KAPADOKYA VOLKANİK PROVENSİ'NDE YER ALAN EĞREM TEPE HİDROVOLKANİK ÇÖKELLERİNİN PETROLOJİK İNCELEMESİ

PETROLOGIC INVESTIGATION OF EĞREM HILL HYDROVOLCANIC DEPOSITS, CAPPADOCIA VOLCANIC PROVINCE

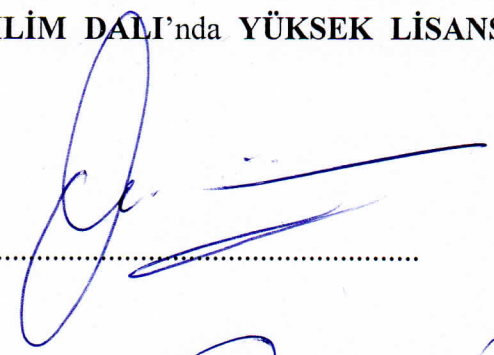
VOLKAN ERKUT

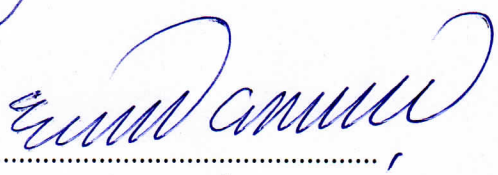
DOÇ. DR. H. EVREN ÇUBUKÇU
Tez Danışmanı

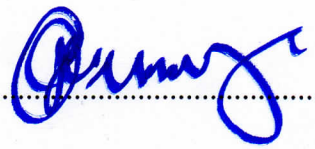
Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

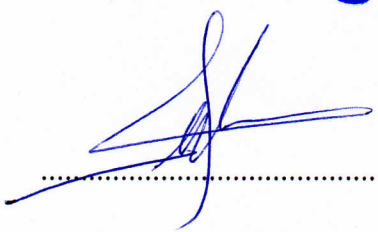
2018

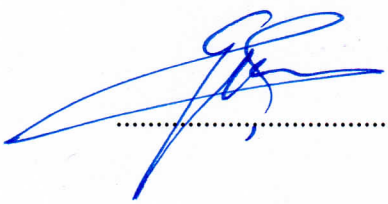
VOLKAN ERKUT'un hazırladığı **"Kapadokya Volkanik Provensi'nde Yer Alan Eğrem Tepe Hidrovolkanik Çökellerinin Petrolojik İncelemesi"** adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erkan AYDAR
Başkan ..... 

Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU
Danışman ..... 

Doç. Dr. Orkun ERSOY
Üye ..... 

Yrd. Doç. Dr. İnan ULUSOY
Üye ..... 

Yrd. Doç. Dr. Erdal ŞEN
Üye ..... 

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

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI 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.

☐ **Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**
(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etseniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

■ **Tezimin/Raporumun 06 / 02 / 2021 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**
(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım taktirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

☐ **Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

☐ **Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

06 / 02 / 2018

(İmza)

Öğrencinin Adı Soyadı

Volkan Erkut

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 tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

05 / 02 / 2018

VOLKAN ERKUT

ÖZET

KAPADOKYA VOLKANİK PROVENSİ'NDE YER ALAN EĞREM TEPE HİDROVOLKANİK ÇÖKELLERİNİN PETROLOJİK İNCELEMESİ

Volkan ERKUT

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU

Şubat 2018, 101 Sayfa

Kapadokya Volkanik Provensi'nde (Orta Anadolu) Orta Miyosen – Kuvaterner zaman aralığında başlıca ignimbirit akıntıları olmak üzere, gölsel ve flüviyal çökellerle birlikte kesintisiz bir volkanik istif ile temsil olunan bölgede, sürekli yenilenen göl ortamlarının varlığı bilinmektedir. Jeolojik zaman içerisinde, geniş göl / akarsu ortamlarının geliştiği bölgede, su – bazik / ortaç magma etkileşimi sonucunda meydana gelmiş hidrovolkanik patlama ürünlerine daha önceki çalışmalarda rastlanılmamıştır. Zengin volkanik çeşitliliğe sahip Kapadokya'da, ilk defa bu çalışma sayesinde, Ürgüp ilçesi güneydoğusu civarında, kısıtlı alanlarda depolanmış hyaloklastitler tespit edilmiştir. Bölgede yine aynı göl ortamında oluştuğu sanılan, yeniden çökelmiş ürünler ve volkaniklastikler de tanımlanmıştır. Volkaniklastik ürünler içerisindeki volkanik kayaç parçalarının, bölgedeki diğer magmatik

ürünlerle jenetik ilişkilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Araziden alınmış örnekler üzerinde mineralojik, petrografik incelemeler yapıldıktan sonra Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) kullanılarak mineral kimyaları belirlenmiştir. Ayrıca mikro X-ışını tomografi cihazında, modern petrolojik analiz yöntemleri de kullanılmıştır. Son olarak ürünlerin ana oksit element, iz element ve nadir toprak elementi jeokimyaları belirlenmiştir. Ayırtlanan üç üründen biri olan Ürgüp doğusundaki yeniden çökelmiş gölsel ürünler, Geç Miyosen yaşında, turuncu-kahverengi, az pekişmiş, kötü boylanmış, tane destekli, yaklaşık 10-50 cm çaplarında yabancı kayaç parçası içeren tabakalı ürünlerdir ve ürünler arasında en geniş yayılımlı olanıdır. Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastiklerinin Pliyosen yaşlı olduğu düşünülmektedir. Bu iki ürün, birbirine 4 km uzaklıkta iki lokasyonda yüzlek vermelerine karşın mineralojik, dokusal ve jeokimyasal olarak birbirine benzemektedir. İkisi de gri renklerde, orta pekişmiş, kötü boylanmış görülür ve matriksleri karbonatlıdır. Ayrıca Karain volkaniklastikleri içerisindeki gözenekli andezitik kayaç parçaları, büyük ölçüde Eğrem Tepe juvenilleriyle benzer özellikler göstermektedir. Ürgüp doğusundaki yeniden çökelmiş ürünler, hem stratigrafideki yeri hem de kayaç parçalarının iz elementçe zengin bir magmadan türemiş olmasıyla diğer ürünlerden ayrılmıştır. Eğrem Tepe ve Karain ürünleri, jeokimyasal olarak benzer köken magmadan türemişlerdir. Ürünleri oluşturan volkanik aktivitelerden büyük ölçüde bölgede bulunan çok sayıda fay sistemleri sorumludur. Ayrıca Geç Miyosen'de, başta Topuzdağ lavlarından bloklar ve bölgedeki diğer lav akıntılarından parçalar, göl tabanında çeşitli süreçlerle yeniden taşınarak, oluştukları alandan uzaklara yerleşmişlerdir. Pliyosen'de fay sistemleri boyunca ilerleyen magma, göl suyu ile etkileşime girerek, Eğrem Tepe'de hyaloklastitleri oluşturmuştur. Aynı yaş aralığında Karain volkaniklastikleri de çökelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kapadokya, hidrovolkanizma, yeniden çökelmiş ürünler, petroloji, volkaniklastikler, göl ortamı.

ABSTRACT

PETROLOGIC INVESTIGATION OF EĞREM HILL HYDROVOLCANIC DEPOSITS, CAPPADOCIA VOLCANIC PROVINCE

Volkan ERKUT

Master of Science, Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU

February 2018, 101 pages

The existence of continually renewed lacustrine environments in the region represented by a continuous volcanic sequence together with lacustrine and fluvial sediments and mainly ignimbrite deposits is known in the Middle Miocene - Quaternary time interval in Cappadocia Volcanic Province (Central Anatolia). Hydrovolcanic eruptions and products that have occurred during geological time as a result of water – basic / intermediate magma interaction in the region where large lake / river environments develop, have not been encountered in previous studies. With this study, for the first time in Ürgüp region, hyaloclastites which occurs with the magma-water interaction were identified in confined areas. Resedimented deposits and volcaniclastites, which are thought to have formed in the same lake environment, are also identified in the region. Mineralogical and petrographic

studies were carried out on the samples taken from the field, and mineral chemistries were determined by using Energy Dispersive Spectrometer (EDS). In addition, modern petrological analysis methods have been used with micro X-ray tomography device. Finally, the major oxides, trace elements and rare earth elements geochemicals of the products have been determined. One of the three distinguished units, Late Miocene aged, Ürgüp lacustrine resedimented deposits are in orange-brown colour, poor welded, poor sorted, grain supported, and contains 10-50 cm in diameter volcanic blocks. Also resedimented deposits are the most widespread units among the products that studied units. It is thought that Eğrem Hill hyaloclastites and Karain volcaniclastics are Pliocene aged. These two products are similar to each other in mineralogical, textural and geochemical aspects, although they can be seen at two locations 4 km apart. They are both gray in color, medium welded, poorly sorted and their matrix is carbonated. Also, vesicular rock fragments in the Karain volcaniclastics shows similar features to the Eğrem Hill juveniles. The resedimented deposits in the eastern part of Ürgüp are separated from other products, both in the stratigraphic location and in the rock fragments derived from a magma rich of incompatible trace elements. Eğrem Hill and Karain products are derived from geochemically similar magma origin. It is thought that large number of fault systems are responsible for the volcanic activities that generate this products. In Late Miocene, blocks from the Topuzdağ lavas and other lava flows from the region were transported to the lake floor by various processes. In Pliocene, the magma that went through fault systems interacted with the lake water and formed hyaloclastites at Eğrem Tepe. At the same period, Karain volcaniclastics are deposited.

Keywords: Cappadocia, hydrovolcanism, resedimented deposits, petrology, volcaniclastics, lacustrine environment.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen, bilgisi, tecrübesi, eleştirileri ve katkılarıyla yolumu aydınlatan, öğrenmeyi öğreten, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU'ya,

Çalışmanın hemen her aşamasında bana yol gösteren, motive eden, tezin hem saha hem laboratuvar aşamalarında büyük emeği geçen değerli hocam Arş. Gör. Efe AKKAŞ'a,

Arazi çalışmalarındaki emekleriyle ve ufuk açıcı yorumlarıyla tezin şekillenmesinde büyük rol oynayan, maddi manevi desteklerinden ötürü değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. İnan ULUSOY ve Yrd. Doç. Dr. Erdal ŞEN'e,

Yine arazi çalışmalarının belirli aşamalarında beni destekleyip yalnız bırakmayan, yorum ve katkılarını eksik etmeyen değerli hocam Arş. Gör. Lütfiye AKIN ve sevgili dostum Yasin YURDAKUL'a,

Araziden alınan örneklerin ince kesit haline getirilmesinde özveriyle çalışan ve bana ince kesit yapımını öğreten Ethem ERSARI ve Vahdet ATEŞ'e,

Elektron mikroskobu çalışmalarında gerekli ortamı hazırlayan, bir sorun yaşadığımda anında ilgilenip sorunu çözen Mehmet ÖZCAN'a,

Tezin tüm saha çalışmaları ve jeokimyasal analiz giderlerini 113Y439 numaralı "Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki Orta Miyosen-Geç Kuvaterner Yaşlı İgnimbiritlerin Alterasyon Özelliklerinin İncelenmesi" isimli proje kapsamında karşılayan TÜBİTAK'a,

Şimdiye kadar almış olduğum her kararda bana güvenip beni sonuna kadar destekleyen, sevgilerini daima kalbimde hissettiğim aileme ve kadim dostlarıma,

Teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ŞEKİLLER ix
ÇİZELGELER xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR xviii
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı 1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı 1
1.3. Çalışma Yöntemleri 2
1.4. Önceki Çalışmalar 4
1.4.1. Kapadokya Volkanik Provensi'nde (KVP) Yapılan Önemli Çalışmalar 4
1.4.2. Kapadokya Volkanik Provensi'nde Hidrovolkanizmayla İlgili Çalışmalar 6
1.4.3. Hidrovolkanizmayla İlgili Yapılan Uluslararası Önemli Çalışmalar 7
2. HİDROVOLKANİZMA 9
2.1. Genel Tanımlar 9
2.2. Hidrovolkanik Patlama Merkezleri 12
2.3. Hidrovolkanik Patlamaların Mekanizması 14
2.4. Bileşenleri ve Oluşturduğu Yapılar Bakımından Hidrovolkanik Ürünler 15
2.4.1. Taban Yayılımı Ürünleri 15
2.4.2. Hyaloklastitler 15
2.4.3. Juvenil Bombalar veya Bloklar 15
2.4.4. Yabancı Kayaç Parçaları 16
2.4.5. Cam Parçaları (Kıymıkları) 16
3. GENEL JEOLOJİK ÇERÇEVE 17
3.1. Bölgenin Jeodinamiği 17
3.2. Bölgenin Genel Jeolojisi 18
3.2.1. Ürgüp Formasyonu 21

3.2.1.1. İgnimbiritler 21
3.2.1.2. Lav Akıntıları ve Eğrem Tepe Daykı 21
3.2.1.3. Sedimanter Kayaçlar 23
3.2.2. Hidrovolkanik ve Volkaniklastik Ürünler 23
3.2.2.1. Yeniden Çökelmiş (Resedimanter) Ürünler 25
3.2.2.2. Eğrem Tepe Hyaloklastitleri 36
3.2.2.3. Karain Volkaniklastikleri 38
3.3. Sonuçlar 41
4. MİNERALOJİ – PETROGRAFİ 42
4.1. Hidrovolkanik ve Volkaniklastik Ürünlerin Petrografisi 42
4.1.1. Karacaören Andezitik Lavları – (Krc-L) 44
4.1.2. Ürgüp Doğusu Resedimanter Ürünleri – (Ürg-Rs) 45
4.1.3. Resedimanter Ürünlerin Volkanik Kayaç Parçaları – (Ürg-Kp) 47
4.1.4. Eğrem Tepe Hyaloklastitleri – (Eğt-Hy) 48
4.1.5. Eğrem Tepe Daykı – (Eğt-D) 51
4.1.6. Karain Volkaniklastikleri – (Kar-Vk) 53
4.1.7. Karain Volkaniklastikleri İçerisindeki Volkanik Kayaç Parçaları – (Kar-Kp) . 57
4.1.8. Bilgisayarlı X-Işınları Mikro Tomografi (Micro – CT) Çalışmaları 58
4.1.9. Sonuçlar 61
4.2. Mineral Kimyası 63
4.2.1. Feldispat Grubu Mineralleri 63
4.2.2. Piroksen Grubu Mineraller 66
4.2.3. Mika Grubu Mineralleri 68
4.2.4. Olivin Grubu Mineralleri 69
4.2.5. Spinel Grubu Mineralleri 70
4.2.6. Aksesuar Fazlar 72
4.2.7. Sonuçlar 75
5. JEOKİMYA 76

5.1. Giriş 76
5.2. Ana Oksit Analizleri 76
5.3. İz Element Jeokimyası 81
5.4. Nadir Toprak Elementleri (REE) Jeokimyası 88
5.5. Sonuçlar 90
6. TARTIŞMA 91
6.1. Volkanostratigrafi 91
6.2. Hidrovolkanik Faaliyetler 92
6.3. Jeokimyasal Nitelikler 93
7. SONUÇLAR 95
KAYNAKLAR 96
ÖZGEÇMİŞ 101
EKLER

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Uydu görüntüleri Google Earth programından alınmıştır). 2

Şekil 2.1. **a-** Sulu sedimana magma sokulumu ve etrafında buhar cebi oluşumu. **b-** Akifer içindeki yüksek basınçlı buhar hacminde artış, bu aşamada yan kayaçlarda breşleşme oluşur. **c-** Büyük ölçekte magma-su etkileşimi, buhar-magma karışımı. **d-** Hapsolmuş karışımın şiddetli patlaması [29]. 10

Şekil 2.2. Hidrovolkanik patlama tiplerine göre değişen patlama derecesi ve patlama kolon yüksekliğini (parantez içinde belirtilmiş) gösteren şekil (Cas ve Wright [45]'dan düzenlenmiştir). 11

Şekil 2.3. Maar, tüf halkası ve tüf konilerinin morfolojileri [30]..... 12

Şekil 2.4. Hidrovolkanik faaliyetlerde magma-su oranının patlama enerjisi ile ilişkisi [49]. 13

Şekil 2.5. Bir hidrovolkanik patlama anında bacanın durumu. Magma-su karışımının ürettiği kül paketleri (tephra jets), atmosfere yükselişi, geri düşüşü ve taban yayılımlarının oluşumu (Kokelaar [28]'dan değiştirilerek alınmıştır)..... 14

Şekil 3.1. Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki tektonik unsurlar ve ana volkanların dağılımı [2]. 17

Şekil 3.2. Bölgenin stratigrafik istifi (Yaş verileri Aydar vd. [18, 55]'den alınmıştır)..... 19

Şekil 3.3. Bölgenin jeolojik haritası, koordinat sistemi: UTM, datum: WGS 84 (Çubukçu vd. [56]'den düzenlenmştir). 20

Şekil 3.4. Tez kapsamında incelenen efüzif volkanizma ürünleri. **(a)** Karacaören köyü kuzeybatısında, Topuzdağ lavlarının altında, sedimanter birimler arasında görülen Karacaören lavları (bakış yönü güneybatı), **(b)** Karacaören lavının gösterdiği karakteristik soğan kabuğu yapılarından birinin görüntüsü, **(c)** Soğan kabuğu bozunmalı Karacaören lavının uzaktan bir görüntüsü, **(d)** Eğrem Tepe daykı ve yatay yönde soğuma çatlakları (bakış yönü doğu). 22

Şekil 3.5. İncelenen birimlerin haritada yakından görünümleri. **(a)** Resedimanter kayaçlar, **(b)** Eğrem Tepe hyaloklastitleri, **(c)** Karain volkaniklastikleri. (Koor. sistemi: UTM, datum: WGS 84). 24

Şekil 3.6. Mustafapaşa kuzeydoğusunda yatay tabakalanmış resedimanter ürünler..... 26

Şekil 3.7. Resedimanter ürünler içerisinde görülen volkanik kökenli kayaç parçaları. (**a)** İri feldspatlı yuvarlak yabancı kayaç parçası bloğu (**b)** Koyu gri renkli, az gözenekli kayaç parçaları (ölçek 8 cm). 26
Şekil 3.8. Göl içerisinde, birimlerin üzerinde düşen blokların kayması sonucu oluşan, çöküntü (slump) yapısı. 27
Şekil 3.9. Vadi içerisinde yüzlek vermiş resedimanter ürünler ve üst ilişkisi. **(a)** Vadinin içinde tabakalı duran resedimanter ürünlerin genel görünümü, (**b)** Taban yayılımı ürünlerinin üzerine gelen laminalı gölsel sedimanlar (Mustafapaşa Üyesi)..... 27
Şekil 3.10. Resedimanter ürünler üzerinde, su altı depolanması sonrası, göl tabanına yerleşmiş bloklar. 28
Şekil 3.11. Resedimanter ürünlerde gözlenen volkanik kökenli kayaç parçaları ve gözlenen sedimanter yapılar. **(a)** Yabancı kayaç parçasının oluşturduğu çöküntü (slump) yapısı (ölçek 8 cm), **(b)** İri bir volkanik blok örneği (ölçek 8 cm) **(c)** Tane destekli seviyeler. 28
Şekil 3.12. Doğuya doğru yaklaşık 30° eğimli duran tabakalı resedimanter ürünler..... 29
Şekil 3.13. Basenin derin yerlerinde görülen resedimanter ürünler**. (a)** İnce eoliyen seviyelerle ardalanmalı bulunan kötü boylanmış resedimanter ürünler, **(b)** Kötü boylanmış seviyeler (yakından), **(c)** Birimlerde bolca görülen gözenekli volkanik parçalardan bir örnek, **(d)** Çapı 50 cm'i geçen magma bloklarından biri. 30
Şekil 3.14. Ürgüp doğusunda kalınlığı 20 metreye yaklaşan tabakalı birimler. 31
Şekil 3.15. Ürgüp doğusu stratigrafik istif (bakış yönü doğu). 32
Şekil 3.16. Ürgüp – Karacaören arasında görülen resedimanter ürünler. **(a)** Litikçe zengin seviyelerle ardalanmalı eoliyen birimler, **(b)** Çapları ~10 cm magma parçaları. 32
Şekil 3.17. Karacaören civarında görülen sedimanter yapılar. **(a)** Birimlerde görülen iyi gelişmiş çapraz tabakalanmalar, **(b)** Çapraz tabakalanmanın eoliyen çökeller üzerinde, daha yakından bir örneği (ölçek: 8 cm), **(c)** Göl içi blok kaymalarının küçük ölçekte bir örneği (ölçek: 8 cm), **(d)** Birimin en alt seviyelerinde çok sık rastlanılan soğan kabuğu bozunmalı lav parçası (Karacaören lavı). 33
Şekil 3.18. Karacaören köyü, birimlerin muhtemel bitiş noktası civarında yapılan saha gözlemleri. **(a,b)** Karacaören civarında çapları iyice küçülmüş (6-10 cm) kayaç parçaları, **(c)** Karacaören köyü doğusunda, Topuzdağ lavları tarafından pişirilmiş resedimanter ürünler. 34
Şekil 3.19. Ürgüp doğusunda resedimanter kayaçları ve alt üst ilişkilerini gösteren kolon kesit. Çizildiği yer Eğrem Tepe'nin yaklaşık 500 m doğusu. 35
Şekil 3.20. Eğrem Tepe'nin kuzeyden genel görünümü. 36

Şekil 3.21. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin arazi görünümü ve dayk ile ilişkisi. (**a)** Tane destekli Eğrem Tepe hyaloklastitleri, **(b)** Sokulumun dokanağında yer alan altere zon, **(c)** Tepenin güney yamacında sokulumun görünümü (bakış yönü kuzey), **(d)** Hyaloklastitlerin içinde görülen breşik juvenilce zengin zon, **(e)** Zonun yakından görünümü ve yapboz dokusu..... 37
Şekil 3.22. (a,b) Karain volkaniklastik ürünlerinin arazide genel görünümü (bakış yönleri a-batı, b- güney).. 38
Şekil 3.23. Faylanma sonucu aşağı inen soldaki blok boyunca hareket edip sağdaki bloğa dayanan Karain volkaniklastik ürünlerinin arazi görünümü. Fay düzlemi, yoğunlaşmış vejetasyon sayesinde uzaktan kolayca görülebilmektedir. 39
Şekil 3.24. (a,b) Karain volkaniklastiklerinde görülen blok kayma yapıları. 39
Şekil 3.25. Karain volkaniklastiklerinin bileşenleri. **(a)** Ürünler üzerinde bulunan yaklaşık 50 cm çapında Kızılkaya ignimbiriti bloğu, **(b)** Kızılkaya litiklerinin daha küçük bir örneği **(c,d)** Volkaniklastik birimlerle ardalanmalı görülen gölsel kiltaşı seviyeleri, **(e)** Ürünler içerisinde görülen yuvarlaklaşmış, gözenekli, bazaltik-andezit magma parçası, **(f)** Tane destekli, karbonatlı hamurlu matriks içinde siyah renkli volkanik kayaç ve beyaz kiltaşı litikleri. 40
Şekil 4.1. Karacaören andezitik lavları petrografik incelemeleri. **(a)** Polisentetik ikizlenmeli iri plajiyoklaz içinde ortopiroksen kapanımları (2. nikol, 4x büyütme), **(b)** Kısmen elek doku göstermiş plajiyoklaz fenokristali (sağda) ve hamurun genel görünümü (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Kırıklı, yarı özşekilli ortopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(d)** Haç şeklinde görülen titanomanyetitlerin SEM görüntüsü. 44
Şekil 4.2. Resedimanter ürünlerin serbest kristallerinin polarizan ışık mikroskobu görüntüleri. **(a,b)** Elek dokusununun gözlendiği çubuksu serbest plajiyoklaz fenokristalleri (2. Nikol, 10x büyütme), **(c)** Kenarları kırılmış, plajiyoklaz fenokristali (solda ve yukarıda) ve nadir olarak görülen biyotit kristallerinden bir örnek (2. Nikol, 4x büyütme), **(d)** Özşekilsiz, kırıklı, çatlaklı, polisentetik ikizlenmeli serbest plajiyoklaz fenokristali (2. Nikol, 10x büyütme). 45
Şekil 4.3. Resedimanter ürünlerde kayaç parçaları ve cam kıymıkları. (**a)** Kenarları kırılmış, kemirilmiş serbest plajiyoklaz fenokristali (solda) ve sınırları sarı çizgi ile çizilmiş yalnızca plajiyoklaz içeren litik (2.nikol, 4x büyütme), **(b)** Koyu renkli hamura sahip, yalnızca plajiyoklaz kristalleri içeren litik, sınırı maviyle gösterilmiş (solda) (1. nikol, 4x büyütme), **(c)** Litiklerden porfirik dokulu plajiyoklaz ve çok küçük klinopiroksen içeren bir örneğinden SEM görüntüsü, **(d)** Gelişigüzel dağılmış, çubuksu plajiyoklaz içeren porfirik dokulu bir

litiğin SEM görüntüsü, **(e)** Bozunmamış, köşeli bir cam kıymığı örneğinin SEM görüntüsü, **(f)** Gözenekli (pomzamsı) cam parçalarından bir örneğin SEM görüntüsü. 46
Şekil 4.4. Resedimanter ürünler içerisindeki gözenekli kayaç parçalarının petrografik incelemeleri. **(a,b)** Porfirik dokulu kayaç içerisinde yönlenmiş, çubuksu plajiyoklaz kristalleri ve klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Düzgün yuvarlak ve sık görülen gözeneklerin SEM görüntüsü, **(d)** Özşekilli, çubuksu plajiyoklaz fenokristalleri, ortada kırılmış, çatlamış bir klinopiroksen fenokristali ve küçük klinopiroksen mikrolitlerinin SEM görüntüsü..... 47
Şekil 4.5. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin serbest kristalleri. **(a)** Elek dokusu göstermiş plajiyoklaz fenokristali (2. Nikol, 10x büyütme), **(b)** Serbest halde kırıklı-çatlaklı plajiyoklaz fenokristali (sağda) özşekilsiz, küçük klinopiroksen fenokristalleri ve gelişigüzel dağılmış plajiyoklaz mikrolitleri (2. Nikol, 4x büyütme), (**c)** Kümülatif klinopiroksen kristalleri (2. Nikol, 10x büyütme), **(d)** Kıvrılmış, bükülmüş serbest biyotit fenokristallerinden bir örnek (2. Nikol, 10x büyütme). 48
Şekil 4.6. Birimde görülen karbonatlı matriks ve juvenil parçalar. **(a)** Ortada biyotit, sol üstte ve aşağıda özşekilli serbest plajiyoklaz fenokristali, solda cam parçası ve karbonatlı matriksi gösteren haritalanmış SEM görüntüsü, **(b)** Kırıklı-çatlaklı, özşekilsiz serbest plajiyoklaz fenokristalleri, ortada küçük biyotit fenokristali, değişik şekillerde izotrop cam parçaları ve karbonatlı matriks (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Hyaloklastitler içerisindeki klinopiroksenli ve çubuksu plajiyoklazlı juvenillerden birinin SEM görüntüsü, juvenil parçanın sınırları kırmızı çizgi ile çizilmiştir, **(d)** Klinopiroksen fenokristali ve küçük boyutlarda ortopiroksen içeren, yönlenmiş çubuksu plajiyoklazları bulunan bir juvenilin görüntüsü (2. Nikol, 4x büyütme). 49
Şekil 4.7. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin matriksi içerisinde görülen cam kıymıkları. **(a)** Değişik şekillerde görülen, ani soğuma etkisiyle çatlamış cam parçaları (1. Nikol, 10x büyütme), **(b)** Aynı nokta, 2. Nikolde renksiz gözüken izotrop cam parçaları ve kalsiyum karbonatlı matriks (2. Nikol, 10x büyütme), **(c)** Çubuksu cam parçalarından bir örneğin SEM görüntüsü, **(d)** Lifsi, pomzamsı gözeneklere sahip cam parçalarından bir örneğin SEM görüntüsü. 50
Şekil 4.8. Eğrem Tepe daykı içerisindeki plajiyoklaz kristalleri. **(a)** Birimde yaygın şekilde görülen çubuksu ve kırlangıç kuyruğu yapısı göstermiş plajiyoklaz kristalleri ve yarı özşekilli duran klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 10x büyütme) **b-** Kırlangıç kuyruğu yapısı sunan plajiyoklaz fenokristallerinden bir başka örnek (2. Nikol, 10x büyütme)..... 51

Şekil 4.9. Eğrem Tepe daykının petrografik özellikleri. **(a,b)** Kümülatif klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Özşekilli bir klinopiroksen fenokristalinin ve küçük titanomanyetit kristallerinin SEM görüntüsü, **(d)** İçerdiği çatlaklardan itibaren serpantinleşmeye başlamış yarı özşekilli bir olivin fenokristalinin haritalanmış SEM görüntüsü, **(e)** Özşekilli bir olivin fenokristali kenarlarından itibaren serpantinleşmeye başlamış (2. Nikol, 10x büyütme), **(f)** Özşekilli bir titanomanyetit mineralinin SEM görüntüsü. 52
Şekil 4.10. Karain volkaniklastiklerinin kristal içeriği. **(a)** Özşekilsiz ve kırılmış plajiyoklaz fenokristallerinden bir örnek (2. Nikol, 10x büyütme), **(b)** Çok kırıklı-çatlaklı, çubuksu şekilde serbest plajiyoklaz fenokristali, kalsiyum karbonatlı matriks içerisinde (2. Nikol, 10x büyütme), **(c)** Kalsiyum karbonatlı matriks içerisinde çubuksu, özşekilli serbest bir biyotit fenokristalinin haritalandırılmış SEM görüntüsü, **(d)** Özşekilsiz serbest biyotit fenokristallerinden bir örnek (1. Nikol, 10x büyütme). 53
Şekil 4.11. Karain volkaniklastikleri içerisindeki kayaç parçaları. **(a)** Sınırları kırmızı çizgiyle gösterilmiş, yassı şekillerde birbirinden farklı karakterlerde litikler (solda Litik-I, sağda Litik-II) (2. Nikol, 4x büyütme), **(b)** Yönlenmiş çubuksu plajiyoklazlar ve klinopiroksen fenokristalleri içeren bir başka litik örneği (Litik-I) (2. Nikol, 4x büyüme), **(c)** Aynı kesit içerisinde biri açık renkli diğeri koyu renkli hamurlu iki litik (1. Nikol, 4x büyütme), **(d)** Plajiyoklaz fenokristali ve mikrolitlerinin yanı sıra opak minerallerden de içeren bir litik-III örneği (1.nikol, 4x büyütme). 54
Şekil 4.12. Volkanik kökenli litiklerin detaylı petrografik incelemeleri. **(a)** Çubuksu plajiyoklaz ve ikili-üçlü gruplar halinde yarı özşekilli klinopiroksen fenokristalleri içeren, ürünlerde en yaygın görülen litiklerden birinin detaylı SEM görüntüsü (Litik-I), **(b)** Hipohyalin dokulu litiklerden birinde rastlanılan özşekilli bir klinopiroksenin SEM görüntüsü (Litik-II), **(c)** Hipohyalin dokulu litiğin içerdiği diğer kristalleri de gösteren haritalandırılmış SEM görüntüsü (Litik-II), **(d)** Ürünler içerisinde görülen yuvarlak gözenekli litiğin genel SEM görüntüsü (Litik-I). 55
Şekil 4.13. Karain volkaniklastiklerinde görülen cam parçaları. **(a)** Karain volkaniklastiklerinde çok yaygın görülen, Y şekilli, bozunmamış cam parçalarından birinin SEM görüntüsü, **(b)** Kısmen Y şekilli, ani soğuma etkisiyle çatlaklar oluşturmuş cam parçasının SEM görüntüsü, **(c)** Göl içi sedimantasyonu sonucu, bir araya gelerek küme oluşturan, kurtçuk şekilli cam parçalarının SEM görüntüsü, **(d)** Pomzamsı, yuvarlak cam parçalarının SEM görüntüsü. 56

Şekil 4.14. (a,b) Karain volkaniklastiklerinin, kalsiyum karbonatlı matriksi içinde görülen diyatom fosili parçalarının SEM görüntüleri. 57
Şekil 4.15. Karain volkaniklastik ürünleri içerisindeki volkanik kayaç parçalarının kristal içeriği. **(a)** Fotoğrafa göre yatay olarak yönlenmiş çubuksu plajiyoklazlar ve yarı özşekilli klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), (**b)** Kümülatif klinopiroksenler (2. Nikol, 4x büyütme). 57
Şekil 4.16. (a,b) Karain volkaniklastik birimleri içerisindeki volkanik kayaç parçlarında görülen, özşekilli klinopiroksen fenokristallerinin SEM görüntüsü. 58
Şekil 4.17. CT-An programında kullanılan ROI ve binary görüntüleri. **(a)** Analiz gerçekleştirilen juvenil juvenil parça örneğinin, üzerinde işlem yapılmamış (raw) görüntüsü, **(b)** Örneğin kristal ve hamurunun pembe renk ile seçilmiş "binary" görüntüsü, **(c)** Yalnızca fenokristallerin pembe renk ile seçilmiş olduğu "binary"görüntüsü, **(d)** Örnekte b'deki seçilmiş alanların beyaz göründüğü morfometrik görüntüsü. 59
Şekil 4.18. CT-Vox programında oluşturulmuş 3B katı modeller. **(a)** Ürgüp resedimanter ürünler içinden volkanik kayaç parçası, **b-** Eğrem Tepe hyaloklastitlerinden juvenil parça, **(c)** Karain volkaniklastik ürünleri içerisinden gözenekli kayaç parçası için oluşturulmuş, kristal, volkanik hamur ve gözenek yüzdelerini gösteren üç boyutlu katı modeller, **(d)** Gözenek ve kristal oranlarının sütun grafikleri. 60
Şekil 4.19. Tez örneklerinin plajiyoklaz dağılımları. **(a)** Ürgüp resedimanter ürünlerinin (Ürg-Rs) ve kayaç parçalarının (Ürg-Kp) plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(b)** Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin (Eğt-Hy) Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(c)** Karain volkaniklastiklerinin (Kar-Vk) ve kayaç parçalarını (Kar-Kp)plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(d)** Eğrem Tepe daykının (Eğt-D) plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(e)** Karacaören lavlarının (Krc-L) plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları (m: merkez, k: kenar). 65
Şekil 4.20. Tez örneklerinin piroksen dağılımları. **(a)** Örneklerde incelenen piroksenlerin Q-Jd-Ae diyagramındaki dağılımları, **(b)** Ürgüp resedimanter ürünlerinde ve kayaç parçalarında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(c)** Eğrem Tepe hyaloklastitlerinde bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(d)** Karain volkaniklastik ürünlerinde ve kayaç parçalarında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(e)** Eğrem Tepe daykında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(f)** Karacaören andezitik lavlarında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları (m: merkez, k: kenar, mkt: mikrokristal). 67

Şekil 4.21. İncelenen biyotit ksenokristallerinin Al iyonuna karşı Mg/(Mg+Fe^{2+}) değerlerine göre çizilmiş diyagramda dağılımları. 68
Şekil 4.22. İncelenen olivin minerallerinin Fo-Fa arasındaki dağılımını gösteren diyagram (Fo: Forsterit, Fa: Fayalit, Tf: Tefroit, m: merkezden ölçüm, k: kenardan ölçüm, mkt: mikrokristal). 69
Şekil 4.23. İncelenen örneklerdeki Fe-Ti oksit minerallerinin dağılımı. 70
Şekil 4.24. Tez örneklerinde rastlanılan krom spinel mineralleri. **(a)** Eğrem Tepe daykında (Eğt-D)olivin içerisindeki krom spinel kapanımları, **(b)** Eğrem Tepe hyaloklastitleri (Eğt-Hy) klinopiroksen içinde krom spinel kapanımı, **(c)** Karain gözenekli kayaç parçaları (Kar-Kp) klinopiroksen içinde krom spinel kapanımı, **(d)** Karain volkaniklastik ürünlerinde (Kar-Vk) yer alan krom spinellerden birinin SEM görüntüsü. 71
Şekil 4.25. Karain kayaç parçaları içerisindeki iğnemsi amfibol minerallerinin SEM görüntüsü. 72
Şekil 4.26. Glomeroporfirik dokulu plajiyoklaz ve piroksen minerallerinin hidrotermal alterasyonu sonucu oluşan klorit ve epidot mineralleri (4x büyütme, 2. Nikol). 73
Şekil 4.27. Örneklerde rastlanılan apatit minerallerinin SEM görüntüleri. **(a)** Hamur içerisinde serbest halde apatit minerali, **(b)** Bir klinopiroksen içinde kapanım olarak görülen apatit minerali. 74
Şekil 4.28. Örneklerde rastlanılan bazı zirkon kristallerinin SEM görüntüleri. **(a)** Eğrem Tepe hyaloklastitleri (Eğt-Hy) içerisindeki zirkon kristalinin haritalanmış SEM görüntüsü, **(b)** Ürgüp resedimanter ürünlerinde (Ürg-Rs) içerisindeki zirkon kristalinin haritalanmış SEM görüntüsü. 74
Şekil 5.1. Bütün örneklerin toplam alkali-silis diyagramındaki dağılımları [66]. 77
Şekil 5.2. Artan Zr miktarına (ppm) karşı çizilen uyumsuz iz element (ppm) diyagramları. 85
Şekil 5.3. İncelenen juvenil örneklerin primitif mantoya göre [69] normalize edilmiş spider diyagramları. 87
Şekil 5.4. İncelenen juvenil örneklerin kondrite göre [70] normalize edilmiş spider diyagramları. 89
Şekil 6.1. Klastik ürünlerin iki boyutlu kesitleri. **(a)** Ürgüp doğusu resedimanter ürünleri, **(b)** Karain volkaniklastikleri (Uydu görünüleri Google Earth programından alınmıştır (Koordinat sistemi: UTM, datum: WGS 84). 92

Şekil 6.2. Eğrem Tepe'nin iki boyutlu kesiti. **(a)** Şekli temsil eden hattın Google Earth uydu görüntüsü (Koordinat sistemi: UTM, datum: WGS 84), **(b)** Eğrem Tepe'nin oluşumu. Daykın su ile teması, ani soğuma fragmantasyonu sonucu oluşan hyaloklastitler. 93
Şekil 6.3. Topuzdağ lavlarının, tez örnekleriyle jeokimyasal ilişkisini gösteren diyagramlar. **(a)** Th-Nb uyumsuz iz element grafiği, **(b)** Zr-Hf uyumsuz iz element grafiği. 94

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 4.1. Şekillerde ve çizelgelerde kullanılan mineral kısaltmaları. 42

Çizelge 4.2. Tez kapsamında çalışılan örneklerin petrografik unsurları (Krc-L: Karacaören andezitik lavı, Ürg-Rs: Ürgüp resedimanter ürünleri, Ürg-Kp: Ürgüp resedimanter ürünlerin kayaç parçaları, Eğt-Hy: Eğrem Tepe hyaloklastitleri, Eğt-D: Eğrem Tepe daykı, Kar-Vk: Karain volkaniklastikleri, Kar-Kp: Karain andezitik kayaç parçaları). 43

Çizelge 5.1. İncelenen örneklerin ana oksit değerleri ve CIPW normları (LOI: Ateşte kayıp değeri, loss on ignition). 78

Çizelge 5.2. İncelenen kayaçların iz element ve nadir toprak element analiz sonuçları (ppm). 82

Çizelge 5.3. İncelenen kayaçların iz element ve nadir toprak element analiz sonuçları (ppm) (devam ediyor)..... 84

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat derece
µ	Mikron
°	Derece

Kısaltmalar

KVP	Kapadokya Volkanik Provensi
m	Metre
kg	Kilogram
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
EDS	Enerji Dağılım Spektrometresi
BSD	Elektron Geri Saçınım Dedektörü
kv	Kilovolt
nA	Nanoamper
mm	Milimetre
cm	Santimetre
km	Kilometre
KD	Kuzeydoğu
GB	Güneybatı
FCI	Sıcak - soğuk etkileşimi
MY	Milyon Yıl
K	Kuzey
km^2	Kilometrekare
TAS	Toplam alkali-silis
ppm	Parts per million, milyonda bir birim
REE	Nadir Toprak Elementleri, Rare Earth Elements

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı

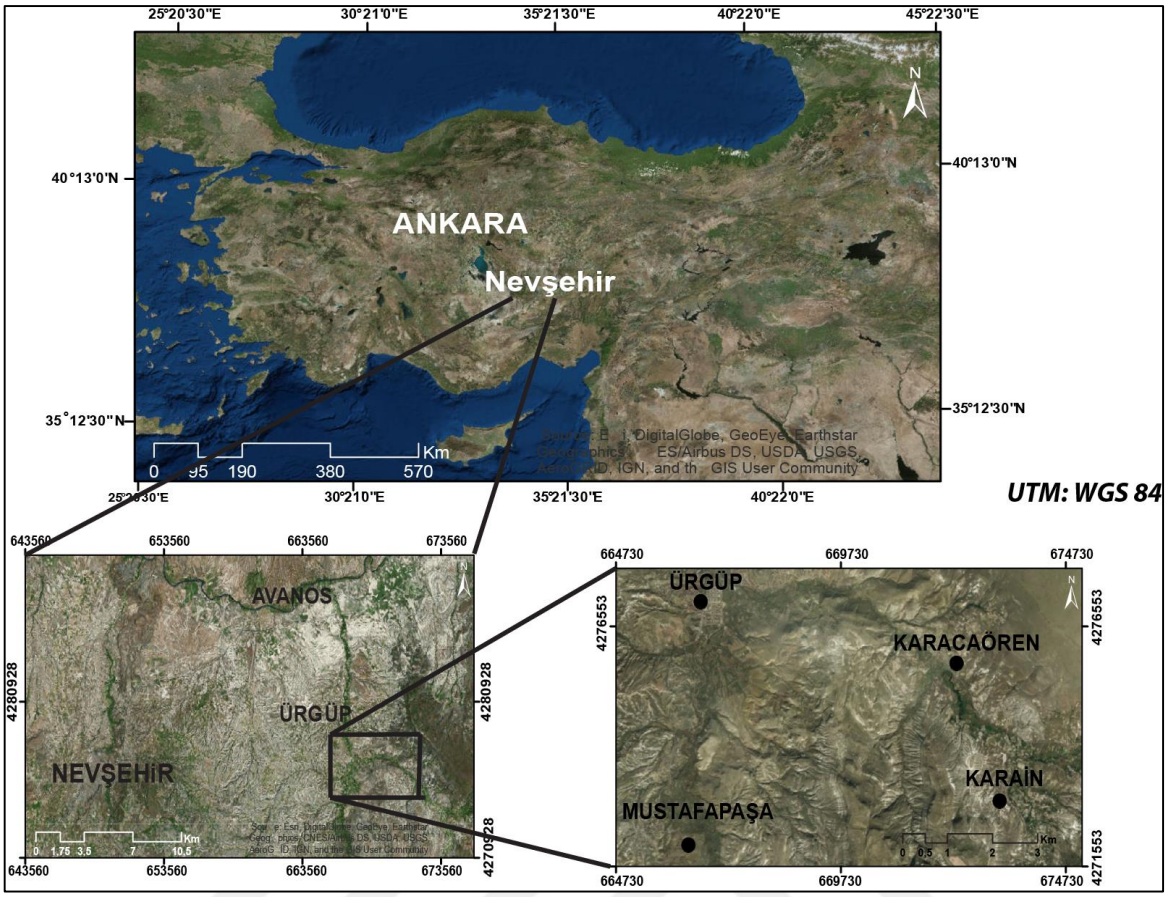
Çalışma alanı Orta Anadolu'daki Miyosen – Kuvaterner yaşlı Kapadokya Volkanik Provensi'nde (KVP), Nevşehir'e bağlı Ürgüp ilçesinin güneydoğu ve doğu kesiminde yer almaktadır. Karain, Eğrem Tepe ve Karacaören civarında yüzlek vermiş hidrovolkanik ve resedimanter ürünler üzerinde yapılan petrolojik incelemeler, tezin konusunu oluşturmaktadır. Bölgedeki hidrovolkanik birimler, resedimanter çökeller ve çökeller içerisinde bulunan kayaç parçalarından alınmış örnekler üzerinde yapılan mineralojik, petrografik ve kimyasal analizler sonucunda bu ürünlerin ayırtlanması, haritalanması, kökenleri ve bölgede bulunan diğer kayaçlarla ilişkisi hakkında bilgi edinilmesi hedeflenmiştir.

1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, İç Anadolu Bölgesi'nin Nevşehir ili, Ürgüp ilçesi sınırları içerisinde yer alıp (Şekil 1.1), 1/25.000 ölçekli K33c2 ve K33c3 paftaları içerisinde kalmaktadır.

Tez çalışması, batıda Nevşehir ilinin Ürgüp ilçesi, kuzeyde Topuz Dağı, doğuda Karain köyü ve güneyde Mustafapaşa köyü tarafından sınırlandırılan yaklaşık 20 km^2'lik alanda gerçekleştirilmiştir.

Bölgedenin önemli yükseltilerini, başta Eğrem Tepe (1250 m), Topuz Dağı (1562 m), Avladağ (1583 m), Koru Tepe (1488 m) oluşturmaktadır. Damsa çayı ve Kütderesi ise bölgenin önemli akarsularıdır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Uydu görüntüleri Google Earth programından alınmıştır).

1.3. Çalışma Yöntemleri

Tez kapsamında yapılan çalışmalar saha ve laboratuvar incelemeleri olarak iki bölümde yürütülmüştür.

Saha çalışmaları esnasında, hidrovolkanik ürünler ve ilişkili olduğu düşünülen birimler arazide tanımlanmış ve haritalandırılmıştır. Ağırlıkları yaklaşık 0,5 – 1 kg olacak şekilde, farklı lokasyonlardan, toplamda 50 örnek alınmıştır. Örneklerin (özellikle lav ve juvenillerin) mümkün olduğunca bozunmamış, temiz kısımlarından alınmasına dikkat edilmiştir.

Araziden örneklenen birimler mikroskobik çalışmaların yürütülmesi amacıyla Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği İncekesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda, incekesit yapılabilmesi için uygun olan büyüklüklerde (20 x 30 mm) kesilmiştir. Freatomagmatik ve volkaniklastik ürünler, gevşek olduklarından, incekesit yapılması zorlaşacağından, bu örnekler Struers Citovac cihazında vakum altında 40 °C'ye ısıtılıp karıştırılmış olan epoksi reçineye gömülmüş, epoksinin gözeneklere sızması sağlanarak, örneklerin kesilirken

dağılmamaları sağlanmıştır. Reçineye gömülmüş olan bu örnekler düzleştirildikten sonra üstü açık olarak incekesit haline getirilmiştir. Elde edilen incekesitler Struers LaboPol parlatma aleti aracılığıyla, 5 aşamada aşındırma ve parlatma işlemlerinden geçmiştir. Örnekler önce 1200 grid silikon karbid keçe ile aşındırılmış, sonra sırasıyla 9, 3, 1 ve 0,5 μ elmas süspansiyonlar kullanılarak, uygun parlatma keçeleri vasıtasıyla parlatılmıştır. Parlatmaları yapılmış incekesitler, polarizan mikroskop altında incelenmiş, mineralleri, dokuları, birbiri ile ilişkileri, kayaç parçaları, matriks gibi bileşenler belirlenerek gruplara ayrılmıştır. Daha sonra incekesitler karbonla (C) kaplanarak, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskopi ve Mikroanaliz Laboratuvarında kurulu olan Carl Zeiss EVO 50 EP Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM), elektron geri saçınım dedektörü (BSD) vasıtasıyla görüntülenmiştir. Mineral analizleri, entegre Bruker Xflash 3001 SDD Enerji Dağılım Spektrometresi (EDS) ile gerçekleştirilmiştir. Görüntüleme çalışmaları, 15 kv ivmelendirici gerilim, 5-15 nA demet akımı ve 10 mm çalışma mesafesi şartlarında yapılmıştır. EDS çalışmalarında ise 15 kv ivmelendirici gerilim, 10-20 nA demet akımı, 10 mm çalışma mesafesi ve 30-60 saniye sayma zamanı koşulları uygulanmıştır.

Örneklerin jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, makro ve mikro ölçekte, bozunmamış örnekler Hacettepe Üniversitesi Öğütme Laboratuvarı'nda, tamamen toz hale gelecek şekilde ~1 dakika süreyle öğütülmüştür. Öğütülen örnekler, Kanada'daki ACME Analitik Laboratuvarlarına gönderilmiştir. ACME laboratuvarlarında LF – 200 metodunda ana element analizi için optik emisyon spektrometresi (ICP – OES), iz element analizleri için de kütle spektrometresi (ICP – MS) kullanılmıştır (detaylı analiz limitleri Bureau Veritas hizmet broşüründe [1] yer almaktadır). Alınan analitik sonuçlara göre örnekler TAS (Toplam alkali (Na_2O+K_2O)-silika (SiO_2) diyagramında sınıflandırılmış, Harker ve spider diyagramları çizilmiş, birimler gruplandırılmış ve magmatik süreçler yorumlanmıştır.

Petrografik olarak gruplanan örnekler, mikro dokusal özelliklerini karşılaştırmak amacıyla, Bruker Skyscan 1272 cihazında X-ışınları ile 360 derece taramak suretiyle incelenmiştir. Örnekler yaklaşık 2 mm çapında, 2-3 cm uzunluğunda silindirler haline getirilmiş ve örnek tablalarına mum (wax) aracılığıyla tutturulmuştur. Örneklerin başlangıçta iki boyutlu gölge projeksiyonları elde edilmiştir. Sonrasında yeniden yapılandırma işlemine bir yazılım yardımı ile (NRecon) tabi tutulan görüntüler, bir algoritma yardımı ile birleştirilerek, üç boyutlu projeksiyonları elde edilmiştir. Bu üç boyutlu görüntüler üzerinde, CT-An, CT-Vox gibi programlar aracılığıyla, bileşenlerin dağılımı, özellikle gözeneklilik oranları kantitatif olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

1.4. Önceki Çalışmalar

1.4.1. Kapadokya Volkanik Provensi'nde (KVP) Yapılan Önemli Çalışmalar

Orta Anadolu'daki Kapadokya Volkanik Provensi (KVP) KD-GB doğrultusunda 300 km uzunluğunda ve 20-50 km genişliğinde olan, Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanik bir bölgedir [2] ve geçmişten bugüne yerli veya yabancı birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur. Bölgede yapılan volkanolojik, jeokimyasal ve petrolojik araştırmaların bazıları şunlardır:

Pasquare [3] 1968 yılında yapmış olduğu özellikle Nevşehir-Kayseri bölgelerindeki kapsamlı çalışmasıyla Neojen volkanizmasını detaylı incelemiştir. Bölgedeki ignimbiritleri, sedimanter kayaçları ve efüzif volkanik faaliyetlerin stratigrafisini ortaya çıkarmış ve haritalamıştır.

Innocenti *vd.* [4] Orta Anadolu volkanizmasının Üst Miyosen'de başladığını radyometrik yaş verilerinden yola çıkarak ortaya koymuş ve volkanizmanın kalkalkalin karakterde olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Pasquare *vd.* [5] Orta Anadolu volkanizmasını jeolojik bulgular sonucunda üç farklı bölüme ayırmışlardır. Bu bölümler sırasıyla andezitik lav aktiviteleri, piroklastik akıntılar ve bazaltik-andezitik kompozit volkanlar ve riyolitik monojenetik merkezler şeklindedir. Ayrıca Orta Anadolu volkanizmasını Afrika-Arap ve Avrupa kıtalarının çarpışması ile ilişkilendirmişlerdir.

Temel [6] Kapadokya'daki eksplosif volkanizmanın petrolojik ve jeokimyasal özelliklerini detaylı olarak çalışmıştır.

Aydar [7] Orta Anadolu'daki Aksaray ili sınırları içerisinde bulunan, Hasan Dağı stratovolkanının yapısal gelişimini ve patlama dinamiklerini ortaya koyan bir çalışma yapmıştır. Hasan Dağı'nın, Orta Miyosen'den itibaren birbirini izleyen, Keçikalesi, paleo Hasan Dağı, mezo Hasan Dağı ve neo Hasan Dağı olmak üzere dört sistemde oluştuğunu ortaya koymuştur.

Toprak *vd.* [8] Ürgüp civarında bulunan ignimbiritlerin kıtasal sedimanlarla ara katkılı geliştiğini ileri sürmüş, ayrıca bölgedeki tektonizma ve volkanizma arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmışlardır.

Le Pennec *vd.* [9] bölgedeki tüm ignimbiritlerin tanımını yeniden yapmış, tektonizma ile birlikte yorumlayarak muhtemel kaynak bölgelerini tespit etmiştir.

Aydar *vd.* [10] Orta Anadolu'daki Kuvaterner volkanizmasını detaylı çalışmış, kalk-alkalin ve alkalin karakterde magmatik kayaçların oluşumunun, çarpışma tektoniğiyle alakalı olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Deniel *vd.* [11] Hasan Dağı stratovolkanının oluşumu ve tektonik evrimini ortaya çıkarmak için mineralojik, jeokimyasal ve izotropik çalışmalar yapmışlardır. Geç Miyosen'de meydana gelen açılmanın sonucunda, magmanın kalk-alkalin karakterden alkalin karaktere dönüştüğünü ortaya çıkarmışlardır.

Kürkçüoğlu vd. [12] Kapadokya Volkanik Provensi'nde, Kayseri ili sınırları içerisinde bulunan Erciyes Dağı stratovolkanının, jeokimyasal evrimini ortaya koyan bir çalışma yapmışlardır.

Toprak [2] Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki polijenetik ve monojenetik volkanların, bölgesel tektonizma ve baca konumları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Özellikle cüruf konilerinin büyük çoğunluğunun ana fay hatları boyunca dağıldığını tespit etmiştir.

Temel *vd.* [13] bölgede bulunan ignimbiritlerin manto kökenli magmaların fraksiyonel kristallenmesi ile ilişkili olduğunu öne sürmüşler ve ignimbiritlerin petrolojisini detaylandırmışlardır.

Aydar ve Gourgaud [14] Aksaray ili sınırları içerisinde bulunan Hasan Dağı stratovolkanının jeolojisi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Hasan Dağı stratovolkanının ürünlerinin andezit ve dasit bileşimli magmalardan türediğini ortaya çıkarmışlar ve bu magmaların zaman içerisinde toleyitik karakterden kalk-alkalin karaktere dönüştüğünü öne sürmüşlerdir.

Froger *vd.* [15] tanımlanan 10 farklı Neojen ignimbiritinin muhtemel kaynakları üzerine çalışmalar yapmışlardır. İgnimbiritlerin kaynağı olan kalderaların tektonik ve sedimanter süreçlerle gömülü olarak bulunduğunu anlatmışlar ve çeşitli uzaktan algılama yöntemleriyle bu gömülü kalderaları tespit etmeye çalışmışlardır.

Piper *vd.* [16] Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki ignimbiritlerin manyetik ve paleomanyetik özelliklerini araştırmışlar ve bölgenin Neojen tektoniği üzerinde çalışmışlardır.

Le Pennec *vd.* [17] ignimbiritler arasında ara katmanlı şekilde görülen karasal sedimanter kayaçlardan elde edilen fosiller aracılığıyla bölgenin stratigrafisini yeniden düzenlemişlerdir. Radyometrik yaşlar ile jeokimyasal verilerin yanı sıra manyetik verilerden de faydalanmışlardır.

Aydar *vd.* [18] ignimbiritleri sınıflandırmışlar ve zirkon üzerinden $^{238}U/^{206}Pb$, plajiyoklaz kristalleri üzerinden $^{40}Ar/^{39}Ar$ jeokronolojik tarihlendirme çalışması yürütmüştlerdir. Böylece bölgede gözlemlenen 9 farklı ignimbirit seviyesinin volkanostratigrafik istifteki ilişkileri kesinleşmiştir.

Paquette ve Le Pennec [19] Kapadokya Volkanik Provensi'nde ignimbirit ürünlerinde yaşı 3.8 milyar yıla kadar dayanan zirkon kristalleri bulmuşlardır ve bu zirkon kristallerinin o zamana kadar keşfedilen en eski zirkon minerallerinden biri olduğunu savunmuşlardır.

Lepetit *vd.* [20] bölgedeki Kavak ignimbiriti olarak bilinen ignimbiriti Alt-Üst Uçhisar ve Alt-Üst Göreme olarak yeniden isimlendirmişlerdir. Ayrıca Karain, Güzelöz, Tilköy civarlarında görülen geri düşme birimlerinden yaş elde etmişler ve isimlendirmişlerdir.

Schmitt *vd.* [21] Orta Anadolu'daki Çatalhöyük arkeolojik alanında, Hasan Dağı'na benzer ikiz tepeli bir volkanın patlamasını tasvir eden bir duvar resminden yola çıkarak, Hasan Dağı stratovolkanının yaklaşık 8 bin yıl önce patladığını, Hasan Dağı zirvesinden alınmış pomza örnekleri üzerinde yapılan, (U – Th) / He zirkon jeokronolojisi çalışmalarıyla kanıtlamışlardır.

Göz *vd.* [22] bölgede özellikle ignimbiritlerle arakatkılı gelişmiş Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı fluvyo-laküstrin sedimanter kayaçların depolanma ortamlarını, mineralojisini ve jeokimyasını incelemişlerdir.

1.4.2. Kapadokya Volkanik Provensi'nde Hidrovolkanizmayla İlgili Çalışmalar

Bu zamana kadar bu tezin ana inceleme konusunu da oluşturan hidrovolkanik patlama ve ürünleri ile ilgili Kapadokya'da volkanolojik, petrolojik ve jeokimyasal incelemeler konusunda yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu konuda yapılmış bazı çalışmalar şu şekildedir:

Mues-Schumacher ve Schumacher [23] Orta Anadolu'daki Zelve ignimbritinin kaynağı hakkında çalışma yapmışlardır. Bu ignimbritin pomza geri düşme seviyeleri içerisinde akresyonel lapillilere rastlamışlar ve patlamanın ilk aşamalarının freatomagmatik faaliyet sonucu başladığını öne sürmüşlerdir. Ayrıca Kapadokya gölsel baseninin, Zelve taban yayılımlarını oluşturan patlamada yer alan yüzey suyunun kaynağı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gevrek ve Kazancı [24] Aksaray ili sınırlarında yer alan Pleyistosen yaşlı Narköy (Narlıgöl, Acıgöl, Sofular, Nargöl) maarını oluşturan patlamada yerel bir fayın etkilerini araştırmışlardır.

Gençalioğlu-Kuşçu *vd.* [25] Kayseri'de Erciyes Dağı'nın yaklaşık 20 km kuzeybatısında yer alan Kuvaterner yaşlı Cora maarının patlama geçmişini, depolanma süreçlerini çalışmışlardır.

1.4.3. Hidrovolkanizmayla İlgili Yapılan Uluslararası Önemli Çalışmalar

Bu tez kapsamında değinilen ve hidrovolkanik patlama ürünleri ile ilgili volkanolojik, petrolojik bulguların değerlendirilmesinde kullanılan uluslararası çalışmalardan bazıları da şu şekildedir:

Thorarinsson [26] 1960'lı yıllarda arka arkaya meydana gelen patlamalar sonucu, İzlanda'nın güneyinde su üzerinde yükselen Surtsey Adası üzerinde araştırmalar yapmıştır. Patlamanın sürekli ve kesikli olduğunu, patlama kolonlarının "cypresoid" ve "cocks tail" şeklinde iki türde geliştiğini ve patlama sonrasında geri düşme ürünlerinin yerleştiğini açıklamıştır.

Lorenz [27] yine Surtsey'in ürettiği külleri detaylı olarak incelemiş, taban yayılımı ürünleri, karnabahar bombalar, çarpma-çökme yapıları gibi unsurları araştırmıştır ve bu ürünlerin hidrovolkanizmanın önemli belirteçleri olduklarını söylemiştir.

Kokelaar [28] özellikle Surtseyan patlama tipinin mekanizmasını ortaya çıkarmış, bu tip patlamaların sonraki safhalarında fırlatılan küllerin tabanı tıkadığını ve tıkanan tabana su girememesi nedeniyle patlamanın freatomagmatikten sadece magmatiğe dönüşebildiğini tespit etmiştir.

Sheridan ve Wohletz [29] hidrovolkanizmanın temel karakteristiklerini ortaya çıkarmışlar, magma-su etkileşiminin hangi koşullarda gerçekleşebileceğini ve ürünlerinin nasıl olacağını ortaya çıkarmışlardır. Isıtıcı-soğutucu etkileşiminin (fuel coolant interaction) bu tür volkanizmalarda önemli olduğunu vurgulamışlar, ayrıca hidrovolkanik patlamaları içerdikleri magma-su oranına göre "kuru" veya "ıslak" olarak ayırmışlardır.

Wohletz [30] hidrovolkanik piroklastları elektron mikroskobunda incelemiş, tane büyüklüklerini ve oluşum mekanizmalarını belirlemek için laboratuvar ortamında deneysel çalışmalar yapmıştır. Hidrovolkanik patlamalarının ürettiği küllerin, mikron boyutunda, çok

ince olduğunu göstermiştir. Bu patlamaların ürettiği piroklastların 5 farklı şekil sunduklarını açıklamıştır. Bunlar bloklu, gözenekli, kıvrık, küresel ve levhamsı görülebilirler.

Kokelaar [31] magma-su etkileşimi sonucunda ortaya çıkan piroklastların oluşumunu 4 farklı unsurla açıklamıştır. Bunlar magmatik uçucuların patlayarak açığa çıkması, magma-su dokanak yüzeyinde oluşan buharın çökmesi, magma içindeki suyun kapanlanması veya buhar genleşmesi ve son olarak soğutucu sıkışmasıdır.

Sohn ve Chough [32] Kore güneyinde yer alan bir kalkan volkan şeklindeki Cheju adasının kenarında oluşan, Suwolbong tüf halkasının depolanma sürecini çalışmışlardır. Bu çalışmada bir hidrovolkanik patlamanın ıslaktan kuruya ve kurudan ıslağa bir döngüyle gelişebileceğini açıklamışlardır.

Belousov ve Belousova [33] 1996 yılında Kamchatka'da yer alan Karymyskoye gölünde meydana gelen freatomagmatik patlamayı doğrudan gözlemlemişler ve ürünlerini detaylı olarak inceleyip bu gölde meydana gelen tarihteki tüm freatomagmatik patlamaları ortaya çıkarmışlardır.

Cole *vd.* [34] Azor Adaları'nda yer alan Fayal Adası'nın batısındaki Capelinhos volkanın 1958'de oluşturduğu kalın tüf konisi birimlerini incelemişler ve detaylandırmışlardır. Ürünlerin çok geniş aralıkta gözeneklilik gösterebildiğini kanıtlamışlardır.

Broz ve Hauber [35] Mars gezegeninde freatomagmatik faaliyetlerin geçmişte yaygın olduğunu belirlemişler ve Mars gezegenindeki bazı kraterleri Dünya'daki hidrovolkanik patlama merkezleriyle morfolojik bakımdan benzeterek, gezegendeki tüf halkası veya konilerini keşfetmeye çalışmışlardır.

Agustin-Flores *vd.* [36] Yeni Zelanda'nın en büyük yerleşim alanlarından olan Auckland'da 250 bin yıl önce, deniz seviyesi günümüz seviyesinden daha düşükken gerçekleşen bir patlamayla oluşan The North Head tüf konisini ve ürünlerini incelemişlerdir. Volkanik açıdan çok aktif olan Auckland bölgesinde artan su seviyesiyle beraber gelecekte gerçekleşmesi olası bir patlamanın etkilerinin neler olabileceğini açıklamışlardır.

2. HİDROVOLKANİZMA

2.1. Genel Tanımlar

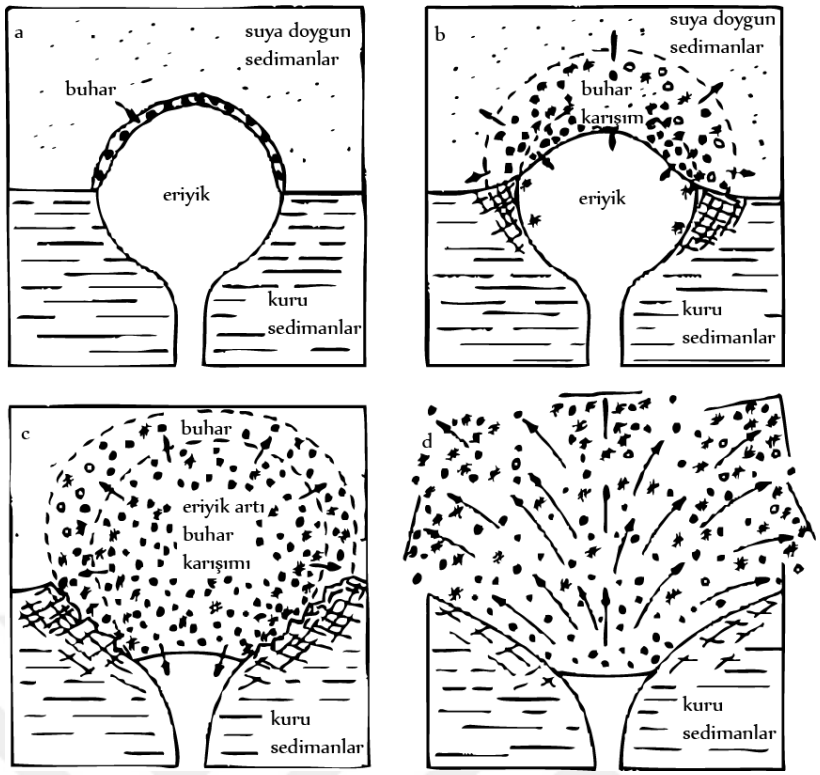
Dünya yüzeyinin %70'ten fazlası sudur, bu sebeple dünya üzerinde gerçekleşen volkanik faaliyetlerin büyük çoğunluğu okyanuslarda, magma-su etkileşimiyle kendini göstermektedir [37]. Ayrıca yerkabuğunun içerisinde, uçucularda, sedimanter kayaçların gözeneklerinde ve kırık-çatlak sistemlerinde bulunan sulardan oluşan bir su küresi (hidrosfer) de bulunmaktadır. Bu nedenle birçok ortamda magma su ile karşılaşabilmekte ve farklı koşullara bağlı olarak farklı karakterlerde ürünler oluşabilmektedir [38].

Hidrovolkanik patlamalara neden olan magma-su etkileşimi başlıca 7 farklı yol ile farklı ortamlarda gerçekleşebilmektedir:

- Magmanın sığ okyanusta veya göl suyunda patlaması,
- Magma içeren ağzı açık bir bacaya su akışı,
- Yükselen bir magmanın yeraltında su tablasını kesmesi,
- Kısmen boşalmış bir magma odasına su akışı,
- Magmanın buzul altında patlaması,
- Lav veya sıcak bir piroklastik akıntının bir su kütlesine girişi
- Yeraltı suyunun magmayla teması olmaksızın yine magma tarafından ısıtılması [39].

Derin deniz (okyanus) volkanizması, genelde 200 metreden daha derin noktalarda gerçekleşir. Ürünleri genellikle okyanus ortası açılma bölgelerinde ve denizaltı volkanlarında oluşan hyaloklastitler ve yastık lavlar olarak ayırtlanır [40].

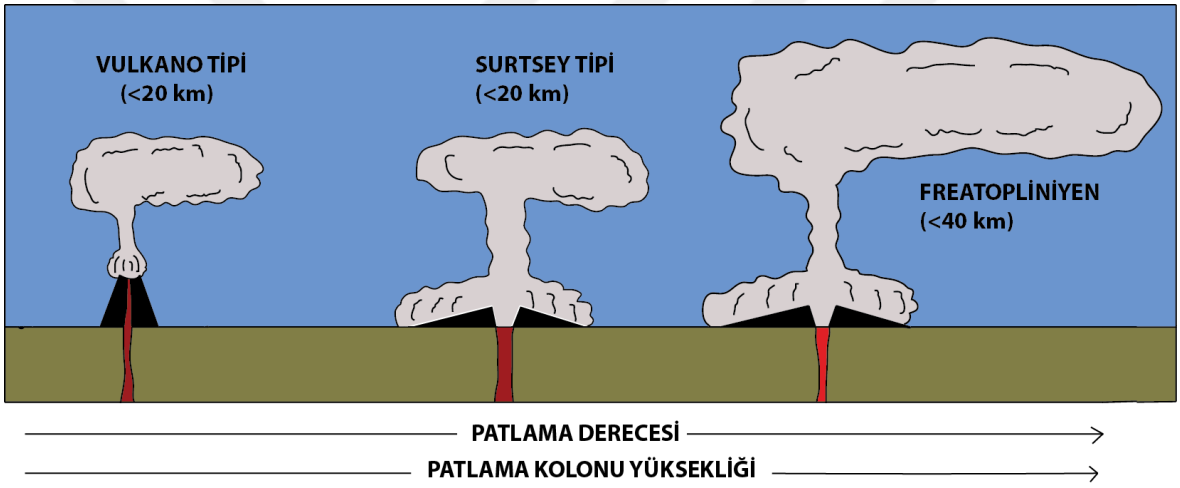
Hidrovolkanizma, sıcak-soğuk etkileşimi (fuel-coolant interaction, FCI) olarak tanımlanan fiziksel bir süreç sonucu oluşur [37]. Bu süreç sıcak ve soğuk olarak iki akışkanın teması ile gerçekleşir ve sıcak akışkan, soğuk akışkanın kaynama noktasının üzerinde bir sıcaklığa sahiptir. Bu temas sonrası soğuk akışkan aniden buharlaşmaya, sıcak akışkan da soğumaya, sönmeye başlar. Suyun ani buharlaşması ve magmanın parçalanması büyük bir patlamayı beraberinde getirir [29]. Magmanın çevresinde bir buhar cebi oluşur, buhar basıncı artar ve bu artış devam ettiği takdirde üzerindeki litostatik basıncı yenerek şiddetli patlama meydana getirir. FCI etkileşimi ve bunun sonucunda meydana gelen patlamalar, magmanın üzerinde büyük bir basınç etkisi varken gerçekleşmez [39].



Şekil 2.1. Magma-su etkileşiminin evreleri. **(a)** Sulu sedimana magma sokulumu ve etrafında buhar cebi oluşumu, **(b)** Akifer içindeki yüksek basınçlı buhar hacminde artış, bu aşamada yan kayaçlarda breşleşme oluşur, **(c)** Büyük ölçekte magma-su etkileşimi, buhar-magma karışımı, **(d)** Hapsolmuş karışımın şiddetli patlaması [29].

Hidrovolkanik patlama türleri freatomagmatik ve freatik olmak üzere ikiye ayrılır [39]. Freatomagmatik patlamanın oluşabilmesi için iki özel durum gereklidir [41]. Bunlardan ilki, suya magmadan yeterli ısı enerjisinin iletilebilmelidir. Bu noktada patlama verimi, magma ve suyun nasıl buluştuğuna ve magma-su kütlesel oranına bağlıdır. İkinci özel koşul ise oluşan buharın yayılabilmesine bağlıdır. Yüksek litostatik veya hidrostatik basınç, buharın patlama yayılımını azaltır [31]. Bu şartlar her zaman yerine gelmez, bu nedenle magma-su etkileşiminin olduğu her yerde freatomagmatik patlama gerçekleşmez [41]. Freatomagmatik patlamalar genel olarak sığ denizel veya gölsel ortamlarda gerçekleşir ve bu patlama türünde fırlatılan ürünler içerisinde magmanın kendisine ait parçalar olan juvenil malzemeler görülür [29]. Magma buhar oluşumu için gerekli ısıyı sağlayabilir fakat her zaman su ile fiziksel teması gerçekleşmez. Bu temas gerçekleşmeden, magma tarafından aniden ısıtılan suyun oluşturduğu buhar patlamalarına freatik patlamalar denir ve oluşturduğu ürünler içerisinde juvenil "magmaya ait" fragmanlar bulunmaz [39]. Bunların yerine patlama esnasında parçalanıp fırlayan yan kayaçlardan parçalar bulunur [41].

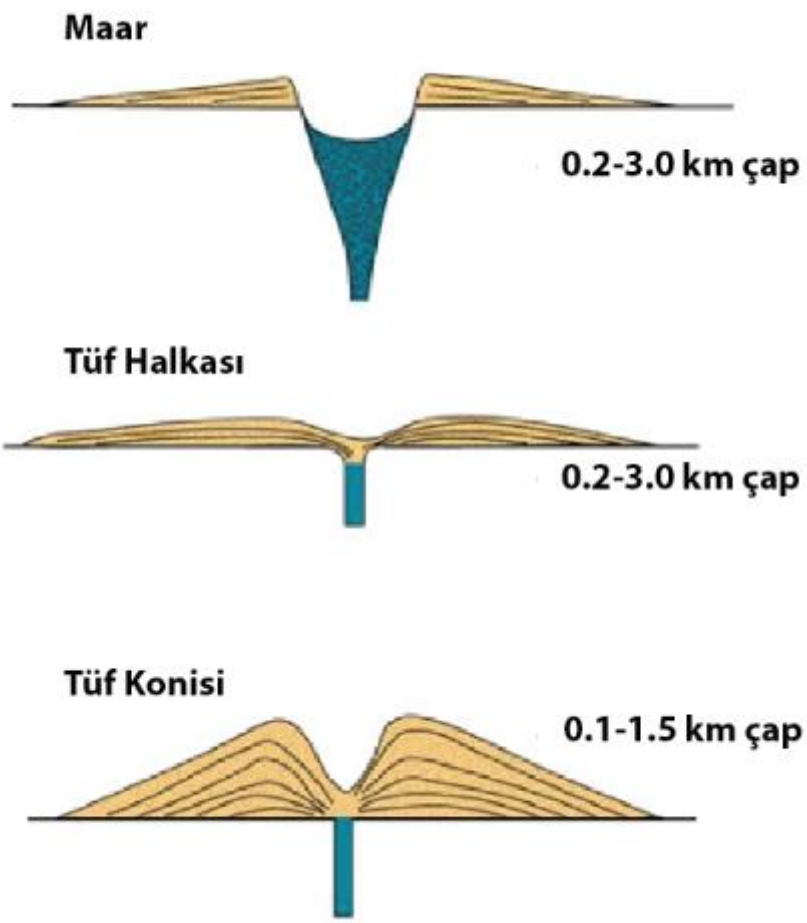
Freatomagmatik terimi daha çok magmanın yüzey suyu (göl, akarsu) veya yeraltı suyu ile etkileşimi sonucu gerçekleşen patlama türü olarak kullanılırken, Walker ve Croasdale [42] deniz ve okyanuslarda gerçekleşen hidrovolkanik patlama tipini İzlanda güneyinde bir volkanik patlamayla okyanus üzerinde yükselen Surtsey Adası'na ithafen "Surtseyan" olarak isimlendirmişlerdir. Ayrıca Vulkano tipi patlamaya ismini veren İtalya'daki Vulcano volkanı 1890'daki patlaması sırasında freatomagmatik patlamanın güzel bir örneğini oluşturduğu ve aynı şekilde freatomagmatik patlama ürünleri sergilediği için için bu patlama tipi ismi de freatomagmatik ile eş anlamlı kullanılır [43]. Eğer asidik bir magma su ile etkileşirse oluşan patlama türü "freatopliniyen" adını alır ve ürünleri daha yüksek derecede magma parçalanmasına dair izler taşımasıyla ayırt edilir [44] (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Hidrovolkanik patlama tiplerine göre değişen patlama derecesi ve patlama kolon yüksekliğini (parantez içinde belirtilmiş) gösteren şekil (Cas ve Wright [45]'dan düzenlenmiştir).

2.2. Hidrovolkanik Patlama Merkezleri

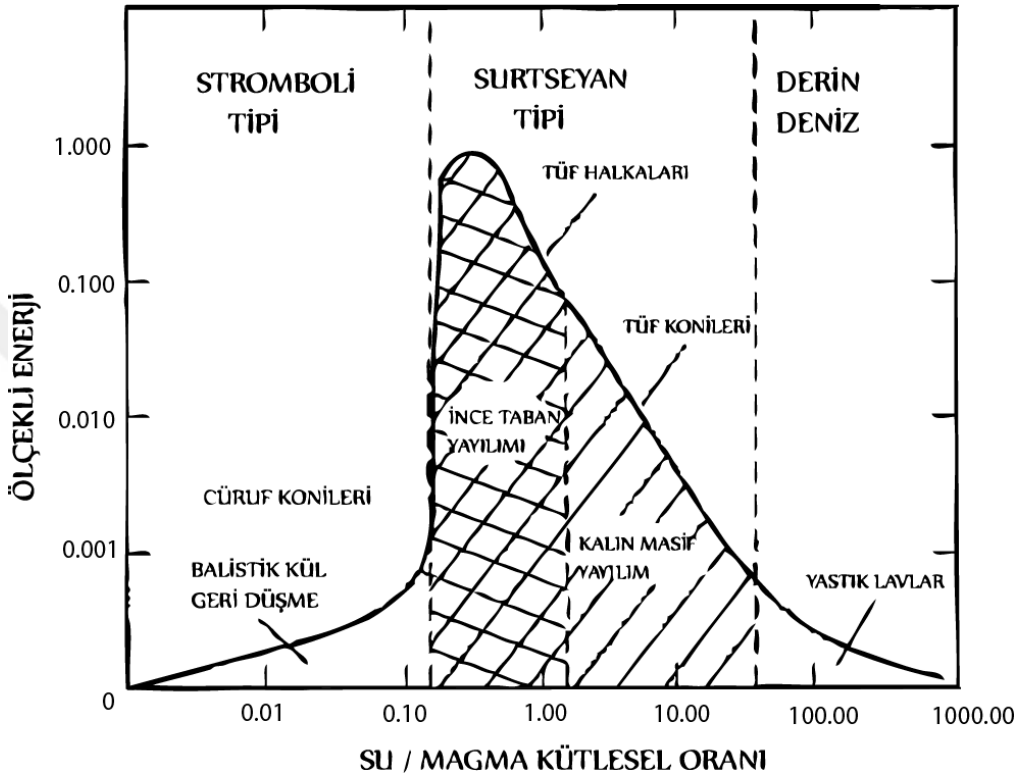
Hidrovolkanik patlama merkezleri genel olarak maar, tüf halkası ve tüf konisi olmak üzere üç türden oluşur [39] (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Maar, tüf halkası ve tüf konilerinin morfolojileri [30].

Maarlar, krater tabanı genel topoğrafya seviyesinin altında olan ve bu sebepten dolayı ürünlerinde patlama öncesinde yerinde bulunan temel kayaçlardan fazla miktarda malzeme bulunduran volkanik patlama merkezleridir [46]. Ürünleri merkeze doğru çok eğimliyken, dışa doğru daha az eğimlidir ve merkezden uzaklaştıkça hemen incelir [47]. Krater çapları 100-1500 metre, patlama derinliği birkaç on metre ve yaklaşık 200 metre arasında, ürettiği ürünlerin kalınlığı da 10-40 metre arasında değişkenlik gösterir [46]. Maarlar çok miktarda yan kayaçlardan litikler içerdiğinden, genellikle freatik patlamalarla ilişkilendirilir [41]. Tüf halkaları ve tüf konileri, krater tabanı genel topoğrafya seviyesinde olan, çapları genellikle 1-5 km arasında değişen ve ürünlerinde magmadan juvenil malzemeler içeren monojenetik

patlama merkezleridir. Tüf halkaları dışa doğru hafif eğimliyken (2-15°), tüf konileri hem daha yüksek topoğrafik profile hem de dışa doğru daha yüksek eğime (25-30°) sahiptirler [37]. Bir tüf halkasının tüf konisine dönüşebilmesi patlamadaki magma-su oranına bağlıdır [48].

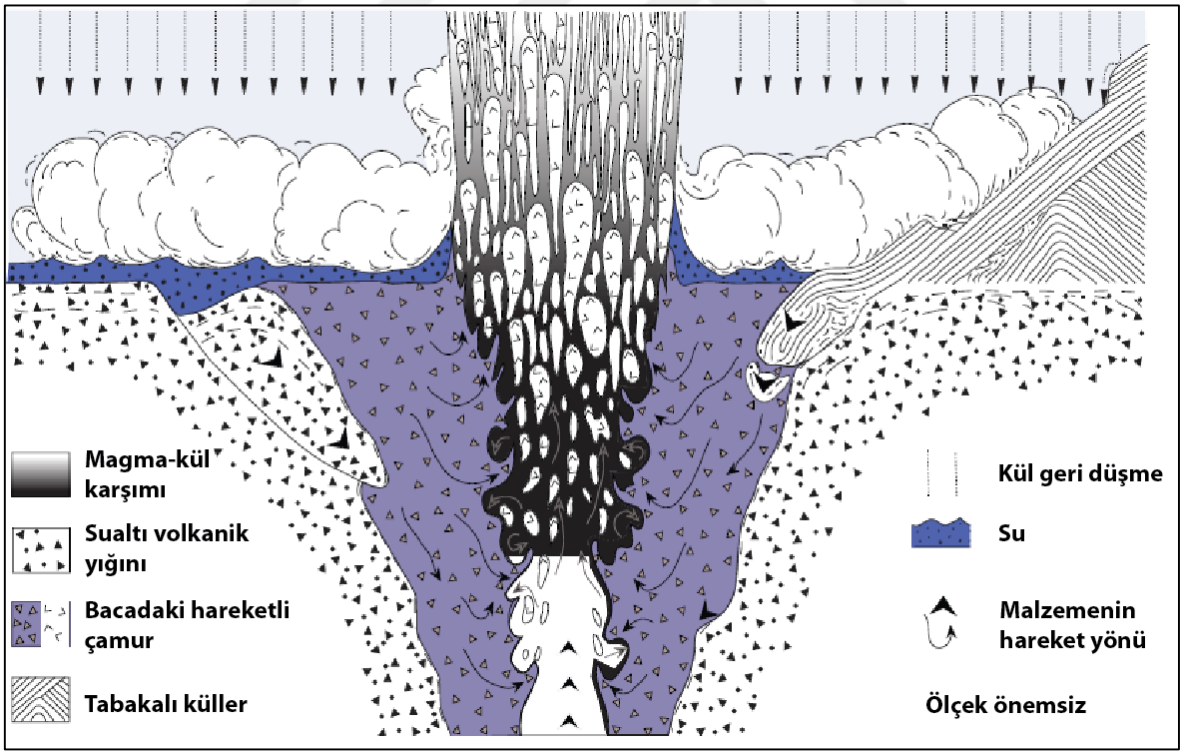


Şekil 2.4. Hidrovolkanik faaliyetlerde magma-su oranının patlama enerjisi ile ilişkisi [49].

Wohletz ve McQueen [49] laboratuvar ortamında yaptıkları deneysel çalışmalarla (Şekil 2.4)'teki grafikte patlama enerjisi ve magma-su oranı arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır. Bu ilişkiye göre magma-su oranı belli bir orana kadar arttıkça patlama enerjisi de artmaktadır. Araştırmacılar maksimum enerjinin açığa çıktığı en şiddetli patlamayı oluşturan magma-su oranını 0.3 olarak belirlemişlerdir. Düşük magma-su oranı, çok tane içeren daha az pekişik taban yayılımlarını oluşturacaktır [29]. Kalın tüf tabakaları yüksek açılarla yerleşir ve magma-su oranı yüksektir. Tabakalar ıslak, pekişik ve yüksek viskoziteli küller şeklinde gerçekleşeceklerdir [39]. Eğer patlama fazla ıslaksa, patlama sıcaklığı ve enerjisi düşer. Bunun sonucunda fazla ıslak olan kül akışa geçer ve tabakalı olur. Bunlar da tüf halkasından daha çok tüf konilerini oluştururlar [39].

2.3. Hidrovolkanik Patlamaların Mekanizması

Hidrovolkanik patlamalar magma suya temas ettiği andan itibaren oluşmaya başlar [47]. Magma bazaltik, ortaç veya asidik bileşimde olabilir [39]. Suyun miktarı ve erişebildiği derinlik patlamanın karakterini ve şiddetini belirler [49]. Patlamalar sığ derinliklidir, kesiklidir ve kısa ömürlüdür [28]. Krater tabanında su-magma ve külden oluşan bir karışımın olduğu baca içinden kül bulutları fırlatılır [31] (Şekil 2.5). Genellikle 0.5-2 km uzunluğunda patlama kolonları oluşur ve bu kolondan küller yer çekimi etkisiyle aşağı düşerek krateri kapatabilir. Aynı zamanda patlama kolonunun da çökmesiyle kraterden radyal olarak taban yayılımları gerçekleşir [28]. Eğer denizel veya gölsel bir ortamda patlama gerçekleşiyorsa, bu birimlerin üst üste üretilmesi sonucu tıpkı Surtsey'de olduğu gibi volkan su yüzeyine çıkabilir [38]. Üretilen malzemeler bacayı kapatırsa magma ve suyun teması kesilir, magmadan uçucu bileşen miktarı azalır ve patlama göreceli olarak zayıflamaya başlar. Açığa çıkan yabancı kayaç parçaları, juvenil malzeme ve buhar içeren bir karışım bacayı genişletir ve krater oluşturur [28].



Şekil 2.5. Bir hidrovolkanik patlama anında bacanın durumu. Magma-su karışımının ürettiği kül paketleri (tephra jets), atmosfere yükselişi, geri düşüşü ve taban yayılımlarının oluşumu (Kokelaar [28]'dan değiştirilerek alınmıştır).

2.4. Bileşenleri ve Oluşturduğu Yapılar Bakımından Hidrovolkanik Ürünler

2.4.1. Taban Yayılımı Ürünleri

Freatomagmatik veya freatik patlamalarda piroklastik akıntı yerine, yeryüzünü örten, türbülanslı bir şekilde patlama merkezinden her yöne yatay ilerleyen, düşük sıcaklıklı taban yayılımı (base surge) oluşur [39]. Taban yayılımları topoğrafyadaki sırtları örterken, vadilerde kalın gözükür [42]. Genellikle yatay tabakalanırlar ve kumul tepecikleri, çarpma-çökme, çapraz laminasyon gibi yapılar sunarlar [27]. Tabakalar çok incedir (yaklaşık 10 cm) ve her tabaka bir patlama fazını temsil eder. Ürünleri piroklastik akıntılardan daha iyi boylanmıştır ve özellikle distal birimlerinde lapilliden (2-64 mm) büyük boyda bileşenler içermez [39]. Baca kenarında taban yayılımı birimleri üzerinde balistik bomba veya blokların çarpıp oluşturduğu çöküntülere rastlanır ve bunlar kaynak tayin etmede büyük fayda sağlar [41]. Ayrıca kaynaktan uzaklaştıkça tabakalar incelir ve tane boyu düşer [50].

2.4.2. Hyaloklastitler

Magma sokulumu veya daykların su ile teması sonucunda, eksplosif faaliyetin gerçekleşmediği durumlarda dahi, köşeli juvenil parçalardan bolca içeren hyaloklastitler oluşabilir [40, 51]. Magma-su dokanağında gerçekleşen ani soğuma bölümlenmesiyle beraber termal şokun etkisiyle magma parçacıklanmaya başlar ve yapboz dokusu (jigsaw-fit texture) gösteren, birbirine uyumlu ve köşeli juvenil parçalar ve onları bir arada tutan, komşu sedimanlardan kaynaklı matriks oluşur [31]. Magma bölümlenmesinin devam etmesiyle dik yamaçlı küçük tepeler oluşabilir ve ürünler taşınabilir [41].

2.4.3. Juvenil Bombalar veya Bloklar

Freatomagmatik patlamalarda, magmanın, su ile etkileşime girmesi sonucu, yüksek derecede bölümlenmesi nedeniyle, geniş bir aralıkta farklı tane boyunda jüvenil parçalar, noktasal patlamalarda, patlama merkezinden belirli bir daire çapında (patlamanın şiddetine göre değişir) alana püskürtülür [28]. Fissüral patlamalarda ise bombalar, bir hat boyunca gözlemlenebilir [39]. Genelde baca kenarında rastlanılan juvenil bombalar, sıklıkla az gözenekli, köşeli şekillerde ortaya çıkar [27]. Depolanma sonrasında dahi, bomba içerisinde gözeneklenme devam eder ve soğuduğunda iç kısmı yoğun gözenekli, yüzeyi karnabaharı andıran "karnabahar bombalar" oluşur [50]. Bombalar, patlamayı oluşturan magmanın kendisine ait ürünler oldukları için üzerlerinde yapılan mineralojik ve petrografik

incelemeler magmanın türü, petrolojik kökeni ve magmatik süreçleri hakkında önemli bilgiler verir [37].

2.4.4. Yabancı Kayaç Parçaları

Yabancı kayaç parçaları, patlama esnasında önceden orada bulunan temel kayaçlardan kopan ve fırlayan parçalardır [39]. Aksesuar (accesory), tali (accidental) veya hısım (cognate) litik olarak üçe ayrılırlar. Bacanın kenarında bulunan temel kayaçtan koparılan parçalara aksesuar, özellikle taban yayılımlarının ilerlerken yolda içine kattığı parçalara tali, magmanın, magma odasında veya bacasında önceden kristalleşmiş aynı kökene sahip kümülatlarına veya litiklerine hısım litik "cognate lithic" denir [52]. Yabancı kayaç parçalarının, patlama merkezine yakınlığını ve patlama şiddetini gösteren en önemli unsur bomba ve litiklerin boyutlarıdır [38].

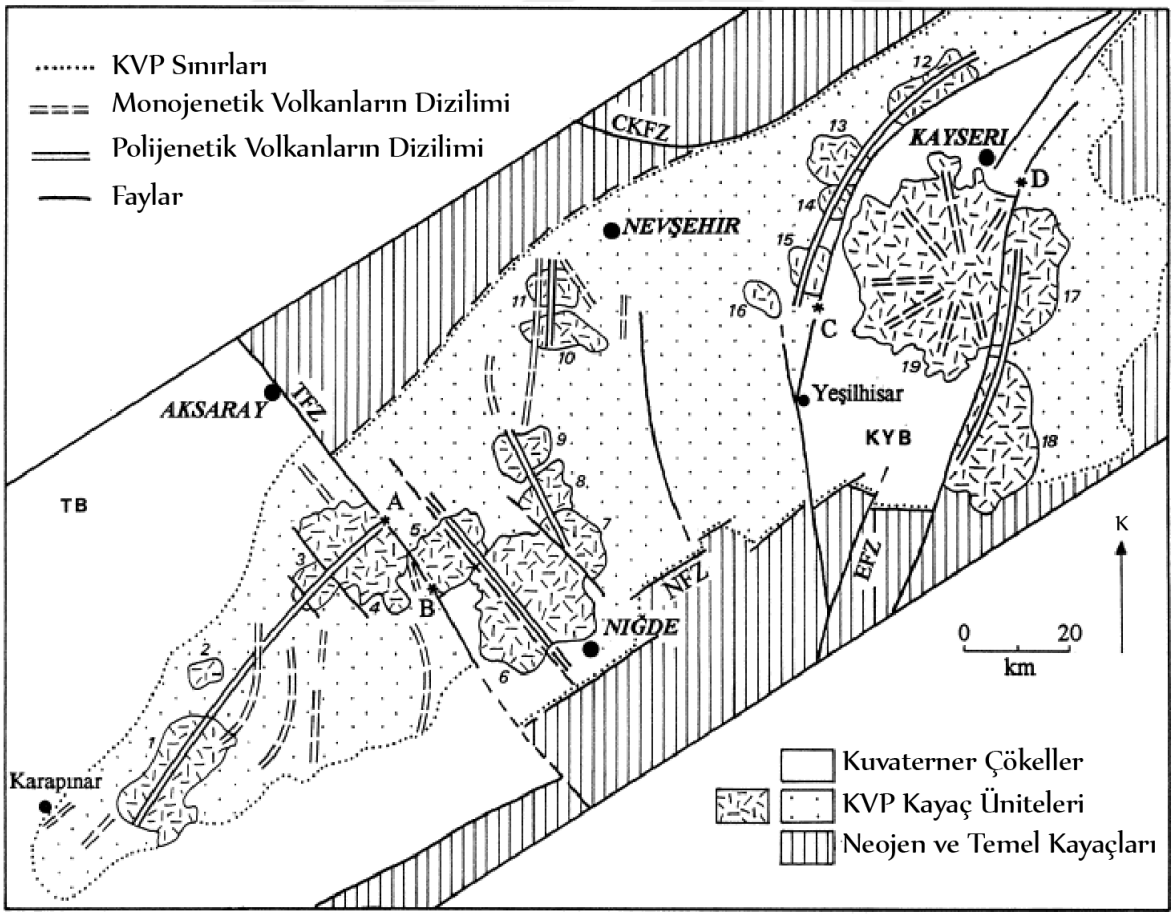
2.4.5. Cam Parçaları (Kıymıkları)

Genellikle çapı 2 mm'den küçük cam parçaları, magmanın patlayarak parçalanması, magmanın fazla miktarda su ile temasa geçerek kamalanması veya camsı parçaların taşınma esnasında yıpranması sonucu ortaya çıkarlar [39]. X-Y şekilli (cuspate), çubuksu (platy) veya pomzamsı (pumiceous) olarak üç şekilde kendilerini gösterirler ve bu üç şekil de aynı patlama ürünü içerisinde görülebilir [41]. Cam kıymıklarının şekilleri eriyiğin fiziksel özelliklerine, kimyasal faktörlere, ısı enerjisi salınımına ve suyla temasa geçen eriyiğin gözenekliliğine göre değişkenlik gösterir [41].

3. GENEL JEOLOJİK ÇERÇEVE

3.1. Bölgenin Jeodinamiği

Türkiye üç ana tektonik plaka olan Afrika, Arap ve Avrasya etkisinde olmasından dolayı oldukça karmaşık bir tektonizmaya sahiptir [14]. Afrika ve Arap plakalarının kuzeye doğru hareket edip sıkıştırması sonucu, Türkiye'de iki ana fay olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) gelişmiştir [53]. Orta Anadolu'daki Kapadokya Volkanik Provensi'nde kalk-alkalen kayaçlar Üst Miyosen'de Afrika-Arap ve Avrasya plakalarının çarpışması sonucu oluşan volkanizmayla ortaya çıkmışlardır [9]. Kapadokya Volkanik Provensi (KVP) bölgede çeşitli yönlerdeki birden fazla fay sisteminin etkisi altında kalmıştır. Kuzeyde BKB-DGD doğrultulu Kırşehir masifi ile Kapadokya arasından geçen Kızılırmak fayı, güneyde Kapadokya'yı Toroslardan ayıran D-B doğrultulu Niğde fayları, batıda KB-GD doğrultulu sol atımlı Tuz Gölü fayı ve son olarak doğuda Sultansazlığı basenini çevreleyen Ecemiş doğrultu atımlı fay sistemi bunlardan başlıcalarıdır [16] (Şekil 3.1).

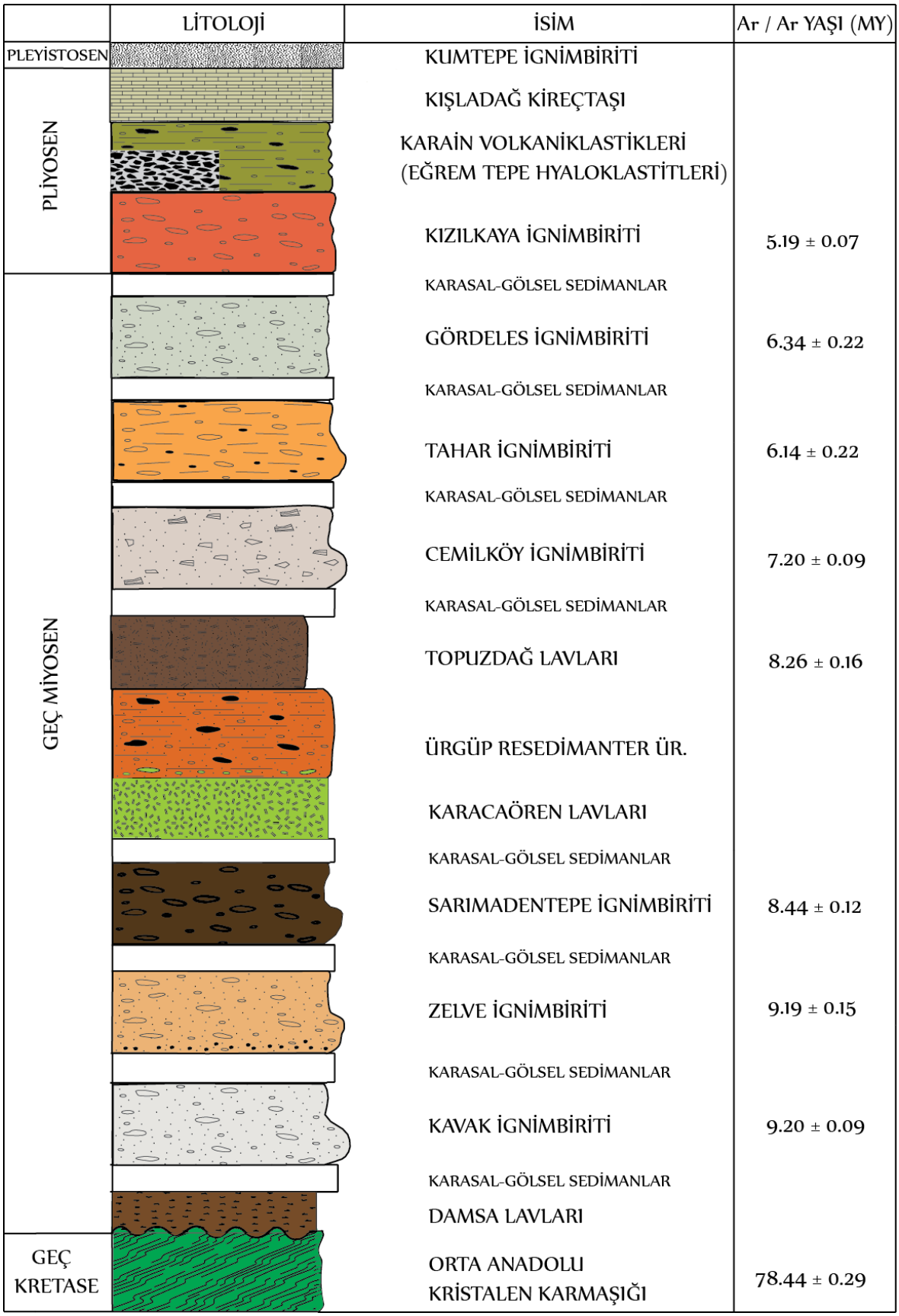


Şekil 3.1. Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki tektonik unsurlar ve ana volkanların dağılımı [2].

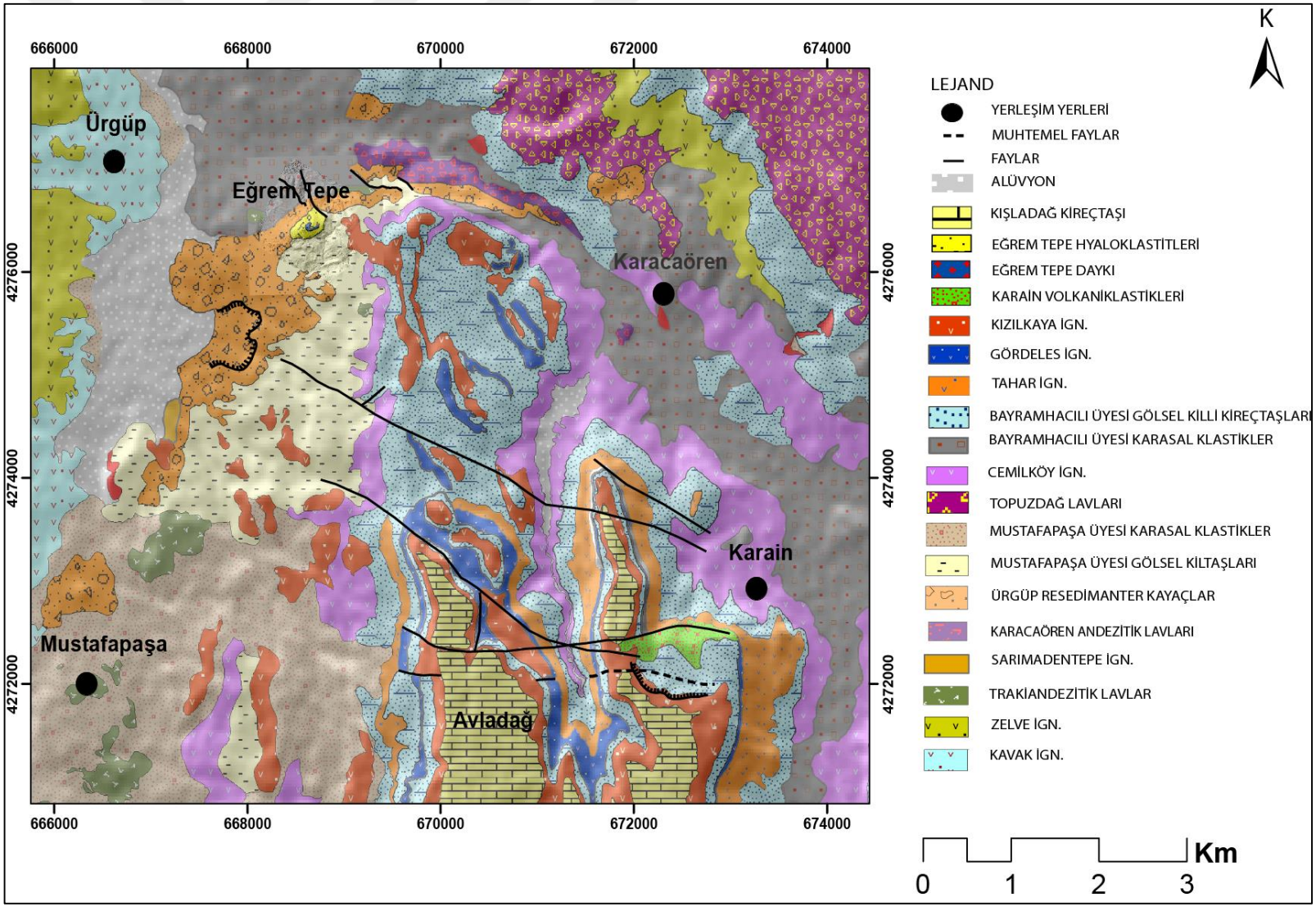
Bu fay sistemlerinin faaliyetleri sonucunda Kapadokya Volkanik Provensi için üç ana evrim aşaması gerçekleşmiştir. Erken – Orta Miyosen'de sadece yaşı Geç Kretase olan Tuz Gölü fayı ve yaşı Paleosen – Eosen olan Ecemiş fay sistemleri faaldir. Pasquare vd. [5]' göre Erken ve Orta Miyosen periyodu, andezitik bileşime sahip efüzif monojenetik patlama merkezleri ile temsil edilir. Orta Miyosen – Erken Pliyosen'de bölge Kapadokya Volkanik Provensi faylarının hareketleri tarafından karakterize edilmiştir [2]. Bu zamanda KB-GD doğrultulu kısa vadede bir açılma zonu oluşmuş, bu zon volkaniklastikler ve karasal-gölsel sedimanlar tarafından doldurulmuştur [54]. Bölgenin kuzey ve güney sınırlarını oluşturan Kızılırmak ve Niğde faylarına paralel birçok gömülü fayın da varlığı bilinmektedir. Geç Pliyosen'den itibaren ise bölgedeki Kapadokya Volkanik Provensi faylarının hareketleri kesilmiş ve büyük ölçüde sonraki volkanik patlamalar ve sedimanlar tarafından üzerleri örtülmüştür. Bundan sonra Tuz Gölü-Ecemiş fay sistemlerinin yarattığı deformasyonlar gerçekleşmiştir. Ayrıca K-G doğrultulu vadi oluşumları ve lav çıkışları bu dönemde kendini göstermiştir [2].

3.2. Bölgenin Genel Jeolojisi

Bu tez kapsamında çalışılan Ürgüp bölgesinin temelini Geç Kretase yaşlı Orta Anadolu kristalen karmaşığı oluşturmaktadır [6, 17] (Şekil 3.2). Miyosen yaşlı Ürgüp formasyonu [3] bölgedeki ignimbiritleri, onlarla ara katkılı görülen sedimanter kayaçları ve efüzif faaliyet sonucu oluşmuş lav akıntılarını kapsar.



Şekil 3.2. Bölgenin stratigrafik istifi (Yaş verileri Aydar *vd.* [18, 55]'den alınmıştır).



Şekil 3.3. Bölgenin jeolojik haritası, koordinat sistemi: UTM, datum: WGS 84 (Çubukçu *vd.* [56]'den düzenlenmştir).

3.2.1. Ürgüp Formasyonu

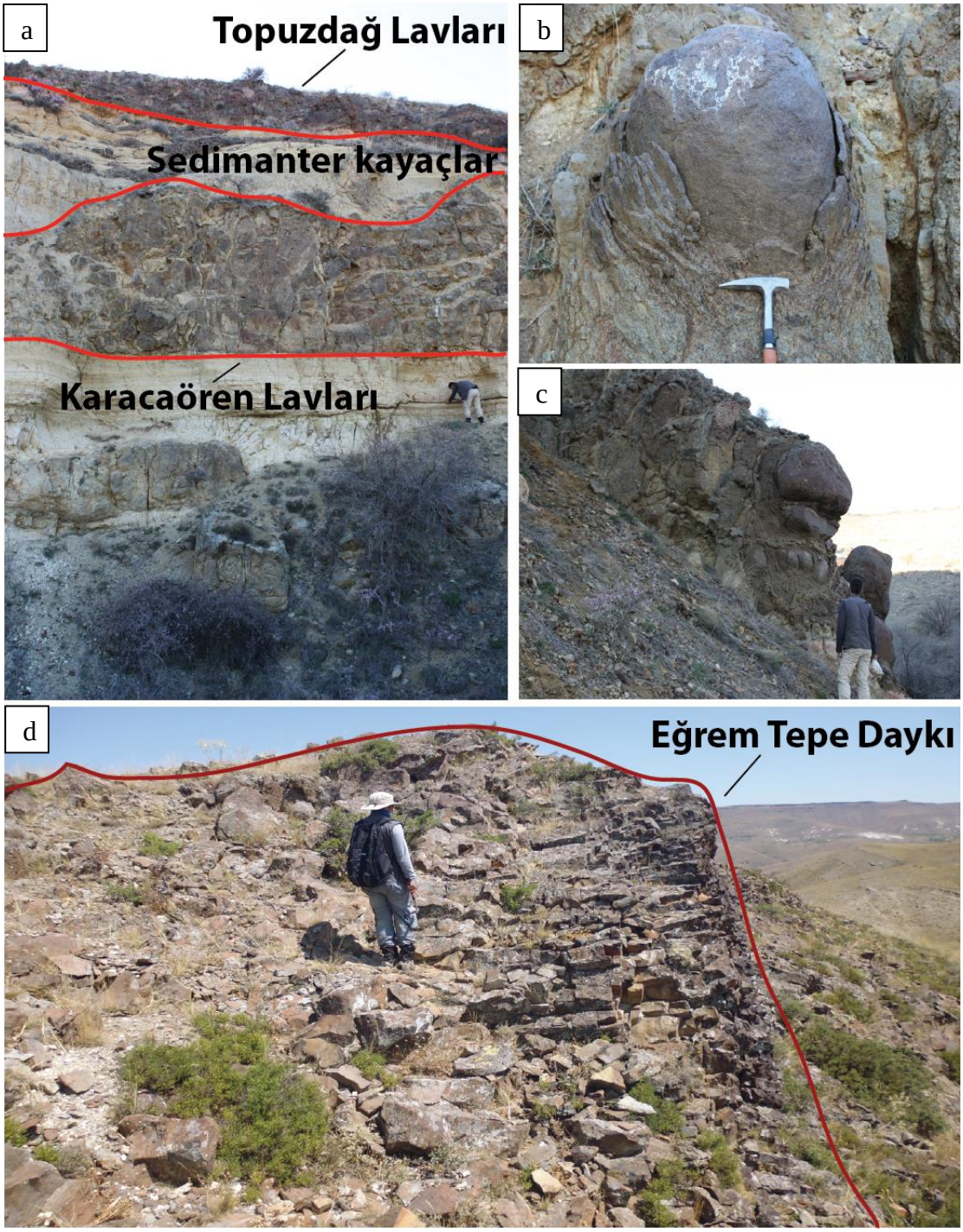
3.2.1.1. İgnimbiritler

Tez kapsamında çalışılan bölgelerde ignimbiritler yaklaşık 20.000 km^2 yer kaplar [9]. Ürgüp doğusunda Zelve, Sarımadentepe, Cemilköy ve Tahar ignimbiritleri yüzlek verir. Zelve ignimbiriti tabanında yer alan kalın geri düşme seviyesiyle tanınır. Mineralce fakir pomzası karakteristiktir [6]. Ayrıca geri düşme ve akıntı seviyelerinde akresyonel lapilliler de bulunmaktadır [23]. Sarımadentepe ignimbiriti bölgede Mustafapaşa kuzeydoğusunda nadiren de olsa görülmektedir. Kahverengimsi renktedir ve çok ince pomza ve litik içerir [18]. Cemilköy ignimbiriti, özellikle Eğrem Tepe ve Mustafapaşa doğusundan itibaren gözlenir. Beyaz-gri renklerdedir ve neredeyse mineralsiz, sık gelişmiş birbirine paralel tüpsü gözenekli, köşeli pomzalarıyla rahatça tanınır [3]. Çalışma alanının diğer kesimini oluşturan Karain batısı ve Koru Tepe'de de Tahar, Gördeles ve Kızılkaya ignimbiritleri görülmektedir. Yuvarlak şekilli, seyrek ama mm boyutundaki gözenekleri ve pembe tonlardaki pomzalarıyla tanınan Tahar, bu bölgede hidrotermal alterasyondan etkilenmiş haldedir ve pomzaların bozunmasıyla ortaya çıkan boşluklar bulunmaktadır [18]. İstifin daha üst seviyelerinde ince bir katman olarak görülen Gördeles, gri renklidir ve bu bölgelerde pomza ve litikçe fakir olarak görülür [17]. Pliyosen yaşlı Kızılkaya ignimbiriti pekişmiş yapısı, kırmızımsı kahverengi rengi ve istifin bölgede aynı yüksekliklerdeki platoları oluşturmasından dolayı kolay tanınabilmektedir [18].

3.2.1.2. Lav Akıntıları ve Eğrem Tepe Daykı

Ürgüp doğusunda eksplosif faaliyet sonucu oluşmuş ignimbiritlerin yanı sıra efüzif lav akıntıları da bulunmaktadır. Daha çok Damsa vadisi civarlarında yüzlek veren, Temel [6]'e göre K / Ar yaşı 8,2 milyon yıl, Dönmez vd. [57]'e göre yaşı 14.1 milyon yıl olan Damsa lavları ve Ürgüp doğusunda, bölgenin en önemli yükseltilerinden biri olan Topuz Dağı'nı oluşturan, yaklaşık 8,5 milyon yıl yaşındaki [55] Topuzdağ lavları en önemli lav akıntılarıdır. Topuzdağ lavları bazaltik andezit bileşimlidir ve en az 4 farklı akış ünitesi ile temsil edilir. Tez çalışma bölgelerinden biri olan Karacaören köyünün kuzey kesimlerinde de Topuz Dağı'ndan faylanmalar sonucu bu kesimlere inmiş lav birimlerine rastlamak mümkündür. Karacaören bölgesinde Topuzdağ lavlarının altında görülen soğan kabuğu bozunmalı, altere bir lav akıntısı ünitesi daha vardır ve tez kapsamında bu lav Karacaören lavları olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.4.a,b,c). Önceleri Topuz Dağı'nın 4 farklı akış ünitesinden biri olduğu sanılan Karacaören lavı, çevresel koşullara bağlı olarak gelişmiş

soğan kabuğu yapısı ve petrografik farklılıklardan ötürü Topuzdağ lavlarından farklı olarak değerlendirilmiştir. Karacaören lavları özellikle çıplak gözle görülebilen iri plajiyoklaz kristalleriyle karakteristiktir.



Şekil 3.4. Tez kapsamında incelenen efüzif volkanizma ürünleri. **(a)** Karacaören köyü kuzeybatısında, Topuzdağ lavlarının altında, sedimanter birimler arasında görülen Karacaören lavları (bakış yönü güneybatı), **(b)** Karacaören lavının gösterdiği karakteristik soğan kabuğu yapılarından birinin görüntüsü, **(c)** Soğan kabuğu bozunmalı Karacaören lavının uzaktan bir görüntüsü, **(d)** Eğrem Tepe daykı ve yatay yönde soğuma çatlakları (bakış yönü doğu).

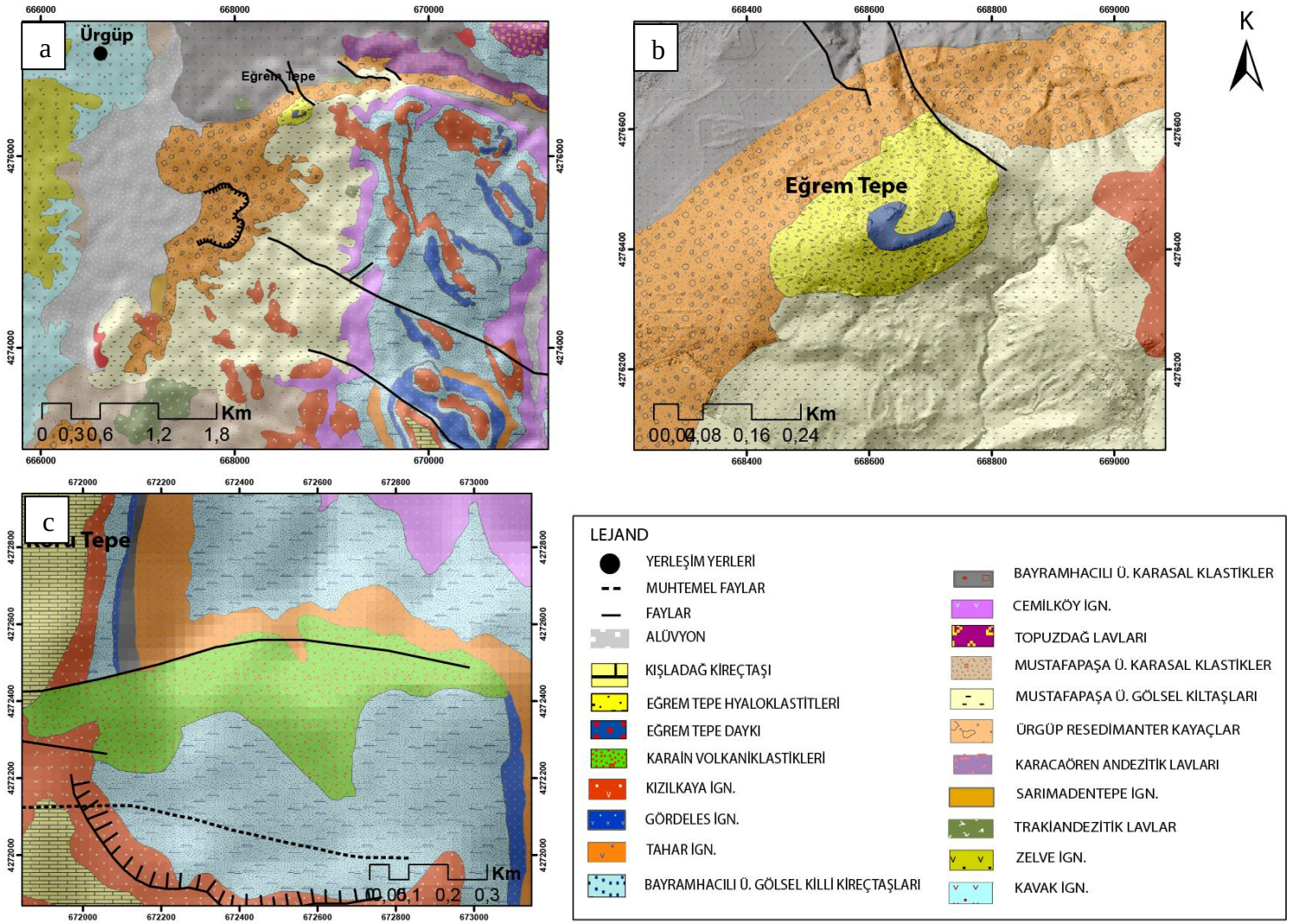
Karacaören lavlarının tez çalışması açısından önemi, çalışılan yeniden çökelmiş (resedimanter) ürünlerin, özellikle Karacaören köyü civarında alt dokanağını oluşturmasıdır. Ayrıca resedimanter ürünler içerisinde Karacaören lavlarından parçalar da bulunmaktadır. Tez kapsamında çalışılan en önemli birimlerden biri Eğrem Tepe'de yer alan dayktır. Hyaloklastitlerin hemen altında yer alan dayk siyah rengi, bozunmamış görüntüsü ve soğuma çatlaklarıyla hemen tanınabilmektedir.

3.2.1.3. Sedimanter Kayaçlar

Pasquare [3]'ye göre bölgedeki sedimanter birimler Bayramhacılı ve Mustafapaşa üyeleridir ve bunlar genellikle ignimbiritlerle arakatkılı görülmektedirler. Bayramhacılı üyesi, volkanik malzeme içeren kumlu ve ince taneli çökeller, kil marn, kül ve silttaşı ardalanmalıdır. Mustafapaşa üyesi, çoğunlukla Mustafapaşa köyü doğusu ve Ürgüp ilçesi güneyinde görülmektedir [22]. Bu birimler de yeşil-sarı renkli, kalın tabakalı, masif, killi tüflü kumtaşı, camsı tüf, kiltaşı içeren alüvyal ve piroklastik malzemeli gölsel çökellerden oluşmaktadır [3]. Karain batısında, Koru Tepe'de birimlerin en üzerinde Kışladağ kireçtaşları yer almaktadır [22]. Birim gölsel kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Karain batısında Karain volkaniklastiklerini ve Kızılkaya ignimbiritini örter halde bulunmaktadır.

3.2.2. Hidrovolkanik ve Volkaniklastik Ürünler

Saha incelemelerinde, bölgede daha önce tanımlanmamış üç birim tespit edilmiştir. Miyosen-Pliyosen zaman aralığında, bölgede bulunan göl ortamında gerçekleşen hidrovolkanik faaliyetler sonucu oluşmuş Eğrem Tepe hyaloklastitleri, Ürgüp ilçesinin yaklaşık 800 m güneydoğusunda görülmektedir (Şekil 3.5.b). Ayrıca bölgede Geç Miyosen yaşlı, göl ortamında, çeşitli süreçlerle yeniden çökelmiş kayaçlar tanımlanmıştır. Mustafapaşa köyü doğusundan, Karacaören köyüne kadar yaklaşık 6 km'lik KD-GB doğrultulu bir hat boyunca görülen yeniden çökelmiş (resedimanter) ürünler, tez kapsamında çalışılan birimlerin en geniş yayılımlı olanıdır (Şekil 3.5.a). Yeniden çökelmiş ürünler bölgede yaklaşık 12 km^2'lik alan kaplamaktadır. İçlerinde volkanik kökenli çok sayıda kayaç parçası bulundurmaktadır. Tez kapsamında incelenen bir başka birim, Karain köyünün yaklaşık 500 m batısında bulunan Karain volkaniklastikleridir (Şekil 3.5.c). D-B doğrultusunda yaklaşık 1 km'lik bir hat boyunca görülen birimler, içlerinde çoğu gözenekli magma parçaları ve sedimanter kökenli kayaç parçaları içermektedir.



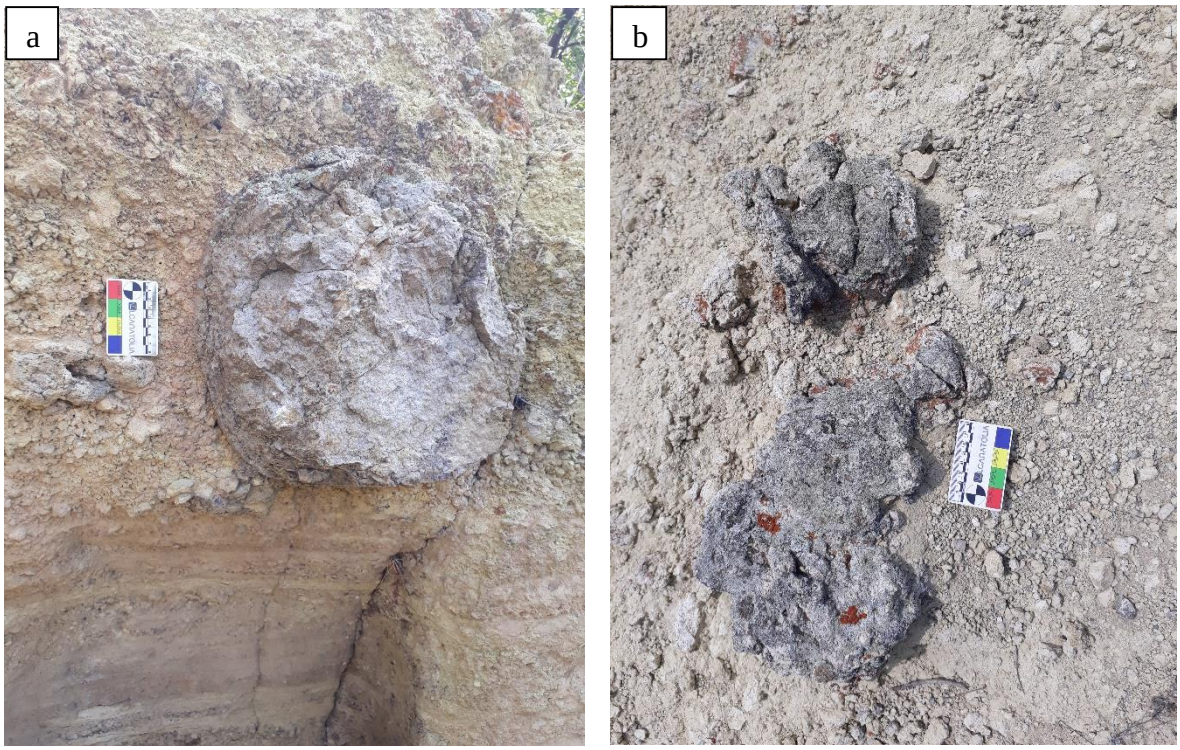
Şekil 3.5. İncelenen birimlerin haritada yakından görünümleri. **(a)** Resedimanter kayaçlar, **(b)** Eğrem Tepe hyaloklastitleri, **(c)** Karain volkaniklastikleri. (Koor. sistemi: UTM, datum: WGS 84).

3.2.2.1. Yeniden Çökelmiş (Resedimanter) Ürünler

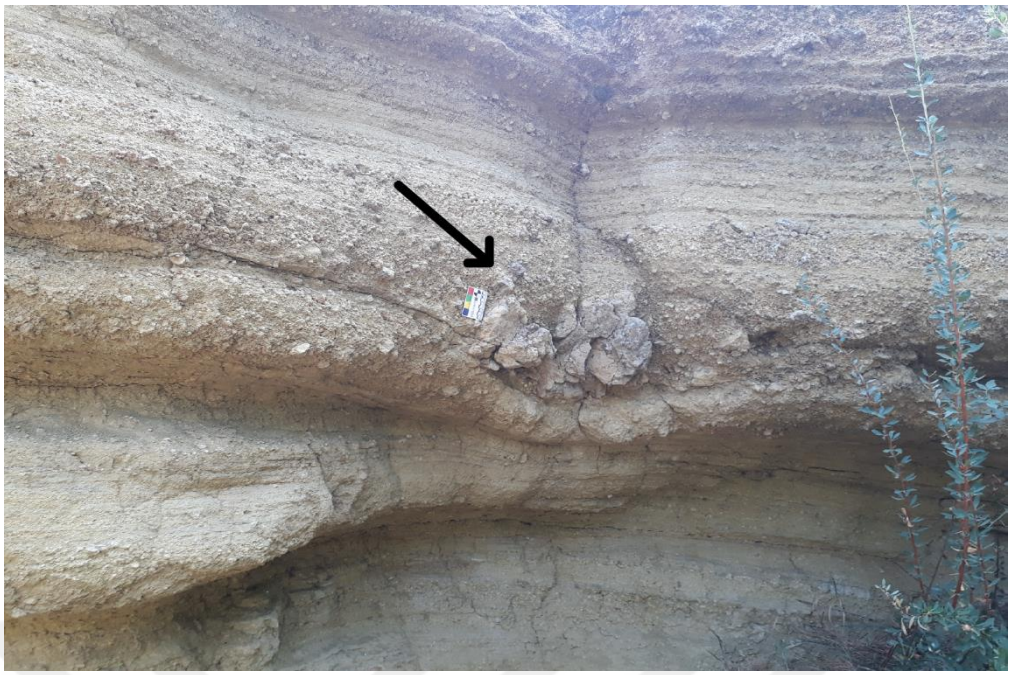
Resedimanter ürünler, Mustafapaşa kuzeydoğusundan Karacaören kuzeybatısına kadar yaklaşık 6 km'lik KD-GB doğrultulu bir hat boyunca görülür. Mustafapaşa doğusu, Damsa çayı, Ürgüp doğusu, Eğrem Tepe etekleri, Ürgüp-Karacaören karayolu üzeri ve Karacaören kuzeyinde yüzleklerine rastlamak mümkündür. Birimler turuncu-açık kahverengi, çeşitli boylarda (10-50 cm) volkanik kökenli kayaç parçaları içeren, az pekişmiş olarak ortaya çıkmaktadır. Tane destekli bir yapıdadır ve bazı bölgelerde yaklaşık 5 cm kalınlığında, ince taneli eoliyen birimlerle arakatkılı olarak gözlemlenmektedir.

Mustafapaşa köyünün doğu kesiminde resedimanter birimlerin mostraları geniş yer bulmaktadır. Özellikle Damsa Çayı vadisinde ve vadinin doğusunda yaklaşık 4-5 metre kalınlıklarda, daha çok yatay tabakalı şekilde gözlemlenmektedirler (Şekil 3.6). Birimlerde çapı 25-40 cm arasında değişen, siyah renkli ve altere magma blokları hemen göze çarpmaktadır (Şekil 3.7.b). Göl içerisinde bazı bloklar kayarak, yerleştikleri yerde çöküntü (slump) yapıları oluşturmuştur. (Şekil 3.8). Ayrıca çapı yaklaşık 50 cm olan, yuvarlaklaşmış, çok iri (~4 cm) feldspatlı, kahverengi yabancı kayaç parçalarına rastlanılmıştır (Şekil 3.7.a).

Şekil 3.6. Mustafapaşa kuzeydoğusunda yatay tabakalanmış resedimanter ürünler.

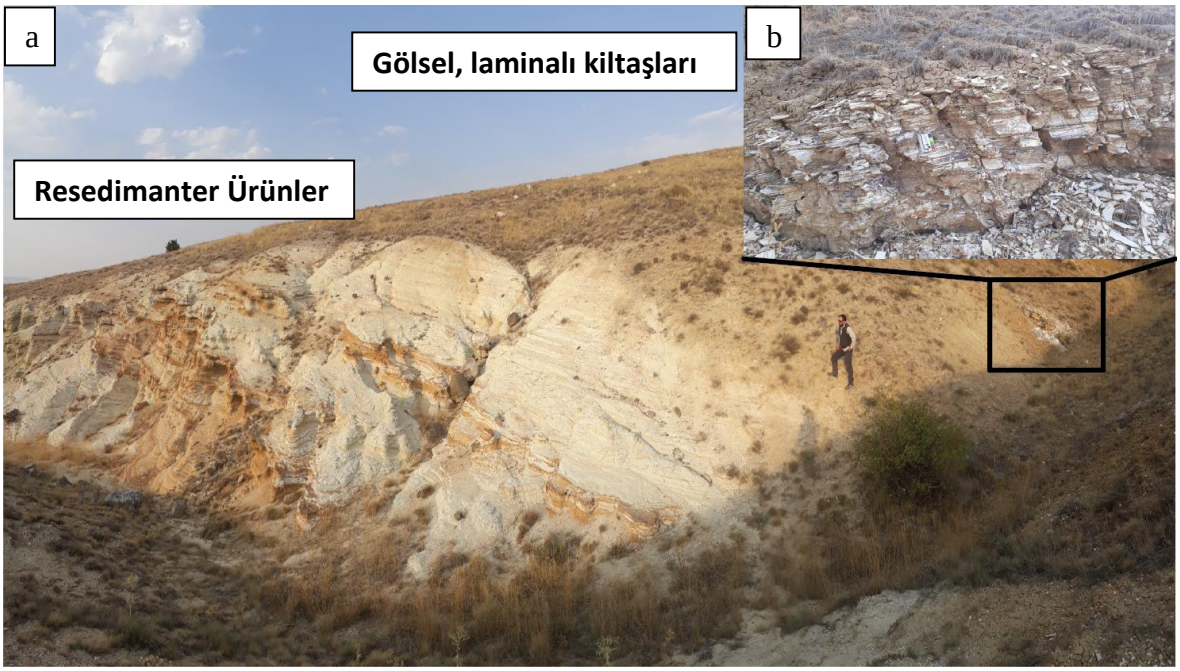


Şekil 3.7. Resedimanter ürünler içerisinde görülen volkanik kökenli kayaç parçaları. (**a)** İri feldspatlı yuvarlak yabancı kayaç parçası bloğu **(b)** Koyu gri renkli, az gözenekli kayaç parçaları (ölçek 8 cm).

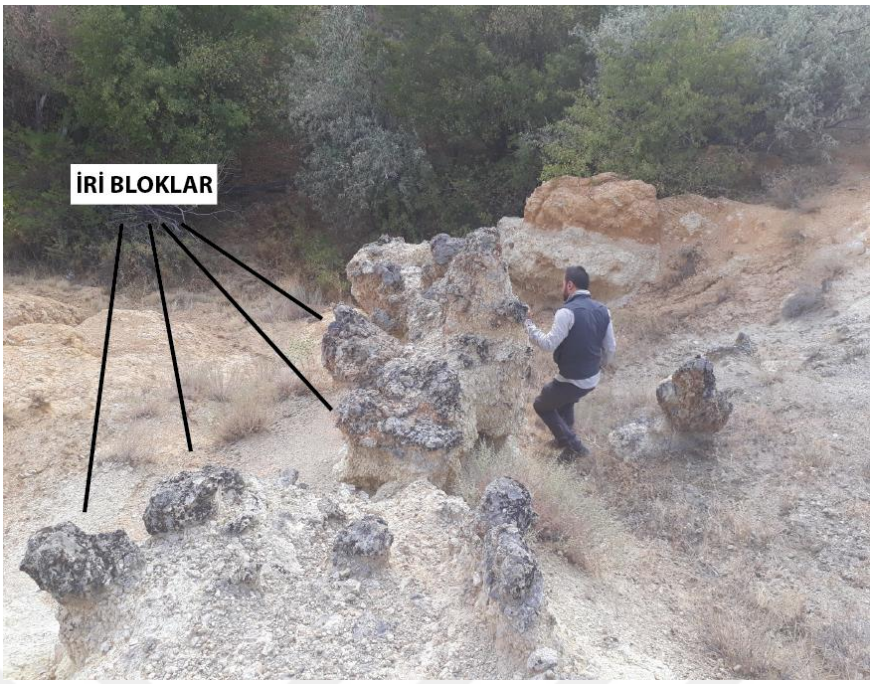


Şekil 3.8. Göl içerisinde, birimlerin üzerinde düşen blokların kayması sonucu oluşan, çöküntü (slump) yapısı.

Mustafapaşa'dan daha kuzeye gidildiğinde, özellikle Sarıgüvercinlik Tepe'nin doğusunda resedimanter ürünler geniş yer tutmaktadır. Birimler Sarımadantepe ignimbiritinin üzerinde, Mustafapaşa üyesine ait gölsel killi kireçtaşlarının altında gözükmektedir (Şekil 3.9.a).

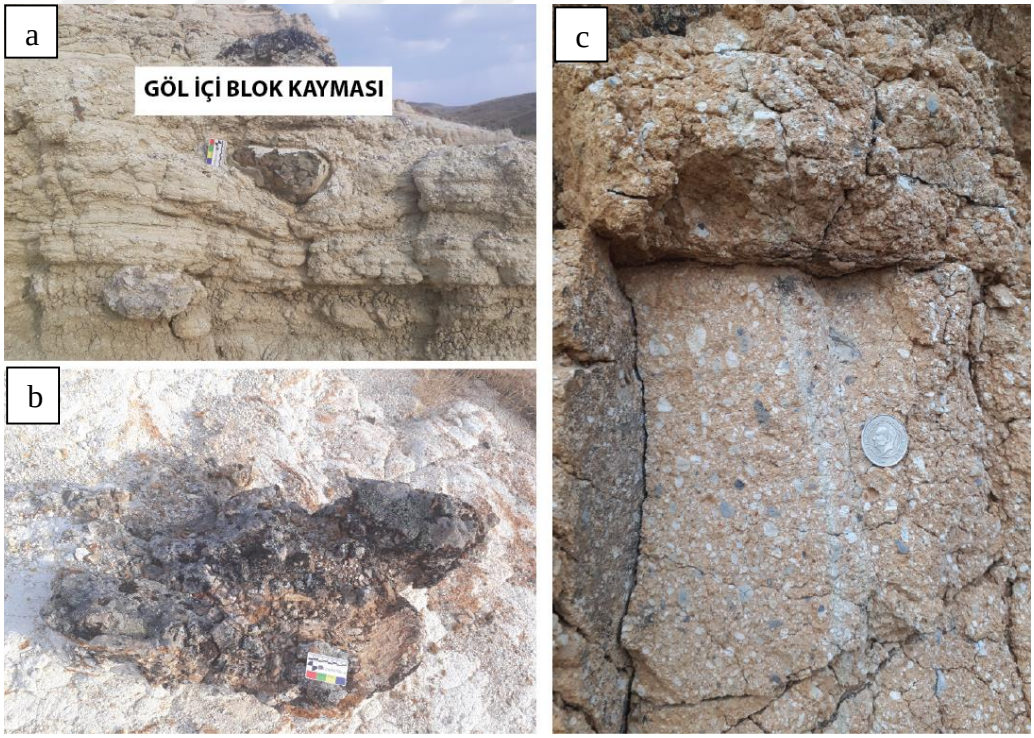


Şekil 3.9. Vadi içerisinde yüzlek vermiş resedimanter ürünler ve üst ilişkisi. **(a)** Vadinin içinde tabakalı duran resedimanter ürünlerin genel görünümü, **(b)** Taban yayılımı ürünlerinin üzerine gelen laminalı gölsel sedimanlar (Mustafapaşa Üyesi).



Şekil 3.10. Resedimanter ürünler üzerinde, su altı depolanması sonrası, göl tabanına yerleşmiş bloklar.

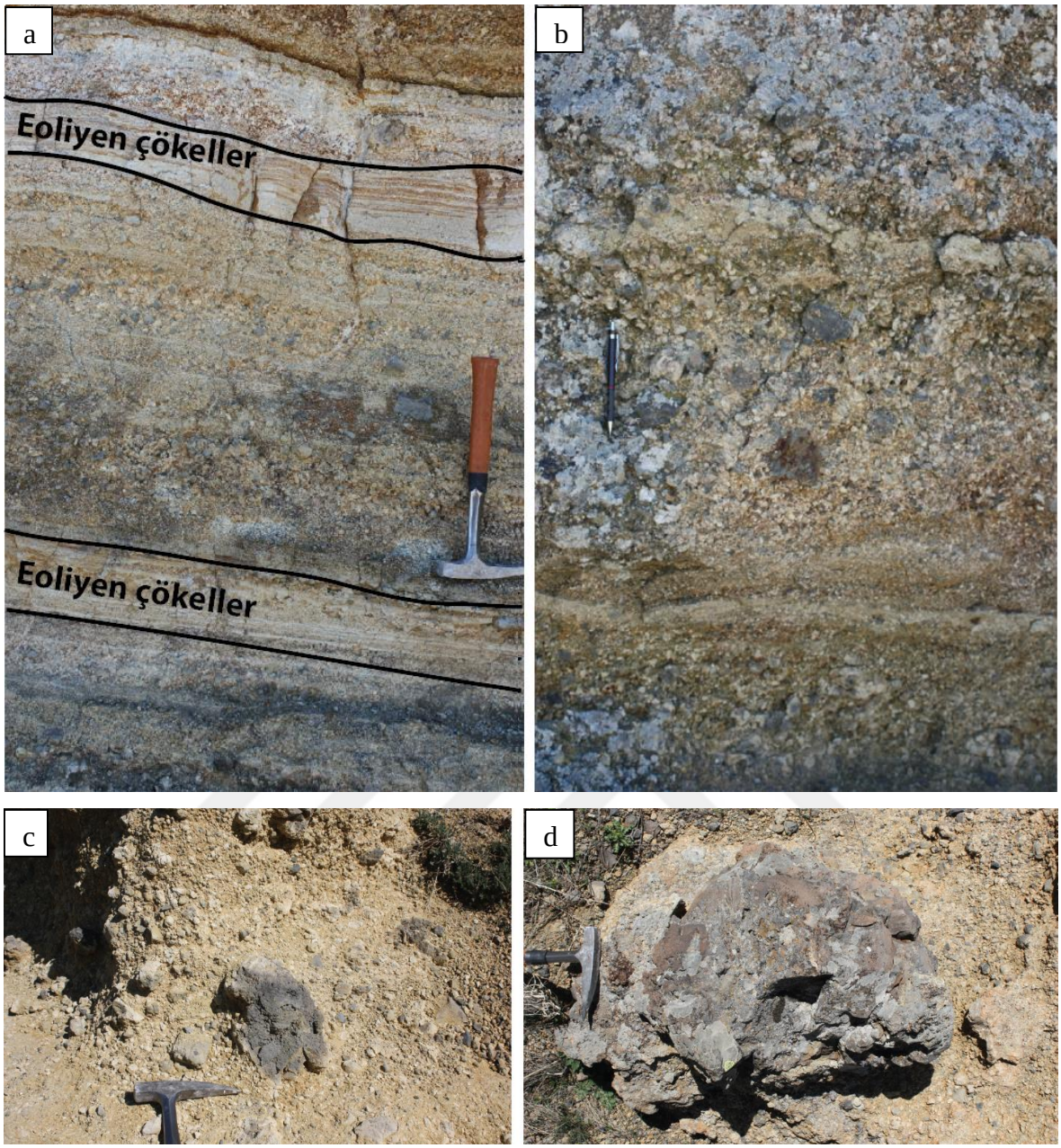
Bu bölgede hem volkanik kökenli blok sayısında hem de blok çap uzunluğunda ciddi artış göze çarpmaktadır. Birimlerde yine göl içi blok kayması yapılarına rastlanılmıştır (Şekil 3.11.a).



Şekil 3.11. Resedimanter ürünlerde gözlenen volkanik kökenli kayaç parçaları ve gözlenen sedimanter yapılar. **(a)** Yabancı kayaç parçasının oluşturduğu çöküntü (slump) yapısı (ölçek 8 cm), **(b)** İri bir volkanik blok örneği (ölçek 8 cm) **(c)** Tane destekli seviyeler.

Resedimanter ürünler, Ürgüp güneydoğusunda, Eğrem Tepe'nin güneyinde yer alan düzlükte en önemli mostralarını sunmaktadır. Magma bloklarının çap uzunluğu 1 metreyi geçmekte, birimlerin toplam kalınlığı 20 metrelere ulaşmaktadır. Birimin kalınlığı ve blokların büyüklükleri, bölgenin göl baseninin en derin yeri olduğunu göstermektedir. Bloklar ve birimler diğer bölgelerdeki mostralara benzer şekilde yine oldukça alteredir. Mustafapaşa köyü dolaylarında yatay tabakalı duran ürünler bu bölgede kuzey, güney ve doğu olmak üzere üç yönde yaklaşık 25-30° eğimli şekilde görülebilmektedir (Şekil 3.12). Birimler burada kötü boylanmış lapilli boyu malzeme seviyeleri ve çok ince eoliyen seviyeleri ile ardalanmalı olarak görülür (Şekil 3.13.a). Birimlerin alt sınırı net görülememekle birlikte, birimlerin bulunduğu yükseklik nedeniyle yine Sarımadentepe ignimbiritinin üzerinde devam ettiği düşünülmektedir. Resedimanter ürünlerin üst sınırını Mustafapaşa üyesine ait çörtlü killi gölsel kireçtaşları oluşturmaktadır.

Şekil 3.12. Doğuya doğru yaklaşık 30° eğimli duran tabakalı resedimanter ürünler.

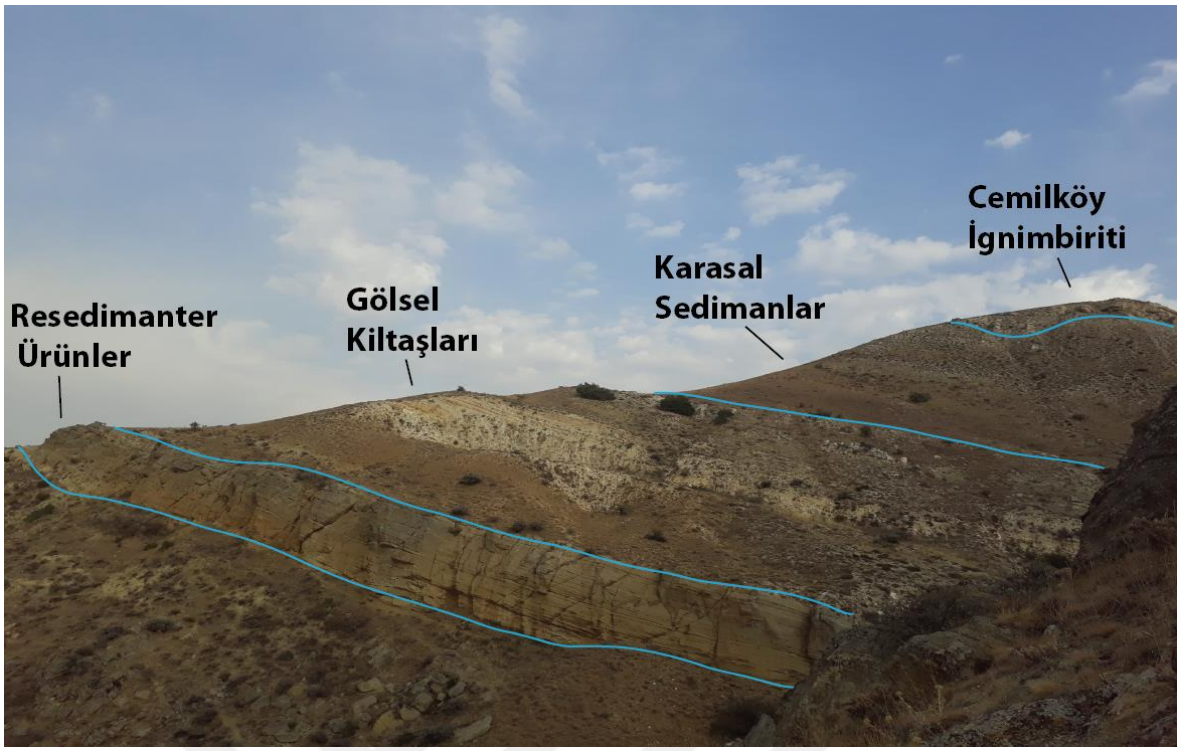


Şekil 3.13. Basenin derin yerlerinde görülen resedimanter ürünler**. (a)** İnce eoliyen seviyelerle ardalanmalı bulunan kötü boylanmış resedimanter ürünler, **(b)** Kötü boylanmış seviyeler (yakından), **(c)** Birimlerde bolca görülen gözenekli volkanik parçalardan bir örnek, **(d)** Çapı 50 cm'i geçen magma bloklarından biri.

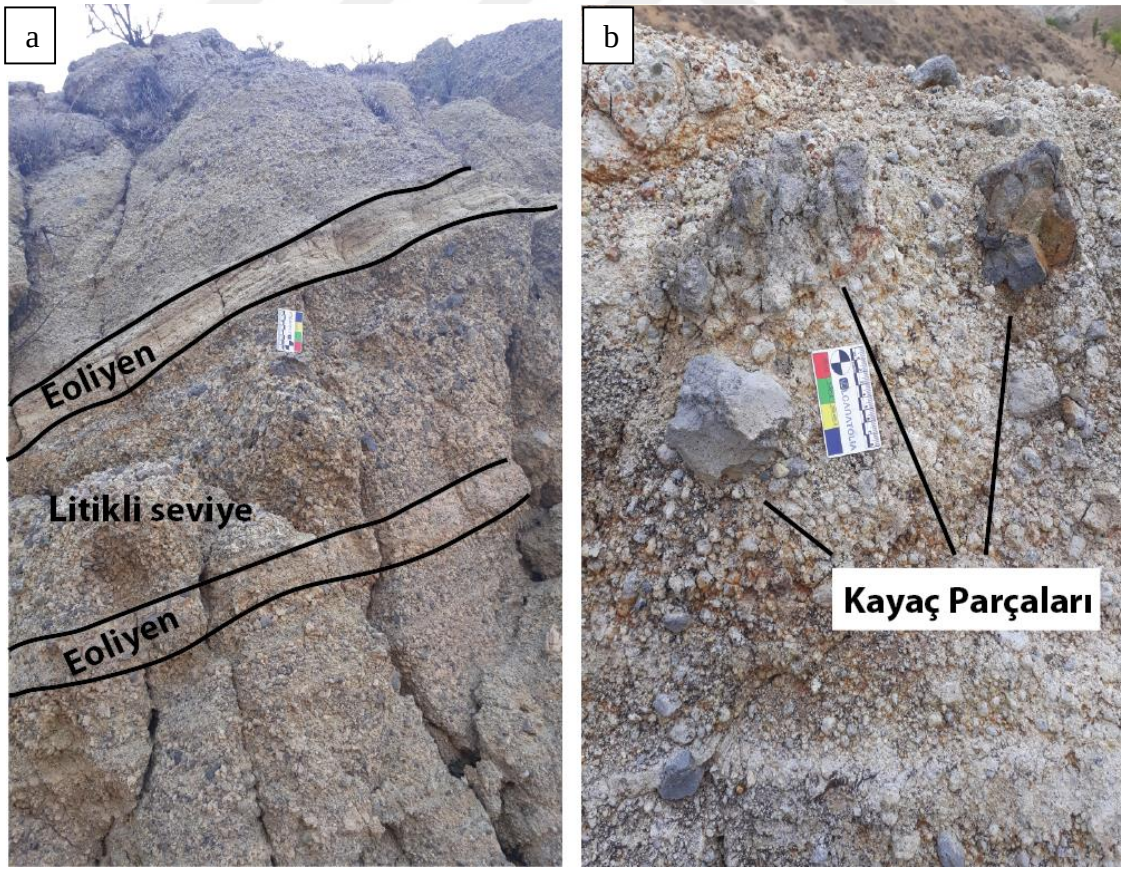
Bölgede çapları 25-50 metre arasında değişen çok sayıda magma bloğu bulunmaktadır (Şekil 3.13.c,d). Büyük çoğunluğunun yuvarlaklaşmış olması dikkat çekmektedir.

Şekil 3.14. Ürgüp doğusunda kalınlığı 20 metreye yaklaşan tabakalı birimler.

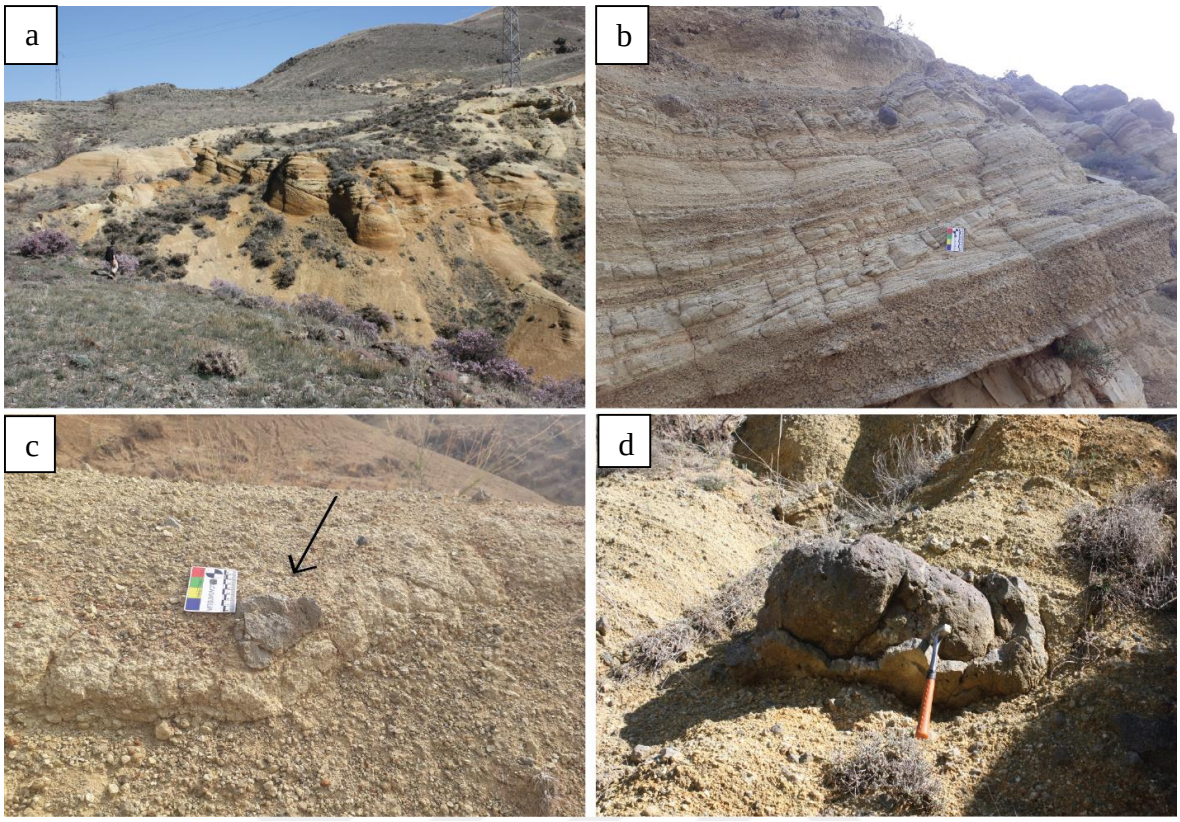
Birimler Eğrem Tepe'nin kuzeydoğu yamacı boyunca doğuya doğru yönelmiş biçimde Karacaören'e kadar devam etmektedir. Bölgesel istifin en net görülebildiği yerlerden biri bu bölgedir. Resedimanter ürünlerin kalınlığı buralarda 4-5 metrelere düşmektedir. Mustafapaşa civarında görülen Sarımadentepe veya Zelve ignimbiritlerinin aksine bu bölgede resedimanter ürünlerin alt dokanağını soğan kabuğu bozunmalı andezitik lavlar oluşturmaktadır. Herhangi bir pişme zonu görülmediğinden ve resedimanter ürünler bu lavlardan bolca kayaç parçası içerdiğinden, lavların gölsel resedimanter ürünlerden yaşlı olduğu tespit edilmiştir. Birimlerin üst sınırını yine Mustafapaşa üyesinin gölsel killi kayaçları oluşturmakta onun da üzerine en tepede Cemilköy ignimbiriti gelmektedir (Şekil 3.15). Birim Ürgüp doğusunda olduğu gibi burada da ince eoliyen seviyeleriyle ardalanmalı olarak görülmektedir (Şekil 3.16.a). Bu bölgede resedimanter ürünlerde çapraz tabakalanmaya sıkça rastlanılmıştır (Şekil 3.17.a,b). Soğan kabuğu bozunmalı andezitik lavlardan çapı 50 cm'yi aşkın bloklar içermektedir (Şekil 3.17.d). Tabakalarda göl içi blok kayması yapıları yine kendini göstermektedir (Şekil 3.17.c).



Şekil 3.15. Ürgüp doğusu stratigrafik istif (bakış yönü doğu).

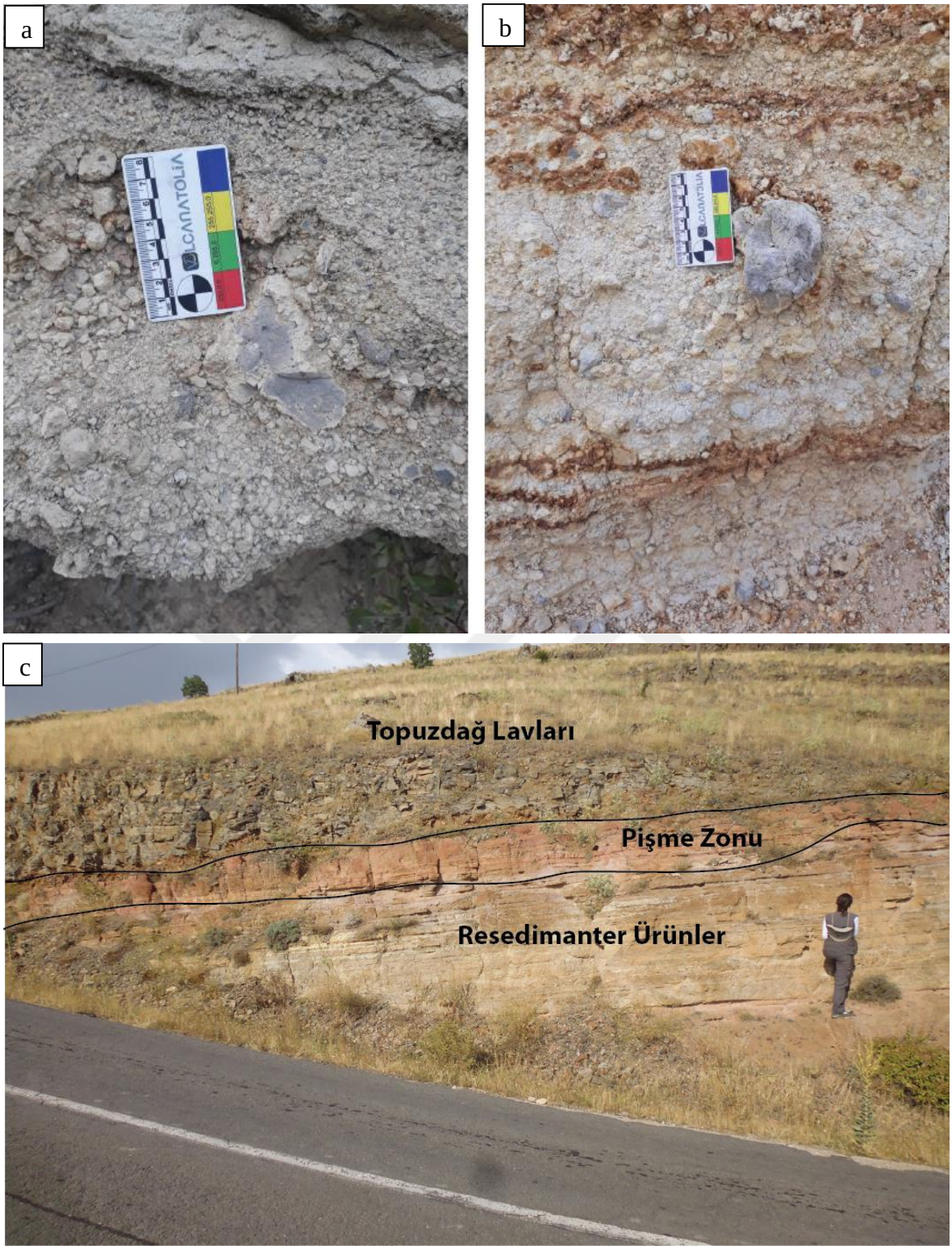


Şekil 3.16. Ürgüp – Karacaören arasında görülen resedimanter ürünler. **(a)** Litikçe zengin seviyelerle ardalanmalı eoliyen birimler, **(b)** Çapları ~10 cm magma parçaları.

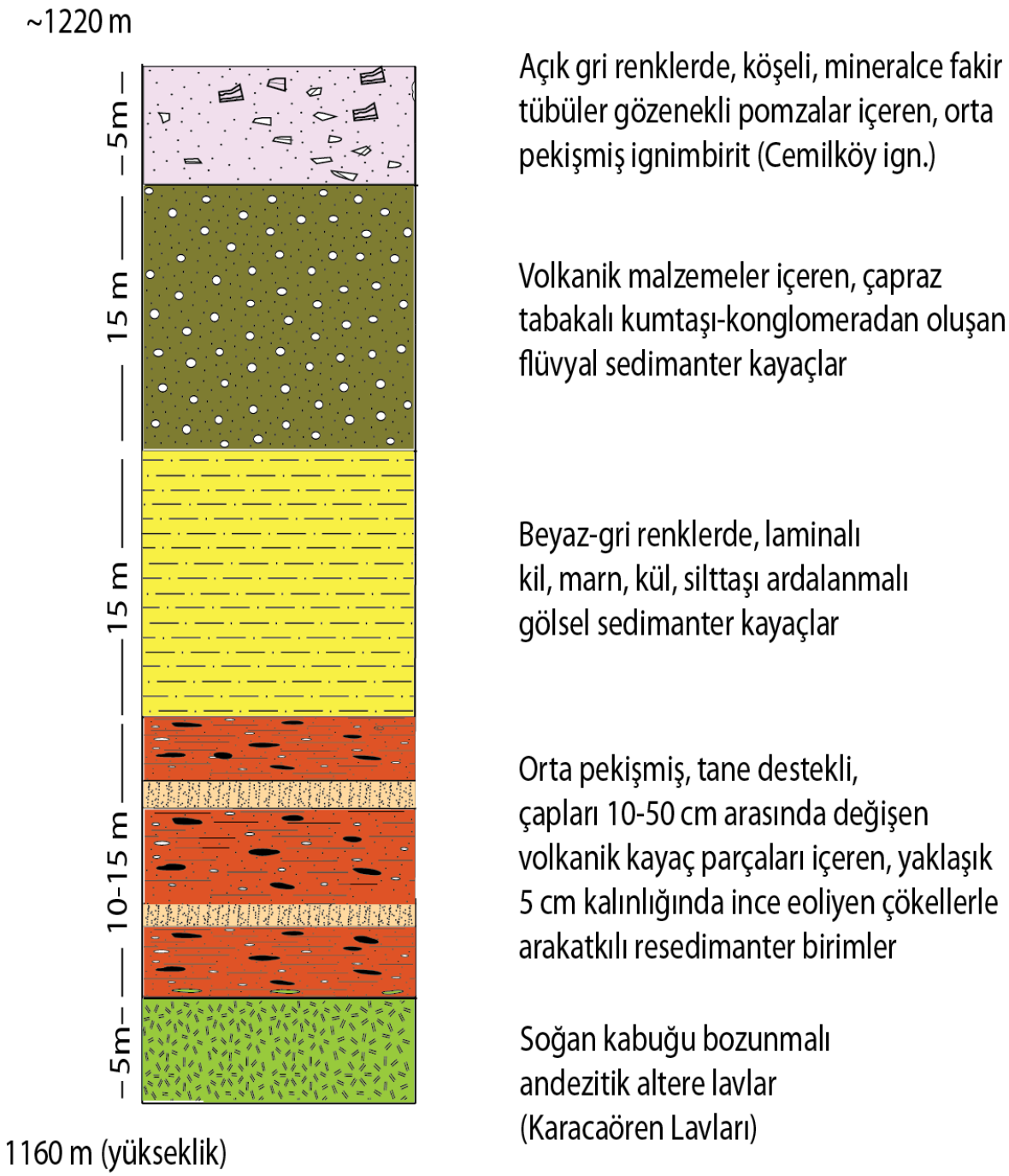


Şekil 3.17. Karacaören civarında görülen sedimanter yapılar. **(a)** Birimlerde görülen iyi gelişmiş çapraz tabakalanmalar, **(b)** Çapraz tabakalanmanın eoliyen çökeller üzerinde, daha yakından bir örneği (ölçek: 8 cm), **(c)** Göl içi blok kaymalarının küçük ölçekte bir örneği (ölçek: 8 cm), **(d)** Birimin en alt seviyelerinde çok sık rastlanılan soğan kabuğu bozunmalı lav parçası (Karacaören lavı).

Karacaören civarında ürünler yine tabakalanmış halde gözlemlenmektedir (Şekil 3.18.c). Volkanik kayaç parçalarının hem sayısı azalmış, hem de çapları küçülmüş haldedir (~6-10 cm) (Şekil 3.18.a,b). Karacaören'in kuzeybatısına kadar görülebilen birimler bu noktadan sonra gözlemlenememektedir. Birimlerin muhtemel bitiş noktasının Karacaören'in kuzeyi olduğu düşünülmektedir. Bu bölgede faylanmalarla bölgeye inmiş Topuz Dağı ürünleri ve Kumtepe ignimbiriti resedimanter ürünlerin üzerini kapatmıştır. Birim genel olarak Cemilköy ignimbiritinin altında, Sarımadentepe ignimbiritinin üzerinde göründüğü için yaşının yaklaşık 8 milyon yıl civarında olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Karacaören köyünün doğusunda, Topuzdağ lavları, resedimanter ürünlerin üzerlemiş ve dokanağında pişme zonu oluşturmuştur (Şekil 3.18.c).



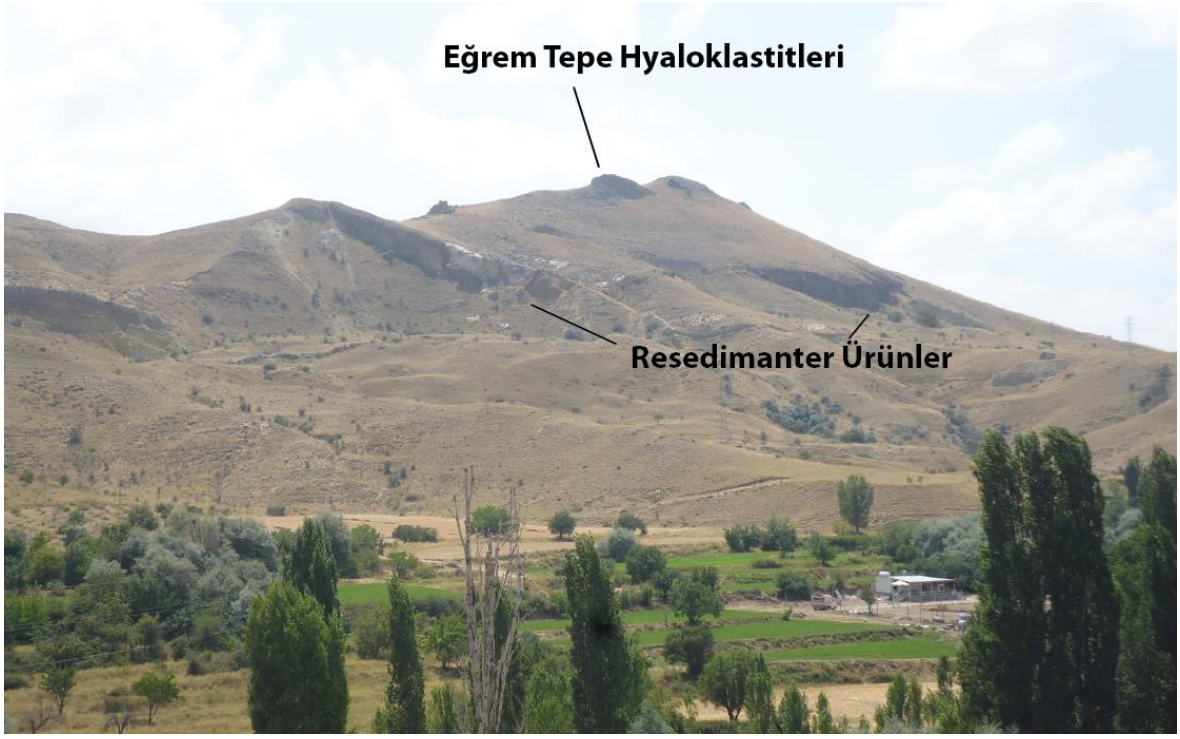
Şekil 3.18. Karacaören köyü, birimlerin muhtemel bitiş noktası civarında yapılan saha gözlemleri. **(a,b)** Karacaören civarında çapları iyice küçülmüş (6-10 cm) kayaç parçaları, **(c)** Karacaören köyü doğusunda, Topuzdağ lavları tarafından pişirilmiş resedimanter ürünler.



Şekil 3.19. Ürgüp doğusunda resedimanter kayaçları ve alt üst ilişkilerini gösteren kolon kesit. Çizildiği yer Eğrem Tepe'nin yaklaşık 500 m doğusu.

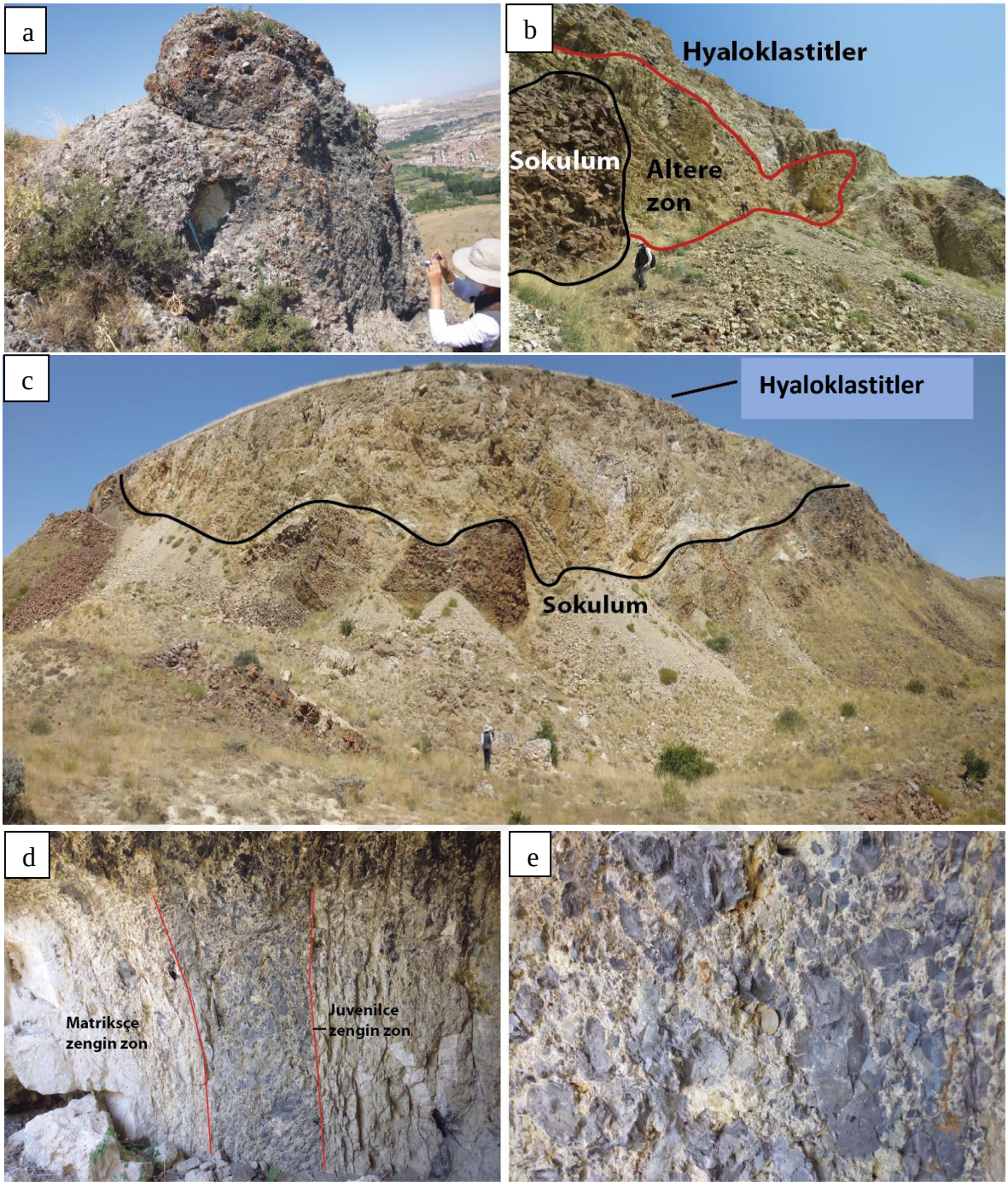
3.2.2.2. Eğrem Tepe Hyaloklastitleri

Eğrem Tepe, Ürgüp'ün güneydoğusunda bulunan yaklaşık 1250 metre yüksekliğinde bir tepedir (Şekil 3.20). Eğrem Tepe hyaloklastitleri bu tepenin zirvesinde ve doğu yamacında yaklaşık 1 km^2'lik çok kısıtlı bir alanda gözlemlenmektedir. Ayrıca tepeyi güney ve doğu yamaçlarını çevreleyen önceki bölümlerde değinilmiş siyah renkli, bozunmamış, afanitik dokulu bir dayk vardır. Bu dayk hyaloklastitlerin alt dokanağını oluşturmaktadır (Şekil 3.21.c). Tepenin zirvesinden eteklerine doğru inildiğinde, alterasyondan etkilenmiş, Gördeles ignimbiriti olduğu düşünülen birim yüzlek vermektedir. Tepenin eteklerinde, Ürgüp doğusu resedimanter ürünleri yer almaktadır.



Şekil 3.20. Eğrem Tepe'nin kuzeyden genel görünümü.

Eğrem Tepe hyaloklastitleri, gri-açık kahverengi matriksli, juvenil andezitik tanelerce zengin, orta pekişmiş şekilde görülür (Şekil 3.21.a). Ürünlerin matriksi kalsiyum karbonatlıdır. Eğrem Tepe'nin zirvesinde yaklaşık 1 metre genişliğinde magma parçalarının oluşturduğu bir yapı dikkat çekmektedir (Şekil 3.21.d). Juvenil magma parçaları, yapboz dokusu (jigsaw-fit texture) sunmaktadırlar. Birimin alt dokanağında bulunan dayktan uzaklaştıkça, hyaloklastitlerde matriks oranının arttığı, juvenil parça oranının azaldığı görülmektedir.

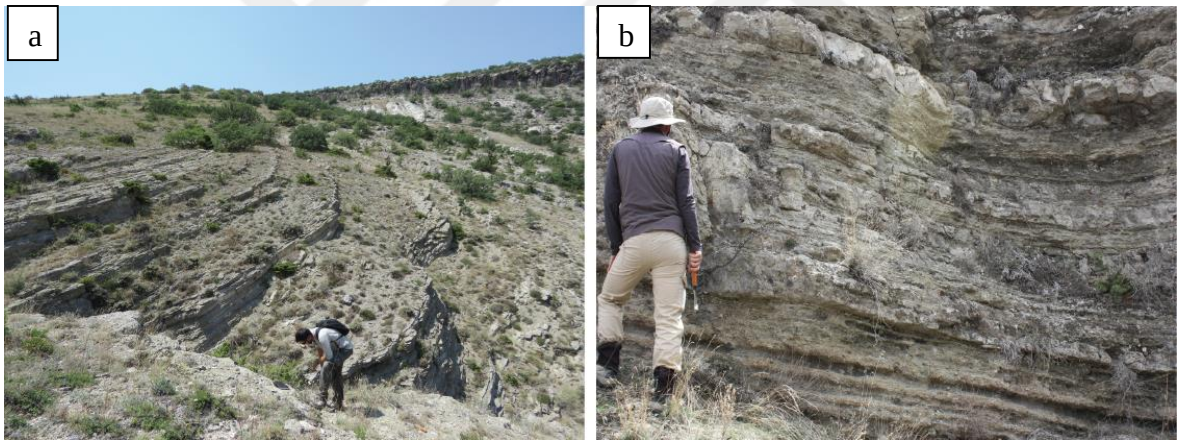


Şekil 3.21. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin arazi görünümü ve dayk ile ilişkisi. (**a)** Tane destekli Eğrem Tepe hyaloklastitleri, **(b)** Sokulumun dokanağında yer alan altere zon, **(c)** Tepenin güney yamacında sokulumun görünümü (bakış yönü kuzey), **(d)** Hyaloklastitlerin içinde görülen breşik juvenilce zengin zon, **(e)** Zonun yakından görünümü ve yapboz dokusu.

Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin çok kısıtlı bir alanda görülmesinden dolayı, buradaki daykın etkisinin bulunduğu lokal bir hidrovolkanizma sonucu oluştukları düşünülmektedir. Bulundukları yükseklik ve Kızılkaya ignimbiriti bloklarını üzerlemesinden dolayı birimlerin Pliyosen yaşlı olması muhtemeldir.

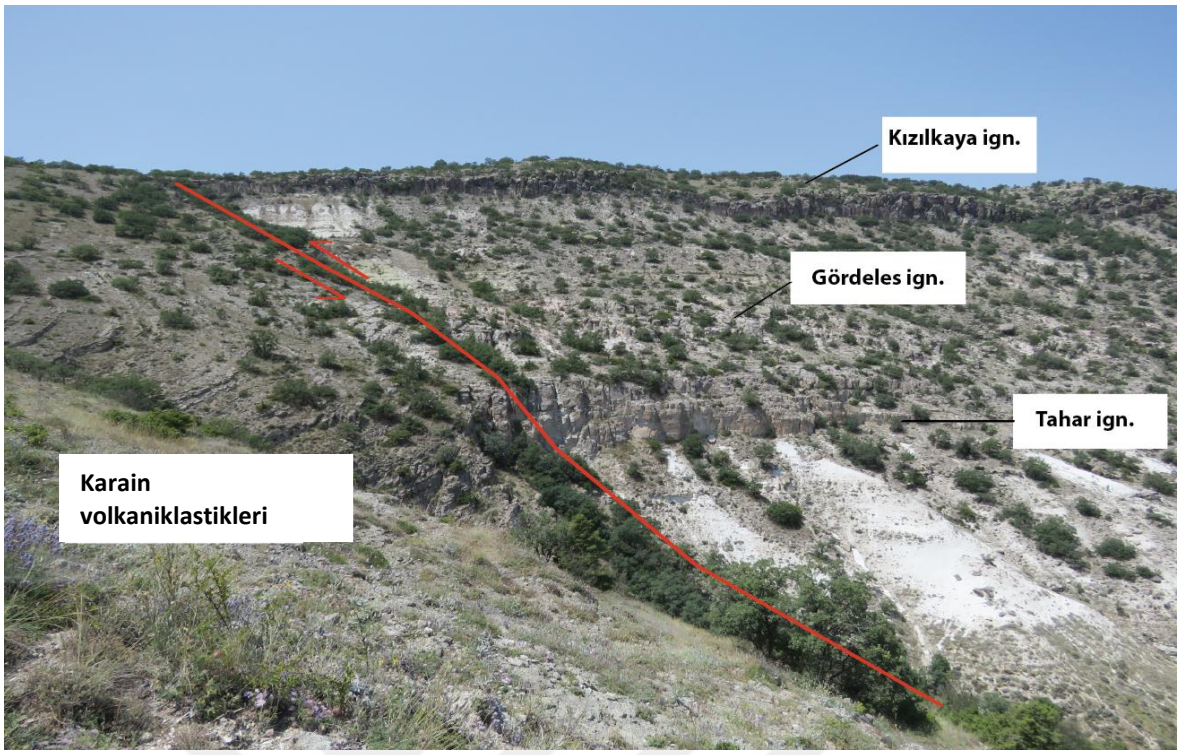
3.2.2.3. Karain Volkaniklastikleri

Volkaniklastik terimi, kökeni ne olursa olsun, bileşen olarak volkanik kökenli kırıntılar ve kayaçlar bulunduran kayaçları temsil etmektedir [39]. Bu sebeple, içerisinde birden fazla türde volkanik kayaç bulunduran, Karain batısı civarında yüzlek veren birimler volkaniklastik olarak değerlendirilmiştir. Karain köyünün yaklaşık 500 metre batısından başlayıp Kütderesi'ne kadar yaklaşık 1 km'lik D-B doğrultulu bir hat boyunca gözlemlenen birimler en kalın olduğu yerde 20 metre ölçülmüştür. Deniz seviyesinden yaklaşık 1500 metre irtifaya kadar ürünler gözlemlenebilmekedir. Ürünler yeşilimsi gri renklerde, iyi pekişmiş, çeşitli boylarda (8-17 cm) yuvarlaklaşmış magma blokları, Kızılkaya ignimbiriti ve kireçtaşı parçaları içeren, kalsiyum karbonat matriksli, tane destekli gölsel birimlerden oluşmaktadır. Karain volkaniklastiklerinde, göl içi blok kayması (slump) yapılarına (Şekil 3.24.a,b) rastlanılırken, çapraz tabakalanma nadirdir. Birim Kızılkaya ignimbiriti (5.2 milyon yıl) ve Kışladağ kireçtaşı arasında kaldığı için Pliyosen yaşlı olduğu söylenebilir.

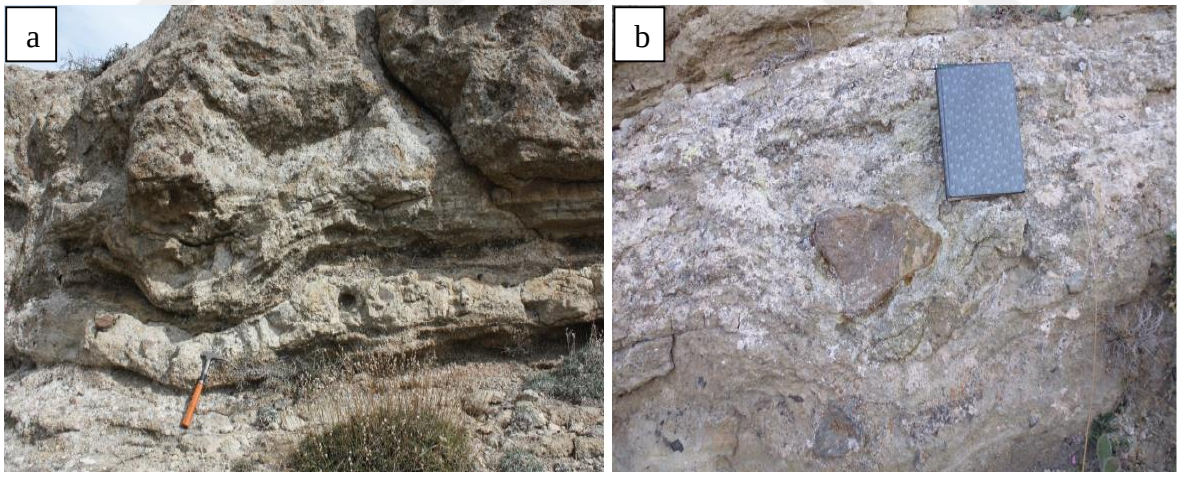


Şekil 3.22. (a,b) Karain volkaniklastik ürünlerinin arazide genel görünümü (bakış yönleri a- batı, b- güney).

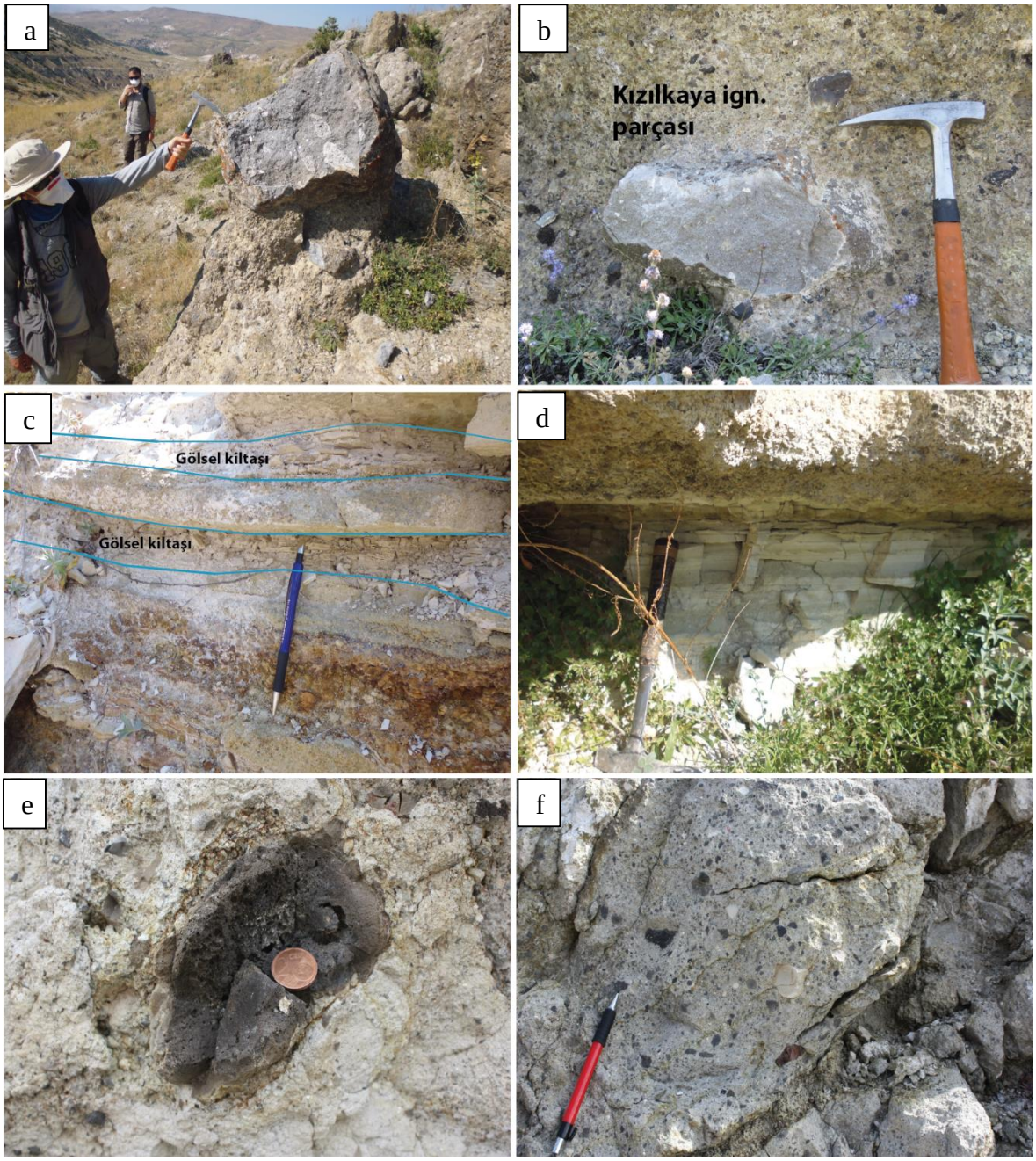
Karain volkaniklastikleri genellikle yatay tabakalanmıştır (Şekil 3.22.b). Kızılkaya ignimbiriti yerleştikten sonra faylanmalar sonucunda topoğrafik farklılıklar oluşmuş, ardından çökelen gölsel ürünler, oluşan fay düzleminde Kızılkaya ignimbiritine dayanmıştır (Şekil 3.23). En sonunda Kışladağ kireçtaşı, Karain volkaniklastik ürünlerini üzerine çökelmiştir. Karain volkaniklastikleri, Kızılkaya ignimbiriti ve gölsel sedimanter kayaçlardan oluşan çok sayıda ve çeşitli büyüklüklerde (5-20 cm) parçalar içermektedir (Şekil 3.25.a,b,f).



Şekil 3.23. Faylanma sonucu aşağı inen soldaki blok boyunca hareket edip sağdaki bloğa dayanan Karain volkaniklastik ürünlerinin arazi görünümü. Fay düzlemi, yoğunlaşmış vejetasyon sayesinde uzaktan kolayca görülebilmektedir.



Şekil 3.24. (a,b) Karain volkaniklastiklerinde görülen blok kayma yapıları.



Şekil 3.25. Karain volkaniklastiklerinin bileşenleri. **(a)** Ürünler üzerinde bulunan yaklaşık 50 cm çapında Kızılkaya ignimbiriti bloğu, **(b)** Kızılkaya litiklerinin daha küçük bir örneği **(c,d)** Volkaniklastik birimlerle ardalanmalı görülen gölsel kiltaşı seviyeleri, **(e)** Ürünler içerisinde görülen yuvarlaklaşmış, gözenekli, bazaltik-andezit magma parçası, **(f)** Tane destekli, karbonatlı hamurlu matriks içinde siyah renkli volkanik kayaç ve beyaz kiltaşı litikleri.

Bazı lokasyonlarda, Karain volkaniklastik ürünlerinin hidrotermal alterasyona uğradığı görülmüştür. Volkanik kökenli parçalar, alterasyondan fazla etkilenmiş gibi gözükmese de matriks gri renkten kırmızımsı koyu kahverenge dönüşmüş ve daha gevşek bir doku kazanmıştır.

3.3. Sonuçlar

Ürgüp formasyonuna ait ignimbiritler ve onlarla arakatkılı karasal-gölsel sedimanter kayaçlarla temsil edilen Ürgüp ilçesi doğusunda, Miyosen-Pliyosen zaman aralığında göl içerisinde hidrovolkanik faaliyetler gerçekleştiğine dair izler ve aynı göl ortamında yeniden çökelmiş birimler tespit edilmiştir. Geç Miyosen yaşlı resedimanter ürünler, göl baseninin en derin olduğu düşünülen yerlerinde, kalınlığı 20 metreyi bulan kalınlıklara ulaşmıştır. Resedimanter ürünler üzerine, aynı zaman aralığında gerçekleşmiş efüzif lav akıntılarından kaynaklandığı sanılan bloklar ve parçalar yerleşmiştir. Çeşitli büyüklüklerde ve farklı dokularda görülen volkanik kökenli kayaç parçaları, genellikle bazaltik andezit bileşimindedir.

Yüksekliği 1250 m olan Eğrem Tepe'de magma-su etkileşimi sonucu oluşmuş hyaloklastitlere rastlanmıştır. Bazı mostralarında juvenillerdeki iyi gelişmiş yapboz dokusu dikkat çekmektedir. Hyaloklastitleri oluşturan hidrovolkanizmanın, birimlerin alt dokanağını oluşturan daykın su ile etkileşimi sonucunda gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Dayk aynı zamanda, istifte daha altta bulunan Gördeles ignimbiritiyle dokanak ilişkisindedir.

Karain volkaniklastik ürünleri, stratigrafik istife göre Pliyosen yaşlıdır. İçerisinde volkanik ve sedimanter kökenli, taşınarak yuvarlaklaşmış kayaç parçaları bulundurmaktadır. Özellikle birimlerin alt sınırını oluşturan Kızılkaya ignimbiritinden çok sayıda parça içermektedir. Bölgede bulunan birbirine paralel normal fay düzlemlerinin, topoğrafyayı şekillendirdiği düşünülmektedir. Değişen topoğrafyada göl tabanında yeniden taşınımlar gerçekleşmesi, çevre kayaçlardan da bloklar taşınımla beraber ürünler içerisinde hareket etmiş olmaları muhtemeldir. Volkaniklastiklerde sıkça rastlanılan blok kayması veya çöküntü yapıları da bu savı desteklemektedir. Bazı yuvarlaklaşmış volkanik kayaç parçalarının gözenekli oluşu dikkat çekmektedir. Özellikle iç kısımları daha gözenekli olan parçaların, hidrovolkanik faaliyetler sonucu oluşan karnabahar bombalara benzerlikleri, göl ortamında, Karain köyü batısında, magma ve su etkileşimi sonucunda peperit oluşumu gerçekleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Karnabahar bombalara benzer volkanik kayaç parçalarının dışında, magma-su etkileşimine dair başka bir gösterge de alterasyon zonlarıdır. Volkaniklastik ürünler içerisinde belirli noktalarda, hidrotermal alterasyon izleri kendisini göstermiştir. Özellikle matriksin kırmızımsı-kahverengi görüntüsü ve pekişme derecesenin bu mostralarda düşük olması dikkat çekmiştir.

4. MİNERALOJİ – PETROGRAFİ

4.1. Hidrovolkanik ve Volkaniklastik Ürünlerin Petrografisi

Bu bölümde Kapadokya Volkanik Provensi içerisindeki, Ürgüp doğusunda gözlenen önceki bölümlerde tanıtılmış volkaniklastik ürünlerin, hyaloklastitlerin ve bu ürünlerle ilişkili olduğu düşünülen lav birimlerinin mineralojik-petrografik gözlemlerine yer verilmiştir. Çalışmalarda polarizan ışık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu ve mikro tomografi cihazı kullanılmış olup, örnekler detaylı incelenmiştir. Bu analiz yöntemleri için detaylı bilgi 1.3. Çalışma Yöntemleri kısmında sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Şekillerde ve çizelgelerde kullanılan mineral kısaltmaları.

Kısaltma	Mineral	Kısaltma	Mineral
Amp	Amfibol	Ti-mag	Titanomanyetit
Ap	Apatit	Ol	Olivin
Bt	Biyotit	Opx	Ortopiroksen
Cr-sp	Krom spinel	Plg	Plajiyoklaz
Cpx	Klinopiroksen	Ves	Gözenek
Gls	Cam parçası	Zr	Zirkon

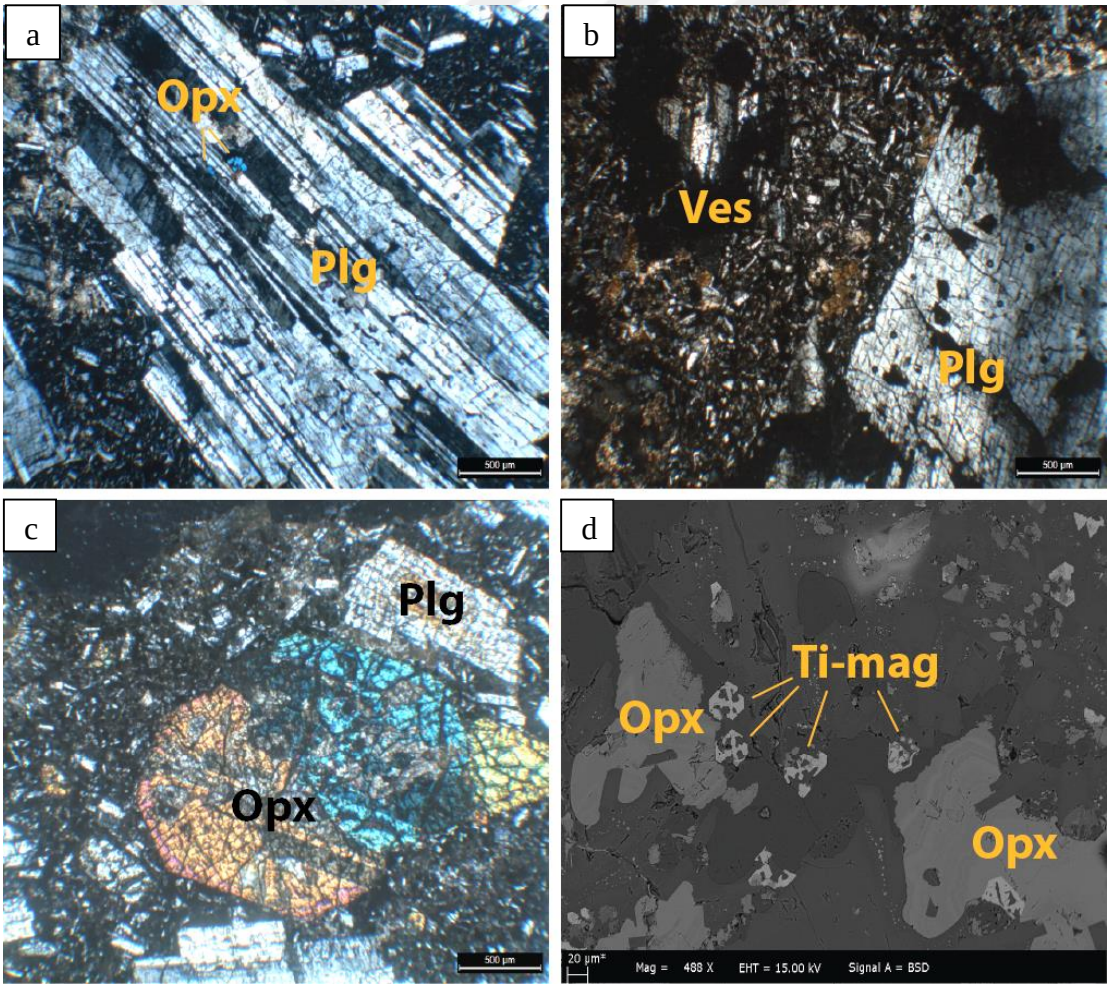
Tez kapsamında çalışılan örnekler incelemelerin daha kolay ve sistematik bir şekilde yapılabilmesi için petrografik alt gruplara ayrılmıştır. Resedimanter ve volkaniklastik ürünlerin yanı sıra içerdikleri kayaç parçaları da ayrı olarak detaylı incelenmiştir. Bu alt gruplara göre Karacaören andezitik lavları Krc-L, Ürgüp doğusu resedimanter ürünleri Ürg-Rs, Ürgüp resedimanter ürünleri içersindeki volkanik kayaç parçaları Ürg-Kp, Eğrem Tepe hyaloklastitleri Eğt-Hy, Eğrem Tepe daykı Eğt-D, Karain volkaniklastikleri Kar-Vk ve son olarak Karain volkaniklastik ürünleri içersindeki gözenekli, andezitik kayaç parçaları Kar-Kp olarak isimlendirilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Tez kapsamında çalışılan örneklerin petrografik unsurları (Krc-L: Karacaören andezitik lavı, Ürg-Rs: Ürgüp resedimanter ürünleri, Ürg-Kp: Ürgüp resedimanter ürünlerin kayaç parçaları, Eğt-Hy: Eğrem Tepe hyaloklastitleri, Eğt-D: Eğrem Tepe daykı, Kar-Vk: Karain volkaniklastikleri, Kar-Kp: Karain andezitik kayaç parçaları).

GRUP	LOKASYON VE ÖRNEK NUMARASI	KAYAÇ TÜRÜ VE TANIM	KAYAÇ DOKUSU	MİNERAL İÇERİĞİ	MATRİKS
Krc-L	Karacaören KIA115-575, S16-23	Koyu kahverengi, soğan kabuğu bozunmalı andezit	Porfirik dokulu, hipokristalin plajiyoklazlar çok iri ve kenarları kemirilmiş, piroksenler özşekilli haç şekilli titanomanyetitler var.	Plajiyoklaz Ortopiroksen Klinopiroksen Titanomanyetit	Plajiyoklaz ve piroksen mikrolitleri
Ürg-Rs	Ürgüp - Karacaören KIA114-084,342,343,344 KIA115-508 S16-09,10,12,13,17,18	Turuncu - kahverengi, orta pekişmiş tane destekli, resedimanter ürünler	Porfirik dokulu, özşekilsiz elek dokulu plajiyoklaz fenokristalleri içeriyor. Cam parçaları çeşitli şekillerde ve sayıları fazla.	Plajiyoklaz Biyotit Titanomanyetit	Grimsi kahverengi killi matriks, çok ince mikrolitler
Ürg-Kp	Ürgüp güneydoğusu KIA115-621 S16-11	Koyu siyah renkte, altere bazaltik andezit kayaç parçaları	Porfirik dokulu, hipohyalin Çubuksu plajiyoklaz ve özşekilsiz klinopiroksenler içeriyor. Gözenekler çok sayıda ve yuvarlak.	Plajiyoklaz Klinopiroksen Titanomanyetit	Çubuksu, yönlü paljiyoklaz mikrolitleri
Eğt-Hy	Eğrem Tepe KIA115-509,510, 614,615,616,620	Grimsi açık kahverengi daha çok tane destekli, juvenil tanece zengin hyaloklastitler	Porfirik dokulu, hipohyalin kırıklı-çatlaklı ve elek dokulu plajiyoklaz, yarı özşekilli klino-piroksen ve biyotit içeriyor. Cam parçaları çeşitli şekillerde.	Plajiyoklaz Klinopiroksen Biyotit (Ksenokristal) Titanomanyetit	Grimsi-kahverengi, bazı örneklerde yoğun kalsit içeriği var.
Eğt-D	Eğrem Tepe KIA114-335,337	Siyah renkte, afanitik andezitik dayk	Porfirik dokulu, hipokristalin Çubuksu plajiyoklaz ve kümülatif klinopiroksenler ve serpantinleşmiş olivinler içeriyor.	Plajiyoklaz Klinopiroksen Olivin Titanomanyetit	Plajiyoklaz ve ortopiroksen mikrolitleri
Kar-Vk	Karain KIA114-068,160 KIA115-572,574,583 S16-01,02,05	Yeşilimsi gri renkte, iyi pekişmiş, tanece zengin volkaniklastikler	Porfirik dokulu, kırıklı-çatlaklı, glomeroporfirik plajiyoklaz, klinopiroksen ve biyotit feno-kristalleri. Kurtçuk şekilli cam kıymıkları yaygın.	Plajiyoklaz Klinopiroksen Biyotit Titanomanyetit	Yoğun kalsit içeriyor.
Kar-Kp	Karain KIA114-070,071,081 KIA115-611 S16-04,29	Siyah renkli, gözenekli andezitik kayaç parçaları	Porfirik dokulu, hipohyalin Çubuksu plajiyoklaz ve kümülatif klinopiroksenler içeriyor.	Plajiyoklaz Klinopiroksen Titanomanyetit	Yönlenmiş plajiyoklaz mikrokristalleri

4.1.1. Karacaören Andezitik Lavları – (Krc-L)

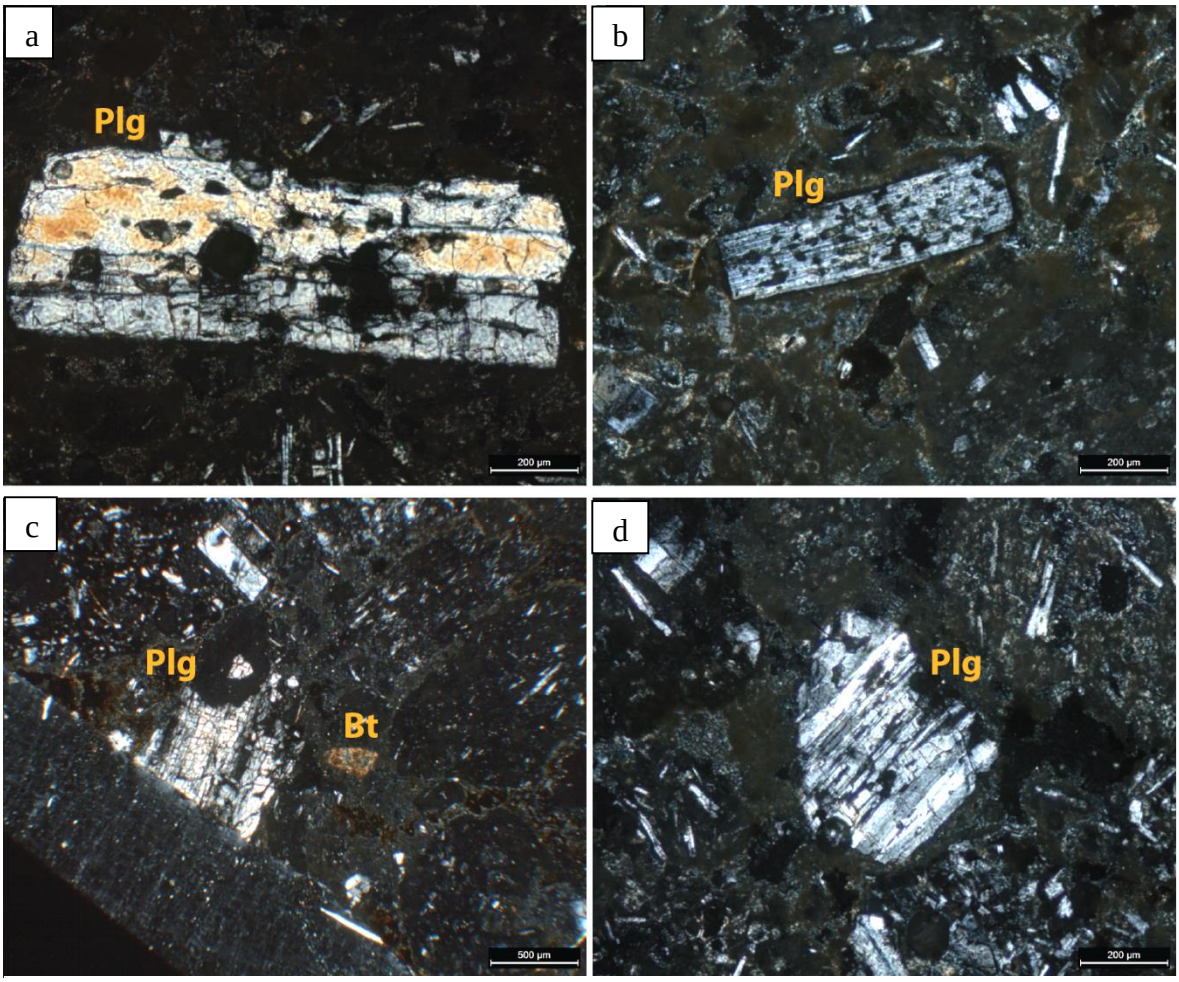
Karacaören civarında yüzlek vermiş olan andezitik lavlar, Ürgüp doğusunda gözlenen resedimanter ürünlerin alt dokanağını oluşturur. Resedimanter ürünler içerisinde çapı 10-50 cm arasında değişen çok sayıda soğan kabuğu bozunmalı andezitik lavlara rastlanıldığı için bu birim de incelemelere dahil edilmiştir. Yaşının Orta-Geç Miyosen olduğu düşünülmektedir. Birim porfirik dokuya sahiptir ve fenokristalleri çok iridir. Fenokristaller kenarlarında kırılma, kopma izleri bulunan yarı özşekilli veya özşekilsiz plajiyoklaz ve genelde yarı özşekilli ortopiroksen minerallerinden oluşmaktadır. Plajiyoklazlar polisentetik ikizlenmeyi belirgin şekilde sunarken kısmen elek dokusu da göstermektedir (Şekil 4.1.b). Ortopiroksenlerde de çok sayıda kırık-çatlak dikkat çekmektedir (Şekil 4.1.c) ve bazıları plajiyoklazlar içinde kapanım şeklinde gözükmektedir (Şekil 4.1.a). Opak minerallerden Fe-Ti oksitler plajiyoklaz ve piroksenlerden sonra en sık görülen minerallerdir.



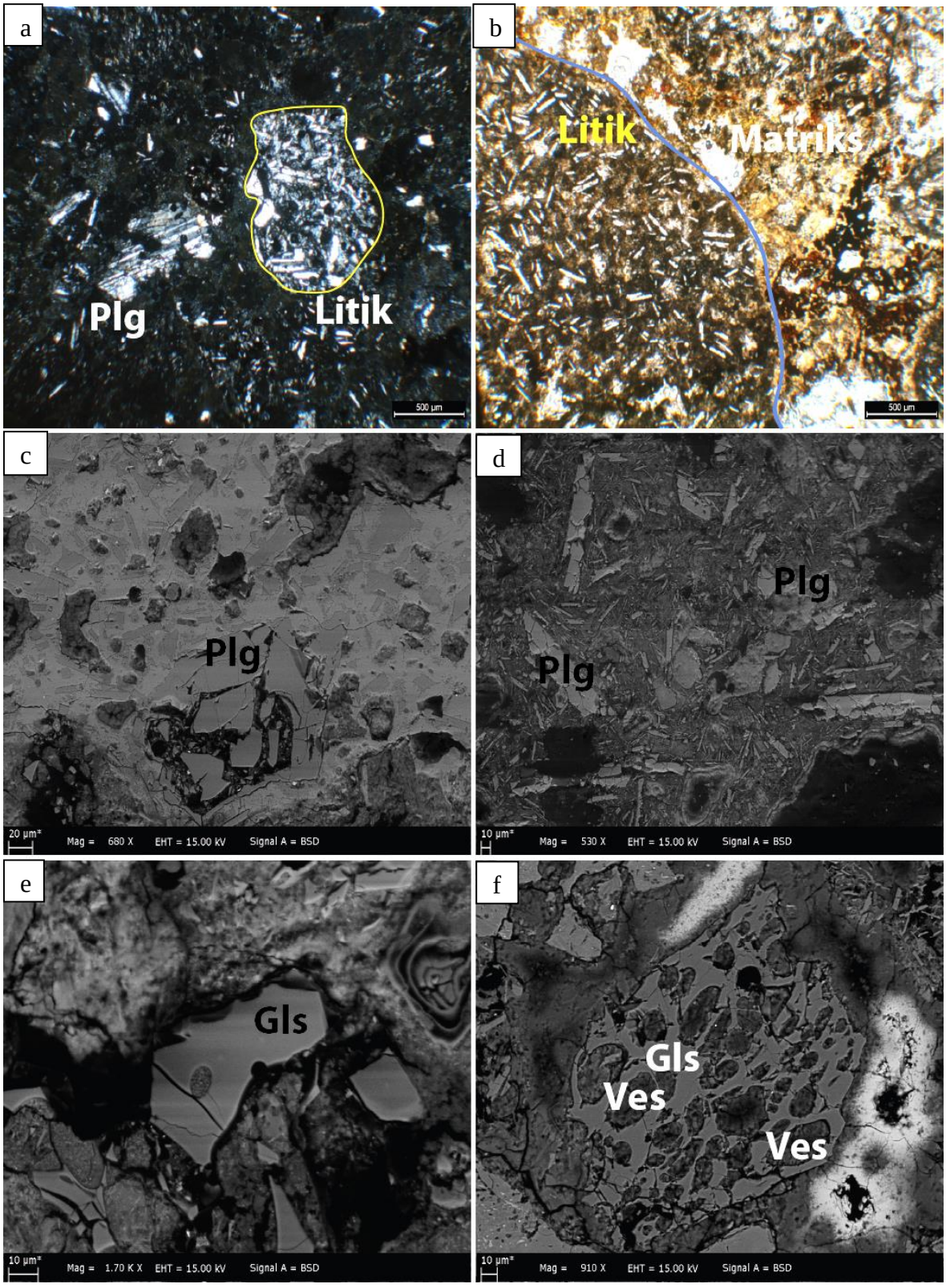
Şekil 4.1. Karacaören andezitik lavları petrografik incelemeleri. **(a)** Polisentetik ikizlenmeli iri plajiyoklaz içinde ortopiroksen kapanımları (2. nikol, 4x büyütme), **(b)** Kısmen elek doku göstermiş plajiyoklaz fenokristali (sağda) ve hamurun genel görünümü (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Kırıklı, yarı özşekilli ortopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(d)** Haç şeklinde görülen titanomanyetitlerin SEM görüntüsü.

4.1.2. Ürgüp Doğusu Resedimanter Ürünleri – (Ürg-Rs)

Orta-Geç Miyosen yaşlı olduğu düşünülen Ürgüp doğusu resedimanter ürünleri (özellikle matriksi) alterasyondan fazlasıyla etkilenmiş gözükmektedir. Serbest kristal (ksenokristal) olarak genellikle çubuksu veya özşekilsiz, kırıklı-çatlaklı plajiyoklaz bulunmakta ve bu kristaller elek dokusu sunmaktadır (Şekil 4.2.a). Çok nadir de olsa özşekilsiz biyotit minerallerine de rastlanmıştır (Şekil 4.2.c). Birim farklı kökenlerden, renkleri, dokuları ve fenokristalleri bakımından farklılık sunan kayaç parçaları içermektedir (Şekil 4.3.a,b,c,d). Birimde dikkat çeken bir başka unsur cam kıymıklarıdır. Hemen her örnekte rastlanılan cam kıymıkları çubuksu veya gözenekli (pomzamsı) şekilde görülmektedir (Şekil 4.3.f).



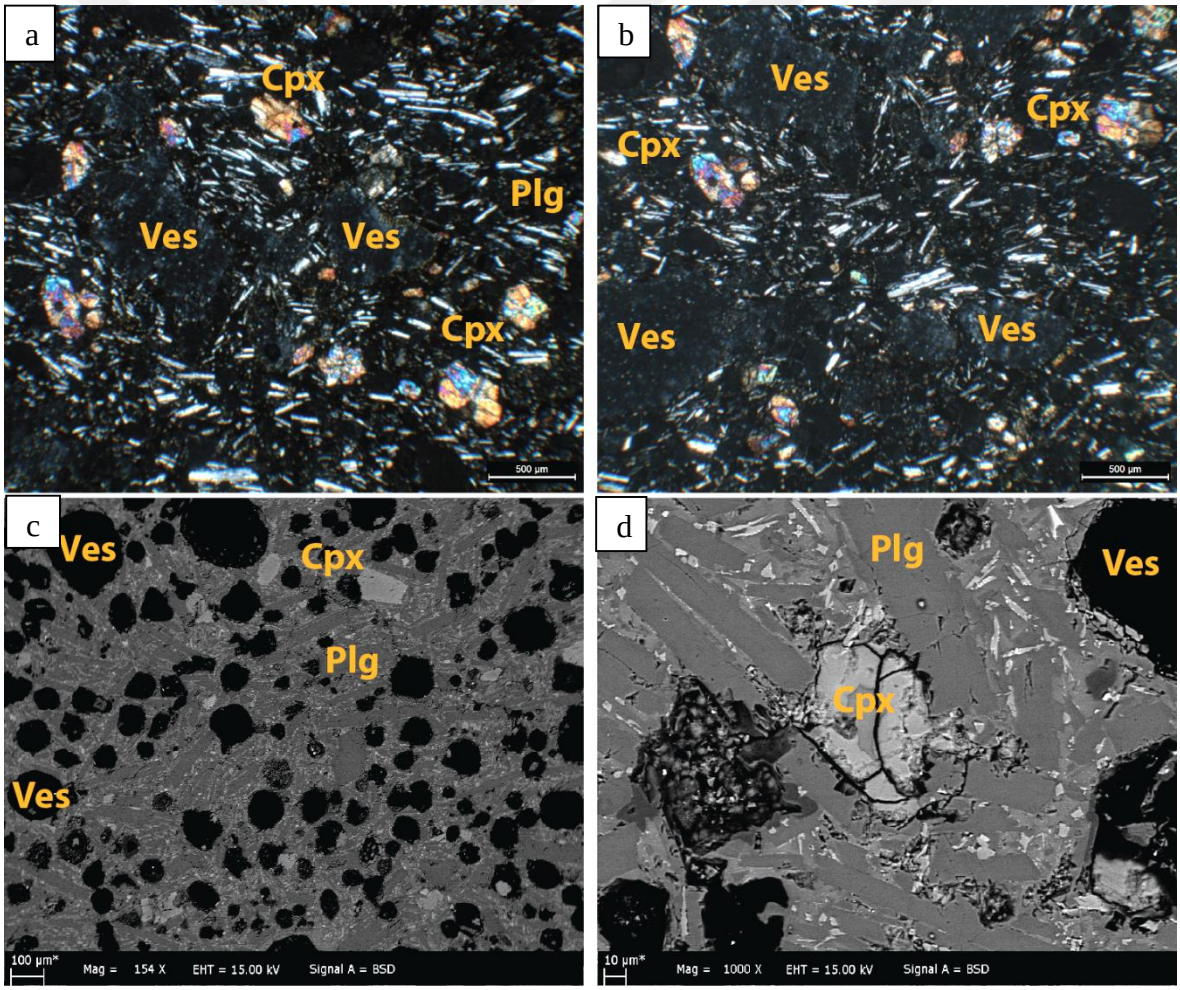
Şekil 4.2. Resedimanter ürünlerin serbest kristallerinin polarizan ışık mikroskobu görüntüleri. **(a,b)** Elek dokusununun gözlendiği çubuksu serbest plajiyoklaz fenokristalleri (2. Nikol, 10x büyütme), **(c)** Kenarları kırılmış, plajiyoklaz fenokristali (solda ve yukarıda) ve nadir olarak görülen biyotit kristallerinden bir örnek (2. Nikol, 4x büyütme), **(d)** Özşekilsiz, kırıklı, çatlaklı, polisentetik ikizlenmeli serbest plajiyoklaz fenokristali (2. Nikol, 10x büyütme).



Şekil 4.3. Resedimanter ürünlerde kayaç parçaları ve cam kıymıkları. (**a)** Kenarları kırılmış, kemirilmiş serbest plajiyoklaz fenokristali (solda) ve sınırları sarı çizgi ile çizilmiş yalnızca plajiyoklaz içeren litik (2.nikol, 4x büyütme), **(b)** Koyu renkli hamura sahip, yalnızca plajiyoklaz kristalleri içeren litik, sınırı maviyle gösterilmiş (solda) (1. nikol, 4x büyütme), **(c)** Litiklerden porfirik dokulu plajiyoklaz ve çok küçük klinopiroksen içeren bir örneğinden SEM görüntüsü, **(d)** Gelişigüzel dağılmış, çubuksu plajiyoklaz içeren porfirik dokulu bir litiğin SEM görüntüsü, **(e)** Bozunmamış, köşeli bir cam kıymığı örneğinin SEM görüntüsü, **(f)** Gözenekli (pomzamsı) cam parçalarından bir örneğin SEM görüntüsü.

4.1.3. Resedimanter Ürünlerin Volkanik Kayaç Parçaları – (Ürg-Kp)

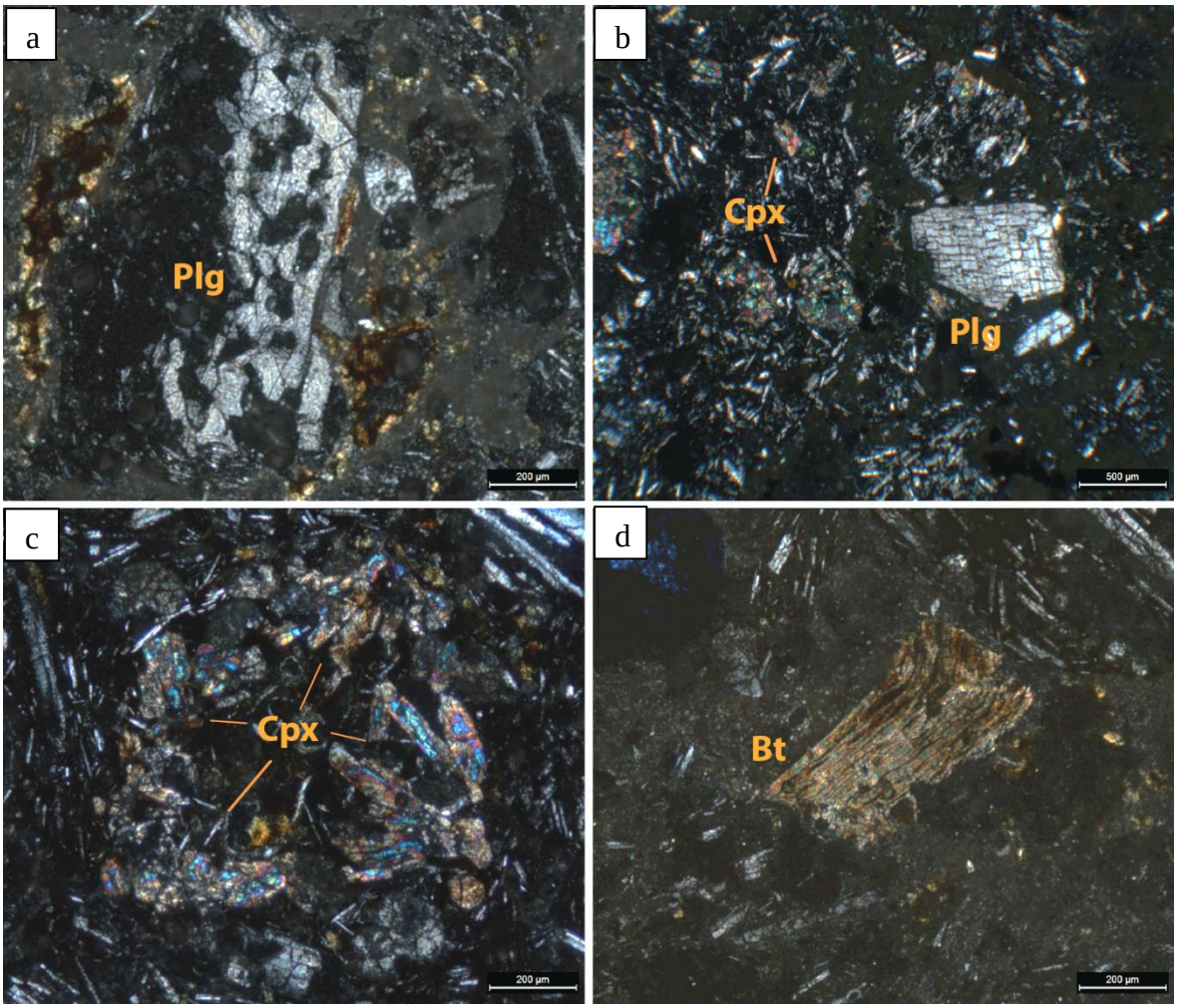
Resedimanter ürünler, çok sayıda çapı 10-50 cm arasında volkanik kökenli kayaç parçası içermektedir. Gözenekli volkanik kayaç parçaları, ürünlerde sıkça gözlendiğinden, kökenini belirlemek için incelemelere dahil edilmişlerdir. Porfirik dokulu olan kayaç parçası örnekleri uzun çubuksu hafif yönlenmiş plajiyoklaz fenokristalleri ve mikrolitleri, yarı özşekilli veya özşekilsiz kümülatif klinopiroksen fenokristalleri ve az sayıda, çok küçük olivin mikrokristalleri içermektedir (Şekil 4.4.a,b). Çapı en fazla 100 µm olan, düzgün yuvarlak biçiminde ve çok sayıda gözenek dikkat çekmektedir (Şekil 4.4.c). Koyu kahverengi altere bir hamuru olan kayaç parçaları çok az sayıda küçük (~10 µm) titanomanyetit de içermektedir.



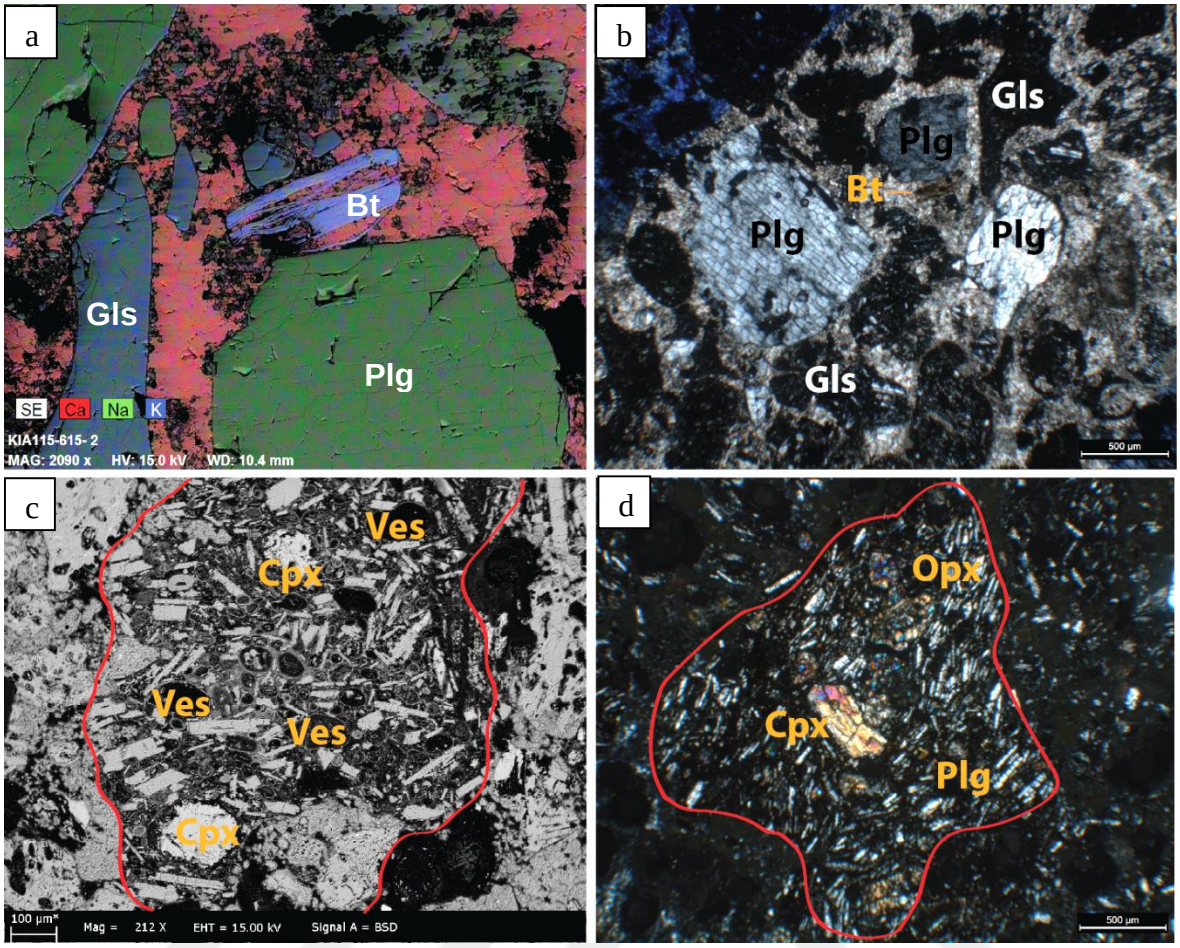
Şekil 4.4. Resedimanter ürünler içerisindeki gözenekli kayaç parçalarının petrografik incelemeleri. **(a,b)** Porfirik dokulu kayaç içerisinde yönlenmiş, çubuksu plajiyoklaz kristalleri ve klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Düzgün yuvarlak ve sık görülen gözeneklerin SEM görüntüsü, **(d)** Özşekilli, çubuksu plajiyoklaz fenokristalleri, ortada kırılmış, çatlamış bir klinopiroksen fenokristali ve küçük klinopiroksen mikrolitlerinin SEM görüntüsü.

4.1.4. Eğrem Tepe Hyaloklastitleri – (Eğt-Hy)

Eğrem Tepe hyaloklastitleri porfirik dokuludur. Juveniller haricindeki matriksli örnekleri, serbest kristal (ksenokristal) olarak özşekilsiz, çok kırıklı-çatlaklı bazıları elek dokulu plajiyoklaz fenokristalleri (Şekil 4.5.a), yer yer kümülatif, az sayıda özşekilsiz klinopiroksen (Şekil 4.5.c) ve kıvrılmış, çeşitli büyüklüklerde bükülmüş şekillerde biyotit içermektedir (Şekil 4.5.d). Genellikle açık kahverengi hamurlu, yönlenmiş çubuksu plajiyoklaz kristalleri içeren fragmanlar hyaloklastitler içerisinde görülebilmektedir. Bu hyaloklastitler içerisinde çok sayıda cam kıymıklarına rastlanmıştır. Bunlar çubuksu veya pomzamsı şekillerde gözükmektedir. Bazı örneklerde matriks oldukça kalsiyum karbonatlıdır.

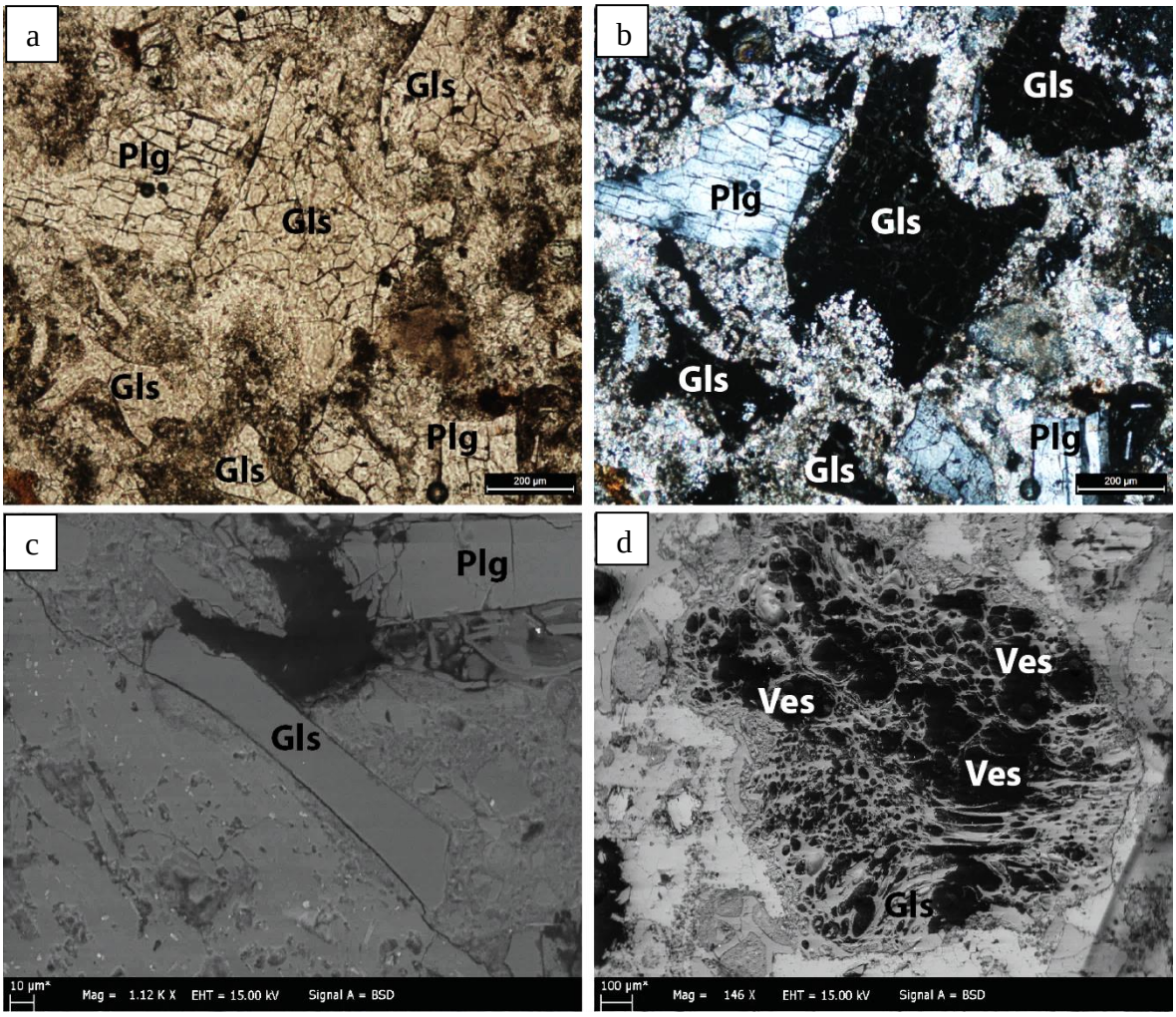


Şekil 4.5. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin serbest kristalleri. **(a)** Elek dokusu göstermiş plajiyoklaz fenokristali (2. Nikol, 10x büyütme), **(b)** Serbest halde kırıklı-çatlaklı plajiyoklaz fenokristali (sağda) özşekilsiz, küçük klinopiroksen fenokristalleri ve gelişigüzel dağılmış plajiyoklaz mikrolitleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Kümülatif klinopiroksen kristalleri (2. Nikol, 10x büyütme), **(d)** Kıvrılmış, bükülmüş serbest biyotit fenokristallerinden bir örnek (2. Nikol, 10x büyütme).



Şekil 4.6. Birimde görülen karbonatlı matriks ve juvenil parçalar. **(a)** Ortada biyotit, sol üstte ve aşağıda özşekilli serbest plajiyoklaz fenokristali, solda cam parçası ve karbonatlı matriksi gösteren haritalanmış SEM görüntüsü, **(b)** Kırıklı-çatlaklı, özşekilsiz serbest plajiyoklaz fenokristalleri, ortada küçük biyotit fenokristali, değişik şekillerde izotrop cam parçaları ve karbonatlı matriks (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Hyaloklastitler içerisindeki klinopiroksenli ve çubuksu plajiyoklazlı juvenillerden birinin SEM görüntüsü, juvenil parçanın sınırları kırmızı çizgi ile çizilmiştir, **(d)** Klinopiroksen fenokristali ve küçük boyutlarda ortopiroksen içeren, yönlenmiş çubuksu plajiyoklazları bulunan bir juvenilin görüntüsü (2. Nikol, 4x büyütme).

Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin juvenilleri, az gözenekli, kahverengi bir hamur içerisinde çubuksu plajiyoklaz ve yarı özşekilli klinopiroksen ve küçük (~10 µm) ortopiroksen minerallerinden oluşan andezitlerdir (Şekil 4.6.c). Öte yandan Eğrem Tepe juvenilleri tamamen bozunmuş olivin psödomorfları içermektedir.

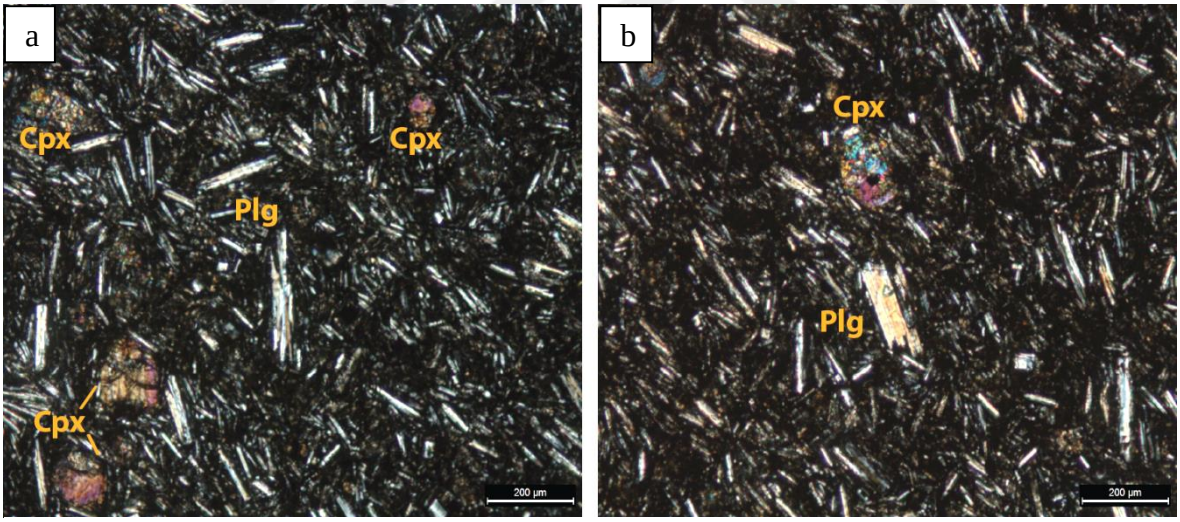


Şekil 4.7. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin matriksi içerisinde görülen cam kıymıkları. **(a)** Değişik şekillerde görülen, ani soğuma etkisiyle çatlamış cam parçaları (1. Nikol, 10x büyütme), **(b)** Aynı nokta, 2. Nikolde renksiz gözüken izotrop cam parçaları ve kalsiyum karbonatlı matriks (2. Nikol, 10x büyütme), **(c)** Çubuksu cam parçalarından bir örneğin SEM görüntüsü, **(d)** Lifsi, pomzamsı gözeneklere sahip cam parçalarından bir örneğin SEM görüntüsü.

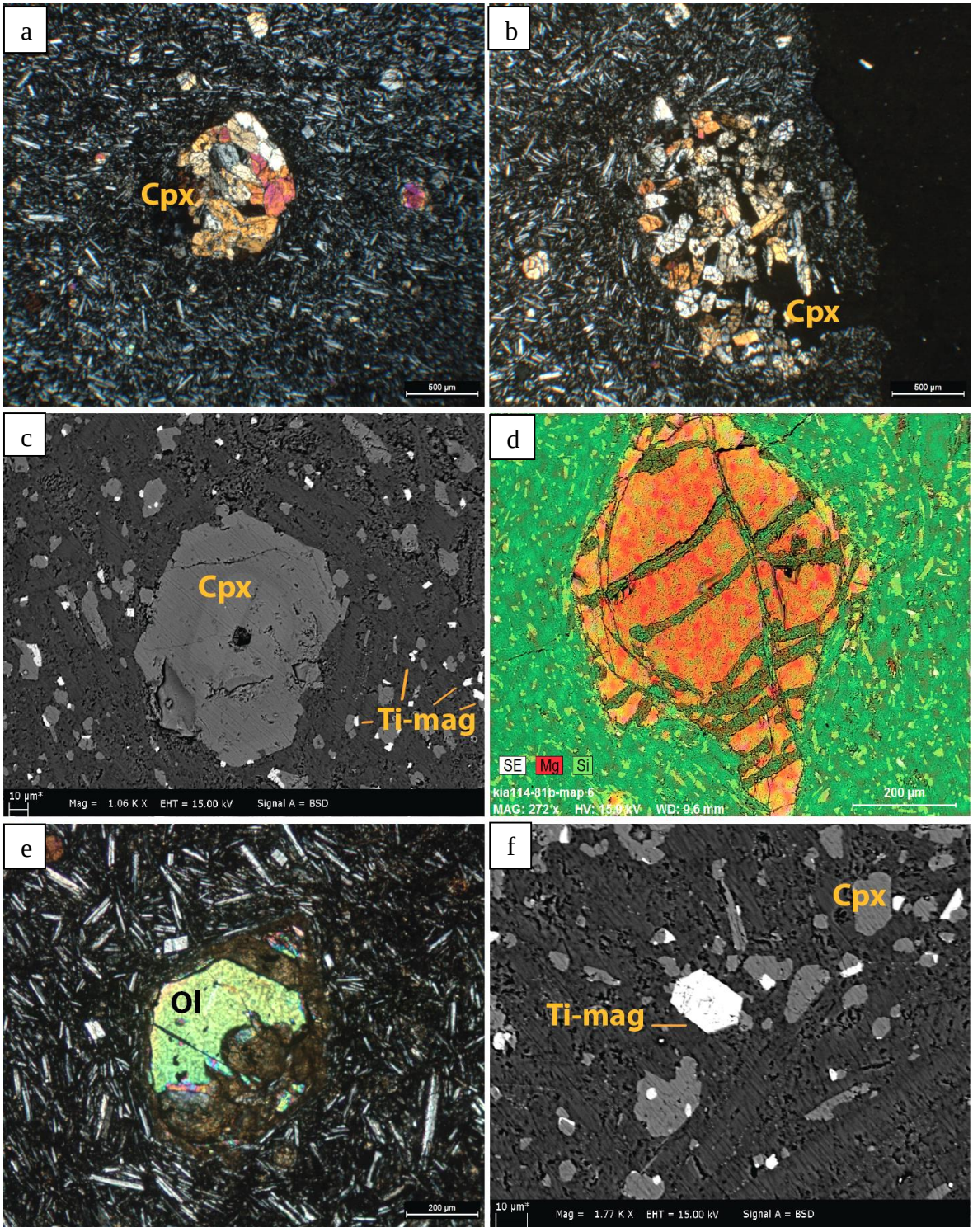
Kesitlerde X-Y şekilli (cuspate), çubuksu (platy) ve pomzamsı (pumiceous) yani her türde cam parçası vardır (Şekil 4.7.a,c,d). Genelde bozunmamış, taze yapılarıyla dikkat çekmektedirler ve bazılarında görülen çatlaklar ani soğumayı göstermektedir.

4.1.5. Eğrem Tepe Daykı – (Eğt-D)

Eğrem Tepe'de görülen bir diğer birim dayktır. Eğrem Tepe hyaloklastitlerini oluşturan magmayla alakalı olduğu düşünülen bu birim koyu siyah renkli bir hamura sahiptir ve porfirik dokuludur. Birimde en yaygın görülen mineral çubuksu ve akma dokusu göstermiş plajiyoklazlardır. Bunlar hem fenokristal, hem de mikrokristal şeklinde görülürler ve bazıları çok karakteristik olarak kırlangıç kuyruğu (swallow tail) yapısı sunarlar (Şekil 4.8.a,b). Plajiyoklazlardaki bu kırlangıç kuyruğu yapısı hızlı soğumanın en net belirtilerindendir. Fenokristal olarak kümülatif, özşekilli veya yarı özşekilli klinopiroksenler geniş yer tutmaktadır (Şekil 4.9.a,b,c). Daykın en önemli özelliklerinden biri çok sayıda olivin fenokristali içermesidir. Tez kapsamında incelenen birimler içerisinde fenokristal olarak olivin içeren tek örnek Eğrem Tepe daykıdır. Olivinler genellikle özşekillidir ve çoğu kenar veya ortalarından itibaren serpantinleşmeye başlamıştır (Şekil 4.9.d,e). Birim tali olarak titanomanyetit (Şekil 4.9.f) ve genellikle olivinler içinde kapanım şeklinde duran krom spinel mineralleri de içerir. Ayrıca mikrokristal olarak ortopiroksene de rastlanmıştır fakat fenokristal olarak görülmemiştir.



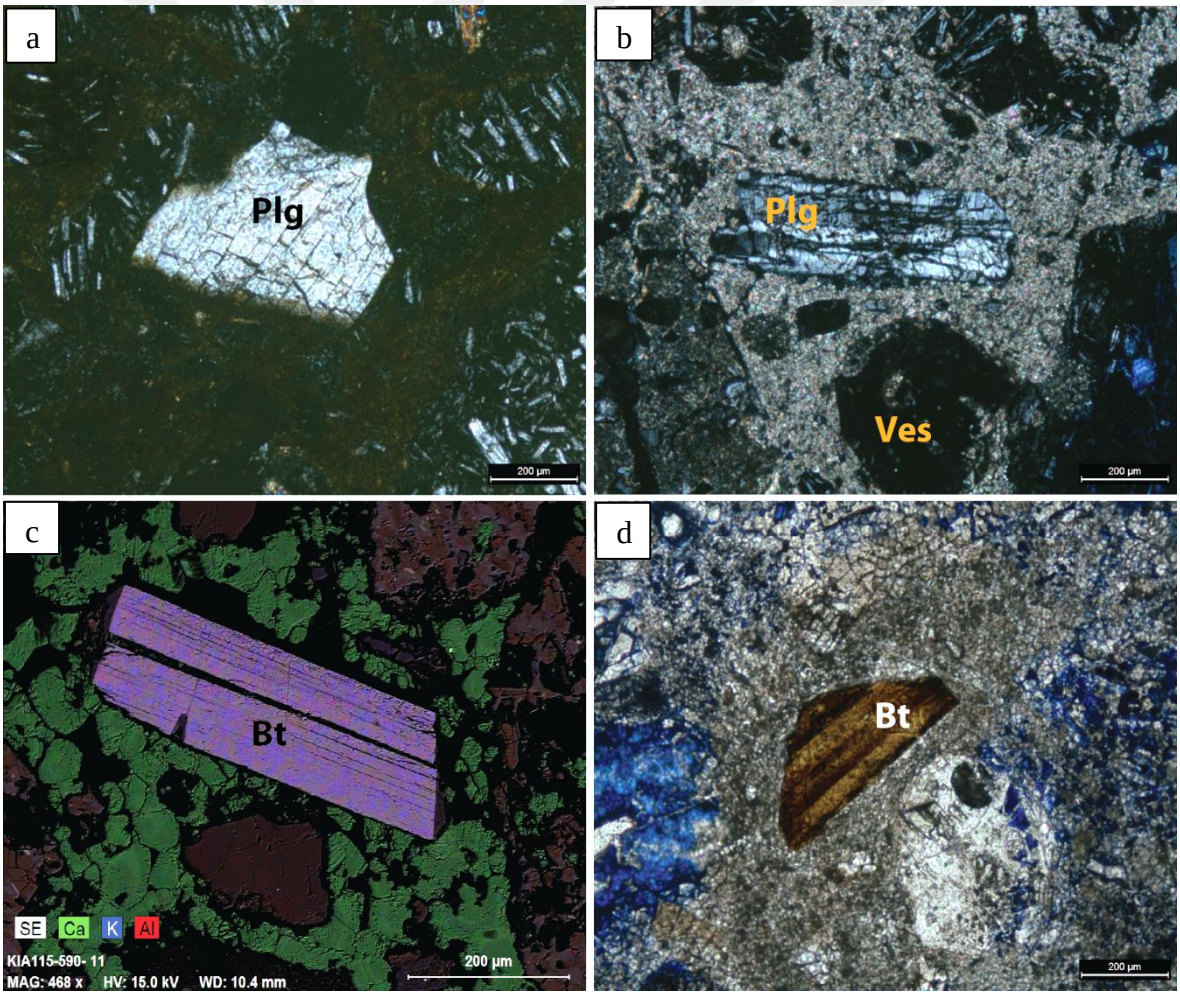
Şekil 4.8. Eğrem Tepe daykı içerisindeki plajiyoklaz kristalleri. **(a)** Birimde yaygın şekilde görülen çubuksu ve kırlangıç kuyruğu yapısı göstermiş plajiyoklaz kristalleri ve yarı özşekilli duran klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 10x büyütme) **b-** Kırlangıç kuyruğu yapısı sunan plajiyoklaz fenokristallerinden bir başka örnek (2. Nikol, 10x büyütme).



Şekil 4.9. Eğrem Tepe daykının petrografik özellikleri. **(a,b)** Kümülatif klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(c)** Özşekilli bir klinopiroksen fenokristalinin ve küçük titanomanyetit kristallerinin SEM görüntüsü, **(d)** İçerdiği çatlaklardan itibaren serpantinleşmeye başlamış yarı özşekilli bir olivin fenokristalinin haritalanmış SEM görüntüsü, **(e)** Özşekilli bir olivin fenokristali kenarlarından itibaren serpantinleşmeye başlamış (2. Nikol, 10x büyütme), **(f)** Özşekilli bir titanomanyetit mineralinin SEM görüntüsü.

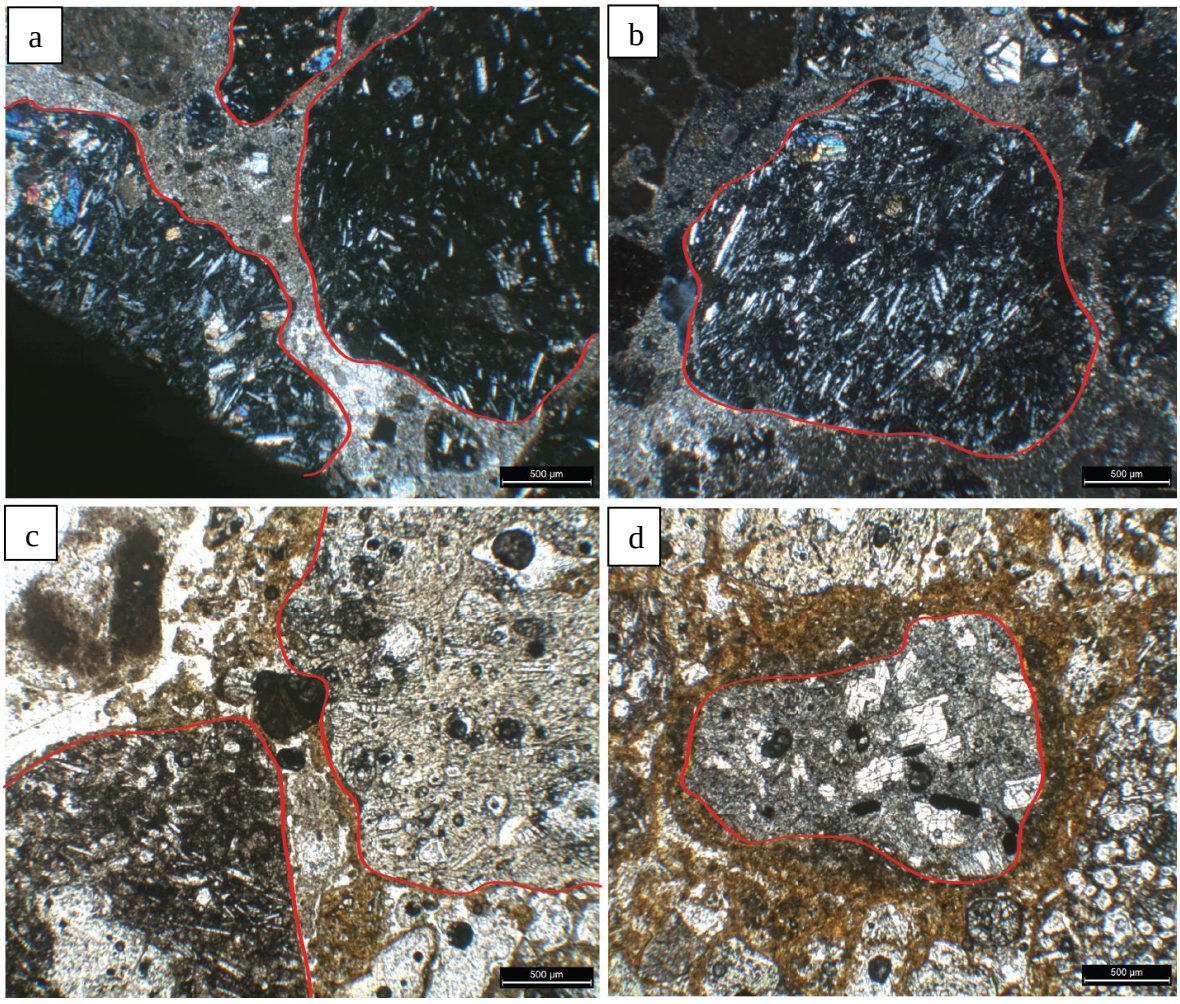
4.1.6. Karain Volkaniklastikleri – (Kar-Vk)

Pliyosen yaşlı olduğu düşünülen Karain volkaniklastikleri, pekişmiş ve tane destekli yapısıyla dikkat çekmektedir. Volkaniklastikler serbest fenokristal (ksenokristal) bakımından fakirdir. Plajiyoklaz fenokristalleri genellikle kırıklı-çatlaklıdır ve yarı özşekilli veya özşekillidir (Şekil 4.10.a,b). Yer yer kümülalar şeklinde görülen özşekilli klinopiroksenler yaygındır. Az sayıda çubuksu biyotit mineralleri de örneklerde yer almaktadır (Şekil 4.10.c). Karain volkaniklastik ürünlerinin bazı lokasyonlarından alınmış örneklerinde hidrotermal alterasyon izlerine rastlanmıştır. Bu hidrotermal alterasyon sonucunda bazı plajiyoklazlardan, sossuritleşme sonucu, epidota dönüşüm, bazı piroksenlerden de klorit mineraline dönüşüm gerçekleşmiştir [58]. Ürünler aksesuar olarak titanomanyetit, apatit, zirkon ve krom spinel minerallerini içerir.

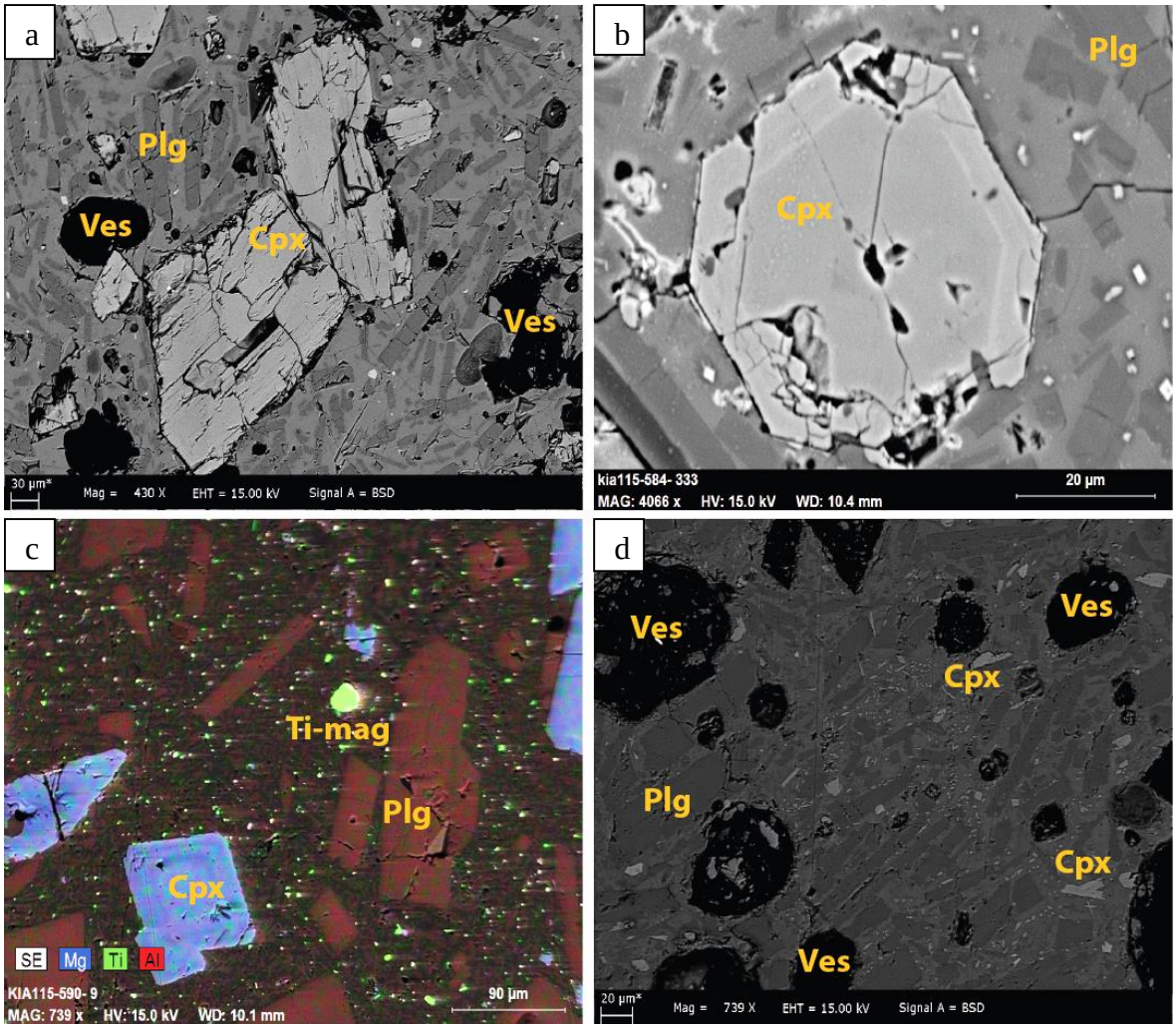


Şekil 4.10. Karain volkaniklastiklerinin kristal içeriği. ***(a)*** Özşekilsiz ve kırılmış plajiyoklaz fenokristallerinden bir örnek (2. Nikol, 10x büyütme), **(b)** Çok kırıklı-çatlaklı, çubuksu şekilde serbest plajiyoklaz fenokristali, kalsiyum karbonatlı matriks içerisinde (2. Nikol, 10x büyütme), **(c)** Kalsiyum karbonatlı matriks içerisinde çubuksu, özşekilli serbest bir biyotit fenokristalinin haritalandırılmış SEM görüntüsü, **(d)** Özşekilsiz serbest biyotit fenokristallerinden bir örnek (1. Nikol, 10x büyütme).

Birim, tez kapsamında çalışılan diğer birimlere göre oldukça fazla sayıda ve çeşitte litik içerir. Yabancı kayaç parçalarının çoğu volkanik kökenlidir fakat sedimanter kökenli kayaç parçalarına (kireçtaşı, kiltaşı vs.) da rastlanılmaktadır. Volkanik kökenli litiklerden bazıları porfirik dokulu, kahverengi bir hamur içerisinde çubuksu plajiyoklaz ve özşekilli klinopiroksen fenokristalleri içerirler (Litik-I) (Şekil 4.12.a). Çok küçük mikrolit veya mikrokristal şeklinde olivin ve amfibol de bulundurmaktadırlar. Daha koyu renkte hamura sahip, kristal içeriği düşük hipohyalin litiklere de rastlanmıştır (Litik-II) (Şekil 4.11.a). Bazı litiklerde yalnızca plajiyoklaz kristalleri yer almakta ve iyi gelişmiş porfirik doku göstermektedirler (Litik-III) (Şekil 4.11.d). Litiklerin hemen hepsi yuvarlaklaşmış şekilde olması, fiziksel olarak taşındıklarını gösterir.

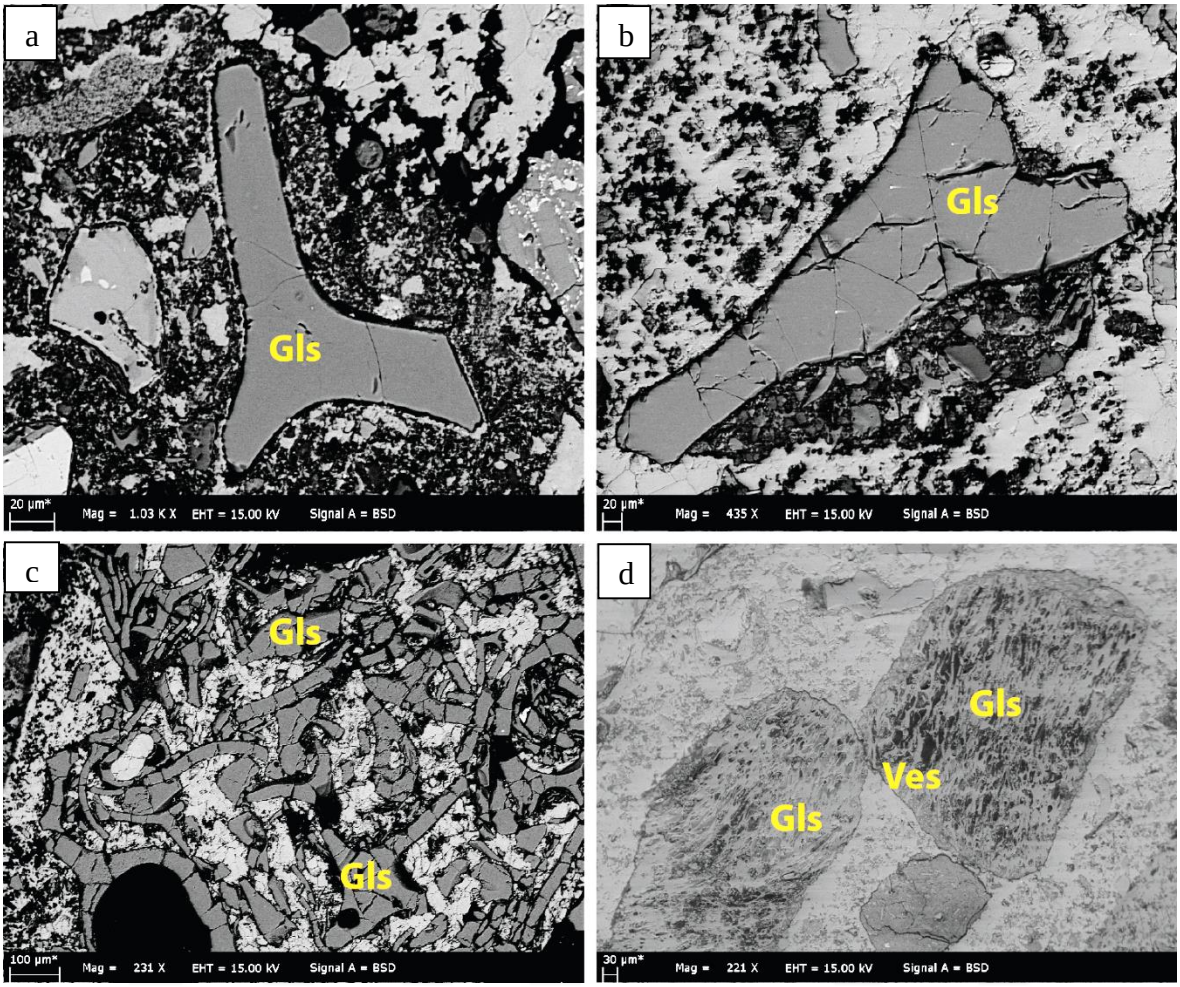


Şekil 4.11. Karain volkaniklastikleri içerisindeki kayaç parçaları. ***(a)*** Sınırları kırmızı çizgiyle gösterilmiş, yassı şekillerde birbirinden farklı karakterlerde litikler (solda Litik-I, sağda Litik-II) (2. Nikol, 4x büyütme), **(b)** Yönlenmiş çubuksu plajiyoklazlar ve klinopiroksen fenokristalleri içeren bir başka litik örneği (Litik-I) (2. Nikol, 4x büyüme), **(c)** Aynı kesit içerisinde biri açık renkli diğeri koyu renkli hamurlu iki litik (1. Nikol, 4x büyütme), **(d)** Plajiyoklaz fenokristali ve mikrolitlerinin yanı sıra opak minerallerden de içeren bir litik-III örneği (1.nikol, 4x büyütme).



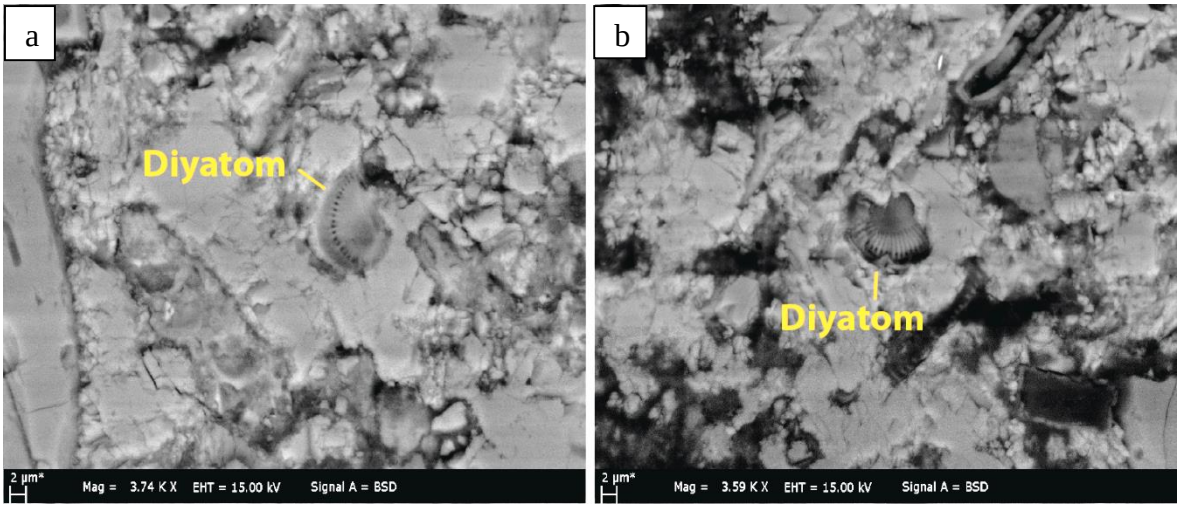
Şekil 4.12. Volkanik kökenli litiklerin detaylı petrografik incelemeleri. **(a)** Çubuksu plajiyoklaz ve ikili-üçlü gruplar halinde yarı özşekilli klinopiroksen fenokristalleri içeren, ürünlerde en yaygın görülen litiklerden birinin detaylı SEM görüntüsü (Litik-I), **(b)** Hipohyalin dokulu litiklerden birinde rastlanılan özşekilli bir klinopiroksenin SEM görüntüsü (Litik-II), **(c)** Hipohyalin dokulu litiğin içerdiği diğer kristalleri de gösteren haritalandırılmış SEM görüntüsü (Litik-II), **(d)** Ürünler içerisinde görülen yuvarlak gözenekli litiğin genel SEM görüntüsü (Litik-I).

Karain volkaniklastikleri cam kıymığı bakımından da oldukça zengindir. Değişik şekillerde birçok cam kıymıkları içerir ve bazı kesitlerde bunlar bir araya gelip kümeler oluşturmuştur (Şekil 4.13.c). Cam kıymıklarının büyük çoğunluğunun X ve Y şekilli görülmelerinden dolayı, bunların felsik magma bölümlenmesi sonucunda oluştukları söylenebilir. Bilindiği gibi ürünler, Kızılkaya ignimbiritinin üzerini örtmüş durumdadır ve bu ignimbiritten kayaç parçası içerebildiği gibi, taşınma esnasında ignimbirite ait cam kıymıklarından da bünyesine almış olabilir.



Şekil 4.13. Karain volkaniklastiklerinde görülen cam parçaları. **(a)** Karain volkaniklastiklerinde çok yaygın görülen, Y şekilli, bozunmamış cam parçalarından birinin SEM görüntüsü, **(b)** Kısmen Y şekilli, ani soğuma etkisiyle çatlaklar oluşturmuş cam parçasının SEM görüntüsü, **(c)** Göl içi sedimantasyonu sonucu, bir araya gelerek küme oluşturan, kurtçuk şekilli cam parçalarının SEM görüntüsü, **(d)** Pomzamsı, yuvarlak cam parçalarının SEM görüntüsü.

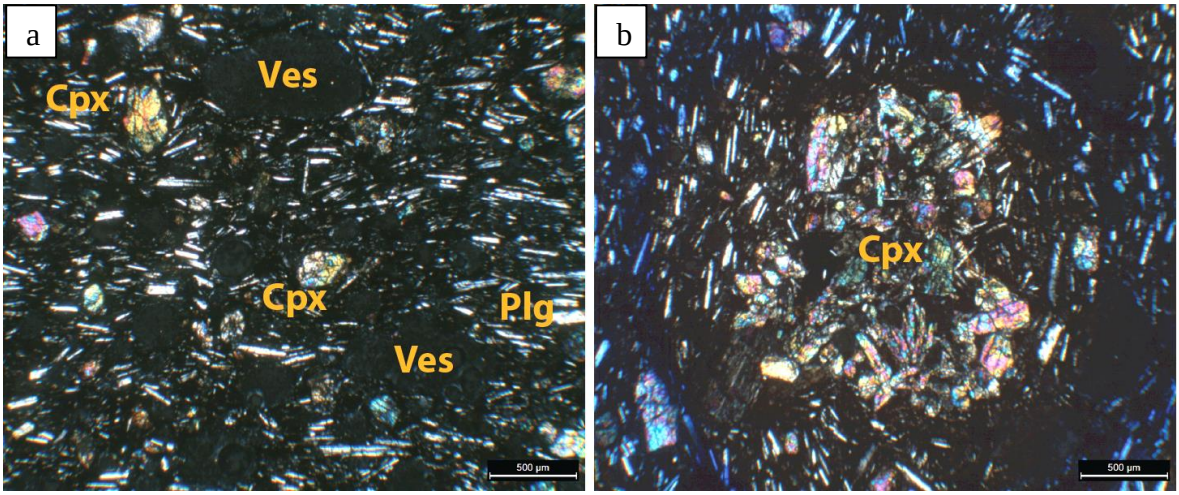
Son olarak Karain volkaniklastiklerinin matriksi incelenmiş ve matriksin kalsiyum karbonatlı olduğu hemen her örnekte görülmüştür. Hatta bu kalsiyum karbonatlı matriks içerisinde bazı diyatom fosillerine rastlanmıştır (Şekil 4.14.a,b). Diyatom, deniz, okyanus, göl gibi hemen hemen her türlü su ortamında yaşayan silis kavkılı bir alg türüdür [59].



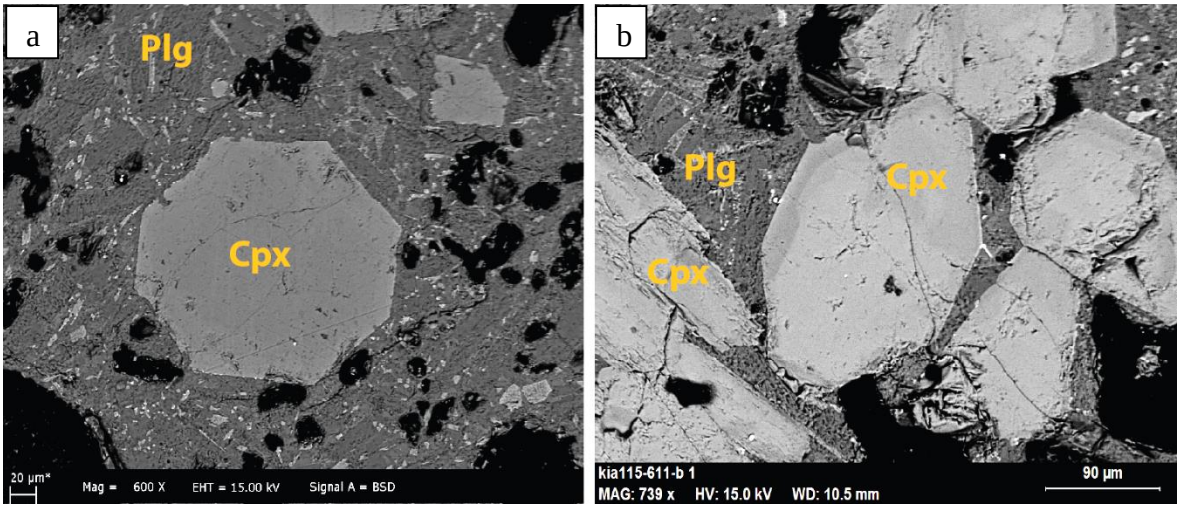
Şekil 4.14. (a,b) Karain volkaniklastiklerinin, kalsiyum karbonatlı matriksi içinde görülen diyatom fosili parçalarının SEM görüntüleri.

4.1.7. Karain Volkaniklastikleri İçerisindeki Volkanik Kayaç Parçaları – (Kar-Kp)

Karain volkaniklastikleri içerisindeki kayaç parçaları, küçük yuvarlak gözeneklere sahiptir. Koyu kahverengi bir hamur içerir ve porfirik dokuludur. Plajiyoklazlar, Karain örneklerinde iyi gelişmiş yönlenme gösterirler. Yine fenokristal olarak özşekilli klinopiroksenler yaygın olarak gözlenmiştir ve önceki örneklerdeki gibi kümülalalar halinde görülürler (Şekil 4.15.b). Çok nadir olarak küçük olivin mikrokristallerine rastlanmıştır. Aksesuar olarak titanomanyetit ve krom spinel içermektedir. Bu gözenekli, karnabahar bombalara benzer kayaç parçalarının, bir önceki Karain volkaniklastikleri başlığında değinilen, litik-I ile aynı olduğu düşünülmektedir. Hem gözenek yapısı, hem kristal içeriği ve şekli birbirlerine çok benzemektedir.



Şekil 4.15. Karain volkaniklastik ürünleri içerisindeki volkanik kayaç parçalarının kristal içeriği. **(a)** Fotoğrafa göre yatay olarak yönlenmiş çubuksu plajiyoklazlar ve yarı özşekilli klinopiroksen fenokristalleri (2. Nikol, 4x büyütme), **(b)** Kümülatif klinopiroksenler (2. Nikol, 4x büyütme).



Şekil 4.16. (a,b) Karain volkaniklastik birimleri içerisindeki volkanik kayaç parçalarında görülen, özşekilli klinopiroksen fenokristallerinin SEM görüntüsü.

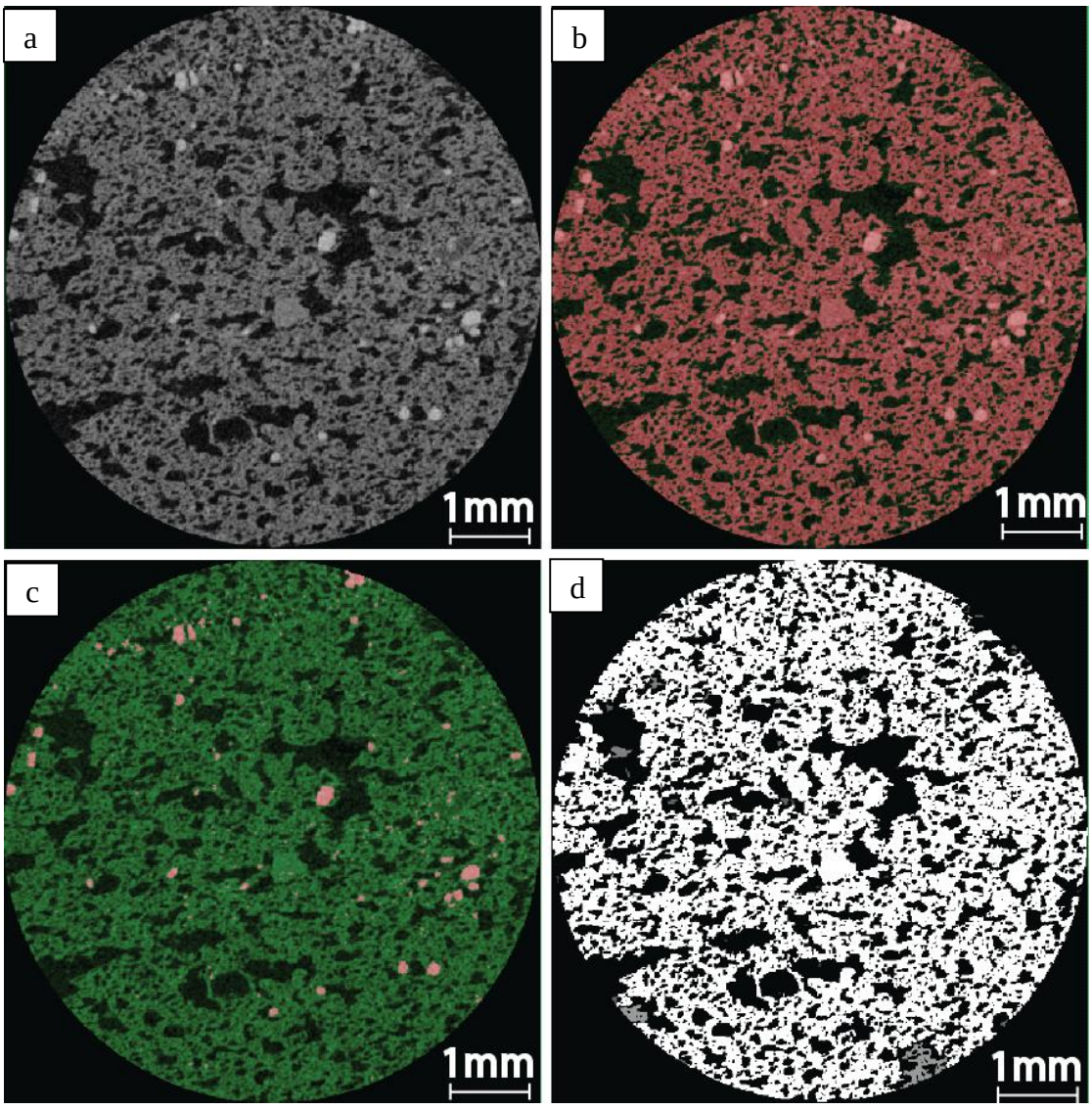
4.1.8. Bilgisayarlı X-Işınları Mikro Tomografi (Micro – CT) Çalışmaları

Bilgisayarlı mikro tomografi veya yaygın kullanılan adıyla "micro – CT" tıp alanında kullanılan tomografi taramalarına benzer şekilde fakat daha küçük ölçekte, yüksek çözünürlüklü, üç boyutta X ışını görüntüleri sağlayan bir yöntemdir. Özellikle son yıllarda sürekli gelişen teknoloji ve yeni inceleme yöntemleriyle mikro tomografi, jeolojik araştırmalar için de önemli bir hale gelmiştir [60]. Bu yöntemin sağladığı en büyük avantajlardan birisi, opak katı nesnelerin içeriğinin, nesneye zarar vermeden, üç boyutta görüntülemesidir [61]. Yüksek çözünürlükte üç boyutlu görüntülemelerin de ötesinde, yüzey alanı, örneğin hacmi, gözeneklilik oranı, kristal oranı gibi jeolojik açıdan önemli parametreleri belirlemede de mikro tomografi oldukça kullanışlıdır. Tez çalışmasında mikro tomografi yönteminde hangi yöntemler ve araçlar kullanıldığı 1.3. Önceki Çalışmalar kısmında anlatılmıştır. Çalışmalarda üç boyutlu görüntülemelerde CTvox, üç boyutlu analizler için de CTan yazılımları kullanılmıştır.

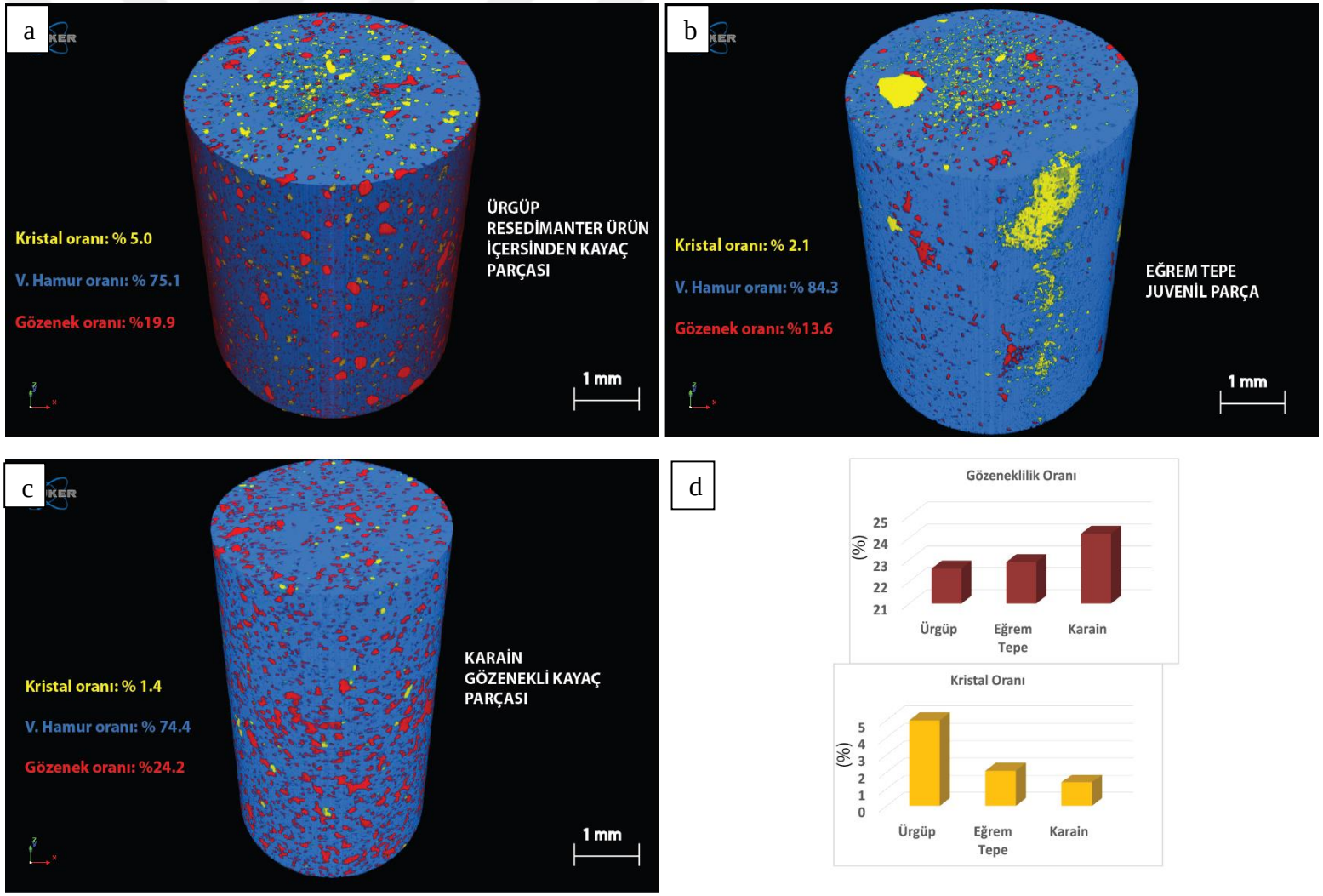
Tez kapsamında Mikro – CT çalışmaları, özellikle juvenil parçalar ve volkanik kökenli kayaç parçalarının, bileşen dağılımlarının üç boyutta belirlenmesiyle, birbirleri arasında jenetik bir ilişki olup olmadığını belirlemek için yapılmıştır.

Micro – CT çalışmaları için, Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin juvenil parçalarından, Ürgüp doğusu ve Karain köyü civarındaki resedimanter / reworked volkaniklastik ürünler içerisinde yer alan volkanik kayaç parçalarından örnekler seçilmiştir. Her örnek için, analizlerin daha kolay yapılabilmesi için, elde edilen görüntüler içerisinde bir çalışma alanı (region of interest, ROI) belirlenmiştir. Sonrasında yapılacak analize göre görüntü üzerinde bileşenler (hamur, kristaller vs.) seçilerek bir "binary" görüntüsü oluşturulmuş ve analiz için gerekli

düzeltmeler yapmaya hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.17.b,c). Çalışma alanları üzerinde gürültüleri gidermek amacıyla temizleme işlemleri yapılmıştır. Öncelikle bir eşikleme (thresholding) yapılmış, ardından küçük görüntü kusurlarından kurtulmak için küçük ölçeklerde "despeckle" yapılmıştır. Kusurlarından giderilmiş görüntüler üzerinden de gözeneklilik ve kristal oranı belirlemeye yönelik analizler yapılmış ve sayısal değerler elde edilmiştir.



Şekil 4.17. CT-An programında kullanılan ROI ve binary görüntüleri. **(a)** Analiz gerçekleştirilen juvenil juvenil parça örneğinin, üzerinde işlem yapılmamış (raw) görüntüsü, **(b)** Örneğin kristal ve hamurunun pembe renk ile seçilmiş "binary" görüntüsü, **(c)** Yalnızca fenokristallerin pembe renk ile seçilmiş olduğu "binary"görüntüsü, **(d)** Örnekte b'deki seçilmiş alanların beyaz göründüğü morfometrik görüntüsü.



Şekil 4.18. CT-Vox programında oluşturulmuş 3B katı modeller. **(a)** Ürgüp resedimanter ürünler içinden volkanik kayaç parçası, **b-** Eğrem Tepe hyaloklastitlerinden juvenil parça, **(c)** Karain volkaniklastik ürünleri içerisinden gözenekli kayaç parçası için oluşturulmuş, kristal, volkanik hamur ve gözenek yüzdelerini gösteren üç boyutlu katı modeller, **(d)** Gözenek ve kristal oranlarının sütun grafikleri.

CTAn yazılımı aracılığıyla gözeneklilik ve kristal oranları kantitatif olarak belirlenen juvenil örnekler, CTVox yazılımı yardımıyla da üç boyutta katı modelleri elde edilmiştir (Şekil 4.18.a,b,c).

Sonuç olarak bilgisayarlı mikro X ışını tomografi çalışmalarında, incelenen üç ürünün juvenilleri ve kayaç parçaları için kristal, gözeneklilik ve volkanik hamur oranları hesaplanmıştır. Hesaplamalara göre, Ürgüp resedimanter ürünler içindeki kayaç parçalarının, diğer parçalara göre daha yüksek kristal oranına sahip olduğu görülmektedir (%5,1). Karain gözenekli kayaç parçaların ise gözenek oranı, diğer iki örneğe göre daha yüksektir (%24,2). Karain gölsel ürünlerinin bu kadar gözenekli volkanik parçalar içermesinin sebebi, aynı zaman aralığında gerçekleşmiş, hidrovolkanik bir patlama sonucu üretilen juvenil bombaları, taşınma esnasında bünyesine almış olması olabilir. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin, yapboz dokusu sunan juvenil fragmanlarından analiz yapılmıştır. Fragmanların, incelenen diğer kayaç parçalarına göre daha az gözenekli olduğu analizler sonucunda sayısal olarak belirlenmiştir (%13,6). Belirlenen parametrelere göre, incelenen üç ürün arasında jenetik bir ilişki görülememiştir.

4.1.9. Sonuçlar

Sonuç olarak, incelenen üç ürün de serbest kristaller, juvenil veya yabancı kayaç parçaları, cam kıymıkları ve matriks yönünden incelenmiş ve birbirinden farklı veya ortak özellikler ortaya çıkarılmıştır.

Ürgüp doğusu resedimanter ürünlerinde, plajiyoklazlarının hemen hepsi kırılmış, çatlamış biçimde görülürken, bazılarında iyi gelişmiş elek dokusu dikkat çekmektedir. İncelemelerde ürün, en az iki türde litik içermesinin yanı sıra, içerdiği cam kıymıkları şekilsizdir ve bazıları iri yuvarlak gözeneklere sahip pomzalar şeklinde görülmektedir. Cam kıymıklarının şekilleri, felsik magma bölümlenmesini işaret etmektedir. Yani ürünler yeniden çökelirken, komşu ignimbiritlerden pomza ve cam kıymığı içine almış olması muhtemeldir. Ürgüp doğusu resedimanter ürünleri, plajiyoklaz dışında başka türde çok az fenokristal içermesi, altere bir matrikse sahip olması ve cam kıymıklarının şekilleri bakımından diğer iki üründen ayırt edilir.

Eğrem Tepe ve Karain ürünleri birçok yönden birbirlerine benzemektedirler. Eğrem Tepe hyaloklastitleri, Karain volkaniklastik ürünlerine göre kristal yönünden daha zengin olsa da her ikisi de genel olarak serbest plajiyoklaz, kümülatif klinopiroksen ve çubuksu biyotit

fenokristalleri içerirler. Biyotit kristallerinin bükülmüş, kıvrılmış şekillerde görülmesi bunların birincil oluştuğuna işarettir. Karain volkaniklastik ürünleri ise juvenil ve yabancı kayaç parçalarınca çok daha zengin bir yapı sunmaktadır. Eğrem Tepe hyaloklastitleri, alt dokanağında bulunan dayka ait tek tip juvenil fragmanlar içerir. Eğrem Tepe ve Karain ürünleri, cam kıymıklarının büyüklüğü ve şekilleri bakımından da oldukça benzeşmektedir. İkisi de X-Y şekilli (cuspate) veya yuvarlak şekilli, lifsi gözeneklere sahip (pumiceous) cam kıymıkları içermektedir. İki ürün de bulundukları bölgeye yerleşirken, Ürgüp doğusu resedimanter kayaçlar gibi komşu ignimbiritlerden içerisine cam parçaları veya pomza almıştır. Hem Eğrem Tepe hyaloklastitleri hem de Karain volkaniklastik ürünlerinin matrikslerinin yoğun kalsiyum karbonat içermesi de bir başka benzer noktadır.

Tez kapsamında çalışılan bütün örnekler içerisinde fenokristal olarak olivin içeren tek birim Eğrem Tepe daykıdır. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin alt dokanağını oluşturan bu daykın plajiyoklazlarındaki kırlangıç kuyruğu yapısı ani soğuma belirtisidir.

Ürgüp doğusu resedimanter kayaçları ve Karain volkaniklastikleri, bünyelerinde farklı kökenlerden birçok kayaç parçası içermektedir. Her iki üründen de, büyük çap uzunluklarında ve çok sayıda içerdikleri volkanik kökenli kayaç parçalarından örnek alınıp, incelemeler yapılmıştır. Bu volkanik kökenli kayaç parçalarının kökenleri ve birbirleri ile ilişkileri belirlenmesi amaçlanmıştır. Ürgüp doğusu resedimanter kayaçları içerisinde Karacaören andezitik lavlarınının yanı sıra, fenokristal olarak plajiyoklaz ve klinopiroksen içeren kayaç parçaları çok yaygındır. Bu kayaç parçalarının Topuzdağ lavlarına ait oldukları, Geç Miyosen zaman aralığında, birimlerin yeniden çökelmesi esnasında üzerine düşmüş oldukları düşünülmektedir.

Karain volkaniklastiklerinin, içerisindeki kayaç parçalarının yuvarlaklaşmış durumda olması ve kalsiyum karbonatlı bir matrikse sahip olması sebebiyle, göl ortamında yeniden taşınarak oluştukları söylenebilir. Yani Karain ürünleri için “epiklastik” terimi de kullanılabilir [45].

4.2. Mineral Kimyası

Tez kapsamında çalışılan örnekler üzerinde Hacettepe Üniversitesi Elektron Mikroskobisi Laboratuvarı'nda 1.3. Çalışma Yöntemleri kısmında anlatılan standartlar ve şartlar ışığında mineral kimyası çalışmaları yapılmıştır. İncelenen örneklerde karşılaşılan her mineral türünden Elektron Dağılım Spektrometresi (EDS) yardımıyla kimyasal analizler yapılmış, elde edilen analiz sonuçlarından katyon değerleri hesaplanmış ve son olarak belirli mineraller için grafikler oluşturularak örneklerin birbirleri arasındaki kimyasal benzerlikler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çeşitli türlerden ve lokasyonlardan 30 örnek üzerinde EDS çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Örneklerde genel olarak plajiyoklaz, klinopiroksen, ortopiroksen, biyotit, olivin mineralleri yaygın olarak görülürken, Fe-Ti oksitler, apatit, zirkon, krom spinel gibi aksesuar fazlar da mevcuttur.

4.2.1. Feldispat Grubu Mineralleri

Feldispat mineralleri, eriyik halden kristal hale kadar geçirdiği süreç boyunca, bünyelerine aldıkları ana ve iz elementler ile ortam koşullarında gelişmiş kimyasal değişimleri yansıtabilirler [58]. Bu tez kapsamında ana element değişimleri izlenmiş ve feldispatlardaki kimyasal zonlanmalar belirlenmiştir.

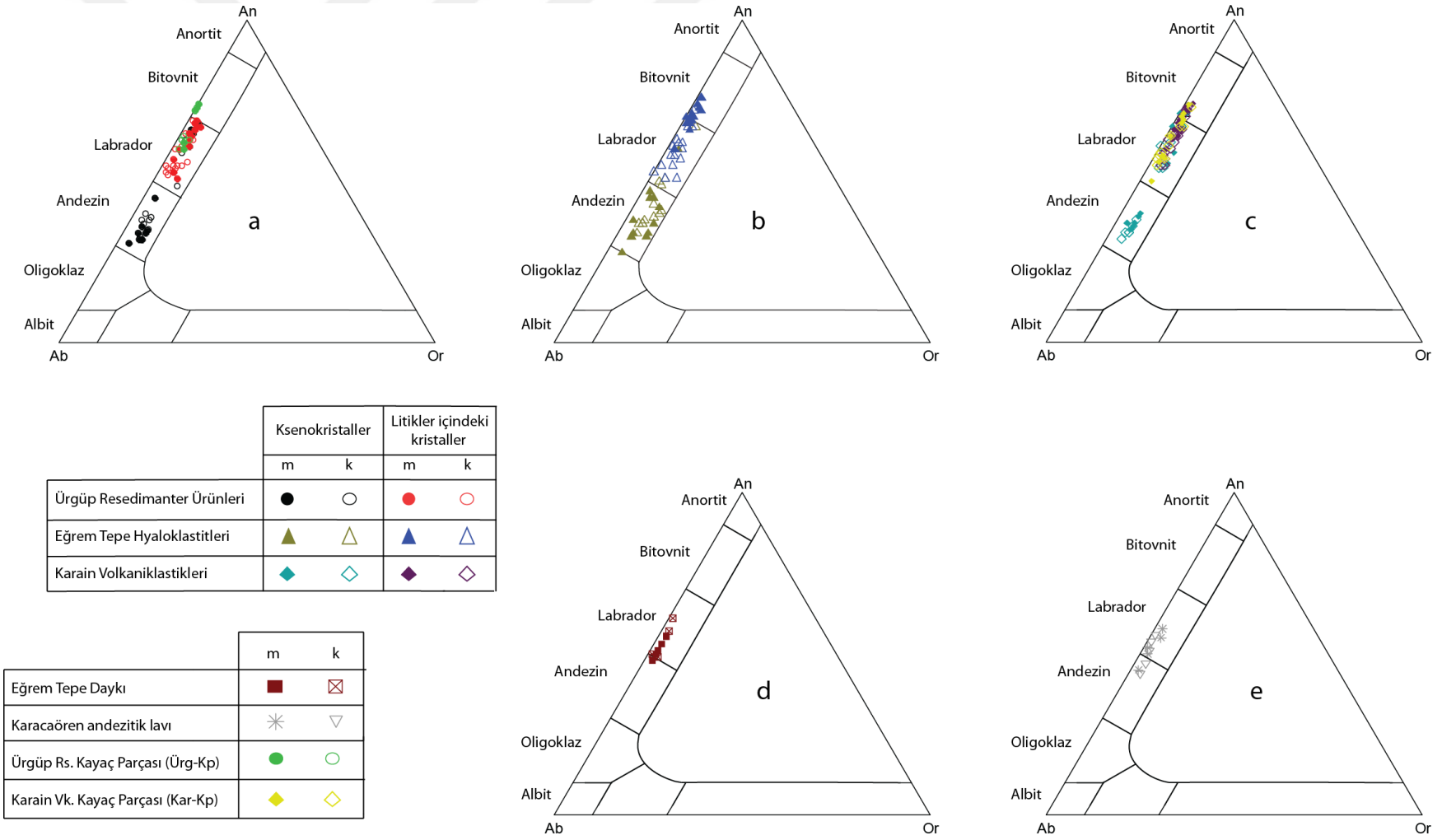
Tez kapsamında çalışılan bütün örneklerde görülen tek feldispat minerali plajiyoklazdır. Plajiyoklazlara hem serbest fenokristal, hem de mikrokristal veya mikrolit olarak belirgin şekilde rastlanmıştır. Ayrıca volkaniklastik ürünler içerisinde görülen juvenil veya yabancı kayaç parçalarının içerdiği plajiyoklazlardan da kimyasal analizler yapılmıştır. Daha önce 4.1. Hidrovolkanik ve Volkaniklastik Ürünlerin Petrografisi başlığında tanıtılan petrografik alt gruplara bağlı kalınarak grafikler bu grupları temsil edecek şekilde oluşturulmuştur. Feldispat grubu mineralleri Albit (Ab, $NaAlSi_3O_8$), Anortit (An, $CaAlSi_2O_8$) ve Ortoklaz (Or, $KAlSi_3O_8$) bileşenlerine göre sınıflandırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre Ürgüp doğusu resedimanter ürünlerinin (Ürg-Rs), matriks içindeki serbest kristallerinin genellikle andezin (An34-46) bileşiminde olduğu görülmüştür. Bu kristallerde anortit bileşiminin kenarlara doğru artması, plajiyoklazlarda ters zonlanmaya işaret etmektedir. Yabancı kayaç parçalarının içerdiği plajiyoklazlar ise labrador (An54-70) bileşimindedir ve genellikle normal zonlanma sunmaktadırlar yani kenar kısımlarına doğru anortit bileşeni azalmaktadır. Bazı kayaç parçalarındaki plajiyoklaz merkez ölçümlerinde bitovnit ölçülmüştür (Şekil 4.19.a).

Eğrem Tepe hyaloklastitlerinde (Eğt-Hy) matriks içindeki serbest plajiyoklazları, andezin (An30-48) bileşimindedir ve belirgin bir zonlanma sunmamaktadır. İçerdiği juvenillerin plajiyoklazlarının labrador-bitovnit (An52-75) aralığında olduğu görülmüştür. Bu juvenil parçaların hemen hemen hepsinde anortit değerinin kristal kenarlarına doğru azaldığı yani normal zonlanmanın olduğu merkez-kenar ölçümleriyle belirlenmiştir (Şekil 4.19.b).

Karain volkaniklastiklerine bakıldığında (Kar-Vk), matriks içindeki serbest plajiyoklaz fenokristallerinin andezin (An32-44) bileşiminde olduğu belirlenmiştir. İçerdiği gözenekli kayaç parçalarının (Kar-Kp) plajiyoklazlarının bileşimi, labrador-bitovnit (An42-74) aralığındadır (Şekil 4.19.c).

Eğrem Tepe daykı (Eğt-D) daha çok labrador (An50-61) bileşiminde plajiyoklaz içerirken (Şekil 4.19.d), Karacaören andezitik lavları (Krc-L) andezin-labrador (An45-59) aralığında plajiyoklazlar içermektedir (Şekil 4.19.e).

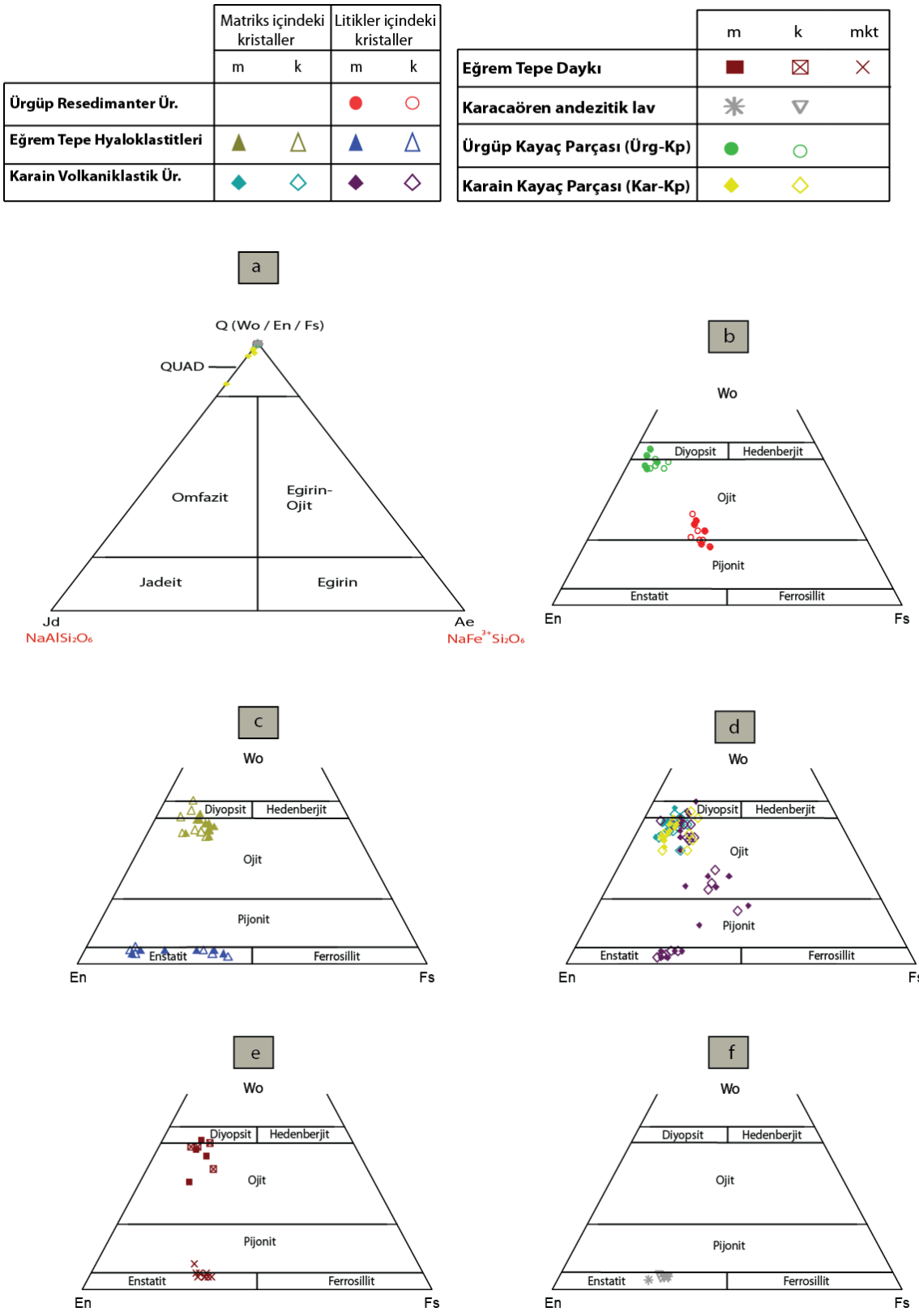


Şekil 4.19. Tez örneklerinin plajiyoklaz dağılımları. **(a)** Ürgüp resedimanter ürünlerinin (Ürg-Rs) ve kayaç parçalarının (Ürg-Kp) plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(b)** Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin (Eğt-Hy) Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(c)** Karain volkaniklastiklerinin (Kar-Vk) ve kayaç parçalarını (Kar-Kp)plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(d)** Eğrem Tepe daykının (Eğt-D) plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları, **(e)** Karacaören lavlarının (Krc-L) plajiyoklazlarının Ab-An-Or üçgenindeki dağılımları (m: merkez, k: kenar).

4.2.2. Piroksen Grubu Mineraller

Piroksenlerin kimyası, kristalleştikleri ortamda fizikokimyasal koşullara bağlı olarak sürekli değişebilir ve bu sebeple magmanın geçirdiği fizikokimyasal süreçler hakkında bilgi verebilirler [58]. Tez kapsamında üzerinde EDS çalışması yapılmış örneklerde karşılaşılan piroksen minerallerinin katyonik oranları, 6 oksijen anyonu baz alınarak hesaplanmıştır. Üzerinde kimyasal analiz uygulanan piroksenlerin tümü Morimoto [62]'nun önerdiği piroksen diyagramına göre QUAD (Wo-En-Fs) alanındadır (Şekil 4.20.a). QUAD grubunda bulunan piroksenler Vollastonit (Wo, $Ca_2Si_2O_6$), Enstatit (En, $Mg_2Si_2O_6$) ve Ferrosillit (Fs, $Fe_2Si_2O_6$) molar yüzdelerine göre yine Morimoto [62]'nun dörtgen (quadrilateral) diyagramında sınıflandırılmışlardır.

Ürgüp resedimanter ürünleri serbest fenokristal (ksenokristal) olarak hiç piroksen içermemektedir. Fakat içerisinde bulundurduğu kayaç parçalarında fenokristal ve mikrolit olarak rastlanılmaktadır. Ürünlerde sık rastlanan andezitik kayaç parçalarının (Ürg-Kp) piroksenleri genellikle ojit-diyopsit (Wo_{42-48}, En_{47-51}, Fs_{4-8}) ve Ürgüp resedimanter ürünlerinin incekesitleri içerisinde yer alan volkanik kökenli litiklerdeki piroksenler de daha çok ojit-pijeonit (Wo_{19-28}, En_{45-48}, Fs_{26-33}) bileşimindedirler (Şekil 4.20.b). Eğrem Tepe hyaloklastitlerinde matriks içinde serbest klinopiroksenler genellikle ojit (Wo_{40-50}, En_{42-50}, Fs_{7-12}) bileşimindedir. İçerdikleri juvenillere ait piroksenlerin bir kısmının enstatit (Wo_{2-4}, En_{56-64}, Fs_{32-42}) bileşiminde yani ortopiroksen oldukları anlaşılmıştır (Şekil 4.20.c). Karain volkaniklastik ürünleri hem serbest piroksen fenokristalleri hem de gözenekli kayaç parçalarında (Kar-Kp) bulunan piroksen fenokristalleri diyagramda hemen hemen aynı bölgeye düşmüşlerdir ve ojit (Wo_{35-48}, En_{44-50}, Fs_{7-15}) bileşimindedirler. Karain volkaniklastik ürünleri, önceki bölümlerde değinildiği gibi birden fazla türde volkanik kökenli litiğe (Litik I-II-III) sahiptir ve bu litiklerin birbirinden farklı piroksenlere (ojit, pijeonit, enstatit) sahip olduğu (Şekil 4.20.d)'deki diyagramda ortaya çıkmaktadır.

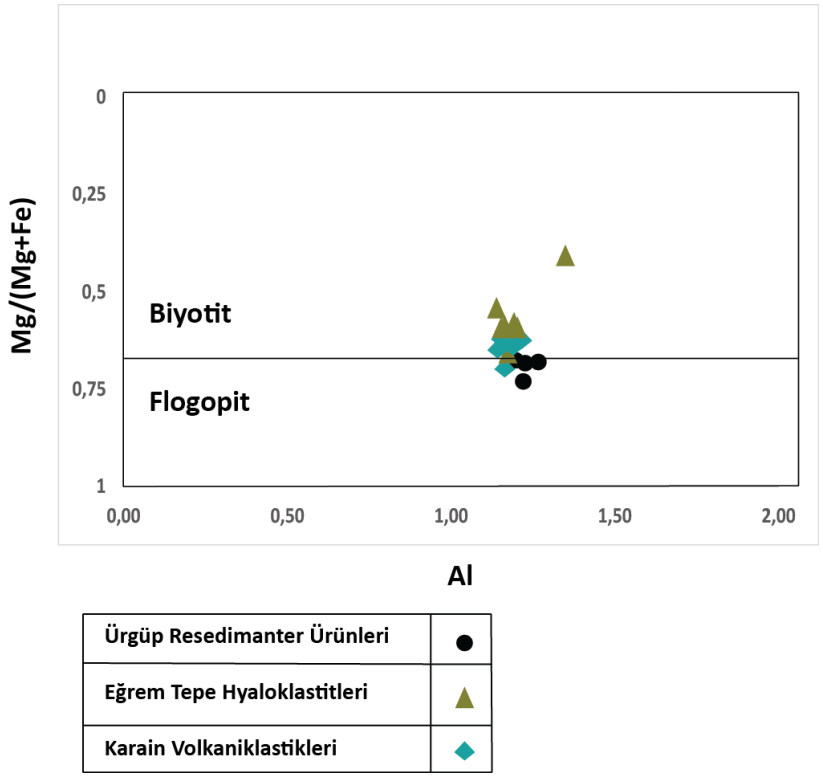


Şekil 4.20. Tez örneklerinin piroksen dağılımları. **(a)** Örneklerde incelenen piroksenlerin Q-Jd-Ae diyagramındaki dağılımları, **(b)** Ürgüp resedimanter ürünlerinde ve kayaç parçalarında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(c)** Eğrem Tepe hyaloklastitlerinde bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(d)** Karain volkaniklastik ürünlerinde ve kayaç parçalarında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(e)** Eğrem Tepe daykında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları, **(f)** Karacaören andezitik lavlarında bulunan piroksenlerin Wo-En-Fs diyagramındaki dağılımları (m: merkez, k: kenar, mkt: mikrokristal).

Eğrem Tepe daykında fenokristal olarak görülen piroksenler ojit (Wo_{37-46}, En_{41-53}, Fs_{9-15}), mikrolit olarak görülen piroksenler ise enstatit (Wo_{4-8}, En_{61-65}, Fs_{30-35}) bileşiminde görülmektedir (Şekil 4.20.e). Karacaören andezitik lavlarının ortopiroksenleri de enstatit (Wo_{3-5}, En_{65-71}, Fs_{26-30}) bileşiminde kendilerini göstermektedir (Şekil 4.20.f).

4.2.3. Mika Grubu Mineralleri

Mika grubu minerallerinden biyotit, tez kapsamında yapılan mikroskobik çalışmalarda, plajiyoklaz ve piroksenden sonra en çok rastlanılan mineraldir. Mikaların iyon sayıları 11 oksijen bazında hesaplanmıştır ve yapılan EDS analizleri sonucunda Guidotti'nin ideal biyotit diyagramı [63] üzerinde, Ürgüp resedimanter ürünleri (Ürg-Rs) içerisinde nadiren de olsa görülen mikaların flogopit, Eğrem Tepe hyaloklastiti (Eğt-Hy) ve Karain volkaniklastik ürünlerinde (Kar-Vk) ksenokristal olarak görülen mikaların biyotit bileşiminde olduğu görülmüştür (Şekil 4.21). İncelenen tüm biyotit minerallerinin Mg# değerleri ($100*(Mg/(Mg+Fe^{2+}))$ 41-73 aralığındadır. Mika grubu minerallerinin su içeriğinin yüksek olmasından dolayı mineral mikro analizlerinde toplam oksit miktarı 100'e tamamlanamamıştır.

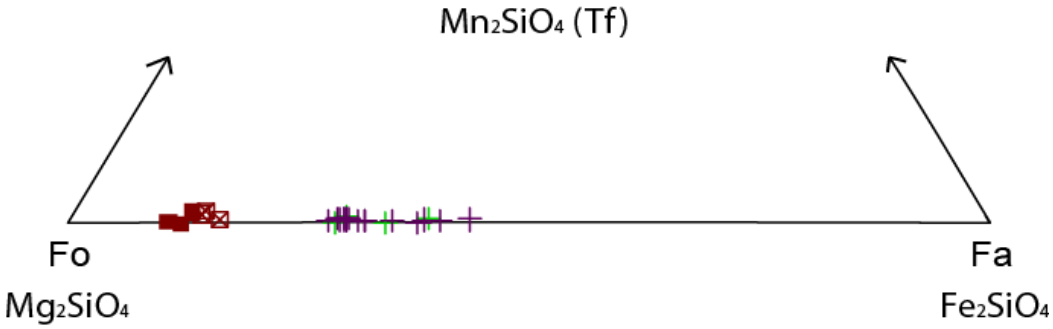


Şekil 4.21. İncelenen biyotit ksenokristallerinin Al iyonuna karşı $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ değerlerine göre çizilmiş diyagramda dağılımları.

4.2.4. Olivin Grubu Mineralleri

Olivin, magmanın fraksiyonel kristallenmesi esnasında ilk kristalleşen mineral fazlarından biridir ve Forsterit (Mg_2SiO_4) ile Fayalit (Fe_2SiO_4) uç bileşenleri arasında çeşitli bileşimlerde görülür. Olivinlerin bileşimini etkileyen faktör yapılarındaki Mg^{2+} ve Fe^{2+} iyonlarının birbirlerinin yerini almasıdır [58]. Tez kapsamında çalışılan örneklerde olivin genellikle mikrokristal veya mikrolit şeklinde görülmektedir. Fenokristal olarak olivin sadece Eğrem Tepe daykında yer almaktadır. Eğrem Tepe daykında (Eğt-D) yer alan olivin fenokristalleri genellikle yüksek forsterit içeriğine (Fo_{89-84}) sahiptir. Ürgüp resedimanter ürünlerin içerisindeki andezitik kayaç parçalarında (Ürg-Kp), tali bileşen olarak olivin mikrokrsitallerine rastlanmıştır. Ürgüp resedimanter ürünlerinde yaygın gözlenen andezitik kayaç parçalarında olivin bileşimleri (Fo_{71-65}) aralığındadır. Karain volkaniklastikleri (Kar-Vk) de Ürgüp resedimanter ürünlerine benzer şekilde gözenekli kayaç parçalarında (Kar-Kp) tali bileşen olarak olivin mikrolitleri bulunmaktadır. Karain gözenekli kayaç parçalarında (Kar-Kp) olivin (Fo_{64-55}) bileşimindedir (Şekil 4.22). Olivin minerali kolaylıkla hidrotermal alterasyondan etkilenir ve genellikle bu alterasyonun bir ürünü olarak serpantin mineralleri ($Mg_3[SiO_5](OH)_4$) oluşur [58]. Eğrem Tepe daykındaki olivin fenokristalleri kenarlarından veya orta kısımlarındaki çatlaklardan itibaren serpantinleşmeye başlamışlardır.

	m	k	mkt
Eğrem Tepe Daykı	■	⊠	
Ürgüp resedimanter ürünleri kayaç parçası			+
Karain volkaniklastik ürünleri kayaç parçası			+



Şekil 4.22. İncelenen olivin minerallerinin Fo-Fa arasındaki dağılımını gösteren diyagram (Fo: Forsterit, Fa: Fayalit, Tf: Tefroit, m: merkezden ölçüm, k: kenardan ölçüm, mkt: mikrokristal).

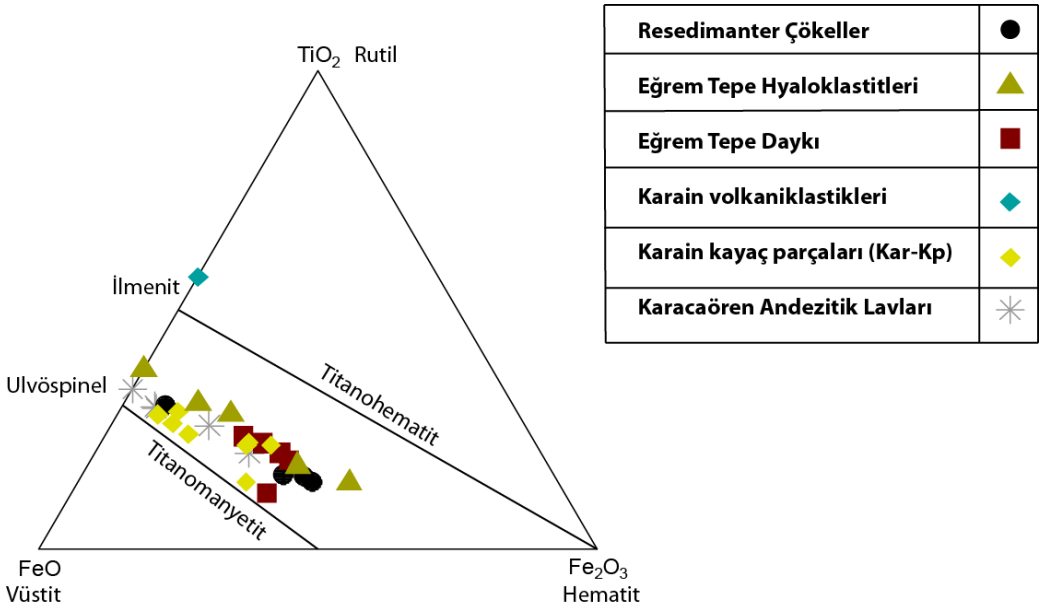
4.2.5. Spinel Grubu Mineralleri

Tez kapsamında çalışılan örneklerdeki opak mineraller üzerinde EDS analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sırasında Fe_2O_3 oksit değeri ölçülemediğinden katyon değerleri hesaplamasında bütün demir $^{+2}$ değerlikli kabul edilmiştir. FeO ve Fe_2O_3 değerleri Carmichael [64]'ın önerdiği yönteme göre yeniden hesaplanmştır.

Fe-Ti oksit mineralleri tez kapsamında çalışılan grupların hemen hemen hepsinde titanomanyetit bileşimindedir (Şekil 4.23). Ürgüp resedimanter çökelleri FeO miktarı % 40-50 arasında, Fe_2O_3 miktarı % 30-35, TiO_2 miktarı % 12-20 arasındadır.

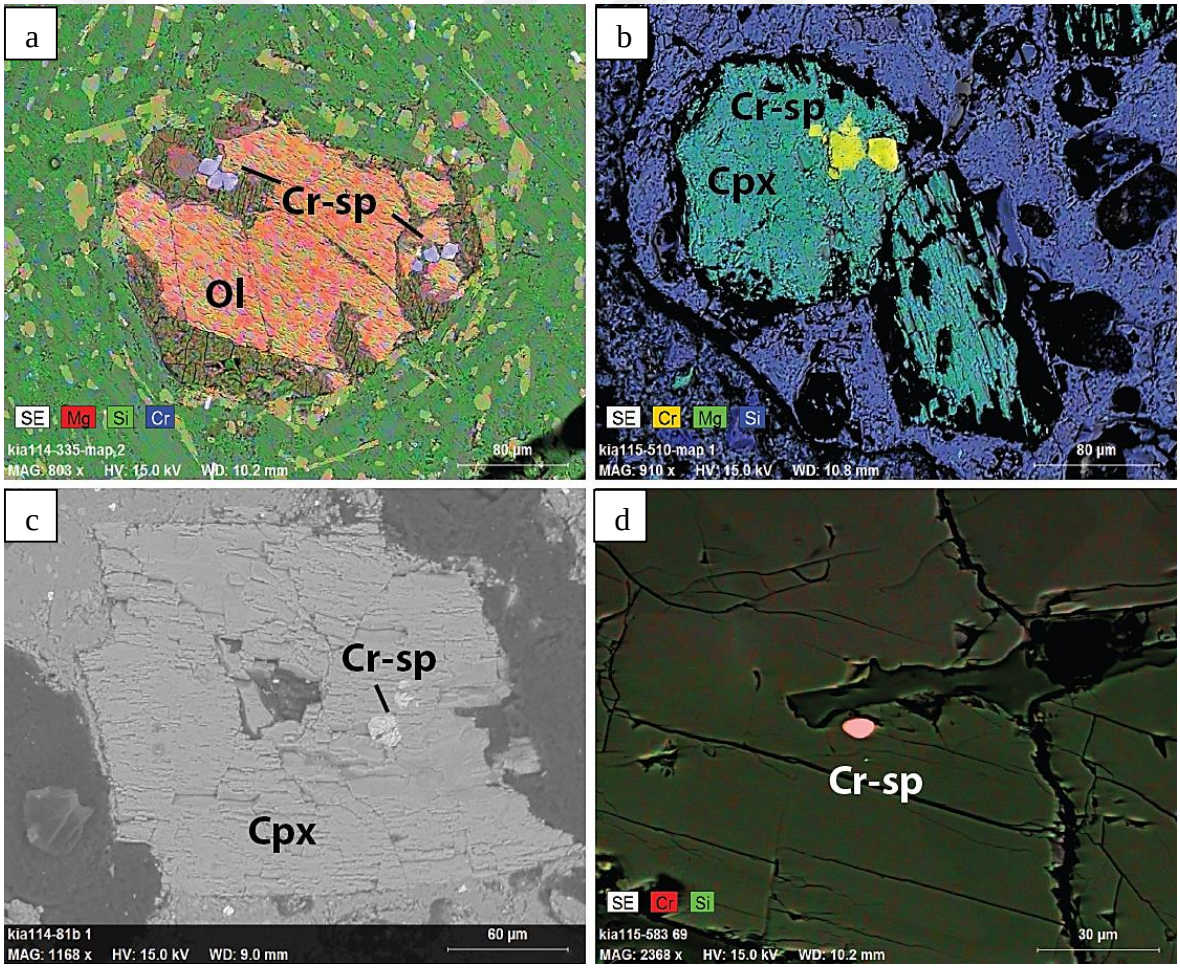
Eğrem Tepe hyaloklastitlerinde FeO miktarı %20-44 arasında, Fe2O3 miktarı % 17-35, TiO_2 miktarı da % 17-25 arasında değişmektedir.

Karain volkaniklastilerinde, matriks içerisinde serbest olarak nadiren de olsa Fe-Ti oksit minerallerine rastlanılmıştır. Bu minerallerin FeO miktarı % 45-53, TiO_2 miktarı % 42-54 arasındadır yani bu oksit mineralleri ilmenit bileşimindedir. Karain volkaniklastikleri içerisindeki juvenillerde, bileşim daha farklıdır. Bu örneklerde rastlanılan opak mineraller üzerinde yapılan EDS analizlerinde FeO miktarının % 25-40, Fe_2O_3 % 15-22, TiO_2 miktarının % 20-30 arasında olduğu görülmüştür. Karacaören andezitik lavlarının titanomanyetitlerinin FeO miktarı % 52-60, Fe2O3 miktarı % 17-27, TiO_2 miktarı da % 20-28 arasında değişkenlik göstermektedir. Son olarak Eğrem Tepe daykında genellikle özşekilli duran titanomanyetitlerin FeO miktarı % 15-44, Fe_2O_3 % 23-30, miktarı TiO_2 miktarı % 18-22 arasında ölçülmüştür.



Şekil 4.23. İncelenen örneklerdeki Fe-Ti oksit minerallerinin dağılımı.

Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastik ürünlerinin ortak olarak içerdiği bir başka spinel grubu mineral de krom spinellerdir. Krom spinel, Mg ve Al içeren oksit mineraller olan spinellerin kromca zengin üyesidir. Genellikle olivin, piroksen gibi mineraller içinde kapanım şeklinde bulunurlar [58]. Tez kapsamında çalışılan örneklerde Ürgüp resedimanter ürünlerinde krom spinellere hiç rastlanmamıştır. Eğrem Tepe hyaloklastitleri (Eğt-Hy), Karain volkaniklastikleri (Kar-Vk) ve Karain volkaniklastikleri içerisindeki gözenekli kayaç parçalarında (Kar-Kp) tali miktarda krom spinel minerallerini genellikle piroksen mineralleri içinde kapanım şeklinde içermektedirler (Şekil 4.24.b,c). Eğrem Tepe daykında (Eğt-D) olivin fenokristalleri içinde krom spinel kapanımlarına rastlanılmıştır (Şekil 4.24.a).



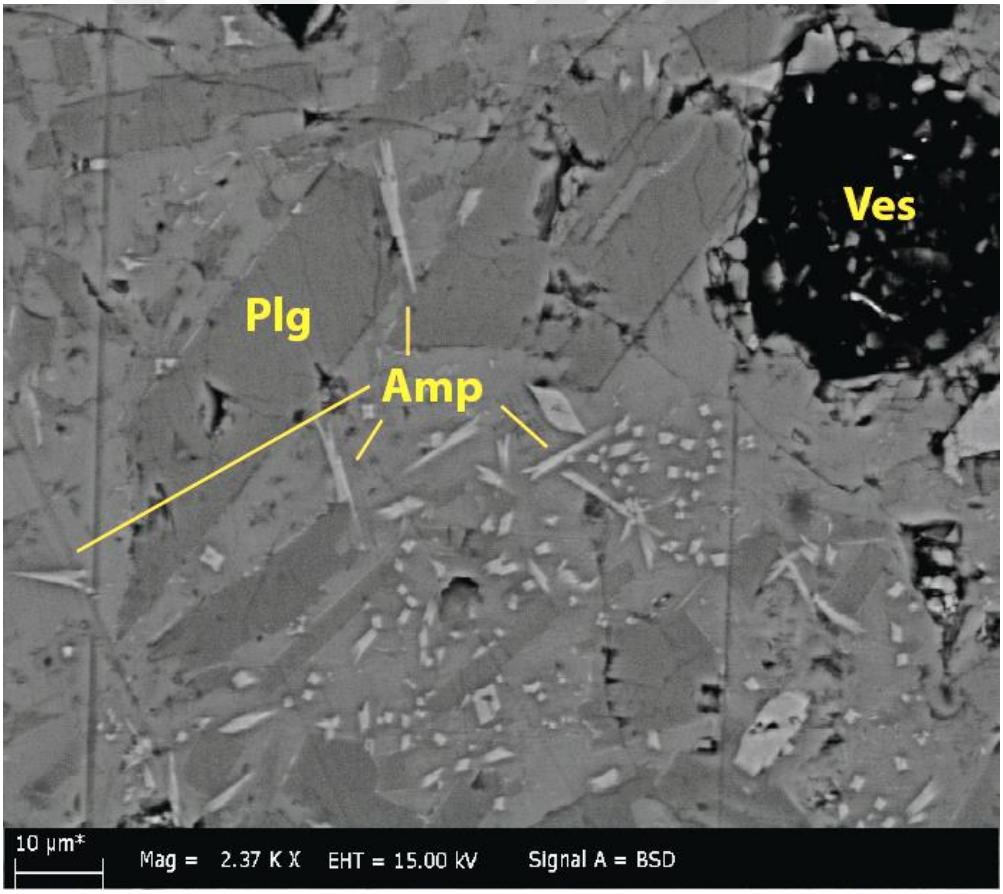
Şekil 4.24. Tez örneklerinde rastlanılan krom spinel mineralleri. **(a)** Eğrem Tepe daykında (Eğt-D)olivin içerisindeki krom spinel kapanımları, **(b)** Eğrem Tepe hyaloklastitleri (Eğt-Hy) klinopiroksen içinde krom spinel kapanımı, **(c)** Karain gözenekli kayaç parçaları (Kar-Kp) klinopiroksen içinde krom spinel kapanımı, **(d)** Karain volkaniklastik ürünlerinde (Kar-Vk) yer alan krom spinellerden birinin SEM görüntüsü.

4.2.6. Aksesuar Fazlar

Örneklerde önceki kısımlarda ayrı başlıklar altında incelenen mineraller dışında, birden fazla türde tali mineral de incelemeye dahil edilmiştir. Tez kapsamında çalışılan örneklerde karşılaşılan tali mineraller amfibol, epidot, klorit, apatit ve zirkondur.

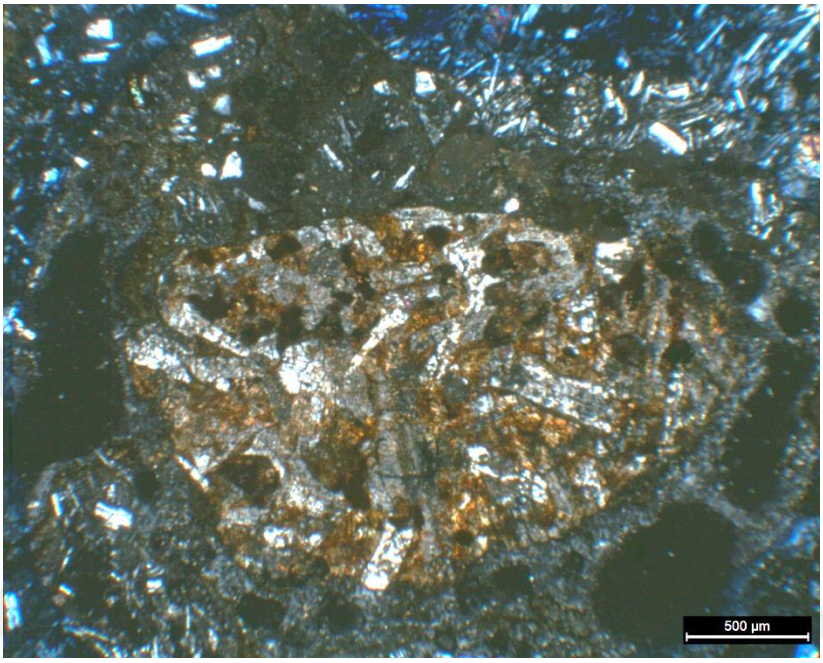
Amfibol mineralleri yalnızca Karain volkaniklastik ürünleri içerisindeki gözenekli kayaç parçalarında (Kar-Kp) çok küçük, iğnemsi şekillerde görülmüştür (Şekil 4.25). Mikalara benzer şekilde amfiboller de içerisinde belirli bir miktar su (H_2O) bulundurduğundan EDS analizlerinde, ana oksit değerleri 100'e tamamlanamamıştır.

İğnemsi (fibrous) amfiboller, önceden kristalleşmiş piroksen minerallerinin alterasyonu (uralitleşmesi) sonucunda oluşabilirler. Uralitleşme genellikle su bakımından zenginleşmiş bir eriyiğin içerisinde hidrotermal uçucuların pirokseni amfibol minerallerine dönüştürdüğü bir süreçtir [58].



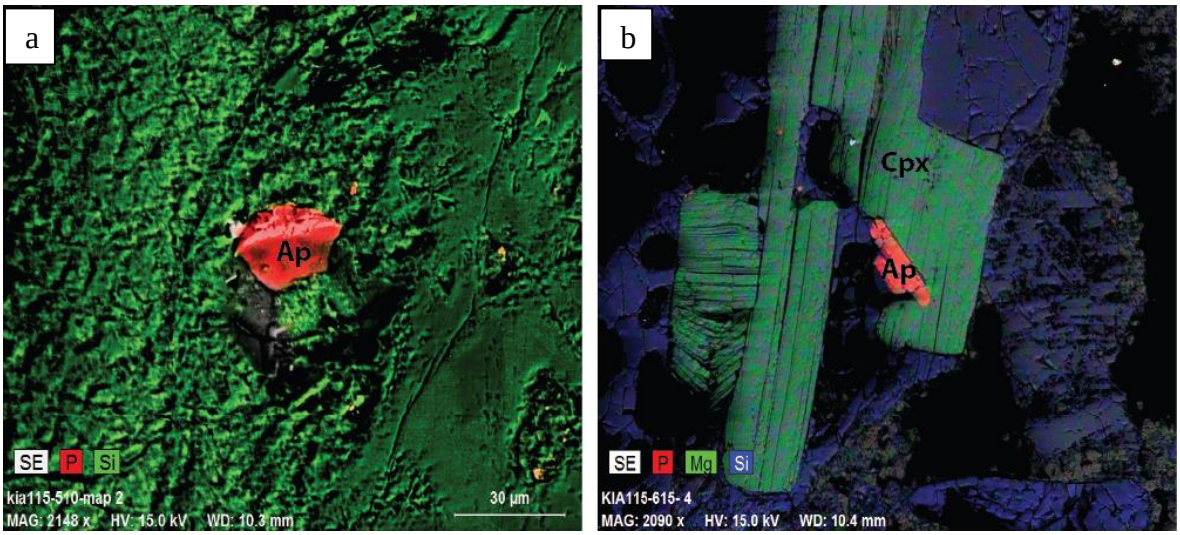
Şekil 4.25. Karain kayaç parçaları içerisindeki iğnemsi amfibol minerallerinin SEM görüntüsü.

Magma ve suyun etkileşimi sonucu oluşan ürünlerde özellikle hidrotermal alterasyon sonucu oluşmuş minerallere rastlanılır (Şekil 4.26). Tez kapsamında çalışılan volkaniklastik ürünlerde gözlenen epidot ve klorit mineralleri düşük-orta sıcaklık alterasyon mineralleridir. Hidrotermal alterasyonun yoğunlukla gözlendiği volkaniklastik ürünlerde epidotlar plajiyoklazların sossuritleşmesi, kloritler de piroksenlerin kloritleşmesi sonucu oluşmuşlardır [58].



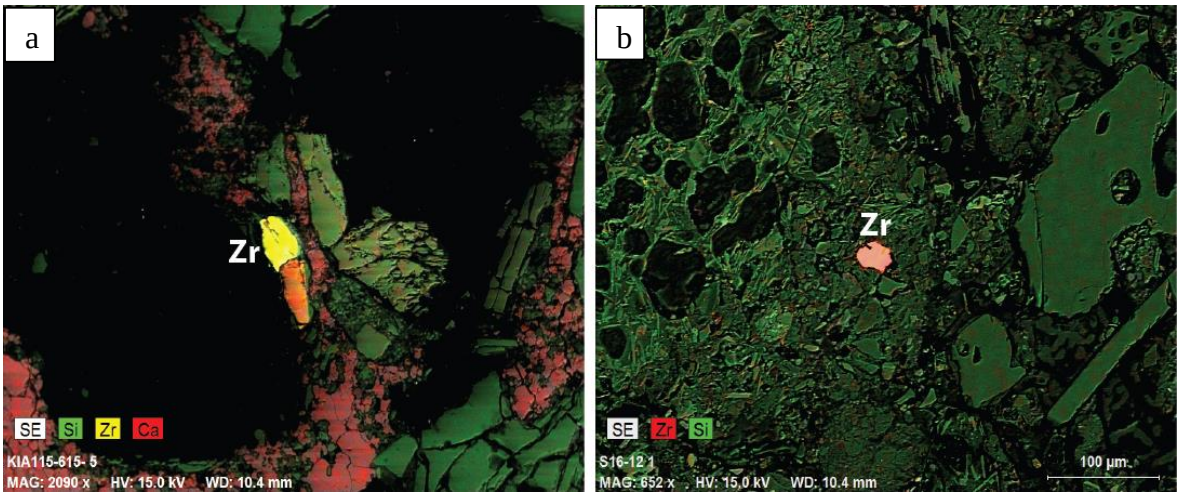
Şekil 4.26. Glomeroporfirik dokulu plajiyoklaz ve piroksen minerallerinin hidrotermal alterasyonu sonucu oluşan klorit ve epidot mineralleri (4x büyütme, 2. Nikol).

Apatit ($Ca_5(PO_4)_3(OH,F,Cl)$), özellikle magmatik kayaçların hemen her türünde görülebilen tali minerallerden biridir. Tez kapsamında çalışılan örneklerde sadece Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastik ürünleri içerisinde apatit mineraline rastlanmıştır. Genellikle Eğrem Tepe hyaloklastitleri içerisindeki klinopiroksenler içinde kapanım şeklinde görülürler (Şekil 4.27.b). Bazı apatitler F iyonu içermesinden dolayı flor-apatit olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4.27. Örneklerde rastlanılan apatit minerallerinin SEM görüntüleri. **(a)** Hamur içerisinde serbest halde apatit minerali, **(b)** Bir klinopiroksen içinde kapanım olarak görülen apatit minerali.

Tali minerallerden son olarak zirkon ($ZrSiO_4$) magmatik kayaçlarda sık rastlanılan fazlardan biridir. Magmatik kayaçlarda genellikle birincil kristalleşirler ve sıcaklığa, aşınmaya karşı dayanımlarının yüksek olması sebebiyle zirkon minerallerinden birimlerin yaşı çeşitli yöntemlerle saptanabilmektedir. Ürgüp resedimanter çökelleri ve Eğrem Tepe hyaloklastitleri içerisinde matriks içerisinde serbest halde özşekilsiz zirkon kristallerine rastlanmıştır (Şekil 4.28.a,b).



Şekil 4.28. Örneklerde rastlanılan bazı zirkon kristallerinin SEM görüntüleri. **(a)** Eğrem Tepe hyaloklastitleri (Eğt-Hy) içerisindeki zirkon kristalinin haritalanmış SEM görüntüsü, **(b)** Ürgüp resedimanter ürünlerinde (Ürg-Rs) içerisindeki zirkon kristalinin haritalanmış SEM görüntüsü.

4.2.7. Sonuçlar

Matriks içerisindeki serbest plajiyoklaz ksenokristallerinin, belirlenmiş mineral kimyaları ışığında Ürgüp resedimanter ürünleri ve Karain volkaniklastiklerinin, andezin bileşimli plajiyoklaz içerdikleri ve özellikle Ürgüp resedimanter ürünlerinin andezinlerinin ters zonlanma sunduğu görülmüştür. Plajiyoklazlardaki ters zonlanma merkezin Na'ca, kenarların Ca'ca daha zengin olması demektir ve bunu oluşturan sebep magmanın kristallenme sürecindeki değişimlerdir [58]. Bu değişimleri oluşturan sebepler magma karışımı, kabuksal kirlenme gibi süreçlerden kaynaklanabilir [65]. Ürünler içerisindeki plajiyoklazların elek dokusu sunmaları da yine ortam koşullarının sonradan değiştiğine bir başka kanıttır. Eğrem Tepe daykının plajiyoklazları labrador bileşimindedir ve Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin juvenilleri üzerinde yapılan EDS analiz sonuçları da buna benzer bileşimler göstermektedir. Karacaören andezitik lavları da andezin-labrador arasında bileşim sunmaktadır ve Ürgüp resedimanter ürünleri içerisindeki yabancı kayaç parçalarından alınan EDS analizleriyle kısmen uyuşmaktadır.

Piroksenlere bakıldığında tüm volkaniklastik ürünlerin klinopiroksenlerinin ojit bileşiminde olduğu görülmüştür. İncelenen gruplar içerisinde, sadece Ürgüp doğusu resedimanter ürünlerinin (Ürg-Rs) içerisinde piroksen mineraline rastlanmamıştır fakat andezitik kayaç parçaları (Ürg-Kp) ojit içermektedir. Resedimanter veya volkaniklastik ürünlerin içerdiği yabancı kayaç parçaları farklı kökenlerden geldiğinden, piroksen bileşimleri ojit-pijeonit-enstatit gibi geniş bir aralıkta görülmüştür. Ojit mineralleri özellikle genellikle bazik veya ortaç magmalarda gerçekleşen hızlı soğuma sonucu oluşan bir klinopiroksen türüdür [58].

Biyotit tez kapsamında sık rastlanan bir başka mineraldir. Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastik ürünlerinin iri biyotit kristalleri birbirine çok yakın bileşimdedirler. Ürgüp resedimanter ürünleri, bunlardan farklı olarak flogopit bileşimine daha yakın mikalar içermektedir.

Volkaniklastikler içerisindeki yabancı kayaç parçaları içerisinde mikrokristaller şeklinde görülen olivinler, Eğrem Tepe daykında (Eğt-D) iri fenokristaller olarak ortaya çıkmışlardır. Daykın içerdiği olivinler Mg'ca zengindir (Fo_{89-84}) ve birimin bazik bir magmadan türediğini göstermektedir. Ürgüp ve Karain volkaniklastik ürünleri içerisindeki kayaç parçalarının olivin mikrokristalleri, kısmen birbirine yakın bileşimdedirler (Fo_{71-60}).

Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastik ürünleri genellikle aynı aksesuar fazlara sahiptir. Her iki ürün de apatit, zirkon ve krom spinel bulundurmaktadır.

5. JEOKİMYA

5.1. Giriş

Ürgüp civarında gözlenen daha önce tanımlanmamış volkaniklastik, hidrovolkanik ürünlere ve ilişkili olduğu düşünülen sokulum veya lavlara ait toplamda 28 adet örnek üzerinde ana oksit, iz element ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Analizler Kanada'daki ACME laboratuvarlarında 1.3. Çalışma Yöntemleri başlığı altında anlatılan koşullarda gerçekleştirilmiştir.

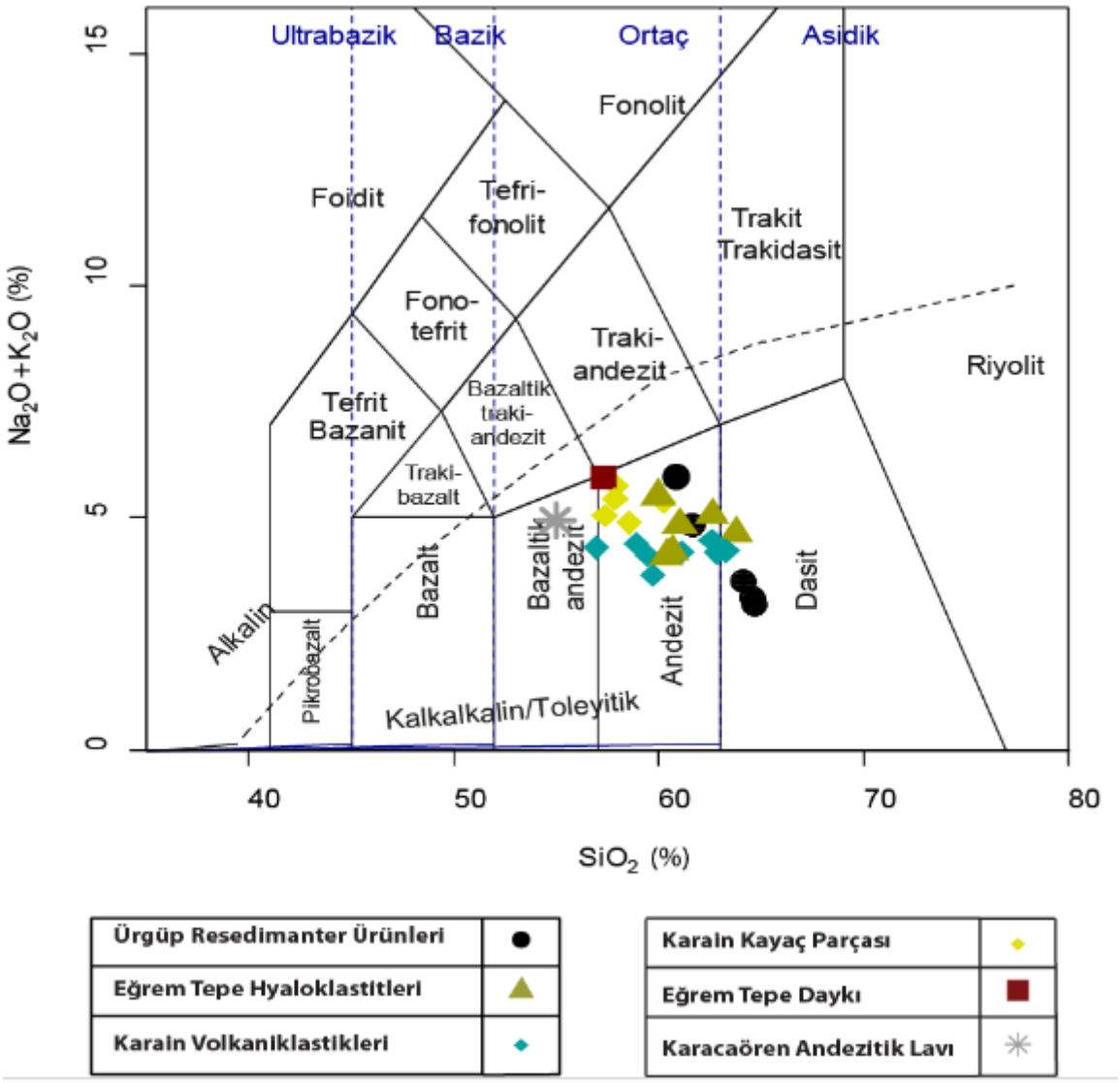
Ana oksit ve iz element analizlerinin gerçekleştirilmesi için bulundukları grubu en iyi temsil edecek şekilde Ürgüp resedimanter ürünlerinden 5 adet, Eğrem Tepe hyaloklastitleri için 7 adet, Karain volkaniklastikleri için 7 adet, Karain gözenekli andezitik kayaç parçaları için 5 adet, Eğrem Tepe daykından 1 adet ve Karacaören andezitik lavlarından 1 adet örnek seçilmiştir.

5.2. Ana Oksit Analizleri

Örneklerin kimyasal değerlendirmelerinin öncesinde kayaçların toplam alkali ($Na_2O + K_2O$) ve SiO_2 yüzdeleri susuz bazda yeniden hesaplandıktan sonra Le Bas *vd.* [66]'nin önerdiği TAS (Toplam Alkali-Silis) diyagramı üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5.1). Alkali / kalkalkali ayrımını ifade etmesi için Irvine ve Baragar [67] eğrisi diyagram üzerinde çizilmiştir. Ayrıca benzer mineralojik içeriğe sahip kayaçlar arasındaki farklılıkları belirlemek için örneklerin CIPW normları da hesaplanmıştır.

TAS diyagramına bakıldığında tez kapsamında çalışılan örneklerin büyük bir çoğunluğunun ortaç bileşimde olduğu görülmektedir. Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastik ürünleri andezit alanındayken Ürgüp resedimanter ürünleri daha çok dasit alanında yer almışlardır. Patlayan magmanın karakterinin ve bileşiminin en büyük belirleyicileri olan juvenil kayaç parçalarına bakıldığında hem Ürgüp hem de Karain volkaniklastik ürünlerinin içerdiği kayaç parçaları andezit alanındadırlar.

Eğrem Tepe daykı, analize gönderilen tüm kayaçlar içerisinde en yüksek toplam alkali ($Na_2O + K_2O$) içeriğine sahip olan kayaç olarak görülmektedir. Dayk, TAS diyagramına göre andezit – trakiandezit bileşimindedir. Ürgüp resedimanter ürünleri içerisinde kayaç parçaları bulunan Karacaören lavı da diyagrama göre bazaltik andezit olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 5.1. Bütün örneklerin toplam alkali-silis diyagramındaki dağılımları [66].

Tez kapsamında çalışılmış ürünlerin, Kapadokya Volkanik Provensi'ndeki (KVP) diğer birçok kayaç gibi kalkalkalin karakterde olduğu görülmektedir. Avrupa ve Arap-Afrika plakalarının Üst Miyosen'de çarpışması sonucu oluşan KVP'de yüzeylenen magmatik kayaçların genelde ortaç – asidik karakterde olduğu bilinmektedir [9]. Le Bas *vd.* [66] sınıflamasına göre Ürgüp civarında gözlenen tüm ürünler (Ürgüp resedimanter ürünleri, Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastikleri) silise aşırı doygun (oversaturated) ortaç kayaçlardan (SiO2 %54-70) oluşmaktadır. CIPW normlara bakıldığında incelenen örneklerin hepsinin normatif kuvars içerip hiç normatif nefelin (feldispatoid) içermemesi birimlerin silise aşırı doygun olduğunu gösterir.

Çizelge 5.1. İncelenen örneklerin ana oksit değerleri ve CIPW normları (LOI: Ateşte kayıp değeri, loss on ignition).

Örnek no.	KIA115-621	KIA114-342	KIA114-343	KIA114-344	KIA115-508	KIA115-509	KIA115-510	KIA115-511	KIA115-614	KIA115-615
TAS	Andezit	Andezit	Dasit	Dasit	Dasit	Dasit	Andezit	Dasit	Andezit	Andezit
Grup	Kayaç Parçası	Ürgüp Res.	Ürgüp Res.	Ürgüp Res.	Ürgüp Res.	Eğrem hy.	Eğrem hy.	Eğrem hy.	Eğrem hy.	Eğrem hy.
Ana oksit (%)										
SiO2	58,56	57,85	58,27	57,74	56,98	57,14	54,68	59,1	55,85	52,76
TiO2	1,31	1,3	1,19	1,18	1,25	0,8	1,01	0,19	1,15	0,86
Al2O3	17,97	17,1	15,2	15,83	16,2	15,04	16,16	12,25	18,01	15,08
FeO(t)	4,95	4,95	5,65	5,31	4,83	4,02	5,42	3,11	4,76	4,45
MnO	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,04	0,1	0,1	0,03	0,03
MgO	1,21	0,83	1,3	1,26	1,47	1,75	1,83	2,78	1,11	1,71
CaO	5,77	5,98	4,81	4,54	3,97	6,02	6,26	3,05	6,1	8,13
Na2O	3,6	2,83	1,64	2,04	1,96	2,22	2,36	1,17	3,63	2,07
K2O	2,05	1,72	1,19	1,21	0,92	1,96	1,49	2,16	1,46	1,59
P2O5	0,2	0,66	0,16	0,25	0,14	0,19	0,26	0,03	0,53	0,24
LOI	3,4	5,9	9,7	9,8	11,5	10,2	9,7	15,6	6,7	12,4
Toplam	99,08	99,17	99,15	99,19	99,24	99,38	99,27	99,54	99,33	99,32
CIPW Norm										
Kuvars	13,4	19,74	28,89	27,11	28,97	19,95	16,4	31,1	13,09	15,05
Plajiyoklaz	57,28	49,3	36,69	38,15	35,37	44,07	49,07	24,84	57,52	44,67
Ortoklaz	12,11	10,16	7,03	7,15	5,44	11,58	8,81	12,76	8,63	9,4
Nefelin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Korund	0	1,29	2,85	3,51	5,1	0	0	2,51	0,64	0
Diyopsit	0,42	0	0	0	0	2,79	0,22	0	0	9,72
Hipersten	9,12	8,38	10,9	10,22	9,79	8,52	12,12	12,05	8,97	5,52
Vollastonit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olivin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İlmenit	2,49	2,47	2,26	2,24	2,37	1,52	1,92	0,36	2,18	1,63
Manyetit	0,39	0,39	0,45	0,42	0,39	0,32	0,43	0,25	0,38	0,36
Apatit	0,46	1,53	0,37	0,58	0,32	0,44	0,6	0,07	1,23	0,56

Çizelge 5.1. İncelenen örneklerin ana oksit değerleri ve CIPW normları (LOI: Ateşte kayıp değeri, loss on ignition) (devam ediyor)

Örnek no.	KIA115-616	KIA115-620	KIA114-070	KIA114-071	KIA114-081A	KIA114-081B	KIA115-611	KIA114-068	KIA114-082	KIA115-572
TAS	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Andezit	Dasit	Andezit	Andezit
Grup	Eğrem hy.	Eğrem hy.	Karain Kp.	Karain Kp.	Karain Kp.	Karain Kp.	Karain Kp.	Karain Vk.	Karain Vk.	Karain Vk.
Ana oksit (%)										
SiO2	56,47	58,41	55,73	57,25	59,12	57,08	56,9	56,62	57,12	54,34
TiO2	0,97	1,14	0,88	0,91	0,9	0,97	0,95	0,4	0,8	0,68
Al2O3	16,31	18,78	17,46	17,26	17,59	18,65	17,76	15,28	16,45	14,25
FeO(t)	4,91	1,8	4,82	4,48	4,26	4,72	4,58	6,67	5,45	8,5
MnO	0,03	0,01	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,07	0,12	0,07
MgO	1,66	0,81	2,95	3,01	2,47	2,82	2,97	2,67	2,2	2,45
CaO	4,49	3,65	9,47	9,2	7,87	7,84	9,04	3,77	6,62	6,26
Na2O	2,57	2,41	3,35	3,32	3,78	3,93	3,51	2,74	2,65	2,4
K2O	1,99	2,35	1,55	1,47	1,45	1,67	1,81	1,09	1,34	1,02
P2O5	0,27	0,13	0,36	0,35	0,21	0,25	0,24	0,08	0,16	0,12
LOI	9,6	10,1	2,6	1,9	1,6	1,2	1,4	9,3	6,3	8,8
Toplam	99,27	99,59	99,26	99,24	99,33	99,22	99,25	98,69	99,21	98,89
CIPW Norm										
Kuvars	19,5	26,2	7,11	9,61	11,33	6,48	6,98	19,79	16,47	14,78
Plajiyoklaz	42,26	37,65	56,37	55,94	58,73	61,57	57,06	41,37	51,46	45,4
Ortoklaz	11,76	13,89	9,16	8,69	8,57	9,87	10,7	6,44	7,92	6,03
Nefelin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Korund	2,41	5,95	0	0	0	0	0	2,93	0	0
Diyopsit	0	0	13,7	12,75	9,02	7,38	13,11	0	2,32	4,4
Hipersten	10,89	3,19	7,42	7,45	7,54	9,92	7,28	17,38	12,43	17,23
Vollastonit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olivin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İlmenit	1,84	2,17	1,67	1,73	1,71	1,84	1,8	0,76	1,52	1,29
Manyetit	0,39	0,14	0,39	0,36	0,35	0,38	0,36	0,54	0,43	0,68
Apatit	0,63	0,3	0,83	0,81	0,49	0,58	0,56	0,19	0,37	0,28

Çizelge 5.1. İncelenen örneklerin ana oksit değerleri ve CIPW normları (LOI: Ateşte kayıp değeri, loss on ignition) (devam ediyor)

Örnek no.	KIA115-583	KIA115-584	KIA115-585	KIA115-590	KIA115-592	KIA114-335	KIA115-575
TAS	Dasit	Andezit	Dasit	Andezit	Andezit	Andezit	Bazaltik and.
Grup	Karain vk.	Karain vk.	Karain vk.	Karain vk.	Karain vk.	Eğrem dayk	Karacaören lav
Ana oksit (%)							
SiO2	58,73	56,37	59,15	51,76	55,89	56,43	53,37
TiO2	0,76	0,83	0,68	0,77	0,9	1,06	1,04
Al2O3	16,71	16,19	15,85	14,97	16,51	17,03	17,5
FeO(t)	4,5	6,53	4,72	4,39	6,04	5,98	7,07
MnO	0,08	0,09	0,1	0,07	0,11	0,11	0,14
MgO	1,6	2,48	1,53	2,06	2,64	4,58	3,5
CaO	5,79	7,52	5,03	12,25	7,7	6,53	8,71
Na2O	2,51	2,73	2,42	2,71	2,9	4,14	3,25
K2O	1,47	1,25	1,73	1,25	1,32	1,65	1,56
P2O5	0,15	0,17	0,15	0,18	0,2	0,31	0,22
LOI	7	4,9	8	8,9	4,9	1,3	2,7
Toplam	99,3	99,06	99,36	99,31	99,11	99,12	99,06
CIPW Norm							
Kuvars	21,18	13,62	22,61	7,01	11,92	3,78	3,31
Plajiyoklaz	48,98	51,33	44,45	47,92	52,67	58,04	56,05
Ortoklaz	8,69	7,39	10,22	7,39	7,8	9,75	9,22
Nefelin	0	0	0	0	0	0	0
Korund	0,82	0	1,21	0	0	0	0
Diyopsit	0	6,7	0	22,88	7,32	6,03	11,01
Hipersten	10,48	12,64	10,85	0	11,84	17,01	13,72
Vollastonit	0	0	0	2,98	0	0	0
Olivin	0	0	0	0	0	0	0
İlmenit	1,44	1,58	1,29	1,46	1,71	2,01	1,98
Manyetit	0,36	0,52	0,38	0,35	0,48	0,48	0,57
Apatit	0,35	0,39	0,35	0,42	0,46	0,72	0,51

CIPW norm değerleri ışığında (Çizelge 5.1) özellikle TAS diyagramında dasit alanında görülen örneklerin normatif kuvars içeriklerinin de yüksek olduğu görülmektedir (% 19-31). Ortopiroksen, tez kapsamında çalışılan örneklerde sık görülmeyen bir faz olmasına rağmen normatif hipersten hemen hemen her örnekte %7-17 aralığında çıkmıştır. Bunun nedeni önceden oluşmuş ortopiroksenlerin başka minerallere dönüşmesi olabilir. Eğrem Tepe daykı (Örnek no. KIA114-335) içerisinde olivin bulundurmasına rağmen normatif olivini hiç içermemesi dikkat çekicidir.

5.3. İz Element Jeokimyası

Kayaçlar içerisinde çok düşük oranlarda (< % 0.1) bulunan ve genel olarak kayaç oluşturan minerallerde ana elementlerin yerine geçen elementler iz element (trace elements) olarak isimlendirilir [65]. İz elementlerin iyon çapları ve elektronegativitelerine göre davranışları değişiklik göstermektedir. Manto ergimeye başladığında mineral fazında yer almayı seçen elementlere uyumlu (compatible) iz elementler, eriyikte kalmayı seçenlere ise uyumsuz (incompatible) iz elementler denmektedir [68]. İz element analizlerinde özellikle resedimanter ve volkaniklastik kayaçlarda, aynı grup içerisinde değişken iz element değerleri ölçülmüştür (Çizelge 5.2). Bunun sebebi bu klastik kayaçların, birden fazla türde, farklı kökenlerden kayaçlar barındırmasıdır.

Çizelge 5.2. İncelenen kayaçların iz element ve nadir toprak element analiz sonuçları (ppm).

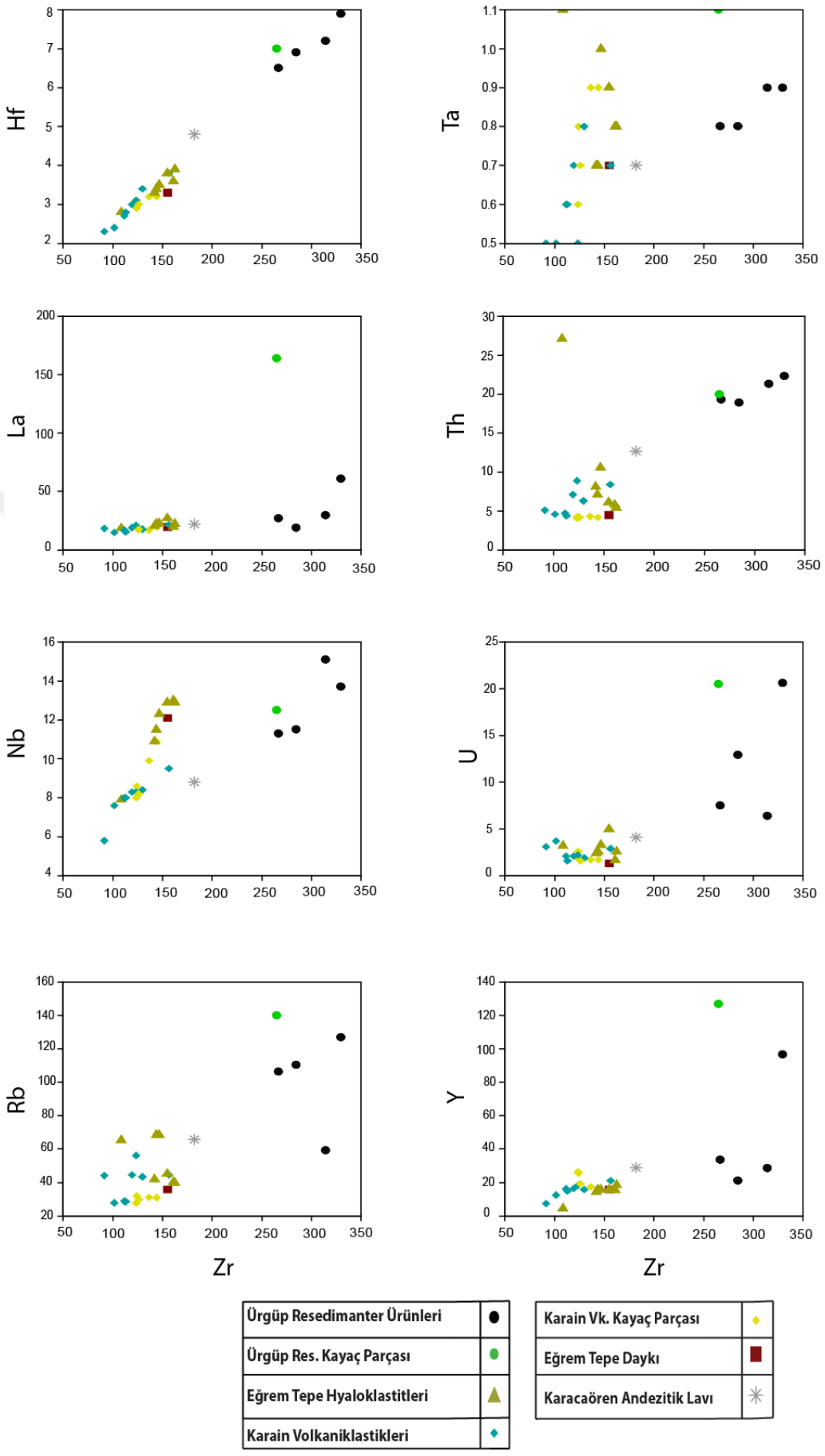
Gr.	Ürgüp Resedimanter Ürünleri				Ürgüp Kayaç p.	Eğrem T. Dayk	Eğrem Tepe Hyaloklastitleri			
No.	KIA4-342	KIA4-343	KIA4-344	KIA5-508	KIA5-621	KIA114-335	KIA5-509	KIA5-510	KIA5-511	KIA5-614
Ba	870	423	356	361	505	271	369	349	358	268
Be	3	4	<1	1	<1	4	1	<1	2	1
Co	13,9	24,5	21,9	17,5	13,3	27,7	10,8	20,9	26,8	17,2
Cs	17,2	35,9	29,4	11,0	8,5	2,0	6,8	5,7	3,7	2,3
Ga	14,9	14,4	14,5	18,7	16,7	13,4	14,0	16,2	12,1	14,9
Hf	7,9	6,9	6,5	7,2	7,0	3,3	3,5	3,6	2,8	3,9
Nb	13,7	11,5	11,3	15,1	12,5	12,1	12,3	13,0	7,9	12,9
Rb	127,0	110,5	106,3	59,1	140,2	35,8	68,4	40,2	65,4	39,8
Sn	3	3	3	3	2	1	1	<1	<1	1
Sr	399,6	397,7	334,9	493,1	396,5	512,6	457,0	540,9	219,9	572,6
Ta	0,9	0,8	0,8	0,9	1,1	0,7	1,0	0,8	1,1	0,8
Th	22,3	18,9	19,3	21,3	20,0	4,5	10,6	5,8	27,1	5,4
U	20,6	12,9	7,5	6,4	20,5	1,3	3,3	1,7	3,2	2,6
V	155	194	227	194	219	110	93	89	45	94
W	40,0	84,1	20,8	24,3	64,5	79,3	38,1	37,9	40,3	43,0
Zr	330,0	284,9	266,9	314,5	265,3	155,0	146,7	160,9	108,4	162,3
Y	96,6	21,0	33,5	28,6	126,8	15,7	15,7	15,3	4,5	18,5
La	61,0	18,9	26,9	29,8	163,8	19,6	23,0	19,8	18,6	22,4
Ce	113,8	39,8	54,4	59,7	400,1	40,0	41,7	37,1	38,1	40,4
Pr	14,95	4,48	6,58	7,20	53,99	4,41	4,69	4,28	2,76	4,72
Nd	60,3	16,7	24,5	28,2	225,0	16,2	16,4	16,2	8,5	17,5
Sm	13,62	3,48	5,45	6,01	48,35	3,36	3,18	3,19	1,10	3,77
Eu	2,63	0,80	1,20	1,27	9,46	1,17	0,96	1,06	0,30	1,29
Gd	14,73	3,88	5,99	5,81	40,86	3,33	2,92	3,29	0,93	3,77
Tb	2,38	0,63	0,93	0,90	5,97	0,49	0,47	0,47	0,14	0,58
Dy	15,27	3,80	5,98	5,66	31,84	3,25	2,95	2,92	0,76	3,16
Ho	3,38	0,83	1,23	1,02	5,51	0,59	0,56	0,56	0,16	0,68
Er	9,97	2,40	3,64	3,06	14,47	1,55	1,57	1,55	0,47	1,93
Tm	1,43	0,36	0,52	0,44	2,10	0,23	0,24	0,21	0,08	0,29
Yb	9,51	2,12	3,53	2,87	13,60	1,45	1,47	1,34	0,59	1,80
Lu	1,40	0,34	0,52	0,40	1,87	0,22	0,25	0,23	0,10	0,26
Mo	0,6	0,5	0,4	0,1	0,3	0,4	<0.1	0,1	0,2	0,4
Cu	44,7	59,3	45,7	42,1	39,5	13,4	14,9	14,5	7,9	18,0
Pb	5,6	5,7	7,4	5,2	2,5	0,8	4,3	3,0	5,2	4,9
Zn	20	24	23	19	18	16	27	28	28	36
Ni	6,6	11,2	10,2	4,8	1,8	41,4	22,1	36,2	53,8	34,5
As	9,7	8,1	4,2	2,2	6,7	0,7	3,8	5,6	3,2	5,7
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Hg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1,2	<0.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Çizelge 5.2. İncelenen kayaçların iz element ve nadir toprak element analiz sonuçları (pm) (devam ediyor).

Gr.	Eğrem Tepe Hy.			Karain Volkaniklastikleri						
No.	KIA 5-615	KIA5-616	KIA5-620	KIA4-082	KIA5-572	KIA5-583	KIA5-584	KIA5-585	KIA5-590	KIA5-592
Ba	471	503	582	301	401	319	278	323	339	347
Be	1	2	<1	<1	<1	1	2	1	<1	2
Co	10,8	14,9	3,9	26,7	22,3	25,5	20,5	18,5	16,2	21,6
Cs	6,1	14,2	20,4	2,8	2,7	3,3	1,6	3,8	1,4	2,3
Ga	13,4	13,7	16,2	16,5	12,5	14,1	14,6	13,5	12,5	14,3
Hf	3,3	3,4	3,8	3,4	2,4	3,0	2,8	3,1	2,7	3,8
Nb	10,9	11,5	12,9	8,4	7,6	8,3	8,0	8,3	8,0	9,5
Rb	41,9	68,4	45,2	43,4	27,8	44,6	28,5	56,2	28,8	44,5
Sn	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
Sr	859	566,2	960,1	446,1	443,7	395,5	409,0	351,9	432,6	432,0
Ta	0,7	0,7	0,9	0,8	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7
Th	8,1	7,1	6,1	6,3	4,6	7,1	4,4	8,9	4,7	8,4
U	2,4	2,6	5,0	1,9	3,7	2,1	1,6	2,2	2,1	2,9
V	88	109	126	120	449	124	165	99	155	152
W	15,6	20,5	28,0	56,5	24,6	88,1	47,6	27,3	41,8	52,7
Zr	142	143,8	154,9	129,7	101,3	119,3	113,0	123,3	111,4	156,4
Y	14,5	15,6	15,8	15,8	12,5	16,4	14,9	18,2	16,2	21,1
La	20,4	22,3	27,1	17,8	14,9	19,2	15,6	21,0	16,9	21,8
Ce	38,7	40,4	48,8	33,6	27,3	34,1	29,4	36,8	29,8	38,4
Pr	4,19	4,31	5,52	3,79	3,02	3,69	3,34	4,04	3,47	4,71
Nd	15,8	16,9	21,3	14,6	11,3	14,0	12,5	14,9	13,4	17,9
Sm	3,05	3,26	4,10	3,18	2,25	2,81	2,73	2,83	2,63	3,99
Eu	1,05	1,08	1,46	1,02	0,81	0,94	0,94	0,97	0,94	1,16
Gd	3,06	3,44	4,46	3,19	2,48	3,10	2,84	3,04	2,94	4,34
Tb	0,45	0,50	0,65	0,48	0,40	0,48	0,49	0,52	0,45	0,69
Dy	2,71	3,01	3,75	2,83	2,17	2,87	2,84	3,22	2,73	3,76
Ho	0,55	0,59	0,72	0,57	0,49	0,60	0,62	0,62	0,56	0,84
Er	1,64	1,78	1,90	1,81	1,35	1,81	1,74	1,90	1,65	2,65
Tm	0,24	0,24	0,24	0,27	0,22	0,24	0,25	0,28	0,24	0,36
Yb	1,59	1,55	1,53	1,69	1,33	1,57	1,51	1,90	1,61	2,30
Lu	0,24	0,24	0,20	0,26	0,22	0,27	0,26	0,29	0,25	0,33
Mo	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4
Cu	16,6	22,4	14,8	18,9	14,5	18,3	16,9	18,2	8,2	18,6
Pb	6,3	4,4	6,2	3,1	2,7	3,0	1,6	4,2	1,8	4,0
Zn	33	32	16	27	36	22	27	28	14	26
Ni	24,4	28,5	9,0	41,1	92,1	31,8	29,6	34,4	19,2	28,4
As	5,4	11,1	3,5	14,9	6,0	2,5	22,6	5,7	2,0	18,5
Cd	<0.1	<0.1	0,2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0,1
Hg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	<0.01
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	40,0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Çizelge 5.3. İncelenen kayaçların iz element ve nadir toprak element analiz sonuçları (ppm) (devam ediyor).

Gr.	Karain Andezitik Kayaç Parçaları					Karacaören l.
No.	KIA4-070	KIA4-071	KIA4-081	KIA4-081B	KIA5-611	KIA115-575
Ba	266	269	292	326	386	286
Be	<1	1	4	2	<1	1
Co	47,5	22,2	19,2	30,4	23,0	29,0
Cs	1,5	1,1	1,4	1,2	1,1	4,3
Ga	17,3	16,9	18,2	18,0	16,3	15,0
Hf	2,9	3,1	3,2	3,2	3,0	4,8
Nb	8,6	8,0	9,9	10,9	8,2	8,8
Rb	32,1	27,7	31,2	30,9	30,0	65,8
Sn	1	<1	<1	<1	9	2
Sr	459,4	437,3	476,4	541,7	460,8	327,8
Ta	0,8	0,6	0,9	0,9	0,7	0,7
Th	4,3	4,1	4,3	4,2	4,2	12,7
U	1,8	2,6	1,7	1,7	1,6	4,1
V	156	160	134	132	247	185
W	183,7	106,1	146,7	195,6	138,5	69,7
Zr	124,1	123,6	136,5	144,0	126,0	182,2
Y	25,5	26,5	17,4	16,7	19,2	28,9
La	19,1	19,5	17,0	19,6	17,5	22,1
Ce	30,5	30,2	33,6	37,3	32,7	44,2
Pr	3,96	4,02	3,85	4,16	3,75	5,02
Nd	15,5	16,0	14,7	16,1	15,2	19,9
Sm	3,24	3,43	2,92	3,37	2,95	4,47
Eu	1,16	1,16	1,09	1,17	1,09	1,17
Gd	4,19	4,23	3,40	3,44	3,43	4,87
Tb	0,63	0,66	0,50	0,52	0,56	0,83
Dy	3,91	3,94	3,20	3,31	3,36	5,04
Ho	0,81	0,81	0,64	0,63	0,72	1,11
Er	2,45	2,49	1,71	1,83	1,92	3,20
Tm	0,36	0,39	0,27	0,26	0,28	0,45
Yb	2,36	2,37	1,68	1,72	1,70	3,23
Lu	0,37	0,39	0,25	0,24	0,28	0,45
Mo	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6
Cu	14,2	12,8	8,2	10,2	15,9	47,8
Pb	2,2	0,9	1,0	1,0	0,7	2,3
Zn	20	23	11	22	25	38
Ni	12,2	6,4	5,6	8,5	11,0	4,7
As	4,2	3,3	1,5	1,8	1,4	1,9
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Hg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.1



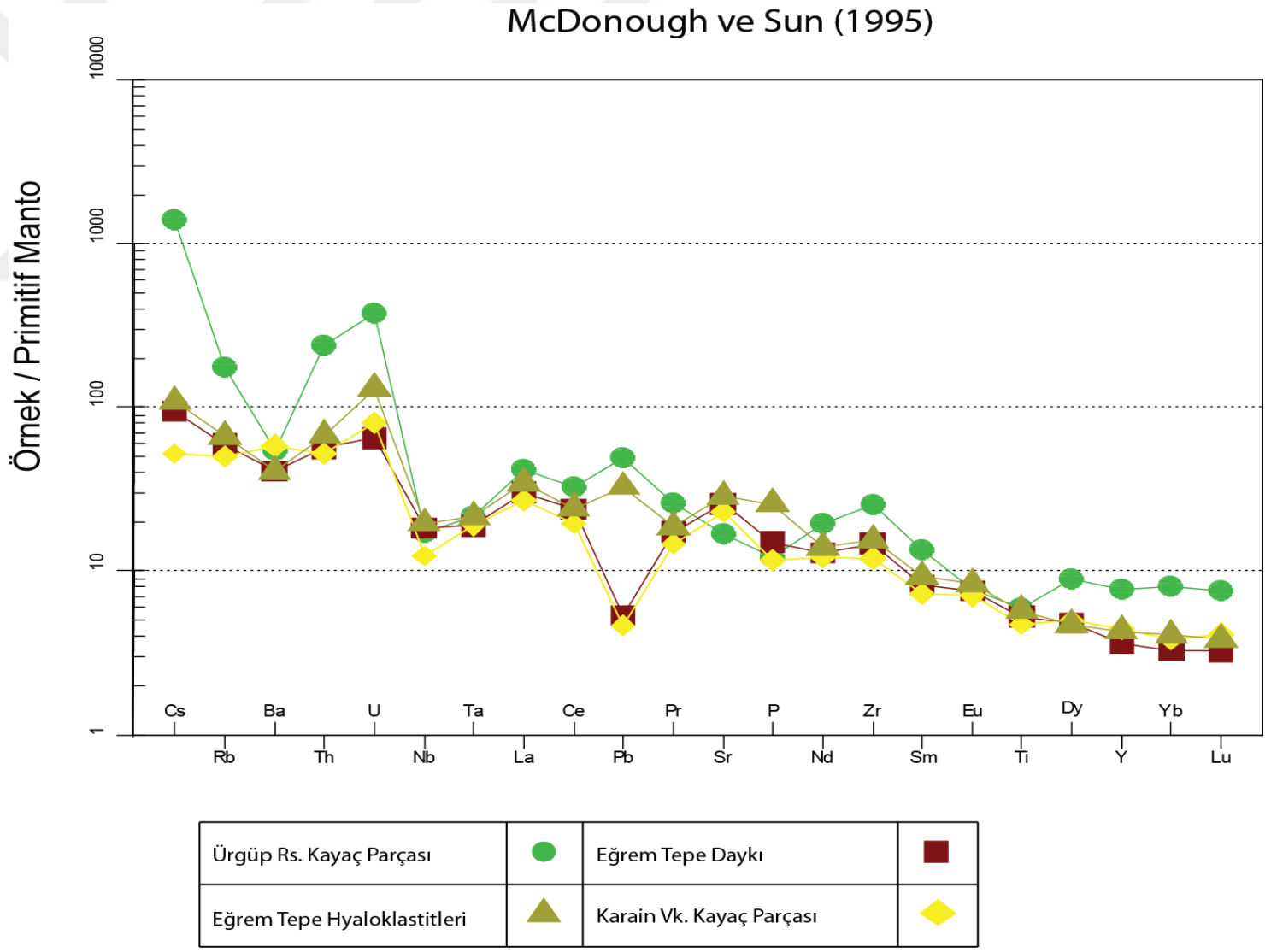
Şekil 5.2. Artan Zr miktarına (ppm) karşı çizilen uyumsuz iz element (ppm) diyagramları.

Grupların birbiri arasında ilişki hakkında daha iyi fikir sahibi olabilmek amacıyla uyumsuz iz element diyagramları Zr'a karşı da çizilmiştir (Şekil 5.2).

Zr'a karşı çizilen uyumsuz iz element diyagramları, Ürgüp resedimanter ürünleri ve diğer kayaçların ayrımını, çok daha net bir şekilde göstermektedir. Ürgüp resedimanter ürünleri içersinde sık rastlanılan andezitik kayaç parçasını temsil eden örneğin, bütün iz elementlerce zengin olduğu diyagramlarda ortaya çıkmaktadır. Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastikleri birbirine çok yakın uyumsuz iz elementi içeriğine ve korelasyonuna sahiptir. Eğrem Tepe daykının da bütün iz element diyagramlarında Eğrem Tepe ve Karain ürünleriyle aynı bölgelere düştüğü, yani içeriklerinin birbirlerine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

İz elementler, primitif mantoya göre normalize edilmiş spider çoklu element diyagramlarında da önemli bilgiler sunmaktadır (Şekil 5.3). Kayaçlarda özellikle Ba, P ve Ti'da negatif anomaliler görülmektedir. Ba, genellikle alkali feldispat, amfibol ve biyotitteki K'un yerini alır. Ürünlerin çoğunda biyotit kristalleri görülmektedir ve Ba negatif anomalisi bu bilgiyle ölçüşmektedir. P ve Ti negatif anomalileri de çok muhtemel olarak apatit ve titanomanyetit fraksiyonlanmasının bir sonucudur.

Spider çoklu element diyagramlarında (Şekil 5.3), yalnızca ürünler içerisindeki kayaç parçaları ve juveniller karşılaştırılmıştır. Spider diyagramlarında en dikkat çekici negatif anomali, Pb anomalisidir. Negatif Pb anomalisi Eğrem Tepe daykında ve Karain kayaç parçalarında çok nettir. Pb, iz element olarak özellikle ortaç kayaçlarda klinopiroksenin bünyesine katılabilir. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin juvenilleri, Pb anomalisi dışında, hemen hemen tüm iz elementlerce, Eğrem Tepe daykına benzer desenler sunmuşlardır. Ürgüp resedimanter ürünleri içerisindeki andezitik kayaç parçaları, incelenen diğer tüm gruplardan daha farklı desenler sunmaktadırlar.



Şekil 5.3. İncelenen juvenil örneklerin primitif mantoya göre [69] normalize edilmiş spider diyagramları.

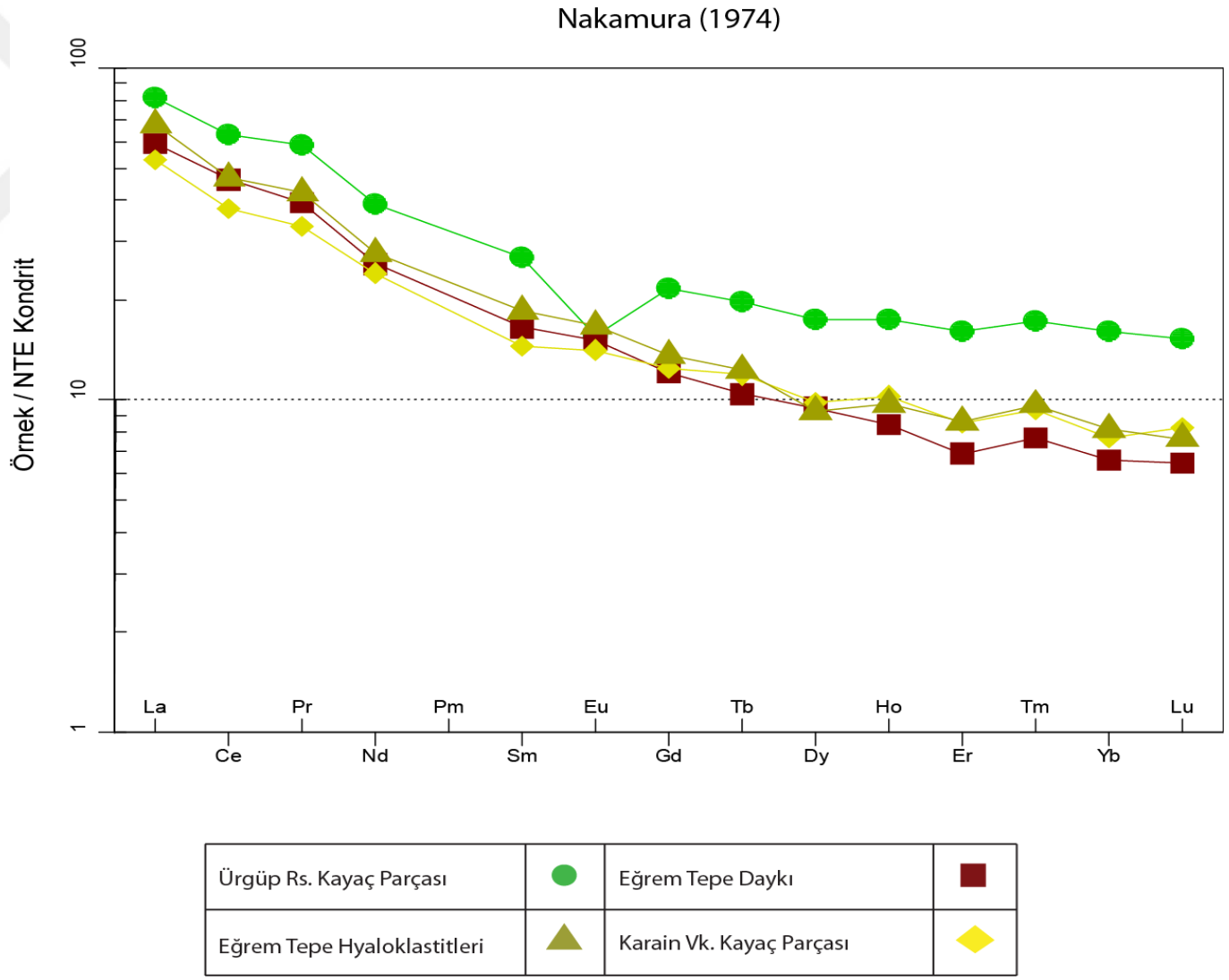
5.4. Nadir Toprak Elementleri (REE) Jeokimyası

Nadir toprak elementleri (REE) atom numaraları 57-71 arasında olan, magmatik, sedimanter ve metamorfik petrolojide önemli bilgiler sunabilen, birbirlerine çok yakın fiziksel ve kimyasal özellikleri olan metalik elementler grubudur. La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu elementlerinden oluşan nadir toprak elementlerinin düşük atom sayılarına sahip olanlarına (La, Ce, Pr, Nd) hafif REE (LREE), yüksek atom sayısına sahip olanlarına (Er, Tm, Yb, Lu) ağır REE (HREE), iki grup arasında kalanlarına da (Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho) orta REE (MREE) ismi verilmiştir. Bunlara ek olarak Y de Ho ile çok benzer davranış gösterdiği için REE kategorisinde incelenmektedir [65].

İncelenen örnekler hem pirimitif mantoya göre [69] hem de kondrite göre [70] normalize edilerek spider diyagramları çizilmiştir. Kondrite göre normalize edilmiş diyagramda Ürgüp resedimanter ürünleri içerisindeki kayaç parçalarının, diğer ürünlerden farklı olduğu, Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin juvenili ve Karain andezitik kayaç parçalarının birbiriyle neredeyse aynı desenler sunduğunu görülmektedir.

Eğrem Tepe juvenilleri ve Karain kayaç parçalarının kondrite göre normalize edilmiş spider diyagramında bütün REE elementlerinin azaldığı (özellikle hafif REE) görülmekte, bu da magmadan klinopiroksen fraksiyonlanmasına işaret etmektedir [68]. Önceki bölümlerde değinildiği gibi klinopiroksen Eğrem Tepe ve Karain ürünlerinde sık rastlanan bir mineraldir.

Ürgüp resedimanter ürünleri içerisindeki andezitik kayaç parçalarının, kondrite göre normalize edilmiş diyagramına bakıldığında (Şekil 5.4) negatif Eu anomalisi göze çarpmaktadır. Eu negatif anomalisinin temel sebebi feldispat fraksiyonlanmasıdır [65]. İncelenen tüm örneklerde, feldispat minerali olan plajiyoklaz ana mineralojik bileşen olarak görülse de Eğrem Tepe ve Karain juvenillerinin kondrite göre normalize edilmiş spider diyagramında, belirgin bir Eu anomalisi görülmemektedir. Bunun muhtemel sebebi bu birimleri oluşturan magmanın felsikten daha çok ortaç bileşimli olmasından kaynaklıdır [68]. Ayrıca kondrite göre normalize edilmiş diyagrama göre Ürgüp resedimanter ürünleri içerisindeki kayaç parçalarının, ağır REE yönünden de diğer örneklerden daha zengin olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5.4. İncelenen juvenil örneklerin kondrite göre [70] normalize edilmiş spider diyagramları.

5.5. Sonuçlar

Tez kapsamında incelenen tüm örnekler TAS (Toplam alkali-silis) diyagramında sınıflandırılmışlardır. Diyagrama göre Karacaören lavları SiO_2 içeriği en düşük birimdir ve bazaltik andezit alanında yer almaktadır. Bileşimi andezit-dasit arasında olan Ürgüp doğusu resedimanter ürünlerinde litik olarak çeşitli büyüklüklerde rastalanılan Karacaören lavlarının, ayrı bir grup olarak incelenmiş diğer andezitik kayaç parçalarından farklı olduğu kanıtlanmıştır.

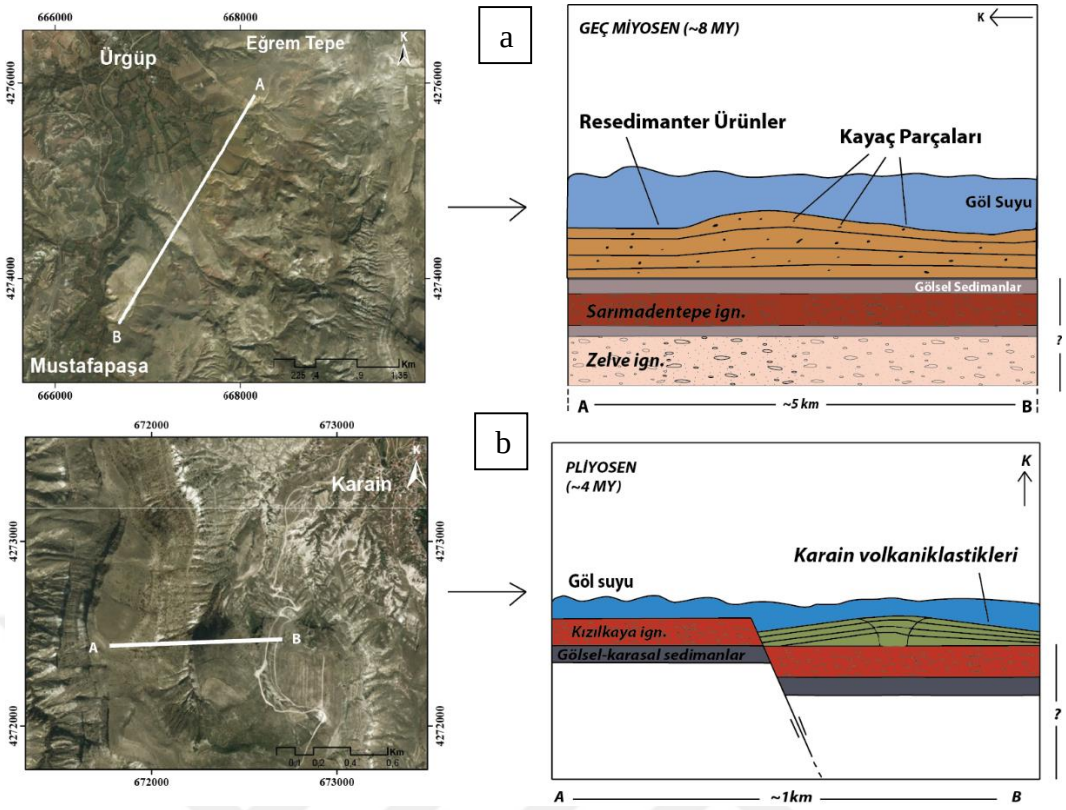
Ürgüp resedimanter ürünleri ve kayaç parçaları, iz elementçe, tez kapsamında incelenen diğer örneklere göre daha zengindir. Harker ve spider diyagramlarına göre, Ürgüp doğusu resedimanter ürünleri, Eğrem Tepe ve Karain ürünlerine göre, farklı iz element ve REE içeriklerine sahiptir. Eğrem Tepe daykı, Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin juvenil parçalarıyla hemen hemen tüm diyagramlarda benzer korelasyonlar sunmuşlardır. Aynı zamanda, Karain volkaniklastikleri içerisindeki gözenekli kayaç parçaları da, Eğrem Tepe'deki birimlerle benzer jeokimyasal özellikler göstermektedir. Aynı zaman aralığında oluştukları sanılan bu ürünlerin, aynı köken magmadan oluştukları mümkündür.

6. TARTIŞMA

6.1. Volkanostratigrafi

Bu tez çalışması sayesinde bölgede daha önce tanımlanmamış birimler incelenmiş ve stratigrafik istife dahil edilmiştir. Ürgüp, Eğrem Tepe ve Karain olarak üç ayrı tipte incelenen hidrovolkanik ve volkaniklastik ürünler, doğrudan gözlenen dokanak ilişklerine dayanarak volkanostratigrafik istife yerleştirilmişlerdir. Ürgüp doğusunda geniş bir alanda gözlenen yeniden çökelmiş (resedimanter) ürünler, 8,44 milyon yıl yaşındaki Sarımadentepe ignimbiritinin ve 8,26 milyon yıl yaşındaki (Ar / Ar yaşları) Topuzdağ lavlarının [55] arasında gözlemlenmektedir. Stratigrafiye göre Ürgüp resedimanter ürünlerinin, yaklaşık 8 milyon yıl yani Geç Miyosen yaşlı olduğu söylenebilir (Şekil 6.1). Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin Pliyosen zamanında, lokal bir hidrovolkanik faaliyet sonucu oluştukları düşünülmektedir. Karain volkaniklastikleri, Kızılkaya ignimbiriti ve Kışladağ kireçtaşları arasında görülmektedir. Bu sebepten dolayı volkaniklastiklerin, Eğrem Tepe hyaloklastitleriyle aynı zaman aralığında oluştukları düşünülebilir. İki ürünün de 5,2 milyon yıl yaşındaki Kızılkaya ignimbiritinden [18] genç olduğu arazi çalışmalarında belirlenmiştir. Eğrem Tepe hyaloklastitleri, Eğrem Tepe'nin zirvesinde bulunmaktadır. Dolayısıyla üst dokanağında herhangi bir birim olmaması, göreceli yaşlandırmayı güçleştirmektedir.

Karacaören köyü civarlarında, Ürgüp resedimanter ürünlerinin alt dokanağında görülen soğan kabuğu bozunmalı lavlar önce Topuzdağ lavlarının akış ünitelerinden biri olduğu sanılsa da farklı petrografik özellikler gösterdiği için ayrı değerlendirilmiş ve Karacaören lavları olarak isimlendirilmiştir. Karacaören köyü kuzeyinde Karacaören lavının yaşı 8,2 milyon yıl olan [18] Topuzdağ lavlarından yaşlı olduğu arazi çalışmalarında belirlenmiştir.

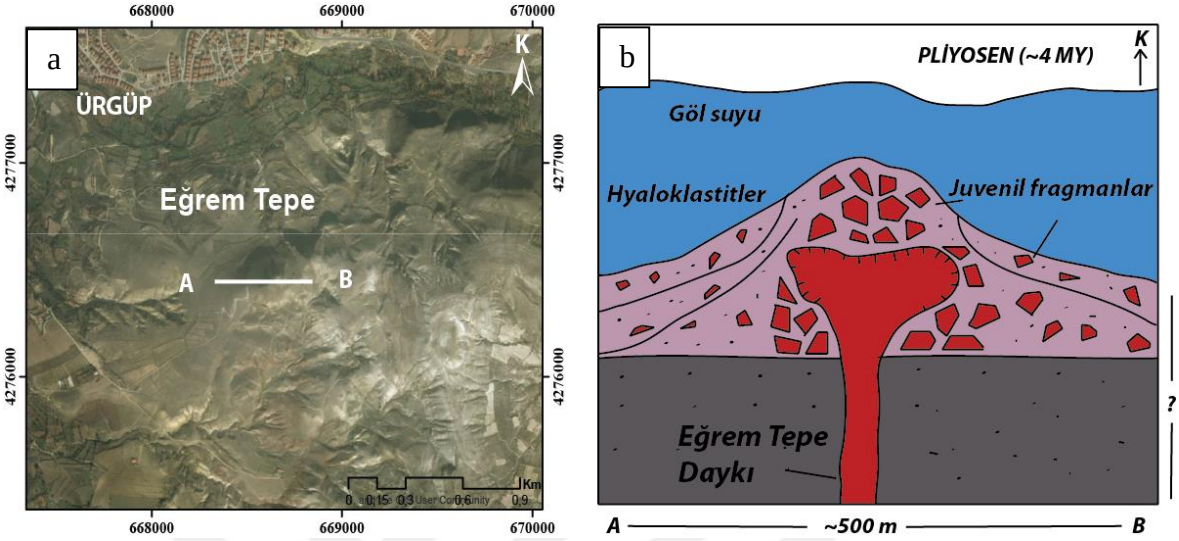


Şekil 6.1. Klastik ürünlerin iki boyutlu kesitleri. **(a)** Ürgüp doğusu resedimanter ürünleri, **(b)** Karain volkaniklastikleri (Uydu görünüleri Google Earth programından alınmıştır (Koordinat sistemi: UTM, datum: WGS 84).

6.2. Hidrovolkanik Faaliyetler

Ürgüp ilçesi doğusunda, hidrovolkanik faaliyetler sonucu oluşmuş hyaloklastitler, Eğrem Tepe'de yüzlek vermektedir. Eğrem Tepe'de genç bir andezitik daykın üst dokanağında tespit edilen hyaloklastitler, kısıtlı bir alanda görülmektedir. Ortaç bileşimde bir magmanın, bölgedeki fay düzlemlerini takip ederek, Pliyosen zaman aralığında varlığı bilinen göl suyuyla etkileşime girip, bu hyaloklastit kütlelerini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Hyaloklastit kütleleri sadece yerinde (in-situ) oluşmakla kalmamış, sonradan gerçekleşen yeniden taşınmalarla bölgeye yayılmıştır (Şekil 6.2). Hyaloklastit ürünleri üzerinde gerçekleştirilen petrografik çalışmalarda, özellikle felsik magma bölümlenmesi sonucu oluşmuş, muhtemelen ignimbiritlere ait cam kıymıklarına rastlanmıştır. Aynı zamanda kırılmış, parçalanmış ksenokristaller de hyaloklastit birimleri içerisinde yer tutmaktadır. Yeniden taşınmış ürünlerin, Eğrem Tepe civarında gözlenen, faylanmalarla bölgede daha düşük yükseklikli alanlara yerleşmiş Gördeles ve Kızılkaya ignimbiritlerinden kırıntılar (cam, kristal parçaları vs.) almış olması muhtemeldir. Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin

matriksli zonlarından alınan örnekler ve juvenillerinden alınan örnekler arasındaki kristal içeriği farklılıklarının, bu sebeple oluştuğu düşünülmektedir.

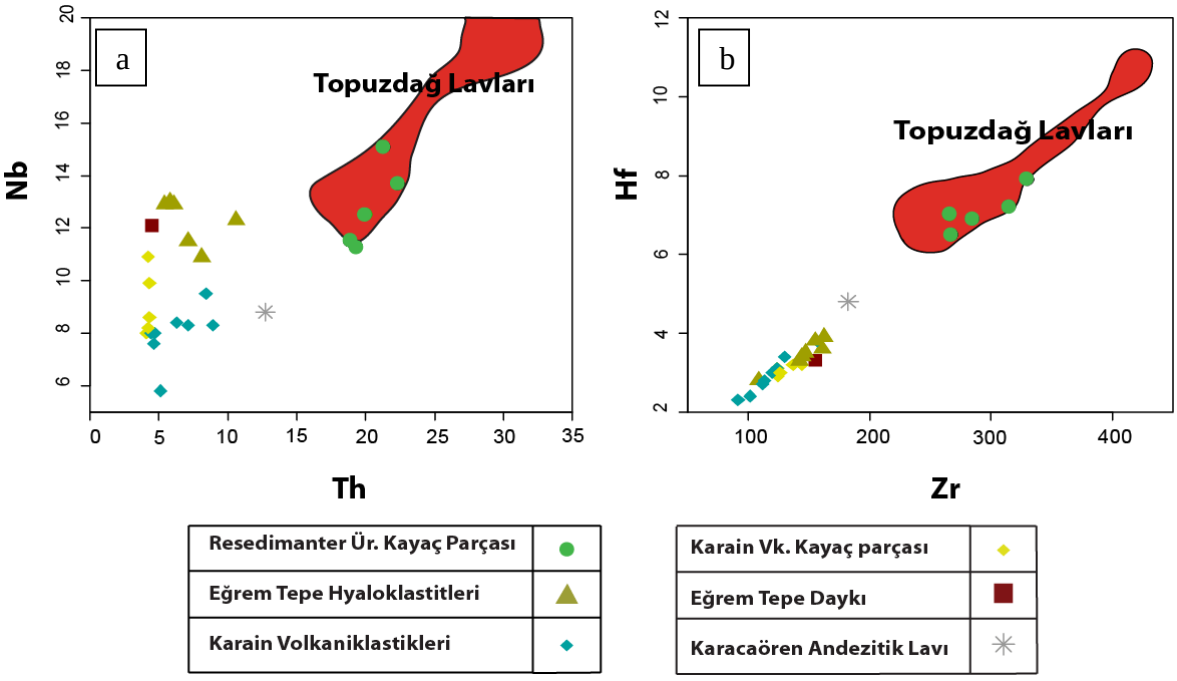


Şekil 6.2. Eğrem Tepe'nin iki boyutlu kesiti. **(a)** Şekli temsil eden hattın Google Earth uydu görüntüsü (Koordinat sistemi: UTM, datum: WGS 84), **(b)** Eğrem Tepe'nin oluşumu. Daykın su ile teması, ani soğuma fragmantasyonu sonucu oluşan hyaloklastitler.

6.3. Jeokimyasal Nitelikler

Bu tez kapsamında çalışılan bütün juvenil ürünler, ortaç bileşimli magmalardan türemişlerdir. Jeokimyasal çalışmalar kısmen magma kirlenmesine dair bilgiler sunmuştur. Karain volkaniklastikleri içerisinde gözenekli, andezitik kayaç parçaları ve Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin, birbirine yaklaşık 4 km uzaklıkta olmasına karşın benzer jeokimyasal özellikler göstermektedir. Mineral içerikleri aynıdır ve örnekler birbirine benzer petrografik özellikler sergilemektedirler. Tıpkı Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve daykı arasındaki ilişki gibi tüm diyagramlarda benzer noktalarda gözükmüşler ve aynı korelasyonları göstermişlerdir. Bu durum, aynı yaş aralığında, benzer köken magmadan ürünlerin farklı lokasyonlarda üretildiği şeklinde yorumlanabilir. Ürgüp resedimanter ürünleri arazide, Karacaören köyü civarında Topuzdağ lavları tarafından pişirilmiş durumda gözlemlenmektedir. Topuzdağ lavlarıyla Ürgüp resedimanter ürünlerinin arasındaki ilişkiyi anlayabilmek için (Şekil 6.3)'deki grafikler çizilmiştir. Bu grafikte Hacettepe Üniversitesi Mineraloji-Petrografi anabilim dalı bünyesinde, geçtiğimiz yıllarda gerçekleştirilmiş 108Y063 numaralı "Kuvaterner Acıgöl Göllüdağ Nevşehir Bölgesinin Tektonizma Volkanizma İlişkisinin İncelenmesi" isimli TÜBİTAK projesi [71] kapsamında alınan

Topuzdağ lav örneklerinin jeokimyası, karşılaştırma amacıyla sunulmuştur. Zr - Hf ve Nb - Th uyumsuz iz element grafikleri göstermektedir ki Ürgüp resedimanter ürünleri içerisinde kayaç parçalarının jeokimyası, Topuzdağ lavlarının jeokimyasıyla örtüşmektedir. Yani aynı zaman aralığında oluşan Topuzdağ lavlarından bloklar, göl tabanına yerleşmiş ve yeniden taşınmış olabilir.



Şekil 6.3. Topuzdağ lavlarının, tez örnekleriyle jeokimyasal ilişkisini gösteren diyagramlar. **(a)** Th-Nb uyumsuz iz element grafiği, **(b)** Zr-Hf uyumsuz iz element grafiği.

7. SONUÇLAR

1. Kapadokya Volkanik Provensi'nde, Ürgüp ilçesi güneydoğusunda, ilk defa bu tez çalışması sayesinde daha önce tanımlanmamış volkaniklastikler ve hidrovolkanizma sonucu oluşan ürünler tespit edilmiş ve petrolojik olarak incelenmişlerdir.
2. Bölgede Geç Miyosen-Pliyosen zaman aralığında, bölgede yer alan göl suyu tabanına yerleşmiş resedimanter kayaçlar ve volkaniklastiklerin içerdikleri volkanik kökenli kayaç parçalarının, jenetik ilişkileri ortaya çıkarılmıştır.
3. Hidrovolkanik ürünler, Eğrem Tepe hyaloklastitleri olarak adlandırılmıştır ve Pliyosen yaşlı olduğu düşünülmektedir.
4. Karacaören andezitik lavlarının, yapılan mineralojik-petrografik ve kimyasal analizler neticesinde, resedimanter ürünler içerisindeki diğer volkanik kökenli kayaç parçalarından farklı olduğu tespit edilmiştir.
5. Jeokimyasal ve petrografik incemelerden elde edilen sonuçlara göre Eğrem Tepe hyaloklastitleri ve Karain volkaniklastikleri içerisinde sık rastlanılan gözenekli andezitik kayaç parçalarının, benzer köken magmadan türedikleri düşünülmektedir. Ayrıca Eğrem Tepe daykının, su ile etkileşimi sonucu Eğrem Tepe hyaloklastitlerinin oluştuğu tahmin edilmektedir.
6. Ürgüp doğusunda geniş yer tutan resedimanter ürünler içerisindeki kayaç parçalarının büyük bir kısmının, Topuzdağ lavlarının göl tabanına yerleşmiş blokları olduğu petrografik ve jeokimyasal olarak belirlenmiştir.
7. Tez çalışmasında, modern petrolojik analiz yöntemlerinden bilgisayarlı X-ışını mikrotomografi teknikleri uygulanmış, juvenil ürünlerin kristal, volkanik hamur ve gözeneklilik oranları kantitatif olarak belirlenmiştir. Üç juvenil ürün içerisinde kristal oranı en yüksek ürün Ürgüp resedimanter ürünleri içerisindeki kayaç parçaları (%5), gözenek oranı en yüksek ürün Karain volkaniklastikleri içerisindeki gözenekli andezitlerdir (%24).
8. Karain volkaniklastikleri içerisindeki karnabahar şekilli juvenil kayaç parçaları, bölgede Pliyosen zaman aralığında, göl ortamında bir hidrovolkanik faaliyet gerçekleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Özellikle kalsiyum karbonatlı bir matriks içerisinde görülen gözenekli juvenillerle dikkat çeken birimin, peperitlere benzerliği dikkat çekmektedir.

KAYNAKLAR

[1] ACME Labs, Bureau Veritas Minerals, Schedule of Services and Fees, http://acmelab.com/wp-content/uploads/2009/03/BVM_2017-Fee-Schedule_v4_14Sep2017.pdf, (Kasım, **2017**).

[2] Toprak, V., Vent distribution and its relation to regional tectonics, Cappadocian Volcanics, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85(1), 55-67, **1998**.

[3] Pasquarè, G., *Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia*, Accademia nazionale dei Lincei, 56-75, **1968**.

[4] Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Di Brozolo, F. R., Villari, L., The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri—Nigde area, *Geological Magazine*, 112(4), 349-360, **1975**.

[5] Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L., Zanchi, A., Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey, *Tectonophysics*, 146(1-4), 217-230, **1988**.

[6] Temel, A., *Kapadokya eksplozif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Turkiye, **1992**.

[7] Aydar, E., *Etude volcano-structurale et magmatologique du strato-volcan Hasan Dagi (Anatolie centrale-Turquie)*, Doktora Tezi, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, **1992**.

[8] Toprak, V., Keller, J., Schumacher, R., Volcano-tectonic Features of the Cappadocian Volcanic Province: IAVCEI, Ankara 94: Excursion Guide, *Organizing Committee for the 1994 International Volcanological Congress of the International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior*, Ankara, Turkey, **1994**.

[9] Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G., Gourgaud, A., Neogene ignimbrites of the Nevsehir plateau (central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 63(1-2), 59-87, **1994**.

[10] Aydar, E., Gourgaud, A., Deniel, C., Lyberis, N., Gundogdu, N., Le volcanisme quaternaire d'Anatolie centrale (Turquie): association de magmatismes calco-alcalin et alcalin en domaine de convergence, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 32(7), 1058-1069, **1995**.

[11] Deniel, C., Aydar, E., Gourgaud, A., The Hasan Dagi stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 87(1), 275-302, **1998**.

[12] Kürkçüoglu, B., Sen, E., Aydar, E., Gourgaud, A., Gündogdu, N., Geochemical approach to magmatic evolution of Mt. Erciyes stratovolcano Central Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85(1), 473-494, **1998**.

[13] Temel, A., Gündoğdu, M., Gourgaud, A., Le Pennec, J.-L., Ignimbrites of Cappadocia (central Anatolia, Turkey): petrology and geochemistry, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85(1), 447-471, **1998**.

[14] Aydar, E., Gourgaud, A., The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85(1), 129-152, **1998**.

[15] Froger, J.-L., Lénat, J.-F., Chorowicz, J., Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Köse, O., Zimitoglu, O., Gündogdu, N., Gourgaud, A., Hidden calderas evidenced by multisource geophysical data; example of Cappadocian Calderas, Central Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85(1), 99-128, **1998**.

[16] Piper, J., Gürsoy, H., Tatar, O., Palaeomagnetism and magnetic properties of the Cappadocian ignimbrite succession, central Turkey and Neogene tectonics of the Anatolian collage, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 117(3), 237-262, **2002**.

[17] Le Pennec, J.-L., Temel, A., Froger, J.-L., Sen, S., Gourgaud, A., Bourdier, J.-L., Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 141(1), 45-64, **2005**.

[18] Aydar, E., Schmitt, A. K., Çubukçu, H. E., Akin, L., Ersoy, O., Sen, E., Duncan, R. A., Atici, G., Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 213, 83-97, **2012**.

[19] Paquette, J.-L., Le Pennec, J.-L., 3.8 Ga zircons sampled by Neogene ignimbrite eruptions in Central Anatolia, *Geology*, 40(3), 239-242, **2012**.

[20] Lepetit, P., Viereck, L., Piper, J. D., Sudo, M., Gürel, A., Çopuroğlu, I., Gruber, M., Mayer, B., Koch, M., Tatar, O., 40 Ar/39 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(3), 471-488, **2014**.

[21] Schmitt, A. K., Danišík, M., Aydar, E., Şen, E., Ulusoy, İ., Lovera, O. M., Identifying the volcanic eruption depicted in a neolithic painting at Çatalhöyük, Central Anatolia, Turkey, *PloS one*, 9(1), e84711, **2014**.

[22] Göz, E., Kadir, S., Gürel, A., Eren, M., Geology, mineralogy, geochemistry, and depositional environment of a Late Miocene/Pliocene fluviolacustrine succession, Cappadocian Volcanic Province, central Anatolia, Turkey, *Turkish J Earth Sci*, 23, 386-411, **2015**.

[23] Schumacher, R., Mues-Schumacher, U., The pre-ignimbrite (phreato) plinian and phreatomagmatic phases of the Akdag-Zelve ignimbrite eruption in Central Anatolia, Turkey, *Journal of volcanology and geothermal research*, 78(1-2), 139-153, **1997**.

[24] Gevrek, A. İ., Kazanci, N., A Pleistocene, pyroclastic-poor maar from central Anatolia, Turkey: influence of a local fault on a phreatomagmatic eruption, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 95(1), 309-317, **2000**.

[25] Gençalioğlu-Kuşcu, G., Atilla, C., Cas, R. A., Kuşcu, İ., Base surge deposits, eruption history, and depositional processes of a wet phreatomagmatic volcano in

Central Anatolia (Cora Maar), *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 159(1), 198-209, **2007**.

[26] Thórarinsson, S., *Surtsey: the new island in the North Atlantic*, Viking Press, 11-20, **1967**.

[27] Lorenz, V., *Studies of the Surtsey Tephra Deposits*, Surtsey Research Progress Report, Germany, 23-31, **1974**.

[28] Kokelaar, B. P., The mechanism of Surtseyan volcanism, *Journal of the Geological Society*, 140(6), 939-944, **1983**.

[29] Sheridan, M. F., Wohletz, K. H., Hydrovolcanism: Basic Considerations And Review, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 17(1-4), 1-29, **1983**.

[30] Wohletz, K. H., Mechanisms of hydrovolcanic pyroclast formation: grain-size, scanning electron microscopy, and experimental studies, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 17(1), 31-63, **1983**.

[31] Kokelaar, P., Magma-water interactions in subaqueous and emergent basaltic, *Bulletin of Volcanology*, 48(5), 275-289, **1986**.

[32] Sohn, Y. K., Chough, S. K., Depositional processes of the Suwolbong tuff ring, Cheju Island (Korea), *Sedimentology*, 36(5), 837-855, **1989**.

[33] Belousov, A., Belousova, M., Eruptive Process, Effects and Deposits of the 1996 and the Ancient Basaltic Phreatomagmatic Eruptions in Karymskoye Lake, Kamchatka, Russia, in *Volcaniclastic Sedimentation in Lacustrine Settings*, Blackwell Science Ltd., 35-60, **2001**.

[34] Cole, P. D., Guest, J. E., Duncan, A. M., Pacheco, J. M., Capelinhos 1957–1958, Faial, Azores: deposits formed by an emergent surtseyan eruption, *Bulletin of Volcanology*, 63(2-3), 204-220, **2001**.

[35] Brož, P., Hauber, E., Hydrovolcanic tuff rings and cones as indicators for phreatomagmatic explosive eruptions on Mars, *Journal of Geophysical Research: Planets*, 118(8), 1656-1675, **2013**.

[36] Agustín-Flores, J., Németh, K., Cronin, S. J., Lindsay, J. M., Kereszturi, G., Construction of the North Head (Maungauika) tuff cone: a product of Surtseyan volcanism, rare in the Auckland Volcanic Field, New Zealand, *Bulletin of Volcanology*, 77(2), **2015**.

[37] Schmincke, H.-U., *Volcanism*, Vol. 28. Springer Science & Business Media, 63-75, **2004**.

[38] Zimanowski, B., Büttner, R., Dellino, P., White, J. D. L., Wohletz, K. H., *Magma–Water Interaction and Phreatomagmatic Fragmentation*, in *The Encyclopedia of Volcanoes*, Academic Press, 473-484, **2015**.

[39] Fisher, R. V., Schmincke, H. U., *Pyroclastic rocks*, Springer - Verlag, 231-250, **1984**.

[40] Honnorez, J., Kirst, P., Submarine basaltic volcanism: morphometric parameters for discriminating hyaloclastites from hyalotuffs, *Bulletin of Volcanology*, 39(3), 441-465, **1975**.

[41] McPhie, J., Doyle, M., Allen, R., *Volcanic textures: a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*, Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, Australia, 21-69, **1993**.

[42] Walker, G., Croasdale, R., Characteristics of some basaltic pyroclastics, *Bulletin volcanologique*, 35(2), 303-317, **1971**.

[43] Flower, M., Robinson, P., Schmincke, H., Ohnmacht, W., Petrology and geochemistry of igneous rocks, *DSDP Leg 37*. in *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Part A: Initial Reports*, **1977**.

[44] Self, S., Sparks, R., Characteristics of widespread pyroclastic deposits formed by the interaction of silicic magma and water, *Bulletin volcanologique*, 41(3), 196, **1978**.

[45] Wright, J. V., Cas, R., *Volcanic successions, modern and ancient: a geological approach to processes, products, and successions*, London; Boston: Allen & Unwin/Chapman & Hall, **1988**.

[46] Lorenz, V., On the growth of maars and diatremes and its relevance to the formation of tuff rings, *Bulletin of Volcanology*, 48(5), 265-274, **1986**.

[47] Houghton, B., White, J. D. L., Van Eaton, A. R., *Phreatomagmatic and Related Eruption Styles*, in *The Encyclopedia of Volcanoes*, Academic Press, 537-552. **2015**.

[48] Wohletz, K. H., Sheridan, M. F., Hydrovolcanic explosions; II, Evolution of basaltic tuff rings and tuff cones, *American Journal of Science*, 283(5), 385-413, **1983**.

[49] Wohletz, K. H., McQueen, R. G., Experimental studies of hydromagmatic volcanism, *Explosive volcanism: inception, evolution, and hazards*, 158-169, **1984**.

[50] Lorenz, V., On the formation of maars, *Bulletin of Volcanology*, 37(2), 183-204, **1973**.

[51] Yamagishi, H., Morphological and sedimentological characteristics of the Neogene submarine coherent lavas and hyaloclastites in Southwest Hokkaido, Japan, *Sedimentary Geology*, 74(1), 5-23, **1991**.

[52] Wright, J. V., Smith, A. L., Self, S., A working terminology of pyroclastic deposits, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 8(2-4), 315-336, **1980**.

[53] Şengör, A. C., Yilmaz, Y., Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75(3-4), 181-193, 203-190, 199-241, **1981**.

[54] Toprak, V., Göncöoğlu, M., Tectonic control on the development of the Neogene-Quaternary Central Anatolian Volcanic Province, Turkey, *Geological Journal*, 28(3-4), 357-369, **1993**.

[55] Aydar, E., Cubukcu, H. E., Erdal, Ş., Lütfiye, A., Central Anatolian Plateau, Turkey: incision and paleoaltimetry recorded from volcanic rocks, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(5), 739-746, **2013**.

[56] Çubukçu, H. E., Akkaş, E., Akin, L., Yurdakul, Y., Erkut, V., *Kapadokya Volkanik Provensi'nde Yer Alan İgnimbiritlerin Alterasyon Özelliklerinin İncelenmesi,* 113Y439 numaralı TÜBİTAK Projesi Final Raporu, Ankara, **2016**.

[57] Dönmez, M., Türkecan, A., Akçay, A., *Kayseri-Niğde-Nevşehir yöresi Tersiyer volkanikleri*, MTA Rapor (10575), Ankara, **2003**.

[58] Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J., *An Introduction To The Rock-Forming Minerals*, Vol. 2. Longman Scientific & Technical Hong Kong, 100-105, 125-136, **1992**.

[59] What are diatoms?, http://westerndiatoms.colorado.edu/about/what_are_diatoms. (Aralık, **2017**).

[60] Ketcham, R. A., Carlson, W. D., Acquisition, optimization and interpretation of X-ray computed tomographic imagery: applications to the geosciences, *Computers & Geosciences*, 27(4), 381-400, **2001**.

[61] Carlson, W., Rowe, T., Ketcham, R., Colbert, M., Applications of high-resolution X-ray computed tomography in petrology, meteoritics and palaeontology, *Geological Society, London, Special Publications*, 215(1), 7-22, **2003**.

[62] Morimoto, N., Nomenclature of pyroxenes, *Mineralogy and Petrology*, 39(1), 55-76, **1988**.

[63] Guidotti, C. V., Micas in metamorphic rocks, *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 13(1), 357-467, **1984**.

[64] Carmichael, I., Nicholls, J., Iron-titanium oxides and oxygen fugacities in volcanic rocks, *Journal of Geophysical Research*, 72(18), 4665-4687, **1967**.

[65] Rollinson, H. R., *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*, Routledge, **2014**.

[66] Bas, M. L., Maitre, R. L., Streckeisen, A., Zanettin, B., A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, *Journal of petrology*, 27(3), 745-750, **1986**.

[67] Irvine, T. N. J., Baragar, W. R. A. F., A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, *Canadian journal of earth sciences*, 8(5), 523-548, **1971**.

[68] Wilson, B. M., *Igneous petrogenesis a global tectonic approach*, Springer Science & Business Media, **2007**.

[69] McDonough, W. F., Sun, S.-S., The composition of the Earth, *Chemical geology*, 120(3-4), 223-253, **1995**.

[70] Nakamura, N., Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38(5), 757-775, **1974**.

[71] Aydar, E., Çubukçu, H. E., *Kuvaterner Acıgöl Göllüdağ Nevşehir Bölgesinin Tektonizma - Volkanizma İlişkisinin İncelenmesi,* 108Y063 no'lu TÜBİTAK Projesi Raporu, Ankara, Türkiye, **2011**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Volkan Erkut

Doğum Yeri : Üsküdar, İstanbul

Medeni Hali : Bekar

E-posta : verkut2092@gmail.com

Adres : Kardelen Mah. 2040. Sokak Ulaşım Sitesi, No: 6/1, Daire:9, Batıkent, Yenimahalle, ANKARA

Eğitim

Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2010-2014)

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği (2015-2018)

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce (İyi), Fransızca (Başlangıç)

İş Deneyimi

ENVY Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş., Arazi Parsel Tanımlana Sistemi Projesi, CBS Operatörlüğü

Deneyim Alanları

Mineraloji-Petrografi, Volkanoloji, Coğrafi Bilgi Sistemleri

Tezden Üretilmiş Projeler Bütçesi

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

EKLER

EK – 1

İNCELENEN MİNERALLERİN EDS ANALİZ SONUÇLARI

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Resedimanter Ürünler ve Kayaç Parçaları																			
	KIA114-344 (serbest) (Ürg-Rs)								KIA114-344 (Litik) (Ürg-Rs)						S16-12 (serbest) (Ürg-Rs)					
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	55,43	55,93	55,57	55,48	55,37	54,61	54,65	55,59	56,98	56,05	55,12	56,83	58,35	57,92	60,40	59,45	60,77	60,90	61,49	59,77
TiO2	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	1,29	0,01	0,15	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61
Al2O3	29,31	28,55	28,65	28,12	28,94	28,02	28,28	28,77	27,88	25,60	27,44	26,70	25,92	27,57	26,25	25,80	24,96	25,11	24,97	25,90
FeO	0,01	0,01	0,04	0,21	0,01	0,77	0,43	0,86	0,52	0,63	0,33	0,85	0,66	0,22	0,01	0,37	0,37	0,18	0,00	0,00
MnO	0,01	0,01	0,01	0,32	0,01	0,01	0,30	0,04	0,13	0,01	0,01	0,23	0,01	0,01	0,01	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
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	0,00	0,01	0,00	0,00
CaO	11,38	11,39	12,00	12,73	12,02	12,75	12,98	11,97	10,23	10,92	13,04	10,93	10,09	10,11	5,58	7,68	6,69	6,82	6,28	7,46
Na2O	3,05	4,00	3,29	3,31	3,73	3,42	3,04	3,17	4,05	4,09	3,69	4,37	4,46	4,32	6,52	6,00	6,17	5,99	6,22	6,41
K2O	0,33	0,53	0,52	0,54	0,67	0,43	0,50	0,38	0,35	0,93	0,56	0,91	0,65	0,50	0,43	0,56	0,62	0,70	0,61	0,56
Toplam	99,52	100,43	100,08	100,72	100,76	100,05	100,18	100,78	100,15	99,53	100,18	100,98	100,16	100,69	99,20	100,05	99,57	99,72	99,59	100,72
Si	2,55	2,54	2,54	2,53	2,51	2,50	2,51	2,53	2,60	2,58	2,52	2,57	2,66	2,62	2,73	2,68	2,75	2,76	2,78	2,67
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Al	1,59	1,53	1,54	1,51	1,54	1,51	1,53	1,55	1,50	1,39	1,48	1,42	1,39	1,47	1,40	1,37	1,33	1,34	1,33	1,36
Fe2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
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	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,56	0,55	0,59	0,62	0,58	0,63	0,64	0,58	0,50	0,54	0,64	0,53	0,49	0,49	0,27	0,37	0,32	0,33	0,30	0,36
Na	0,27	0,35	0,29	0,29	0,33	0,30	0,27	0,28	0,36	0,37	0,33	0,38	0,39	0,38	0,57	0,52	0,54	0,53	0,55	0,56
K	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,03	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	66	59	65	66	61	66	68	66	57	56	64	55	53	55	31	40	36	37	34	38
Ab	32	38	32	31	35	32	29	32	41	38	33	40	43	42	66	57	60	59	62	59
Or	2	3	3	3	4	2	3	2	2	6	3	5	4	3	3	3	4	4	4	3

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Resedimanter Ürünler ve Kayaç Parçaları																			
	S16-12 (Litik) (Ürg-Rs)										S16-18 (serbest) (Ürg-Rs)				S16-18 (litik) (Ürg-Rs)					
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	54,94	55,44	54,38	52,84	54,88	54,36	54,34	55,47	53,59	56,70	53,03	51,94	53,28	51,62	54,08	53,28	53,23	53,54	54,30	54,99
TiO2	0,01	0,03	1,34	0,01	0,14	0,01	0,01	0,50	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,44	0,20	0,01	0,29	0,01	0,04
Al2O3	29,42	29,31	27,89	28,68	28,92	29,95	29,18	26,96	28,50	27,64	30,00	30,38	29,77	29,68	27,78	27,63	28,51	27,82	29,03	29,52
FeO	0,25	0,53	0,01	0,07	0,05	0,11	0,24	0,83	0,23	0,62	0,23	0,07	0,75	0,56	0,30	0,87	0,23	0,91	1,02	0,05
MnO	0,13	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,56	0,01	0,13	0,01	0,02	0,29	0,42	0,01	0,57	0,01	0,12	0,01	0,01
MgO	0,00	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,01	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
CaO	12,56	12,14	12,05	13,10	12,26	12,00	12,65	12,40	13,67	9,45	14,58	15,62	14,00	14,77	13,38	13,04	14,04	12,62	12,18	11,70
Na2O	3,25	3,53	3,86	3,03	3,41	2,93	3,51	3,34	3,30	4,13	2,58	2,12	2,56	2,32	3,18	3,84	3,49	3,97	3,39	4,10
K2O	0,46	0,21	0,45	0,49	0,27	0,10	0,37	0,42	0,55	0,15	0,21	0,43	0,24	0,42	0,62	0,63	0,35	0,77	0,23	0,25
Toplam	101,01	101,28	100,08	98,23	99,94	99,46	100,46	100,62	100,22	98,84	100,68	100,61	100,89	100,13	99,78	100,06	99,87	100,04	100,16	100,66
Si	2,49	2,50	2,49	2,46	2,51	2,51	2,47	2,54	2,45	2,62	2,42	2,38	2,43	2,38	2,49	2,43	2,43	2,44	2,48	2,48
Ti	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Al	1,57	1,56	1,50	1,58	1,56	1,63	1,56	1,45	1,54	1,50	1,61	1,64	1,60	1,61	1,51	1,49	1,54	1,50	1,57	1,57
Fe2	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,04	0,00
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,61	0,59	0,59	0,65	0,60	0,59	0,62	0,61	0,67	0,47	0,71	0,77	0,68	0,73	0,66	0,64	0,69	0,62	0,60	0,57
Na	0,29	0,31	0,34	0,27	0,30	0,26	0,31	0,30	0,29	0,37	0,23	0,19	0,23	0,21	0,28	0,34	0,31	0,35	0,30	0,36
K	0,03	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,01	0,01
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	66	65	62	68	65	69	65	65	67	55	75	78	75	75	67	63	68	61	66	60
Ab	31	34	35	29	33	30	33	32	29	44	24	19	24	22	29	33	30	35	33	38
Or	3	1	3	3	2	1	2	3	3	1	1	3	1	3	4	4	2	4	1	2

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Resedimanter Ürünler ve Kayaç Parçaları																	
	S16-26 (serbest) (Ürg-Rs)								S16-26 (litik) (Ürg-Rs)				KIA115-621 (Ürg-Kp)					
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	52,96	53,38	54,58	56,17	56,14	56,83	55,11	56,17	57,09	57,76	55,42	56,13	52,74	54,25	52,95	56,17	52,79	54,16
TiO2	0,01	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,37	0,00	0,64	0,06	0,55	0,00	0,02	0,01	0,23	0,01	0,48	0,01
Al2O3	28,66	29,15	29,27	28,22	28,99	28,65	28,09	29,13	27,25	26,97	27,60	27,68	29,50	27,45	29,99	27,98	29,90	28,75
FeO	0,48	0,71	0,47	0,01	0,44	0,30	0,04	0,39	0,26	0,47	0,80	0,71	0,02	0,02	0,12	0,04	0,01	0,05
MnO	0,01	0,01	0,11	0,01	0,67	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,68	0,02	0,53	0,01	0,01	0,01	0,01
MgO	0,00	0,06	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,13	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	13,36	12,47	11,78	12,09	11,02	10,23	12,31	10,84	11,41	10,14	11,27	10,73	14,23	13,17	13,41	12,27	14,89	11,80
Na2O	3,26	3,59	3,72	3,70	3,66	3,54	3,50	4,12	4,22	4,62	4,15	4,19	3,02	3,89	2,74	3,93	2,93	3,65
K2O	0,55	0,70	0,44	0,58	0,66	0,36	0,47	0,53	0,72	0,78	0,38	0,39	0,01	0,18	0,01	0,21	0,00	0,20
Toplam	99,29	100,07	100,43	101,03	101,59	99,92	99,89	101,21	101,63	100,93	100,21	100,55	99,56	99,52	99,47	100,62	101,01	98,63
Si	2,44	2,43	2,48	2,54	2,53	2,60	2,53	2,53	2,57	2,60	2,53	2,55	2,43	2,49	2,45	2,55	2,40	2,51
Ti	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
Al	1,56	1,57	1,57	1,50	1,54	1,55	1,52	1,54	1,44	1,43	1,48	1,48	1,60	1,48	1,63	1,50	1,60	1,57
Fe2	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	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	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,66	0,61	0,57	0,59	0,53	0,50	0,60	0,52	0,55	0,49	0,55	0,52	0,70	0,65	0,66	0,60	0,72	0,59
Na	0,29	0,32	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,36	0,37	0,40	0,37	0,37	0,27	0,35	0,25	0,35	0,26	0,33
K	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	67	63	62	62	60	60	64	58	58	52	59	57	72	64	73	63	74	63
Ab	30	33	35	34	36	37	33	39	38	43	39	40	28	34	27	36	26	35
Or	3	4	3	4	4	3	3	3	4	5	2	3	0	1	0	1	0	1

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Eğrem Tepe Daykı ve Hyaloklastitler																			
	KIA114-335 (Eğt-D)										KIA115-509 (serbest) (Eğt-Hy)						KIA115-509 (Litik) (Eğt-Hy)			
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	55,78	56,07	55,19	54,02	54,52	52,99	53,42	54,73	55,12	56,33	60,53	61,72	63,11	61,77	62,44	60,85	55,24	57,71	55,11	54,13
TiO2	0,01	0,00	0,00	0,11	0,01	0,19	0,00	0,00	0,01	0,01	0,22	1,11	0,03	0,52	0,06	0,30	0,00	0,01	0,07	0,86
Al2O3	27,80	26,97	28,20	29,62	28,37	27,60	28,11	28,36	28,45	28,41	24,51	24,24	24,58	23,91	24,72	24,34	27,98	28,73	29,24	27,05
FeO	1,73	0,57	1,15	0,57	0,57	1,24	1,05	0,97	1,27	1,05	0,43	0,03	0,02	0,00	0,08	0,52	0,45	0,01	0,01	0,63
MnO	0,01	0,04	0,52	0,01	0,50	0,31	0,01	0,01	0,05	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,01	0,01	0,40
MgO	0,27	0,27	0,21	0,08	0,08	0,03	0,23	0,28	0,26	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	9,62	9,73	9,47	11,34	11,17	10,97	10,21	9,25	10,07	9,58	6,98	7,34	6,70	6,57	6,51	7,38	12,12	10,60	13,33	13,47
Na2O	5,49	5,27	5,04	3,97	4,72	4,41	4,77	5,02	5,13	5,15	7,19	6,35	6,84	6,50	6,94	6,38	2,85	3,64	2,95	3,17
K2O	0,29	0,57	0,29	0,19	0,40	0,29	0,31	0,30	0,44	0,22	0,69	0,83	0,65	0,74	0,68	0,73	0,04	0,16	0,28	0,51
Toplam	100,98	99,48	100,07	99,90	100,34	98,02	98,12	98,92	100,79	101,34	100,56	101,63	101,93	100,00	101,44	100,50	98,84	100,86	101,00	100,23
Si	2,50	2,55	2,50	2,46	2,46	2,46	2,46	2,50	2,47	2,52	2,70	2,75	2,78	2,78	2,76	2,73	2,57	2,62	2,50	2,49
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
Al	1,47	1,44	1,50	1,59	1,51	1,51	1,53	1,53	1,50	1,50	1,29	1,27	1,28	1,27	1,29	1,29	1,54	1,54	1,57	1,47
Fe2	0,05	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02
Mn	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
Mg	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,46	0,47	0,46	0,55	0,54	0,55	0,50	0,45	0,48	0,46	0,33	0,35	0,32	0,32	0,31	0,35	0,61	0,52	0,65	0,66
Na	0,48	0,46	0,44	0,35	0,41	0,40	0,43	0,44	0,45	0,45	0,62	0,55	0,59	0,57	0,60	0,55	0,26	0,32	0,26	0,28
K	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00	0,01	0,02	0,03
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	48	49	50	61	56	57	53	50	51	50	34	37	34	34	33	37	70	61	70	68
Ab	50	48	48	38	42	41	45	48	47	49	62	58	62	61	63	59	30	38	28	29
Or	2	3	2	1	2	2	2	2	2	1	4	5	4	5	4	4	0	1	2	3

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Eğrem Tepe Daykı ve Hyaloklastitler																			
	KIA115-509 (Litik) (Eğt-Hy)				KIA115-614 (Eğt-Hy)										KIA115-615 (serbest) (Eğt-Hy)					
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	55,72	56,73	55,07	56,62	60,06	55,73	61,33	55,51	60,12	54,65	59,30	54,85	60,28	55,15	61,69	60,86	62,91	62,38	64,72	62,35
TiO2	0,00	0,15	0,00	0,06	0,01	0,01	0,09	0,46	0,04	0,29	0,00	0,80	0,02	0,20	0,00	0,38	0,05	0,00	0,00	0,03
Al2O3	27,42	27,04	28,05	27,57	24,00	28,68	24,87	27,49	24,24	27,57	24,09	28,17	24,34	27,97	23,23	23,39	24,13	24,22	23,85	24,73
FeO	0,63	0,47	0,70	0,68	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,21	0,12	0,07	0,30	0,01	0,10	0,01	0,20	0,01	0,18
MnO	0,38	0,19	0,19	0,16	0,01	0,01	0,15	0,12	0,02	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,20	0,01	0,19
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	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	11,94	11,68	12,59	11,82	6,78	10,12	6,41	11,17	7,25	11,71	6,31	12,06	6,95	12,20	6,36	6,83	5,95	7,12	6,02	6,98
Na2O	2,86	3,71	2,93	3,66	6,74	4,49	7,84	5,15	7,22	3,90	7,19	4,60	6,96	4,24	5,31	4,87	5,77	4,99	5,63	5,44
K2O	0,21	0,37	0,11	0,42	0,61	0,19	0,51	1,37	0,59	0,65	0,51	0,39	0,56	0,43	1,20	1,16	1,22	1,20	1,16	1,02
Toplam	99,16	100,34	99,64	100,98	98,21	99,25	101,20	101,27	99,50	98,87	97,82	101,00	99,17	100,50	97,81	97,59	100,05	100,32	101,40	100,93
Si	2,59	2,59	2,55	2,57	2,74	2,55	2,70	2,48	2,70	2,52	2,71	2,47	2,72	2,50	2,86	2,84	2,85	2,83	2,90	2,80
Ti	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,50	1,46	1,53	1,47	1,29	1,55	1,29	1,45	1,28	1,50	1,30	1,49	1,30	1,49	1,27	1,29	1,29	1,30	1,26	1,31
Fe2	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Mn	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
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	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,59	0,57	0,62	0,57	0,33	0,50	0,30	0,53	0,35	0,58	0,31	0,58	0,34	0,59	0,32	0,34	0,29	0,35	0,29	0,34
Na	0,26	0,33	0,26	0,32	0,60	0,40	0,67	0,45	0,63	0,35	0,64	0,40	0,61	0,37	0,48	0,44	0,51	0,44	0,49	0,47
K	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,01	0,03	0,08	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	69	62	70	62	34	55	30	51	35	60	32	58	35	59	37	40	33	41	34	38
Ab	30	36	29	35	62	44	67	42	62	36	65	40	62	38	55	52	59	51	58	55
Or	1	2	1	3	4	1	3	7	3	4	3	2	3	3	8	8	8	8	8	7

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Eğrem Tepe Daykı ve Hyaloklastitler										Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları									
	KIA115-615 (litik) (Eğt-Hy)										KIA114-081 (Kar-Kp)						KIA114-160 (serbest) (Kar-Vk)			
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	54,99	59,60	53,79	57,45	56,50	57,60	55,07	59,55	54,26	56,60	58,46	58,64	53,81	56,01	57,05	55,91	60,53	61,41	61,50	61,80
TiO2	0,00	0,12	0,41	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,23	0,18	0,06	0,00	0,02	0,00	0,11	0,37	0,01	0,27	0,19	0,16
Al2O3	28,68	25,04	28,96	27,09	29,22	24,80	28,96	25,37	28,97	26,37	26,96	26,51	28,16	28,19	27,53	27,06	24,01	24,40	24,37	24,47
FeO	0,24	0,01	0,25	0,07	0,09	0,01	0,73	0,61	0,79	0,57	0,40	0,79	0,65	0,56	0,30	1,08	0,60	0,02	0,01	0,32
MnO	1,07	0,00	0,07	0,01	0,01	0,23	0,01	0,28	0,01	0,13	0,00	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,08	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	13,55	10,36	13,75	10,79	12,59	9,73	12,34	9,33	13,42	13,08	10,19	9,37	11,61	10,92	11,00	10,95	7,00	6,84	7,41	7,20
Na2O	2,55	3,81	2,35	3,98	3,13	3,97	2,82	4,62	2,57	3,16	3,92	3,60	3,66	4,39	4,27	4,72	6,37	6,81	6,48	7,25
K2O	0,33	0,76	0,18	0,58	0,31	0,65	0,28	0,62	0,46	0,55	0,33	0,41	0,43	0,21	0,58	0,35	0,77	0,91	0,89	0,94
Toplam	101,42	99,71	99,76	100,29	101,86	97,00	100,22	100,39	100,71	100,67	100,34	99,32	98,55	100,35	100,98	100,47	99,32	100,67	100,86	102,14
Si	2,50	2,74	2,49	2,62	2,55	2,72	2,53	2,71	2,48	2,59	2,67	2,71	2,49	2,54	2,57	2,53	2,75	2,74	2,75	2,71
Ti	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Al	1,54	1,36	1,58	1,46	1,55	1,38	1,57	1,36	1,56	1,42	1,45	1,45	1,54	1,51	1,46	1,44	1,28	1,28	1,28	1,27
Fe2	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,01
Mn	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
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	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,66	0,51	0,68	0,53	0,61	0,49	0,61	0,45	0,66	0,64	0,50	0,46	0,58	0,53	0,53	0,53	0,34	0,33	0,35	0,34
Na	0,23	0,34	0,21	0,35	0,27	0,36	0,25	0,41	0,23	0,28	0,35	0,32	0,33	0,39	0,37	0,41	0,56	0,59	0,56	0,62
K	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	73	57	76	58	68	55	69	51	72	68	58	57	62	57	56	55	36	34	37	34
Ab	25	38	23	38	30	41	29	45	25	29	40	40	35	42	40	43	59	61	58	61
Or	2	5	1	4	2	4	2	4	3	3	2	3	3	1	4	2	5	5	5	5

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları																			
	KIA114-160 (serbest)		KIA115-583 (serbest) (Kar-Vk)								KIA115-583 (litik) (Kar-Vk)						KIA115-590 (Litik) (Kar-Vk)			
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	62,83	62,30	53,84	57,03	53,67	54,42	52,80	54,69	54,30	58,65	52,51	54,43	52,51	53,69	52,08	54,45	53,16	55,52	55,56	54,71
TiO2	0,48	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,14	0,33	0,14	0,08	0,23	0,00	0,22	0,46	0,05	0,17	0,22
Al2O3	23,98	24,62	30,50	26,14	29,50	28,60	29,24	29,04	29,19	25,50	29,97	28,35	28,69	29,17	29,35	29,40	27,63	27,83	27,89	27,35
FeO	0,01	0,34	0,13	0,80	0,28	0,89	0,19	1,06	1,58	1,43	0,19	0,86	0,28	0,57	0,28	0,16	1,10	0,40	0,12	0,06
MnO	0,01	0,89	0,01	0,01	0,19	0,01	0,04	0,02	0,00	0,20	0,07	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,05	0,27	0,27	0,24	0,08	0,00	0,02	0,14	0,10	0,14	0,04	0,01	0,13	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	6,72	6,46	13,62	11,58	12,67	11,78	14,32	12,14	12,99	9,67	14,33	13,36	14,21	13,59	14,21	13,81	12,68	11,94	12,09	12,28
Na2O	6,38	6,50	3,03	3,69	3,46	4,12	3,01	3,43	3,20	4,14	2,80	3,51	2,90	3,62	2,99	3,10	3,40	3,39	3,65	3,78
K2O	0,85	0,67	0,07	0,37	0,03	0,00	0,36	0,31	0,43	0,61	0,12	0,54	0,30	0,34	0,19	0,34	0,35	0,31	0,32	0,47
Toplam	101,26	101,78	101,25	99,89	100,07	100,06	100,03	100,69	101,73	100,48	100,41	101,34	99,01	101,44	99,23	101,54	99,08	99,45	99,79	98,88
Si	2,80	2,76	2,44	2,62	2,45	2,48	2,42	2,49	2,45	2,68	2,40	2,46	2,43	2,42	2,40	2,46	2,46	2,56	2,55	2,53
Ti	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01
Al	1,26	1,29	1,63	1,41	1,59	1,53	1,58	1,56	1,55	1,37	1,61	1,51	1,57	1,55	1,60	1,56	1,51	1,51	1,51	1,49
Fe2	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,03	0,01	0,04	0,06	0,05	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00
Mn	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,32	0,31	0,66	0,57	0,62	0,57	0,70	0,59	0,63	0,47	0,70	0,65	0,71	0,66	0,70	0,67	0,63	0,59	0,59	0,61
Na	0,55	0,56	0,27	0,33	0,31	0,36	0,27	0,30	0,28	0,37	0,25	0,31	0,26	0,32	0,27	0,27	0,31	0,30	0,32	0,34
K	0,05	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	35	34	71	62	67	61	71	65	67	54	73	66	72	66	72	70	66	65	63	62
Ab	60	62	29	36	33	39	27	33	30	42	26	31	26	32	27	28	32	33	35	35
Or	5	4	0	2	0	0	2	2	3	4	1	3	2	2	1	2	2	2	2	3

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları																	
	KIA115-590 (Litik) (Kar-Vk)												KIA115-611 (Kar-Kp)					
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	55,05	53,44	53,32	54,46	53,15	52,52	52,67	54,07	53,87	54,23	53,68	53,60	55,72	52,02	53,12	51,18	56,31	54,87
TiO2	0,01	0,00	0,17	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,29	0,43	0,00	0,00	0,70	0,00	0,32
Al2O3	29,62	28,42	29,35	30,42	28,93	28,89	28,22	29,42	30,13	27,81	29,09	29,51	27,86	30,08	29,93	29,37	27,69	28,57
FeO	0,35	1,12	0,71	0,05	0,01	1,33	0,01	0,41	1,00	0,38	0,01	0,24	0,48	0,29	0,86	0,13	0,49	0,64
MnO	0,01	0,01	0,44	0,00	0,00	0,22	0,42	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,17
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,00	0,03	0,10	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
CaO	12,75	12,77	13,48	12,95	14,99	14,25	12,30	11,82	13,10	11,31	13,48	13,70	11,88	14,14	14,23	15,42	10,95	12,54
Na2O	3,23	3,63	3,48	2,91	2,67	2,79	3,14	3,70	3,17	3,89	3,19	3,62	4,63	2,69	3,07	2,91	4,53	4,17
K2O	0,11	0,55	0,49	0,13	0,29	0,20	0,23	0,19	0,32	0,41	0,11	0,57	0,27	0,23	0,17	0,34	0,34	0,34
Toplam	101,11	99,94	101,43	100,92	100,89	100,21	96,99	99,79	101,60	98,07	100,36	101,55	101,27	99,47	101,59	100,07	100,31	101,62
Si	2,50	2,44	2,41	2,47	2,43	2,41	2,49	2,47	2,43	2,52	2,45	2,41	2,50	2,40	2,40	2,35	2,55	2,46
Ti	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Al	1,58	1,53	1,56	1,63	1,56	1,56	1,57	1,59	1,60	1,52	1,57	1,56	1,47	1,64	1,59	1,59	1,48	1,51
Fe2	0,01	0,04	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,04	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03	0,00	0,02	0,02
Mn	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Mg	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	0,00	0,00	0,00
Ca	0,62	0,63	0,65	0,63	0,73	0,70	0,62	0,58	0,63	0,56	0,66	0,66	0,57	0,70	0,69	0,76	0,53	0,60
Na	0,28	0,32	0,30	0,26	0,24	0,25	0,29	0,33	0,28	0,35	0,28	0,32	0,40	0,24	0,27	0,26	0,40	0,36
K	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	68	64	66	70	74	73	67	63	68	60	69	66	57	73	71	73	56	61
Ab	31	33	31	29	24	26	31	36	30	37	30	31	41	25	28	25	42	37
Or	1	3	3	1	2	1	2	1	2	3	1	3	2	2	1	2	2	2

Plajiyoklazlar için formuller 8 O temelinde hesaplanmıştır (m: merkez, k: kenar)

	Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları				Karacaören Andezitik Lavları									
	KIA115-611 (Kar-Kp)				S16-23 (Krc-L)									
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	58,72	51,16	57,99	51,45	55,72	53,59	54,54	54,58	55,53	54,92	55,34	54,82	54,06	55,99
TiO2	0,33	0,22	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Al2O3	24,05	29,44	24,84	29,63	27,44	28,52	29,12	27,67	26,58	28,63	27,08	28,76	28,65	28,20
FeO	1,41	0,46	1,23	0,76	0,77	0,92	0,76	0,61	0,70	0,72	0,73	0,53	0,62	0,78
MnO	0,07	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,02	0,01
CaO	8,46	14,66	9,02	14,96	10,71	12,05	12,02	11,98	10,84	13,14	9,89	11,62	11,77	11,95
Na2O	5,38	2,99	5,33	2,99	3,78	3,78	3,66	3,38	3,90	3,41	4,34	3,77	3,64	3,70
K2O	0,85	0,34	0,41	0,35	0,63	0,57	0,58	0,60	0,85	0,69	0,70	0,48	0,47	0,58
Toplam	99,27	99,27	99,60	100,28	99,06	99,59	100,73	98,82	98,40	101,88	98,10	100,01	99,23	101,20
Si	2,69	2,36	2,64	2,35	2,57	2,46	2,47	2,53	2,58	2,47	2,57	2,50	2,49	2,53
Ti	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	1,30	1,60	1,33	1,60	1,49	1,54	1,56	1,51	1,45	1,52	1,48	1,55	1,55	1,50
Fe2	0,05	0,02	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,42	0,72	0,44	0,73	0,53	0,59	0,58	0,60	0,54	0,63	0,49	0,57	0,58	0,58
Na	0,48	0,27	0,47	0,26	0,34	0,34	0,32	0,30	0,35	0,30	0,39	0,33	0,32	0,32
K	0,05	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
Toplam	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
An	44	72	47	72	59	62	62	64	58	65	53	61	62	62
Ab	51	26	50	26	37	35	34	32	37	31	42	36	35	35
Or	5	2	3	2	4	3	4	4	5	4	5	3	3	3

Piroksenler için formuller 6 O temeline hesaplanmıştır.

	Resedimanter Ürünlerin Kayaç Parçası														Eğrem Tepe Daykı			
	KIA115-621 (Ürg-Kp)										S16-30 (litik) (Ürg-Rs)				KIA114-335 (Eğt-D)			
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	53,36	54,84	55,97	54,82	54,71	54,58	53,78	53,43	52,89	52,46	51,97	51,75	51,03	47,28	49,37	50,18	52,43	50,98
TiO2	0,85	0,02	0,01	0,27	0,03	1,01	0,56	1,11	1,49	1,01	1,11	1,45	1,43	2,33	1,26	1,59	0,75	0,53
Al2O3	4,40	1,61	1,96	3,39	4,39	4,01	2,95	2,54	4,30	4,08	6,57	3,63	3,55	4,20	4,84	5,59	4,91	3,97
FeO	2,26	4,48	3,57	4,87	2,65	6,16	4,59	6,99	2,53	4,08	15,69	12,14	17,23	17,05	6,83	8,19	6,58	6,44
MnO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,73	0,32	0,25	0,70	0,21	0,08	0,11	0,51
MgO	16,28	18,48	17,69	16,55	17,15	15,60	16,56	15,30	17,18	16,02	10,04	15,32	15,40	14,93	14,52	13,65	15,50	15,02
CaO	22,96	21,19	19,58	20,26	19,70	19,40	20,98	21,21	21,61	20,50	11,63	13,33	10,10	11,87	21,36	20,83	20,44	20,86
Na2O	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,44	0,41	0,08	0,44	0,04	0,05	0,07	0,00
Toplam	100,12	100,63	98,80	100,17	98,63	100,77	99,44	100,59	100,01	98,17	98,19	98,35	99,07	98,80	98,53	100,35	100,94	98,34
Si	1,94	1,98	2,06	2,00	2,01	2,00	1,98	1,97	1,92	1,96	2,03	1,96	1,95	1,81	1,85	1,86	1,91	1,91
Ti	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,02	0,01
Al	0,19	0,07	0,08	0,15	0,19	0,17	0,13	0,11	0,18	0,18	0,30	0,16	0,16	0,19	0,21	0,24	0,21	0,18
Fe2	0,07	0,14	0,11	0,15	0,08	0,19	0,14	0,22	0,08	0,13	0,51	0,39	0,55	0,45	0,20	0,25	0,20	0,20
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02
Mg	0,88	0,99	0,97	0,90	0,94	0,85	0,91	0,84	0,93	0,89	0,58	0,87	0,88	0,85	0,81	0,76	0,84	0,84
Ca	0,89	0,82	0,77	0,79	0,78	0,76	0,83	0,84	0,84	0,82	0,49	0,54	0,41	0,49	0,86	0,83	0,80	0,84
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Wo	48	42	42	43	43	42	44	44	46	45	31	30	22	26	46	45	43	45
En	48	51	52	49	52	48	48	44	50	48	37	48	48	45	43	41	46	45
Fs	4	7	6	8	5	10	8	12	4	7	32	22	30	29	11	14	11	12

Piroksenler için formuller 6 O temeline hesaplanmıştır.

	Eğrem Tepe Daykı										Eğrem Tepe Hyaloklastitleri							
	KIA114-335		KIA114-335 (mikrokristal)								KIA115-510 (litik) (Eğt-Hy)				KIA115-614 (Eğt-Hy)			
	m	k	mkt	mkt	mkt	mkt	mkt	mkt	mkt	mkt	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	50,89	51,80	52,05	51,91	52,87	53,87	52,57	53,00	51,97	52,34	54,52	54,61	53,01	50,93	53,22	51,33	52,33	53,18
TiO2	0,61	0,00	0,63	0,25	0,00	1,04	0,76	0,92	1,11	0,59	0,01	0,22	0,23	0,89	0,00	1,35	0,26	0,24
Al2O3	7,45	2,55	1,00	0,60	1,18	0,79	1,09	0,93	0,92	0,84	2,02	2,22	4,40	4,90	1,00	4,81	0,02	0,50
FeO	8,55	11,33	19,56	20,30	21,00	19,26	17,98	19,46	20,44	20,31	3,75	4,47	4,22	5,60	9,23	9,31	11,20	10,19
MnO	0,50	0,40	0,12	0,34	0,51	0,06	0,12	0,05	0,26	0,11	0,01	0,01	0,18	0,58	0,00	0,03	0,08	0,11
MgO	14,25	14,69	22,19	21,56	22,90	22,15	22,71	22,77	21,82	21,69	20,47	18,56	16,82	16,76	14,66	15,29	13,76	14,63
CaO	18,43	17,12	2,19	2,11	1,93	2,34	3,78	2,21	2,47	2,11	17,63	18,27	19,54	20,18	21,00	19,49	20,41	19,84
Na2O	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,33	0,03	0,57	0,00	0,47	0,00	0,09
Toplam	100,76	98,07	97,73	97,08	100,40	99,52	99,01	99,34	98,98	97,99	98,64	98,68	98,43	100,40	99,12	102,08	98,06	98,78
Si	1,87	1,98	1,97	1,99	1,95	2,01	1,96	1,97	1,95	1,99	1,98	2,00	1,96	1,85	2,00	1,86	2,01	2,01
Ti	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	0,01	0,01
Al	0,32	0,11	0,04	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,09	0,10	0,19	0,21	0,04	0,21	0,00	0,02
Fe2	0,26	0,36	0,62	0,65	0,60	0,60	0,56	0,61	0,64	0,64	0,11	0,14	0,13	0,08	0,29	0,25	0,36	0,32
Mn	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,78	0,84	1,25	1,23	1,26	1,23	1,26	1,26	1,22	1,23	1,11	1,02	0,93	0,91	0,82	0,83	0,79	0,82
Ca	0,73	0,70	0,09	0,09	0,08	0,09	0,15	0,09	0,10	0,09	0,69	0,72	0,77	0,78	0,85	0,76	0,84	0,80
Na	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,01
toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Wo	41	37	5	4	4	5	8	5	5	4	36	39	42	42	43	41	42	41
En	44	44	64	63	63	64	64	64	62	63	58	54	51	49	42	44	40	42
Fs	15	19	31	33	33	31	28	31	33	33	6	7	7	9	15	15	18	17

Piroksenler için formuller 6 O temeline hesaplanmıştır.

	Eğrem Tepe Hyaloklastitleri																
	KIA115-614 (Eğt-Hy)						KIA115-615 (serbest) (Eğt-Hy)								KIA115-615 (litik) (Eğt-Hy)		
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO2	53,77	52,96	54,62	52,19	52,05	50,47	52,47	53,61	52,79	53,72	53,58	52,72	52,54	51,29	54,65	57,77	56,75
TiO2	0,00	0,00	0,35	0,29	0,28	0,94	1,57	0,00	1,06	0,00	0,52	0,02	1,02	0,69	0,00	0,00	0,00
Al2O3	0,66	0,59	0,49	1,24	0,45	3,69	3,37	4,08	4,40	1,69	3,56	4,36	5,94	4,47	2,54	0,97	1,81
FeO	11,29	11,01	10,01	9,83	10,89	8,40	6,93	4,33	7,70	6,43	6,59	5,47	7,17	4,97	9,70	8,37	13,83
MnO	0,13	0,40	0,00	0,21	0,30	0,45	0,01	0,01	0,26	0,57	0,00	0,01	0,20	0,00	0,51	0,15	0,29
MgO	15,09	15,90	14,84	16,13	14,76	16,36	13,25	15,45	14,06	17,20	16,80	15,02	15,05	14,51	27,69	29,58	24,23
CaO	18,90	19,63	21,35	20,85	20,41	20,33	20,39	20,08	20,46	19,06	18,84	22,07	20,51	23,60	1,98	2,08	1,65
Na2O	0,03	0,59	0,00	0,38	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	99,88	101,07	101,65	101,11	99,15	101,63	98,00	97,55	100,75	98,67	99,89	99,67	102,43	99,54	97,07	98,92	98,58
Si	2,01	1,94	2,01	1,91	1,96	1,82	2,00	2,01	1,95	2,00	1,97	1,94	1,90	1,90	1,99	2,06	2,09
Ti	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
Al	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02	0,16	0,15	0,18	0,19	0,07	0,15	0,19	0,25	0,19	0,11	0,04	0,08
Fe2	0,35	0,20	0,31	0,16	0,31	0,03	0,22	0,14	0,24	0,20	0,20	0,17	0,22	0,15	0,30	0,25	0,43
Mn	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
Mg	0,84	0,87	0,81	0,88	0,83	0,88	0,75	0,86	0,77	0,95	0,92	0,83	0,81	0,80	1,51	1,57	1,33
Ca	0,76	0,77	0,84	0,82	0,82	0,78	0,83	0,81	0,81	0,76	0,74	0,87	0,79	0,94	0,08	0,08	0,07
Na	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Wo	39	39	43	41	41	41	46	45	45	40	40	47	44	50	4	4	4
En	43	44	41	44	42	46	42	47	42	50	49	44	44	42	80	83	73
Fs	18	17	16	15	17	13	12	8	13	10	11	9	12	8	16	13	23

Piroksenler için formuller 6 O temeline hesaplanmıştır.

	Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları															
	KIA114-081 (Kar-Kp)								KIA114-160 (serbest) (Kar-Vk)							
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	52,02	53,34	51,20	52,68	53,91	53,05	52,67	54,58	53,04	53,39	51,29	53,23	53,67	53,13	52,28	54,11
TiO2	0,97	1,76	1,64	0,44	0,41	0,54	1,25	0,15	0,59	1,63	0,64	0,12	0,25	0,53	1,68	0,00
Al2O3	5,70	2,52	3,06	2,28	2,02	3,95	1,91	2,31	4,64	4,11	4,72	5,41	5,33	4,61	4,83	5,09
FeO	10,52	8,40	12,91	6,06	12,62	5,74	8,70	5,52	5,41	5,02	5,94	6,24	4,84	6,68	5,95	4,19
MnO	0,32	0,00	0,39	0,30	0,65	0,09	0,12	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	14,02	16,66	13,19	17,36	17,59	17,60	17,99	20,13	16,42	16,84	16,31	16,42	17,00	15,86	16,14	17,97
CaO	13,29	16,89	16,54	18,72	12,40	16,96	15,60	15,80	20,21	20,77	20,75	18,86	19,06	20,75	21,21	17,78
Na2O	1,32	0,47	0,23	0,21	0,46	0,41	0,40	0,62	0,09	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,05
Toplam	98,16	100,04	99,17	98,03	100,06	98,34	98,65	99,11	100,42	101,77	99,66	100,31	100,16	101,70	102,09	99,19
Si	1,96	1,97	1,95	1,96	1,99	1,96	1,96	1,98	1,93	1,92	1,88	1,94	1,95	1,92	1,88	1,98
Ti	0,03	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,01	0,01	0,05	0,00
Al	0,25	0,11	0,14	0,10	0,09	0,17	0,08	0,10	0,20	0,17	0,20	0,23	0,23	0,20	0,21	0,22
Fe2	0,33	0,26	0,41	0,19	0,39	0,18	0,27	0,17	0,16	0,15	0,18	0,19	0,15	0,20	0,18	0,13
Mn	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,79	0,92	0,75	0,96	0,97	0,97	1,00	1,09	0,89	0,90	0,89	0,89	0,92	0,86	0,87	0,98
Ca	0,54	0,67	0,68	0,75	0,49	0,67	0,62	0,61	0,79	0,80	0,82	0,74	0,74	0,81	0,82	0,70
Na	0,10	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Wo	32	36	37	39	27	37	33	33	43	43	43	41	41	43	44	39
En	48	50	41	51	52	53	53	58	48	49	47	49	51	46	46	54
Fs	20	14	22	10	21	10	14	9	9	8	10	10	8	11	10	7

Piroksenler için formuller 6 O temeline hesaplanmıştır.

	Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları																	
	KIA114-160 (litik) (Kar-Vk)						KIA115-583 (serbest) (Kar-Vk)						KIA115-583 (litik) (Kar-Vk)					
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	52,05	49,56	52,14	51,69	52,05	49,56	52,60	52,06	53,77	52,17	54,28	52,36	53,86	53,49	52,65	54,33	52,99	54,97
TiO2	0,62	0,67	0,65	0,65	0,62	0,67	0,21	0,36	0,00	0,03	0,06	1,11	0,93	0,10	0,41	0,58	1,07	0,34
Al2O3	2,83	5,33	4,12	5,68	2,83	5,33	4,11	4,77	4,55	1,45	4,00	2,74	4,37	4,29	3,34	2,29	2,25	6,02
FeO	8,52	7,22	5,39	6,78	8,52	7,22	4,25	6,59	4,29	10,41	3,93	7,88	12,43	15,65	18,49	15,99	16,74	14,99
MnO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,16	0,00	0,04	0,00	0,24	0,40	0,00	0,17	0,00
MgO	14,93	13,22	16,08	15,48	14,93	13,22	15,07	15,30	16,25	16,84	17,27	14,63	17,34	13,79	12,72	14,36	13,83	13,85
CaO	20,74	23,78	20,57	20,49	20,74	23,78	22,29	19,03	20,32	19,01	20,29	20,34	10,54	12,75	12,09	10,91	9,89	9,37
Na2O	0,06	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,01	0,00	0,00	0,66	0,08
Toplam	99,76	99,79	98,97	100,78	99,76	99,79	98,53	98,12	99,18	100,06	99,84	99,11	99,65	100,33	100,10	98,46	97,60	99,62
Si	1,94	1,84	1,93	1,89	1,94	1,84	1,96	1,95	1,98	1,93	1,98	1,96	2,00	2,02	2,01	2,09	2,06	2,08
Ti	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01
Al	0,12	0,23	0,18	0,24	0,12	0,23	0,18	0,21	0,20	0,06	0,17	0,12	0,19	0,19	0,15	0,10	0,10	0,27
Fe2	0,27	0,18	0,17	0,21	0,27	0,18	0,13	0,21	0,13	0,24	0,12	0,25	0,39	0,49	0,59	0,51	0,54	0,47
Mn	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	0,01	0,00	0,01	0,00
Mg	0,83	0,73	0,89	0,84	0,83	0,73	0,84	0,86	0,89	0,93	0,94	0,82	0,96	0,77	0,72	0,82	0,80	0,78
Ca	0,83	0,95	0,82	0,80	0,83	0,95	0,89	0,76	0,80	0,75	0,79	0,82	0,42	0,51	0,50	0,45	0,41	0,38
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	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01
toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Wo	43	50	44	43	43	50	48	42	44	38	43	43	24	29	27	25	23	23
En	43	38	47	46	43	38	45	47	49	46	51	44	54	43	40	46	46	48
Fs	14	12	9	11	14	12	7	11	7	16	6	13	22	28	33	29	31	29

Piroksenler için formuller 6 O temeline hesaplanmıştır.

	Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları															
	KIA115-583 (litik) (Kar-Vk)								KIA115-611 (Kar-Kp)							
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	52,97	52,80	53,68	53,02	56,06	53,48	55,43	50,62	55,46	55,49	53,61	51,11	55,03	54,68	53,62	54,70
TiO2	0,16	0,26	0,44	0,75	0,21	0,51	0,00	0,47	0,00	0,12	0,77	0,79	0,00	0,00	0,10	0,07
Al2O3	5,06	3,92	6,39	5,68	1,84	2,58	4,46	5,00	1,96	1,09	3,51	3,85	3,27	2,58	3,71	0,95
FeO	5,14	4,98	5,28	5,64	3,97	5,49	3,53	6,99	4,91	8,27	5,37	7,68	4,45	5,48	5,85	8,66
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,02	0,00
MgO	16,28	16,09	14,52	14,71	18,33	17,32	16,68	15,04	20,14	15,00	15,45	15,40	17,33	16,10	16,00	14,29
CaO	19,86	22,47	18,70	20,85	19,35	19,78	20,61	22,16	16,46	20,47	21,42	21,05	19,94	20,81	18,98	21,00
Na2O	0,04	0,00	0,16	0,06	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,09	0,02
Toplam	99,52	100,52	99,17	100,70	99,76	99,16	100,76	100,40	98,94	100,44	100,14	100,48	100,02	99,66	98,36	99,70
Si	1,94	1,92	1,99	1,94	2,04	1,97	2,00	1,86	2,03	2,05	1,97	1,87	2,00	2,01	2,00	2,05
Ti	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,22	0,17	0,28	0,24	0,08	0,11	0,19	0,22	0,08	0,05	0,15	0,17	0,14	0,11	0,16	0,04
Fe2	0,16	0,15	0,16	0,17	0,12	0,17	0,11	0,17	0,15	0,26	0,17	0,16	0,14	0,17	0,18	0,27
Mn	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
Mg	0,89	0,87	0,80	0,80	1,00	0,95	0,90	0,82	1,10	0,83	0,85	0,84	0,94	0,88	0,89	0,80
Ca	0,78	0,88	0,74	0,82	0,76	0,78	0,80	0,87	0,64	0,81	0,84	0,83	0,78	0,82	0,76	0,84
Na	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Wo	43	46	43	46	40	41	44	46	34	43	45	44	42	44	41	44
En	49	46	47	44	53	50	50	43	58	44	46	44	51	47	49	42
Fs	8	8	10	10	7	9	6	11	8	14	9	12	7	9	10	14

Piroksenler için formuller 6 O temeline hesaplanmıştır.

	Karacaören Andezitik Lavları									
	S16-23 (Krc-L)									
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	54,75	54,68	54,28	53,64	53,11	53,81	53,21	53,05	53,60	55,00
TiO2	0,35	0,34	0,75	0,23	0,41	0,04	0,15	0,45	0,24	0,34
Al2O3	1,11	1,11	1,29	1,00	1,35	1,18	1,34	0,87	1,46	1,09
FeO	16,36	18,44	16,67	17,77	18,88	19,35	19,73	19,31	18,76	18,59
MnO	0,10	0,02	0,07	0,10	0,24	0,35	0,38	0,09	0,22	0,17
MgO	25,07	23,99	26,03	23,80	23,27	23,27	23,74	23,83	23,63	23,71
CaO	1,71	2,08	1,81	2,24	2,20	2,03	2,13	1,97	2,19	1,81
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	99,46	100,66	100,89	98,78	99,46	100,04	100,68	99,58	100,10	100,71
Si	2,00	1,99	1,95	1,99	1,97	1,98	1,95	1,96	1,97	2,01
Ti	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Al	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05
Fe2	0,50	0,56	0,50	0,55	0,58	0,60	0,56	0,58	0,58	0,57
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Mg	1,37	1,30	1,40	1,32	1,28	1,28	1,29	1,31	1,29	1,29
Ca	0,07	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
toplam	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Wo	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4
En	71	67	71	67	66	65	65	66	66	67
Fs	26	29	25	28	30	31	31	30	30	29

Biyotit formulleri 10 O temelinde hesaplanmıştır.

	Resedimanter Ürünler								Eğrem Tepe Hyaloklastitleri							
	S16-10 (litik) (Ürg-Rs)				S16-12 (litik) (Ürg-Rs)				KIA115-509 (ksenokristal) (Eğt-Hy)				KIA115-510 (ksenokrsital) (Eğt-Hy)			
SiO2	43,29	44,48	40,74	44,41	40,06	42,89	41,29	40,66	38,52	36,19	41,15	42,18	37,30	34,31	39,11	39,25
TiO2	2,78	2,40	3,24	0,91	5,03	5,01	5,14	4,96	5,07	4,85	3,98	5,19	1,82	3,26	3,20	3,14
Al2O3	16,32	14,85	14,66	16,52	14,34	14,75	14,56	15,21	13,52	13,10	13,47	13,40	14,60	16,40	17,27	15,29
FeO (t)	19,02	18,76	20,56	20,22	12,76	13,66	10,77	13,00	15,00	16,63	14,61	16,25	25,70	20,52	21,56	21,40
MnO	0,27	0,00	0,21	0,00	0,00	0,29	0,00	0,23	0,03	0,02	0,11	1,55	1,35	0,63	0,04	0,70
MgO	7,91	7,77	8,18	6,59	15,50	16,03	16,46	15,79	14,20	13,39	14,00	11,32	7,15	8,05	8,62	8,49
CaO	0,00	0,41	0,21	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,27	0,00	0,00	0,45	0,16
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,35	0,37	0,94	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,44	0,01	0,30
K2O	7,15	7,20	7,51	8,59	7,16	6,72	7,53	7,16	8,09	8,90	6,74	6,93	8,45	7,87	9,38	7,94
Toplam	96,73	95,87	95,32	97,78	95,23	99,69	96,13	97,95	94,45	93,10	94,08	97,11	96,37	91,49	99,65	96,69
Si	3,13	3,24	3,05	3,21	2,90	2,96	2,93	2,87	2,87	2,80	3,03	3,05	2,89	2,74	2,85	2,94
Ti	0,15	0,13	0,18	0,05	0,27	0,26	0,28	0,26	0,28	0,28	0,22	0,28	0,11	0,20	0,18	0,18
Al	1,39	1,27	1,29	1,41	1,23	1,20	1,22	1,27	1,19	1,19	1,17	1,14	1,33	1,54	1,48	1,35
Fe+2	1,15	1,14	1,29	1,22	0,77	0,79	0,64	0,77	0,94	1,07	0,90	0,98	1,67	1,37	1,31	1,34
Mn	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,09	0,09	0,04	0,00	0,04
Mg	0,85	0,84	0,91	0,71	1,68	1,65	1,74	1,66	1,58	1,54	1,53	1,22	0,83	0,96	0,94	0,95
Ca	0,00	0,03	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,01
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,04
K	0,66	0,67	0,72	0,79	0,66	0,59	0,68	0,65	0,77	0,88	0,63	0,64	0,84	0,80	0,87	0,76
Toplam	7,35	7,33	7,48	7,43	7,57	7,50	7,55	7,62	7,63	7,77	7,49	7,42	7,75	7,73	7,67	7,61
Mg#	42,55	42,48	41,50	36,75	68,40	67,66	73,15	68,40	62,77	58,93	63,07	55,39	33,14	41,15	41,62	41,43

Biyotit formulleri 10 O temelinde hesaplanmıştır.

	Eğrem Tepe Hyaloklastitleri					Karain Volkaniklastikleri						
	KIA115-615 (ksenokristal) (Eğt-Hy)					KIA114-160 (ksenokristal) (Kar-Vk)				KIA115-590 (ksenokristal)		
SiO2	42,67	44,25	39,00	42,36	40,21	38,89	39,71	39,47	40,88	38,74	39,89	38,99
TiO2	4,61	5,24	5,75	4,65	4,66	4,40	5,85	4,36	4,92	6,47	5,66	5,08
Al2O3	14,19	14,44	12,61	14,14	14,53	14,16	13,71	13,50	14,24	13,52	13,73	13,30
FeO (t)	14,39	12,96	13,81	14,00	13,80	16,78	14,58	15,10	15,97	12,53	12,82	14,71
MnO	0,00	0,00	0,03	0,05	0,06	0,52	0,18	0,32	0,09	0,12	0,00	0,13
MgO	14,87	15,44	13,92	15,07	15,50	14,54	14,28	14,27	14,42	14,24	15,42	15,12
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,34	0,00	0,54	0,08	0,00
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,20	0,26	0,00	0,18	0,21	0,30	0,41
K2O	8,15	6,38	7,61	6,76	8,84	8,30	8,51	7,05	7,32	9,15	8,26	8,38
Toplam	98,89	98,72	92,74	97,02	97,83	97,81	97,10	94,42	98,01	95,52	96,16	96,13
Si	2,99	3,05	2,94	3,00	2,88	2,83	2,88	2,93	2,92	2,85	2,89	2,86
Ti	0,24	0,27	0,33	0,25	0,25	0,24	0,32	0,24	0,26	0,36	0,31	0,28
Al	1,17	1,17	1,12	1,18	1,23	1,22	1,17	1,18	1,20	1,17	1,17	1,15
Fe+2	0,84	0,75	0,87	0,83	0,83	1,02	0,88	0,94	0,95	0,77	0,78	0,90
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Mg	1,56	1,58	1,56	1,59	1,65	1,58	1,54	1,58	1,53	1,56	1,66	1,65
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,01	0,00
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,03	0,03	0,04	0,06
K	0,73	0,56	0,73	0,61	0,81	0,77	0,79	0,67	0,67	0,86	0,76	0,78
Toplam	7,54	7,38	7,54	7,47	7,66	7,72	7,63	7,58	7,57	7,65	7,62	7,70
Mg#	64,82	67,98	64,23	65,75	66,69	60,70	63,59	62,76	61,68	66,95	68,20	64,69

Olivin formulleri 4 O temelinde hesaplanmıştır.

	Resedimanter Ür. Kayaç Parçası				Eğrem Tepe Daykı						Karain Volkaniklastikleri											
	KIA115-621 (Ürg-Rs)				KIA114-335 (Eğt-D)						KIA114-160 (Kar-Vk)								KIA115-611 (Kar-Kp)			
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO2	36,38	37,95	38,51	35,47	42,39	39,49	38,29	38,77	39,72	39,19	37,34	38,31	35,49	38,22	38,92	37,22	38,07	38,09	38,68	38,12	37,56	37,65
TiO2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,22	0,62	0,00	0,57	0,21	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,65	0,55	0,62
Al2O3	0,01	0,07	0,60	0,15	0,30	0,54	0,28	0,17	0,35	0,35	0,13	0,17	0,00	0,00	0,13	0,51	0,06	0,11	0,32	0,28	0,05	0,11
FeO	25,40	30,54	25,49	32,41	10,05	14,96	13,79	12,21	11,41	13,55	25,40	26,12	28,04	28,61	27,03	26,75	26,59	27,14	24,08	25,47	26,24	26,57
MnO	0,75	0,06	0,02	0,47	0,10	0,47	1,58	1,45	0,01	1,17	0,45	0,68	0,24	0,39	0,46	0,36	0,47	0,51	0,47	0,35	0,41	0,05
MgO	33,89	32,82	35,16	28,33	46,61	43,37	46,51	46,33	45,93	46,48	34,24	35,76	33,42	35,30	35,14	31,97	35,35	35,17	37,32	34,65	34,48	34,29
CaO	0,52	0,37	0,01	0,39	0,00	0,00	0,00	0,28	0,03	0,10	0,22	0,00	0,50	0,22	0,14	0,44	0,23	0,37	0,35	0,44	0,43	0,36
Toplam	96,96	101,83	99,81	97,23	99,45	98,83	100,67	99,83	97,46	101,40	97,99	101,04	98,15	102,75	101,83	97,25	100,78	101,39	101,29	99,96	99,73	99,64
Si	0,99	1,01	1,02	1,01	1,05	1,01	0,95	0,97	1,01	0,97	1,01	1,01	0,97	0,99	1,02	1,03	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,01
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Al	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Fe2	0,58	0,68	0,57	0,77	0,21	0,32	0,20	0,22	0,24	0,24	0,58	0,57	0,60	0,61	0,59	0,62	0,59	0,60	0,52	0,57	0,59	0,60
Mn	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,03	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Mg	1,38	1,30	1,39	1,20	1,73	1,65	1,72	1,72	1,74	1,71	1,39	1,40	1,36	1,37	1,37	1,32	1,39	1,38	1,44	1,38	1,37	1,37
Ca	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Toplam	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fo	69	66	71	61	89	84	86	86	88	86	70	70	68	69	70	68	70	70	73	71	70	70
Fa	31	34	29	39	11	16	14	14	12	14	30	30	32	31	30	32	30	30	27	29	30	30

Spinellerin formülleri 4 O temelinde hesaplanmıştır.

	Karacaören Andezitik Lavları					Resedimanter Ürünler				Eğrem Tepe Daykı									
	S16-23 (Krc-L)					S16-30 (Ürg-Rs)				KIA114-335 (Eğt-D)									
SiO2	1,02	0,00	2,87	2,41	11,85	0,00	2,37	0,00	3,75	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO2	20,02	25,61	28,26	28,30	28,56	12,90	27,87	14,09	13,77	18,30	17,55	20,99	21,03	6,92	0,00	0,00	1,43	0,00	0,00
Al2O3	1,93	2,88	1,88	2,39	2,99	5,35	2,92	6,09	4,52	3,55	2,86	2,81	4,23	10,98	28,11	28,54	35,14	27,91	25,36
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	0,00	26,46	31,64	28,85	44,96	31,66	34,81
Fe2O3	27,57	17,35	5,94	5,49	0,00	38,90	7,20	36,51	31,76	29,99	33,41	27,37	21,96	20,45	12,12	13,26	0,00	13,47	10,62
FeO	52,22	55,90	61,66	60,80	56,60	40,72	57,66	41,28	42,88	42,34	43,28	46,14	45,96	31,29	15,44	15,88	0,00	12,50	19,00
MnO	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	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	1,92	2,68	4,67	4,40	2,99	3,30	5,02	5,95	13,90	13,37	18,47	15,82	11,27
Toplam	102,76	101,74	100,59	99,38	100,00	99,97	99,93	100,64	101,34	101,28	100,10	100,61	99,97	102,05	101,21	99,90	100,00	101,35	101,06
Si	0,04	0,00	0,10	0,09	0,42	0,00	0,09	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,55	0,70	0,77	0,78	0,77	0,35	0,76	0,38	0,36	0,49	0,48	0,57	0,56	0,17	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Al	0,08	0,12	0,08	0,10	0,13	0,23	0,12	0,26	0,19	0,15	0,12	0,12	0,18	0,43	0,99	1,01	1,18	0,97	0,91
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,70	0,74	0,69	1,01	0,74	0,84
Fe3	0,75	0,47	0,16	0,15	0,00	1,07	0,20	0,98	0,83	0,80	0,92	0,74	0,58	0,52	0,27	0,30	0,00	0,30	0,24
Fe2	1,58	1,70	1,88	1,87	1,69	1,24	1,74	1,24	1,25	1,26	1,32	1,39	1,36	0,88	0,38	0,40	0,00	0,31	0,49
Mn	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	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,10	0,14	0,24	0,23	0,16	0,18	0,26	0,30	0,62	0,60	0,78	0,69	0,51
Toplam	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Mineral	titanomanyetit													krom spinel					

Spinellerin formülleri 4 O temelinde hesaplanmıştır.

	Eğrem Tepe Hyaloklastitleri						Karain Volkaniklastikleri ve Kayaç Parçaları												
	KIA115-509		KIA115-510 (Eğt-Hy)				KIA114-081 (Kar-Kp)							KIA114-160 (Kar-Vk)		KIA115-611 (Kar-Kp)			
SiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,01	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97	0,00	0,00	11,56	11,08	7,42	17,36
TiO2	0,00	36,32	17,46	12,41	0,00	0,00	24,03	21,26	0,00	1,59	0,00	19,93	19,99	0,00	54,75	19,55	14,98	12,52	7,72
Al2O3	24,82	3,37	1,60	4,53	22,25	23,71	3,80	2,78	25,97	17,59	22,72	3,28	3,21	22,31	1,00	5,02	4,98	3,72	5,94
Cr2O3	29,44	0,00	0,00	0,00	38,54	36,83	0,00	0,00	35,67	34,26	37,30	0,00	0,00	37,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2O3	14,69	0,00	37,37	43,46	7,65	8,38	6,15	24,98	9,33	16,23	10,57	27,94	23,97	12,62	0,00	0,00	6,44	26,51	5,91
FeO	20,72	60,31	44,73	33,54	18,17	17,68	55,00	48,70	17,94	23,26	20,32	43,55	47,37	15,37	41,32	58,73	59,85	49,52	59,32
MnO	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	0,00	0,00	0,00
MgO	9,70	0,00	2,58	6,46	10,75	11,34	4,50	3,40	12,01	8,69	10,14	4,02	4,89	13,35	3,93	0,00	0,00	2,96	1,64
Toplam	99,37	100,00	103,74	100,41	97,36	97,95	99,49	102,50	100,94	101,63	101,06	98,72	102,40	101,26	101,00	94,86	97,33	102,66	97,89
Si	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,43	0,40	0,26	0,60
Ti	0,00	1,00	0,47	0,33	0,00	0,00	0,63	0,56	0,00	0,04	0,00	0,55	0,52	0,00	1,49	0,54	0,41	0,32	0,20
Al	0,92	0,15	0,07	0,19	0,84	0,88	0,16	0,12	0,93	0,66	0,83	0,14	0,13	0,80	0,04	0,22	0,21	0,15	0,24
Cr	0,73	0,00	0,00	0,00	0,98	0,92	0,00	0,00	0,86	0,87	0,92	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3	0,35	0,00	1,00	1,15	0,18	0,20	0,16	0,66	0,21	0,39	0,25	0,77	0,62	0,29	0,00	0,00	0,17	0,69	0,15
Fe2	0,55	1,85	1,33	0,99	0,49	0,47	1,61	1,43	0,46	0,62	0,53	1,33	1,37	0,39	1,25	1,81	1,81	1,43	1,72
Mn	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	0,00	0,00	0,00
Mg	0,45	0,00	0,14	0,34	0,51	0,53	0,23	0,18	0,54	0,42	0,47	0,22	0,25	0,61	0,21	0,00	0,00	0,15	0,08
Toplam	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Mineral	Cr-spinel	titanomanyetit			Cr-spinel		titanomanyetit	Cr-spinel			titanomanyetit			Cr-spinel	titanomanyetit				

Amfibol minerallerinin formülleri 23 O temelinde hesaplanmıştır

	Karain Volkaniklastikleri							
	KIA115-583 (litik)						KIA115-590 (litik)	
SiO2	50,79	52,16	51,37	51,59	51,74	52,94	54,05	55,47
TiO2	2,22	2,62	1,28	1,65	1,03	2,10	0,46	1,77
Al2O3	6,58	6,80	5,98	6,48	6,51	9,11	13,99	11,66
FeO (t)	12,31	11,24	12,37	13,60	13,91	11,26	9,69	9,09
MnO	0,28	0,00	0,00	0,00	0,35	0,01	0,37	0,43
MgO	11,35	11,82	11,79	11,19	11,64	8,46	6,50	4,97
CaO	11,68	10,96	12,47	9,43	11,97	10,27	9,07	8,12
Na2O	0,43	0,62	0,90	0,72	0,90	1,18	2,18	1,04
K2O	1,10	0,97	0,89	1,22	0,61	1,64	1,07	2,52
Toplam	96,75	97,19	97,05	95,87	98,67	96,97	97,38	95,08
Si	7,41	7,49	7,48	7,57	7,44	7,59	7,57	7,93
Ti	0,24	0,28	0,14	0,18	0,11	0,23	0,05	0,19
Al	1,13	1,15	1,03	1,12	1,10	1,54	2,31	1,96
Fe+2	1,50	1,35	1,51	1,67	1,67	1,35	1,14	1,09
Mn	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,05
Mg	2,47	2,53	2,56	2,45	2,50	1,81	1,36	1,06
Ca	1,83	1,69	1,94	1,48	1,84	1,58	1,36	1,24
Na	0,12	0,17	0,25	0,20	0,25	0,33	0,59	0,29
K	0,20	0,18	0,16	0,23	0,11	0,30	0,19	0,46
Toplam	14,94	14,83	15,08	14,90	15,08	14,73	14,61	14,27

Aksesuar mineraller

	Karain Volkaniklastikleri								
	KIA115-583								
SiO2	35,53	36,73	38,33	38,30	39,76	38,91	38,70	24,23	30,06
TiO2	0,04	0,00	0,09	0,00	0,34	0,00	0,59	0,02	0,16
Al2O3	24,64	25,75	24,51	24,50	24,94	23,09	24,64	19,94	17,88
FeO (t)	12,32	12,91	12,74	12,42	8,90	12,60	11,75	24,45	23,15
MnO	0,09	0,10	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,54	0,25
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	20,87	19,68
CaO	25,14	24,07	24,04	24,38	25,05	23,35	23,67	0,29	0,49
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K2O	0,13	0,03	0,25	0,13	0,02	0,14	0,08	0,14	0,23
Toplam	97,88	99,59	99,97	99,72	99,05	98,14	99,44	90,48	91,90
Mineral	epidot							klorit	

	Eğrem Tepe Hyaloklastitleri			Karain Volkaniklastikleri			
	KIA115-510			KIA114-160			
PO4	50,75	43,56	46,32	45,25	44,58	41,97	43,90
CaO	43,17	48,35	50,48	51,38	53,48	54,27	52,98
F	5,19	7,08	1,20	0,00	0,00	1,31	0,00
Toplam	99,12	98,99	97,99	96,62	98,07	97,55	96,88
	apatit						

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

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

Tarih: 06/02/2018

Tez Başlığı / Konusu: Kapadokya Volkanik Provensi'nde Yer Alan Eğrem Tepe Hidrovolkanik Çökellerinin Petrolojik İncelemesi

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 101 sayfalık kısmına ilişkin, 05/02/2018 tarihinde şahsım/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/dahil
3- 5 kelimeden 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.

06 / 02 / 2018
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Volkan Erkut
Öğrenci No: N14222690
Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Programı: Mineraloji-Petrografi
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

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