the Anatolian collage, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 117 (2002) 237–262. doi:10.1016/S0377-0273(02)00221-4.
- [17] Z.A. Erguler, Field-based experimental determination of the weathering rates of the Cappadocian tuffs, *Eng. Geol.* 105 (2009) 186–199. doi:10.1016/j.enggeo.2009.02.003.
- [18] T. Vanorio, M. Prasad, D. Patella, A. Nur, Ultrasonic velocity measurements in volcanic rocks: Correlation with microtexture, *Geophys. J. Int.* 149 (2002) 22–36.

doi:10.1046/j.0956-540x.2001.01580.x.

- [19] E. Grinzato, S. Marinetti, P.G. Bison, M. Concas, S. Fais, Comparison of ultrasonic velocity and IR thermography for the characterisation of stones, *Infrared Phys. Technol.* 46 (2004) 63–68. doi:10.1016/j.infrared.2004.03.009.
- [20] D. Benavente, J. Martínez-Martínez, P. Jáuregui, M.A. Rodríguez, M.A.G. del Cura, Assessment of the strength of building rocks using signal processing procedures, *Constr. Build. Mater.* 20 (2006) 562–568. doi:10.1016/j.conbuildmat.2005.01.043.
- [21] J. Martínez-Martínez, D. Benavente, M.A. García del Cura, Petrographic quantification of brecciated rocks by image analysis. Application to the interpretation of elastic wave velocities, *Eng. Geol.* 90 (2007) 41–54. doi:10.1016/j.enggeo.2006.12.002.
- [22] S. Ceryan, S. Tudes, N. Ceryan, A new quantitative weathering classification for igneous rocks, *Environ. Geol.* 55 (2008) 1319–1336. doi:10.1007/s00254-007-1080-4.
- [23] J. Martínez-Martínez, D. Benavente, S. Ordóñez, M.Á. García-del-Cura, Multivariate statistical techniques for evaluating the effects of brecciated rock fabric on ultrasonic wave propagation, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 45 (2008) 609–620. doi:10.1016/j.ijrmms.2007.07.021.
- [24] J. Martínez-Martínez, D. Benavente, M.A. García-del-Cura, Spatial attenuation: The most sensitive ultrasonic parameter for detecting petrographic features and decay processes in carbonate rocks, *Eng. Geol.* 119 (2011) 84–95. doi:10.1016/j.enggeo.2011.02.002.
- [25] A. Pola, G. Crosta, N. Fusi, V. Barberini, G. Norini, Influence of alteration on physical properties of volcanic rocks, *Tectonophysics.* 566–567 (2012) 67–86. doi:10.1016/j.tecto.2012.07.017.
- [26] F. Julia, L. Vladimir, R. Sergey, Z. David, Effects of hydrothermal alterations on physical and mechanical properties of rocks in the Kuril-Kamchatka island arc, *Eng. Geol.* 183 (2014) 80–95. doi:10.1016/j.enggeo.2014.10.011.
- [27] A. Pola, G.B. Crosta, N. Fusi, R. Castellanza, General characterization of the mechanical behaviour of different volcanic rocks with respect to alteration, *Eng. Geol.* 169 (2014) 1–13. doi:10.1016/j.enggeo.2013.11.011.
- [28] L.D. Wyring, M.C. Villeneuve, I.C. Wallis, P.A. Siratovich, B.M. Kennedy, D.M. Gravelly, J.L. Cant, Mechanical and physical properties of hydrothermally altered

- rocks, Taupo Volcanic Zone, New Zealand, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 288 (2014) 76–93. doi:10.1016/j.jvolgeores.2014.10.008.
- [29] E. Vasanelli, D. Colangiuli, A. Calia, M. Sileo, M.A. Aiello, Ultrasonic pulse velocity for the evaluation of physical and mechanical properties of a highly porous building limestone, *Ultrasonics*. 60 (2015) 33–40. doi:10.1016/j.ultras.2015.02.010.
- [30] I. Song, M. Suh, Y.K. Woo, T. Hao, Determination of the elastic modulus set of foliated rocks from ultrasonic velocity measurements, *Eng. Geol.* 72 (2004) 293–308. doi:10.1016/j.enggeo.2003.10.003.
- [31] R. Fort, M. Alvarez de Buergo, E.M. Perez-Monserrat, Non-destructive testing for the assessment of granite decay in heritage structures compared to quarry stone, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 61 (2013) 296–305. doi:10.1016/j.ijrmms.2012.12.048.
- [32] S. Ceryan, New weathering indices for evaluating durability and weathering characterization of crystalline rock material: A case study from NE Turkey, *J. African Earth Sci.* 103 (2015) 54–64. doi:10.1016/j.jafrearsci.2014.12.005.
- [33] M. Darot, T. Reuschlé, Acoustic wave velocity and permeability evolution during pressure cycles on a thermally cracked granite, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 37 (2000) 1019–1026. doi:10.1016/S1365-1609(00)00034-4.
- [34] K. Karaman, A. Kaya, A. Kesimal, Effect of the specimen length on ultrasonic P-wave velocity in some volcanic rocks and limestones, *J. African Earth Sci.* 112 (2015) 142–149. doi:10.1016/j.jafrearsci.2015.09.017.
- [35] P. Kearey, M. Brooks, I. Hill, *An Introduction to Geophysical Exploration*, Blackwell Science, Oxford, 2002. doi:10.1029/EO067i011p00132-01.
- [36] V. Nývlt, J. Musílek, Ğ. Ji, O. Stopka, The Study of Derinkuyu Underground City in Cappadocia Located in Pyroclastic Rock Materials, 161 (2016) 2253–2258. doi:10.1016/j.proeng.2016.08.824.
- [37] Proceq SA, *Operating Instructions Pundit Lab / Pundit Lab + Ultrasonic Instrument*, 2011.
- [38] J.F. Couvreur, J. F.; Thimust, The Properties of Coupling Agents in Improving Ultrasonic Transmission, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.* 33 (1996) 417–424. doi:10.1080/02564602.1995.11416507.
- [39] L. Akin, the Investigation of Zircon Minerals in Magmatic Rocks of Nevşehir Region, Hacettepe Üniversitesi, 2012.

- [40] S. Köksal, F. Toksoy-Köksal, M.C. Göncüoğlu, A. Möller, A. Gerdes, D. Frei, Crustal source of the Late Cretaceous Satansari monzonite stock (central Anatolia - Turkey) and its significance for the Alpine geodynamic evolution, *J. Geodyn.* 65 (2013) 82–93. doi:10.1016/j.jog.2012.06.003.
- [41] H.E. Çubukçu, Vertical variation in the deuteric oxidation of titanomagnetites in an ignimbrite deposit: Kizilkaya Ignimbrite (Cappadocia, Turkey), *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 308 (2015) 10–18. doi:10.1016/j.jvolgeores.2015.10.006.
- [42] E. Şen, B. Kürkcüoğlu, E. Aydar, A. Gourgaud, P.M. Vincent, Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey), *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 125 (2003) 225–246. doi:10.1016/S0377-0273(03)00110-0.
- [43] V. DRUITT, T.H., BRENCHLEY, P. J., GÖKTEN, Y. E., FRANCAVIGLIA, Late Quaternary rhyolitic eruptions from the Acigöl Complex, central Turkey, *J. Geol. Soc. London.* 152 (1995) 655–667.
- [44] A.K. Schmitt, M. Danisik, N.J. Evans, W. Siebel, E. Kiemele, F. Aydin, J.C. Harvey, Acigöl rhyolite field, Central Anatolia (part 1): High-resolution dating of eruption episodes and zircon growth rates, *Contrib. to Mineral. Petrol.* 162 (2011) 1215–1231. doi:10.1007/s00410-011-0648-x.
- [45] D.L. Whitney, B.W. Evans, Abbreviations for names of rock-forming minerals, *Am. Mineral.* 95 (2010) 185–187. doi:10.2138/am.2010.3371.
- [46] B.E.L. Chairman, A.R.W. Secretary, F.C. Hawthorne, Nomenclature of Amphiboles : Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names, 61 (1997) 295–321.
- [47] J.Z. W.A. Deer, R. Howie, An introduction to The Rock - Forming Minerals, second, Pearson Prentice Hall, Chian, 1992.
- [48] M. Rieder, G. Cavazzini, Y.S. D'yakonov, V.A. Frank-Kamenetskii, G. Gottardi, S. Guggenheim, P. V. Koval', G. Müller, A.M.R. Neiva, E.W. Radoslovich, J.-L. Robert, F.P. Sassi, H. Takeda, Z. Weiss, D.R. Wones, Nomenclature of the Micas, *Can. Mineral.* 36 (1998) 905–912. doi:10.1180/002646199548385.
- [49] N. Morimoto, Nomenclature of Pyroxenes, *Mineral. Petrol.* 39 (1988) 55–76. doi:10.1007/BF01226262.
- [50] M.J. Le Bas, R.W. Le Maitre, A. Streckeisen, B. Zanettin, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram, *J. Petrol.*

- 27 (1986) 745–750. doi:10.1093/petrology/27.3.745.
- [51] H.U. Fisher, R. V.; Schmincke, *Pyroclastic Rocks*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, **1984**.
- [52] J. Mephie, M. Doyle, R. Allen, *Volcanic Textures: A Guide to The Interpretation of Textures in Volcanic Rocks*, Hobart, Tasmania, **1993**.
- [53] A.N. Bear, G. Giordano, C. Giampaolo, R.A.F. Cas, Volcanological constraints on the post-emplacement zeolitisation of ignimbrites and geoarchaeological implications for Etruscan tomb construction (6th-3rd century B.C) in the Tufo Rosso a Scorie Nere, Vico Caldera, Central Italy, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 183 (2009) 183–200. doi:10.1016/j.jvolgeores.2009.03.016.
- [54] M. Utada, Zeolites in Hydrothermally Altered Rocks, *Rev. Mineral. Geochemistry.* 45 (2001) 305–322. doi:10.2138/rmg.2001.45.10.
- [55] D.S.C. Chairman, T. Armbruster, J.D. Grice, R.A. Sheppard, RECOMMENDED NOMENCLATURE FOR ZEOLITE MINERALS: REPORT OF THE SUBCOMMITTEE ON ZEOLITES OF THE INTERNATIONAL MINERALOGICAL ASSOCIATION, COMMISSION ON NEW MINERALS AND MINERAL NAMES, 35 (1997) 1571–1606.
- [56] D.L. Bish, J.M. Boak, Clinoptilolite-Heulandite Nomenclature, *Rev. Mineral. Geochemistry.* 45 (2001) 207–216. doi:10.2138/rmg.2001.45.5.
- [57] A. Langella, P. Cappelletti, R. de Gennaro, Zeolites in Closed Hydrologic Systems, *Rev. Mineral. Geochemistry.* 45 (2001) 235–260. doi:10.2138/rmg.2001.45.7.
- [58] A. Iijima, Zeolites in Petroleum and Naturel Gas Reservoirs, *Rev. Mineral. Geochemistry.* 45 (2001) 347–402.
- [59] R.L. Hay, R.A. Sheppard, Occurence of Zeolites in Sedimentary Rocks: An Overview, *Rev. Mineral. Geochemistry.* 45 (2001) 217–275.
- [60] E. Passaglia, R.A. Sheppard, The Crystal Chemistry of Zeolites, *Rev. Mineral. Geochemistry.* 45 (2001) 69–116. doi:10.2138/rmg.2001.45.2.
- [61] W.S. Wise, R.W. Tschernich, The chemical compositions and origin of the zeolites offretite, erionite, and levyn, *Am. Mineral.* 61 (1976) 853–863.
- [62] R. Rinaldi, Crystal Chemistry and structural epitaxy of offretite-erionite from Sasbach, Kaiserstuhl, *N. Jb. Miner.Mh.* 4 (1976) 145–156.
- [63] A.G. Gualtieri, G. Artioli, E. Passaglia, S. Bigi, A. Viani, J.C. Hanson, Crystal structure-crystal chemistry relationships in the zeolites erionite and offretite, *Am. Mineral.* 83 (1998) 590–606.

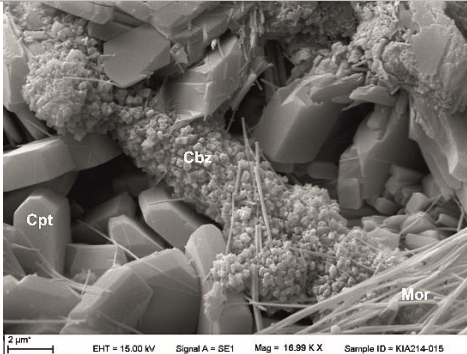
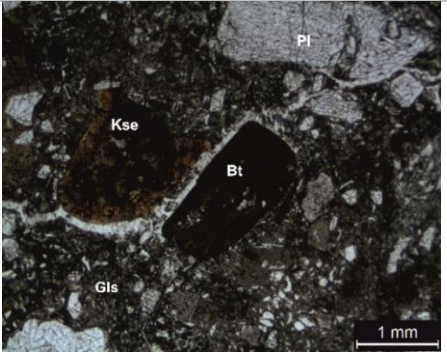
- [64] E. Passaglia, G. Artioli, A. Gualtieri, Crystal chemistry of the zeolites erionite and offretite, *Am. Mineral.* 83 (1998) 577–589.
- [65] R.A. Sheppard, A.J. Gude, CHEMICAL COMPOSITION AND PHYSICAL PROPERTIES OF THE RELATED ZEOLITES OFFRETITE AND ERIONITE, *Am. Mineral.* 54 (1969) 875–886.
- [66] T. Armbruster, M.E. Gunter, Crystal Structures of Natural Zeolites, *Rev. Mineral. Geochemistry.* 45 (2001) 1–67. doi:10.2138/rmg.2001.45.1.
- [67] P. Simoncic, T. Armbruster, Peculiarity and defect structure of the natural and synthetic zeolite mordenite: A single-crystal X-ray study, *Am. Mineral.* 89 (2004) 421–431.
- [68] E. Passaglia, The Crystal Chemistry of Mordenites, *Contrib. Miner. Pet.* 77 (1975) 65–77.
- [69] G. LOFGREN, Geological Society of America Bulletin Experimentally Produced Devitrification Textures in Natural Experimentally Produced Devitrification Textures in Natural Rhyolitic Gkss, *Geol. Soc. Am. Bull.* 82 (1971) 111–124. doi:10.1130/0016-7606(1971)82.
- [70] R.R.M. MARSHALL, ROYAL R. MARSHALL Jet Propulsion Lab., California Institute of Technology, Pasadena, Calif. Devitrification of Natural Glass, *Geol. Soc. Am. Bull.* 72 (1961) 1493–1520.
- [71] R.B. SCOTT, Atomic-absorption, *J. Geol.* 79 (1971) 100–110.
- [72] A. Ewart, Chemical changes accompanying spherulitic crystallization in rhyolitic lavas, Central Volcanic Region, New Zealand, *Mineral. Mag.* 38 (1971) 424–434.
- [73] S. Kahraman, The correlations between the saturated and dry P-wave velocity of rocks, *Ultrasonics.* 46 (2007) 341–348. doi:10.1016/j.ultras.2007.05.003.
- [74] S. Kahraman, T. Yeken, Determination of physical properties of carbonate rocks from P-wave velocity, *Bull. Eng. Geol. Environ.* 67 (2008) 277–281. doi:10.1007/s10064-008-0139-0.
- [75] M. Khandelwal, Correlating P-wave Velocity with the Physico-Mechanical Properties of Different Rocks, *Pure Appl. Geophys.* 170 (2013) 507–514. doi:10.1007/s00024-012-0556-7.
- [76] L.M.O. Sousa, L.M. Suárez del Río, L. Calleja, V.G. Ruiz de Argandoña, A. Rodríguez Rey, Influence of microfractures and porosity on the physico-mechanical properties and weathering of ornamental granites, *Eng. Geol.* 77 (2005) 153–168. doi:10.1016/j.enggeo.2004.10.001.

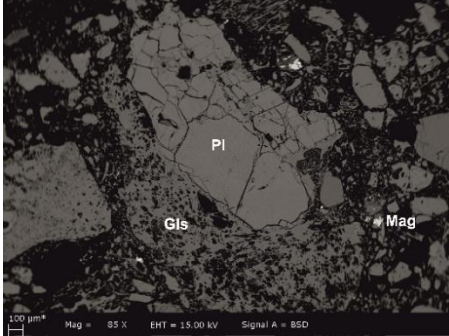
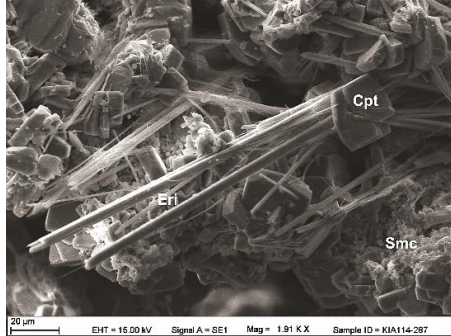
- [77] J.A.M. Kenter, B.W. Fouke, M. Reinders, 1997 Kenter et al JSR.pdf, J. Sediment. Res. 67 (1997) 178–185.
- [78] J.A.M. Kenter, F.F. Podladchikov, M. Reinders, S.J. Van der Gaast, B.W. Fouke, M. Sonnenfeld, Parameters controlling sonic velocities in a mixed carbonate-siliciclastics Permian shelf-margin (upper San Andres formation, Last Chance Canyon, New Mexico), Geophysics. 62 (1997) 505. doi:10.1190/1.1444161.
- [79] L. Casteleyn, P. Robion, C. David, P.Y. Collin, B. Menéndez, N. Fernandes, G. Desaubliaux, C. Rigollet, An integrated study of the petrophysical properties of carbonate rocks from the “Oolithe Blanche” formation in the Paris Basin, Tectonophysics. 503 (2011) 18–33. doi:10.1016/j.tecto.2010.09.031.
- [80] K. Verwer, H. Braaksma, J. a. M. Kenter, Acoustic properties of carbonates: Effects of rock texture and implications for fluid substitution, Geophysics. 73 (2008) B51. doi:10.1190/1.2831935.
- [81] A.E. Babacan, H. Ersoy, K. Gelişli, Kayaçların Fiziksel , Mekanik ve Elastik Özelliklerinin Ultrasonik Hız Tekniği ve Zaman-Frekans Analiziyle Belirlenmesi : Bej Kireçtaşları (KD Türkiye) Üzerine Örnek Bir Çalışma, Jeol. Mühendisliği Derg. 36 (2012) 63–73.
- [82] S. Kahraman, The effects of fracture roughness on P-wave velocity, Eng. Geol. 63 (2002) 347–350. doi:10.1016/S0013-7952(01)00089-8.
- [83] S.M.G. Fragoulis D.Chaniotakis E., zeolitic tuffs of Kimolos island, Aegean sea, greece and their industrial potential, Cem. Concr. Res. 27 (1997) 889–905. doi:Doi: 10.1016/s0008-8846(97)00072-0.
- [84] H. Ersoy, M. Karahan, A.E. Babacan, M.O. Sünnetçi, Kayaçalarda Farklı Ölçüm Teknikleri ile Belirlenen Boyuna Dalga Hızlarının Değerlendirilmesi Evaluation of Ultrasonic P-Wave Velocities Determined by Different Measurement Techniques in Rocks, Yerbilimleri. 38 (2017) 129–140.
- [85] H.E. Çubukçu, İ. Ulusoy, E. Şen, L. Akın, E. Akkaş, Y. Yurdakul, V. Erkut, Kapadokya Volkanizmasına Ait Orta Miyosen - Geç Kuvaterner Yaşlı İgnimbiritlerin Alterasyon Özelliklerinin İncelenmesi Program Kodu : 1001 Proje No : 113Y439 Proje Yürütücüsü : Yrd . Doç . Dr . H . Evren ÇUBUKÇU Araştırmacılar : Dr . Erdal ŞEN Bursiyerler, Ankara, 2016.

EKLER

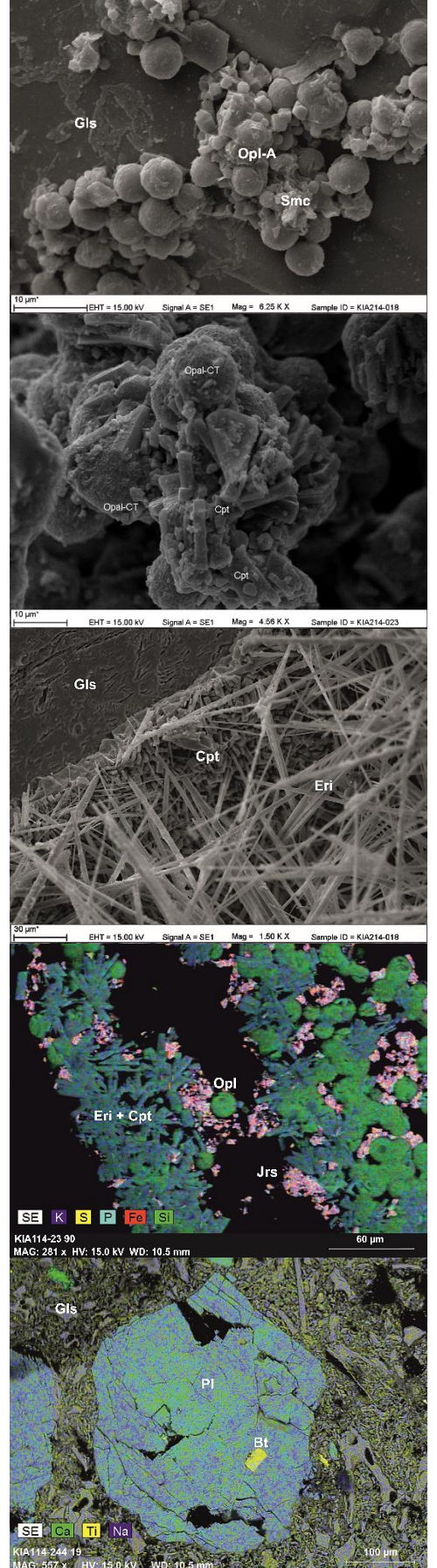
EK 1. Kapadokya İgnimbiritlerinden elde edilmiş bazı ultrasonik atım hızı ölçüm sonuçlarına karşın referans mineralojik – petrografik özellikleri gösteren görüntüler

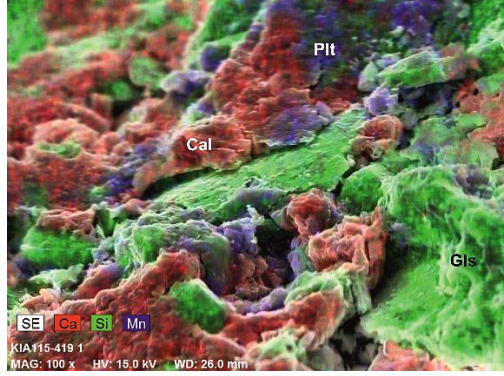

Lokasyon	0644184 4283340 (Çat Vadisi) 1044 m	0663316 4274516 (Pancarlık Vadisi) 1173 m
Litoloji	Kavak İgnimbiriti	Kavak İgnimbiriti
UPV (m/s)	1754, 1393, 1613, 1412, 1441 1773, 1292, 1462, 1374, 1397 1152, 1374, 1449	361, 308, 645, 300, 297, 253, 400, 289, 369, 349, 543, 368, 329, 322, 289, 566, 654, 310, 267, 747
Alterasyon Tipi	İkincil Kalsit Dolgu	Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Pembemsi renkte, peri bacalarının üst kesimlerinde pekişmiş yumrular şeklinde gözlenmektedir.	İgnimbirit, düşük pekişme derecesi göstermesine rağmen yoğun olarak 5-10 cm kalınlıklarda devamlılık gösteren sarımsı renkte bantlar içermektedir.
Mineral	Biyotit, Kuvars, Plajiyoklaz, Kalsit	Biyotit, Kuvars, Plajiyoklaz, Simektit, İllit
Mineraloji Petrografi	İgnimbirit, hipohiyalin porfirik doku özellikte olup iri kristalli yuvarlaklaşmış kuvars, polisentetik ikizleme gösteren plajiyoklaz ve çubuksu-levhamsı biyotit içeriğine sahiptir. İkincil kalsit dolgu biyotit minerallerinin çatlaklarına nüfuz ederek biyotit minerallerinin çatlaklardan itibaren açılması ve esnetilmesine neden olmuştur. Ayrıca kalsit dolgu çimento görevi üstlenerek volkanik camın temiz kalmasını sağlamasının yanı sıra pekişme derecesini arttırmıştır.	Hipohiyalin porfirik doku ve düşük gözeneklilik oranı göstermektedir. İri levhamsı biyotit kristalleri dilinimlerinden itibaren açılmalar göstermektedir. Yarı özşekilli plajiyoklaz içeriği göstermekte olup juvenil cam içeriği yoğun olarak killeşmiştir.
Görüntü		

Lokasyon	0661304 4278070 (GAH Müzesi) 1218 m	0644184 4283340 (Çat Vadisi) 1044 m
Litoloji	Kavak İğnimbiriti	Kavak İğnimbiriti
UPV (m/s)	1014, 852, 1152, 996, 421 331, 1064, 504, 1053, 1253 412, 894, 538, 745, 982, 1282	472, 491, 782, 652, 813, 571, 530, 535, 485, 578, 649, 664, 635, 657, 453 706, 627, 663, 780, 904
Alterasyon Tipi	Ortaç (K- Silikat) Alkali (Na – Silikat)	Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Yüzeyden yaklaşık olarak 2 cm kalınlıktan sonra pekişmiş özelliktedir. İğnimbirit, genelde bez renk göstermek olup yer yer sarımsı renkte bantlı zonlar içermektedir.	115P-82 numaralı örnek üst kesiminde sert yumru (topçuk) bulunan peri bacalarının alt kesiminden alınmıştır. Kof-gevrek özelliktedir.
Mineral	Kuars, Biyotit, Plajiyoklaz, Simektit, Şabazit, Mordenit, Klinoptilolit	Plajiyoklaz, Biyotit, Kuvars, Smektit, İllit
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit, hipohyalin porfirik doku sergilemektedir. İğnimbirit ünitesi birincil mineral içeriğini korurken alterasyon mineralleri olarak simektit, az oranda mordenit, klinoptilolit ve analsim içermektedir. Simektit içeriği cam kıymıkları yüzeyinde gözlenirken diğer alterasyon mineralleri gözeneklerde ayrı veya kümelenmiş şekilde bulunmaktadır.	Levhamsı-çubuksu biyotit mineralleri kısmen dilinimlerinden açılma göstermektedir. Plajiyoklaz kristalleri çeşitli büyüklüklerde olup polisentetik ikizleme göstermektedir. Cam içeriği killeşmeye uğramıştır.
Görüntü		

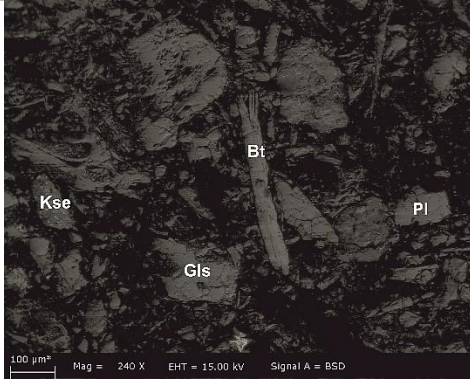
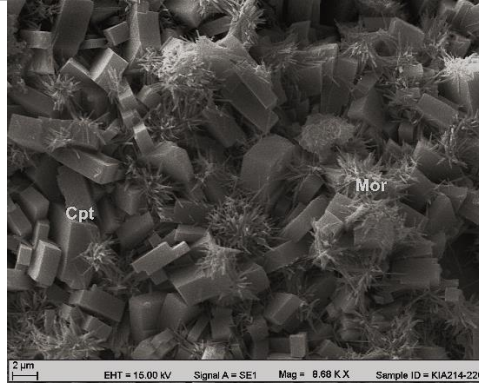
Lokasyon	0642655 4287164 (Gülşehir-Çat yolu) 1005 m	0625399 4293105 (Tuzköy) 966 m
Litoloji	Zelve İğnimbiriti	Zelve İğnimbiriti
UPV (m/s)	265, 295, 294, 383, 267, 333 305, 322, 301, 385, 338, 411 408, 388, 503, 207, 448, 257 359, 539	838, 1656, 887, 1114, 858, 1042, 1109, 1592, 1256, 1381, 1534, 816 1016, 828, 1695, 891, 1106, 1818, 1748,1479
Alterasyon Tipi	Ortaç (K- Silikat)	Alkali (Ca, Na Silikat) Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Lapilli seviyesi ile birlikte bulunan Zelve ignimbiriti, pomzaları yerinde, kızıl-pembemsi renkte gözlenmekte olup pekişmiştir.	Koyu sarımsı renkte olup masif durumda gözlenmektedir. Yer yer iri akresyonel lapilli ve deforme olmuş kil blokları içermektedir. Pomza içeriği büyük oranda alterasyona uğramış, rijid özellik göstermektedir.
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Simektit	Plajiyoklaz, Biyotit, Simektit, Eriyonit, Klinoptilolit, Mordenit
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit ünitesi holohiyalin doku göstermekte olup pomza içeriği kısmen devitrifikasyona uğramıştır. İğnimbirit, az oranda kristal içeriğine sahip, plajiyoklazlar çeşitli boyutlarda yarı özşekilli olup polisentetik ikizleme göstermektedir. Simektit içeriği cam kıymıkları yüzeyinden itibaren (az oranda) kristallenmeye başlamıştır.	Plajiyoklazlar polisentetik ikizleme gösterirken biyotitler oldukça küçük çubuksu şekilde gözlenmektedir. İğnimbirit, büyük oranda alterasyon minerallerinden oluşmaktadır. Simektit kristalleri az oranda olup zeolit mineralleri ile karmaşa şeklinde bulunmaktadır.
Görüntü		

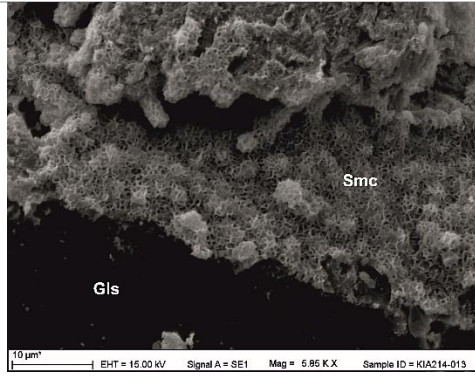
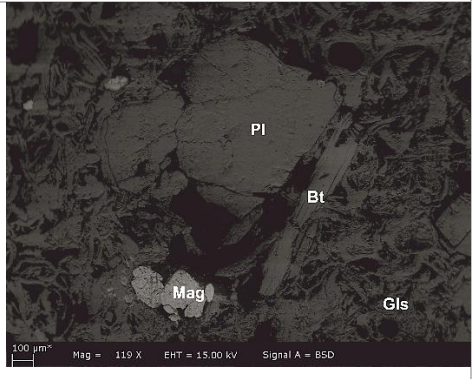
Lokasyon	0667840 4288764 (Sarıhıdır Köyü) 952 m
Litoloji	Zelve İğnimbiriti
UPV (m/s)	1608, 1166, 1587, 1818, 994, 1250, 1479, 960, 962, 583, 1292, 678, 1279, 1786, 958, 577, 1142, 873, 1961, 1712, 880, 1062, 1202, 1208, 867, 1529, 906, 1901 1171 1362, 1217, 1071, 628, 1767, 1538 787, 992, 1142, 1152, 1502, 1309, 1370, 1337
Alterasyon Tipi	Alkali (Na – Ca Silikat) Ortaç (K- Silikat) Asidik
Saha Gözlemi	İğnimbirit, büyük akresyonel lapilli ve kil blokları içermektedir. Oldukça rijid olup pomzaları tamamen yok olmuş şekilde gözlenmektedir.
Mineral	Plajiyoklaz, Biotit, Manyetit, Klinoptilolit, Eriyonit, Opal-CT, Opal-A, Mordenit, Simektit, Jarosit
Mineraloji Petrografi	Zelve ignimbiriti pirojenik kristal bakımından fakir olmasına rağmen alterasyon mineralleri bakımından zengindir. Plajiyoklazlar yarı özşekilli, polisentetik ikizleme göstermektedir. Biotit mineralleri çubuksu özellikte, kenarlarında kısme bozunmaya gözlenmiştir. Juvenil cam içeriği yoğun şekilde zeolitleşmeye ve silisleşmeye uğramıştır. Zeolitleşme ve silisleşmeden arta kalan gözeneklerde sülfat fazı gözlenmiştir. Simektit içeriği zeolit kristalleri ile birlikte bulunmaktadır.



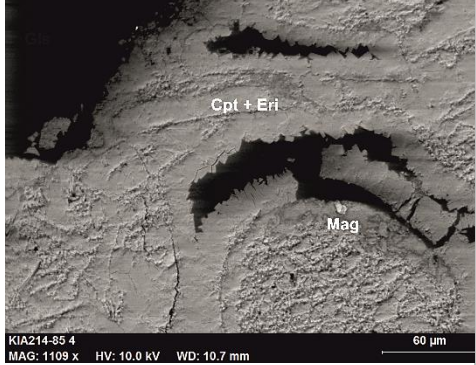
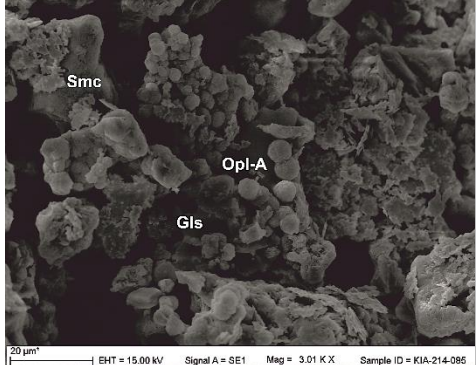
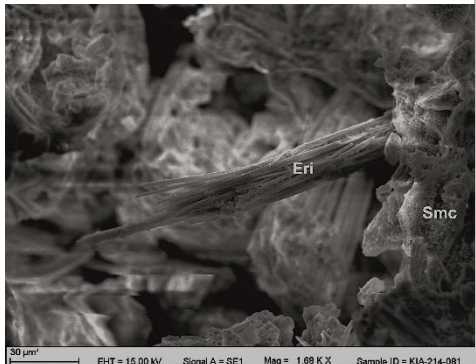
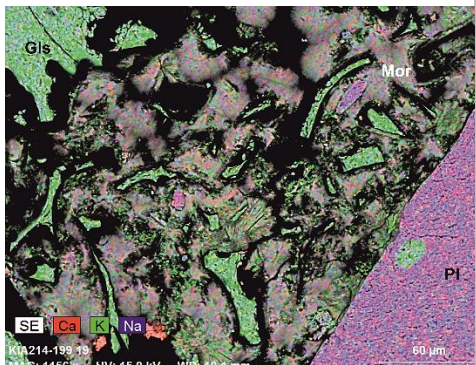
Lokasyon	0664213 4282159 (Paşabağ) 1108 m	
Litoloji	Zelve İğnimbiriti	
UPV (m/s)	1515, 1374, 1661, 2000 1445, 1923, 1689, 2717 2381, 3731, 1961, 1374 1055, 1634, 1462, 1613 2110, 1572, 1845, 1613	
Alterasyon Tipi	İkincil Kalsit Dolgu Ortaç (K – Silikat)	
Saha Gözlem	Peri bacalarının şapkasını oluşturan topçuk, levhamsı kütleler ve peri bacalarını dikeye yakın kesen büyük damarlar şeklinde bulunmaktadır. Bu kalsit dolgu zonları Zelve İğnimbiritine oranla özgül kütlesi ve pekişme derecesi fazladır.	
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Ti-Manyetit, Barit, Pirolüsit, Simektit	
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit ünitesi, holohiyalin doku göstermekte olup pomza ve jüvenil cam içeriği büyük oranda korunmuştur. İğnimbirit, az oranda kristal içeriğine sahip, plajiyoklazlar polisentetik ikizleme göstermektedir. Biyotit kristalleri çubuksu şekilde gözlenmektedir. İkincil çözeltilerin bazı gözeneklere nüfuz edememesi, pomza gözeneklerinin birbiri ile bağlantılı olmadığını kanıtlar niteliktedir. Demir oksit mineralleri kısmen özşekilli olup bazı kristallerinde merkezinden (trellis doku) itibaren Ti zenginleşmesi göstermektedir. Jüvenil cam yüzeyinde simektit oluşumları gözlenmektedir.	

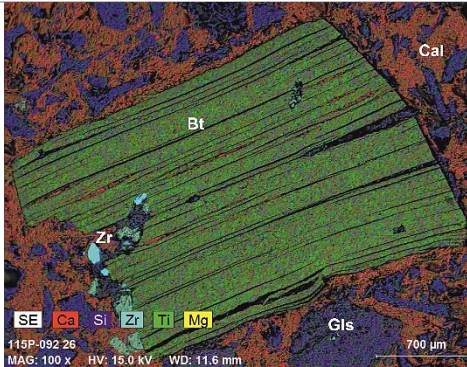
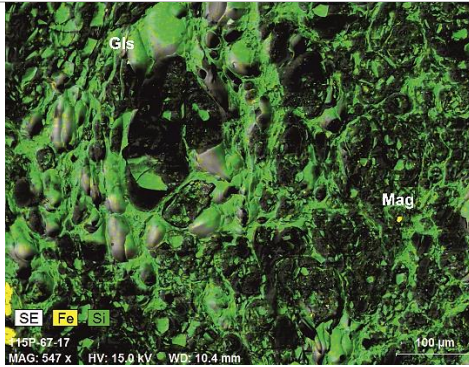
Lokasyon	0669306 4289650 (Kızılırmak Kıyısı) 961 m	0668411 4289581 (Kızılırmak Kıyısı) 972 m
Litoloji	Zelve İgnimbiriti	Zelve İgnimbiriti
UPV (m/s)	1139, 1773, 1312, 1773, 1488 1244, 1381, 1263, 1285, 1880 1010, 1466, 1366, 1543, 1289 1340, 1397, 1887, 1126, 1185	1232, 1166, 1101, 1205, 1235 1295, 1238, 1037, 1323, 1155 1312, 1155, 1121, 1163, 1199 1166, 1182, 1179, 1155, 1099
Alterasyon Tipi	Alkali (Ca, Na Silikat), Ortaç (K –Silikat), Asidik	
Saha Gözlemi	Sarımsı kahve renkte olup rijid özelliktedir. Pomza içeriği yoğun olarak alterasyona uğramıştır. Yüzlek verdiği kısımlarda yer yer breşik tipte dökülmektedir. Ayrıca ignimbirit içerisinde damarlar şeklinde renk değişimleri gözlenmektedir.	
Mineral	Plajiyoklaz, Biotit, Manyetit, Kuvars, Eriyonit, Klinoptilolit, Mordenit, Opal-A, Opal-CT, Simektit	
Mineraloji Petrografi	İgnimbirit, yoğun olarak alterasyon minerallerinden oluşmaktadır. Biotit mineralleri çubuksu şekilde, dilinimleri boyunca açılmıştır. Dilinimler arasında Fe zenginleşmesi ve zeolit kristalleri gözlenmektedir. Plajiyoklazlar büyük ve yarı özşekilli olarak gözlenmektedir. Jüvenil cam içeriği büyük oranda zeolit kristallerine dönüşmüştür. Zeolitleşmeden arta kalan kesimlerde amorf Opal-A, kristalin Opal-CT ve simektit oluşumları belirlenmiştir.	
Görüntü		

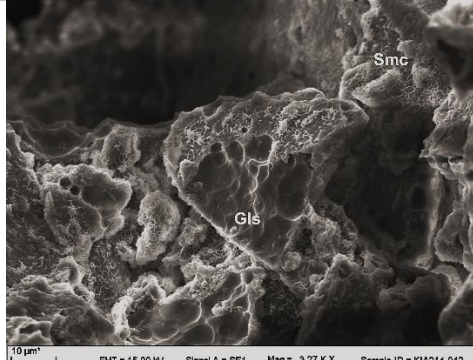
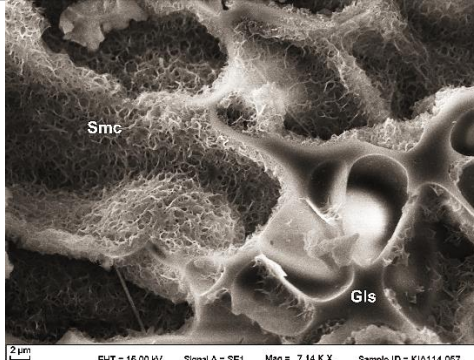
Lokasyon	0664213 4282159 (Paşabağ) 1108 m	0671923 4292713 (Bozca Köyü) 1046 m
Litoloji	Zelve İğnimbiriti	Zelve İğnimbiriti
UPV (m/s)	197, 202, 235, 206, 270, 207, 239, 221, 268, 274, 196, 281, 357, 321, 301, 304, 292, 272, 294, 233	1279, 2024, 1786, 958, 1142 873, 1961, 1712, 880, 1062 1202, 1208, 867, 1529
Alterasyon Tipi	Ortaç (K- Silikat)	Alkali (Ca, Na Silikat) Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Pekişme derecesi düşük, gevrek özelliktedir.	Gölsel sedimanter kayalar ile dokanağı mevcut, sarı renkli, gözenekli, deforme kilaşı ve çört bantları içermektedir. Yer yer pomzaca zengin seviyelerle birlikte akresyonel lapilli seviyeler içermektedir. Akresyonel lapillilerin çekirdeğini kil oluşturmaktadır.
Mineral	Biyotit, Amfibol, plajiyoklaz, Manyetit, Zirkon, Simektit	Plajiyoklaz, Biyotit, Kuvars, Klinoptilolit, Eriyonit, Mordenit, Smektit
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit, porfirik doku sergilemekte, bol, iri gözenekler içermektedir. Çubuksu biyotit, kısmen kemirilmiş plajiyoklaz ve nadir amfibol kristalleri içermektedir. Pomza gözeneklerinde itibaren simektit oluşumları gözlenmektedir.	Jüvenil cam içeriğini büyük oranda zeolit minerallerine dönüşmüştür. Zeolit kristalleri ve simektit kristalleri karmaşa şekilde gözlenmektedir.
Görüntü		

Lokasyon	0665350 4271152 (Mustafapaşa köyü) 1212 m	0662337 4265594 (Ayvalı köyü) 1433 m
Litoloji	Sarımadentepe İgnimbiriti	Sarımadentepe İgnimbiriti
UPV (m/s)	471, 274, 557 260, 146, 203	284, 1071, 1214 647, 1812
Alterasyon Tipi	Ortaç (K- Silikat)	Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Pekişme derecesi düşük, gevrek, sarımsı - turuncu renkte gözlenmektedir. Pomza içeriği az, yüzeysel alterasyona maruz kalmıştır.	Kahverenginde, pekişmiştir. Yaklaşık 1 metrelik geri düşmesi ile birlikte bulunmaktadır. Paleosol birim üzerinde yer alan ignimbiritin max pomzası ortalama 1.2 cm civarındadır.
Mineral	Biyotit, Plajiyoklaz, Manyetit Simektit	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Apatit, Smektit
Mineraloji Petrografi	Hipohiyalin porfirik doku, iri kristal içeriğine sahiptir. Biyotitler levhamsı, dilinimleri boyunca açılmalar göstermektedir. Plajiyoklazlar kısmen yuvarlaklaşmış ve iri manyetit içeriğine sahiptir. Pomzaları yuvarlak şekilde, gözenekliliği az orandadır. Cam kıymıkları büyük oranda simektitlemiştir.	İgnimbirit, hipohiyalin profirik doku özelliğinde olup plajiyoklazlar kısmen kemirilmiş, biyotit kristalleri ortalama 200-300 mikron büyüklüğündedir. Biyotitler kısmen dilinimlerinden açılmalar göstermek olup özşekli apatit kapanımları içermektedir. Demir oksit mineralleri iri, özşekilsiz özelliktedir. Yoğun cam içeriğine sahip olan ignimbiritin pomza gözenekleri az olup tübular şekildedir. Cam kıymıklarının yüzeyinde simektit oluşumları gözlenmektedir.
Görüntü		

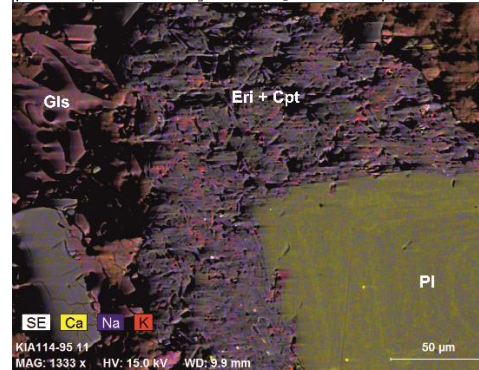
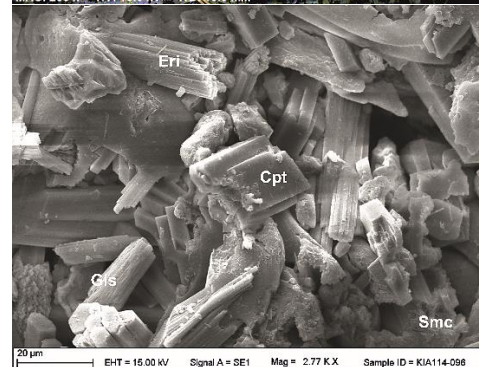
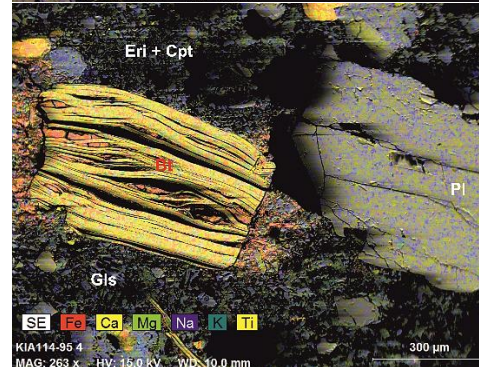
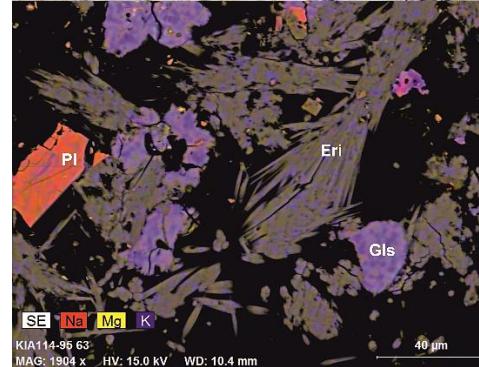
Lokasyon	0672568 4286240 (Sofular köyü) 1130 m	0673106 4287405 (Sofular köyü) 1064 m
Litoloji	Sofular İgnimbiriti	Sofular İgnimbiriti
UPV (m/s)	509, 1068, 469, 855, 835 1142, 820, 478, 916, 277 555, 351, 319, 329, 342 349, 346, 440, 320, 309	370, 476, 433, 215, 574 404, 405, 496, 418, 586 349, 690, 333, 411, 450 463, 852, 715, 426, 585
Alterasyon Tipi	Ortaç (K- Silikat)	
Saha Gözlemi	Pembemsi renkte, pekişme derecesi düşük, gevrek, kül baskın özelliindedir. Yaklaşık 1 m'lik geri düşmesi ile bulunan ignimbiritin ortalama max pomzası 1.5 cm civarındadır.	
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Apatit, Simektit	
Mineraloji Petrografi	Kristal bakımından zengin, hipohiyalin porfirik doku sergilemektedir. Biyotit ve plajiyoklaz mineralleri özşekilli – yarı özşekilli kısmen kemirilmiş olup apatit kapanımları içermektedir. Biyotit mineralleri genelde bantlar şeklinde kimyasal zonlanmalar göstermektedir. Pomzalar yuvarlak şekilli, gözenekleri yuvarlak özelliindedir. Manyetit kristalleri kısmen özşekilli ve büyüklükleri gözenekler ile ilişkili olabilmektedir. Ayrıca cam yüzeylerinde az oranda simektit kristallenmeleri gözlenmektedir.	
Görüntü	<p>The figure consists of four SEM images arranged in a 2x2 grid. The top-left image shows a cluster of small, irregular grains labeled 'Smc' (Simektit) and 'Gl' (Gözenek). The top-right image shows a large, rounded grain labeled 'Mag' (Manyetit) surrounded by a matrix of smaller grains labeled 'Gl' (Gözenek). The bottom-left image shows a large, irregular grain labeled 'PI' (Plajiyoklaz) with smaller grains labeled 'Gl' (Gözenek) and 'Mag' (Manyetit) nearby. The bottom-right image shows a large, elongated grain labeled 'Bt' (Biyotit) with a matrix of smaller grains labeled 'Gl' (Gözenek). Each image includes technical parameters such as EHT, Signal A, Mag, and Sample ID.</p>	

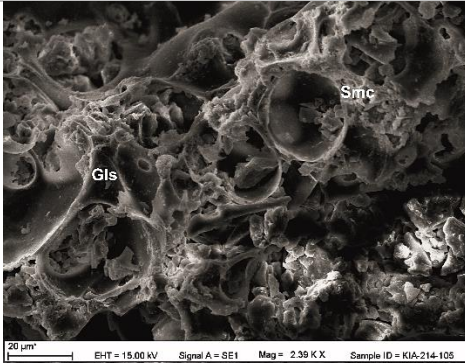
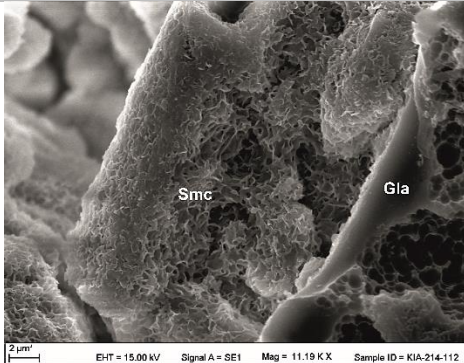
Lokasyon	0673562 4274643 (Karacaören köyü) 1205 m	
Litoloji	Cemilköy İğnimbiriti	
UPV (m/s)	2066, 1033, 1040, 1412,2119 1992, 1689, 786, 790, 907 1020, 1190, 722, 812, 1984 1572, 651, 1337	
Alterasyon Tipi	Alkali (Ca, Na Silikat) Ortaç (K –Silikat) Asidik	
Saha Gözlemi	İğnimbirit, sarımsı – beyaz renkte, pekişmesi derecesi yüksek, alterasyona maruz kalmıştır. Pomza olması gereken yerlerde büyük gözenekler mevcuttur. Konkoidal kırılan ignimbirit ünitesinde, yer yer mikro çatlaklar mevcuttur.	
Mineral	Biyotit, Plajiyoklaz, Manyetit, Apatit, Zirkon Simektit, Mordenit, Eriyonit, Opal-CT	
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit, hipohyalin porfirik doku sergilemekte olup büyük oranda zeolit kristallerinden oluşmaktadır. Biyotitler levhamsı şekilde gözlenmekte, plajiyoklaz kristalleri yarı özşekilli özelliktedir. İğnimbirit özellikle amigdaloyidal doku sergilemesinin yanı sıra zeolitleşmiş cam kıymıkları, izlerini koruması ignimbirit ünitesi için karakteristiktir. Mordenit kristalleri demet şeklinde bir merkezden itibaren birbirine dolanmış şekilde gözlenmektedir. Zeolitleşmeden arta kalan kısımlarda amorf opal-A ve simektit oluşumları mevcuttur.	

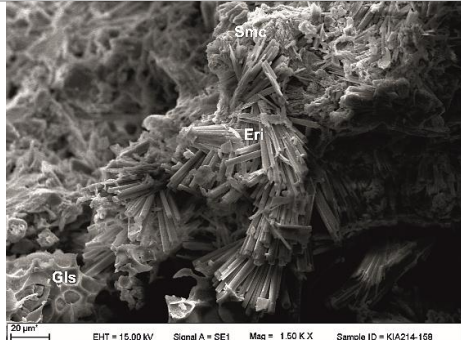
Lokasyon	0669854 4276444 (Karacaören GB'sı) 1288 m	0670499 4260168 (Orta Tepe) 1437 m
Litoloji	Cemilköy İgnimbiriti	Cemilköy İgnimbiriti
UPV (m/s)	2304, 2262, 2336, 1362, 3205 2439, 3378, 2232, 2924, 2083 2262, 2427, 2463, 2976, 2119 1845, 2874, 1845, 1767, 2326	215, 177, 147, 279, 505 270, 239, 153, 801, 695 652, 432, 506, 890, 418 447, 234, 285, 396,469
Alterasyon Tipi	İkincil Kalsit Dolgu	Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Cemilköy ignimbiriti içerisinde konkresyonlar şeklinde kalsit dolgu gözlenmektedir. İgnimbiritin pekişme derecesi yüksek olup camsı ve yüksek yoğunluğa sahiptir.	Gri renkte olup pomza içeriği fazla, büyük ve lifsi şekildedir. Pekişme derecesi düşük, kof özelliktedir.
Mineral	Biyotit, Plajiyoklaz, Manyetit, Zirkon	Biyotit, Manyetit, Simektit
Mineraloji Petrografi	İgnimbirit, holohiyalin porfirik dokuya sahiptir. Kristal içeriği bakımından fakir, pomza içeriği büyük, gözenekleri yuvarlak şekilde, manyetit minerallerince zengindir. Biyotitler levhamsı olup dilinimleri boyunca açılmış, dilinimler arasına kalsit nüfuz etmiştir. Biyotit mineralleri kısmen zirkon kapanımları içermektedir. Pomza içeriğinde nadir olarak devitrifikasyon süreci gözlenmektedir. İkincil kalsit dolgu (amigdaloyidal doku) büyük oranda gözeneklere enjekte olmuştur. İkincil kalsit, dolgunun varlığı jüvenil cam içeriğini korumuştur.	İgnimbirit, holohiyalin doku, kristal içeriği az, oldukça gözenekli yapı göstermektedir. Biyotit kristalleri küçük, çubuksu ve esnetilmiş şekilde gözlenmektedir. Cam yüzeylerinde az oranda simektit oluşumları gözlenmektedir.
Görüntü		

Lokasyon	0673083 4249348 (Yukarı Soğanlı) 1310 m	0672555 4270054 (Karlık) 1389 m
Litoloji	Cemilköy İğnimbiriti	Tahar İğnimbiriti
UPV (m/s)	1078, 606, 548 1229, 542	1742, 1623, 1524, 1502 1377, 1389, 1144, 780 1053, 1155, 782, 1661 1085, 1042
Alterasyon Tipi	Ortaç (K –Silikat)	Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Kahverenginde gözlenen ıgnimbirit, pekişme derecesi iyi, pomza içeriği fazla ve büyüktür. Ortalama max pomza içeriği 22 cm civarındadır. Yoğun litik içeriğine sahiptir.	İğnimbirit, gösel sedimanter çökeller üzerinde yer almakta olup rijid, gözeneksiz, tabakalar şeklinde farklılıklar sunmaktadır. Pomza içeriği gözlenmemektedir.
Mineral	Biyotit, Plajiyoklaz, Manyetit, Simektit	Plajiyoklaz, Biyotit, Simektit
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit, holohyalin porfirik dokuya sahiptir. Kristal içeriği bakımından fakir, pomza içeriği büyük özelliğindedir. Biyotit, feldispat ve manyetit içeriği nadirdir. Jüvenil cam yüzeylerinde simektit oluşumları gözlenmektedir.	İğnimbirit, hipohyalin porfirik doku sergilemekte olup yoğun olarak özşekilli plajiyoklaz minerali ve biyotit minerali içermektedir. İri plajiyoklaz kristalleri kenarlarından kısmen kemirilmiş olarak gözlenmektedir. İğnimbirit, bu bölgede yoğun olarak killeşmeye maruz kalmıştır. Jüvenil cam yüzeylerinde yay şeklinde simektit oluşumları gözlenmektedir.
Görüntü		

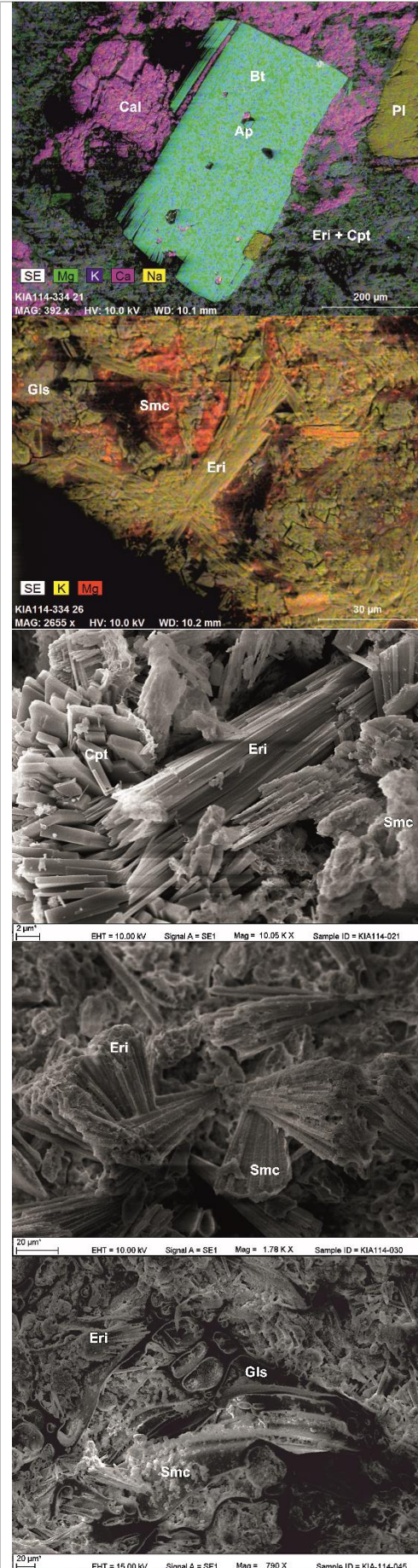
Lokasyon	0672663 4273736 (Aktepe) 1317 m
Litoloji	Tahar İğnimbiriti
UPV (m/s)	2058, 1316, 2110, 1488, 1370, 1362, 1312, 1244, 969, 973, 1037, 1724, 1199, 1326, 962, 1152 1220, 1152, 1010, 1689
Alterasyon Tipi	Alkali (Ca, Na Silikat) Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	İğnimbirit, sarımsı kahve renkte olup rijid özellik göstermektedir. İlksel durumunu korumuş Tahar ignimbiritine göre pomza ve ksenolit içeriği oldukça küçüktür.
Mineral	Biyotit, Plajiyoklaz, Manyetit, Klinopiroksen, Eriyonit, Klinoptilolit, Simektit
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit, hipohyalin porfirik doku sergilemektedir. Yoğun kristal ve ksenolit içeriğine sahiptir. Plajiyoklaz kristalleri büyük ve kısmen kemirilmiş olmuş, biyotit mineralleri levhamsı olup dilinimleri boyunca açılmış, dilinimleri arasında Fe zenginleşmeler gözlenmektedir. Pomza içeriği yuvarlak, iri gözenekli; gözenekler yuvarlak şekildedir. Ksenolitler volkanik kayaç kökenli, feldispatça zengindir. Jüvenil cam içeriği büyük oranda alterasyon minerallerine (amigdaloidal doku) dönüşmüştür. Eriyonit mineralleri demetler halinde gözlenmekte olup klinoptilolit ve simektit mineralleri ile karmaşa şeklinde gözlenmektedir. Plajiyoklaz mineralleri ile cellular doku sergileyen cam büyük oranda zeolitleşmesi sonucu zeolit – plajiyoklaz etkileşimi şeklinde gözlenmektedir.

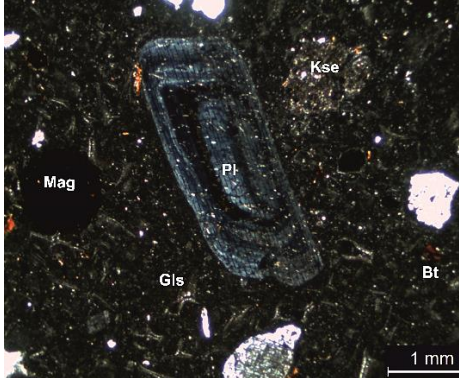
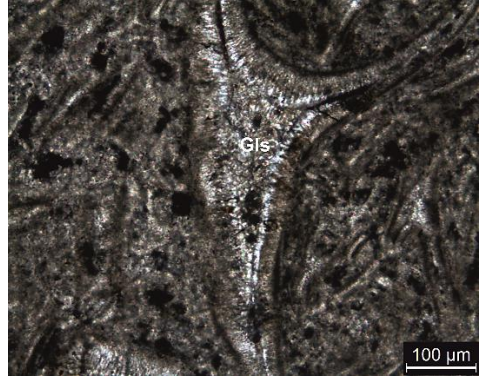


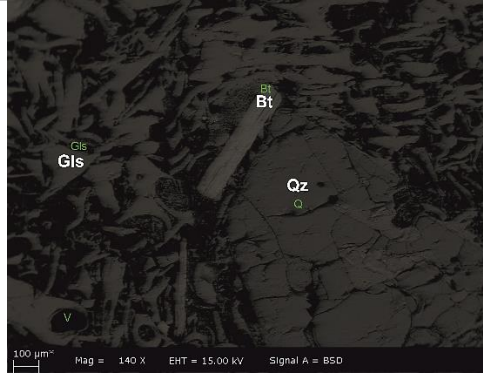
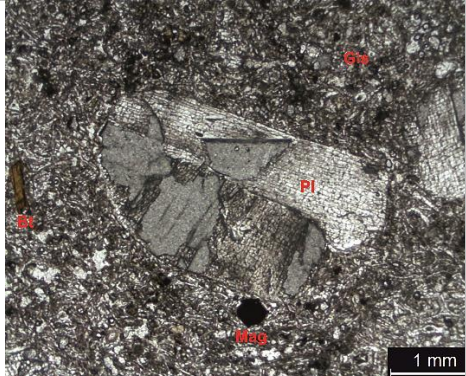
Lokasyon	0678084 4273217 (Akköy - Demirtaş) 1359 m	0679364 4271409 (Demirtaş) 1369 m
Litoloji	Tahar İğnimbiriti	Tahar İğnimbiriti
UPV (m/s)	301, 200, 787, 226, 258 469, 339, 876, 695, 951 379, 564, 671, 708, 389 949, 723, 728	558, 273, 509, 404, 364 555, 610, 388, 446, 292 264, 348, 443, 343, 340 325, 283, 523, 298
Alterasyon Tipi	Ortaç (K- Silikat)	Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	İğnimbiritin pomzaları yerinde, yumusak, gri renkli kumtaşı blokları içermektedir.	Pembemsi renkte olup yoğun pomza ve litik içeğine sahiptir. Pomzaları yuvarlak, litikler mafik kökenli kayalardan oluşmaktadır.
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Simektit	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Smektit, İllit
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit ünitesi hipohiyalin doku göstermekte olup cam içeriği kısmen simektit minerallerine dönüşmüştür. Plajiyoklaz mineralleri büyük kısmen kemirilmiş, biyotitler özşekilli gözlenmektedir.	Yoğun kristal ve ksenolit içeriğine sahip porfirik doku sergilemektedir. Pomzaların gözeneklerinde ve cam yüzeyinde simektit oluşumları gözlenmektedir. Az oranda levhamsı biyotit mineralleri ve iri, kenarlarından kemirilmiş plajiyoklaz mineralleri içermektedir. Az orandan manyetit içeriğine sahiptir.
Görüntü		

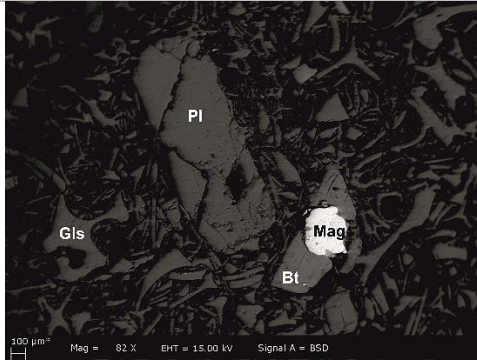

Lokasyon	0671701 4271611 (Kütderesi) 1400 m	0669141 4261347 (Taşkınpaşa) 1380 m
Litoloji	Tahar İgnimbiriti	Gördeles İgnimbiriti
UPV (m/s)	1618, 1597, 2165, 1144, 1931 1484, 1134, 2128, 836, 2381 1701, 779, 2252, 1217, 1718 2137, 1202, 1124, 1299, 1838	728, 715, 928, 617, 681 655, 752, 544, 739, 353 373, 661, 573, 801, 638 478, 499, 562, 433
Alterasyon Tipi	Alkali (Ca, Na Silikat) Ortaç (K –Silikat)	Ortaç (K- Silikat)
Saha Gözlemi	Tahar ignimbiriti kendi içerisinde kül baskın, gözeneksiz zon ile pomza olması gereken yerlerde büyük boşluklar olan zon şeklinde ardalı olarak bulunmaktadır.	Gri renkte, pekişme derecesi kötü, az oranda litik ve pomza içeriğine sahip kül baskın olarak gözlenmektedir.
Mineral	Biyotit, Plajiyoklaz, Klinopiroksen, Manyetit, Eriyonit, Klinoptilolit, Simektit	Plajiyoklaz, Biyotit, Klinopiroksen, Manyetit, Apatit, Zirkon, Simektit
Mineraloji Petrografi	İgnimbirit, hipohiyalin porfirik doku sergilemekte olup alterasyon mineralleri amigdoloidal doku göstermektedir. Ksenolit içeriği yuvarlak açık renk mineralce zengindir. Plajiyoklaz mineralleri büyük, kısmen kenarlarından kemirilmiş, biyotit mineralleri levhamsı özelliktedir. Eriyonit kristalleri demetler şeklinde uçlarından itibaren açılmaya başlamış, simektit kristalleri ile karmaşa halinde gözlenmektedir. Yer yer kalsit dolgu mevcuttur. İkincil kalsit dolgunun olası kaynağı Kışladağ kireçtaşı gösterilebilir.	İgnimbirit, hipohiyalin porfirik doku sergilemektedir. Özşekli plajiyoklaz ve biyotit mineralleri, kenarları boyunca kemirilmiş klinopiroksen mineralleri gözlenmektedir. Biyotitler genelde apatit mineral ve zirkon kristal kaparımlarına sahip olmasının yanı sıra dilinimleri boyunca açılmalar göstermektedir. Manyetit mineralleri juvenil camların kaparımlarında veya gözenekler ile ilişkili olarak bulunmaktadır.
Görüntü		

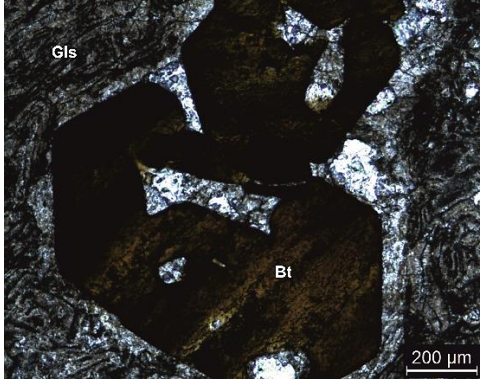
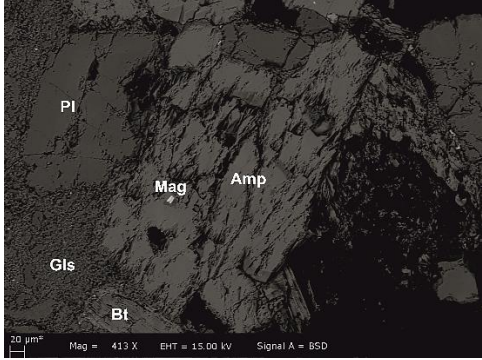

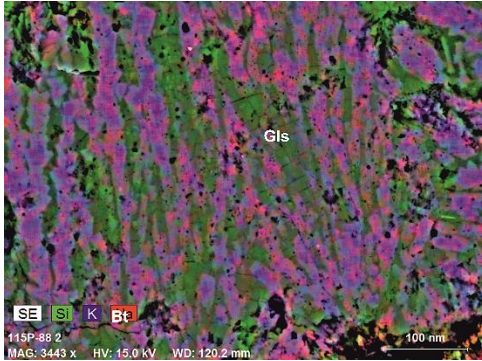
Lokasyon	670121 4274637 (Karacaören) 1330 m
Litoloji	Gördeles İğnimbiriti
UPV (m/s)	1497, 1256, 1004, 919, 1131 1104, 1044, 1012, 1071 1217, 1062, 1002, 1250 1188, 1046, 1062, 1048, 1014
Alterasyon Tipi	Alkali (Ca, Na Silikat) Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Grimsi beyaz renkte olup sert, gözeneksiz, kof özelliktedir. Pomza içeriği nadir ve altere olarak gözlenmektedir. İğnimbirit içerisinde bulunan çatlaklarda yeşilimsi renk gözlenmektedir. Özellikle iğnimbirit ünitesi içerisinde iri akresyonel lapilli formlar bulunmaktadır.
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Apatit, Zirkon, Kalsit, Eriyonit, Mordenit, Klinoptilolit, Simektit
Mineraloji Petrografi	İğnimbirit, yoğun kristal içeriğine sahip olarak gözlenmektedir. Pirojenik kristal içeriğini korumasının yanı sıra büyük oranda alterasyon mineralleri içermektedir. Biyotitler genelde zirkon ve apatit kapanımlarına sahipken plajiyoklazlar iri ve kısmen kemirilmiş özelliktedir. Eriyonit ve mordenit kristalleri demetler halinde klinoptilolit kristalleri ile birlikte bulunmaktadır. Zeolitleşmeden arta kalan juvenil cam simektileşmiştir. Özellik zeolit kristal oluşumları amigdaloyidal doku göstermektedir. İğnimbirit ünitesinde nadir olarak kalsit dolgu gözlenmektedir.



Lokasyon	0677850 4271331 (İltaş köyü) 1428 m	0653435 4256880 (Kaymaklı) 1462 m
Litoloji	Kızılkaya İgnimbiriti (Üst Zon)	Kızılkaya İgnimbiriti (Üst Zon)
UPV (m/s)	836, 818, 880, 770, 882 896, 980, 1000, 825, 744 816, 671, 703, 785, 893 843, 868, 787, 967, 805	1672, 1548, 1429, 1592, 1656 1718, 1351, 1901, 1603, 1053 1269, 1572, 1458, 1295, 1520 1567, 1818, 1563, 1818, 1582
Alterasyon Tipi		
Saha Gözlemi	KKust akıntı, gözenekli bazalt veya andezit litikler içermektedir. Feldispat iri, pomza içeriği gözlenmemektedir. Pekişme derecesi iyi, camsı şekildedir.	Pekişme derecesi iyi, camsı, pomza içeriği gözlenmemektedir.
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Apatit	Plajiyoklaz, Biyotit, Kuvars, Manyetit, Apatit
Mineraloji Petrografi	Yoğun, iri kristal içeriğine sahip olup hipohiyalin porfirik dokuya sahiptir. Plajiyoklaz mineralleri özşekilli, kısmen zonlu doku göstermektedir. Levhamsı – çubuksu biyotit mineralleri dilinimlerinden açılmalar göstermektedir. İgnimbirit, yoğun demir oksit mineral içeriğine sahiptir. Jüvenil cam içeriği büyük oranda devitrifikasyona uğramıştır. Ksenolitler yuvarlak şekilli olup volkanik kayac kökenlidir.	Hipohiyalin porfirik doku sergilemekte olup yoğun özşekilli biyotit mineraline sahiptir. Biyotitler apatit kapanımları gösterebilmektedir. Plajiyoklazlar iri, kenarlarından kemirilmiş, manyetit içeriği cam içeriği ile ilişkili olarak gözlenmektedir. Özellikle biyotit mineralleri kenar hatları boyunca opasitleşme göstermektedir. Jüvenil cam içeriği tamamen devitrifikasyona uğramıştır.
Görüntü		

Lokasyon	0671754 4272134 (Kütderesi) 1520 m	0642100 4282995 (Çat Tepesi) 1205 m
Litoloji	Kızılkaya İgnimbiriti (Üst Zon)	Kızılkaya İgnimbiriti (Alt Zon)
UPV (m/s)	1938, 1520, 2959, 3876, 1272 2283, 2347, 1582, 1220, 2857 1916, 1661, 2165, 1475, 2222 2732, 3165, 1689, 2242, 1953	306, 337, 264, 270, 278, 308, 323, 308, 354, 320, 347, 269, 339, 342, 318, 341
Alterasyon Tipi	İkincil Kalsit Dolgu	
Saha Gözlemi	Pekişme derecesi iyi, pomzaları yerinde ve ignimbirit, yüzlek yüzeyinde sıvama gözlenmektedir.	Pomzaları yerinde, gevrek – kof şekilde gözlenmekte olup içerisinde Zelve ignimbiriti geri düşme ünitesinden blok bulunmaktadır.
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Kuvars, Amfibol, Kalsit, Apatit	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit
Mineraloji Petrografi	Büyük ve yoğun kristal içeriğine sahip olup porfirik doku sergilemektedir. Pomzaları yuvarlak gözeneklere sahip yoğun Fe – Ti oksit mineralleri içermektedir. Biyotit ve plajiyoklaz kristalleri özşekilli, kuvars içeriği büyük kristaller şeklinde gözlenmiştir. Plajiyoklaz mineralleri kısmen zonlu doku göstermektedir. Biyotitler apatit kapanımlarına sahiptir. Litik içeriği volkanik kayaç kökenli olup plajiyoklazca zengindir. Jüvenil cam içeriği kısmen devitrifikasyona uğramış ve gözeneklerde, kalsit dolguları (amigdaloyidal doku) gözlenmektedir.	Hipohiyalin porfirik dokuya sahip ignimbirit, levhamsı – çubuksu biyotit mineralleri içermektedir. Biyotitler dilinimleri boyunca açılmalar göstermektedir. Plajiyoklaz mineralleri yarı özşekilli, kenarlarından itibaren kemirilmiş olarak gözlenmektedir. Manyetit içeriği özşekilli olup gözenekler ile ilişkilidir. İgnimbirit, yoğun jüvenil cam içeriğine sahip olup pomzaları az oranda, yuvarlak ve iri gözeneklidir.
Görüntü		

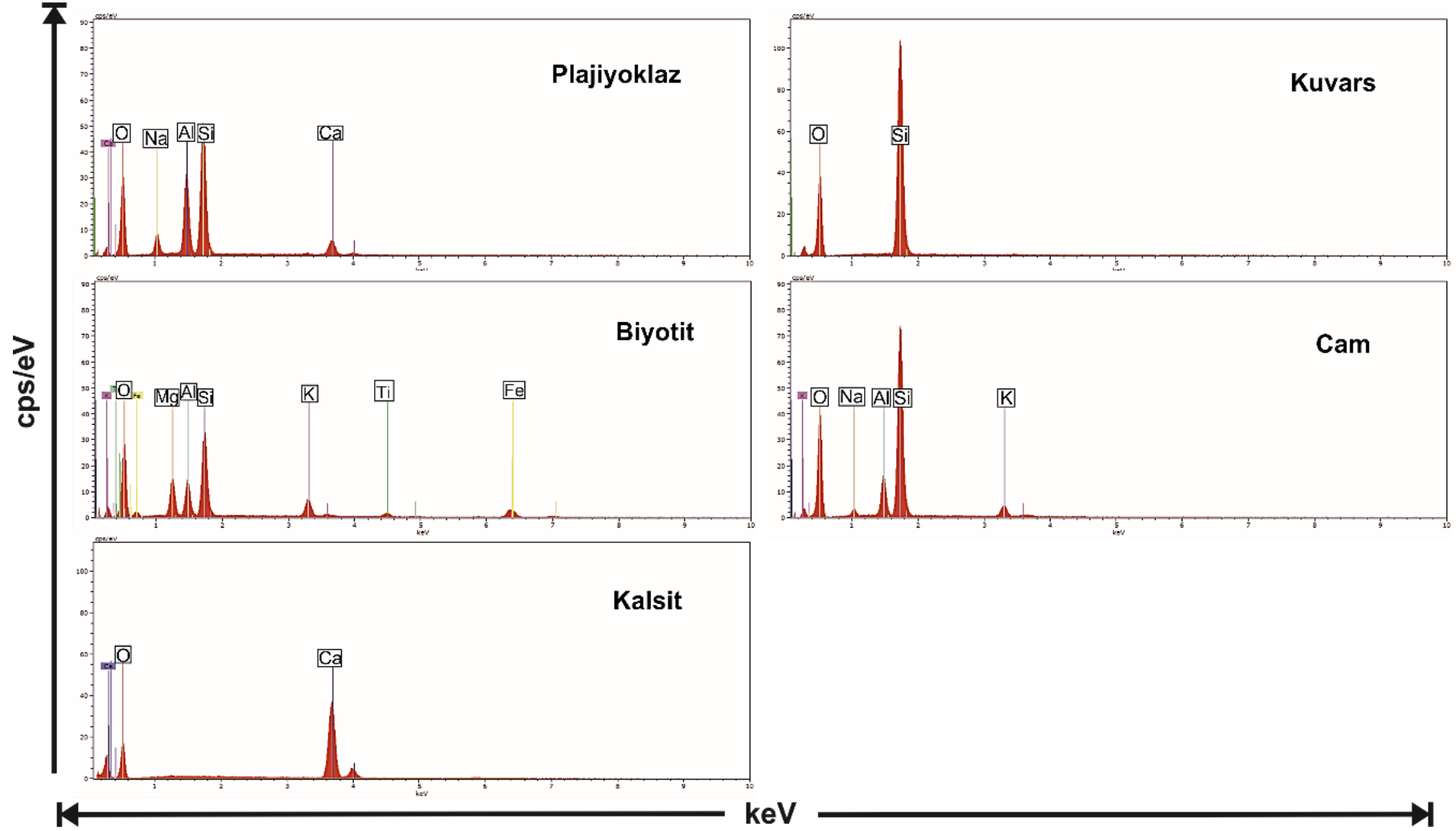
Lokasyon	0658527 4252242 (Tilköy) 1515 m	0670378 4272620 (Kütderesi) 1513 m
Litoloji	Kızılkaya İgnimbiriti (Alt Zon)	Kızılkaya İgnimbiriti (Üst Zon)
UPV (m/s)	814, 772, 790, 722, 763 691, 912, 805, 787, 737 809, 931, 899	2294, 2315, 1730, 2347, 2128 1742, 2404, 2016, 1838, 1894 2347, 1718, 2183, 2326, 1572 1706, 1534, 1799, 2404, 2632
Alterasyon Tipi	Ortaç (K –Silikat)	İkincil Kalsit Dolgu Ortaç (K –Silikat)
Saha Gözlemi	Yaklaşık 30 cm boyutlarında yoğun pomza içeriğine sahip, pekişme derecesi düşük ve litik bakımından zengindir.	Pekişme derecesi alt zona göre iyi, yüzeyinde sıvamalar mevcuttur. Sıvama sayesinde yüzeyindeki pomzalar kısmen korunmuş olabilmektedir.
Mineral	Plajiyoklaz, Biotit, Manyetit, Kuvars, Apatit, Simektit	Plajiyoklaz, Biotit, Manyetit, Apatit, Kalsit, Simektit
Mineraloji Petrografi	Jüvenil cam ve kristal bakımından zengin olup porfirik doku sergilemektedir. Plajiyoklaz kristalleri özşekilli kenarlarından kemirilmiş, biyotit içeriği levhamsı şekilde olup dilinimleri boyunca büyük oranda açılmıştır. Ayrıca biyotitler yoğun olarak Ti-Fe oksit mineraller ve apatit kapanımlarına sahiptir. Jüvenil cam kıymıkları yüzeyinde simektit oluşumları gözlenmektedir.	Büyük boyutlara ulaşan biyotit ve plajiyoklaz kristalleri içermekte olup porfirik doku sergilemektedir. Biotit mineralleri apatit ve manyetit kristal kapanımlarına sahip olmasının yanı sıra dilinimleri boyunca deforme olmuştur. Jüvenil cam içeriği yüzeylerinde az oranda simektit oluşumları gözlenmektedir. Kışladağ kireçtaşı çökelinin meteorik sular ile etkileşimi sonucu gözeneklerde kalsit oluşumları (amigdaloidal doku) belirlemiştir.
Görüntü		

Lokasyon	0672973 4263718 (Hodul Dağı köprüsü) 1530 m	
Litoloji	Kızılkaya İgnimbiriti (Üst Zon)	
UPV (m/s)	1149, 1529, 1799, 2000, 2008 2024, 2110, 2222, 1773, 1712 1792, 2841, 1706, 1724, 1736 2016, 2024, 1873, 1969, 2016	
Alterasyon Tipi		
Saha Gözlem	Vitrik özellikte, pomza olması gereken yerlerde büyük gözenekler mevcuttur.	
Mineral	Plajiyoklaz, Biotit, Amfibol, Klinopiroksen, Manyetit, Kuvars, Apatit	
Mineraloji Petrografi	Hipohiyalin porfirik doku sergilemekte olup kristal içeriği oldukça büyüktür. Biotit ve plajiyoklazlar özşekilli özelliktedir. Plajiyoklazlar ve nadir olarak gözlenen amfibol ve klinopiroksen mineralleri kenarlarından kemirilmiş şekilde gözlenmektedir. Biotit kristalleri kısmen dilinimleri boyunca açılma göstermektedir. Biotitler genelde özşekilli manyetit kristalleri ve apatit kapanımları ile karakteristiktir. Hamur içerisinde Ti-Fe oksit kristalleri iskeletimsi doku sergilemektedir. Jüvenil cam içeriği yoğun şekilde devitrifiye olmuştur. Devitrifikasyon sonucu taneler arası etkileşim artmıştır. Özellikle devitrifikasyona uğramış jüvenil cam kendi içerisinde kimyasal zonlanmalar göstermektedir.	 

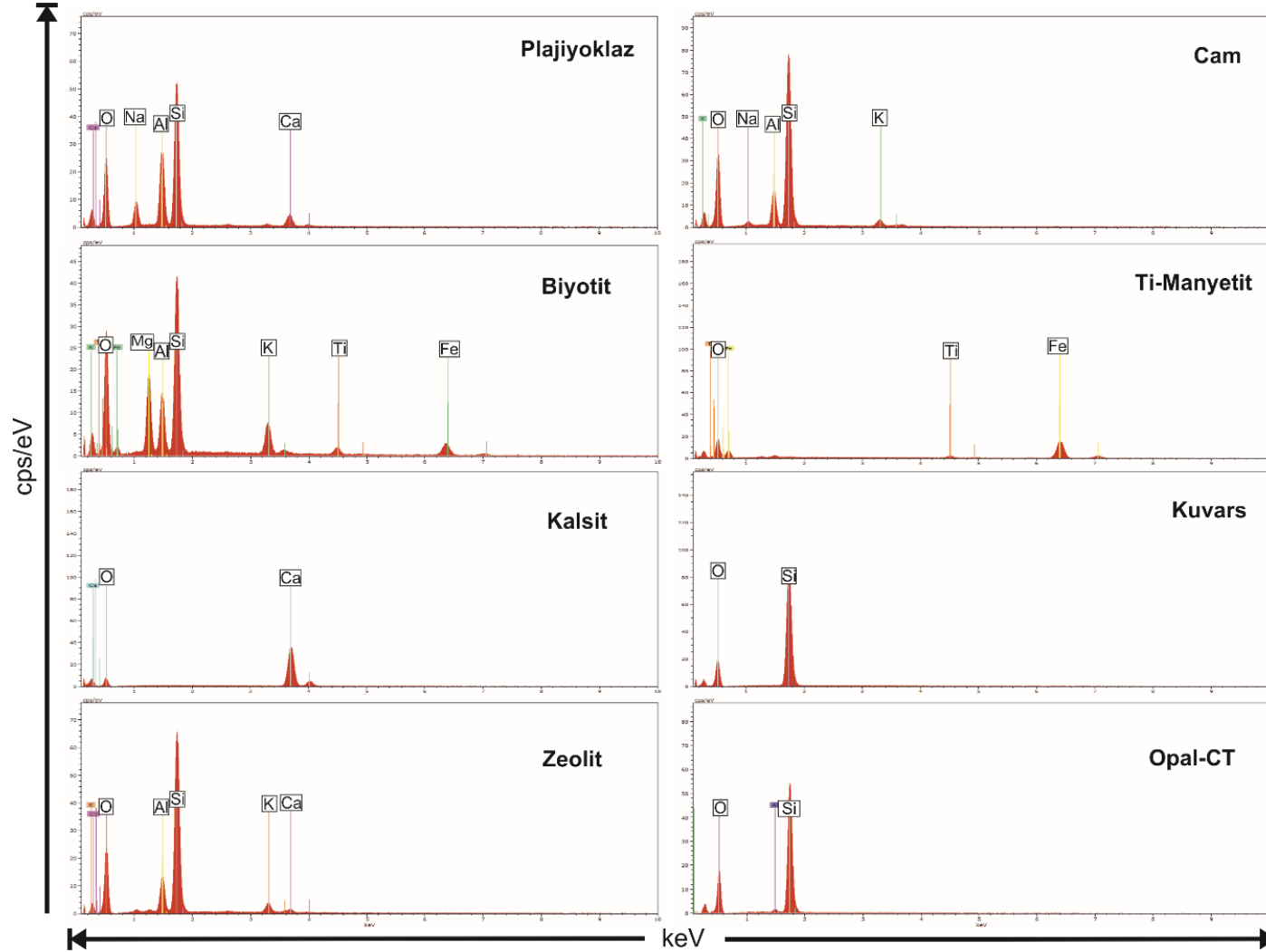
Lokasyon	0675035 4244146 (Soğanlı) 1421 m	0672566 4245345 (Soğanlı) 1465 m
Litoloji	Kızılkaya İgnimbiriti (Üst Zon)	Kızılkaya İgnimbiriti (Üst Zon)
UPV (m/s)	1205, 1799, 1718, 2058, 1408, 1511, 1385, 1548 1220, 1014, 2092, 1462 1412, 2439, 1582, 1520 1661, 1672, 1587, 1767	1196, 1037, 1214, 1250 1553, 1000, 1359, 1253 1292, 1241, 1374, 1244 1309, 1222, 1259, 1012 1429, 1142, 1374, 1319
Alterasyon Tipi	Ortaç (K –Silikat), İkincil Kalsit Dolgu	
Saha Gözlemi	Rijid özellikte olup pomza olması gereken yerlerde kısmen boşluklar gözlenmektedir. Yer yer paleosol toprak ile dokanağı mevcuttur. Geri düşme ünitesi yaklaşık 26 cm kalınlığa ulaşabilmekte, max pomza içeriği 1.5 – 3 cm arasında değişiklik göstermektedir.	
Mineral	Plajiyoklaz, Biyotit, Manyetit, Apatit, Simektit, Kalsit	
Mineraloji Petrografi	İgnimbirit, hipohiyalin porfirik dokuya sahip olup yoğun olarak devitrifikasyona uğramıştır. Genelde özşekli plajiyoklaz ve biyotit içeriğine sahiptir. Plajiyoklazlar kenarlarından kemirilmiş ve polisentetik ikizleme göstermektedir. Biyotit içeriği apatit kapanımları içermekte iken demir oksit içeriği hamur içerisinde saçınımlar şeklinde bulunmaktadır. Jüvenil cam içeriği devitrifikasyona uğramış olması pekişme derecesini arttırmıştır. Yer yer cam kıymıkları yüzeyinde simektit kristalleri gözlenmektedir. Belirli bölgelerde gözeneklerde kalsit dolgu (amigdaloidal doku) mevcuttur.	
Görüntü		

Lokasyon	0680805 4268576 (Başdere) 1466 m	0688392 4277817 (İncesu) 1140 m
Litoloji	Valibabatepe İğnimbiriti	Valibabatepe İğnimbiriti
UPV (m/s)	1730, 1126, 1188, 1706, 1946, 929, 1101, 1250 940, 906, 935, 1008, 1577 1408, 1253, 1344, 1057, 2092	3165, 3086, 2008, 3030, 3106, 2000, 3205, 2058, 3268, 3185, 2232, 3226, 2688, 2075, 2193, 2101, 3448, 2183, 1916, 1938
Alterasyon Tipi		
Saha Gözlemi	Kırmızımsı bordo renkte olup pekişmiştir. Kırık yüzeyine bakıldığında fiyam yapıları görülebilmektedir.	İki ayrı zondan oluşmaktadır: koyu kahve ve kırmızı zon. İki zonda vitrik özellik sunmakta ve fiyam içeriğine sahiptir.
Mineral	Plajiyoklaz, Klinopiroksen, ortopiroksen, Apatit, Ti-Manyetit, Kuvars, Amfibol	
Mineraloji Petrografi	Hipohiyalin porfirik doku göstermekte olup iri piroksen ve plajiyoklaz mineralleri içermektedir. Bu kristaller büyük oranda kenarlarında kemirilmiş olarak gözlenmektedirler. Plajiyoklazlar apatit ve manyetit kapanımları, klinopiroksen ise manyetit ve cam kapanımı içermektedir.	İğnimbirit, yoğun olarak camsı özelliktedir. Az oranda iri, özşekli amfibol ve piroksen mineralleri içermektedir. Amfiboller kısmen kemirilmiş şekilde, kuvars kristalleri gözenekler ile ilişkilidir. Plajiyoklaz içeriği deforme olmuş gözlenmektedir. Yer yer demir oksit zenginleşmeleri gözlenmektedir.
Görüntü	<p>The figure consists of four SEM-EDS images arranged in a 2x2 grid. The top-left image is a backscattered electron (BSE) image showing a dark matrix with several lighter-colored grains. Labels 'Gls', 'Ap', and 'Pl' are placed over different grains. The top-right image is an energy-dispersive X-ray (EDS) map showing the distribution of elements. Labels 'Gls' and 'Qz' are placed over specific regions. The bottom-left image is another BSE image showing a different set of grains. Labels 'Gls', 'Ap', 'Pl', 'Mag', and 'Cpx' are placed over various grains. The bottom-right image is an EDS map showing the distribution of elements. Labels 'Opx', 'Pl', and 'Qz' are placed over different regions. Each image includes technical parameters such as magnification, voltage, and working distance.</p>	

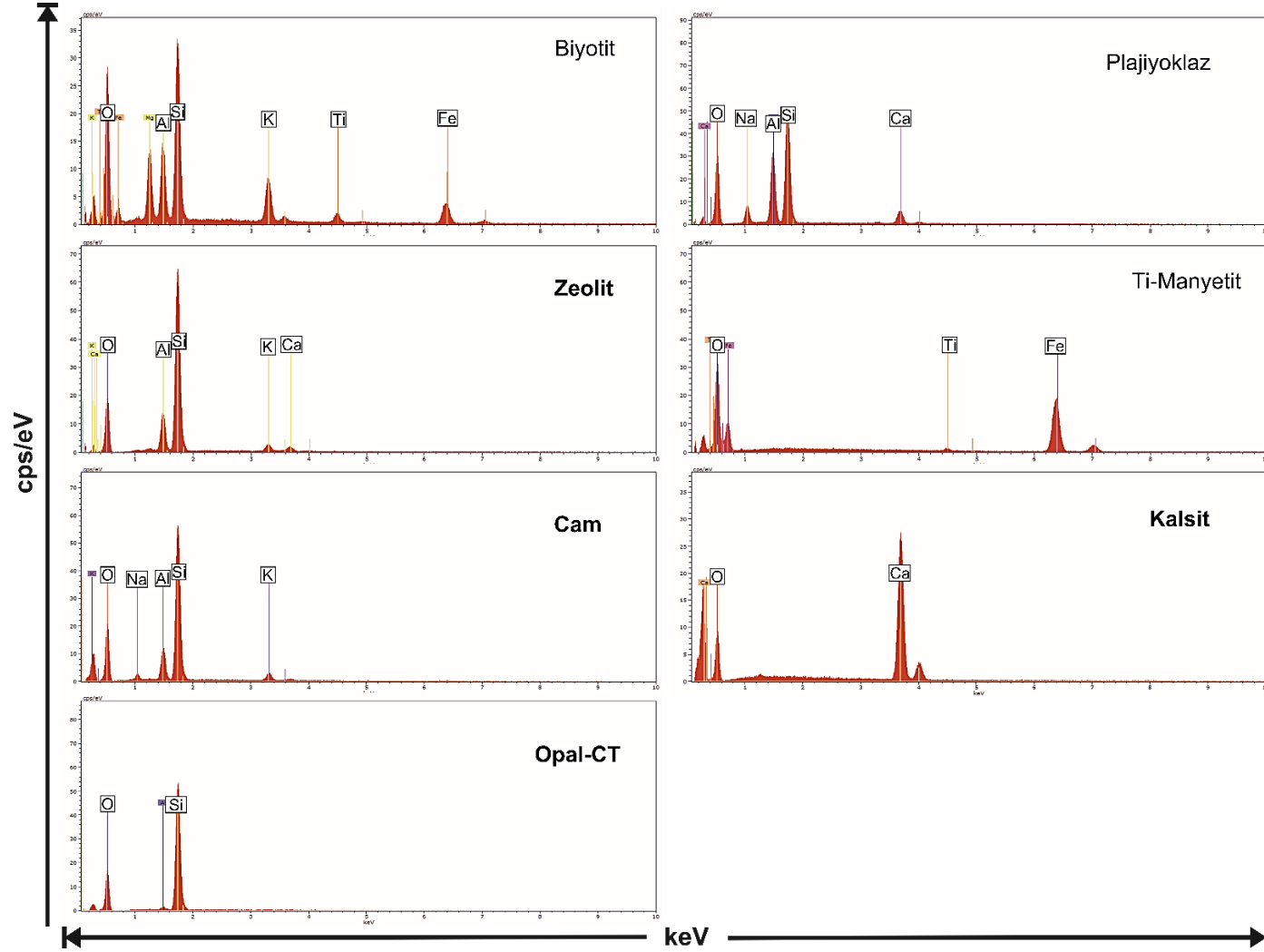
EK 2. Kavak ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları



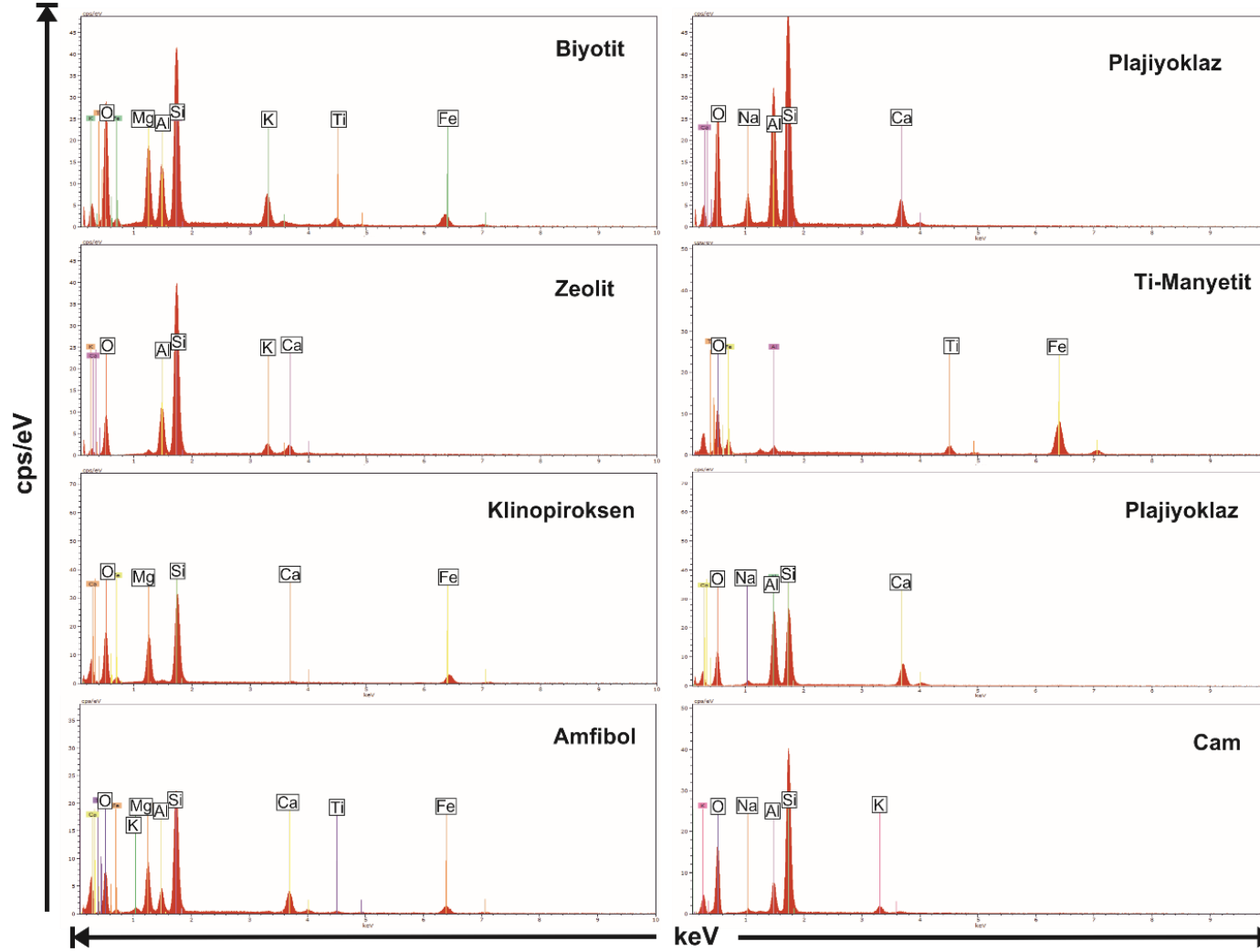
EK 3. Zelve ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları



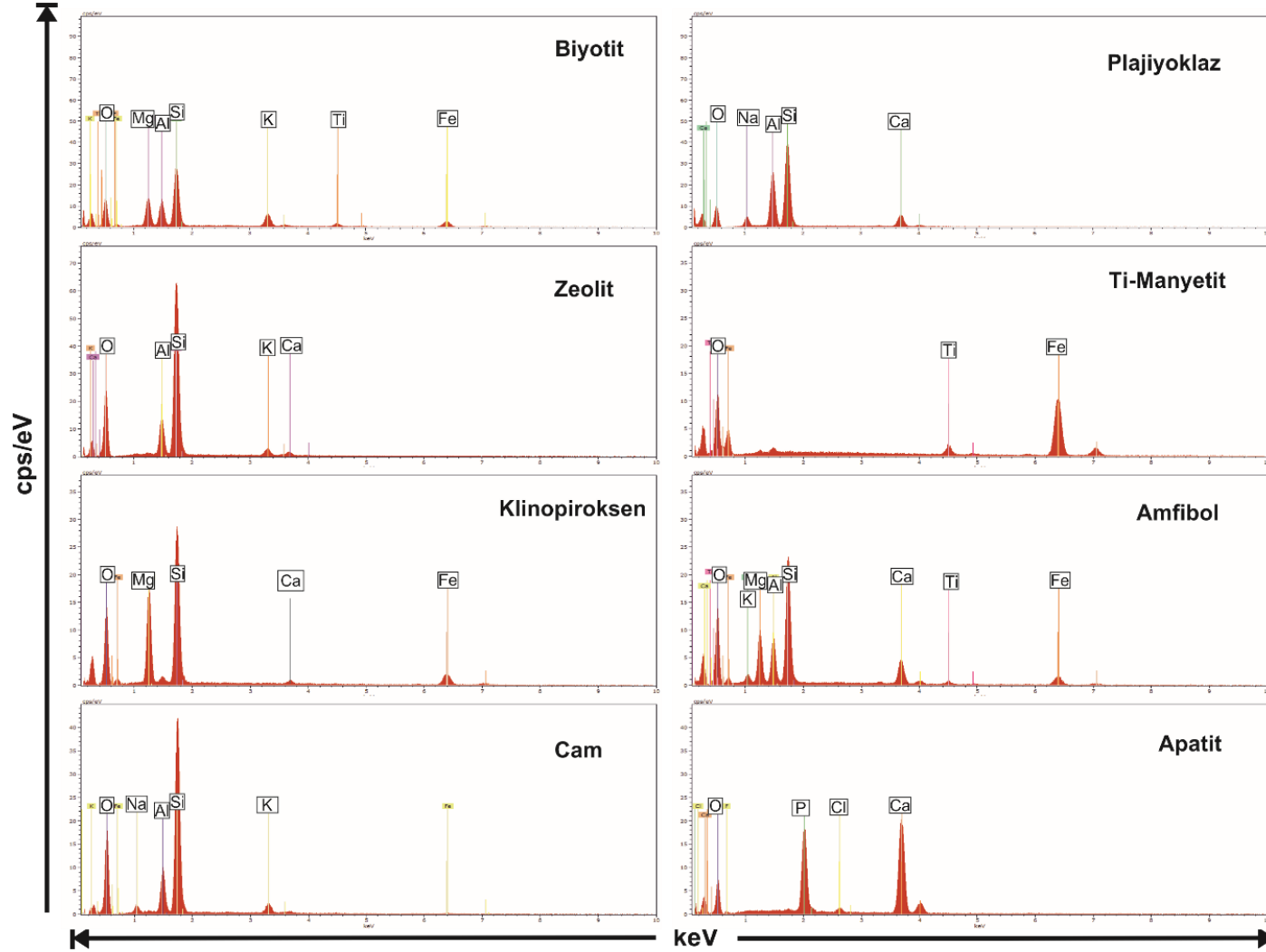
EK 4. Cemilköy ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları



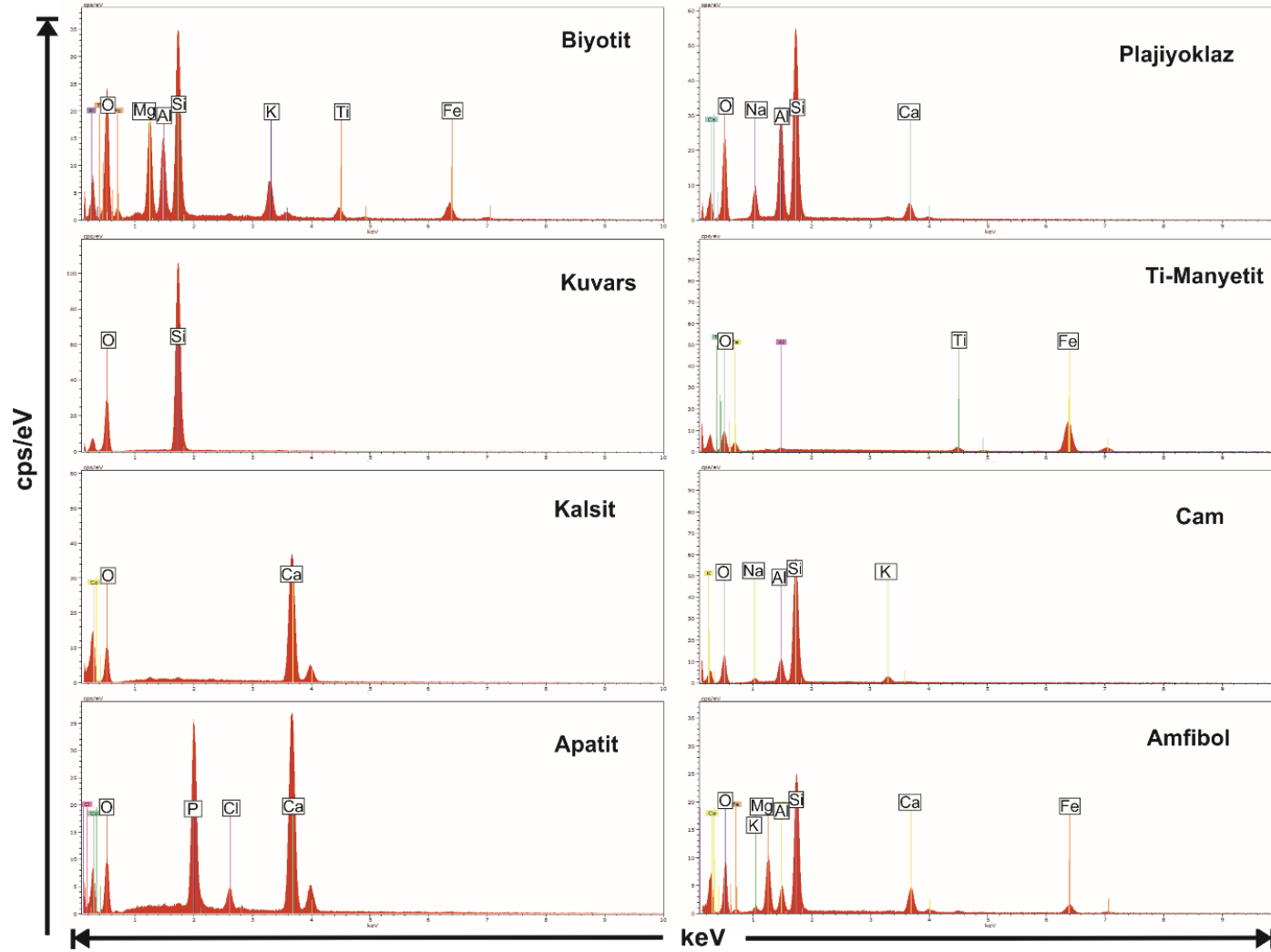
EK 5. Tahar ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları



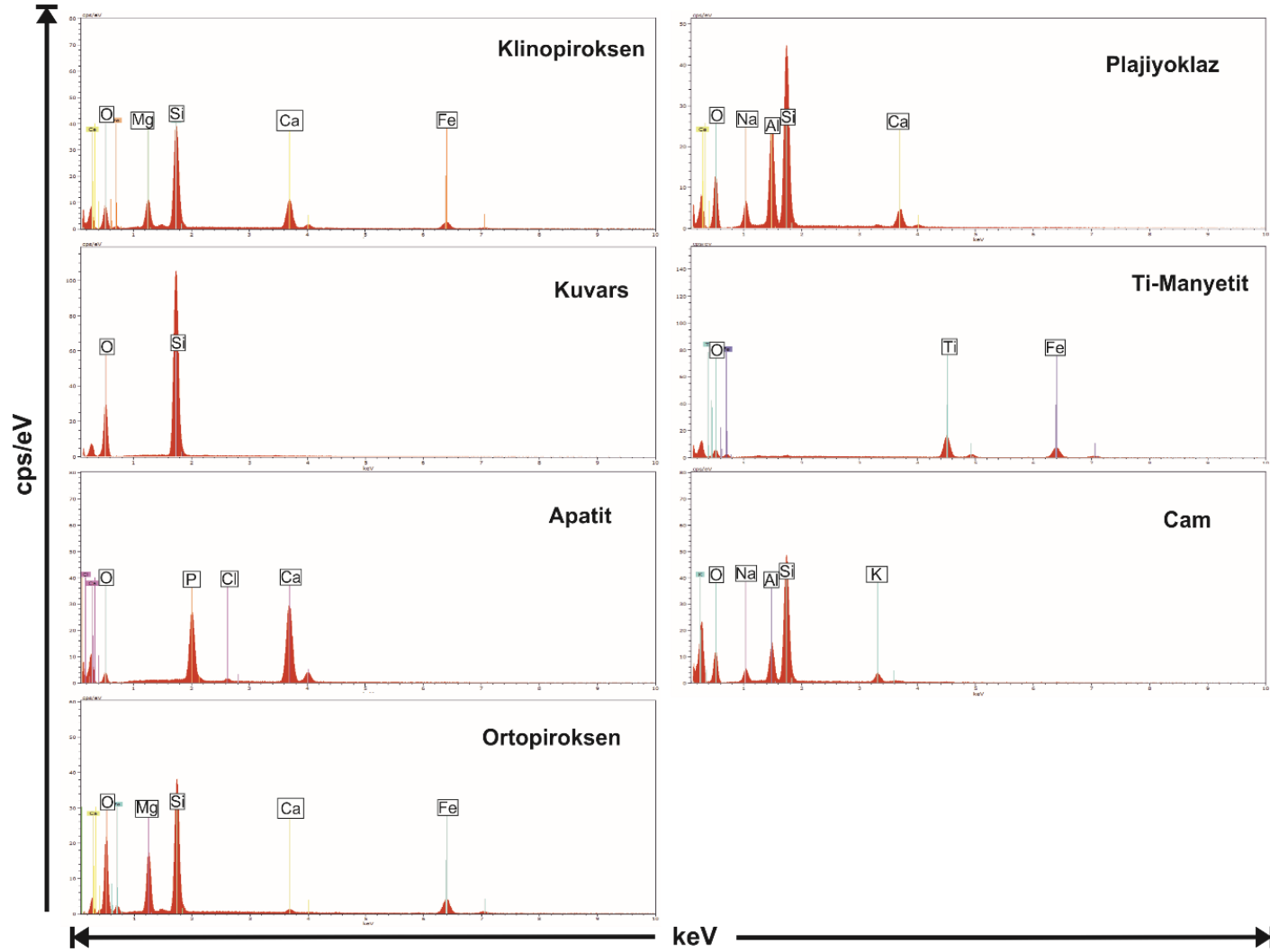
EK 6. Gördeles ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları



EK 7. Kızılkaya ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları



EK 8. Valibabatepe ignimbiritine ait Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak elde edilen mineral kimyası spektrumları



EK 9. Feldispat minerallerine ait tanımlayıcı ana oksit oranları ve hesaplanmış katyonik oranlar

Birim	Kavak ignimbiriti										Zelve İgnimbiriti					
Na₂O	6,32	6,91	6,97	6,18	6,59	5,90	6,06	5,76	6,07	4,36	4,85	3,57	4,34	4,28	4,86	4,57
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Al₂O₃	24,02	25,17	23,54	23,71	23,27	24,30	23,58	25,40	24,99	26,95	26,90	29,36	26,54	26,34	26,60	26,76
SiO₂	62,03	61,45	59,82	61,38	63,37	63,51	61,60	61,40	60,30	57,96	58,38	54,37	57,67	57,01	59,51	57,37
K₂O	0,91	0,60	0,95	0,92	1,02	0,84	1,04	0,60	0,79	0,59	0,70	0,52	0,73	0,78	0,61	0,73
CaO	6,85	6,43	7,43	6,13	5,62	5,85	6,41	6,93	7,16	9,35	9,50	12,67	9,60	9,91	8,76	9,74
TiO₂	0,11	0,00	1,18	0,29	0,70	0,00	0,69	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00
MnO	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,08
FeO	0,10	0,08	0,01	0,00	0,05	0,00	0,13	0,48	0,17	0,31	0,59	0,47	0,64	0,18	0,18	0,72
Toplam	100,34	100,94	99,90	98,61	100,63	100,40	99,51	100,93	99,47	99,53	101,11	101,14	99,52	99,01	100,53	99,96
Katyonlar 8 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.																
Na	2,17	2,36	2,43	2,15	2,25	2,00	2,09	1,96	2,10	1,52	1,67	1,24	1,51	1,50	1,67	1,59
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,21	0,13	0,22	0,21	0,23	0,19	0,24	0,14	0,18	0,14	0,16	0,12	0,17	0,18	0,14	0,17
Ca	1,30	1,21	1,43	1,18	1,06	1,10	1,23	1,31	1,37	1,80	1,81	2,43	1,85	1,92	1,66	1,88
Ti	0,01	0,00	0,16	0,04	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
Fe	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,07	0,03	0,05	0,09	0,07	0,10	0,03	0,03	0,11
Mn	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
Si	10,98	10,82	10,73	11,02	11,14	11,14	10,99	10,81	10,78	10,39	10,35	9,74	10,38	10,32	10,54	10,31
Al	5,01	5,22	4,98	5,02	4,82	5,02	4,96	5,27	5,27	5,70	5,62	6,20	5,63	5,62	5,55	5,67
Tot	19,69	19,81	19,94	19,61	19,60	19,45	19,61	19,61	19,73	19,58	19,72	19,84	19,64	19,64	19,59	19,73
Ort	5,60	3,63	5,35	5,96	6,47	5,71	6,67	3,96	4,91	3,93	4,38	3,16	4,74	5,00	3,99	4,59
Ab	59,05	63,63	59,58	60,74	63,59	60,91	58,89	57,67	57,56	43,98	45,89	32,67	42,85	41,68	48,11	43,82
An	35,34	32,74	35,07	33,30	29,94	33,38	34,44	38,36	37,52	52,10	49,72	64,17	52,41	53,32	47,90	51,59

Birim	Zelve İğnimbiriti								Sarımadentepe İğnimbiriti						Sofular İğnimbiriti	
Na₂O	3,65	4,99	6,84	6,08	6,34	6,40	6,13	7,10	5,03	6,00	5,81	6,30	6,27	6,87	5,67	5,88
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al₂O₃	27,74	27,02	24,23	25,39	25,49	25,25	25,37	24,38	23,84	24,38	23,77	23,77	24,46	23,52	23,51	24,64
SiO₂	56,30	58,34	59,96	59,22	60,79	59,85	58,77	61,12	64,58	62,18	61,62	61,87	63,13	62,54	62,49	62,99
K₂O	0,60	0,57	0,72	0,51	0,65	0,69	0,70	0,83	1,07	0,78	0,82	0,75	0,89	1,23	1,08	0,80
CaO	11,23	8,85	7,24	7,31	7,08	7,31	7,97	6,29	5,53	6,26	5,94	5,78	6,20	5,42	5,55	5,96
TiO₂	0,17	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,10	0,14	0,18	0,00	0,20	0,08
MnO	0,03	0,08	0,00	0,20	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
FeO	0,52	0,89	0,17	0,32	0,01	0,36	0,06	0,01	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,07	0,21	0,16
Toplam	100,24	100,73	99,47	99,03	100,37	100,44	99,01	99,73	100,07	99,70	98,36	98,62	101,14	99,65	98,72	100,52
Katyonlar 8 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.																
Na	1,27	1,72	2,38	2,12	2,17	2,21	2,15	2,45	1,71	2,06	2,02	2,19	2,12	2,37	1,96	2,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,14	0,13	0,16	0,12	0,15	0,16	0,16	0,19	0,24	0,18	0,19	0,17	0,20	0,28	0,25	0,18
Ca	2,16	1,69	1,39	1,41	1,34	1,39	1,54	1,20	1,04	1,19	1,14	1,11	1,16	1,03	1,06	1,12
Ti	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01
Fe	0,08	0,13	0,03	0,05	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02
Mn	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si	10,10	10,37	10,77	10,66	10,76	10,66	10,60	10,90	11,30	11,02	11,07	11,07	11,03	11,12	11,16	11,05
Al	5,87	5,66	5,13	5,39	5,32	5,30	5,39	5,12	4,92	5,09	5,03	5,02	5,04	4,93	4,95	5,09
Tot	19,64	19,72	19,90	19,77	19,74	19,87	19,85	19,86	19,21	19,55	19,51	19,58	19,58	19,74	19,44	19,48
Ort	3,86	3,64	4,17	3,22	4,03	4,20	4,18	4,91	8,03	5,16	5,60	4,93	5,70	7,56	7,55	5,45
Ab	35,58	48,66	60,47	58,13	59,33	58,73	55,78	63,82	57,24	60,14	60,34	63,09	60,96	64,37	59,97	60,61
An	60,55	47,70	35,36	38,65	36,64	37,07	40,04	31,27	34,73	34,70	34,06	31,98	33,34	28,08	32,47	33,94

Birim	Sofular İğnimbiriti					Cemilköy İğnimbiriti										
Na₂O	4,44	4,31	6,12	5,59	4,00	5,55	5,21	6,64	5,16	5,56	5,47	5,53	6,96	6,85	6,46	6,78
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al₂O₃	26,71	27,43	23,56	25,38	27,94	26,06	26,19	23,51	26,09	25,63	26,07	25,98	22,66	23,13	25,06	23,22
SiO₂	57,04	58,59	62,26	60,77	56,36	59,27	58,15	62,42	58,02	60,93	60,61	59,86	61,92	63,05	62,88	62,46
K₂O	0,69	0,60	1,06	0,73	0,56	0,64	0,64	0,90	0,61	0,63	0,53	0,55	1,11	0,98	0,73	1,02
CaO	9,75	9,40	5,57	6,92	10,44	8,08	8,87	5,56	8,72	7,33	7,95	7,81	5,51	5,51	6,54	5,31
TiO₂	0,14	0,13	0,16	0,00	0,00	0,00	0,08	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,36	0,01	0,00
MnO	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,12	0,49	0,11	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
FeO	0,16	0,32	0,18	0,18	0,30	0,20	0,24	0,35	0,27	0,39	0,16	0,23	0,28	0,12	0,00	0,09
Toplam	98,92	100,95	98,92	99,56	99,60	99,96	99,38	99,59	98,97	100,96	100,89	100,01	98,91	100,00	101,67	98,89
	Katyonlar 8 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.															
Na	1,56	1,48	2,12	1,93	1,40	1,92	1,82	2,29	1,81	1,90	1,87	1,91	2,43	2,35	2,18	2,35
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,16	0,14	0,24	0,17	0,13	0,15	0,15	0,20	0,14	0,14	0,12	0,13	0,25	0,22	0,16	0,23
Ca	1,89	1,78	1,07	1,32	2,01	1,54	1,71	1,06	1,69	1,38	1,50	1,49	1,06	1,04	1,22	1,02
Ti	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	0,00	0,00
Fe	0,02	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,06	0,02	0,03	0,04	0,02	0,00	0,01
Mn	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Si	10,32	10,36	11,12	10,81	10,14	10,57	10,46	11,10	10,48	10,74	10,68	10,64	11,12	11,16	10,95	11,17
Al	5,70	5,72	4,96	5,32	5,93	5,48	5,55	4,93	5,55	5,32	5,41	5,44	4,80	4,83	5,14	4,89
Tot	19,67	19,57	19,56	19,57	19,66	19,72	19,73	19,66	19,72	19,62	19,61	19,65	19,76	19,67	19,65	19,68
Ort	4,41	4,02	7,06	4,86	3,65	4,04	3,98	5,74	3,84	4,13	3,40	3,56	6,81	6,10	4,52	6,47
Ab	43,20	43,52	61,83	56,48	39,49	53,16	49,50	64,45	49,75	55,49	53,59	54,18	64,86	65,02	61,24	65,27
An	52,39	52,46	31,11	38,65	56,87	42,81	46,52	29,81	46,41	40,38	43,01	42,26	28,34	28,87	34,24	28,26

Birim	Cemilköy İğnimbiriti				Tahar İğnimbiriti										Gördeles İğnimbiriti		
Na₂O	7,32	7,04	7,18	7,49	4,86	4,74	4,65	4,74	4,96	1,14	4,14	1,12	1,10	6,09	6,18	5,96	
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al₂O₃	22,89	23,68	23,29	23,40	0,21	0,21	0,22	0,31	0,19	0,03	0,18	0,10	0,11	24,09	24,21	23,52	
SiO₂	62,41	63,30	61,13	63,34	10,60	10,58	10,59	10,69	10,33	17,23	11,65	18,59	17,08	61,59	63,06	61,56	
K₂O	0,71	0,76	0,84	1,25	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	1,09	1,13	0,95	
CaO	4,88	6,00	5,80	5,74	0,30	0,22	0,10	0,53	0,27	0,46	0,36	0,33	0,60	6,32	6,12	6,30	
TiO₂	0,00	0,39	0,37	0,06	0,01	0,46	0,00	0,06	0,00	0,00	0,12	0,00	0,22	0,00	0,00	0,11	
MnO	0,45	0,00	0,23	0,21	57,19	56,46	56,05	56,07	57,41	48,10	53,85	46,77	46,61	0,24	0,27	0,00	
FeO	0,18	0,00	0,00	0,00	27,94	28,69	27,81	27,28	28,17	33,59	28,88	33,31	33,12	0,37	0,34	0,42	
Toplam	98,85	101,17	98,85	101,51	101,11	101,36	99,45	99,68	101,32	100,54	99,18	100,27	98,84	99,79	101,31	98,84	
Katyonlar 8 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.																	
Na	2,54	2,39	2,50	2,55	1,67	1,63	1,63	1,66	1,70	0,40	1,46	0,40	0,40	2,10	2,10	2,07	
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K	0,16	0,17	0,19	0,28	0,05	0,05	0,05	0,07	0,04	0,01	0,04	0,02	0,03	0,25	0,25	0,22	
Ca	0,94	1,13	1,12	1,08	2,02	2,01	2,05	2,07	1,96	3,36	2,27	3,67	3,41	1,21	1,15	1,21	
Ti	0,00	0,05	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	
Fe	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,01	0,08	0,04	0,07	0,05	0,05	0,09	0,05	0,05	0,06	
Mn	0,07	0,00	0,04	0,03	0,00	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,04	0,04	0,00	
Si	11,18	11,08	11,00	11,10	10,15	10,02	10,11	10,13	10,16	8,77	9,80	8,61	8,68	10,97	11,04	11,04	
Al	4,83	4,88	4,94	4,83	5,85	6,00	5,91	5,81	5,88	7,22	6,20	7,23	7,27	5,06	5,00	4,97	
Tot	19,75	19,70	19,83	19,88	19,78	19,82	19,77	19,83	19,78	19,83	19,85	19,98	19,90	19,68	19,63	19,60	
Ort	4,45	4,59	5,03	7,18	1,29	1,27	1,38	1,87	1,14	0,18	1,14	0,56	0,67	6,96	7,23	6,23	
Ab	69,82	64,84	65,68	65,23	44,77	44,19	43,69	43,71	45,96	10,68	38,69	9,76	10,35	59,14	59,99	59,21	
An	25,73	30,57	29,29	27,59	53,93	54,53	54,93	54,42	52,91	89,14	60,17	89,68	88,99	33,90	32,78	34,57	

Birim	Gördeles İğnimbiriti											Kızılkaya İğnimbiriti				
Na₂O	6,07	5,74	6,09	5,57	5,88	6,01	5,39	5,38	6,53	6,49	6,56	6,39	6,51	6,37	6,34	6,32
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al₂O₃	24,34	24,49	24,35	24,74	24,26	23,74	25,79	26,63	24,05	24,18	24,24	23,76	24,01	23,95	23,80	24,23
SiO₂	62,74	60,92	61,30	60,85	60,69	61,52	58,57	59,34	60,92	61,10	61,10	61,36	62,09	62,37	61,60	61,94
K₂O	0,97	0,98	1,15	0,85	0,97	0,90	0,99	0,77	1,40	1,29	1,12	1,02	0,95	0,97	0,95	0,72
CaO	6,39	7,38	7,29	7,24	6,95	6,35	8,29	8,43	5,70	6,43	5,55	6,15	6,30	5,83	6,72	5,86
TiO₂	0,00	0,37	0,21	0,08	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,44	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,12	0,16	0,00	0,02	0,03	0,20	0,00	0,05	0,00	0,25
FeO	0,27	0,03	0,20	0,13	0,12	0,31	0,48	0,14	0,50	0,62	0,65	0,54	0,09	0,39	0,14	0,47
Toplam	100,79	99,89	100,60	99,46	98,88	98,90	99,72	100,84	99,11	100,14	99,25	99,40	100,08	99,94	99,99	99,78
Katyonlar 8 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.																
Na	2,07	1,98	2,09	1,93	2,05	2,09	1,88	1,85	2,28	2,24	2,28	2,22	2,24	2,19	2,18	2,17
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,22	0,22	0,26	0,19	0,22	0,21	0,23	0,17	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,22	0,22	0,16
Ca	1,20	1,41	1,38	1,38	1,34	1,22	1,60	1,60	1,10	1,23	1,06	1,18	1,20	1,11	1,28	1,11
Ti	0,00	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06	0,00
Fe	0,04	0,00	0,03	0,02	0,02	0,05	0,07	0,02	0,08	0,09	0,10	0,08	0,01	0,06	0,02	0,07
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00	0,04
Si	11,03	10,84	10,86	10,86	10,90	11,03	10,52	10,51	10,95	10,89	10,94	10,98	11,00	11,06	10,95	11,00
Al	5,04	5,14	5,09	5,20	5,14	5,01	5,46	5,56	5,09	5,08	5,12	5,01	5,02	5,00	4,99	5,07
Tot	19,60	19,64	19,74	19,59	19,66	19,61	19,79	19,73	19,81	19,83	19,76	19,73	19,70	19,65	19,70	19,63
Ort	6,26	6,17	6,94	5,51	6,14	5,88	6,14	4,81	8,67	7,81	7,13	6,40	5,88	6,25	5,85	4,70
Ab	59,26	54,87	56,04	55,01	56,77	59,44	50,72	51,03	61,61	59,56	63,29	61,11	61,31	62,27	59,37	63,02
An	34,47	38,95	37,02	39,48	37,09	34,69	43,13	44,16	29,71	32,63	29,58	32,49	32,80	31,48	34,78	32,29

Birim	Kızılkaya İğnimbiriti									Valibabatepe İğnimbiriti						
Na₂O	6,08	5,89	6,31	5,53	5,87	5,59	5,89	5,79	6,51	5,12	4,91	4,50	5,25	4,76	5,38	4,99
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00
Al₂O₃	24,06	24,92	24,58	24,46	24,58	24,60	24,00	24,29	0,65	26,11	25,17	26,63	26,30	27,22	26,13	26,92
SiO₂	61,07	60,40	62,52	61,25	61,67	61,22	61,75	62,26	7,40	59,09	58,58	59,07	59,53	59,09	59,16	56,84
K₂O	1,05	0,78	0,90	0,88	0,86	0,70	0,99	0,83	0,00	0,26	0,53	0,59	0,42	0,46	0,45	0,31
CaO	7,10	7,26	6,62	7,05	7,03	6,52	6,33	6,66	0,20	7,60	8,91	10,15	8,77	9,51	9,09	9,20
TiO₂	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,46	0,23	0,00	0,00	0,13	0,00
MnO	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,37	0,06	60,43	0,31	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,22
FeO	0,57	0,39	0,05	0,34	0,11	0,49	0,55	0,34	24,61	0,93	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,46
Toplam	100,29	99,64	100,98	99,50	100,13	99,37	99,90	100,24	99,81	99,43	98,57	101,19	100,28	101,06	100,43	98,93
Katyonlar 8 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.																
Na	2,10	2,04	2,15	1,91	2,02	1,93	2,03	1,98	2,26	1,78	1,72	1,54	1,81	1,63	1,85	1,75
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
K	0,24	0,18	0,20	0,20	0,19	0,16	0,22	0,19	0,15	0,06	0,12	0,13	0,09	0,10	0,10	0,07
Ca	1,35	1,39	1,25	1,35	1,33	1,25	1,21	1,26	1,41	1,46	1,73	1,92	1,67	1,80	1,73	1,78
Ti	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00
Fe	0,08	0,06	0,01	0,05	0,02	0,07	0,08	0,05	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Mn	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,01	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Si	10,87	10,79	10,97	10,92	10,92	10,92	10,99	11,00	10,79	10,58	10,59	10,43	10,57	10,42	10,51	10,29
Al	5,05	5,25	5,08	5,14	5,13	5,17	5,03	5,06	5,18	5,51	5,36	5,54	5,50	5,66	5,47	5,74
Tot	19,75	19,70	19,66	19,57	19,62	19,54	19,62	19,55	19,82	19,58	19,59	19,60	19,63	19,61	19,71	19,75
Ort	6,44	4,93	5,60	5,76	5,47	4,79	6,48	5,44	3,90	1,79	3,42	3,70	2,66	2,94	2,78	1,97
Ab	56,87	56,54	59,74	55,29	56,90	57,92	58,67	57,80	59,06	53,96	48,20	42,88	50,61	46,12	50,25	48,58
An	36,68	38,53	34,67	38,95	37,64	37,28	34,85	36,76	37,05	44,25	48,38	53,41	46,74	50,94	46,97	49,45

EK 10. Amfibol grubu minerallerine ait ana oksit analiz sonuçları ve hesaplanmış katyonik değerler

Birim	Tahar İğnimbiriti							Kızılkaya İğnimbiriti					
SiO₂	49,18	47,82	48,62	49,50	49,03	49,22	49,61	50,15	48,62	49,24	48,98	49,49	46,08
TiO₂	1,35	1,26	1,03	0,98	0,99	0,94	1,12	0,82	1,32	1,00	0,90	1,01	2,23
Al₂O₃	6,04	6,21	5,82	5,74	5,91	6,53	5,81	6,11	6,03	6,27	6,34	4,92	9,20
FeO	13,33	13,69	12,91	12,74	13,11	12,44	12,36	12,44	13,51	12,85	12,45	12,22	13,69
MnO	0,65	0,46	0,66	0,54	0,43	0,48	0,46	0,43	0,53	0,52	0,49	0,59	0,42
MgO	14,94	14,41	15,31	15,35	15,08	14,83	15,17	15,41	15,10	15,68	15,98	15,87	13,85
CaO	11,39	11,20	10,46	10,65	10,21	10,50	10,80	10,38	11,27	10,52	9,99	10,87	10,62
Na₂O	0,67	0,73	0,78	0,84	0,70	0,82	0,54	0,96	0,92	1,04	1,29	0,67	1,43
K₂O	0,51	0,53	0,34	0,38	0,29	0,41	0,38	0,41	0,58	0,40	0,39	0,37	0,54
Toplam	98,06	96,30	95,92	96,73	95,75	96,17	96,24	97,11	97,87	97,52	96,80	96,01	98,07
Katyonlar 23 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.													
Si	7,15	7,10	7,19	7,25	7,25	7,23	7,28	7,28	7,10	7,16	7,16	7,29	6,74
Ti	0,15	0,14	0,11	0,11	0,11	0,10	0,12	0,09	0,14	0,11	0,10	0,11	0,24
Al	1,04	1,09	1,02	0,99	1,03	1,13	1,00	1,05	1,04	1,07	1,09	0,85	1,59
Fe+2	1,62	1,70	1,60	1,56	1,62	1,53	1,52	1,51	1,65	1,56	1,52	1,51	1,67
Mn	0,08	0,06	0,08	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,05
Mg	3,24	3,19	3,38	3,35	3,32	3,25	3,32	3,34	3,29	3,40	3,48	3,49	3,02
Ca	1,77	1,78	1,66	1,67	1,62	1,65	1,70	1,61	1,76	1,64	1,56	1,72	1,66
Na	0,19	0,21	0,22	0,24	0,20	0,23	0,15	0,27	0,26	0,29	0,37	0,19	0,41
K	0,10	0,10	0,06	0,07	0,05	0,08	0,07	0,08	0,11	0,07	0,07	0,07	0,10
Mg/(Mg+Fe+2)	0,67	0,65	0,68	0,68	0,67	0,68	0,69	0,69	0,67	0,68	0,70	0,70	0,64

Birim	Gördeles İgnimbiriti					Zelve İgnimbiriti					
SiO2	44,73	45,78	44,37	47,11	45,55	46,86	46,87	47,73	46,60	46,79	49,03
TiO2	2,11	1,09	1,86	2,09	2,82	1,12	1,00	0,96	0,79	1,30	0,68
Al2O3	9,08	8,71	8,80	8,37	8,84	7,35	7,33	8,14	8,29	7,87	7,04
FeO	14,92	15,46	14,52	13,57	14,50	14,80	14,68	14,44	14,33	15,39	14,13
MnO	0,46	0,66	0,52	0,13	0,08	0,62	0,56	0,33	0,57	0,77	0,60
MgO	12,14	12,48	12,19	12,75	12,32	13,44	13,42	13,54	13,54	13,26	14,13
CaO	10,67	9,84	10,81	11,56	11,35	11,15	11,06	10,22	10,00	11,14	10,21
Na2O	1,34	1,28	1,32	1,10	1,35	0,95	1,18	1,17	1,36	1,13	0,97
K2O	0,83	0,71	0,84	1,08	0,91	0,51	0,58	0,44	0,50	0,59	0,30
Toplam	96,28	96,02	95,23	97,75	97,71	96,79	96,68	96,98	95,99	98,24	97,09
	Kationlar 23 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.										
Si	6,73	6,88	6,75	6,91	6,73	6,98	6,98	7,03	6,96	6,89	7,18
Ti	0,24	0,12	0,21	0,23	0,31	0,12	0,11	0,11	0,09	0,14	0,07
Al	1,61	1,54	1,58	1,45	1,54	1,29	1,29	1,41	1,46	1,37	1,22
Fe+2	1,88	1,94	1,85	1,66	1,79	1,84	1,83	1,78	1,79	1,90	1,73
Mn	0,06	0,08	0,07	0,02	0,01	0,08	0,07	0,04	0,07	0,10	0,07
Mg	2,72	2,80	2,76	2,79	2,72	2,98	2,98	2,97	3,01	2,91	3,09
Ca	1,72	1,59	1,76	1,82	1,80	1,78	1,77	1,61	1,60	1,76	1,60
Na	0,39	0,37	0,39	0,31	0,39	0,27	0,34	0,34	0,39	0,32	0,27
K	0,16	0,14	0,16	0,20	0,17	0,10	0,11	0,08	0,10	0,11	0,06
Mg/(Mg+Fe+2)	0,59	0,59	0,60	0,63	0,60	0,62	0,62	0,63	0,63	0,61	0,64

EK 11. Mika grubu mineralleri üzerinde gerçekleştirilen mikroprop analizleri ve hesaplanmış katyonik oranlar

Birim	Kızılkaya İğnimbiriti					Gördeles İğnimbiriti									
SiO2	38,85	39,53	38,81	37,84	40,13	39,41	39,53	40,53	36,28	39,68	37,71	38,27	40,33	39,01	37,56
TiO2	4,23	4,82	5,76	4,93	3,95	5,28	4,20	4,59	4,27	4,08	4,63	4,60	4,22	4,42	4,58
Al2O3	13,30	13,23	12,94	13,05	13,74	13,02	13,27	13,52	12,51	13,32	12,82	12,52	13,47	12,67	12,63
FeO	16,45	17,19	13,35	17,37	14,38	16,26	16,27	15,01	18,93	17,17	17,17	16,28	15,24	15,92	16,56
MnO	0,29	0,31	0,00	0,43	0,00	0,05	0,00	0,13	0,68	0,41	0,15	0,36	0,21	0,04	0,10
MgO	14,33	14,42	13,93	13,78	14,46	13,60	13,50	14,11	13,08	13,92	13,07	12,71	13,87	13,24	13,29
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00
Na2O	0,03	0,14	0,12	0,05	0,21	0,00	0,04	0,18	0,04	0,10	0,10	0,06	0,16	0,06	0,07
K2O	6,96	6,97	7,16	6,86	7,57	7,40	6,84	7,12	7,29	6,93	7,71	7,58	7,17	7,47	7,77
Toplam	94,44	96,61	92,08	94,32	94,44	95,26	93,65	95,20	93,08	95,63	93,35	92,37	94,67	92,95	92,58
	Katyonlar 22 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	5,80	5,78	5,86	5,70	5,92	5,83	5,92	5,93	5,63	5,86	5,76	5,87	5,95	5,91	5,77
Al iv	2,20	2,22	2,14	2,30	2,08	2,17	2,08	2,07	2,29	2,14	2,24	2,13	2,05	2,09	2,23
Al vi	0,14	0,06	0,16	0,02	0,31	0,10	0,26	0,27	0,00	0,18	0,07	0,14	0,29	0,18	0,06
Ti	0,47	0,53	0,65	0,56	0,44	0,59	0,47	0,50	0,50	0,45	0,53	0,53	0,47	0,50	0,53
Fe	2,05	2,10	1,68	2,19	1,77	2,01	2,04	1,84	2,46	2,12	2,19	2,09	1,88	2,02	2,13
Mn	0,04	0,04	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,02	0,09	0,05	0,02	0,05	0,03	0,01	0,01
Mg	3,19	3,14	3,13	3,09	3,18	3,00	3,01	3,08	3,03	3,06	2,98	2,91	3,05	2,99	3,05
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Na	0,01	0,04	0,03	0,02	0,06	0,00	0,01	0,05	0,01	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02
K	1,32	1,30	1,38	1,32	1,42	1,40	1,31	1,33	1,44	1,31	1,50	1,48	1,35	1,44	1,52
TOTAL	19,22	19,22	19,04	19,25	19,19	19,14	19,10	19,09	19,45	19,20	19,32	19,21	19,11	19,18	19,32
Al total	2,34	2,28	2,30	2,32	2,39	2,27	2,34	2,33	2,29	2,32	2,31	2,27	2,34	2,26	2,29
Fe/Fe+Mg	0,39	0,40	0,35	0,41	0,36	0,40	0,40	0,37	0,45	0,41	0,42	0,42	0,38	0,40	0,41
Mg#	48,71	47,56	59,37	45,68	56,36	49,69	49,09	54,40	40,69	47,17	45,59	47,86	53,19	49,54	46,97

Birim	Cemilköy İğnimbiriti							Sofular İğnimbiriti							
SiO2	37,65	37,36	36,95	37,63	38,20	38,21	36,92	39,49	39,33	39,49	43,51	40,91	39,16	40,23	42,83
TiO2	5,02	4,30	4,85	5,05	4,01	5,33	5,36	5,01	4,68	5,36	4,10	5,59	5,74	5,75	4,82
Al2O3	14,29	13,92	14,13	14,21	14,62	13,82	13,64	12,55	12,28	12,78	15,70	13,37	12,56	12,83	14,78
FeO	18,49	19,72	17,34	16,77	17,32	17,65	17,78	15,63	15,17	14,99	13,14	13,21	14,77	14,62	13,29
MnO	0,37	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,39	0,13	0,10	0,11	0,18	0,17	0,31
MgO	11,24	11,91	11,16	11,66	11,54	11,48	11,15	13,60	13,34	14,21	11,85	14,88	14,06	14,13	11,20
CaO	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,16	0,14	0,24	0,31	0,18	0,34	0,34	0,34	0,37	0,14
Na2O	0,14	0,34	0,35	0,41	0,44	0,34	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
K2O	8,30	8,07	9,08	7,48	8,21	8,83	9,25	7,05	7,15	6,95	6,75	7,18	7,56	6,96	6,41
Toplam	95,50	96,18	94,24	93,21	94,34	95,82	94,40	93,88	92,65	94,09	95,49	95,62	94,37	95,07	93,78
Katyonlar 22 oksijen anyon'luna göre hesaplanmıştır.															
Si	5,67	5,63	5,65	5,73	5,77	5,72	5,65	5,91	5,96	5,87	6,20	5,92	5,83	5,90	6,23
Al iv	2,33	2,37	2,35	2,27	2,23	2,28	2,35	2,09	2,04	2,13	1,80	2,08	2,17	2,10	1,77
Al vi	0,21	0,10	0,20	0,28	0,37	0,16	0,11	0,12	0,15	0,10	0,84	0,19	0,03	0,11	0,76
Ti	0,57	0,49	0,56	0,58	0,46	0,60	0,62	0,56	0,53	0,60	0,44	0,61	0,64	0,63	0,53
Fe	2,33	2,49	2,22	2,13	2,19	2,21	2,28	1,96	1,92	1,86	1,57	1,60	1,84	1,79	1,62
Mn	0,05	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04
Mg	2,52	2,68	2,54	2,64	2,60	2,56	2,54	3,03	3,01	3,15	2,52	3,21	3,12	3,09	2,43
Ca	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03	0,02	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,02
Na	0,04	0,10	0,10	0,12	0,13	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
K	1,60	1,55	1,77	1,45	1,58	1,69	1,81	1,35	1,38	1,32	1,23	1,32	1,43	1,30	1,19
TOTAL	19,31	19,47	19,45	19,21	19,33	19,35	19,42	19,10	19,10	19,07	18,65	19,00	19,15	19,01	18,58
Al total	2,54	2,47	2,55	2,55	2,60	2,44	2,46	2,21	2,19	2,24	2,64	2,28	2,20	2,22	2,53
Fe/Fe+Mg	0,48	0,48	0,47	0,45	0,46	0,46	0,47	0,39	0,39	0,37	0,38	0,33	0,37	0,37	0,40
Mg#	42,95	40,23	45,09	46,86	45,70	45,23	43,94	51,14	52,04	53,71	63,83	62,63	54,40	55,81	61,89

Birim	Tahar ignimbiriti												Sarımadentepe İgn.		
SiO2	39,47	37,94	38,22	38,53	40,58	38,53	40,95	39,83	38,96	41,28	40,93	38,96	39,54	38,81	39,50
TiO2	4,62	4,86	4,56	4,96	4,44	5,53	4,58	4,27	5,18	4,86	6,40	6,43	5,51	5,69	5,55
Al2O3	13,44	12,76	12,52	12,87	13,08	13,34	14,14	13,37	13,07	13,95	13,87	12,77	12,82	12,70	13,50
FeO	15,29	15,75	15,33	15,61	15,20	14,04	14,26	16,10	16,25	13,28	12,63	14,89	14,73	15,10	15,08
MnO	0,08	0,12	0,16	0,05	0,22	0,00	0,16	0,36	0,64	0,29	0,01	0,02	0,02	0,04	0,00
MgO	14,71	13,98	13,96	13,98	13,17	14,42	15,00	14,71	14,52	14,96	14,29	13,42	14,92	15,58	14,56
CaO	0,00	0,06	0,00	0,00	0,12	0,40	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,72	0,29	0,17	0,00
Na2O	0,12	0,07	0,00	0,04	0,13	0,04	0,25	0,06	0,00	0,19	0,10	0,00	0,16	0,36	0,33
K2O	7,78	7,83	7,87	7,85	7,48	8,53	6,79	7,13	7,74	7,42	6,75	8,45	7,45	8,15	6,57
Toplam	95,49	93,36	92,62	93,89	94,43	94,83	96,13	95,83	96,58	96,22	94,98	95,68	95,43	96,60	95,10
Kasyonlar 22 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.															
Si	5,81	5,76	5,83	5,80	6,01	5,72	5,90	5,84	5,72	5,93	5,91	5,76	5,81	5,68	5,79
Al iv	2,19	2,24	2,17	2,20	1,99	2,28	2,10	2,16	2,26	2,07	2,09	2,22	2,19	2,19	2,21
Al vi	0,14	0,04	0,08	0,08	0,29	0,06	0,30	0,15	0,00	0,30	0,28	0,00	0,03	0,00	0,12
Ti	0,51	0,55	0,52	0,56	0,50	0,62	0,50	0,47	0,57	0,52	0,70	0,71	0,61	0,63	0,61
Fe	1,88	2,00	1,96	1,96	1,88	1,74	1,72	1,97	2,00	1,60	1,53	1,84	1,81	1,85	1,85
Mn	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,00	0,02	0,05	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	3,23	3,16	3,18	3,13	2,91	3,19	3,22	3,21	3,18	3,20	3,08	2,96	3,27	3,40	3,18
Ca	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,11	0,05	0,03	0,00
Na	0,04	0,02	0,00	0,01	0,04	0,01	0,07	0,02	0,00	0,05	0,03	0,00	0,05	0,10	0,09
K	1,46	1,51	1,53	1,51	1,41	1,62	1,25	1,33	1,45	1,36	1,24	1,59	1,39	1,52	1,23
TOTAL	19,26	19,31	19,29	19,26	19,08	19,31	19,07	19,21	19,30	19,07	18,85	19,21	19,20	19,41	19,09
Al total	2,33	2,28	2,25	2,28	2,28	2,34	2,40	2,31	2,26	2,36	2,36	2,22	2,22	2,19	2,33
Fe/Fe+Mg	0,37	0,39	0,38	0,39	0,39	0,35	0,35	0,38	0,39	0,33	0,33	0,38	0,36	0,35	0,37
Mg#	53,15	50,03	51,13	50,93	53,09	57,34	58,22	50,66	50,08	62,66	65,52	54,31	55,28	54,10	54,08

Birim	Sarımadentepe İgnimbiriti			Zelve İgnimbiriti											
SiO2	39,65	40,43	39,79	41,65	43,36	40,28	39,94	41,32	41,99	43,04	42,27	41,43	42,58	41,62	42,37
TiO2	6,14	6,32	5,55	4,37	3,72	4,96	4,44	3,98	3,82	3,74	3,92	3,65	4,58	4,23	5,20
Al2O3	13,32	13,48	13,30	12,55	12,37	12,67	12,21	11,91	12,07	11,98	12,69	12,72	13,48	13,26	12,62
FeO	13,07	13,15	14,05	13,79	14,07	15,48	15,23	14,98	13,78	14,34	14,03	13,76	12,07	15,21	14,58
MnO	0,00	0,01	0,47	0,12	0,04	0,00	0,16	0,34	0,24	0,14	0,28	0,07	0,00	0,62	0,00
MgO	15,02	15,03	14,82	13,59	14,00	13,31	12,89	13,20	13,40	14,24	14,26	13,70	13,52	13,35	12,42
CaO	0,22	0,24	0,00	0,06	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,50
Na2O	0,27	0,07	0,33	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,14
K2O	6,94	7,57	7,26	7,30	7,21	8,01	7,73	6,95	7,14	5,57	7,44	7,32	7,24	7,52	6,92
Toplam	94,62	96,29	95,57	93,45	94,77	94,87	92,59	92,67	92,45	93,06	94,90	92,68	93,55	95,90	94,75
Katyonlar 22 oksijen anyon'luna göre hesaplanmıştır.															
Si	5,80	5,82	5,81	6,16	6,30	5,97	6,05	6,20	6,27	6,32	6,17	6,18	6,21	6,06	6,19
Al iv	2,20	2,18	2,19	1,84	1,70	2,03	1,95	1,80	1,73	1,68	1,83	1,82	1,79	1,94	1,81
Al vi	0,10	0,11	0,10	0,35	0,42	0,18	0,23	0,31	0,39	0,40	0,35	0,41	0,53	0,34	0,36
Ti	0,68	0,68	0,61	0,49	0,41	0,55	0,51	0,45	0,43	0,41	0,43	0,41	0,50	0,46	0,57
Fe	1,60	1,58	1,72	1,71	1,71	1,92	1,93	1,88	1,72	1,76	1,71	1,72	1,47	1,85	1,78
Mn	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,08	0,00
Mg	3,28	3,23	3,23	3,00	3,03	2,94	2,91	2,95	2,98	3,12	3,10	3,05	2,94	2,90	2,70
Ca	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08
Na	0,08	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,04
K	1,30	1,39	1,35	1,38	1,34	1,51	1,49	1,33	1,36	1,04	1,38	1,39	1,35	1,40	1,29
TOTAL	19,06	19,05	19,16	18,95	18,90	19,13	19,10	18,96	18,92	18,75	19,01	19,00	18,81	19,04	18,82
Al total	2,30	2,29	2,29	2,19	2,12	2,21	2,18	2,11	2,12	2,07	2,18	2,24	2,32	2,28	2,17
Fe/Fe+Mg	0,33	0,33	0,35	0,36	0,36	0,39	0,40	0,39	0,37	0,36	0,36	0,36	0,33	0,39	0,40
Mg#	62,53	63,16	58,29	58,61	58,52	52,14	51,82	53,20	58,10	56,75	58,43	58,26	67,90	53,98	56,17

Birim	Zelve İğnimbiriti					Kavak İğnimbiriti										
SiO2	40,79	37,27	37,07	36,98	39,96	40,68	40,20	39,93	39,51	37,87	39,05	38,17	41,72	38,73	42,06	
TiO2	4,49	5,49	6,70	5,47	4,87	4,21	4,69	3,41	4,88	4,25	5,31	4,47	3,44	4,13	3,71	
Al2O3	12,81	13,78	14,18	13,83	14,48	13,69	14,44	14,05	13,51	13,16	13,24	13,58	13,03	13,00	12,48	
FeO	14,68	14,61	15,15	15,92	14,32	16,38	15,74	16,54	18,03	18,35	16,55	18,50	15,00	17,43	16,78	
MnO	0,23	0,17	0,00	0,23	0,03	0,45	0,29	0,61	0,08	0,50	0,00	0,00	0,00	0,40	0,14	
MgO	12,80	13,89	13,68	13,88	14,24	13,01	13,78	13,56	13,05	12,48	11,88	13,35	12,71	12,60	12,54	
CaO	0,00	0,15	0,85	0,18	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Na2O	0,00	0,49	0,41	0,58	0,46	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,02	0,06	0,02	0,02	0,01	
K2O	7,84	7,52	8,89	8,69	8,15	7,76	7,28	7,31	7,27	7,33	7,98	7,20	7,33	7,66	7,39	
Toplam	93,65	93,38	96,94	95,76	96,74	96,18	96,43	95,42	96,34	94,04	94,03	95,33	93,25	93,97	95,11	
Katyonlar 22 oksijen anyon'luna göre hesaplanmıştır.																
Si	6,08	5,63	5,46	5,53	5,78	5,95	5,83	5,89	5,81	5,76	5,88	5,71	6,21	5,87	6,20	
Al iv	1,92	2,37	2,46	2,44	2,22	2,05	2,17	2,11	2,19	2,24	2,12	2,29	1,79	2,13	1,80	
Al vi	0,33	0,08	0,00	0,00	0,26	0,32	0,30	0,34	0,16	0,12	0,23	0,10	0,49	0,19	0,36	
Ti	0,50	0,62	0,74	0,62	0,53	0,46	0,51	0,38	0,54	0,49	0,60	0,50	0,39	0,47	0,41	
Fe	1,83	1,85	1,87	1,99	1,73	2,00	1,91	2,04	2,22	2,34	2,08	2,31	1,87	2,21	2,07	
Mn	0,03	0,02	0,00	0,03	0,00	0,06	0,04	0,08	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	
Mg	2,85	3,13	3,00	3,09	3,07	2,84	2,98	2,98	2,86	2,83	2,67	2,98	2,82	2,84	2,75	
Ca	0,00	0,02	0,13	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Na	0,00	0,14	0,12	0,17	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	
K	1,49	1,45	1,67	1,66	1,51	1,45	1,35	1,38	1,36	1,42	1,53	1,37	1,39	1,48	1,39	
TOTAL	19,03	19,32	19,46	19,55	19,27	19,13	19,09	19,20	19,16	19,30	19,12	19,29	18,96	19,25	19,01	
Al total	2,25	2,45	2,46	2,44	2,47	2,36	2,47	2,44	2,34	2,36	2,35	2,39	2,29	2,32	2,17	
Fe/Fe+Mg	0,39	0,37	0,38	0,39	0,36	0,41	0,39	0,41	0,44	0,45	0,44	0,44	0,40	0,44	0,43	
Mg#	54,63	54,19	53,58	50,24	57,67	49,89	52,34	48,98	45,08	42,81	47,99	43,22	53,58	45,28	48,37	

Birim	Kavak İğnimbiriti						
SiO2	40,04	40,31	42,19	42,11	42,21	42,51	41,07
TiO2	3,47	4,15	4,03	3,19	3,69	3,93	3,59
Al2O3	12,71	11,77	12,86	13,34	13,38	12,08	12,52
FeO	18,12	17,31	16,27	16,33	16,01	15,50	16,42
MnO	0,59	0,17	0,29	0,09	0,06	0,01	0,20
MgO	12,07	11,88	13,04	13,21	13,25	11,86	12,53
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,00	0,00	0,19	0,02	0,08	0,00	0,08
K2O	6,72	7,84	7,67	7,13	7,29	7,41	8,27
Toplam	93,73	93,42	96,55	95,40	95,97	93,30	94,67
Katyonlar 22 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.							
Si	6,05	6,12	6,12	6,15	6,13	6,33	6,12
Al iv	1,95	1,88	1,88	1,85	1,87	1,67	1,88
Al vi	0,31	0,22	0,33	0,45	0,42	0,45	0,32
Ti	0,39	0,47	0,44	0,35	0,40	0,44	0,40
Fe	2,29	2,20	1,98	2,00	1,94	1,93	2,05
Mn	0,08	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,02
Mg	2,72	2,69	2,82	2,88	2,87	2,63	2,78
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,02
K	1,29	1,52	1,42	1,33	1,35	1,41	1,57
TOTAL	19,08	19,12	19,07	19,02	19,01	18,87	19,17
Al total	2,26	2,10	2,20	2,30	2,29	2,12	2,20
Fe/Fe+Mg	0,46	0,45	0,41	0,41	0,40	0,42	0,42
Mg#	43,70	45,51	50,62	50,12	51,46	51,80	48,86

EK 12. Klinoptilolit/Höylandit grubu minerallerine ait ana oksit oranlar ve hesaplanmış katyonik değerler

Örnek No Lokasyon	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy
SiO₂	63,47	62,78	66,75	64,73	64,09	67,33	66,84	64,61	67,01	64,85	64,68	65,63	65,51	66,35
TiO₂	0,00	0,12	0,03	0,59	0,09	0,00	0,27	0,28	0,04	0,00	0,10	0,24	0,33	0,00
Al₂O₃	12,73	12,35	13,59	12,88	12,54	12,87	13,51	12,81	13,43	13,05	13,26	13,41	12,88	13,21
FeO	0,00	0,00	0,11	0,00	0,05	0,56	0,00	0,03	0,00	0,10	0,04	0,04	0,11	0,15
MnO	0,00	0,00	0,17	0,00	0,18	0,59	0,00	0,00	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,55
MgO	1,00	0,95	1,13	1,09	1,18	1,12	1,07	1,07	0,85	0,70	1,25	1,06	1,12	1,20
CaO	3,40	3,12	3,16	3,58	3,21	2,79	3,42	3,56	3,57	3,45	3,64	3,42	3,29	3,27
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	1,50	1,83	1,68	1,69	2,13	1,94	1,86	1,49	1,40	1,86	1,98	1,76	1,98	1,94
Toplam	82,11	81,16	86,62	84,57	83,47	87,21	86,96	83,86	86,41	84,09	84,94	85,57	85,23	86,67
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	29,38	29,45	29,31	29,19	29,35	29,51	29,27	29,31	29,44	29,39	29,11	29,22	29,33	29,28
Al	6,95	6,83	7,04	6,85	6,77	6,65	6,97	6,85	6,95	6,97	7,03	7,03	6,80	6,87
Ti	0,00	0,04	0,01	0,20	0,03	0,00	0,09	0,10	0,01	0,00	0,03	0,08	0,11	0,00
Fe⁺³	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,21	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	0,02	0,04	0,06
Mn	0,00	0,00	0,06	0,00	0,07	0,22	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,21
Mg	0,69	0,67	0,74	0,73	0,81	0,73	0,70	0,72	0,55	0,47	0,84	0,71	0,75	0,79
Ca	1,69	1,57	1,49	1,73	1,57	1,31	1,60	1,73	1,68	1,67	1,75	1,63	1,58	1,54
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,89	1,09	0,94	0,97	1,25	1,08	1,04	0,86	0,79	1,08	1,14	1,00	1,13	1,09
Toplam	39,59	39,64	39,63	39,67	39,86	39,71	39,67	39,59	39,47	39,66	39,91	39,69	39,73	39,83
Si:Al	4,23	4,31	4,17	4,26	4,34	4,44	4,20	4,28	4,23	4,22	4,14	4,15	4,31	4,26
Al+Fe⁺³	6,95	6,83	7,08	6,85	6,79	6,85	6,97	6,87	6,95	7,01	7,05	7,05	6,84	6,93
Mg+Ca+Na+K	3,26	3,33	3,17	3,44	3,62	3,13	3,34	3,32	3,02	3,22	3,73	3,34	3,46	3,43
R (Si/Si+Al)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
M/(M+D)	0,27	0,33	0,30	0,28	0,34	0,35	0,31	0,26	0,26	0,33	0,31	0,30	0,33	0,32
M/D	0,37	0,49	0,42	0,40	0,52	0,53	0,45	0,35	0,35	0,50	0,44	0,43	0,49	0,47

Örnek No Lokasyon	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-	KIA114-
	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy	287 Tuzköy
SiO₂	65,98	67,78	61,87	64,78	61,96	65,61	62,96	67,66	66,67	64,30	66,91	66,83	66,92	66,26
TiO₂	0,51	0,04	0,20	0,13	0,43	0,55	0,14	0,27	0,09	0,05	0,27	0,00	0,00	0,29
Al₂O₃	13,32	12,65	12,72	12,76	12,30	13,47	13,00	13,37	12,59	12,61	13,34	13,22	13,61	13,28
FeO	0,12	0,18	0,03	0,17	0,00	0,00	0,14	0,00	0,06	0,00	0,00	0,21	0,27	0,00
MnO	0,00	0,19	0,18	0,22	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
MgO	1,07	0,78	1,09	0,85	0,97	1,40	1,24	0,98	0,84	0,59	0,80	0,90	1,04	1,12
CaO	3,72	3,32	3,78	3,13	3,72	3,43	3,37	3,35	2,90	3,44	3,52	3,56	3,60	3,64
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	1,77	2,33	1,64	1,67	1,93	1,84	1,66	1,83	2,04	1,70	1,84	1,53	1,56	1,65
Toplam	86,48	87,27	81,52	83,70	81,32	86,29	82,55	87,46	85,19	82,70	86,68	86,26	87,18	86,25
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	29,13	29,67	29,03	29,46	29,16	29,02	29,10	29,42	29,73	29,56	29,38	29,46	29,26	29,26
Al	6,93	6,53	7,04	6,84	6,82	7,02	7,08	6,85	6,62	6,83	6,90	6,87	7,01	6,91
Ti	0,17	0,01	0,07	0,05	0,15	0,18	0,05	0,09	0,03	0,02	0,09	0,00	0,00	0,10
Fe⁺³	0,04	0,07	0,01	0,07	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,08	0,10	0,00
Mn	0,00	0,07	0,07	0,08	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Mg	0,70	0,51	0,76	0,57	0,68	0,92	0,85	0,63	0,56	0,40	0,53	0,59	0,68	0,74
Ca	1,76	1,56	1,90	1,52	1,88	1,63	1,67	1,56	1,39	1,70	1,66	1,68	1,69	1,72
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	1,00	1,30	0,98	0,97	1,16	1,04	0,98	1,02	1,16	1,00	1,03	0,86	0,87	0,93
Toplam	39,73	39,71	39,87	39,56	39,85	39,81	39,80	39,57	39,51	39,51	39,59	39,54	39,67	39,66
Si:Al	4,20	4,54	4,13	4,31	4,27	4,13	4,11	4,29	4,49	4,33	4,26	4,29	4,17	4,23
Al+Fe⁺³	6,98	6,59	7,05	6,90	6,82	7,02	7,14	6,85	6,64	6,83	6,91	6,95	7,11	6,91
Mg+Ca+Na+K	3,46	3,37	3,65	3,07	3,72	3,58	3,50	3,21	3,10	3,10	3,21	3,13	3,24	3,39
R (Si/Si+Al)	0,81	0,82	0,80	0,81	0,81	0,81	0,80	0,81	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
M/(M+D)	0,29	0,39	0,27	0,32	0,31	0,29	0,28	0,32	0,37	0,32	0,32	0,28	0,27	0,27
M/D	0,41	0,63	0,37	0,46	0,45	0,41	0,39	0,46	0,60	0,47	0,47	0,38	0,37	0,38

Örnek No Lokasyon	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy
SiO₂	66,22	67,16	66,21	65,66	65,56	63,51	65,99	64,96	64,20	63,37	67,75	63,24	66,97	66,54
TiO₂	0,22	0,75	0,46	0,13	0,00	0,12	0,34	0,16	0,66	0,00	0,30	0,15	0,13	0,00
Al₂O₃	13,15	13,28	12,96	12,85	12,80	12,95	13,16	13,07	12,83	12,73	13,30	11,76	13,16	13,18
FeO	0,37	0,00	0,00	0,17	0,71	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,38	0,00	0,00	0,09	0,31	0,00	0,00	0,20	0,00	0,15	0,00	0,00	0,06	0,06
MgO	0,97	0,89	1,09	0,65	0,95	1,07	0,96	1,21	1,04	1,09	0,93	1,10	0,87	0,98
CaO	3,25	3,63	3,35	3,71	3,05	3,54	3,21	3,07	3,90	3,16	3,45	3,37	3,63	3,44
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	2,04	1,95	2,16	1,86	1,91	1,58	1,70	1,87	2,59	1,86	1,89	1,63	1,61	1,52
Toplam	86,58	87,66	86,25	85,11	85,30	82,78	85,36	84,64	85,22	82,38	87,63	81,26	86,43	85,72
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	29,27	29,24	29,31	29,44	29,41	29,22	29,38	29,27	28,99	29,33	29,43	29,61	29,46	29,47
Al	6,85	6,82	6,76	6,79	6,77	7,02	6,90	6,94	6,83	6,95	6,81	6,49	6,83	6,88
Ti	0,07	0,25	0,15	0,04	0,00	0,04	0,11	0,05	0,22	0,00	0,10	0,05	0,04	0,00
Fe⁺³	0,14	0,00	0,00	0,06	0,27	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,14	0,00	0,00	0,03	0,12	0,00	0,00	0,08	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02
Mg	0,64	0,58	0,72	0,43	0,64	0,74	0,64	0,81	0,70	0,75	0,60	0,77	0,57	0,64
Ca	1,54	1,69	1,59	1,78	1,47	1,74	1,53	1,48	1,89	1,57	1,61	1,69	1,71	1,63
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	1,15	1,08	1,22	1,06	1,09	0,93	0,96	1,08	1,49	1,10	1,05	0,97	0,90	0,86
Toplam	39,80	39,65	39,77	39,65	39,76	39,69	39,54	39,75	40,12	39,75	39,59	39,58	39,54	39,51
Si:Al	4,27	4,29	4,33	4,33	4,35	4,16	4,26	4,22	4,24	4,22	4,32	4,56	4,32	4,28
Al+Fe⁺³	6,99	6,82	6,76	6,85	7,03	7,03	6,91	6,98	6,83	6,95	6,81	6,49	6,83	6,88
Mg+Ca+Na+K	3,33	3,35	3,54	3,28	3,20	3,41	3,14	3,37	4,08	3,42	3,26	3,44	3,18	3,13
R (Si/Si+Al)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82	0,81	0,81
M/(M+D)	0,35	0,32	0,35	0,32	0,34	0,27	0,31	0,32	0,37	0,32	0,32	0,28	0,28	0,27
M/D	0,53	0,48	0,53	0,48	0,52	0,37	0,44	0,47	0,58	0,47	0,47	0,40	0,40	0,38

Örnek No Lokasyon	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy	KIA114- 287 Tuzköy
SiO₂	66,05	68,11	63,06	65,05	65,89	65,30	64,23	65,19	67,36	64,50	68,05	66,05	64,50	62,65
TiO₂	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,37	0,04	0,46	0,00	0,55	0,00	0,04	0,00	0,27
Al₂O₃	13,36	13,47	12,42	13,02	12,68	13,32	12,93	13,13	13,35	12,99	13,09	13,20	13,11	12,89
FeO	0,44	0,03	0,25	0,14	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,11	0,24
MnO	0,00	0,00	0,35	0,00	0,17	0,00	0,00	0,04	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
MgO	1,02	1,13	0,99	1,00	0,94	1,05	1,15	1,02	0,93	1,08	1,10	0,91	0,98	1,17
CaO	3,43	3,61	3,62	3,52	3,42	4,08	3,71	3,61	3,18	3,74	3,41	3,76	3,49	3,65
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	1,46	1,38	1,79	1,48	1,58	1,49	1,45	1,90	1,51	1,70	1,81	1,41	1,72	1,57
Toplam	85,77	87,74	82,58	84,22	84,74	85,61	83,51	85,34	86,52	84,57	87,47	85,44	83,92	82,63
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	29,32	29,45	29,25	29,37	29,56	29,10	29,27	29,17	29,53	29,11	29,57	29,38	29,29	29,01
Al	6,99	6,87	6,79	6,93	6,71	6,99	6,94	6,92	6,90	6,91	6,70	6,92	7,02	7,03
Ti	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,12	0,01	0,15	0,00	0,19	0,00	0,01	0,00	0,09
Fe⁺³	0,16	0,01	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,09
Mn	0,00	0,00	0,14	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Mg	0,68	0,73	0,68	0,67	0,63	0,70	0,78	0,68	0,61	0,73	0,71	0,60	0,66	0,81
Ca	1,63	1,67	1,80	1,70	1,64	1,95	1,81	1,73	1,50	1,81	1,59	1,79	1,70	1,81
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,83	0,76	1,06	0,86	0,90	0,85	0,84	1,08	0,85	0,98	1,01	0,80	1,00	0,92
Toplam	39,60	39,49	39,85	39,59	39,53	39,71	39,66	39,76	39,44	39,73	39,58	39,54	39,70	39,85
Si:Al	4,20	4,29	4,31	4,24	4,41	4,16	4,22	4,21	4,28	4,21	4,41	4,24	4,17	4,12
Al+Fe⁺³	7,15	6,88	6,89	6,98	6,73	7,00	6,94	6,93	6,90	6,91	6,71	6,95	7,06	7,13
Mg+Ca+Na+K	3,13	3,16	3,54	3,23	3,18	3,49	3,43	3,49	2,95	3,52	3,31	3,19	3,36	3,54
R (Si/Si+Al)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82	0,81	0,81	0,80
M/(M+D)	0,26	0,24	0,30	0,26	0,29	0,24	0,25	0,31	0,29	0,28	0,30	0,25	0,30	0,26
M/D	0,36	0,32	0,43	0,36	0,40	0,32	0,32	0,45	0,40	0,39	0,44	0,33	0,42	0,35

Örnek No Lokasyon	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA114- 287	KIA214- 023	KIA214- 023
	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Tuzköy	Sarıhıdır	Sarıhıdır
SiO₂	65,75	65,46	65,10	68,13	65,70	67,37	63,34	64,63	65,75	65,46	65,10	68,13	66,57	63,99
TiO₂	0,00	0,33	0,30	0,01	0,02	0,00	0,24	0,25	0,00	0,33	0,30	0,01	0,60	0,88
Al₂O₃	13,38	12,54	12,93	13,23	13,09	13,16	12,76	13,38	13,38	12,54	12,93	13,23	11,45	11,31
FeO	0,08	0,00	0,06	0,00	0,13	0,17	0,03	0,00	0,08	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
MnO	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
MgO	1,24	0,68	1,03	0,83	1,26	0,98	1,09	1,05	1,24	0,68	1,03	0,83	0,41	0,31
CaO	3,27	3,84	3,64	3,62	3,24	3,23	3,59	3,85	3,27	3,84	3,64	3,62	1,49	1,65
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	5,03
K₂O	1,67	1,94	1,65	1,79	2,13	2,01	1,71	1,52	1,67	1,94	1,65	1,79	3,01	4,72
Toplam	85,43	84,80	84,74	87,62	85,58	87,19	82,76	84,68	85,43	84,80	84,74	87,62	84,50	87,91
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	29,28	29,46	29,28	29,56	29,31	29,47	29,20	29,09	29,28	29,46	29,28	29,56	30,08	28,90
Al	7,02	6,65	6,86	6,77	6,88	6,79	6,94	7,10	7,02	6,65	6,86	6,77	6,10	6,02
Ti	0,00	0,11	0,10	0,00	0,01	0,00	0,08	0,09	0,00	0,11	0,10	0,00	0,21	0,30
Fe⁺³	0,03	0,00	0,02	0,00	0,05	0,06	0,01	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Mn	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg	0,82	0,46	0,69	0,54	0,84	0,64	0,75	0,70	0,82	0,46	0,69	0,54	0,27	0,21
Ca	1,56	1,85	1,75	1,68	1,55	1,51	1,77	1,86	1,56	1,85	1,75	1,68	0,72	0,80
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	4,41
K	0,95	1,11	0,95	0,99	1,21	1,12	1,00	0,87	0,95	1,11	0,95	0,99	1,73	2,72
Toplam	39,68	39,65	39,66	39,55	39,85	39,70	39,75	39,71	39,68	39,65	39,66	39,55	39,96	43,36
Si:Al	4,17	4,43	4,27	4,37	4,26	4,34	4,21	4,10	4,17	4,43	4,27	4,37	4,93	4,80
Al+Fe⁺³	7,05	6,65	6,88	6,77	6,93	6,85	6,95	7,10	7,05	6,65	6,88	6,77	6,10	6,02
Mg+Ca+Na+K	3,33	3,42	3,39	3,21	3,60	3,28	3,53	3,43	3,33	3,42	3,39	3,21	3,57	8,14
R (Si/Si+Al)	0,81	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,80	0,81	0,82	0,81	0,81	0,83	0,83
M/(M+D)	0,28	0,33	0,28	0,31	0,34	0,34	0,28	0,25	0,28	0,33	0,28	0,31	0,72	0,88
M/D	0,40	0,48	0,39	0,45	0,51	0,52	0,40	0,34	0,40	0,48	0,39	0,45	2,58	7,09

Örnek No Lokasyon	KIA214 -023 Sarıdır	KIA214- 023 Sarıdır	KIA214- 023 Sarıdır	KIA214- 023 Sarıdır	KIA214- 023 Sarıdır	KIA214- 023 Sarıdır	KIA214- 023 Sarıdır	KİA114- 243 Sarıdır	KİA114- 243 Sarıdır	KİA114- 243 Sarıdır	KİA114- 243 Sarıdır	KİA114- 243 Sarıdır	KİA114- 243 Sarıdır	KİA114- 243 Sarıdır
SiO₂	64,07	68,46	69,24	69,88	67,96	66,19	70,08	64,78	69,20	66,82	67,95	65,75	64,50	65,75
TiO₂	0,18	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
Al₂O₃	11,94	12,02	11,59	11,86	10,73	10,67	12,06	10,85	11,40	11,02	11,18	10,89	10,62	10,78
FeO	0,01	0,13	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,17	0,12	0,54	0,15	0,32	0,52	0,08
MnO	0,01	0,03	0,03	0,06	0,50	0,00	0,00	0,02	0,00	0,20	0,00	0,06	0,10	0,00
MgO	0,77	0,23	0,33	0,29	0,32	0,53	0,56	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,02
CaO	1,44	1,41	1,67	1,34	1,01	0,93	1,21	0,94	1,12	0,71	0,67	0,73	0,90	0,76
Na₂O	5,41	1,67	1,28	1,01	1,30	1,43	1,27	1,29	1,48	1,44	1,34	1,18	1,14	1,18
K₂O	3,53	3,65	3,42	3,39	2,88	2,73	2,53	3,50	3,49	2,95	3,43	3,59	3,77	3,19
Toplam	87,36	87,64	87,55	87,83	84,70	82,50	87,72	81,80	87,75	83,74	84,74	82,52	81,55	81,88
Kasyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	28,88	30,02	30,27	30,35	30,59	30,51	30,31	30,34	30,21	30,47	30,58	30,49	30,40	30,58
Al	6,34	6,21	5,97	6,07	5,69	5,80	6,15	5,99	5,87	5,92	5,93	5,95	5,90	5,91
Ti	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Fe⁺³	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,04	0,21	0,06	0,13	0,20	0,03
Mn	0,00	0,01	0,01	0,02	0,19	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,00	0,02	0,04	0,00
Mg	0,52	0,15	0,21	0,19	0,21	0,36	0,36	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01
Ca	0,70	0,66	0,78	0,62	0,49	0,46	0,56	0,47	0,52	0,34	0,32	0,36	0,46	0,38
Na	4,73	1,42	1,08	0,85	1,13	1,28	1,06	1,17	1,25	1,28	1,17	1,06	1,04	1,06
K	2,03	2,04	1,91	1,88	1,65	1,60	1,39	2,09	1,94	1,72	1,97	2,12	2,26	1,89
Toplam	43,26	40,58	40,24	39,98	39,96	40,03	39,84	40,22	40,15	40,06	40,03	40,13	40,31	39,91
Si:Al	4,55	4,83	5,07	5,00	5,37	5,26	4,93	5,07	5,15	5,15	5,16	5,12	5,15	5,17
Al+Fe⁺³	6,35	6,26	5,97	6,07	5,69	5,80	6,15	6,05	5,91	6,13	5,98	6,08	6,10	5,94
Mg+Ca+Na+K	7,97	4,27	3,98	3,54	3,48	3,71	3,38	3,73	3,73	3,38	3,47	3,54	3,77	3,35
R (Si/Si+Al)	0,82	0,83	0,84	0,83	0,84	0,84	0,83	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
M/(M+D)	0,85	0,81	0,75	0,77	0,80	0,78	0,73	0,87	0,86	0,88	0,90	0,90	0,88	0,88
M/D	5,55	4,25	3,01	3,36	3,99	3,50	2,66	6,90	6,07	7,68	9,47	8,82	7,25	7,56

EK 13. Eriyonit/offretit grubu minerallerine ait ana oksit oranlar ve hesaplanmış katyonik değerler

Örnek No Lokasyon	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160	KIA214- 160
	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi	Kütderesi
SiO₂	59,69	63,30	63,80	62,61	62,80	59,58	62,64	60,26	59,91	64,66	59,71	61,86	61,51
TiO₂	0,50	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,00	0,08	0,00	0,01
Al₂O₃	13,69	14,39	13,89	14,57	14,23	13,35	13,94	13,41	13,20	13,48	13,67	13,66	13,43
FeO	0,21	0,66	0,13	0,34	0,19	0,57	0,04	0,50	0,08	0,27	0,19	0,17	0,25
MnO	0,00	0,00	0,19	0,00	0,16	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
MgO	0,97	0,63	0,51	0,68	0,61	0,70	0,41	0,34	0,90	1,09	0,88	1,13	0,39
CaO	3,99	3,81	4,38	4,22	3,34	3,64	4,43	4,72	3,64	3,14	3,94	3,30	4,22
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	3,05	2,65	2,96	2,84	2,64	2,89	3,55	3,23	2,78	2,89	3,11	3,03	3,44
Toplam	82,12	85,44	85,85	85,75	83,97	80,99	85,01	82,52	80,65	85,53	81,73	83,16	83,24
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.													
Si	28,24	28,61	28,75	28,29	28,76	28,55	28,62	28,47	28,67	29,06	28,37	28,70	28,71
Al	7,64	7,67	7,38	7,76	7,68	7,54	7,51	7,47	7,45	7,14	7,66	7,47	7,39
Ti	0,18	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,03	0,00	0,00
Fe⁺³	0,08	0,25	0,05	0,13	0,07	0,23	0,02	0,20	0,03	0,10	0,08	0,07	0,10
Mn	0,00	0,00	0,07	0,00	0,06	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
Mg	0,69	0,43	0,34	0,46	0,42	0,50	0,28	0,24	0,64	0,73	0,62	0,78	0,27
Ca	2,02	1,85	2,11	2,04	1,64	1,87	2,17	2,39	1,86	1,51	2,01	1,64	2,11
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	1,84	1,53	1,70	1,64	1,54	1,77	2,07	1,95	1,70	1,65	1,88	1,79	2,05
Toplam	40,69	40,32	40,41	40,49	40,17	40,56	40,66	40,74	40,41	40,20	40,71	40,46	40,62
Si:Al	3,70	3,73	3,90	3,65	3,74	3,79	3,81	3,81	3,85	4,07	3,71	3,84	3,89
R (Si/Si+Al)	0,79	0,79	0,80	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,80	0,79	0,79	0,80
M/(M+D)	0,40	0,40	0,41	0,40	0,43	0,43	0,46	0,43	0,40	0,42	0,42	0,43	0,46

Örnek No Lokasyon	115P-84 Aktepe	115P-84 Aktepe	115P-84 Aktepe	115P-84 Aktepe	115P-84 Aktepe	115P-84 Aktepe	115P-84 Aktepe	KIA114- 095 Aktepe	KIA114- 095 Aktepe	KIA114- 095 Aktepe	KIA114- 095 Aktepe	KIA114- 095 Aktepe	KIA114- 095 Aktepe
SiO₂	64,74	63,62	63,79	67,40	64,98	61,12	61,69	60,59	60,76	61,29	64,28	63,27	63,74
TiO₂	0,38	0,00	0,04	0,01	0,00	0,12	0,00	0,00	0,32	0,38	0,28	0,00	0,00
Al₂O₃	13,74	13,51	13,65	13,68	13,73	13,35	13,30	13,18	12,94	13,62	14,43	13,71	13,99
FeO	0,00	0,15	0,00	0,00	0,78	0,27	0,78	0,24	0,04	0,00	0,01	0,43	0,36
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,23	0,13	0,00	0,00	0,57	0,92	0,47
MgO	1,48	1,08	1,57	1,00	1,19	1,62	1,46	1,18	1,00	0,68	0,77	1,17	1,07
CaO	2,71	2,51	2,08	2,50	2,42	2,19	1,82	2,06	2,21	3,01	2,64	1,87	1,95
Na₂O	0,11	0,00	0,20	0,00	0,00	0,19	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	2,91	2,70	2,06	2,08	2,29	2,22	1,92	3,64	3,47	3,55	2,82	3,25	3,06
Toplam	86,07	83,57	83,39	86,67	85,74	81,08	81,52	81,02	80,75	82,53	85,79	84,63	84,65
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.													
Si	28,88	29,13	29,10	29,50	29,06	28,84	28,96	28,87	28,97	28,71	28,79	28,88	28,94
Al	0,13	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	7,40	7,27	7,52	7,62	7,37	7,49
Ti	7,22	7,29	7,34	7,06	7,23	7,43	7,36	0,00	0,11	0,13	0,10	0,00	0,00
Fe⁺³	0,00	0,06	0,00	0,00	0,29	0,11	0,31	0,10	0,02	0,00	0,00	0,16	0,14
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,09	0,05	0,00	0,00	0,21	0,36	0,18
Mg	0,99	0,74	1,06	0,65	0,79	1,14	1,02	0,84	0,71	0,47	0,52	0,80	0,72
Ca	1,30	1,23	1,02	1,17	1,16	1,11	0,91	1,05	1,13	1,51	1,26	0,91	0,95
Na	0,09	0,00	0,18	0,00	0,00	0,17	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	1,65	1,58	1,20	1,16	1,31	1,34	1,15	2,21	2,11	2,12	1,61	1,89	1,77
Toplam	40,26	40,02	39,91	39,55	39,98	40,16	40,09	40,53	40,33	40,46	40,11	40,38	40,20
Si:Al	4,00	4,00	3,97	4,18	4,02	3,88	3,94	3,90	3,98	3,82	3,78	3,92	3,86
R (Si/Si+Al)	0,80	0,80	0,80	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,79	0,79	0,80	0,79
M/(M+D)	0,43	0,45	0,40	0,39	0,40	0,40	0,43	0,54	0,53	0,52	0,48	0,53	0,51

Örnek No Lokasyon	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA114- 334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain
SiO₂	62,24	63,32	61,25	61,60	61,91	65,52	63,34	61,68	61,68	60,42	64,14	62,44	59,55	
TiO₂	0,44	0,00	0,40	0,14	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,16	0,08	1,41	
Al₂O₃	13,06	13,89	13,65	13,26	12,98	12,74	12,44	13,02	13,02	13,69	13,32	13,03	12,77	
FeO	0,01	0,36	0,57	0,72	0,39	0,09	0,00	0,00	0,00	0,66	0,25	0,88	0,01	
MnO	0,00	0,29	0,00	0,25	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,01	0,11	0,01	
MgO	0,00	0,20	0,38	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	1,20	1,25	1,32	
CaO	2,93	3,07	3,66	3,21	2,80	3,23	3,18	3,09	3,09	3,21	2,72	2,80	3,20	
Na₂O	0,33	0,51	0,30	0,19	0,00	0,13	0,94	0,25	0,25	0,44	0,00	0,00	0,07	
K₂O	3,79	4,11	3,89	4,46	3,53	3,53	4,21	3,93	3,93	3,82	1,86	1,87	1,77	
Toplam	82,81	85,75	84,09	83,83	82,12	85,24	84,48	81,98	81,98	82,62	83,65	82,46	80,11	
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	29,08	28,77	28,46	28,78	29,18	29,58	29,19	29,13	29,13	28,55	29,20	29,02	28,51	
Al	7,19	7,44	7,48	7,30	7,21	6,78	6,76	7,25	7,25	7,63	0,05	0,03	0,51	
Ti	0,15	0,00	0,14	0,05	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	7,15	7,14	7,21	
Fe⁺³	0,00	0,14	0,22	0,28	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,26	0,09	0,34	0,00	
Mn	0,00	0,11	0,00	0,10	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,05	0,00	
Mg	0,00	0,14	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,82	0,87	0,94	
Ca	1,47	1,49	1,82	1,61	1,41	1,56	1,57	1,57	1,57	1,63	1,33	1,39	1,64	
Na	0,30	0,45	0,27	0,17	0,00	0,11	0,84	0,23	0,23	0,40	0,00	0,00	0,06	
K	2,26	2,38	2,31	2,66	2,12	2,03	2,48	2,37	2,37	2,30	1,08	1,11	1,08	
Toplam	40,45	40,92	40,95	40,94	40,28	40,10	40,97	40,54	40,54	40,99	39,71	39,94	39,95	
Si:Al	4,04	3,87	3,81	3,94	4,05	4,36	4,32	4,02	4,02	3,74	4,08	4,07	3,96	
R (Si/Si+Al)	0,80	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,80	0,80	0,79	0,80	0,80	0,80	
M/(M+D)	0,64	0,63	0,55	0,64	0,60	0,58	0,68	0,62	0,62	0,60	0,33	0,33	0,31	

Örnek No Lokasyon	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-334 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain
SiO₂	62,06	68,60	64,32	67,99	66,63	61,59	65,23	68,97	59,54	59,74	60,56	58,02	62,16
TiO₂	1,74	0,98	0,44	1,13	0,10	0,53	0,26	0,00	0,00	0,00	0,20	0,42	0,04
Al₂O₃	12,96	14,26	13,82	13,95	13,65	13,85	15,07	14,85	15,13	14,82	14,97	14,66	15,33
FeO	0,01	0,76	0,52	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,93	0,93	0,18	0,35	0,61
MnO	0,01	0,01	0,79	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,10	0,18	0,00	0,12	0,19
MgO	1,20	1,17	1,25	2,33	1,69	0,74	1,54	1,74	0,96	0,99	0,92	0,70	0,65
CaO	3,48	2,71	3,36	2,89	2,68	3,80	3,33	2,64	3,83	3,88	3,55	6,58	3,90
Na₂O	0,00	0,00	0,00	0,35	0,18	0,00	0,52	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	1,43	1,59	1,22	2,20	1,90	2,59	2,27	1,61	3,19	3,11	3,38	4,19	2,94
Toplam	82,88	90,08	85,72	90,84	86,84	83,10	88,44	89,97	83,70	83,64	83,76	85,04	85,83
Kasyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.													
Si	29,08	28,77	28,46	28,78	29,18	29,58	29,19	29,13	27,79	27,89	28,06	27,17	28,12
Al	7,19	7,44	7,48	7,30	7,21	6,78	6,76	7,25	8,32	8,15	8,18	8,09	8,17
Ti	0,15	0,00	0,14	0,05	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,07	0,15	0,01
Fe⁺³	0,00	0,14	0,22	0,28	0,15	0,03	0,00	0,00	0,36	0,36	0,07	0,14	0,23
Mn	0,00	0,11	0,00	0,10	0,21	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,05	0,07
Mg	0,00	0,14	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,69	0,63	0,49	0,44
Ca	1,47	1,49	1,82	1,61	1,41	1,56	1,57	1,57	1,92	1,94	1,76	3,30	1,89
Na	0,30	0,45	0,27	0,17	0,00	0,11	0,84	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	2,26	2,38	2,31	2,66	2,12	2,03	2,48	2,37	1,90	1,85	2,00	2,50	1,70
Toplam	40,45	40,92	40,95	40,94	40,28	40,10	40,97	40,54	41,00	40,96	40,78	41,89	40,63
Si:Al	4,04	3,87	3,81	3,94	4,05	4,36	4,32	4,02	3,34	3,42	3,43	3,36	3,44
R (Si/Si+Al)	0,80	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,80	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
M/(M+D)	0,64	0,63	0,55	0,64	0,60	0,58	0,68	0,62	0,42	0,41	0,46	0,46	0,40

Örnek No Lokasyon	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain	KIA114-093 Karain
SiO₂	59,01	59,93	58,43	58,39	59,77	61,34	57,65	56,48	58,75	57,89	60,20	60,98	58,55
TiO₂	0,00	0,61	0,02	0,00	0,27	0,00	0,18	0,37	0,87	0,00	0,58	0,16	0,00
Al₂O₃	14,21	14,80	14,70	14,39	14,75	15,30	14,39	13,88	14,47	13,73	14,95	15,18	14,95
FeO	0,57	0,79	0,79	1,30	0,89	0,70	0,71	1,82	0,42	1,36	0,74	1,03	1,52
MnO	0,00	0,00	0,05	0,19	0,05	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
MgO	1,03	0,81	0,94	1,13	0,86	0,67	0,92	0,96	0,78	0,92	0,85	1,01	0,88
CaO	3,60	4,12	4,16	3,01	3,88	4,24	4,63	3,18	4,80	3,16	4,32	3,80	4,53
Na₂O	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K₂O	3,27	3,07	3,63	2,67	2,93	3,66	3,07	3,37	3,81	2,44	3,47	3,10	3,47
Toplam	81,73	84,13	82,71	81,09	83,40	85,91	81,56	80,21	83,91	79,52	85,11	85,26	84,20
Katyonlar 72 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.													
Si	28,11	27,80	27,72	28,01	27,92	27,92	27,69	27,72	27,56	28,25	27,71	27,89	27,47
Al	7,98	8,09	8,22	8,14	8,12	8,21	8,15	8,03	8,00	7,90	8,11	8,18	8,27
Ti	0,00	0,21	0,01	0,00	0,09	0,00	0,06	0,14	0,31	0,00	0,20	0,06	0,00
Fe⁺³	0,23	0,31	0,31	0,52	0,35	0,27	0,29	0,75	0,16	0,55	0,28	0,40	0,60
Mn	0,00	0,00	0,02	0,08	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
Mg	0,73	0,56	0,66	0,81	0,60	0,45	0,66	0,70	0,55	0,67	0,58	0,69	0,62
Ca	1,84	2,05	2,12	1,55	1,94	2,07	2,38	1,67	2,41	1,65	2,13	1,86	2,28
Na	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	1,99	1,81	2,19	1,63	1,74	2,12	1,88	2,11	2,28	1,52	2,03	1,81	2,08
Toplam	40,91	40,84	41,26	40,74	40,80	41,04	41,11	41,18	41,27	40,56	41,05	40,87	41,43
Si:Al	3,52	3,44	3,37	3,44	3,44	3,40	3,40	3,45	3,44	3,58	3,42	3,41	3,32
R (Si/Si+Al)	0,78	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77
M/(M+D)	0,42	0,44	0,41	0,44	0,41	0,41	0,46	0,38	0,47	0,44	0,40	0,43	0,42

EK 14. Mordenit minerallerine ait ana oksit oranları ve hesaplanmış katyonik değerler

Örnek No Lokasyon	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain	KIA214- 081 Karain
SiO₂	70,62	69,93	75,33	67,86	67,29	69,46	74,06	66,80	69,44	69,19	71,31	69,45	67,34	71,79
TiO₂	0,00	0,00	0,14	0,13	0,00	0,55	0,00	0,20	0,25	0,00	0,00	0,22	0,26	0,09
Al₂O₃	9,43	9,03	10,01	9,16	9,23	11,95	9,75	13,37	9,11	9,17	9,63	9,43	9,46	9,50
FeO Total	0,14	0,23	0,00	0,16	0,19	0,42	0,01	0,04	0,00	0,28	0,18	0,00	0,07	0,00
MnO	0,00	0,12	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,15	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	2,56	2,55	2,69	2,54	2,21	1,88	3,01	3,34	3,07	3,04	3,00	2,85	2,77	2,69
Na₂O	0,37	0,06	0,40	0,47	0,69	0,73	0,48	0,47	0,85	0,78	1,11	0,52	0,83	0,70
K₂O	1,19	1,30	1,47	1,92	1,46	1,39	1,58	3,68	1,67	1,44	1,63	1,50	1,44	1,69
Total	84,31	83,22	90,04	82,23	81,08	86,87	89,03	87,89	84,40	83,90	87,07	83,97	82,32	86,46
Katyonlar 92 oksijen anyon'una göre hesaplanmıştır.														
Si	41,88	42,03	41,86	41,59	41,67	40,28	41,78	39,11	41,52	41,58	41,41	41,56	41,26	41,73
Ti	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,24	0,00	0,09	0,11	0,00	0,00	0,10	0,12	0,04
Al	6,59	6,39	6,55	6,62	6,73	8,17	6,48	9,23	6,42	6,50	6,59	6,65	6,83	6,51
Fe³⁺	0,07	0,12	0,00	0,08	0,10	0,20	0,00	0,02	0,00	0,14	0,09	0,00	0,04	0,00
Mn	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,08	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,63	1,64	1,60	1,66	1,47	1,17	1,82	2,09	1,96	1,96	1,87	1,83	1,82	1,68
Na	0,42	0,07	0,43	0,56	0,83	0,83	0,53	0,53	0,99	0,90	1,25	0,60	0,98	0,79
K	0,90	0,99	1,04	1,50	1,16	1,03	1,14	2,75	1,28	1,10	1,21	1,15	1,13	1,25
Total	51,49	51,30	51,55	52,07	51,96	52,33	51,81	53,83	52,29	52,18	52,52	51,89	52,26	52,00
Si:Al	6,35	6,57	6,39	6,28	6,19	4,93	6,45	4,24	6,46	6,40	6,28	6,25	6,04	6,41
Al+Fe³⁺	6,66	6,51	6,55	6,70	6,83	8,37	6,48	9,25	6,42	6,64	6,68	6,66	6,87	6,51
Mg+Ca+Na+K	2,95	2,70	3,08	3,72	3,45	3,44	3,49	5,38	4,23	3,97	4,32	3,57	3,93	3,72
R (Si/(Si+Al))	0,86	0,87	0,86	0,86	0,86	0,83	0,87	0,81	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87
M/(M+D)	0,45	0,39	0,48	0,55	0,57	0,54	0,48	0,61	0,54	0,51	0,57	0,49	0,54	0,55

EK 15. Kapadokya ignimbiritleri jüvenil cam analizleri (113Y439 [85] No'lu Tübitak Projesinden alınmıştır).

Örnek No	KIA214-190	KIA115-601	KIA114-281	KIA115-428	KIA115-451	KIA114-087
Birim	Kavak	Zelve	Zelve	Zelve	Sofular	Cemilköy
SiO ₂	66,06	71,22	69,02	71,46	70,35	71,37
TiO ₂	0,32	0,18	0,14	0,14	0,14	0,16
Al ₂ O ₃	15,27	13,66	13,27	12,64	13,39	13
Fe ₂ O ₃	3,02	0,93	0,97	1,23	1,03	1,56
MnO	0,04	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07
MgO	0,76	0,35	1,13	0,33	1,14	0,41
CaO	2,56	1,8	1,26	1,12	1,24	1,16
Na ₂ O	2,97	2,36	2,05	1,65	1,7	2,53
K ₂ O	3,08	3,92	3,79	4,57	3,95	4,44
P ₂ O ₅	0,1	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
Cr ₂ O ₃	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Ateşte Kayıp	5,6	5,3	8,1	6,6	6,8	5,1
Total	99,77	99,82	99,81	99,81	99,83	99,86
Ba	915	846	873	981	901	771
Be	1	1	3	1	1	3
Co	7,9	18,9	14,5	18	5,4	7,8
Cs	14,3	5,3	4,2	5,7	6	10,5
Ga	14,1	10	11,1	12,6	13,6	11,9
Hf	3,9	2,5	2,9	2,4	2,9	3
Nb	14,7	11,8	13,1	12,3	12,6	11,9
Rb	170,1	131,6	119,4	135,4	127,6	162,7
Sn	1	1	1	1	1	1
Sr	482,5	243,5	169	180,3	194,2	114,3
Ta	1,3	1,2	1,4	1,1	1,2	1,2
Th	21,7	21,6	24	23,4	23,9	23,7
U	5,8	6,8	5,9	7,5	6,1	7
V	46	19	14	12	8	19
W	34,2	220,5	203	180,8	54,8	90,2
Zr	155,2	89,8	86	81,7	89,1	89,7
Y	12,9	11	10,2	12,1	10,1	15,1
La	40,7	38,6	35,5	37,5	37,7	34
Ce	66,5	61,6	58,3	61,9	60,3	53,4
Pr	6,16	5,65	5,04	5,56	5,47	5,17
Nd	19	16,5	15,4	16,3	16,7	15,1
Sm	2,79	2,25	1,97	2,18	1,97	2,42
Eu	0,69	0,57	0,37	0,41	0,37	0,4
Gd	2,22	1,89	1,6	1,88	1,77	2,16
Tb	0,34	0,3	0,25	0,26	0,25	0,36
Dy	2,34	1,93	1,48	1,6	1,54	2,36
Ho	0,42	0,37	0,32	0,39	0,31	0,47
Er	1,46	1,32	1,06	1,23	0,97	1,42
Tm	0,23	0,19	0,18	0,18	0,17	0,27
Yb	1,56	1,39	1,31	1,54	1,15	1,81
Lu	0,26	0,23	0,23	0,23	0,21	0,29
Mo	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1
Cu	4,4	2,3	2	3,6	1,5	2,8
Pb	4,6	2,5	2,6	1	3,8	2,3
Zn	20	8	9	6	20	12
Ni	1,5	0,7	0,6	0,8	1,1	2,2
Ars	8,8	0,8	0,6	1,1	0,9	0,5
Cd	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sb	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Bi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Au	0,5	0,5	0,6	0,9	0,5	0,8
Hg	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01
Tl	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Se	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Örnek No	KIA114-259	KIA115-371	KIA115-401	KIA214-113	KIA115-366	KIA114-304
Birim	Cemilköy	Tahar	Tahar	Tahar	Tahar	Gördeles
SiO2	69,97	65,68	66,01	64,35	62,79	64,74
TiO2	0,17	0,34	0,32	0,36	0,47	0,4
Al2O3	13,28	15,42	15,26	15,67	16,18	15,43
Fe2O3	1,61	3,01	2,84	3,6	3,83	3,21
MnO	0,14	0,07	0,05	0,05	0,07	0,09
MgO	0,82	1,07	1,18	1,07	1,5	1,4
CaO	1,64	3,4	3,33	3,06	4,13	3,05
Na2O	2,48	2,47	3,55	2,36	2,24	2,88
K2O	4,36	2,25	2,16	1,89	1,63	4,01
P2O5	0,03	0,1	0,08	0,08	0,12	0,09
Cr2O3	0,002	0,002	0,005	0,003	0,002	0,002
Ateşte Kayıp	5,3	6	5,1	7,4	6,9	4,5
Total	99,84	99,85	99,86	99,86	99,84	99,8
Ba	844	455	442	393	416	634
Be	1	2	1	2	1	1
Co	7,5	24,1	10,5	9	19,6	9,3
Cs	6,3	3,9	4,5	4,1	2,8	5,7
Ga	11,9	12,9	12,7	14,5	14,8	15,9
Hf	2,7	3,6	3,8	3,6	3,8	6,7
Nb	11,2	6,5	7,3	6,4	6,6	14,9
Rb	149,7	75,4	70,3	67,6	57,1	146,5
Sn	1	1	1	1	1	2
Sr	116,3	282,2	273,5	255	264,9	248,2
Ta	1,1	0,5	0,7	0,6	0,7	1,2
Th	21,2	11	10,8	10,5	9,6	22,2
U	5,8	3	2,9	2,9	2,4	5,7
V	22	37	28	40	44	52
W	68,2	63,5	43	42,5	144,6	43,9
Zr	82,5	143,2	151,2	131,6	141,8	255,8
Y	13,6	13,2	14,3	14,5	15,3	20,1
La	29,5	23,9	24,1	21,9	20,4	35,1
Ce	51,8	40,2	41,3	37,3	34,1	61,4
Pr	4,6	4,08	4,41	3,9	3,81	6,14
Nd	14,1	14,3	15,8	13,9	13,9	20,9
Sm	2,37	2,74	2,65	2,44	2,59	3,37
Eu	0,36	0,7	0,73	0,72	0,75	0,72
Gd	2,1	2,46	2,37	2,4	2,58	3,18
Tb	0,33	0,35	0,38	0,38	0,4	0,49
Dy	2,14	2,2	2,28	2,41	2,71	3,14
Ho	0,48	0,45	0,47	0,49	0,53	0,65
Er	1,48	1,49	1,39	1,52	1,67	2,14
Tm	0,24	0,23	0,24	0,23	0,22	0,32
Yb	1,6	1,66	1,6	1,63	1,76	2,27
Lu	0,25	0,26	0,28	0,25	0,27	0,37
Mo	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Cu	5,2	5,6	5,1	5,9	5,5	10,1
Pb	5,6	2,8	3,9	2,6	2,7	6,1
Zn	10	13	20	16	9	27
Ni	3,3	3,4	6,4	3,2	1,7	3,8
Ars	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5	1,1
Cd	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sb	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Bi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Au	1,1	0,8	1,1	1,3	1,4	0,7
Hg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Tl	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Se	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Örnek No	KIA114-263	KIA115-352	KIA114-132	KIA114-129	KIA114-200	KIA114-130
Birim	Gördeles	Gördeles	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya
SiO2	65,99	64,59	65,87	71,91	80,93	70,59
TiO2	0,39	0,39	0,25	0,23	0,14	0,26
Al2O3	15,09	15,55	15,72	13,47	8,62	14,25
Fe2O3	3,22	3,15	1,76	1,5	0,87	1,77
MnO	0,09	0,09	0,06	0,05	0,03	0,06
MgO	1,17	1,36	0,73	0,37	0,2	0,54
CaO	3,06	2,88	1,81	1,24	0,84	1,76
Na2O	2,82	2,74	3,46	2,85	1,68	3,3
K2O	4,54	4,25	3,83	4,63	3,69	3,77
P2O5	0,09	0,07	0,04	0,04	0,03	0,04
Cr2O3	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Ateşte Kayıp	3,4	4,8	6,3	3,5	2,9	3,5
Total	99,81	99,81	99,79	99,82	99,91	99,84
Ba	628	612	940	733	452	682
Be	1	1	4	1	1	1
Co	10	10,2	17,5	23	14,4	7,5
Cs	15,4	6	14,2	8,4	5,6	8,4
Ga	14	13,8	12,7	11,4	6,7	11,4
Hf	5,2	5,8	3,7	3,8	2,1	3,8
Nb	12,5	13,6	11,8	11,6	7,3	10,8
Rb	151,3	140,9	163,3	152	111,6	135,4
Sn	2	2	2	2	1	1
Sr	232	233	193,9	125,6	86,7	178,5
Ta	1,2	1,1	1,4	1,6	1,1	1,3
Th	22,2	22,2	36,5	33,6	20,4	30,4
U	6,5	5,5	7	8,9	8,3	8,4
V	49	43	20	21	11	23
W	60,5	67,5	222,5	303,6	133,6	107,1
Zr	196,7	215	147,2	128,7	75,7	145,5
Y	19,4	20	15,6	11	6,4	11
La	33,8	37,8	32,8	34,5	21,5	34,1
Ce	61,1	63,3	55,6	49,1	32,7	52,1
Pr	5,91	6,23	4,41	4,52	2,86	4,39
Nd	19,8	21,4	12,9	12,8	8,7	13,1
Sm	3,54	3,41	1,89	1,82	1,19	1,94
Eu	0,71	0,77	0,42	0,37	0,21	0,41
Gd	3,13	3,23	1,74	1,7	1,1	1,55
Tb	0,48	0,51	0,29	0,26	0,16	0,25
Dy	3,15	3,49	1,77	1,58	0,98	1,53
Ho	0,62	0,68	0,38	0,34	0,21	0,34
Er	2,13	2,1	1,5	1,05	0,72	1,12
Tm	0,34	0,34	0,26	0,19	0,1	0,17
Yb	2,3	2,53	1,97	1,49	0,87	1,44
Lu	0,38	0,39	0,33	0,25	0,14	0,24
Mo	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1
Cu	9,8	10,1	5,1	3,1	0,9	5,8
Pb	3,8	6,2	5,2	4,2	0,8	5,1
Zn	25	27	15	11	8	12
Ni	4,1	3,6	4,1	2,2	3	2,8
Ars	2,1	1,1	1,1	0,7	0,6	0,5
Cd	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sb	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
Bi	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,5
Ag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Au	0,5	0,5	1,8	1,1	0,5	0,9
Hg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Tl	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Se	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Örnek No	KIA114-131	KIA114-145	KIA114-049	KIA214-138	KIA114-225
Birim	Kızılkaya	Kızılkaya	Kızılkaya	Valibabatepe	Valibabatepe
SiO ₂	72,7	70,61	74,13	63,8	67,96
TiO ₂	0,25	0,24	0,24	0,66	0,53
Al ₂ O ₃	13,9	13,27	13,46	15,77	14,66
Fe ₂ O ₃	1,64	1,67	1,7	4,55	3,86
MnO	0,06	0,07	0,05	0,09	0,07
MgO	0,47	0,48	0,37	1	0,66
CaO	1,66	1,32	1,6	2,68	1,79
Na ₂ O	3,77	2,57	3,66	3,66	4,71
K ₂ O	4	4,39	4,12	3,41	3,78
P ₂ O ₅	0,04	0,06	0,05	0,13	0,12
Cr ₂ O ₃	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
Ateşte Kayıp	1,4	5,1	0,5	4	1,6
Total	99,85	99,8	99,86	99,77	99,79
Ba	709	715	679	629	621
Be	2	1	3	3	5
Co	7,7	32,3	11,2	10,9	7,5
Cs	1,4	14,5	4,7	7,9	4,9
Ga	10,8	11,1	11	17,9	18,8
Hf	3,5	4	3,2	9,7	10
Nb	10,8	11,6	11,4	19,8	18,5
Rb	89,2	154,4	146,3	108,8	113,2
Sn	1	1	1	3	10
Sr	169	121,8	154,7	239,5	224,5
Ta	1,2	1,7	1,2	1,3	1,5
Th	29,2	34	29	22,3	23,9
U	6	9,1	6,7	5,7	8
V	24	50	17	29	45
W	102,1	414,8	127,6	54,8	48
Zr	136,5	132,1	120,6	432,8	413,7
Y	9,9	11,2	9,8	36,7	34,1
La	32,4	35,1	33,1	43	40,2
Ce	49,1	52,4	48,8	81,2	82,9
Pr	4,43	4,45	4,38	9,28	8,69
Nd	13,2	13,5	13,4	34,2	31,5
Sm	1,91	1,89	1,85	6,68	6,36
Eu	0,46	0,42	0,39	1,53	1,29
Gd	1,75	1,71	1,65	6,61	6,43
Tb	0,26	0,27	0,25	1,02	0,98
Dy	1,63	1,64	1,4	6,24	6,02
Ho	0,33	0,33	0,34	1,37	1,25
Er	1,04	1,23	1,11	3,91	3,54
Tm	0,18	0,2	0,19	0,55	0,55
Yb	1,32	1,37	1,35	3,54	3,54
Lu	0,23	0,24	0,24	0,55	0,52
Mo	0,6	0,5	0,2	0,6	3
Cu	5,9	9,3	1,6	14,8	13,4
Pb	5,5	6,5	0,8	6,3	10,9
Zn	19	40	8	43	47
Ni	3,2	6,5	2,2	18,6	3,3
Ars	1,1	1,4	2,4	2,9	7,3
Cd	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Sb	0,6	0,1	0,1	0,2	0,7
Bi	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1
Ag	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Au	0,5	1,5	0,9	1,3	3,9
Hg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Tl	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
Se	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

EK 16. Piroksen grubu minerallerine ait ana oksit analiz sonuçları ve hesaplanmış katyonik değerler

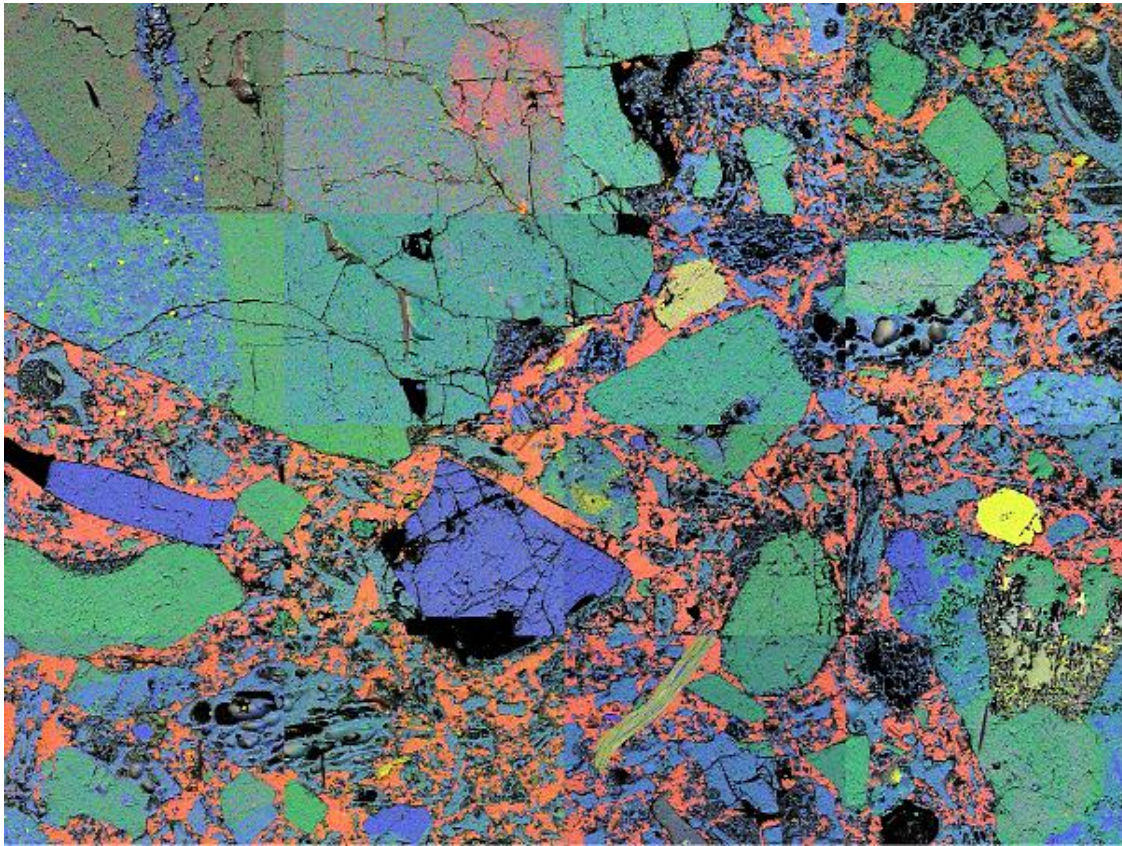
Birim	Gördeles İğnimbiriti								Tahar İğnimbiriti				
SiO2	54,70	53,77	52,68	53,59	53,54	54,36	54,03	53,78	52,61	53,42	55,72	55,73	55,03
TiO2	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,08	0,17	0,00	0,12	0,86	0,00	1,15	0,00
Al2O3	2,04	1,93	0,69	0,74	0,78	0,81	0,79	0,72	0,80	0,52	0,70	0,98	2,36
FeO	10,62	10,93	10,25	10,61	10,07	10,03	9,71	10,68	11,11	22,04	21,60	20,49	5,84
MnO	0,44	0,31	1,02	0,86	0,90	0,90	0,85	1,12	1,01	0,55	0,34	0,11	0,43
MgO	13,07	12,78	13,42	13,33	13,33	12,84	12,85	12,53	12,41	19,97	20,93	20,89	14,55
CaO	19,38	20,43	21,21	20,69	21,19	21,13	21,57	21,39	21,69	1,30	0,78	1,12	20,89
Na2O	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K2O	0,00	0,06	0,08	0,05	0,02	0,00	0,07	0,01	0,08	0,05	0,00	0,00	0,00
Toplam	100,26	100,25	99,35	99,89	99,83	100,17	100,04	100,24	99,83	98,72	100,07	100,47	99,11
Katyonlar 6 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.													
Si	2,00	2,00	1,93	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,97	2,00	2,00	1,93	2,00
Ti	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
Al	0,03	0,04	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,03	0,04	0,13	0,04
FeO	0,29	0,28	0,30	0,28	0,29	0,28	0,28	0,32	0,31	0,29	0,28	0,30	0,28
Mn	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,00	0,02
Mg	0,75	0,77	0,85	0,76	0,75	0,76	0,75	0,79	0,78	0,75	0,77	0,85	0,76
Ca	0,80	0,82	0,76	0,83	0,83	0,82	0,82	0,77	0,84	0,80	0,82	0,76	0,83
Na	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
K	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al+4	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00
Al+6	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,01	0,03	0,04	0,06	0,04
Fe+2	0,29	0,28	0,30	0,28	0,29	0,28	0,28	0,32	0,28	0,29	0,28	0,30	0,28
Fe+3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg No	72,13	73,00	74,28	72,74	72,05	72,67	73,09	71,33	71,74	72,13	73,00	74,28	72,74

Birim	Tahar İğnimbiriti							Valibabatepe İğnimbiriti				
SiO2	55,00	52,13	55,90	54,95	51,10	51,16	50,74	50,02	51,14	49,21	51,24	50,76
TiO2	0,00	1,06	0,00	0,00	1,55	0,58	0,94	0,00	0,26	0,10	0,33	0,32
Al2O3	1,78	1,66	3,11	2,12	6,80	6,80	6,84	0,54	0,49	0,47	0,43	0,67
FeO	5,52	4,53	5,16	5,41	15,22	16,71	16,30	29,57	30,69	29,95	27,96	29,20
MnO	0,16	0,00	0,00	0,00	0,07	0,37	0,57	0,67	0,87	0,88	0,72	0,93
MgO	14,67	13,79	15,51	14,69	14,41	14,28	14,01	15,78	16,75	17,43	17,65	16,73
CaO	23,73	25,95	19,22	21,94	11,00	9,54	10,48	1,45	1,50	1,62	1,69	1,84
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,77	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K2O	0,13	0,28	0,00	0,07	0,45	0,19	0,32	0,00	0,00	0,07	0,03	0,04
Toplam	101,00	99,40	98,90	99,19	101,30	100,39	100,89	98,03	101,68	99,73	100,06	100,49
Katyonlar 6 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.												
Si	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,97	1,97	1,98	1,96	1,93	1,97	1,96
Ti	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Al	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
FeO	0,29	0,28	0,28	0,32	0,28	0,31	0,31	0,98	0,98	0,98	0,90	0,94
Mn	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
Mg	0,75	0,76	0,75	0,79	0,75	0,78	0,76	0,93	0,96	1,02	1,01	0,96
Ca	0,83	0,82	0,82	0,77	0,84	0,84	0,86	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08
Na	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al+4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,04	0,07	0,03	0,04
Al+6	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,01	0,01	0,02	0,04	0,07	0,03	0,04
Fe+2	0,29	0,28	0,28	0,32	0,28	0,28	0,28	0,97	0,92	0,81	0,87	0,90
Fe+3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,06	0,17	0,03	0,05
Mg No	72,05	72,67	73,09	71,33	72,68	71,74	70,95	48,75	49,31	50,92	52,94	50,53

Birim	Valibabatepe İğnimbiriti				Kızılkaya İğnimbiriti							
	SiO₂	52,25	52,27	52,00	53,99	54,48	54,31	54,71	56,02	55,14	54,94	54,36
TiO₂	0,31	0,29	0,00	0,09	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	
Al₂O₃	0,58	0,66	0,58	2,20	2,18	2,20	2,23	2,26	2,12	2,33	3,35	
FeO	17,92	15,98	17,32	4,66	4,68	4,99	3,90	4,12	4,27	4,30	5,51	
MnO	0,53	0,30	0,54	0,10	0,14	0,12	0,00	0,06	0,00	0,05	0,13	
MgO	11,05	11,37	12,07	16,32	16,79	16,43	16,46	16,92	16,62	16,42	16,04	
CaO	18,98	20,14	19,02	21,53	21,93	21,71	21,19	20,09	21,61	21,51	19,96	
Na₂O	0,02	0,01	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K₂O	0,01	0,10	0,00	0,12	0,28	0,11	0,22	0,00	0,14	0,30	0,00	
Toplam	101,65	101,11	101,84	99,00	100,55	99,91	98,71	99,47	99,91	99,95	99,35	
Katyonlar 6 oksijen anyonu referans alınarak hesaplanmıştır.												
Si	1,98	1,98	1,97	2,00	2,00	1,93	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Ti	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	
Al	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,13	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	
FeO	0,57	0,51	0,55	0,29	0,28	0,30	0,28	0,29	0,28	0,32	0,28	
Mn	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	
Mg	0,62	0,64	0,68	0,75	0,77	0,85	0,76	0,75	0,75	0,79	0,75	
Ca	0,77	0,82	0,77	0,80	0,82	0,76	0,83	0,83	0,82	0,77	0,84	
Na	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	
Al+4	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al+6	0,01	0,01	0,00	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	
Fe+2	0,57	0,51	0,45	0,29	0,28	0,30	0,28	0,29	0,28	0,32	0,28	
Fe+3	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mg No	52,38	55,92	55,41	72,13	73,00	74,28	72,74	72,05	73,09	71,33	72,68	

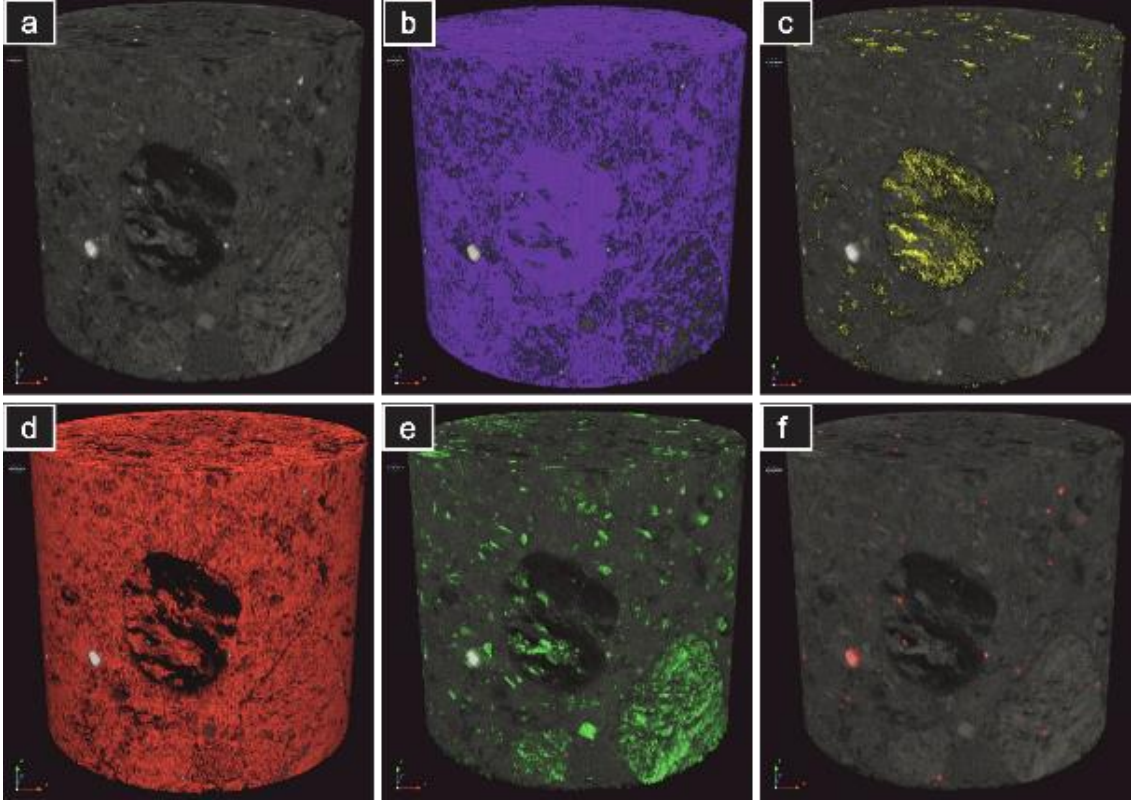
EK 17. Kavak ignimbiritinin dolgu süreçlerine maruz kalmış kesimlerine ait EDS haritası gösterilmektedir.

Kavak ignimbirit fenokristal olarak büyük, kenarlarından deforme olmuş plajiyoklaz ve kuvar mineralleri, yapraksı, kısmen esnetilmiş biyotit mineralleri, özşekli manyetit mineralleri içermektedir. İkincil kalsit dolgu büyük oranda gözenekleri nüfuz etmesi sonucunda gözeneklilik oranı azalmıştır. İgnimbiritin pomza içeriği küçük ve yuvarlak olup gözenekleri iri ve yuvarlak şeklidir.



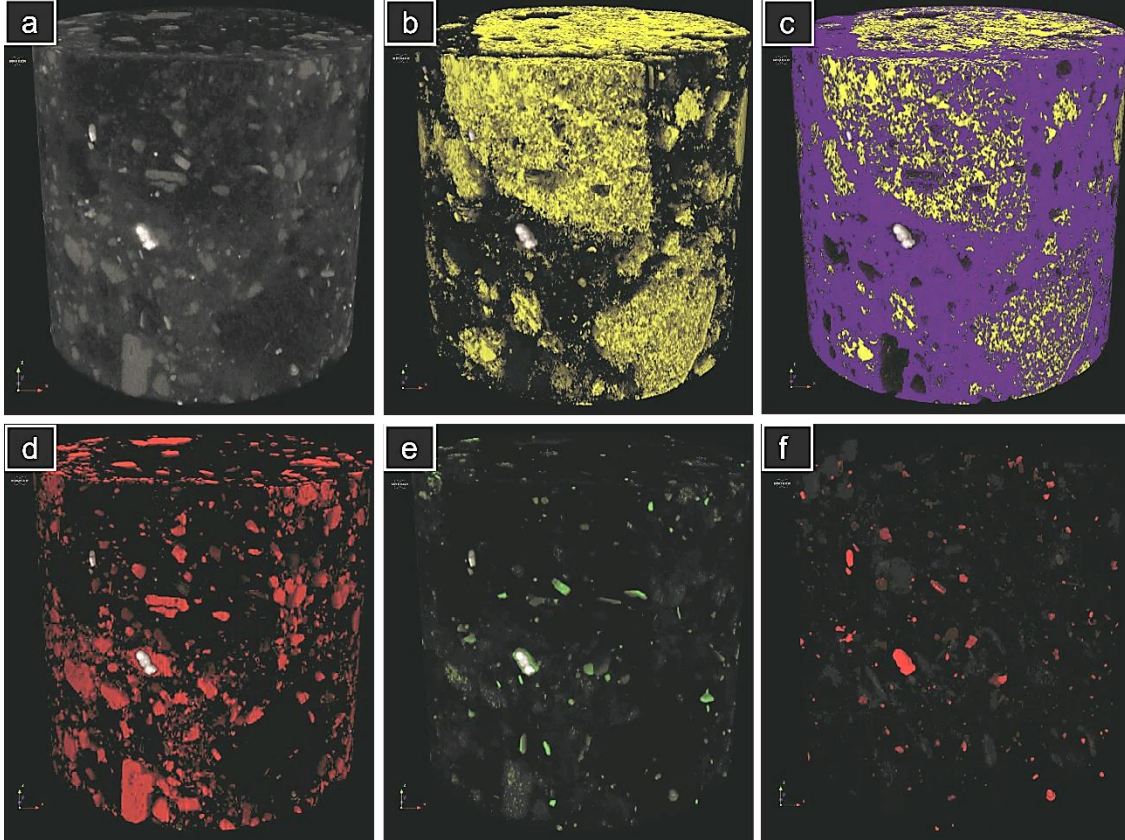
EK 18. Kavak ignimbiritinin dolgu süreçlerine maruz kalmış kesimlerine ait micro-Ct analizleri gösterilmektedir.

Kavak ignimbirit büyük oranda, kalsit dolgu içermektedir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: juvenil cam, c: gözeneklilik, d: kalsit ve plajiyoklaz, e: plajiyoklaz, mika mineralleri, f: manyetit ve zirkon kristalleri).



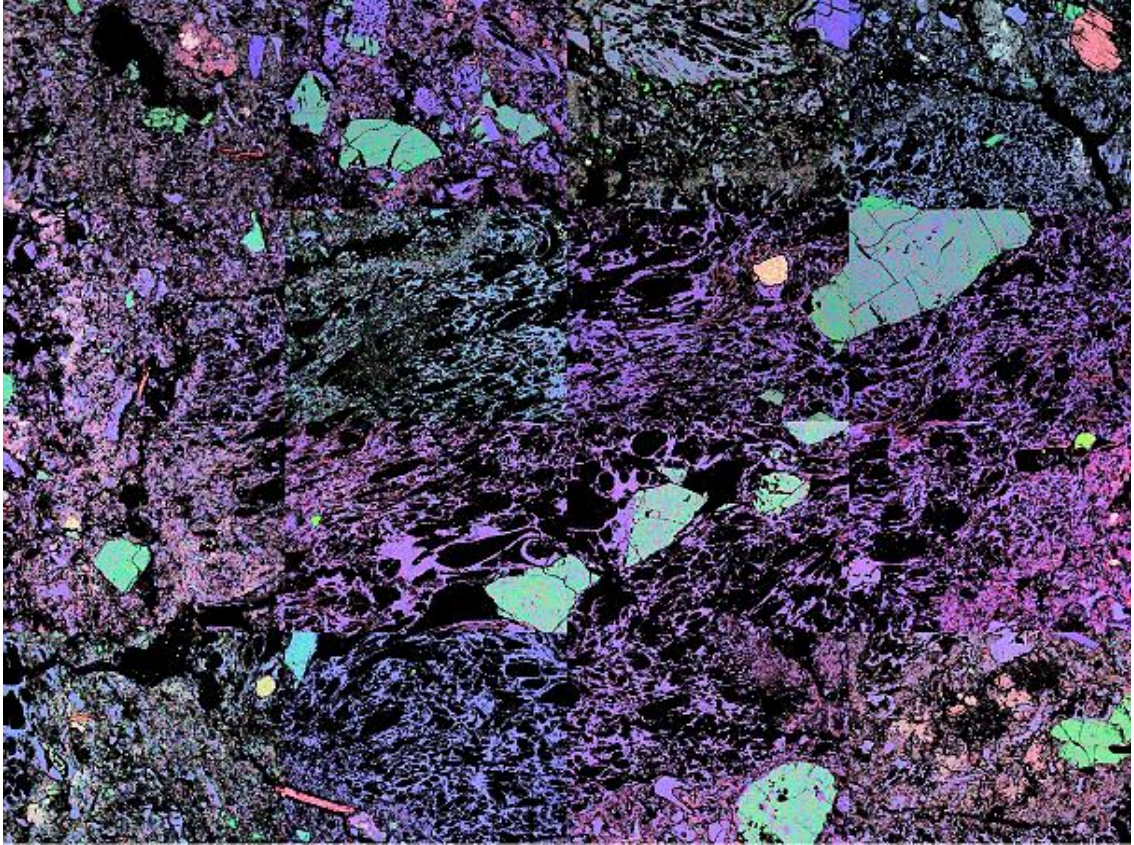
EK 19. Kavak ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait micro-Ct analizleri gösterilmektedir.

Kavak ignimbiritin pomza içeriği büyük, yoğun gözeneklidir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: gözeneklilik, c: juvenil cam, d: plajiyoklaz, e: mika mineralleri, f: manyetit ve zirkon kristalleri).



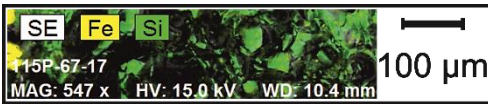
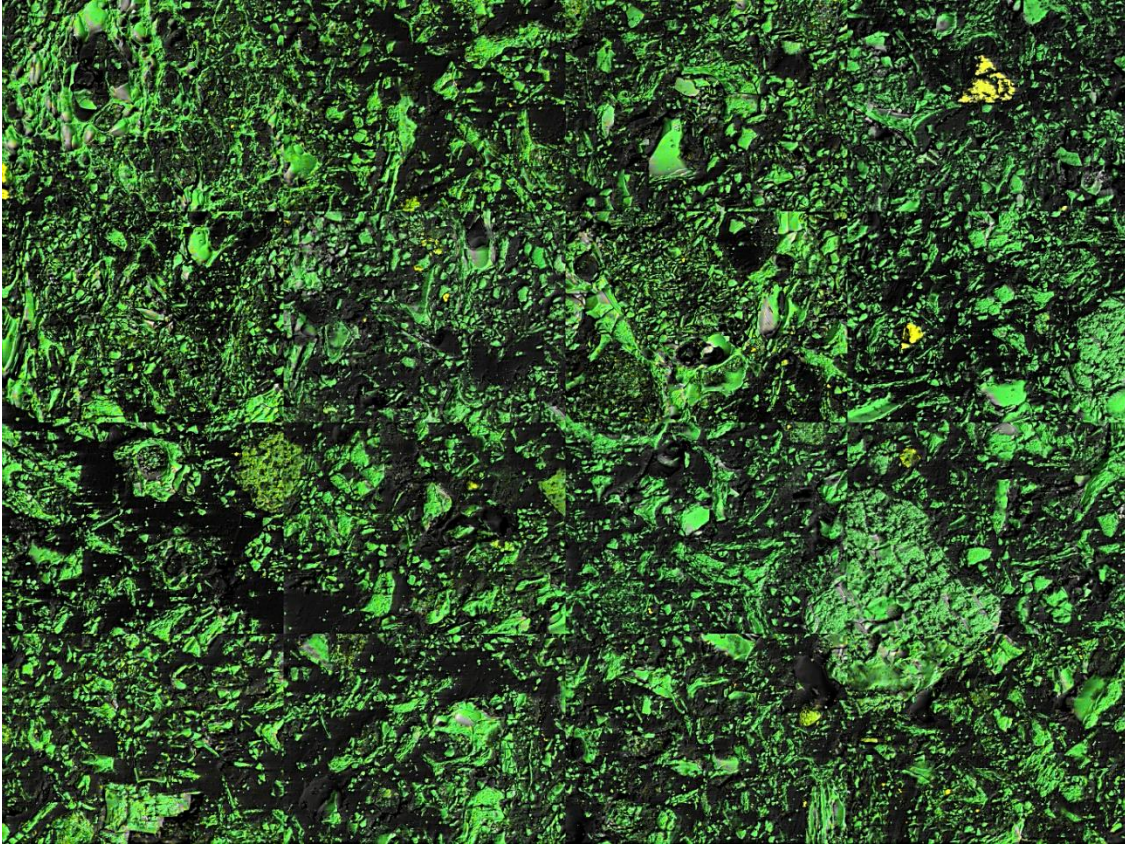
EK 20. Kavak ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

Kavak ignimbiritin pomza içeriği oldukça büyük ve gözeneklidir. Fenokristal olarak kenarları boyunca deforme olmuş, iri plajiyoklaz mineralleri, dilinimleri boyunca açılmış biyotit ve Fe-Ti oksit mineralleri içermektedir.



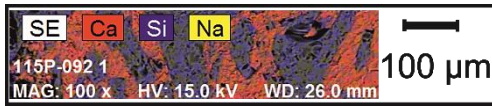
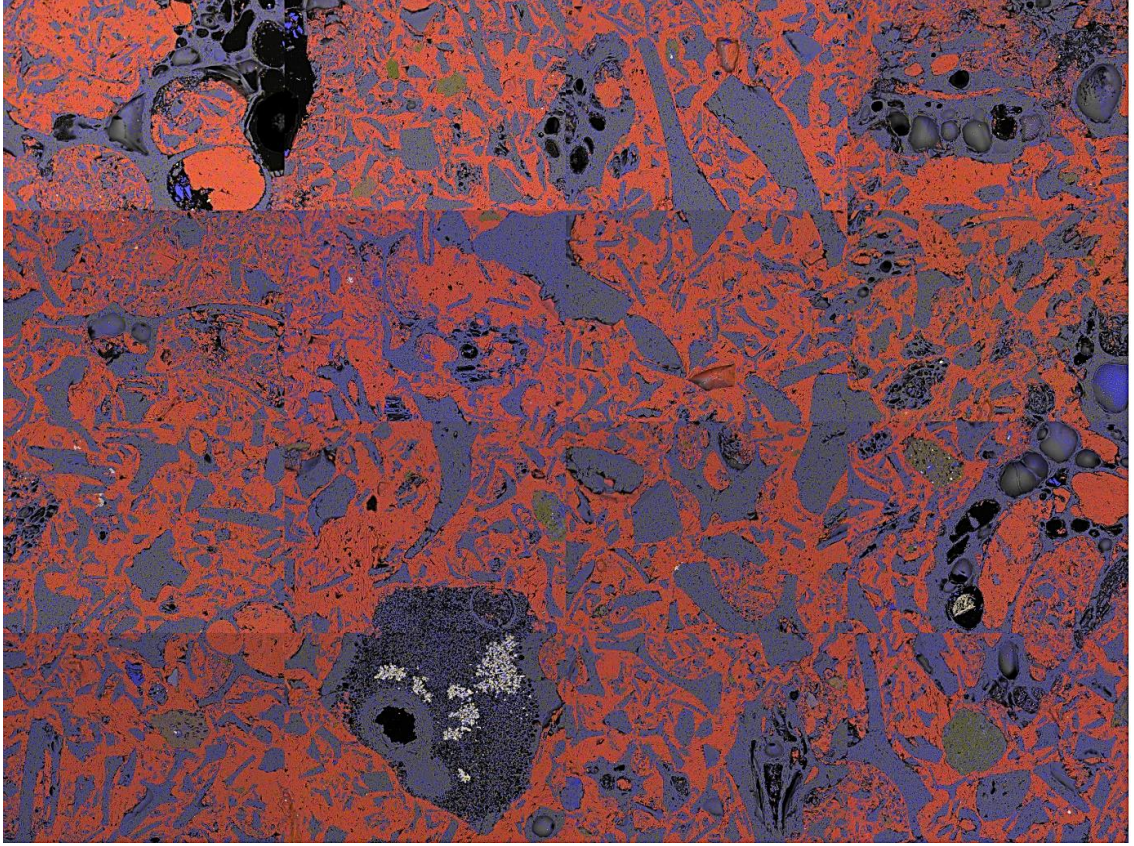
EK 21. Zelve ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerinin özelliklerini korunmuş olduğu EDS haritası gösterilmektedir.

Zelve ignimbirit birimi az oranda Fe-Ti oksit içeriğine sahip olup büyük oranda hamurdan oluşmaktadır. Fe-Ti oksit mineralleri özşekilsiz, yaklaşık 100 mikrometreye ulaşabilen kristal tane boyuna sahip olup hamur içerisinde gelişigüzel dağılım göstermektedir. İgnimbirit birimi oldukça gözenekli bir dokuya sahip olmasının yanı sıra kristalce fakir, yuvarlak ve bol gözenekli gözenekli pomza içeriğine sahiptir.



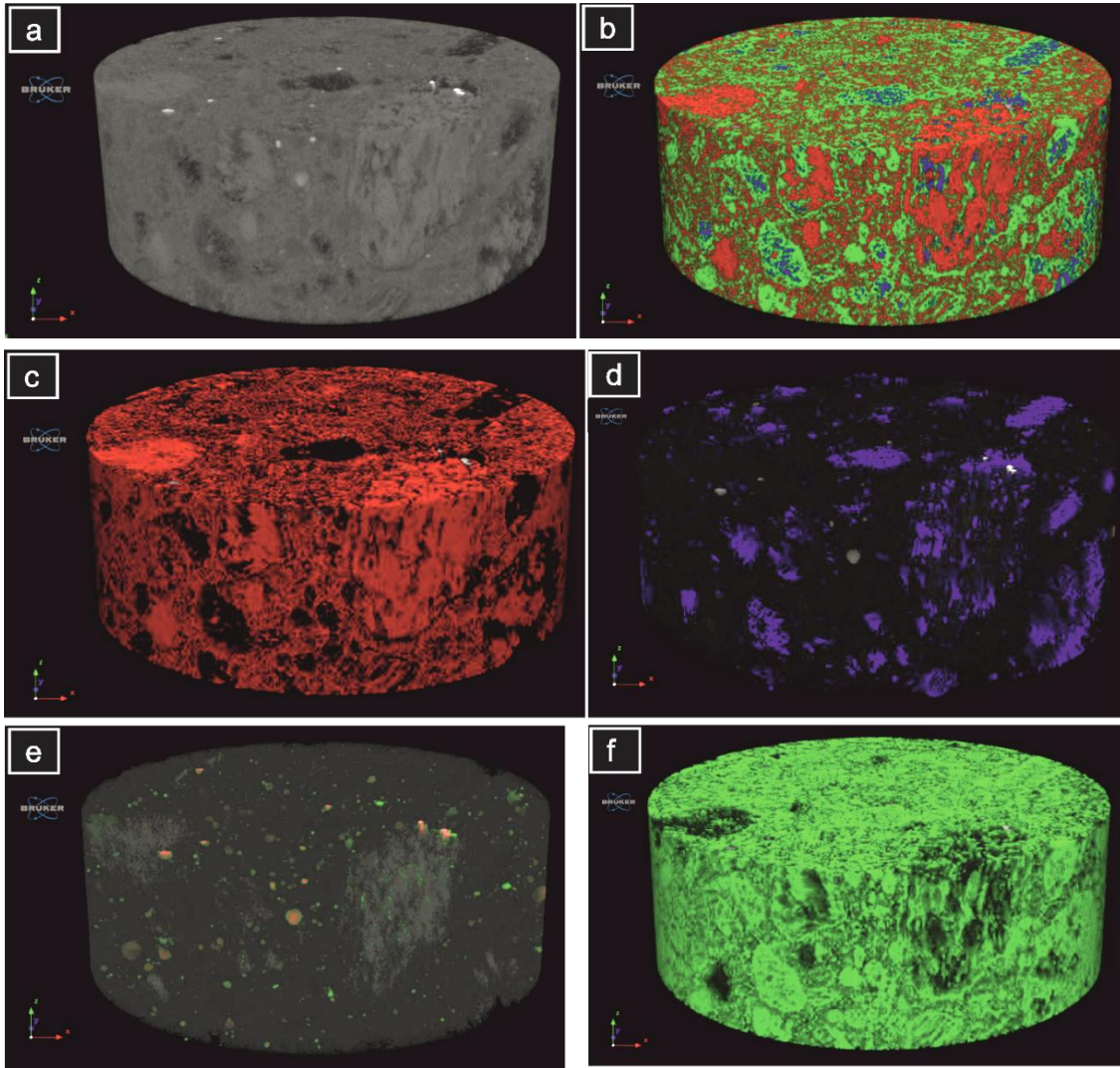
EK 22. Zelve ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış EDS haritası gösterilmektedir.

Zelve ignimbirit az oranda manyetit içeriğine sahip olup yoğun olarak kalsit ve jüvenil camdan oluşmaktadır. İgnimbiritin pomzaları küçük olup iri ve yuvarlak gözeneklere sahiptir. Pomza gözeneklerinin birbiri ile bağlantılı olmaması, kalsit dolgunun nüfuz etmesini engellemiştir. Bununla birlikte, kalsit dolgu çimentolanmayı arttırmasının yanı sıra jüvenil cam içeriğinin sağlam kalmasını sağlamıştır.



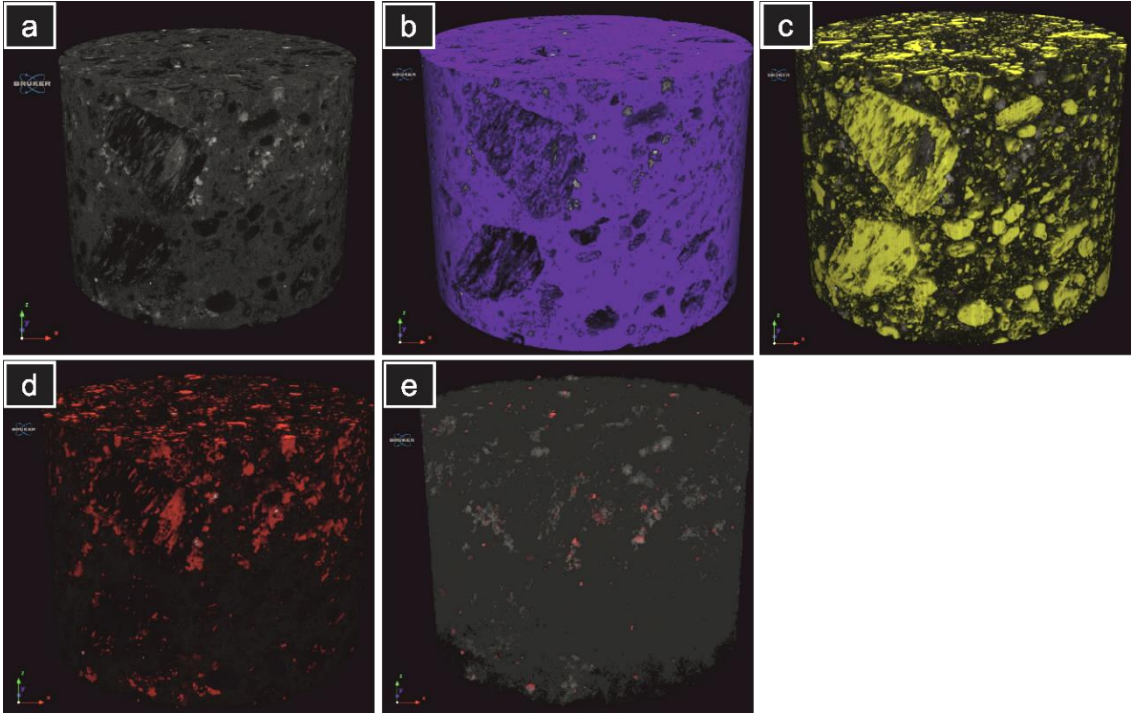
EK 23. Zelve ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış kesimlerine ait temsili micro-CT analizler gösterilmektedir.

Micro-CT analizleri sonucunda plajiyoklaz ile kalsit dolgu ayrımı yapılamamıştır. Zelve ignimbiriti oldukça düşük gözeneklilik oranı ve mika, manyetit, zirkon içeriğine sahiptir. Gözeneklilik oranı büyük oranda pomza içeriğinden kaynaklanmaktadır. Pomzaların birbiri ile bağlantılı olmayan gözenekleri kalsit dolgunun nüfuz etmesini engellemiştir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: tüm bileşenler, c: kalsit ve plajiyoklaz görüntüsü, d: gözeneklilik, e: mika, manyetit ve zirkon kristalleri, f: jüvenil cam).



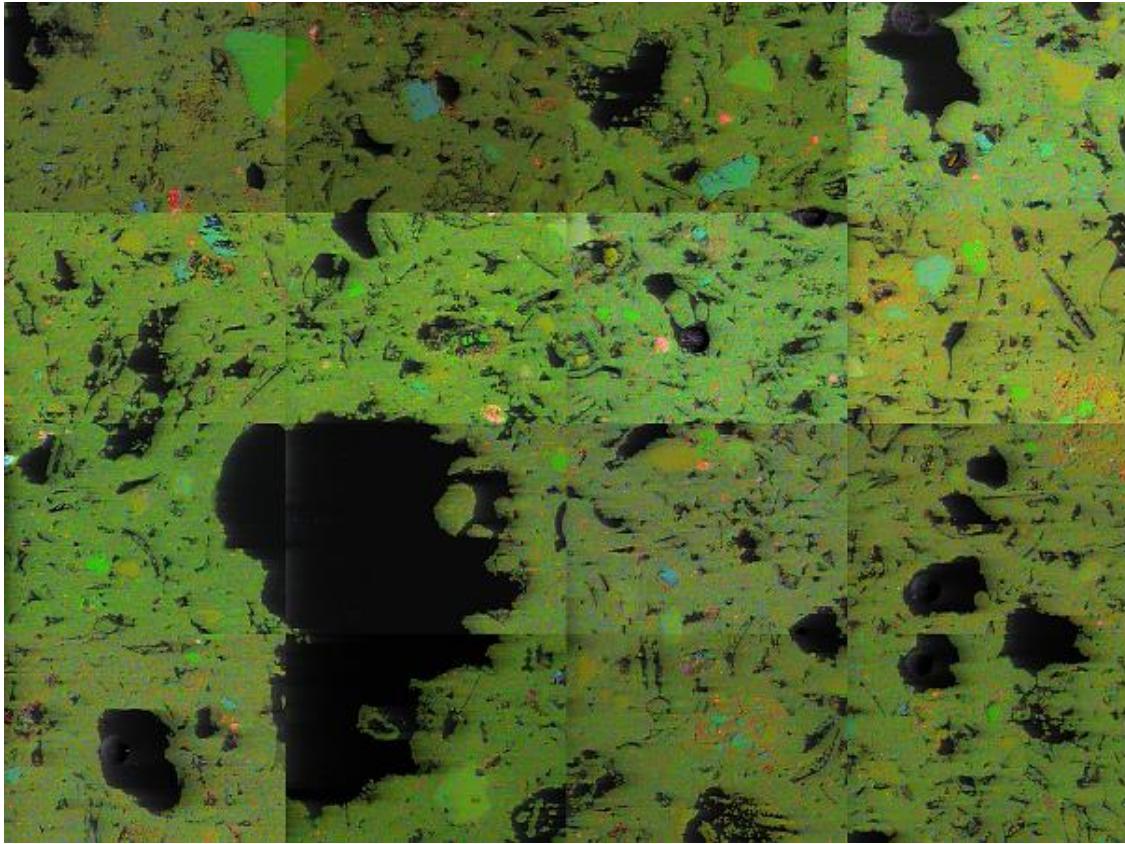
EK 24. Zelve ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış yüzleklerine ait micro-CT analizleri gösterilmektedir.

Numune, Zelve ignimbiriti içerisinde oluşmuş konkresyondan alınmıştır. SEM-EDS destekli yapılan micro-CT çalışmaları sonucunda ignimbiritin büyük oranda barit, kalsit ve pirolüsit süreçlerine maruz kalmıştır. Micro-CT yöntemi ile juvenil cam, kalsit dolgu ve plajiyoklaz ayrımı yapılamamıştır. İgnimbiritin kalsit dolgusuna maruz kalması ile gözeneklilik oranı azalmıştır. İgnimbiritin pomza içeriği bu bölgelerde büyük olup gözenekleri birbiri ile bağlantılı değildir. Bununla birlikte, ignimbirit az oranda kristal içeriğine sahiptir ve bu kristaller, yoğun kalsit dolgudan dolayı ayrılmamaktadır. (a: ayrılmamış görüntü, b: kalsit, barit, pirolüsit, juvenil cam ve plajiyoklaz görüntüsü, c: gözeneklilik, d: plajiyoklaz, kalsit, e: mika, manyetit, zirkon kristalleri).



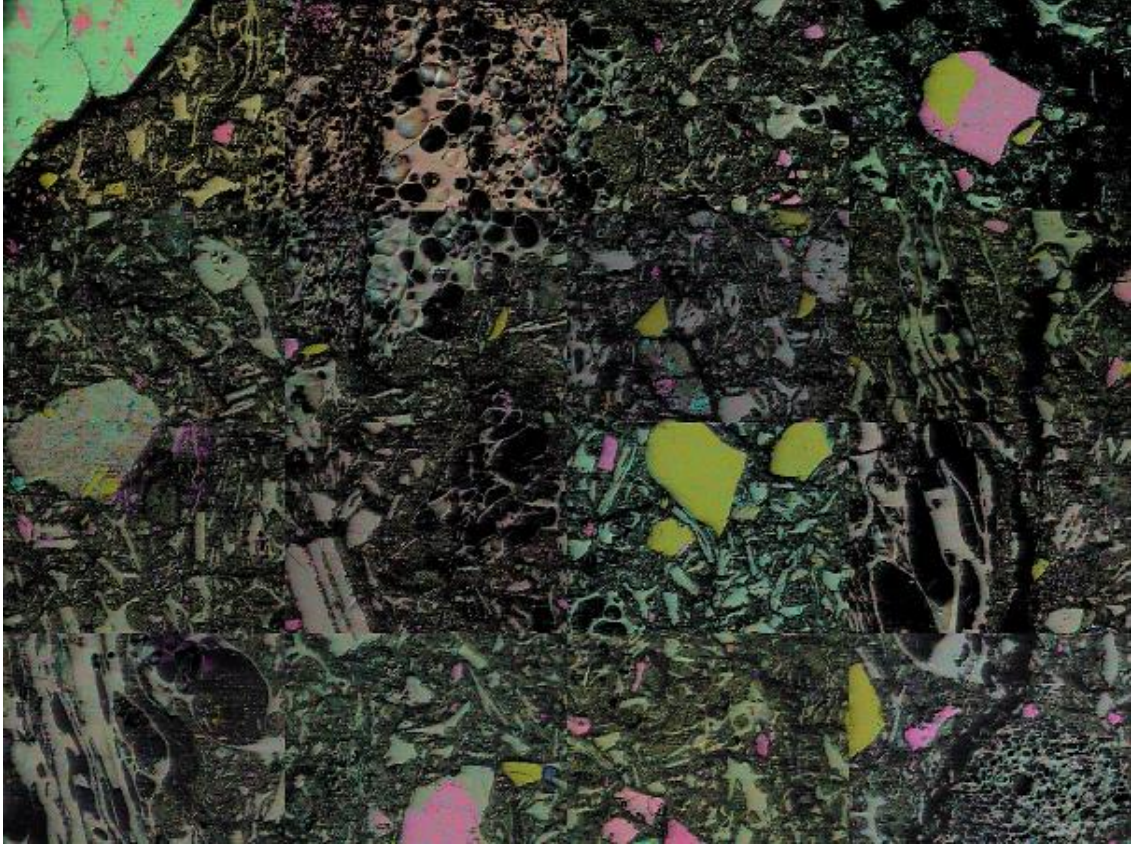
EK 25. Zelve ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

İgnimbirit, pirojenik kristal bakımından fakir olup bu kristaller kenarları boyunca deforme olmuştur. Jüvenil cam içeriği tamamen zeolit, opal-A, opal-CT, smektit kristallerine dönüşmüştür. İgnimbirit büyük oranda klinoptilolit/höylandit mineralleri ile birlikte demetlerden ayrılmış iğnemsri eriyonit/offretit ve smektit, opal-CT, opal-A kristalleri içermektedir. Hidrotermal alterasyon sonucu gözeneklilik oranı azalmıştır.



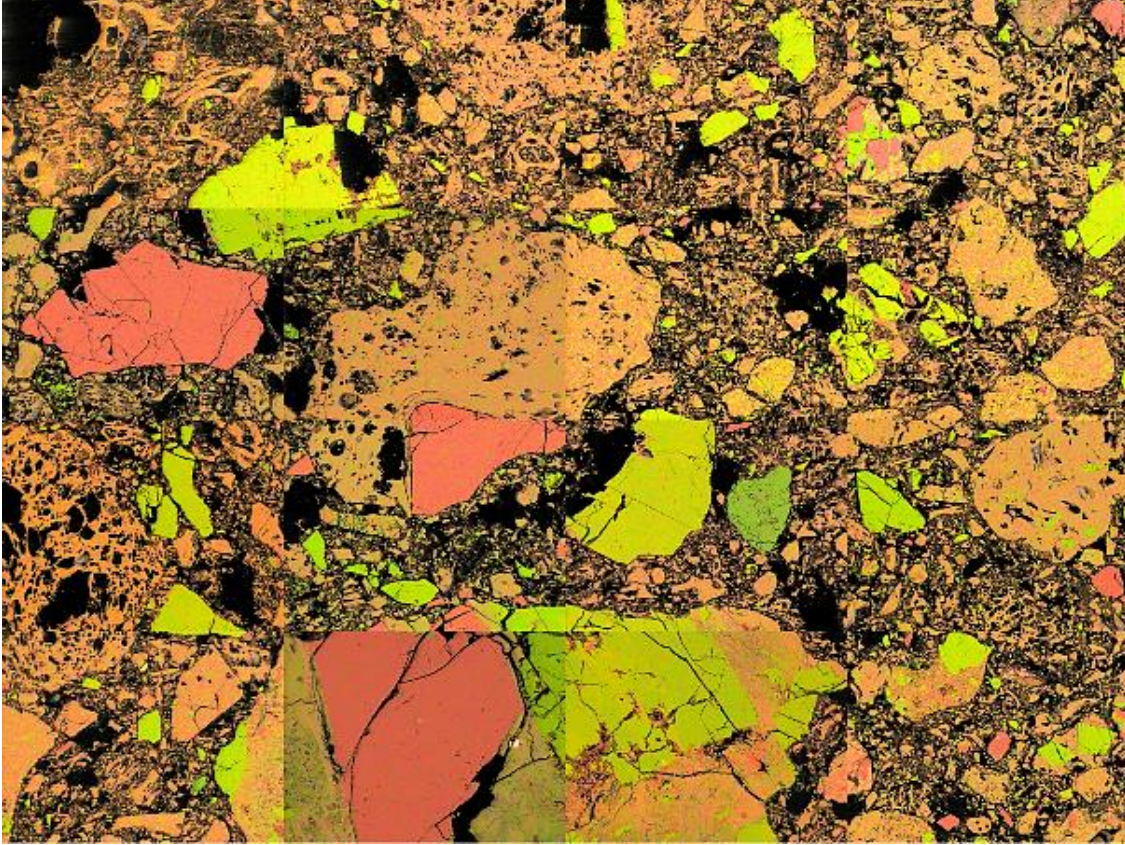
EK 26. Zelve ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

Zelve ignimbiriti, iri gözenekli, kısmen devitrifiye olmuş pomzalar içermektedir. Fenokristal olarak iri plajiyoklaz ve kuvars mineralleri, özşekilli biyotit mineralleri içermektedir.



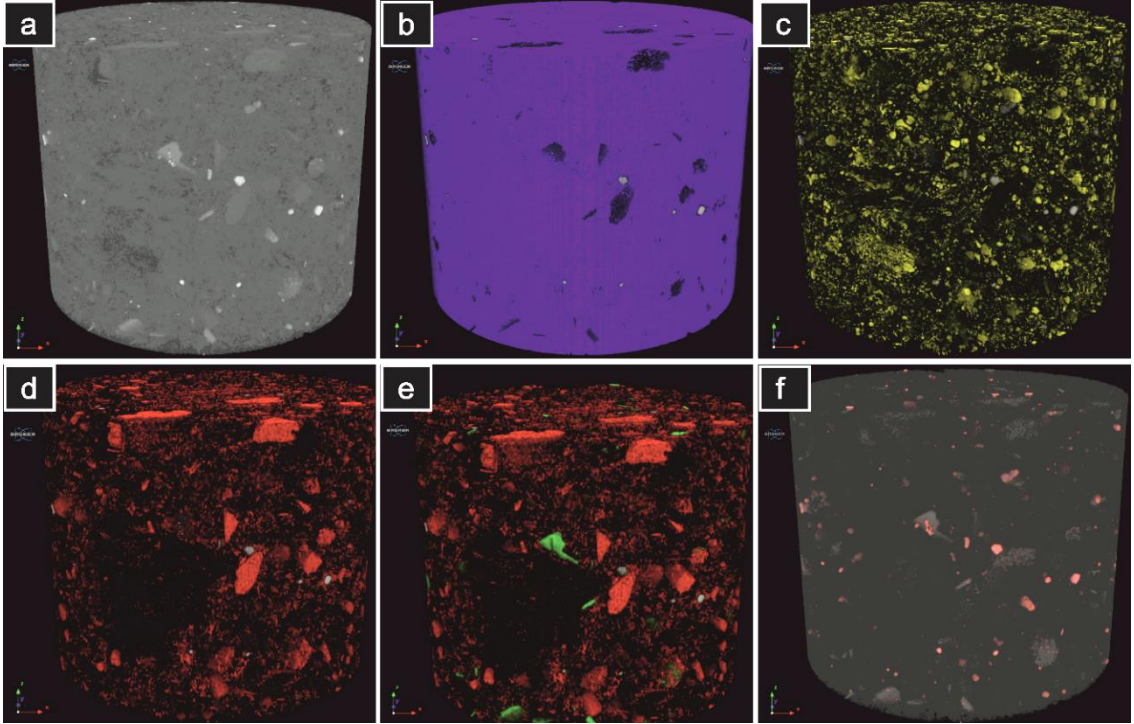
EK 27. Zelve ignimbiritinin kısmen altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

İgnimbiritin pomza içeriği büyük, gözenekli ve gözenekler yuvarlak şekilde gözlenmekte olup kısmen devitrifikasyona maruz kalmıştır. Fenokristal olarak kenarlarından deforme olmuş, iri kuvars, plajiyoklaz ve az oranda, özşekli biyotit mineralleri içermektedir.



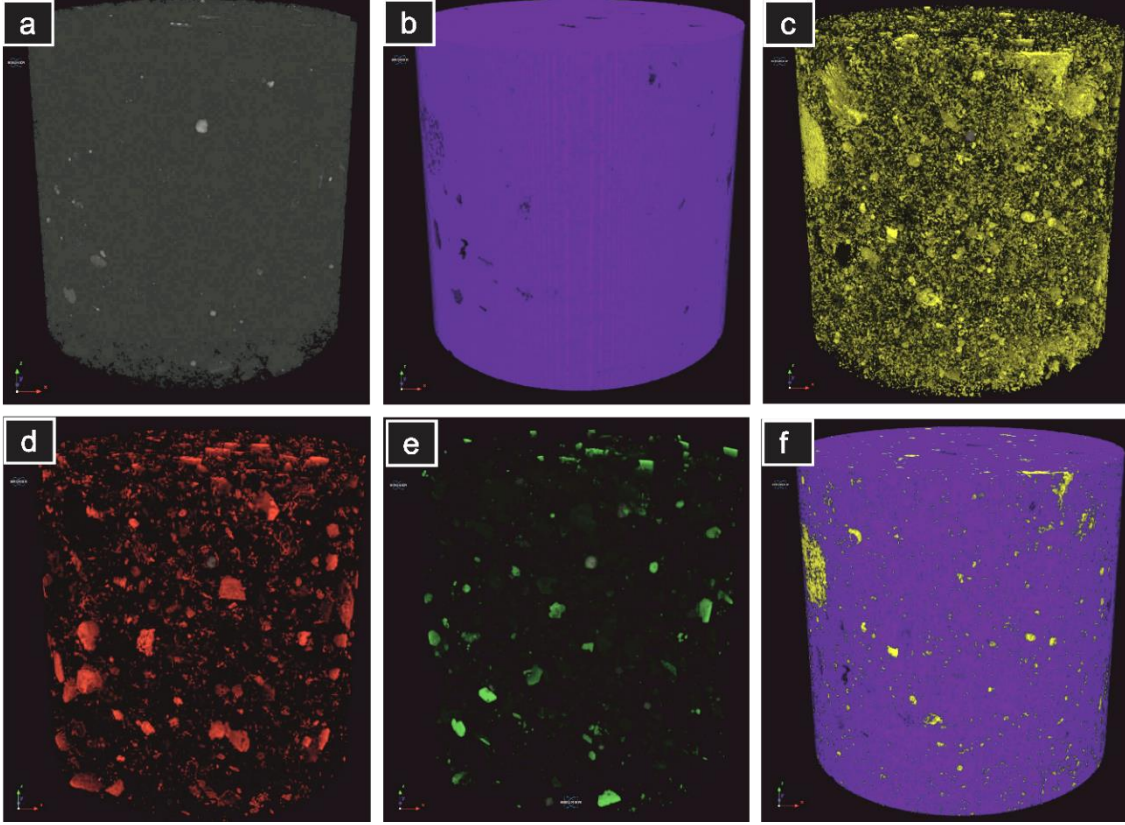
EK 28. Sarımadentepe ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.

Sarımadentepe ignimbiriti, yoğun pirojenik cam içeriğine sahip olup mika ve feldispat kristallerince zengindir. Buna karşın, yoğun ve küçük boyutlarda gözenekler içermektedir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: juvenil cam, c: gözeneklilik, d: plajiyoklaz, e: plajiyoklaz ve mika, f: manyetit, zirkon kristalleri).



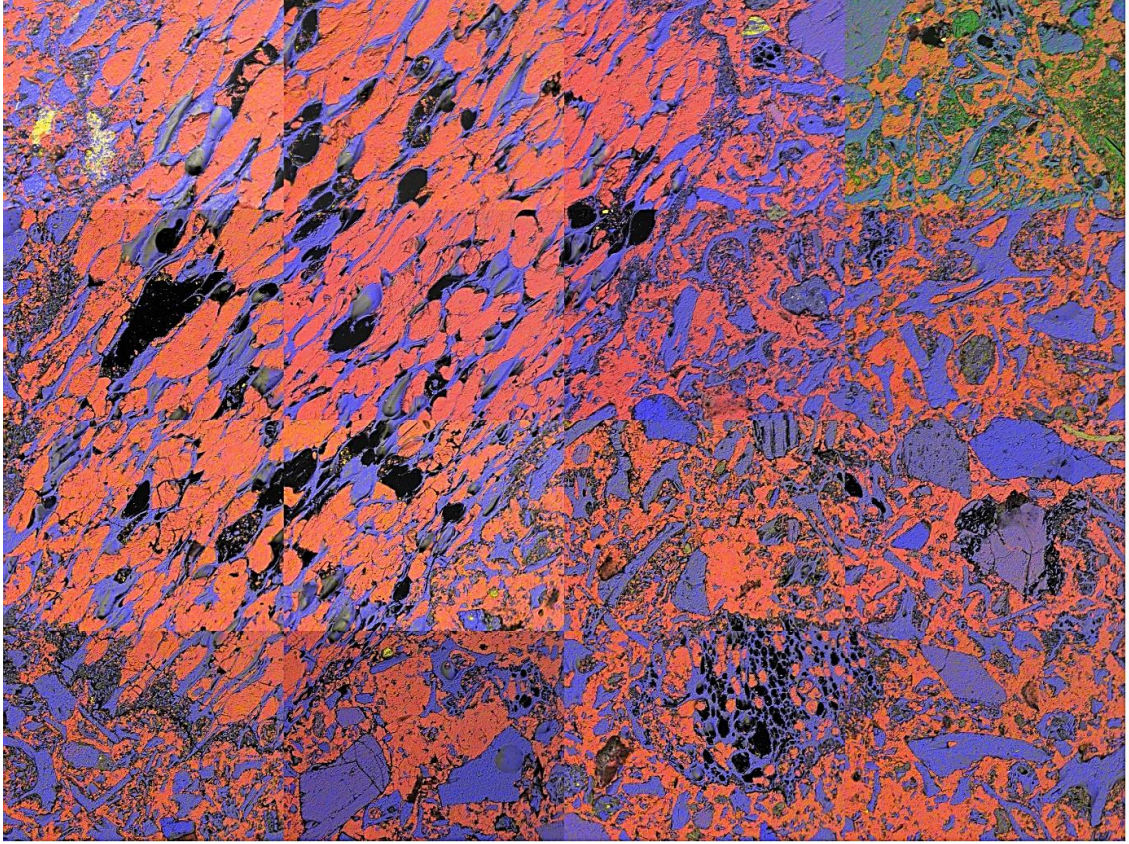
EK 29. Sofular ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.

İgnimbirit, yoğun pirojenik cam ve gözeneklere sahiptir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: juvenil cam, c: gözeneklilik, d: plajiyoklaz, e: mika, manyetit, zirkon kristalleri, f: tüm bileşenler).



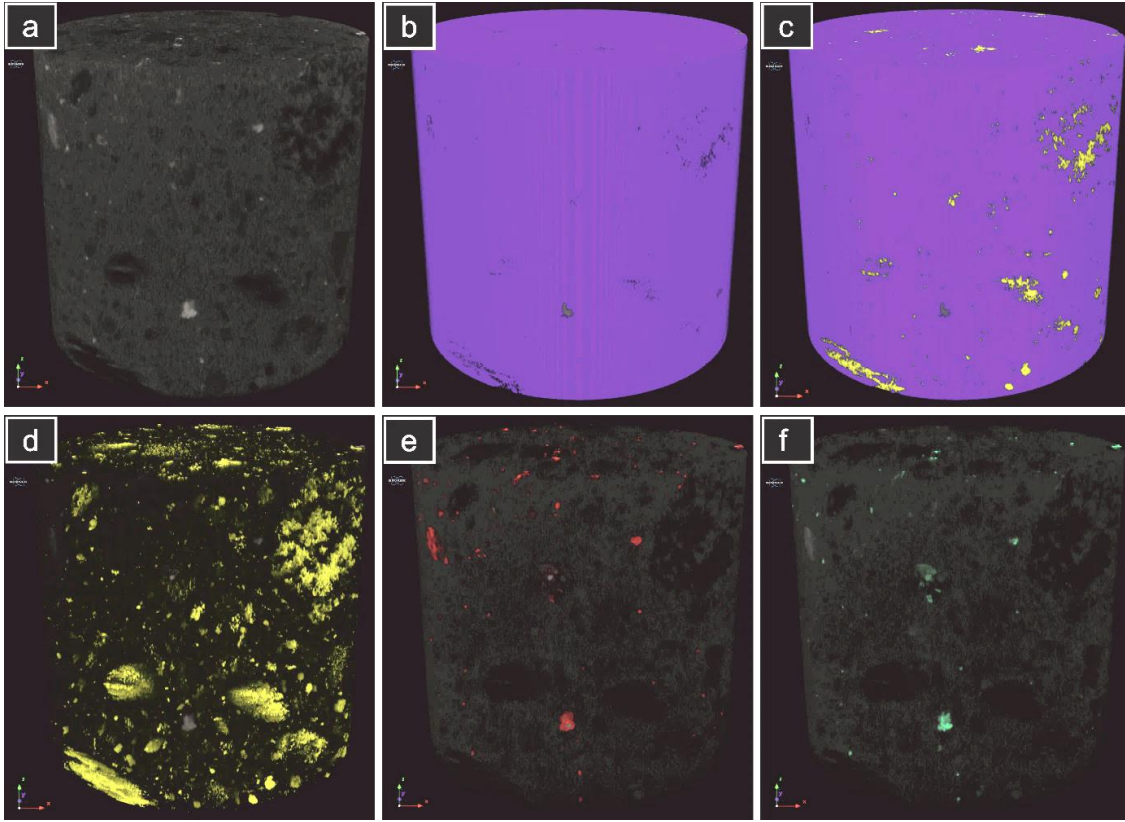
EK 30. Cemilköy ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

Cemilköy ignimbiriti, kristal bakımından fakir olup büyük oranda amigdoloyidal dokuda gözlenen kalsit içermektedir. Pomzalar oldukça büyük, yuvarlak gözenekli ve dikdörtgenimsi şekillerde gözlenmektedir. Bazı pomza gözeneklerinin birbiri ile bağlantılı olmaması, kalsit dolgunun nüfuz etmesini engellemiştir. Ayrıca kalsit dolgu, çimentolanmayı arttırmıştır ve juvenil camın sağlam kalmasını sağlamıştır.



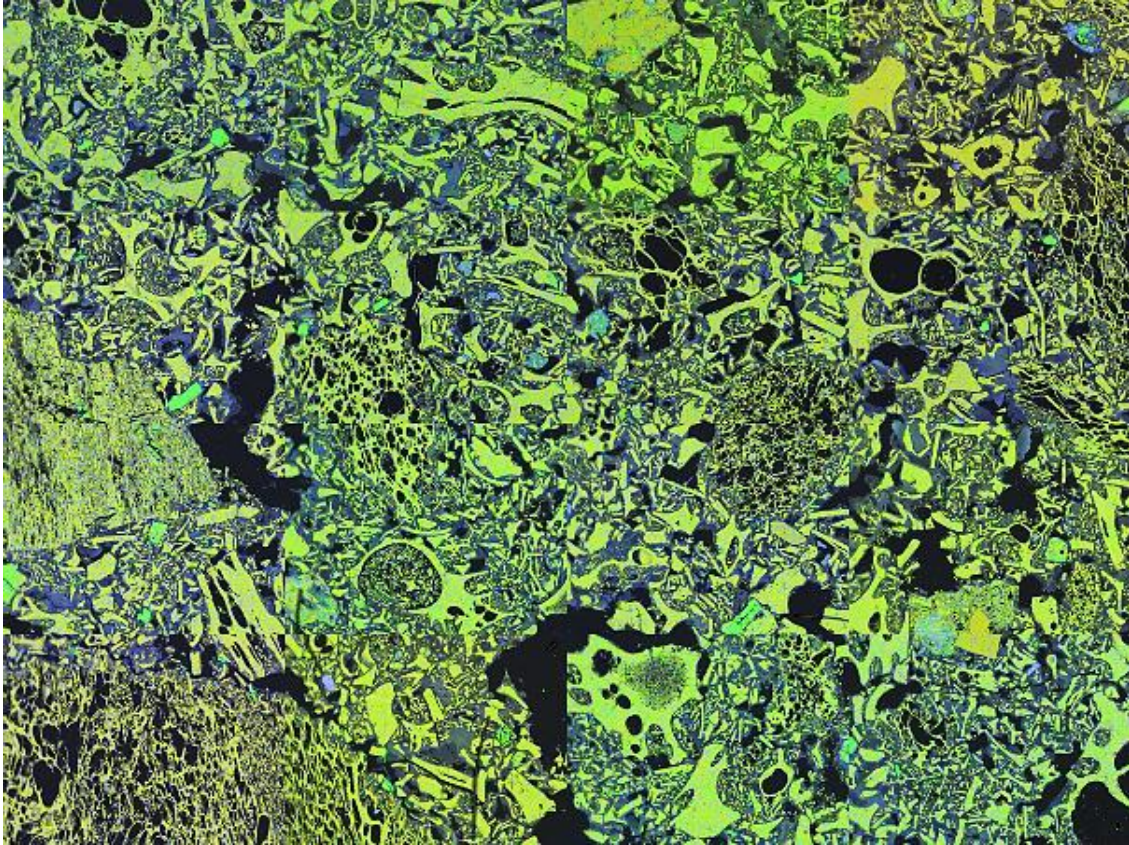
EK 31. Cemilköy ignimbiritinin kalsit dolgusuna maruz kalmış yüzleklerine ait micro-CT analizleri gösterilmektedir.

İgnimbirit büyük oranda kalsit dolgusuna maruz kalmıştır. Micro-CT yöntemi ile juvenil cam, kalsit ve plajiyoklaz ayrımı yapılamamıştır. Düşük gözeneklilik oranı, ikilcil kalsit dolgudan kaynaklanmaktadır. İgnimbirit az oranda pirojenik kristal içeriğine sahiptir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: kalsit, juvenil cam ve plajiyoklaz görüntüsü, c: tüm bileşenler, d: gözeneklilik, e: mika mineralleri, f: manyetit – zirkon kristalleri).



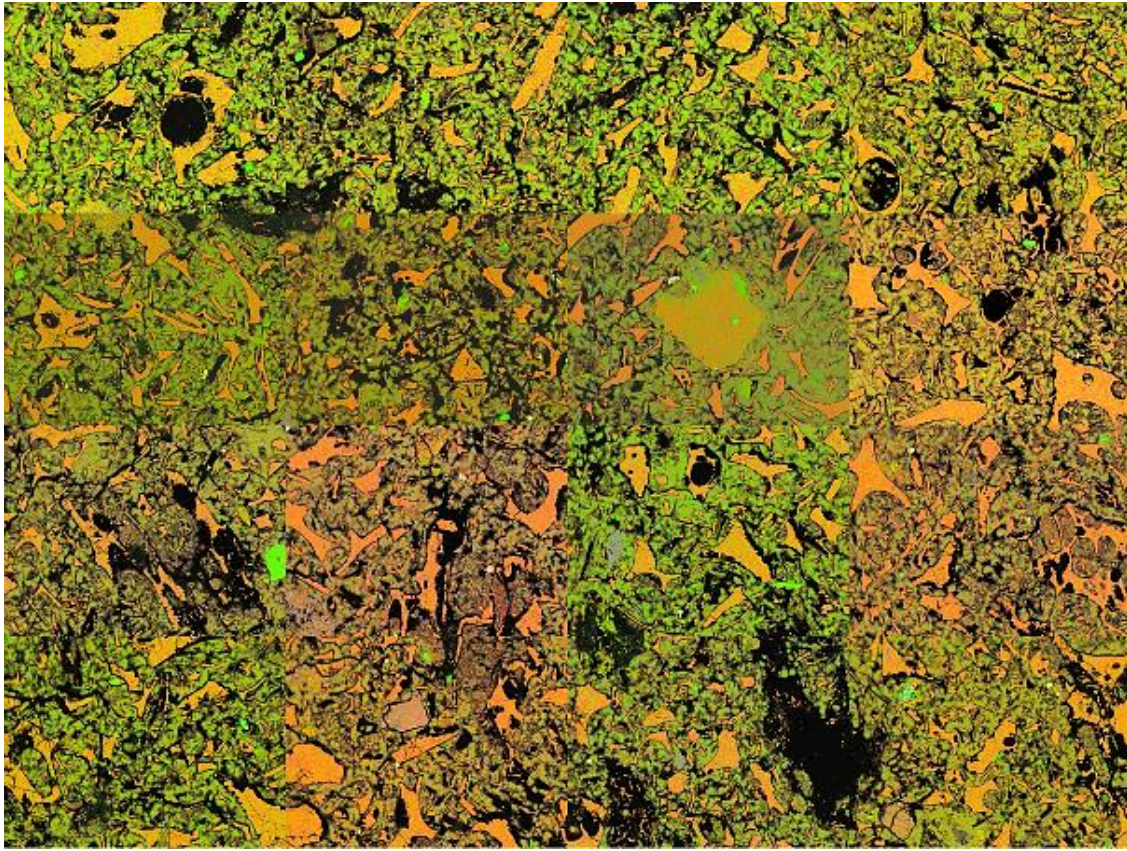
EK 32. Cemilköy ignimbiritinin ortaç tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

İgnimbiritin pomza içeriği büyük, gözenekli, gözenekler yuvarlak şekilde gözlenmektedir. Biyotit mineralleri özşekil, plajiyoklaz mineralleri ise az oranda, küçük ve kenarları boyunca deforme olmuştur. Ortaç tipte hidrotermal alterasyon sonucunda juvenil cam içeriği kenarları boyunca kil grubu minerallere dönüşmüştür.



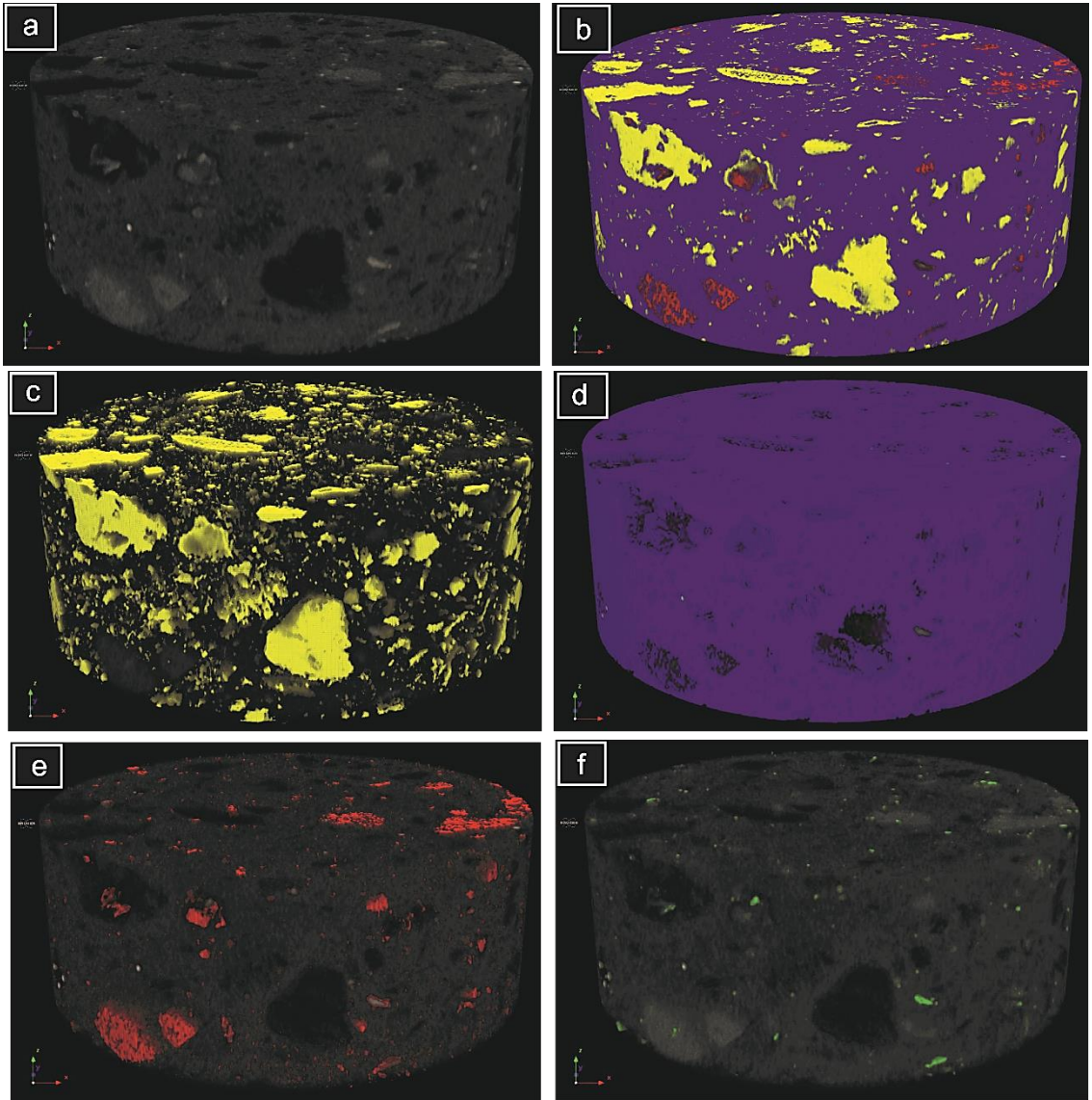
EK 33. Cemilköy ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait EDS haritası gösterilmektedir.

Cemilköy ignimbirit az oranda, kısmen özşekilli plajiyoklaz ve kuvars mineralleri içermektedir. Jüvenil cam içeriği büyük oranda zeolit, smektit, opal-CT, opal-A kristallerine dönüşmüştür. İkincil kristallenme gözeneklerde (amigdaloyidal doku) gözlenmektedir. İgnimbirit, büyük oranda mordenit mineralleri ile birlikte karmaşa şeklinde klinoptilolit/höylandit, opal-A, opal-CT ve smektit kristalleri içermektedir.



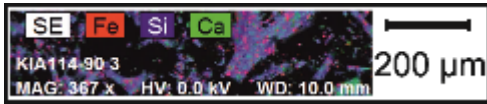
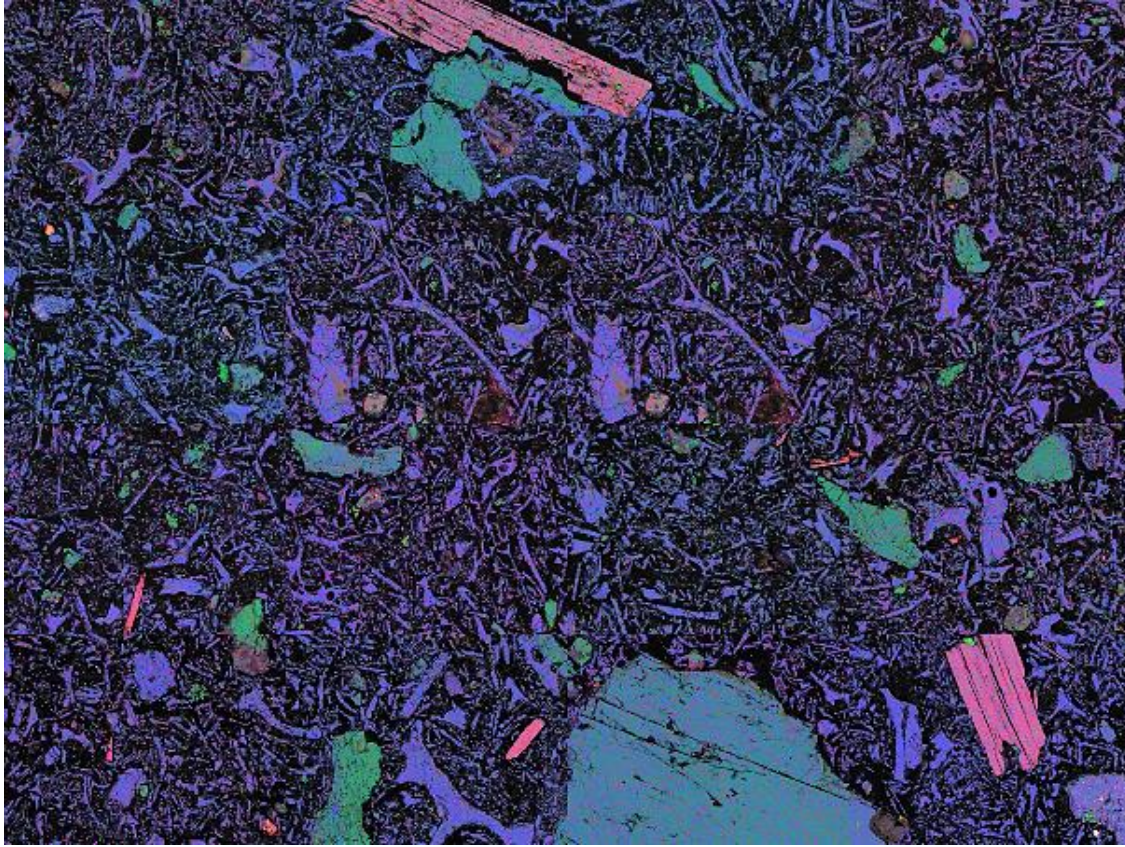
EK 34. Cemilköy ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona maruz kalmış yüzleklerine ait micro-CT analizleri gösterilmektedir.

Micro-CT yöntemi ile juvenil cam, zeolit ayrımı yapılamamıştır. Düşük gözeneklilik oranı, ikincil mineral oluşumlarından kaynaklanmaktadır. İgnimbirit az oranda pirojenik kristal içeriğine sahiptir. (a: ayrılmamış görüntü, b: tüm bileşenler, c: gözeneklilik, d: juvenil cam, zeolit, opal-A, opal-CT, e: plajiyoklaz, mika mineralleri f: manyetit – zirkon kristalleri).



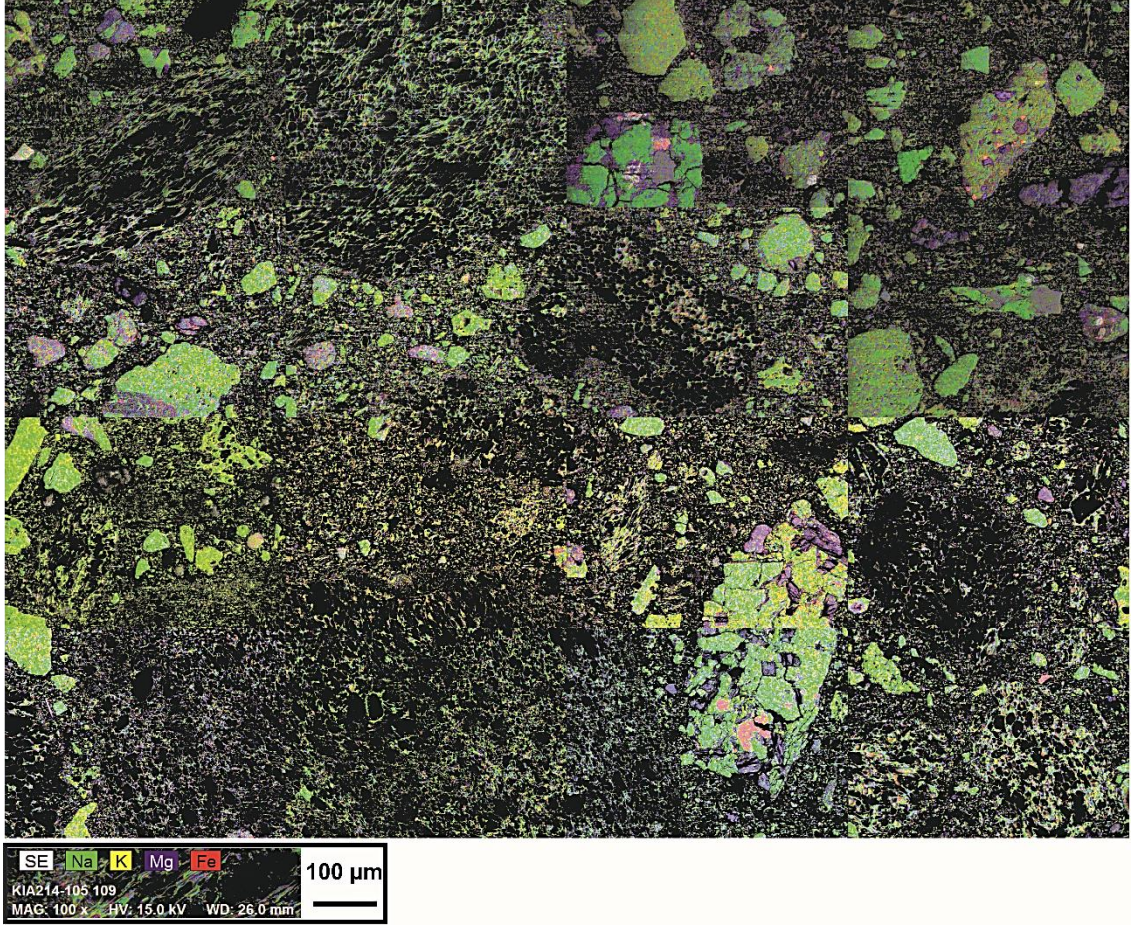
EK 35. Tahar ignimbiritinin kısmen alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

İgnimbiritin jüvenil cam içeriği sağlam olmasına karşın kırıntı örnekler üzerinden yapılan SEM çalışmada kısmen amigdoloidal dokuda eriyonit/offretit mineralleri gözlenmiştir. Plajiyoklaz mineralleri yoğun olarak kenarlarından deforme olmuştur. Biyotit mineralleri büyük, özşekilli olup dilinimleri boyunca açılmış ve apatit kapanımları içermektedir.



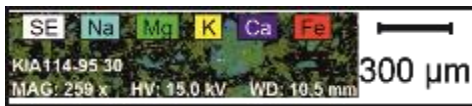
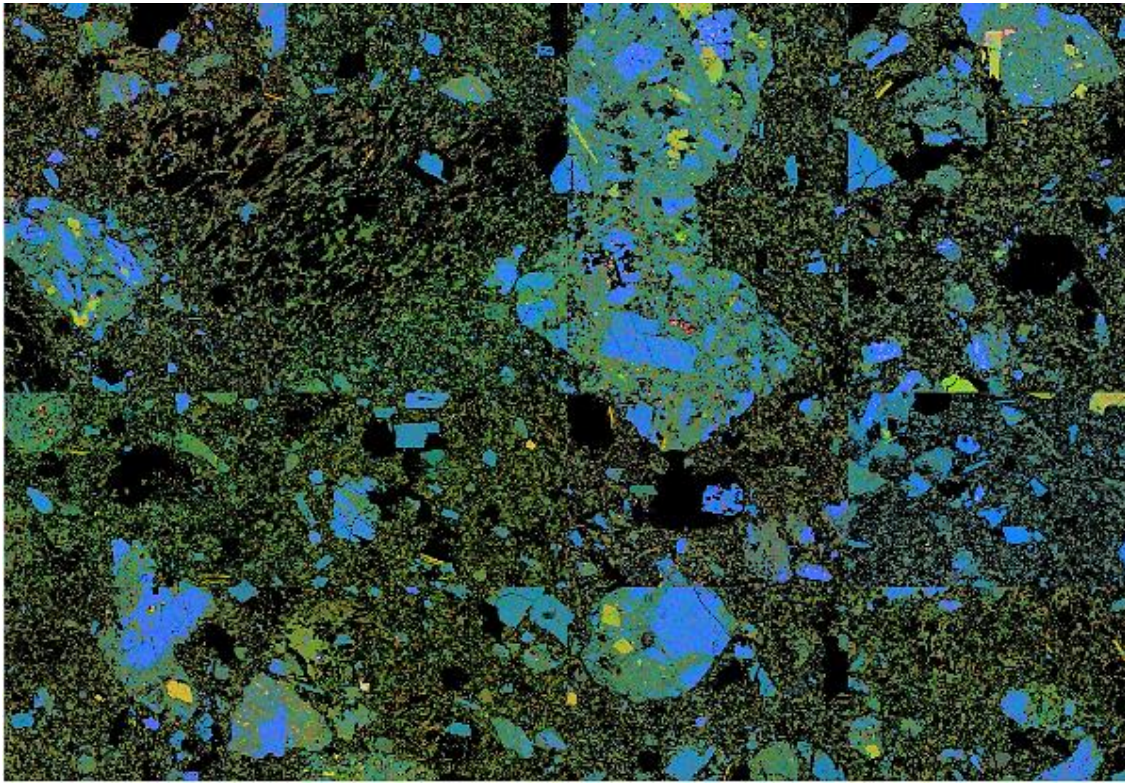
EK 36. Tahar ignimbiritinin ortaç tipte alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

İgnimbiritin jüvenil cam içeriği kısmen smektit tipi kil minerallerine dönüşmüştür. Birincil kristal ve ksenolit içeriği yoğun olup kristaller kenarlarından deforme olmuştur. Pomzular yuvarlak, yoğun, büyük ve yuvarlak gözeneklere sahiptir.



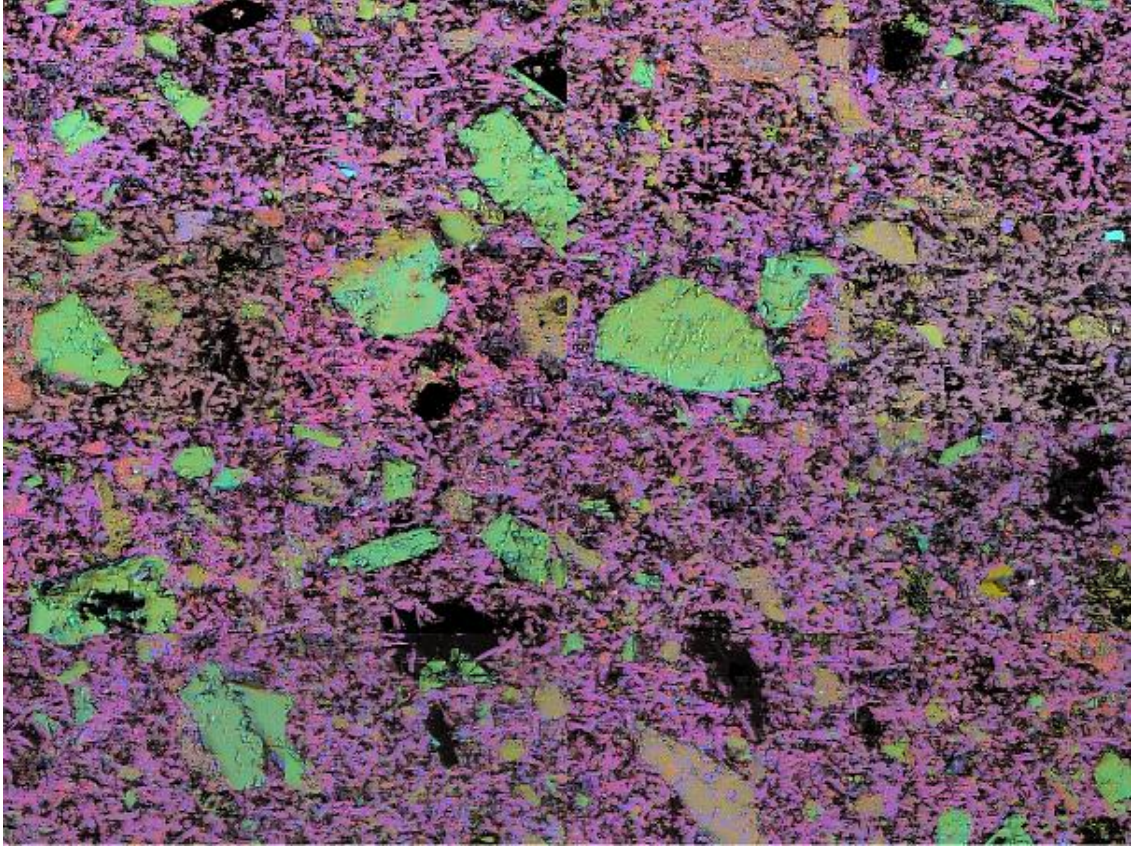
EK 37. Tahar ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona uğramış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

İgnimbiritin jüvenil cam içeriği büyük oranda eriyonit/offretit minerallerine ve kısmen smektit tipi kil minerallerine dönüşmüştür. Pomzalar büyük oranda hidrotermal alterasyona uğramasına rağmen izleri belirgin kalmıştır. Plajiyoklaz mineralleri yoğun, kısmen özşekilli olup kenarlarından itibaren deforme olmuştur. Biotit ve manyetit mineralleri özşekilli, az oranda bulunmaktadır. İgnimbirit, volkanik kökenli yoğun ve büyük ksenolit içeriğine sahiptir.



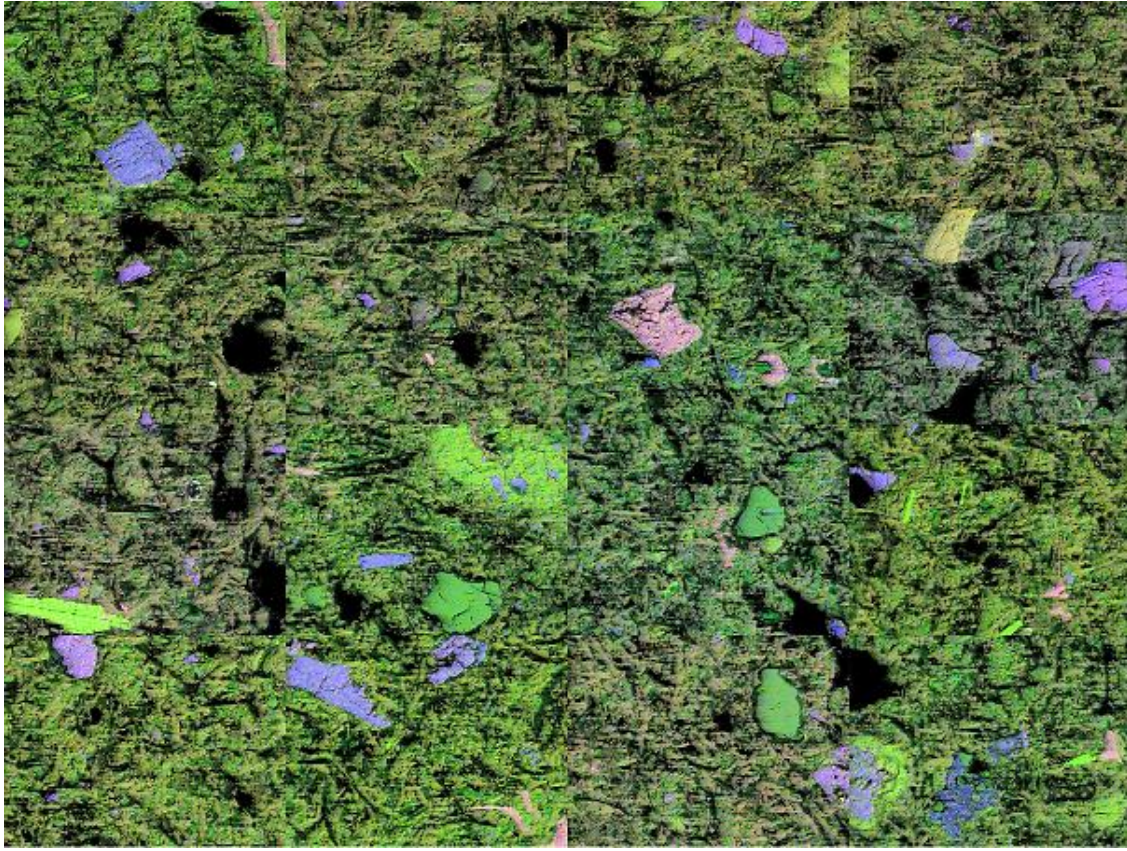
EK 38. Tahar ignimbiritinin alkali tipte (Na-Ca) alterasyona uğramış kesimlerine ait EDS haritası gösterilmektedir.

Tahar ignimbiriti, genelde pirojenik kristal içeriği kenarlarından deforme olmasına karşın kimyasal içeriği sağlam kalmıştır. Jüvenil camın tamamı eriyonit/offretit minerallerine dönüşmüştür. Hidrotermal alterasyon sonucunda kristal oranı artarken gözeneklilik oranı azalmıştır. İkincil eriyonit/offretit mineralleri uçlarından ayrılmış demetler halinden gözlenmektedir.



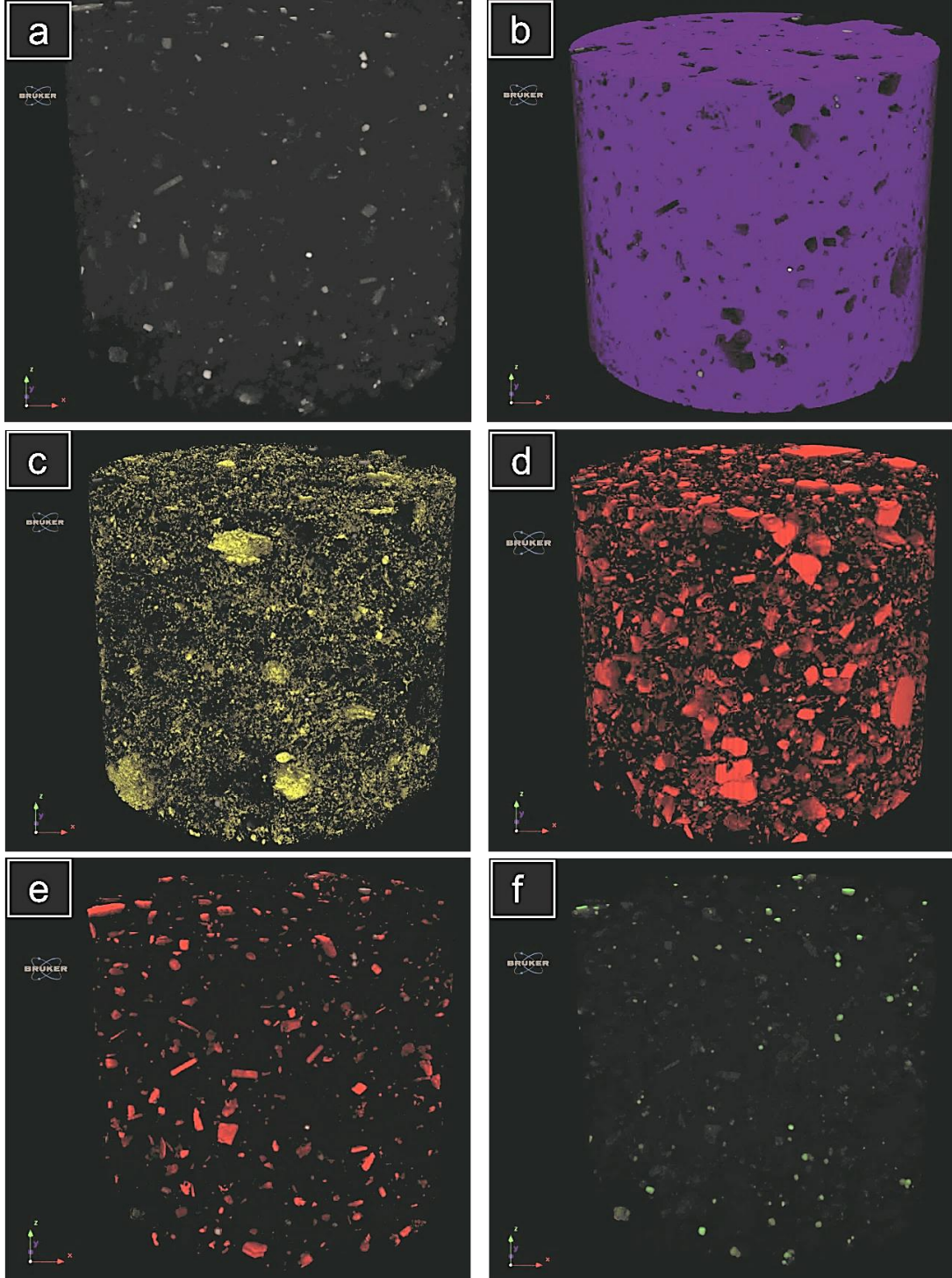
EK 39. Gördeles ignimbiritinin alkali tipte hidrotermal alterasyona maruz kalmış kesimlerine ait temsili EDS haritası görülmektedir.

İgnimbirit, fenokristal olarak biyotit, plajiyoklaz, Fe-Ti oksit mineralleri içermektedir. Jüvenil cam içeriği tamamen eriyonit/offretit ve smektit minerallerine dönüşmüştür. Zeolit mineralleri uçlarından yelpaze şeklinde açılmış demetler halinde smektit ve diğer zeolit mineralleri ile karmaşa şeklinde bulunmaktadır. Hidrotermal alterasyon sonucunda kristal oranı artarken gözeneklilik oranı azalmıştır.



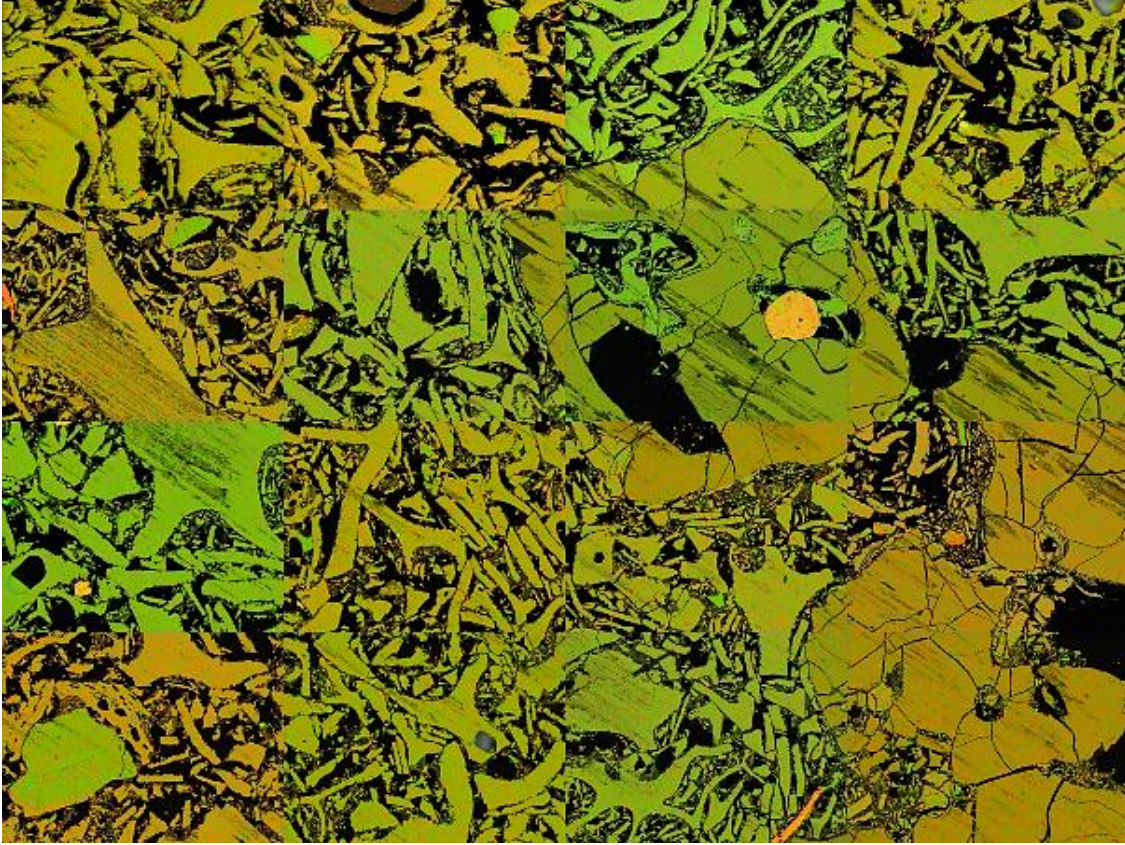
EK 40. Gördeles ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.

Gördeles ignimbiriti, fenokristal bakımından zengindir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: juvenil cam, c: gözeneklilik, d: plajiyoklaz mineralleri, e: mika mineralleri f: manyetit ve zirkon kristalleri).



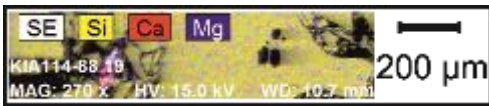
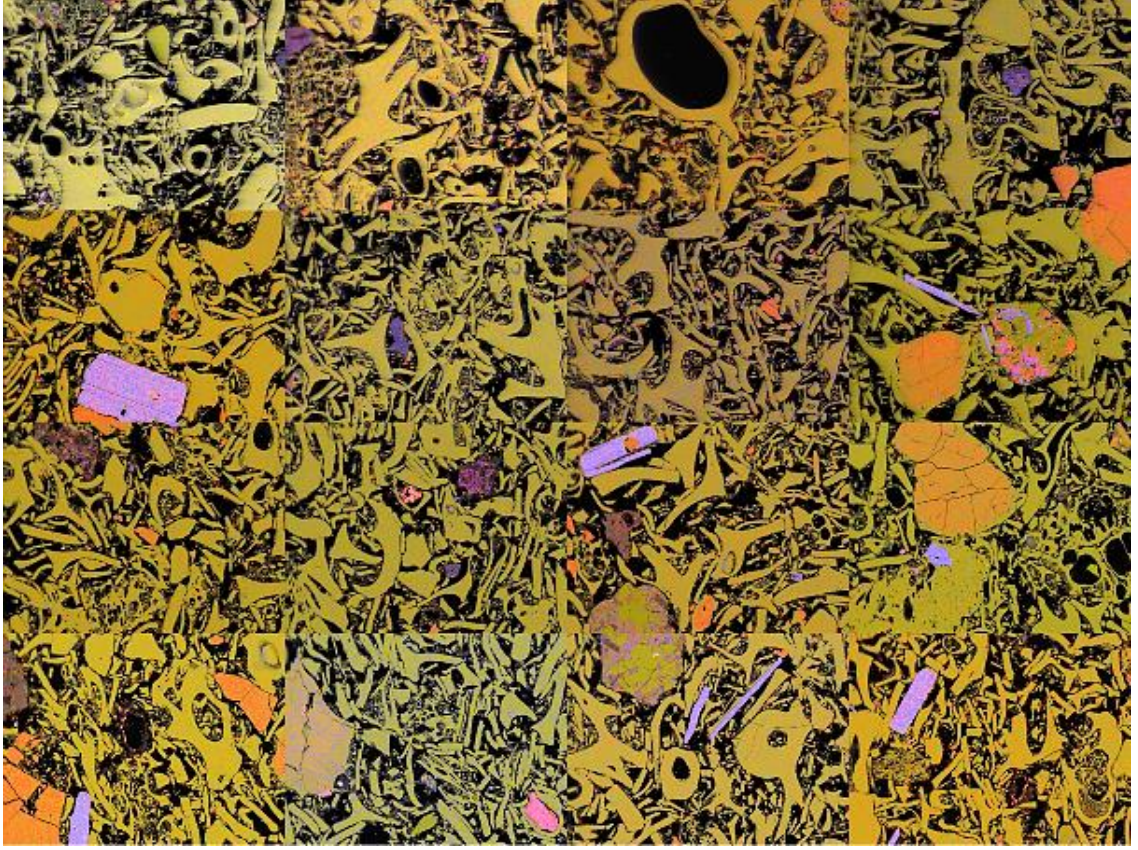
EK 41. Kızılkaya ignimbiritinin altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

Kızılkaya ignimbiriti yoğun juvenil cam içeriğine sahip olup küçük, özşekilli, az oranda biyotit mineralleri içermektedir.



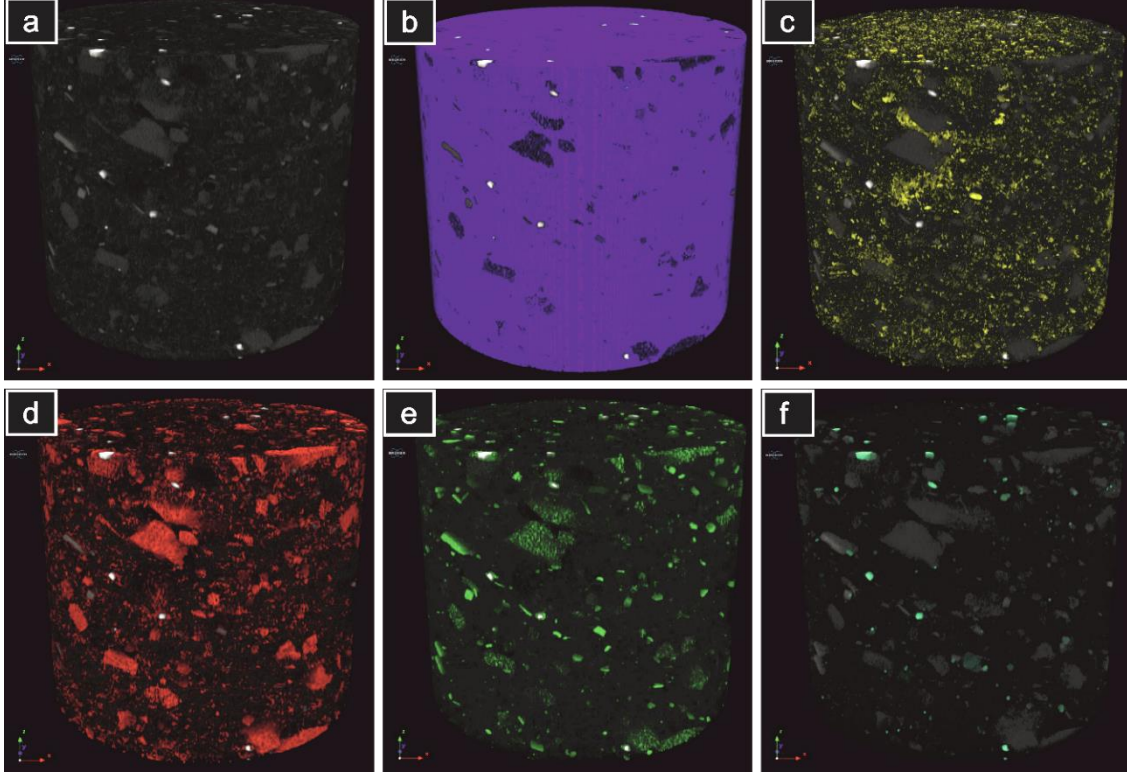
EK 42. Kızılkaya ignimbiritinin altere olmamış kesimlerine ait temsili EDS haritası gösterilmektedir.

İgnimbirit yoğun jüvenil cam içeriğine sahip olup iri kristaller içermektedir. İgnimbiritinin kırıntı örnekleri üzerinde yapılan SEM çalışmaları sonucunda jüvenil cam yüzeylerinde smektit mineraller oluşumları belirlenmiştir. Plajiyoklaz mineralleri büyük ve özşekillidir. Biyotit mineralleri özşekilli, kısmen dilinimlerinden açılmaya başlamış olup apatit kapanımları içermektedir. Pomza içeriği büyük yuvarlak gözeneklere sahiptir.



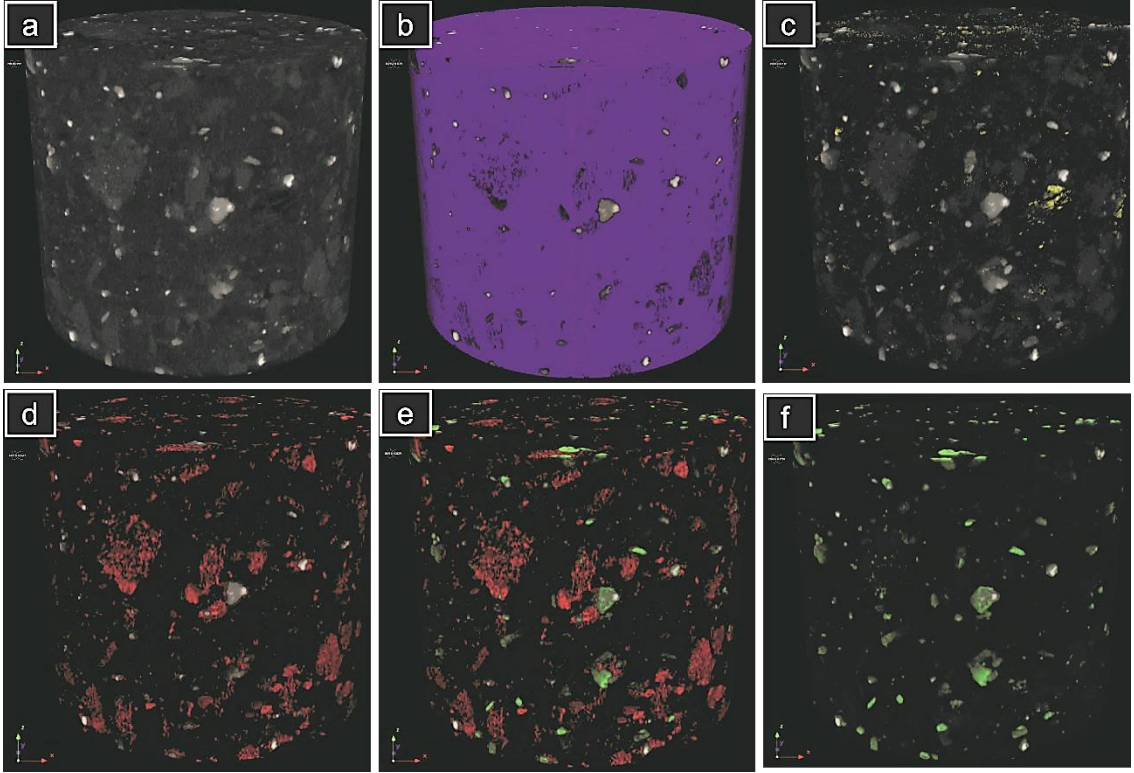
EK 43. Kızılkaya ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.

İgnimbirit, juvenil cam ve fenokristal bakımından zengin olmasına karşın düşük gözenek oranına sahiptir. (a: ayrılmamış görüntü, b: juvenil cam, c: gözeneklilik, d: plajiyoklaz mineralleri, e: mika mineralleri f: manyetit ve zirkon kristalleri).



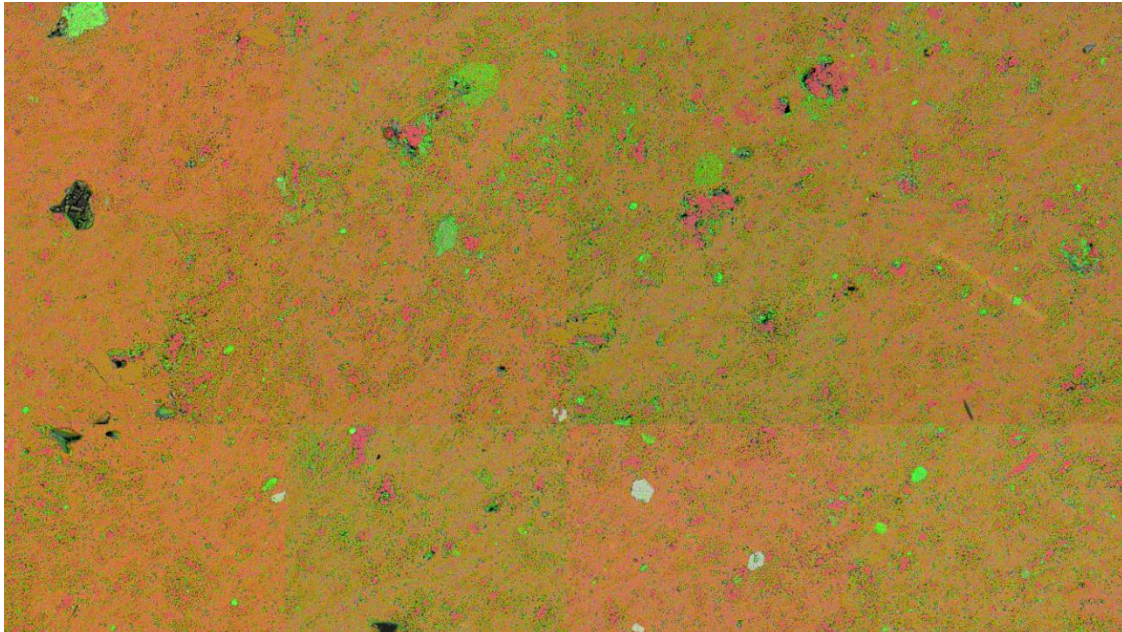
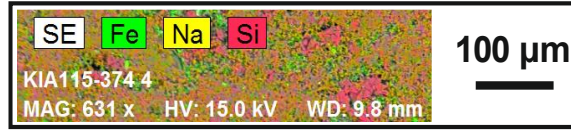
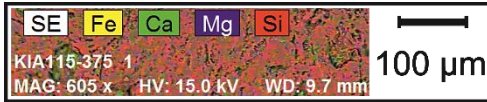
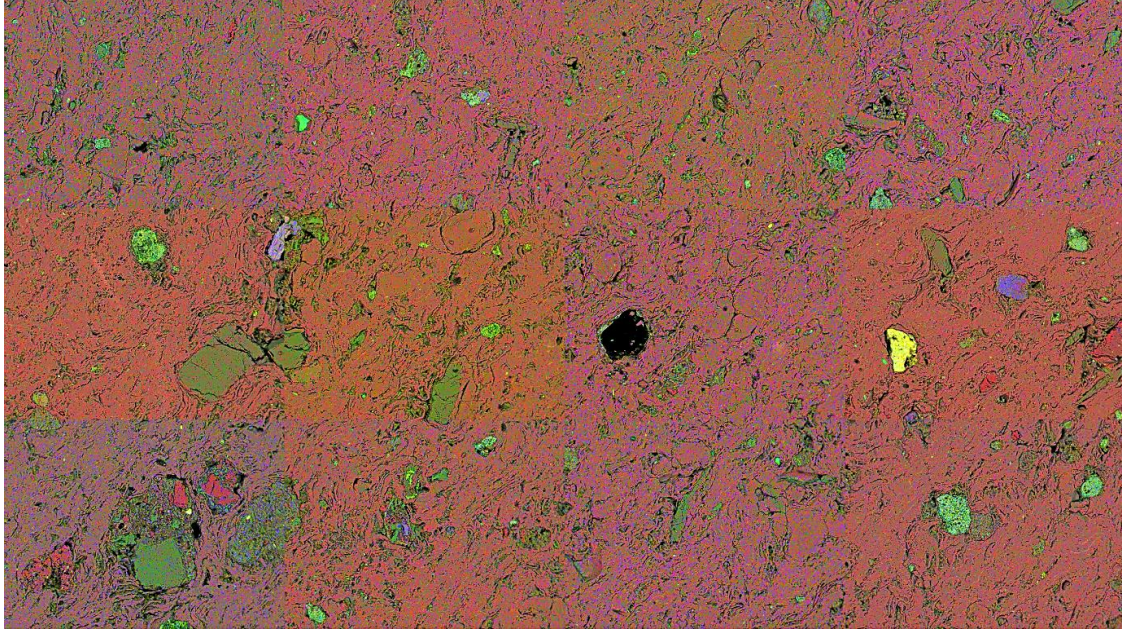
EK 44. Kızılkaya ignimbiritinin kısmen altere olmamış yüzleklerine ait temsili micro-CT analizleri gösterilmektedir.

İgnimbiritin jüvenil cam içeriği büyük oranda devitrifikasyona uğramıştır. Devitrifikasyon sonucu gözeneklilik oranı azalmıştır. İgnimbirit fenokristal bakımından zengindir. (a: ayrımlanmamış görüntü, b: jüvenil cam, c: gözeneklilik, d: plajiyoklaz mineralleri, e: plajiyoklaz ve mika mineralleri f: manyetit ve zirkon kristalleri).



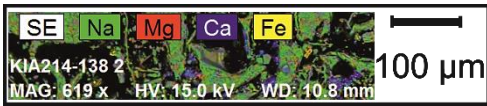
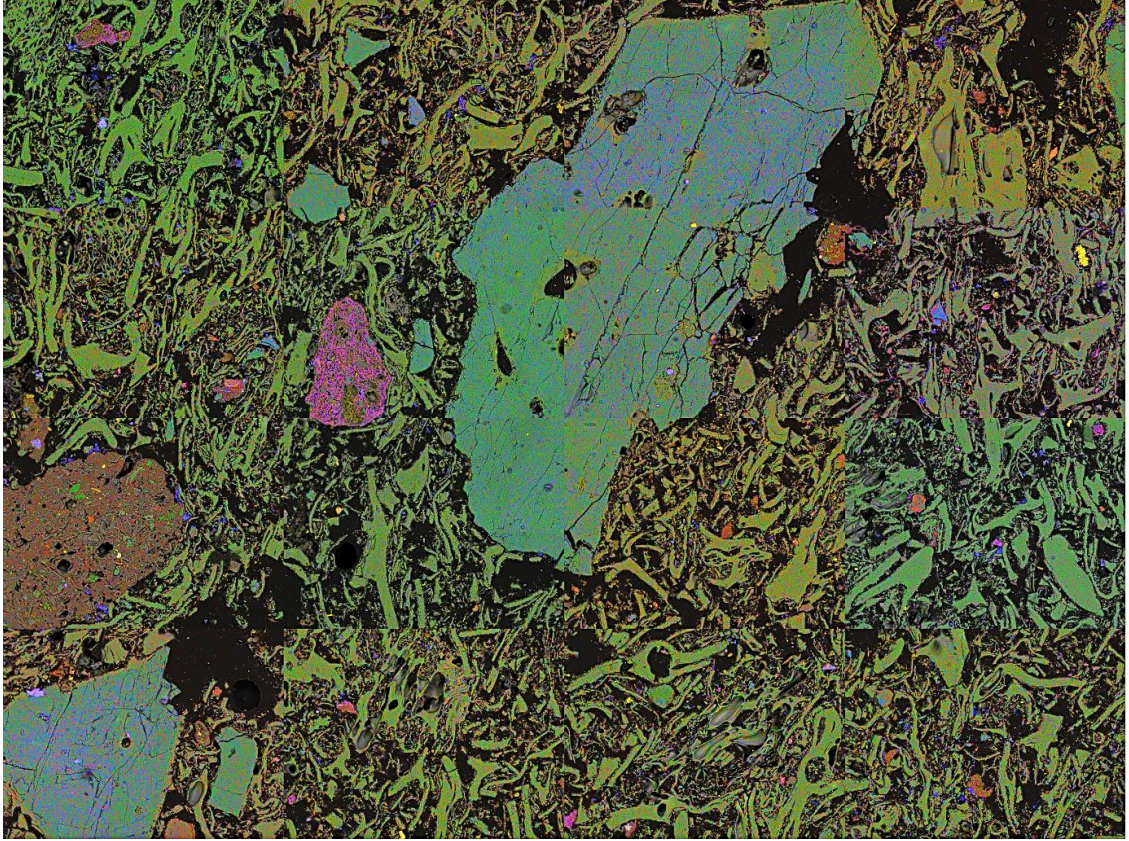
EK 45. Valibabatepe ignimbiritinin vitrik orta ve alt seviyelerine ait EDS haritaları gösterilmektedir.

Valibabatepe ignimbirit piroksen, plajiyoklaz ve manyetit mineralleri bakımından zengin olup az gözenekli ve kompakttır.



EK 46. Valibabatepe ignimbiritinin fiyاملı seviyelerine ait EDS haritaları gösterilmektedir.

İgnimbirit, oldukça büyük plajiyoklaz mineral içeriğine sahip olmasının yanı sıra yoğun şekilde piroksen ve manyetit mineralleri içermektedir. Ayrıca yüksek gözeneklilik oranına sahip olup iri ksenolitler içermektedir.





HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 26.06.2018

Tez Başlığı / Konusu: **Kapadokya ignimbiritlerinin ana kaya ve alterasyon mineralojisi ile yerinde ölçülen ultrasonik atım hızları arasındaki ilişkinin incelenmesi.**

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 291 sayfalık kısmına ilişkin, 19.06.2018 tarihinde ~~çalışmam~~/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 3 tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dâhil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

26.06.2018
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Yasin Yurdakul
Öğrenci No: N13122054
Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Programı: Jeoloji Mühendisliği – Yüksek Lisans
Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Doç. Dr. H. Evren Çubukçu
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Yasin Yurdakul

Doğum tarihi: 06.03.1989

Doğum yeri: Haymana / ANKARA

Medeni hali: Bekar

Askerlik: Yapıldı

E-posta: yasin.yurdakul06@gmail.com

Adres: Gültepe Mahallesi 718. Cadde 4. Etap G7/24g İç kapı: 30 Altındağ/ANKARA

Eğitim

Lisans (2018-2013): Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yüksek lisans (2013-2019): Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce (IELTS Academic, Overall: 6.0)

İş Deneyimi

Akademi Proje (2014-2016)