

**T.C.**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ÇAYBAĞI (KD ELAZIĞ) CİVARINDAKİ YÜKSEKOVA  
KARMAŞIĞI'NA AİT MAFİK VOLKANİK KAYAÇLARIN  
KONFOKAL RAMAN SPEKTROSKOPİSİ İLE İNCELENMESİ**

**Mutlu Ercan ÇELİK**

Yüksek Lisans Tezi

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mineraloji-Petrografi Bilim Dalı

ŞUBAT, 2022

**T.C.**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Mineraloji-Petrografi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**ÇAYBAĞI (KD ELAZIĞ) CİVARINDAKİ YÜKSEKOVA  
KARMAŞIĞI'NA AİT MAFİK VOLKANİK KAYAÇLARIN  
KONFOKAL RAMAN SPEKTROSKOPİSİ İLE İNCELENMESİ**

Tez Yazarı  
**Mutlu Ercan ÇELİK**

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Melek URAL

ŞUBAT, 2022  
ELAZIĞ

**T.C.**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Çaybağı (KD Elazığ) Civarındaki Yüksekova Karmaşığı'na Ait Mafik  
Volkanik Kayaçların Konfokal Raman Spektroskopisi ile İncelenmesi

Yazarı: Mutlu Ercan ÇELİK

İlk Teslim Tarihi: 24.12.2021

Savunma Tarihi: 02.02.2022

**TEZ ONAYI**

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu  
tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik  
dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Dr. Öğr. Üyesi Melek URAL Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	<i>İmza</i> Onayladım
Başkan:	Doç. Dr. Ayşe Didem KILIÇ Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	Onayladım
Üye:	Doç. Dr. Güllü KIRAT Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun ...../...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

*İmza*

Prof. Dr. Kürşat Esat ALYAMAÇ  
Enstitü Müdürü

## BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım ‘‘Çaybağı (KD Elazığ) Civarındaki Yüksekova Karmaşığı’na Ait Mafik Volkanik Kayaçların Konfokal Raman Spektroskopisi ile İncelenmesi’’ yüksek lisans tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

02/02/2022

**Mutlu Ercan ÇELİK**



# ÖNSÖZ

---

“Çaybağı (KD Elazığ) Civarındaki Yüksekova Karmaşığı'na Ait Mafik Volkanik Kayaçların Konfokal Raman Spektroskopisi ile İncelenmesi” başlıklı bu çalışma Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Mineraloji-Petrografi Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında, arazi ve büro çalışmalarında her türlü yardım ve bilgisini benden esirgmeden sunan sevgili danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Melek URAL'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Yönetim Birimi tarafından **MF.20.07** protokol numaralı proje ile desteklenmiştir.

**Mutlu Ercan ÇELİK**

ELAZIĞ, 2022

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	viii
KISALTMALAR .....	x
<b>1. Giriş .....</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışma Alanının Tanımı .....	1
1.2. Çalışmanın Amacı .....	1
<b>2. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>2</b>
<b>3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>3</b>
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>5</b>
4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi .....	5
4.2. Stratigrafi.....	10
4.2.1. Yüksekova Karmaşığı .....	10
4.2.2. Kırkgeçit Formasyonu .....	12
4.2.3. Çaybağı Formasyonu.....	12
4.2.4. Palu Formasyonu .....	12
4.3. Petrografi.....	12
4.3.1. Topağaç mezra dolayları: .....	13
4.3.2. Fahribey Mezrası dolayları:.....	14
4.3.3. Fahribey dolayları: .....	15
4.3.4. Osmanağaköy dolayları: .....	16
4.3.5. Yukarıkazanlar köyü dolayları: .....	19
4.3.6. Asker Tepe dolayları: .....	20
4.3.6. Selim dolayları: .....	22
4.3.7. Soğanlı dolayları: .....	23
<b>5. KONFOKAL RAMAN SPEKTROMETRESİ ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>25</b>
5.1. Fahribey Mezrası kuzeyi bazalt örneklerinin Raman Görüntüleri .....	26
5.2. Soğanlı köyü batısındaki bazalt örneklerinin Raman Görüntüleri .....	30
5.3. Askertepe güneyi bazalt örneklerinin Raman Görüntüleri .....	35
<b>6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>48</b>
Kaynaklar.....	51
Özgeçmiş	

## ÖZET

---

### Çaybağı (KD Elazığ) Civarındaki Yüksekova Karmaşığı'na Ait Mafik Volkanik Kayaçların Konfokal Raman Spektroskopisi ile İncelenmesi

**Mutlu Ercan ÇELİK**

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Şubat 2022, Sayfa xi+52

---

Çaybağı (KD Elazığ) mezra bölgesi kuzey kesimlerinde yaklaşık 100 km<sup>2</sup> lik geniş bir alanda yüzeyleme veren Yüksekova Karmaşığı birimine ait mafik volkanik kayaçlar bu çalışmayla petrografik ve mineralojik açıdan ele alınmıştır. Başlıca incelenen lokasyonlar; Fahribey mezrası, Fahribeyköy, Osmanağaköy, Topağaç, Soğanlı, Selim, Yukarıkazanlar, AskerTepe Dağları dolaylarıdır. İrdelenen ve arazide baskın litoloji bazaltik yastık lav, lav akmaları, lav breşleri ile bunlara eşlik eden volkanik kırıntılı malzemelerdir. Mafik volkanik kayaçlar, karşılaştırılan alanlarda petrografik açıdan yaklaşık olarak homojenlik gösterirken, kısmen dokusal ve alterasyon türleri bakımından çeşitlilik gösterirler. Plajiyoklas + piroksen ± olivin baskın kayalarda, porfirik, veziküler, amigdaloidal, hiyalomikrolitik, mikrolitik/hiyalomikrolitik porfirik dokular gözlenebilmektedir. Belli bir lokasyona özellikte bir bileşim yada dokusal özellik gözlenmezken, alterasyon özellikleri türüne göre bazı lokasyonlarda baskın gözükebilmektedir. Başlıca opaklaşma, silisleşme, spilitleşme, killeşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve serpantinleşme türünde alterasyonlardır. Bu çalışmayla aynı zamanda ikincil süreçlerin kısmen ortaya çıkarıldığı ve hidrotermal süreçlerin detayda ortaya çıkarılması gerektiği saptanmıştır. Bu çalışmada mafik volkanik kayalar genel olarak; spilitik bazalt, amigdaloidal bazalt, piroksen bazalt olarak tanımlanmışlardır. Çalışma lokasyonlarını temsilen Ural (2012) örnekleri üzerinde ilk kez gerçekleştirilen Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarında temsili ve analizlere en uygun örnekler esas alınmıştır. Bu kayaç örneklerinde bulunan piroksen, plajiyoklas ve bazı opak mineraller üzerinde gerçekleştirilen Konfokal Raman Spektroskopisi analizleri neticesinde birincil olarak 'ojit, diyopsit, albit, labradorit, manyetit'; ikincil olarak ise 'epidot, hematit' mineralleri saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çaybağı (KD Elazığ), Yüksekova Karmaşığı, Yastık lav, Bazalt, Konfokal Raman Spektroskopisi

## ABSTRACT

---

### Investigation By Confocal Raman Spectroscopy of Mafic Volcanic Rocks of Yüksekova Complex in The Vicinity of Çaybağı (NE Elazığ)

**Mutlu Ercan ÇELİK**

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY  
Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering  
February 2022, Page xi+52

---

In this study, the mafic volcanic rocks belonging to the Yüksekova Complex unit, which outcrops in a wide area of approximately 100 km<sup>2</sup> in the northern parts of the Çaybağı (NE Elazığ) region, are discussed in terms of petrographic and mineralogical aspects. The main investigated locations; It is around Fahribey hamlet, Fahribeyköy, Osmanağaköy, Topağaç, Soğanlı, Selim, Yukarıkazanlar and Askertepe Mountains. The dominant lithology in the investigated area is basaltic pillow lava, lava flows, lava breccias and accompanying volcanic clastic materials. While the mafic igneous rocks show approximately homogeneity in petrographic terms in the compared areas, they differ partially in textural and alteration types. Porphyric, vesicular, amygdaloidal, hyalomicrolytic, microlitic/hyalomicrolytic porphyric textures can be observed in plagioclase + pyroxene ± olivine dominant rocks. While no specific composition or textural feature is observed in a particular location, alteration features may seem dominant in some locations depending on the type. The main alterations are opacity, silicification, spilitization, argillization, chloritization, carbonation and serpentinization. With this study, it was also determined that secondary processes were partially revealed and hydrothermal processes should be revealed in detail. In this study, mafic volcanic rocks in general; They are defined as spilitic basalt, amygdaloidal basalt and pyroxene basalt. Confocal Raman Spectrometer studies, which were performed for the first time on Ural (2012) samples representing the study locations, were based on representative and most suitable samples for analysis. As a result of Confocal Raman Spectroscopy analyzes performed on pyroxene, plagioclase and some opaque minerals found in these rock samples, primarily 'augite, diopside, albite, labradorite, magnetite'; secondarily, 'epidote, hematite' minerals were determined.

**Keywords:** Çaybağı (NE Elazığ), Yüksekova Complex, Pillow lava, Basalt, Confocal Raman Spectroscopy

# ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası. ....	5
Şekil 4.2.	İnceleme alanının jeoloji haritası. ....	6
Şekil 4.3.	Spilitleşmiş lavlar, Fahribey mezrası kuzeyi, BY:105. ÇB-5_ ....	7
Şekil 4.4.	Volkanik kırıntılılarla ardalımalı spilitik lav ve lav breşleri. Fahribey mezrası kuzeyi. ....	7
Şekil 4.5.	Volkanik kırıntılılarla ardalımalı yastık lavlar. Fahribey mezrası kuzeyi. ÇB-5_ ....	8
Şekil 4.6.	Spilitik lavları üzerleyen volkanojenik çamurtaşları. Fahribey mezrası kuzeyi. ÇB-5_ ....	8
Şekil 4.7.	Spilitik yopun kırık çatlaklı lavlar. Osmanağa batısı, ÇB-26. ....	9
Şekil 4.8.	Elipsoidal lobsu, 20-30 cm çaplarında sediman ara dolgulu yastık lavlar. Asker tepe etekleri. ÇB-10. ....	9
Şekil 4.9.	Yastık lavlar üzerinde filişoidal kırıntılılar. Asker tepe etekleri. BY:345, ÇB-10. ....	10
Şekil 4.10.	Amigdaloidal bazalt bileşimli altere yastık lavlar. Uyandık-Soğanlı arası, ÇYB-10_ ....	10
Şekil 4.11.	Mikroporfirik dokulu bazalt. Topağaç kuzeyi. Fenokristalen ve zonlu plajiyoklas, küçük taneli piroksen ve özşekilsiz opak mineraller. ....	13
Şekil 4.12.	Hiyalomikrolitik porfirik dokulu bazalt. Topağaç kuzeyi. Serisitleşmiş plajiyoklas, kısmen korunmuş tek yönlü klivajlı piroksen ve hamurdan itibaren kloritleşmeler. ....	14
Şekil 4.13.	Subofitik ve intergranüler bazalt. Fahribey Mezrası Kuzeyi. Karlspat ikizli, zonlu ve klivajlı piroksenler ....	15
Şekil 4.14.	Subofitik ve intergranüler bazalt. Fahribey kuzeyi. Kırlangıç kuyruğu görünümlü yer yer de zonlu plajiyoklaslar, yer yer epidotlaşmış piroksenler. Pl: plajiyoklas, pir: piroksen ....	16
Şekil 4.15.	Hiyalomikrolitik, amigdaloidal bazalt. Osmanağa kuzeyi. Mikrolitik plajiyoklas, karbonat dolguları, camdan itibaren opaklaşmalar. ....	17
Şekil 4.16.	Hiyalomikrolitik bazalt. Osmanağa kuzeyi. Mikrolitik plajiyoklas, serisitleşmeler, karbonat dolguları, ikincil silis oluşumları. ....	17
Şekil 4.17.	Hiyalomikrolitik bazalt. Osmanağa kuzeyi. Opaklaşmalar, çeperleri FeO ile çevrili merkezi karbonatlaşmış bazalt. ....	18
Şekil 4.18.	Mikrolitik porfirik bazalt. Serisitleşmiş, yer yer zonlu fenokristalen yer yer ince uzun latalar halindeki plajiyoklaslar. Osmanağa kuzeyi. ....	18
Şekil 4.19.	Amigdaloidal bazalt. Mikrolitik plajiyoklaslar, karbonat dolguları, serisitleşmiş feldspatlar, yer yer zonlu mikrokristalen plajiyoklaslar. Yukarıkazanlar güneyi. ....	19
Şekil 4.20.	Mikrolitik porfirik bazalt. İkizli, zonlu, mikrolitik ve fenokristalen plajiyoklas. Asker Tepe kuzeyi. Pl: plajiyoklas, ka: kalsit. ....	21
Şekil 4.21.	Hiyalomikrolitik dokulu spilitleşmiş bazalt. İkincil silis oluşumları, serisitleşme, opaklaşma, karbonatlaşma ve killeşmeler. Asker Tepe kuzeyi. ....	21
Şekil 4.22.	Hiyalomikrolitik porfirik dokulu bazalt. Hamurdan ve bileşenlerden itibaren opaklaşma. Elek dokulu fenokristalen plajiyoklaslar. Kılcal karbonat dolgulu damarlar. Selim dolayları. ....	22
Şekil 4.23.	Hiyalomikrolitik, intersertal dokulu bazalt. Hamurdan itibaren opaklaşma. Plajiyoklas lataları arasındaki ikincil silis+karbonat oluşumları. ....	23
Şekil 4.24.	Amigdaloidal bazalt. Hamurdan ve bileşenlerden itibaren opaklaşma ve killeşme. Mikrolitik yer yer kırlangıç görünümlü plajiyoklaslar. Epidotlaşmış piroksenler. ....	24
Şekil 5.1.	Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki albit (plajiyoklas) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görünümleri. Örnek No: ÇB-7. ....	26
Şekil 5.2.	Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki albit (plajiyoklas) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-7. ....	27
Şekil 5.3.	Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki albit (plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-7. ....	28

<b>Şekil 5.4.</b>	Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki labradorit (plajiyoklas) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir.....	28
<b>Şekil 5.5.</b>	Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki ojit (piroksen) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. ....	29
<b>Şekil 5.6.</b>	Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki manyetit (opak) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. ....	29
<b>Şekil 5.7.</b>	Fahribeyköy kuzeyindeki bazaltlardaki ojit (piroksen) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. ....	30
<b>Şekil 5.8.</b>	Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki epidot mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇYB-10. ....	31
<b>Şekil 5.9.</b>	Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki epidot mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇYB-10.....	32
<b>Şekil 5.10.</b>	Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki epidot mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇYB-10. ....	33
<b>Şekil 5.11.</b>	Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki albit(plajiyoklas) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇYB-10. ....	33
<b>Şekil 5.12.</b>	Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki albit(plajiyoklas) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇYB-10.....	34
<b>Şekil 5.13.</b>	Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki albit(plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇYB-10.....	35
<b>Şekil 5.14.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇB-12.....	36
<b>Şekil 5.15.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-12.	37
<b>Şekil 5.16.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-12.....	38
<b>Şekil 5.17</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki hematit (opak) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇB-12.....	38
<b>Şekil 5.18.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki hematit (opak) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-12.	39
<b>Şekil 5.19.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki hematit (opak) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-12.....	40
<b>Şekil 5.20.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki diyopsit (piroksen) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇB-14. ....	41
<b>Şekil 5.21.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki diyopsit (piroksen) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-14.....	42
<b>Şekil 5.22.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki diyopsit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-14.....	43
<b>Şekil 5.23.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki albit (plajiyoklas) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇB-14. ....	43
<b>Şekil 5.24.</b>	Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki albit (plajiyoklas) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-14.....	44

- Şekil 5.25.** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki albit (plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-14..... 45
- Şekil 5.26.** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇB-17..... 45
- Şekil 5.27.** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-17. 46
- Şekil 5.28.** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-17..... 47



## KISALTMALAR

<b>B</b>	: Batı
<b>BK</b>	: Bakış yönü
<b>ep</b>	: epidot
<b>EPMA</b>	: Elektron Probu Mikro Analizi
<b>GB</b>	: Güneybatı
<b>GDAOK</b>	: Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı
<b>IR</b>	: Kızılötesi spektroskopi
<b>K</b>	: Kuzey
<b>ka</b>	: Kalsit
<b>kl</b>	: Klorit
<b>KD</b>	: Kuzeydoğu
<b>MTA</b>	: Maden Tetkik Arama
<b>op</b>	: opak mineral
<b>pl</b>	: Plajiyoklas
<b>pir</b>	: Piroksen
<b>SEM-EDXS</b>	: Enerji Dağıtıcı X-ışını Spektroskopisi
<b>XRD</b>	: X ışını difraktometresi
<b>YK</b>	: Yüksekova Karmaşığı

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Çalışma Alanının Tanımı

Çalışma alanı Elazığ'ın yaklaşık 50 km doğusunda yaklaşık 160 km lik bir alan içerisinde yer alır. Bu tez çalışmasında, Elazığ'ın doğusunda yer alan Yüksekova Karmaşığı'na ait mafik volkanik kayaların petrografik ve mineralojik özellikleri detaylı ve karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İnceleme alanında Yüksekova Karmaşığı biriminin yüzeyleme verdiği başlıca lokasyon ve yükseltiler: Fahribey mezrası, Fahribeyköy, Topağaç, Soğanlı, Selim, Yukarıkazanlar, AskerTepe Dağları dolaylarıdır.

Elazığ ili çevresinde yaygın yüzlekleri olan okyanus içi yay ürünlerinden olan mafik volkanikler başlıca Yüksekova Karmaşığı ve Maden Karmaşığı birimleri kapsamında değerlendirilirler. İlk defa Perinçek (1979a) tarafından Hakkari civarında okyanus içi yay birimleri için tanımlanan Yüksekova Karmaşığı birimi Perinçek (1979b) tarafından Elazığ civarındaki Üst Kretase yaşlı kırmızı-yeşil kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, volkanik kumtaşı, tüf, aglomera, bazalt, diyabaz, gabro, serpantin, granit ve granodiyorit olarak ayırtlanmış, jeokimyasal olarak ise ada yayı ortamına işaret etmiştir. Bu birim inceleme sahası kapsamında petrografik ve mineral kimyası anlamında ele alınacaktır.

## 1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada Elazığ ili doğusunda yer alan okyanusal kabuk malzemesi olan mafik volkaniklerin Dönmez (2006) ve Ural (2012) tarafından Yüksekova karmaşığı olarak Çaybağı nahiyesi civarındaki mafik volkanik kayalar jeolojik, petrografik, mineralojik özellikleri bakımından Konfokal Raman Spektrometre Yöntemleri ile de incelenerek farklılık ve benzerlikleri ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışması başlıca saha, laboratuvar ve büro çalışması şeklinde iki aşama halinde yürütülmüştür. İlgili lokasyonlarda jeolojik gözlem ve fotoğraf çekimi yapılmıştır. Analizlerde kullanılacak örneklerin özellikle daha evvel Ural (2012) - Ural vd. (2015) tarafından Yüksekova Karmaşığı olarak hem jeokimyasal (tüm kayaç+izotopik) hem de yaşları daha evvel tesbit edilen alanlardan temin edilmiştir. Çeşitli özellikleri ile bilinen bir lokasyon bölgesindeki kayaların detaylı petrografik ve Konfokal Raman spektroskopisi ile mineralojik özelliklerinin de ortaya çıkarılmasının sağlanması amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen bulgu ve bilgilerin değerlendirmesi ve yorumlanması yapılmıştır. Bu amaçla toplam 50 adet örneğe ait ince kesitler üzerinde petrografik analizler yapılmış ve yeniden değerlendirilmiştir. Bunlardan Raman Spektrometresi için uygun olan 7 adet örnek Ankara Üniversitesi Yebim laboratuvarında hazırlanarak yaklaşık 25 nokta üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin alterasyon durumları dikkate alındığında özellikle toplam 7 adet mafik volkanik kayaca ait mafik mineraller üzerinde noktasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu mafik minerallerden özellikle olabildiğince en temiz yüzeyli klinopiroksen kristalleri üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Diğer minerallerden plajiyoklaslar da analiz edilse de alterasyondan ötürü daha sınırlı veri eldesi sağlanmıştır.

Petrografik çalışmalarda, Fırat Üniversitesi laboratuvarlarında hazırlanan ince kesit örnekleri yine Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında bulunan Leica marka polarizan mikroskoplarda gözlemlenmiş ve optik-mineralojik bileşimleri ortaya konmuştur. Detaylı mikrofotoları alınarak çeşitli programlarda tasarlanan kesitlerden bol miktarda fotoğraf alınmıştır. Kayaçların mineralojileri, dokusal özellikleri ve kayaç sınıflamaları yapılmıştır. Petrografik gözlemler sonucunda mineralojik analizler için en uygun olan örneklerden 7 tanesine seçilmiş ve sözkonusu mafik volkanik kayalar Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne gönderilerek YEBİM Mineraloji-Petrografi Araştırma Laboratuvarları'nda Horiba Jobin Yvon Labram HR model Raman Konfokal Spektrometresi cihazı yardımıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular son aşamada değerlendirilerek yorumlanmıştır.

### 3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bingöl (1982), Elazığ-Pertek-Kovancılar civarında Yüksekova Karmaşığı'nın tabandan tavana doğru Pertek birimi, granitoyid birimi ve volkanik birimden oluştuğundan bahseder. Bunlardan volkanik birimin bazaltik yastık lavlarla başlayıp andezit-piroklastik ve dasit ardalanmasıyla devam ettiğini, yastık lavların elipsoidal merceksi şekiller sunduğundan bahsetmiştir.

Bingöl (1984), Kovancılar ilçesi kuzeyinde yastık lavlar ve lav akıntılarının oluşturduğu tabakalanma ile andezitik piroklastitlerin oluşturduğu tabakalanmaya dik (dike yakın durumda) olduğunu ve üstte bulunan dasit domlarını beslediğini belirtmiştir.

Türkmen (1988), Palu-Çaybağı yöresinde (Elazığ ili 50 km GD su) yer alan Yüksekova Karmaşığının andezit, bazaltik yastık lavlar, aglomera şeyl ve volkanik kumtaşı ile temsil edildiğinden ve tabanı görülmeyen bu birimin tavanının Kırkgeçit ve Palu Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtüldüğünden ve yastık lavların Fahribey Köy batısındaki yol yarmalarında ve Osmanağa Köyü çevresinde yüzeylemeler verdiğinden söz etmiştir.

Aksoy (1993), Yüksekova Karmaşığı'nın Elazığ ili batı ve güney kesimlerindeki yüzleklerinde yaygın olarak bazalt, andezit, dasit gibi volkanik ve volkanoklastik kayalardan oluştuklarını belirtir.

Dönmez (2006), Kovancılar (Elazığ)'a bağlı Soğanlı-Uyandık alanındaki alanda, tabanda yastık yapılı spilitik bazaltlardan üst seviyelere doğru, piroksenli andezitik lav akıntıları, piroklastikler ve bunlarla ardalanmalı olarak riyodasit ve riyolitler ile en üstte volkanojenik kumtaşlarının varlığından; bu kayaların toleyitik magmadan türedikleri ve Neotetis'in güney kolunda okyanus içi dalma batma zonu üzerinde gelişmiş Geç Kretase yaşlı ada yayına bağlı geliştiklerinden bahsetmiştir.

Aktaş (2021), yastık lavlarının morfometrik özelliklerine dayanarak, Asker Dağı (Elazığ KD) dolaylarındaki yaygın yastık lav morfolojili yüzleklerin, örtü sedimanlarınca üzerlendiğini, bu alandaki bazaltların  $2.32-3.10 \text{ gr/cm}^3$  yoğunlukta, yaklaşık 220 santimetreye varan boyutlarda ve elipsoidal, küresel formlarda yastıklar olduklarını, yastık lavardan elde edilen en boy oranları ile Elazığ bölgesinde Asker Dağlarında yüzeyleme veren yastık lavların yassılaşıma oranının (uzunluk/genişlik), en yüksek olduğu bölgelerden biri olduğunu ifade etmiştir.

Ural (2012), İncelenen bazik volkanitler, Güney Doğu Anadolu (GDA) Sütur Zonu içerisinde yığışım prizması ürünleri olarak yer yer kendi içinde düzenli paketler halinde, yer yer ise ekaylanmış olarak ofiyolitik ve metamorfik temel birimleri üzerinde tektonik ya da uyumsuz dokanıklı olarak yer aldığından, Yüksekova Karmaşığı bazik volkanitleriyle birincil stratigrafik ilişkiye sahip pelajik çörtlerdeki radyolaryaların Senomaniyen-Turoniyen ve Santoniyen-Kampaniyen yaşlarında, mikritik kireçtaşlarından elde edilen diğer planktik fauna yaşlarının ise

Kampaniyen-Maastrichtiyen'e kadar çıktığını ifade etmiştir. Araştırmacı, Yüksekova Karmaşığı bazik volkanitlerinin sadece okyanusal yay volkanizması ürünlerinden ibaret olmadığını, sözkonusu volkanik kayaçların yay içi karakteri gösteren Senomaniyen-Turoniyen ile yay ardı karakteri gösteren Santoniyen-Kampaniyen yaşlı iki farklı grup kayadan oluştuğunu belirtmiştir.

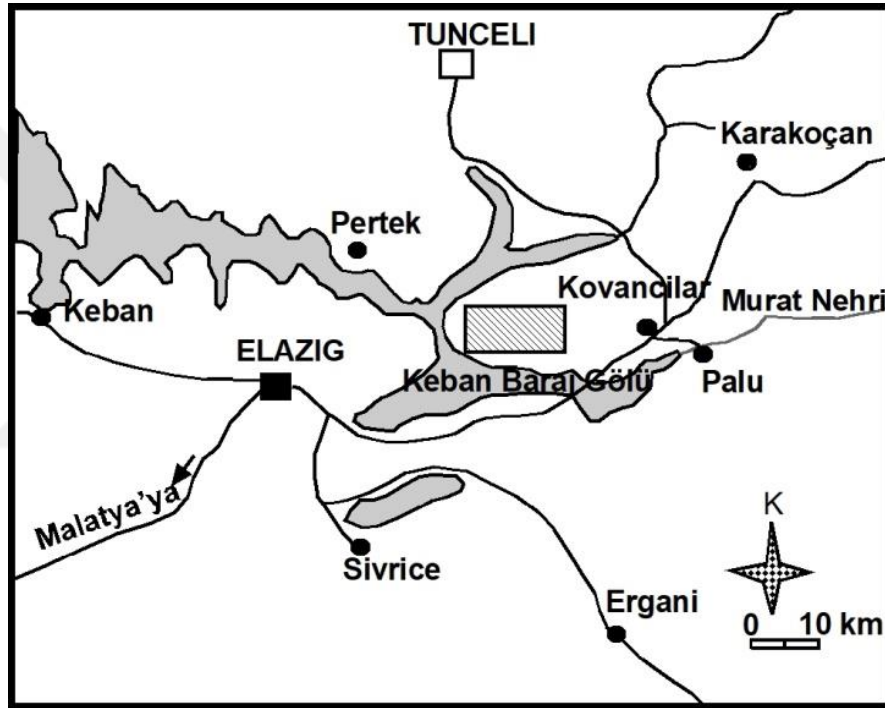
Ural ve Kaya Sarı (2019), Elazığ çevresinde Yüksekova Karmaşığı volkanosedimanlarının, oluşumlarının son safhalarında, Geç Kampaniyen-Maastrichtiyen periyodunda paleontolojik, litolojik ve sedimentolojik verilere dayanarak Neotetis Okyanusu'na ait bir basen yamacı yada derin şelf kenarında depolandığını belirtirler.

Yazgan (1981), Malatya-Elazığ arasında Toros kuşağında Kuzeyden Güneye doğru iki aktif kıta kenarının etkili olduğunu; biri Üst Kretase'de (Yüksekova) diğeri Orta Eosen'de (Maden) yer alan volkanik ve derinlik kayaçlarının majör ve minör elementleri ve Sr ilksel izotopsal oranlarından yola çıkarak bu iki volkanik dizgenin Üst Kretase'den Üst Eosen'e kadar Anadolu ve Arap levhaları arasında, genç ve kalın olmayan bir kıta kabuğu üzerine yerleşen etkin bir kıta kenarı ürünleri oldukları sonucuna varmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi

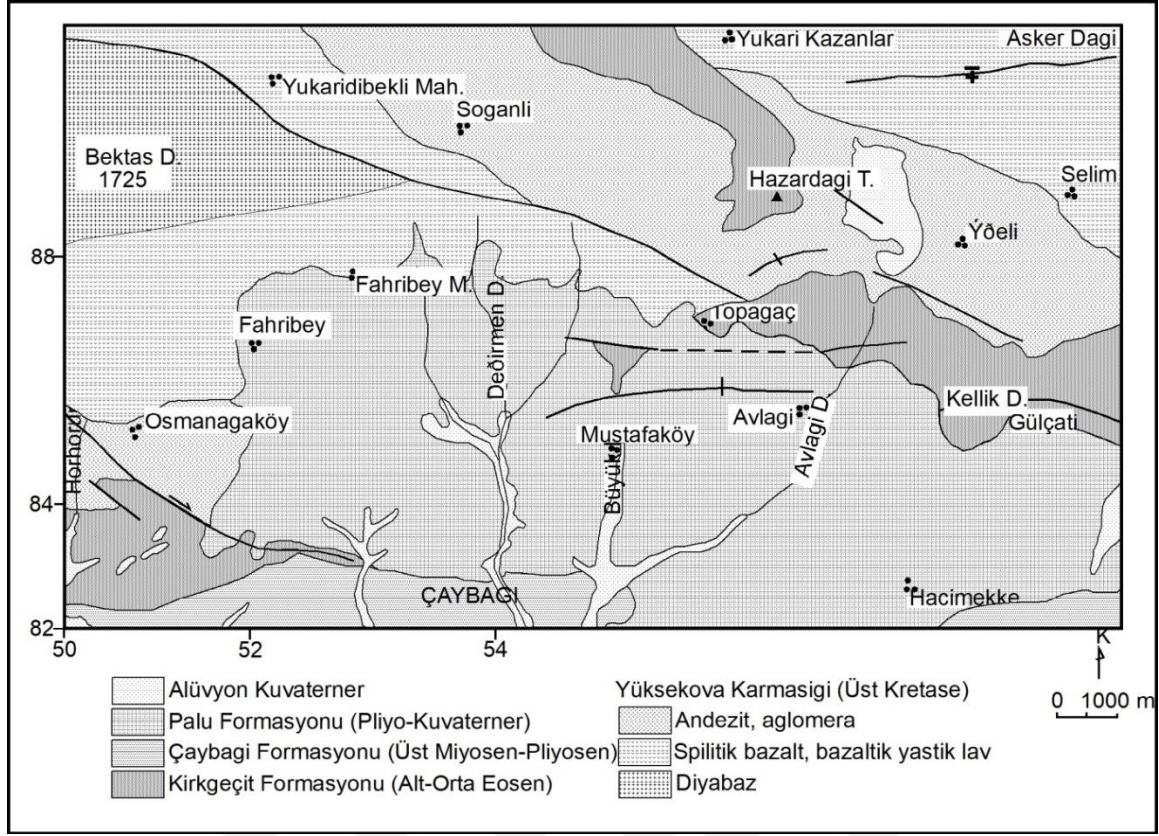
Çalışma alanı Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağı üzerinde, Elazığ İli'nin yaklaşık 50 km doğusunda yer almaktadır (Şekil 4.1). İnceleme alanında yüzeyleme veren birimler başlıca, Üst Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı, Orta Eosen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, Üst Miyosen-Alt Pliyosen Çaybağı Formasyonu ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu'dur. Yüksekova Karmaşığı bahsi geçen Tersiyer yaşlı örtü birimlerine açılmal uyumsuzlukla örtülürler.



Şekil 4.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (dikdörtgen alanla çevrili).

İnceleme bölgesi başlıca Asker Dağı çevresi ile Topağaç, Fahribey köy, Soğanlı, Osmanağaköy mahalle ve mezraları civarında başlıca yüzlekleri kapsar. Bu alanlardaki mafik volkanik kayalar bulunur (Şekil 4.2).

Yüksekova Karmaşığı tabanda yer yer diyabaz-gabrolarla başlayıp üste doğru bazalt-bazaltik yastık lav ve lav akıntıları, andezit, andezitik lav akıntıları, aglomera, şeyl, marn ve volkanik kumtaşları ile devam eden bir istif ile temsil olunur (Ural, 2012; Dönmez, 2006; Türkmen, 1988). Dasit, riyodasit, riyolit kompozisyonundaki stok yada dayklar yaygın olarak bazik lav ve volkaniklastik birimleri farklı açılardan: enine, düşey yada verrev olarak kesmektedir (Türkmen, 1988; Dönmez, 2006; Ural vd., 2021).



Şekil 4.2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Dönmez, 2006'dan revize edilerek alınmıştır).

Bazaltik yastık lavlar yer yer mikritik kireçtaşlarıyla arakatkılı bazen de örtülü olarak bulunmaktadır (Ural ve Kaya Sarı, 2019). Yaygın olarak Fahribeyköy çevresinde yüzlek veren pelajik kireçtaşlarından Herece vd. (1992) Marginotruncana carinata Dalbiez, Globotruncana linneiana (d'Orbiny) fosillerine dayanarak Maastrichtiyen yaşını vermişlerdir. Öte yandan, Ural ve Kaya Sarı (2019) da Asker Dağı çevresindeki pelajik kireçtaşlarından elde ettikleri Globotruncana cf. falsostuarti SIGAL fosiline dayanarak Geç Maastrichtiyen yaşını vermişlerdir.

Dönmez (2006), Osmanağaköy yaklaşık 1 km kuzeybatısında Yüksekova Karmaşığı'na ait volkanik kayalar üzerinde yapılan ölksüz stratigrafik kesitte tabandan tavana doğru yaklaşık 50 m kalınlıkta şarabi renkli spilitik bazaltik kayalar, yaklaşık 40 m kalınlığında yeşil renkli piroksenli andezitik lav akıntısı, yaklaşık 20 m kalınlıkta riyolit, 70 m kadar aglomeratik seviye, yaklaşık 20 m kalınlığında piroksenli andezit, 50 m kalınlığında tane çağı 15 cm yi bulan aglomera-tüfit aralanması, yaklaşık 30 m kalınlıkta volkanojenik kumtaşı bulunduğunu ve bunların uyumsuz olarak Kirkgeçit Formasyonu tarafından örtüldüğünü belirtir.

İnceleme bölgesinde çok yaygın morfolojideki ve denizaltı volkanizmayı temsil eden bazaltik yastık lavlar yanısıra lav akmaları ve lav breşleri de oldukça yaygın olarak bulunmaktadır (Şekil 4.3-Şekil 4.10).



**Şekil 4.3.** Spilitleşmiş lavlar, Fahribey mezrası kuzeyi, BY:105. ÇB-5\_



**Şekil 4.4.** Volkanik kırıntılılarla ardalanmalı spilitik lav ve lav breşleri. Fahribey mezrası kuzeyi.

Yastık lavlarla arakatlı volkanik kırıntılı malzeme de arazide olağandır (Şekil 4.4-4.5) Yastık lavlar, Fahribey Köy batısındaki yol yarmalarında (Şekil 4.6) andezit ve aglomera ardalanmaları ise Osmanağa Köyü çevresinde izlenebilmektedir (Şekil 4.7).



**Şekil 4.5.** Volkanik kırıntılılarla ardalanmalı yastık lavlar. Fahribey mezrası kuzeyi. ÇB-5...



**Şekil 4.6.** Spilitik lavları üzerleyen volkanojenik çamurtaşları. Fahribey mezrası kuzeyi. ÇB-5...

Yastık lavlar, bu alanda elipsoidal ve tüpler şeklinde olup, yastıkların çapları 20 cm den 300 cm ye kadar varmaktadır (Aktaş, 2021). Yastıklar çoğunlukla amigdül dolgulu olduklarından vezikül boşluk hacmi ve yoğunlukları düşüktür (Aktaş, 2021).

Kayaçlardaki gözenek dolgularını yaygın olarak kalsit, epidot, klorit ve silis gibi ikincil mineraller oluşturur. Morfolojik ve petrografik gözlemler yastıklarda spilitleşmenin en önemli ve yaygın alterasyon türü olduğunu ifade eder (Şekil 4.8).

Bu bakımdan yastık lavlarda spilitleşme olağandır. Mor, bordo, yeşil renkler de alterasyondaki çeşitliliği ifade eder (Şekil 4.8-4.9-4.10). Volkanik birim üzerine uyumsuz olarak filiş özelliğinde volkanotortulların geldiği görülür (Şekil 4.9)



Şekil 4.7. Spilitik yopun kırık çatlaklı lavlar. Osmanağa batısı, ÇB-26.



Şekil 4.8. Elipsoidal lobsu, 20-30 cm çaplarında sediman ara dolgulu yastık lavlar. Asker tepe etekleri. ÇB-10



**Şekil 4.9.**Yastık lavlar üzerinde filiform kırıntılılar. Asker tepe etekleri. BY:345, ÇB-10



**Şekil 4.10.**Amigdaloidal bazalt bileşimli altere yastık lavlar. Uyandık-Soğanlı arası, ÇYB-10\_

## **4.2. Stratigrafi**

### **4.2.1. Yüksekova Karmaşığı**

Birim, bölgede farklı çalışma alanlarına göre Yüksekova Karmaşığı (Perinçek, 1979b), Volkanik Yay Karmaşığı (Aktaş ve Robertson, 1984), Baskil Granitoidi (Asutay, 1985), Baskil Yay Magmatik Birimi (Yazgan ve Chessex, 1991), Elazığ Magmatik Karmaşığı (Hempton,

1985), Elazığ Magmatitleri (Turan vd., 1995) olarak adlandırılmıştır. Elazığ ili çevresinde son yıllarda Üst Kretase yaşlı ekstrüzyonların ve eşlenik oluşumların detaylı irdelenmesi neticesinde birimin perinçek (1979) tanımında olduğu gibi benzer ve karmaşık özelliği gösterdiği ve okyanusal yay-yay ardı birimleri temsil ettiği Ural (2012, 2014) Ural vd., 2015, 2021 saptanmıştır. Bu çalışmada da hem karmaşıklık özelliği hem de kökensel ilişkisi dolayısıyla Yüksekova Karmaşığı isminin bu alandaki volkanik ürünler için doğru bir tanımlama olduğu düşünülmüş ve kullanılmıştır.

Denizaltı havzalarda gelişmiş bu volkanik-volkanosedimanter ürünlerin yaygın olarak bulunduğu birim için güneye doğru bir dalma batma zonu üzerinde okyanus içi ada yayı ortamında oluştuğu (Şengör ve Yılmaz, 1981; Hempton ve Savcı, 1982), genç ve kalın olmayan kıtasal kabuğun aktif kıta kenarında geliştiği (Yazgan, 1981) Neotetis'in güney kolunun Kretase sonunda kuzeye doğru dalması ile gelişen ada yayı ortamında (Turan ve Bingöl, 1991), toleyitik ve kalk-alkali karakterli ada yayı magmatizmasına bağlı olarak geliştikleri (Asutay, 1985; Akgül, 1993), kısmen okyanusal kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişen ada yayı ürünleri (Bingöl ve Beyarlan, 1996), okyanus içi yay-yay ardı sisteminde oluştukları (Ural, 2012; Ural vd., 2015) kabul edilmiştir.

Geç Kretase yaşlı Yüksekova volkanizması, Neotetis'in Güney Kolu'nun kapanması sürecinde Senomaniyen-Turoniyen aralığında okyanus içi Yüksekova yayının riftleşmesi ile gelişmiş yay içi volkanitler ile Santoniyen'de yayın genişlemesi ve yay kabuğunun incilmesiyle yay ardında açılan havzadaki volkanizmanın varlığını ortaya koymaktadır (Ural, 2012).

Sonuç olarak, sadece okyanusal yay volkanizması ürünlerinden ibaret olmadığını, Kömürhan-İspendere-Guleman ofiyolitlerine ait olarak tanımlanan bazik volkanitlerle Yüksekova Karmaşığı bazik volkanitlerinin eş kökenli oldukları kabul edilir (Ural, 2012).

Elazığ ili çevresinde yaygın şekilde yüzlekleri bulunan bu su altı basen ortamını yansıttığı düşünülen birim, genel olarak tabandan tavana doğru diyabazlar, yastık lav yapılı bazalt ve bazaltik lav akıntıları ve bunlar üzerine gelen piroklastitlerden ve volkanoklastitlerden oluşmaktadır (Ural, 2012). Birim bu özelliklerinin yanısıra Elazığ çevresinde yaygın bir şekilde pelajik sedimanlardan oluşan tortul kaya birimi de ihtiva etmektedir. Tabanı gözlenmeyen birim, Geç Orta Eosen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu, Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı Karabakır Formasyonu, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

Karmaşık içerisindeki kırmızı renkli kireçtaşlarından derlenen fosil içeriklerine göre, Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı (Perinçek 1979b); bölgedeki plütonik kayalar, volkanitler ve anklavlara dayalı radyometrik yaş bulgularına göre, Geç Kretase (Pişkin, 1978; Yazgan, 1983), birimden derlenen radyolary ve planktik foraminifer fosil içeriklerine dayalı olarak,

Senomaniyen-Maastrichtiyen (Geç Kretase) olarak saptanmıştır (Ural,2012; Tekin vd., 2015; Ural ve Kaya, 2019, Ural ve Sarı, 2019).

#### **4.2.2. Kırkgeçit Formasyonu**

İlk kez TPAO jeologlarınca Van ili kuzeyinde tanımlanan birim (Perinçek, 1979b), Özkul (1988) tarafından, Orta Eosen'de Maden Karmaşığı'nın oluşumuna neden olan yitim ile Arabistan levhasının Avrasya levhası altına dalması ile kuzeyde Avrasya levhasında ortaya çıkan gerilmelere bağlı olarak blok faylanmaların gelişmesi sonucu hızlı gelişen çökme sonucunda kısa sürede derin deniz şartlarının geliştiğinden bahseder. Birime Elazığ yöresinde Orta-Geç Eosen yaşı verilmiştir (Avşar, 1983, 1996; Özkul, 1988; Çelik, 1994).

#### **4.2.3. Çaybağı Formasyonu**

İnceleme alanında genellikle tabakalı ya da masif denizel kireçtaşı ve kumtaşı ile, bazı yüzeylemelerde ise konglomera, kumtaşı, kiltası ve marnlarla temsil edilmektedir (Türkmen, 1988, Akkoca, 2001). Çaybağı Formasyonu alüvyal yelpaze, akarsu, delta ve göl ortamlarında Erken Pliyosen'de çökeldiğini belirtirler (Koç Taşgın vd., 2012).

#### **4.2.4. Palu Formasyonu**

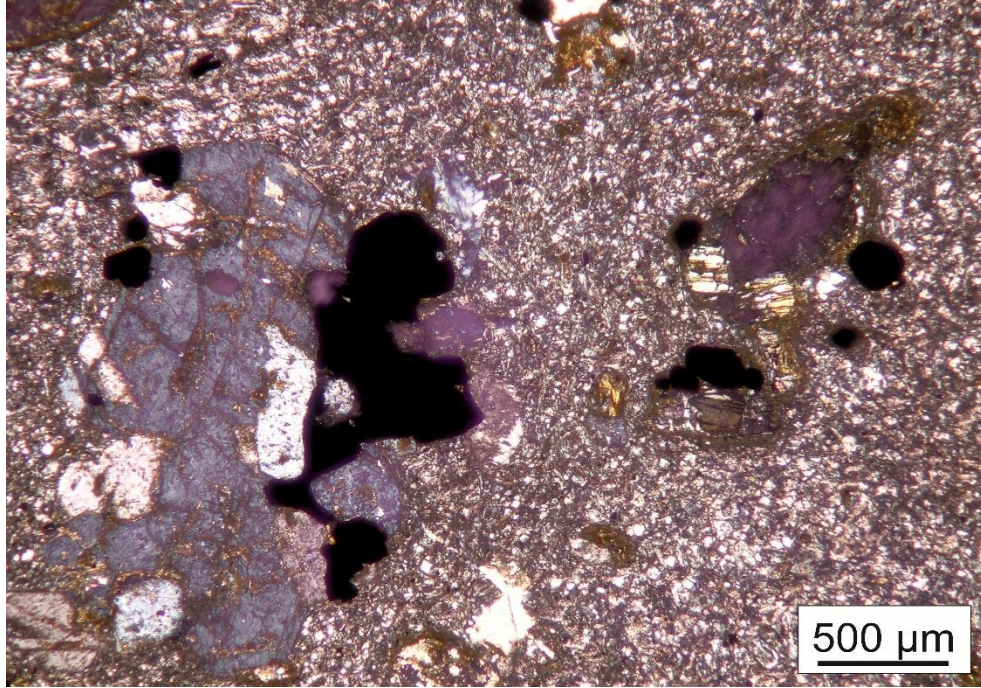
İlk kez Çetindağ (1985) tarafından tanımlanan birim Pliyo-Kuvaterner yaşlı kabul edilmiş olup, çalışma alanında kendisinden daha yaşlı olan diğer birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Kötü boylanmalı, çamur matriksli, normal ya da ters dereceli konglomera ve kumtaşlarıyla; düzlemsi ve teknesi çapraz tabakalanma gösteren kumtaşlarıyla başlayan istif üst seviyelere doğru kötü boylanmalı konglomera ve kumtaşlarından oluşan çökellerle temsil olunur (Türkmen, 1988; Koç Taşgın vd., 2012). Kerey ve Türkmen (1991), birimin alüvyal yelpaze ve örgülü nehir ortamlarında çökeldiğini ortaya koymuşlardır.

### **4.3. Petrografi**

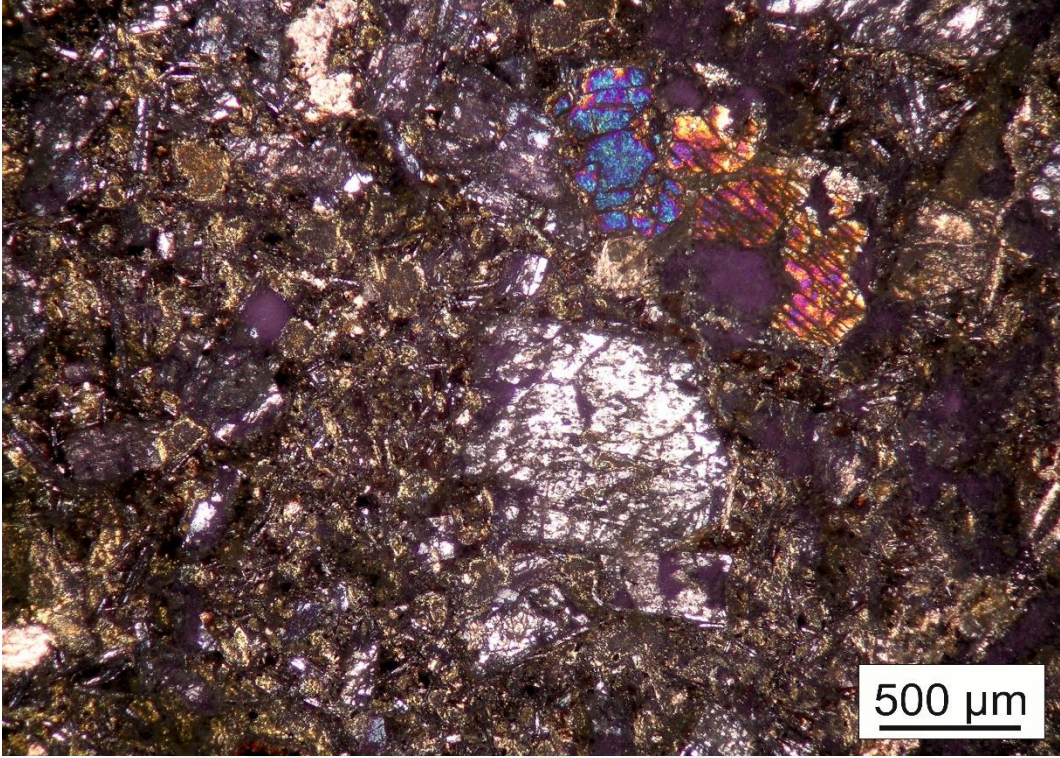
İnceleme alanında Ural (2012) kayaç örneklerinin ayrıntılı olarak mineralojik ve petrografik incelemesi yapılmıştır. Buna göre, Çaybağı çevresi Asker Tepe, Fahribey, Soğanlı, Osmanağa mahalle ve mezraları civarında yüzeyleme veren Üst Kretase yaşlı mafik volkanik kayaçların (Yüksekova Karmaşığı) petrografik açıdan tanımlanmış ve sınıflandırması mineralojik özellikleri yanında karşılaştırılmalı petrografik özellikleriyle de ele alınmıştır.

#### 4.3.1. Topağaç mezra dolayları:

Topağaç mezrası kuzeybatısında yüzeyleme veren mafik volkanik kayaların petrografik gözlemleri neticesinde saptanan ana bileşenler başlıca: plajiyoklas (%25-55), piroksen (% 10-55), opak (%5-20) mineralleridir. Kayaçalarda gözlenen en yaygın dokular başlıca: porfirik, veziküler, amigdaloidal, hiyalomikrolitik, mikrolitik/hiyalomikrolitik porfirik dokulardır (Şekil 4.11-Şekil 4.12). Amigdaloidal, mikrolitik/ mikrolitik porfirik kesitlerde çok küçük taneli yada çok ince mikrolitik plajiyoklas lataları çoğunlukla şekilsiz yada yarı özşekilli olarak bulunurlar. Bu kesitlerde plajiyoklaslar kenarları yenmiş bazen de kırlangıç kuyruğu şekilli olarak da gözlenebilmekte iken, hamurdan itibaren kloritleşme + opaklaşma tipi alterasyonlar gözlenebilmektedir (Şekil 4.11). Alterasyon ve plajiyoklasların çok küçük olmaları sönme açısı ölçmeyi ve saptamayı mümkünsüz kılmıştır. Porfirik kesitlerde seyrek olarak iri, yer yer de nadiren korunmuş albit+karlspat ikizlenmesi gösteren fenokristaller gözlenmesi yanında hamur içerisinde zonlu plajiyoklas mikrolitleri de gözlenmektedir. Tüm gözlem ve veriler spilitik bazalt, amigdaloidal bazalt, piroksen bazalt gibi tanımlamalar sağlarlar.



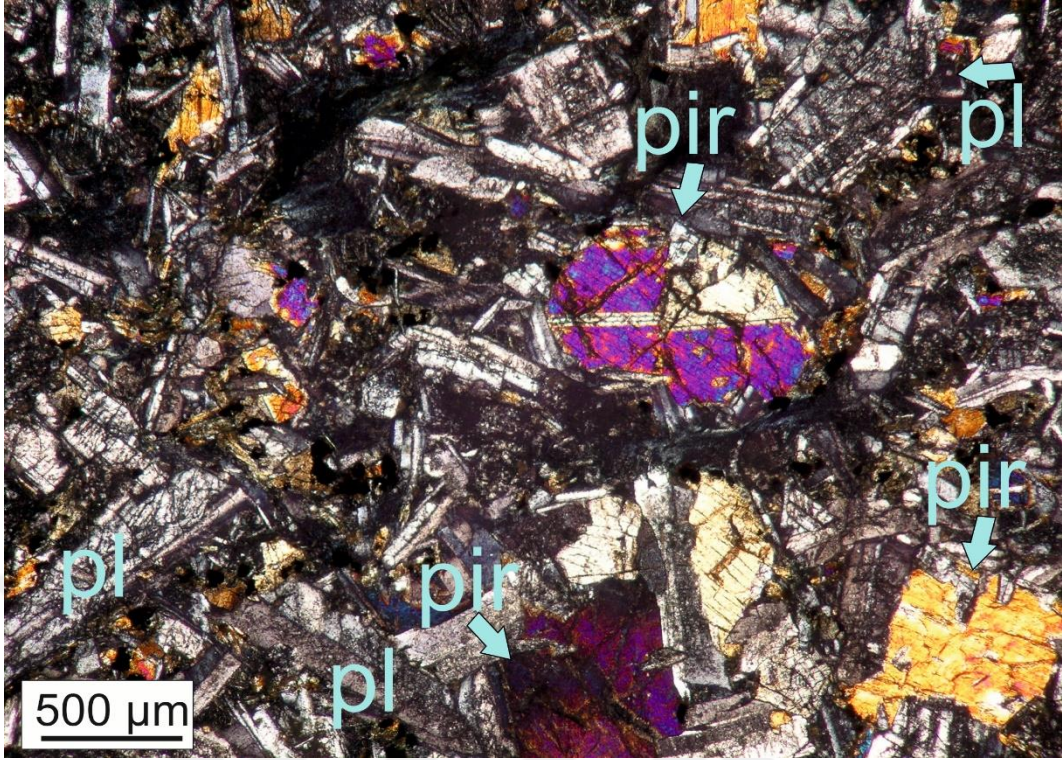
Şekil 4.11. Mikroporfirik dokulu bazalt. Topağaç kuzeyi. Fenokristalen ve zonlu plajiyoklas, küçük taneli piroksen ve özşekilsiz opak mineraller.



**Şekil 4.12.** Hiyalomikrolitik porifirk dokulu bazalt. Topağaç kuzeyi. Serisitleşmiş plajiyoklas, kısmen korunmuş tek yönlü klivajlı piroksen ve hamurdan itibaren kloritleşmeler.

#### **4.3.2. Fahribey Mezrası dolayları:**

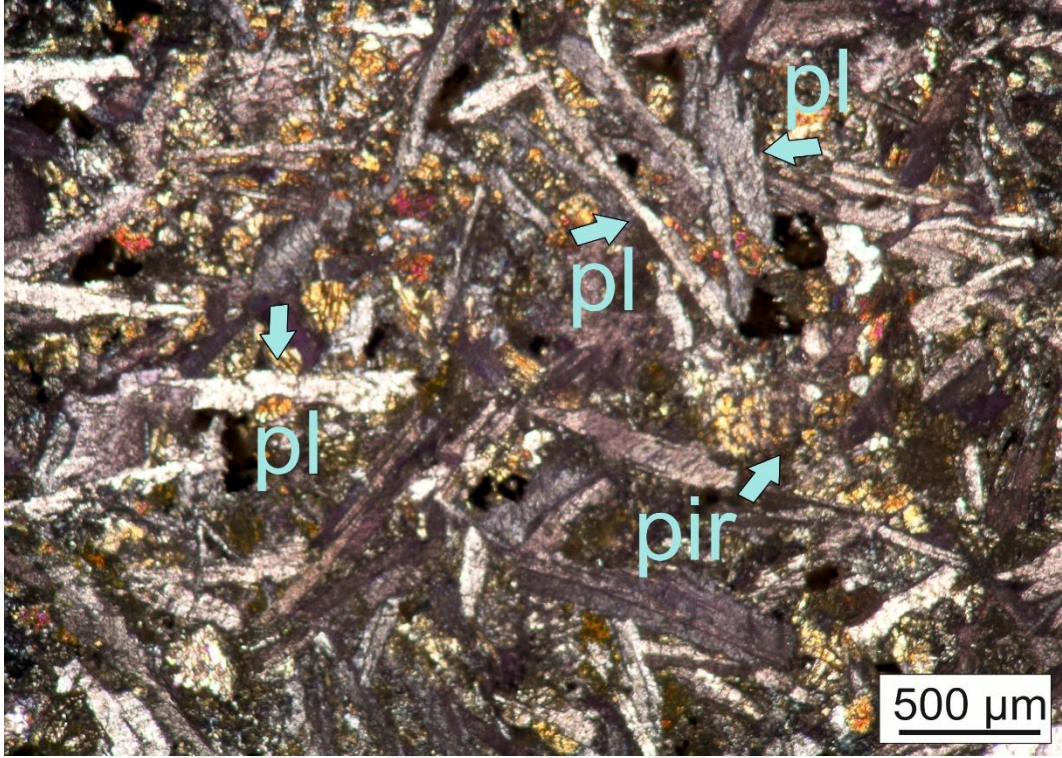
Fahribey Mezrası kuzeyinde yüzeyleme veren mafik volkanojenik kayalar, başlıca plajiyoklas (%45-60), piroksen (% 20-45), opak mineral (%5-10) baskın olup, kayaçların tipik dokusu olan doleritik dokulu kesitlerde (hem pillowların iç kesimlerinde hem de masif damarsal stoklarda oldukça bol ve yeterince iri plajiyoklas latalarıyla piroksenler iç içe subofitik yada intergranular dokulu olarak gözlenirler (Şekil 4.13). Hem plajiyoklaslarda hem de piroksenlerde poikilitik doku da gözlenir. Tanınabilen ve bol kesitlerinde özşekilli yada yarı özşekilli olarak, pembe, mavi, turuncu 2.sıranın canlı girişim renkleriyle dikkat çekerler. Bu kesitlerde piroksenlerde zonlanma ve karlspat ikizleri de olağan birşekilde gözlenmesi yanında opak mineral oluşumunun da bolluğu dikkat çeker. Opak mineraller özellikle yer yer özşekilli ve yarı özşekilli olarak doleritik ya da subofitik kesitlerde gözlenir. Bazı kesitlerde piroksenler psödomorf olarak ve içleri de opaklaşma+karbonatlama formunda malzemelerle doldurulmuştur. Hem amigdaloidal kesitlerdeki boşluklarda hem de kırık çatlak dolgulu spilitik kayaçlarda yoğun olarak kalsit, klorit dolguları gözlenirken, hamurdan ve veya camdan itibaren de kloritleşme, opaklaşma tipi alterasyonlar gözlenir. Kırılma kuyruğu uzamış plajiyoklaslar ve bunlara eşlik eden piroksenlerin oluşturduğu doleritik doku tipik olup, yer yer bu kayaç kesitlerindeki piroksenler epidotlaşma türünde alterasyonlar gösterirler. Tüm gözlem ve saptamalar bu alandaki kayaları, dolerit ve bazalt olarak tanımlar.



Şekil 4.13. Subofitik ve intergranüler bazalt. Fahribey Mezrası Kuzeyi. Karlspat ikizli, zonlu ve klivajlı piroksenler

#### 4.3.3. Fahribey dolayları:

Fahribeyköy kuzey ve kuzeybatısında Fahribey Mezrası dolaylarındakilere benzer olarak plajiyoklas (% 40-60) ve piroksen (% 20-40) baskın kayaçlar bulunup, dokusu ve bileşim itibariyle bazaltik bileşimler sergilerler (Şekil 4.14). Bu kayaçlarda, plajiyoklas ve piroksenler birlikte ışınalımsı uzun demetler halinde sferulitik, varyolitik ve intergranüler dokular gösterirler (Şekil 4.14). Piroksenlerin epidotlaşmasıyla birlikte gelişmiş intersertal dokulu bazaltik kayalar da mevcuttur. Amigdaloidal kesitlerde de yoğun opaklaşmış hamur içerisinde küçük kristaller halinde piroksenler ve mikrolitler haline plajiyoklaslar yerini alır. Spilitleşmeyle birlikte karbonat, kuvars ve FeO gözenek ve damar dolguları sergilenir. Az da olsa glomeroporfirik plajiyoklas-piroksen kümelenmeleri de mevcuttur. Bazı kesitlerde kayaç hamurunda gözlenen opaklaşma dışında kloritleşme ve karbonatlaşmaya bağlı olarak yer yer mafik bileşenler tanınmaz ve feldspatlar da neredeyse sadece iskelet olarak bulunur ve bileşenler tamamen albitleşmiştir. Olivinlerin yok denecek kadar az gözlendiği kayaçlarda serpantinleşmeye benzer alterasyon durumları da söz konusudur.

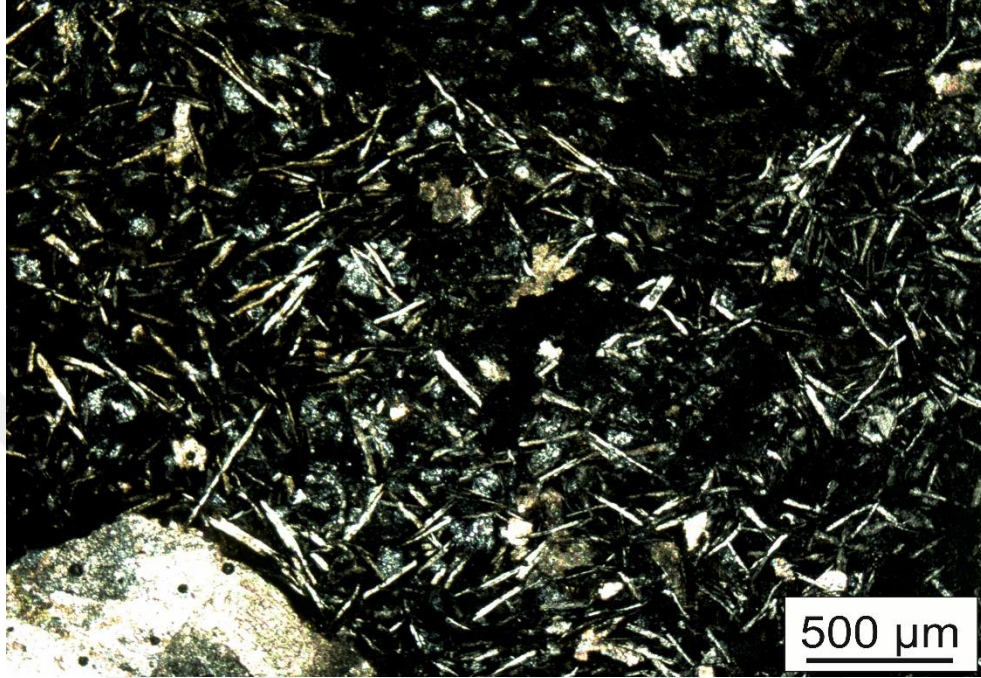


**Şekil 4.14.**Subofitik ve intergranüler bazalt. Fahribey kuzeyi. Kırlangıç kuyruğu görünümlü yer yer de zonlu plajiyoklaslar, yer yer epidotlaşmış piroksenler. Pl: plajiyoklas, pir: piroksen

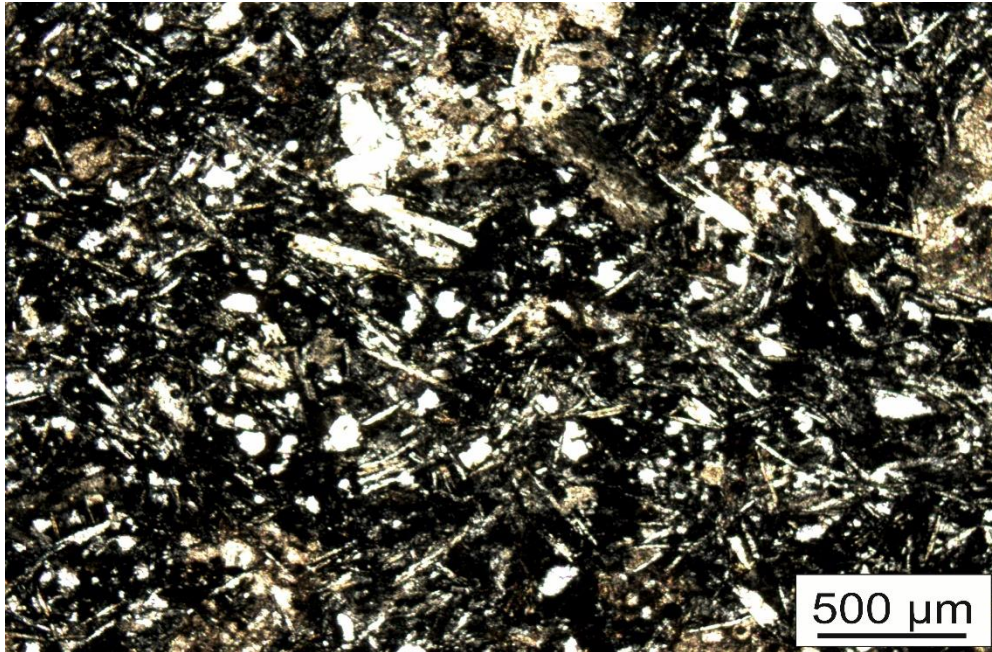
#### 4.3.4. Osmanağaköy dolayları:

Osmanağa kuzeyi dolaylarında yüzeyleme veren mafik volkanik kayalarda temel bileşenler plajiyoklas (%35-55), piroksen (%15-30), ± olivin (%5-20) mineralleridir (Şekil 4.15-Şekil 4.18). İkincil epidot, klorit, kalsit, kuvarslar mevcuttur. Seyrek de olsa iskeleti çok az korunmuş yada iskelet halindeki çok küçük taneli olivin kristallerinin varlığına bağlı olarak bu alanda serpantinleşme tarzı alterasyonlara sıkça rastlanır. Genel olarak amigdaloidal, glomeroporfirik, hiyalomikrolitik mikrolitik porfirik, intersertal ve subofitik doku çeşitliliği gözlenmektedir (Şekil 4.15-Şekil 4.18). Çaybağı bölgesi diğer alanlarındaki mafik volkaniklerde olduğu gibi yaygın alterasyon ve alterasyon çeşitliliği de söz konusudur. Kloritleşme, silisleşme, opaklaşma, serpantinleşme, karbonatlaşma, killeşme, serisitleşme, spilitleşme gibi çok çeşitli bir alterasyon var olduğu dikkati çeker. Bu alandaki mafik volkanitlerde bazaltik bileşim dışında herhangi bir kimyasal bileşim söz konusu olmadığı da gözlemlenmektedir. Plajiyoklasların genellikle mikrolitler halinde bulunduğu bazı karbonat gözenek dolgulu amigdaloidal kayalarda mafik bileşenler gözlenmezken, küçük kristalli piroksenlerin plajiyoklaslara eşlik ettiği serpantin gözenek dolgulu amigdaloidal kayalarda hamurdan itibaren kloritleşme, opaklaşma ve killeşmeler barizdir. Hem mikrolitik hem de fenokristalen bulunabilen ve yer yer kırlangıç şekilli plajiyoklasların hiyalomikrolitik doku gösterirken, bu kesitlerde gözlemlenen hamurda silisleşmeler, opaklaşmalar, killeşmeler gözlenmekle bununla beraber, plajiyoklas mikrolitlerinde

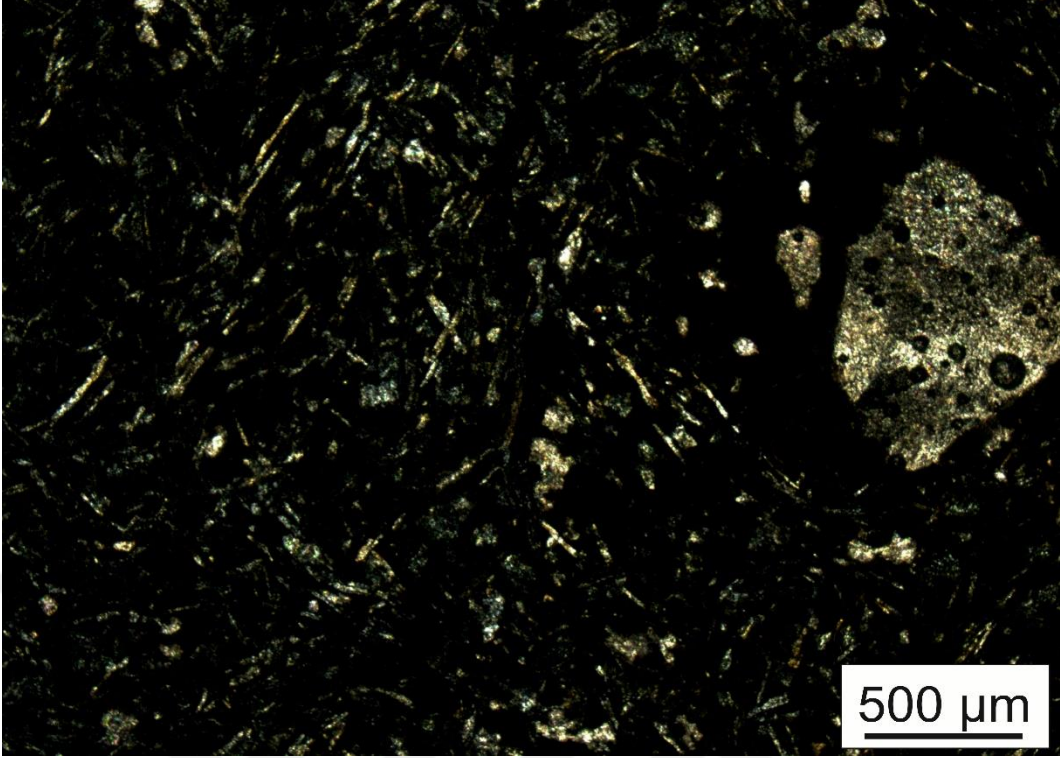
serisitleşme ve karbonatlaşmalar dikkati çekmektedir. Plajiyoklas ve piroksenlerin kümелendiđi glomeroporfirik dokulu bazaltlarda prizmatik yarı öz şekilli plajiyoklaslar hem yer yer zonlanmalar göstermesi yanında yenme dokuları da gösterirler.



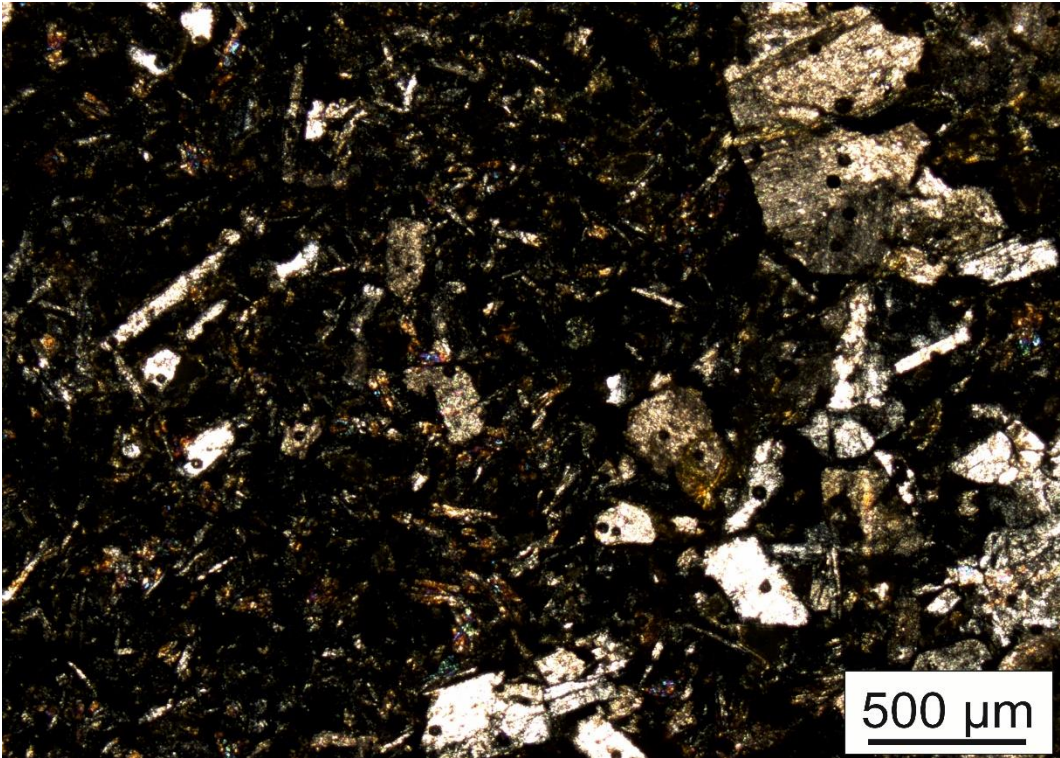
**Şekil 4.15.** Hiyalomikrolitik, amigdalooidal bazalt.. Osmanağa kuzeyi. Mikrolitik plajiyoklas, karbonat dolguları, camdan itibaren opaklaşmalar.



**Şekil 4.16.** Hiyalomikrolitik bazalt. Osmanağa kuzeyi. Mikrolitik plajiyoklas, serisitleşmeler, karbonat dolguları, ikincil silis oluşumları.



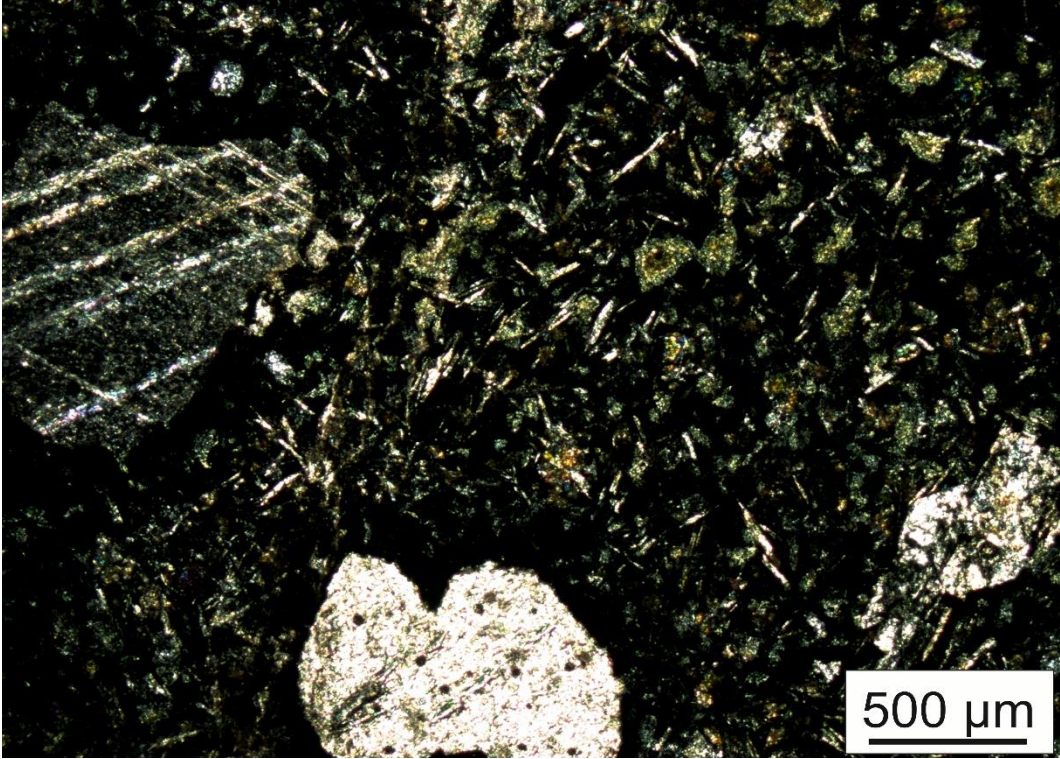
Şekil 4.17. Hiyalomikrolitik bazalt. Osmanağa kuzeyi. Opaklaşmalar, çeperleri FeO ile çevrili merkezi karbonatlaşmış bazalt.



Şekil 4.18. Mikrolitik porfirik bazalt. Serisitleşmiş, yer yer zonlu fenokristalen yer yer ince uzun latalar halindeki plajiyoklaslar. Osmanağa kuzeyi.

#### 4.3.5. Yukarıkazanlar köyü dolayları:

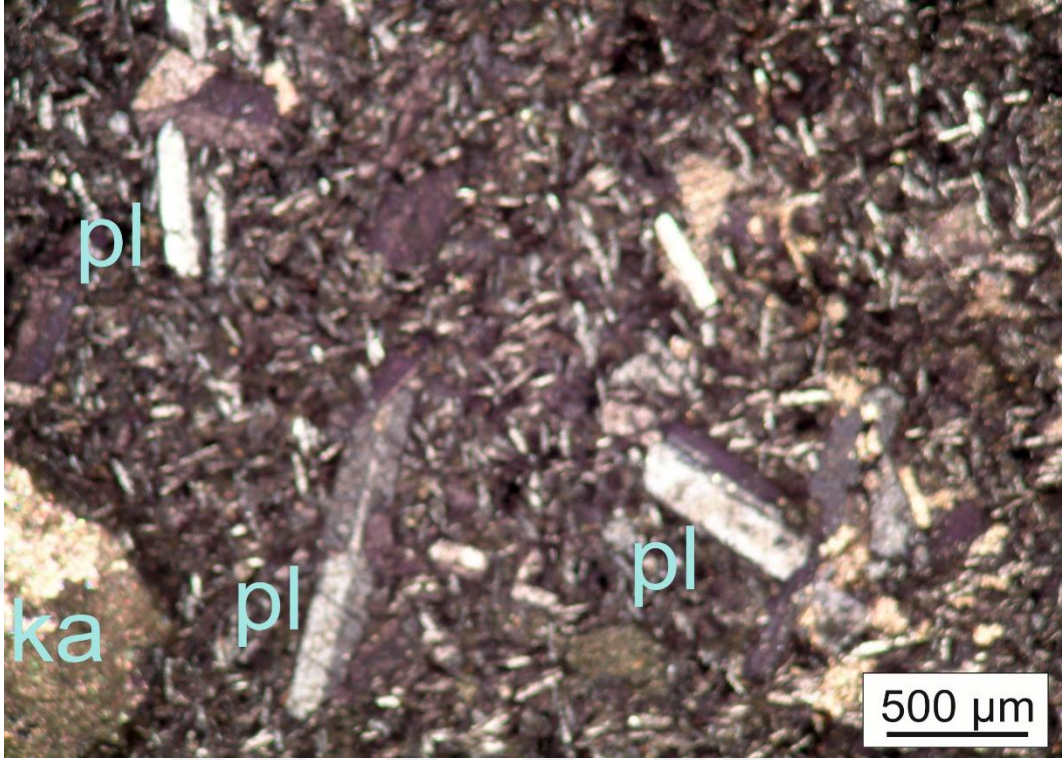
Yukarı kazanlar güneyi dolaylarında yüzeyleme veren mafik volkanik kayalar başlıca plajiyoklas (% 30-60) ± piroksen (%5-25) mineralinden oluşurlar. Amigdaloidal dokunun baskın olduğu sahadaki kayaçların bazılarında subofitik dokular da gözlenmektedir (Şekil 4.19). Tanınabilen mafik mineral bileşeni olarak bulunan piroksen minerali oldukça az ve genellikle küçük tanelidir. Zayıf tek yönde klivajlı mavi, turuncu, yeşil, sarı renk tonlarında; genellikle subhedral ve kenarlarından itibaren opaklaşmalar gözlenmekte olup, yer yer tüm mafik bileşenler opaklaşmış halde bulunurlar. Kayaca olasılıkla sonradan nüfuz eden FeO gelimine bağlı olarak hem bileşenlerde hem hamurda yoğun opaklaşma izleri dikkat çekmektedir. Ayrıca gözeneklerde yada çeperlerinde, kırık çatlak ağlarında da yoğun opak mineral dolguları gözlenir. Amigdaloidal kesitlerdeki gözeneklerde, kayaç kırık çatlaklarında ve hamurda ikincil silis oluşum ve dolguları da yaygın olarak gözlenir. İnce uzun prizmatik yer yer de kırlangıç kuyruğu dokulu plajiyoklaslar oldukça küçük piroksenlerle birlikte subofitik dokular sergilemektedir. Bu kesitlerin bazılarında opaklaşmış bir hamur içerisinde hem plajiyoklaslar hem de piroksenler mikrolit ve fenokristalen olarak yüzeyleyirken, yer yer serisitleşmiş plajiyoklaslarda kısmen zonlu yapı da gözlenmiştir. Bazaltik bileşimin egemen olduğu alanda spilitik bazalt, piroksen bazalt tanımları yapılır.



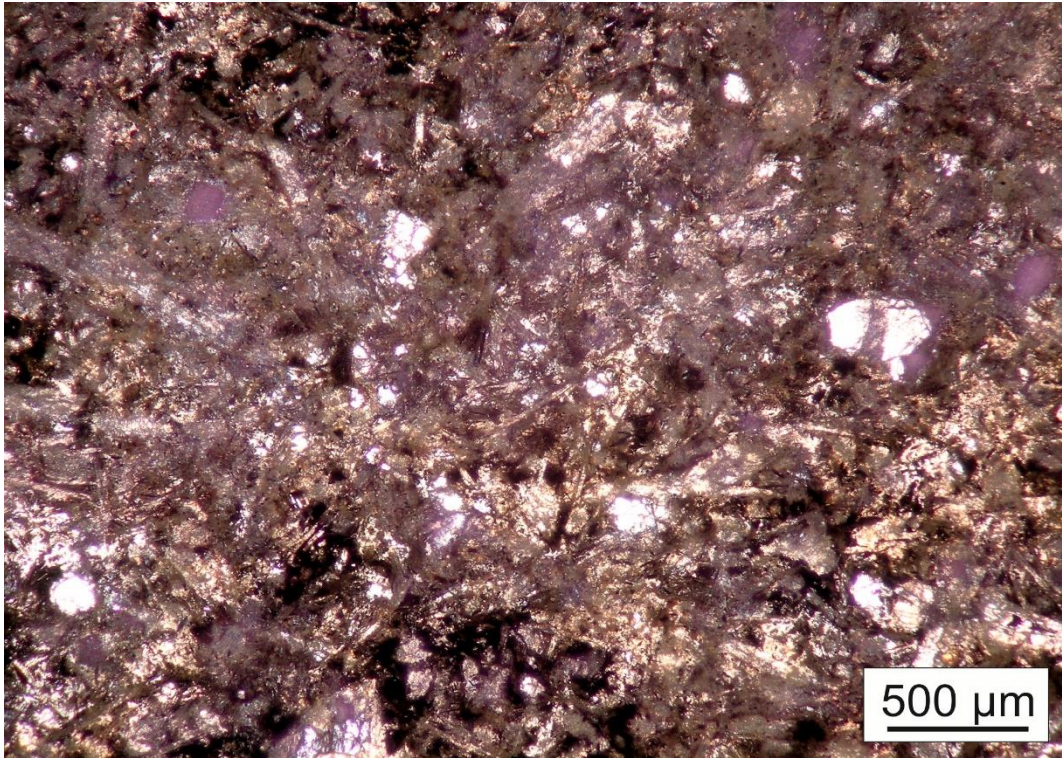
Şekil 4.19. Amigdaloidal bazalt. Mikrolitik plajiyoklaslar, karbonat dolguları, serisitleşmiş feldspatlar, yer yer zonlu mikrokristalen plajiyoklaslar. Yukarıkazanlar güneyi.

#### 4.3.6. Asker Tepe dolayları:

Asker Tepe güney yamaçlarında yaygın olarak yüzeyleme veren çoğunlukla yastık lav morfolojisindeki mafik volkanik kayalardaki temel mineral bileşenlerini plajiyoklas (% 25-55) ve piroksen (%15-35), opak mineral (%5-20),  $\pm$  olivin (%5-15) ikincil mineral olarak ise kalsit, klorit, zeolit oluşturur (Şekil 4.20-Şekil 4.21). Hiyalomikrolitik ve mikrolitik porfirik, veziküler, amigdaler dokular yaygındır. Hem mikrolitik hem de fenokristalen olarak bulunan plajiyoklas ve piroksenler mikrolitik porfirik dokular gösterirler (Şekil 4.20-Şekil 4.21). Karbonatlaşma, opaklaşma, kloritleşme ve genel olarak spilitleşme yaygın alterasyon türleridir. Bazı kesitlerde mafik mineraller tamamen dönüşmüş ve psödomorf olarak tanınırken, plajiyoklaslar da yoğun karbonatlaşma (albite dönüşmüş) ve serisitleşme yanında ikizlenme ve prizmatik yapısı yanında, tek nikoldeki renkleriyle ayırt edilir. Opak mineralin de bol olarak bulunduğu bu kesitlerde alterasyon izleri de fazlaca gözlenmektedir. Poikilitik plajiyoklaslar aralarındaki ikincil karbonat ve silis mineralleriyle intersertal doku gösterirler. Hem hamurdan hem de piroksenlerden itibaren gelişen klorit fazı ile intersertal doku sözkonusudur. Bazı kayalarda erime çözünme dokulu yada poikilitik plajiyoklaslar vardır ve genel olarak hamurdan itibaren devitrifikasyon izleri taşırlar. Amigdaloidal olanlarda zeolit, kalsit, klorit dolguları mevcut olup spilit olarak saptanırken, bol kırık çatlak içeren kayaçalarda yine aynı mineraller zayıf zonları doldurmuştur. Spilitik bazaltlarda mafik bileşenler gözlenmezken plajiyoklaslar mikrolitler halinde ve hamur fazı şeklinde bulunurlar. Kayaçalarda bir miktar yalancı (psödomorf) olivin şekilleri mevcut olup, serpantinleşme tarzı laterasyonlara da kaynak teşkil eder. Yer yer akma dokulu plajiyoklaslar (kloritleşmiş+serisitleşmiş) içlerinde elek dokulu fenokristalen plajiyoklaslar da bulundurulur. Bazı kesitlerde mikrolitik plajiyoklasların da neredeyse tamamen serisit+karbonat+opak+kil minerallerine dönüşümünden ibaret hiyalomikrolitik bazaltlar ve benzer olarak da boşluklu olanları veziküler bazalt şeklinde tanınırlar. Bazaltik bileşimin egemen olduğu kayalar spilitik bazalt, veziküler/amigdaler bazalt, piroksen bazalt şeklinde tanımlanabilirler.



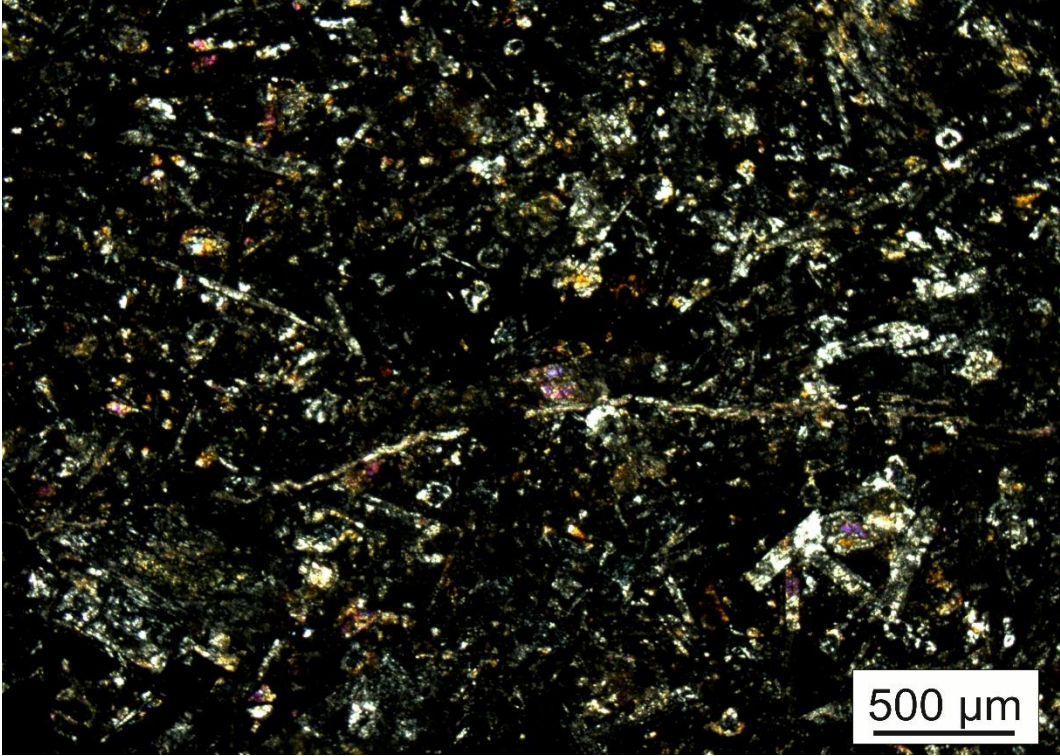
Şekil 4.20. Mikrolitik porfirik bazalt. İkizli, zonlu, mikrolitik ve fenokristalen plajiyoklas. Asker Tepe kuzeyi. Pl: plajiyoklas, ka: kalsit.



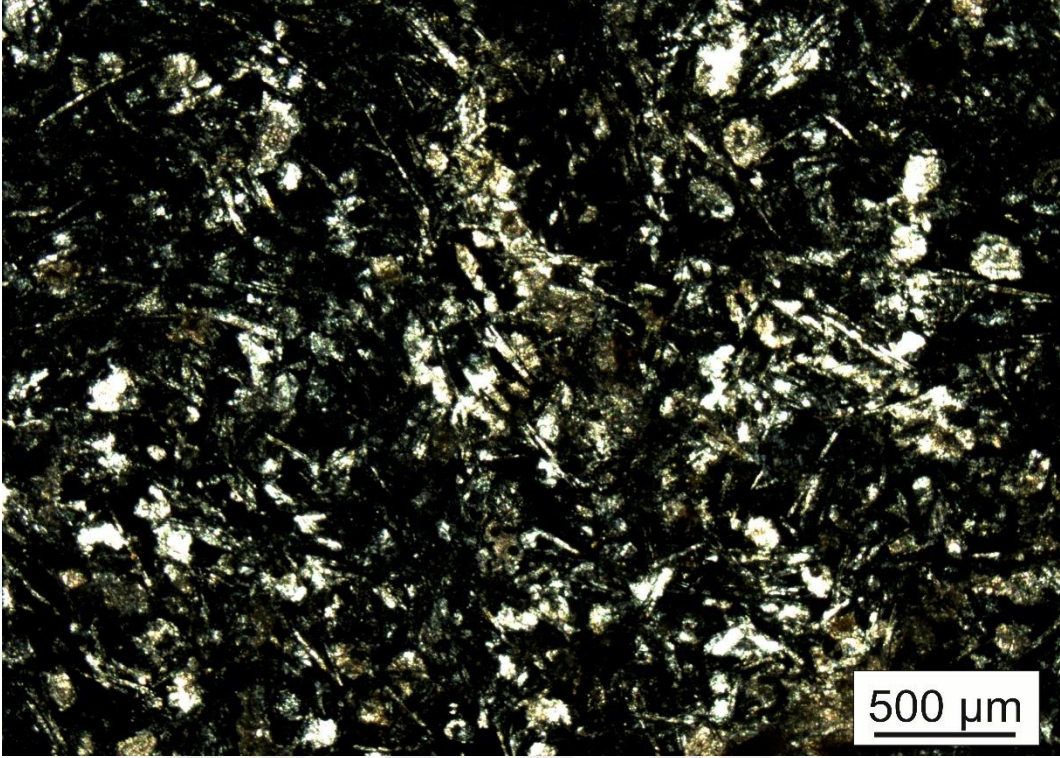
Şekil 4.21. Hiyalomikrolitik dokulu spilitleşmiş bazalt. İkincil silis oluşumları, serisitleşme, opaklaşma, karbonatlaşma ve killeşmeler. Asker Tepe kuzeyi.

#### 4.3.6. Selim dolayları:

Bu alandaki mafik volkanik kayalardaki temel mineral bileşenlerini plajiyoklas (% 30-50) ve piroksen (%15-35), opak mineral (%5-15),  $\pm$  olivin (%5-15) mineralleri oluşturur (Şekil 4.22 ve Şekil 4.23). Karbonat damarları, kalsit ve klorit gözenek dolguları, hamurdan itibaren opaklaşmalar, yoğun ağsı karbonat damarları en yaygın gözlenen alterasyon özellikleridir. Amigdaler, subofitik, hiyalomikrolitik, mikrolitik porfirik dokularla karakteristiktir. İnce ışınal plajiyoklas latalarının opaklaşmış hamur içerisinde yer almasıyla gelişen spilitik bazaltlar; yer yer kırlangıç kuyruğu görünümlü plajiyoklaslarla onlara eşlik eden şekilsiz bazen kötü çift yönlü klivajlı yer yer ışınalımsı piroksenlerin oluşturduğu spilitleşmiş amigdaloidal bazaltlar; intergranüler plajiyoklas ve piroksenlerin oluşturduğu bazaltlar bu bölgede olağandır. Bu lokasyondaki bazaltları: ‘bazalt, spilitik bazalt’ olarak tanımlamak ve sınıflandırmak mümkündür.



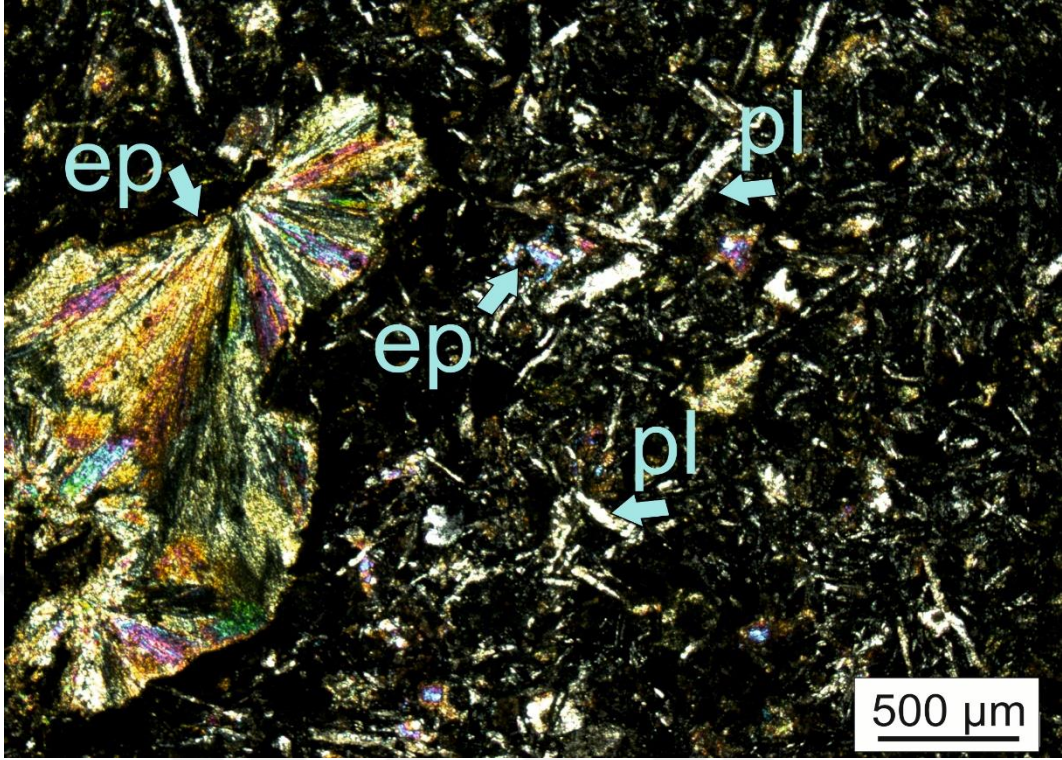
Şekil 4.22. Hiyalomikrolitik porfirik dokulu bazalt. Hamurdan ve bileşenlerden itibaren opaklaşma. Elek dokulu fenokristalen plajiyoklaslar. Kılcal karbonat dolgulu damarlar. Selim dolayları.



**Şekil 4.23.** Hiyalomikrolitik, intersertal dokulu bazalt. Hamurdan itibaren opaklaşma. Plajiyoklas lataları arasındaki ikincil silis+karbonat oluşumları.

#### 4.3.7. Soğanlı dolayları:

Soğanlı köyü batısı ve güneyinde yüzlek veren mafik volkanikler plajiyoklas (%30-50) ve piroksen (%10-30), opak mineral (%5-25) esas mineralleri ve ikincil kalsit, klorit, epidot minerallerinden oluşurlar (Şekil 4.24). Bu lokasyondaki kayaçlarda intergranüler, intersertal, amigdaloidal dokular tipiktir. Karbonat dolgulu kırık çatlaklar, epidot, kalsit dolgulu boşluklar, karbonat dolgulu kırık çatlaklar, karbonat dolgulu mikrogözenekler ve boşluk dolguları, hamurdan ve yer yer bileşenlerden itibaren opaklaşma ve karbonatlaşma, gözlenen yaygın alterasyon karakteristikleridir. Kırlangıç kuyruğu görünümlü ve genellikle çok ince mikrolitik plajiyoklaslar yer yer epidota ve klorite dönüşmüş piroksenlerle içiçe bulunurlar. Plajiyoklas lataları yer yer bükülmüş ve yer yer aralarında küçük taneli piroksenler mevcuttur. Kayaç gözeneklerini ikincil ve sferulitik epidot/tremolit? gibi mineraller doldurmuştur. Diğer lokasyonlarda olduğu gibi bazaltik bileşim egemendir.



Şekil 4.24. Amigdaloidal bazalt. Hamurdan ve bileşenlerden itibaren opaklaşma ve killeşme. Mikrolitik yer yer kırılma görünümlü plajiyoklaslar. Epidotlaşmış piroksenler.

## 5. KONFOKAL RAMAN SPEKTROMETRESİ ÇALIŞMALARI

Bir numunenin yakın-IR monokromatik ışından oluşan güçlü bir lazer kaynağıyla ışınlanmasıyla, elastik olmayan saçılmayla ortaya çıkan ışının birden çok pik vererek titreşim geçişleri hakkında bilgi vermesine ve ışının bu yolla belirli bir açıdan ölçümüne dayanır (http.1).

Kimya ve yer bilimleri gibi fizik bilimlerinde, özellikle bir kayadaki minerallerin karakterizasyonu için, element analizine dayalı otomatik, nesnel haritalama yöntemleri geleneksel optik petrografinin yerini alması yanında elementel bileşimlerin mineralojik bileşimlere dönüştürülmesiyle mineral faz haritaları elde edilebilmektedir. Diğer ışın demeti yöntemlerinde var olan cilalama ve kaplama gibi zahmetli numune hazırlıkları gerektirmeden numuneye odaklanan, oldukça yüksek doğruluk oranıyla (>%97) ve son derece iyi bir uzamsal çözünürlükle (<0,3–2 µm) hızlı bir haritalama sağlayabilen bir yöntemdir (Polavaram ve Garg, 2021).

Raman spektroskopisi, tahribatsız, hızlı bir yolla ve mikrometre boyutundan santimetre boyutuna kadar değişen görüş alanlarında (ince kesitte) mineral tanımlaması sağladığı için, özellikle mineraloji-petrografik çalışmalarda kullanım için çok uygundur (Fries ve Steele, 2010).

Mikrometre çözünürlükteki tek bir ışın altında çok çeşitli mineral fazlarını açığa çıkarabilme ve diğer ışın demeti yöntemlerine göre bireysel mineral fazını tayin etme kabiliyetine sahip olup, Raman spektroskopik tekniklerini bir mineralojistin analitik tekniklerden oluşan “araç setinde” çok belirgin bir şekilde yerini almıştır (Fries ve Steele, 2010).

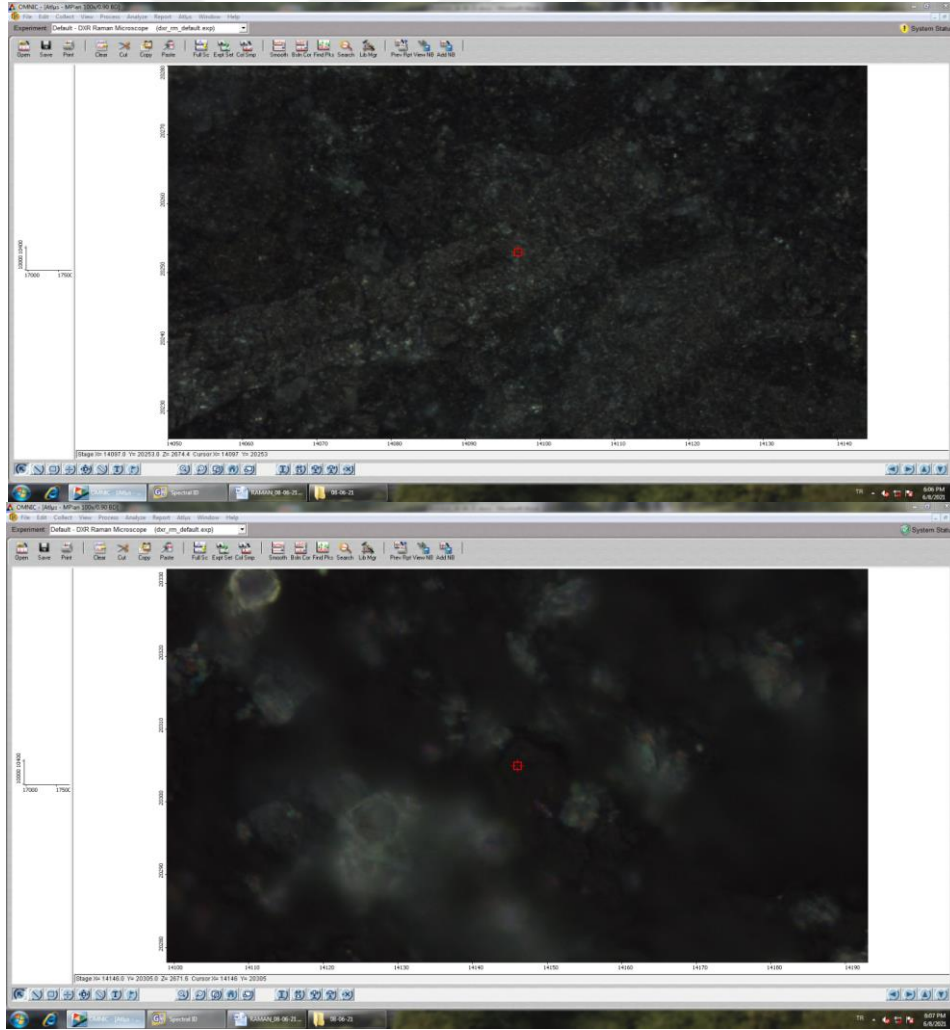
Petrografik çalışmalar özünde minerallerin ince kesitler halinde incelenmesi olup; bir kayadaki her bir mineralin kimliğini yorumlandığı, kayanın oluşumu, geçmişi, alterasyon tarihi hakkında çıkarımlarda bulunulduğu düşünülürse, Görüntüleme Raman spektroskopisi, özellikle bu görev için çok uygun bir yöntem olup, sadece mineralleri tanımlamak için kullanılabilirdiği gibi, aynı zamanda görünümünü haritalamak için de kullanılabilir (Fries ve Steele, 2010).

İnorganik bir malzemede bulunan kimyasal fazların bileşimini ve dağılımını doğru bir şekilde ayırt etmek için analitik araç setinde birçok araç mevcuttur ki: XRD, EPMA, TEM, SEM-EDXS, IR olup, bunların kullanımları için kendilerine has gereksinimleri vardır ve dolayısıyla maliyet (operasyonel ve sermaye), zaman (tarama süresi, analiz süresi), kullanım kolaylığı gibi yönleriyle karşılaştırıldığında herhangi bir işlem gerektirmeksizin pürüzlü yüzeylerde dahi başarılı sonuçlar veren Raman görüntüleme oldukça başarılı ve tercih edilebilir bir yöntemdir (Polavaram ve Garg, 2021).

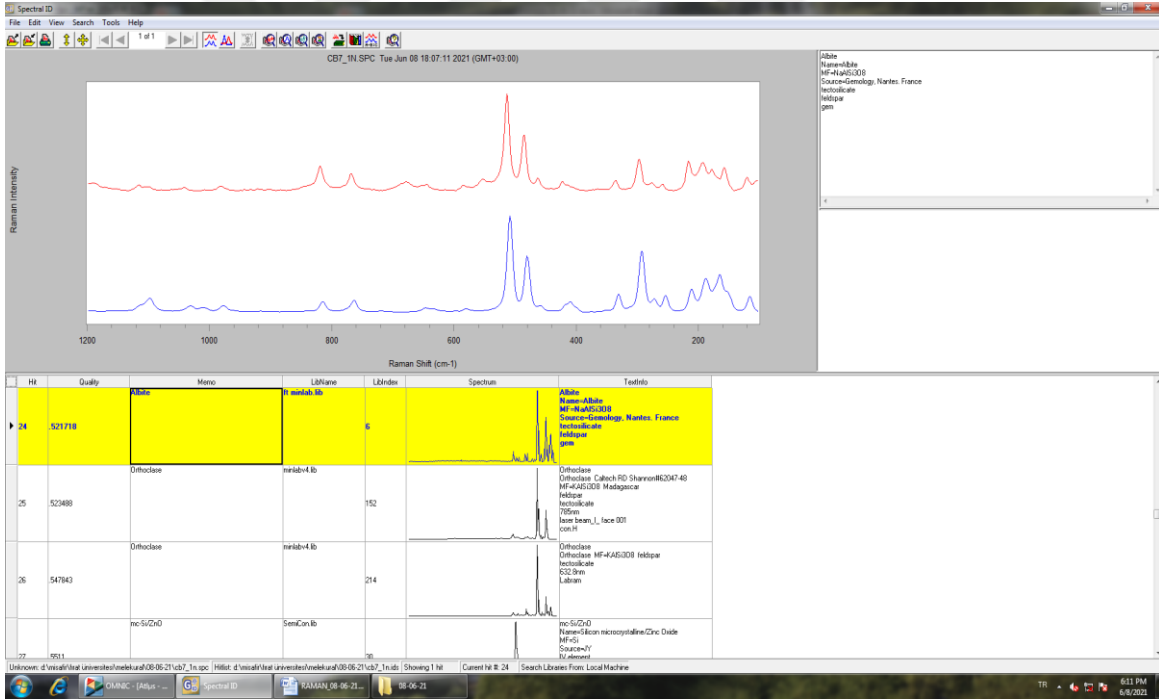
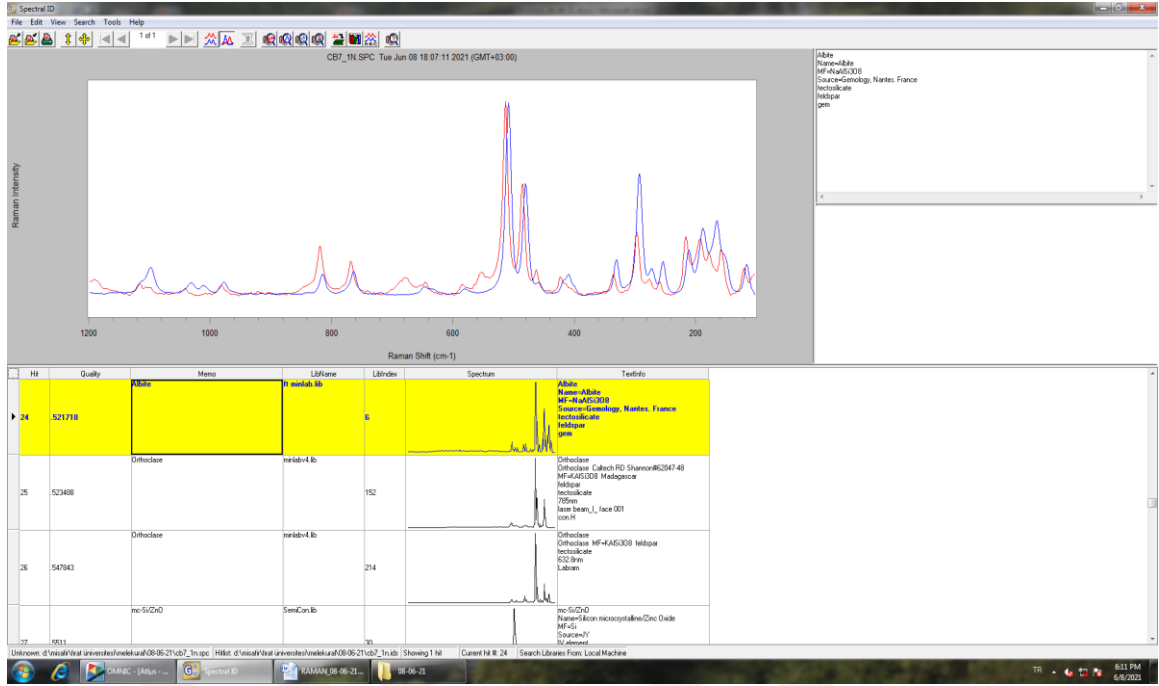
## 5.1. Fahribey Mezrası kuzeyi bazalt örneklerinin Raman Görüntüleri

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarına bağlı olarak, Fahribey mezrası kuzeyinde yüzeyleme veren ÇB-7 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki plajiyoklas mineraline ait analiz görünümü (Şekil 5.1), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.2), Raman spektrumu (Şekil 5.3) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 117.64, 156.03, 175.84, 190.70, 214.23, 258.80, 276.14, 295.33, 334.96, 422.25, 462.50, 484.17, 513.27, 551.65, 538.85, 646.38, 679.19, 768.35, 819.12, 983.18, 116.92 (Şekil 5.3) olarak ortaya çıkmaktadır. NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> bileşimli tektosilikat grubu minerali olan 'albit' elde edilen kompozisyonudur.

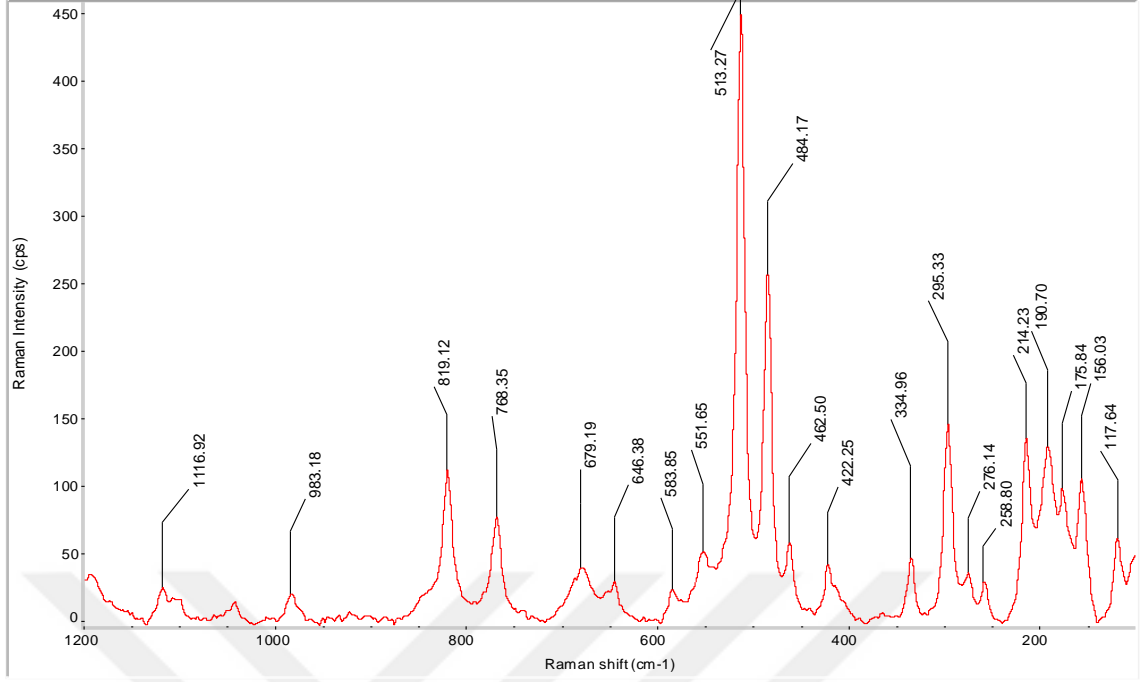
Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları kapsamında, Fahribey Mezrası kuzeyindeki mafik volkanik kayalardan ÇB-5 (Ural, 2012) nolu örneklerdeki plajiyoklas, piroksen ve opak mineral ölçümü de gerçekleştirilmiştir. Ölçüm neticesinde elde edilen Raman pikleri Şekil 5.4, Şekil 5.5, Şekil 5.6 olup sırasıyla elde edilen mineraller labradorit, ojit ve manyetitdir.



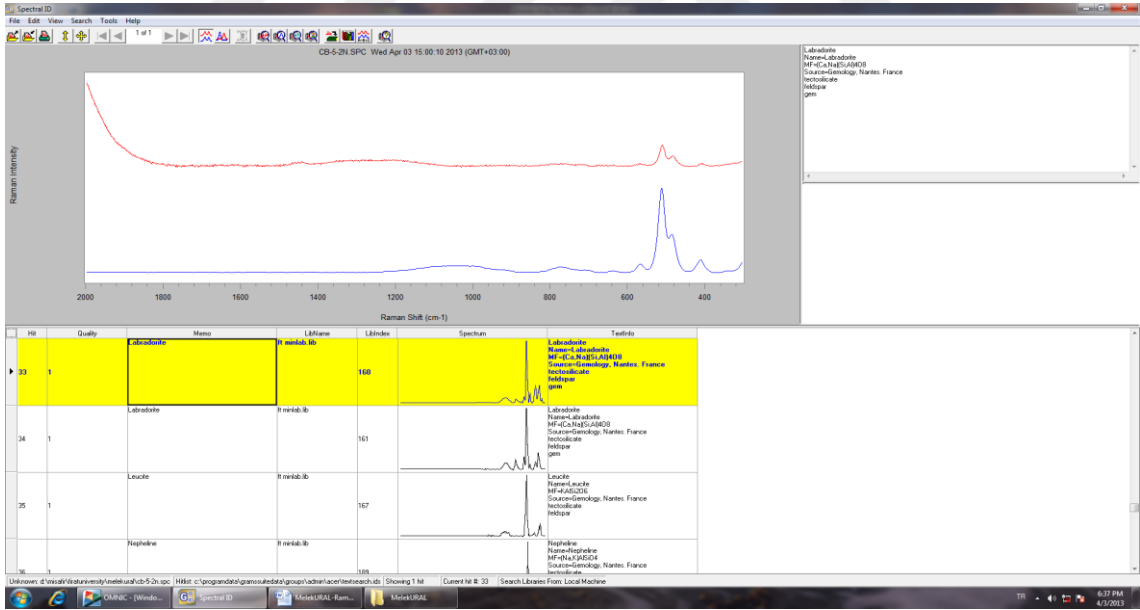
Şekil 5.1. Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki albit (plajiyoklas) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇB-7.



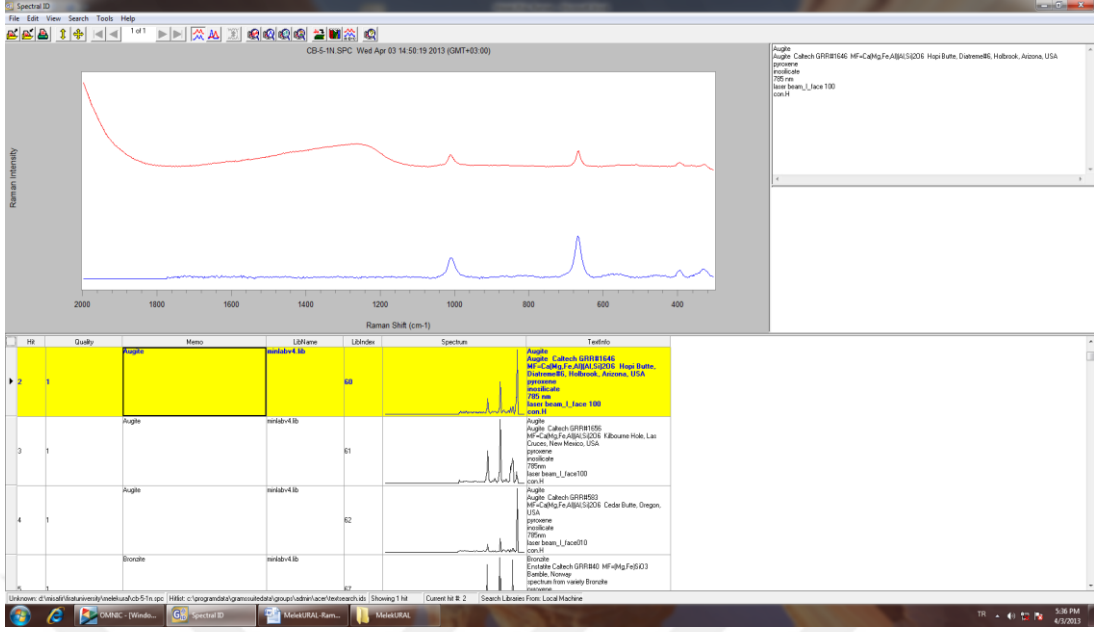
Şekil 5.2.Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki albit (plajiyoklas) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-7.



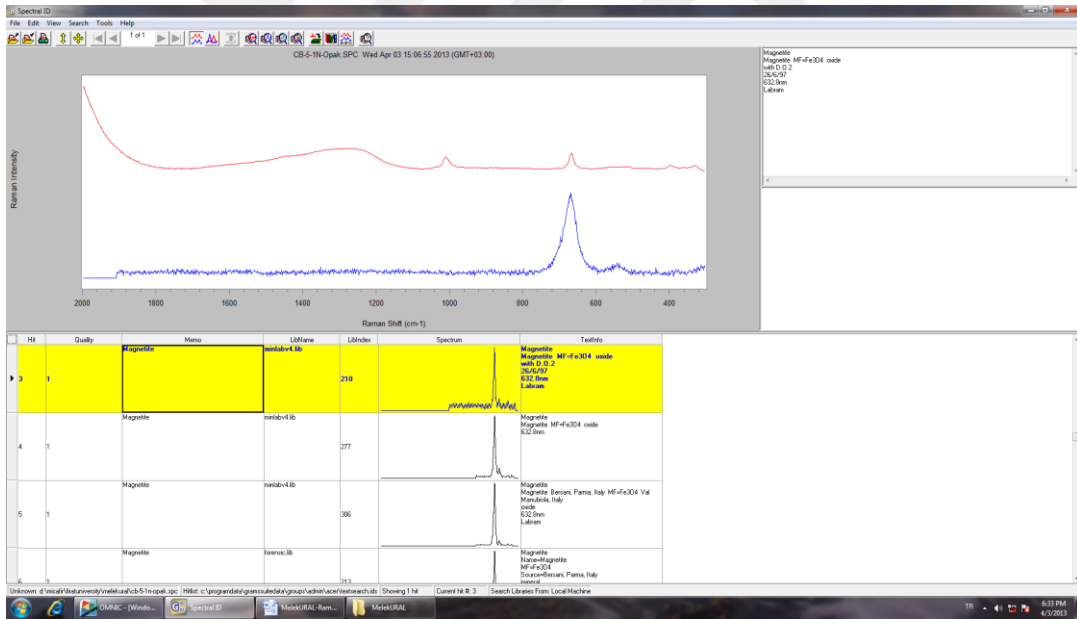
Şekil 5.3. Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki albit (plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-7.



Şekil 5.4. Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki labradorit (plajiyoklas) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir.

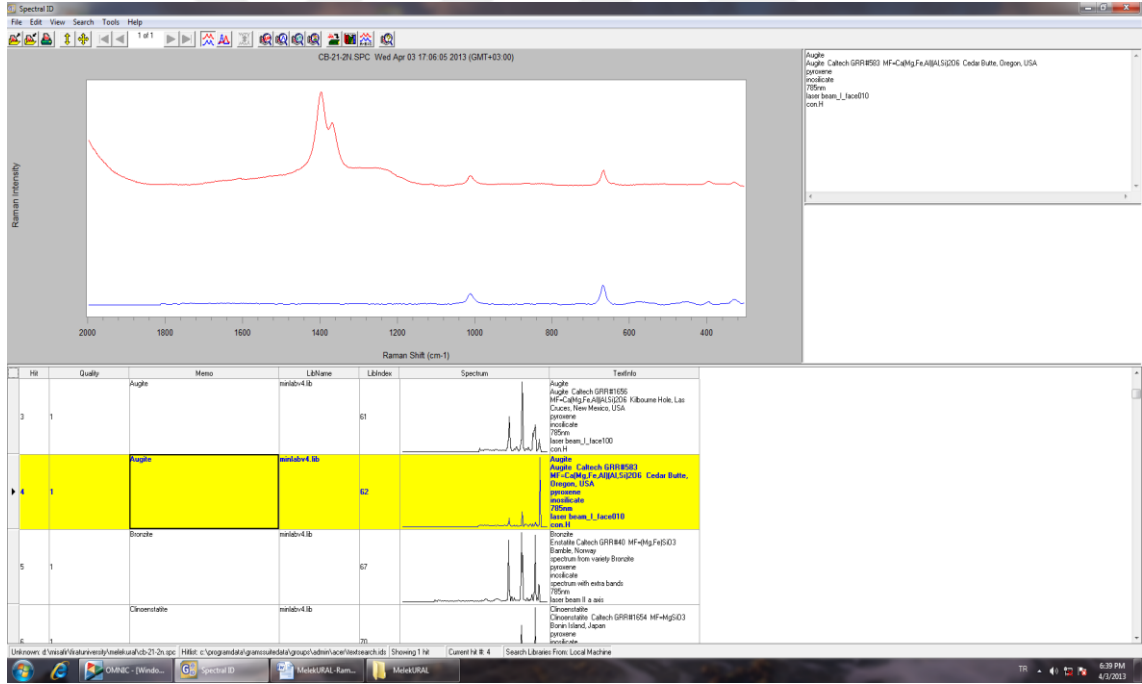
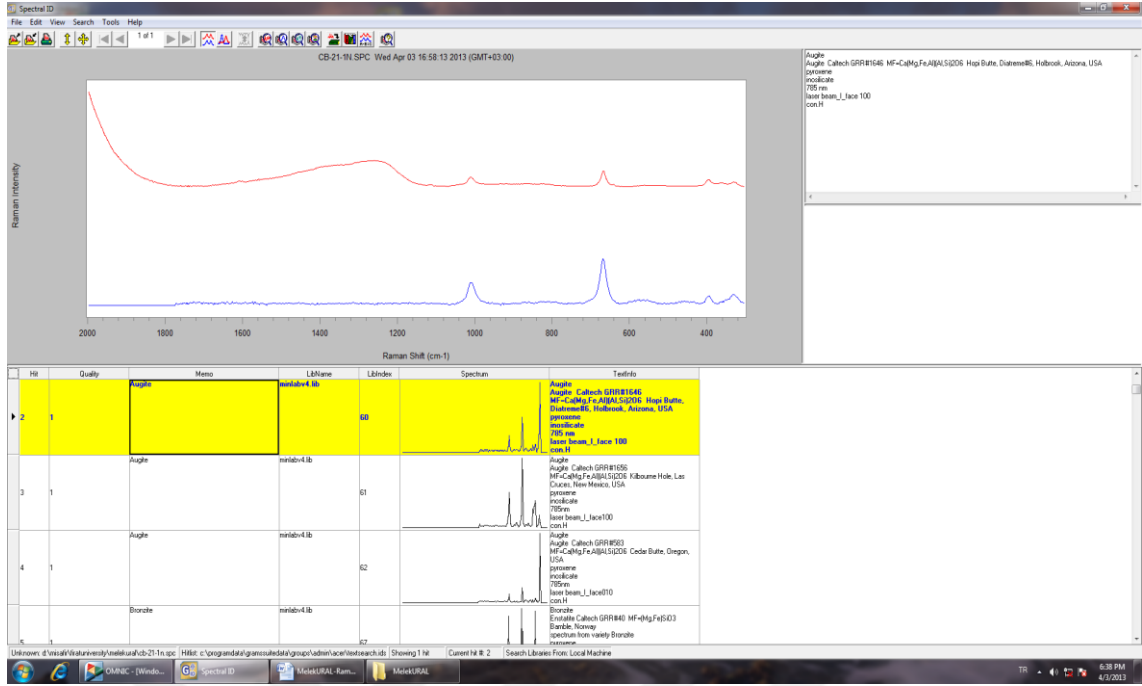


Şekil 5.5. Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki ojite (piroksen) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir.



Şekil 5.6. Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki manyetit (opak) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir.

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmaları kapsamında, Fahribeyköy kuzeyindeki ÇB-21 (Ural, 2012) nolu mafik volkanik kaya örneğindeki piroksen mineral ölçümü neticesinde elde edilen Raman pikleri Şekil 5.7 ile ojite mineraline aittir.



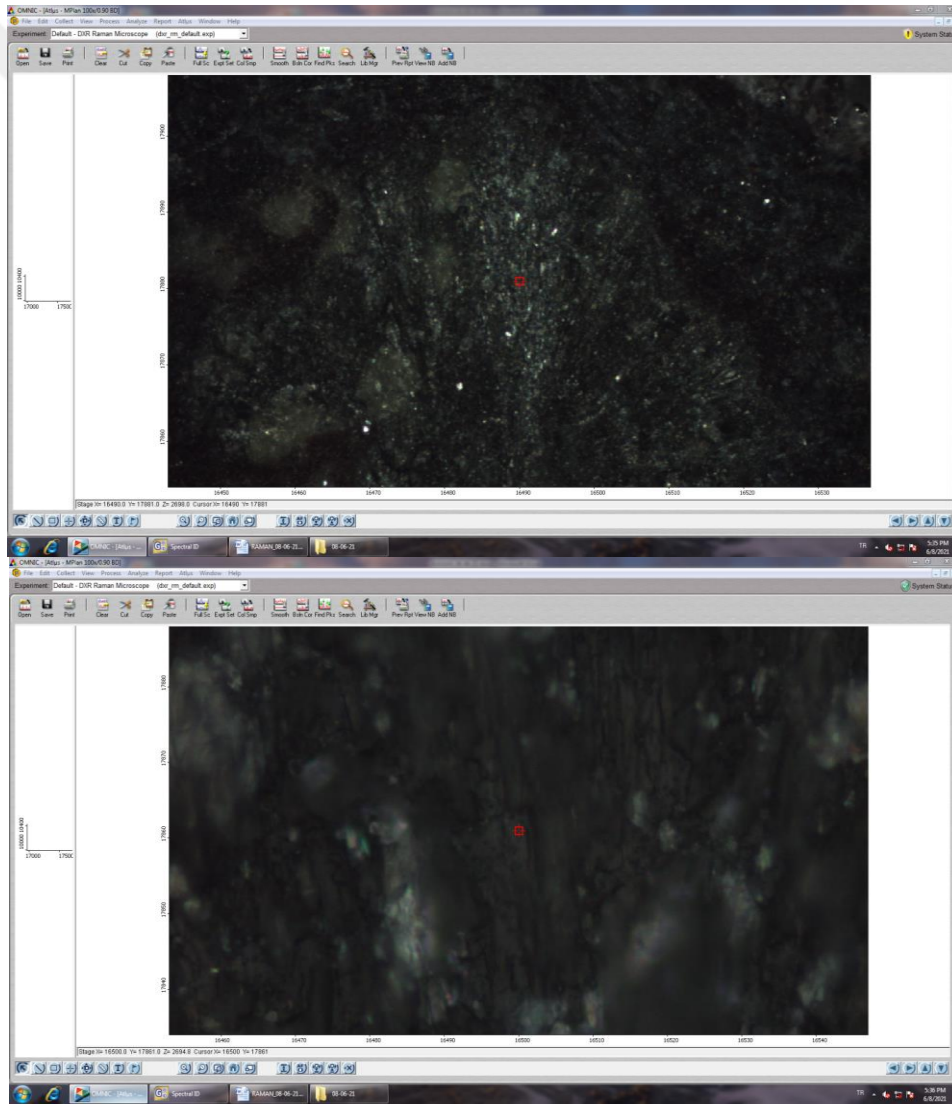
Şekil 5.7. Fahribeyköy kuzeyindeki bazaltlardaki ojit (piroksen) minerali üzerindeki pik ölçüm grafiği. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir.

## 5.2. Soğanlı köyü batısındaki bazalt örneklerinin Raman Görüntüleri

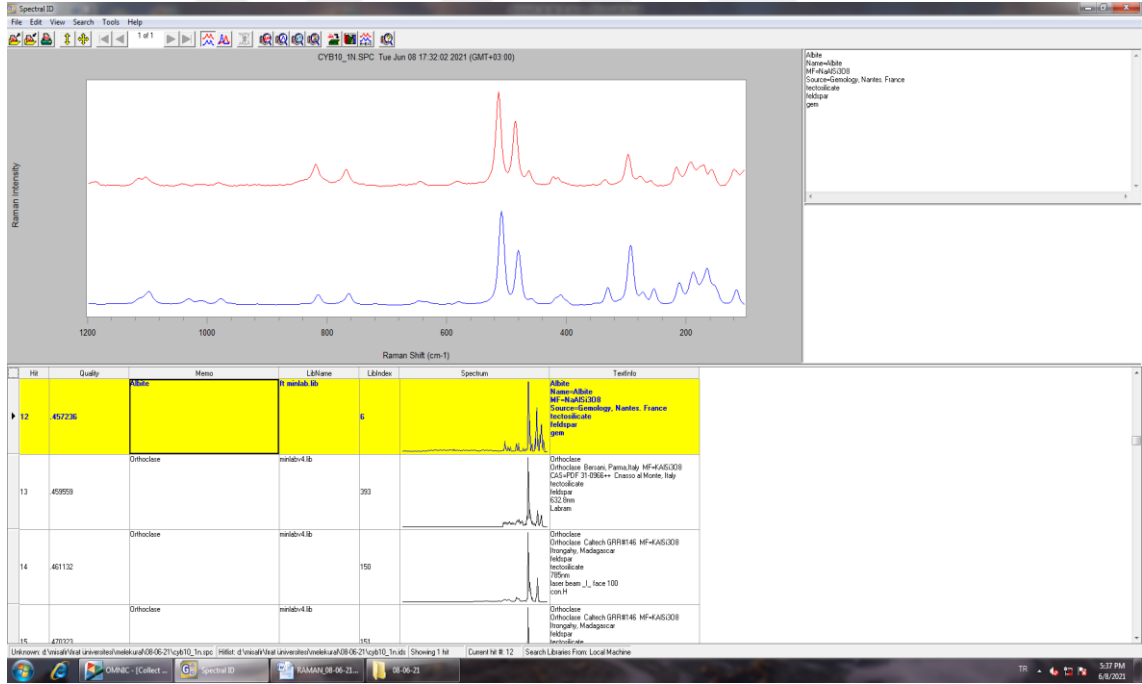
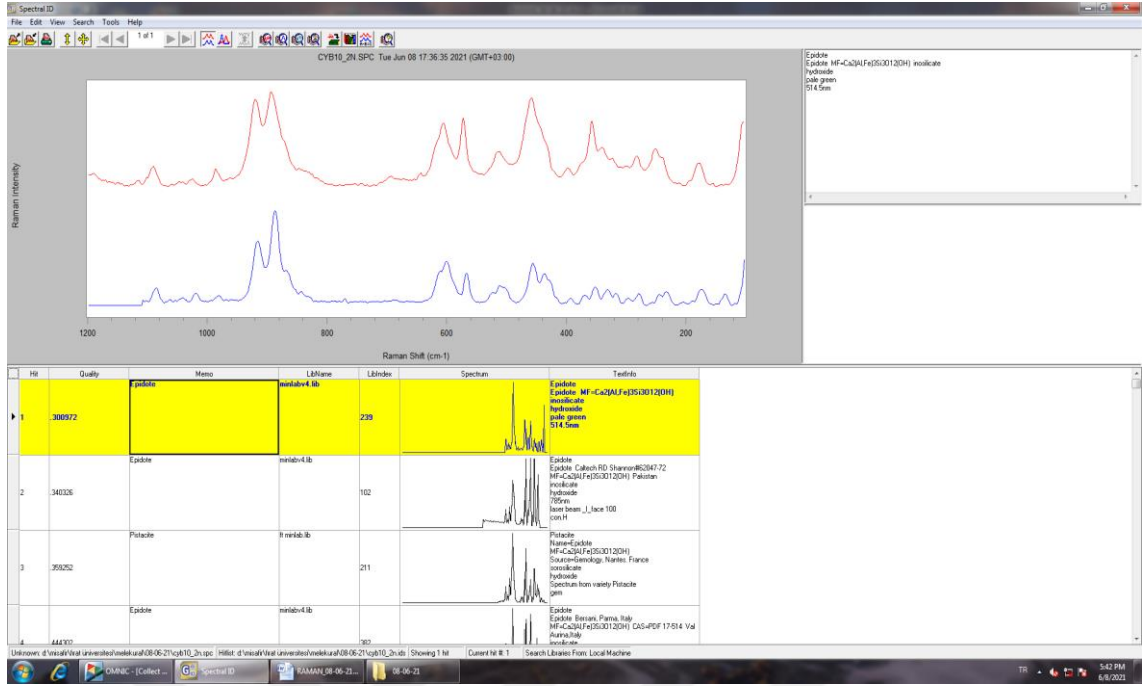
Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarına bağlı olarak, Soğanlı mezrası batısında yüzleme veren ÇYB-10 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki Piroksen mineraline ait analiz görünümü (Şekil 5.8), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.9), Raman spektrumu (Şekil 5.10) ile

küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 176.46, 249.52, 280.47, 338.67, 356.01, 395.63, 512.03, 572.08, 604.90, 642.66, 692.81, 894.65, 987.52, 1025.90, 1092.15 (Şekil 5.10) olarak ortaya çıkmaktadır.  $\{Ca_2\}\{Al_2Fe^{3+}\}O(OH)$  bileşimli tectosilikat grubu minerali olan 'epidot' elde edilen kompozisyonudur. Mineral üzerinde alterasyon yada düşük dereceli metamorfizma izleri gösteren piroksen epidot dönüşümü dolayısıyla piroksen türü tespit edilememiştir.

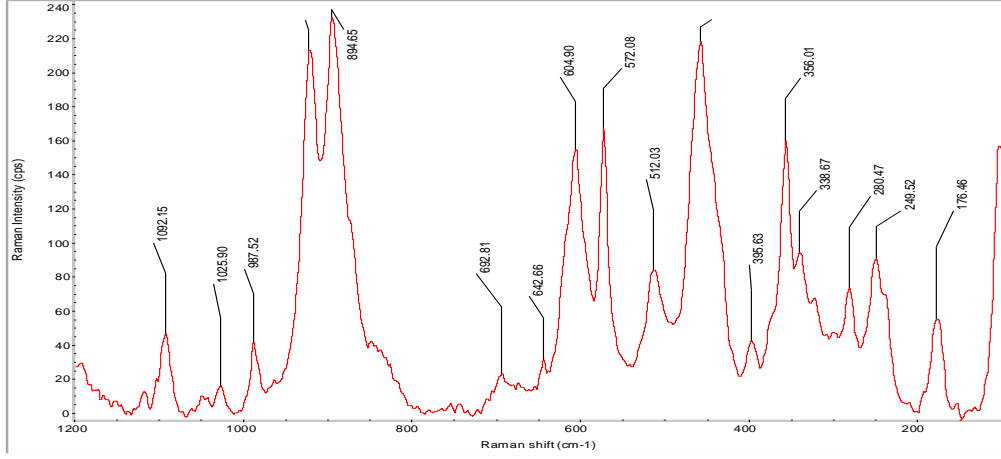
Aynı örnekten plajiyoklas mineraline ait analiz görünümü (Şekil 5.11), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.12), Raman spektrumu (Şekil 5.13) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 118.88, 156.03, 166.55, 191.94, 214.85, 257.57, 276.14, 295.95, 334.96, 421.64, 462.50, 482.93, 512.03 (Şekil 5.11) olarak ortaya çıkmaktadır.  $NaAlSi_3O_8$  bileşimli tectosilikat grubu minerali olan 'albit' türü plajiyoklas elde edilen kompozisyonudur.



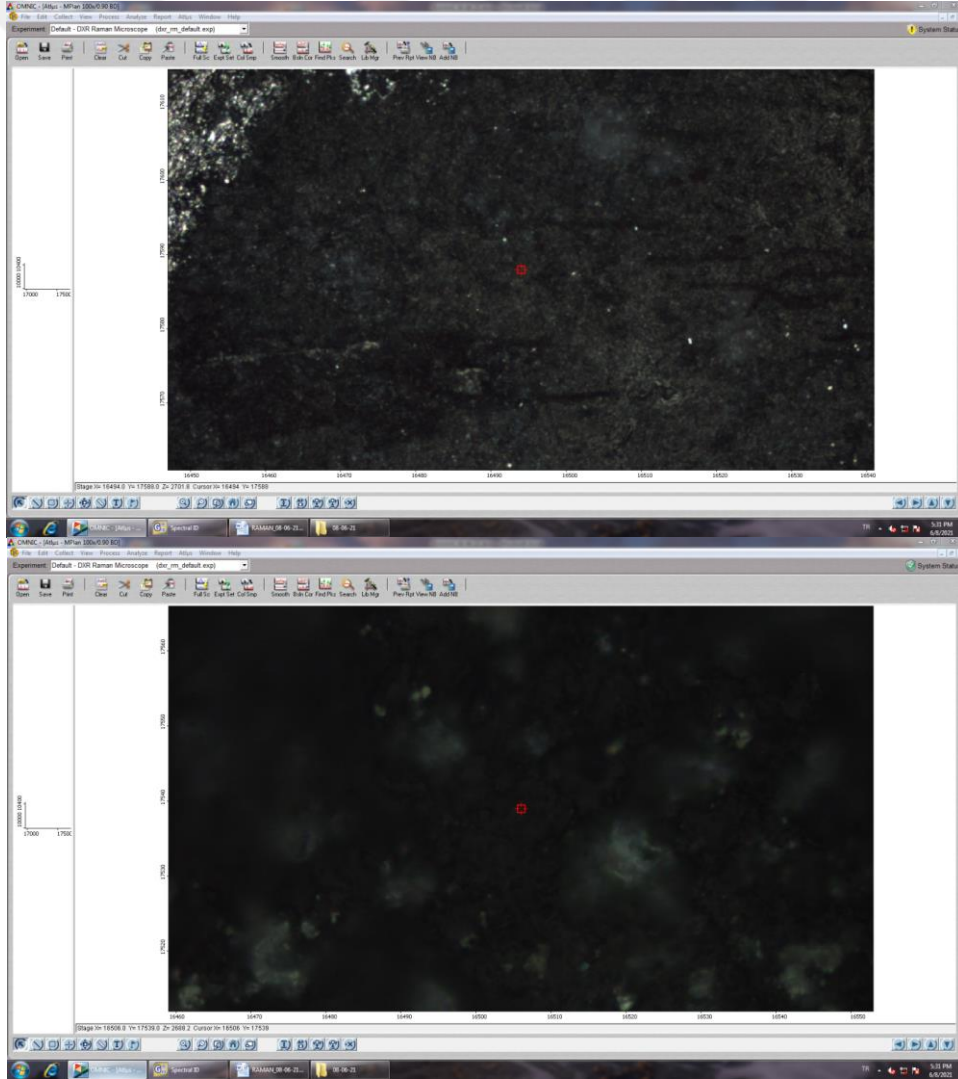
**Şekil 5.8.** Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki epidot mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görüntüleri. Örnek No: ÇYB-10.



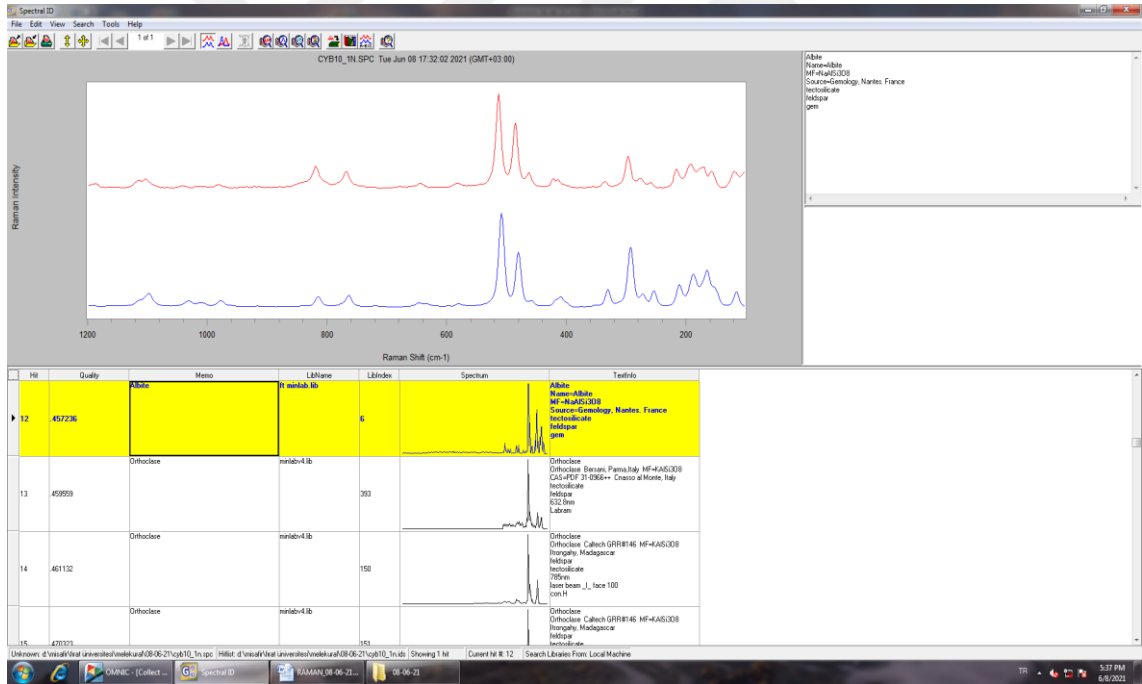
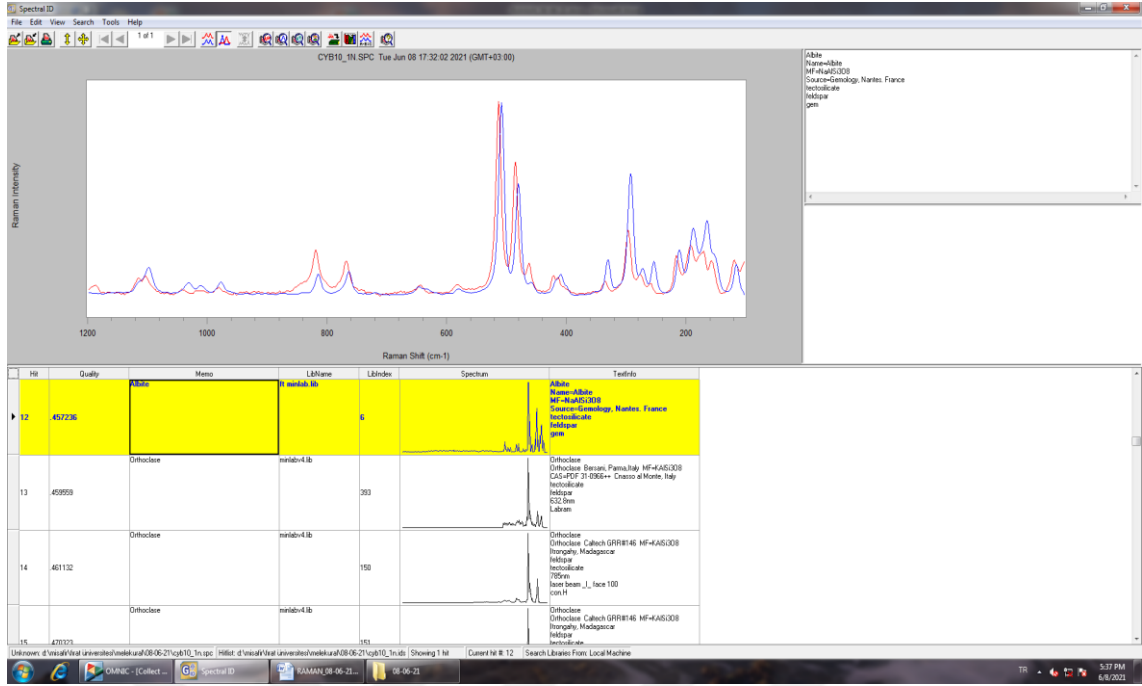
Şekil 5.9. Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki epidot mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇYB-10.



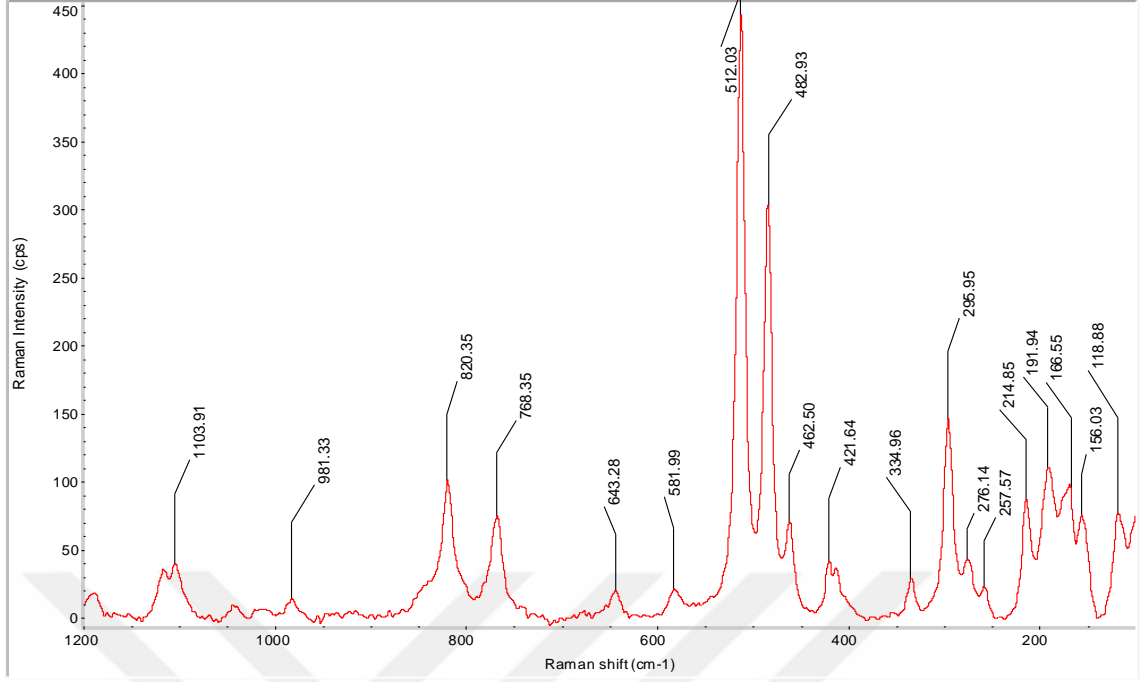
Şekil 5.10. Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki epidot mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇYB-10.



Şekil 5.11. Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki albit(plajiyoklas) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görünümü. Örnek No: ÇYB-10.



Şekil 5.12. Soğanlı mezarası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki albit(plajiyoklas) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇYB-10.

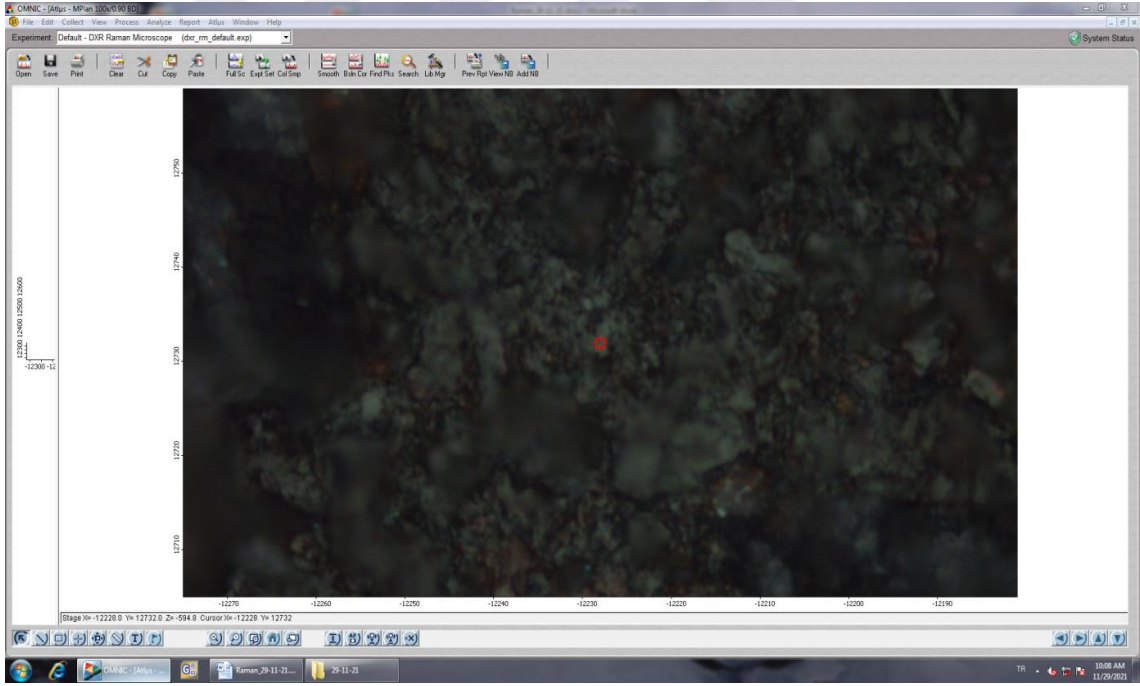
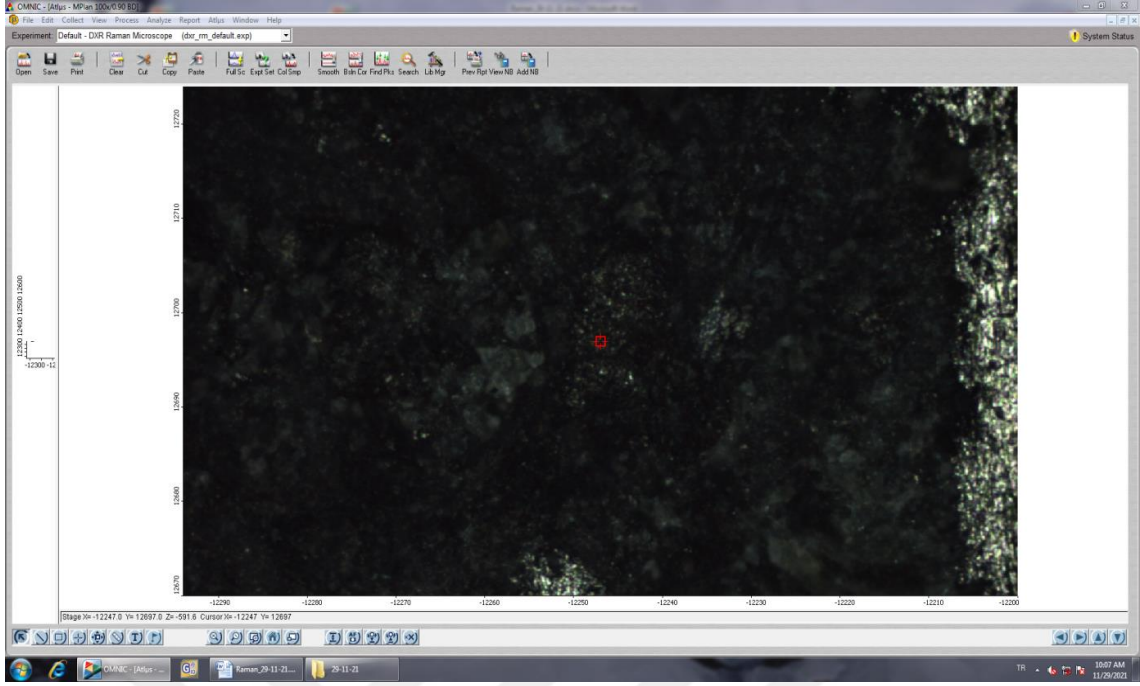


**Şekil 5.13.** Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki albit(plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇYB-10.

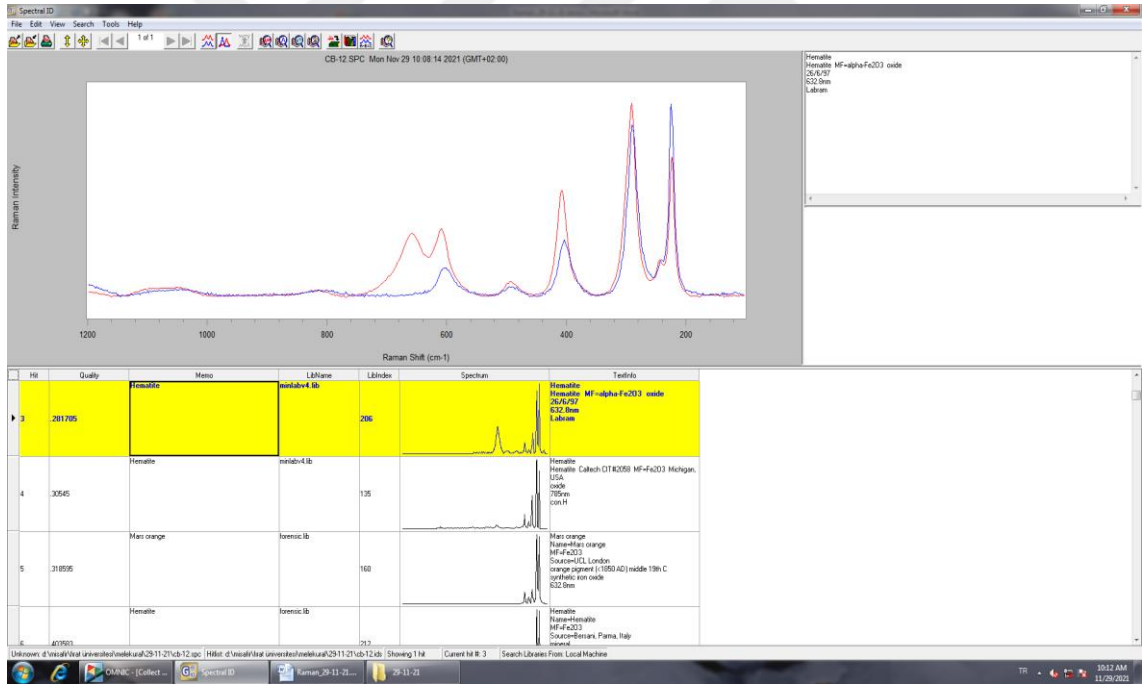
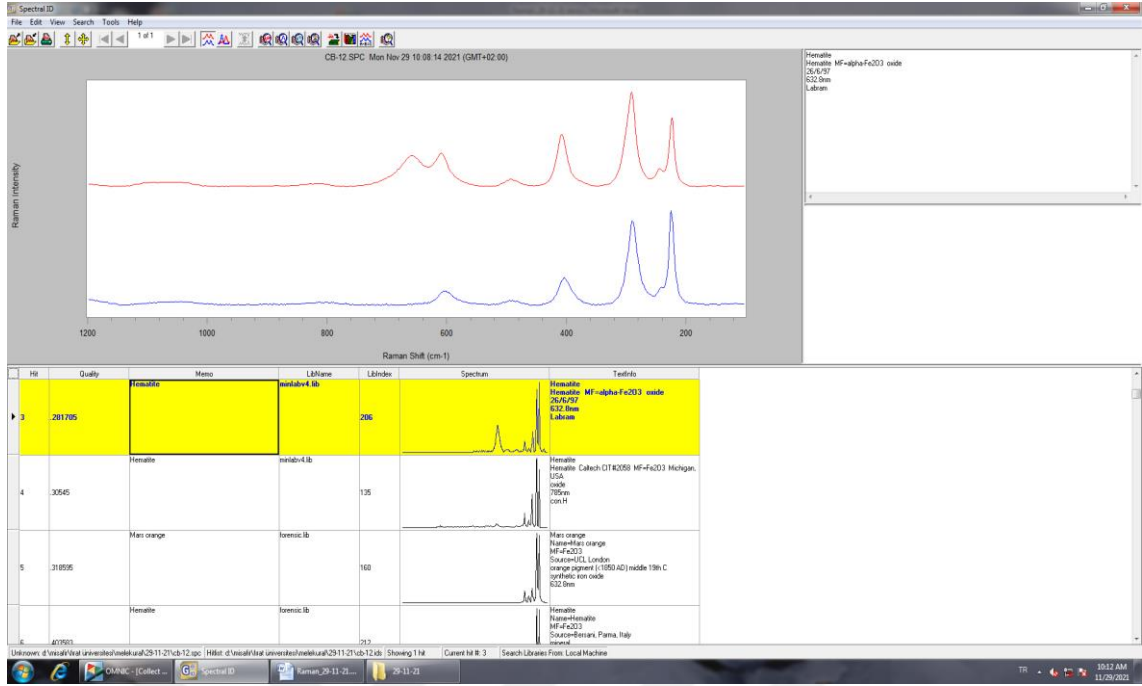
### 5.3. Askertepe güneyi bazalt örneklerinin Raman Görüntüleri

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarına bağlı olarak, Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen ÇB-12 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki Piroksen mineraline ait analiz görünümü (Şekil 5.14), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.15), Raman spektrumu (Şekil 5.16) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 190.70, 325.65, 391.92, 510.79, 529.98, 558.46, 664.95 (Şekil 5.16) olarak ortaya çıkmaktadır. Ojitik klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir.

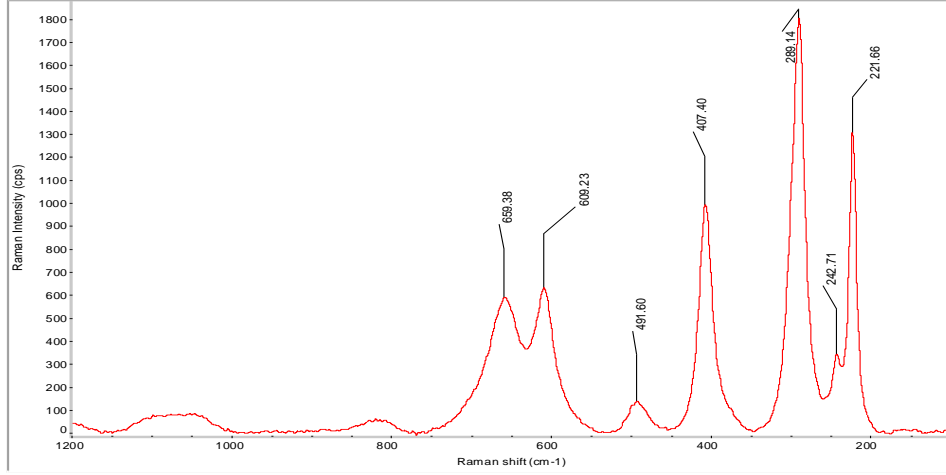
Aynı örnekten opak mineraline ait analiz görünümü (Şekil 5.17), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.18), Raman spektrumu (Şekil 5.19) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 221.66, 242.71, 289.14, 407.40, 491.60, 609.23, 659.38 (Şekil 5.19) olarak ortaya çıkmaktadır. Opak mineral türü hematit olarak ortaya çıkmıştır.



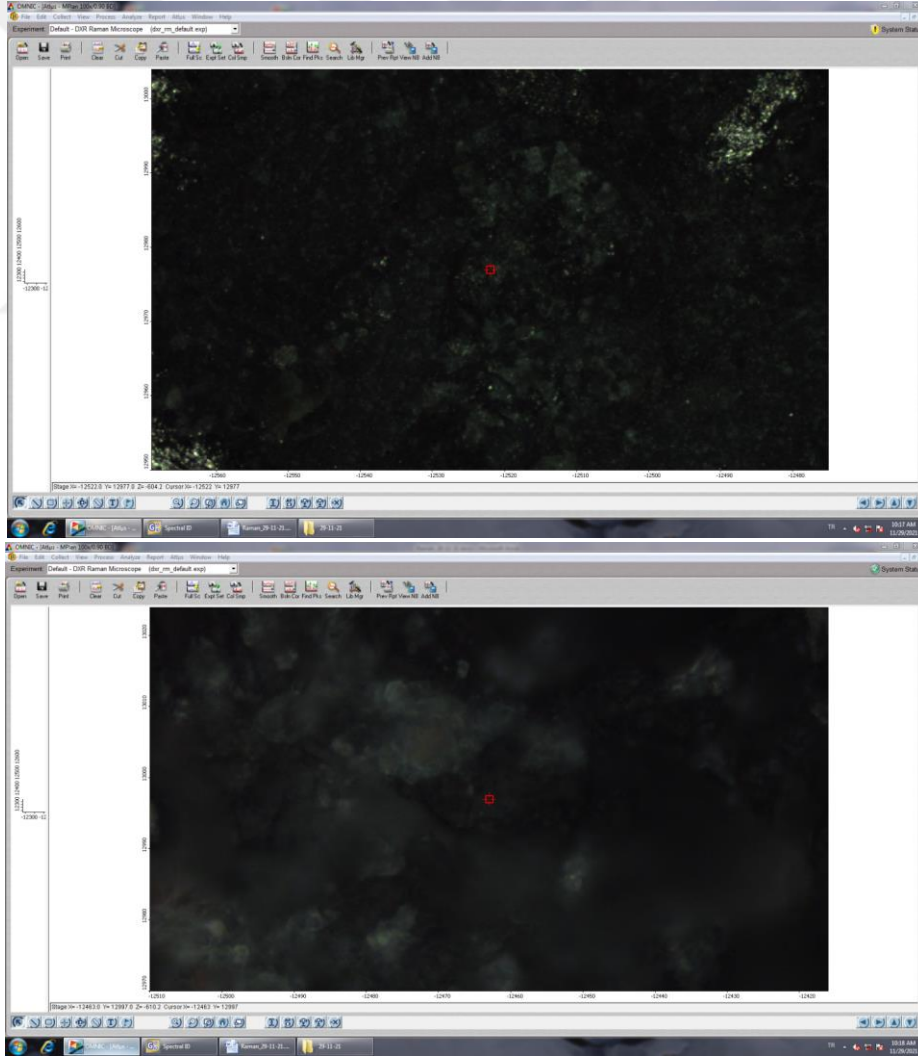
Şekil 5.14. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görünümleri. Örnek No: ÇB-12.



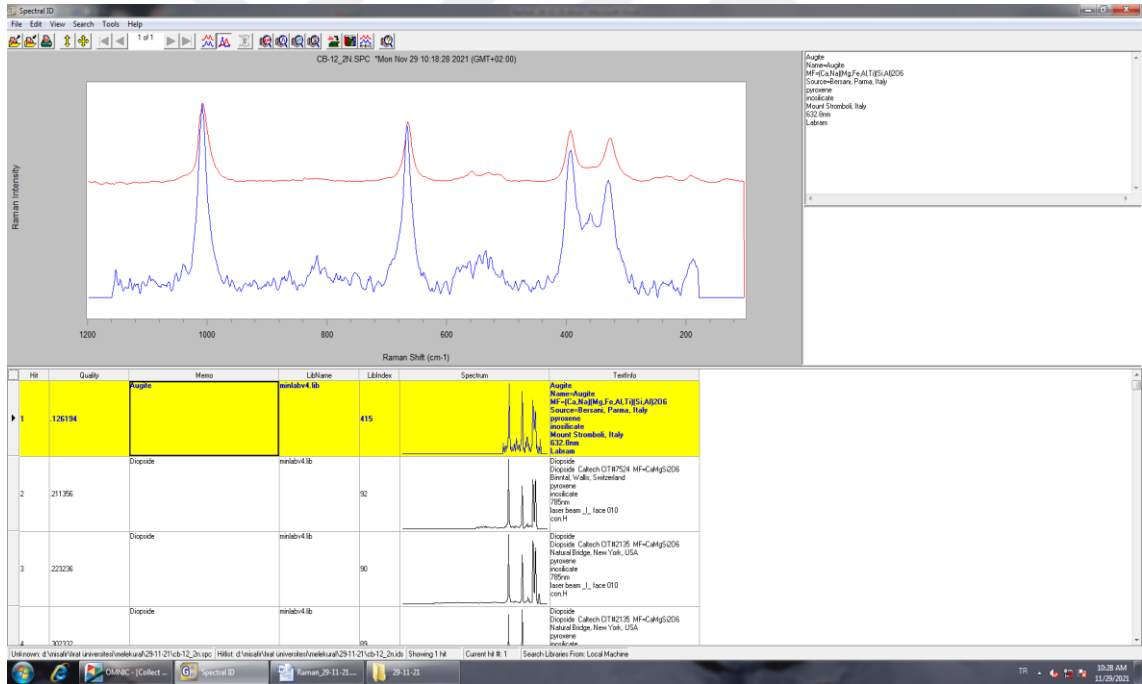
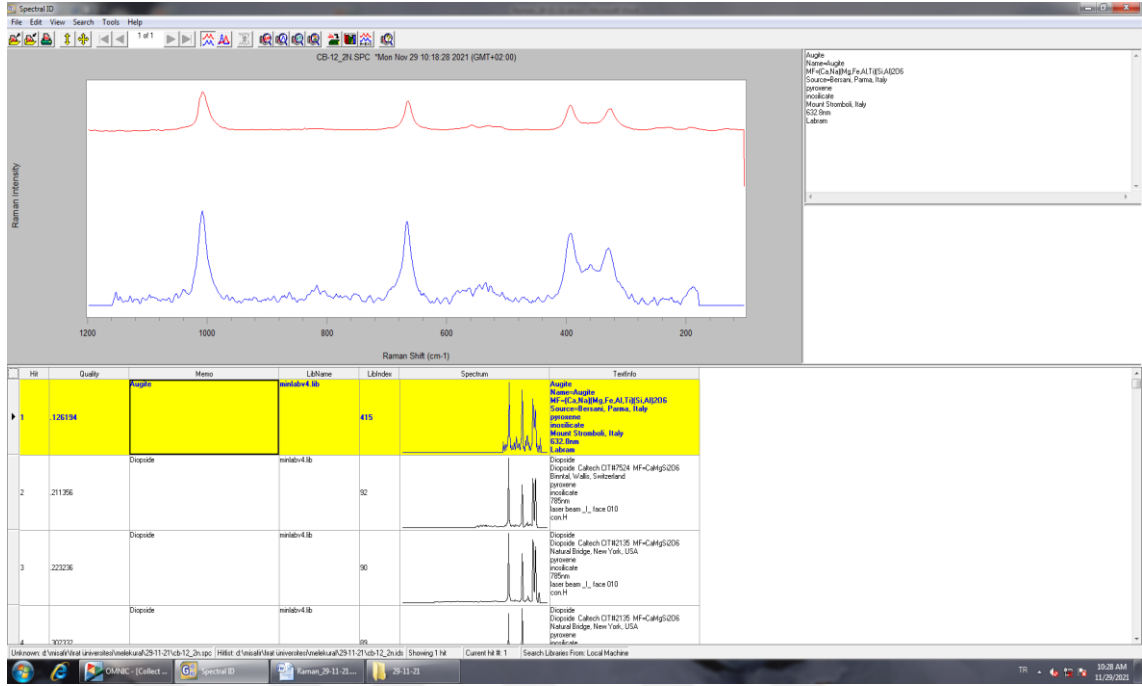
Şekil 5.15. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-12.



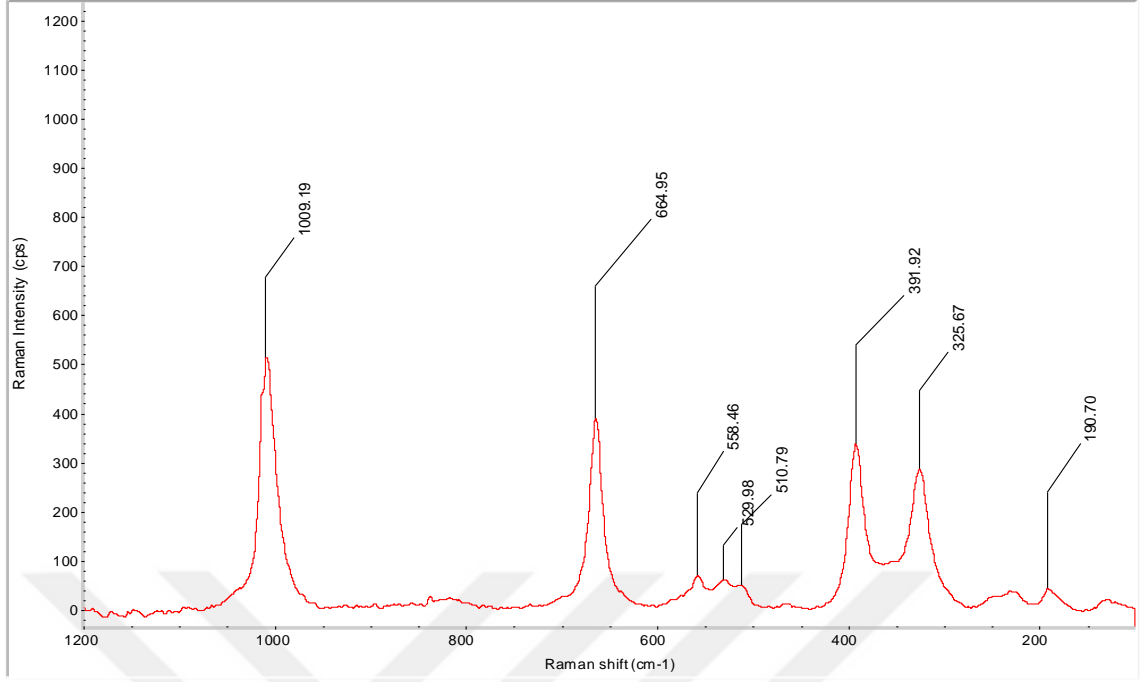
**Şekil 5.16.** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-12.



**Şekil 5.17** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki hematit (opak) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görünümü. Örnek No: ÇB-12.



Şekil 5.18. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki hematit (opak) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-12.

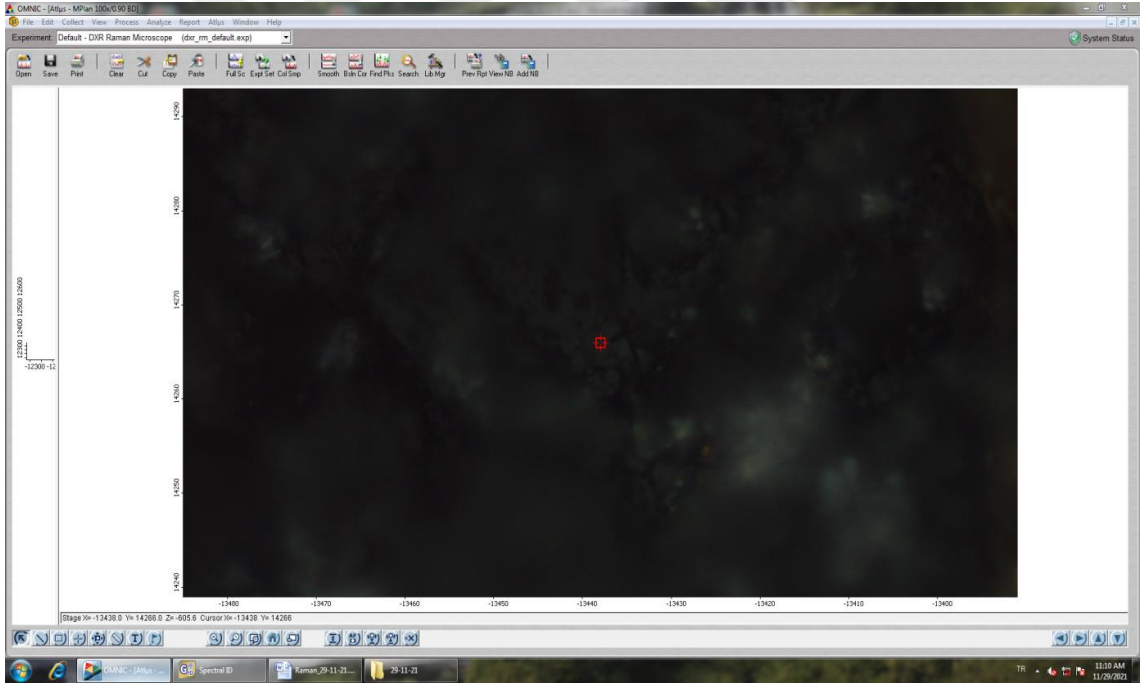
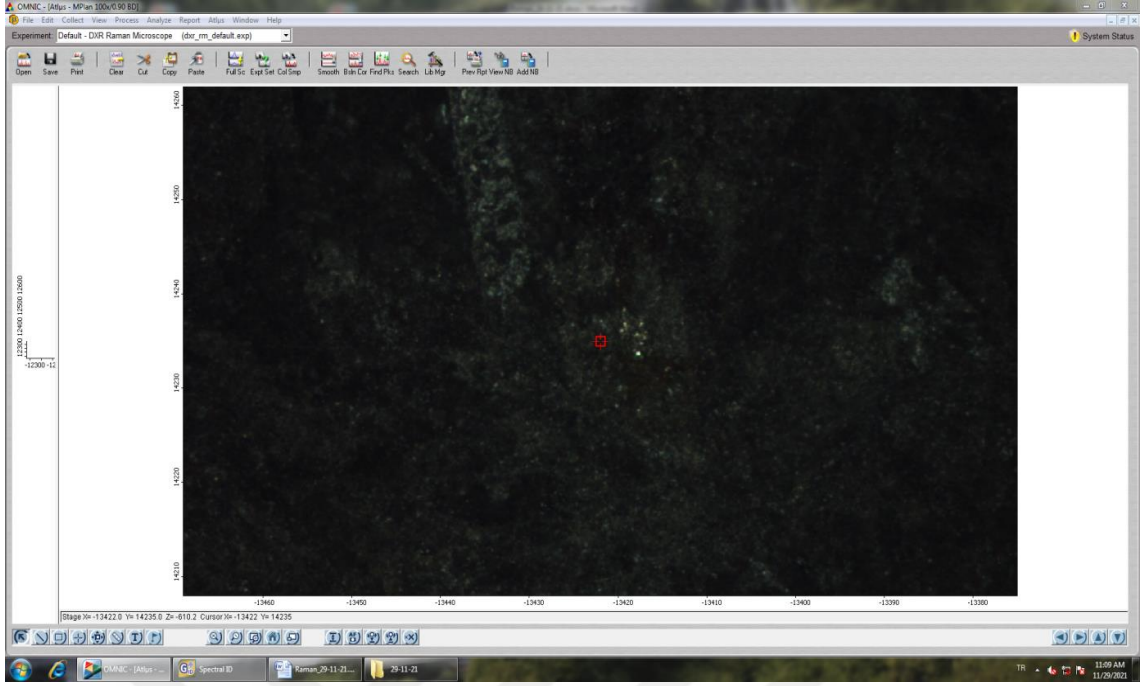


**Şekil 5.19.** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki hematit (opak) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-12.

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarına bağlı olarak, Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen ÇB-14 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki Piroksen mineraline ait analiz görünümü (Şekil 5.20), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.21), Raman spektrumu (Şekil 5.22) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 128.79, 185.75, 238.37, 323.81, 355.39, 391.30, 507.69, 555.99, 638.33, 664.33, 821.59, 913.22, 1010.43, 1038.91, 1111.34, 1185.02 (Şekil 5.22) olarak ortaya çıkmaktadır. Diyopsit türü klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir.

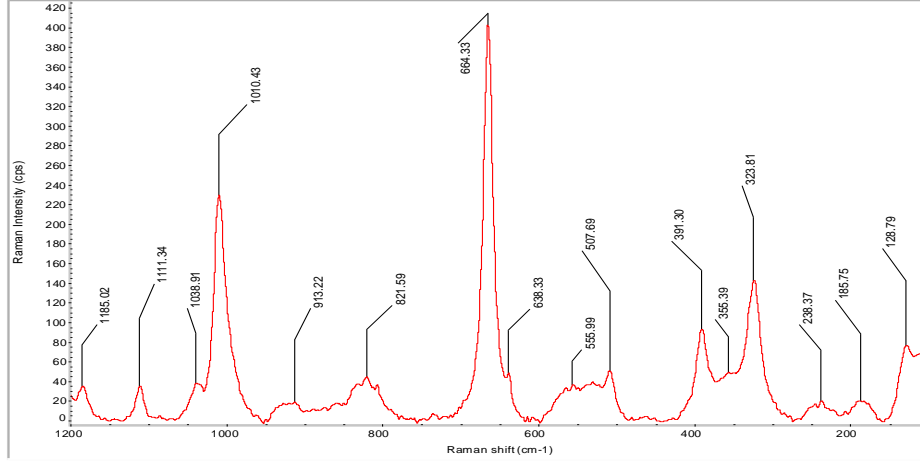
Aynı örnekten plajiyoklas mineraline ait analiz görünümü (Şekil 5.23), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.24), Raman spektrumu (Şekil 5.25) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 161.60, 186.37, 205.56, 287.90, 406.78, 455.07, 477.36, 505.84, 638.33, 763.39, 812.92, 1097.72 (Şekil 5.25) olarak ortaya çıkmaktadır. Mineral türü albit olarak ortaya çıkmıştır.

Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bir başka yastık lav örneği üzerinde ÇB-17 (Ural, 2012) gerçekleştirilen Konfokal Raman Spektrometresi çalışmasında piroksen mineralinin görünümü (Şekil 5.26), ölçülen Raman pikleri (Şekil 5.27), Raman spektrumu (Şekil 5.28) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 183.27, 324.43, 359.72, 393.77, 507.69, 557.22, 663.71, 1009.19 (Şekil 5.28) olarak ortaya çıkmaktadır. Ojit türü klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir.

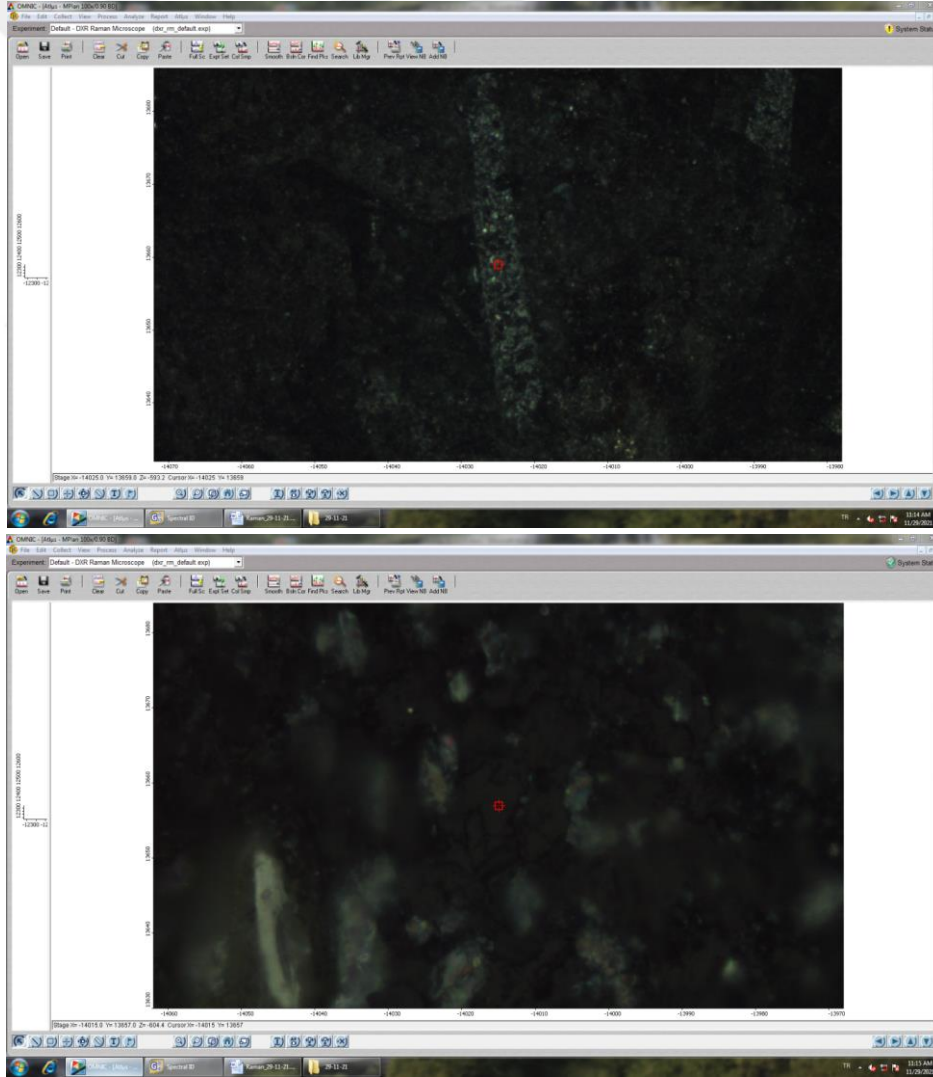


**Şekil 5.20.** Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki diyopsit (piroksen) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görünümleri. Örnek No: ÇB-14.



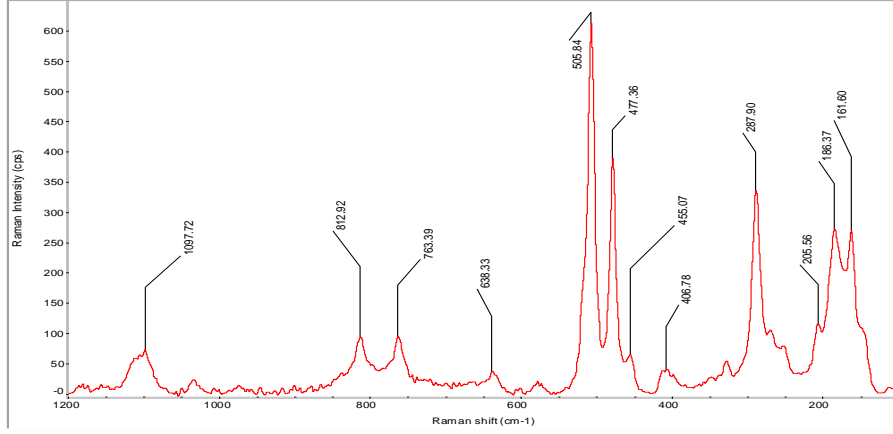


Şekil 5.22. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki diyopsit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-14.

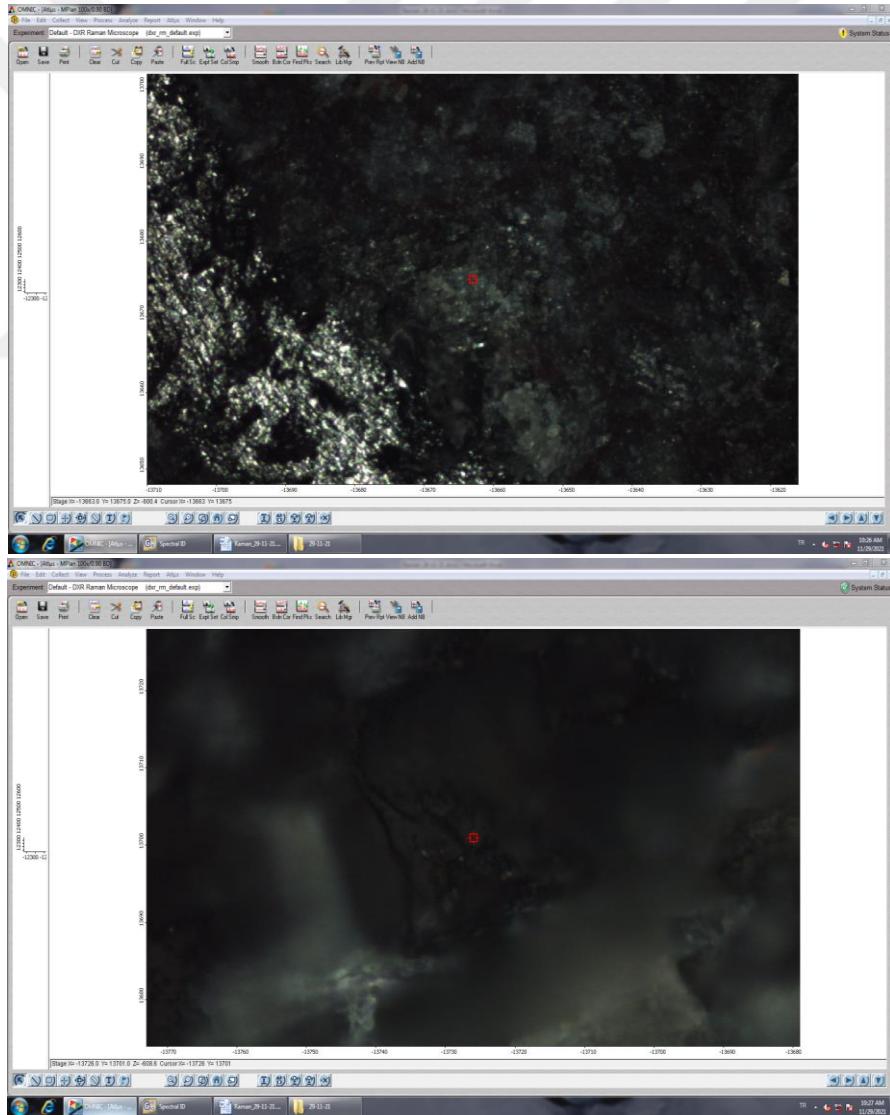


Şekil 5.23. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki albit (plajiyoklas) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görünümü. Örnek No: ÇB-14.

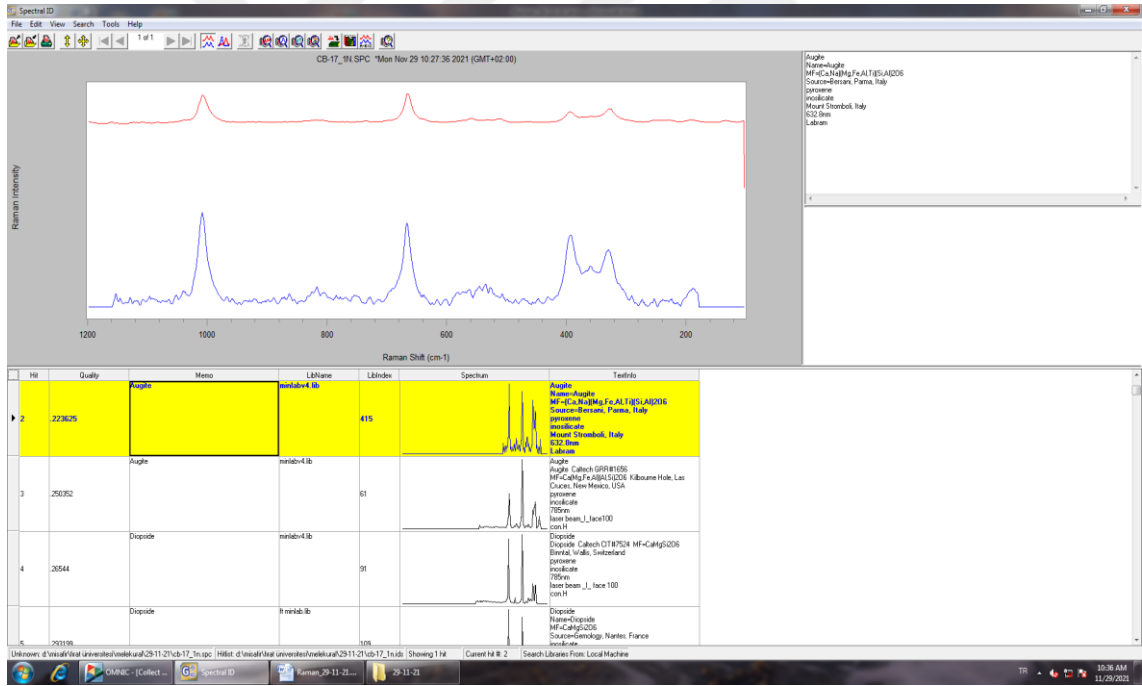
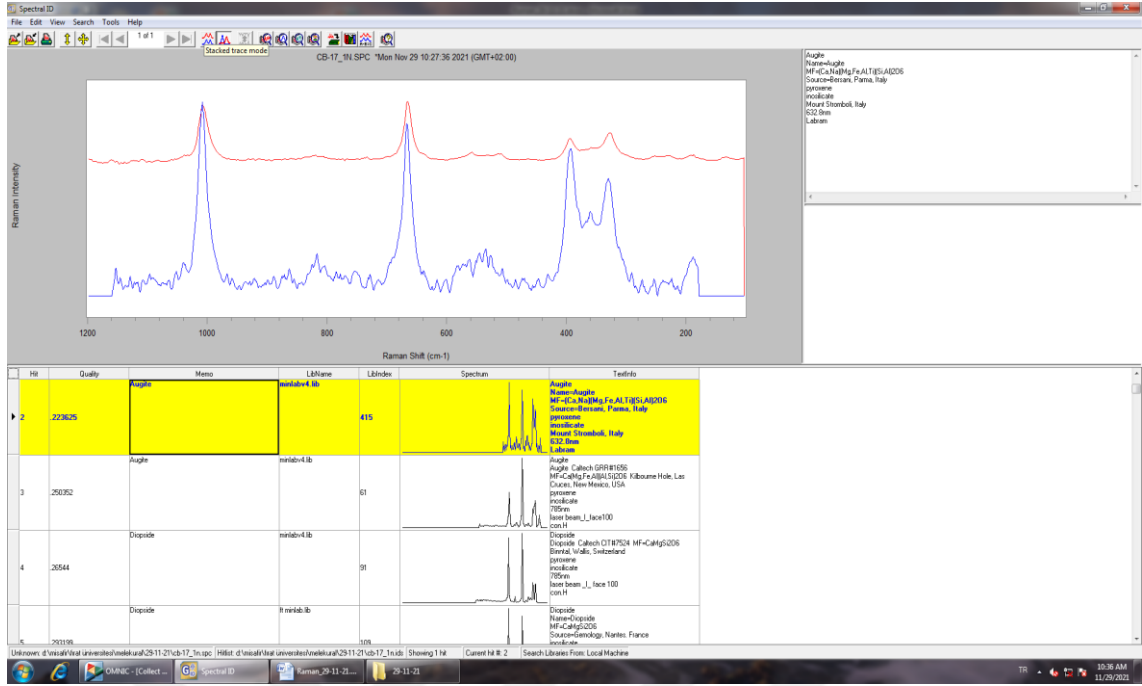




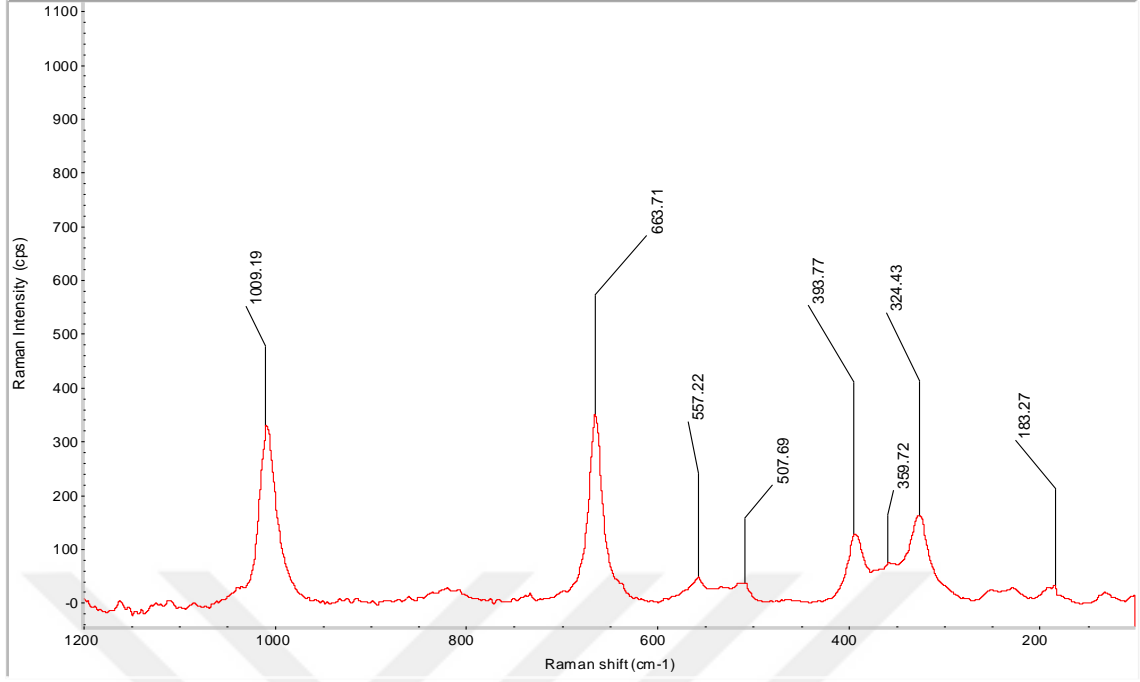
Şekil 5.25. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki albit (plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-14.



Şekil 5.26. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Konfokal Raman Spektrometresindeki görünümü ve analiz edilen nokta görünümü. Örnek No: ÇB-17.



Şekil 5.27. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin ölçülen pik grafikleri. Mavi çizgi referans pik, kırmızı çizgi ölçülen piktir. Örnek No: ÇB-17.



Şekil 5.28. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu. Örnek No: ÇB-17.

## 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanında Yüksekova Karmaşığı biriminin yüzeyleme verdiği başlıca lokasyon ve yükseltiler: Fahribey mezrası, Fahribeyköy, Osmanağaköy, Topağaç, Soğanlı, Selim, Yukarıkazanlar, AskerTepe Dağları dolaylarıdır. Bu alanlarda yapılan jeolojik gözlem yanında daha evvel Ural (2012) nin tüm kayaç jeokimyası anlamında irdelediği örnekler üzerinde ilk kez Konfokal raman spektroskopisi analizleri gerçekleştirilmiştir.

İnceleme bölgesinde çok yaygın morfolojideki ve denizaltı volkanizmayı temsil eden bazaltik yastık lavlar yanısıra lav akmaları ve lav breşleri de oldukça yaygın olarak bulunmaktadır. Yastık lavlarla arakatlı volkanik kırıntılı malzeme de arazide olağandır. Yastık lavlar, Fahribey Köy batısındaki yol yarmalarında andezit ve aglomera aralanmaları ise Osmanağa Köyü çevresinde izlenebilmektedir. Volkanik birim üzerine uyumsuz olarak filiş özelliğinde volkanotortulların geldiği görülür.

Yastık lavlar, bu alanda elipsoidal ve tüpler halinde ve yer yer amigdüllüdür. Kayaçlardaki gözenek dolgularını yaygın olarak kalsit, epidot, klorit ve silis gibi ikincil mineraller oluşturur. Morfolojik ve petrografik gözlemler yastıklarda spilitleşmenin en önemli ve yaygın alterasyon türü olduğunu ifade eder. Mor, bordo, yeşil renkler de alterasyondaki çeşitliliği ifade eder.

Çalışma bölgesinde yüzeyleme veren mafik volkanik kayaçların bölgelere göre petrografik gözlemleri şu şekildedir: Topağaç mezrası kuzeybatısında başlıca plajiyoklas (%25-55), piroksen (% 10-55), opak (%5-20) mineralleri içeren, porfirik, veziküler, amigdaloidal, hiyalomikrolitik, mikrolitik/hiyalomikrolitik porfirik dokulu spilitik bazalt, amigdaloidal bazalt, piroksen bazalt kayaçları tanımlanmıştır. Fahribey Mezrası kuzeyinde plajiyoklas (%45-60), piroksen (% 20-45), opak mineral (%5-10) baskın olup, doleritik, subofitik, intergranular, poikilitik, amigdaloidal dokulu dolerit ve bazaltlar tanımlanırken, opaklaşma, karbonatlama, kloritleşme, epidotlaşma türünde alterasyonlar gösterirler. Fahribeyköy kuzey ve kuzeybatısında plajiyoklas (% 40-60) ve piroksen (% 20-40) baskın olup, sferulitik, varyolitik, intergranüler, intersertal, amigdaloidal, opaklaşma, spilitleşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve serpantinleşme tarzı alterasyonlar gözlenen kayaçlar genel olarak bazaltik bileşimlidir. Osmanağa kuzeyi dolaylarında başlıca bileşenler plajiyoklas (%35-55), piroksen (%15-30),  $\pm$  olivin (%5-20) olup, amigdaloidal, glomeroporfirik, hiyalomikrolitik mikrolitik porfirik, intersertal ve subofitik doku ile kloritleşme, silisleşme, opaklaşma, serpantinleşme, karbonatlaşma, killeşme, serisitleşme, spilitleşme gibi alterasyon çeşitliliğine sahip bazaltik bileşimli kayaçlar olarak tanımlanmıştır. Yukarı kazanlar güneyi dolaylarında: başlıca plajiyoklas (% 30-60)  $\pm$  piroksen (%5-25) mineralinden Amigdaloidal dokunun baskın olduğu sahadaki kayaçların bazılarında subofitik dokular da gözlenmektedir başlıca + gözeneklerde, kayaç kırık çatlaklarında ve hamurdan itibaren silisleşme ve feldspatlardan itibaren serisitleşmeler gözlenen alanda bazaltik bileşim egemen olup, spilitik

bazalt, piroksen bazalt olarak tanımlanmıştır. Asker Tepe güney yamaçlarında çoğunlukla yastık lav morfolojisinde olup, temel mineral bileşenlerini plajiyoklas (% 25-55) ve piroksen (%15-35), opak mineral (%5-20),  $\pm$  olivin (%5-15) ikincil mineral olarak ise kalsit, klorit, zeolit oluşturur. Hiyalomikrolitik ve mikrolitik porfirik, veziküler, amigdaler dokular yaygındır. Karbonatlaşma, opaklaşma, kloritleşme ve genel olarak spilitleşme yaygın alterasyon türleridir. Bazaltik bileşimin egemen olduğu kayalar spilitik bazalt, veziküler/amigdaler bazalt, piroksen bazalt şeklinde tanımlanabilirler. Selim Mah. kuzeyi dolaylarında mineral bileşenlerini plajiyoklas (% 30-50) ve piroksen (%15-35), opak mineral (%5-15),  $\pm$  olivin (%5-15) mineralleri oluşturur. Karbonat damarları, kalsit ve klorit gözenek dolguları, hamurdan itibaren opaklaşmalar, yoğun ağsı karbonat damarları en yaygın gözlenen alterasyon özellikleridir. Amigdaler, subofitik, hiyalomikrolitik, mikrolitik porfirik dokularla karakteristiklerdir. Bu lokasyondaki bazaltları: 'bazalt, spilitik bazalt' olarak tanımlamak ve sınıflandırmak mümkündür. Soğanlı köyü batısı ve güneyinde plajiyoklas (%30-50) ve piroksen (%10-30), opak mineral (%5-25) esas mineralleri ve ikincil kalsit, klorit, epidot minerallerinden oluşurlar. Bu lokasyondaki kayalarda intergranüler, intersertal, amigdaloidal dokular tipiktir. Karbonatlaşma, epidotlaşma ve opaklaşma gözlenen yaygın alterasyon karakteristikleridir. Bu alanda da bazaltik bileşenler egemendir.

İncelenen lokasyonlardaki mafik volkanik kayalar genellikle yastık lav yada lakması özellik gösterirken, hemen tüm lokasyonlarda sözkonusu mafik bileşime karşılık gelen kompozisyon bazaltik bileşimdir. Spilitik bazalt, veziküler bazalt, amigdaler bazalt, piroksen bazalt, olivin bazalt şeklinde tanımlanan bazaltların egemen olduğu kayalardaki baskın mafik mineral ise piroksen grubu minerallerdir. Olivinlerin az olarak izlendiği bazen de psödomorf olarak tespit edilmiştir. Tüm bu mafik kayalarda yaygın ortak mineraloji ise, başlıca: plajiyoklas+piroksen $\pm$ olivin $\pm$ opak mineral, tali olarak ise epidot, klorit, silis ve bazen zeolittir. Kimyasal bileşimdeki tekdüzelik ve homojenlik yanında dokularda da çoğunlukla benzerlik sözkonusudur. Yastık lavlarda merkezi kısımlar daha iri taneli kayaç dokuları göstermesi dışında, genellikle bazaltik kayalara özgü ve ince taneli kayaç dokuları gözlenir. Veziküler, amigdaloidal, hiyalomikrolitik, mikrolitik/hiyalomikrolitik porfirik, porfirik, sferulitik, varyolitik, intergranüler, intersertal, subofitik dokular bu alanlardaki benzer dokuları temsil eder.

Çaybağı kuzeyi alanlarındaki tüm lokasyonlarda alterasyon durumu oldukça kritiktir. Kayaç mineraloji ve tanımlamasını yer yer zorlaştıran bu alterasyon özellikleri başlıca opaklaşma, silisleşme, spilitleşme, killeşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve serpantinleşme türündedir. Alterasyon çeşitliliği yüzeysel alterasyon dışında su altı ortamındaki hidrotermal metamorfizma ve alterasyon izlerini yansıtmaktadır.

Çalışma lokasyonlarını temsilen Ural (2012) örnekleri üzerinde ilk kez gerçekleştirilen Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarında temsili ve analizlere en uygun örnekler esas alınarak kayalarda bulunan piroksen, plajiyoklas ve bazı opak mineraller üzerinde analizler

gerçekleştirilmiş. Her ne kadar en temiz yüzeyli kayalar baz alınsa da yer yer alterasyon izleri kaçınılmaz olmuştur.

Fahribey mezrası kuzeyinde yüzeyleme veren ÇB-7 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki plajiyoklas minerali albit, ÇB-5 (Ural, 2012) nolu örnekteki plajiyoklas, piroksen ve opak mineraller ise sırasıyla labradorit, ojit ve manyetit olarak saptanmıştır. Fahribeyköy kuzeyindeki ÇB-21 (Ural, 2012) nolu mafik volkanik kaya örneğindeki piroksen mineral ölçümü neticesinde elde edilen Raman pikleri ojit mineraline aittir. Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren ÇYB-10 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki piroksen minerali üzerinde alterasyon yada düşük dereceli metamorfizma izleri gösteren epidot dönüşümü dolayısıyla piroksen türü tespit edilememiştir. Bu alanda aynı örnekten elde edilen plajiyoklas mineraline ait Raman piki 'albit' türü plajiyoklas vermiştir. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen ÇB-12 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki Piroksen mineraline ait Raman pikleri 'ojit' bileşimini verirken, aynı örnekteki opak mineral üzerindeki analiz 'hematit' olarak ortaya çıkmıştır. ÇB-14 (Ural, 2012) nolu bazaltik yastık lavdaki Piroksen mineraline ait Raman piki 'diyopsit' türünde çıkmıştır. Aynı örnekten plajiyoklas mineraline ait analiz Raman piki ise 'albit' olarak ortaya çıkmıştır. Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bir başka yastık lav örneği üzerinde ÇB-17 (Ural, 2012) gerçekleştirilen Konfokal Raman Spektrometresi çalışmasında piroksen mineralinin 'ojit' türü klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak tüm alanlarda ojit, diyopsit türünde piroksenlerin saptanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akgül, B. (1993). *Piran köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 125s.
- Akkoca, D.B. (2001). *Çaybağı (Elazığ) killerin mineralojisi, jeokimyası ve ekonomik değerlendirme olanakları*, Doktora tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 150s.
- Aktaş, M.A. (2021). *Elazığ Çevresindeki Yüksekova Karmaşığında Ait Yastuk Lavların Fiziksel ve Morfolojik Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 24s.
- Aktaş, G., Robertson, A.H.F. (1984). The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan continental margin. In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (eds). *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, p: 17, 375-402.
- Asutay, H.J. (1985). *Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 156s.
- Avşar, N. (1983). *Elazığ Yakın Kuzeybatısında Stratigrafik ve Mikropaleontolojik Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 93.
- Avşar, N. (1996). Inner Platform with Praebullalveolina afyonica Sirel and Acar around Elazığ Region (E. Turkey), *Mineral Res. Expl. Bull.*, 118, 9-14.
- Bingöl, A.F. (1982). Elazığ–Pertek–Kovancılar arası volkanik kayaçların petrografik ve petrolojik incelenmesi: *F.Ü. Fen Fak. Dergisi*, 1, 9–21.
- Bingöl, A.F. (1984). Geology of Elazığ area in the Eastern Taurus region: In Tekeli, O. And Göncüoğlu, M.C., eds., “ *Geology of the Taurus Belt* ” *int. Symp., Proceedings*, 209–216.
- Bingöl, A.F., Beyarslan, M. (1996). Elazığ Magmatitleri'nin jeokimyası ve petrolojisi. KTÜ 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, Ed. Korkmaz, S. ve Akçay, M., Trabzon, 208-227.
- Çelik, H. (1994). *Kovancılar (Elazığ) yakın kuzey ve batısındaki alanın jeolojik özellikleri*, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 76s.
- Çetindağ, B. (1985). *Elazığ, Palu-Kovanalar dolayının hidrojeoloji incelenmesi*, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 117.
- Dönmez, C. (2006). *Soğanlı-Uyandık (Elazığ) arasında yüzeyleyen Elazığ Magmatitleri'nin jeolojisi, petrografisi ve jeokimyası*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Fries M., Steele A. (2010). Raman Spectroscopy and Confocal Raman Imaging in Mineralogy and Petrography. In: Dieing T., Hollricher O., Toporski J. (eds) *Confocal Raman Microscopy*. Springer Series in Optical Sciences, vol 158. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hempton, R.M. (1985). Structural and deformation history of the Bitlis suture near lake Hazar, Southeastern Turkey, *Geol. Soc. Am. Bull*, 96, 233-243.
- Hempton, M.R., Savcı, G. (1982). Elazığ volkanik karmaşığının petrolojik ve yapısal özellikleri, *TJK Bülteni*, 25(2), 143-151.
- Herece, E., Akay, E., Küçümen, Ö., Sarıaslan, M. (1992). Elazığ-Sivrice-Palu dolayının jeolojisi, *M.T.A. Raporu*, No: 9634.
- Kerey, E., Türkmen, İ. (1991). Palu Formasyonu'nun (Pliyosen-Kuvaterner) Sedimentolojik Özellikleri (Elazığ Doğusu), *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 34, 21-26
- Koç-Taşgın, C. ve Altun, F. (2019). Soft-sediment deformation: Deep-water slope deposits of a back-arc basin (middle Eocene -Oligocene Kirkgeçit Formation, Elazığ Basin), Eastern Turkey, *Arabian Journal of Geosciences*, 12 (24), 1–20.
- Özkul, M. (1988). *Elazığ batısında Kirkgeçit Formasyonu üzerinde sedimentolojik incelemeler*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 186s.

- Perinçek, D. (1979a). Palu–Karabegam–Elazığ–Sivrice–Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları, *TPAO Rapor no: 1361*.
- Perinçek, D. (1979b). The geology of Hazro–Korudağ–Çüngüş–Maden–Ergani–Hazar–Elazığ–Malatya area, Guide book, *TJK Yayını*, 33s.
- Pişkin, Ö. (1978). Çelikhan doğusu lökokuvarsmozonitleri üzerine petrokimya ve jeokronoloji verileri (Adıyaman–Türkiye), *TJK. Bülteni*, 21, 107-111.
- Polavaram, K.C., Garg, N. (2021). High fidelity and high resolution phase mapping of granites via confocal raman imaging, *Sci. Rep.*, 11, 8022. doi: [10.1038/s41598-021-87488-1](https://doi.org/10.1038/s41598-021-87488-1)
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey; A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Tekin, U.K., Ural, M., Göncüoğlu, M.C., Arslan, M., Kürüm, S. (2015). Upper Cretaceous Radiolarian ages from an arc-back arc within the Yüksekova Complex in the Southern Neotethyan mélange, SE Turkey, *C. R. Palevol.*, 14(2), 73-84.
- Turan, M., Bingöl, A.F. (1991). Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektonostratigrafik özellikleri., Ed. Yetiş, C., *Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu*, Çukurova Üniv., Adana, 193-204.
- Turan, M., Aksoy, E., Bingöl, A.F. (1995). *Doğu Toroslar'ın jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri*, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(2), 177-199.
- Türkmen, İ. (1988). *Palu–Çaybağı (Elazığ doğusu) yöresinin sedimantolojik incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 79s.
- Ural M. (2012). *Elazığ ve Malatya çevresindeki Yüksekova Karmaşığı bazik volkanitlerinin petrokimyası, petrolojisi ve yaşı*, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 174s.
- Ural, M. (2014). Morphologic and Physical Features of Pillow Basalts of the Yüksekova Complex around Elazığ (East Anatolia, Turkey), *Journal of Tethys*, 2(1), 70–80.
- Ural, M., Kaya Sarı, M. (2019). Paleogeographic and Age Findings on Planktonic Foraminiferal Assemblages of Yüksekova Complex in the Northeast of Elazığ (Eastern Turkey), *The World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS, 9-13 September)*, Proceedings, Prague, Czech Republic.
- Ural, M., Arslan, M., Göncüoğlu, M.C., Tekin, U.K., Kürüm, S. (2015). Late Cretaceous arc and back-arc formation within the Southern Neotethys: whole-rock, trace element and Sr-Nd-Pb isotopic data from basaltic rocks of the Yüksekova Complex (Malatya-Elazığ, SE Turkey), *Ofioliti*, 40(1).
- Ural, M., Sayit, K., Koralay, O. E., Goncuoglu, M.C. (2021). Geochemistry and Zircon U-Pb Dates of Felsic-Intermediate Members of the Late Cretaceous Yüksekova Arc Basin: Constraints on the Evolution of the Bitlis–Zagros Branch of Neotethys (Elazığ, E Turkey), *Acta Geologica Sinica-English Edition*, 95(4), 1199-1216.
- Yazgan, E. (1981). Doğu Toroslarda etkin paleokita kenarı etüdü (Üst Kretase–Orta Eosen) Malatya–Elazığ, Doğu Anadolu, *Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Dergisi*, 7, 83–104.
- Yazgan, E., 1983. A Geotransverse between the Arabian platform and the Munzur nappes, *International Symp, On the geology of the Taurus Belt, Guide book for Excursion V*, 1-17, Ankara.
- Yazgan, E., Chessex, R. (1991). Geology and Tectonic Evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 3(1), 1-42.
- http 1: <http://yebim.ankara.edu.tr/2013/04/25/confocal-raman-microprob-spectrometry-crms/>

# ÖZGEÇMİŞ

Mutlu Ercan ÇELİK

[Redacted]

---

[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]

[Redacted]

---

[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]

[Redacted]

---

[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]

[Redacted]

---

- [Redacted]

[Redacted]

---

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]