



T.C.  
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



TAŞTEPE (GÖRE - NEVŞEHİR) VE CİVARI BENTONİTLERİN  
MİNERALojİK İNCELENMESİ

MUSTAFA KAYNAK

ARALIK 2024



T.C.  
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TAŞTEPE (GÖRE - NEVŞEHİR) VE CİVARI BENTONİTLERİN MİNERALojİK  
İNCELENMESİ

Mustafa KAYNAK

Yüksek Lisans

Danışman

Doç. Dr. Murat ÇİFLİKLİ

Aralık 2024

**Mustafa KAYNAK** tarafından **Doç. Dr. Murat ÇİFLİKLİ** danışmanlığında hazırlanan “**Taştepe (Göre - Nevşehir) ve Civarı Bentonitlerin Mineralojik İncelenmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ömer BOZKAYA,  
Pamukkale Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Murat ÇİFLİKLİ,  
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Dr. Öğ. Üyesi Sinan ALTUNCU,  
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

**ONAY:**

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ....../.../2024 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun ....../.../2024 tarih ve ..... Sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

....../.../2024

**Prof. Dr. Mustafa KARATEPE**  
**MÜDÜR**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa KAYNAK

## ÖZET

### TAŞTEPE (GÖRE - NEVŞEHİR) VE CİVARI BENTONİTLERİN MİNERALOJİK İNCELENMESİ

KAYNAK, Mustafa

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

: Doç. Dr. Murat ÇİFLİKLİ

Aralık 2024, 81 Sayfa

Bu çalışma, Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVP) içerisinde yer alan Göre (Nevşehir) bölgesinde tespit edilen bentonitlerin Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması hedeflemektedir. Bu doğrultuda optik ve elektron mikroskop (SEM), X-ışınları kırınımı (XRD), X-ışınları floresans spektrometresi (XRF), incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında, genel olarak Aşıklıdağ Andeziti, Kavak İgnimbiriti ve Kumtepe İgnimbiriti birimleri gözlenmektedir. Çoğunlukla piroklastik (İgnimbirit) ve kısmen lav ürünlerini etkileyen alterasyon boz-sarımsı beyazımsı renkli silisli ve grimsi yeşil, yeşil renkli kil mineral oluşumlarına neden olmuştur. Altere örnekler başlıca silis mineralleri (Kuars, Opal-CT), Kil (Simektit, Montmorillonit), ferromagnezyen minerali olarak Biyotit  $\pm$  Piroksen minerali, Feldispat grubu (K-Feldspat ve Plajiyoklaz) mineralleri içermektedir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri 0,190-0,761 meq/gr aralığındadır ve simektit içerikleriyle doğru orantılı bir artıştır. Ana oksit ve iz element bileşimlerine göre; düşük-orta dereceli alterasyon ürünü ignimbiritler ile yüksek dereceli alterasyon ürünü bentonitler alkali karakterli traki-andezitik (ortaç) bileşimli magmadan türemiştir.

*Anahtar Kelimeler:* Bentonit, ignimbirit, ferromagnezyen, katyon değişim kapasitesi (kdk), simektit

## SUMMARY

### MINERALOGICAL STUDY OF BENTONITES IN TAŞTEPE (GÖRE - NEVŞEHİR) AND ITS SURROUNDINGS

KAYNAK, Mustafa

Nigde Omer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Jeology Engineering

Supervisor : Associate Prof. Murat ÇİFLİKLİ

December 2024, 81 page

This study aims to reveal the mineralogical-petrographic and geochemical properties of bentonites detected in the Göre (Nevşehir) region within the Central Anatolian Volcanic Province (CAVP). In this regard, optical and electron microscopes, X-ray diffraction, X-ray fluorescence spectrometry, and inductively coupled plasma-mass spectrometry examinations were carried out. In the study area, Aşıklıdağ Andesite, Kavak Ignimbrite, and Kumtepe Ignimbrite units are generally observed. The alteration, which mostly affects pyroclastic (İgnimbrite) and partly lava products, has resulted in gray-yellowish-whitish siliceous and grayish-green clay mineral formations. Altered samples mainly include silica minerals (Quartz, Cristobalite, Opal-CT), Clay (Smectite, Montmorillonite,  $\pm$  Illite), biotite  $\pm$  pyroxene mineral as a ferromagnesian mineral, and feldspar group minerals (K-feldspar and plagioclase). Cation exchange capacity (CEC) values are in the range of 0,190-0,761 meq/g and increase in direct proportion to the smectite contents. According to major and trace element compositions, low-medium grade alteration product ignimbrites and high-grade alteration product bentonites are derived from alkaline magma with trachy-andesitic (İntermediate) composition.

*Keywords:* Bentonite, cation exchange capacity (cec), ignimbrite, smectite

## ÖNSÖZ

“Taştepe (Göre - Nevşehir) ve Civarı Bentonitlerin Mineralojik İncelenmesi” başlıklı bu tez çalışması Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı bünyesinde Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı büyük bir özveri ve anlayışla yürüten, tez konusunun seçilmesinden tezin savunulmasına kadar birçok aşamada bilgisi, tecrübesi ve önerileriyle çalışmamı yönlendiren, bilgi birikimini doğru, etik ve açıklayıcı olarak aktarmayı görev edinmiş, kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Doç. Dr. Murat ÇİFLİKLİ’ye,

Jeokimyasal çalışmalarım için desteklerini esirgemeyen ve yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Ömer BOZKAYA’ ya,

Tezi çalışmalarım için desteklerini esirgemeyen ve yönlendiren değerli hocam Dr. Öğ. Üyesi Sinan ALTUNCU’ ya,

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya bölümü laboratuvarını kullanmamıza izin veren ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Yavuz SÜRME’ ye,

Tez sürecim boyunca birçok konuda desteklerini gördüğüm değerli meslektaşım Jeoloji Yük. Müh. Obaidullah ANDAR’a,

Tüm hayatım boyunca sevgilerini ve güvenlerini her zaman hissettiğim sevgili aileme, bilgi ve tecrübeleriyle kendisinden çok şey öğrendiğim ve bana her daim inanan ve güvenen, bu çalışmaya teşvik eden sevgili Annem ve Babama ithaf ediyorum.

## İÇİNDEKİLER

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                        | iv   |
| SUMMARY .....                                     | v    |
| ÖNSÖZ .....                                       | vi   |
| İÇİNDEKİLER .....                                 | vii  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                           | ix   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                             | x    |
| FOTOĞRAFLAR DİZİNİ .....                          | xiii |
| SİMGE VE KISALTMALAR .....                        | xiv  |
| BÖLÜM I.....                                      | 1    |
| GİRİŞ .....                                       | 1    |
| 1.1 Amaç ve Kapsam .....                          | 1    |
| 1.2 Genel Jeoloji .....                           | 2    |
| 1.2.1. Aşıklıdağ andeziti .....                   | 3    |
| 1.2.2. Kavak ignimbiriti .....                    | 4    |
| 1.2.2 Kumtepe ignimbiriti.....                    | 9    |
| BÖLÜM II .....                                    | 12   |
| ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....                           | 12   |
| BÖLÜM III .....                                   | 16   |
| KİL MİNERALLERİ.....                              | 16   |
| 3.1 Kıl .....                                     | 16   |
| 3.2. Kılın oluşumu .....                          | 17   |
| 3.3 Kıl Minerallerinin Sınıflandırılması .....    | 18   |
| 3.3.1 Simektit mineralleri .....                  | 19   |
| 3.4. Katyon Değişim Kapasitesinin Ölçülmesi ..... | 20   |
| BÖLÜM IV .....                                    | 23   |
| MATERYAL ve YÖNTEM .....                          | 23   |
| 4.1 Çalışma Yöntemi .....                         | 23   |
| 4.1.1 Arazi çalışmaları .....                     | 23   |
| 4.1.2. Saha belirleme ve örnek alımı .....        | 26   |
| 4.1.3 Laboratuvar çalışmaları .....               | 26   |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 4.1.4 Büro çalışmaları.....                               | 27 |
| BÖLÜM V.....                                              | 28 |
| MİNERALOGİ ve PETROGRAFİ .....                            | 28 |
| 5.1. Optik Mikroskop İncelemeleri.....                    | 28 |
| 5.2. (XRD) Tüm Kayaç İncelemeleri.....                    | 41 |
| 5.5. Simektit yapısal formülleri Belirlenmesi .....       | 49 |
| 5.6. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) İncelemeleri.....  | 50 |
| 5.6 Metilen Mavisi (Katyon Değişim Kapasitesi (KDK))..... | 53 |
| BÖLÜM VI.....                                             | 58 |
| JEOKİMYA .....                                            | 58 |
| 6.1. Ana Oksit Element Jeokimyası.....                    | 58 |
| 6.2 İz Element Jeokimyası .....                           | 62 |
| BÖLÜM VI.....                                             | 50 |
| SONUÇLAR.....                                             | 50 |
| KAYNAKLAR.....                                            | 66 |
| ÖZ GEÇMİŞ.....                                            | 81 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.1. Taş Tepe alanında alınan örnekler.....                                                   | 23 |
| Çizelge 4.2. Kavak ignimbiriti alınan örnekler. ....                                                  | 24 |
| Çizelge 4.3. Kumtepe ignimbiriti alınan örnekler. ....                                                | 24 |
| Çizelge 4.4. Göre kasabada sondaj ait killerin örnekler. ....                                         | 24 |
| Çizelge 5.1. Çalışma alanında derlenen örneklerle ait mineralojik birliktelikler. ....                | 28 |
| Çizelge 5.2. Çalışma alanında ait örneklerin ortalama KDK değerleri (meq/g). ....                     | 57 |
| Çizelge 6.1. Çalışma alanının örneklerine ait major oksit (%) ve iz element değerleri (ppm).<br>..... | 60 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. Çalışma alanının 1: 25.000 ölçekli jeolojik haritası (Andar, 2024).....                                                                                                        | 2  |
| Şekil 1.2. Aşıklıdağ Dom'una ait arazi görüntüsü (a: kuzey -kuzey batı bakışlı, b: güney bakışlı ). ....                                                                                  | 4  |
| Şekil 1.3. Çalışma alanında bulunan farklı sekanslarda gelen Kavak ignimbirit ünitelerine ait geri düşme ürünlerine ait saha görüntüsü (Doğu- Batı bakışlı). ....                         | 5  |
| Şekil 1.4. Orta Anadolu Volkanik Bölgesine (OAVB) ait stratigrafik istifi gösteren sütun kesit (Aydar vd., 2012). ....                                                                    | 6  |
| Şekil 1.5. Çalışma alanında bulunan farklı sekanslarda gelen Kavak ignimbirit ünitelerine ait geri düşme ürünlerinin ölçülü arazi görüntüsü (Doğu- Batı bakışlı). ....                    | 7  |
| Şekil 1.6. Kavak ignimbiritinin ait arazi görüntüleri ( a: aşırı altere Kavak ignimbiritine ait görüntü, b: Kavak ignimbiritine ait Taştepe civarındaki Doğu- Batı bakışlı görüntü). .... | 8  |
| Şekil 1.7. Çalışma alanında bulunan Kavak ignimbiritine ait pomzaların gözenekli yapısını gösteren mikroskop görüntüleri. ....                                                            | 9  |
| Şekil 1.8. Kumtepe ve Kavak ignimbiritlerine ait arazi görüntüsü (Güneydoğu- Kuzey batı bakışlı). ....                                                                                    | 11 |
| Şekil 3.1. Tane boyu sınıflandırma şeması (Herries Davies, G.L., 2007). ....                                                                                                              | 17 |
| Şekil 3.2. Dünya yüzeyindeki malzeme hacmi (G. Brown, 1984). ....                                                                                                                         | 18 |
| Şekil 3.3. Simektitlerin yapısının diyagramatik çizimi (Grim, 1968). ....                                                                                                                 | 19 |
| Şekil 5.1. Porfirik doku gösteren kavak ignimbiritine ait TT-1 nolu örneğe ait çift nikol (4x) ince kesit görüntüsü; (Pl: Plajiyoklaz, Pmz: Pomza). ....                                  | 35 |
| Şekil 5.2. Porfirik doku gösteren kavak ignimbiritine ait TT-1 nolu örneğe ait çift nikol (4x) ince kesit görüntüsü; (Pl: plajiyoklaz, Fsp: feldispat, Cpx: klinopiroksen). ....          | 36 |
| Şekil 5.3. Porfirik doku gösteren kumtepe ignimbiritine ait TT-2 nolu örneğe ait çift nikol (2.5x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Bt: Biyotit). ....                               | 39 |
| Şekil 5.4. Porfirik doku gösteren kumtepe ignimbiritine ait TT-2 nolu örneğe ait çift nikol (2.5x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Bt: Biyotit, Pmz: Pomza). ....                   | 40 |
| Şekil 5.5. Porfirik doku gösteren kumtepe ignimbiritine ait TT-2 nolu örneğe ait çift nikol (4x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen, Ojt: Ojit). ....               | 38 |

|                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5.6. Porfirik dokulu TT-3 nolu örneğe ait çift nikol (4x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Ep: Epidot, Cpx: Klinopiroksen).....                                           | 30 |
| Şekil 5.7. Porfirik dokulu.TT-3 nolu örneğe ait çift nikol (4x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Ol: Olivin Cpx: Klinopiroksen).....                                            | 31 |
| Şekil 5.8. Pilotaksitik doku gösteren TT-4 nolu örneğe ait çift nikol (4x) ince kesit görüntü; (Kayaç içerisinde koyurenkli Ferromagnezyen grubu mineraller ve Pl: Plajiyoklaz)..... | 32 |
| Şekil 5.9. Hiyalopilitik doku gösteren TT-5 nolu örneğe ait çift nikol (4x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Px: Piroksen). ....                                                | 33 |
| Şekil 5.10. Kavak ignimbiritine ait TT-1 nolu örneğine ait (X- ışınları) tüm kayaç difraktogramı. ....                                                                               | 42 |
| Şekil 5.11. Kumtepe ignimbiritine ait TT-2 nolu örneğine ait (X- ışınları) tüm kayaç difraktogramı. ....                                                                             | 43 |
| Şekil 5.12. Kavak ignimbiritine ait SK-1 nolu Kil örneğinin (X- ışınları) tümkayaç difraktogramı. ....                                                                               | 44 |
| Şekil 5.13. Kavak ignimbiritine ait SK-2 nolu Kil örneğinin (X- ışınları) tümkayaç difraktogramı. ....                                                                               | 45 |
| Şekil 5.14. Kavak ignimbiritine ait SK-3 nolu Kil örneğinin (X- ışınları) tümkayaç difraktogramı. ....                                                                               | 46 |
| Şekil 5.15. Kavak İgnimbiritine ait SK-1 nolu örneğinin (X- ışınları) kil fraksiyon difraktogramı. ....                                                                              | 48 |
| Şekil 5.16. Kavak İgnimbiritine ait SK-2 nolu örneğinin (X- ışınları) kil fraksiyon difraktogramı. ....                                                                              | 48 |
| Şekil 5.17. Kavak İgnimbiritine ait SK-3 nolu örneğinin (X- ışınları) kil fraksiyon difraktogramı. ....                                                                              | 49 |
| Şekil 5.18. Mısır gevreği morfolojisi sunan Simemktit mineraline ait SEM görüntüsü (SK-1 nolu örnek).....                                                                            | 51 |
| Şekil 5.19. Jips gülü görünümlü cam kürecikleri şeklinde bir morfoloji sunan Simemktit mineraline ait SEM görüntüsü (SK-2 nolu örnek). ....                                          | 52 |
| Şekil 5.20. Simektitler üzerinde gelişmiş bakteri oluşumlarının görüldüğü SK-3 nolu örneğe ait SEM görüntü. ....                                                                     | 53 |
| Şekil 5.21. Feldspat minerallerinin dönüşümü ile oluşmuş simektit mineraline ait SK-4 nolu örneğin SEM görüntüsü. ....                                                               | 53 |

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5.22. Kavak İgnimbiritine ait KDK ölçüm düzeni ve bazı örnekler için hale görünümleri. Buna göre sırasıyla a), b) ve c) (SK-1, SK2 ve SK-3) numaralı .....                                     | 56 |
| Şekil 5.23. Metilen Mavisi deneyi yapılan örneklerin KDK değerlerinin gösterimi.....                                                                                                                 | 57 |
| Şekil 6.1. Simektit ve ignimbirit örneklerinin Winchester ve Floyd (1977)'e göre Zr/TiO <sub>2</sub> -Nb/Y diyagramındaki dağılımı. ....                                                             | 59 |
| Şekil 6.2. Kavak ve Kumtepe ignimbiritlerine ait örneklerin Rby+Nb ayırım diyagramına göre dağılımı (Pearce vd., 1984). ....                                                                         | 60 |
| Şekil 6.3. AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).....                                                                                                                                              | 62 |
| Şekil 6.4. Çalışma Alanına ait örneklerin (Taylor ve McLennan,1995) tarafından önerilen üst kıtasal kabuğa (UCC) göre normalize edilmiş iz element dağılımları. (SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, TT-5, ..... | 63 |

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fotoğraf 4.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (bing uydu görüntüsü'den değiştirilerek alınmıştır)..... | 25 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



## SİMGE VE KISALTMALAR

| Simgeler       | Açıklama                 |
|----------------|--------------------------|
| O-Hf           | Oksijen-hafniyum izotop  |
| d001           | Simektit bazal yansıması |
| N              | Normal                   |
| R <sub>2</sub> | Korelasyon katsayısı     |
| <              | Küçüktür                 |
| >              | Büyüktür                 |
| Å              | Angstrom                 |
| °C             | Santigrat                |
| Θ              | Teta                     |
| O              | Derece                   |

| Kısaltma | Açıklama                             |
|----------|--------------------------------------|
| OAVP     | Orta Anadolu Volkanik Provensi       |
| AMS      | Manyetik Hassasiyet Anizotrop        |
| AFC      | Asimilasyon Fraksiyonel Kristalleşme |
| SOM      | Kendi Kendini Düzenleyen Harita      |
| EDS      | Enerji Dağılım Spektrometresi        |
| UCC      | Üst Kıtasal Kabuğa                   |
| AFM      | Atomik Kuvvet Mikroskobu             |
| KDK      | Katyon Değişim Kapasitesi            |
| SEM      | Taramalı Elektron Mikroskop          |
| HK       | Havada Kurutulmuş                    |
| YS       | Yüksek Sıcaklık                      |
| EG       | Etilen Glikol                        |
| Opal-CT  | Cristobalit Ve Tridimit              |
| Plj      | Plajiyoklaz                          |

|                 |                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------|
| Q               | Kuvars                                                 |
| op              | Opositleşme                                            |
| XRD             | X-Ray Diffraction                                      |
| MTA             | Maden Tetkik ve Arama                                  |
| Cc              | Kübik Santimetre                                       |
| Cm              | Santimetre                                             |
| Cm <sup>3</sup> | Santimetreküp                                          |
| Cp              | Santipuaz                                              |
| Dk              | Dakika                                                 |
| G               | Gram                                                   |
| Km              | Kilometre                                              |
| Km <sup>2</sup> | Kilometrekare                                          |
| Kn              | Kilonewton                                             |
| Kv              | Kilovolt                                               |
| L               | Litre                                                  |
| M               | Metre                                                  |
| M <sup>2</sup>  | Metrekare                                              |
| Ma              | Miliamper                                              |
| meq             | Miliekivalen                                           |
| Mg              | Miligram                                               |
| ml              | Mililitre                                              |
| mm              | Milimetre                                              |
| Mv              | Milivolt                                               |
| My              | Milyon yıl                                             |
| Ph              | Hidrojen İyon Konsantrasyonu                           |
| Ppm             | Parts Per Million (Milyonda Bir)                       |
| Ppb             | Parts Per Billion (Milyarda Bir)                       |
| Psi             | Pounds Per Square Inch (İnch Kare Başına Düşen Basınç) |
| rpm             | Rapid per minute                                       |
| Sn              | Saniye                                                 |
| V               | Volt                                                   |
| μhoms           | Özgöl İletkenlik                                       |
| μm              | Mikrometre                                             |

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

### 1.1 Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışması Nevşehir ili güneyinde, Göre kasabası, Taş Tepe, Büvelek tepe, Sarıyaprak mevkiinin de içerisinde olduğu, 1: 25000 ölçekli, Kayseri K<sub>33</sub>C<sub>4</sub> ve K<sub>33</sub>d<sub>3</sub> paftalarını kısmen içeren, yaklaşık 2,5 km<sup>2</sup>’ lik bir bölgeyi kapsamaktadır.

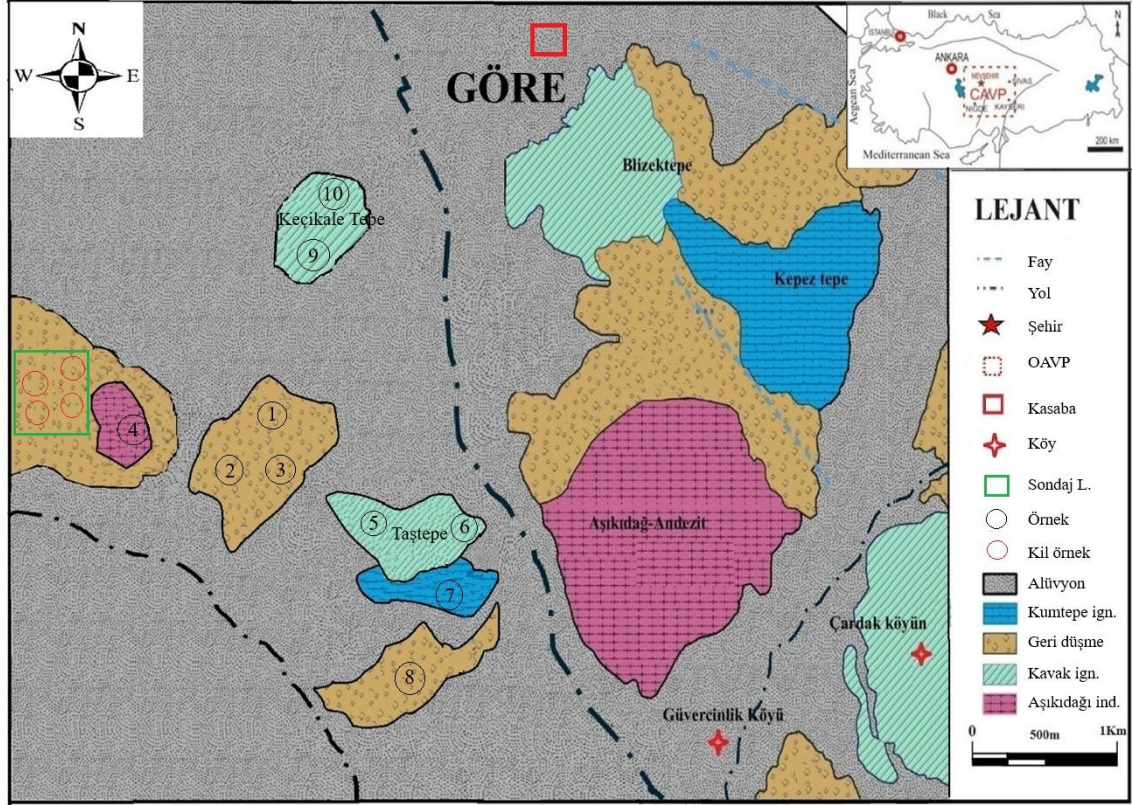
Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVB) olarak bilinen ve çalışma alanını da kapsayan bölgede bugüne kadar birçok jeolojik çalışma yapılmıştır. Bölgedeki ilk çalışmalar Pasquare (1968) tarafından gerçekleştirilmiş olup, sonraki araştırmaların büyük bir kısmı bu çalışmayı temel almıştır.

Temel (1992), eksplozif volkanizmanın petrolojik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuştur. (Le Pennec vd., 1994), Neojen ignimbiritlerin stratigrafisi, dağılımı ve kaynak kısıtlamalarını incelemiştir. Dönmez ve arkadaşları (2003), Kayseri–Niğde–Nevşehir yöresindeki Tersiyer volkanitleri üzerine çalışmalar yapmıştır. (Aydar vd., 2012), zirkon ve plajiyoklaz yaşları ile zirkon bileşimlerini kullanarak ignimbiritlerin korelasyonunu incelemiştir. Çiflikli (2020), ignimbiritlerde hidrotermal alterasyona bağlı olarak kaolinit/dikit oluşumlarını ve özelliklerini ortaya koymuştur. Atıcı (2023), AMS yöntemiyle ignimbiritlerin muhtemel kaynak bölgelerinde manyetik hassasiyet anizotropisi tespiti üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Formasyon ve üye adlarının seçiminde, inceleme alanı ve yakın çevresinde daha önce çalışmış araştırmacılar tarafından verilen isimlere sadık kalınmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Orta Anadolu Volkanik Provensi (OAVB) içerisinde yer alan Nevşehir, Göre bölgesinde yakın zamanda tespit edilen bentonitli tabakaların jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemektir.

Bölgedeki en önemli jeolojik unsur; Anadolu’daki Neojen- Kuvaterner volkanik kuşaklarından biri olan, yaklaşık 250-300 km uzunlukta ve KD-GB doğrultulu Kapadokya Volkanik Alanı (KVA) (Dirik, 2009) veya Kapadokya Volkanik Kompleksi

(KVK) (Aydın, 2009) olarak adlandırılan volkanik etkinlik kuşağıdır. KVK Türkiye'nin en önemli Tersiyer- Kuvaterner volkanik provenslerinden biri olup çalışma alanı bu bölge içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanının 1: 25.000 ölçekli jeolojik haritası (Andar, 2024).

## 1.2 Genel Jeoloji

Orta Anadolu 1400-1500 m yüksekliğinde yüksek bir plato oluşturan ve Miyosen'den Üst Holosen'e kadar püsküren kıtasal bir volkanik aktiviteye sahiptir (Aydar vd., 2012). Topoğrafik olarak hafifçe kuzeye eğimli bir çöküntü olan bölge, Güneyde Toros Sıradağları, Batıda ve Doğuda ise sırasıyla iki önemli kuvaterner stratovulkanı (Hasan Dağı ve Erciyes Dağı) ile sınırlanmaktadır. Neojen kıtasal çökelleri, çoğunlukla endoreik akarsu, Gölsel çökeller ve geç orojenik volkanik çökeller bu çöküntüyü doldurmaktadır (Pasquarè, 1968). Ayrıca, birkaç Kuvaterner stratovulkanı (Erciyes Dağı, Hasan Dağı) ve birçok monogenetik çıkış bacaları (kül konileri, maarlar, domlar) bulunur (Aydar ve Gourgaud, 1998). Stratigrafik olarak, Ürgüp formasyonu (Pasquarè, 1968), başlangıçta dokuz ignimbirit üyesine ayrılan ana litostratigrafik birimdir. Akköy, Kavak, Sarımaden Tepe, Cemilköy, Tahar, Gördeles, İncesu Üyesi, Sofular Merceği ve Valibabatepe, bu tür

yer adlarıyla adlandırılmıştır (köyler ve tepeler için Türkçe isimler sırasıyla "köy" ve "tepe"dir).

OAVB'nin stratigrafik yeniden değerlendirmesinde, (Le Pennec vd., 1994) tarafından belirtilen terminolojiyi takip ederek 10 ignimbirit üyesi (eski tarihlerden yenilere doğru stratigrafik sırayla) tanımlıyoruz. Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibabatepe ve Kumtepe İgnimbiritleridir.

Çalışma alanında bu belirtilmiş olan ignimbiritlerden Kavak ve Kumtepe ignimbiritleri gözlenirken lav olarak Aşıklıdağ andeziti (andezitik-bazalt) gözlenmektedir.

### **1.2.1. Aşıklıdağ andeziti**

Aşıklıdağ; Orta Anadolu Volkanik Bölgesinde (OAVB), özellikle Nevşehir'in güneyinde, Güvercinlik Köyünün Kuzey-Kuzeybatısında Büvelektepe ve Taştepe arasında mercerler şeklinde izlenen birim, bölgede en iyi Aşıklıdağ domu olarak görülmektedir. Aşıklıdağ Andeziti, bu bölgenin volkanik kayaç yapısının önemli bir parçasıdır. Saha çalışmalarında birim (Aşıklıdağ Andeziti) genelde koyu gri, yer yer hafif pembemsi ve morumsu renklerde diğer birimlerden rahat bir şekilde ayırt edilmektedir. Aşıklıdağ Andeziti veya andezitik bazaltı olarakta bazı kaynaklarda tanımlanan kayacın mineralojik bileşimi, genellikle plajiyoklaz, piroksen ve amfibol gibi mineraller içerir. Bu mineraller, andezitik-bazaltın karakteristik dokusunu ve rengine etki etmiştir. Genellikle gri ve kahverengi tonlarında afanitik lavların oluşturduğu bir dom şeklinde çalışma alanında gözlenmiştir (Şekil 1.2). Aşıklıdağ Domu'nun lavları çıplak gözle Hoduldağı'nın lavlarına benzemektedir (Dönmez vd., 2003).



**Şekil 1.2.** Aşıklıdağ Dom'una ait arazi görüntüsü (a: Kuzey -Kuzeybatı bakışlı, b: Güney bakışlı).

### 1.2.2. Kavak ignimbiriti

Çalışma alanı içerisinde tanımlanan iki ignimbiritten biri olan Kavak ignimbiritleri, OAVB 'deki en eski piroklastik birikintileri temsil eder. OAVB'de tipik olarak peribacaları şeklinde erozyon şekilleri sunan, beyaz, sarımsı beyaz, sarı, açık gri renklerde ve birkaç faz halinde gözlenen ilk ignimbiritik aktivitedir. Bölgede piroklastik akıntıların ilk ürünlerini oluşturan Kavak İgnimbiriti birbirinden konglomeratik, laharik veya flüvyatik oluşumlarla ayrılan kaynaklaşmamış piroklastik akıntılardan oluşmaktadır (Dönmez vd., 2004). Fluvial-göl sedimanları ile ara tabakalıdır ve bu durum, birden fazla patlama olma olasılığını göstermektedir. Kavak ignimbiritleri genel olarak  $\sim 2600 \text{ km}^2$ 'lik bir alana yayılan,  $\sim 80 \text{ km}^3$ 'lük bir hacme sahiptir (Le Pennec vd., 1994). Birimin litolojik özellikleri en iyi şekilde Avcılar (Göreme) yöresinde gözlenmekte olup ve birimin alt/üst sınırları iyi gözlenememektedir. Kavak ignimbiritine ait pomzaların mineralce zengin olmasından dolayı oldukça ağır olup, köpüksü bir yapı göstermektedir (Temel, 1992). Kavak İgnimbiriti genellikle homojen bir yapıya sahip olup, biyotit ve hornblend mineralleri içeren andezit ve dasit yabancı kayaç parçalarıyla, matriksinde önemli miktarda biyotit içermektedir (Pasquare, 1968). Kavak ignimbiritlerinin en önemli özelliği, peribacaları şeklinde karakteristik erozyon şekillerine sahip olmasıdır. Bu Peribacaları, Ürgüp, Üçhisar, Ortahisar ve Göreme yöresinde yaklaşık  $100 \text{ km}^2$ 'nin üzerinde bir alanı kaplamaktadır (Çiflikli, 2020).

Kavak ignimbiritleri, olası kaynak alanları olan Çardak depresyonunun Doğu ve Kuzeydoğu kısımlarında iyi bir şekilde açığa çıkmıştır (Froger vd., 1998) (Şekil 1.3). Sarı, beyazımsı kül birikintisi ile başlayıp ters derecelenmiş pomza bakımından zengin bir akış ile devam eder (Kavak-1). Kavak-1 alt birimini üstteki Kavak-2'den ayıran kül bakımından zengin göl sedimanları bulunmaktadır. Kavak-2 alt birimi, tabanda andezitik litikler bakımından zengindir, bu litikler yukarı doğru azalarak üstte kül bakımından zengin akış birikintilerine dönüşür. Karakteristik birikimli lapilli, Kavak köyünün Kuzey-Kuzeydoğusunda ve Nar vadisinde bulunur. Karbonlu fluvial-göl konglomeraları, küçük bir pomza birikintisi ile birlikte Kavak-2'yi Kavak-3'ten ayırır. Kavak-3, kül matrisinde birkaç pomza bakımından zengin katmanla konsolide olmuş ve orta derecede sertleşerek üstünde yaklaşık 50 cm kalınlığında sarımsı-bej pomza birikintisi (Kavak-4) bulunmaktadır (Aydar vd., 2012) (Şekil 1.4). Bu birim, karakteristik olarak soluk pembemsi renkte olup, üstündeki piroklastik akış birikintisi, kül bakımından zengin matris içinde az sayıda litik ve pomza klastları içerir.



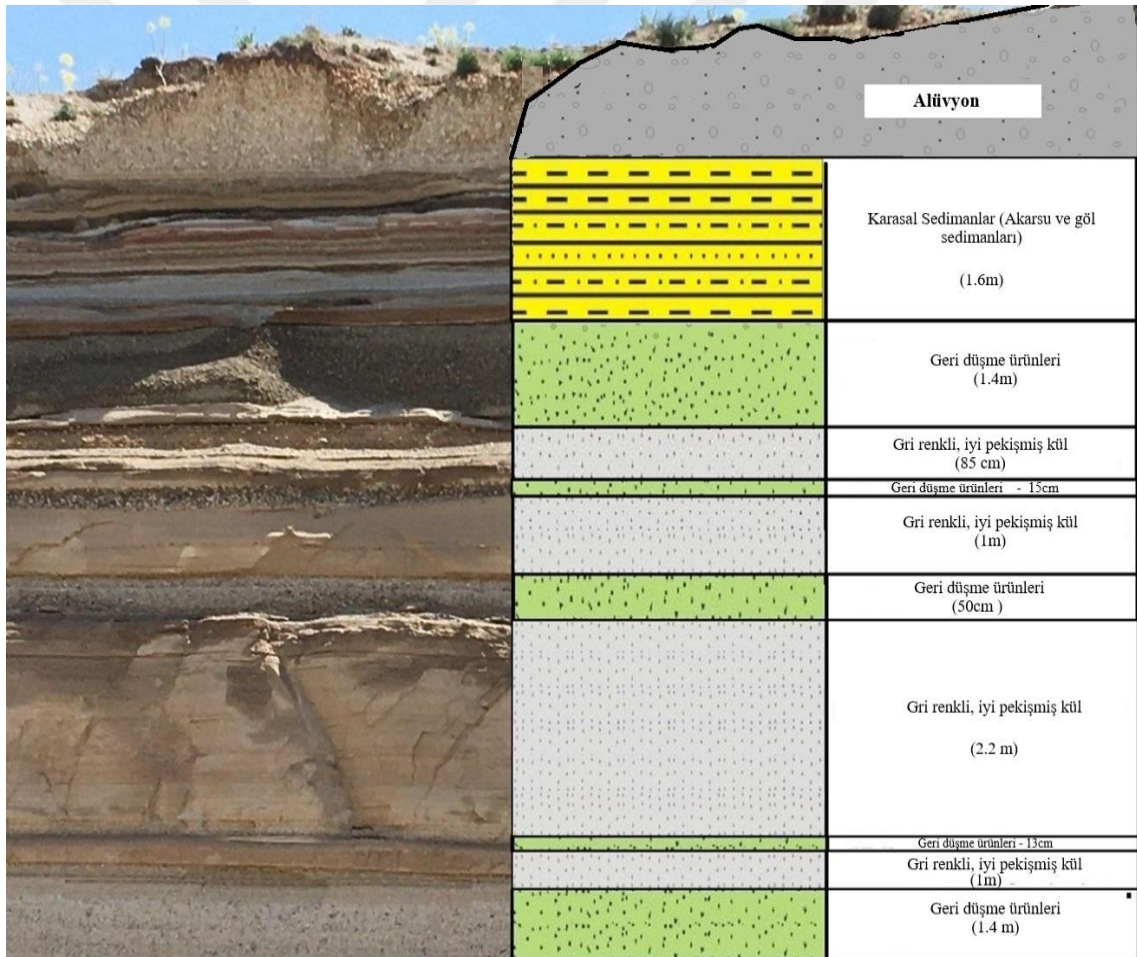
**Şekil 1.3.** Çalışma alanında bulunan farklı sekanslarda gelen Kavak ignimbirit ünitelerine ait geri düşme ürünlerinin Saha görüntüsü (Doğu- Batı bakışlı).

| EPOCH       |                        | LITHOLOGY  | DEFINITION                              | Ar/Ar Age (Ma)              | U-Pb Zircon Age (Ma)                |
|-------------|------------------------|------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Pleistocene | UPPER MIOCENE<br>UNITS |            | Acıgöl Rhyolites<br>Acıgöl Basalt       |                             |                                     |
|             |                        |            | Kumtepe Ign.                            |                             |                                     |
|             |                        |            | Göllüdağ Rhyolites Basalts              |                             |                                     |
| Pliocene    |                        |            | Valibabatepe Ign.                       | 2.52±0.49                   |                                     |
|             |                        |            | Kışladağ Limestone (Derinkuyu Andesite) |                             |                                     |
|             |                        |            | Kızılkaya Ign.                          | 5.19±0.07                   | 5.11±0.37                           |
|             |                        |            | Hodul Lavas                             |                             |                                     |
|             |                        |            | Fluvio-Lacustrine Sediments             |                             |                                     |
|             |                        |            | Gördeles Ign.                           | 6.34±0.07                   | 6.33±0.23                           |
|             |                        |            | Fluvio-Lacustrine Sediments             |                             |                                     |
|             |                        |            | Tahar Ign.                              | 6.14±0.22                   | 6.07±0.67                           |
|             |                        |            | Fluvio-Lacustrine Sediments             |                             |                                     |
|             |                        |            | *Air fall Deposit                       |                             | 6.90±0.34<br>6.76±0.30<br>6.96±0.28 |
|             |                        |            | Fluvio-Lacustrine Sediments             |                             |                                     |
|             |                        |            | Cemilköy Ign.                           | 7.20±0.09                   | 6.66±0.40                           |
|             |                        |            | Fluvio-Lacustrine Sediments             |                             |                                     |
|             |                        |            | Topuzdağ Lavas                          |                             |                                     |
|             |                        |            | Fluvio-Lacustrine Sediments             |                             |                                     |
|             |                        |            | Sofular Ign.                            | 8.17±0.08                   | 8.32±0.37                           |
|             |                        |            | Sarımadentepe Ign.                      | 8.44±0.12                   | 8.59±0.51                           |
|             |                        |            | Fluvio-Lacustrine Sediments             |                             |                                     |
|             |                        | Zelve Ign. | 9.19±0.15                               | 9.13±0.40                   |                                     |
|             |                        |            | Kavak4 Ign.                             |                             | 9.43±0.38                           |
|             |                        |            | Kavak3 Ign.                             | 9.20±0.10<br>AFD: 9.08±0.06 | AFD: 10.0±0.5                       |
|             |                        |            | Kavak2 Ign.                             |                             |                                     |
|             |                        |            | Kavak1 Ign.                             | 9.12±0.09                   | 9.13±0.51                           |
|             |                        |            | Damsa Lavas                             |                             |                                     |
|             |                        |            | Erdaş Andesite                          |                             |                                     |
|             | Upper Cretaceous       | Basement   | Acıgöl Granite                          | 78.44±0.29                  | 77.8±4.4                            |

Şekil 1.4. Orta Anadolu Volkanik Bölgesine (OAVB) ait stratigrafik istifi gösteren sütun kesit (Aydar vd., 2012).

Kavak ignimbiritleri, kristal bakımından zengin pomzalar 3-5 mm boyutunda biyotit, plajiyoklaz ve kuvars fenokristalleri içeren Alkali feldispat yoktur (Le Pennec vd., 1994). Yoğun devitrifikasyon ve alterasyon yaygındır. Karbonize bitkilerin varlığını doğrulayamadık (Le Pennec vd., 1994), ancak subaerial yerleşim koşulları, Karacaşar (Kuzeydoğu Acıgöl) yakınlarındaki Kavak-4 birikintisinde iyi korunmuş Rinocerotidae kafatası ve kemikleri bulmamızla belirtilmiştir. Kemiklerin iyi korunmuş olması, düşük sıcaklıkta bir subaerial yerleşimi gösterir.

Kavak ignimbiritinin mineralojik özelliklerini ortaya koymak için yapılan arazi çalışmaları ve XRD çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Pomzaların ana bileşenleri plajiyoklaz + biyotit + kuvars  $\pm$  amfibol olarak belirlenmiştir (Şekil 1.5).



**Şekil 1.5.** Çalışma alanında bulunan farklı sekanslarda gelen Kavak ignimbirit ünitelerine ait geri düşme ürünlerinin ölçülü arazi görüntüsü (Doğu- Batı bakışlı).

Kavak ignimbiritinin Avanos bölgesinde oldukça altere olmuş kilce zengin (killeşmiş) ignimbirit tabakaları çoğunlukla temiz ve beyaz renkler sergiler. Altere olmuş ignimbirit

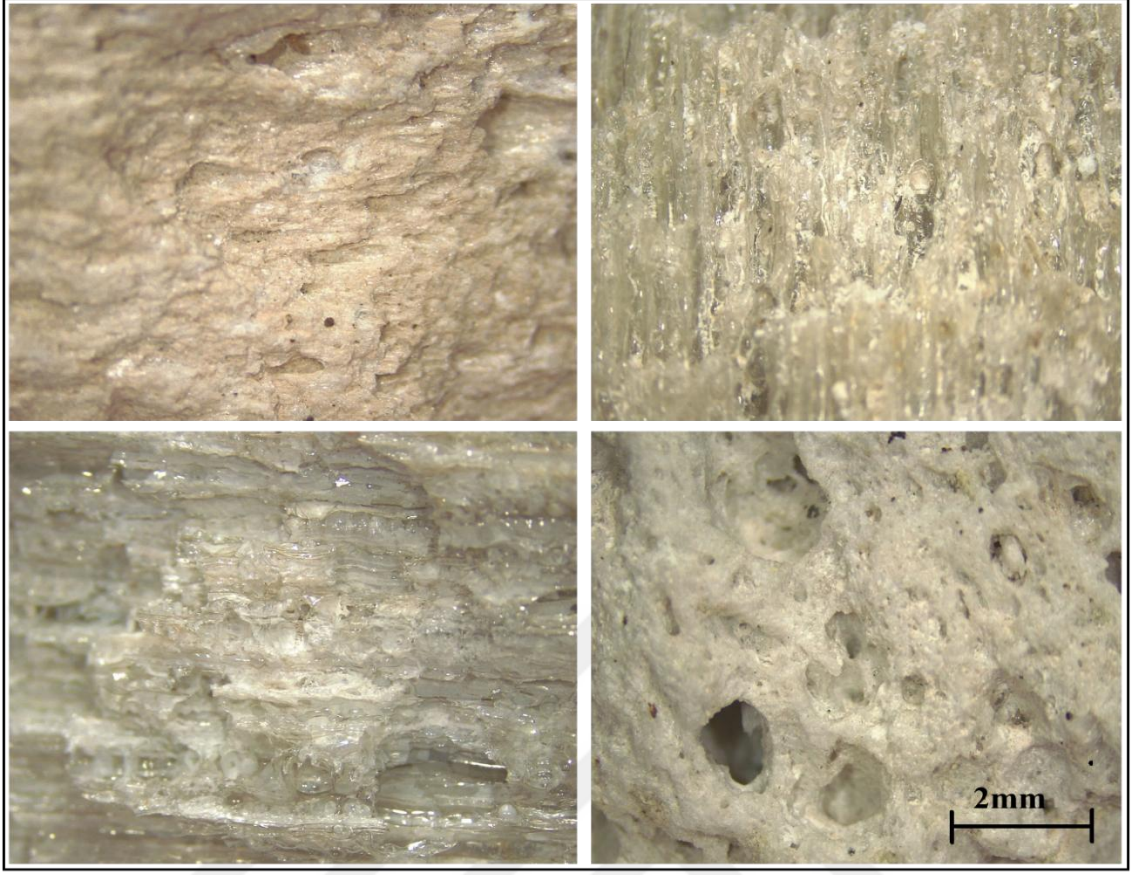
tabakaları içindeki demir oksit-hidroksit (hematit, götit/limonit) zonları, özellikle fay düzlemleri ve kırıklar boyunca hidrotermal akışkan sirkülasyonunun etkisiyle turuncu-sarı renkler göstermektedir (Çiflikli, 2020).

Biyotit yaşı K-Ar yöntemiyle 11,2 my- 12,5 my Temel, (1992), Zirkon yaşları ise 10 my -9,1 my arasında değişmektedir (Aydar vd., 2012) ve ayrıca, kavak ignimbiritinin yaşı  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  yöntemiyle 9,2 my -9,1 my ve 9 my olarak tespit edilmiştir (Atıcı, 2023).

Saha çalışmalarında birim (Kavak ignimbiriti) genelde sarımsı boz renklerde bazı bölgelerde hafif pembemsi bir renkle diğer birimlerden rahat bir şekilde ayırt edilmektedir. (Şekil 1.6). Dayanımı bölgedeki diğer ignimbiritlerden daha yüksek olan bir yapıda olup, içerisinde genelde köpüksü bir iç yapı sunan ve irili ufaklı (0.5cm-5cm) pomza klastları LICHTMIKROSKOP LEICA DM 2500 mikroskopta tubülar boşluklu ve köpüksü bir yapı sunmaktadır (Şekil 1.7). Bu pomzaların mineral içeriği fazla olduğu için nispeten ağır oldukları tahmin edilmektedir.



**Şekil 1.6.** Kavak İgnimbiritinin ait arazi görüntüleri (a: Aşırı altere Kavak ignimbiritine ait görüntü, b: Kavak ignimbiritine ait Taştepe civarındaki Doğu- Batı bakışlı görüntü).



**Şekil 1.7.** Çalışma alanında bulunan Kavak ignimbiritine ait pomzaların gözenekli yapısını gösteren mikroskop görüntüleri.

### 1.2.2 Kumtepe ignimbiriti

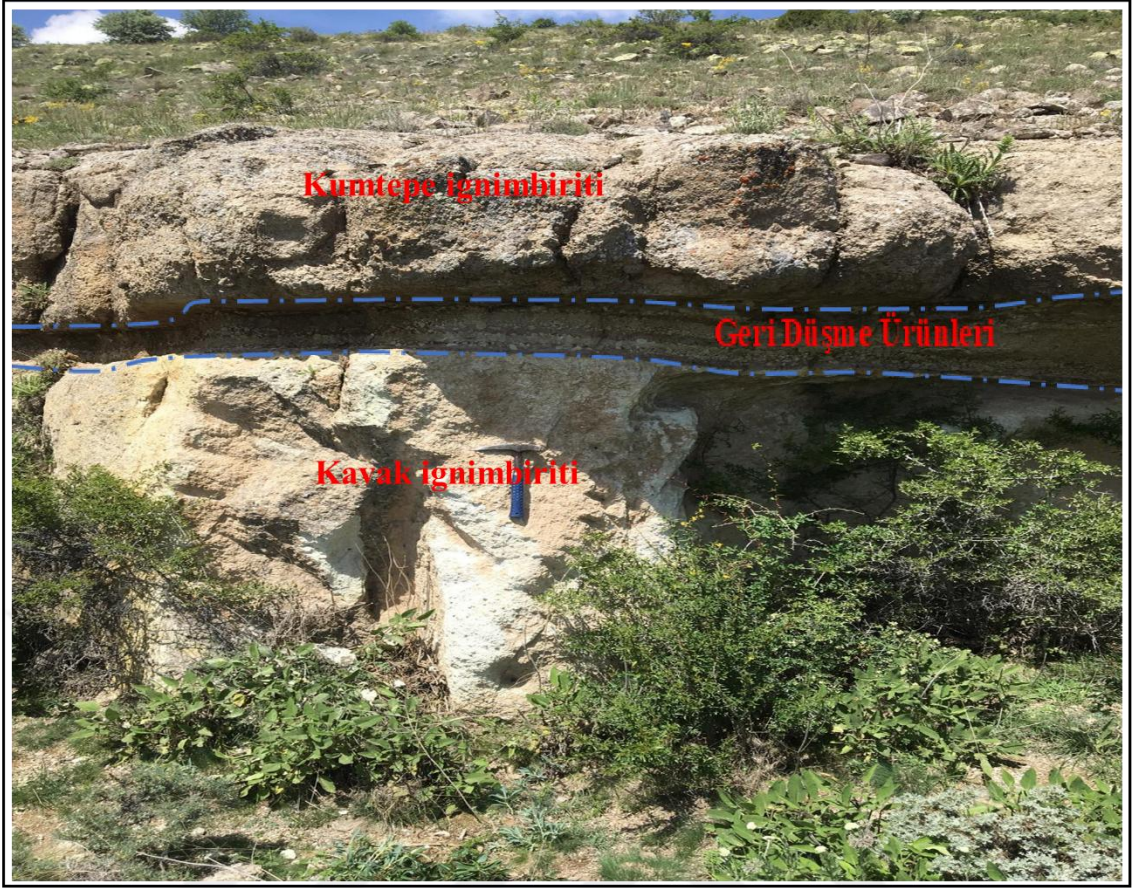
OAVB'deki en genç ignimbirit, bölgenin batı kısmında yer alan Kuvaterner Acıgöl Volkanik Kompleksi'nden püskürmüştür (Druitt vd., 1995; Schmitt vd., 2011). Bu ignimbirit, depoları yerel olarak paleosol ve cüruf konisi birikintileri ile ayrılan iki ardışık patlama ile oluşmuştur (Druitt vd., 1995). Alt Acıgöl Tüfü ( Alt Kumtepe), çok sayıda kül tabakası ve tek bir akış birikintisi ile ara tabakalı lapilli boyutunda fallout içerir. Üst Acıgöl Tüfü (Üst Kumtepe), Alt Acıgöl Tüfü'nden bol miktarda obsidyen litik klastları ile farklılık gösteren bazal bir lapilli fallout birikintisine sahiptir. Bu tabaka, soluk pembemsi ile bej arası bir akış ünitesi tarafından örtülüdür.

Jeokimyasal olarak neredeyse aynı olmalarına rağmen, kristal bolluğunda marjinal farklılıklar vardır. Alt tüf, çok nadir plajiyoklaz ve biyotit mikrofenokristalleri içeren camsı, afirik ve orta derecede vesiküler pomza içerirken, üst tüfte kristal içeriği (Plajiyoklaz, Biyotit, Oksitler) biraz daha yüksektir. Üst ve Alt Acıgöl Tüfleri isimleri,

Acıgöl kalderasından kaynaklandıkları için verilmiştir (Druitt ve ark., 1995), Kapadokya üzerinde geniş yayılan fallout birikintileri, kuzey ve doğuya doğru akış birikintileri ile güneyde, akışları önceden var olan Erdaş Masifi üzerine yerleşir. Bu nedenle, Üst ve Alt Acıgöl Tüflerini, Kumtepe ignimbiriti terimi altında topluyoruz (Pasquare, 1968).

Çalışma alanında, Nevşehir ili Göre İlçesinin Güneybatısında ve Güvercinlik'in batısında yaklaşık 700-800 metre mesafede bir birim gözlemlenmiştir. Bu birim, genel olarak tipik bir çuval görünümüne sahip ignimbirit yapısı sergilemektedir. Yapısal olarak, birim, ince kum boyutunda taneler içermekte ve bu taneler arasında bol miktarda litik (kayaç parçacıkları) bulunmaktadır.

Birimin alt kısmında, irili ufaklı kayaç parçaları içeren ve kıvrımlı renkte olan bir tabaka gözlenmektedir. Bu tabaka, literatürde Kumtepe ignimbiriti akış çökelleri olarak tanımlanan bir birimi temsil etmektedir. Ayrıca, sıcak bir yerleşimin mevcut olduğuna dair bulgular ışığında, altta pişirilmiş bir zon olarak gözlenen toprak ve daha alt seviyelerde renk ve içeriğin giderek değiştiği paleosol veya paleo toprak olarak adlandırılan bir yüzey gözlenmiştir. Bu yüzey, oldukça bazik bir karaktere sahip olup, düşük dayanıklılık ve irili ufaklı litik bileşenler içeren, yer yer düşük oranda organik parçacıklarda içeren bir toprak profili göstermektedir (Şekil 1.8).



**Şekil 1.8.** Kumtepe ve Kavak ıgnimbiritlerine ait arazi görüntüsü (Güneydoğu- Kuzey batı bakışlı).

## BÖLÜM II

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çiflikli (2020) Kapadokya'daki ignimbiritlerin hidrotermal alterasyon sonucu oluşan kaolinit/dikit minerallerini incelemiştir. Miyosen-Kuvaterner volkanik komplekslerle ilişkili ignimbiritler, hidrotermal alterasyonla kaolinit ve dikit gibi endüstriyel kaolin grubu kil oluşumlarına neden olduğunu belirtmiştir. Alterasyon numunelerinin mineralojik bileşimi kuvars, kaolinit, dikit ve az miktarda götit/limonit, alunit, jarosit, illit ve illit-simektit içermektedir. Kaolinit ve dikit, XRD pikleri ve FTIR ile SEM verileriyle doğrulanmıştır.

Aydar vd. (2012)'de Orta Anadolu Volkanik Bölgesi'nden (OAVB) ignimbiritler için tamamlayıcı jeokronolojik veriler ve zirkon jeokimyası kullanarak, önceki stratigrafik korelasyonları reddedip ve yeni ilişkiler göstermiştir. Kronostratigrafi, ~9 My –8 My ve 7 My –5 My'da artan magmatik sıcaklıklarla karakterize edilen iki yeni püskürme sürecini ortaya koymaktadır. OAVB, kısa (1 My –2 My) dönemlerde yüksek püskürme akışlarına ulaşmıştır.

Le Pennec vd. (1994) Anadolu'da (Türkiye) Neojen'den Kuvaterner'e kadar uzanan dönemde geniş kalk-alkalin volkanizma, plaka yaklaşması ve kıtasal çarpışma sonucu geliştiğini belirtmiş. Orta Anadolu Volkanik Bölgesi'ndeki Nevşehir platosunda, volkanizma çok sayıda monojenetik merkez, büyük stratovulkanlar ve ağırlıklı olarak Neojen yaşlı riyolitik ignimbirit alanından oluştuğunu belirtmiş ve eski bir ignimbirit grubu olarak Kavak ignimbiritlerini ve ardından büyük ignimbirit birimleri olarakta Zelve, Sarımaden Tepe, Cemilköy, Göredeles, Kızılkaya ignimbiritlerini belirtmiştir. Bölgede daha küçük olan ignimbiritleri ise Tahar ve Sofular ignimbiritleri olarak tanımlamıştır.

Göz vd. (2014)'de Kapadokya Volkanik Bölgesi'nde (KVB) Geç Miyosen/Pliyosen dönemi fluviyolakustrin tortullarının mineralojisi, jeokimyası ve tortul ortamını incelemiştir. Bu tortullar, çeşitli ignimbirit seviyeleri ve andezit ve bazalt lavlarını içermektedir. Paleosoller ve kalkeretler, yüzeye yakın veya yüzey koşullarında oluşmuştur. Paleosoller ağırlıklı olarak simektit ± illit, feldispat, kuvars, kalsit, opal-CT

ve amfibolden oluşurken, kalkeretler esas olarak kalsit, az miktarda feldispat, kuvars ve aksesuar simektit  $\pm$  paligorskitten oluştuğunu belirtmiştir.

Temel vd. (1998) 'de Kapadokya, Orta Anadolu, Türkiye'de, yüksek K içerikli kalk-alkalin volkanik kayalar en az 1000 km<sup>3</sup> hacime sahiptir ve yaklaşık 40.000 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplar. Üst Miyosen'den (11.2 My önce) Kuvaterner'e kadar, Arap ve Avrasya plakalarının çarpışmasıyla ilişkili olarak riyolitik ve dasitik ignimbiritler ile iki andezitik lav akıntısı patlamıştır. K zengini riyolitik ve yerel olarak Na zengini dasitik ignimbiritler, genellikle göl tortulları ve nadiren andezitik lav akıntıları ile iç içe geçtiğini belirtmiştir.

Akin (2019)'de çalışmasına göre, Kapadokya Volkanik Bölgesi'ndeki piroklastik akış çökellerinin oluşumunda kesirli kristalleşme ve kabuksal kirlenme önemli bir rol oynamaktadır. Bu bölgedeki magma odaları yüzeye yakın kabuk seviyelerinde bulunur ve zamanla patlamalarla gelişir. Magma odaları patlamadan önce mafik magma ile yeniden doldurulmuştur, bu da zirkon kristallerinin CL bölgelerinde ve U ve Th içeriğinde değişikliklere yol açmıştır. Kabuksal katkı, birimlerin oluşumu sırasında zaman içinde periyodik olarak değişmektedir.

Le Pennec vd. (2005) Orta Türkiye'deki Neojen Kapadokya ignimbiritlerinin stratigrafisi ve yaşı saha çalışmaları ve K-Ar yaş belirlemeleriyle çıkarılmıştır. Ancak, elde edilen stratigrafik şemalar birbirinden farklıdır ve bu nedenle güvenilir bir sıralama için daha fazla çalışma gereklidir. Kapadokya ignimbiritleriyle iç içe geçmiş karasal tortullarda bulunan memeli kalıntılarının kronostratigrafisini incelemiştir.

Manyetik stratigrafi ve ilişkili kayaç manyetik özellikleri, Piper vd. (2002) tarafından ele alınmıştır. Büyük volkanların patlaması sonucunda oluşan ignimbiritler, bölgedeki tektonik kuvvetlerin etkisiyle milyonlarca yıl boyunca şekillenmiştir. Anadolu'daki manyetik alanın sığ eğilimleri, bölgenin karmaşık jeolojik tarihine bir işaret olarak görülmektedir. Çardak Merkezinden daha eski olan ignimbiritler (Yukarı ve Aşağı Göreme, Akdağ-Zelve), tamamıyla normal polariteye sahiptir. Sarımaden, Cemilköy, Tahar, Kızılkaya, İncesu ve Valibaba-Sofular ignimbiritlerini içeren sonraki ignimbiritler ise Derinkuyu Merkezi'nden kısmen püskürmüştür.

Ertek. Ve Öner. (2008) Kapadokya'dan (Orta Anadolu) elde edilen altere tüflerin mineralojisi, jeokimyası ve beyaz çimento üretiminde potansiyel bir hammadde olarak kullanımını ele almaktadır. Mineralojik analizler, altere tüflerin esas olarak kuvars ve kaolinitten oluştuğunu göstermektedir. Bazı örneklerde jarosit, illit, simektit, sanidin ve kalsit gibi mineraller de tespit edilmiştir.

Aydar vd. (2013) Orta Anadolu Yüksek Platosu, deniz seviyesinden 1500 metreye kadar yükselen ve Kapadokya Volkanik Bölgesi'ni (CVP) içeren bir yükseltilmiş alandır. CVP, yatay olarak yerleşmiş Neojen-Kuvaterner ignimbiritler, lav akıntıları ve epiklastik karasal tortullardan oluşur. Bölgede radyometrik olarak iyi belirlenmiş volkanik birimlerin morfolojik/paleoaltimetrik özellikleri kullanılarak nehir yarma oranları hesaplanmıştır. 10 milyon yıl öncesinden 5 milyon yıl öncesine kadar büyük bir erozyon veya yarma olmamıştır. CVP'nin morfolojisi, yükselme oranı ve yarma oranları, yükselmenin 8 milyon yıl öncesinden sonra başladığını ve yarmanın 5 milyon yıl öncesinden sonra başladığını ortaya koymaktadır.

Sayın (2008)'de Kapadokya ignimbiritleri içinde peri bacalarının sistematik gelişimini değerlendirmektedir. İlk adım olarak, peri bacaları üreten ignimbiritler belirlenmiştir. Buna göre peri bacaları Kavak ignimbiritinde, Kavak-Zelve geçişinde, Zelve ve Cemilköy ignimbiritlerinde oluşmuştur. Şekil ve boyutları ölçmek için saha ölçümleri yapılmıştır. En uygun topoğrafyayı araştırmak amacıyla seçilen alanların eğimleri belirlenmiştir.

Yurdaku (2019)'de Orta Miyosen-Geç Kuvaterner döneminde, Orta Anadolu Volkanik Bölgesi'nde karasal-göl tortulları ve lav akıntıları ile ayrılmış 10 büyük ignimbirit birikintisi oluşmuştur. Bu ignimbirit birikintileri, çeşitli bölgelerdeki birikim süreçleri sırasında ve sonrasında hidrotermal aktivite sonucu alterasyon ve ikincil dolgu süreçlerine maruz kalmıştır. İgnimbiritlerdeki amorf genç cam, alterasyon süreçleri sonucu zeolitlere, opal-A, opal-CT, kil grubu minerallere ve bazen sülfat minerallerine dönüşmektedir. İkincil dolgular genellikle karbonat ve nadiren sülfat kristalleşmesi ile çatlak sistemleri boyunca temsil edilir.

Schumacher ve Mues-Schumacher (1997)'de Orta Anadolu'daki 7,6 milyon yıllık Akdağ-Zelve ignimbiritinin (AZ1) freatomagmatik ve freato-pliniyen olaylarının sırasını araştırmıştır ve iki farklı püskürme aşamasını incelemiştir. Freato-pliniyen ve

Freatomagmatik aşamaları; Bu aşamalar, genel püskürme bağlamında özelliklerini, mekanizmalarını ve jeolojik önemlerini aydınlatmak için araştırılmıştır.

Schumacher ve Mues-Schumacher (1996)'da Kızılkaya ignimbirit, yaklaşık 4,3 My önce Türkiye'nin orta kesiminde Niğde'nin Kuzeydoğusundaki Misli ovasından patlak veren orta hacimli, düşük aspekt oranlı bir ignimbirittir. İgnimbirit iki akış biriminden oluşur; bunlardan alttaki, ince taneli bir zemin tabakasının üzerine geldiği yerlerde kaynaksızdır. Zemin tabakası, ignimbirit zemin kütesinden ince tanelerin kaybolmasıyla oluşmuştur. Kızılkaya ignimbiriti alışılmadık bir ignimbirittir, çünkü düşük aspekt oranlıdır, yani nispeten kalın ve kısadır. Bunun nedeninin, patlamanın nispeten uzun bir süre devam etmesi ve bu sayede ignimbiritin geniş bir alana yayılmadan önce soğuyup katılaşması olduğu düşünülmektedir.

Şen vd. (2003)'te Orta Anadolu'daki en büyük stratovulkan olan Erciyes Dağı'nın volkanik devrimini incelemiştir. Yanardağ Koç Dağı ve Erciyes Dağı olarak tarihi iki farklı evreye ayırılır. Koç Dağı evresinde, Kızıl Tepe ve Topakkaya Tepe gibi cüruf konilerinden bazaltik ve andezitik bileşimli lav akıntıları ortaya çıkmıştır. Erciyes Dağı evresinde ayrıca iki püskürme döngüsü yaşanmıştır. İlk döngü, andezitik lav akıntıları, dasitik kubbe akıntıları, bazaltik andezit lav akıntıları ve andezitik koniler üreten efüsif, ekstrüsif ve zayıf patlayıcı aktivite ile karakterize edildi. İkinci döngü, riyodasitik domlardan türeyen blok ve kül akıntıları üreten dasitik ekstruzif ve patlayıcı aktivite ile karakterize edilmiştir.

Tuncer vd. (2019)'da Nevşehir, Orta Anadolu'da yer alan Acıgöl paleo maar gölünün Holosen paleo-çevresel evrimini araştırmıştır. Acıgöl (İç Anadolu) kurutulmuş bir krater gölüdür ve Acıgöl maarı, Geç Pleistosen'de sıcak riyolitik magmanın (alt) yüzey suyu ile etkileşiminden kaynaklanan şiddetli buhar patlamaları sonucu oluşmuştur.

Külah vd. (2014)'de Üst Miyosen Mustafapaşa Üyesi, Kapadokya bölgesinde Ürgüp Formasyonu'nun bir parçası olarak bulunur. Çoğunlukla ignimbirit, kumtaşı, çamurtaşı ve bazalt arasına yerleşmiş konglomera merceklerinden oluşur. Türkiye'deki seramik endüstrisi için kilaşları önemli bir hammadde kaynağıdır.

## BÖLÜM III

### KİL MİNERALLERİ

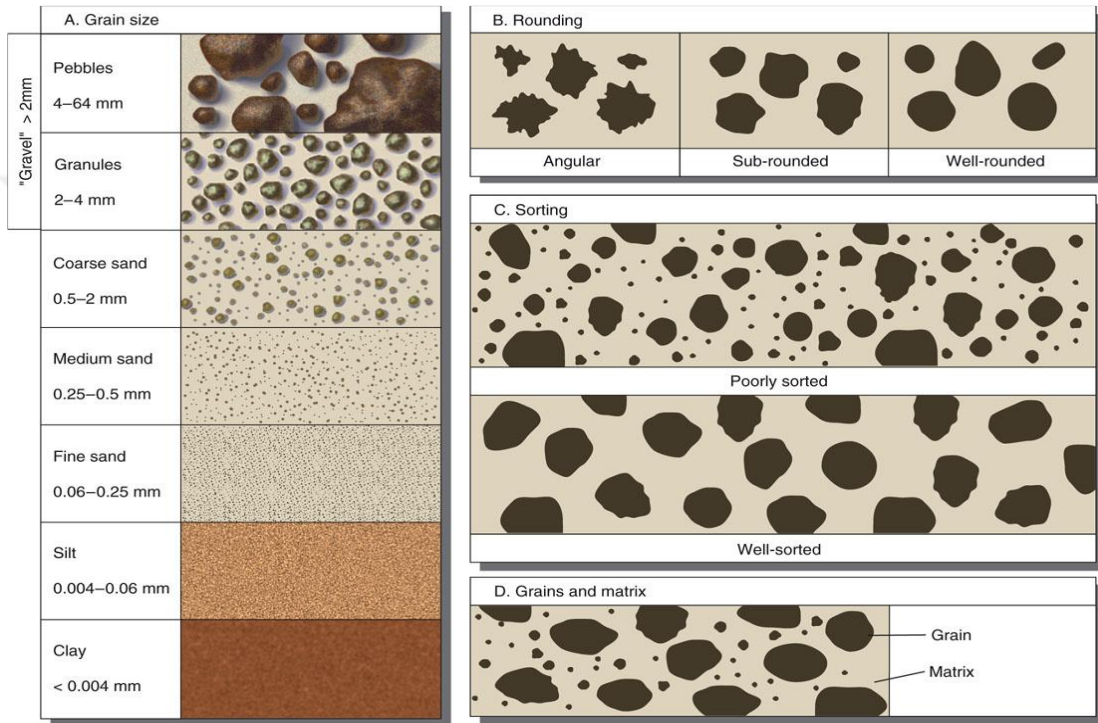
#### 3.1 Kil

"Kil" ve "kil mineralleri" terimlerinin anlamları birbirinden ayırt edilmesi gereken önemli kavramlardır. Kısaca kilin genel özellikleri şu şekilde açıklanabilir. "Kil" terimi, esas olarak ince taneli minerallerden oluşan ve genellikle uygun su içeriğinde plastik özellik gösteren, kurutulduğunda veya pişirildiğinde sertleşen doğal bir malzemeyi ifade eder. Kil genellikle fillosilikat mineralleri içerir; ayrıca plastiklik kazandıran ve kurutulduğunda veya pişirildiğinde sertleşen diğer malzemeleri de içerebilir. Kildeki ilgili fazlar, plastiklik kazandırmayan maddeler ve organik madde içerebilir (Herries Davies, G.L., 2007).

Kil belirli bir tane boyutunu ifade eder; ancak çoğu zaman, birikimlerin belirli bir mineralojik bileşimini belirtmek için kullanılır (Şekil 3.1). Ortalama tane boyutuna dayanan silisiklastik çökeltilerin (konsolide olmayan, gevşek) sınıflandırmasını göstermektedir. Bu sınıflandırmanın sadece tane boyutu için kullanılması tavsiye edilir. Bu şeklin önemli bir noktası, kum ve mil arasındaki sınırın 0,06 mm olduğu ve kilin 0,004 mm'den daha küçük olduğu gerçeğidir. Mevcut ISO (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu) Standardı 14688:1996, kum ve mil arasındaki sınırı 0.06 mm olarak belirlemiştir (Herries Davies, G.L., 2007). "Kil minerali" terimi, fillosilikat minerallerini ve kile plastiklik kazandıran ve kurutulduğunda veya pişirildiğinde sertleşen mineralleri ifade eder. Kil mineralleri, genellikle yeryüzünde diğer silikat minerallerinin kimyasal ayrışma ürünleri olarak oluşan tabaka silikatlarıdır. Kil mineralleri en çok, en yaygın tortul kayaç türü olan şeyller içinde bulunur. Soğuk, kuru veya ılıman iklimlerde, kil mineralleri stabil ve toprağın önemli bir bileşenidir (Herries Davies, G.L., 2007).

Kil mineralleri, suyu ve diğer minerallerden ayrılmış bitki besin maddelerini tutan "kimyasal süngerler" gibi davranır. Bu, kil tanelerinin yüzeyinde bulunan dengelenmemiş elektrik yüklerinin varlığından kaynaklanır. Bu yüzeylerin bazıları pozitif yüklüdür ve dolayısıyla negatif yüklü iyonları çeker, diğer yüzeyler ise negatif yüklüdür pozitif yüklü iyonları çeker. Kil mineralleri ayrıca su moleküllerini çekme yeteneğine sahiptir. Bu

çekim bir yüzey olayı olduğu için adsorpsiyon olarak adlandırılır (bu durum absorpsiyondan farklıdır, çünkü iyonlar ve su molekülleri kil tanelerinin derinlerine çekilmez). Kil mineralleri kimyasal bileşim açısından mikalarla benzerlik gösterir, ancak genellikle mikroskop altında görülebilecek kadar ince tanelidir. Mikalar gibi, kil mineralleri de düzensiz kenarları olan pullar şeklindedir ve bir yüzü düzdür. Birçok bilinen kil minerali türü vardır. Burada, daha yaygın olan bazı türler ve ekonomik kullanımları tanımlanmıştır.



Şekil 3.1. Tane boyu sınıflandırma şeması (Herries Davies, G.L., 2007).

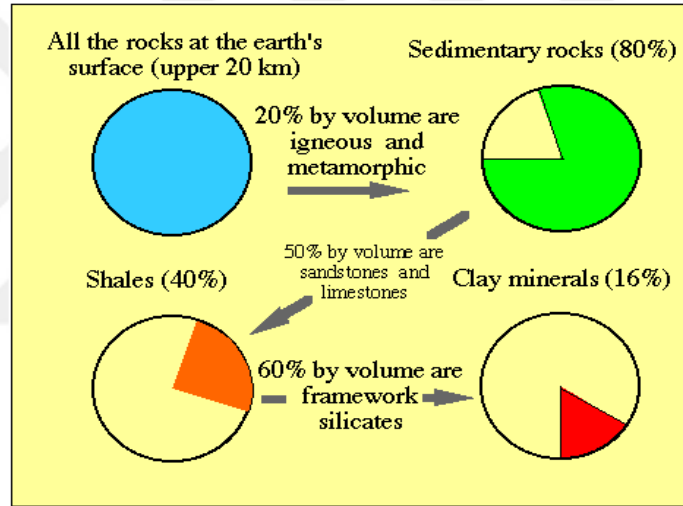
### 3.2. Kilin Oluşumu

Sedimanter kayaçlar, Dünya'nın kabuğunun yalnızca %5'ini oluşturmasına rağmen, yeryüzünün yaklaşık %80'ini kaplarlar ve bu kayaçlar içinde kil (şeyller dahil) sedimanter kayaçların %40'ından fazlasını meydana getirir. Sedimanter kayaçların ham maddesi, ayrışma süreçleriyle oluşur. Yeryüzündeki malzeme hacmine baktığımızda (Şekil 3.2), kil minerallerinin toplam hacmin yaklaşık %16'sını oluşturduğunu görürüz. Yeryüzü yüzeyi olarak kabul edilen 20 km derinlik, doğal kaynakların çıkarıldığı ve atıkların boşaltıldığı bölgedir (G. Brown, 1980). Kil tortuları, su (örneğin, deniz kili, alüvyon kili, göl kili), rüzgâr (Kaolin Kili) veya buz (örneğin, buzul kili, till veya Finladiya'daki çoğu

kil gibi kaya kili) tarafından taşınarak birikir. Ancak, yaygın sedimanter killerin çoğu, genellikle kil minerali illitin baskın olduğu, kil ile karışık daha kaba malzemeden oluşan denizel birikintilerdir (kil minerallerinin tanımı için ikinci bölüme bakınız).

Kil minerali açısından zengin tortular, iki temel yolla daha oluşabilir;

- Tropikal ayrışmanın görüldüğü bölgelerde, ana minerallerin yerinde ayrışmasıyla oluşan ve kil mineralinin sıkça kaolinit olduğu, kil açısından zengin rezidüel bir toprak meydana gelir.
- Yükselen sıvılar tarafından, yani konak kayaçların hidrotermal alterasyonu ile. Cornish porselen kili bunun iyi bir örneğidir; yerel granitin feldispatı, kaolinit grubuna ait kil minerallerine dönüştürülmüştür.



Şekil 3.2. Dünya yüzeyindeki malzeme hacmi (G. Brown, 1984).

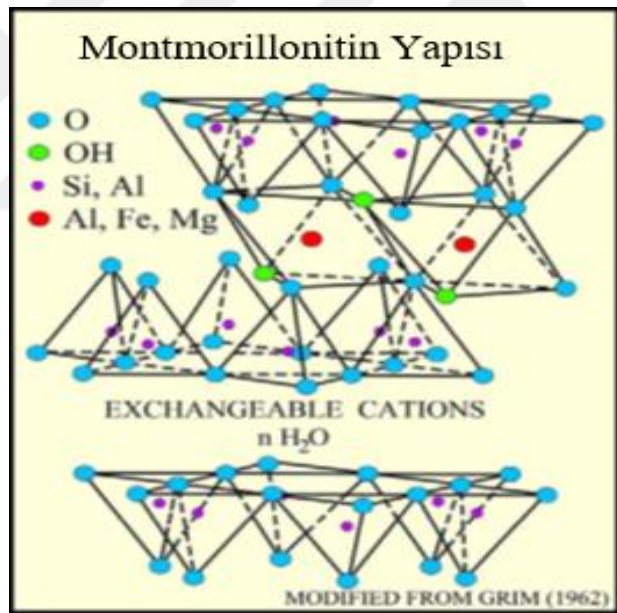
### 3.3 Kil Minerallerinin Sınıflandırılması

Kil mineralleri arasındaki önemli yapısal ve kimyasal farklılıklar, bireysel mineral türlerinin adlandırılması ve bu türlerin gruplar halinde düzenlenmesi için temel oluşturur. Kil minerallerinin sınıflandırılması, CMS ve AIPEA Nomenklatür Komiteleri tarafından hazırlanan bir dizi makalede tanımlanmıştır. Bu konuda daha derinlemesine bilgi edinmeden önce Brindley ve G. Brown (1980) tarafından yazılmış genel makalenin iyice anlaşılması önemlidir. Kil mineralleri arasındaki yapısal ve kimyasal farklılıklar, mineral türlerinin adlandırılmasında ve gruplar halinde düzenlenmesinde kritik rol oynar. Düzlemsel yapıya sahip hidrous fillosilikatlar olarak bilinen yaygın kil mineralleri, tabaka

tipi, net tabaka yükünün büyüklüğü, ara tabaka materyal türü, oktahedral tabakanın karakteri ve bireysel türlerin bileşimi veya yapısına göre sınıflandırılır (Brindley ve G. Brown 1980).

### 3.3.1 Simektit mineralleri

Başlıca simektit mineralleri arasında Na-montmorillonit, Ca-montmorillonit, saponit (Mg-montmorillonit), nontronit (Fe-montmorillonit), hektorit (Li-montmorillonit) ve beidellit (Al-montmorillonit) bulunur. Simektit mineralleri, merkezde bir oktahedral tabaka ile birlikte iki silika tetrahedral tabakasından oluşur ve 2:1 katmanlı mineral olarak adlandırılır (Şekil 3.3). Su molekülleri ve katyonlar, 2:1 katmanlar arasındaki boşlukları doldurur. Yapısal değişiklikler dikkate alınmadan Simektit katmanındaki teorik yük dağılımı gösterilmiştir (Grim, 1968).



Şekil 3.3. Simektitlerin yapısının diyagramatik çizimi (Grim, 1968).

Teorik formülü  $(OH)_4Si_8Al_4O_{20} \cdot nH_2O$  (katman arası) olup, katman arası materyal göz önüne alınmadan teorik bileşimi  $SiO_2$  %66,7;  $Al_2O_3$  %28,3; ve  $H_2O$  %5'tir. Ancak, simektit minerallerinde oktahedral tabakada ve bazı durumlarda tetrahedral tabakada önemli ölçüde yer değiştirme gözlenir. Tetrahedral tabakada, alüminyumun silikon ile yer değiştirmesi %15'e kadar olabilir, oktahedral tabakada ise magnezyum ve demir alüminyumun yerini alabilir (Grim, 1968). Eğer oktahedral pozisyonlar çoğunlukla Al ile

doldurulmuşsa, simektit minerali beidellit olarak adlandırılır; Mg ile doldurulmuşsa mineral saponit; Fe ile doldurulmuşsa mineral nontronittir.

En yaygın simektit minerali Ca-montmorillonittir. Bu, tabaka yükü eksikliğinin katman arası kalsiyum iyonları ve su tarafından dengelendiği anlamına gelir. Ca-montmorillonitin temel boşluğu 14,2 Å'dir. Na-montmorillonit ise yük eksikliğinin sodyum iyonları ve su ile dengelendiği durumlarda oluşur ve temel boşluğu 12,2 Å'dir. Ca-montmorillonitte iki su tabakası, Na-montmorillonitte ise bir su tabakası bulunur. Beidellitlerin toprak ortamlarında daha yaygın olduğu, montmorillonitlerin ise jeolojik materyallerde daha tipik olduğu iyi bir şekilde kanıtlanmıştır (Wilson, 1987). Ayrıca, yüksek yük taşıyan beidellitlerin, Vertisol olarak bilinen yüksek simektitli topraklarda baskın kil minerali olarak rapor edildiği belirtilmiştir (Badraoui vd., 1987; Badraoui ve Bloom, 1990).

Toprak beidellitlerinin, beidellite yapısı için gereken tetrahedral yer değiştirmeyi zaten içeren mika ve kloritlerin hava aşındırma ürünü olarak var olduğu düşünülmektedir. Simektitlerin toprak çözeltisinden oluşumuna dair kanıt sağlamak zordur. Borhardt'a (1989) göre, beidellitlerin toprak çözeltilerinden kristalleşeceği, pH'ın 6.7'den düşük olduğu durumlarda, değiştirilebilir. Al'un mevcut olduğu yerlerde, montmorillonitin ise düşük organik madde içeriği ve yüksek pH (>6.7) olan bazla doymuş topraklarda oluşacağı belirtilmiştir, bu da Vertisol'lar için geçerlidir. Ancak, (Kounetsron vd., 1977) beidellite'nin, mika yapısının basit bir dönüşümü yerine, çözülme ve yeniden kristalleşme süreçleri aracılığıyla bir Vertisol'de oluştuğunu göstermiştir.

Simektit mineral parçacıkları çok küçük olduğundan, X-ışını kırınım verilerini analiz etmek bazen zor olabilir. Na-montmorillonitin tipik bir elektron mikrografı Şekil 3,7'te gösterilmiştir. Simektitler ve özellikle Na-montmorillonit yüksek bir Baz Değişim kapasitesine sahiptir, bu daha sonra ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

### **3.4. Katyon Değişim Kapasitesinin Ölçülmesi**

Kil minerallerinin değiştirilebilir bazlarını ölçmek için, öncesinde amonyum klorür ile doymuş hale getirilir ve bu sayede değiştirilebilir ve bazlar (kalsiyum, magnezyum, potasyum ve sodyum), amonyum iyonlarıyla değiştirilir. Çözeltideki değiştirilen bazlar, çeşitli teknik prosedürlerle ölçülür. Katyon değişim özelliklerinin ölçülmesi, pH

fonksiyonu olarak bazı sistemlerde meydana gelen değişiklikler nedeniyle basit bir görev değildir (Page eds., 1982).

Katyon değişim kapasitesinin (CEC) ölçümünde dikkat edilmesi gereken başlıca sorunlar şunlardır:

- Çözünebilen tuzlar ve karbonatların varlığı.
- Katyon ve anyon türlerinin etkisi.
- pH etkisi ve tamponlanmış çözeltilerin kullanımı.
- İyonik güç etkileri.
- Takılı elektrolitleri hesaba katmak veya çıkarmak için kullanılan yöntemler.
- Sumner ve Miller (1996) tarafından detaylandırıldığı gibi, üç genel yaklaşım ortaya çıkmıştır.

Doğrudan Yöntemle Katyon Değişim Kapasitesi (CEC, cmol veya mmol/kg). CEC, 5 g havada kurutulmuş kil (1 g turba) ile 60 mL 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , pH 7 ile yıkanarak amonyum iyonları ile doygun hale getirilir. Aşırı serbest amonyum iyonları, izopropil alkol ile kilden temizlenir. Kalan amonyum iyonları, kili 10% KCl çözeltisi ile yıkayarak ve sırasıyla 0.005 N HCl ile asidize ederek değiştirilir. Amonyum, distilasyon ve titrasyon (Tecator-Kjeltec Auto 1030 Analizörü) veya salisilat/nitroprussid yöntemi kullanılarak renk ölçümü ile bir Teknik Otomatik Analizör üzerinde belirlenir.

CEC, değiştirilebilir Ca, Mg, Na, K ve  $\text{H}^+$ 'nin toplamı olarak belirlenir. Baz katyonlar, 3 g havada kurutulmuş kil (1 g turba için) ile ardışık 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , pH 7 çözeltileri ile yıkanarak elde edilir, toplamda 60 mL. Yıkanmış çözeltilerdeki baz katyonların konsantrasyonları ICP-AES ile belirlenir. CEC, baz katyonların ve değiştirilebilir  $\text{H}^+$ 'nin toplamından hesaplanır.

Üçüncü prosedür, Buchner Filtresi Yöntemi'dir (Page eds., 1982). Bu yöntemde, kalsiyum ve magnezyumu analiz etmek için çözeltiler, çözünmüş silika oksit ile etkileşimleri azaltmak amacıyla %20 oranında %5 lantanit klorür ile seyreltilir. Baz katyon konsantrasyonları, Perkin Elmer Model 3030 Atomik Adsorpsiyon spektrofotometresi ile analiz edilir. Kalsiyum ve magnezyum ölçümleri için emilim modu, sodyum ve potasyum ölçümleri için ise emisyon modu kullanılır. Her bir katyon

için kalibrasyon standartları 1 mg/L, 2 mg/L, 5 mg/L ve 10 mg/L konsantrasyonlarında hazırlanmış ve değerler (mg/L olarak) standartlara göre hesaplanmıştır. Değiştirilebilir potasyumu bulmak için örnekler, deiyonize su ile 10 kat, değiştirilebilir magnezyumu bulmak için 20 kat ve değiştirilebilir kalsiyumu bulmak için 50 kat seyreltilmiştir. Seyreltilmiş zeltiiler ve lantanit klorür seyreltilmelerinin değiştirilebilir bazların hesaplanmasında nasıl dikkate alındığını göstermektedir. Değiştirilebilir sodyumun belirlenmesi için herhangi bir seyreltilme gerekmez.

Tipik CEC değerleri, yaygın kil mineralleri için cmol/kg cinsinden temel katman yapıları ve katman yk farklılıklarını yansıtır gösterilmiştir. Endüstriyel minerallere uygulandığında, CEC genellikle yatağın içindeki kil minerallerinin miktarı ve türü tarafından belirlenir (Van Olphen, 1963).

## BÖLÜM IV

### MATERYAL ve YÖNTEM

#### 4.1 Çalışma Yöntemi

Bu tez çalışması üç aşamadan oluşmaktadır. Arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları. Arazi çalışmaları, örneklemeler, laboratuvar analizleri ve diğer tüm analizleri içermektedir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarının sonuçlarının açıklanması ve değerlendirilmesi ise büro çalışmaları kapsamında yapılmaktadır.

##### 4.1.1 Arazi çalışmaları

Bu alan içerisinde gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında arazi çalışmaları 2023-2024 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarında; bölgede iki ignimbirit formasyonu belirlenmiş ve örneklemeler yapılmıştır. Bölgede bulunan ignimbiritler stratigrafik olarak ayıklanmış, sahada makroskobik olarak detaylı bir şekilde özellikleri, ignimbiritler içerisindeki bileşenlerin tipleri (pomza, litik vb.) ve diğer özellikleri belirlenmiştir. Çalışma bölgesinde mineralojik-petrografik ve Jeokimyasal analizler için toplam 14 adet örnek almıştır.

**Çizelge 4.1.** Taş Tepe alanında alınan örneklerine ait lokasyon verileri.

| Örnek<br>No | Lokasyon |        |         | Arazi gözlemleri                          |
|-------------|----------|--------|---------|-------------------------------------------|
|             | S        | E      | N       |                                           |
| TT-1        | 36       | 653383 | 4268334 | Gri, pembe ve mor renkli andezitik lavlar |
| TT-2        | 36       | 653370 | 4268334 | Gri, pembe ve mor renkli antitezik lavlar |
| TT-3        | 36       | 653360 | 4268334 | Gri, pembe ve mor renkli antitezik lavlar |

**Çizelge 4.2.** Kavak ignimbiriti alanında alınan örneklerine ait lokasyon verileri.

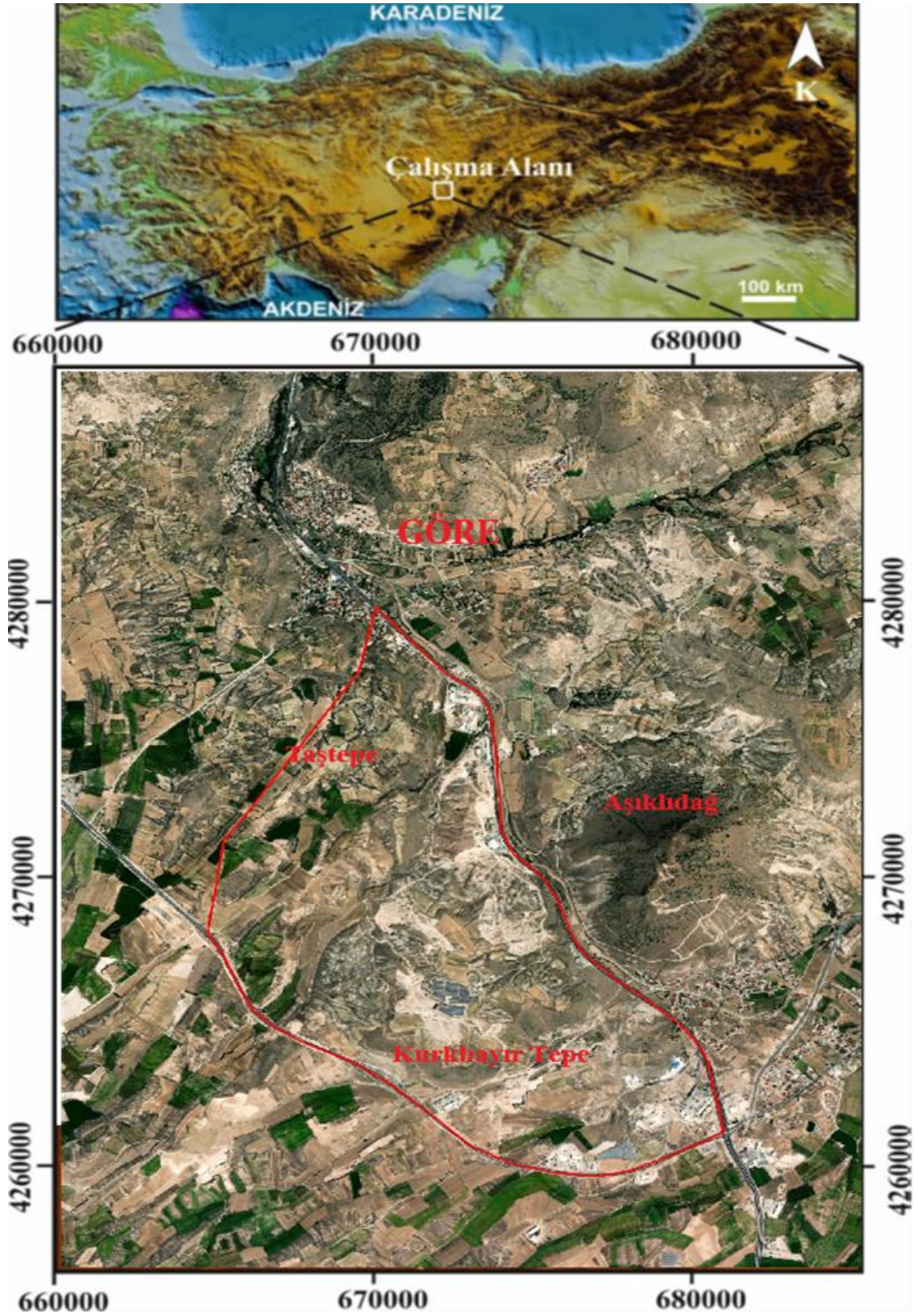
| Örnek<br>No | Lokasyon |        |         | Arazi gözlemleri                          |
|-------------|----------|--------|---------|-------------------------------------------|
|             | S        | E      | N       |                                           |
| TT-4        | 36       | 653383 | 4268334 | Gri, pembe ve mor renkli antitezik lavlar |
| TT-5        | 36       | 653370 | 4268334 | Gri, pembe ve mor renkli antitezik lavlar |
| TT-6        | 36       | 653360 | 4268334 | Gri, pembe ve mor renkli antitezik lavlar |

**Çizelge 4.3.** Kumtepe ignimbiriti alanında alınan örneklerine ait lokasyon verileri.

| Örnek<br>No | Lokasyon |        |        | Arazi gözlemleri                             |
|-------------|----------|--------|--------|----------------------------------------------|
|             | S        | E      | N      |                                              |
| TT-7        | 36       | 654122 | 427160 | Kahverengi, sarı ve açık kahvemsı ignimbirit |
| TT-8        | 36       | 654134 | 427271 | Kahverengi, sarı ve açık kahvemsı ignimbirit |
| TT-9        | 36       | 654164 | 427381 | Kahverengi, sarı ve açık kahvemsı ignimbirit |

**Çizelge 4.4.** Göre kasabası alanında alınan kil örneklerine ait lokasyon verileri.

| Örnek<br>No | Lokasyon |         |         |                 |                 | Arazi gözlemleri      |
|-------------|----------|---------|---------|-----------------|-----------------|-----------------------|
|             | S        | E       | N       | Yükselti<br>(m) | Derinlik<br>(m) |                       |
| SK-1        | 36       | 6517154 | 4270963 | 1323            | 55              | Yeşil renkli bentonit |
| SK-2        | 36       | 6519308 | 4270871 | 1333            | 49              | Yeşil renkli bentonit |
| SK-3        | 36       | 6517556 | 4270932 | 1321            | 48              | Yeşil renkli bentonit |
| SK-4        | 36       | 6518057 | 4270915 | 1330            | 66              | Yeşil renkli bentonit |
| SK-5        | 36       | 6517590 | 4171019 | 1333            | 65              | Yeşil renkli bentonit |



**Fotoğraf 4.1.** Çalışma alanının yer bulduru haritası (Bing Uydu Görüntüsü’den değiştirilerek alınmıştır).

#### 4.1.2 Saha belirleme ve örnek alımı

Arazi çalışmaları sırasında, stratigrafik olarak ayrılmış iki ignimbirit formasyonu (Kavak ignimbiriti ve Kumtepe ignimbiriti) belirlenmiş ve örneklemler yapılmıştır. Bölgede bulunan ignimbiritlerin stratigrafik ayrımı yapılmış, makroskobik özellikleri detaylı şekilde incelenmiş ve ignimbiritler içindeki bileşenler (pomza, litik vb.) belirlenmiştir. Ayrıca, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analizler için toplam 14 adet örnek alınmıştır. Çalışma alanında belirlenen ignimbirit birimlerinin haricinde andezit-bazalt karakterli lav olan Aşıklıdağ andeziti ayıklanmıştır.

#### 4.1.3 Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, mineralojik incelemeler, XRD, SEM ve kimyasal analizleri kapsamaktadır. Mineraloji ve petrografi çalışmaları kapsamında ince kesitler Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanmıştır. Optik mikroskop incelemeleri, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün optik mikroskop laboratuvarında Nikon ECLIPSE E400 marka polarizan mikroskop kullanılarak yapılmıştır. Bu incelemeler, örnekleme yapılan Aşıklıdağ andeziti, Kavak ve Kumtepe ignimbirit numunelerinin petrografik yapı ve dokusal özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

XRD analizi, tüm kayaç ve kil fraksiyonlarının mineralojik bileşimlerini incelemek için kullanılmıştır ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Analiz Birimi'nde Panalytical/Empyrean marka cihazla yapılmıştır. Kil fraksiyonu analizleri, havada kurutulmuş, etilen glikollü ve yüksek sıcaklık/ısıtmalı XRD çekimlerini kapsamaktadır.

Taramalı elektron mikroskop (SEM) analizi, çalışma alanından alınan 9 örnek üzerinde ÖHÜ Merkezi Araştırma Laboratuvarı Analiz Birimi'nde Zeiss/Evo 40 (EDAX: Ametek), marka cihazla gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizler ana oksit, iz element ve nadir toprak elementlerinin analizlerini içermekte olup, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Analiz Birimi'nde Panalytical/Zetium marka cihazla yapılmıştır.

#### **4.1.4 Büro çalışmaları**

Laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler, bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu süreçte gerekli düzenlemeler ve hesaplamalar yapılmış, literatür araştırması gerçekleştirilmiş, ioGAS™- REFLEX kullanılarak jeolojik haritalar ve kesitler hazırlanmış ve tez yazımı tamamlanmıştır. XRD analiz diyagramları ve kimyasal analiz tabloları Microsoft Excel ve Word'de düzenlenmiş, jeolojik harita ise ArcMap 10.8.2 yazılımında hazırlanmıştır. XRD desenleri Highscore Graphic programında çizilmiştir.



## BÖLÜM V

### MİNERALOJİ VE PETROGRAFİ

İnceleme alanındaki litostratigrafi birimlerinin mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemek için, yaklaşık 14 farklı lokasyondan alınan örnekler içerisinde 9 adet örneğin analizleri yapılmıştır. Ayrıca, Güvercinlik, Çardak köyleri ve Göre kasabasındaki sondajlardan 4 adet kil örneğinden de (SK-1, SK-2, SK-3, SK-4) analiz yapılmıştır. Bu örnekler üzerinde optik mikroskop incelemeleri, elektron mikroskop incelemeleri (SEM), X-ışınları (XRD) analizleri, Metilen mavisi (Kation değişim kapasitesi (KDK)) analizi ve kil fraksiyonu çözümlenmeleri yapılmıştır.

#### 5.1. Optik Mikroskop İncelemeleri

Çalışma alanına ait örneklerin mikroskop incelemeleri sonucunda kayalardaki mineral birliktelikleri ortaya konmuş, dokular belirlenmiş ve kayacın mineralojik-petrografik özellikleri tespit edilmiştir.

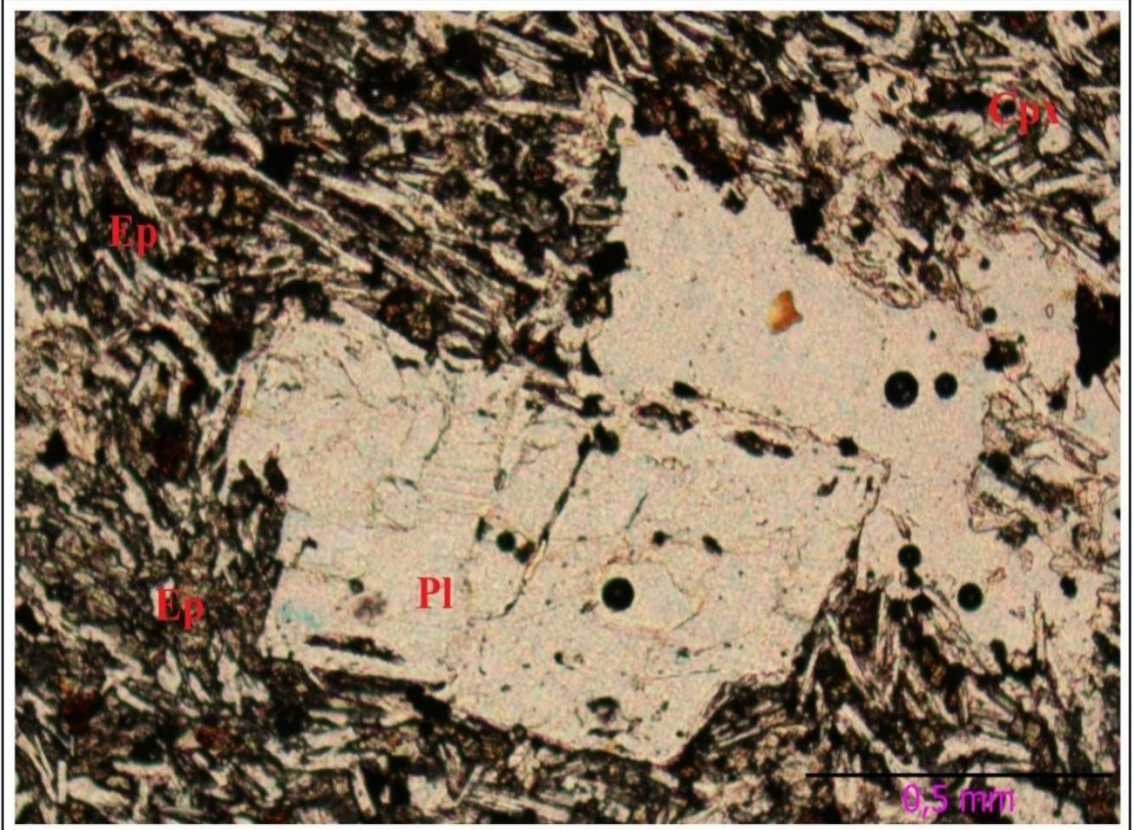
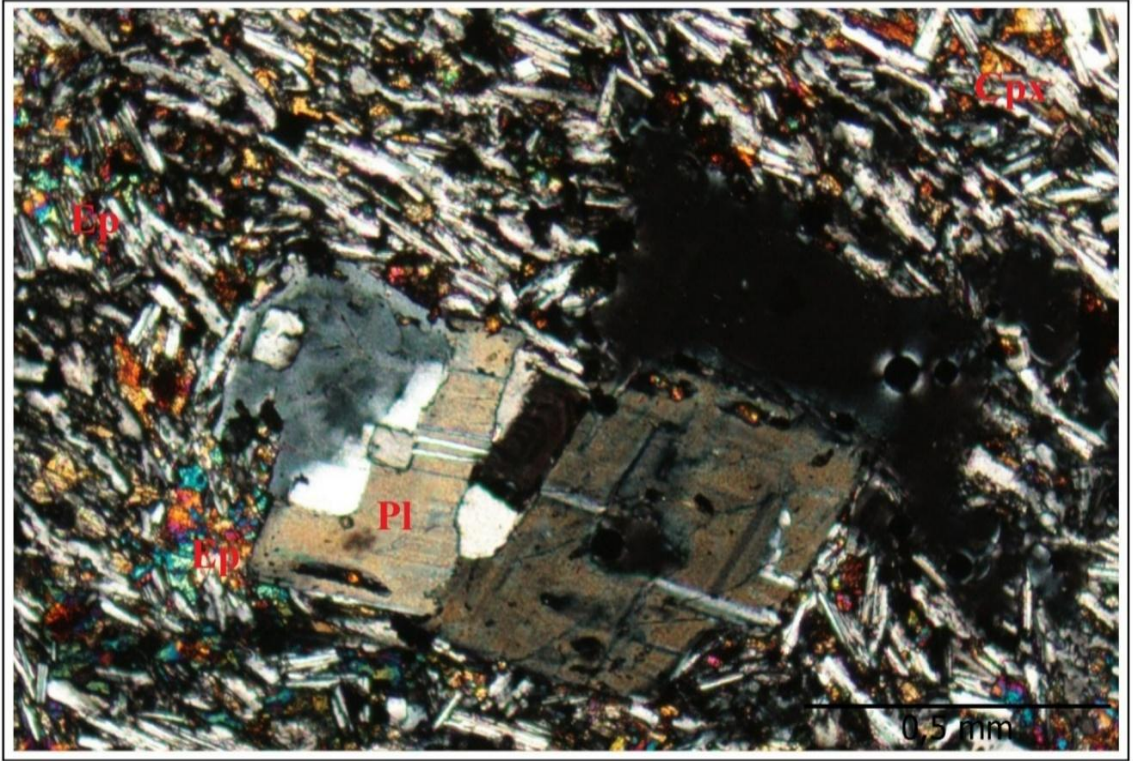
**Çizelge 5.1.** İncelenen örneklere ait mineralojik birliktelikler.

| Örne<br>k No: | Kayac türü | Doku          | smc | il<br>l | K<br>a | Fd<br>s | Opal<br>-CT | Pl | Q<br>z | Ch<br>x | Pm<br>z | ol |
|---------------|------------|---------------|-----|---------|--------|---------|-------------|----|--------|---------|---------|----|
| TT-1          | Lav        | Hiyalopilitik |     |         |        |         |             | +  | +      |         | +       |    |
| TT-2          | Lav        | Pilotaksitik  |     |         |        |         |             | +  |        | ++      |         | +  |
| TT-3          | İgnimbirit | Porfirik      |     |         |        |         |             | +  |        | +       |         | +  |
| TT-4          | İgnimbirit | Porfirik      |     |         |        | +       |             | +  |        | +       |         |    |
| TT-5          | İgnimbirit | Porfirik      |     |         |        |         |             | +  |        | +       |         |    |
| SK -1         | Kil        |               | +++ |         |        | +       | +           |    |        |         |         |    |
| SK -2         | Kil        |               | +++ | +       |        | +       | +           |    |        |         |         |    |
| SK -3         | Kil        |               | +++ |         |        | +       | +           |    |        |         |         |    |
| SK -4         | Kil        |               | +++ |         | +      | +       | +           |    |        |         |         |    |

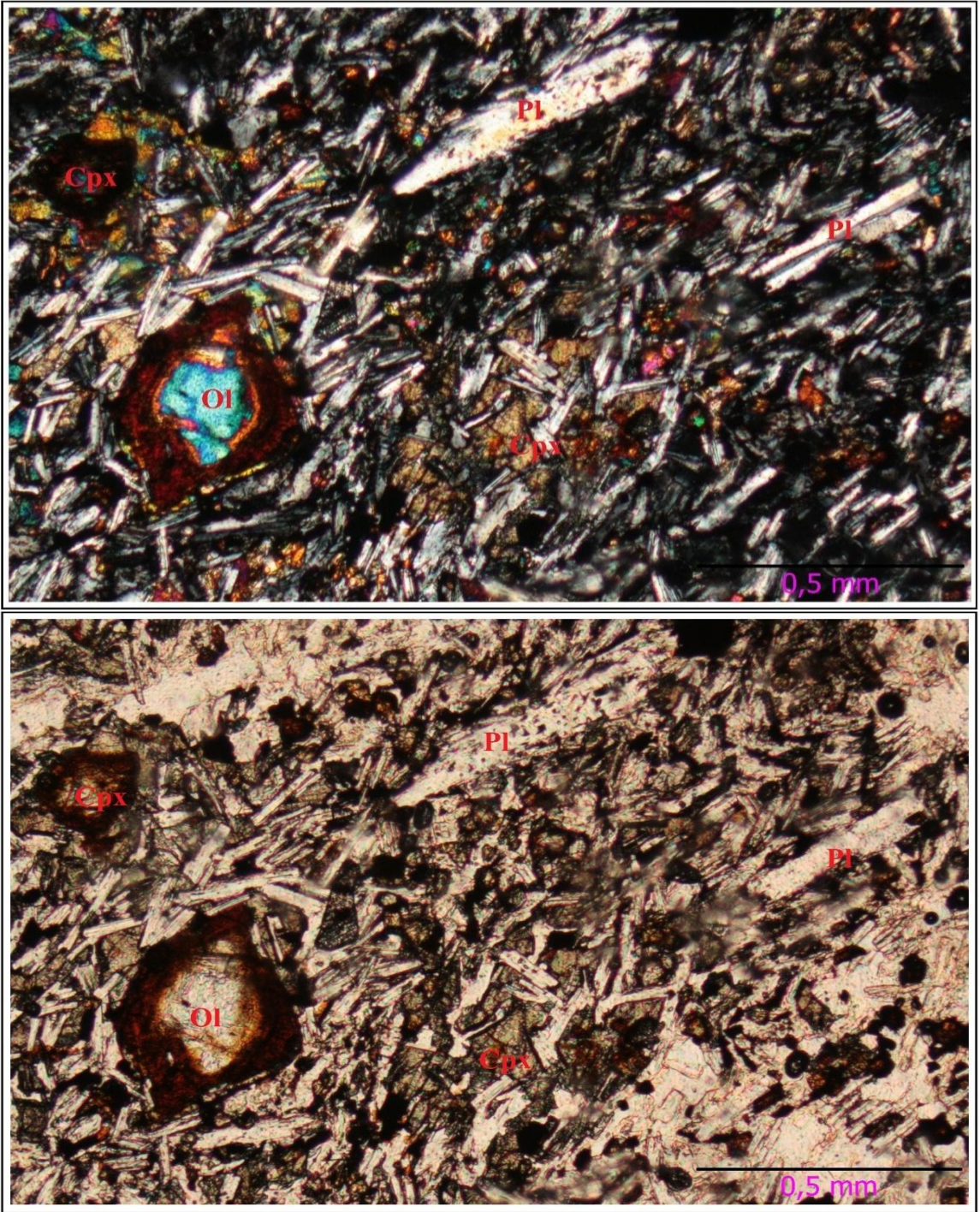
TT-1 nolu örnek bazik karakterli bir örnektir. Genel olarak, kayaçta bol miktarda irili ufaklı ve geometrik, prizmatik şekilli plajiyoklaz mineralleri bulunmakta olup, bu plajiyoklazlar polisentetik ikizlenme göstermektedir. Plajiyoklaz mineralleri, kayacın genelinde hakimdir ve özşekli, bazen yarı özşekli olarak gözlenmektedir. Mineraller sütun veya yassı prizmatik şekillerde bulunmaktadır (Şekil 5.1).

Plajiyoklazlarda zonlu doku çok az olup, serizitleşme izleri görülmektedir. Kayaç, makroskobik olarak koyu gri ile siyaha yakın bir renkte olup, alterasyonun etkili olduğu alanlarda yeşilimsi ve kahverengimsi renkler gözlenmektedir.

Optik mikroskop incelemelerinde, bol miktarda plajiyoklaz mineralleri mevcuttur. Bu plajiyoklazlar, düzensiz bir dağılım göstermekte olup, genellikle çubuksu ve bazen yassı prizmatik ince kristaller şeklindedir. Bu kristaller arasında, yuvarlağımsı taneler halinde Olivin ve Piroksen (klinopiroksen) mineralleri gözlenmiştir. Kayaç tipik olarak ofitik dokuya sahiptir. Ayrıca az miktarda olivin minerallerinin idingisitleşmeye uğradığı (kırmızımsı kahverengi renkte) ve aralarında opak minerallerin varlığı da belirlenmiştir (Şekil 5.2).



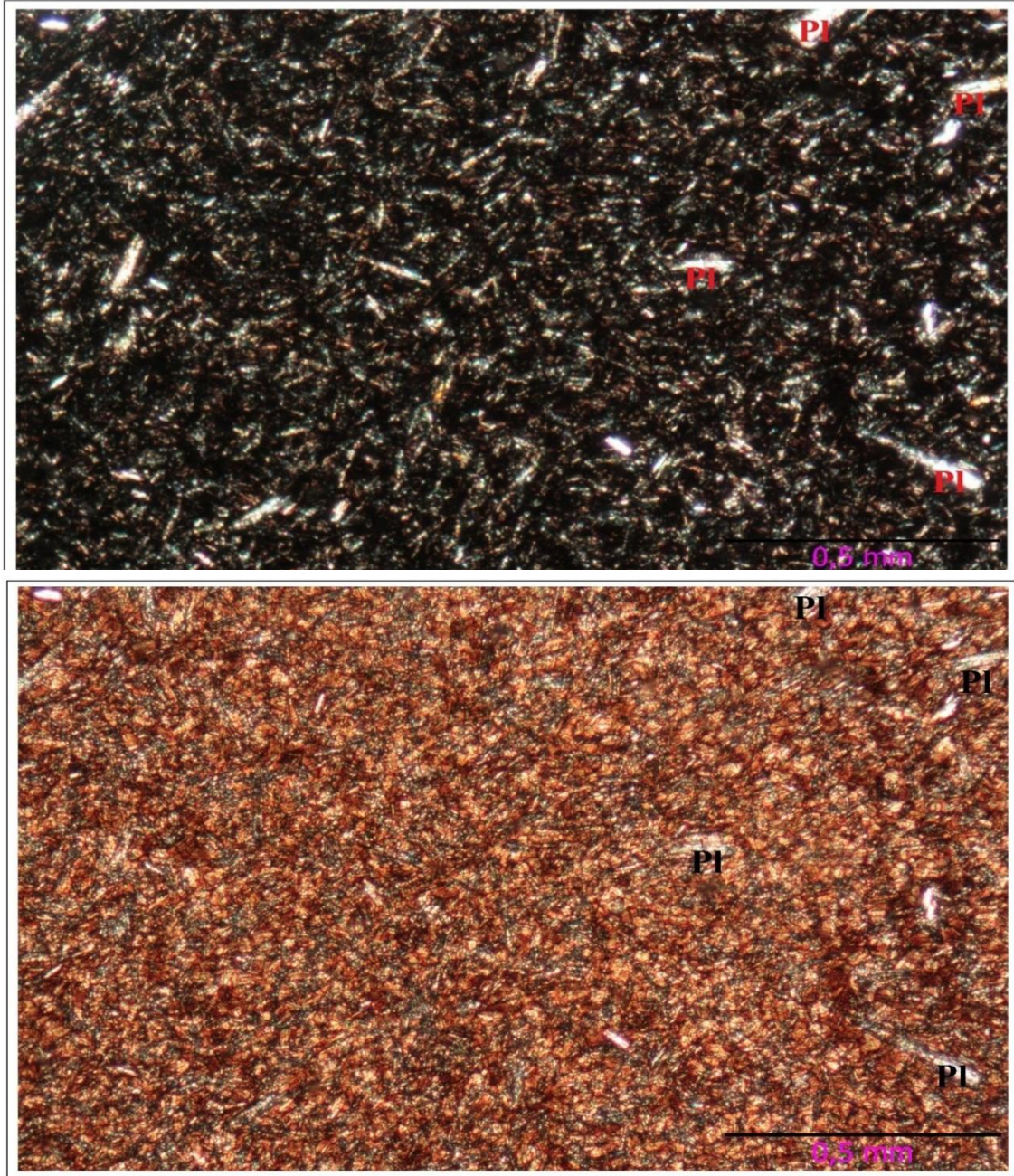
Şekil 5.1. Porfirik dokulu TT-1 nolu örneğe ait çift ve tek nikol (4x) ince kesit görüntüsü; (Pl: Plajiyoklaz, Ep: Epidot, Cpx: Klinopiroksen).



**Şekil 5.2.** Porfirik dokulu TT-1 nolu örneğe ait çift ve tek nikol (4x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Ol: Olivin Cpx: Klinopiroksen).

TT-2 nolu örnek tipik pilotaksitik dokuya sahip olup, kahverengi volkan camı içerisinde ince mikrolitlerin gözlendiği bir doku sergilemektedir. Kayaçta mineral birlikteliği prizmatik şekilli plajiyoklaz ve piroksen minerallerinden oluşmaktadır.

Hamur Yapısı: Hamur fazlasıyla ince taneli olup, volkan camı gözlenmemektedir. Bunun yerine, iğnemsî ve çok küçük, karmaşık yapıda mikrolitlerin izlenmesi nedeniyle hamur pilotaksitik doku sunmaktadır. Hamur içerisindeki feldispat mineralleri, hamurun büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Şekil 5.3). Kayaç içerisinde mikrolitler şeklinde koyu renkli Ferromagnezyen grubu minerallerin varlığı tespit edilmiş fakat net bir isimlendirme yapılamamıştır.



**Şekil 5.3.** Pilotaksitik doku gösteren TT-2 nolu örneğe ait çift ve tek nikol (4x) ince kesit görüntü; (Kayaç içerisinde koyu renkli Ferromagnezyen grubu mineraller ve Pl: Plajiyoklaz).

TT-3 nolu örnek tipik hiyalopilitik dokuya sahip olup, kahverengi volkan camı içerisinde ince mikrolitlerin gözlendiği bir doku sergilemektedir. Kayaçta mineral birlikteliği prizmatik şekilli plajiyoklaz (sersitleşmiş) ve piroksen mineralleri fazla altere olmuştur. Feldispat (Plj) minerallerinin yanı sıra hamurun aşırı dercede bozunup killeştiği ve feldispatlarda serisitleşme olduğu gözlenmiştir. Hiyalopilitik dokulu andezitik bazalt içerisinde hamurda mikrolitler şeklinde feldispat ve piroksen fenokristalleri bulunmaktadır (Şekil 5.4).



**Şekil 5.4.** Hiyalopilitik doku gösteren TT-3 nolu örneğe ait çift ve tek nikol (4x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Px: Piroksen).

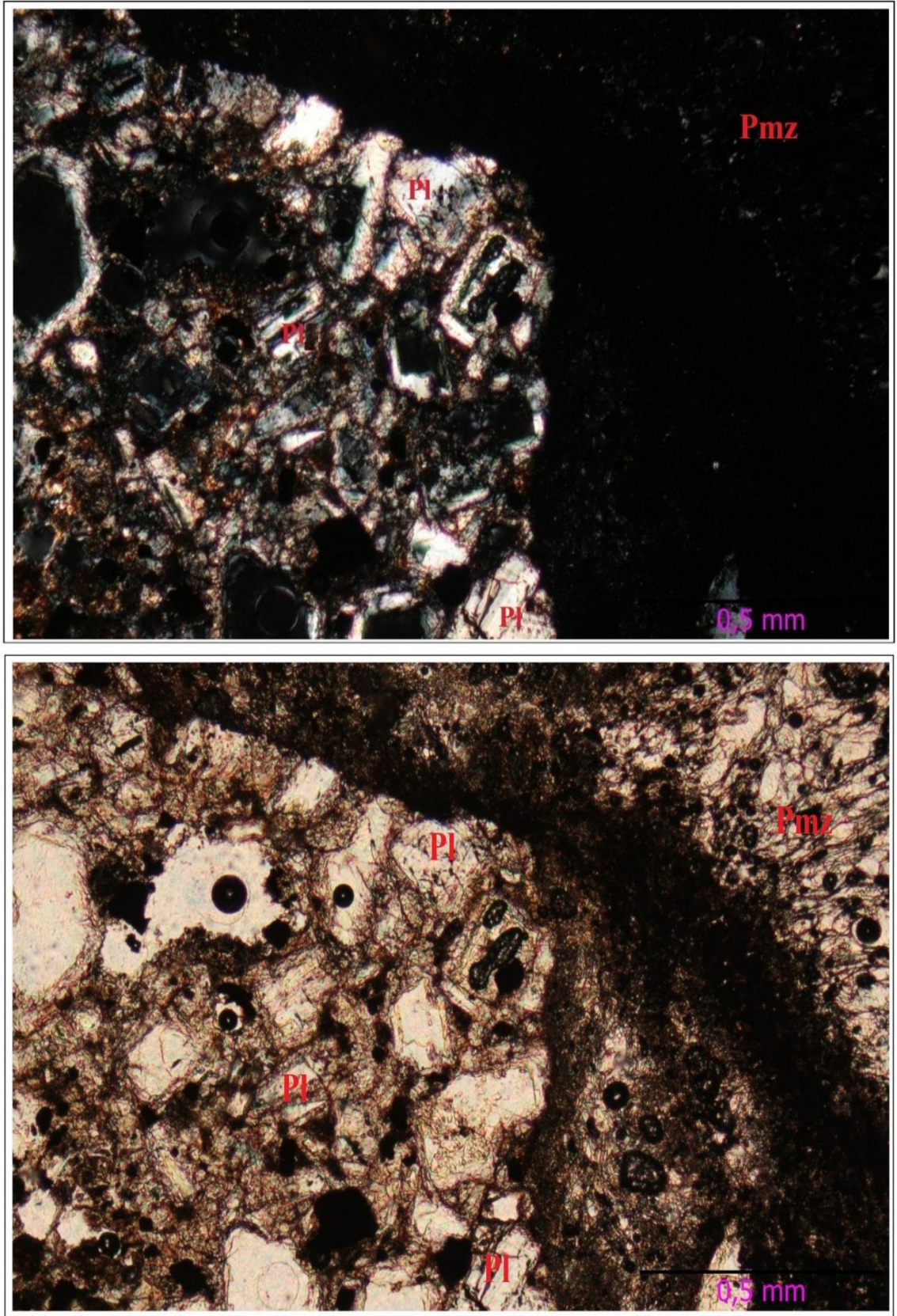
TT- 4 nolu örnek ileri derecede altere olmuş ve içinde litik ve plajiyoklaz minerallerinin bol miktarda bulunduğu piroklastik karakterde olan bir ignimbirit kayacıdır (Kavak ignimbiriti).

Kayacın mineral birlikteliği; Plajiyoklaz, Piroksen (klinopiroksen), Kayaç parçacıkları (litik) ve Pomza parçacıkları şeklinde belirlenmiştir.

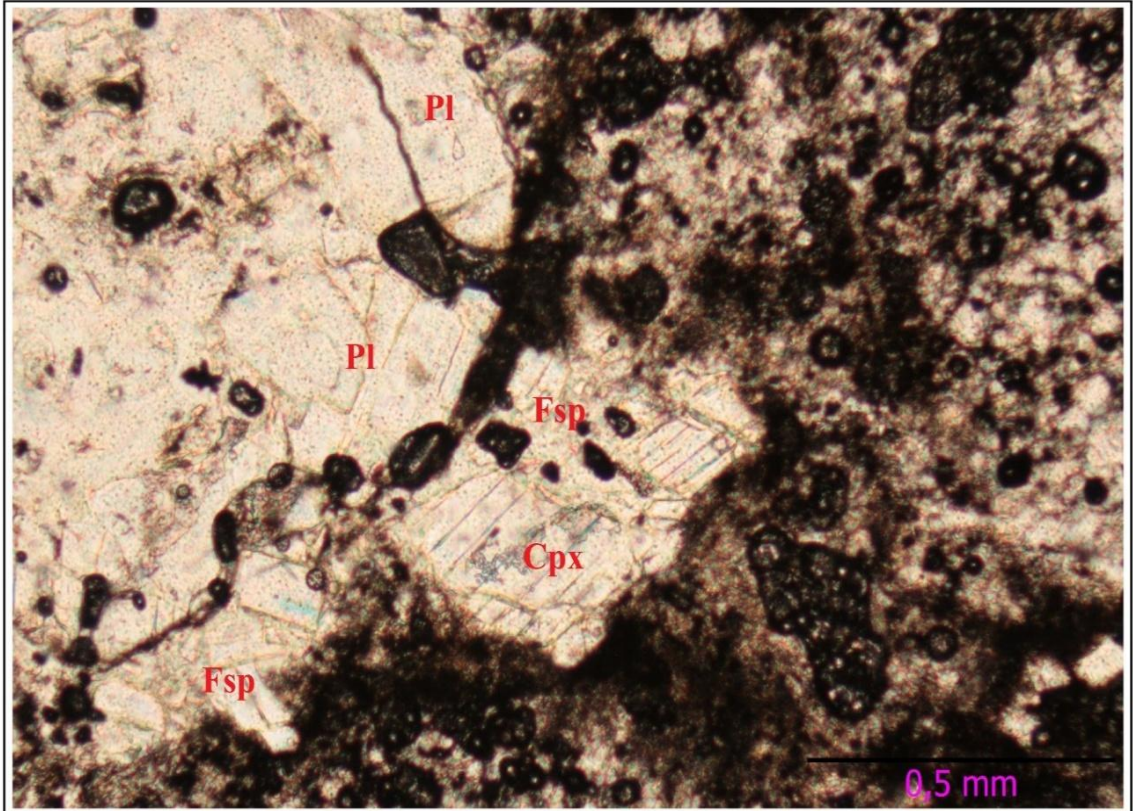
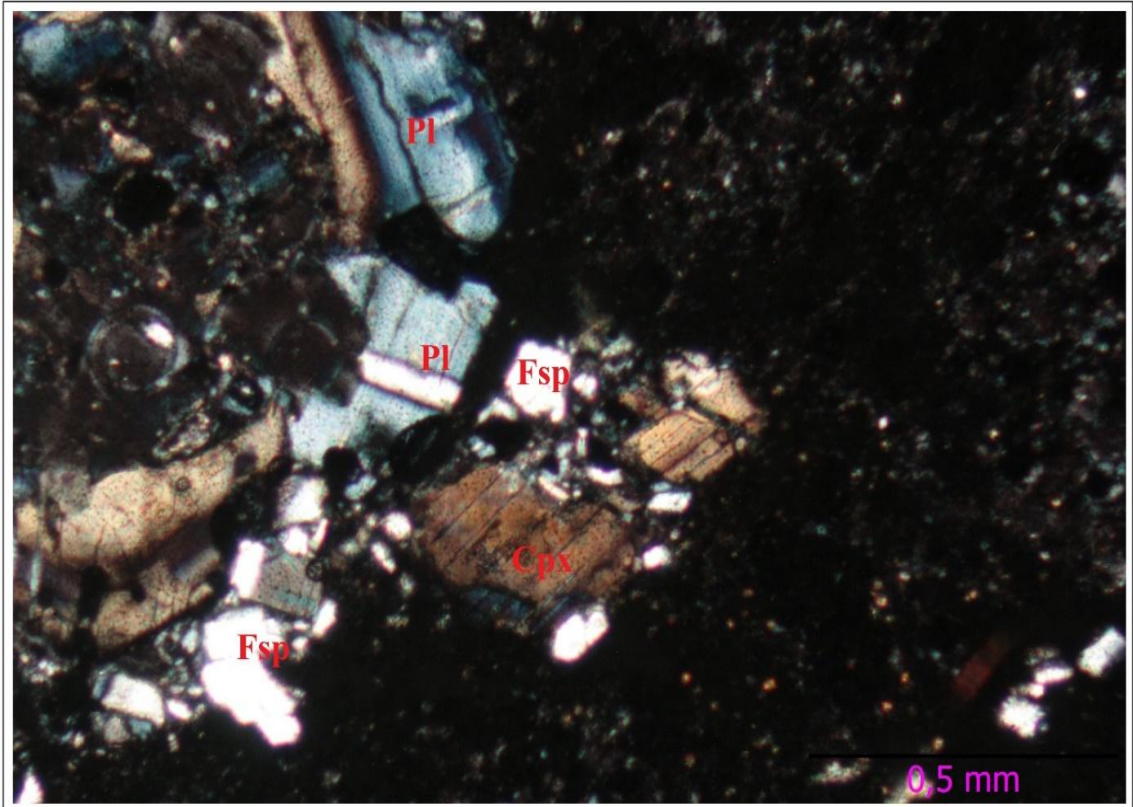
Plajiyoklaz mineralleri genellikle yarı özşekilli ve polisentetik ikizlenme göstermektedir. Kayaç içerisindeki bazı plajiyoklaz fenokristalleri tipik polisentetik ikizlenmenin yanı sıra zonlu dokuda sunmaktadır. Kayaç içinde çok az miktarda kuvars ve piroksen mineralleri de gözlenmektedir (Şekil 5.5).

Kayaç parçası: Kayaç kapanımında bol miktarda plajiyoklaz ve feldispat mineralleri serizitleşmiş veya özşekilli halde bulunmaktadır (Şekil 5.6).

Pomza: Kayaç içerisinde pomza parçacıkları görülmekte olup bu pomzalar içerisinde plajiyoklaz, mineralleri gözlenmektedir.



Şekil 5.5. Porfirik doku gösteren Kavak ignimbiritine ait TT-4 nolu örneğin çift ve tek nikol (4x) ince kesit görüntüsü; (Pl: Plajiyoklaz, Pmz: Pomza).



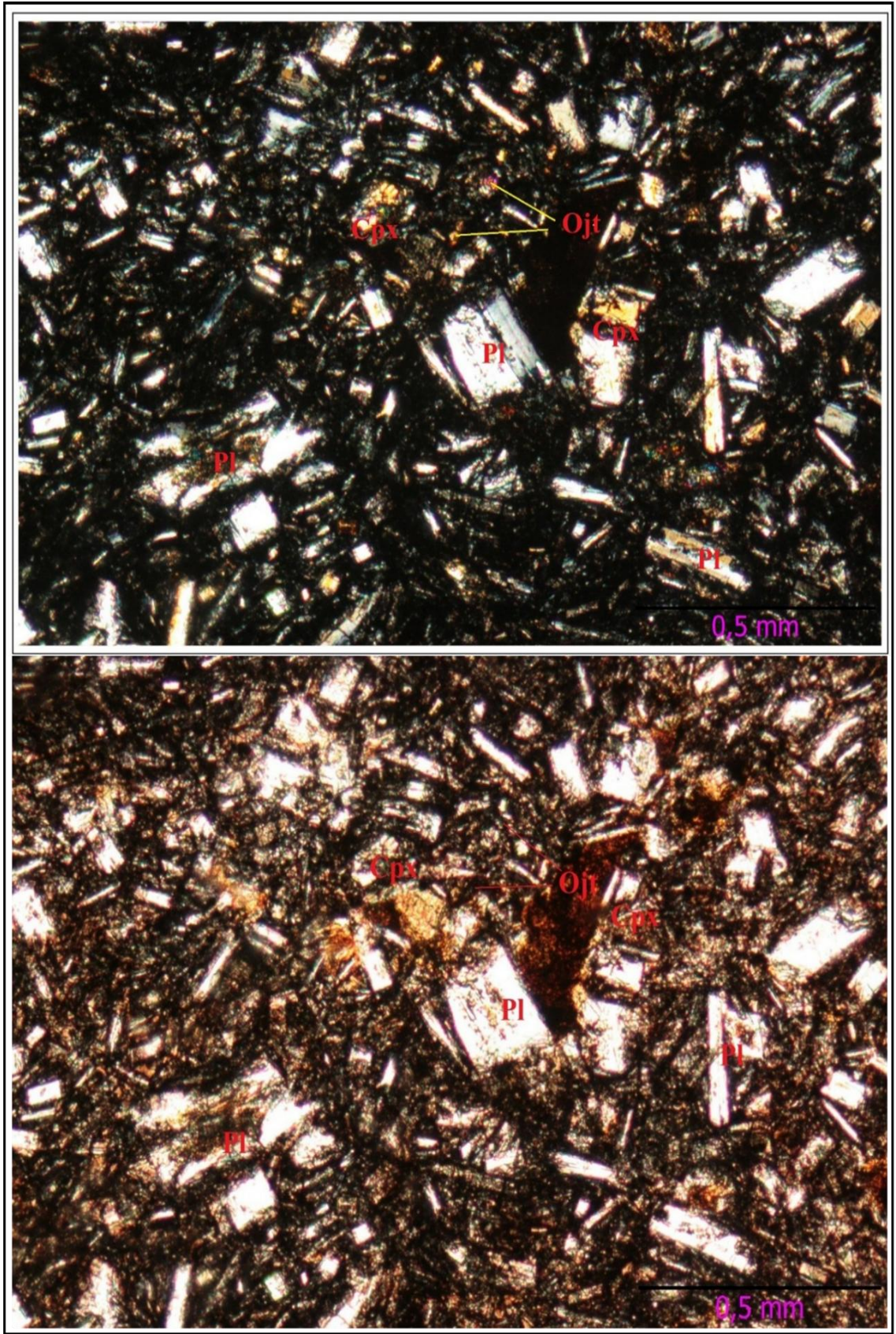
**Şekil 5.6.** Porfirik doku gösteren Kavak ignimbiritine ait TT-1 nolu örneğin çift ve tek nikel (4x) ince kesit görüntüsü; (Pl: Plajiyoklaz, Fsp: Feldispat, Cpx: Klinopiroksen).

TT-5 nolu örnek yarı kristalli porfirik dokuya sahip, koyu renkli bir ignimbiritik kayadır. Mineralojik bileşimi; plajiyoklaz, ojit, opak mineralleri ve hamurdan oluşmaktadır. Fenokristaller (feldispat) yarı özşekilli olup, hamur bol miktarda mikrolit içermektedir. Ayrıca, opak mineraller ve mikrolitler şeklinde ojit mineralleri gözlenmektedir (Şekil 5.7).

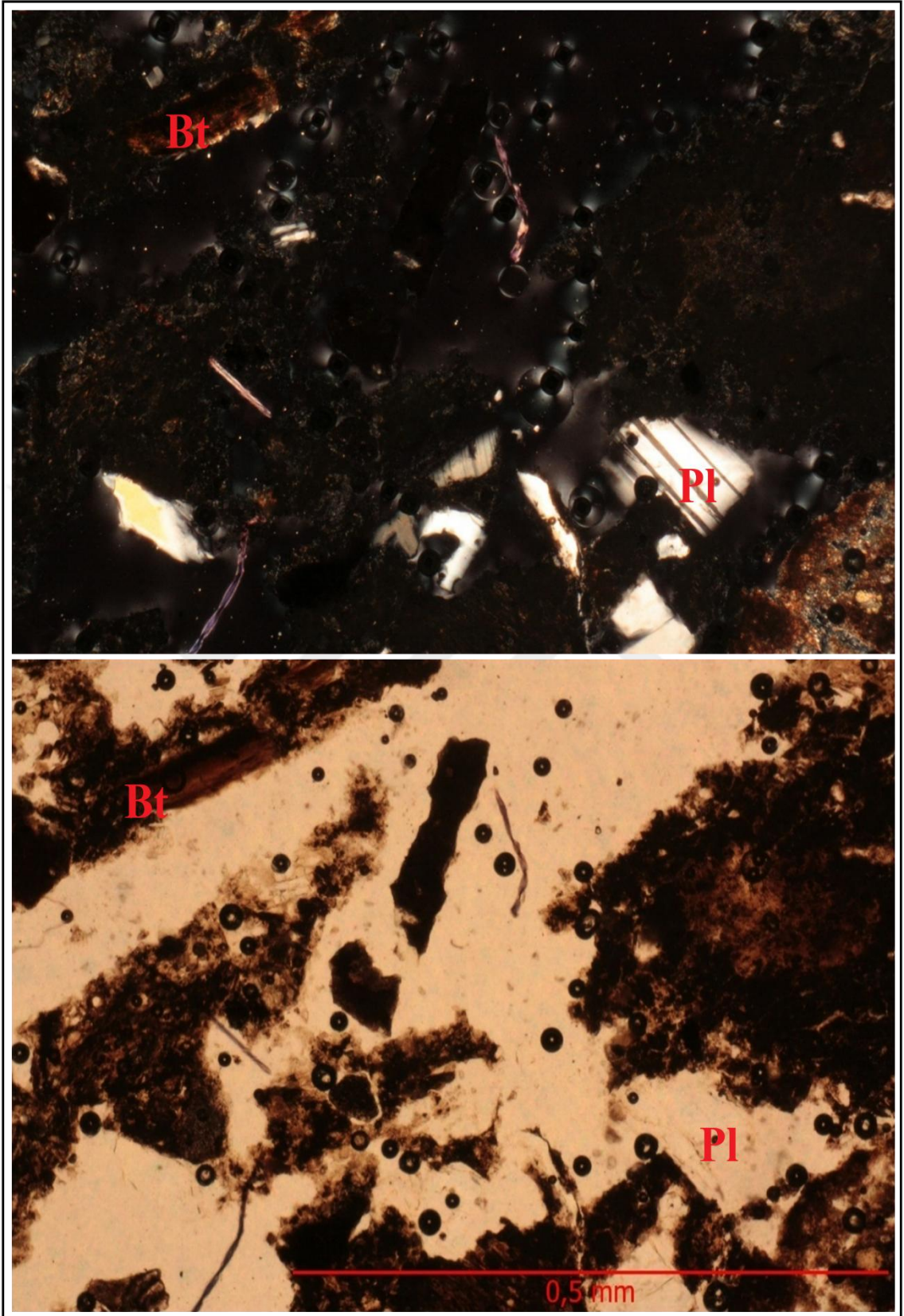
Kumtepe ignimbiritik seviyelerinden alınan örnekler, optik mikroskop kullanarak incelenmiştir. Kayaç vitrofirik Porfirik dokula ignimbirit bir kayaç içerisinde irili ufaklı Plajiyoklaz ve biyotit mineralleri ile beraber hamur içerisinde cam parçacıkları gözlenmektedir.

Plajiyoklaz: Genellikle polisentetik ikizlenme gösteren plajiyoklaz mineralleri kayaç içerisinde fenokristaller şeklinde gözlenmekte olup bu fenokristallerin bazılarında zonlu doku mevcuttur (Şekil 5.8).

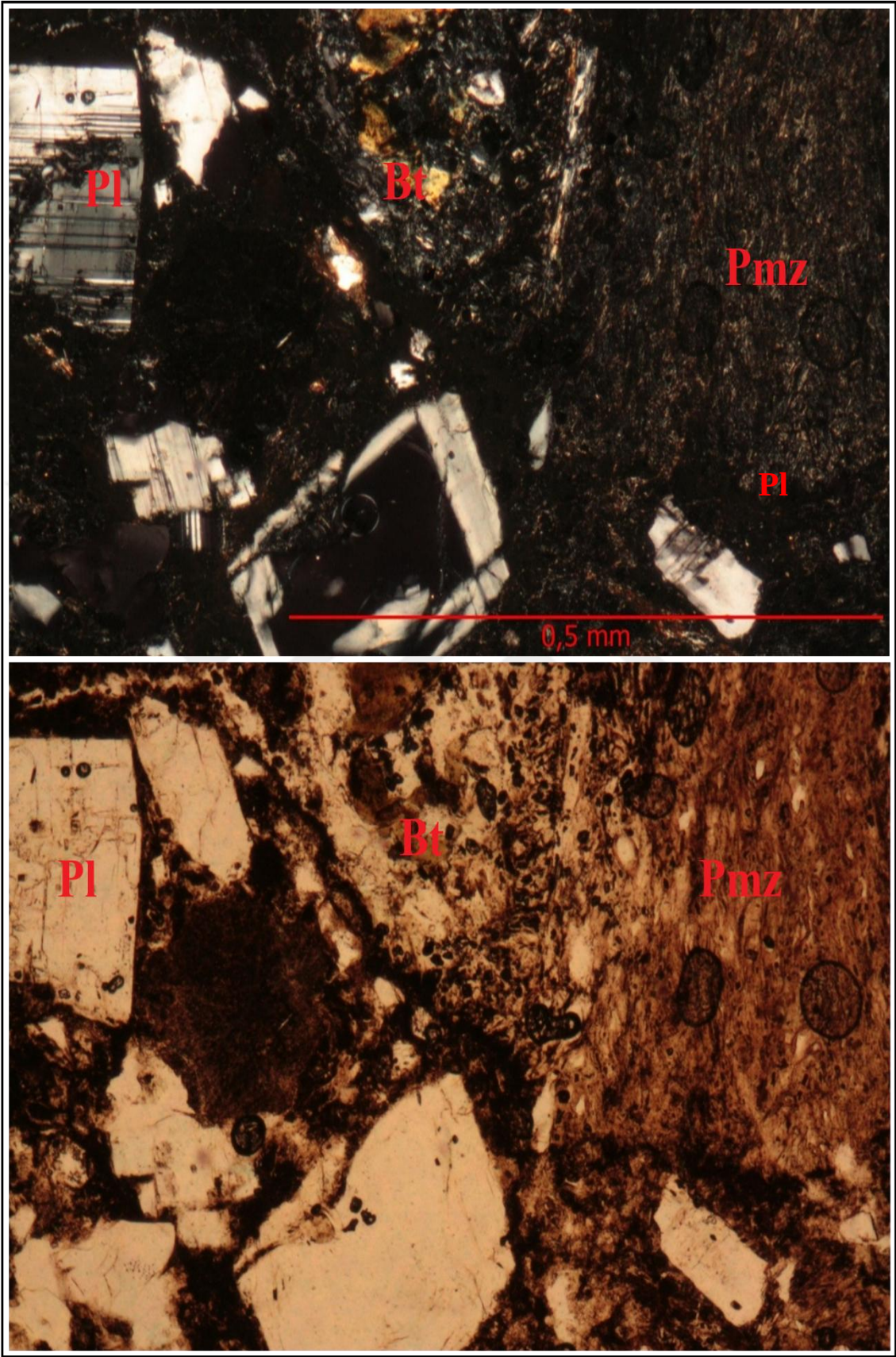
Biyotit: Çubuğumsu prizmatik, tek yönde dilinimli, kahvesi turuncusu girişim rengi sunmadan olup açıktan koyu değişim pleokroizma göstermektedir. Biyotit ve cam kıymıklarında atışmakta, kayaç içerisinde parçacıklar bulmaktır (Şekil 5.9).



**Şekil 5.7.** Porfirik doku gösteren Kumtepe ignimbritine ait TT-5 nolu örneğin çift ve tek nikol (4x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Cpx: Klinopiroksen, Ojt: Ojit).



**Şekil 5.8.** Porfirik doku gösteren Kumtepe ignimbiritine ait TT-5 nolu örneğin çift ve tek nikol (2.5x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Bt: Biyotit).



**Şekil 5.9.** Porfirik doku gösteren Kumtepe ignimbiritine ait TT-5 nolu örneğin çift ve tek nikol (2.5x) ince kesit görüntü; (Pl: Plajiyoklaz, Bt: Biyotit, Pmz: Pomza).

## 5.2. (XRD) Tüm Kayaç İncelemeleri

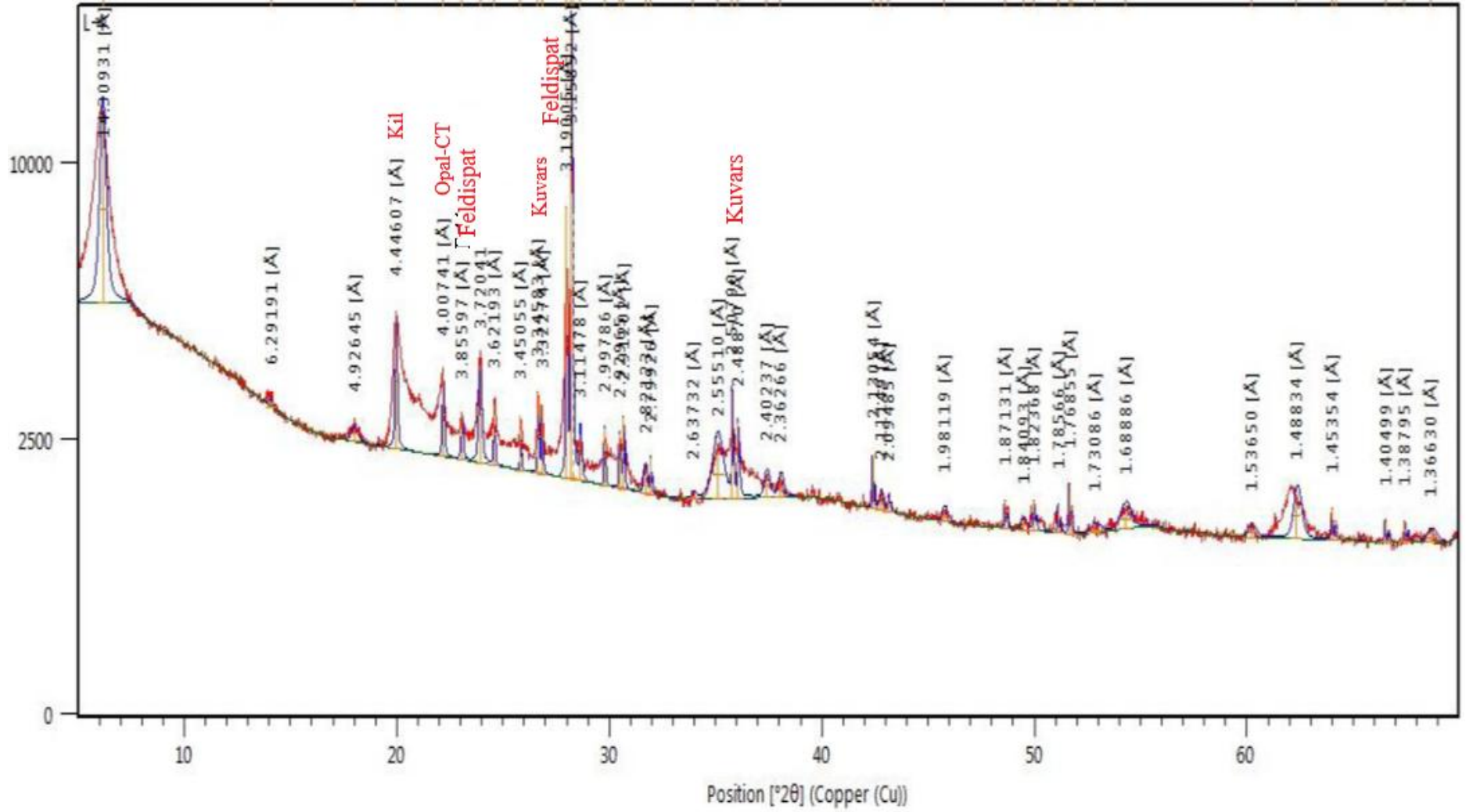
Kumtepe ve Kavak ignimbiritlerinin yayılımı genellikle Taş tepe civarında gözlenmektedir. Bu birimlerden alınan 9 adet örnek üzerinde XRD tüm kayaç çözümlemesi yapılmış olup, analizler sonucunda kil, opal-CT, feldspat ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir.

X-ışınları analizleri sonucunda Özellikle  $2\Theta$ :  $19^\circ$ - $20^\circ$  aralığında kil minerallerine ait karakteristik pikler ( $4,49 \text{ \AA}$ ,  $4,44 \text{ \AA}$ ,  $4,43 \text{ \AA}$ ) tespit edilmiştir.  $14,10 \text{ \AA}$  –  $14,50 \text{ \AA}$  aralığında kil minerallerine ait olan pikleri de gözlemek mümkündür.

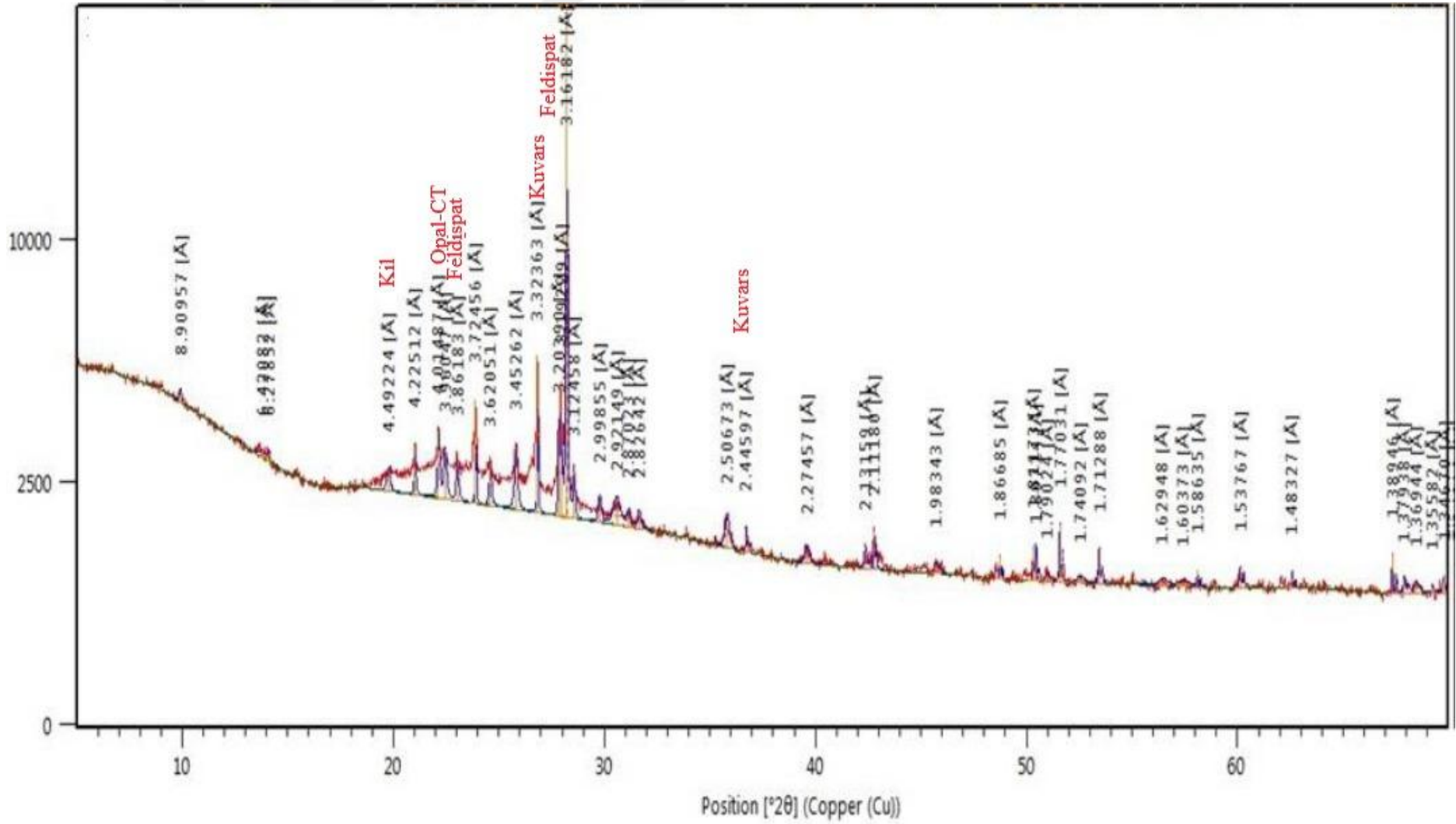
Örneklerde mineral birlikteliği açısından, azdan çoğa doğru sıralandığında, TT-1 numaralı örnekde Kavak ignimbiritine ait mineral birlikteliği şu şekildedir: Opal-CT mineralinin  $4,00 \text{ \AA}$ 'daki piki, feldspat mineralinin  $3,85 \text{ \AA}$  ve  $3,19 \text{ \AA}$ 'daki pikleri, kuvars mineralinin  $3,34 \text{ \AA}$  ve  $2,48 \text{ \AA}$ 'daki pikleri ayrıca özellikle  $2\Theta$ :  $19^\circ$ - $20^\circ$  aralığında kil minerallerinin  $4,44 \text{ \AA}$  karakteristik pik izlenmiştir (Şekil 5.10).

Örneklerde mineral birlikteliği açısından, azdan çoğa doğru sıralandığında, TT-2 numaralı örnekde Kumtepe ignimbiritine ait mineral birlikteliği şu şekildedir: Opal-CT mineralinin  $4,01 \text{ \AA}$ 'daki piki, feldspat mineralinin  $3,86 \text{ \AA}$  ve  $3,16 \text{ \AA}$ 'daki pikleri, kuvars mineralinin  $3,32 \text{ \AA}$  ve  $2,44 \text{ \AA}$ 'daki pik, ayrıca özellikle  $2\Theta$ :  $19^\circ$ - $20^\circ$  aralığında kil minerallerinin  $4,49 \text{ \AA}$  karakteristik pik izlenmiştir (Şekil 5.11).

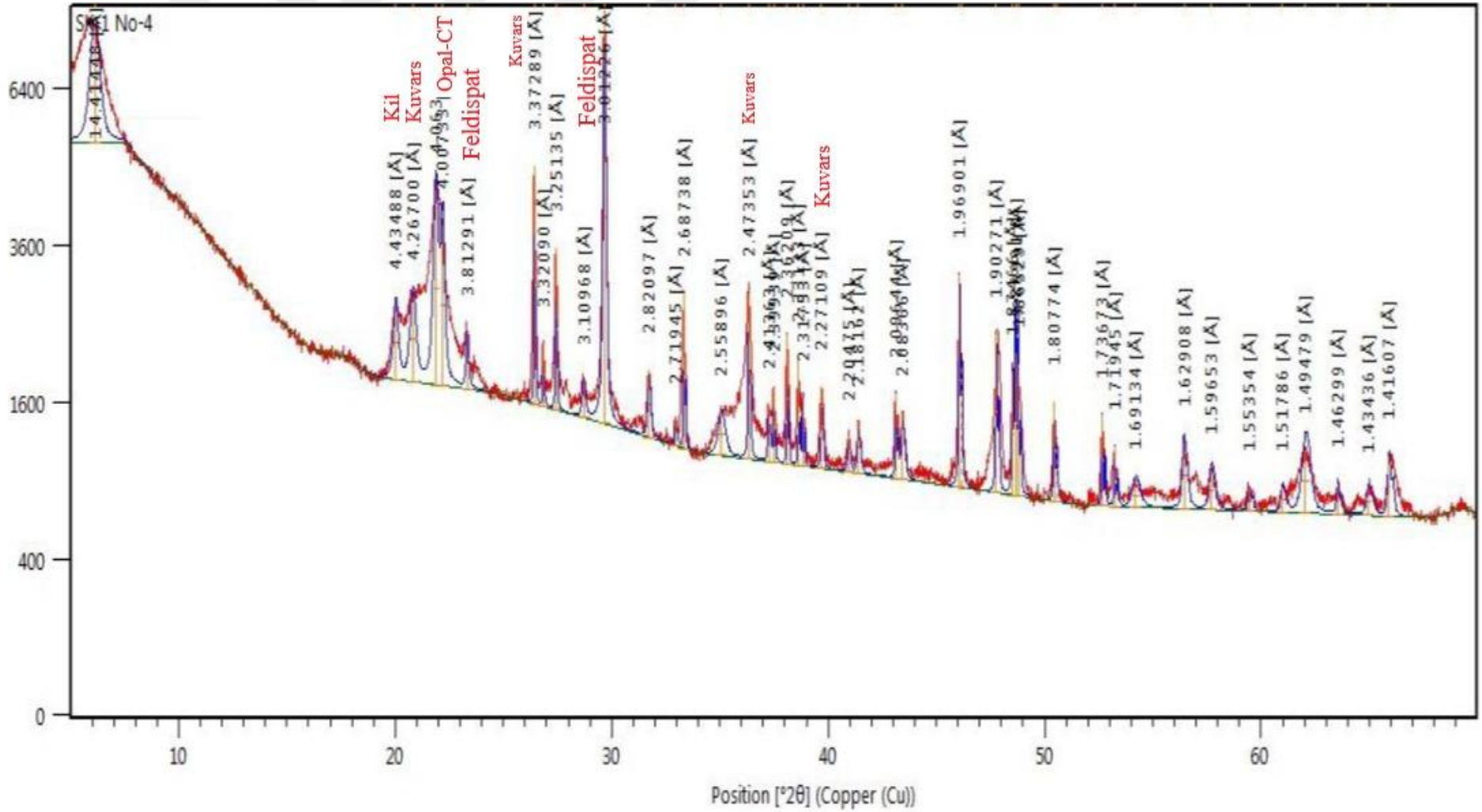
SK-1, SK-2 ve SK-3 numaralı örneklerin kil mineral birlikteliği, simektit mineralinin X-ışınları tüm kayaç çekimlerinde sırasıyla  $14,41 \text{ \AA}$ ,  $14,64 \text{ \AA}$  ve  $14,74 \text{ \AA}$ 'da karakteristik pikler ile gözlenmiştir. Opal-CT mineraline ait pikler  $4,007 \text{ \AA}$ ,  $4,005 \text{ \AA}$  ve  $4,002 \text{ \AA}$ 'da, kuvars minerallerine ait pikler  $3,37 \text{ \AA}$ ,  $3,32 \text{ \AA}$  ve  $3,32 \text{ \AA}$ 'da, feldspat mineralinin pikleri ise  $3,81 \text{ \AA}$ ,  $3,16 \text{ \AA}$  ve  $3,16 \text{ \AA}$ 'da tespit edilmiştir. Ayrıca,  $2\Theta$ :  $19^\circ$ - $20^\circ$  aralığında kil minerallerine ait  $4,43 \text{ \AA}$ ,  $4,44 \text{ \AA}$  ve  $4,43 \text{ \AA}$ 'da tipik pikler izlenmiştir.  $2\Theta$ :  $20^\circ$ - $30^\circ$  aralığında ise amorf silis oluşumuna ait bir kambur belirgin bir şekilde görülmüştür (Şekil 5.12, Şekil 5.13 ve Şekil 5.14). Simektitlerin  $d_{(060)}$  mesafe değerleri, dioktahedral Ca-simektitlerini işaret etmektedir (Şekil 5.13 ve Şekil 5.14) (Gündoğdu vd., 1983).



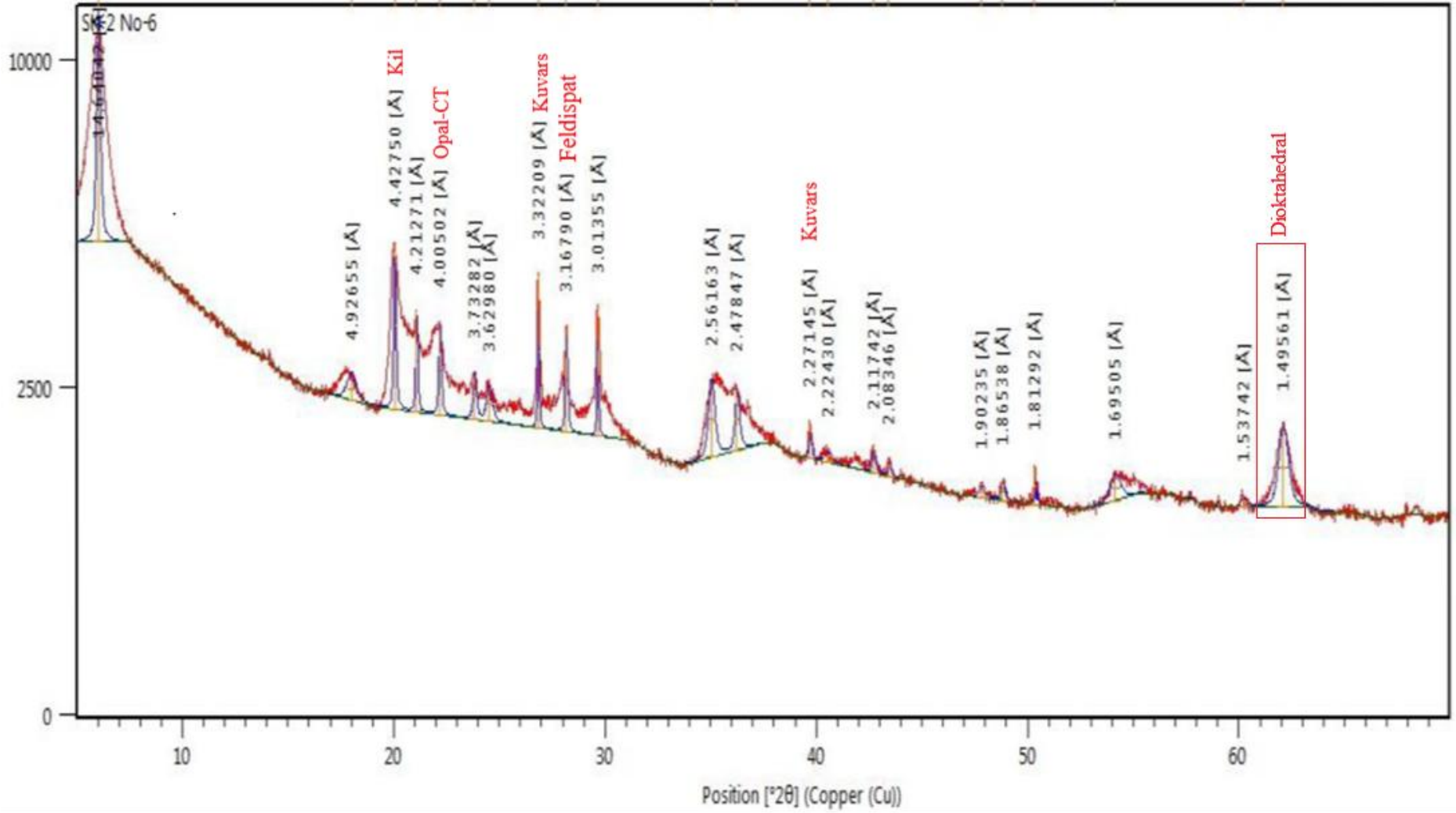
Şekil 5.10. Kavak ignimbiritine ait TT-1 nolu örneğine ait (X- ışınları) tüm kayaç difraktogramı.



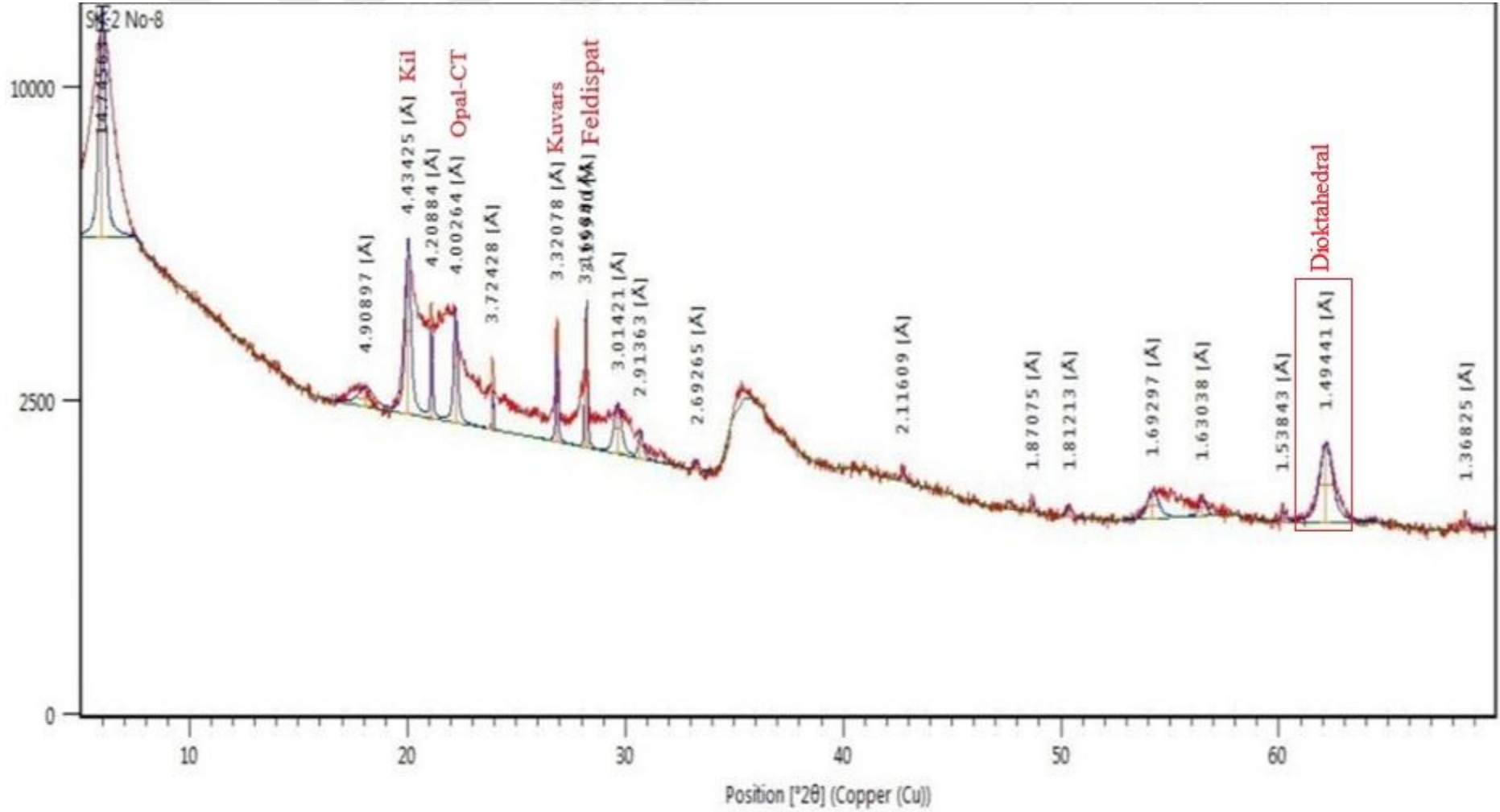
Şekil 5.11. Kumtepe ignimbiritine ait TT-2 nolu örneğine ait (X- ışınları) tüm kayaç difraktogramı.



Şekil 5.12. Kavak ıgımbiritine ait SK-1 nolu Kil örneğinin (X- ışınları) tümkayaç difraktogramı.



Şekil 5.13. Kavak ıgnimbiritine ait SK-2 nolu Kil örneğinin (X- ışınları) tümkayaç difraktogramı.



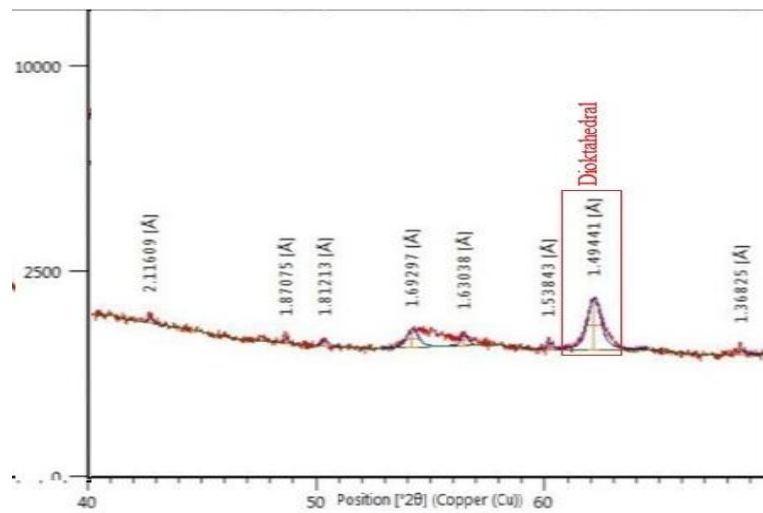
Şekil 5.14. Kavak ıgimbiritine ait SK-3 nolu Kil örneğinin (X- ışınları) tümkayaç difraktogramı.

### 5.3. Kil Fraksiyonu İncelemeleri

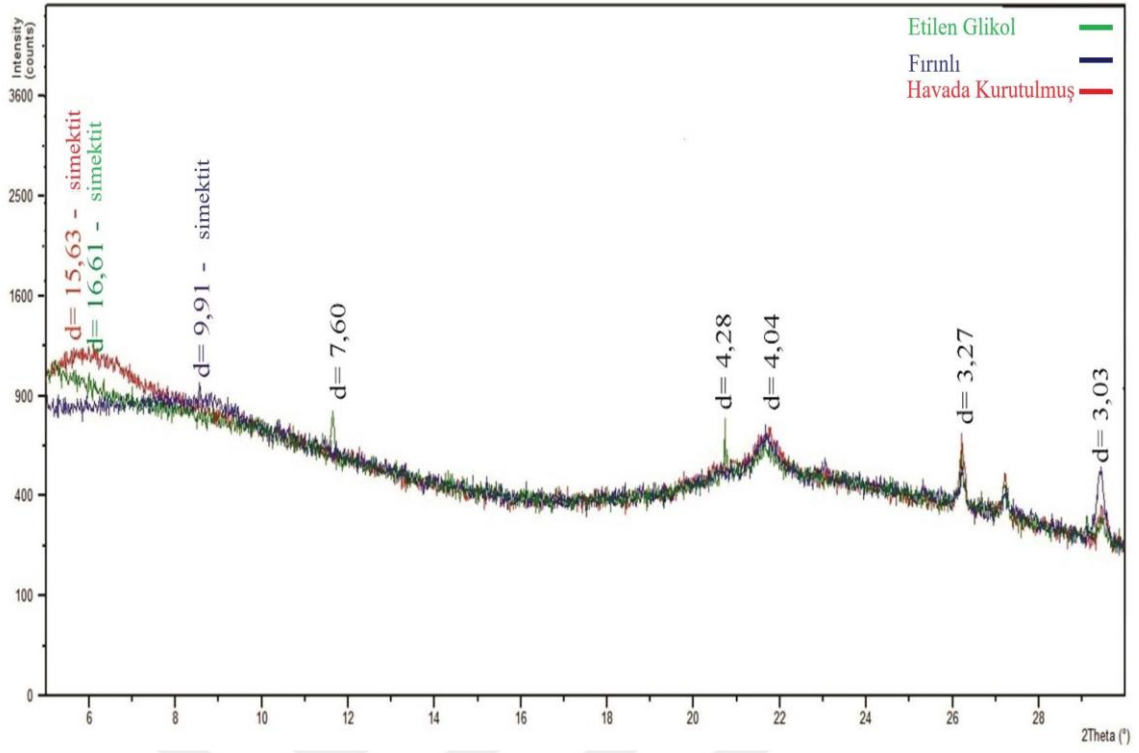
Kil fraksiyonu çalışmaları, Taştepe çevresinde sondaj yapılan alanlardan alınan toplam 3 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, tüm kayaç (TK) analizlerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kil minerali içerdiği belirlenen numunelerden kil fraksiyonu çekimi yapılmıştır. Kil fraksiyonu çekimi, üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar, Gündoğdu ve diğerleri (1983) referans alınarak yapılmış ve zenginleştirmeye tabi tutulan kil örnekleri üzerinde üç farklı yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir: (a) HK (Havada Kurutulmuş), (b) YS (Yüksek Sıcaklık, Fırınlanmış), ve (c) EG (Etilen Glikol ile Doyurulmuş).

Yapılan analizler sonucunda %100 simektit minerali tespit edilmiştir. HK çekimleri süresince temel mesafe d(001) yaklaşık 15 Å - 16 Å olarak belirlenmiştir. Kil fraksiyonu-EG araştırmalarında ise bazal mesafeler d(001) 16 Å - 17 Å civarında pikler göstermiştir. YS (500°C) difraktogramlarında ise bazal mesafeler d(001) yaklaşık 9 Å - 10 Å civarında tespit edilmiştir (Şekil 5.16, Şekil 5.17 ve Şekil 5.18).

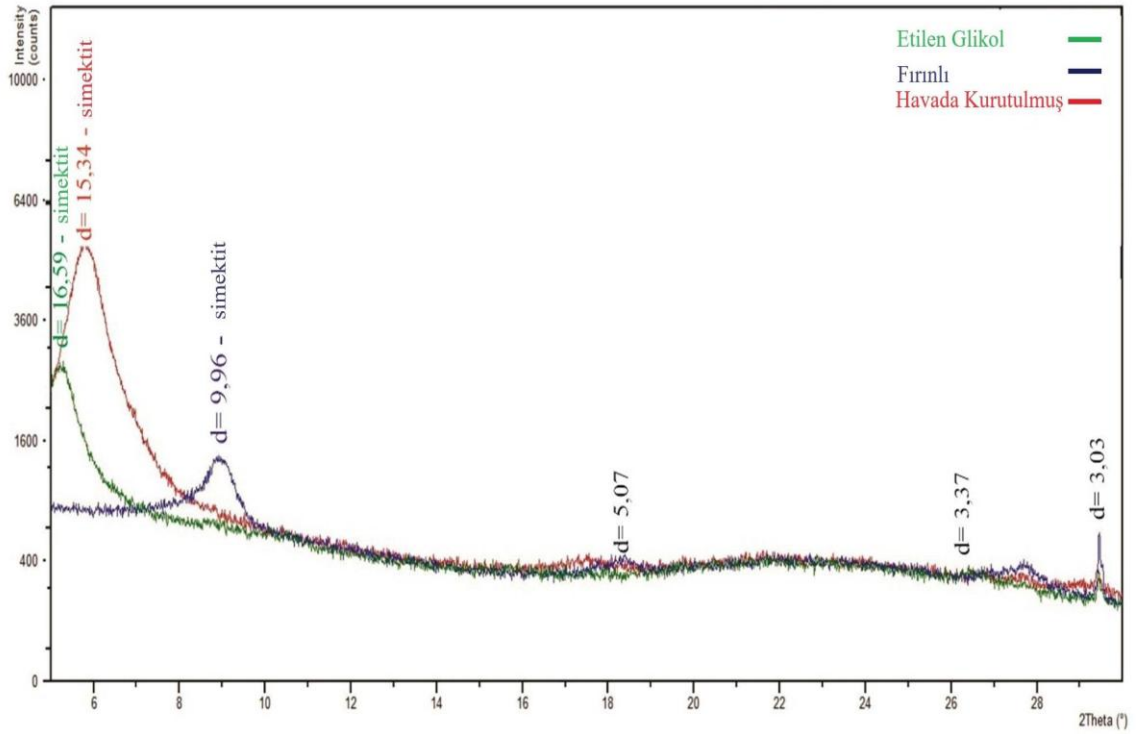
Simektitlerin d(060) mesafe değerleri, dioktahedral Ca-simektitlerini işaret etmektedir (Şekil 5.15). Simektitlerin XRD desenlerinde karışık katman yapısına rastlanmamıştır. Simektitlerin bazal mesafeleri, etilen glikol muamelesi ile 16,61 Å- 15,34 Å ve 350°C’de fırınlama ile 9,91 Å- 9,96 Å aralığında bulunmuştur (Gündoğdu vd., 1983).



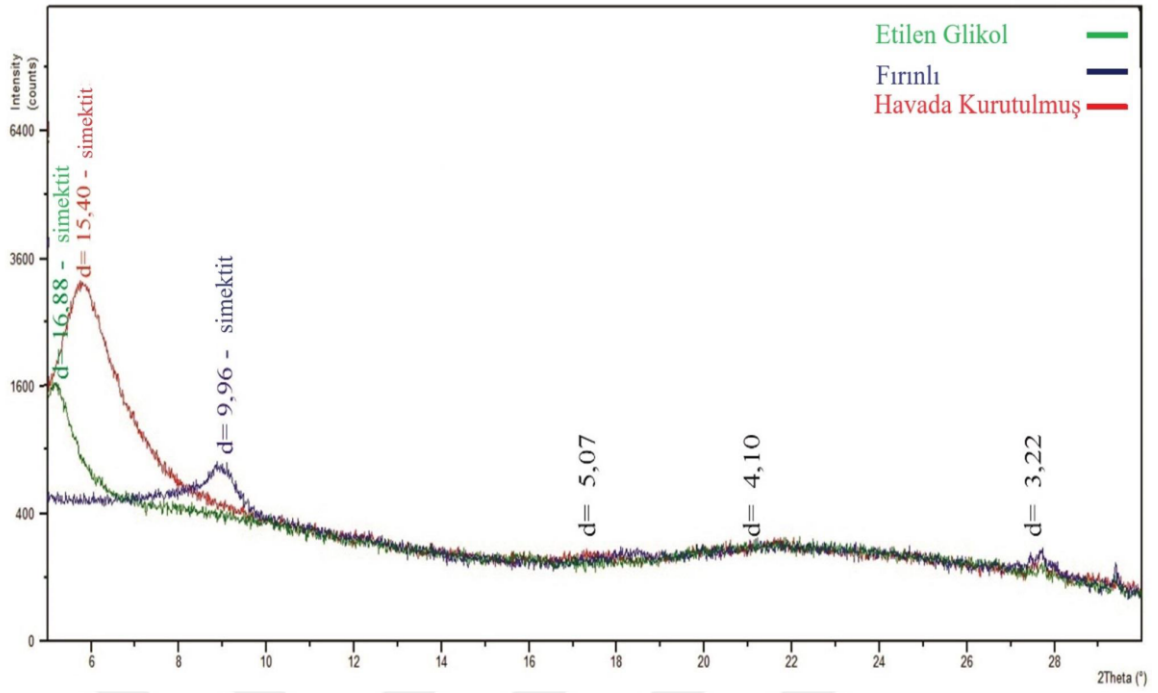
Şekil 5.15. Simektit d(060) mesafe değerleri, dioktahedral Ca-simektit



Şekil 5.16. Kavak İğnimbiritine ait SK-1 nolu örneğinin (X- ışınları) kil fraksiyon difraktogramı.



Şekil 5.17. Kavak İğnimbiritine ait SK-2 nolu örneğinin (X- ışınları) kil fraksiyon difraktogramı.



**Şekil 5.18.** Kavak İgnimbiritine ait SK-3 nolu örneğinin (X- ışınları) kil fraksiyon difraktogramı.

### 5.5. Simektit yapısal formülleri Belirlenmesi

Göre bölgesindeki Kavak Formasyonu'ndan alınan SK-3 ve SK-4 kodlu kil fraksiyonu örneklerinin kimyasal analizleri sonucunda, simektit yapısal formülleri şu şekilde hesaplanmıştır:  $[(Si_{7,80} Al_{0,20}) (Al_{2,75} Fe_{0,42} Mg_{0,93}) (Ca_{0,38} K_{0,08} Na_{0,04})]$  Bu durum, örneklerin kil fraksiyonu analizinden elde edilen simektit yapısal formülündeki oktahedral alanın yüksek değerli olmasından kaynaklanmaktadır.

## 5.6. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) İncelemeleri

Çalışma alanında alınan kil örneklerine ait SEM (Taramalı Elektron Mikroskop) görüntüleri, Şekil 5.18 ve Şekil 5.19'de sunulmuştur. SEM analizleri, formasyon genelinde temel kil minerali olarak simektitin baskın olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, düşük oranlarda veya aksesuar mineraller olarak kuvars da gözlenmiştir. Kayaçlardaki killeşmenin, ağırlıklı olarak feldispat minerallerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca, çalışma sahasında yer alan köken kayaçlar incelendiğinde, magmatik kayaçların içindeki volkan camının da düşük oranlarda killeşmeye katkı sağladığı düşünülmektedir.

Elektron mikroskop çalışmalarında simektitlerin bir kısmı, uç kısımlarında uzayan ve tipik "alev yaprağı" şeklinde yapılar sunmaktadır. Simektitlerin genel morfolojisine bakıldığında, farklı desenler ve yapısal özellikler gösterdiği görülmüştür. Bu desenler, literatürde simektit mineralleri için tipik olarak tanımlanan yapılarla uyumludur ve killeşmenin evrimi konusunda değerli bilgiler sunmaktadır. Simektitlerin bu karakteristik morfolojik özellikleri, kil minerallerinin jeokimyasal ve termal değişim süreçlerini anlamak için önemli ipuçları sağlamaktadır.

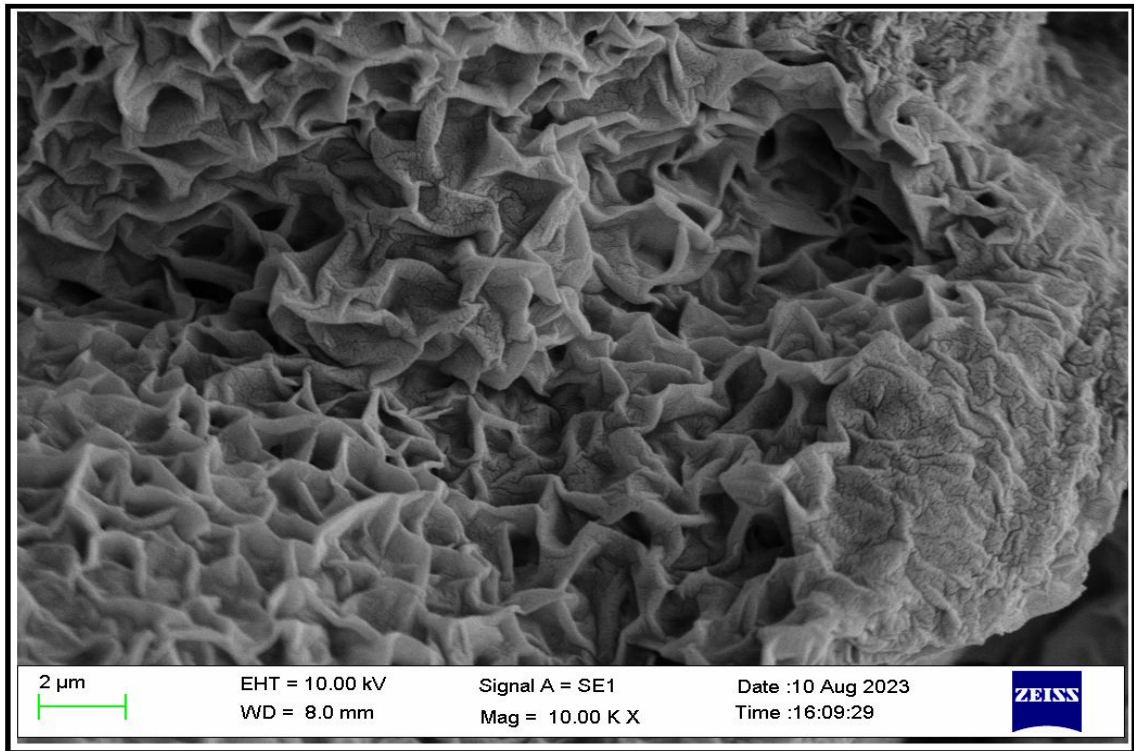
Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) teknolojisi, minerallerin yüzey özelliklerini ve morfolojik yapısını detaylı bir şekilde incelemek için oldukça yararlıdır. SEM, numunelerin yüzeyinde dolaşan elektronlar ile görüntüleme sağlayarak yüksek çözünürlüklü yapısal analizler sunar. Bu yöntem, özellikle kil minerallerinin mikroskobik morfolojisini ortaya koymada etkilidir.

Simektit mineralleri, kil grubu minerallerinin önemli bir üyesi olup genellikle tabakalı yapıda bulunur. SEM analizlerinde, simektitlerin uzamış, yaprak şeklinde veya "alev yaprağı" formunda görülmesi, bu minerallerin tipik morfolojik özelliklerinden biridir. Simektitler, su içeriğine ve kimyasal yapısına bağlı olarak genellikle genişleyebilir ve daralabilir. Bu özellik, jeotermal ve kimyasal süreçler sırasında minerallerin nasıl davrandığını anlamada kritik bir rol oynar.

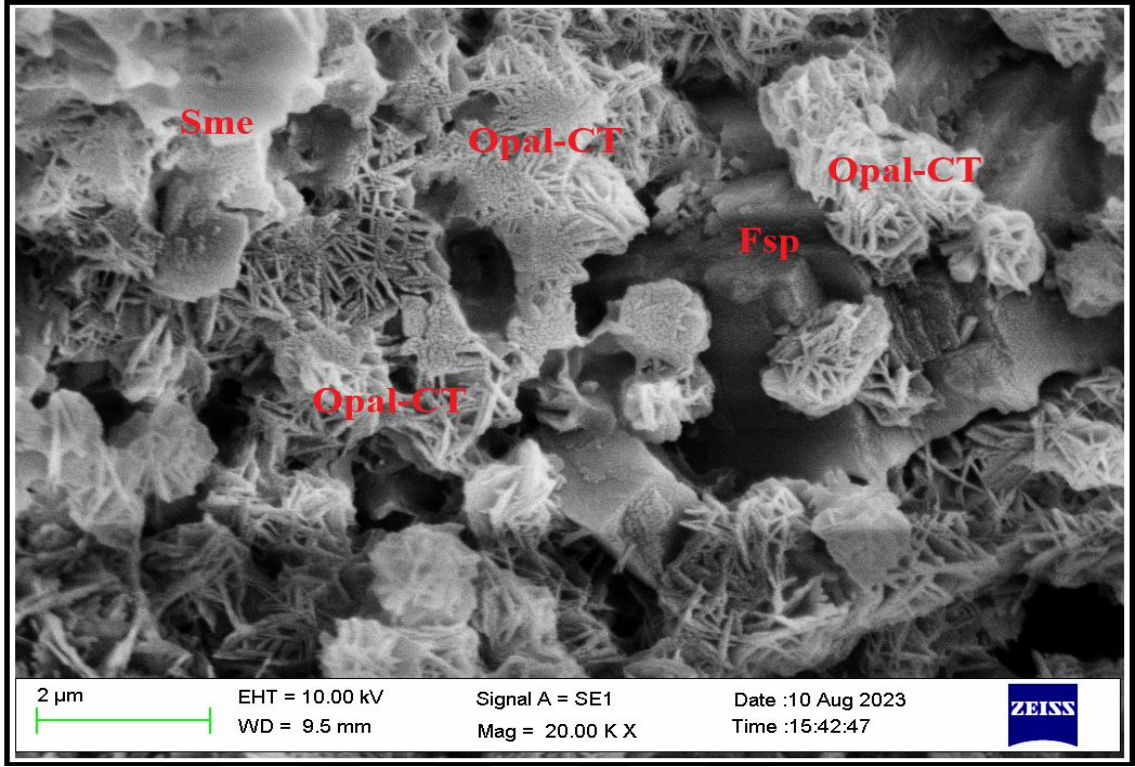
Feldispat minerallerinden köken alan killeşme, genellikle simektitlerin gelişimi sırasında görülür ve bu durum, kayaçların kimyasal ayrışma süreçleriyle ilgilidir. Volkan camı da

düşük oranlarda killeşmeye katkıda bulunabilir, özellikle magmatik kayaçların yüzeyinde veya hamur kısmında bu dönüşüm daha belirgin hale gelebilir.

Bazı simektit mineralleri, özellikle volkanik camdan türemiş olanlarda yaygın olarak gözlenen "mısır gevreği" morfolojisi sunmaktadır (Şekil 5.18). Bu morfolojik yapı, simektitlerin oluşum süreçlerinde volkanik kökenli camın çözünmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, bazı simektit mineralleri, doğrudan çözeltiden çökeltme yoluyla oluşmuş Jips gülü görünümüne cam kürecikleri şeklinde morfolojik yapılar sergilemektedir (Şekil 5.19).

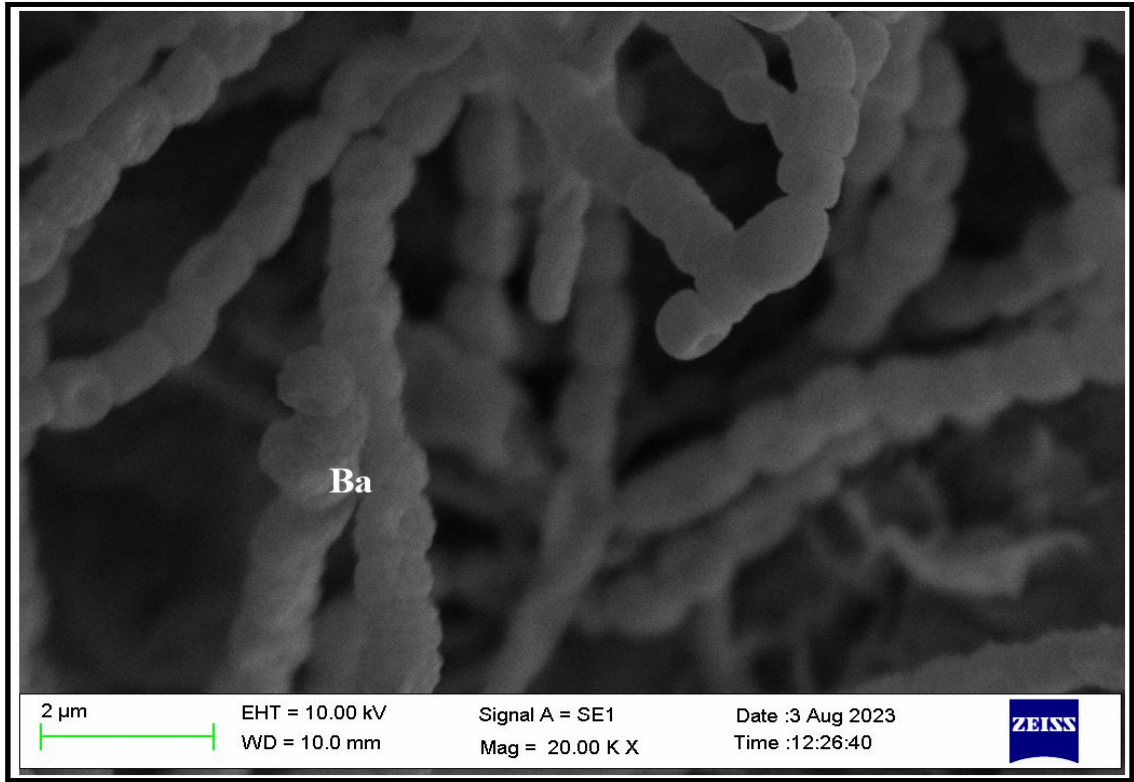


**Şekil 5.18.** Mısır gevreği morfolojisi sunan Simemktit mineraline ait SEM görüntüsü (SK-1 nolu örnek).

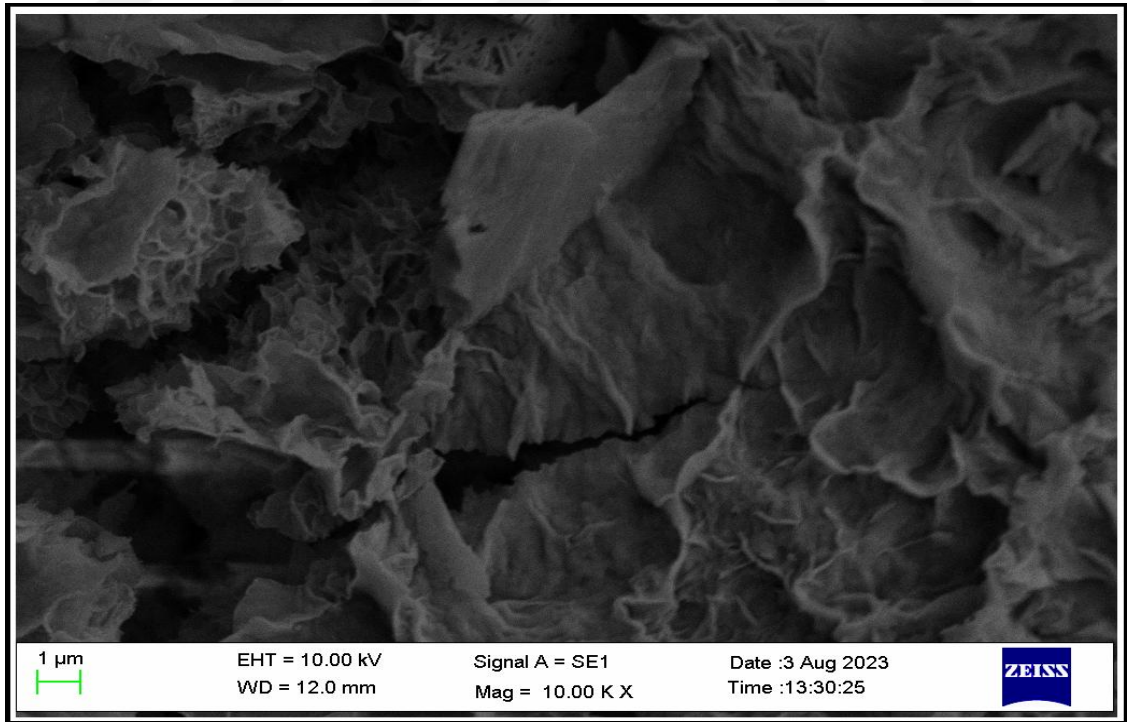


**Şekil 5.19.** Cam kürecikleri şeklinde Opal-CT, feldspat ve cornflakes görünümlü bir morfoloji sunan Simektit mineraline ait SEM görüntüsü (Fsp: Feldspat, Sme: Simektit) (SK-2 nolu örnek).

İlginç bir şekilde, bazı simektitler üzerinde bakteri varlığı da gözlemlenmiştir (Şekil 5.20). Bu durum, biyomineralizasyon süreçlerinin ve mikroorganizmaların mineral oluşumundaki rolünü göstermesi açısından önemlidir. Ayrıca, feldspat minerallerinin dönüşümü ile oluşan simektit yapıları da belirlenmiştir (Şekil 5.21). Bu dönüşümler, kayaçların kimyasal ve mineralojik evriminin anlaşılmasında önemli ipuçları sunmaktadır.



**Şekil 5.20.** Simektitler üzerinde gelişmiş bakteri oluşumlarının görüldüğü SK-3 nolu örneğe ait SEM görüntü (Ba: Bakteri)



**Şekil 5.21.** Feldspat minerallerinin dönüşümü ile oluşmuş simektit mineraline ait SK-4 nolu örneğin SEM görüntüsü.

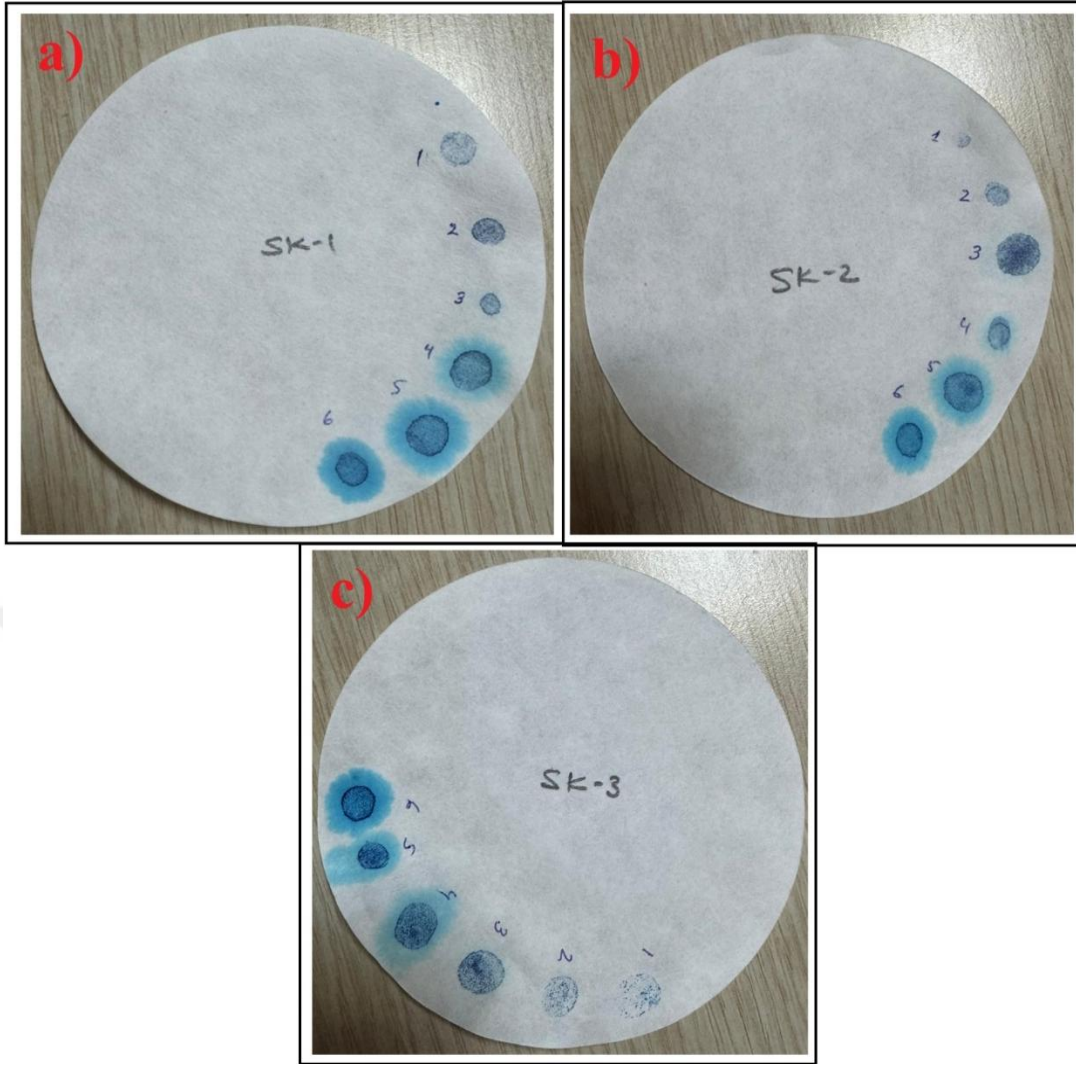
#### **5.6 Metilen Mavisi (Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK))**

Minerallerdeki kation değiştirme kapasitesi (KDK), mineralin kristal yapısı, kimyasal özellikleri ve temas ettiği çözeltinin kimyasal bileşimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kil mineralleri, adsorbe ettiği bazı kation ve anyonları değişken olarak tutar; bu özellik, tetrahedral ve oktahedral tabakalardan bağımsız ara tabakalardan oluşur (Ekinci şans, 2018). Kil minerallerinin fiziksel özellikleri ve kullanım alanları, bu ara tabakaların türü ve miktarını büyük ölçüde etkiler. Bağıl nem, pH, iletkenlik, geğirgenlik, gözeneklilik, şişme kapasitesi, rehidrasyon hızı, dispersiyon derecesi gibi özellikler, kilin net yük miktarına ve değişebilir kationlarının türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Alemdar, 2001). Adsorplanan iyon miktarı değişebilir tabakalarda, yüz gram malzeme başına miliekivalen cinsinden ifade edilir (meq/100 g) ve bu özellik kation değişim kapasitesi (KDK) olarak adlandırılır (Van Olphen, 1977). Simektit grup kil minerali, montmorillonit için belirtilen KDK değeri belirgin bir özelliktir. Montmorillonit için genel olarak, 1-kilogram kil başına 1 mol tek değerlikli yük olarak ifade edilen bir değer vardır ve yaygın olarak değişebilen kationlar arasında  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $H^{+}$ ,  $Al$ ,  $NH_4^{+}$  ve  $Li^{+}$  bulunmaktadır (Grim, 1968; Van Olphen, 1977). Kil mineralleri ve diğer bazı mineral grupları için kationların seğicilik sırası şu şekildedir: tek değerlikli kationlar için  $Li^{+} < Na^{+} < K^{+} < Rb^{+} < Cs^{+}$  olarak belirlenmiştir; iki değerlikli kationlar için ise  $Mg^{+2} < Ca^{+2} < Sr^{+2} < Ba^{+2}$  olarak saptanmıştır (Carroll, 1959).

Carroll, (1959) tarafından Kil mineralleri için KDK değerleri (meq/100 g), şu şekilde ifade edilmiştir: kaolinit için 3-11, halloysit ( $2H_2O$ ) için 5-10, halloysit ( $4H_2O$ ) için 40-50, simektit grubu için 70-100, illit için 10-40, vermikülit için 100-150, glokonit için 11-20+, paligorskit grubu için 20-30, allofan için ise ~70. Araştırmacılar, simektit grubunun Bazı üyelerinde (KDK) daha düşük değerlerinin Stevensit için KDK değerini belirterek, değerini 32 meq/100 g olarak ifade etmiştir. Murray, (2007) tarafından yapılan çalışmaya göre, simektit gruplarına ait killerin KDK değerleri (meq/100g) şu şekilde belirtilmiştir. Ca-montmorillonitler ve hektoritler için 40-150, Na-montmorillonitler için ise 80-100. Sonuç olarak, (Taylor, 1985) tarafından belirlenen standartlara göre, ticari bentonitlerin KDK değeri genellikle 40-120 meq/100 g aralığında belirtilmiştir. Aynı zamanda kil başka mineraller için KDK değerleri (meq/100 g); feldspat için 1-2, feldspatoid grubu için 460-1090, zeolit grubu için ise 230-620 olarak bildirilmiştir (Nash ve Marshall, 1956; Carroll, 1959).

Bu çalışmada, metilen mavisi yöntemiyle katyon değişim kapasitesi tayini, (API 13B-1, 1997) standardına uygun olarak uygulanmıştır. Katyon değişim kapasitesi, 100-gram kuru örnek için kullanılan metilen mavisi miktarına eşdeğer miliekivalen (meq)  $\text{Me}^+$  olarak belirlenmiş ve 1 ml metilen mavisi, 0,01 meq'e eşit olmaktadır. Metilen mavisi testi için tartılan bentonit örneği, kuru bazda 1,571-gram ağırlığında olup (%6 PKO), 25 ml saf su içine konularak, yaklaşık 10-20 dakika boyunca manyetik karıştırıcıda tamamen açılana kadar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Bu süreçte, erlenmayer içerisine, %3'lük (Ağırlıkça) konsantrasyona sahip 15 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Hidrojen Peroksit), 0,5 ml 5N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (sülfürik asit), ve 10 ml saf su eklenmiştir. Kil tamamen çözüldükten sonra, süspansiyondan bir enjektör aracılığıyla 3 ml örnek alınarak ve alınan örnek erlenmayer içine eklenmiştir. Bu karışım, manyetik karıştırıcıda ısıtılarak homojen hale getirilmiştir. Karışım kaynama noktasına ulaştıktan sonra yaklaşık 10 dakika daha ısıtıldı ve ardından süspansiyon, bir su banyosuna alınarak oda sıcaklığına gelene kadar soğumaya bırakıl bırakılmıştır. Oda sıcaklığındaki karışımın toplam hacmi 50 ml olana kadar saf su eklenmiştir. Hazırlanan karışım, manyetik karıştırıcı kullanılarak teste uygun hale getirildi, 10-2 M stok (3,72g/lt) metilen mavisi ( $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{SCl}_3\text{H}_2\text{O}$ ) ile titrasyon yapılmıştır. Titrasyon işlemi, dijital bir Brinkmann cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.22). Titrasyon sırasında, her seferinde 1 cc metilen mavisi eklemesi yapıldığında, 1'er dakikalık zaman aralığı beklenmiştir ve 1 dakika sonra, erlenmayer içerisinden cam çubuk kullanılarak sıvı örnek alındı ve macherey-nagel marka filtre kâğıdı üzerine bırakıldı. Damla rengi gözlemlendiğinde, genellikle mavi bir halka ve içinde kümelenmiş taneciklerin görüntüsü ortaya çıkmaktadır.

Metilen mavisi eklemesi, damlanın etrafında yeşil bir hale görülene kadar devam ettirilmiş ve yeşil hale görüldüğü noktada test sonlandırılmıştır (Şekil 5.22). Her örnek için, yeşil hale ulaşmak için ilave edilen metilen mavisi miktarı, 0,1836 katsayısına bölünerek, meq/g cinsinden katyon değiştirme kapasitesi değeri hesaplanmıştır. 0,1836 katsayısının hesaplanmasında; bentonit hacmi, bentonit miktarının (1,571g) bentonitin yoğunluğuna ( $2,4 \text{ g/cm}^3$ ) bölünmesi sonucu 0,654 ml olarak bulunmuş ve 25 ml saf su miktarıyla birleştirildiğinde toplam hacim 25,654 ml olarak elde edilmiştir. Bu nedenle, 25,654 ml'de 1,57 g bentonit bulunduğunda, 3 ml'de bulunan bentonit miktarı gram cinsinden 0,1836 olarak hesaplanır.



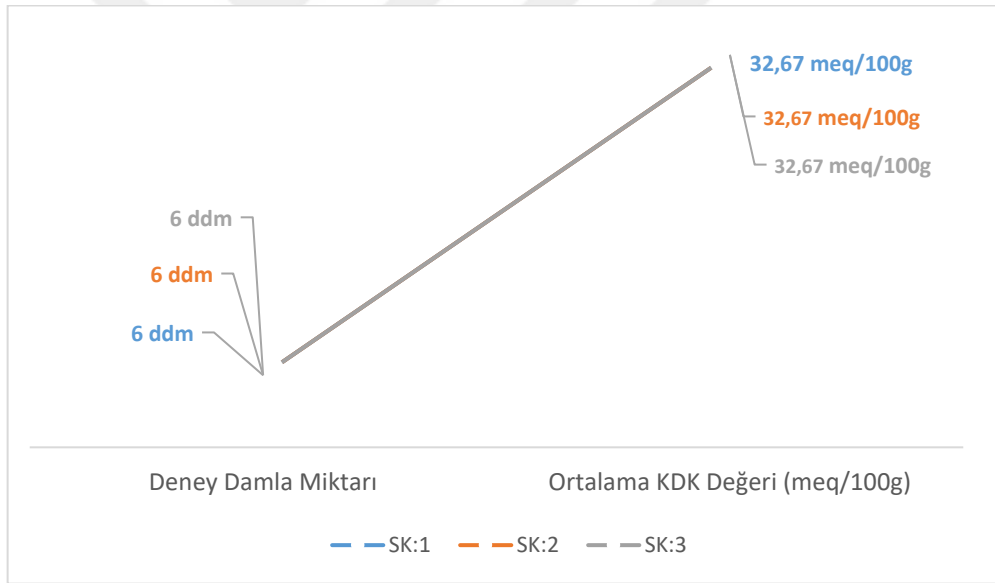
**Şekil 5.22.** Kavak ıgımbiritine ait KDK ölçüm düzeni için hale görünümleri. Buna göre sırasıyla a), b) ve c) (SK-1, SK2 ve SK-3) numaralı örnekler, 6. Damlalar sonrası yeşil renkli halinde gösterilmiştir.

Deney, tüm örnekler için ikişer kez tekrarlandı ve iki deney sonucunda elde edilen damla miktarlarının ortalaması alınarak ortalama KDK değerleri hesaplandı (Şekil 5.23). Örneklerin katyon değiştirme kapasitesi (KDK) değerleri 32,67 meq/100g çeşitlenmektedir (Çizelge 5.1). Çalışma alanına ait örneklerde ise KDK değerleri 32,67 meq/100g bulunmaktadır. Çalışma alanına ait bentonit üretim alanlarından derlenen örneklerde (SK-1, SK-2 ve SK-3 kodlu örnekler), katyon değiştirme kapasitesi (KDK) değerleri yaklaşık olarak 30-60 meq/100 g (30.0-60.0 meq/100 g) arasında bulunmaktadır (Çizelge 5.1). (Taylor, 1985) tarafından belirtilen endüstriyel kullanıma sahip bentonitlerin genel KDK aralığı olan 40-120 meq/100 g göz önüne alındığında, çalışma alanındaki örnekler arasında (SK-3 ve SK-5 kodlu örnekler) hariç, tüm diğerleri endüstriyel kullanıma uygun bulunmuştur (yaklaşık 44-60 meq/100 g). Örneklerin

simektit içerikleriyle KDK değerleri arasında doğru orantılı bir artış gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, korelasyon katsayısı 0,68 olarak belirlenmiştir. Simektitin yer değiştirebilir katyonlarının bulunduğu tabaka, katyon değişiminin ana gerçekleştiği bölgedir. Saflaştırılmış simektit analizlerinin sonuçlarına göre, simektitlerin genel olarak Ca ile zengin, Na ve K ile fakir tabakalar arası katmana sahip oldukları düşünüldüğünde, katyon değişiminin başlıca Ca tarafından kontrol edildiği sonucuna varılmıştır.

**Çizelge 5.1.** Çalışma alanına ait örneklerin ortalama KDK değerleri (meq/g).

| Örnek No | Deney Damla Miktarı | Ortalama KDK Değeri (meq/100g) |
|----------|---------------------|--------------------------------|
| SK:1     | 6                   | 32,67                          |
| SK:2     | 6                   | 32,67                          |
| SK:3     | 6                   | 32,67                          |



**Şekil 5.23.** Metilen Mavisi deneyi yapılan örneklerin KDK değerlerinin gösterimi (Ddm: Deney damla miktarı, meq/100g: Ortalama KDK değeri).

## BÖLÜM VI

### JEOKİMYA

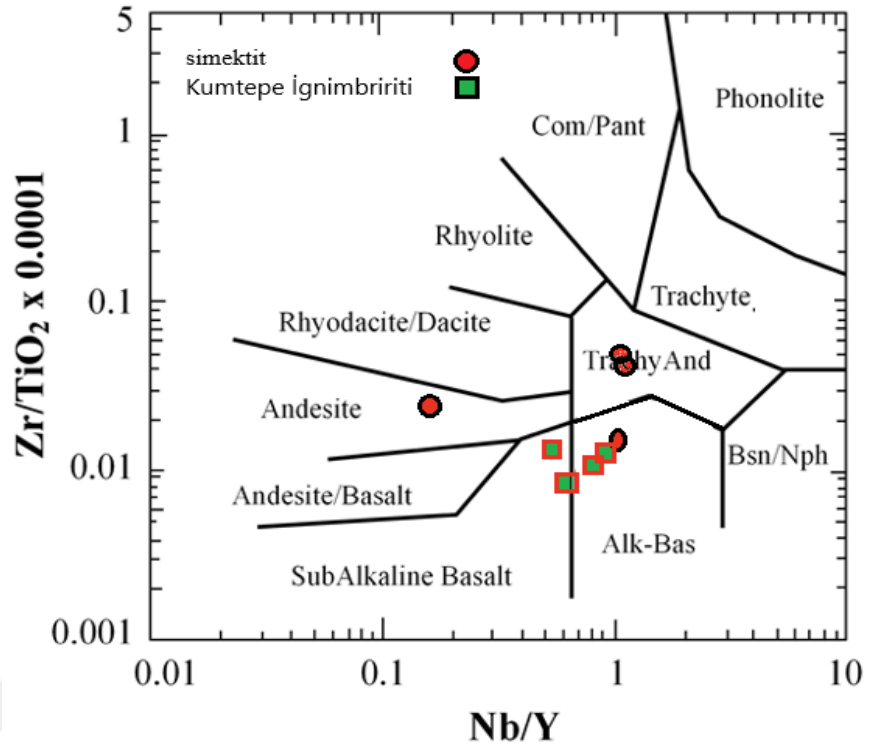
Çalışma alanında 14 farklı lokasyondan alınan örnekler içerisinde seçilen 9 adet örnek üzerinde ana oksit ve iz element analizleri yapılmıştır ve sonuçlar (çizelge 6.1) verilmiştir.

#### 6.1. Ana Oksit Element Jeokimyası

Anaoksit değerleri susuz baza göre yeniden hesaplanan element değerleri; kil örnekleri (simektit) için %20,89-54,66 arasında, andezit örneğinin ise %49,12-65,27 arasında ve Kumtepe İğnimbiriti %53,63 değişen  $\text{SiO}_2$  içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Bu örneklerin LOI değerleri ise kil örnekleri için %18,34-35,7 arasında, Andezit örneğinin ise %9.58-0.12 arasında ve Kumtepe İğnimbiriti %9.58 olduğu görülmüştür (Çizelge 6.1).

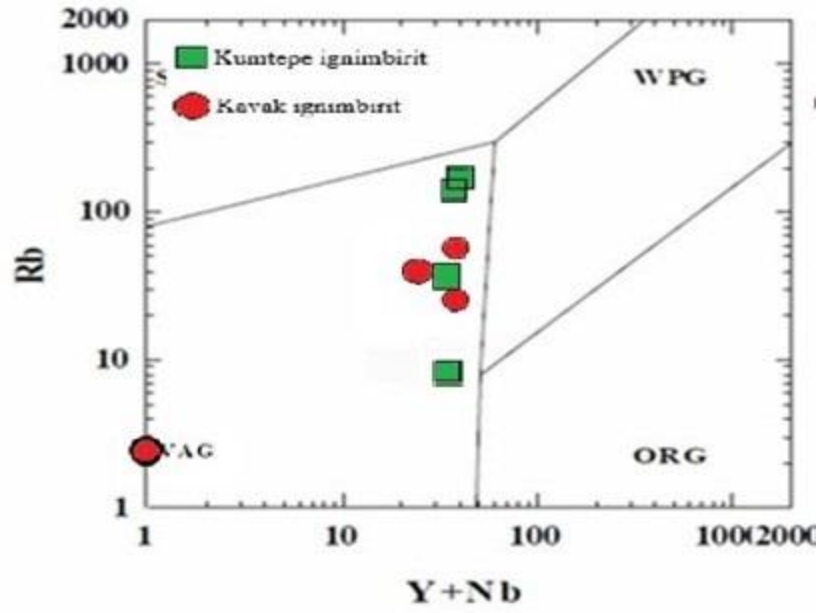
Analiz edilen örneklerin alterasyon ürünü olduğu için, kimyasal sınıflandırma ve tektonik ortam yorumlamalarında düşük hareketliliğe sahip elementlerle oluşturulan Zr/TiO<sub>2</sub>- Nb-Y (Winchester ve Floyd, 1977) ve Rb- Y+Nb (Pearce vd., 1984) diyagramları kullanılmıştır.

Bu diyagram, Zr/TiO<sub>2</sub> ve Nb/Y gibi hareketsiz element oranlarını kullanarak, simektit ve ignimbirit örneklerinin kimyasal sınıflandırmasını gösterir. Winchester ve Floyd (1977) tarafından geliştirilen bu sınıflamada, analiz edilen örneklerin alkali özelliklere sahip olduğu ve çoğunlukla traki-andezit karakterinde olduğu belirlenmiştir. Ancak, iki örnek andezit ve dasit karakterinde sınıflandırılmıştır. Bu sonuçlar, örneklerin köken kayaçlarının orta ç bileşimlere sahip magmalardan türediğini göstermektedir (Şekil 6.1).



**Şekil 6.1.** Simektit ve ignimbirit örneklerinin Winchester ve Floyd (1977)'e göre Zr/TiO<sub>2</sub>-Nb/Y diyagramındaki dağılımı.

SiO<sub>2</sub> yönünden zengin örneklerin eser element verileri, Pearce ve arkadaşlarının (1984) geliştirdiği Rb-Y+Nb tektonik ayırım tablosunda incelenmiştir. Bu veriler, tektonik-mağmatik ortamın tanımlanmasına yönelik kullanılan jeokimyasal ayırım diyagramlarıyla desteklenmekte olup, volkanik kuşak granitleri (VAG) ile ilişkilendirilen alkali kayaların kökenine işaret etmektedir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. Kavak ve Kumtepe ignimbiritlerine ait örneklerin Rb/Y+Nb ayrım diyagramına göre dağılımı (Pearce vd., 1984).

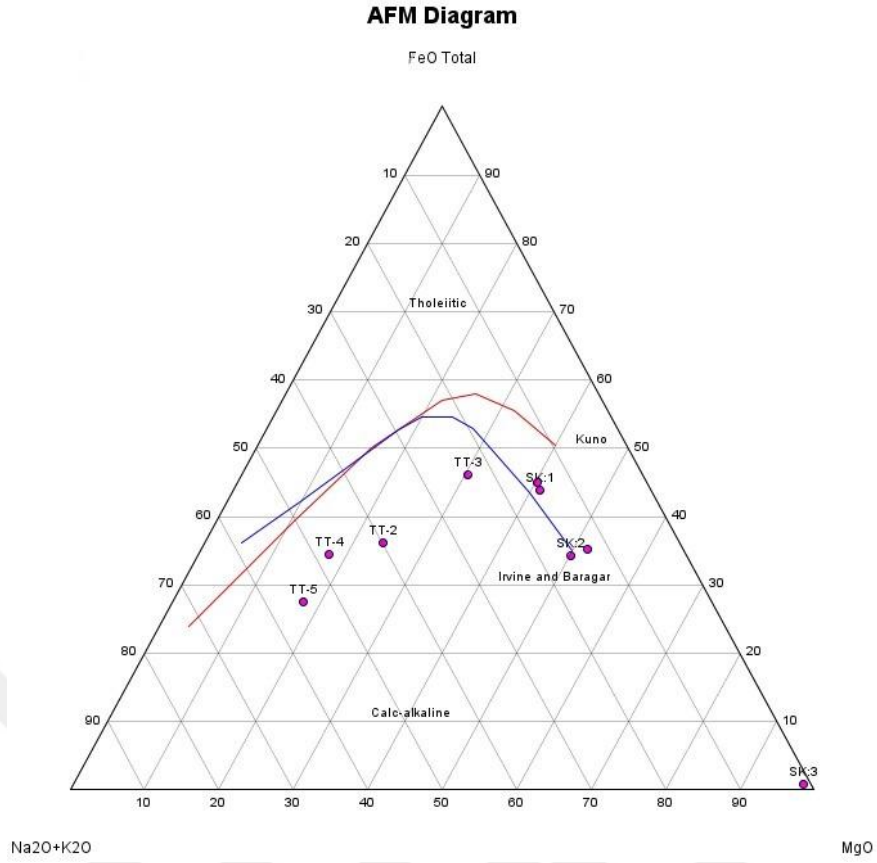
Çizelge 6.1. Çalışma alanın örneklerine ait major oksit (%) ve iz element değerleri (ppm).

| Kayaç                          |       |       |       |       |       |       |        |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Örnek                          | SK:1  | SK:2  | SK:3  | SK:4  | TT-1  | TT-2  | TT-3   | TT-4  | TT-5  |
| <b>Major oksit (%)</b>         |       |       |       |       |       |       |        |       |       |
| SiO <sub>2</sub>               | 46,69 | 54,66 | 23,57 | 59,41 | 53,63 | 60,81 | 49,12  | 63,5  | 65,27 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,26  | 0,31  | 0,02  | 0,29  | 0,308 | 0,78  | 1,584  | 0,76  | 0,62  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7,93  | 14,05 | 0,54  | 14,61 | 9,07  | 17,14 | 17,9   | 15,77 | 15,28 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,54  | 2,98  | 0,14  | 2,45  | 3,061 | 5,01  | 9,86   | 4,99  | 4,21  |
| MgO                            | 2,15  | 3,94  | 15,08 | 3,26  | 2,47  | 2,99  | 5,86   | 2,29  | 2,42  |
| CaO                            | 17,18 | 3,52  | 25,54 | 2,33  | 20,19 | 6,89  | 10,03  | 5,01  | 4,2   |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,13  | 0,35  | 0,12  | 0,4   | 0,143 | 3,48  | 3,69   | 3,22  | 4,2   |
| K <sub>2</sub> O               | 0,66  | 0,87  | 0,05  | 0,4   | 0,77  | 1,53  | 0,85   | 3,05  | 3,4   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,12  | 0,06  | 0,02  | 0,07  | 0,14  | 0,21  | 0,29   | 0,17  | 0,13  |
| LOI                            | 21,79 | 19,01 | 34,8  | 16,06 | 9,58  | 1,03  | 0,49   | 0,99  | 0,12  |
| <b>İz Element (ppm)</b>        |       |       |       |       |       |       |        |       |       |
| Cr                             | 20,36 | 20,55 | 0,21  | 14,99 | 9,49  | 40,38 | 72,73  | 52,03 | 46,3  |
| Ni                             | 7,6   | 8,72  | 1,12  | 4,93  | 7,242 | 38,38 | 48,14  | 34,7  | 33,3  |
| Co                             | 8,04  | 6,06  | 0,48  | 1,69  | 8,51  | 35,2  | 39,01  | 20,99 | 21,9  |
| Sc                             | 0     | 3,18  | 0     | 8,54  | 0,76  | 0     | 0,049  | 0,406 | 0,08  |
| V                              | 302,5 | 222,4 | 9,07  | 30,25 | 44,22 | 81,5  | 183,09 | 70,3  | 62,1  |
| Cu                             | 21,45 | 10,76 | 3,02  | 6,21  | 6,88  | 10,94 | 46,23  | 24,23 | 15,9  |
| Pb                             | 12,31 | 23,52 | 0,08  | 19,1  | 14,83 | 8,123 | 3,494  | 16,72 | 17,5  |
| Zn                             | 27,1  | 44,53 | 3,86  | 36,76 | 57,33 | 48,26 | 62,29  | 47,75 | 44,5  |
| Bi                             | 0,99  | 0     | 0,07  | 0     | 0,5   | 0,22  | 0,71   | 0     | 0,5   |

**Çizelge 6.1. (Devam)** Çalışma alanın örneklerine ait major oksit (%) ve iz element değerleri (ppm).

| Kayaç |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Örnek | SK:1   | SK:2   | SK:3   | SK:4   | TT-1   | TT-2   | TT-3   | TT-4   | TT-5   |
| Sn    | 5.45   | 4.95   | 3.59   | 7.39   | 6.07   | 2.77   | 2.97   | 9.3    | 9.3    |
| W     | 23.56  | 6.59   | 29.16  | 0.89   | 91.7   | 745.8  | 108.6  | 174.7  | 268.5  |
| Mo    | 4.15   | 0.45   | 0.79   | 0.57   | 2.1    | 1.051  | 0.67   | 2.57   | 2.9    |
| As    | 97.44  | 8.11   | 4.52   | 43.61  | 9.41   | 2.43   | 1.54   | 8.86   | 7.1    |
| Sb    | 2.17   | 0      | 0.3    | 2.33   | 1.71   | 0      | 0      | 0      | 3.1    |
| Ge    | 0      | 0      | 0      | 0      | -0.41  | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Ag    | 1.02   | 0      | 0      | 0.88   | 0      | 0      | 1.061  | 2.24   | 0      |
| Rb    | 37.76  | 51.93  | 4.57   | 27.89  | 72.81  | 40.51  | 10.91  | 95.96  | 109.4  |
| Cs    | 0      | 8.87   | 6.06   | 14.33  | 8.958  | 0      | 0      | 8.342  | 8.32   |
| Ba    | 141.19 | 85.37  | 48.4   | 63.96  | 668.52 | 239.28 | 219.45 | 376.34 | 352.79 |
| Sr    | 474.79 | 121.8  | 326.95 | 99.1   | 344.89 | 345.13 | 505.68 | 295.51 | 253.07 |
| Tl    | 0.88   | 1.95   | 2.48   | 0.67   | 2.31   | 0      | 0.094  | 3.77   | 1.091  |
| Ga    | 8.19   | 13.79  | 0.11   | 13.79  | 13.56  | 16.02  | 18.29  | 15.91  | 14.86  |
| Ta    | 0.37   | 1.32   | 0      | 0      | 1.18   | 0      | 0      | 1.99   | 1.43   |
| Nb    | 4.75   | 13.14  | 0.11   | 12.38  | 9.98   | 6.85   | 7.36   | 13.49  | 14.21  |
| Hf    | 4.82   | 2.93   | 1.51   | 2.93   | 3.27   | 1.46   | 2.87   | 4.55   | 4.35   |
| Zr    | 58.26  | 119.92 | 8.49   | 129.87 | 186.71 | 133.11 | 163.23 | 156.33 | 148.19 |
| Y     | 6.52   | 14.76  | 0.91   | 15.31  | 18.85  | 17.14  | 24.99  | 21.49  | 20.38  |
| Th    | 7.78   | 19.94  | 0.59   | 20.84  | 9.534  | 6.87   | 1.59   | 18.28  | 20.35  |
| U     | 5.33   | 0      | 3.69   | 7.14   | 3.495  | 2.105  | 2.254  | 4.636  | 6.34   |
| La    | 17.76  | 25.91  | 0      | 27.27  | 35.63  | 16.77  | 14.87  | 27.92  | 35.83  |
| Ce    | 21.27  | 53.73  | 0      | 67     | 57.59  | 35.75  | 44.2   | 48.44  | 52.38  |
| Nd    | 5.15   | 22.95  | 0      | 17.27  | 25.74  | 11.35  | 22.73  | 11.04  | 15.54  |
| Sm    | 5.69   | 0.46   | 4.84   | 0      | 0      | 5.561  | 6.12   | 2.35   | 0      |
| Yb    | 0.52   | 0      | 0      | 0.98   | 2.498  | 0      | 1.67   | 1.95   | 0.69   |

Ana oksit elementler (Irvin ve Baragar, 1971) AFM diyagramına yerleştirilmiş ve volkanik ürünlerin kalk-alkali nitelikte olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.3).

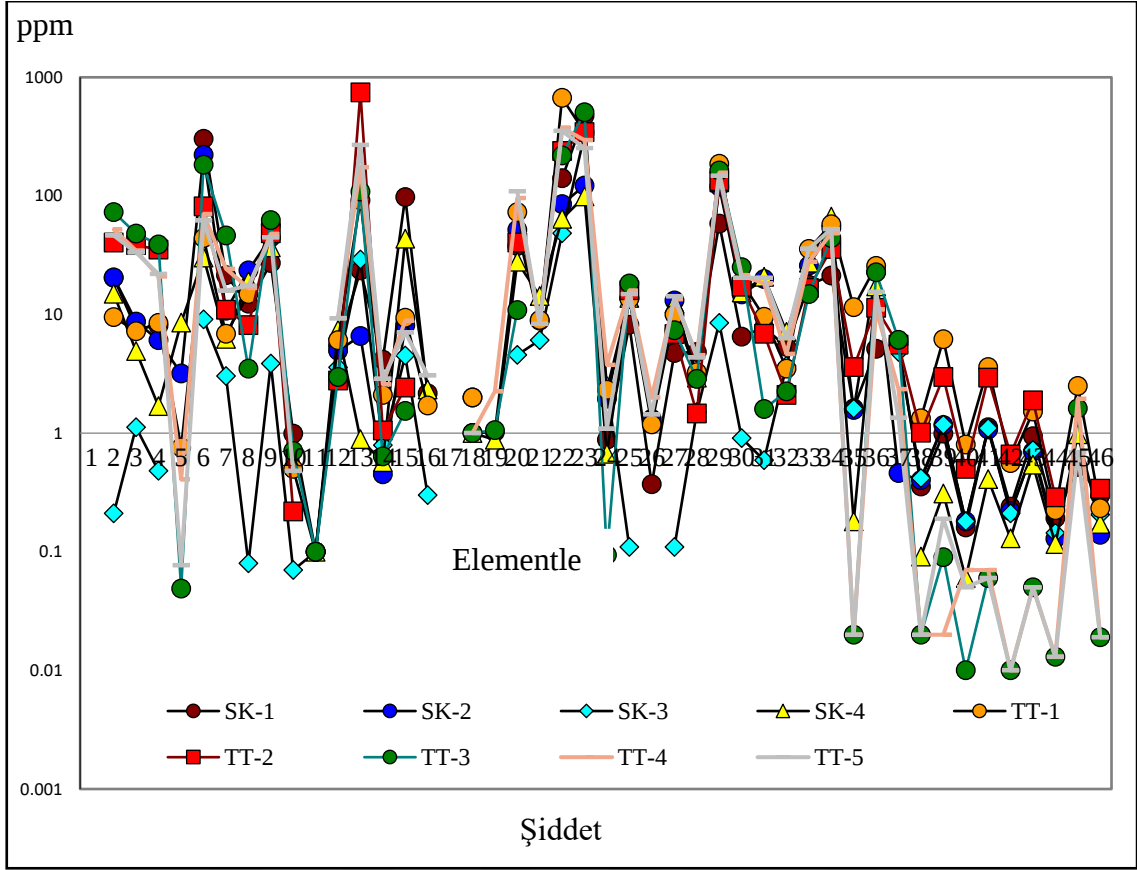


**Şekil 6.3.** AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

## 6.2 İz Element Jeokimyası

Dokuz örnek üzerinde iz element analizi yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 6.1'de verilmiştir. Elde edilen iz element analiz verileri kullanılarak  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı iz element değişim diyagramları çizilmiştir. Çalışma alanındaki volkanik ürünlerin Ba, Rb, Nb, Y, Ta, U ve Th içerikleri,  $\text{SiO}_2$  artışına bağlı olarak yükselmektedir.

İz element analizi dağılım diyagramları incelendiğinde Cr, Co, Cu, Pb, Bi, Sn, W, Mo, Sb, Ge, Ag, Cs, Tl, Ga, Ta, Nb, Hf, Th, U, Nd, Sm ve Yb (ppm) fakirleşme belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil 6.4).



**Şekil 6.4.** Çalışma Alanına ait örneklerin (Taylor ve McLennan,1995) tarafından önerilen üst kıtasal kabuğa (UCC) göre normalize edilmiş iz element dağılımları (SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, TT-1, TT-2, TT-3, TT-4, TT-5).

## BÖLÜM VI

### SONUÇLAR

Bu çalışma sayesinde Göre (Nevşehir) bölgesinde bulunan kil minerallerinin XRD, SEM, Jeokimyası, Mineralojik-Petrografik özellikleri ortaya konulmuştur, incelenme sahasında tespit edilen kil minerallerinin Ca-simektit olarak tanımladığımız montmorillonit (Ca-bentonit) olarak tanımlanmıştır.

İnceleme sahasındaki volkanik birimler, lav, ignimbirit ve piroklastik geri düşme ürünleri şeklinde belirlenmiştir.

Mineralojik ve petrografik çalışmalar sunucunda, incelenen kayaçların hipokristalin porfirik ve vitrofirik porfirik dokulara sahip olduğu görülmüştür. Örnekler genel olarak plajiyoklaz, biyotit, kuvars, volkan camı,  $\pm$  klinopiroksen ve opak minerallerden oluşmaktadır.

Çalışma kapsamında XRD analizi, örneklerin mineralojik yapısını anlamak amacıyla kullanılmış ve elde edilen veriler, özellikle kil mineralleri ve kil dışı minerallerin tanımlanmasında önemli bir katkı sağlamıştır. Belirlenen mineraller arasında simektit ve illit-simektit, kil mineral grubunu oluştururken;  $\pm$  kalsit, kuvars, biyotit, K-feldspat ve plajiyoklaz ise kil dışı mineralleri temsil etmektedir.

Tüm kayaç XRD incelemelerine göre örneklerindeki kil minerallerinin az oranda illit, genel hâkim kil minerali olarak simektit (montmorillonit) olduğu saptanmıştır.

Simektit içeriği yüksek olan örneklerde, Ba, Sr, Rb, Nb, Co, Zr, Th, La, Y ve Ce artışı gözlenirken, V element azalmıştır. Kimyasal veriler incelendiğinde simektit oluşumunda felsik magmatik ve volkanik kökenli plajiyoklaz ve K-feldspat dönüşümlerinin ve volkanik camdan dönüşümlerin birlikte etkili olduğunu göstermektedir.

Simektitler elektron mikroskopta bal peteği, mısır gevreği, sünger ve gül buketi benzeri görünümlere sahiptir. Simektit oluşumu başlıca; doğrudan çökelme (feldispat ve volkan

camlarında itibaren) bir dönüşümle beraber aynı zamanda fisürler içerisinde de gelişmişlerdir.

Simektitlerin montmorillonitik dioktahedral Ca- simektitdir ve ortalama yapısal formülü  $[\text{Si}_{7,80} \text{Al}_{0,20}] (\text{Al}_{2,75} \text{Fe}_{0,42} \text{Mg}_{0,93}) (\text{Ca}_{0,38} \text{K}_{0,08} \text{Na}_{0,04})$  olarak belirlenmiştir.



## KAYNAKLAR

Alemdar, A., “Bentonit ve montmorillonit dispersiyonlarının reolojik, viskoelastik, kolloidal özellikleri üzerine organik ve inorganik tuzların etkisi”, Doktora tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 2001

Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H. Evren., Akin, L., Ersoy, O., Sen E., Duncan R. A. And Atici, Gokhan., “Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions”, **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 213-214, 83–97, 2012.

Aydar, E., Çubukçu H. E., Şen. And E., Akin L., “Central Anatolian Plateau, Turkey: incision and paleo altimetry recorded from volcanic rocks”, **Turkish Journal of Earth Sciences**, 22, 739-746, 2013.

Andar, O., “Göre (Nevşehir) Yöresi Alterasyon Minerallerinin Mineralojik, Petrografik Ve Jeokimyasal İncelenmesi”, yüksek lisans Tezi, **Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde**, 7-45, 2024.

Akin, L., “Microscale petrologic investigation of minerals and inclusions from cappadocian ignimbrites: temporal variations in silicic magma reservoirs”, Doktora Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin, Ankara**, 1-300, 2019.

Akin, L., Aydar. E., Schmitt, A. K., Çubukçu, H. E. And Gerde, A., “Zircon geochronology and O-Hf isotopes of Cappadocian ignimbrites: new insights into continental crustal architecture underneath the Central Anatolian Volcanic Province, Turkey”, **journal of Gondwana Research**, 91, 166–187, 2021.

Abdou, M. I. and Ahmed H. E.S., “The Compatibility of Egyptian Bentonite during Drilling Shale Formations”, **Petrol. Sci. Technol.**, 29, 1, 59-68, 2011.

Aydın F., “Kapadokya Volkanik Kompleksinin Gelişimi ve Volkanizmanın Bölge Üzerindeki Etkileri” **1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı Bildiriler Kitabı**, Ürgüp/ Nevşehir, 30 Ekim–1 Kasım, 2009.

Atıcı, G., Kapadokya Bölgesi İgnimbiritlerinin Muhtemel Kaynak Bölgelerinin Manyetik Hassasiyet Anizotropisi (AMS) Yöntemiyle Tespit Edilmesi, Doctor Thesis, **Lisansüstü Eğitim-Öğretim Ve Sınav Yönetmeliğinin, Hacettepe Üniversitesi**, Ankara, 1-200, 2023.

Beekman, P. H., “The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasan Dag-Melendiz Dag region”, **Bulletin of MTA**, 66, 90–105, 1966.

Borchardt, G. C., Massachusetts Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory, A.L. Memo No, February 1989.

Bailey, S.W., “Chlorites: structures and crystal chemistry, Chapter 10 in Hydrous Phyllosilicates”, **Reviews in Mineralogy**, 19, 347–403, 1988.

Bailey, S.W., Review of the structural relationships of the kaolin minerals, chapter in Kaolin Genesis, and Utilization. Murray, H., Bundy, W., and Harvey, C., eds. Special Publication, **The Clay Minerals Society**, Boulder, 25–42, 1993.

Besang, C., Eckhardt, F. J., Harre, W., Kreuzer, G. and Müller, P., ‘Radiometrische Alterbestimmungen an neogenen Eruptivgesteinen der Turkey’, **Geologisches Jahrbuch**, 25, 3–36, 1977.

Barton, M. D. and Young, S., “Non-pegmatitic deposits of beryllium: mineralogy, geology, phase equilibria and origin in E.S. Grew, ed., Beryllium: Mineralogy, Petrology and Geochemistry: **Reviews in Mineralogy and Geochemistry**, 50, 591-691, 2002.

Bergaya, F. and Lagaly, G., “General introduction: clays, clay minerals and clay science”, **Handbook of Clay Science**, 1–18, 2000.

Brindley, G. W. and Brown, G., “Crystal Structures of Clay Minerals and their X-Ray Identification”, **Mineralogical Society Monograph**, 5, 495, 1980.

Brindley, G. W. and Brown, G. Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification, **Mineralogical Society**, 1980.

Carrado, K. A., Decarreau, A., Petit, S., Bergaya, F. and Lagaly, G., “Synthetic clay minerals and purification of natural clays. Bergaya”, **Handbook of Clay Science**, 115–139, 2006.

Corroll, D., “Ion exchange in clays and other minerals, **Bulletin of Geological Society of America**, 70, 749-780, 1959.

Cox, K.G., Bell, J. D. and Pankhurst, R. J., The interpretation of igneous rocks. London: **George, Allen and Unwin**, 1979.

Caballero, E., Reyes, E., Linares, J. and Huertas, F., “Hydrothermal solutions related to bentonite genesis, Cabo de Gata region”, **Almeria. SE Spain. Mineral. Petrogr. Acta.**, 29, 187-196, 1985.

Çiflikli, M., “Hydrothermal alteration-related kaolinite/dickite occurrences in ignimbirites: an example from Miocene ignimbirite units in Avanos, Central Turkey”, **Arabian Journal of Geosciences**, 13-1044, 2020.

Çubukçu, H. E., “Vertical variation in the deuteric oxidation of titanomagnetites in an ignimbirite deposit: Kızılkaya Ignimbirite (Cappadocia, Turkey)”, **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 308, 10–18, 2015.

Druitt, T. H., Brenchley, P.J., Gökten, Y. E. and Francaviglia, V., “Late-Quaternary rhyolitic eruptions from the Acıgöl Complex, central Turkey”, **Journal of the Geological Society**, 152, 655–667, 1995.

Dirik, K., Kapadokya Bölgesi’nin Jeolojisi, Jeomorfolojisi ve Bunların Bölgedeki Medeniyetler Üzerindeki Etkisi”, **Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp/NEVŞEHİR**, 30 Ekim–1 Kasım 2009.

Doğan G. D., “Petrology and Geochemistry of Cemilköy Ignimbirite, Cappadocia, Turkey”, Yüksek Lisans Tezi, **Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin, Hacettepe Üniversitesi**, Ankara,1-90, 2006.

Dogan-Kulahci, G. D., Temel, A. And Gourgaud, Alain., “Mineralogical and petrological features of the Cemilköy ignimbirite, Cappadocia, Turkey”, **journal of Chemie der Erde**, 78, 103–115, 2018.

Dönmez, M., Türkecan, A. and Akçay, A. E., “Kayseri–Niğde–Nevşehir Yöresi Tersiyer Volkanitleri”, **Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı**, 10575, 2003.

Davies, J. F. and Whitehead, R.E., “Alkali-alumina and MgO-alumina molar ratios of altered and unaltered rhyolites, **Explor. Min. Geol.**, 15, 77-90, 2006.

De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P. and Marchal, M., “A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses-its relationships with current nomenclature, **Chemical Geology**, 29, 183-210, 1980.

Ersoy, O., Atıcı, G., Tatar, İ., Aydar, E. and Gökçe, Ö, “İgnimbitlerin kaynak bölgelerinin tayininde sıkça kullanılan manyetik hassasiyet anizotropisi (AMS) yöntemine daha avantajlı ve güvenilir bir alternatif metod: Yüksek çözünürlükte x-ışınları tomografisi (Mikro-CT) **Tübitak Proje No:** 111-287, 2016.

Ertek, N. And Öner, F., “Mineralogy, geochemistry of altered tuff from Cappadocia (Central Anatolia) and its use as potential raw material for the manufacturing of white cement”, **Applied Clay Science**, 42, 300-309, 2008.

Ersoy, O., Aydar, E., Gourgaud, A., Artuner. Harun. And Bayhan, Hasan., “Clustering of volcanic ash arising from different fragmentation mechanisms using Kohonen self-organizing maps”, **Computers and Geosciences**, 33, 821–828, 2007.

Ersoy, O., Aydar, E. And Çubukçu H. E., “Geochemical Evaluation of Suitability of Central Anatolian (Turkey) Volcanic Rocks for Rock Fiber Production”, **Natural Resources Research**, 30, 2, 2020.

Erkut, V., Kapadokya Volkanik Provensi'nde Yer Alan Eğrem Tepe Hidrovolkanik Çökellerinin Petrolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, **Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin, Hacettepe Üniversitesi**, Ankara,1-85, 2018.

Elzea, J. M. and Murray, H.H., “Bentonite. **Industrial Minerals and Rocks, 6th edn.** Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Littleton, 233–246, 1994.

Ekinci Şans, B., “Kuzeybati Trakya’da (Lalapaşa-Pinarhisar) İslambeyli Formasyonu’nun ve Bentonit Oluşumlarının Jeolojisi, Mineralojisi, Jeokimyasi ve Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, **Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 291-298, 2018.

Froger, J. L., Lénat, J.-F., Chorowicz, J., Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Köse, O., Zimitoglu, O., Gündogdu, N.M. and Gour gaud, A., “Hidden calderas evidenced by multisource geophysical data, example of Cappadocian Calderas, Central Anatolia”, **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 185, 99–128, 1998.

Frost, B.R. and Frost, C.D., “A geochemical classification for feldspathic igneous rocks, **Journal of Petrology**, 49, 1955-1969, 2008.

Göncüoğlu, M.C., Günal-Türkmenoğlu, A., Bozkaya, Ö., Ünlüce-Yücel, Ö., Okuyucu, C. And Yilmaz1, İ.Ö., “Geological features and geochemical characteristics of late devonian–early carboniferous K-bentonites from northwestern Turkey”, **Clay minerals**, 51, 539–562, 2016.

Göz, E., Kadir S., Gürel, A. And Eern, M., “Geology, mineralogy, geochemistry, and depositional environment of a Late Miocene/Pliocene fluviolacustrine succession, Cappadocian Volcanic Province, central Anatolia, Turkey”, **Turkish Journal of Earth Sciences**, 23, 386-411, 2014.

Gürel, A., “Geology, mineralogy, and geochemistry of late Miocene paleosol and calcrete in the western part of the Central Anatolian Volcanic Province (CAVP), Turkey”, **Journal of Geoderma**, 302, 22–38, 2017.

Grim, R.E., Bray, R.H., and Bradley, W.F., “The mica and argillaceous sediments”, **Am. Mineral.**, 22, 813–829, 1937.

Grim, R.E., Modern concepts of clay materials, **J. Geol. S.**, 50, 225–275, 1950.

Grim, R.E., Applied Clay Mineralogy. **McGraw-Hill**, New York, 1962.

Grim, R. E., Clay Mineralogy, **2nd Edition**. McGraw-Hill, New York, 596, 1968.

Grim, R. and Guven, N., “Bentonite: Geology, Mineralogy, Properties and Uses”, **Elsevier Science Publishing Co., Inc.**, 1978.

Guven, N., “Smectites; Chapter 13 in Hydrous Phyllosilicates”, **Reviews in Mineralogy**, 19, 497–559, 1988.

Graham, I. J., Cole, J. W. Briggs, R. M. Gamble, J. A., and Smith, I. E. M., “Petrology and petrogenesis of volcanic rocks from Taupo volcanic zone”, **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 68, 59–88, 1995.

Gathering And Subsistence Patterns Among the P'urhepecha Indians Of Mexico, Javier Caballero N, **Cristina Mapes S. J. Ethnol.**, 5, 31-47, 1985.

Gates, W. P., Anderson, J. S., Raven, M. D. and Churchman, G. J., “Mineralogy of a bentonite from Miles, Queensland, Australia, and characterization of its acid activation products”, **App. Clay Sci.**, 20, 189–197, 2002.

Gleason, M. H., Daniel, D. E. and Eykholt G. R., “Calcium, and sodium bentonite for hydraulic containment applications, **J. Geotech. Geoenviron.**, 123, 438-445, 1997.

Gemmell, J. B. and Large, R.R., “Stringer system and alteration zones underlying the Hellyer volcanic-hosted massive sulfide deposit, Tasmania, Australia”, **Economic Geology**, 87, 620-649, 1992.

Gemmell, J. B. and Fulton, R., “Geology, genesis, and exploration implications of the footwall and hanging-wall alteration associated with the Hellyer volcanic-hosted massive sulfide deposit, Tasmania, Australia; *Economic Geology*, 96, 1003-1036, 2001.

Galan, E., “Properties, and applications of palygorskite–sepiolite clays”, *Clay Miner.*, 31, 443–445, 1996.

Gündoğdu, M.N. ve Yılmaz, O., “Kil mineralojisi yöntemleri”, *I. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri*, Çukurova Üniv., Adana, 319-330, 1983.

Hosterman, J. W. And Patterson, S. H., “Bentonite and Fuller's earth resources of the UnGrimtates, *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 1522, 1992.

Herries Devies, G.L., “Whatever is Under the Earth”, *the Geological Society of London, 1807-2007*.

Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquarè, G., Radicati B. F. and Villari, L., The Neogene calc-alkaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri– Nigde area, *Geological Magazine*, 112, 349–360, 1975.

Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A., “A guide to the chemical classification of the common rocks”, *Can. J. Earth. Sci*, 8, 523–548, 1971.

Ishikawa, Y., Sawaguchi, T., Ywaya, S., and Horiuchi, M., “Delineation of prospecting targets for Kuroko deposits based on modes of volcanism of underlying dacite and alteration haloes”, *Mining Geology J.*, 26, 105-117, 1976.

Inoue, A., “Potassium fixation by clay minerals during hydrothermal treatment”, *Clays and Clay Minerals*, 31, 81-91, 1983.

Inoue, A., Minato, H., and Utada, M., “Mineralogical properties and occurrence of illite/montmorillonite mixed layer minerals from Miocene volcanic glass in Waga-Omono district”, *Clay Sci.*, 5, 123-136, 1978.

Inoue, A. and Utada, M., “Further investigations of a conversion series of dioctahedral mica/smectites in the Shinzan hydrothermal alteration area, northeast Japan”, ***Clays and Clay Minerals***, 31, 401-412, 1983.

Jones, B. F. and Galan, E., Sepiolite and palygorskite. Chapter 16 in Hydrous Phyllosilicates, ***Reviews in Mineralogy***, 19, 631–674, 1988.

Koralay, T. and Kadioğlu, Y. K., “Reasons of different colors in the ignimbrite lithology: Micro-XRF and confocal Raman spectrometry method, ***Spectrochimica Acta***, 947-955, 2008.

Külah, T., Kadir, S., Gürel, Ali., Eren, M., and Önalgil, N., “Mineralogy, Geochemistry, and Genesis of Mudstones in the Upper Miocene Mustafapaşa member of the Ürgüp formation in the Cappadocia Region, Central Anatolia, turkey”, ***Clays and Clay Minerals***, 62, 4, 267–285, 2014.

Kaşmer, Ö., “Geomechanical Assessment of The Rock-Hewn Historical Structures at The Zelve Open Air Museum (Cappadocia)”, ***Lisansüstü Eğitim-Öğretim Ve Sınav Yönetmeliğinin, Hacettepe Üniversitesi***, Doctor Thesis, Ankara, 1-143, 2011.

Karpiński, B. and Szkodo, M., “Clay Minerals – Mineralogy and Phenomenon of Clay Swelling in Oil and Gas Industry”, ***Gdansk University of Technology, Department of Materials Science and Welding Engineering, Narutowicza, Gdańsk, Poland, 11, 12, 80-233***, 2015.

Kuno, H., “Differentiation of Basalt Magmas, The Poldervaart Treatise on Rocks of Basaltic Composition, ***Interscience Publishers***, New York, 623-688, 1968.

Le Pennec, J. L., Bourdier, J. L., Froger J. L., Temel A., Camus G. And Gourgaud A., “Neogene ignimbrites of the Nevşehir plateau (Central Turkey) stratigraphy, distribution and source constraints”, ***Journal of Volcanology and Geothermal Research***, 63, 59-87, 1994.

Lepetit, P., Vierecka, L., Piper, J. D. A., Sudo, M., Gürel, A., Çopuroğlu, İ., Gruber, M., Mayer, B., Koch, M., Tatar, O. and Gürsoy, H., “ $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of ignimbrites and plinian air-fall layers from Cappadocia, Central Turkey: Implications to chronostratigraphic and Eastern Mediterranean paleo environmental record”, *Chemie der Erde*, 74, 471-488. 2014.

Le Pennec, J. L., Chen, Y., Diot H., Froger, J. L. And Gourgaud, Alain., “Interpretation of anisotropy of magnetic susceptibility fabric of ignimbrites in terms of kinematic and sedimentological mechanisms: An Anatolian case-study”, *Earth and Planetary Science Letters*, 157, 105-127, 1998.

Le Pennec, J. L., Temel, A., Froger, J.-L., Sen, S., A. Gourgaud. And 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, 45–64, 2005.

Lepetit, P., Gürel, A., Ganskow, G., Çopuroğlu, I. And Abratis, M., “Revised volcanostratigraphy of the Upper Miocene to Lower Pliocene Ürgüp Formation, Central Anatolian volcanic province, Turkey”, *The Geological Society of America*, 464, 85–112, 2010.

Lipson S. M., and Stotzky, G., “American Society for Microbiology Adsorption Of Reovirus To Clay Minerals: Effects Of Cation Exchange Capacity, Cation Saturation, And Surface Area”, *Applied And Environmental Microbiology*, 46, 3, 673-682, 1983.

Large, R. R., Gemmell, J. B., Paulick, H., and Huston, D. L., “The alteration box plot: A simple approach to understanding the relationships between alteration mineralogy and Lith geochemistry associated with VHMS deposits”, *Economic Geology*, 96, 957-971, 2001.

Lipson, S. M. and Stotzky G., “Adsorption of provirus to clay minerals: Effects of cationexchange capacity, cation saturation, and surface area”, *Appl Environ Microbial*, 46: 673–682, 1983.

Leone, G., Reyes, E. Cortecci, G., Pochini, A. and Linares, J., “Genesis of bentonite from Cabo de Gata, Almeria, Spain: a stable isotope study”, **Clay Miner.**, 18, 227-238, 1983.

Linares, J., “The process of bentonite formation in Cabo de Gata, Almeria, **Spain. Mineral. Petrogr.**, 29-A: 17-33, 1985.

Mues-Schumacher, U., Schumacher, R., Viereck-Götze, L.G. And Lepetit, P., “Areal Distribution and Bulk Rock Density Variations of the Welded Üncesu ignimbrite, Central Anatolia, Turkey”, **Turkish Journal of Earth Sciences**, 13, 249-267, 2004.

Murray, H. H., The Georgia sedimentary kaolins. **Proceedings of the 7th International Kaolin Symposium**. Shimoda, S. ed. University of Tokyo, Tokyo, 114–125, 1976.

Murray, H.H. Clays, “**Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6th Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim**”, Germany, 30, 2000a.

M. E. Sumner, W. P. Miller, Cation Exchange Capacity and Exchange Coefficients Book Editor(s):D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston, M. E. Sumner, 1996.

Murray, H. H., “Traditional and new applications for kaolin, smectite and palygorskite”, **Appl. Clay Sci.**, 17, 207–221, 2000b.

Martin-Vivaldi, J. I. and Robertson, R. H. S., “Palygorskite and sepiolite (the hormites)”, Chapter in Electron Optical Investigation of Clays, **Mineralogical Society Monograph, London**, 31, 255–275, 1971.

Moore, D.M. and Reynolds, R.C. Jr., ‘**X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals**, 2nd Edition. Oxford University Press, Oxford, and New York, 378, 1997.

Mitchell, J. K., “Fundamentals of soil behavior, **2nd Ed., John Wiley and Sons**, New York, 1993.

Murray, H. H., “Applied Clay Mineralogy”, ***Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays***. Amsterdam: Elsevier, 2007.

Middlemost, E. A. K., “Naming materials in magma/igneous rock system”, ***Earth Sci. Rev.*** 37, 215-224, 1994.

Notsuav, K., Fujitanib, T., Ui, T., Matsudad, J. And Ercane T., “Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey”, ***Journal of Volcanology and Geothermal Research***, 64, 171-19, 1995.

Nash, V.E. and Marshall, C. E., “The surface reactions of silicate minerals”, ***Missouri Univ. Rolla Res. Bull.***, 613, 1-36, 1956.

Nesbitt, H. W. and Young, G. M., “Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites, ***Nature***, 299, 1982

Nesbitt, H. W. and Young, G. M., “Prediction of some weathering trend of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic consideration”, ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 48, 1523-1534, 1984.

Nesbitt, H.W. and Young, G. M., “Formation and diagenesis of weathering profiles”, ***Journal of Geology***, 97, 129-147, 1989.

Nadeau, P. H. and Reynolds, R.C., “Burial and contact metamorphism in the Mancos Shale”, ***Clays and Clay Minerals***, 29, 249-259, 1981.

Onal, E. and Sarıkaya, Y., “Preparation, and characterization of acid-activated bentonite powders”, ***Powder Technol.***, 172, 14-18, 2007.

Odom I. E., “Smectite clay minerals: properties and uses, ***Phil. Trans. R. Soc. Lond***, 311, 391-409, 1984.

O. Kounetsron, M. Robert, J. Berrier, Nouvel aspect de la formation des smectites dans les vertisols, **Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences**, D, Vol. 284, No. 9, 733-736, 16, 1977.

Pasquarè, G., Geology of the Cenozoic volcanic area of central Anatolia, “**Atti Accademia Nazionale dei Lincei**”, 9, 55–204, 1968.

Perry, E. A. and Hower, J., “Burial diagenesis in Gulf Coast pelitic sediments”, **Clays and Clay Minerals**, 165- 177, 1970.

Piper, J. D. A., Güürsoy, H. and Tatar, O., “Paleomagnetism and magnetic properties of the Cappadocian ignimbrite succession, central Turkey, and Neogene tectonics of the Anatolian collage, **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 117, 237-262, 2002.

Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney *Methods of soil analysis; 2. Chemical and microbiological properties*, 2. Aufl. 1184 S., American Soc., 1982.

Pearce C.A., Harris N.B.W. and Tindle A.G., Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, **Journal of Petrology**, 25, 956–983, 1984.

R. Bouabid, M. Badraoui, P.R. Bloom, M. Damiane, The Nature Of Smectites And associated interstratified minerals in soils of the Gharb plain of Morocco, 1990.

Rieder, M., Cavazzini, G., Yakanov, Y., Frank-Kamenetskii, V.A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval, P.V., Müller, G., Neiva, A. M. R., Radoslovich, E. W., Robert, J.-L., Sassi, F. P., Takeda, H., Weiss, Z., and Wones, D. R., “Nomenclature of micas”, **The Canadian Mineralogist**, 36, 41-48, 1998.

Schumacher, R., Keller, J. and Bayhan, H., “Depositional characteristics of in Cappadocia, Central Anotolia, Turkey”, **Proceedings of IESCA Cong**, 2, 435-449, 1990.

Schumacher, R. And Mues-Schumacher, U., “The Kizilkaya ignimbirite- an unusual low-aspect-ratio ignimbirite from Cappadocia, central Turkey”, ***Journal of Volcanology and Geothermal Research***, 70, 107-121, 1996.

Schumacher, R. And Mues-Schumacher, Ulrike., “The pre-ignimbirite (Phreato) Plinian and phreatomagmatic phases of the Akdag-Zelve ignimbirite eruption in Central Anatolia, Turkey”, ***Journal of Volcanology and Geothermal Research***, 78, 139- 153, 1997.

Schmitt, A.K., Danišik, M., Evans, N.J., Siebel, W., Kiemele, E., Aydin, F. and Harvey, J.C., ‘Acigöl rhyolite field, Central Anatolia: high-resolution dating of eruption episodes and zircon growth rates’, ***Contrib Mineral Petrol***, 162, 1215–1231, 2011.

Sayin, M. N., Fairy chimney development In Cappadocian ignimbirites (central Anatolia, turkey), Doctor Tezi, ***Graduate School of Natural and Applied Science of Middle East Technical University***, Ankara,1-137, 2008.

Sparks, R.S.J., “Grain size variations in ignimbirites and implications for the transport of- Pyroclastic flows sedimentology, 23, 147-188, 1976.

Shen, Y. H., “Preparations of organ bentonite using nonionic surfactants”, ***Chemosphere***, 44, 989-995, 2001.

Safa Ozcan, A. and Ozcan, A., “Adsorption of acid dyes from aqueous solutions onto acid-activated bentonite”, ***J. Colloid Interf. Sci.***, 276, 39-46, 2004.

Saeki, Y., and Date, J., “Computer application to the alteration data of the footwall dacite lava at the Ezuri Kuroko deposits, Akito Prefecture”, ***Mining Geology***, 30, 241-250, 1980.

Şen, E., Kürkcoğlu, B., Aydar, Er., Gourgaud, A. And Vincent, P. M., “Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbirite (Central Anatolia, Turkey)”, ***Journal of Volcanology and Geothermal Research***, 125, 225-246, 2003.

Temel, A., “Kapadokya eksplozif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri”, Doktora Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin, Ankara**, 1-184, 1992.

Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, Alain. And Le Pennec, J. L., “Ignimbirites of Cappadocia (Central Anatolia), Turkey: petrology and geochemistry”, **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 85, 447–471, 1998.

Türkecan, A., Acarlar, M., Dönmez, M., Hepşen, N. And Bilgin, R., “Kayseri (bünyan-develi-tomarza) yöresinin jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi”, **M.T.A. Rapor No:10186**, 1998.

Tuncer, A., Tunçoğlu, C., Aydar, E., Yılmaz, İ. Ö., Gümüş, B. A., and Şen, E., ‘Holocene paleoenvironmental evolution of the Acıgöl paleo maar lake (Nevşehir, Central Anatolia), **Mediterranean Geoscience Reviews**, 1, 255–269, 2019.

Taylor, R. K., “Cation exchange in clays and mudrocks by methylene blue”, **J. Chern. Tech. Biotechnol.**, 35A, 195-207, 1985.

Viereck-Götte, L., Lepetit, P., Gürel, A., Ganskow, G., Çopuroğlu, I. and Abratis, M., “Revised volcano stratigraphy of the upper miocene to lower pliocene ürgüp formation, central anatolian volcanic province, Turkey”, **Geological Society of America Special Paper** 464, 85–112, 2010.

Villar, M. V. And Lloret, A., “Influence of temperature on the hydro-mechanical behaviour of a compacted bentonite”, **Appl. Clay Sci.**, 26, 337-350, 2004.

Van Olphen, H. “An Introduction to clay colloid chemistry”, New York, 1977.

Van Olphen, H., **An Introduction to Clay Colloid Chemistry**. New York and London (Wiley), 301, 1963.

Wentworth, C. K., “A scale of grade and class terms for clastic sediments”, **J. Geol. Se.**, 30, 377–392, 1922.

Weaver, C.E. and Pollard, L.D., ‘The Chemistry of Clay Minerals’’, ***Developments in Sedimentology***, 15, 213, 1973.

Williams, N.C., and Davidson, G.J., ‘‘Possible submarine advanced argillic alteration at the Basin Lake prospect’’, Western Tasmania, Australia, ***Economic Geology***, 99, 987-1002, 2004.

Weber, J.B., ‘‘Mechanisms of adsorption of s-triazines by clay colloids and factors affecting plant availability’’, ***Residue Rev.***, 32, 93–130, 1970.

Winchester J.A. and Floyd P.A., Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, ***Chemical Geology***, 20, 325–343, 1977.

Wilson, O., The Little Things That Run the World (The Importance and Conservation of Invertebrates) Author, Conservation Biology, Vol. 1, No. 4 (Dec., 1987), pp. 344-346.

Yurdakul, Y., Kapadokya İğnimbiritlerinin Ana Kaya ve Alterasyon Mineralojisi İle Yerde Ölçülen Ultrasonik Atım Hızları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi’’, ***Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin, YÜKSEK LİSANS TEZİ, Hacettepe Üniversitesi, Ankara***, 7- 88, 2019.

Yalçın, H. and Gümüşer, G., ‘‘Mineralogical and geochemical characteristics of Late Cretaceous bentonite deposits of the Kelkit Valley Region, Northern Turkey’’ ***Clay Minerals***, 35, 807–825, 2000.

## ÖZ GEÇMİŞ

Mustafa KAYNAK ----- tarihinde----- doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Afşin’de tamamladı. 2008 yılında girdiği Selçuk Üniversitesi Harita Kadastro Bölümünden Haziran 2010’da mezun oldu. 2010 yılında girdiği Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Şubat 2015’te mezun oldu. Ocak 2018’den bu yana Niğde Belediyesi Kentsel Tasarım Müdürlüğü biriminde Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli ve iki çocuk babasıdır.



