

Asker Dağı (Elazığ) Güneybatısında Yer Alan Mafik Volkanik Kayaçların Konfokal Raman Spektroskopisi ile İncelenmesi

Mutlu Ercan ÇELİK¹, Melek URAL^{2*}

^{1,2} Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye
¹ mutluercancelik@gmail.com, ² melekural@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 30/05/2023;

Kabul/Accepted: 09/12/2023)

Öz: Asker Dağı (Elazığ) güneybatısında yüzeyleme veren Yüksekova Karmaşığı'na ait mafik volkanik kayaçlar Konfokal Raman Spektroskopisi ile incelenmiştir. Mafik volkanik kayaçlar, karşılaştırılan alanlarda petrografik açıdan hemen hemen homojenlik gösterirken, kısmen dokusal ve alterasyon türleri bakımından çeşitlilik gösterirler. Plajiyoklas + piroksen ± olivin'in egemen olduğu ekstrüviz kayalarda; porfirik, amigdaloidal, mikrolitik dokular gözlenebilmektedir. Belli bir lokasyonda karakteristik bir bileşim ya da dokusal özellik ayırtlanamazken, alterasyon özellikleri türüne göre bazı lokasyonlarda baskın gözükülebilmektedir. Opaklaşma, silisleşme, spilitleşme, killeşme, kloritleşme, karbonatlaşma ve serpantinleşme türünde alterasyonlar olağan şekilde gözlenmektedirler. Bu çalışmada mafik volkanik kayalar genel olarak spilitik bazalt, amigdaloidal bazalt, piroksen bazalt nadiren ise dolerit olarak tanımlanmışlardır. Çalışma bölgesinde yüzeyleme veren bazaltik bileşimli volkanik 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 ve hematit' mineralleri saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Asker Dağı, Yüksekova Karmaşığı, Konfokal Raman Spektroskopisi.

Investigation By Confocal Raman Spectroscopy of Mafic Volcanic Rocks in the Vicinity of North of Asker Mountain (Elazığ)

Abstract: Mafic volcanic rocks belonging to the Yüksekova Complex, which outcrops in the southwest of Asker Mountain (Elazığ), were examined with Confocal Raman Spectroscopy. While mafic volcanic rocks are almost petrographically homogeneous in the compared areas, they partially vary in terms of textural and alteration types. In extrusive rocks dominated by plagioclase + pyroxene ± olivine; porphyritic, amygdaloidal and microlithic textures can be observed. While a characteristic composition or textural feature cannot be distinguished in a certain location, alteration features may seem dominant in some locations depending on their type. Alterations such as opacification, silicification, spilitization, argillization, chloritization, carbonation and serpentinization are normally observed. In this study, mafic volcanic rocks are generally defined as spilitic basalt, amygdaloidal basalt, pyroxene basalt and rarely dolerite. As a result of Confocal Raman Spectroscopy analyzes performed on pyroxene, plagioclase and some opaque minerals found in basaltic composition volcanic rock samples outcropping in the study area; augite, diopside, albite, labradorite, magnetite; Secondly, epidote and hematite minerals were detected.

Key words: Asker Mountain, Yüksekova Complex, Confocal Raman Spectroscopy.

1. Giriş

Çalışma alanı Elazığ ili doğusunda başlıca Asker Dağı çevresi, Fahribey mezarı, Fahribeyköy, Soğanlı köyleri civarındadır (Şekil 1). Bu alanda Yüksekova Karmaşığı (YK) biriminin mafik volkanik kayaları bölgede hâkim magmatik birimleri oluşturur. Kuzeyde Keban platformu güneyde ise Arabistan platformu ile temsil edilen mikrolevhalar arasındaki çarpışma ve yükselim süreçlerine bağlı olarak gelişen yığılma ürünü olarak birim, Geç Kretase döneminde yitim ve okyanuslaşma süreçleriyle karmaşık niteliği kazanmıştır [1]. Birim, kırmızı-yeşil kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, volkanik kumtaşı, tuf, aglomera, bazalt, diyabaz, gabro, serpantin, granit ve granodiyoritlerle temsil olunan okyanusal ada yayı ürünleri olarak tanımlanır [2-3].

Jeolojik [2-25], jeokimyasal [17-19, 21-22, 24] açıdan irdelenen birime ait mafik volkanitler bu çalışmada Konfokal Raman Spektrometre analizleriyle mineralojik açıdan ele alınmıştır.

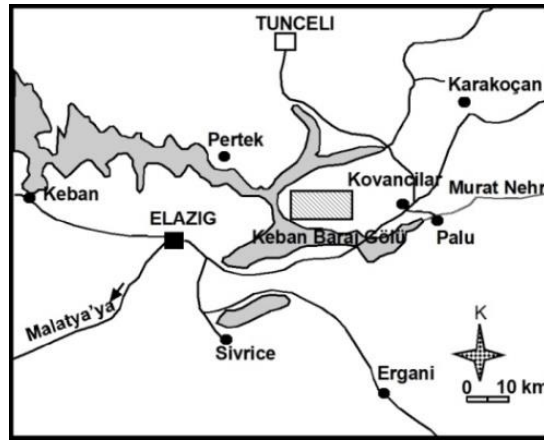
* Sorumlu yazar: melekural@firat.edu.tr. Yazarların ORCID Numarası: ¹ 0000-0002-4034-8613, ² 0000-0002-4174-6058

2. Materyal ve Metot

Kayaçların mineralojik bileşimlerinin saptanması amacı ile seçilen 7 adet bazaltik bileşimli örnek üzerinde 25 noktada Ankara Üniversitesi YEBİM Mineraloji-Petrografi Araştırma Laboratuvarları'nda Horiba Jobin Yvon Labram HR model Raman Konfokal Spektrometresi cihazı yardımıyla analiz edilmiştir. Cihazın Lazer dalgaboyu: 633 nm, Allowed range: 3623-25-1, Açıklık: 25 µm, Lazer gücü (max. 7 mW): 7, tahmini çözünürlük: 2.6-4.4 cm⁻¹, tahmini spot boyu: 0.7 µm, Min. Aralık sınırı cm⁻¹: 100-1200, Objektif: Mplan 100x0.90 BC dir.

3. Jeoloji

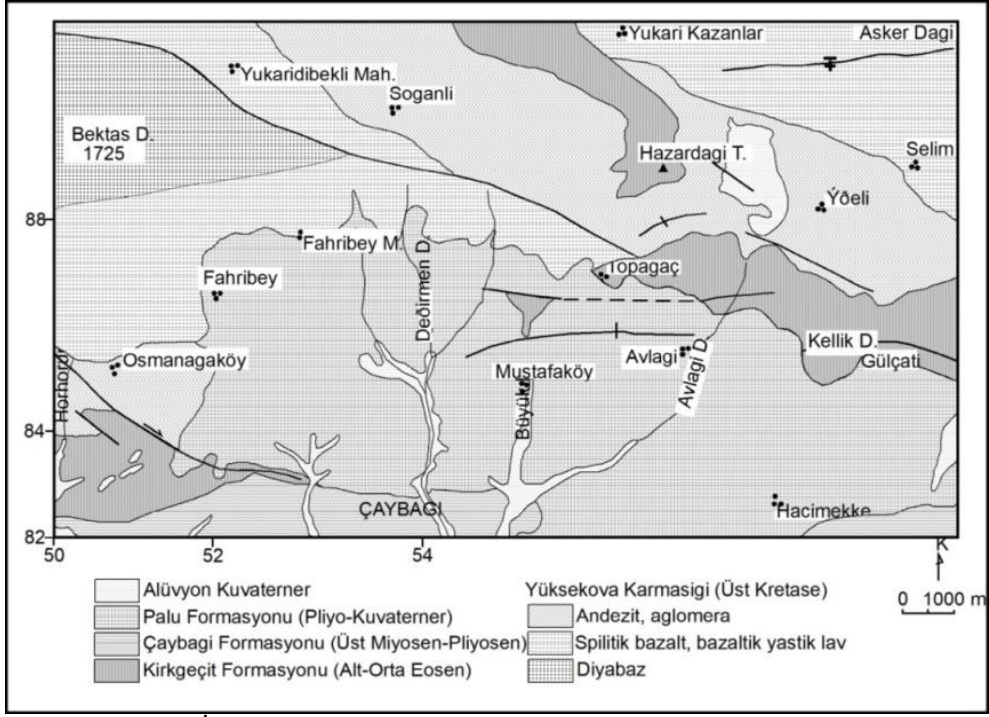
Çalışma alanı Bitlis Sütur zonu üzerinde yer alan Elazığ İli'nin yaklaşık 50 km doğusunda yer almaktadır (Şekil 1, 2). İnceleme konusunu oluşturan ve bu alandaki tek magmatik birim Üst Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı (YK) dır. Diğer birimler daha genç sedimanter ve örtü birimleri olup Bartoniyen-Priyaboniyen yaşlı Kırkeçit Formasyonu [26-28]; Alt Pliyosen yaşlı Çaybağı Formasyonu ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu birimleri olup [10, 29-30]. YK, 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 [3, 7, 9, 17-18, 24]. Yüksekova Karmaşığı (YK) bazik volkanitlerinin yay içi karakteri gösteren Senomaniyen-Turoniyen ile yay ardi karakteri gösteren Santoniyen-Kampaniyen yaşlı iki farklı karakterdeki kaya grubundan oluşmaktadır [18, 31, 19, 32] belirtir.



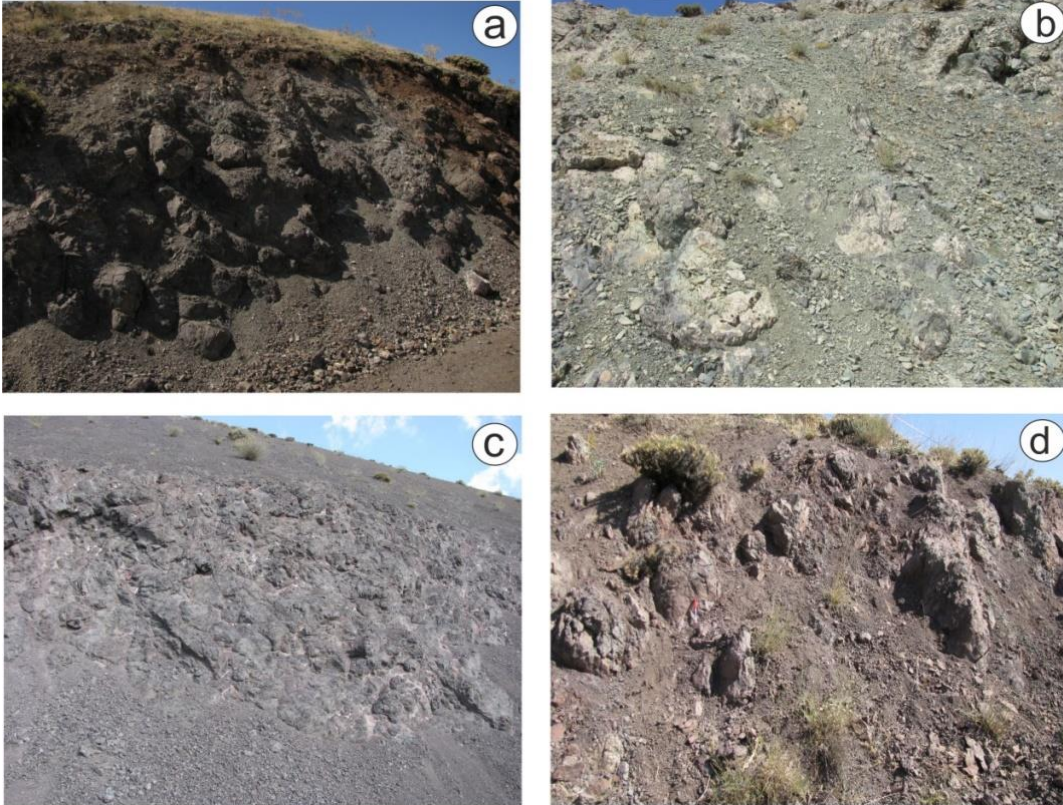
Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Mafik volkaniklerden yastık lavlar (Şekil 3), Asker Dağı kuzeyi yamaçları, Fahribey mezarası kuzeyi, Fahribey Köy batısındaki yol yarmalarında, Soğanlı dolaylarında yüzeylerken (Şekil 3 a-d), andezit ve aglomera ardaşmaları ise batıdaki yüzlelerde (Şekil 3 a-d) izlenebilmektedir [17, 19, 25]. Volkanik birim üzerine uyumsuz olarak filiş özelliğinde volkanotortullar yüzeyler (Şekil 3 a-d). Yastık lavlar, bu alanda elipsoidal-tüpler şeklinde, 20-30 m çaplarında, bol amigdüllü, nispeten düşük yoğunluktadır [25].

Dasit, riyodasit, riyolit bileşimindeki stok ya da dayklar yaygın olarak bazik lav ve volkaniklastik birimleri farklı açılardan: enine, düşey yada vev olarak kesmektedir [7, 9, 17, 24]. Bazaltik yastık lavlarla birincil stratigrafik ilişkili mikritik kireçtaşları, Geç Kampaniyen-Maastrichtiyen periyodunda Neotetis Okyanusu'na ait bir basen yamacı ya da derin şelf kenarında depolanmışlardır [23]. Asker Dağı çevresindeki pelajik kireçtaşları Globotruncana cf. falsostuarta SIGAL fosiline dayanarak Geç Maastrichtiyen yaşı verilirken [23], Fahribeyköy çevresinde yüzlek veren pelajik kireçtaşlarındaki Marginotruncana carinata Dalbiez, Globotruncana linneiana (d'Orbiny) fosillerine dayanarak Maastrichtiyen yaşı verilmiştir [5]. Diğer yandan karmaşık içerisindeki kırmızı renkli kireçtaşlarından derlenen fosil içeriklerine göre, Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşı [3]; bölgedeki plütonik kayaçlar, volkanitler ve anklavlara dayalı radyometrik yaş bulgularına göre, Geç Kretase [34-35] olarak yaşlandırılır.



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası [17, 29, 33'den değiştirilerek].



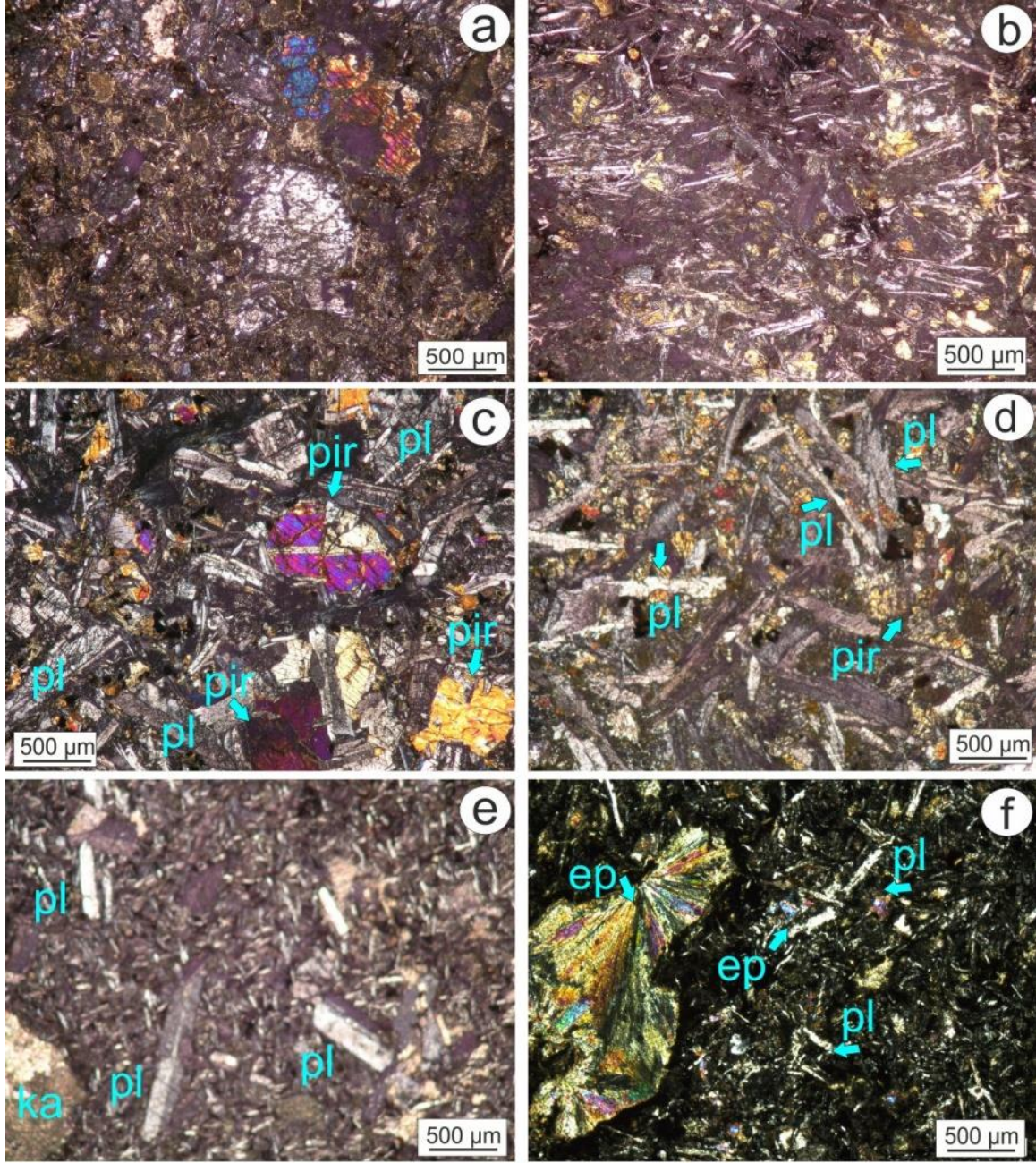
Şekil 3. İncelenen lokasyonların arazi görünüşleri: **a.** Elipsoidal lobsu, 20-30 cm çaplarında sediman ara dolgulu yastık lavlar. Asker Dağı etekleri, **b.** Volkanik kırıntılılarla ardalanmalı spilitik lav ve lav breşleri. Fahribey mezarısı kuzeyi, **c.** Yastık lavlar üzerinde filişoidal kırıntılılar. Asker Dağı etekleri. BY:345, **d.** Amigdaloidal bazalt bileşimli altere yastık lavlar, Soğanlı Mezarısı.

4. Petrografi

İncelenen mafik volkanik kayalar bölgelere göre ele alınmıştır (Tablo 1, Şekil 4). Başlıca Asker Dağı, Fahribey-Fahribeyköy civarındaki gözlemler Tablo 1’de detaylı olarak irdelenmiştir.

Tablo 1. İnceleme bölgesindeki mafik volkanik kayalara ait petrografik gözlemlerin özeti

Lokasyon	Asker Dağı	Fahribey mezası K i	Fahribeyköy K ve KB sı	Soğanlı
Mineraller (%)	plajiyoklas (% 25-55), piroksen (%15-35), opak mineral (%5-20), ± olivin (%5-15)	plajiyoklas (%45-60), piroksen (% 20-45), opak (%5-10)	plajiyoklas (% 40-60) ve piroksen (% 20-40)	plajiyoklas (%30-50), piroksen (%10-30), opak mineral (%5-25)
Doku	Amigdaler, Hiyalomikrolitik/ Mikrolitik porfirik,	Doleritik, İntergranular, Poikilitik	Amigdaler, Sferulitik İntergranüler intersertal, Varyolitik, Glomeroporfirik	Amigdaler, İntergranüler, İntersertal,
Kaya Adı	Spilitik bazalt, Amigdaler bazalt, Piroksen bazalt	Dolerit / Bazalt	Spilitik bazalt	Bazalt
Alterasyon	Opaklaşma, Karbonatlaşma, Spilitleşme, Kloritleşme	Opaklaşma, Karbonatlaşma, Epidotlaşma,	Opaklaşma, Karbonatlaşma, Spilitleşme, Kloritleşme, Silisleşme	Opaklaşma, Karbonatlaşma



Şekil 4. a. Hiyalomikrolitik porfirik dokulu bazalt. Topağaç kuzeyi. Serisitleşmiş plajiyoklas, kısmen korunmuş tek yönlü klivajlı piroksen ve hamurdan itibaren kloritleşmeler. Fenokristalen- zonlu plajiyoklas, kısmen korunmuş piroksen ve özşekilsiz opak mineraller, **b.** İntergranüler dokulu bazalt. Kırlangıç kuyruğu dokulu plajiyoklaslar. Kısmen korunmuş küçük piroksenler. Asker Dağı kuzey yamacı, **c.** Subofitik ve intergranüler bazalt. Fahribey Mezrası Kuzeyi. Karlspat ikizli, zonlu ve klivajlı piroksenler, **d.** Subofitik ve intergranüler bazalt. Fahribey kuzeyi. Kırlangıç kuyruğu görünümlü yer yer de zonlu plajiyoklaslar, yer yer epidotlaşmış piroksenler. Pl: plajiyoklas, pir: piroksen, **e.** Amigdaloidal bazalt. Mikrolitik plajiyoklaslar, karbonat dolguları, serisitleşmiş feldspatlar, yer yer zonlu mikrokristalen plajiyoklaslar, **f.** Amigdaloidal bazalt. Soğanlı dolayları. Hamurdan ve bileşenlerden itibaren opaklaşma ve killeşme. Mikrolitik yer yer kırlangıç görünümlü plajiyoklaslar. Epidotlaşmış piroksenler.

5. Konfokal Raman Spektrometresi Çalışmaları

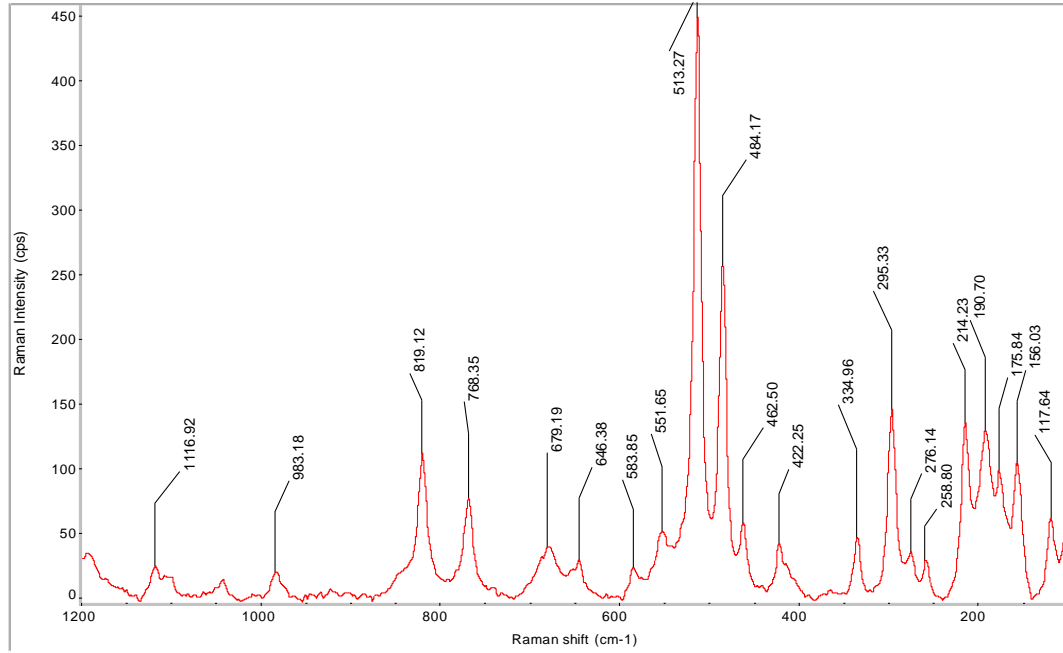
Raman spektroskopisi, tahribatsız, hızlı bir yolla ve mikrometre boyutundan santimetre boyutuna kadar değişen görüş alanlarında (ince kesitte) mineral tanımlaması sağladığı için, özellikle mineraloji-petrografik çalışmalarda kullanım için çok uygun bir yöntem olup, mikrometre çözünürlükteki tek bir ışın altında çok çeşitli mineral fazlarını açığa çıkarabilme ve diğer ışın demeti yöntemlerine göre bireysel mineral fazını tayin etme kabiliyetine sahiptir [36]. Bundan dolayı çalışma alanındaki kayalar üzerinde ilk kez uygulanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışma bölgesindeki mafik volkanik kayaların karşılaştırmalı kaya ve mineralojik özellikleri.

Lokasyon	ASKER DAĞI			FAHRİBEY			SOĞANLI
<i>Kaya Türü</i>	Bazaltik yastık lav	Bazaltik yastık lav	Bazaltik yastık lav	Bazaltik yastık lav	Bazaltik yastık lav	Bazaltik yastık lav	Bazaltik yastık lav
<i>İncelenen Mineral</i>	Piroksen Opak	Piroksen Plajiyoklas	Piroksen	Plajiyoklas	Plajiyoklas Piroksen Opak	Piroksen	Plajiyoklas Piroksen
<i>Saptanan Mineral Türü</i>	Ojit Manyetit	Diyopsit Albit	Ojit	Albit	Labradorit Ojit Manyetit	Ojit	Albit Epidotlaşmış piroksen

5.1. Fahribey dolayları

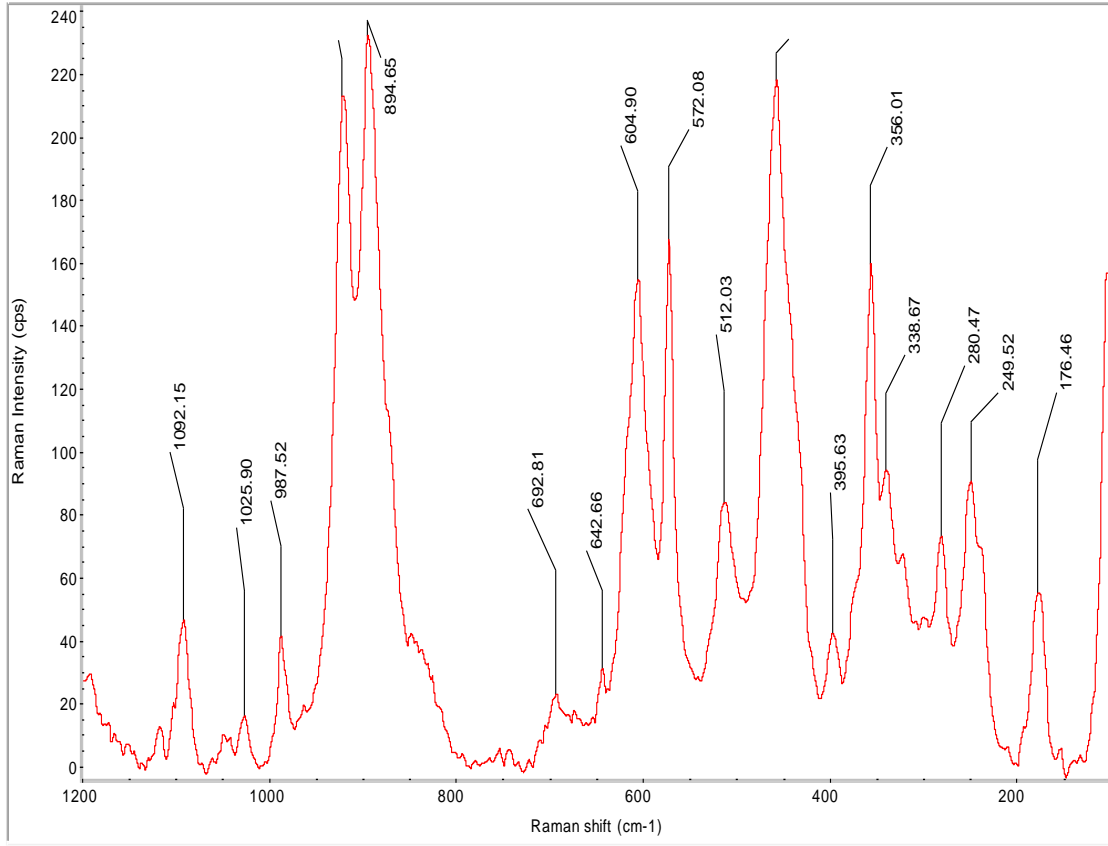
Fahribey mezrası kuzeyinde yüzeyleme veren bazaltik yastık lavlarda plajiyoklas, piroksen ve opak mineral Raman ölçümü gerçekleştirilmiştir. Burada ölçülen plajiyoklas mineraline ait, Raman spektrumu (Şekil 5) ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 117.64, 156.03, 175.84, 190.70, 214.23, 258.80, 276.14, 295.33, 334.96, 422.25, 462.50, 484.17, 513.27, 551.65, 583.85, 646.38, 679.19, 768.35, 819.12, 983.18, 1116.92 (Şekil 5) olarak ortaya çıkmaktadır. $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ bileşimli tektosilikat grubu minerali olan 'albit-labradorit' elde edilen kompozisyonudur. Piroksenden elde edilen ölçüm neticesinde elde edilen Raman pikleri ojittir. Opak mineral ölçümü ise manyetit minerali pikini vermiştir.



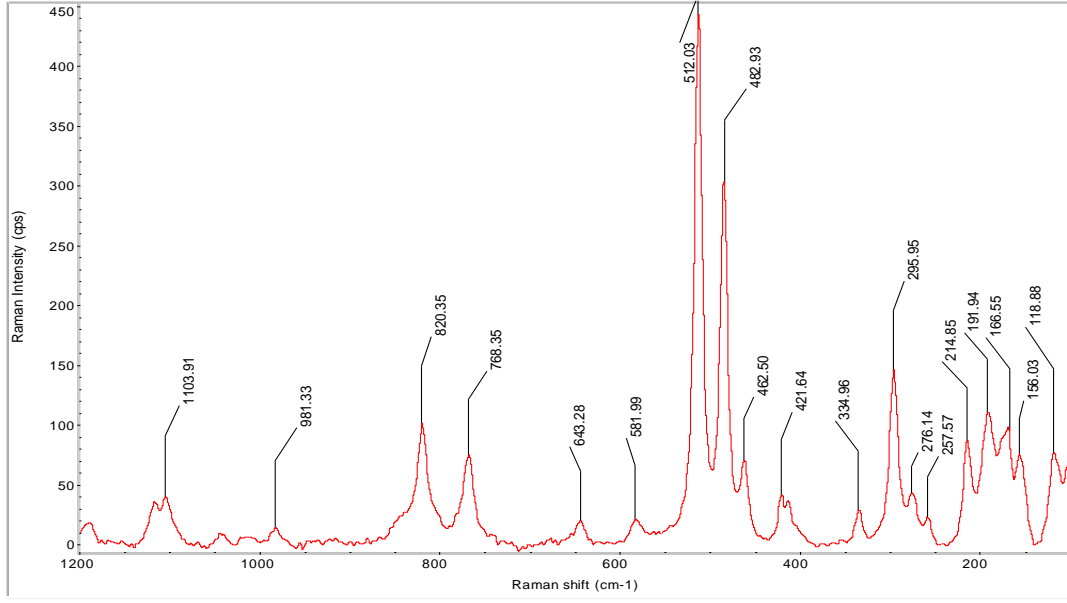
Şekil 5. Fahribey mezrası kuzeyindeki bazaltlardaki albit (plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu.

5.2. Soğanlı Mezrası dolayları

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarına bağlı olarak, Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavlardaki Piroksen mineraline ait Raman spektrumu 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 6,7) olarak ortaya çıkmaktadır. $\{Ca_2\}\{Al^2Fe^{3+}\}O(OH)$ bileşimli tektosilikat grubu minerali olan 'epidot' elde edilen kompozisyonudur. Mineral üzerinde alterasyon ya da düşük dereceli metamorfizma izleri gösteren piroksen epidot dönüşümü dolayısıyla piroksen türü tespit edilememiştir. Aynı alandan plajiyoklas mineraline ait Raman spektrumu 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 6,7) olarak ortaya çıkmaktadır. $NaAlSi_3O_8$ bileşimli tektosilikat grubu minerali olan 'albit' türü plajiyoklas elde edilen kompozisyonudur.



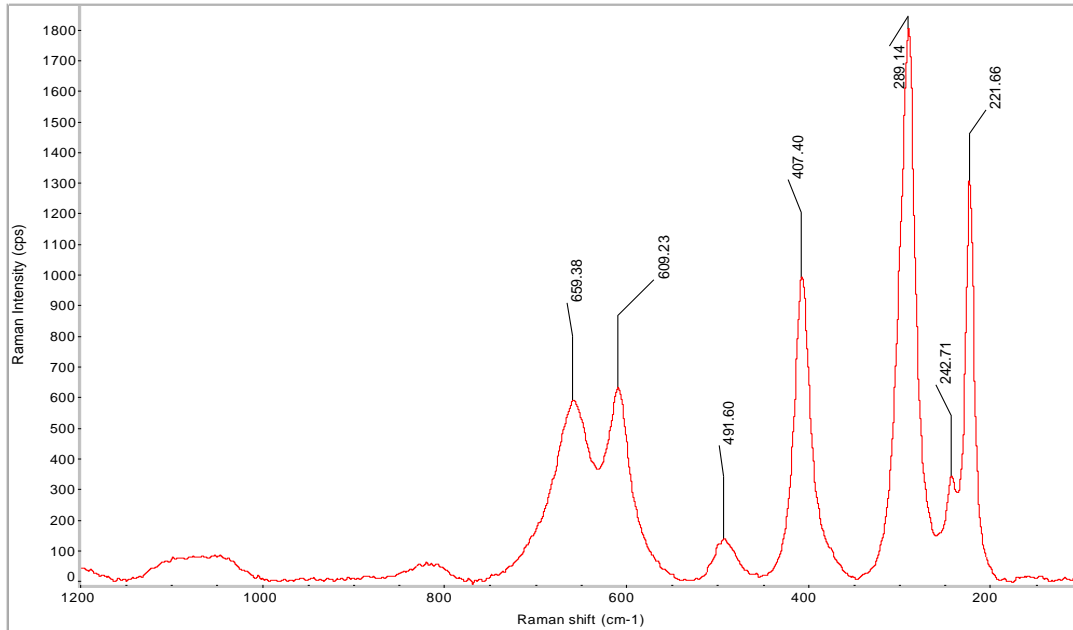
Şekil 6. Soğanlı mezrası batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki epidot mineralinin Raman pik spektrumu.



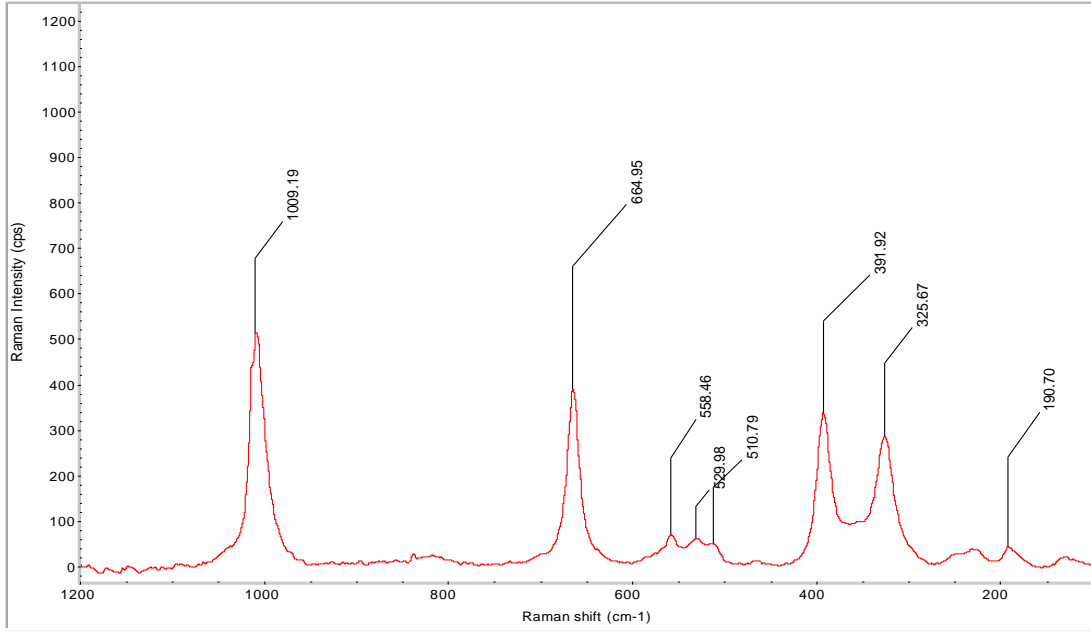
Şekil 7. Soğanlı mezarı batısında yüzeyleme veren bazaltik yastık lavdaki albit (plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu.

5.3. Asker Dağı dolayları

Bu bölgede 3 örnek üzerinde yapılan (AS-1,2,3 nolu örnekler) Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarına bağlı olarak, Askertepe güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavlardaki Piroksen mineralinden elde edilen Raman spektrumu ölçümleri ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 190.70, 325.65, 391.92, 510.79, 529.98, 558.46, 664.95 (Şekil 8 ve 9) olarak ortaya çıkmaktadır. Ojitik klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir. Aynı örnekten opak mineraline ait Raman spektrumu ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 221.66, 242.71, 289.14, 407.40, 491.60, 609.23, 659.38 (Şekil 8 ve 9) olarak ortaya çıkmaktadır. Opak mineral türü hematit olarak ortaya çıkmıştır.

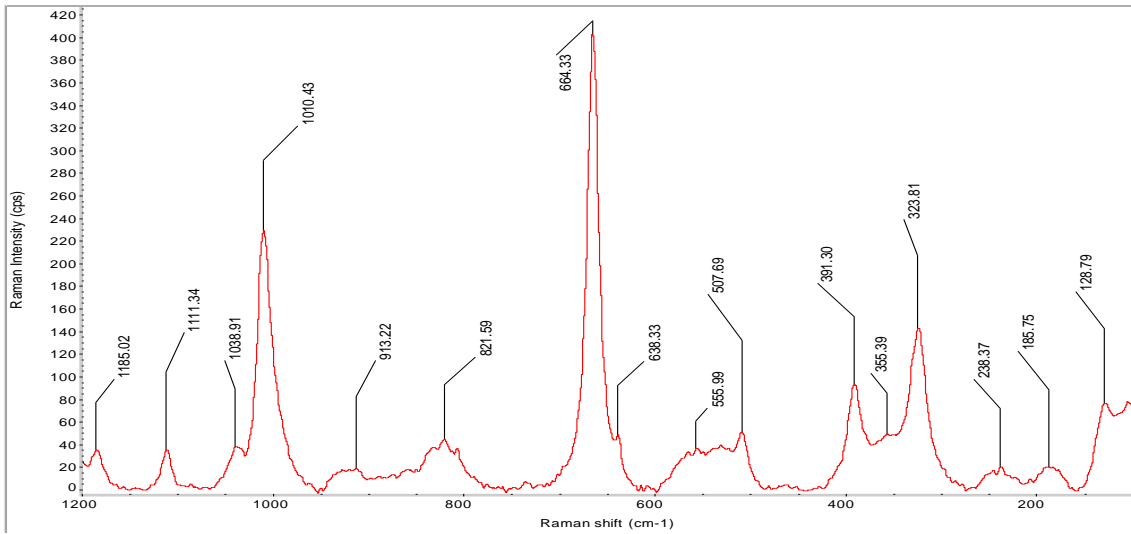


Şekil 8. Asker Dağı güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu.

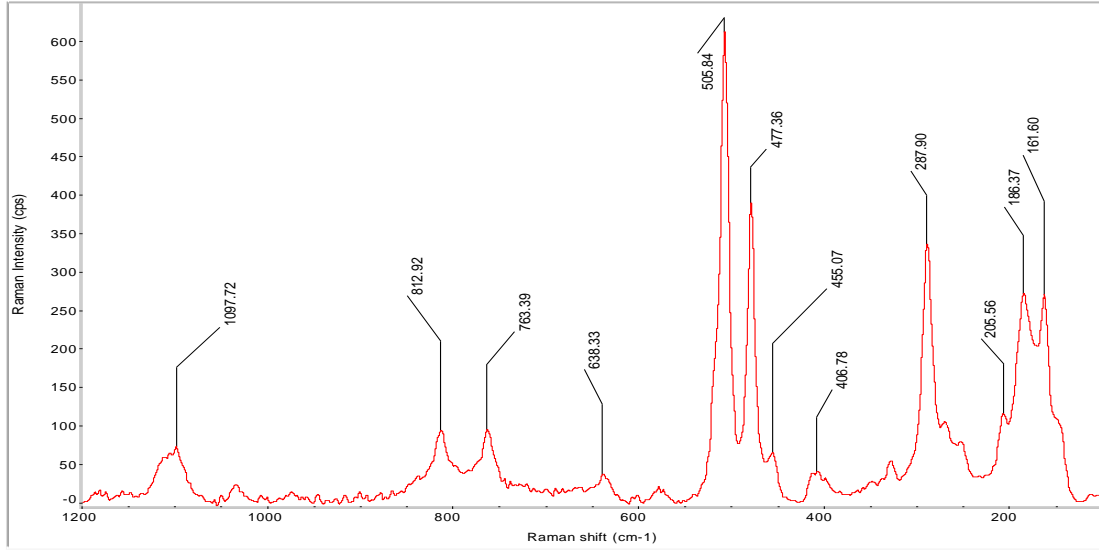


Şekil 9. Asker Dağı güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki hematit (opak) mineralinin Raman pik spektrumu.

Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarına bağlı olarak, Asker Dağı güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki plajiyoklas mineraline ait Raman spektrumu 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 10) olarak ortaya çıkmaktadır. Mineral türü albit olarak ortaya çıkmıştır. Bu kayalardaki piroksen mineraline ait Raman spektrumu 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 11) olarak ortaya çıkmaktadır. Diyopsit türü klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir. Bu alanda bir başka yastık lav örneği üzerinde gerçekleştirilen Konfokal Raman Spektrometresi çalışmasında piroksen mineralinin Raman spektrumu ile küçükten büyüğe ölçülen pik değerleri 183.27, 324.43, 359.72, 393.77, 507.69, 557.22, 663.71, 1009.19 (Şekil 12) olarak ortaya çıkmaktadır. Ojit türü klinopiroksen olduğu tespit edilmiştir.



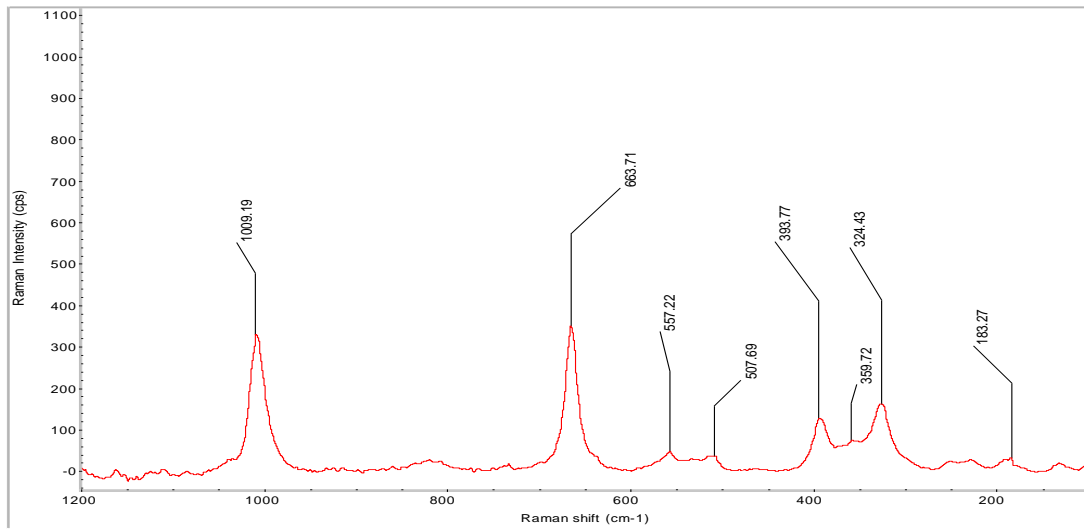
Şekil 10. Asker Dağı güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki diyopsit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu.



Şekil 11. Asker Dağı güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki albit (plajiyoklas) mineralinin Raman pik spektrumu.

6. Sonuçlar

İnceleme bölgesinde gerçekleştirilen Konfokal Raman Spektrometresi çalışmalarında piroksen, plajiyoklas ve bazı opak mineraller üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Fahribey mezrası kuzeyinde yüzeyleme veren bazaltik yastık lavlarda albit-oligoklas türü plajiyoklas, ojitik piroksen ve manyetitler saptanmıştır. Fahribeyköy kuzeyindeki mafik volkaniklerde ojitik piroksenler saptanmıştır. Soğanlı mezrası batısındaki bazaltik yastık lavlarda piroksen minerali üzerinde alterasyon ya da 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. Asker Dağı güney yamaçlarındaki bazaltik yastık lavlardaki piroksenler 'diyopsit-ojit' bileşimli, opak mineraller ise 'hematit' olarak ortaya çıkarken, plajiyoklaslar albit türündedir. Genel olarak çalışılan alanlarda birbirine benzer şekilde ojit, diyopsit türünde klinopiroksenlerin varlığı ile albit-oligoklas türü plajiyoklaslar ve hematit-manyetit türünde opak minerallerin varlığı saptanmıştır.



Şekil 12. Asker Dağı güney yamaçlarında yüzeyleyen bazaltik yastık lavdaki ojit (piroksen) mineralinin Raman pik spektrumu.

Teşekkür

Bu çalışma FÜBAP MF-20.07 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma MEÇ'nin YL tezinden türetilmiş olup, MEÇ ve MU eşit oranda fikir sahibidirler aynı zamanda, analiz, yorumlama, yazma bölümlerinin hepsinde her ikisinin de eşit oranda katkıları bulunmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Göncüoğlu MC. Introduction to the geology of Turkey: Geodynamic evolution of the pre-Alpine and Alpine terranes. MTA Monography Series 2010; 5: 1-66.
- [2] Perinçek D. Palu–Karabegan–Elazığ–Sivrice–Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları, TPAO. Rapor no: 1361, Ankara, 1979a.
- [3] Perinçek D. The geology of Hazro-Karudag-Çüngüs-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ- Malatya area. Guide Book TJK Yayını, 33s, Ankara, 1979b.
- [4] Naz H. Elazığ-Palu dolayının jeolojisi. TPAO rapor, 1360s; 1979.
- [5] Herece E, Akay E, Küçümen Ö, Sariaslan M. Elazığ-Sivrice-Palu dolayının jeolojisi, M.T.A. Raporu, No: 9634s, 1992.
- [6] Bingöl AF. Elazığ–Pertek–Kovancılar arası volkanik kayaların petrografik ve petrolojik incelenmesi: F.Ü. Fen Fak. Dergisi, 1982; 1, 9–21.
- [7] Bingöl AF. 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, 1984; 209–216.
- [8] Bingöl AF. Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus–Turkey). Journal of Firat University 1988; 3(2), 1-17.
- [9] Türkmen İ. Stratigraphy and sedimentology of the Çaybağı Formation (Upper Miocene–Pliocene) to the east of Elazığ. Geological Bulletin of Turkey 1991; 34(1): 45–53.
- [10] Çetindağ B. Elazığ, Palu-Kovancılar dolayının hidrojeoloji incelenmesi: Yüksek lisans tezi (yayınlanmamış), F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 1985.
- [11] Turan M, Bingöl AF. Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektonostratigrafik özellikleri., Ed. Yetiş, C., Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu; 1991; Çukurova Üniv., Adana, 193-204.
- [12] Çelik H. Kovancılar (Elazığ) yakın kuzey ve batısındaki alanın jeolojik özellikleri, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 1994.
- [13] Çelik H. The effects of linear coarse-grained slope channel bodies on the orientations of fold developments: a case study from the Middle Eocene-Lower Oligocene Kırkgeçit Formation, Elazığ, eastern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 2013; 22(2): 320-338.
- [14] Kürüm S, Taşkın AH. Elazığ Yakın Kuzeyindeki Magmatitlerin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri. Geosound 2000; 36 (1): 53-64.
- [15] Kürüm S, Altunbey M. Şavak-Ayazpınar (Pertek/Tunceli) köyleri arasındaki magmatik kayaların petrografik ve jeokimyasal özellikleri. Geosound 2001; 85-108.
- [16] Akkoca DB. Çaybağı (Elazığ) killerin mineralojisi, jeokimyası ve ekonomik değerlendirme olanakları, Doktora tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2001.
- [17] Dönmez C. Soğanlı-Uyandı (Elazığ) arasında yüzeyleyen Elazığ Magmatitleri'nin jeolojisi, petrografisi ve jeokimyası, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana., 2006.
- [18] Ural M. Elazığ ve Malatya çevresindeki Yüksekova Karmaşığı bazik volkanitlerinin petrokimyası, petrolojisi ve yaşı, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 2012.
- [19] Ural M, Arslan M, Göncüoğlu MC, Tekin UK, Kürüm S. 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 2015; 40(1).
- [20] Akkoca DB, Yıldırım I, Ertürk MA. First data on the geochemistry of fluvial deposits of Çaybağı and Palu formations (Eastern Elazığ, Turkey). Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2018; 24(3): 527-537.
- [21] Beyarslan M, Bingöl AF. Zircon U-Pb age and geochemical constraints on the origin and tectonic implications of late cretaceous intra-oceanic arc magmatics in the Southeast Anatolian Orogenic Belt (SE-Turkey). Journal of African Earth Sciences 2018; 147, 477-497.
- [22] Sar A, Ertürk MA, Rizeli ME. Genesis of Late Cretaceous intra-oceanic arc intrusions in the Pertek area of Tunceli Province, eastern Turkey, and implications for the geodynamic evolution of the southern Neo-Tethys: Results of zircon U–Pb geochronology and geochemical and Sr–Nd isotopic analyses. Lithos 2019; 350, 105263.
- [23] Ural M, Kaya-Sarı M. 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, 2019.
- [24] Ural M, Sayit K, Koralay OE, Goncuoglu MC. 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 2021; 95(4): 1199-1216.

- [25] Ural M, Aktaş MA. Yüksekova Yay Karmaşığında yastık lavların oluşumu ve kökenine dair yeni kantitatif bulgular, Elazığ (Doğu Türkiye). Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2023; 38(1): 535-546.
- [26] Kaygılı S, Aksoy E. Kovancılar (Elazığ-Türkiye) jeositi: Nummulites'li seviyeler ve antiklinal. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2017; 29 (1): 295-301.
- [27] Kaygılı S. Reassessment of the age and depositional environment of the Kırkgeçit Formation based on larger benthic foraminifera, NW Elazığ, Eastern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 2021; 30, 580-600.
- [28] Kaygılı S. Kırkgeçit Formasyonu'nun Bartoniyen-Priyaboniyen iri bentik foraminifer topluluğu ve ortamsal yorumu, Elazığ, Türkiye. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2022; 34 (1): 313-339.
- [29] Kerey E, Türkmen İ. Palu Formasyonu'nun (Pliyosen-Kuvaterner) Sedimantolojik Özellikleri (Elazığ Doğusu), Türkiye Jeoloji Bülteni 1991; 34: 21-26
- [30] Koç-Taşgın C, Türkmen İ. Analysis of soft sediment deformation structures in Neogene fluvio-lacustrine deposits of Çaybağı formation, Eastern Turkey. Sedimentary Geology 2009; 218: 16–30.
- [31] Ural M, Göncüoğlu MC, Arslan M, Tekin UK, Kürüm S. Petrological and paleontological evidence for generation of the Arc Back Arc system within the closing Southern Branch of Neotethys during Late Cretaceous. Proceedings XX Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association, 24 - 26 Eylül 2014.
- [32] Ural M, Sayit K, Tekin UK. Whole-Rock And Nd-Pb Isotope Geochemistry And Radiolarian Ages Of The Volcanics From the Yüksekova Complex (Maden Area, Elazığ, E Turkey): Implications for a Late Cretaceous (Santonian-Campanian) Back-Arc Basin In The Southern Neotethys. Ofioliti 2022; 47(1).
- [33] Türkmen İ. Palu-Çaybağı (Elazığ doğusu) yöresinin sedimantolojik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 1988.
- [34] Pişkin Ö. Çelikhan doğusu lökokuvarsmonzonitleri üzerine petrokimya ve jeokronoloji verileri (Adıyaman-Türkiye), TJK. Bülteni 1978; 21: 107-111.
- [35] Yazgan E. A Geotraverse between the Arabian platform and the Munzur nappes, International Symp, On the geology of the Taurus Belt, 1983, Guide book for Excursion V, 1-17, Ankara.
- [36] Fries M, Steele A. 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, 2010.