

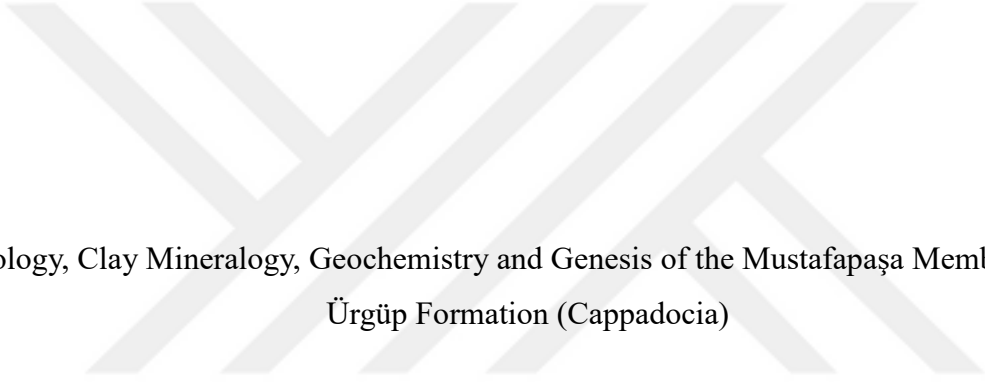
Ürgüp Formasyonu Mustafapaşa Üyesi'nin (Kapadokya) Jeolojisi, Kil Mineralojisi,  
Jeokimyası ve Jenezi

Tacit Külâh

**DOKTORA TEZİ**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2017



Geology, Clay Mineralogy, Geochemistry and Genesis of the Mustafapaşa Member of the  
Ürgüp Formation (Cappadocia)

Tacit Külah

**DOCTORAL DISSERTATION**

Department of Geological Engineering

June 2017

Ürgüp Formasyonu Mustafapaşa Üyesi'nin (Kapadokya) Jeolojisi, Kil Mineralojisi,  
Jeokimyası ve Jenezi

Tacit Külâh

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Mineraloji-Petrografi Bilim Dalında  
DOKTORA TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Selehattin Kadir

Bu Tez BAP tarafından "201015030"no'lu proje çerçevesinde desteklenmiştir

Haziran 2017

## ONAY

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Tacit Külah'ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı “Ürgüp Formasyonu Mustafapaşa Üyesi'nin (Kapadokya) Jeolojisi, Kil Mineralojisi, Jeokimyası ve Jenezi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Selahattin Kadir

**İkinci Danışman** : --

**Doktora Tez Savunma Jürisi:**

**Üye** : Prof. Dr. Selahattin Kadir

**Üye** : Prof. Dr. Ali Gürel

**Üye** : Prof. Dr. Vedat Toprak

**Üye** : Doç. Dr. Zafer Aslan

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Hülya Erkoyun

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŐAHAN  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Selahattin Kadir danışmanlığında hazırlamış olduğum “Ürgüp Formasyonu Mustafapaşa Üyesi'nin (Kapadokya) Jeolojisi, Kil Mineralojisi, Jeokimyası ve Jenezi” başlıklı DOKTORA tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 30/06/2017

Tacit Külâh

## ÖZET

Ürgüp Formasyonu'nun Üst Miyosen yaşlı Mustafapaşa üyesi genel olarak kumtaşı ve çakıltası ara katmanlı, piroklastik ve volkanik birimler ile ara katkılı gölsel çökellerden oluşmaktadır. Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşları Türkiye'deki seramik endüstrisi için önemli bir kaynak teşkil etmektedir. Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda çamurtaşlarının mineralojik, jeokimyasal ve kökenselel incelemeleri detaylı olarak yapılmamış olup, bu çalışma ile bu boşluğun doldurulması amaçlanmaktadır. Temel kayalar ve Mustafapaşa üyesi'ne ait çökeller polarizan mikroskop, X-ışını difraktometresi, taramalı elektron mikroskopu ve kimyasal analiz metotları ile detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca, Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarından zenginleştirilen smektit ve smektit+illit örneklerinden Diferansiyel Termal Analizi-Termal Gravimetri, IR spektroskopisi, Geçirimli Elektron Mikroskopu ve duraylı izotop analizleri yapılmıştır. Bölgedeki ofiyolitik ve piroklastik kayaların ayrışma ürünleri, tektonik çöküntü havzasına taşınarak akarsu ve göl ortamında çökelmişlerdir. Çamurtaşlarındaki bu ayrışma piroksen, çubuksu amfibol, feldspat ve volkanik cam kalıntıları üzerinde gelişmiş smektit lifleri ile tespit edilmiştir. Çamurtaşlarının kimyasal içerikleri ve dağılımları, çökeltme havzasının güneyden ofiyolitik, kuzeyden ise ignimbritik birimlere ait ayrışma ürünleri ile beslendiğini göstermektedir. Bu yorumlama çalışma alanında güneyden kuzeye doğru feldspat ve Opal-A oranındaki artış ve  $Fe_2O_3+MgO/Al_2O_3+SiO_2$  oranında azalma ile desteklenmektedir. Hafif Nadir Toprak Elementi/Ağır Nadir Toprak Elementi, La/Yb, Zr/Ni ve Zr/Co oranları ile Nb, Ba, Rb, Sr ve Eu elementlerinin inceleme alanındaki kuzeye doğru artışı ve pozitif Eu anomalileri smektit oluşumu için gerekli Fe, Mg, Al ve Si elementlerinin genel olarak olivin, piroksen, amfibol, feldspat minerallerinin ve volkanik camın ayrışmasından kaynaklandığını göstermektedir. Smektit ve smektit+illit içeren örnekler için  $\delta^{18}O$  and  $\delta D$  değerlerinin yaklaşık 80°C ve 100°C arasındaki oluşum sıcaklıklarına karşılık gelmesi, çamurtaşlarındaki mikritik kalsit oluşumu, Fe-(oksid)oksidasyon ve düzensiz süngerimsi smektit kristallerinin kenarlarındaki illit oluşumları erken diyajenez süreçlerindeki alkalın şartların varlığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kapadokya, İgnimbirit, Çamurtaşı, Ofiyolit, Smektit, Türkiye, Ayrışma

## SUMMARY

The Upper Miocene Mustafapaşa member of the Ürgüp formation in the Cappadocia region consists predominantly of mudstones, sandstone, and conglomerate lenses with pyroclastic and volcanic intercalations. The mudstones are an important source of raw materials for the ceramic industry in Turkey. A detailed mineralogical, geochemical, and genetic study of these materials has not been performed previously and the present study aims to fill that knowledge gap. The characteristics of mudstones of the Mustafapaşa member were examined using polarizing microscope, X-ray diffraction, scanning and electron microscopy, energy dispersive microscopy, and chemical analyses. In addition, purified smectite and smectite+illite clay fraction of the Mustafapaşa member mudstones were examined using Differential Thermal Analysis-Thermal Gravimetry, IR spectroscopy, Transmission Electron Microscope and stable isotope analyses. Weathering products of ophiolitic and pyroclastic rocks were transported into the tectonically subsided zone where they accumulated as fluvial and lacustrine deposits. Weathering in the mudstones is evidenced by smectite flakes associated with relict pyroxene, rod-like amphibole, feldspar and volcanic glass. The chemical composition of mudstones and their distribution suggest that the depositional basin was supplied with ophiolitic material in the south and ignimbritic materials in the North. This interpretation is based on an increase in the quantity of feldspar and opal-A and a decrease in the  $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2$  ratio from south to North in the study area. The northward increases in Light Rare Earth Elements/Heavy Rare Earth Elements, La/Yb, Zr/Ni and Zr/Co ratios and Nb, Ba, Rb, Sr, and Eu in the mudstones of the Mustafapaşa member with positive anomalies suggest that the Fe, Mg, Al, and Si required to form smectite were supplied mainly through the decomposition of amphiboles, pyroxenes, feldspars, and volcanic glass during weathering processes.  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  values of the smectite and smectite+illite plot between 80°C and 100°C formation temperatures, micritic calcite occurrence, Fe-(oxyhydr)oxidation and illite occurrences on irregular spongy smectite crystals reveal presence of alkaline conditions during early diagenesis.

**Key Words:** Cappadocia, Ignimbrite, Mudstone, Ophiolite, Smectite, Turkey, Weathering.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmaları sırasında, beni yönlendiren ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Selahattin KADİR'e ve tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Ali GÜREL ve Prof. Dr. Vedat TOPRAK'a,

Jüri üyeleri Doç. Dr. Zafer ASLAN ve Yrd. Doç. Dr. Hülya ERKOYUN'a,

Arazi çalışmaları sırasındaki yardımları için Jeoloji Mühendisleri Mutlu CESUR ve İ. Çağdaş KÜÇÜKKAYA'ya,

Ürgüp Öğretmenevi'nin yardımsever çalışanlarına,

Örneklerin mineralojik ve jeokimyasal analizler için hazırlanması sırasındaki değerli yardımlarından dolayı Jeoloji Yüksek Mühendisi Nergis ÖNALGİL'e,

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektron mikroskobu ve Anadolu Üniversitesi TEM Laboratuvarı çalışanlarına,

Jeokimyasal verilerin yorumlanmasındaki değerli katkıları için Prof. Dr. Jesse Marion WAMPLER ve Prof. Dr. William Crawford ELLIOTT'a,

Sedimentolojik verilerin değerlendirilmesindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Muhsin EREN'e,

En önemlisi her türlü desteklerini benden esirgemeyen, her zaman yanımda olan sevgili aileme gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, **Osmangazi Üniversitesi Araştırma Fonu'nun 201015030 no'lu Araştırma Projesi** ile desteklenerek hazırlanmıştır. Fon yöneticilerine ve ilgili idari personele gösterdikleri kolaylık nedeni ile teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	viii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xvi
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xvii
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı .....	1
1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması .....	2
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	4
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	10
3.1. Arazi Çalışmaları .....	10
3.2. Mikroskop Çalışmaları .....	10
3.3. Kil İçeren Örneklerin Saflaştırılması .....	11
3.4. X Işınları Difraktometre (XRD) Çalışmaları .....	11
3.5. Diferansiyel Termal Analizi-Termal Fravimetri (DTA-TG) Analizi .....	11
3.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) Çalışmaları .....	12
3.7. Fourier Dönüşümlü Kırmızı-Altı (FT-IR) Spektroskopisi Analizi .....	12
3.8. Kimyasal Analizler .....	13
3.9. Duraylı İzotop Analizleri (O ve H) .....	13
<b>4. JEOLJİ</b> .....	14
4.1. Bölgesel Jeoloji .....	14
4.1.1. Ofiyolitik kayalar .....	16
4.1.2. Yeşilhisar kongloması .....	18
4.1.3. Ürgüp Formasyonu .....	20
4.1.3.1. <u>Erdemli aglomerası</u> .....	20
4.1.3.2. <u>Mustafapaşa üyesi</u> .....	21
4.1.3.3. <u>Kavak üyesi</u> .....	24

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1.3.4. <u>Sarımadentepe üyesi</u> .....	25
4.1.3.5. <u>Cemilköü üyesi</u> .....	26
4.1.3.6. <u>Bayramhacılı üyesi</u> .....	27
4.1.3.7. <u>Tahar üyesi</u> .....	28
4.1.3.8. <u>Gördeles üyesi</u> .....	29
4.1.3.9. <u>Kızılkaya üyesi</u> .....	29
4.1.3.10. <u>Kışla Dağ üyesi</u> .....	30
4.1.4. Kuvaterner birimleri .....	30
4.2. Arazi Çalışmaları ve Örnekleme .....	30
4.2.1. Mustafapaşa Üyesi Litofasiyes Özellikleri .....	30
4.2.1.1. <u>Çakıltaşı</u> .....	30
4.2.1.2. <u>Kumtaşı</u> .....	31
4.2.1.3. <u>Çamurtaşı</u> .....	31
4.2.2. Ölçülü Stratigrafik Kesitler .....	32
4.2.2.1. <u>Hacıbekirli kesiti (K1)</u> .....	32
4.2.2.2. <u>Araplı Köyü kesiti (K2)</u> .....	33
4.2.2.3. <u>Araplı Tepe kesiti (K3)</u> .....	33
4.2.2.4. <u>Araplı Geçidi kesiti (K4)</u> .....	33
4.2.2.5. <u>Yeşilhisar kesiti (K5)</u> .....	35
4.2.2.6. <u>Çevliktaş Tepe kesiti (K6)</u> .....	35
4.2.2.7. <u>Akköy kesiti (K7)</u> .....	35
4.2.2.8. <u>Kolkollu Tepe kesiti (K8)</u> .....	37
4.2.2.9. <u>Aliye Tepe kesiti (K9)</u> .....	37
4.2.2.10. <u>Mustafapaşa kesiti (K10)</u> .....	37
4.2.2.11. <u>Avla Dağ kesiti (K11)</u> .....	38
<b>5. ANALİZ SONUÇLARI</b> .....	<b>40</b>
5.1. Petrografik İncelemeler .....	40
5.2. X Işınları Difraktometresi (XRD) İncelemeleri .....	47
5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) Çalışmaları .....	53

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<b><u>Sayfa</u></b>
5.4. Diferansiyel Termal Analizi-Termal Fravimetri (DTA-TG) Analizleri .....	60
5.5. Fourier Dönüşümlü Kırmızı-Altı (FT-IR) Spektroskopisi Analizleri .....	61
5.6. Tüm Kayaç Kimyasal Analizleri .....	62
5.7. Nadir Toprak Elementlerinin Jeokimyasal İncelemeleri .....	68
5.8. Saflaştırılmış Killerin Jeokimyası .....	70
5.9. Duraylı İzotop Analizleri .....	71
<b>6. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>73</b>
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>79</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ .....</b>	<b>81</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>90</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası (Google Maps'den alınmıştır): (a) kuzey kesimi, (b) güney kesimi .....	3
4.1. İnceleme alanının jeoloji haritası (Pasquarè'den 1968 değiştirilmiştir): (a) kuzey kesimi, (b) güney kesimi .....	15
4.2. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Viereck-Goette, 2010; Cohen vd. 2013) .....	16
4.3. Ofiyolitik temel kayaların arazi görüntüleri, (a) ofiyolitik kayaların genel görünümü (Lilli Tepe) (b) serpantinleşmiş ultramafik kayalar ve (c,d) ayrılmış ofiyolitik kayaların yakın görüntüleri (Araplı Tepe) .....	18
4.4. Yeşilhisar konglomerası'nın arazi görüntüleri; (a) Yeşilhisar konglomerası'nın genel görünümü, (b) Yeşilhisar konglomerası içerisinde görülen kumtaşı bantlarına bir örnek, (c) Yeşilhisar konglomerası ile ofiyolitik temel kayalar arasındaki dokanak ilişkisi (Araplı Köyü) ve (d) Yeşilhisar konglomerası ve Cemilköy üyesi'nin dokanak ilişkisi (Hacıkirı Köyü yakınları) .....	19
4.5. Erdemli aglomerası'nın arazideki görüntüleri; (a,b) piroklastik matris içerisinde dağılmış, az yuvarlak-köşeli, bazaltik bileşimli tanelerin görünümü .....	21
4.6. Ürgüp Formasyonu Mustafapaşa üyesinin arazi görüntüleri; (a) Mustafapaşa Üyesi'nin inceleme alanının kuzey kesimindeki genel görünümü (Avla Dağ doğu yamacı, Damsa Vadisi), (b) Mustafapaşa Üyesi'nin inceleme alanının güney kesimindeki genel görünümü (Yeşilhisar güneyinden Sultansazlığı Ovası'nın batı sınırının görünümü), (c) Mustafapaşa üyesi içerisindeki kumtaşı ve çakıldaşı mercekleri (Yeşilhisar güneyi, Çevliktaş Tepe doğu yamacı), (d) çakıldaşı merceğinin yakından görünümü (Yeşilhisar güneyi Şap Dere Vadisi) ve (e) Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarındaki renk değişimi (Mustafapaşa Beldesi, Zolada Tepe kuzey yamacı) .....	23
4.7. Mustafapaşa üyesi dokanak ilişkilerinin arazideki görüntüleri; (a,b) Mustafapaşa üyesi'nin Kavak ve Sarımadentepe üyeleri ile dokanak ilişkileri, (c) Mustafapaşa üyesi'nin ofiyolitik kayalar ile olan dokanak ilişkisi ve (d) Mustafapaşa üyesi'nin Cemilköy üyesi ile olan ilişkisi .....	24
4.8. Kavak üyesinin (alt seviyeler) genel görünümü (Avla Dağı batısı Karain Köyü) ...	25
4.9. Sarımadentepe üyesi'nin Aliye Tepe'nin kuzey yamacındaki görünümü .....	26

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.10. Cemilköy üyesi'nde görülen sivri uçlu koni şekilli peri bacası yapıları (Ayvalı Köyü kuzeyi) .....	27
4.11. Bayramhacılı üyesi'nin marnlı seviyelerinin arazideki görünümü (Ürgüp kuzeyi)	28
4.12. Kızılkaya üyesi'nin arazi görünümü (Başköy batısı) .....	29
4.13. Mustafapaşa üyesine ait litofasiyesler; (a) çakıltaşları, (b) kumtaşları ve (c,d) çamurtaşları ve kurumaçatlıkları ile birlikte görülen mangan boyamaları .....	32
4.14. İnceleme alanının güney kısmını temsil eden ölçülü kesitler .....	34
4.15. İnceleme alanının orta kısmını temsil eden ölçülü kesitler (Açıklama için Bkz.Şekil 3.14) .....	36
4.16. İnceleme alanının kuzey kısmını temsil eden ölçülü kesitler (Açıklama için Bkz.Şekil 3.14) .....	39
5.1. Ofiyolitik kayaların polarizan mikroskop altındaki görüntüleri: (a) piroksen ve olivin minerallerindeki Fe-(oksihidr) oksitleşme ve serpantinserpantinleşme (AY-7, çift nikol), (b) a'nın çift nikoldeki görüntüsü, (c) serpantinleşmiş olivinler ve opak mineraller ile kırık ve çatlaklar gelişmiş Fe-(oksihidr) oksit (AT-3, çift nikol), (d) c'nin tek nikoldeki görüntüsü, (e) Olivin minerallerindeki serpantinleşmenin yakın görünümü (AY-9, çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görüntüsü.....	42
5.2. Yeşilhisar konglomerası matriks malzemesinin (YT-1 örneği) polarizan mikroskop altındaki görüntüleri: (a) ayrılmış amfibol, serpantin taneleri ve matriks içerisindeki killer ile birlikte bulunan Fe-(oksihidr) oksit (çift nikol), (b) a'nın tek nikoldeki görünümü, (c) ayrılmış amfibol tanesi (çift nikol), (d) c'nin tek nikoldeki görüntüsü, (e) killi matriks malzemesi içerisindeki serpantin minerali (çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görünümü .....	43
5.3. Mustafapaşa üyesi kumtaşlarının polarizan mikroskop görüntüleri: (a,b) kayaç parçaları, kuvars, ayrılmış feldspat ve piroksen mineralleri ile Fe-(oksihidr)oksit, kil ve kalsit çimento görünümü (A2-19, çift nikol), (c) yarı yuvarlak kayaç parçaları ve Fe-(oksihidr)oksit + kil çimentonun görünümü (AT-7, çift nikol) , (d-e) yarı yuvarlak – yuvarlak kayaç parçaları, kuvars ve opak minerallerin kalsit çimento ile görüntüleri (YH-9, çift nikol) .....	44

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.4. Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarının polarizan mikroskop görüntüleri: (a) killi malzeme içerisinde dağılmış opak mineraller (YH-7, çift nikol), (b) a'nın tek nikoldeki görüntüsü, (c) killi malzeme ile birlikte bulunan ayrışmış amfibol (YH-11, Çift nikol), (d) c'nin tek nikol görüntüsü, (e) killi malzeme içerisinde kalsit çimento ile bağlanmış volkanik cam taneleri (MP2-7, Çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görünümü .....	45
5.5. Mustafapaşa üyesi ile ilişkili ignimbiritlerin polarizan mikroskop görüntüleri: (a) Kavak üyesi'ne ait ignimbirit örneği içerisindeki zonlu plajiyoklaz (MP2-1çift nikol), (b) a'nın tek nikol görüntüsü, (c) Sarımadentepe üyesi içerisinde bolca cam kıymıklarından oluşan hamur içerisinde görülen amfibol kalıntısı (A2-7, çift nikol), (d) c'nin tek nikoldeki görüntüsü, (e) Sarımadentepe üyesi içerisinde bolca cam kıymıklarından oluşan hamur içerisinde görülen plajiyoklaz kristalleri (A2-7, çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görüntüsü .....	46
5.6. İnceleme alanının güney kesimindeki Mustafapaşa üyesi çamurtaşı örneklerine ait XRD grafikleri (Mineral isimlerinin kısaltmaları için Bkz. Çizelge 4.1) .....	50
5.7. İnceleme alanının orta kesimindeki Mustafapaşa üyesi çamurtaşı örneklerine ait XRD grafikleri (Mineral isimlerinin kısaltmaları için Bkz. Çizelge 4.1) .....	51
5.8. İnceleme alanının kuzey kesimindeki Mustafapaşa üyesi çamurtaşı örneklerine ait XRD grafikleri (Mineral isimlerinin kısaltmaları için Bkz. Çizelge 4.1) .....	52
5.9. İnceleme alanından derlenen çamurtaşı örneklerine ait SEM görüntüleri; (a-f) altere volkanik malzeme ile smektit ilişkisi (A22N-11, YH11-7, KT2-8) .....	55
5.10. İnceleme alanından derlenen çamurtaşı örneklerine ait EDX grafikleri; (a) smektit örneği (A22N-11); (b) amfibol örneği (YH-13); (c) piroksen örneği (YH-2); (d) feldspat örneği (KT2-5); (e) volkanik cam örneği (KT2-5) ve (f) kalsit örneği (AKB-9) .....	58
5.11. İnceleme alanından derlenen çamurtaşı örneklerine ait TEM görüntüleri; (a-d) Smektit kristallerinin kenarlarında lifsi illit oluşumları; (e,f) çubuksu amfibol kristallerinin kenarlarında gelişen smektit kristalleri .....	59
5.12. Smektitçe zengin çamurtaşı örneğindeki smektit mineraline ait DTA-TG grafiği	60
5.13. Smektitçe zengin çamurtaşı örneğine ait FT-IR spektrum grafiği (AKB-11) .....	61
5.14. İnceleme alanındaki birimlerin K <sub>2</sub> O değerlerine karşılık SiO <sub>2</sub> ve ΣNTE değerlerine karşılık Zr değerleri grafikleri .....	67

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.15. İnceleme alanındaki birimlerin Zr/Co ve Zr/Ni oranlarının inceleme alanında kuzey-güney yönündeki dağılımı grafiği .....	67
5.16. Çalışma alanından derlenen örneklerin Kuzey Amerika Şeyl Bileşimi (NASC) değerlerine göre normalize edilmiş NTE dağılımlarının karşılaştırılması (NASC normalize değerleri Gromet vd.den 1984 alınmıştır) .....	69
5.17. Smektitçe zengin çamurtaşları örnekleri ve kaynak kayalıklara ait La/Nb ve Nb/Ti değerlerinin karşılaştırılması .....	70
5.18. Mustafapaşa üyesi'ne ait smektit ve smektit+illit örneklerinin $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta\text{D}$ izotopik analiz sonuçları dağılımı. Smektit çizgisi Sheppard ve Gilg'den (1996) ve Yui ve Chang'dan (1999) alınmıştır. Meteorik su çizgisi Craig'den (1961) alınmıştır. Smektit oluşum sıcaklığı çizgileri Kırmızı sürekli çizgiler) ise Faure'den (1996) alınmıştır. Bu çalışmadaki smektit ve illit minerallerinin smektit oluşum sıcaklığı çizgileri ise Faure'den (1986) düzenlenmiştir .....	72
6.1. İnceleme alanına ait paleocoğrafik model .....	74

**ÇİZELGELER DİZİNİ****Cizelge****Sayfa**

Mustafapaşa üyesi çamurtaşları ve bunlarla ilişkili birimlerin mineralojik dağılımı.....	48
İnceleme alanından derlenen ofiyolit, Yeşilhisar konglomerası matriks, çamurtaşları ve ignimbirit örneklerin ana oksitler (% ağırlık), iz element (ppm) ve NTE içeriği.....	63
Saflaştırılmış smektit örneklerinin kimyasal bileşimleri (% ağı.) ve kimyasal formülleri.....	71
Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarındaki smektit ve smektit+illit örneklerinin $\delta D$ ve $\delta^{18}O$ izotopik analiz sonuçları.....	72

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Simgeler**

Å

**Açıklama**

Angström

µ

Mikron

Σ

Toplam

δ

Delta

**Kısaltmalar**

ANTE

**Açıklama**

Ağır Nadir Toprak Elementleri

DTA

Diferansiyel Termal Analiz

EDX

Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi

FT-IR

Fourier Dönüştümlü Kırmızı-Altı

HNTE

Hafif Nadir Toprak Elementleri

My

Milyon yıl

NASC

Kuzey Amerika Şeyl Bileşimi

NTE

Nadir Toprak Elementleri

ONTE

Ortaç Nadir Toprak Elementleri

SEM

Taramalı Elektron Mikroskobu

TEM

Geçirimli Elektron Mikroskobu

TG

Termal Gravimetri

XRD

X Işını Difraktometresi

V-SMOW

Viyana-Standart Okyanus Suyu Ortalaması

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çalışma alanı, Orta Anadolu'da Kapadokya yöresinde Ürgüp Formasyonu'nun Üst Miyosen yaşlı Mustafapaşa üyesi'ne ait killi sedimanların yayılım gösterdiği yaklaşık 400 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Son yıllarda Dünya'da çimento, seramik hammaddeleri ve petrol-gaz aramaları amacıyla sedimantolojik, mineralojik ve jeokimyasal araştırmalar yapılmıştır (Casciello vd., 2011; Chermak ve Schreiber, 2014; Osborn vd., 2014; Taylor ve Macqueker, 2014). Çalışma alanında daha önce genellikle volkanizma, mineraloji-petrografi ve tektonik üzerine çalışmalar yapılmıştır (Pasquarè, 1968; Pasquarè vd., 1988; Batum, 1975, 1978; Innocenti vd., 1975; Besang vd., 1977; Ercan vd., 1987, 1989; Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Le Pennec vd., 1994; Druitt vd., 1995; Schumacher ve Mues-Schumacher, 1996; Gevrek, 1997; Dönmez vd., 2003; Viereck-Goette ve Gürel, 2003; Le Pennec vd., 2005). Ayrıca ignimbirit birimleri arasında çökelmiş Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı paleosol ve karbonatlı seviyeler ve bunların düşey yöndeki dağılımları incelenerek Orta Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin paleo-iklimsel koşulları belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Gürel ve Kadir, 2006; Gürel ve Kadir, 2008; Kadir vd., 2013; Göz vd., 2014, Gürel, 2017). Ancak bugüne kadar Kapadokya havzasının Üst Miyosen Yaşlı Mustafapaşa üyesi'nin smektitçe zengin çamurtaşları ve bunlarla ilişkili birimlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri üzerine yoğunlaşılma ve killi sedimanlar ile ofiyolitik kayaçlar, bu kayaçların ayrışma ürünlerinden oluşmuş Yeşilhisar konglomerası ve ignimbiritler ile kökensel ilişkileri yorumlanmamıştır.

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Kapadokya bölgesinde Ürgüp formasyonu'na ait göl ve akarsu sedimanları ve yaklaşık 400 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayan ve yaklaşık 100 milyon tonun üzerinde rezervi ile sondaj, döküm, ağartma ve kağıt sanayiinde kullanım potansiyeline sahip, önemli ekonomik değeri olan smektitçe zengin çamurtaşları ile ilgili olarak bugüne kadar oldukça sınırlı ve yüzeysel çalışmalar yapılmıştır (Gürel ve Kadir, 2008; Külah vd., 2014). Ülkemizin endüstriyel hammadde potansiyeli açısından oldukça önemli olan bu yatağın oluşumu, kökeni, oluşum ortamının belirlenmesine yönelik detaylı bir çalışma bulunmamaktadır.

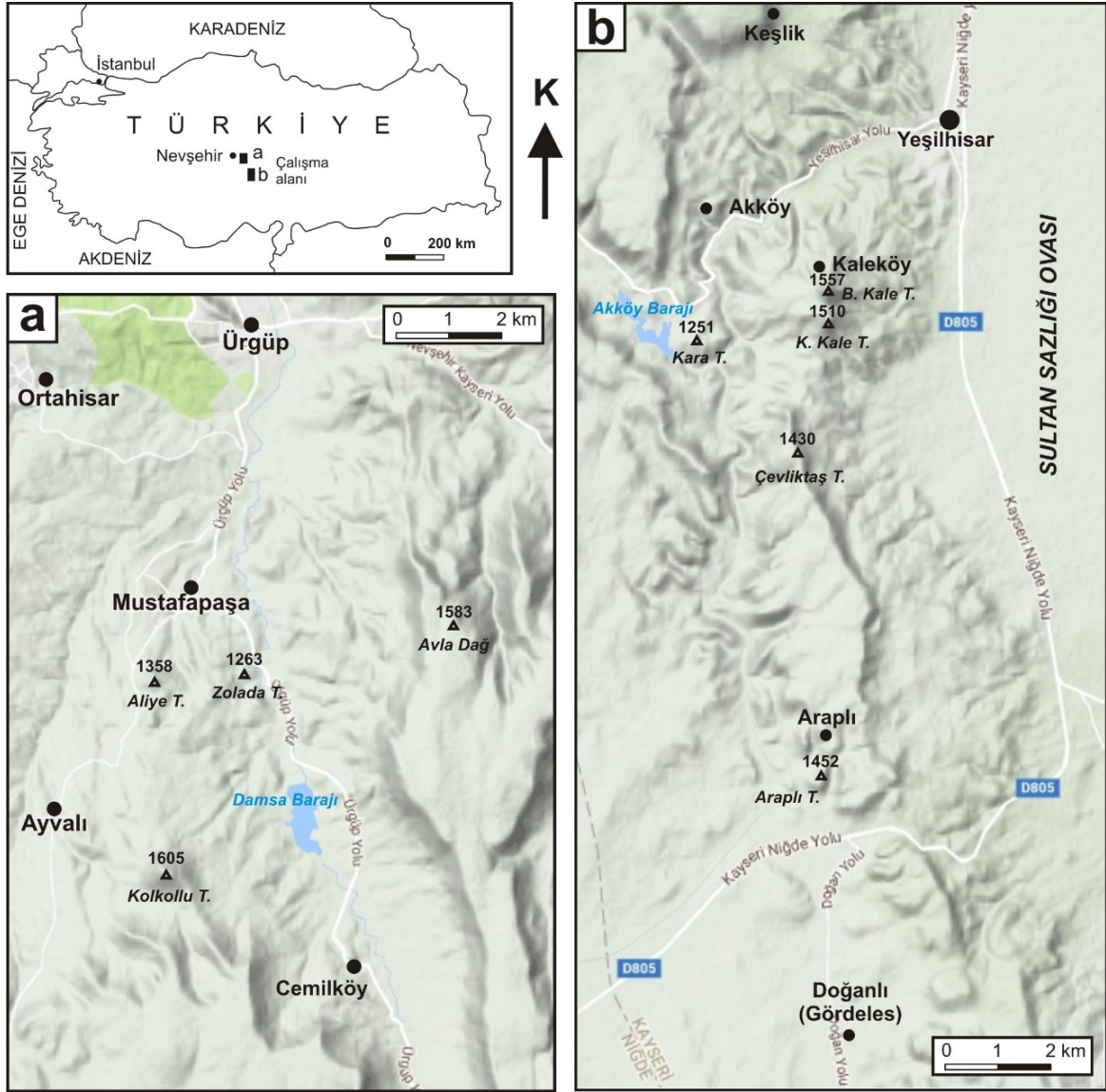
Bu çalışma Kapadokya bölgesinde yüzeyleyen smektitçe zengin çamurtaşları ve bununla ilişkili ofiyolitik ve volkanoklastik birimler ile bölgedeki yanal ve dikey yöndeki jeolojik, mineralojik, petrografik (XRD, DTA-TG, FT-IR), mikromorfolojik (SEM-EDX, TEM), jeokimyasal ve izotopik özelliklerini inceleyerek ekonomik değere sahip smektitçe zengin bu çamurtaşlarının oluşum ve kökenlerini açıklamayı ve bu yöndeki eksikliği gidermeyi amaçlamaktadır.

## 1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı, İç Anadolu Bölgesi'nde Nevşehir, Niğde ve Kayseri il sınırları içinde bir alanı içeren 1:100.000 ölçekli Kayseri – K33 ve L33 paftaları içerisinde yer alır (Şekil 1.1).

İnceleme alanındaki en önemli yerleşim yerleri Nevşehir İli Ürgüp İlçesi ve Kayseri İli Yeşilhisar İlçesidir. Ayrıca inceleme alanı içinde Ürgüp'e bağlı Ortahisar, Mustafapaşa, Ayvalı, Cemil ve Yeşilhisara bağlı Keşlik, Akköy, Kaleköy, Araplı ve Doğanlı köyleri bulunur. Bu yerleşim yerleri arasında ulaşım yer yer sert virajlı ve dar asfalt yollar ile sağlanabilmektedir.

Kuzeyden güneye doğru Avla Dağ (1583 m), Lilli Tepe (1369 m), Zolada Tepe (1263 m), Aliye Tepe (1358 m), Kolkollu Tepe (1605 m), Küçük Kolkollu Tepe (1423 m), Büyük Kale Tepe (1557 m), Küçük Kale Tepe (1510 m), Kara Tepe (1251 m), Çevliktaş Tepe (1430 m) ve Araplı Tepe (1452 m) inceleleme alanındaki önemli yükseltilerdir. İnceleme alanının da içinde bulunduğu İç Anadolu Bölgesi'nde yazların sıcak ve kurak, kışların soğuk ve yağışlı olduğu karasal iklim egemendir.



Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası (Google Maps'den alınmıştır): (a) kuzey kesimi, (b) güney kesimi.

## 1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Beekman (1966) Aksaray, Gelveri ve Hasan Dağ çevrelerindeki Pliyosen yaşlı “Melendiz Serilerini” oluşturan piroklastik volkanizma ürünlerini incelemiş ve Ürgüp Formasyonu’nun Kızılkaya üyesini “Kızılkaya ignimbiriti” adı altında ilk kez tanımlamıştır.

İnceleme alanındaki ilk kapsamlı jeolojik çalışma Pasquarè (1968) tarafından yapılmıştır. Pasquarè, bu çalışmasında Ürgüp Formasyonu ile bu formasyona dahil üyelerin tamamına yakının tanımlamasını ve sınıflandırmasını yapmıştır.

Innocenti vd. (1975), Ürgüp Formasyonu’na dahil volkanoklastik birimlerden elde ettikleri K/Ar radyometrik yaş verilerine dayanarak bölgedeki volkanik etkinliklerin Üst Miyosen’de başladığını ortaya koymuşlardır.

Pasquarè vd. (1988), yaptıkları çalışmada Orta Anadolu’daki Senozoyik Volkanizması gelişimini bölgesel tektonik hareketler ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Ayrıca, Ürgüp Formasyonu ignimbirit üyelerinin kaynağının Melendiz Dağı volkanik kompleksi ve Çiftlik Kalderası olduğunu belirtmişlerdir.

Temel (1992), Ürgüp Formasyonu’na ait volkanik ve volkano-sedimanter birimlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini araştırmıştırarak Ürgüp Formasyonu ignimbirit üyelerinin stratigrafik konumlarını, kökenlerini ve kaynak alanlarını irdelemiştir.

Toprak ve Göncüoğlu (1993), Orta Anadolu Volkanik Provensi’nin Neojen – Kuvaterner zaman aralığındaki tektonik evrimini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmaya göre, Kapadokya Volkanik Provensi iki farklı fay sistemi etkisinde meydana gelmiştir. Ayrıca bölgedeki ana püskürme merkezleri bu fay sistemleri üzerinde yer aldığını belirtmişlerdir.

Le Pennec vd. (1994), Orta Anadolu’daki Neojen Volkanizmasının ignimbiritik ürünlerinin stratigrafisi, dağılımını incelemiş ve Kavak üyesi’nin kaynağının Nevşehir güneyindeki Çardak çöküntü havzası civarında olduğunu ve Cemilköy üyesi’nin kaynağını Derinkuyu civarı olduğunu önermiştir.

Schumacher ve Muess-Schumacher (1996), K/Ar yaş verilerini değerlendirerek Ürgüp Formasyonu içerisindeki volkanosedimanter üyeleri denemişlerdir. Bu çalışmada Kavak üyesi'nin bir kısmı Zelve üyesi olarak önerilmiş ve Güneydeki Akköy üyesi'nin ise Sarımadentepe üyesi ile eşdeğer olduğu belirtilmiştir.

Temel vd. (1998) Kapadokya'daki ignimbirit birimlerinin kendilerine özgü mineralojik ve jeokimyasal özelliklere sahip olduklarını belirterek bu birimlerin mineralojik ve iz element kompozisyonlarına göre stratigrafik korelasyonlarını incelemişlerdir. Ayrıca, bölgedeki ignimbirit birimlerinin kökenleri ve bölgenin tektonik evrimi ile volkanik faaliyetlerin ilişkilerini ortaya koymuşlardır.

Toprak (1998), Kapadokya volkanitlerinin bölgesel tektonizma ile ilişkisini ortaya koyarak. Volkanik baca yerleşiminin modellemesini yapmıştır. Buna göre, polijenetik volkanlar Kapadokya Volkanik Provensi fay sisteminin ana fayları çevresinde Tuzgölü-Ecemiş fay sistemine paralel olarak sıralanmıştır. Monojenetik koniler ise Kapadokya Volkanik Provensi fay sistemine paralel olarak sıralanmıştır.

Dhont vd. (1998), bölgenin yapısal unsurlarını ve bölgesel tektonizmayı göz önünde bulundurarak Orta Anadolu volkanizmasının sıkışma ile değil açılmalı bir tektonik rejim etkisi altında geliştiğini ortaya koymuşlardır.

Froger vd. (1998), Kapadokya Volkanik Bölgesi'nde görülen ignimbiritlerin kaynağının tektonik ve sedimanter süreçler sonucu günümüzde gömülü bir halde olan eski kaldera sistemleri olduğunu belirterek ignimbiritlerin stratigrafik korelasyonları, akış özellikleri gravitasyonel özellikleri yanı sıra uzaktan algılama verilerini de değerlendirerek bu kalderaların yerlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Kavak ve Zelve ignimbiritlerinin kaynağının Acıgöl ve Nevşehir arasında yer alan Çardak olarak belirtmişlerdir.

Le Pennec (2000), kullandığı yeni manyetik ve ARAD (the average angular difference) adlı metodlar ile Miyosen yaşlı Kızılkaya üyesinin kaynağının Derinkuyu havzasının orta kesiminde olduğunu belirtmiştir.

Şen vd. (2002), Dikkartın Dağı'nın riyodasitik karakterli volkanizmasını incelemişler ve volkanik ürünlerin Pliniyen geri düşme, piroklastik akıntılar ve freatik kökenli olduklarını ortaya koymuşlardır.

Dönmez vd. (2003), Kayseri-Niğde-Nevşehir civarındaki Tersiyer Volkaniklerinin denştirilmesi, volkanitlerin yaş ve stratigrafik yaş sorunlarını çözmeye çalışmışlardır. Ürgüp formasyonu çalışma alanının kuzeyinde derin göl, güneyinde ise sığ göl, kıyı ve akarsu ortamlarında çökelmiş kayaç topluluklarını içermektedir. Yaklaşık doğu-batı uzanımlı Kızılırmak'a paralel olarak uzanan dar ve uzun bir havza mevcuttur.

Şen vd. (2003), Erciyes Stratovolkanı'nın jeolojik evrimini ve kaldera oluşturan patlamalar ile Valibaba Tepe ignimbiritlerinin yerleşimi ile ilgili yeni veriler elde etmişlerdir.

Muess-Schumacher vd. (2004), Ürgüp Formasyonu, İncesu ignimbiriti'nin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini inceleyerek birimin bölgedeki dağılımı ve depolanma özelliklerini açıklamıştır.

Le Pennec vd. (2005), Kapadokya bölgesindeki ignimbiritik birimlerin stratigrafisini paleontolojik, radyokronolojik, jeokimyasal ve paleomanyetik verilerden yararlanarak, değiştirmiş ve daha önce farklı ignimbiritik birimler olarak ayrılan, Sofular ve Gördeles ignimbiritlerinin aynı ignimbiritik birim olduğu belirlenmiştir.

Gürel ve Yıldız (2007), Ihlara-Selime düzlüğündeki Pliyosen diatomit çökellerinin paleoortamsal yorumu ve litofasiyes karakteristiklerini ortaya koymuşlardır. Saptamış oldukları planktonik türlere göre daha yaygın olan planktonik türlere göre diatomitlerin çökme ortamının sığ, silis bakımından zengin, alkalın bir tatlı su göl ortamında çökeldiğini belirtmişlerdir.

Gürel ve Kadir (2006), Kapadokya Volkanik Provensindeki Pliyosen fluviyal-gölsel çökellerin jeolojisi, mineralojisi ve kil minerallerinin kökeni üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmaya göre paleosol ve kalış gelişiminin birbirini takip eden kurak ve nemli dönemlerin sonucunda olduğuna işaret etmişlerdir.

Lepetit ve Viereck-Goette (2007), Bu çalışmaya göre, Geç Miyosen- Erken Pliyosen'e hemen hemen tüm stratigrafik aralıktaki kayaç diziliminin ara tabakalı epiklastik çökeller tarafından temsil edilmektedir. Geç Miyosende Messiniyen tuzluluk krizinin (5.5-4.8 milyon yıl) Kapadokya'da bu sedimanter aralığın Cemilköy İgnimbiriti (6.3 milyon yıl) ve Kızılkaya İgnimbiriti (4.3 milyon yıl) arasında temsil edilmiştir. Bu aralıktaki paleosoller, yarı kurak-kurak koşulları işaret eden kaliş, paligorskit, jips ve *pseudomycelium* içermektedir.

Gürel vd., (2007), Erken Miyosen yaşlı flüviyal ve gölsel sedimanlardan oluşan Mustafapaşa formasyonu çapraz tabakalı kumtaşları içinde bitki kök izleri, ripple markların varlığı ve kırmızı ile yeşil renkli kil seviyelerinin belirlenmesi, bunların yoğun olarak gölsel ortamda depolandığını göstermektedir. Mustafapaşa üyesi'nin sedimanter depolanması ve ayrılmış Cemilköy ignimbritlerinin oluşumu sırasında ve/veya sonrasında bileşimlerinde bulunan feldspat ve volkan camı kıymıklarının kimyasal alterasyonu ile alt seviyeleri temsil eden sedimanter birimlerdeki bazik ortamda (ultramafik kökenli kayaçların ayrışması) smektit ve aynı profillerin üst seviyelerini temsil eden ignimbritlerin bozulması ile de kaolinitik zonların otijenetik olarak oluştuğu belirtilmiştir.

Gürel ve Kadir (2008), Orta Anadolu Volkanik Provensinin (OAVP) güneydoğu bölümündeki Geç Miyosen yaşlı killi sedimentlerin jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyasını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmadan önce Geç Miyosen birimlerinden Mustafapaşa Üyesi ve altere Cemilköy kil sedimantolojisi ve mineralojisine dair hiçbir bilgi yoktur. Yazarlara göre Geç Miyosen killi sedimentleri OAVP'nin güneydoğusundaki göl kıyısı ve sığ göl ortamlarında çökelmişlerdir.

Lepetit (2010), Kapadokya volkanik provensi içerisindeki farklı ignimbirit seviyelerinde  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş tayinleri yapmıştır. Elde ettiği verilere göre Nevşehir Platosu'nun tektonik evrimini yorumlamıştır.

Viereck-Goette vd. (2010), arazi çalışmaları, mineralojik ve jeokimyasal veriler ışığında Sofular İgnimbiriti'nin Sarımadentepe üyesi'ne dahil edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma ile ayrıca iki seviye halinde görülen Pliniyen düşme çökellerini tanımlayarak Ürgüp Formasyonu Güzel Dere üyesi olarak önermişlerdir.

Yavuz-Işık ve Toprak (2010) tarafından yapılan çalışmalarda Kapadokya Volkanik Bölgesi ile arakatlı gelişmiş Neojen-Kuvaterner yaşlı tortul kayaçların palinolojik açıdan irdelemişlerdir. Tanımladıkları polen cinslerine göre bölgenin Geç Miyosen’de kurak iklim şartları etkisinde olduğunu belirmişlerdir.

Aydar vd. (2012), Orta Anadolu Volkanik Bölgesi’ndeki ignimbiritler içerisindeki plajiyoklaz minerallerinden elde ettikleri  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ve zirkon minerallerinden elde ettikleri  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  izotopik yaş verileri ile bölgenin stratigrafisine katkı sağlamışlardır. Kronostratigrafik verilere göre, ~9–8 My ve 7–5 My aralıklarında daha önce farkedilmemiş iki püskürme evresi ayırt etmişlerdir.

Paquette ve Le Pennec (2012), yaptıkları izotop jeokimyası çalışmaları ile st Miyosen yaşlı ignimbiritik birimlerin yerkabuğu oluşumu sırasında kristallenen çok eski zirkon kristalleri içerdiğini keşfetmişlerdir.

Kadir vd. (2013), Araplı – Erdemli arasında kalan bölgede Ürgüp Formasyonu içerisindeki farklı paleosol seviyeleri ve killi sedimanlar içerisindeki kil minerallerinin dağılımını ve jeokimyasal zellikincelemişler ve bölgenin paleo-ortamsal yorumuna katkı sağlamışlardır. Bugün Araplı ve Erdemli arasında kalan bölgenin st Miyosen’de sığ göl ortamında geliştiğini belirtmişlerdir.

Piper vd. (2013), Kapadokya ignimbiritlerinin paleomanyetik ve manyetik özelliklerini inceleyerek elde ettikleri veriler ile Neojen’de bölgede meydana gelen tektonik olaylar arasındaki ilişkileri ortaya koymuşlardır.

Külah vd. (2014, 2015), Ürgüp Formasyonu st Miyosen yaşlı Mustafapaşa yesi okellerinin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini inceleyerek bu birimlerde oluşan kil minerallerinin oluşumlarını irdelemişlerdir. Buna göre, Mustafapaşa yesi çamurtaşlarındaki smektit mineralinin ofiyolitik temel kayaçların ayrışması sonucu meydana geldiğini ve havza içerisine taşınarak okeldiklerini ortaya koymuşlardır.

Lepetit vd. (2014), bugüne kadar yapılmış olan izotopik yaş tayinlerini kullanarak Nevşehir Platosu'nun geçirdiği evrimi ve Ürgüp Formasyonu'nun çökelişi ile devam eden tektonik olayları yorumlamıştır. Geç Miyosen'de en yoğun görülen pedojenik kalış oluşumlarının Messiniyen tuzluluk krizi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Gürel (2017), Orta Anadolu Volkanik Bölgesi'nin batı kesimindeki Üst Miyosen yaşlı paleosol ve kalış seviyelerinin mineralojik, jeokimyasal ve duraylı izotop jeokimyası verilerini kullanarak bölgenin Geç Miyosen'de otijenetik smektit ve illit minerallerinin istifin üst seviyelerindeki artışı ile ilişkili olarak yağışlı ve kurak iklim periyotları etkisinde kaldığını belirtmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Arazi Çalışmaları

Çalışma alanının jeolojik özelliklerinin belirlenmesi, litolojik birimlerin incelenmesi ve çalışmanın yürütülebilmesi için gerekli örneklemelerin derlenmesi amacı ile arazi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında bölgenin daha önceden Pasquerè (1968) tarafından yapılmış olan 1:75000 ölçekli jeolojik haritası ve Vierreck-Goette vd. (2010) tarafından yapılmış genelleştirilmiş stratigrafik kesitinden yararlanılmıştır. İncelemenin konusunu oluşturan Mustafapaşa üyesi'ni temsil eden çökellerin havzadaki dağılımını temsil edecek şekilde ve bu çökellerin daha yaşlı (ofiyolitik kayalar, Yeşilhisar konglomerası) ve daha genç (Miyosen yaşlı Ürgüp Formasyonu'na ait volkanik ara katkılı göl ve akarsu çökelleri) litolojik birimler ile dokanak ilişkilerinin en iyi gözlemlendiği 11 ayrı lokasyondan ölçülü stratigrafik kesit çıkartılarak örneklemeler yapılmıştır. Litolojik ve mineralojik farklılıklar gösteren her birimden yaklaşık yarım kilogram örnek plastik torbalara koyularak örneğin alındığı yer ve seviyeyi belirtecek şekilde kodlanmıştır. Yapılan arazi çalışmaları sırasında toplam 151 adet örnek derlenerek tanımlamaları yapılmış, çalışmalar sırasında yapılan diğer jeolojik gözlemler ile birlikte saha defterine kaydedilmiş ve fotoğraflanarak belgelenmiştir.

#### 3.2. Mikroskop Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında derlenen farklı litolojilere ait 32 adet numuneden Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (Ankara) laboratuvarlarında ince kesit yaptırılmıştır. Hazırlanan ince kesit örnekleri Nikon marka Aphaphot-2 LV100 Pol model polarizan mikroskop kullanılarak doğal ışık ve polarize ışık altında incelenmiştir. Yapılan incelemeler ile kayacın numunelerindeki birincil ve ikincil mineraller, kayacın dokusal özellikleri ve kayacın meydana gelen alterasyon türleri belirlenmiş ve saptanan bulgular fotoğraflanarak belgelenmiştir.

### 3.3. Kil İçeren Örneklerin Saflaştırılması

Kil örneklerinin (tane boyu  $<2 \mu\text{m}$ ) analizlerinin yapılabilmesi için toz haline getirilmiş tüm kayaç numunesi saf su ile 15 dk boyunca 'Stir-Pak' (ABD) marka çırpıcı yardımıyla karıştırılmış ve elde edilen süspansiyon 1000 ml'lik mezüre aktarılarak çökmeye bırakılmıştır. 12 saat bekletilen süspansiyonun üzerinden 5 cm'lik sıvı alınarak 10 dk boyunca 4000 rpm devir ile Hettich 32A (Almanya) marka cihaz kullanılarak santrifüjlenmiş ve santrifüj tüplerinin dibine çöken kil boyu malzeme porselen krozeve aktarılarak etüvde  $60^\circ\text{C}$  sıcaklıkta kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan örnek agat havanda öğütülerek analize uygun hale getirilmiştir.

### 3.4. X Işınları Difraktometre (XRD) Çalışmaları

İnceleme alanından derlenen toplam 35 temel kayaç ve kil örneğinin kil mineralojisinin belirlenebilmesi için X-ışınları difraktometre (XRD) analizleri Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO, Ankara) laboratuvarlarında yapılmıştır. Tüm kayaç örneklerinin mineralojik içeriğinin saptanabilmesi için, numuneler agat havan kullanılarak pudra haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Öğütülen numuneden bir miktar alınarak cam slayda yönlendirilmeden yerleştirilmiş ve Rigaku Geigerflex (Japonya) model cihaz yardımı ile  $\text{CuK}\alpha$  radyasyonu kullanılarak  $2^\circ/\text{dk}$ . hızında analiz edilmiştir. Saflaştırılmış kil örnekleri, cam slayd üzerine yerleştirilerek yaklaşık 15 boyunca ultrasonik titreşimler ile yönlendirilmesi sağlanmıştır. Yönlendirilen örnekler 1) kurutularak, 2)  $60^\circ\text{C}$  sıcaklıkta etilen glikol ile muamele edilerek ve 3) 2 saat boyunca  $550^\circ\text{C}$ 'de koşullandırılarak XRD analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar Brindley (1980) standart metodu ile yorumlanarak kayaç yapıcı minerallerin yarı kantitatif bollukları belirlenmiştir. Kil minerallerinin bollukları ise Moore ve Reynolds'a (1989) göre temel yansıma ve mineral yoğunluk faktörleri kullanılarak belirlenmiştir.

### 3.5. Diferansiyel Termal Analizi-Termal Gravimetri (DTA-TG) Analizi

Saflaştırılarak zenginleştirilen 6 adet kil örneğinin termal davranışlarını belirlemek amacıyla Diferansiyel termal analizi (DTA) ve Termal gravimetri (TG) analizleri yapılmıştır. Bu analizler sırasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Merkezi

Laboratuvarında bulunan DTA-TG Rigaku TAS 100 E (Japonya) model cihaz kullanılarak, 10 mg ağırlığında toz haline getirilerek Platin (Pt) örnek taşıyıcıya yerleştirilen kil örneğinin ortalama 10°C/dk oranında ile 1100°C'ye kadar ısıtılmasıyla alümina referansına göre gerçekleştirilmiştir.

### **3.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) Çalışmaları**

Taramalı elektron mikroskobu çalışmaları kil bakımından zengin kayaç örneklerinin mikromorfolojik özelliklerini saptamak için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Laboratuvarlarında EDX saptayıcısı ile donatılmış JEOL JSM 84A model cihaz kullanılarak 15 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kil minerallerince zengin örneklerin taze kırık yüzeyleri incelenmek üzere alüminyum örnek tutucu üzerine çift taraflı bant ile yapıştırılmıştır. Daha sonra örnek tutucuya yerleştirilen örnek Giko IB-3 (Japonya) model iyon kaplayıcı yardımıyla 350 Å kalınlığında ince bir film halinde Altın (Au) ile kaplanmış ve incelenmiştir. Geçirimli elektron mikroskobu çalışmaları ise kil partiküllerinin ultrasonik etanol banyosunda yaklaşık 30 dk yıkanmasının ardından elde edilen süspansiyonun karbon kaplı bakır elek üzerine bir damla damlatılması ve oda sıcaklığında kurutulması yöntemi ile hazırlanan örnekler üzerinde yapılmıştır.

### **3.7. Fourier Dönüşümlü Kırmızı-Altı (FT-IR) Spektroskopisi Analizi**

Fourier dönüşümlü kırmızı-altı spektroskopisi analizi 8 adet kilce zengin örnek üzerinde Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara) Fizik Bölümü laboratuvarlarında bulunan PerkinElmer 100 FT-IR spektrofotometresi ile yapılmıştır. Saflaştırılan ~1 mg kil örneği ~200 mg KBr ile karıştırılarak hazırlanan peletler 4 cm<sup>-1</sup> çözünürlük ile 4000-400 cm<sup>-1</sup> aralığında absorpsiyon bantlarının belirlenmesi ile kil minerali cinsi, kristal özellikleri ve kristal kafes yapısındaki düzensizlikler saptanmıştır.

### 3.8. Kimyasal Analizler

Ofiyolitik birimler, bu birimler ile ilişkili Yeşilhisar konglomerası, Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşları ile birlikte farklı ignimbirit seviyelerinden derlenen 29 adet numunenin tüm kayaç jeokimya analizleri Bureau Veritas Analiz Laboratuvarları'nda (Vancouver, Kanada) yapılmıştır. Majör ve iz elementler ICP-AES yöntemi ile ve nadir toprak elementi (NTE) analizleri ise ICP-MS yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemlerde majör elementlerin saptanması için alt sınır 0.01 ve 0.1 % ağ aralığında olup, bu sınır iz elementler için 0.01 ile 5 ppm; NTE için ise 0.01 ile 0.5 ppm aralığındadır.

XRD yöntemi ile mineralojik içeriği kontrol edilmiş saf smektit örneklerinin kimyasal analizleri yine Bureau Veritas Analiz Laboratuvarları'nda ICP-AES yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen kimyasal analiz verileri kullanılarak smektit yapısal formülü birim hücrede 22 oksijen atomuna göre hesaplanmıştır (Moore ve Reynolds, 1989). Smektite ait yapısal formülü: tetrahedral alanın toplam 8 olan Si ve Al ile doyduğu; geriye kalan Al'un ise oktahedral alana aktarıldığı; tüm demir içeriğinin ferrik olduğu; Mg, Ti ve Mn elementlerinin oktahedral alanda yer aldığı ve Ca, Na, K ve P elementlerinin değişebilir tabaka içi katyonlar olduğu kabul edilerek hesaplanmıştır.

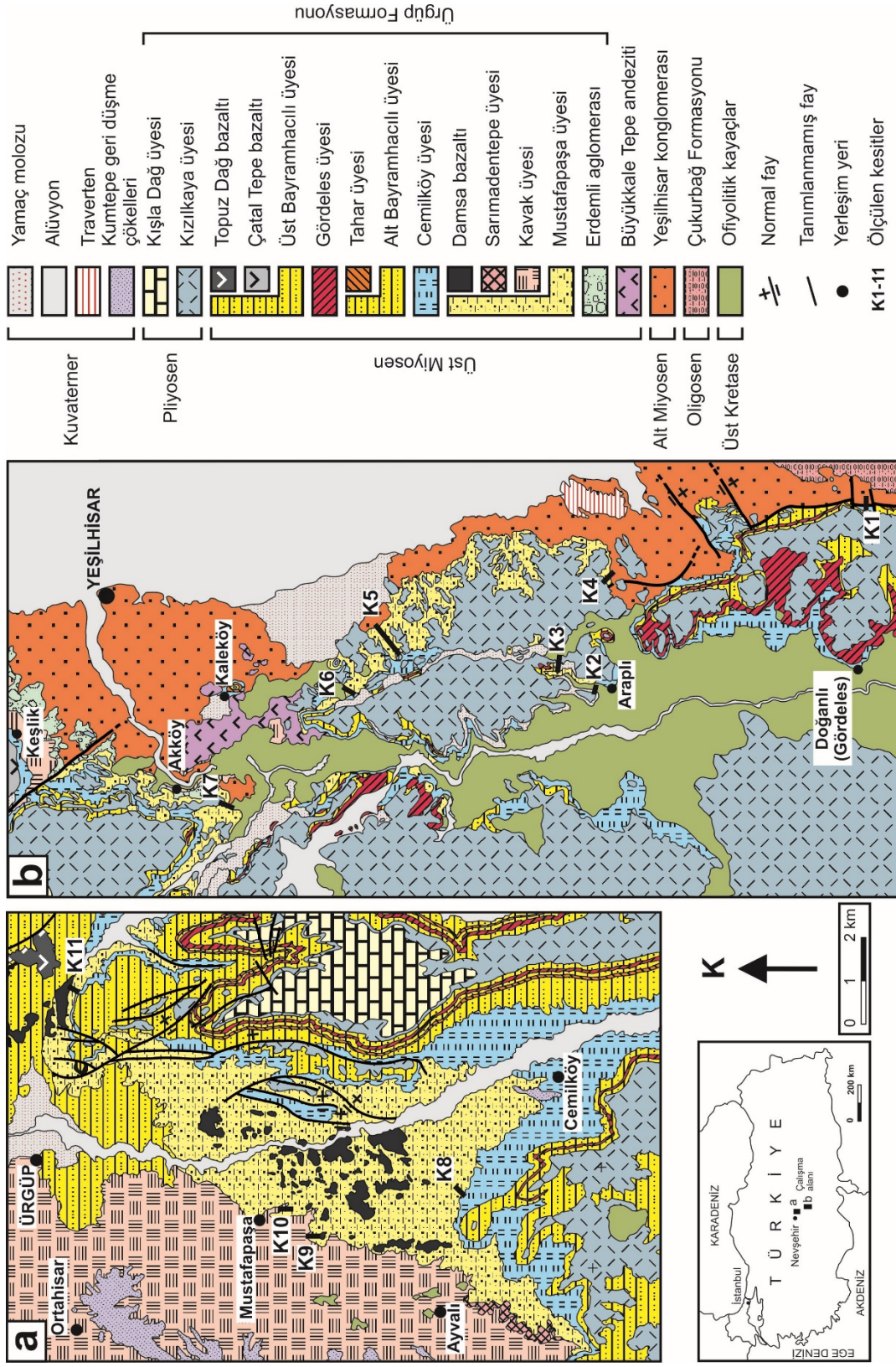
### 3.9. Duraylı İzotop Analizleri (O ve H)

Saflaştırılmış kil örneklerinden 7 adet smektit ve 3 adet smektit+illit+klorit içeren toplam 10 adet örneğin O ve H duraylı izotop analizleri Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Cornell Üniveritesi (New York) laboratuvarlarında yapılmıştır. Analizler, ısı dönüşümlü elementel analizör ile uyumlu Thermo Delta V izotop kütle oran spektrometre cihazı ile yapılmıştır. İzotopik düzeltmeler çift nokta normalizasyonu ve  $\delta^{18}\text{O}$  için IAEA CO-1, IAEA CO-8 ve  $^2\text{H}$  için de CH-7 ve benzoik asit ve uluslararası standartları kullanılmıştır.  $^2\text{H}$  ve  $^{18}\text{O}$  delta değerleri Clayton ve Mayeda'nın (1963) birincil referans ölçeğine göre saptanmıştır. Standart delta notasyonu V-SMOW (Viyana-Standart Okyanus Suyu Ortalaması) standardı binde cinsinden sunulmuştur.

## 4. JEOLOJİ

### 4.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanının temel kayaçlarını Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlar oluşturmaktadır. Ofiyolitik kayaçlar çalışma alanının dışında, gnays ve mermer bileşimli Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçları tektonik olarak üzerlemiştir (Şekil 4.1; Seymen, 1982; Göncüoğlu, 1986; Toprak ve Göncüoğlu, 1993). Mesozoyik yaşlı ofiyolitik kayaçlar, Oligosen yaşlı Çukurbağ ve Alt-Miyosen yaşlı Yeşilhisar konglomerası tarafından uyumsuzlukla örtülmüştür. Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Ürgüp Formasyonu'nun volkaniklastik ara katkılı karasal sedimanları Yeşilhisar konglomerası üzerinde açısız uyumsuzluk ile depolanmıştır (Pasquare, 1968). Ürgüp Formasyonu'nu oluşturan çökeller çalışma alanının güneyinde Büyükkale Tepe Andeziti ile Çatal Tepe Bazaltı; kuzeyinde ise Damsa ve Topuz Dağ bazaltları ile ara katmanlı olarak bulunurlar. Çalışma alanındaki tüm birimler Kuvaterner yaşlı Kum Tepe geri düşme çökelleri, traverten ve alüvyon tarafından uyumsuz olarak örtülmüşlerdir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. İnceleme alanının jeolojisi haritası (Pasquare'den 1968 düzenlenmiştir): (a) kuzey kesimi, (b) güney kesimi.

YAŞ (My)	SERİ	FORMASYON	ÜYE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
2.58	KUVAT.				Alüvyon Yamaç molozu Traverten	
5.333	PLİYOSEN	KUMTEPE			Volkanik kül	
	ÜST MİYOSEN	ÜRÜP	Üst Bayramhacılı	Kışladağ	Kireçtaşı	
				Kızılkaya	İğnimbirit	
				Çatal Tepe	Bazalt	
				Gördeles	İğnimbirit	
			Alt Bayramhacılı		Göl ve akarsu çökeltileri	
				Tahar	İğnimbirit	
				Cemilköy	İğnimbirit	
			Mustafapaşa		Topuz Dağ	Bazalt
					Damsa	Bazalt
					Sarımaden Tepe	İğnimbirit
		Kavak		İğnimbirit		
		Erdemli		Aglomera, konglomera, tuf, tüfit		
11.63	ALT MİYOSEN	YEŞİLHISAR	Büyükkale T.	Andezit		
23.03	OLİGO.	ÇUKURBAĞ		Kırmızı renkli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı Serpantinleşmiş peridotitler		
33.9	OLİGOSEN ÖNCESİ	OFİYOLİTİK TEMEL		Konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı <b>Bindirme</b>		
		METAMORFİK KAYAÇLAR		Gabro - piroksenit Gneys- mermer		

Ölçeksiz

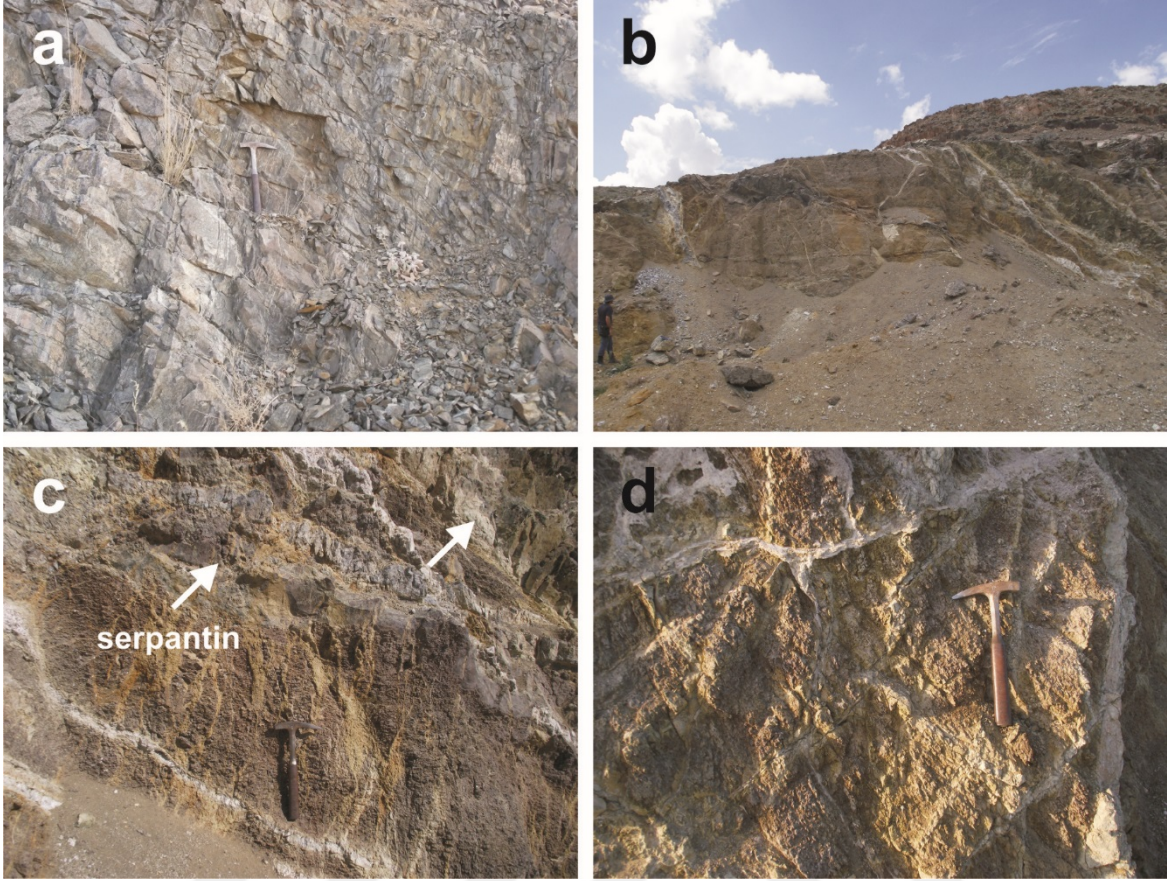
Şekil 4.2. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Viereck-Goette, 2010; Cohen vd. 2013).

#### 4.1.1 Ofiyolitik kayaçlar

Ofiyolitik temel kayaçlar, genellikle inceleme alanının güneyinde Doğanlı, Araplı, Kaleköy ve Akköy çevrelerinde geniş alanlarda mostra vermektedir. İnceleme alanının

kuzeyinde ise Ayvalı civarında Lilli Tepe ile Cemilköy güney batısında Kara Tepe civarında paleotopografik yükselti şeklinde görülmektedir (Şekil 4.3a). Genellikle serpantinleşmiş peridotitler, piroksenit, ultramafik kümülatlar, gabro, mikrogabro ve diyorit türü kayalardan oluşmaktadır ve diyabaz daykları ile kesilmiştir (Şekil 4.3b). Arazi çalışmaları sırasında ofiyolitik kayaların yoğun bir şekilde ayrılmış olduğu, serpantinleşmiş ultramafik kayaların çatlak ve kırıklarında kloritleşmeler olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.3c,d). Orta Anadolu Ofiyolitleri'ne dâhil olan bu birim, Dilek ve Whitney (1997) ve Yetiş vd. (1995) tarafından Geç Kretase olarak yaşlandırılmıştır.

Ofiyolitik kayalar inceleme alanının dışında Paleozoyik yaşlı Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayalar üzerine bindirmiş ve Paleosen granitoidleri tarafından kesilmiş durumdadır (Seymen 1982; Göncüoğlu 1986; Toprak ve Göncüoğlu, 1993). İnceleme alanında ise Alt-Miyosen yaşlı Yeşilhisar konglomerası ve paleotopografyaya bağlı olarak yer yer Ürgüp Formasyonu'nun Üst Miyosen yaşlı Mustafapaşa üyesi tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

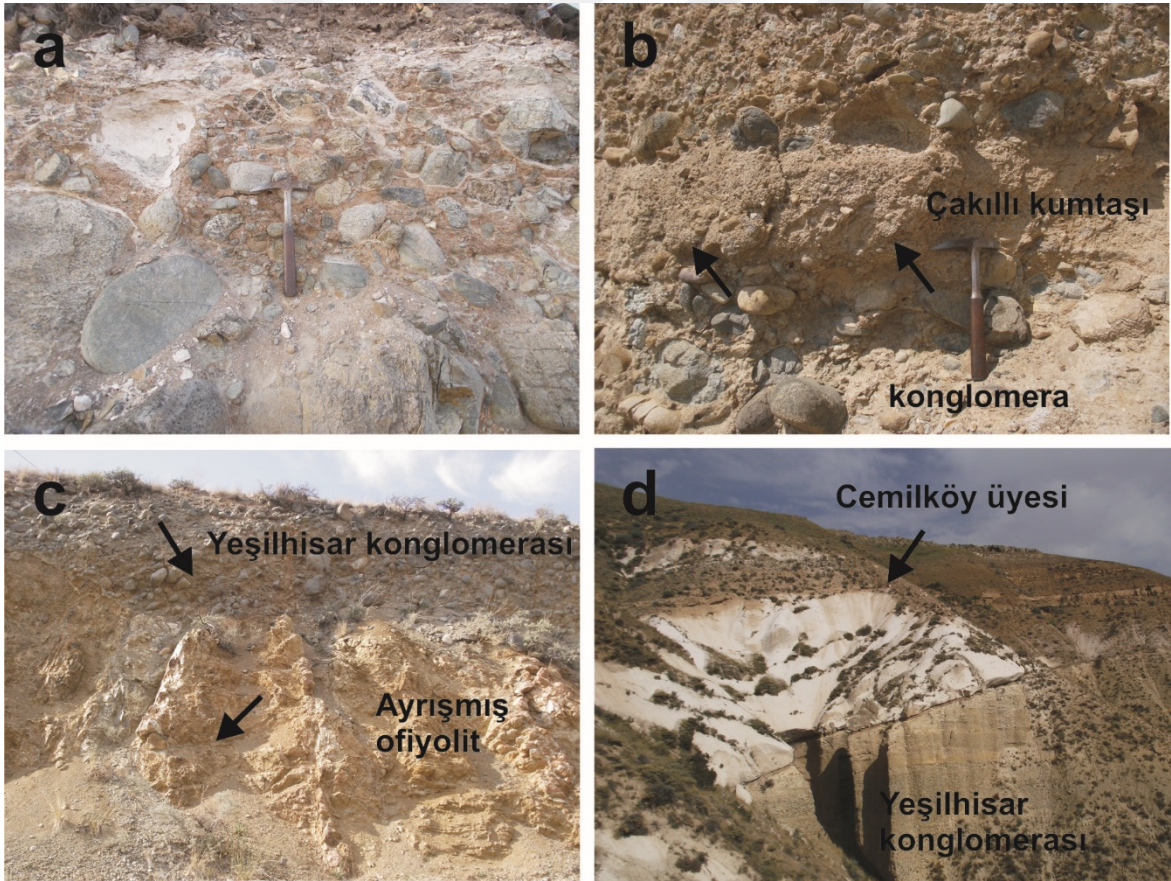


Şekil 4.3. Ofiyolitik temel kayaların arazi görüntüleri, (a) ofiyolitik kayaların genel görünümü (Lilli Tepe) (b) serpantinleşmiş ultramafik kayalar ve (c,d) ayrılmış ofiyolitik kayaların yakın görüntüleri (Araplı Tepe).

#### 4.1.2 Yeşilhisar konglomerası

Çalışma alanının güneyinde Doğanlı (Gördeles) Köyü'nün güney batısında, Sultansazlığı Havzası'nın batı kenarı boyunca; kuzeyde ise Yeşilhisar ve Keşlik Köyü civarına kadar yayılım gösteren, genellikle kırmızı rengi ile göze çarpan akarsu çökelleri ilk kez Blumenthal (1941) tarafından Yeşilhisar Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada ise Yeşilhisar konglomerası (Pasquarè, 1968) ismi uygun görülmüştür. Yeşilhisar konglomerası genellikle kalın tabakalı yer yer masif konglomeralar ve kalınlıkları birkaç cm ile 1 m arasında değişen kumtaşı ve kiltası bantlarından oluşan akarsu çökelleri ile karakteristiktir. Konglomeralar, tane boyları birkaç cm'den 20-30 cm'ye kadar değişen çakıllardan oluşmakta olup, kum-silt-kilden oluşan matriks içermektedir (Şekil 4.4a,b). Güneyde genellikle Toros Orojenik Kuşağı'na ait Permien – Karbonifer yaşlı, siyah renkli rekristalize kireçtaşları yaygındır. Kuzey kesimlerde ise ofiyolitik temele ait serpantinleşmiş

peridotitler, diyabaz ve diyorit türü taneler daha baskın durumdadır. Birimin kalınlığının 300 m'ye vardığı tahmin edilmektedir (Pasquare, 1968). Yeşilhisar konglomerası çalışma alanının güney doğusunda Sultansazlığı Ovası içerisinde Oligosen yaşlı Çukurbağ Formasyonu'nu aşılal uyumsuzluk ile örtmektedir (Blumenthal, 1941; Pasquare, 1968, Innocenti vd., 1975). Çalışma alanında ise Akköy, Kaleköy güneyi ve Araplı civarında Mesozoyik Ofiyolitik temel kayaçları üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 4.4c). Birimin yaşı Ayrancı (1991) tarafından Alt Miyosen ( $19.7\pm 3\text{Ma}$ ) olarak belirtilmiştir. Ancak Pasquare'e (1968) göre Sultansazlığı ovasında gözlenen Eosen serileri ile dokanak ilişkileri göz önüne alındığında birimin yaşının Oligosen-Miyosen olabileceği düşünülmektedir. Yeşilhisar konglomerası Miyosen-Pliyosen yaşlı Ürgüp Formasyonu'na ait volkanoklastik çökeller tarafından uyumsuzlukla örtülmüştür (Şekil 4.4d).



Şekil 4.4. Yeşilhisar konglomerası'nın arazi görüntüleri; (a) Yeşilhisar konglomerası'nın genel görünümü, (b) Yeşilhisar konglomerası içerisinde görülen kumtaşı bantlarına bir örnek, (c) Yeşilhisar konglomerası ile ofiyolitik temel kayaçlar arasındaki dokanak ilişkisi (Araplı Köyü) ve (d) Yeşilhisar konglomerası ve Cemilköy üyesi'nin dokanak ilişkisi (Hacıbekirli Köyü yakınları).

### 4.1.3 Ürgüp Formasyonu

Killi karbonatlı akarsu ve göl sedimanları ile volkanik ve volkanoklastik birimlerin ardalanmasından oluşan birim ilk kez Pasquarè (1968) tarafından Ürgüp Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Pasquarè (1968) Ürgüp Formasyonu'na ait akarsu ve göl ortamında çökelmiş tortul birimleri Yemliha, Hatlarpınar, Mustafapaşa, Salur Konglomerası, Bayramhacılı ve Kışla Dağ kireçtaşı olmak üzere altı üyeye; volkanosedimanter birimleri ise 12 ayrı üyeye ayırmıştır. Yemliha ve Salur üyeleri inceleme alanında görülmemektedir. Hatlarpınar üyesi ise bu çalışmada dokanak ilişkileri ve sedimanter ortam özellikleri bakımından Mustafapaşa Üyesi'ne dahil edilmiştir. Viereck-Goette vd. (2010) Ürgüp Formasyonu içerisindeki volkanoklastik birimleri; Eneski, Güvercinlik, Kavak, Zelve, Sarımaden Tepe, Cemilköy, Güzel Dere, Tahar, Gördeles, Kızılkaya ve İncesu olmak üzere 11 üyeye ayırmıştır. Bu üyelerden Eneski, Güvercinlik, Zelve, Güzel Dere ve İncesu ignimbiritleri inceleme alanının dışında mostra vermektedir. Buna karşılık, inceleme alanının güneyinde Keşlik ve Akköy civarında mostra veren ve Pasquarè (1968) tarafından “*Erdemesin lentil*” olarak tanımlanan aglomeratik birimler bu çalışmada “Erdemli aglomerası” adı altında Ürgüp Formasyonu içerisinde değerlendirilmiştir. Pasquarè (1968) ayrıca Ürgüp Formasyonu'na ait bu üyeler ile birlikte bulunan Neojen yaşlı volkanizma ürünlerini de; Büyükkale Tepe Andeziti, Derviş Tepe Andeziti, Damsa Vadisi Bazaltı, Çatal Tepe Bazaltı, kırmızımsı renkli cürufumsu bazalt, bazaltik cürufklar ve Topuz Dağ Bazaltı olmak üzere Ürgüp Formasyonu'ndan ayrı olarak tanımlamıştır. Ürgüp Formasyonu, çalışma alanında Erdemli, Mustafapaşa, Kavak, Sarımaden Tepe, Cemilköy, Bayramhacılı, Tahar, Gördeles, Kızılkaya ve Kışla Dağ üyeleri ile temsil edilmektedir.

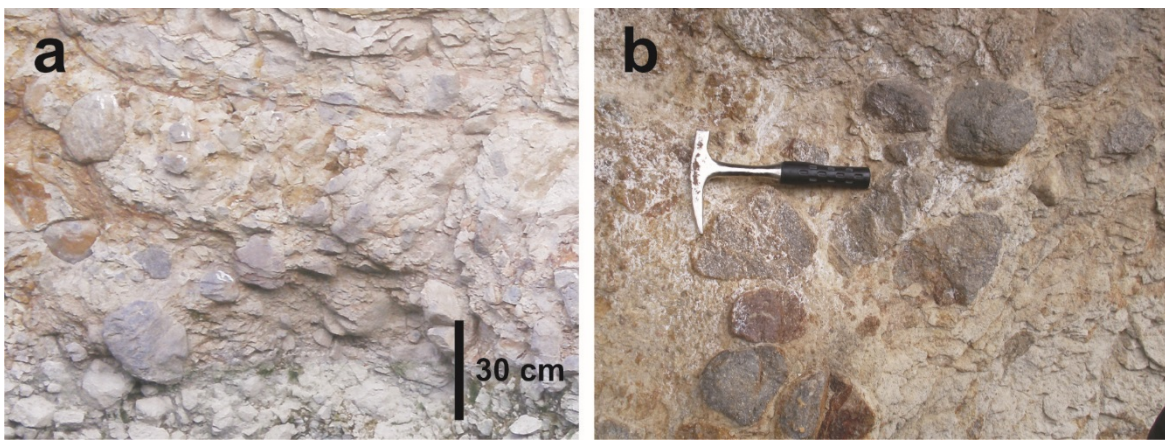
Ürgüp Formasyonu'nun toplam kalınlığı Pasquarè (1968) tarafından 420,30 m olarak ölçülmüştür. Pasquarè (1968) birimin yaşını Üst Miyosen– Pliyosen olarak belirtmiştir.

#### 4.1.3.1. Erdemli aglomerası

İnceleme alanında Akköy batısında ve Keşlik civarında yüzeyleyen kaba taneli, bazaltik bileşimli aglomera ve piroklastik malzemelerden oluşan birim ilk olarak Pasquarè (1968) tarafından Neojen volkanik aktivitesinin ilk güçlü kanıtı olarak tanımlanmıştır. Birim, volkanik kökenli konglomeralar, aglomeralar ve bazen ignimbritik yapıda, pümisli

ve vitritik tüflerden meydana gelmiştir (Şekil 4.5a,b). Aglomeralar özellikle Kesteliç kuzeyinde; Karadağ ve Çiç Tepeler’de yaygındır. Birim genel olarak masif yapıda olup, tabakalanma izleri belirsizdir. Killi kumlu yapıda bir tüflü matriks içerisinde köşeli ve boyutları 1 m<sup>3</sup>’den daha iri bloklar ve daha küçük boyutta kısmen yuvarlaklaşmış bloklar içerir.

Pasquarè (1968) birimin kalınlığını Erdemli’nin 2 km güneyindeki Karangur Dere Vadisinde 155,65 m olarak ölçmüştür. Tabanda Yeşilhisar kongloması üzerine uyumsuz olarak gelen birim üst seviyesinde Kavak üyesi tarafından örtülür.



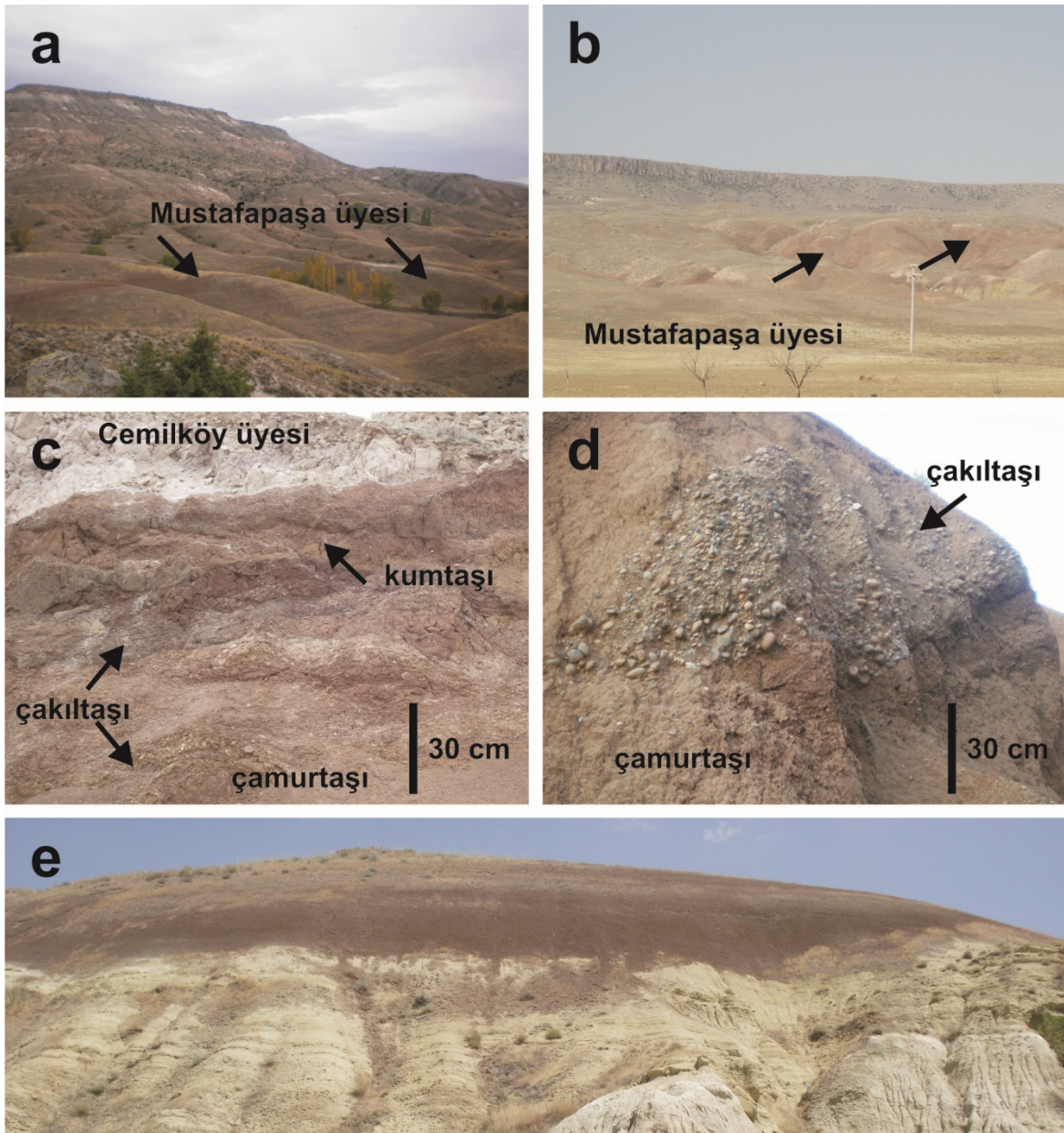
Şekil 4.5. Erdemli aglomerasının arazideki görünüşleri: (a,b) piroklastik matriks içerisinde dağılmış, az yuvarlak-köşeli bazaltik bileşimli tanelerin görünümü.

#### 4.1.3.2. Mustafapaşa üyesi

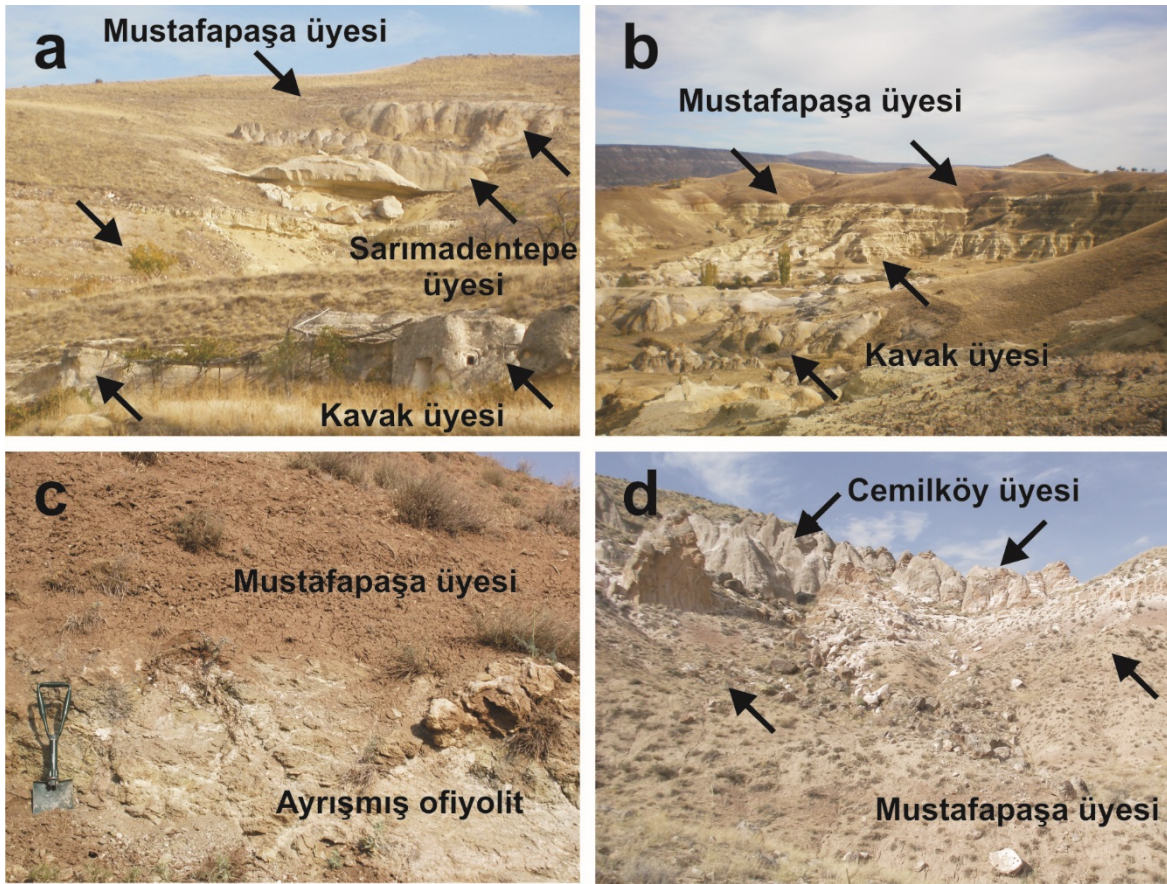
Genellikle grimsi-sarı, haki ve şarabi renkli çamurtaşlarından oluşan ve ince çakıltaşı ve kumtaşı bantları içeren, birim ilk olarak Pasquarè (1968) tarafından Mustafapaşa Üyesi olarak adlandırılmıştır. Birim genellikle sakin sığ göl ortamında çökelmiş, mevsimsel koşullar etkisinde değişen çökeltme koşullarına göre yeşil ve kırmızı tonlarda kıltaşı aralanması ve ani sellenmeler sonucu daha yüksek enerjili akarsu çökellerini temsil eden kanal içi dolgular şeklinde geniş çakıltaşı mercceklerinden ve yer yer kumtaşı mercceklerinden oluşmaktadır (Şekil 4.6a-d; Gürel ve Kadir, 2006). Çakıltaşı ve kumtaşı mercceklerinin kalınlıkları ve tekrarlanma sıklıkları inceleme alanında güneyden kuzeye doğru ve ölçülen kesitlerde üst seviyelere doğru azalma göstermektedir. Bununla birlikte, kuzeye ve üst seviyelere doğru kil taşlarının kalınlıklarında artış ve şarabi kırmızı rengin ise daha baskın olduğu görülmektedir (Şekil 4.6e). Ayrıca üst seviyelerdeki çamurtaşları içerisinde kırık

çatlak yüzeylerinde mangan boyamaları dikkati çeker. Birim, inceleme alanının kuzeyinde Boyalı Köyü civarında, güneye doğru Cemilköy'e doğru yayılım gösterir. Güneyde ise Keşlik Köyünden itibaren Akköy'den Araplı'ya doğru Sultansazlığı Havzası'nın batı kenarı boyunca geniş bir alanda gözlenmektedir. Birimin en iyi gözlendiği yer adını aldığı Mustafapaşa Köyü civarında bulunan Aliye Tepe'dir. Pasquarè (1968) burada birimin kalınlığını 88,45 m olarak ölçmüştür.

Mustafapaşa üyesi, Ürgüp güneyinde Damsa Vadisi boyunca Kavak ignimbiritini uyumlu olarak üzerlemektedir. Ayvalı civarında Sarımaden Tepe ignimbiriti ve Damsa Vadisi içerisinde Damsa Bazaltları ile ara katmanlı olarak gözlenen birim (Şekil 4.7a,b) Akköy ve Keşlik köyleri arasında ofiyolitik temel kayalar ve daha güneyde ise Oligosen - Miyosen yaşlı Yeşilhisar konglomasını üzerinde uyumsuz olarak örtmektedir (Şekil 4.7c,d). Mustafapaşa Üyesi inceleme alanında Cemilköy ignimbiritleri tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. Birimin çökeliminin, dokanak ilişkileri dikkate alınarak ve Kavak, Sarımaden Tepe ve Cemilköy ignimbiritlerine ait yaş verilerine (Lepetit vd., 2014) göre birimin yaşı Üst Miyosen olarak düşünülmektedir.



Şekil 4.6. Ürgüp Formasyonu Mustafapaşa üyesinin arazi görünüşleri; (a) Mustafapaşa Üyesi'nin inceleme alanının kuzey kesimindeki genel görünümü (Avla Dağ doğu yamacı, Damsa Vadisi), (b) Mustafapaşa Üyesi'nin inceleme alanının güney kesimindeki genel görünümü (Yeşilhisar güneyinden Sultansazlığı Ovası'nın batı sınırının görünümü), (c) Mustafapaşa üyesi içerisindeki kumtaşı ve çakıltaşı mercekleri (Yeşilhisar güneyi, Çevliktaş Tepe doğu yamacı), (d) çakıltaşı merceğinin yakından görünümü (Yeşilhisar güneyi Şap Dere Vadisi) ve (e) Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarındaki renk değişimi (Mustafapaşa Beldesi, Zolada Tepe kuzey yamacı).



Şekil 4.7. Mustafapaşa üyesi dokanak ilişkilerinin arazideki görünüşleri; (a,b) Mustafapaşa üyesi'nin Kavak ve Sarımadentepe üyeleri ile dokanak ilişkileri, (c) Mustafapaşa üyesi'nin ofiyolitik kayalar ile olan dokanak ilişkisi ve (d) Mustafapaşa üyesi'nin Cemilköy üyesi ile olan ilişkisi.

#### 4.1.3.3. Kavak üyesi

İlk kez Pasquarè (1968) tarafından Kavak üyesi olarak adlandırılan birim, Kapadokya Volkanik Provensi içerisindeki Neojen volkanik aktivitesinin ilk yaygın piroklastik ürünlerini teşkil etmektedir (Şekil 4.8). Vierreck-Goette vd. (2010) tarafından Mustafapaşa üyesi'nin killi sedimanları ile ara katmanlı Kavak grubu adı altında 4 ignimbiritik seviye halinde incelenmiştir. Kavak üyesi inceleme alanının güneyinde Yeşilhisar civarında ve kuzeyde Ayvalı civarında ofiyolitik temel kayalar ve Yeşilhisar konglomerası'nı uyumsuz olarak üzerler. Birim Ayvalı Köyü civarında Sarımaden Tepe üyesi ve Ürgüp güneyinde Damsa Vadisi içerisinde Mustafapaşa üyesi tarafından üzerler. Keşlik Köyü civarında ise Mustafapaşa üyesi'nin yokluğunda direkt olarak Cemilköy ignimbiriti tarafından üzerlenmektedir. Kavak üyesine ait seviyeler zengin kristalli riyolitik

bileşimli olup, plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve az miktarda alkali feldspat içerikleri ile mineralojik açıdan birbirlerine oldukça benzerdirler (Le Pennec vd., 1994). Kavak üyesi'nin kalınlığı ortalama 30 – 40 m arasında değişmekte olup Pasquare (1968) birimin kalınlığını tip kesitinde 100 m olarak ölçmüştür.

Vierreck-Goette vd. (2010) K/Ar yöntemi ile Kavak üyesi'ne ait seviyelerden Tortoniye'ye (Üst Miyosen) karşılık gelen 9 – 11 My yaş elde etmişlerdir. Le Pennec vd. (1994) tarafından Kavak üyesi'nin kaynağının Nevşehir güneyindeki Çardak çöküntü havzası civarında olabileceği belirtilmiştir.



Şekil 4.8. Kavak üyesinin (alt seviyeler) genel görünümü (Avla Dağı batısı Karain Köyü).

#### **4.1.3.4. Sarımadentepe üyesi**

Çalışma alanının kuzeyinde Karain, Karacaören, Mustafapaşa, daha güneyde Damsa Vadisi ve Cemilköy civarında yüzeyleyen, diğer ignimbiritik birimlere oranla daha koyu renkli, masif, yer yer kalın tabakalı, iyi pekişmiş ve homojen bir görünüm sunan ignimbiritik birimler Pasquare (1968) tarafından Sarımaden Tepe adı ile tanımlanmıştır. Birim en iyi şekilde Mustafapaşa'nın 1,5 km güneyindeki Aliye Tepe'de Mustafapaşa üyesinin sedimanları arasında görülmektedir (Şekil 4.9). Birim bu lokasyonda 22 m kalınlığa ulaşmaktadır (Pasquare, 1968). Ortalama kalınlığı ise 10 m civarındadır. Birimin porfiritik

pümisler ile birlikte % 20-40 oranında plajiyoklaz, biyotit, oksitler ve az miktarda amfibol, kuvars ve klinopiroksen içermektedir (Le Pennec vd., 1994).

Le Petit vd. (2014)  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  verilerine göre Sarımadentepe üyesi'nin yaş aralığının en yüksek ihtimal ile 9.1-9.8 My olması gerektiğini belirtmiştir. Le Pennec vd. (1994) göre Sarımadentepe üyesi'nin kaynağı Yeşilhisar'ın 30 km batısındaki Derinkuyu ile Kaymaklı arasında kalan bir yerde olmalıdır.



Şekil 4.9. Sarımadentepe üyesi'nin Aliye Tepe'nin kuzey yamacındaki görünümü.

#### **4.1.3.5. Cemilköy üyesi**

İnceleme alanında pümisce zengin, parlak-grimsi beyaz ve belirgin peri bacası yapıları ile kolaylıkla ayırt edilebilen ignimbiritik seviyeler ilk kez Pasquare (1968) tarafından Cemilköy üyesi olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanında Ürgüp'den güneye doğru Damsa Vadisi, Soğanlı Dere Vadisi ve Akköy üzerinden, Keşlik, Yeşilhisar ve Araplı'nın güneyine kadar geniş bir alanda yüzeylemektedir. Cemilköy üyesi, alt sınırındaki Mustafapaşa üyesi ile üst sınırındaki Bayramhacılı üyesi arasında belirgin bir stratigrafik klavuz görevi görür. Belirgin rengi ve genellikle sivri uçlu koni şekilli peri bacası yapıları ile kolaylıkla takip edilebilmektedir (Şekil 4.10). Kalınlığı 40-110 m arasında değişen birim Keşlik civarında Kavak üyesi'ni yer yer Sarımadentepe üyesi'ni üzerlerken güneyde Araplı

civarında Yeşilhisar konglomerası'nı veya ofiyolitik temel kayaları uyumsuzluk ile örter. Burada birim yüzeyinde aşınma etkileri belirgindir. Derin çökmelerin olduğu bölgelerde birimin kalınlığı birkaç metreye kadar düşer. Birim içerisinde plajiyoklaz, biyotit, oksitler, kuvars ve amfibol fenokristalleri yaygın olarak görülmekle birlikte yer yer ofiyolitik temel kayalara ait litik parçalar, piroksen ve olivin kristalleri içermektedir. (Le Pennec vd., 1994). Cemilköy üyesi'nin en muhtemel yaş aralığı Lepetit, vd. (2014) tarafından  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  verilerine göre 8,9-9,8 My olarak belirtilmiştir. Le Pennec vd. (1994) Cemilköy üyesi'nin kaynağını Derinkuyu civarı olarak önermiştir.

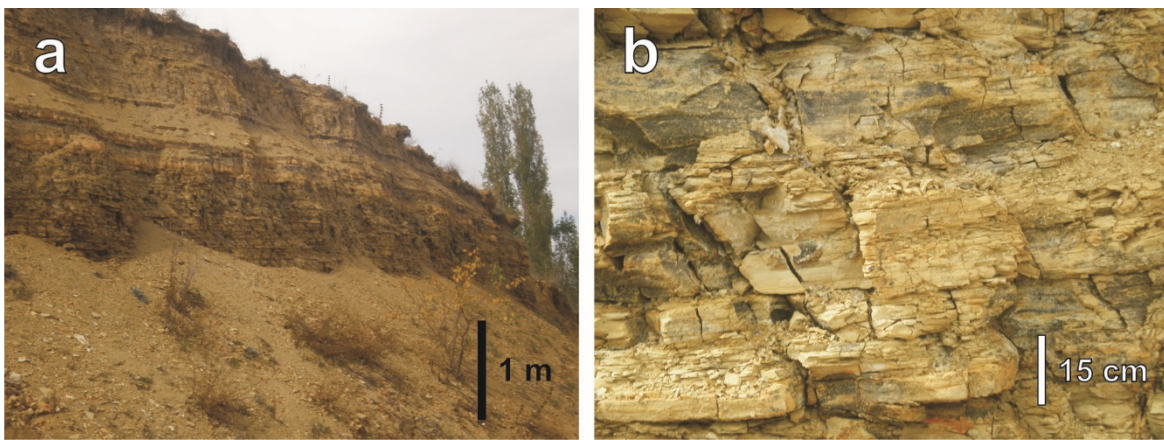


Şekil 4.10. Cemilköy üyesi'nde görülen sivri uçlu koni şekilli peri bacası yapıları (Ayvalı Köyü kuzeyi).

#### **4.1.3.6. Bayramhacılı üyesi**

Genellikle çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, marn, kireçtaşı, tuf ve tüfitler ile diatomit ve paleotopraklar ile temsil edilen akarsu-göl ortamında çökelmiş karasal çökeller Pasquare (1968) tarafından Bayramhacılı üyesi olarak adlandırılmıştır. Birim Temel (1992)'nin Çökek üyesi'nin üst seviyelerine karşılık gelmektedir. Tahar üyesi tarafından kesilen Bayramhacılı üyesi Gürel and Kadir (2006) tarafından Alt ve Üst Bayramhacılı olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Karbonat içeriğinin daha fazla olmasına karşın kil oranının düşük olması ile Mustafapaşa üyesi'nden ayırt edilir (Şekil 4.11a,b).

İnceleme alanında Ürgüp çevresinde ve inceleme alanının dışında Bayramhacılı üyesi, Bayramhacılı köyü civarında, Başköy ve Şahinefendi köyleri civarında, Kışladağ, Akdağ, Zelve köyü doğusunda yüzeylenmektedir. Pasquarè'e (1968) göre, Bayramhacılı üyesi özel çevresel koşulların veya volkanik etkinliklerin sonucunda meydana gelmiştir. Yazara göre, tekrarlanan kumlu ve karbonatlı fasiyesler yaygın olarak gölsel, ikincil olarak alüviyal ve su üstü aşınma fasiyeslerinin üyenin her yerinde gelişmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Bölgede 20 metre kalınlığa erişebilen bu üyenin yaşı Üst Miyosen'dir (Pasquarè, 1968).



Şekil 4.11. Bayramhacılı üyesi'nin marnlı seviyelerinin arazideki görünümü: (a) genel görünüm, (b) yakından görünümü (Ürgüp kuzeyi, Bayramhacılı Köyü).

#### 4.1.3.7. Tahar üyesi

Genellikle pembe rengi ile belirgin, pümsü ve andezit ve bazalt parçaları içeren piroklastik akma ürünlerinden oluşan birim Pasquarè (1968) tarafından Tahar üyesi olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında Avla Dağ'ın batı ve doğu yamaçlarında güneyde Cemilköy'e doğru Damsa Vadisi'nin iki yamacı boyunca Ürgüp Formasyonu içerisinde bir seviye halinde mostra vermektedir. Birimin yaşı Lepetit, vd. (2014) tarafından en iyi ihtimal ile 7,4-8,2 My olarak belirlenmiştir.

#### 4.1.3.8. Gördeles üyesi

Gördeles üyesi ilk kez Pasquare (1968) tarafından adlandırılmıştır. Doğanlı (Gördeles) ve Araplı Köyleri arasında, Akıllıdağ Yamaçları'nda, Yeşilöz (Tahar) Köyleri, Ulaşlı ve Sofular Köyü, Soğanlı Vadisi'nde, Başköy civarında yüzeylenmektedir. Büzülme çatlağı göstermeyen, ince taneli, orta kaynaşma gösteren, masif yapılı, kristal zengini bir ignimbrittir. Bu birimin kalınlığı bölgede ortalama 14 m olup, bölgede Cemilköy üyesi üzerine gelmektedir. Le Pennec vd. (2005) Gördeles üyesi'nin yaşını Üst Miyosen'e karşılık gelen 6,8 – 7,6 My olarak belirlemiştir.

#### 4.1.3.9. Kızılkaya üyesi

İlk kez Beekman (1966) tarafından Kızılkaya ignimbriti olarak adlandırılan bu birim Ürgüp Formasyonu'nun inceleme alanı sınırları içerisindeki en genç piroklastik çökellerini temsil etmektedir. Gri-kızılımsı kahverengi ayrışma rengi ile ve bulunduğu seviyelerde dik yamaçlar oluşturan görünümü ile inceleme alanında geniş alanlarda kolaylıkla takip edilebilmektedir (Şekil 4.12). Birimin taze kırık üzeyileri ise pembe - açık gri renklidir. Tabanında pekişmemiş andezit, granit ve bazalt bileşimli kayaç parçaları içermesine rağmen üst seviyeleri iyi pekişmiş ignimbritlerden oluşmaktadır. Birimin yaşı en olası ihtimal ile 5,3 – 5,5 My olarak önerilmiştir (Lepetit vd., 2014).



Şekil 4.12. Kızılkaya üyesi'nin arazi görünümü (Başköy batısı).

#### **4.1.3.10. Kışla Dağ üyesi**

Genellikle krem – beyaz renkli, kireçtaşlarından oluşan Kışla Dağ üyesi ilk kez Pasquarè (1968) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanında Avla Dağ'da Kızılkaya ignimbiritini örter. Birimin kalınlığı Pasquarè (1968) tarafından en iyi görüldüğü Kışla Dağ'da 22 m olarak belirlenmiştir. Kışla Dağ üyesinin yaşı, Kızılkaya üyesi (5,3 – 5,5 My) ve inceleme alanının dışında görülen İncesu üyesi (2,8 My) arasındaki belirgin stratigrafik konumuna göre Pliyosen olmalıdır (Viereck-Goette vd., 2010; Lepetit vd., 2014).

#### **4.1.4. Kuvaterner birimleri**

İnceleme alanındaki en genç birimler gevşek tutturulmuş, kötü boylanmış, çakıl, kum, silt, kil ve ince bir toprak örtüsünden oluşan alüvyon, yamaç molozları ve beyaz, yer yer pembemsi beyaz renkli travertenlerdir.

### **4. 2. Arazi Çalışmaları ve Örnekleme**

#### **4.2.1. Mustafapaşa üyesi litofasiyes özellikleri**

Arazi incelemeleri sırasında Mustafapaşa üyesine ait çökeller üç farklı litostratigrafik başlık altında incelenmiştir.

##### **4.2.1.1. Çakıltası**

Mustafapaşa üyesi içerisinde kanal dolguları halinde görülen bu litofasiyes genellikle gri renkli, tabakalama göstermeyen, kötü boylanmış ve yarı yuvarlak – yuvarlak taneler içeren çakıltaları ile temsil edilir. Çakıltaları genellikle kil-silt ve kum matriksli olup, genellikle matriks destekli bir doku gösterirler. Genellikle ofiyolitik temele ait serpantinleşmiş peridotit, gabro, diyabaz ve bazalt türü taneler içerirler. Çakıltaları içerisinde ölçülen tane boyları ortalama birkaç cm ile 10 cm arasında değişmekte olup, yer yer 50 cm'ye ulaşan bloklar içerebilmektedir. Çakıltalarının tane boyları ve kalınlıkları ile tekrarlanma sıklıkları inceleme alanında güneyden kuzeye doğru azalma gösterir.

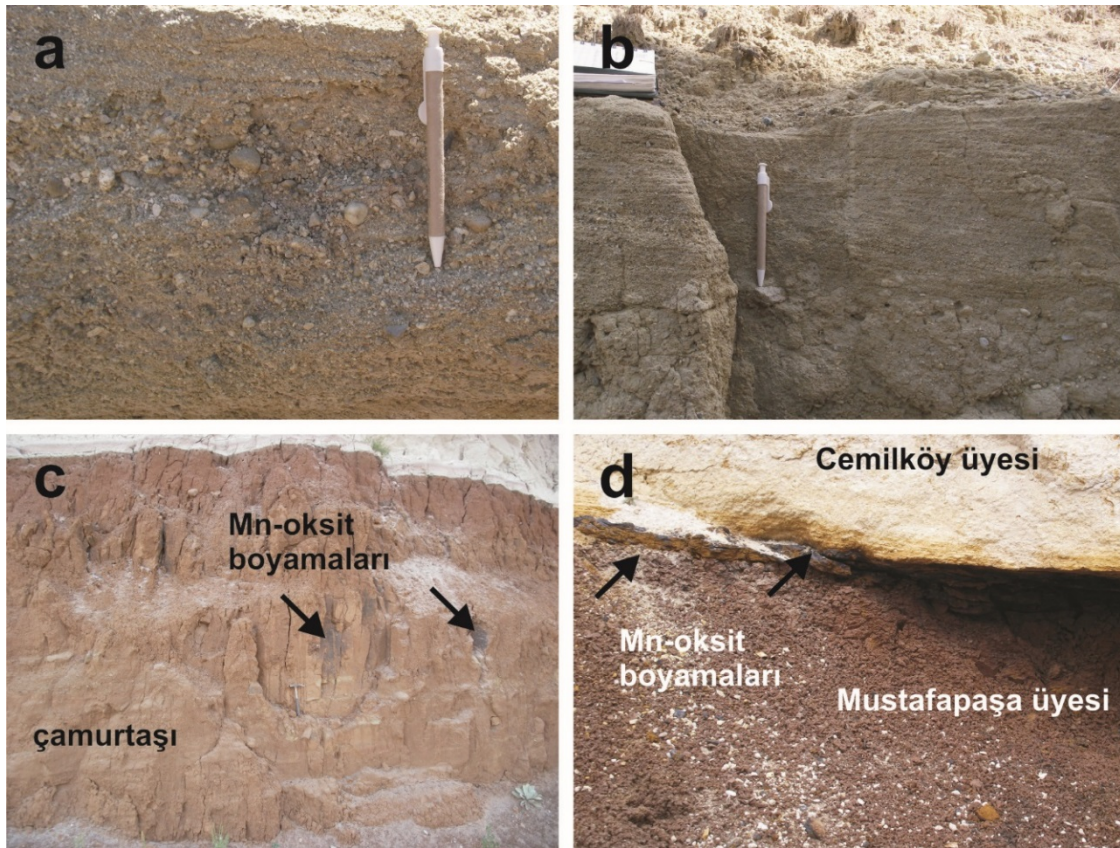
Bununla birlikte, ofiyolit kaynaklı çakıllar kuzey kesimlerde volkanik kökenli çakıllara göre azalma göstermektedir. Çakıltaşları merceksi yapıda olup genellikle birkaç metreyi aşmayan sınırlı yanal devamlılığa sahiptirler (Şekil 4.13a).

#### **4.2.1.2. Kumtaşı**

Mustafapaşa üyesi sedimanları içerisinde genellikle yeşilimsi-gri renkli, orta – ince taneli, tabaka kalınlıkları 10 – 50 cm arasında değişen, yer yer bitki kök izleri içeren kumtaşları ile temsil edilir. Kumtaşlarının tane içeriklerine bakıldığında, inceleme alanının güney kesimlerinde ofiyolitik temel kayalara ait tanelerin daha baskın olduğu, kuzeye doğru ise volkanik kayalardan kaynaklı parçaların artış gösterdiği saptanmıştır. Yer yer belirsiz çapraz tabakalanma gösteren kumtaşı tabakalarının yanal devamlılıkları birkaç yüz metre ile birkaç kilometre arasında değişmektedir (Şekil 4.13b).

#### **4.2.1.3. Çamurtaşı**

Bu litofasiyes, Mustafapaşa üyesi'nin hakim litolojisini oluşturan, genellikle kalın tabakalanmalı yer yer masif alt seviyelerde genellikle grimsi-yeşil, sarı renklere fakat üst seviyelerde genellikle kırmızımsı kahverengi renklere görülen smektitik karakterli çamurtaşları ile temsil edilir. Kuruma çatlakları ve bitki kök izleri içeren ve çatlak yüzeylerinde yer yer mangan oksit sıvımalı çamurtaşları, yumuşak bir topoğrafya eşliğinde yaklaşık olarak 10 km genişliğinde ve 60 km uzunluğunda bir bölgeyi kaplamaktadır. Bu geniş alanda birimin kalınlığı ortalama olarak 70 m civarındadır (Şekil 4.13c,d).



Şekil 4.13. Mustafapaşa üyesine ait litofasiyeler; (a) çakıltaşları, (b) kumtaşları ve (c,d) çamurtaşları ve kurumaçatlakları ile birlikte görülen mangan boyamaları.

#### 4.2.2. Ölçülü stratigrafik kesitler

İnceleme alanında, Mustafapaşa üyesi'nin çökelme ortamını en iyi şekilde temsil edecek 11 farklı lokasyondan stratigrafik kesit ölçümü ve örnekleme yapılmıştır. Bu kesitler inceleme alanının güneyinden kuzeyine doğru aşağıdaki sıra ile tanımlanmıştır.

##### 4.2.2.1. Hacıbekirli kesiti (K1)

Bu kesit, Araplı Köyü'nün 7 km güney doğusunda, Hacıbekirli Köyü yakınlarında ölçülmüştür. Kesitin tabanında Yeşilhisar konglomerası'na ait çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve yer yer kiltası ara bantları içeren çakıltaşları bulunmaktadır. Kesitin en üst seviyesinde ise Cemilköy üyesi uyumsuz olarak bulunmaktadır (Şekil 4.14, K1). 15 m olarak ölçülen bu kesitte Yeşilhisar konglomerası'na ait çakıltaşlarından, kumtaşlarından ve çamurtaşı bantlarından olmak üzere toplam 7 adet örnekleme yapılmıştır.

#### **4.2.2.2. Araplı Köy kesiti (K2)**

Bu kesit, Araplı Köyü'nün 1,5 km kuzeyinde Araplı Tepe'nin güney yamacında açılmış bir yarmada ölçülmüştür. Kesit tabanında yarı ayrışmış – ayrışmış ve diyabaz daykları tarafından kesilmiş ofiyolitik temele ait birimler bulunmaktadır. Kesitin üst seviyelerine doğru ofiyolitik kayaçlardaki ayrışmanın arttığı gözlenmiştir. Bu birimler güncel yamaç molozları ile örtülmüştür. Kesitin en üst kesiminde ise Cemilköy üyesi'ne ait ignimbiritler bulunmaktadır. Yaklaşık 15 m ölçülen bu kesiten serpantinleşmiş peridotitlerden, gabro ve piroksenitler ile diyabaz dayklarından toplam 17 örnek alınmıştır (Şekil 4.14, K2).

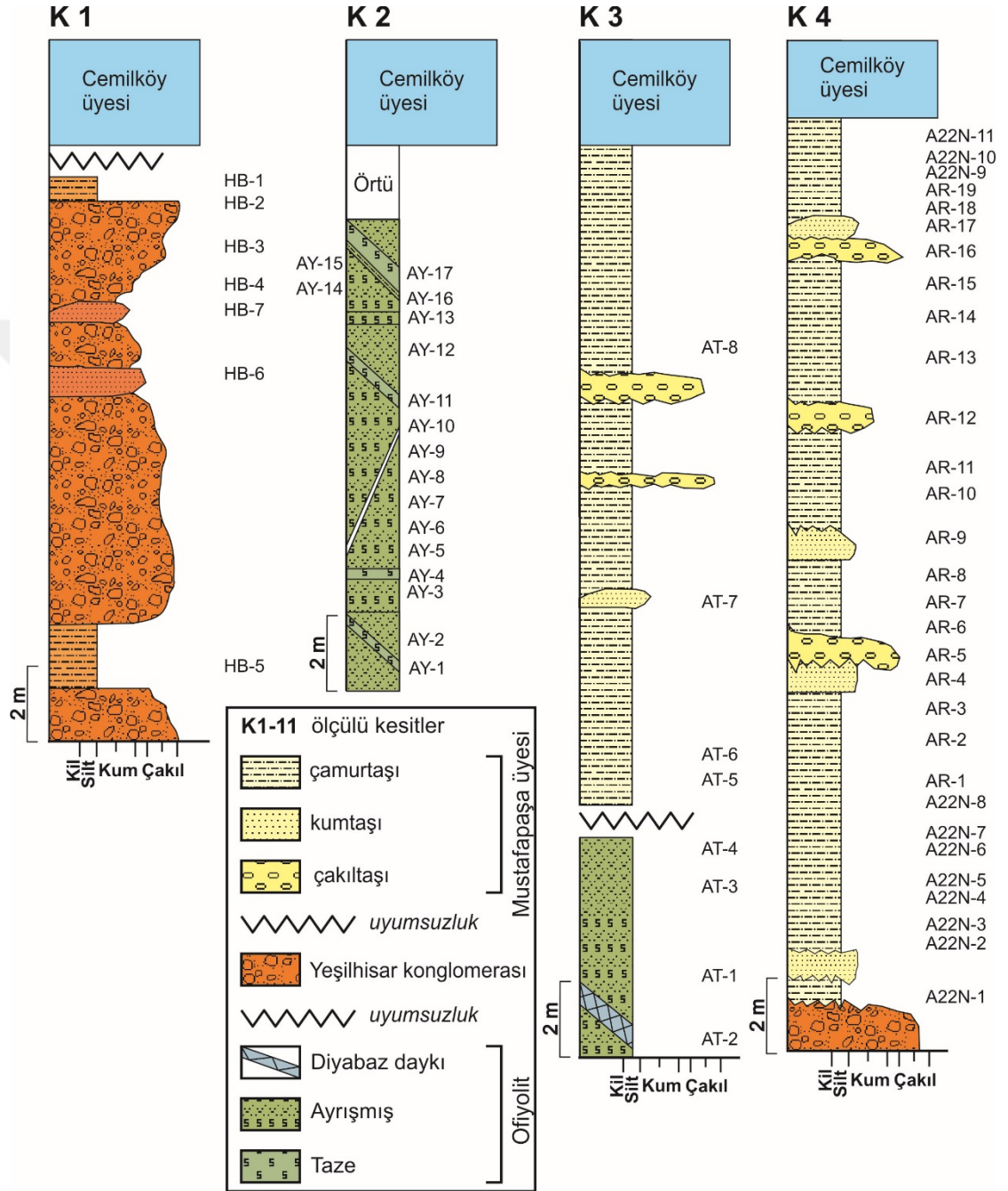
#### **4.2.2.3. Araplı Tepe kesiti (K3)**

Bu kesit, Araplı Köyünün kuzeyinde, Araplı Tepe'nin doğu yamacından ölçülmüştür. Kesitin tabanında ofiyolitik temele ait kısmen alter ve altere peridotitler bulunmaktadır. Bu birimler Mustafapaşa üyesi yeşilimsi kahverengi renkli çamurtaşları ile uyumsuz olarak örtülüdür. Kesitin üst kesimlerine doğru yaklaşık 6 m kalınlıkta Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarının renkleri kırmızımsı kahverengi renkte değişim gösterir. Kesit en üst seviyedeki Cemilköy üyesi ignimbiritleri ile son bulmaktadır. Kesitin toplam kalınlığı 19,5 m olarak ölçülmüştür. Kesitten toplam 8 adet ofiyolitik kayaç ve çamurtaşı ve kıltaşı örneği alınmıştır (Şekil 4.14, K3).

#### **4.2.2.4. Araplı Geçidi kesiti (K4)**

Bu kesit Yeşilhisar Kasabası'nın güneyinde Niğde yolu üzerinde Araplı Geçidi'nde ölçülmüştür. Kesit, tabanındaki Yeşilhisar konglomerası'na ait genellikle ofiyolitik temelden türeme gabro, piroksenit ve serpantin çakılları içeren çökeller ile başlamaktadır. Üst kesimlere doğru Yeşilhisar konglomerası üzerine uyumsuzluk ile gelen Mustafapaşa üyesi'ne ait çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşan çökeller kesilmiştir. Çamurtaşları kesitin büyük bir bölümünde grimsi-yeşil ve sarı renklidir. Ancak Cemilköy üyesine yakın en üstteki yaklaşık 2 m'lik bir seviyedeki çamurtaşları kırmızımsı-kahverengi renkleri ile dikkat çekmektedir.

Toplam 25 m kalınlıkta ölçülen bu kesit, en üst kesimde Cemilköy üyesi ile son bulmaktadır. Bu kesitte Mustafapaşa üyesi çamurtaşları ile çakıltaşı ve kumtaşı merceklerinden toplam 20 adet örnekleme yapılmıştır (Şekil 4.14, K4).



Şekil. 4.14. İnceleme alanının güney kısmını temsil eden ölçülü kesitler. K1: Hacıbekirli kesiti; K2: Araplı Köy kesiti; K3: Araplı Tepe kesiti ve K4: Araplı Geçiti kesiti.

#### **4.2.2.5. Yeşilhisar kesiti (K5)**

Yeşilhisar kesiti, Yeşilhisar güneyinde Şap Dere Vadisi içerisinde ölçülmüştür. Tabanda ofiyolitik temelden türeme çakıllar içeren Yeşilhisar konglomerası ile başlamaktadır. Üst seviyelere doğru Mustafapaşa üyesi'ne ait çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşan çökeller Yeşilhisar konglomerası üzerine uyumsuzluk ile gelmektedir. Mustafapaşa üyesi çamurtaşları kesitin ilk 15 m'sinde yeşilimsi-gri renklindedir. Cemilköy üyesine yakın 6 m'lik üst seviyede ise çamurtaşları kırmızımsı-kahverengi olarak gözlenmiştir. Toplam 21 m olarak ölçülen bu kesit Cemilköy üyesi ile son bulmaktadır (Şekil 4.15, K5). Kesit ölçümü sırasında Yeşilhisar konglomerası'ndan 2 Mustafapaşa üyesi çamurtaşları ve kumtaşlarından 13 ve Cemilköy üyesinden ise 1 örnek olmak üzere toplam 16 örnekleme yapılmıştır.

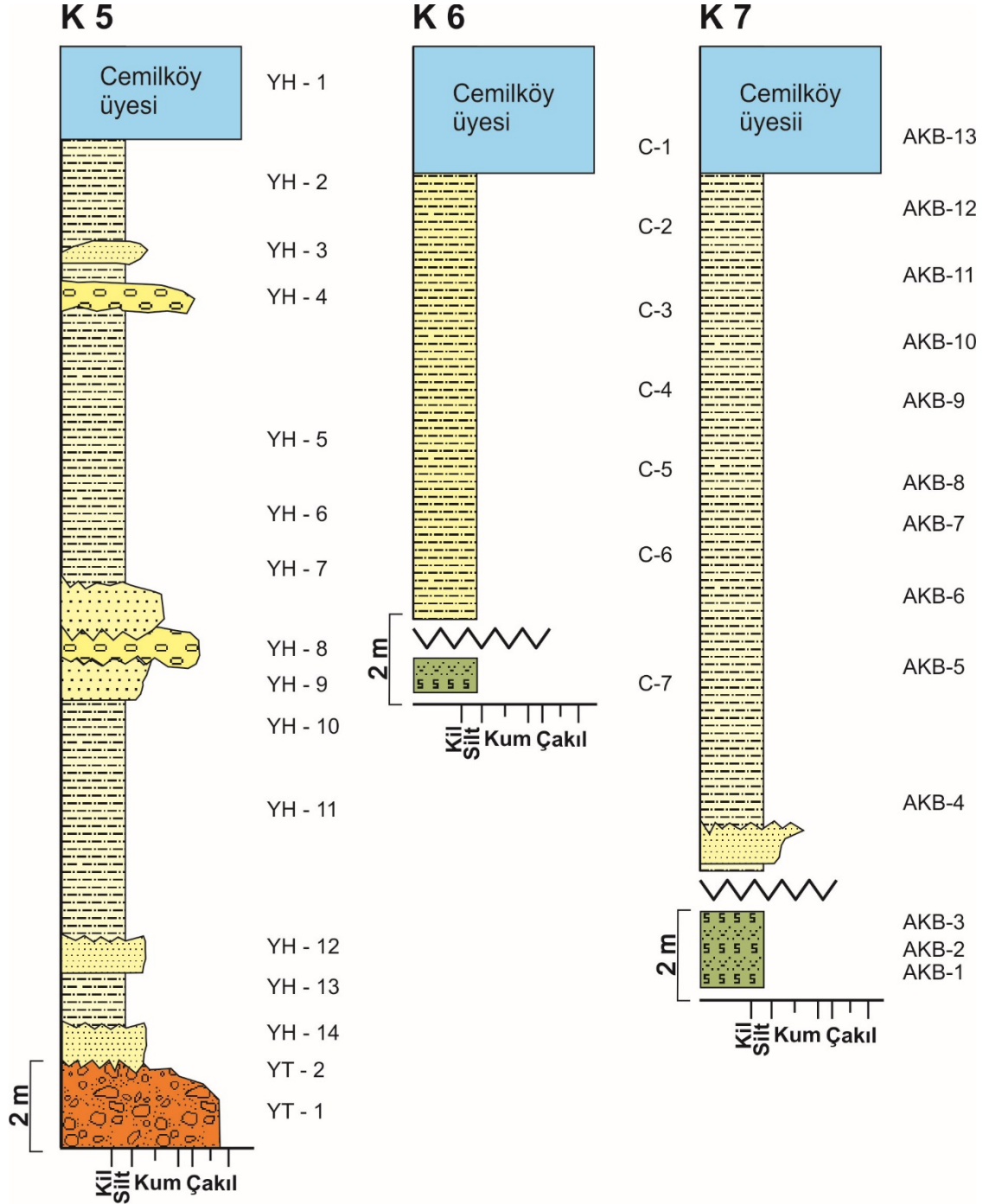
#### **4.2.2.6. Çevliktaş Tepe kesiti (K6)**

Bu kesit Yeşilhisar Kasabası'nın güneyinde Niğde yolu üzerinde Sultansazlığı Baseni'nin batı kenarında Çalı Dere Vadisi içerisinde Çevliktaş Tepe'ye doğru ölçülmüştür. Vadi içerisinde gözlenen ofiyolitik temel kayalar bulunmaktadır. Temel kayalar üzerine uyumsuz olarak gelen Mustafapaşa üyesi'ne ait grimsi-yeşil renkli çamurtaşlarından örnekleme yapılmıştır. Cemilköy ignimbiritine yakın yaklaşık 1 m kalınlıkta kırmızımsı kahverengi çamurtaşları kesilmiştir. Kesit en üst seviyesinde Cemilköy üyesi ignimbiritine ulaşarak son bulmaktadır. Yaklaşık 12 m ölçülen kesit boyunca ofiyolitik temel kayalar, Mustafapaşa üyesi çamurtaşları ve Cemilköy üyesi'nden toplam 7 adet örnekleme yapılmıştır (Şekil 4.15, K6).

#### **4.2.2.7. Akköy kesiti (K7)**

Bu kesit, Akköy güneyinde bulunan Kara Tepe'nin güneybatı yamacında ölçülmüştür. Kesit tabanda ofiyolitik temele ait serpantinleşmiş ultramafik kayalar ile başlamaktadır. Üst seviyelere doğru yaklaşık 3 m kadar Mustafapaşa üyesi'ne ait grimsi yeşil renkli çamurtaşları kesilmiştir.

Bu çamurtaşları üst seviyelere doğru kırmızımsı kahverengi çamurtaşlarına geçer. Kesit, tepenin yamacında Cemilköy üyesi'ne ait pembe renkli, konik şekilli ignimbirit seviyesi ile son bulmaktadır. 19 m kalınlıkta ölçülen kesitten ofiyolitik temel kayaçlar, Mustafapaşa üyesi ve Cemilköy üyesi'nden toplam 13 adet örnekleme yapılmıştır (Şekil 4.15, K7).



Şekil 4.15. İnceleme alanının orta kısmını temsil eden ölçülü kesitler (Açıklama için Bkz. Şekil 4.14). K5: Yeşilhisar kesiti; K6: Çevliktaş Tepe kesiti ve K7: Akköy kesiti.

#### **4.2.2.8. Kolkollu Tepe kesiti (K8)**

Bu kesit, Mustafapaşa Beldesi'nin 4 km güneyinde yer alan Kolkollu Tepe'nin kuzeydoğu yamacında Büyükfadana Dere Vadisi içerisinde ölçülmüştür. Kesit, tabanında Sarımadentepe üyesi'ne ait ignimbiritler başlamakta ve üst seviyelere doğru Mustafapaşa üyesine ait kırmızımsı kahverengi renkli çamurtaşları ve kumtaşı-çakıltaşı bantları ile devam etmektedir. Kesitin en üst seviyesinde Cemilköy üyesi'ne ait ignimbiritler bulunmaktadır. Yaklaşık 15 m kalınlıkta ölçülen kesitte gözlenen Mustafapaşa üyesi'nin farklı seviyelerden toplam 13 adet örnek alınmıştır (Şekil 4.16, K8).

#### **4.2.2.9. Aliye Tepe kesiti (K9)**

Bu kesit, Mustafapaşa Köyü'nün 1,5 km güneyinde bulunan Aliye Tepe' de ölçülmüştür. Kesit ölçümü sırasında toplam 13 adet örnekleme yapılmıştır. Aliye Tepe kesiti tabandaki Kavak Üyesi'ne ait gri renkli, ayrıışmış, 1-2 cm çapında pümis ve kayaç parçaları içeren ignimbiritler ile başlar. Daha sonra 6 m kadar Mustafapaşa Üyesi'ne ait grimsi-yeşil renkli killi ve siltli çökeller ile devam eder. Mustafapaşa üyesi çamurtaşları üst seviyelere doğru kırmızımsı-kahverengi renkte devam eder. Bu çökeller içerisinde çamurtaşları ile ara tabakalı olarak Sarımaden Tepe Üyesi'ne ait 4-5 m kalınlıkta yer yer küçük pümis parçaları içeren yeşilimsi sarı renkli ignimbiritler yer alır. Bu kesit üst seviyelere doğru tekrar Mustafapaşa Üyesi'ne ait kırmızımsı-kahverengi renkli çökeller ile devam eder ve en üstte Damsa Bazaltı ile son bulmaktadır (Şekil 4.16, K9). Kesit, örnekleme yapıldığı yamaç boyunca yaklaşık 25 m olarak ölçülmüştür. Bu kesitte, Kavak üyesi'nden 1, Sarımadentepe üyesi'nden 1 ve Mustafapaşa üyesi'nden ise 20 olmak üzere toplam 22 adet örnekleme yapılmıştır.

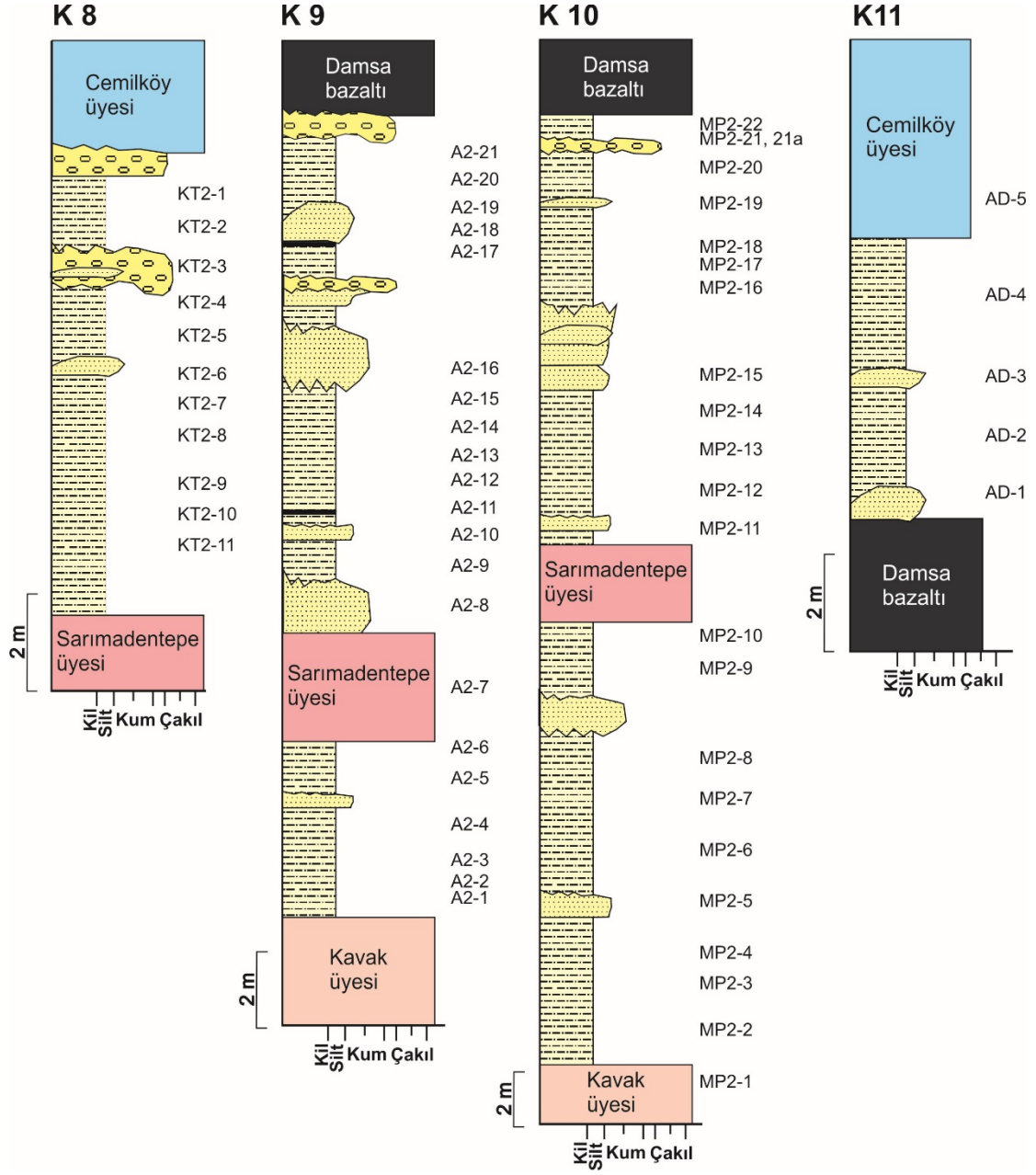
#### **4.2.2.10. Mustafapaşa kesiti (K10)**

Bu kesit, Mustafapaşa'nın güneyinde yer alan Zolada Tepe'nin Kuzey Yamacından ölçülmüştür. Kesitin alt seviyelerinde Kavak üyesinin beyaz, pembemsi beyaz renkli ignimbiritleri bulunmaktadır. Kesit, üst seviyelere doğru Mustafapaşa üyesi çamurtaşları ve kumtaşı ara seviyeleri ile devam etmektedir.

Alt seviyelerde çamurtaşları grimsi-yeşil – haki renktedir. Kesitin yaklaşık 15. metresinde Sarımadentepe üyesi'ne ait ignimbirit seviyesi kesilmiştir. Üst seviyelere doğru kırmızımsı-kahverengi çamurtaşları ile kumtaşı ve çakıltası bantları ile devam eden kesit en üst seviyede Damsa bazaltı ile son bulmaktadır. Toplam kalınlığı 27 m'ye ulaşan bu kesitte, 1 adet Kavak üyesi'nden olmak üzere farklı çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltası seviyelerinden de toplam 23 adet örnek alınmıştır (Şekil 4.16, K10).

#### **4.2.2.11. Avla Dağ kesiti (K11)**

Bu kesit, inceleme alanının en kuzeyinde, Avla Dağ'ın kuzey yamacında ölçülmüştür. Tabanda Damsa bazaltı ile başlayan birim, üst seviyelere doğru Mustafapaşa üyesi'nin kumtaşı, kırmızımsı-kahve rengi renkli çamurtaşı ardalanması ile devam eder ve en üst seviyesinde Cemilköy üyesi'ne ait ignimbiritler ile son bulur. Toplam kalınlığı yaklaşık 9 m olan bu kesitten toplam 5 adet örnek alınmıştır (Şekil 4.16, K11).



Şekil. 4.16. İnceleme alanının kuzey kısmını temsil eden ölçülü kesitler (Açıklama için Bkz. Şekil 4.14). K8: Kolkollu Tepe kesiti; K9: Aliye Tepe kesiti; K10: Mustafapaşa kesiti ve K11: Avla Dağ kesiti.

## 5. ANALİZ SONUÇLARI

### 5.1. Petrografik İncelemeler

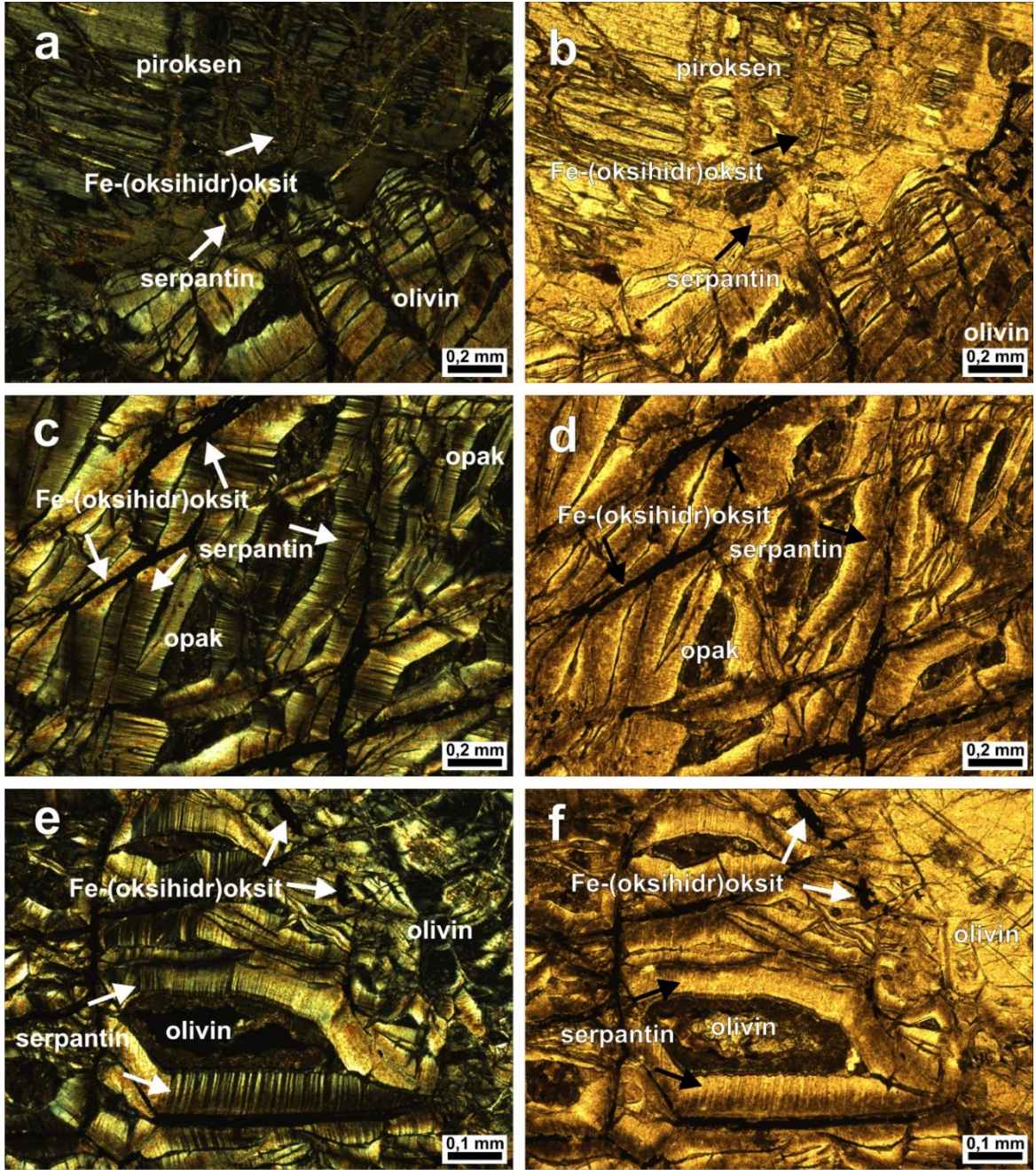
Ofiyolitik temele ait peridotit örnekleri polarizan mikroskopta incelendiğinde genellikle klinopiroksen ve olivinden oluştuğu, ikincil mineraller olarak da serpantin ve demir oksit mineralleri görülür (Şekil 5.1a-d). Piroksen ve olivin minerallerinde opaklaşma ve serpantinleşme yaygındır. Demir oksitlenmeler genellikle olivin ve pirosken kristallerinin etrafında ve içe doğru etkisi azalan zonlar şeklinde veya kırık ve çatlaklar boyunca görülürler (Şekil 5.1e,f).

Yeşilhisar konglomerası'na ait çakıltaşları petrografik olarak incelendiğinde genel olarak ofiyolitik ve az miktarda metamorfik temel kayalardan kaynaklı taneler içerdikleri görülür. Yuvarlak – yarı yuvarlak bu taneler genelde kum ve silt boyu matriks malzemesi içerisinde gözlenmektedir (Şekil 5.2a-f). Çakıltaşları genel olarak tane destekli bir görünüm sunar. Ofiyolit kökenli bileşenler genellikle serpantinleşmiş ve/veya Fe-(oksihidr) oksitlenmiş pirosken ve olivin kalıntılarından oluşmaktadır (Şekil 5.2a,b). Fe-oksitler ayrıca matriks malzemesi içerisinde kızılımsı-koyu kahve – siyah renkte yığılımlar şeklinde göze çarpar (Şekil 5.2e,f).

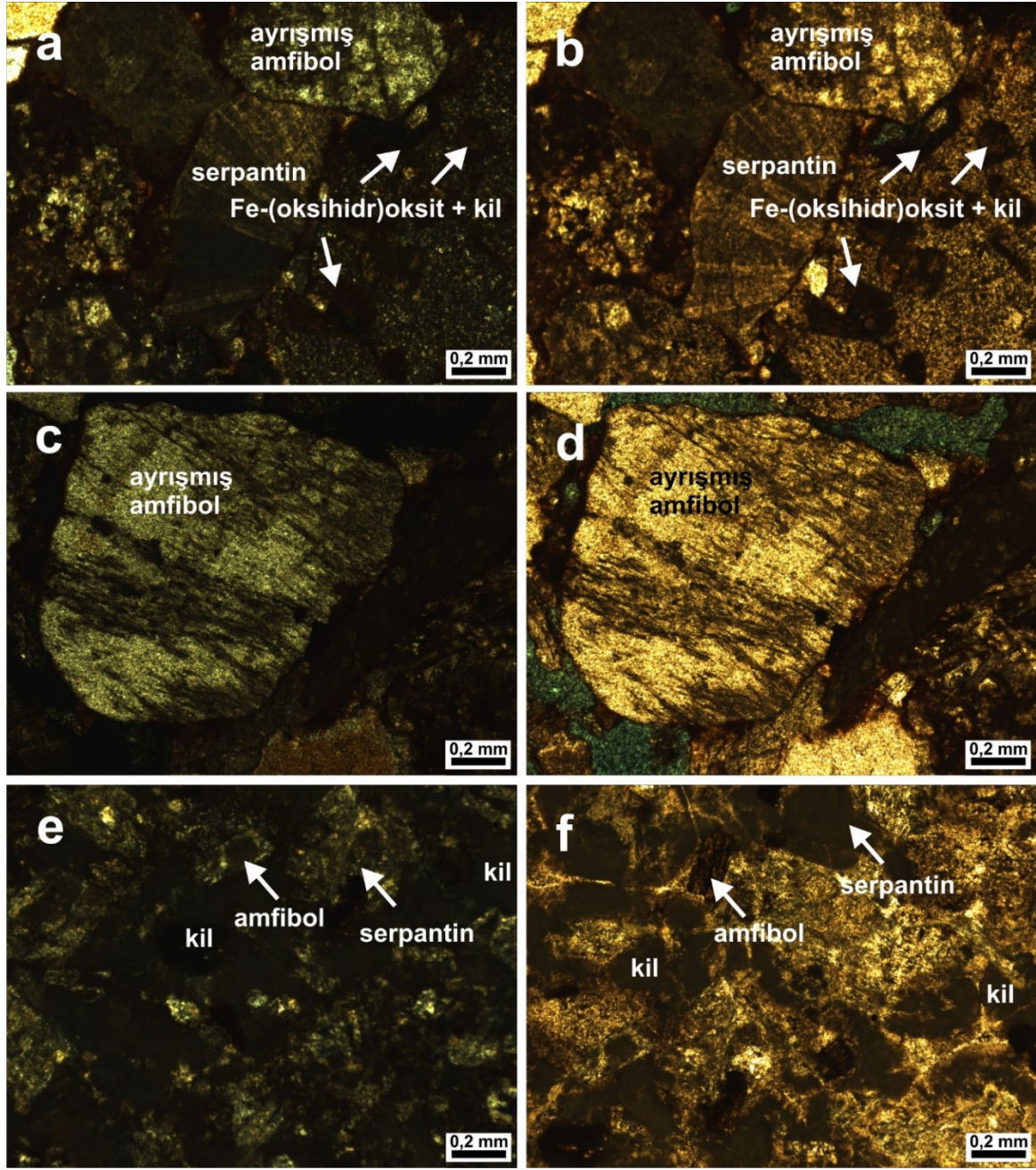
Mustafapaşa üyesi kumtaşlarının polarizan mikroskop altındaki görüntüleri incelendiğinde kumtaşlarının genellikle yarı yuvarlak – yuvarlak kayaç parçaları ile birlikte ayrılmış mineraller içeren tanelerden oluştuğu, bu tanelerin Fe-(oksihidr)oksit, kil ve kalsit kristallerinden oluşan çimento ile bağlandığı ve genellikle kompakt bir yapı sundukları görülmektedir. Kumtaşını oluşturan taneler matriks destekli olmalarının yanı sıra tane destekli bir doku sunarlar. Mustafapaşa üyesi kumtaşları % 70 – 90 oranında metamorfik ve ofiyolitik temel kayalardan kaynaklı kayaç parçaları ile % 10 – 30 oranında ise ayrılmış feldspat, kuvars, yer yer ayrılmış pirosken ve opak minerallerden oluşmaktadır. Bu tanelerin ebadları 01 – 0.7 mm arasındadır. Bu tane oranları göz önüne alındığında Mustafapaşa üyesi'ne ait kumtaşlarının litik arenit türünde oldukları görülmektedir (Şekil 5.3a-f; Folk, 1968).

Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşları içerisinde ayrıışmış amfibol ve volkanik cam kalıntıları ve opak mineraller görülebilmektedir (Şekil 5.4a,f). Ayrıca çamurtaşlarının içerisinde yer yer kalsit çimentolanma görülmektedir (Şekil 5.4e,f). Kavak üyesi'ne ait ignimbiritler polarizan mikroskop altında incelendiğinde riyolitik yapıda oldukları görülmüştür (Şekil 5.5a,b). Sarımadentepe üyesi ignimbiritleri ise volkanik cam hamur malzemesi içerisindeki plajiyoklas ve amfibol kristallerince zengin içeriğe sahiptirler. Plajiyoklaslar ve amfiboller altere olmuş ve volkanik cam ise devitrifiye haldedir Şekil (5.5c-f).

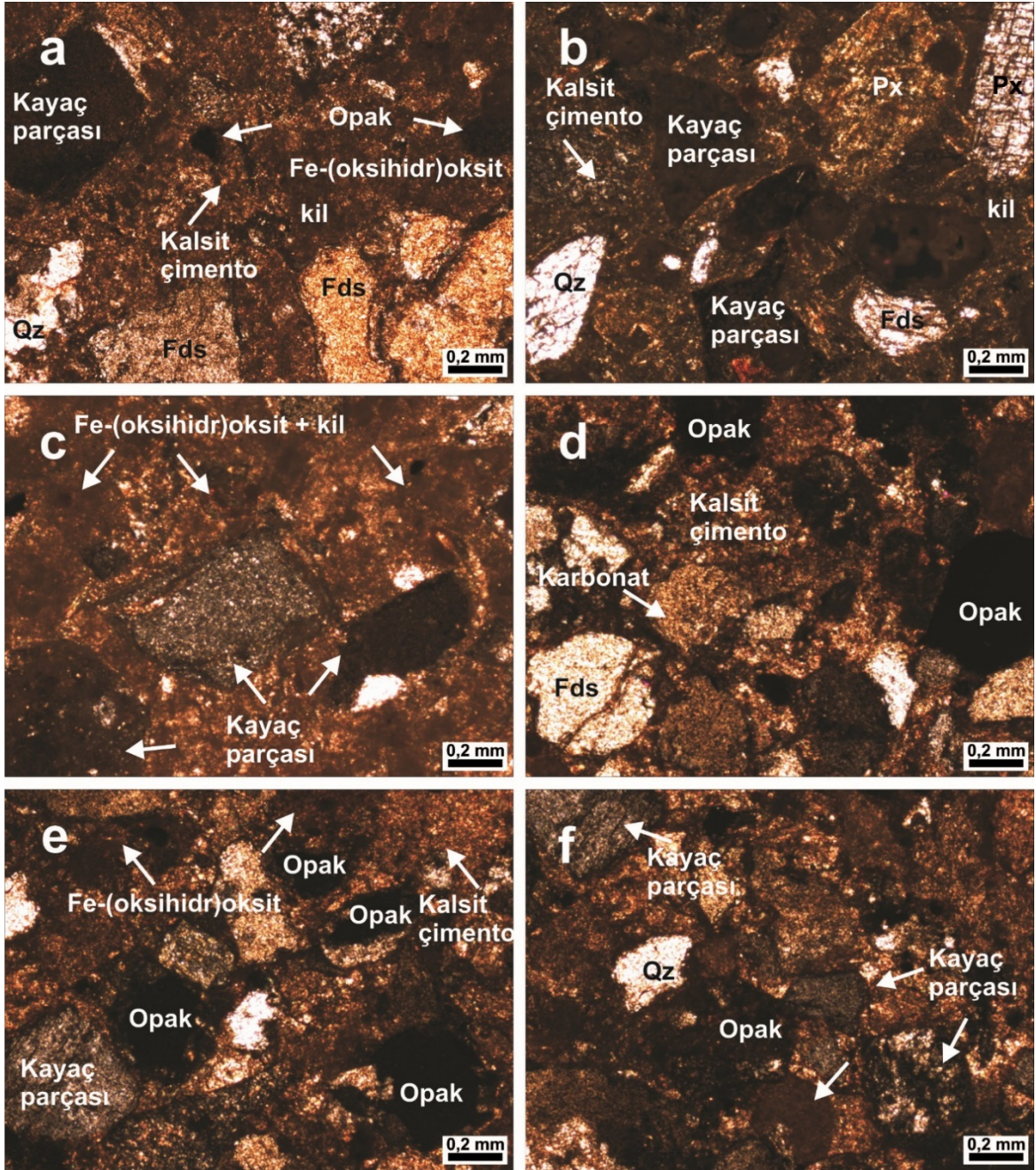




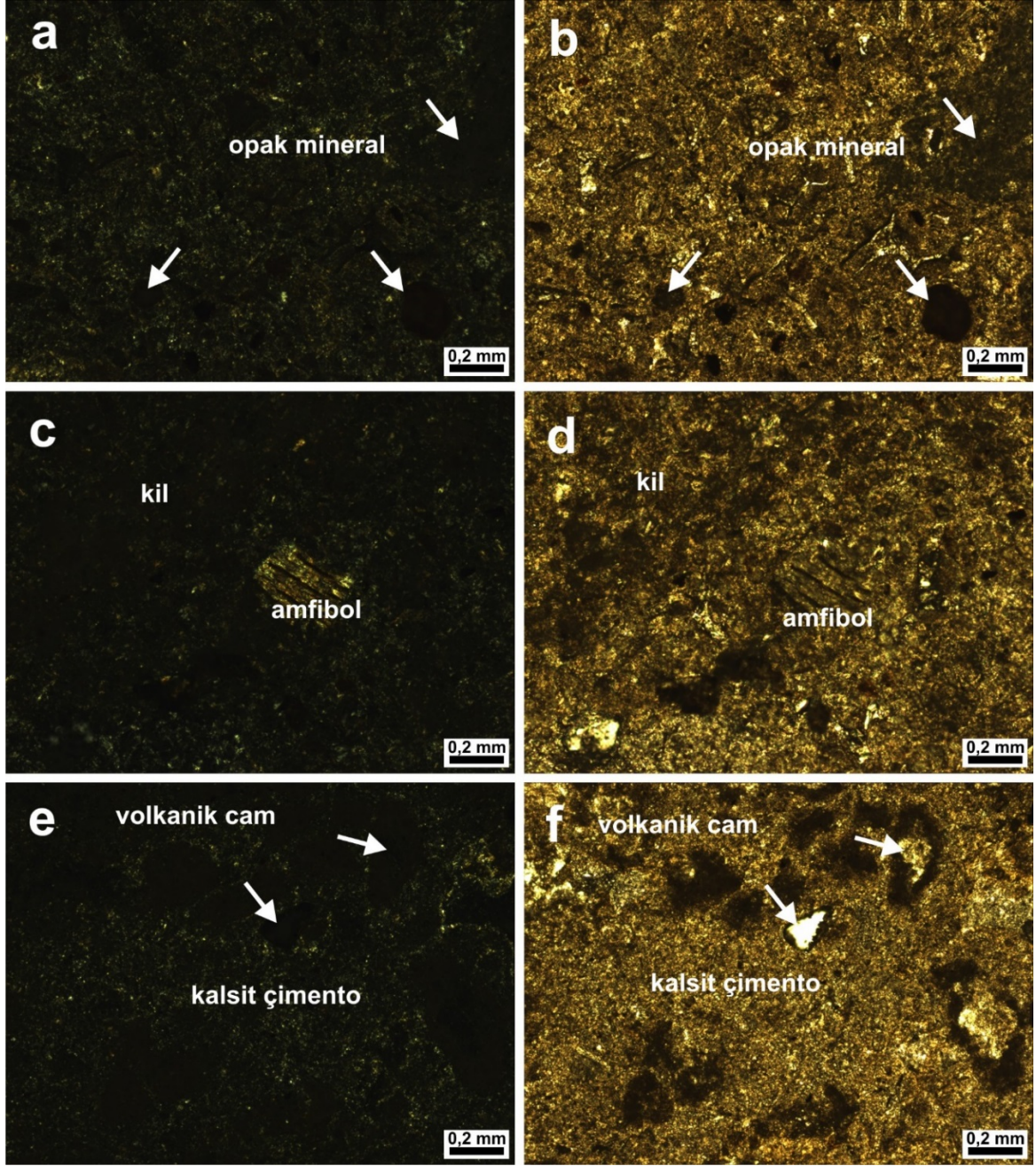
Şekil 5.1. Ofiyolitik kayaçların polarizan mikroskop altındaki görüntüleri: (a) piroksen ve olivin minerallerindeki Fe-(oksihidr) oksitleşme ve serpantinserpantinleşme (AY-7, çift nikol), (b) a'nın çift nikoldeki görüntüsü, (c) serpantinleşmiş olivinler ve opak mineraller ile kırık ve çatlaklar gelişmiş Fe-(oksihidr) oksit (AT-3, çift nikol), (d) c'nin tek nikoldeki görüntüsü, (e) Olivin minerallerindeki serpantinleşmenin yakın görünümü (AY-9, çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görüntüsü.



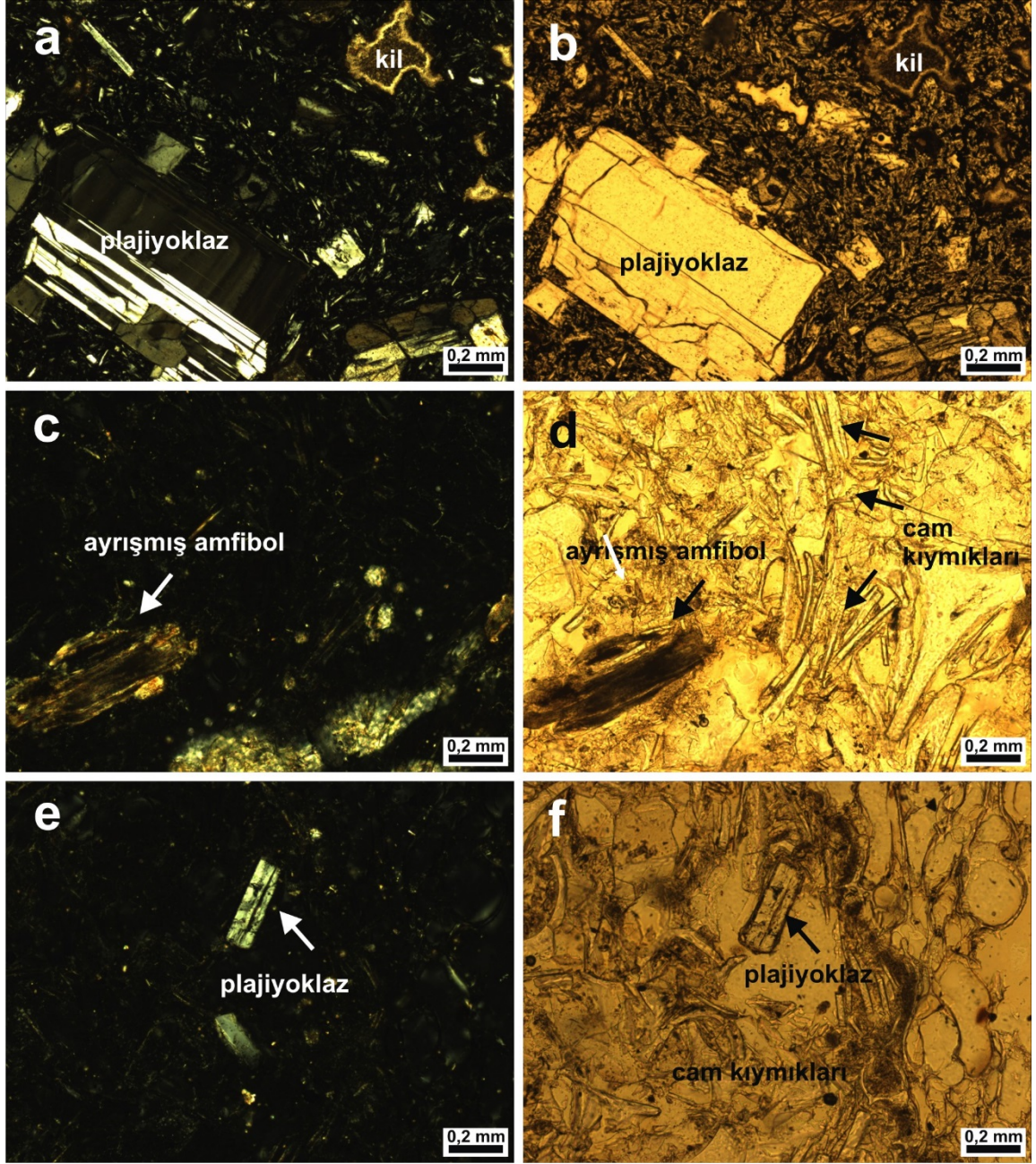
Şekil 5.2. Yeşilhisar konglomerası matriks malzemesinin (YT-1 örneği) polarizan mikroskop altındaki görüntüleri: (a) ayrılmış amfibol, serpantin taneleri ve matriks içerisindeki killer ile birlikte bulunan Fe-(oksihidr) oksit (çift nikol), (b) a'nın tek nikoldeki görünümü, (c) ayrılmış amfibol tanesi (çift nikol), (d) c'nin tek nikoldeki görüntüsü, (e) killi matriks malzemesi içerisindeki serpantin minerali (çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görünümü.



Şekil 5.3. Mustafapaşa üyesi kumtaşlarının polarizan mikroskop görüntüleri: (a,b) kayaç parçaları, kuvars, ayrılmış feldspat ve piroksen mineralleri ile Fe-(oksihidr)oksit, kil ve kalsit çimento görünümü (A2-19, çift nikol), (c) yarı yuvarlak kayaç parçaları ve Fe-(oksihidr)oksit + kil çimentonun görünümü (AT-7, çift nikol), (d-f) yarı yuvarlak – yuvarlak kayaç parçaları, kuvars ve opak minerallerin kalsit çimento ile görüntüleri (YH-9, çift nikol).



Şekil 5.4. Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarının polarizan mikroskop görüntüleri: (a) killi malzeme içerisinde dağılmış opak mineraller (YH-7, çift nikol), (b) a'nın tek nikoldeki görüntüsü, (c) killi malzeme ile birlikte bulunan ayrılmış amfibol (YH-11, Çift nikol), (d) c'nin tek nikol görüntüsü, (e) killi malzeme içerisinde kalsit çimento ile bağlanmış volkanik cam taneleri (MP2-7, Çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görünümü.



Şekil 5.5. Mustafapaşa üyesi ile ilişkili ignimbritlerin polarizan mikroskop görüntüleri: (a) Kavak üyesi'ne ait ignimbirit örneği içerisindeki zonlu plajiyoklaz (MP2-1 çift nikol), (b) a'nın tek nikol görüntüsü, (c) Sarımadentepe üyesi içerisinde bolca cam kıymıklarından oluşan hamur içerisinde görülen amfibol kalıntısı (A2-7, çift nikol), (d) c'nin tek nikoldeki görüntüsü, (e) Sarımadentepe üyesi içerisinde bolca cam kıymıklarından oluşan hamur içerisinde görülen plajiyoklaz kristalleri (A2-7, çift nikol), (f) e'nin tek nikoldeki görüntüsü.

## 5.2. X Işınları Difraktometresi (XRD) İncelemeleri

İnceleme alanında yapılan arazi çalışmaları sırasında ayrıışmış ofiyolitik kayalardan, Yeşilhisar Konglomerası'ndan ve Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarından derlenen numunelere ait tüm kayaç XRD sonuçları Çizelge 5.1'de sunulmuştur. Bu analiz sonuçlarına göre inceleme alanındaki ayrıışmış birimler ile Mustafapaşa üyesi'ndeki baskın kil minerali smektit olarak görölmektedir.

Bununla birlikte klorit, kaolinit, illit /mika, kalsit, kuvars, feldspat, opal-A, amfibol, piroksen, olivin, az miktarda serpantin ve talk mineralleri gözlenmiştir. Örneklerdeki feldspat ve opal-A miktarı güneyden kuzeye doğru artış göstermektedir. Dolayısıyla amfibol düzenli bir dağılım göstermemesine rağmen, feldspat, kuvars ve volkan camı, havzanın kuzeyine doğru artarken, güneyde genellikle olivin, piroksen, talk ve serpantin grubu minerallerin artışı gözlenmektedir (Şekil 5.6-5.8).

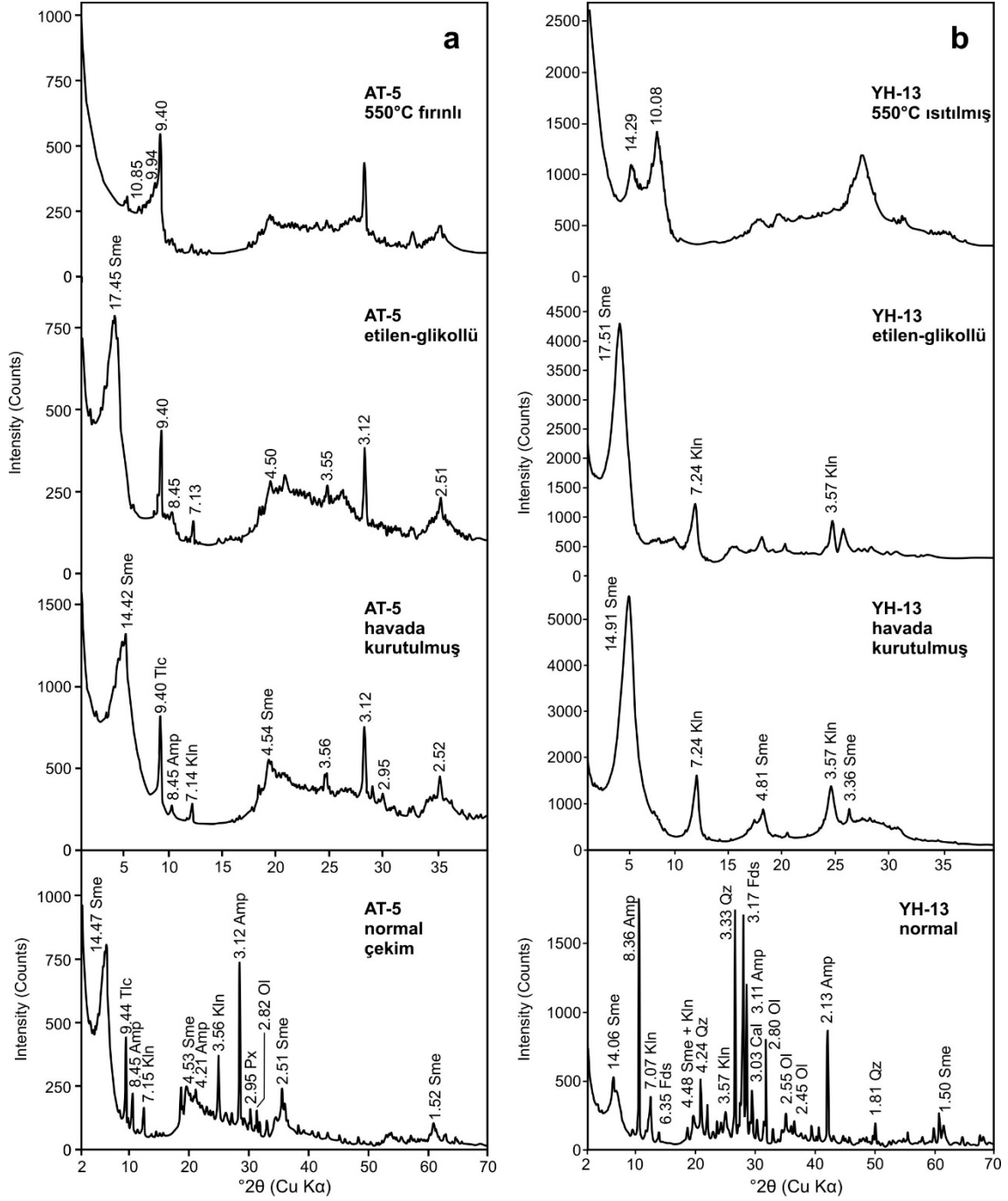
Smektitlerde (001) yansımasının 13,46 Å ile 14,91 Å arasında değiştiiği, etilen glikol ile muamele edildiğinde 17,17 Å ile 17,65 Å'a doğru kaydığı gözlenmiştir. Smektit 550°C'de ısıtıldığında ise (001) yansımasının 9,40 Å ile 10,17 Å seviyesine çöktüğü saptanmıştır. Smektit'in (060) değerinin 1,50 Å olması dioktahedral karakterde olduğunu göstermektedir (Moore ve Reynolds, 1989). Kaolinit 7,24 Å ve 3,57 Å pikleri ile tanımlanmış ve 550°C ısıtılınca 001 yansımasını temsil eden 7,24 Å pikinin çöktüğü belirlenmiştir. Serpantin 7,63 Å, olivin 2,80 Å, kuvars 3,34 Å ve 4,26 Å, feldspat 3,18 Å ve kalsit 3,03 Å pikleri ile tanımlanmıştır. Örneklerde 18-50 Å arasında pik tabanının yükselmesi de opal-A varlığına işaret etmektedir (Iijima ve Tada, 1981).

Çizelge 5.1. Mustafapaşa üyesi çamurtaşları ve bunlarla ilişkili birimlerin mineralojik dağılımı. Sme: smektit, Ilt/mc: illit/mika, Kln: kaolinit, Chl: klorit, Srp: serpantin, Tlc: talk, Amp: amfibol, Px: piroksen, Ol: olivin, Fds: feldpat, Qz: kuvars, Opl: opal-A, Cal: kalsit, esr: eser, +: minerallerin bulunma bolluğu. Mineral isimlerinin kısaltmaları Whitney ve Evans'dan (2010) alınmıştır.

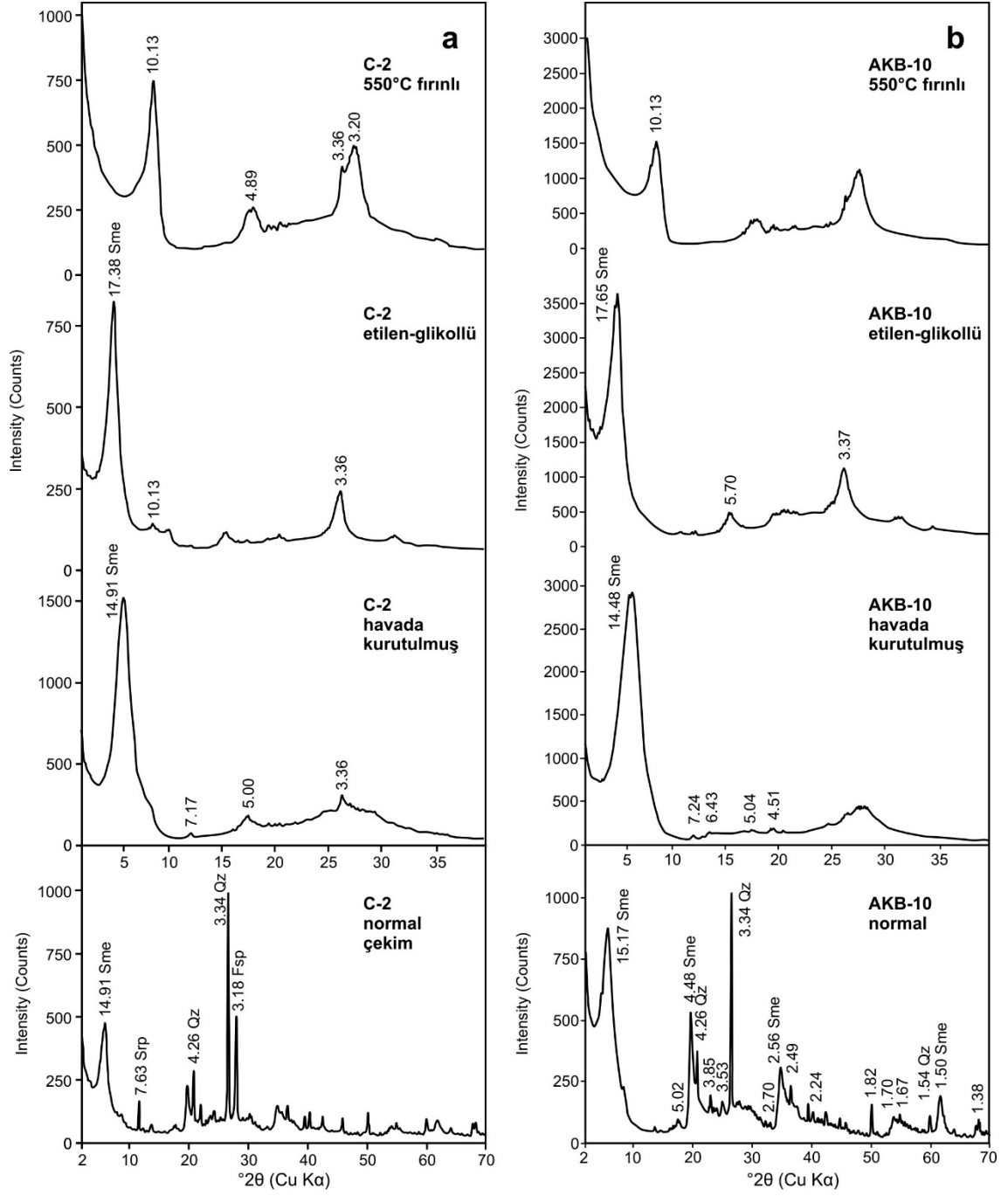
Örnek	Kaya türü	Sme	Ilt/mc	Kln	Chl	Srp	Tlc	Amp	Px	Ol	Fds	Qz	Opl	Cal
<b>Güney</b>														
<b>K1</b>														
HB-1	Çamurtaşı	+++									esr	+		
HB-3	Yeşilhisar kongl. matriks	++++						esr		esr	esr	+		esr
HB-5	Çamurtaşı	++++	esr	esr							esr	+		esr
<b>K3</b>														
AT-1	Ayrışmış ofiyolit	esr			+			esr	+++	++	esr	esr		
AT-5	Çamurtaşı	+++		esr			++	+	esr	esr		+		
AT-6	Çamurtaşı	+++		esr		+	esr				esr	+		+
AT-8	Çamurtaşı	++				+	+				+	+		esr
<b>K4</b>														
A22N-11	Çamurtaşı	++++							esr		esr	+		
A22N-4	Çamurtaşı	++++				++	esr		esr			+		
<b>Orta</b>														
<b>K5</b>														
YH-2	Çamurtaşı	++	esr		esr				esr		+	+	esr	++
YH-5	Çamurtaşı	++			esr						esr	+		+
YH-7	Çamurtaşı	++	esr	esr	+						esr	+		+
YH-10	Çamurtaşı	++	esr		esr			esr			+	+		+
YH-11	Çamurtaşı	++			esr			+		esr	+	+	esr	esr
YH-13	Çamurtaşı	+++		esr	esr			+			esr	+	esr	++
<b>K6</b>														
C-2	Çamurtaşı	+++	esr		esr	esr					+	+	esr	
C-3	Çamurtaşı	+++									esr	+	esr	+
C-4	Çamurtaşı	++			esr			esr			+	+		++
C-5	Çamurtaşı	++				esr					+	+	+	
<b>K7</b>														
AKB-11	Çamurtaşı	++++									esr	+	+	
AKB-10	Çamurtaşı	++++									esr	+	+	
AKB-9	Çamurtaşı	++	esr								esr	+		++
AKB-7	Çamurtaşı	+++	esr		+						esr	+	esr	+
AKB-5	Çamurtaşı	++	esr		esr						esr	+		++
AKB-4	Çamurtaşı	++		esr	esr				+		+	+		++
<b>Kuzey</b>														
<b>K8</b>														
KT2-1	Çamurtaşı	+++	esr								+	+	+	
KT2-2	Çamurtaşı	+++	esr								++	+	+	
KT2-4	Çamurtaşı	+++		+							+++	+	esr	
KT2-5	Çamurtaşı	++++	esr	esr							++	esr	+	
KT2-7	Çamurtaşı	++++	esr	esr							+	esr	+	
KT2-8	Çamurtaşı	++++									esr	+	esr	esr
KT2-10	Çamurtaşı	+++									esr	esr	esr	+
KT2-11	Çamurtaşı	+++									+	esr	+	esr

Çizelge 5.1. (devam)

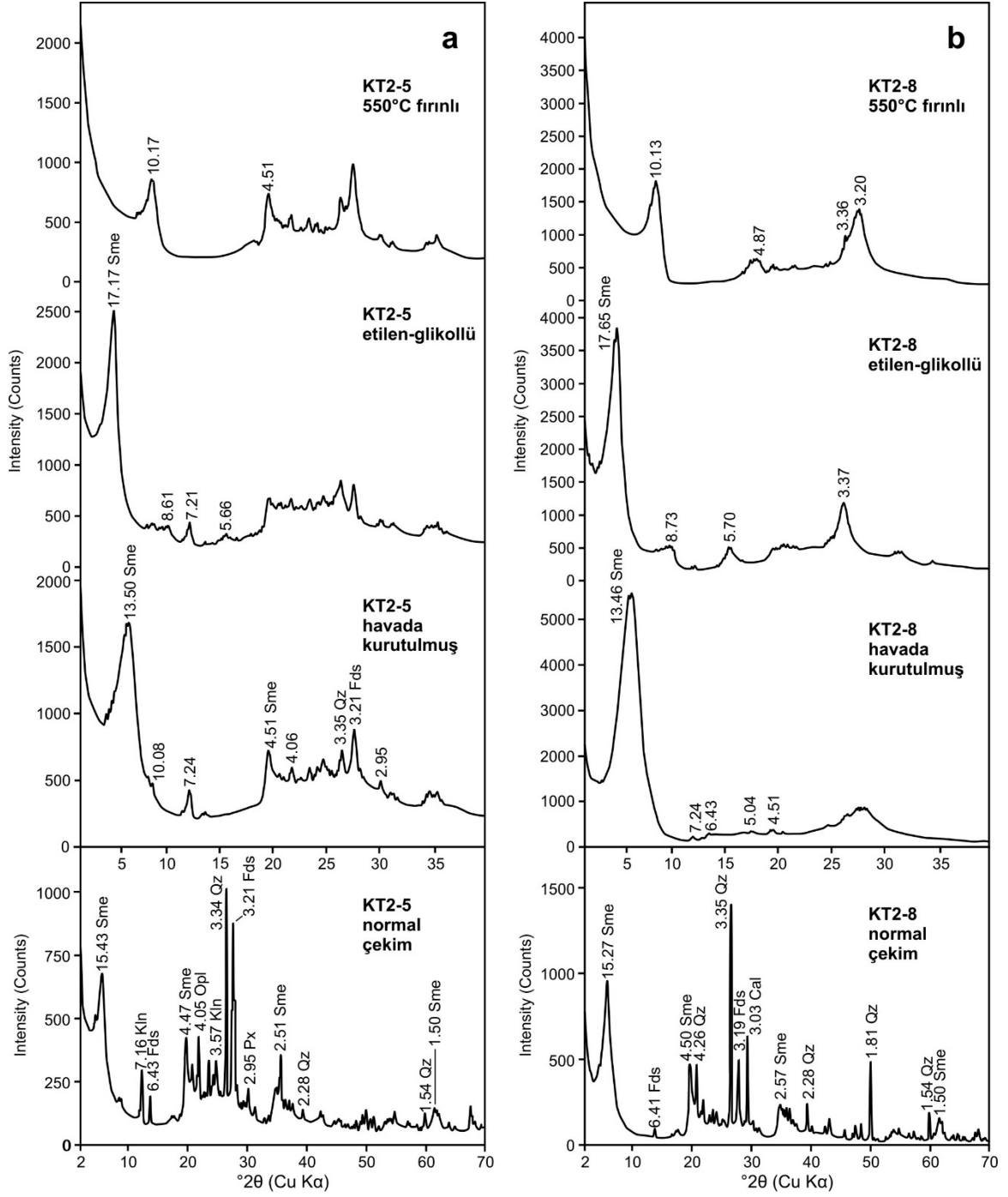
Örnek	Kaya türü	Sme	Ill/mc	Kln	Chl	Srp	Tlc	Amp	Px	Ol	Fds	Qz	Opl	Cal
<b>K9</b>														
MP2-22	Çamurtaşı	++++	esr								esr	+	esr	esr
MP2-21	Çamurtaşı	+++	esr		esr	esr					+	+	+	
MP2-20	Çamurtaşı	+++									+	+	+	
MP2-16	Çamurtaşı	+++		esr							+	+	esr	
MP2-14	Çamurtaşı	+++		esr		esr					+	+	+	
MP2-10	Çamurtaşı	+++	esr	+	esr						+	esr	+	
MP2-7	Çamurtaşı	+		esr							+++	esr	+	esr
MP2-4	Çamurtaşı	+++		esr					esr		+	esr	+	
MP2-3	Çamurtaşı	++			esr					esr	++	esr	esr	
<b>K11</b>														
AD-1	Çamurtaşı	+++									++	+	esr	
AD-3	Çamurtaşı	+++									+	+	+	
AD-4	Çamurtaşı	++									++	+		



Şekil 5.6. İnceleme alanının güney kesimindeki Mustafapaşa üyesi çamurtaşı örneklerine (AT-5 ve YH-13) ait XRD grafikleri: (a) AT-5 örneği, (b) YH-13 örneği (Mineral isimlerinin kısaltmaları için Bkz. Çizelge 5.1).



Şekil 5.7. İnceleme alanının orta kesimindeki Mustafapaşa üyesi çamurtaşı örneklerine ait XRD grafikleri: (a) C-2 örneği; (b) AKB-10 örneği (Mineral isimlerinin kısaltmaları için Bkz. Çizelge 5.1).



Şekil 5.8. İnceleme alanının kuzey kesimindeki Mustafapaşa üyesi çamurtaşları örneklerine ait XRD grafikleri: (a) KT2-5 örneği, (b) KT2-8 örneği (Mineral isimlerinin kısaltmaları için Bkz. Çizelge 5.1).

### 5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM) Çalışmaları

İnceleme alanından derlenen Mustafapaşa üyesi çamurtaşları genellikle altere feldspatlar ve devitrifiye volkan camı ile altere piroksen ve amfibol içermektedir (Şekil 5.9a-f). Bu birimler yer yer bol gözenekli olmalarına rağmen, genellikle kompakt yapıda olup içerdikleri taneler yönlenme gösterirler (Şekil 5.9b-f). Smektitler altere feldspat ve devitrifiye volkan camı ile altere piroksen ve amfiboller ve diğer belirlenmemiş mineral kalıntıları üzerinde veya aralarında gelişmiştir. Bu birimler içerisindeki süngerimsi smektitler otijenetik (olduğu yerde) olarak gelişmiştir. Yeşilhisar konglomerası'nın çamurtaşı ve matriks malzemesi içerisinde süngerimsi smektit minerali yaygındır (Şekil 5.9g,h). Boyutları 2 - 7 µm arasında değişen smektit kristallerinin düzensiz kenarlarında yer yer lifsi illit oluşumları gözlenmiştir (Şekil 5.9j-o). Yaklaşık 10 µm uzunluğundaki çubuk yapılı amfiboller ve piroksen kalıntılarının çalışma alanının güney kesimindeki çamurtaşları içerisindeki smektit minerallerine eşlik ettiği görülmüştür (Şekil 5.9g,h).

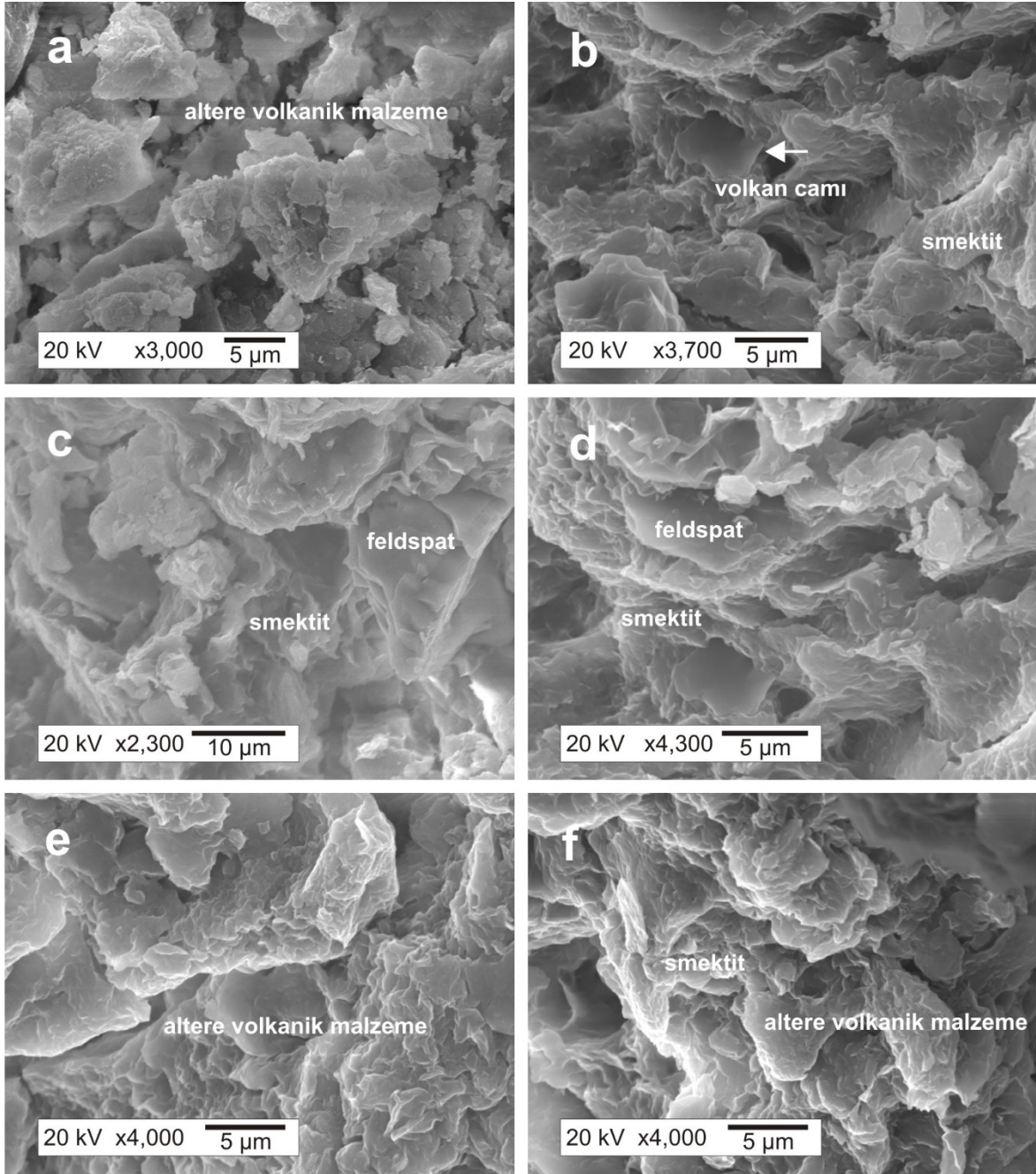
Buna ek olarak çalışma alanının orta kesiminde çamurtaşları içerisindeki düzensiz, süngerimsi smektit ile birlikte düzensiz boşluk dolguları şeklinde öz şekilli, mikritik kalsit kristalleri saptanmıştır (Şekil 5.9m-p). Kalsit kristallerinin boyutlarının 1 µm ile 7 µm arasında değiştiği görülmüştür. Karbonatın yoğun olduğu çamurtaşı seviyelerinden alınan örnekler ise genellikle rhombohedral özşekilli ve yarı özşekilli kalsit kristallerinden oluşmakta olup, kalsit kristallerinin smektit ile çimentolandığı belirlenmiştir (Şekil 5.9q,r).

Süngerimsi smektitler EDX analizlerine göre büyük Si, Al, Fe ve Ca pikleri ile birlikte düşük şiddetli Al ve Fe pikleri ile gözlenmiştir (Şekil 5.10a). Çubuksu ve çubuk demetleri şeklindeki amfibollerin EDX analizlerinde Si, Ca ve Fe pikleri ile birlikte daha küçük boyutlu Al pikleri görülürken ayrılmış piroksenlerde yüksek Ca, Fe ve Si ile birlikte daha düşük Mg pikleri görülmüştür. Bu durum piroksenlerin ojit türü olduğunu göstermektedir (Şekil 5.10b,c). Ayrılmış feldspatlar yüksek Si piklerinin yanı sıra Al için daha düşük pikler gösterirken K ve Ca için daha belirsiz pikler gösterdiği görülmüştür (Şekil 5.10c).

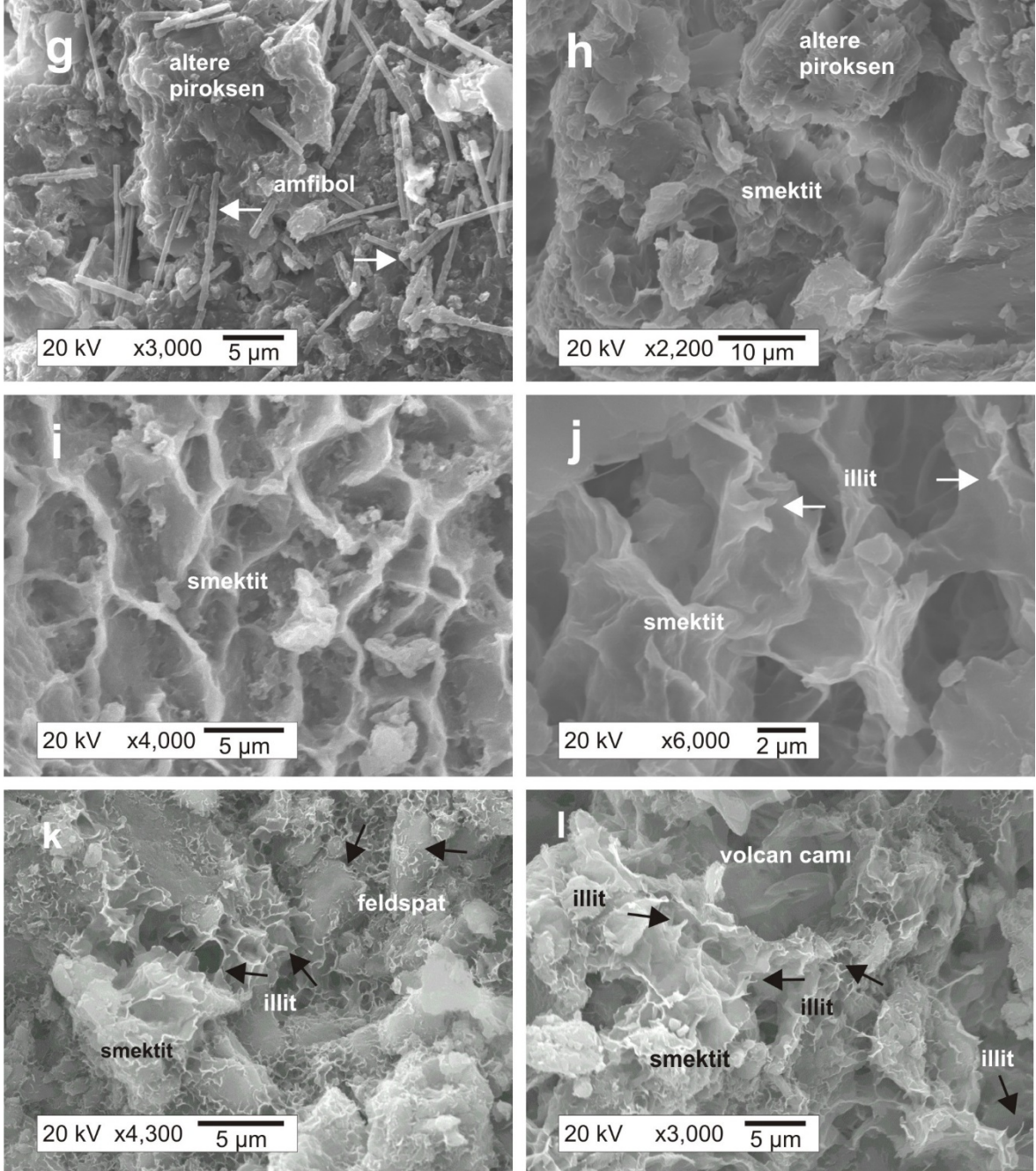
Feldspat örneklerinde güçlü Si piki ile birlikte Na ve Al pikleri ve K için belirsiz pikler görülmüştür (Şekil 5.10d). Volkanik cam örneklerinde ise Si piki güçlü iken, zayıf Al ve K pikleri gözlenmiştir (Şekil 5.10e). Rombik kalsit kristallerinde ise güçlü Ca pikleri görülmüştür (Şekil 5.10f).

TEM gözlemleri smektit partiküllerinin yönlenmiş düzende, merceksi levha paketleri şeklinde oluştuğunu göstermektedir (Şekil 5.11a-f). Smektit kristallerinin kenarlarında lifsi illit oluşumları gözlenmiştir (Şekil 5.11c-f). Çamurtaşları içerisindeki smektit kristallerinin çubuksu amfibol kristallerinin kenarlarında geliştiği tespit edilmiştir (Şekil 5.11d,f). Smektit levhalarının boyutları 300 nm ile 600 nm arasında değiştiği saptanmıştır.

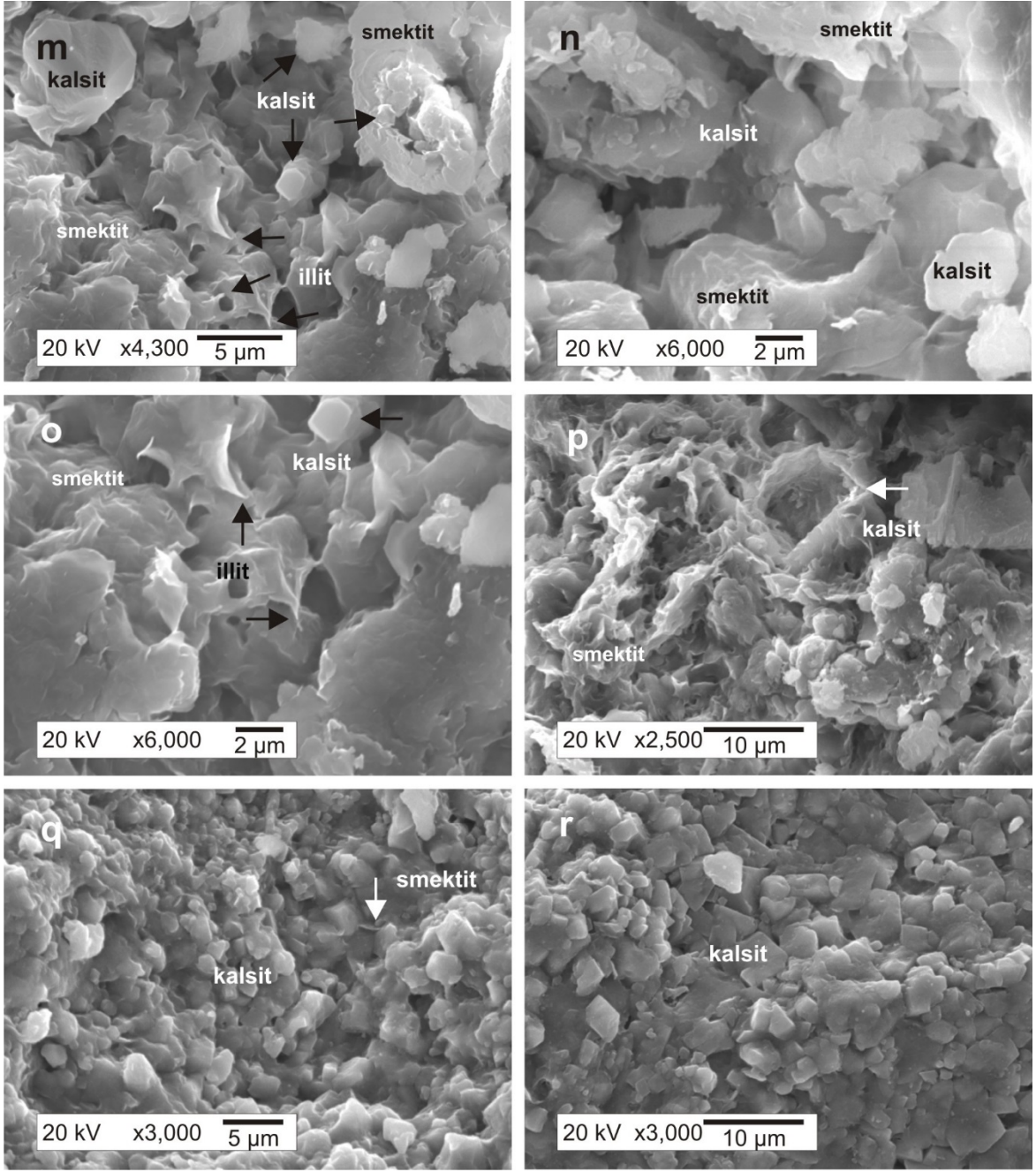




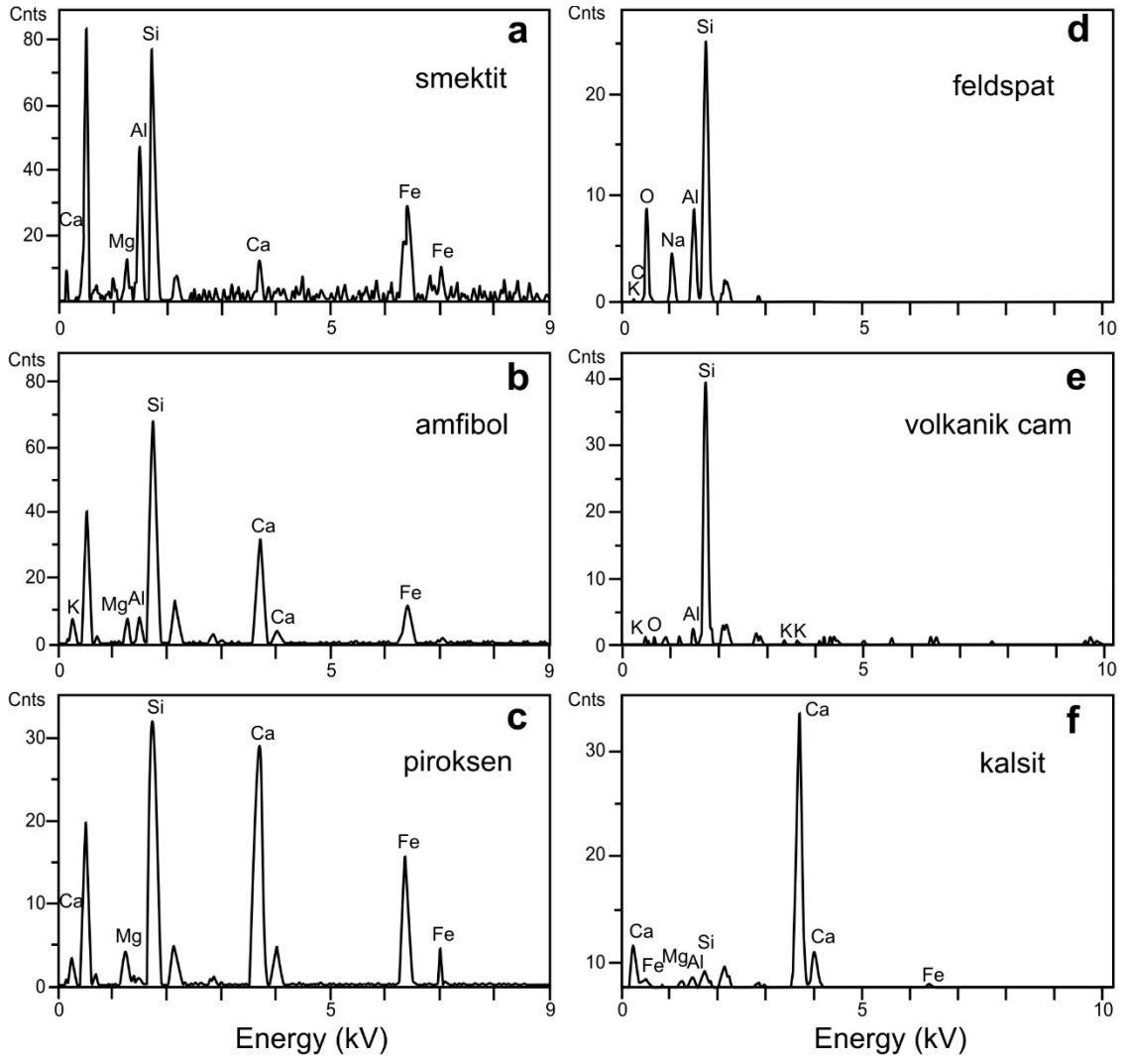
Şekil 5.9. İnceleme alanından derlenen çamurtaşı örneklerine ait SEM görüntüleri; (a-f) altere volkanik malzeme ile smektit ilişkisi (A22N-11, YH11-7, KT2-8).



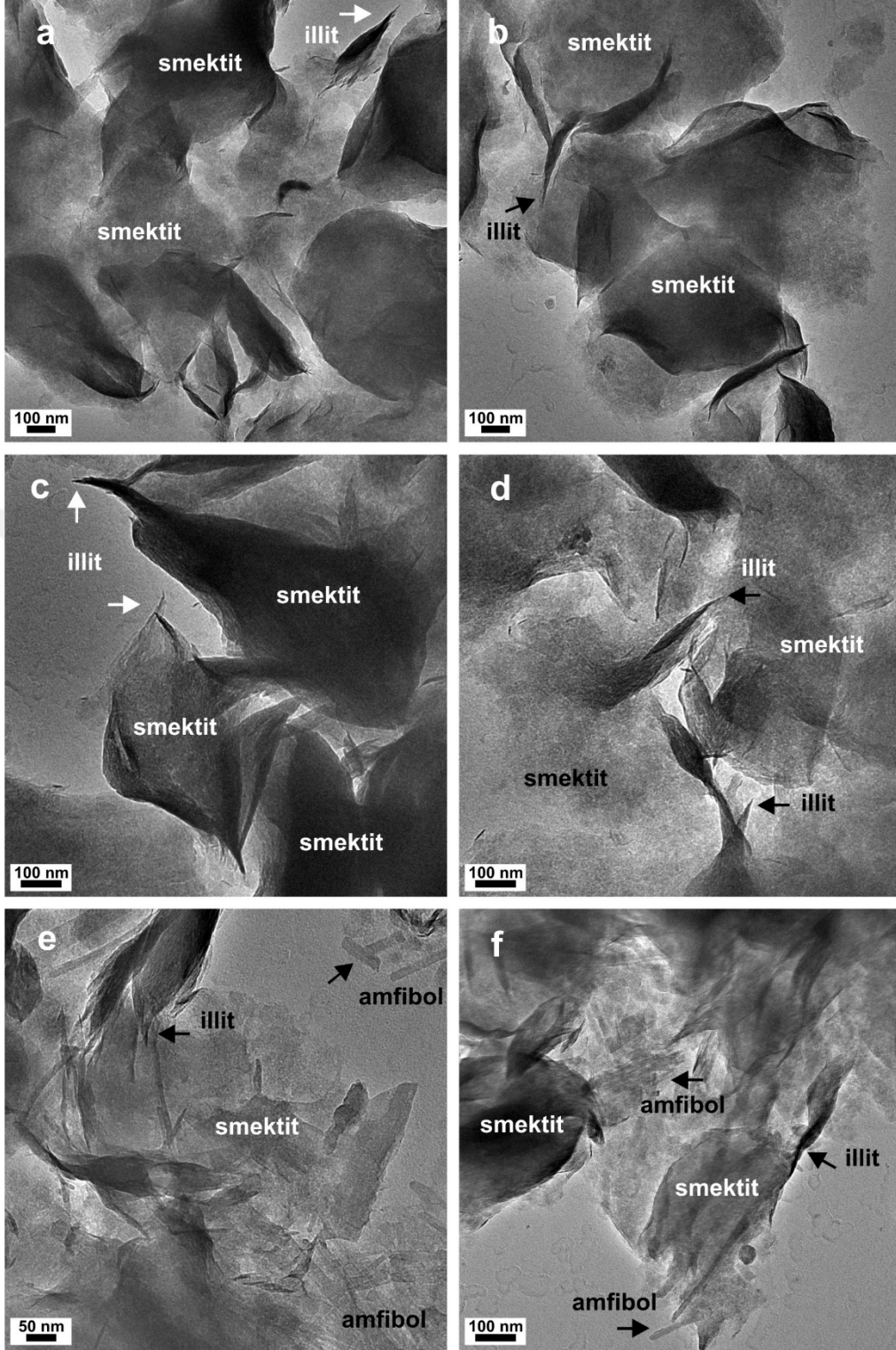
Şekil 5.9. (devam): (g) çubuk şekilli amfibol kristalleri ile altere piroksenler üzerinde gelişen smektit (AT-6), (h) smektitin altere piroksen kristalleri ile yakın ilişkisi (KT2-8), (i) süngerimsi görünümlü smektit'in yakından görünümü (C-5), (j) smektit kristallerinin kenarında gelişen lifsi illitler (AKB-5), (k,l) smektit ve smektit-illit kristalleri içinde feldspat ve volcan camı kalıntıları (AKB-13).



Şekil 5.9. (devam): (m-o) smektit kristallerinin gözeneklerinde gelişen mikritik özşekilli kalsit kristalleri (AKB-5); (p) erimiş kalsit kristallerinin izi (AKB-5), (q,r) egemen mikritik kalsit kristallerinin eser miktarda smektit ile çimentolanması (AKB-9).



Şekil 5.10. İnceleme alanından derlenen çamurtaşı örneklerine ait EDX grafikleri, (a) smektit örneği (A22N-11), (b) amfibol örneği (YH-13), (c) piroksen örneği (YH-2), (d) feldspat örneği (KT2-5), (e) volkanik cam örneği (KT2-5) ve (f) kalsit örneği (AKB-9).

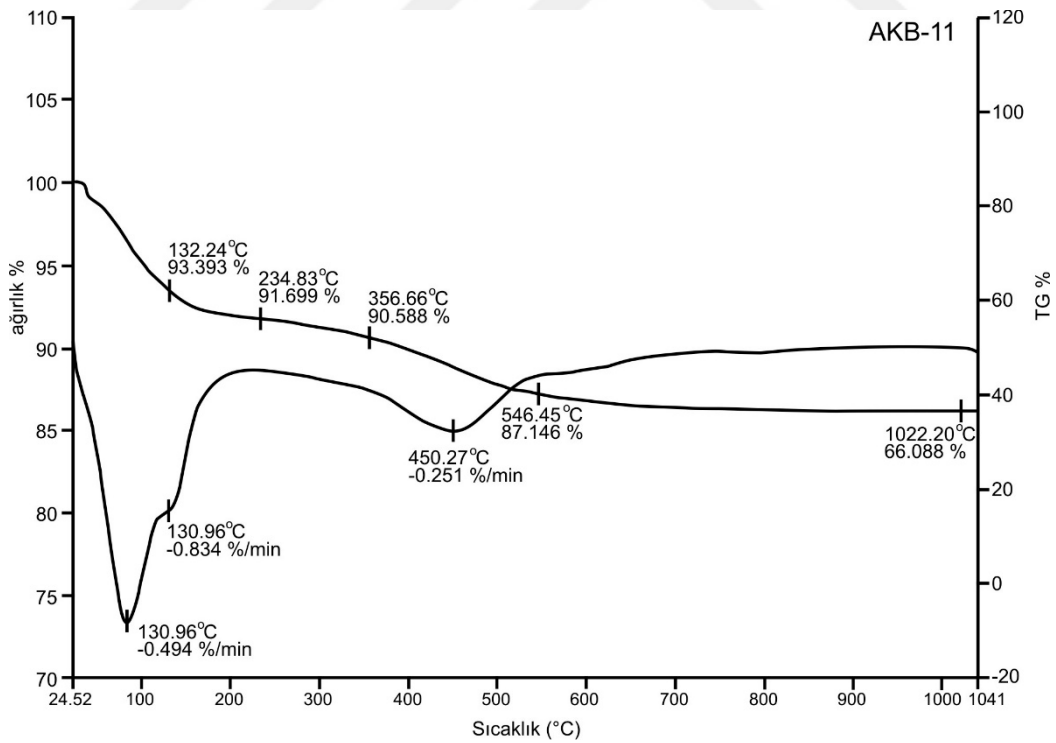


Şekil 5.11. İnceleme alanından derlenen çamurtaşı örneklerine ait TEM görüntüleri; (a-d) Smektit kristallerinin kenarlarında lifsi illit oluşumları; (e,f) çubuksu amfibol kristallerinin kenarlarında gelişen smektit kristalleri.

#### 5.4. Diferansiyel Termal Analizi – Temal Gravimetri (DTA-TG) Analizleri

Smektitçe zengin (<2 µm AKB-11) numunesinin DTA-TG analiz sonuçları incelendiğinde 84,40°C de güçlü bir asimetric endotermik pik verdiği ve ağırlık kaybının % 8,3 olduğu görülmüştür. 450°C de geniş bir simetrik endotermik pik (ağırlık kaybı % 3,44) ve 698°C de (ağırlık kaybı % 1,08) görülmüştür. İlk endotermik pik smektitin yapısındaki adsorbe suyu, ikincisi bağ suyunu kaybettiğini göstermiştir (MacKenzie, 1957; Paterson ve Swafield, 1987). 450°C deki endotermik pik ise Fe içeren smektitteki oktahedral Al'un Fe ile yer değiştirmesini göstermiştir (MacKenzie, 1957). Son zayıf endotermik pik ve bunu takip eden geniş ekzotermik pik ise olası bir enstatit ve mullit rekrystalleme fazını göstermektedir (ekil 5. 12).

DTA-TG eğrileri smektitçe zengin AKB-1 örneğinin tipik termal reaksiyonlarını göstermiştir. Bu sonuçlar XRD, SEM-EDX, TEM, IR ve kimyasal analiz sonuçları ile uyumluluk göstermiştir.



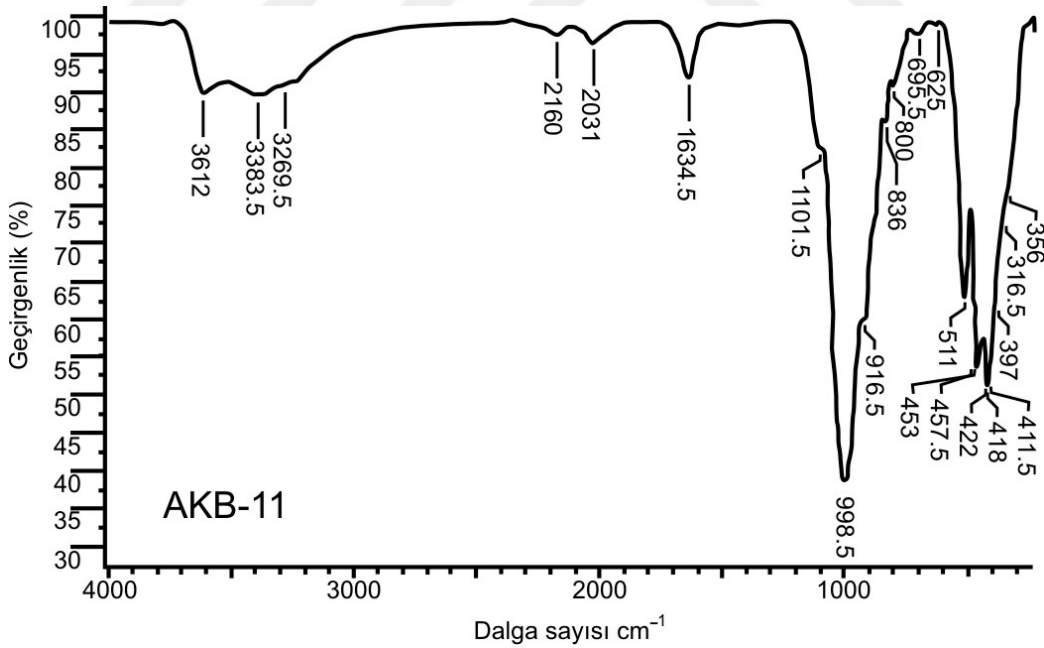
Şekil 5. 12. Smektitçe zengin çamurtaşı örneğindeki smektit mineraline ait DTA-TG grafiği.

### 5.5. Fourier Dönüştümlü Kırmızı-Altı (FT-IR) Spektrografisi Analizleri

Mustafapaşa üyesi'ne ait smektitçe zengin KT2-8 örneğinin IR spektrumu; 3617, 3399, 1634, 998, 798, 696, 626, 455 ve 419  $\text{cm}^{-1}$  bantları ile karakteristiktir (Şekil 5.13; Van der Marel ve Beutelspacher, 1976).

3617 ve 3399 bantları; smektitteki Mg – OH – Al, Fe – OH – Al ve Fe – OH – Fe gerilme titreşimlerine bağlıdır (Farmer, 1974). 1634 bandı, düzenli zeolitik sudaki OH – gerilme titreşim bantları ile ilişkilidir (Van der Marel ve Beutelspacher, 1976). 998  $\text{cm}^{-1}$  deki geniş ve yoğun bant, smektitin Si – O gerilme titreşimi ile ilişkilidir. 798 bantı ise Fe – OH – Mg ile ilişkilidir. 696 ve 512  $\text{cm}^{-1}$  ise Si – O – Si (Al) deformasyonunu göstermiştir.

Örneklerin IR spektrum sonuçları XRD, SEM-EDX, DTA-TG ve kimyasal analiz sonuçları ile uyumludur.



Şekil 5.13. Smektitçe zengin çamurtaşı örneğine ait FT-IR spektrum grafiği (AKB-11).

## 5.6. Tüm Kayaç Kimyasal Analizleri

Çalışma alanından derlenen ofiyolit, ofiyolit ile ilişkili Yeşilhisar konglomerası matriks malzemesi, çamurtaş ve ignimbirit örneklerinin jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 5.2.'de sunulmuştur. Majör ve iz elementlerdeki değişimler havzadaki beslenmenin ofiyolitik ve volkanik kaynaklardan etkilendiğini göstermektedir.

Buna göre çalışma alanında Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarında güneyden kuzeye doğru  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\Sigma\text{NTE}$  ve Zr değerlerinde artış gözlenirken;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{MgO}$  değerlerinde ise azalma saptanmıştır. Ateş kaybı (AK) önemli bir ayrışma göstergesi olarak kalsit ve kil mineralleri içeriğine paralel olarak artış göstermiştir.

Ofiyolitik kayaçlarda ortalama Cr (1850 ppm), Ni (1917 ppm) ve Co (98,5 ppm) değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaş örneklerinde Cr değerlerinin ortalamasının çalışma alanının güneyinde 548 ppm, orta kesiminde 402 ppm ve kuzeyinde ise 136 ppm olarak azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Buna paralel olarak Ni değerleri de güneyde ortalama 475 ppm, orta kesimde 226 ppm ve kuzeyde ise 46 ppm; Co değerleri ise güneyde 40 ppm, orta kesimde 26 ppm ve kuzeyde ise 15 ppm değerine düştüğü saptanmıştır. Buna ek olarak Mustafapaşa üyesi'ne ait çökellerdeki Ba, Rb ve Sr içeriğinin çalışma alanının kuzeyine doğru yer yer artış gösterdiği görülmüştür.

Çamurtaş örneklerinde  $\text{SiO}_2$  değerleri ile  $\text{K}_2\text{O}$  değerleri ve  $\Sigma\text{NTE}$  değerleri ile Zr değerleri pozitif korelasyon göstermiştir (Şekil 5.14). Zr/Ni değerine karşılık Zr/Co değerleri karşılaştırıldığında ise Zr içeriğinin kuzeye doğru Ni ve Co değerlerine göre artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 5.15).

Çizelge 5.2. İnceleme alanından derlenen ofiyolit, Yeşilhisar konglomerası matrisi, çamurtaşları ve ignimbirit örneklerin majör oksitler (% ağırlık), iz element (ppm) ve NTE içeriği.  $\Sigma NTE = (La-Lu)+Y$  toplamı;  $\Sigma HNTE = La-Nd$  toplamı;  $\Sigma ONTE = (Sm-Ho)$  toplamı;  $\Sigma ANTE = (Er-Lu)$  toplamı;  $Ce/Ce^* = 2Ce_N/(La_N + Pr_N)$ ,  $Eu/Eu^* = 2Eu_N/(Sm_N+Gd_N)$ ,  $Yb/Yb^* = 2Yb_N/(Tm_N+Lu_N)$ , N harfi, NASC-normalize değerini temsil etmektedir (Gromet vd., 1984); A.K.: 1050°C sıcaklıktaki kayıp.

Majör oksitler (% ağı.)	Ofiyolit				Yeşilhisar matrisi	Çamurtaşı Güney		
	AKB-1	C-7	AT-3	Ortalama		A22N-2	A22N-4	AR-7
SiO <sub>2</sub>	36,55	38,27	42,30	39,04	58,57	47,74	47,92	49,81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,05	0,65	0,59	1,10	19,04	19,13	16,19	18,78
$\Sigma Fe_2O_3$	8,79	6,98	8,39	8,05	4,58	8,83	10,69	6,76
MgO	38,37	38,34	32,82	36,51	2,15	5,74	4,93	4,32
CaO	0,17	0,10	0,21	0,16	1,26	3,09	4,78	1,61
Na <sub>2</sub> O	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,83	2,15	3,46	2,56
K <sub>2</sub> O	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,41	0,33	0,36	0,63
TiO <sub>2</sub>	0,02	<0,01	<0,01	$\leq 0,01$	0,68	0,41	0,52	0,46
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,04	0,06	0,05
MnO	0,06	0,06	0,10	0,07	0,02	0,09	0,07	0,07
A.K.	12,80	14,30	14,30	13,80	11,20	12,20	10,80	14,70
Toplam	<98,84	<98,74	<98,75	<98,78	99,76	99,75	99,78	99,75
TOP/C	0,04	0,04	0,23	0,10	0,03	0,30	0,31	0,29
TOP/S	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,08	0,61	0,29
İz elementler (ppm)								
Ba	6	3	6	5	61	21	28	44
Be	1	<1	<1	<1	2	<1	<1	2
Co	101,9	87,8	105,9	98,5	34,8	28,0	37,5	42,1
Cr	2600	2450	2539	2530	595	342	376	335
Cs	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	1,9	2,6	5,2
Ga	1,1	<0,5	1,1	<0,9	17,3	14,9	13,4	14,4
Hf	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,4	0,9	0,8	1,3
Nb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,6	1,0	1,0	2,3
Ni	1359	2060	2332	1917	567	240	196	226
Rb	0,2	<0,1	0,3	<0,2	10,4	16,3	17,4	36,5
Sc	5	9	10	8	44	33	32	28
Sn	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sr	2,8	5,9	6,3	5,0	72,2	80,1	111,4	128,7
Ta	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	<0,1	0,2
Th	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,5	0,6	0,7	1,4
U	<0,1	0,8	0,1	$\leq 0,3$	0,4	0,7	2,0	2,7
V	28	36	48	37	255	129	159	127
W	<0,5	<0,5	1,3	<0,8	<0,5	1,1	1,0	<0,5
Zr	0,5	0,4	0,3	0,4	77,1	28,2	37,2	40,9
Y	0,2	0,1	0,3	0,2	38,9	9,2	15,5	8,1
La	0,1	<0,1	0,3	<0,2	9,8	2,6	3,2	4,0
Ce	0,2	<0,1	0,2	<0,2	26,1	5,9	7,5	8,5
Pr	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	3,87	0,77	1,15	1,07
Nd	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	19,5	4,0	6,0	4,7
Sm	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,82	1,03	1,80	1,24
Eu	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,96	0,41	0,64	0,40
Gd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	7,26	1,51	2,28	1,48
Tb	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,23	0,26	0,40	0,21
Dy	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	7,30	1,60	2,57	1,63
Ho	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,52	0,37	0,51	0,29
Er	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	4,62	1,00	1,51	0,88
Tm	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,60	0,15	0,24	0,12
Yb	0,07	<0,05	<0,05	<0,06	3,77	1,16	1,52	0,85
Lu	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,56	0,17	0,23	0,12
Mo	0,1	0,2	<0,1	$\leq 0,1$	0,2	0,2	1,7	1,0
Cu	9,8	14,1	14,3	12,7	30,3	67,2	56,8	81,8
Pb	0,4	<0,1	0,6	<0,4	3,2	0,6	2,4	9,8
Zn	9	20	26	18	52	40	52	75
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au (ppb)	5,6	0,7	1,5	2,6	<0,5	1,1	<0,5	1,2
Hg	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,04
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5
$\Sigma NTE$	<1,14	<0,92	<1,42	<1,2	132,8	30,13	45,05	33,59
$\Sigma HNTE$	<0,62	<0,52	<0,82	<0,7	59,3	13,27	17,85	18,27
$\Sigma ONTE$	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	25,09	5,18	8,2	5,25
$\Sigma ANTE$	<0,12	<0,10	<0,10	<0,11	9,55	2,48	3,5	1,97
Eu/Eu*	-	-	-	-	1,31	1,40	1,37	1,28
Ce/Ce*	-	-	-	-	0,89	0,90	0,83	0,89
Yb/Yb*	-	-	-	-	1,02	1,14	1,02	1,11
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	0,14	-	-	-	0,25	0,22	0,20	0,46

Çizelge 5.2. (devam)

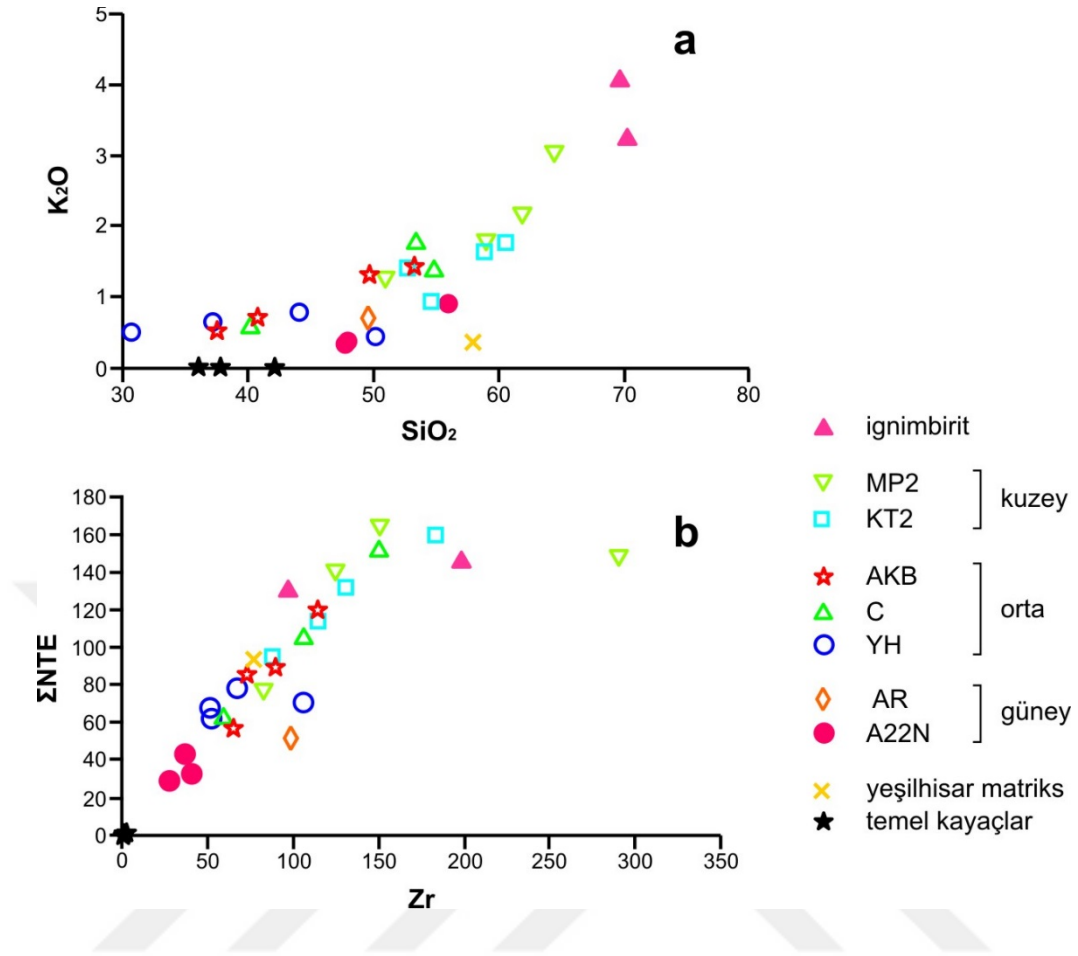
Major oksitler (% ağı.)	Çamurtaşı Güney		Çamurtaşı Orta					
	A22N-11	Ortalama	YH-2	YH-7	YH-11	YH-13	C-2	C-4
SiO <sub>2</sub>	55,92	50,35	30,65	44,08	50,11	37,23	54,80	40,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,72	16,96	7,26	9,98	14,58	11,77	14,31	9,46
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,20	9,12	4,54	5,01	9,62	6,75	6,98	7,85
MgO	2,51	4,38	4,49	4,79	5,49	6,19	4,94	3,77
CaO	1,37	2,71	23,21	13,16	6,01	15,12	1,32	16,50
Na <sub>2</sub> O	0,20	2,09	1,02	1,35	2,51	1,42	1,39	1,15
K <sub>2</sub> O	0,90	0,56	0,51	0,77	0,43	0,64	1,39	0,60
TiO <sub>2</sub>	0,60	0,50	0,38	0,50	0,77	0,49	0,58	0,81
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,04	0,06	0,09	0,07	0,08	0,13	0,08
MnO	0,05	0,07	0,09	0,08	0,11	0,10	0,14	0,12
A.K.	14,10	12,95	27,50	19,90	10,00	19,90	13,70	19,20
Toplam	99,58	99,72	99,71	99,71	99,70	99,69	99,68	99,76
TOP/C	0,04	0,24	5,15	3,53	0,60	3,71	0,05	3,17
TOP/S	<0,02	<0,25	<0,02	0,08	<0,02	0,06	<0,02	0,04
İz elementler (ppm)								
Ba	108	50	87	141	63	109	238	128
Be	2	<2	<1	4	2	<1	3	2
Co	52,6	40,1	25,3	25,9	40,1	30,8	31,3	28,2
Cr	1170	556	417	541	630	281	349	588
Cs	4,0	3,4	2,4	3,2	2,0	3,6	18,1	4,4
Ga	11,2	13,5	6,9	9,0	13,5	10,9	13,2	9,5
Hf	2,4	1,4	1,4	1,9	2,4	1,8	2,9	1,7
Nb	8,2	3,1	3,1	4,8	3,3	4,2	8,3	4,2
Ni	1237	475	252	266	312	306	362	245
Rb	47,0	29,3	19,3	30,0	17,1	29,3	76,6	28,6
Sc	17	28	14	17	32	22	19	19
Sn	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
Sr	81,3	100	313,2	233,2	152,4	286,2	191,9	218,2
Ta	0,5	≤0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,7	0,3
Th	4,9	1,9	2,8	3,8	2,3	3,1	10,7	3,2
U	2,3	1,9	0,8	1,0	0,6	1,5	3,9	1,7
V	95	128	66	98	207	129	134	180
W	2,0	<1,2	0,6	1,6	0,7	0,7	7,2	1,6
Zr	98,5	51,2	52,8	67,6	106,1	51,5	106,3	59,2
Y	8,2	10,3	12,1	13,8	19,8	15,5	16,4	11,7
La	9,0	4,7	9,9	12,7	7,8	9,5	21,6	10,0
Ce	19,3	10,3	19,6	25,3	16,8	19,8	34,1	18,9
Pr	1,69	1,17	2,31	2,96	2,35	2,43	3,93	2,45
Nd	6,6	5,3	8,6	11,4	9,8	9,1	14,5	9,5
Sm	1,08	1,29	2,08	2,32	2,63	2,29	2,68	2,03
Eu	0,24	0,42	0,55	0,63	0,91	0,69	0,73	0,57
Gd	1,05	1,58	2,00	2,41	3,06	2,58	2,64	1,97
Tb	0,17	0,26	0,32	0,37	0,53	0,43	0,41	0,33
Dy	1,29	1,77	2,01	2,80	3,30	2,79	2,58	2,11
Ho	0,31	0,37	0,39	0,59	0,69	0,60	0,53	0,42
Er	0,97	1,09	1,06	1,41	2,23	1,60	1,63	1,20
Tm	0,14	0,16	0,17	0,20	0,31	0,23	0,22	0,20
Yb	1,12	1,16	1,21	1,46	2,15	1,53	1,45	1,24
Lu	0,18	0,18	0,16	0,23	0,32	0,23	0,22	0,15
Mo	0,5	0,9	0,1	<0,1	0,3	0,1	0,7	1,0
Cu	20,20	56,5	23,9	32,9	34,0	33,9	19,0	24,8
Pb	2,4	3,8	7,8	9,8	6,9	7,4	14,4	6,7
Zn	43	53	31	45	48	44	57	39
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au (ppb)	1,3	≤1,0	<0,5	0,9	<0,5	0,5	1,0	1,6
Hg	0,01	0,02	0,07	0,04	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,1
Se	<0,5	<0,5	<0,5	3,5	0,8	0,5	<0,5	<0,5
ΣNTE	51,34	40,0	62,46	78,58	72,68	69,3	103,6	62,77
ΣHNTE	36,59	21,5	40,41	52,36	36,75	40,83	74,13	40,85
ΣONTE	4,14	5,69	7,35	9,12	11,12	9,38	9,57	7,43
ΣANTE	2,41	2,59	2,6	3,3	5,01	3,59	3,52	2,79
Eu/Eu*	0,99	1,26	1,18	1,17	1,40	1,24	1,20	1,25
Ce/Ce*	1,06	0,92	0,89	0,89	0,85	0,89	0,79	0,83
Yb/Yb*	1,10	1,09	1,15	1,07	1,07	1,05	1,04	1,12
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	0,78	0,42	0,79	0,84	0,35	0,60	1,44	0,78

Çizelge 5.2 (devam)

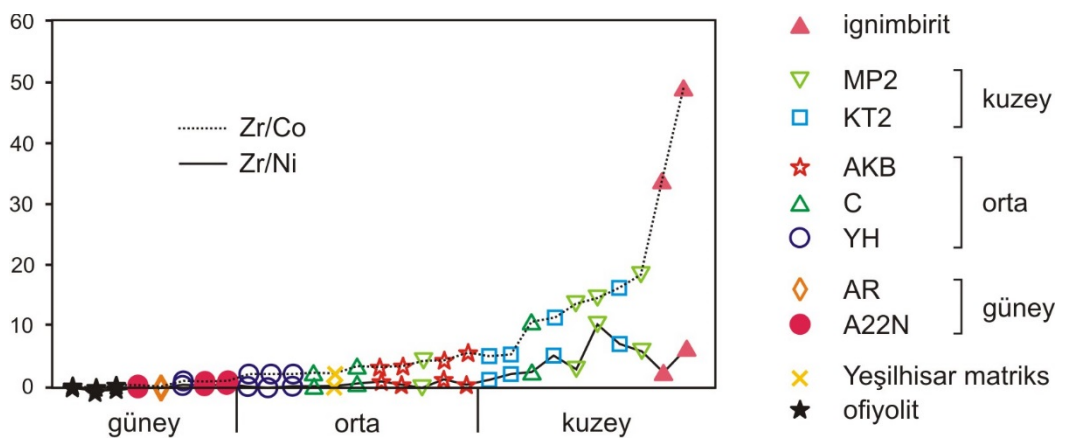
Major oksitler (% ağı.)	Çamurtaşı Orta						Çamurtaşı Kuzey		
	C-5	AKB-4	AKB-5	AKB-7	AKB-11	Ortalama	KT2-2	KT2-5	KT2-8
SiO <sub>2</sub>	53,43	37,54	40,73	49,65	53,31	44,70	60,51	58,84	54,61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,73	6,23	9,54	12,79	15,01	11,70	15,82	16,75	14,00
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,40	3,23	4,99	6,41	5,75	6,23	4,38	5,54	5,96
MgO	3,00	2,36	3,50	4,45	3,68	4,24	1,87	1,26	2,64
CaO	2,71	24,99	17,22	6,64	1,56	11,68	2,15	2,77	3,49
Na <sub>2</sub> O	1,80	1,19	0,76	0,70	0,36	1,24	1,65	1,86	0,86
K <sub>2</sub> O	1,79	0,53	0,72	1,32	1,44	0,92	1,77	1,64	0,94
TiO <sub>2</sub>	0,75	0,34	0,46	0,58	0,67	0,58	0,52	0,62	0,61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,08	0,08	0,08	0,06	0,08	0,03	0,06	0,05
MnO	0,05	0,06	0,08	0,04	0,17	0,09	0,04	0,03	0,07
A.K.	11,10	23,30	21,70	17,10	17,80	18,29	11,10	10,50	16,70
Toplam	99,80	99,85	99,78	99,76	99,81	99,75	99,84	99,87	99,93
TOP/C	0,05	5,41	3,63	1,27	0,02	2,42	0,02	<0,02	0,37
TOP/S	0,29	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,06	<0,02	<0,02	<0,02
İz elementler (ppm)									
Ba	163	125	85	95	353	144	364	374	133
Be	2	2	<1	2	2	<2	<1	2	<1
Co	14,9	12,9	23,6	29,1	24,4	26,0	10,9	11,3	17,2
Cr	82	493	458	424	157	402	27	34	62
Cs	3,7	1,4	5,6	10,2	14,0	6,2	3,2	3,0	1,8
Ga	17,0	4,6	8,5	12,3	14,3	10,9	14,6	15,5	12,2
Hf	3,8	1,8	2,0	2,2	3,1	2,3	5,0	3,7	2,4
Nb	15,1	2,3	4,6	7,0	9,0	6,0	10,5	8,2	4,5
Ni	64	126	209	283	64	226	24	23	32
Rb	89,5	15,1	30,4	52,6	77,2	42,3	84,6	69,2	42,8
Sc	20	8	16	18	16	18	10	13	16
Sn	1	<1	<1	1	1	<1	1	<1	<1
Sr	272,8	214,1	232,3	148,2	117,1	216	203,5	246,3	109,9
Ta	0,8	0,2	0,3	0,4	0,6	0,4	0,7	0,6	0,3
Th	11,7	2,7	3,5	6,3	9,6	5,4	18,2	12,1	5,1
U	3,5	0,9	0,9	0,9	2,0	1,6	2,7	2,7	0,7
V	76	51	78	100	80	109	60	77	61
W	2,0	<0,5	0,6	0,7	2,2	<1,7	1,6	1,9	1,1
Zr	150,3	65,4	73,0	90,0	114,8	85,2	183,1	130,6	88,2
Y	19,2	10,1	15,6	14,9	20,8	15,4	20,0	18,5	23,9
La	32,0	10,1	13,8	16,2	22,2	15,1	31,3	27,3	12,5
Ce	49,4	18,1	26,7	26,8	37,7	26,7	59,7	44,4	25,4
Pr	6,35	2,09	3,26	3,49	4,53	3,29	6,26	5,11	3,17
Nd	24,6	7,7	12,2	15,1	16,7	12,7	21,8	18,6	13,4
Sm	4,24	1,69	2,68	2,80	3,45	2,63	3,70	3,34	2,73
Eu	1,06	0,50	0,80	0,71	0,90	0,73	0,94	0,92	0,85
Gd	3,89	1,77	2,91	2,59	3,37	2,65	3,41	3,16	3,10
Tb	0,62	0,26	0,45	0,40	0,53	0,42	0,54	0,48	0,54
Dy	3,74	1,59	3,00	2,73	3,36	2,73	3,69	3,15	3,64
Ho	0,71	0,32	0,52	0,58	0,69	0,55	0,75	0,63	0,82
Er	1,87	0,94	1,59	1,66	1,96	1,56	2,02	1,70	2,28
Tm	0,26	0,13	0,21	0,21	0,31	0,22	0,33	0,25	0,38
Yb	1,89	0,99	1,52	1,63	2,02	1,55	2,38	1,79	2,51
Lu	0,25	0,15	0,24	0,24	0,31	0,23	0,37	0,29	0,41
Mo	<0,1	0,4	0,3	<0,1	0,1	≤0,3	<0,1	<0,1	<0,1
Cu	12,9	18,0	24,0	29,8	19,7	24,8	7,0	9,9	11,2
Pb	6,4	6,0	8,1	8,6	8,5	8,2	6,6	5,9	5,7
Zn	34	19	36	53	19	39	16	20	18
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au (ppb)	<0,5	1,9	0,8	5,4	1,6	<1,4	1,4	0,8	0,5
Hg	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,02	0,01	<0,01	<0,01
Tl	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	<0,2	0,2	0,1	0,2
Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,8	<0,5	<0,5	<0,5
ΣNTE	150,8	56,43	85,48	90,04	118,8	86,4	157,19	129,62	95,63
ΣHNTE	112,35	37,99	55,96	61,59	81,13	57,7	119,06	95,41	54,47
ΣONTE	14,26	6,13	10,36	9,81	12,3	9,71	13,03	11,68	11,68
ΣANTE	4,27	2,21	3,56	3,74	4,6	3,56	5,10	4,03	5,58
Eu/Eu*	1,15	1,27	1,25	1,16	1,16	1,22	1,16	1,24	1,28
Ce/Ce*	0,75	0,85	0,86	0,77	0,81	0,83	0,92	0,81	0,87
Yb/Yb*	1,17	1,11	1,06	1,14	1,03	1,09	1,07	1,04	1,00
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	1,64	0,99	0,88	0,96	1,06	0,94	1,27	1,48	0,48

Çizelge 5.2 (devam)

Major oksitler (% ağı.)	Çamurtaşı Kuzey						İğnimbirit		
	KT2-11	MP2-3	MP2-7	MP2-14	MP2-22	Ortalama	MP2-1	A2-7	Ortalama
SiO <sub>2</sub>	52,76	61,90	64,43	58,98	50,89	57,87	70,41	69,99	70,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,16	16,12	15,09	15,95	13,85	15,22	14,30	14,27	14,29
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,49	4,59	4,57	6,14	6,18	6,11	1,59	1,86	1,73
MgO	1,41	0,89	0,38	1,22	2,92	1,57	0,39	0,39	0,39
CaO	4,75	2,06	2,11	1,84	5,29	3,06	2,43	1,08	1,76
Na <sub>2</sub> O	1,93	1,73	2,31	1,62	0,57	1,57	2,67	1,98	2,33
K <sub>2</sub> O	1,40	2,15	3,03	1,76	1,24	1,74	3,26	4,02	3,64
TiO <sub>2</sub>	0,45	0,51	0,54	0,62	0,58	0,56	0,20	0,32	0,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,27	0,06	0,24	0,07	0,07	0,11	0,04	0,02	0,03
MnO	0,13	0,04	0,08	0,02	0,08	0,06	0,04	0,05	0,05
A.K.	10,90	9,80	7,00	11,60	18,20	11,98	4,50	5,90	5,20
Toplam	99,65	99,85	99,78	99,82	99,87	99,83	99,83	99,88	99,86
TOP/C	0,35	0,05	0,02	0,03	1,00	≤0,23	<0,02	0,03	<0,03
TOP/S	0,05	0,08	0,02	0,03	<0,02	≤0,03	<0,02	<0,02	<0,02
İz elementler (ppm)									
Ba	2349	443	775	272	162	609	753	768	761
Be	3	1	2	2	2	<2	3	1	2
Co	20,9	6,7	20,0	10,8	20,6	14,8	2,9	4,1	3,5
Cr	41	27	48	62	226	66	89	68	79
Cs	3,3	4,2	4,0	4,7	2,6	3,4	4,5	5,4	5,0
Ga	13,8	15,0	14,8	14,9	12,4	14,2	13,8	13,3	13,6
Hf	2,7	3,2	6,8	4,0	2,3	3,8	3,2	5,1	4,2
Nb	7,0	11,1	12,9	10,8	5,5	8,8	10,3	13,0	11,7
Ni	59	20	28	41	141	46	37	31	34
Rb	60,1	89,9	121,9	91,6	50,8	76,4	112,8	132,7	123
Sc	11	10	5	13	19	12	3	4	4
Sn	2	1	<1	1	<1	≤1	<1	<1	<1
Sr	294,3	246,0	241,8	238,6	198,0	222	298,1	136,7	217
Ta	0,6	0,7	0,9	0,8	0,4	0,6	0,9	0,9	0,9
Th	10,8	13,9	20,9	14,5	6,4	12,7	20,1	23,7	21,9
U	1,7	2,5	6,5	1,6	2,2	2,6	6,4	6,5	6,5
V	116	51	44	73	96	72	11	<8	<10
W	2,4	4,7	2,3	2,0	1,2	2,2	3,3	2,1	2,7
Zr	114,8	124,9	290,1	150,9	82,8	146	96,1	199,9	148
Y	20,6	17,5	20,6	23,5	11,7	19,5	12,50	18,7	15,6
La	21,2	29,7	30,3	30,5	14,1	24,6	37,2	36,5	36,9
Ce	37,0	52,1	53,4	58,2	25,0	44,4	56,8	63,9	60,4
Pr	4,08	5,32	5,67	6,29	3,04	4,87	5,31	6,55	5,93
Nd	15,5	17,7	20,1	23,1	12,0	17,8	17,6	22,4	20,0
Sm	2,63	3,19	3,13	4,39	2,50	3,20	2,63	3,46	3,05
Eu	0,71	0,85	0,83	1,07	0,66	0,85	0,61	0,67	0,64
Gd	2,72	3,06	2,86	4,18	2,13	3,08	2,08	3,11	2,60
Tb	0,44	0,47	0,47	0,68	0,34	0,50	0,30	0,47	0,39
Dy	2,84	2,83	3,09	4,16	2,18	3,20	2,09	2,79	2,44
Ho	0,66	0,60	0,68	0,88	0,44	0,68	0,39	0,65	0,52
Er	1,89	1,88	1,94	2,39	1,31	1,93	1,23	1,95	1,59
Tm	0,31	0,26	0,32	0,37	0,18	0,30	0,20	0,31	0,26
Yb	2,27	2,03	2,47	2,75	1,12	2,17	1,36	2,42	1,89
Lu	0,35	0,30	0,41	0,39	0,18	0,34	0,23	0,35	0,29
Mo	0,4	<0,1	1,1	<0,1	<0,1	<0,3	1,9	1,1	1,5
Cu	16,0	13,4	11,7	13,1	17,7	12,5	3,6	3,0	3,3
Pb	8,0	5,0	1,2	8,1	5,8	5,8	1,5	1,9	1,7
Zn	49	11	6	15	21	20	10	5	8
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au (ppb)	<0,5	3,7	2,2	2,3	1,0	<1,6	2,4	<0,5	<1,5
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tl	0,1	<0,1	0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Se	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	<0,5	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5
ΣNTE	113,2	137,8	146,3	162,9	76,88	127,4	140,5	164,2	152,4
ΣHNTE	77,78	104,82	109,47	118,09	54,14	91,7	116,9	129,4	123,2
ΣONTE	10,00	11,00	11,06	15,36	8,25	11,51	8,10	11,15	9,63
ΣANTE	4,82	4,47	5,14	5,90	2,79	4,73	3,02	5,30	4,16
Eu/Eu*	1,16	1,19	1,22	1,10	1,26	1,20	1,14	0,90	1,02
Ce/Ce*	0,86	0,89	0,87	0,91	0,83	0,87	0,85	0,89	0,87
Yb/Yb*	1,08	1,14	1,06	1,14	0,98	1,06	1,00	1,16	1,08
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	0,90	1,42	1,19	1,07	1,22	1,13	2,65	1,46	2,06



Şekil 5.14. İnceleme alanındaki birimlerin; (a)  $K_2O$  değerlerine karşılık  $SiO_2$  ve (b)  $\Sigma NTE$  değerlerine karşılık  $Zr$  değerleri grafikleri.

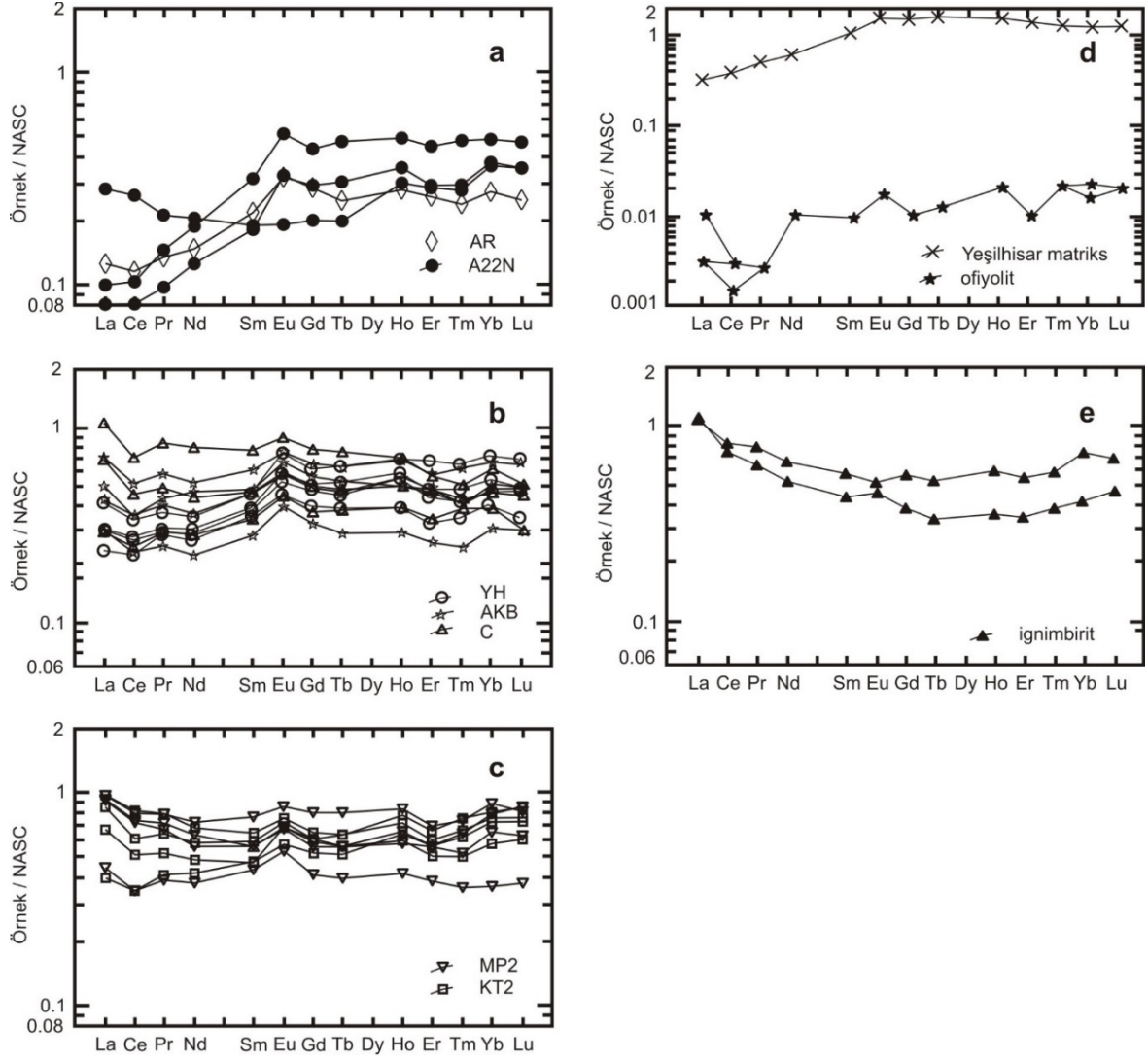


Şekil 5.15. İnceleme alanındaki birimlerin  $Zr/Co$  ve  $Zr/Ni$  oranlarının inceleme alanında kuzey-güney yönündeki dağılımı grafiği.

### 5.7. Nadir Toprak Elementlerinin Jeokimyasal İncelemeleri

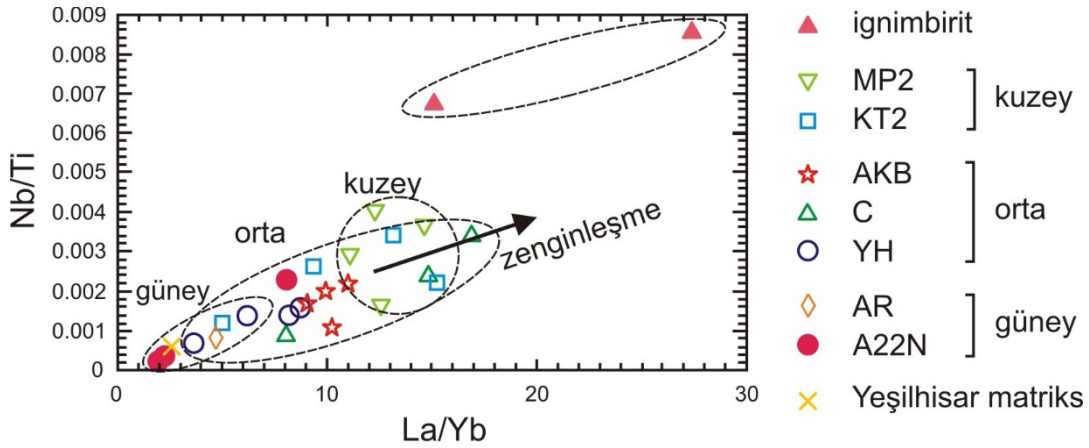
Çalışma alanından derlenen örneklerle ait tüm kayaç  $\Sigma$ NTE içerikleri NASC (Kuzey Amerika Şeyl Bileşimi) değerlerine göre normalize edilmiştir (Şekil 5.16; Gromet vd., 1984). Çalışma alanında, çamurtaşlarındaki  $La_N/Yb_N$  oranının güneyden kuzeye doğru 0,41 ppm den 5,96 ppm e yükselmesi sonucu La, Ce ve Nd gibi Hafif Nadir Toprak Elementleri (HNTE) içeriğinin; Ortaç Nadir Toprak Elementleri (ONTE) ve Ağır Nadir Toprak Elementleri (ANTE) içeriklerine göre zenginleştiği belirlenmiştir (Çizelge 5.2, Şekil 5.16a-c).

Buna karşın çalışma alanının güneyinde ofiyolitik kayalara ve Yeşilhisar konglomerası'na yakın olan çamurtaşlarında Hafif Nadir Toprak Elementleri (HNTE) içeriğinin; Ortaç Nadir Toprak Elementleri (ONTE) ve Ağır Nadir Toprak Elementleri (ANTE) içeriklerine göre az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.2., Şekil 5.16d,e). İgnimbirit örneklerinde ise HNTE/ANTE oranında artış saptanmıştır.



Şekil 5.16. Çalışma alanından derlenen örneklerin Kuzey Amerika Şeyl Bileşimi (NASC) değerlerine göre normalize edilmiş NTE dağılımlarının karşılaştırılması: (a) güneydeki çamurtaşları, (b) orta kesimdeki çamurtaşları, (c) kuzeydeki çamurtaşları, (d) Yeşilhisar matrisi ve ofiyolit ve (e) ignimbirit değerleri (NASC normalize değerleri Gromet vd.den 1984 alınmıştır).

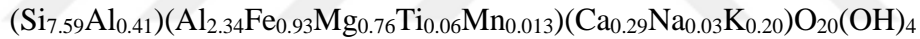
$[(Eu/Eu^*)_{NASC} = 0,98-1,67$  ppm ve  $(Ce/Ce^*)_{NASC} = 0,75-1,06$  ppm] ortalamalarının pozitif Eu ve negatif Ce anomalisi gösterdiği görülmüştür (Çizelge 5.2). 0,80 ppm ile 1,17 ppm arasında değişen  $(Yb/Yb^*)_{NASC}$  oranları görece hareketsiz karakter göstermiştir. Ayrıca kuzeye doğru Nb/Ti oranının La/Yb oranına paralel olarak artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5.17).



Şekil 5.17. Smektitçe zengin çamurtaşı örnekleri ve kaynak kayalara ait La/Nb ve Nb/Ti değerlerinin karşılaştırılması.

### 5.8. Saflaştırılmış Killerin Jeokimyası

A22N-11, AKB-11 ve KT2-8 smektit örneklerinin kil fraksiyonlarının kimyasal analiz sonuçlarından tahmini kimyasal formülü:



olarak hesaplanmıştır. Tetrahedral alan az miktardaki Al un yerini alan Si ile doldurulmuştur. Al oktahedral alandaki baskın katyon olup  $\text{Fe}^{+3}$ , Mg ve eser miktarda Ti ve Mn ile birlikte bulunmaktadır. Ca, Na, K ve P değiştirilebilir tabaka içi katyonlar olarak kabul edilmiştir. Ortalama tetrahedral yük/octahedral yük oranı ( $x_t/x_o$ ) 1,00 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, smektitin Güven (1988) ve Inoue vd.nin (2004) bildirdikleri gibi montmorillonit türünde olduğunu göstermiştir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3. Saflaştırılmış smektit örneklerinin kimyasal bileşimleri (% ağı.) ve kimyasal formülleri.

Majör oksitler (% ağı.)	A22N-11 Güney	AKB-11 Orta	KT2-8 Kuzey	Ortalama
SiO <sub>2</sub>	49.20	50.93	51.0	50.38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.30	15.80	15.30	15.47
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.08	6.19	7.31	8.20
MgO	2.84	4.09	3.17	3.37
CaO	1.62	1.58	2.20	1.80
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.07	0.18	0.09
K <sub>2</sub> O	0.84	1.42	0.94	1.07
MnO	0.06	0.10	0.07	0.08
TiO <sub>2</sub>	0.42	0.53	0.59	0.51
LOI	18.2	19.0	19.0	18.73
Total	99.59	99.71	99.76	99.69
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.22	3.22	3.33	3.26
Tetrahedral				
Si	7.45	7.65	7.68	7.59
Al	0.55	0.35	0.32	0.41
Σ	8.00	8.00	8.00	8.00
Oktahedral				
Al	2.18	2.45	2.39	2.34
Fe	1.26	0.70	0.83	0.93
Mg	0.65	0.92	0.72	0.76
Ti	0.05	0.06	0.07	0.06
Mn	0.009	0.02	0.01	0.013
Σ	4.15	4.15	4.02	4.11
Tabaka arası				
Ca	0.262	0.254	0.355	0.29
Na	0.009	0.01	0.052	0.03
K	0.162	0.272	0.180	0.20
Σ	0.433	0.536	0.587	0.52
Tetrahedral yük	0.550	0.350	0.320	0.41
Oktahedral yük	0.170	0.450	0.610	0.41
Toplam yük	0.720	0.800	0.930	0.82
Tabaka arası yük	0.690	0.800	0.930	0.81
x <sub>t</sub> /x <sub>o</sub>	3.24	0.78	0.52	1.00

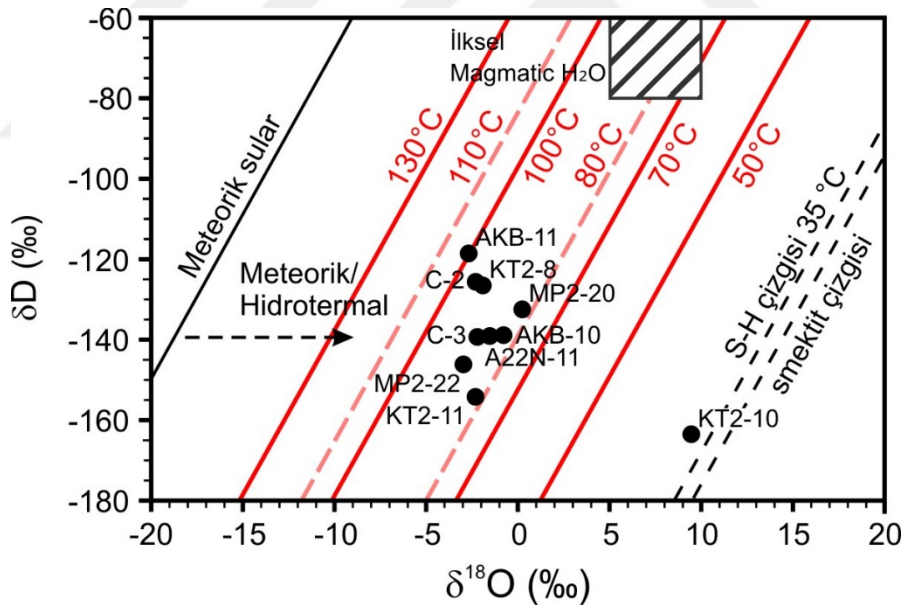
## 5.9. Duraylı İzotop Analizleri

Mustafapaşa üyesi çamurtaşları içerisindeki kil fraksiyonundan (< 2 µm) seçilen smektit ve smektit+illit minerallerine ait hidrojen ve oksijen izotopik analiz sonuçları Çizelge 5.4 ve Şekil 5.18'de verilmiştir. δD değerleri -163,43‰ ile -118,48‰ ve δ<sup>18</sup>O verileri ise -2,94‰ ve +9,46‰ değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 5.4. Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarındaki smektit ve smektit+illit örneklerinin  $\delta D$  ve  $\delta^{18}O$  izotopik analiz sonuçları

Örnek	Mineral	$\delta D$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
MP2-22	Sme+Illt	-146,08	-2,94
MP2-20	Sme	-132,38	0,24
KT2-8	Sme	-126,46	-1,91
KT2-10	Sme	-163,43	9,46
KT2-11	Sme	-154,12	-2,31
AKB-11	Sme	-118,48	-2,68
AKB-10	Sme+Illt	-138,79	-0,78
C-2	Sme+Illt	-126,37	-2,30
C-3	Sme	-139,25	-2,21
A22N-11	Sme	-139,00	-1,53

Ayrıca bu değerler, smektit oluşum sıcaklığı olan  $70^{\circ}C$  ile  $130^{\circ}C$  arasına düşmektedir (Şekil 5.17; Sheppard ve Gilg, 1996).



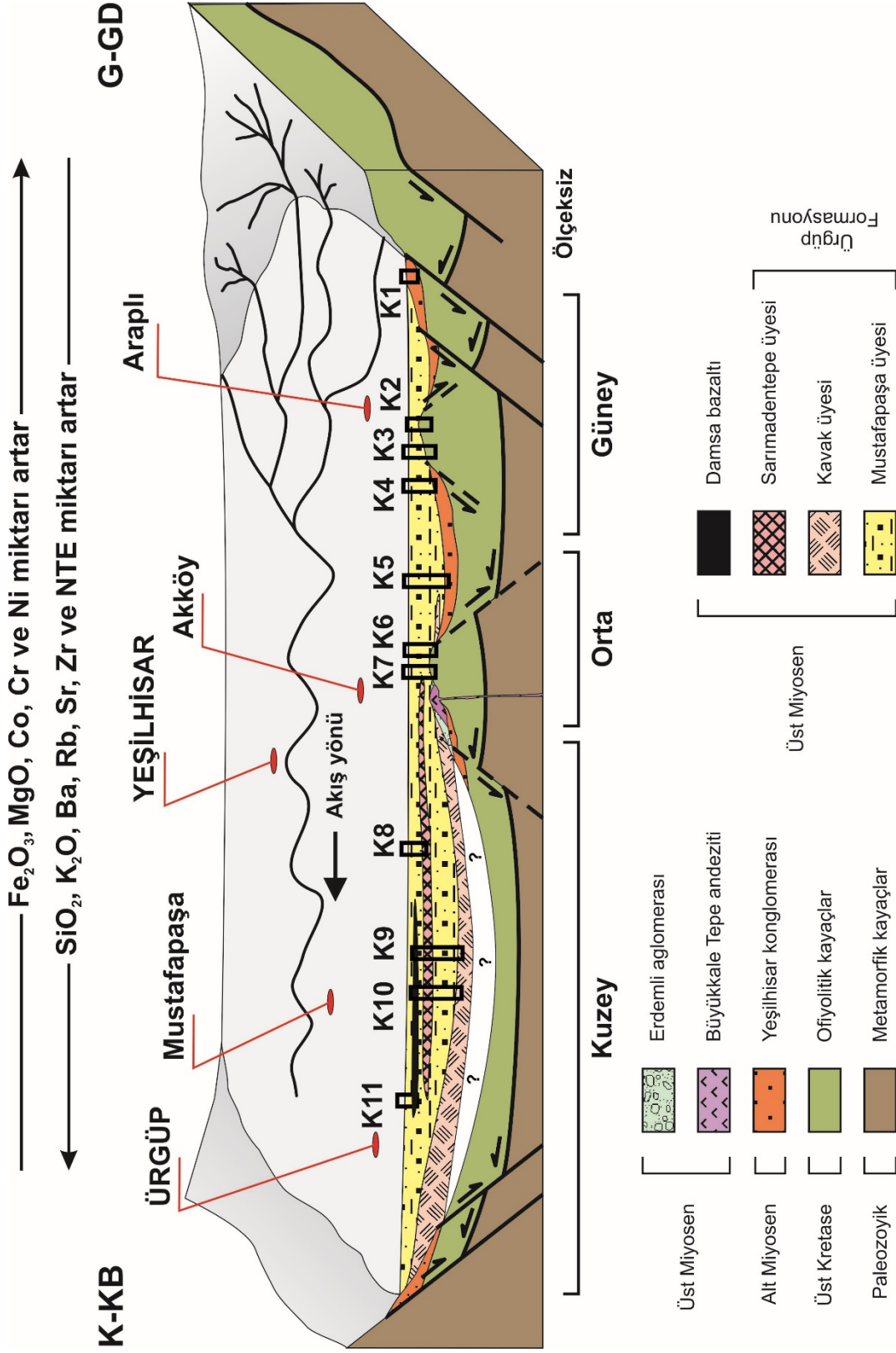
Şekil 5.18. Mustafapaşa üyesi'ne ait smektit ve smektit+illit örneklerinin  $\delta^{18}O$  ve  $\delta D$  izotopik analiz sonuçları dağılımı. Smektit çizgisi Sheppard ve Gilg'den (1996) ve Yui ve Chang'dan (1999) alınmıştır. Meteorik su çizgisi Craig'den (1961) alınmıştır. Smektit oluşum sıcaklığı çizgileri Kırmızı sürekli çizgiler) ise Faure'den (1986) alınmıştır. Bu çalışmadaki smektit ve illit minerallerinin smektit oluşum sıcaklığı çizgileri ise Faure'den (1986) düzenlenmiştir.

## 6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Avrasya ve Afrika-Arabistan levhalarının yaklaşmaları ile birlikte Miyosen öncesinde meydana gelen tektonik aktiviteler bölgedeki temel kayaçların yükselmesine ve aynı zamanda Orta Anadolu'da, dalma-batma zonunun önünde açılmalı tektonik rejim etkisi altında çöküntü havzalarının gelişmesine sebep olmuştur (Pasquarè vd., 1988; Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Dhont vd., 1998). Bu çökel havzaları Neojen boyunca volkanik ve volkanoklastik ürünler ile ara katkılı akarsu ve göl çökelleri ile dolmuştur (Pasquarè, 1968).

Miyosen öncesinde meydana gelen bu tektonik hareketler inceleme alanının güney kesimlerinde görülen Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı metamorfik ve ofiyolitik temel kayaçların yüzeylenerek etkin bir şekilde ayrışmalarına sebep olmuştur. İnceleme alanının güneyinde geniş mostralara sunan Alt Miyosen yaşlı Yeşilhisar konglomerası bu ayrışmanın havzadaki ilk ürünlerini teşkil eder. Dalma-batma zonu önünde gelişen magmatik yay, Orta-Geç Miyosen'de bölgede önemli volkanik faaliyetlerin başlamasına sebep olmuştur (Pasquarè vd., 1988; Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Toprak, 1998). Kavak üyesi, bölgedeki ilk yaygın piroklastik çökelleri temsil etmektedir. Çökeltme havzası Geç Miyosen'de volkanik faaliyetler ile eş zamanlı olarak göl ortamına ait çökeller ve çok büyük miktarda killi malzeme ile dolmaya başlar. Kurak iklim koşulları altında kuzeye doğru ani sellenmeler etkisi ile Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşları geniş çamur düzlükleri oluşturur. Sarımadentepe üyesi'ne ait piroklastik birimler çamurtaşları arasında ara katmanlı olarak bulunurlar (Şekil 6.1).

Arazi çalışmalarına göre, tabakalı ve yer yer masif çamurtaşları, inceleme alanında Hacıbekirli'nin kuzeyinden Araplı'ya kadar çok sığ göl fasiyesinde gelişen ikincil havza çökelleri (K1 – K7) ve kuzeyde sığ göl fasiyesinde gelişen, volkanizma etkisinin daha çok görüldüğü esas havza çökelleri (K8 – K11) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Çakıltaşlarında ve kumtaşlarında güneyden kuzeye doğru tane bileşiminde gözlenen değişimler ve kumtaşlarındaki çapraz tabakalanmalar havzanın güneydeki kaynak alandan beslendiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 6.1. İnceleme alanının genişletilmiş paleocoğrafik modeli.

Kapadokya havzası, orta Anadolu'daki diğer çöküntü havzalarına (Seyfe, Ankara-Çankırı, Çorum-Tokat) göre daha aktif tektonik ve volkanik faaliyetler etkisi altında gelişmiş bir havzadır. Havzanın gelişimi süresince Orta-Geç Miyosen'den günümüze kadar devam eden volkanik faaliyetlerin artan etkisi ile birlikte havzadaki çökme hızının artmasına bağlı olarak tortullaşma hızı da giderek artmıştır. Tortullaşma hızındaki bu değişim, ani sellenmeler ile Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarının geniş çamur düzlükleri halinde çökmesine sebep olmuştur (Pasquarè, 1968; Gürel ve Kadir, 2008; Külah vd., 2014).

Örnek olarak, Kapadokya havzasına göre oldukça durgun bir sığ-göl ortamını yansıtan Ankara-Çankırı Havzası'nda ise tortullaşma hızının yavaş olması, smektit oluşumu için gerekli andezitik tüflerin detritik malzeme ile karışmadan sığ göl ortamında depolanmasına ve diyajenetik süreçlerde kaliteli bentonit yataklarının oluşmasına imkan vermiştir (Kadir vd., 2017). Buna karşın Kapadokya Havzası'nda smektit oluşumu için gerekli malzeme taşınma ve depolanma süreçlerinde detritik malzemeler ile karışmış ve çamur halinde depolanmıştır.

Smektitçe zengin çamurtaşlarının stratigrafik kesitlerde ofiyolitik ve volkanik kökenli kayalar ile ilişkili olması havzanın detritik kökenli malzemelerden beslendiğini göstermektedir (Hong vd., 2007, 2012). Bununla birlikte, Külah vd. (2014) Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarındaki smektitin detritik kökenli olduğunu düşünseler de smektitlerin havza içerisine taşınan ofiyolitik ve piroklastik kökenli malzemelerin depolanma sonrasında otijenetik olarak oluşması da muhtemeldir (Kadir vd., 2017). Jeans vd. (1982) havza içerisinde veya yakın kesimlerinde daha önceden depolanmış olan piroklastik malzemenin çevre kayalardan da gelen detritik malzeme ile karışarak akarsular ve yerel akıntılar ile yeniden taşınıp çökme havzasında depolanması ve bunu takip eden erken diyajenez aşamasında smektitlerin otijenetik olarak oluştuğunu ve bu smektitlerin, havzaya taşınma faktörlerinin şiddetine ve çökme hızına bağlı olarak farklı tane boyunda detritik bileşenler içerebildiğini göstermiştir. Mustafapaşa üyesi çamurtaşları içerisinde ofiyolitik ve volkanik kökenli olivin, piroksen, serpantin ve amfibol mineralinin bulunması da bu öneriyi desteklemektedir.

Smektit *d001* piklerinin keskin olması, DTA-TG eğrisinde 84,40°C'de ideal asimetric endotermik pik vermesi ve IR spektrumunda ideal 3617, 3399, 1634, 998, 798, 696, 626, 455 ve 419 cm<sup>-1</sup> bantlarını vermesi de smektitlerin yüksek kristallenme derecesine sahip

olduğunu göstermektedir. Taramalı elektron mikroskopu incelemelerinde süngerimsi smektit kristallerinin piroksen kalıntıları, çubuksu amfiboller, ayrılmış feldspatlar ve devitrifiye volkanik cam malzemesi üzerinde veya aralarında bulunması çamurtaşlarının ofiyolitik ve volkanik kökenli olduğunu ve otijenetik olarak oluştuğunu göstermektedir. Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarındaki  $Fe_2O_3+MgO$ ,  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  yoğunluklarındaki değişim ise kaynak alandaki kayaç tiplerindeki değişiklikler ile ilişkilidir. İnceleme alanının güneyindeki killi çökellerde  $Fe_2O_3+MgO$  miktarının yüksek oluşu güneydeki ofiyolit kökenli detritik piroksen, amfibol ve Fe-(oksihidr)oksit minerallerinden kaynaklanmaktadır. Buna karşın, inceleme alanının kuzeyine doğru  $SiO_2$  ve  $Al_2O_3$  oranlarının artışı da feldspat, amfibol ve opal-A gibi volkanik kökenli malzemelerden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden havzanın güney kesimlerinde orta ve kuzey kesimlere göre  $Fe\pm Mg$  miktarı yüksek iken  $Si\pm Al$  ve  $Ca+K+Na$  miktarı düşüktür. Ayrıca, ölçülen stratigrafik kesitler boyunca çamurtaşlarında alttan üste doğru  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ , Ni, Co, Cr ve  $\Sigma NTE$  değerlerinin düzensiz bir şekilde değişmesi, güneyde de ofiyolitik malzemenin yanı sıra volkanik aktivitenin de küçümsenmeyecek kadar etkili olduğunu göstermektedir. Smektitçe zengin çamurtaşlarının depolanmasından sonra gözenek suyunda artan Ca miktarı, mikrogözeneklerde yerinde kalsit çimento oluşumuna sebep olmuştur. Ayrıca, çamurtaşlarının gözeneklerinde volkanik malzemenin ayrışması sonucu serbestleşen K ve Al miktarının kısmen artışı da düzensiz smektit kristallerinin kenarlarında erken diyajenez süreçleri boyunca bazik koşullar altında eser miktarda otijenetik illit oluşumunu sağlamıştır (Braide ve Huff, 1986; Erhenberg, 1991; Meunier ve Velde, 2004; Ziegler, 2006). İnceleme alanının kuzey kesimlerinde çamurtaşları içerisindeki riyolitik bileşenli volkanoklastik kırıntılı malzemelerin ayrışması, gözenekli ve geçirimli çökeltme ortamında alkali elementlerin (K, Na ve Ca) yıkanması sucunda asitik koşullar oluşmuş ve Al miktarının artışı ile birlikte yer yer eser miktarda kaolinit çökelişi gerçekleşmiştir (Kadir ve Karakaş, 2002; Kadir ve Akbulut, 2009).

NASC-normalize grafiklerindeki  $HNTE/ANTE$  oranı ile birlikte çamurtaşları içerisinde havzanın güneyinden kuzeyine doğru smektit miktarı ile doğru orantılı olarak artan  $(La/Yb)_N$  oranı volkanik malzemelerin havza içerisinde kuzeye doğru artan etkisini göstermektedir. Bu sebeple, Christidis (1998) ve Jeans vd.nin (2000) de belirttiği gibi amfibol ve feldspat minerallerinin ayrışması,  $HNTE$ 'nin smektit ve Fe-(oksihidr)oksit mineralleri tarafından emilimi ile sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte, çamurtaşlarındaki

HNTE değerlerinin ONTE ve ANTE değerlerine göre daha düşük olması bu çamurtaşlarının ofiyolitik temel kayalar bünyesindeki olivin ve piroksen türü minerallerin ayrışması kaynaklı olduğunu desteklemektedir (Cullers ve Graf, 1983; Nyakairu ve Koeberl, 2001). Çamurtaşlarındaki pozitif Eu anomalisi, çamurtaşları ile ara katkılı olan volkanik birimlerden kaynaklı plajiyoklaz ayrışmasını göstermektedir (Nance ve Taylor, 1977). Bununla birlikte, çamurtaşlarındaki Nb/Ti oranının La/Yb oranına göre kuzeye doğru artması smektitçe zengin çamurtaşlarının esas olarak ofiyolitik temel kayalar, Yeşilhisar konglomerası ve volkanik kökenli kayalardan türediğini göstermektedir. Çamurtaşlarındaki Zr/Ni oranının kuzeye doğru Zr/Co oranı ile gösterdiği artış ile birlikte Zr ve ΣNTE değerleri arasındaki pozitif korelasyon bu öneriyi desteklemektedir. Bu yorum ayrıca, Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarındaki Ba, Rb ve Sr içeriğinin kuzeye doğru artarken, Ni, Co ve Cr miktarının güneyde ofiyolitik kaynağa yakın çamurtaşlarında daha fazla olması ile de desteklenmektedir. Orta kısımlarda element miktarındaki değişimler ise kuzey ve güney kesimlerdekilere göre daha ortalama değerlere sahiptir. Ayrıca, çamurtaşı ve ofiyolitik birimlerdeki hafif negatif Ce anomalisi oksidasyon ve redüksiyon koşulları altındaki demir-oksit/hidroksit fazlarındaki Fe'in Ce ile yer değiştirmesine işaret etmektedir (Fulignati vd., 1999; Karakaya, 2009; Zhou vd., 2013). Bu önerme, çökeltme ortamdaki oksidasyon ve redüksiyon koşullarındaki değişimlere bağlı olarak çamurtaşlarında oluşan yeşil, sarı ve koyu kırmızı renk araldanması ile de desteklenmektedir (Eren ve Kadir, 1999; Gürel ve Kadir, 2008; Eren ve Kadir, 2013; Eren vd., 2015).

Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarında kuruma çatlakları yüzeylerinde gözlenen bitki kök izleri, yer yer demir oksit boyamaları ve mangan oksit sıvamaları ile kızılımsı-kahverengi – grimsi-yeşil renk araldanması da diyajenetik ortam koşullarındaki değişimi işaret etmektedir (Eren ve Kadir, 1999; Eren ve Kadir, 2013; Eren vd., 2014). Ayrıca, çamurtaşları arasında yer alan kumtaşı ve çakıltaşı merceklerinin sıkı, tane-destekli, kil, kalsit ve demir oksit ile çimentolanmış olması da diyajenetik oluşum ortamını kanıtlamaktadır (Kassab, vd., 2014; Zaid ve Al Gahtani, 2015). Mikromorfolojik olarak smektitçe zengin çamurtaşında görülen kısmen yönlenme, kompakt yapı ve gözeneklerde oluşan mikrokalsit kristallerinin varlığı da bu görüşü desteklemektedir.

Smektit ve smektit±illit minerallerinin O- ve H-izotop değerlerinin smektit çizgisi, meteorik su ve magmatik su çizgileri ile sınırlanan bölgede 80 °C ile 100 °C sıcaklık arasına

düşmesi, smektit mineralinin çökelme havzasının gelişmesi sırasında ortaya çıkan diyajenetik ısı ve basınç altında oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.18; Sheppard ve Gilg, 1996; Gilg vd., 2003). Ayrıca, bu değerlerin grafik alanındaki yerleri Faure (1986) tarafından sınırlandırılmış 70°C ile 130°C oluşum sıcaklık çizgileri ile de uyumludur. Bununla birlikte, Eslinger ve Yeh (1986)  $\delta^{18}\text{O}$  değerlerinin artan gömülme sıcaklığı ile birlikte negatif değerler aldığını, artan  $\delta\text{D}$  değerlerinin ise gömülme sıcaklığındaki artışa bağlı olarak smektit ve su arasındaki etkileşim ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.



## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1- Ürgüp Formasyonu Mustafapaşa üyesi Paleozoyik yaşlı gnays ve mermerler ile Mesozoyik yaşlı ofiyolitik kayaçların ayrışma ürünlerinin tektonik çöküntü havzası içerisinde güneyde çok sığ göl ve kuzeye doğru ise sığ göl ortamlarında depolanması sonucu oluşmuştur.
- 2- Çamurtaşlarındaki grimsi-yeşil – kırmızımsı-kahverengi renk değişimleri de depolanma sırasında iklimsel değişimler etkisiyle, ortamda gelişen farklı oksidasyon-redüksiyon koşullarını belirtmektedir.
- 3- Mustafapaşa üyesi'nin tabanını oluşturan Yeşilhisar konglomerası'nın ofiyolit kaynaklı tane bileşenleri smektit ağırlıklı kumlu-killi malzeme ile çimentolanmıştır. Bununla birlikte, çamurtaşları içerisinde mercekler halinde bulunan kumtaşı ve çakıltası birimlerinin ana bileşenleri de ofiyolitik kökenli tanelerden oluşmaktadır. Buna karşın Mustafapaşa üyesi, alt seviyelerindeki riyolitik bileşimli Kavak üyesi ve üst seviyelerine doğru andezitik bileşimli Sarımadentepe üyesi ile ara katmanlı olup, üzerinde yer alan Cemilköy üyesi ignimbiritleri ile birlikte yer almaktadır.
- 4- Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarında ayrılmış piroksen, amfibol, feldspat kristalleri ve devitrifiye volkanik cam malzemesi üzerinde gelişmiş süngerimsi smektit ve smektit ile birlikte bulunan illit kristallerinin varlığı, havzanın ofiyolitik kayaçlar ve bu kayaçların ilk ayrışma ürünleri olan Yeşilhisar konglomerası ile piroklastik birimlerden beslendiğini kanıtlamaktadır.
- 5- Ayrılmış piroksen, amfibol, feldspat mineralleri ve devitrifiye volkanik cam malzemesi üzerinde süngerimsi smektit kristallerinin gelişmesi bu simektitlerin otijenetik olarak oluştuklarını göstermektedir.
- 6- Mustafapaşa üyesi çamurtaşları içerisinde eser miktarda bulunan olivin, piroksen ve serpantin gibi ofiyolitik kökenli mineraller ile birlikte amfibol mineralini görülmesi kaynak kayaçların kimyasal olarak ayrışmadan önce hızlı bir şekilde havzaya taşındığını göstermektedir.

- 7- Mustafapaşa üyesi çamurtaşlarındaki HNTE/ANTE, (La/Yb)<sub>N</sub>, Zr/Ni ve Zr/Co oranları ile Rb, Ba ve Sr miktarının inceleme alanının kuzey kesimlerine doğru artışı ile birlikte pozitif Eu anomalisi görülmesi, ofiyolitik ve volkanik kökenli malzemelerin çökeltme ortamında ayrılarak çamurtaşlarındaki smektitin oluşması için gerekli Fe±Mg, Al ve Si elementlerinin ortama gelmesini sağladığını gösterir.
- 8- Mustafapaşa üyesi çamurtaşları içerisindeki smektit türü kil minerallerinin kimyasal içeriğinde çöküntü havzası içerisinde görülen bölgesel değişimler, beslenme alanlarına olan mesafe ile ilgilidir.
- 9- Mustafapaşa üyesi'ne ait çamurtaşlarındaki kuruma çatlaklarında yoğun organik malzeme ile birlikte demir oksit sıvımları ve mangan oksit boyamalarının varlığı, kumtaşları ve çakıltaşlarının kalsit ve Fe-(oksidr)oksit malzemesi ile çimentolanmış olması ve opak mineraller içermesi bu çökellerin depolandıktan sonra sıkıştıklarını göstermektedir.
- 10- Mikromorfolojik açıdan, smektit partiküllerinin yönlendirilmiş düzende, mercekli levha paketleri şeklinde oluşmuş olması ve smektit kristalleri üzerinde görülen illit oluşumları ve çamurtaşlarında düzensiz smektit demetlerinin mikron boyutundaki öz şekilli mikritik kalsit kristalleri ile birlikte bulunması çökeltme ortamının diyajenetik süreçler etkisinde kaldığını göstermiştir.
- 11- Smektit ve smektit+illit içeren örneklere ait  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  değerlerine göre killerin oluşum sıcaklıklarının yaklaşık 80°C ve 100°C arasında olması, çamurtalarındaki mikritik kalsit oluşumu, Fe-(oksidr)oksidasyon ve smektitin illite dönüşmesi erken diyajenez süreçlerindeki alkalın şartların varlığını göstermektedir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E., Akin, L., Ersoy, O., Sen, E., Duncan, R.A., Atici, G., 2012, 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.
- Ayrancı, B., 1991, The Magnificent volcano of central Anatolia: Mt. Erciyes near Kayseri, *Bulletin of the Technical University of İstanbul*, 44, 375-417.
- Batum, I., 1975, Petrographische und geochemische Untersuchungen in den Volkangebieten Göllü Dağ und Acıgöl (Zentralanatolien/Turkei), *Doktora Tezi*, Freiburg Üniversitesi, 101s. (unpublished).
- Batum, I., 1978, Geology and Petrography of Acıgöl and Göllüdağ volcanics at southwest of Nevşehir Central Anatolia (Turkey), *Yerbilimleri*, 4, 70-88.
- Beekman, P.H., 1966, Hasan Dağı-Melendiz Dağı bölgesinde Pliyosen ve Kuvaterner volkanizma faaliyetleri, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 66, s. 90-105.
- Besang, C., Eckhardt, F.J., Hare, W., Kreuzer, H., Müller, P., 1977, Radiometrische Altersbestimmungen an Neogenen Eruptivgesteinen der Türkei, *Geol. Jb. B*, 25, 3-36.
- Blumenthal, M.M., 1941, Niğde – Adana vilayetleri dahilinde Torosların jeolojisine umumi bakış, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Derleme Rapor No: 6*, 49 s. (yayımlanmamış).
- Braide, S.P., Huff, W.D., 1986, Clay mineral variation in Tertiary sediments from the eastern Flank of the Niger Delta, *Clay Minerals*, 21, 211-224.
- Brindley, G.W., 1980, Quantitative X-ray analysis of clays, *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification*, G.W. Brindley, G. Brown (Eds.) Mineralogical Society Monograph 5, p. 41-438.
- Casciello, E., Cosgrove, J.W., Cesarano, M., Romero, E., Queralt, I., Verge's, J., 2011, Illite-smectite patterns in sheared Pleistocene mudstones of the southern Apennines and their implications regarding the process of illitization: A multiple analysis, *Journal of Structural Geology*, 33, 1699-1711.
- Chermak, J.A., Schreiber, M.E., 2014 Mineralogy and trace element geochemistry of gas shales in the United States: Environmental implications, *International Journal of Coal Geology*, 126, 32-44.
- Christidis, G.E., 1998, Comparative study of the mobility of major and trace elements during alteration of an andesite and a rhyolite to bentonite, in the islands of Milos and Kimolos, Aegean, Greece, *Clays and Clay Minerals*, 46, 379-399.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Clayton, R.N., Mayeda, T.K., 1963, The use of bromine pentafluoride in the extraction of oxygen from oxides and silicates for isotopic analysis *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 27, 43-52.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L., Fan, J.-X., 2013, The ICS International Chronostratigraphic Chart, *Episodes*, 36, 199-204.
- Craig, H., 1961, Isotopic variations in meteoric waters, *Science*, 133, 1702-1703.
- Cullers, R.L., Graf, J., 1983, Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: intermediate and silicic rocks, ore petrogenesis, *Rare-Earth Geochemistry*, P. Henderson (Ed.) Elsevier, p. 275-312.
- Dhont, D., Cgorowicz, C., Yürür, T., Froger, J.L., Köse, O., Gündoğdu, N., 1998, Emplacement of volcanic vents and geodynamics of central Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 33-54.
- Dilek, Y., Whitney, D.L., 1997, Counterclockwise P-T-t trajectory from the metamorphic sole of a Neo-Tethyan ophiolite (Turkey), *Tectonophysics*, 280, 295-310.
- Dönmez, M., Türkecan, A., Akçay, A.E., 2003, Kayseri – Niğde – Nevşehir bölgesi Tersiyer volkanikleri, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı*, Ankara, s. 182.
- Ercan, T., Köse, C., Akbaşlı, A., Yildirim, T., 1987, Orta Anadolu'da Nevşehir-Niğde-Konya dolayındaki volkanik kökenli gaz çıkışları, *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 4, 57-63.
- Ercan, T., Yeğingil, Z., Biggazi, G., 1989, Obsidiyen tanımı ve özellikleri, Anadolu'daki dağılımı ve Orta Anadolu obsidiyenlerinin jeokimyasal nitelikleri, *Jeomorfoloji Dergisi*, 17, 71-83.
- Eren, M., Kadir, S., 1999, Colour origin of upper Cretaceous pelagic red sediments within the Eastern Pontides, northeast Turkey, *International Journal of Earth Sciences*, 88, 593-595.
- Eren, M., Kadir, S., 2013, Colour origin of red sandstone beds within the Hüdai Formation (Early Cambrian), Aydınçık (Mersin), southern Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22, 563-573.
- Eren, M., Kadir, S., Zucca, C., Akşit, İ., Kaya, Z., Kapur, S., 2014, Pedogenic manganese oxide coatings (calcium buserite) on fracture surfaces in Tortonian (Upper Miocene) red mudstones, southern Turkey, *Catena*, 116, 149-156.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Eren, M., Kadir, S., Kapur, S., Huggett, J., Zucca, C., 2015, Colour origin of Tortonian red mudstones within the Mersin area, southern Turkey, *Sedimentary Geology*, 318, 10-19.
- Erhenberg, S.N., 1991, Kaolinized, potassium-leached zones at the contacts of the Garn Formation, Haltenbanken, mid-Norwegian continental shelf, *Marine and Petroleum Geology*, 8, 250-269.
- Eslinger, E.V., Yeh, H-W., 1986, Oxygen and hydrogen isotope geochemistry of Cretaceous bentonites and shales from the Disturbed Belt, Montana, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 50, 59-68.
- Farmer, V.C., 1974, Layer silicates, *Infrared Spectra of Minerals*, V.C. Farmer (Ed.) Mineralogical Society, p. 331-363.
- Faure, G., 1986, *Principles of Isotope Geology*, 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley and Sons, 589 p.
- Froger, J., Lenat, J.F., Chorowicz, J., Le Pennec, J.L., Bourdier, J.L., Köse, O., Zimitoğlu, O., Gündoğdu, N., Gourgaud, A., 1998, Hidden calderas evidenced by multisource geophysical data; Example of Cappadocian calderas, central Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 99-128.
- Folk, R. L., 1968, *Petrology of Sedimentary Rocks*, HemphilPs Book Store, Austin, Texas, 128 p.
- Fulignati, P., Gioncada, A., Sbrana, A., 1999, Rare-earth element (REE) behaviour in the alteration facies of the active magmatic-hydrothermal system of Vulcano (Aeolian Islands, Italy), *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 88, 325-342.
- Gevrek, A.İ., 1997, Aksaray doğusu, Ihlara-Derinkuyu yöresindeki volkaniklastiklerin sedimentolojisi, *Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 178.
- Gilg, H.A., Weber, B., Kasbohm, J., Frei, R., 2003, Isotope geochemistry and origin of illite-smectite and kaolinite from the Seilitz and Kemmlitz kaolin deposits, Saxony, Germany, *Clay Minerals*, 38, 95-112.
- Göncüoğlu, C., 1986, Orta Anadolu Masifi'nin güney ucunda jeokronolojik yaş bulguları, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 105-106, 27-28.
- Göz, E., Kadir, S., Gürel, A., Eren, M., 2014, Geology, mineralogy, geochemistry, and depositional environment of a Late Miocene/Pliocene fluvio-lacustrine succession, Cappadocian Volcanic Province, central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 23, 386-411.
- Gromet, L.P., Dymek, R.F., Haskin, L.A., Korotev, R.I., 1984, The 'North American Shale Composite': Its compilation, major and trace element characteristics, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 2469-2482.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gürel, A., Kadir, S., 2006, Geology, mineralogy and origin of clay minerals of the Pliocene fluvial-lacustrine deposits in the Cappadocian Volcanic Province, Central Anatolia, Turkey, *Clays and Clay Minerals*, 54, 555-570.
- Gürel, A., Ciftci, E., Kerey, I.E., 2007, Sedimentological characteristics of the Cukurbağ formation deposited along the Eceemis Fault Zone (Central Anatolia, Turkey), *Journal of the Geological Society of India*, 70, 59-72.
- Gürel, A., Kadir, S., 2008, Geology and Mineralogy of Late Miocene Clayey Sediments in the Southeastern part of the Central Anatolian Volcanic Province, Turkey, *Clays and Clay Minerals*, 56, 307-321.
- Gürel, A., Yıldız, A., 2007, Diatom communities, lithofacies characteristics and paleoenvironmental interpretation of Pliocene diatomite deposits in the Ihlara-Selime plain (Aksaray, Central Anatolia, Turkey), *Journal of Asian Earth Sciences*, 30, 170-180.
- Gürel, A., 2017, Geology, mineralogy, and geochemistry of late Miocene paleosol and calcrete in the western part of the Central Anatolian Volcanic Province (CAVP), Turkey, *Geoderma*, 302, 22-38.
- Güven, N., 1988, Smectites, *Hydrous Phyllosilicates* S.W. Bailey, (Ed.) *Reviews in Mineralogy*, 19. Mineralogical Society of America, p. 497-559.
- Hong, H., Li, Z., Xue, H., Zhu, Y., Zhang, K., Xiang, S., 2007, Oligocene clay mineralogy of the Linxia Basin: Evidence of paleoclimatic evolution subsequent to the initial stage uplift of the Tibetan Plateau, *Clays and Clay Minerals*, 55, 491-503.
- Hong, H., Wang, C., Zeng, K., Zhang, K., Yin, K., Li, Z., 2012, Clay mineralogy of the Zhada sediments: Evidence for climatic and tectonic evolution since ~9 Ma in Zhada, southwestern Tibet, *Clays and Clay Minerals*, 60, 240-253.
- Iijima, A., Tada, R., 1981, Silica diagenesis of Neogene diatomaceous and volcanoclast sediments in northern Japan, *Sedimentology*, 28, 185-200.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquarè, G., Radicati Di Brozolo, F., Villari, L., 1975, The Neogene Calc-Alcaline Volcanism of Central Anatolia: Geochronological data on Kayseri-Niğde area, *Geological Magazine*, 112, 349-360.
- Inoue, A., Meunier, A., Beaufort, D., 2004, Illite-smectite mixed-layer minerals in felsic volcanoclastic rocks from drill cores, Kakkonda, Japan, *Clays and Clay Minerals*, 52, 66-84.
- Jeans, C.V., Merriman, R.J., Mitchell, J.G., Bland, D.J., 1982, Volcanic clays in the Cretaceous of southern England and northern Ireland, *Clay Minerals*, 17, 105-156.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Jeans, C.V., Wray, D.S., Merriman, R.J., Fisher, M.J., 2000, Volcanogenic clays in Jurassic and Cretaceous strata of England and the North Sea Basin, *Clay Minerals*, 35, 25-55.
- Kadir, S., Akbulut, A., 2009, Mineralogy, geochemistry and genesis of the Taşoluk kaolinite deposits in pre-Early Cambrian metamorphites and Neogene volcanites of Afyonkarahisar, Turkey, *Clay Minerals*, 44, 89-112.
- Kadir, S., Gürel, A., Senem, H., Külah, T., 2013, Geology of Late Miocene clayey sediments and distribution of palaeosolclay minerals in the northeastern part of the Cappadocian Volcanic Province (Araplı-Erdemli), central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22, 427-443.
- Kadir, S., Karakaş, Z., 2002, Mineralogy, chemistry and origin of halloysite, kaolinite and smectite from Miocene ignimbrites, Konya, Turkey, *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 177, 113-132.
- Kadir, S., Külah, T., Önalgil, N., Erkoyun, H., Elliott, W.C., 2017, Mineralogy, geochemistry, and genesis of bentonites in Miocene volcanic-sedimentary units of the Ankara-Çankırı Basin, central Anatolia, Turkey, *Clays and Clay Minerals*, 65, 64-91.
- Karakaya, N., 2009, REE and HFS element behaviour in the alteration facies of the Erenler Dağı Volcanics (Konya, Turkey) and kaolinite occurrence, *Journal of Geochemical Exploration*, 101, 185-208.
- Kassab, M.A., Hassanain, I.M., Salem, A.M., 2014, Petrography, diagenesis and reservoir characteristics of the Pre-Cenomanian sandstone, Sheikh Attia area, East Central Sinai, Egypt, *Journal of African Earth Sciences*, 96, 122-138.
- Külah, T., Kadir, S., Gürel, A., Eren, M., Önalgil, N., 2014, 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, 267-285.
- Külah, T., Kadir, S., Gürel, A., Eren, M., Önalgil, N., 2015, Corrigenda on “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, 267-285”, *Clays and Clay Minerals*, 63, 69-72.
- Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G., Gourgaud, A., 1994, Neogene ignimbrites of the Nevşehir Plateau (Central Anatolia): Stratigraphy, distribution and source constraints, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 63, 59-87.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Le Pennec, J.-L., 2000, Identifying ash flow sources with directional data: An application to the Kızılıkaya ignimbrite, central Anatolia, *Journal of Geophysical Research*, 105, 427-441.
- Le Pennec, J.L., Temel, A., Froger, J.L., Sen, S., Gourgaud, A., Bourdier, J.L., 2005, 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.
- Lepetit, P., Viereck-Goette, L., 2007, Paleosols in Cappadocia – Archives of ecosystem changes in the Late Neogene, *Goldschmidt Conference Abstracts*, p. 561.
- Lepetit, P., 2010, Kohlenstoff-Isotopie miozänen Calcretes in Kappadokien (Türkei). Doktora Tezi, Friedrich-Schiller-Üniversitesi, Jena, p. 123.
- Lepetit, P., Viereck, L., Piper, J.D.A., Sudo, M., Gürel A., Çopuroğlu, I., Gruber, M., Mayer, B., Koch, M., Tatar, O., Gürsoy, H., 2014,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of ignimbrites and plinian air-fall layers from Cappadocia, Central Turkey: Implications to chronostratigraphic and Eastern Mediterranean palaeoenvironmental record, *Chemie der Erde*, 74, 471-488.
- MacKenzie, R.C., 1957, The differential thermal investigation of clays, *Mineralogical Society*, p. 456.
- Meunier, A., Velde, B., 2004, Illite, Origin, Evolution and Metamorphism, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 286.
- Moore, D.M., Reynolds, R.C., 1989, X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals, Oxford University Press, p. 332.
- Mues-Schumacher, U., Schumacher, R., Viereck-Goette, L., Lepetit, P., 2004, Areal distribution and bulk rock density variations of the welded İncesu ignimbrite, Central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 249-267.
- Nance, W.B., Taylor, S.R., 1977, Rare earth element patterns and crustal Evolution – II. Archean sedimentary rocks from Kalgoorlie, Australia, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 41, 225-231.
- Nyakairu, G.W.A., Koeberl, C., 2001, Mineralogical and chemical composition and distribution of rare earth elements in clay-rich sediments from central Uganda, *Geochemical Journal*, 35, 13-28.
- Osborn, S.G., Duffield, L.T., Elliott, W.C., Wampler, J.M., Elmore, R.D., Engel, M.H., 2014, The timing of diagenesis and thermal maturation of the Cretaceous Marias River Shale, disturbed belt, Montana, *Clays and Clay Minerals*, 62, 112-125.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pasquarè, G., 1968, Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia, Atti Della Accademia Nazionale Dei Lincei Memorie, serie, IX, s. 204.
- Pasquarè, G., Poli, S., Vezzoli, L., Zanchi, A., 1988, Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey, Tectonophysics, 146, 217-230.
- Paquette, J.-L., Le Pennec, J.-L., 2012, 3.8 Ga zircons sampled by Neogene ignimbrite eruptions in Central Anatolia, Geology, 40, 239-242.
- Paterson, E., Swaffield, R., 1987, Thermal analysis, A Handbook of Determination Methods in Clay Mineralogy, M. J. Wilson, (Ed.) Blackie and Sons Limited, Chapman and Hall, p. 99-132.
- Piper, J.D.A., Koçbulut, F., Gürsoy, H., Tatar, O., Viereck, L., Lepetit, P., Roberts, A.P., Akpınar, Z., 2013, Paleomagnetism of the Cappadocian Volcanic Succession, Central Turkey: Major ignimbrite emplacement during two short (Miocene) episodes and Neogene tectonics of the Anatolian collage, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 262, 47-67.
- Schumacher, R., Mues-Schumacher, U., 1996, The Kızılkaya ignimbrite-an unusual low-aspect-ratio ignimbrite from Cappadocia, central Turkey, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 70, 107-121.
- Sheppard, S.M.F., Gilg, H.A., 1996, Stable isotope geochemistry of clay minerals; The story of sloppy, silky, lumpy and tough, Cairns-Smith (1971), Clay Minerals, 31, 1-24.
- Seymen, İ., 1982, Kaman dolayında Kırşehir masifinin jeolojisi, Doçentlik tezi, İTÜ Maden Fakültesi, 164s. (yayımlanmamış).
- Şen, E., Aydar, E., Gourgaud, A., Küçüköğlü, B., 2002, La phase explosive précédant l'extrusion des dômes volcaniques: Exemple du dôme rhyodasitique de Dikkartın Dağ, Erciyes, Anatolie centrale, Turquie, C.R. Geoscience, 334, 27-33.
- Şen, E., Kürkçüoğlu, B., Aydar, E., Gorgaud, A., Vincent, P.M., 2003, Volcanological evolution of Mounth Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (central Anatolia, Turkey), Journal of Volcanology and Geothermal Research, 125, 225-246.
- Şen, P.A., Temel, A., Gourgaud, A., 2004, Petrogenetic modelling of Quaternary post-collisional volcanism: A case study of central and eastern Anatolia, Geological Magazine, 141, 81-98.
- Taylor, K.G., Macquaker, J.H.S., 2014, Diagenetic alteration in a silt- and clay-rich mudstone succession: an example from the Upper Cretaceous Mancos Shale of Utah, USA, Clay Minerals, 49, 245-259.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Temel, A., 1992, Kapadokya Eksplozif Volkanizmasının Petrolojik ve Jeokimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi 208 s. (Yayınlanmamış).
- Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., Le Pennec, J.-L., 1998, Ignimbrites of Cappadocia (central Anatolia, Turkey): Petrology and geochemistry, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 447-471.
- Toprak, V., Göncüoğlu, M.C., 1993, Tectonic control on the development of the Neogene-Quaternary Central-Anatolian Volcanic Province, Turkey, *Geol. J.*, 28, 357-369.
- Toprak, V., 1998, Vent distribution and its relation to regional tectonics, Cappadocian Volcanics, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 55-67.
- Van der Marel, H.W., Beutelspacher, H., 1976, *Atlas of IR Spectroscopy of Clay Minerals and Their Admixtures*, Elsevier, 396 p.
- Viereck-Goette, L., Gürel A., 2003, Klima- und Vegetationswechsel dokumentiert in obermiozaenen Paläoböden Kappadokiens, Zentralanatolien, *Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Beihefte zum European Journal of Mineralogy*, 15, pp 211, Stuttgart.
- Viereck-Goette, L., Gürel A., Ganskow, G., Çopuroğlu, I., Abratis, M., 2010, Revised volcanostratigraphy of the Upper Miocene to Lower Pliocene Ürgüp Formation, Central Anatolian volcanic province, Turkey, *Stratigraphy and Geology of Volcanic Areas*, Gropelli, G., and Viereck-Goette, L. (Eds.) Geological Society of America Special Paper 464, p. 85-112.
- Whitney, D.L., Evans, B.W., 2010, Abbreviations for names of rock-forming minerals, *American Mineralogist*, 95, 185-187.
- Yavuz-Işık, N., Toprak, V., 2010, Palynostratigraphy and vegetation characteristics of Neogene continental deposits interbedded with the Cappadoica ignimbrites (Central Anatolia, Turkey). *International Journal of Earth Sciences*, 99, 1887-1897.
- Yetiş, C., Keelling, G., Gökçen, S.L., Baroz, F., 1995, A Revised Stratigraphic Framework of Later Cenezoic Sequences in the Northeastern Mediterranean Region, *Geologische Rundschau*, 84, 794-812.
- Yui, T.F., Chang, S.S., 1999, Formation conditions of vesicle/fissure-filling smectites in Penghu basalts: A stable-isotope assessment, *Clay Minerals*, 34, 381-393.
- Zaid, S.M., Al Gahtani, F., 2015, Provenance, diagenesis, tectonic setting and geochemistry of Hawkesbury Sandstone (Middle Triassic), southern Sydney Basin, Australia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24, 72-98.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Zhou, L., Zhang, Z., Li, Y., You, F., Wu, C., Zheng, C., 2013, Geological and geochemical characteristics in the paleo-weathering crust sedimentary type REE deposits, western Guizhou, China, *Journal of Asian Earth Sciences*, 73, 184-198.
- Ziegler, K., 2006, Clay minerals of the Permian Rotliegend Group in the North Sea and adjacent areas, *Clay Minerals*, 41, 355-393.



## ÖZGEÇMİŞ

Tacit Külah, 1980 yılında Kütahya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kütahya'da tamamladı ve 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2005 yılında Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Jeoloji Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2006 yılında Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nün kurulmasından sonra bu bölümde görevine devam etti. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden Yüksek Lisans derecesini aldı. Aralık 2009'da 2547 sayılı kanunun 35. Maddesi uyarınca Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde görevlendirildi. Halen Dumlupınar Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde çalışmakta olup evli ve iki ocuk babasıdır.