

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DOĞU PONTİDLER'DEKİ ( KD TÜRKİYE) JURA VOLKANİTLERİNİN  
PETROLOJİSİ VE DÜŞÜK SICAKLIK- BASINÇ METAMORFİZMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Jeo. Yük. Müh. Tülay BAK**

**HAZİRAN 2018**

**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /**

**Tezin Savunma Tarihi : / /**

**Tez Danışmanı :**

**Trabzon**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Tülay BAK Tarafından Hazırlanan**

**DOĞU PONTİDLER'DEKİ ( KD TÜRKİYE) JURA VOLKANİTLERİNİN  
PETROLOJİSİ VE DÜŞÜK SICAKLIK- BASINÇ METAMORFİZMASI**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun / / gün ve sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**DOKTORA TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan :** .....

**Üye :** .....

**Üye :** .....

**Üye :** .....

**Üye :** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Doktora Tezi" olarak hazırlanmıştır. Tez kapsamında, stratigrafik olarak Paleozoyik temel üzerine uyumsuz gelen, daha çok volkano-sedimanter karakterli formasyonlar ile birlikte bulunan Erken-Orta Jura yaşlı volkanik kayaçların mineralojik, petrografik, petrolojik ve izotopik özellikleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen veriler ışığında Erken-Orta Jura yaşlı volkanizmanın oluşum süreci ve kökeni ile volkanitlerin Jura sonrası geçirmiş olduğu düşük sıcaklık- düşük basınç metamorfizması irdelenmiştir.

"Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi" tarafından 8920 No'lu proje ile desteklenen bu çalışmayı öneren ve yönlendiren, çalışmanın başlangıcından sonuna kadar bilgi, deneyim ve tecrübeleri ile yol gösteren, maddi manevi desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Cüneyt ŞEN'e minnet ve şükranlarımı sunmak isterim.

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim. Doktora Tez İzleme Komitesi'nin değerli üyeleri Sayın Prof. Dr. Faruk AYDİN ve Sayın Prof. Dr. Ali Osman YILMAZ'a katkılarından dolayı teşekkür ederim. Bilgi, tecrübe, görüş ve önerilerinden yararlandığım, değerli hocam Prof. Dr. Cemil YILMAZ'a, şükranlarımı sunarım. Mineral kimyası analizleri ve bu tezin geliştirilmesine katkılarından dolayı Prof. Dr. İbrahim UYSAL'a, ergime modeli, mineralojik farklılaşma ve asimilasyon süreçleri hesaplamaları çalışmalarına katkılarından dolayı Doç. Dr. Yalçın ERSOY'a, özellikle arazi çalışmaları sırasında bana yardımcı olan Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR'a teşekkür ederim. Değerli çalışma arkadaşlarım Enformasyon Müdürlüğü personeli Ahmet Salih BEKTAŞ ve Halit BAKIR'a destekleri için teşekkür ederim.

Bu çalışmanın her aşamasında benimle birlikte tüm zorlukları paylaşan, her konuda desteği ile bana güç veren eşim Erkan Anıl BAK'a, oğlum Kuzey Faruk BAK ve ailemin tüm fertlerine şükranlarımı bir borç bilirim.

Tülay BAK

Trabzon 2018

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi “Doğu Pontidler’deki (KD Türkiye) Jura Volkanitlerinin Petrolojisi ve Düşük Sıcaklık- Basınç Metamorfizması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Cüneyt ŞEN’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.  
29/06/2018

Tülay BAK

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa No</u></b>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ .....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar DİZİNİ .....	XIX
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XXII
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Doğu Pontidler'in Stratigrafisi .....	5
1.3. Önceki Çalışmalar .....	10
1.4. Doğu Pontidlerin Jeotektonik Evrimi .....	15
1.5. Amaç .....	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	19
2.1. Materyal ve Yöntemler .....	19
2.1.1. Arazi Çalışmaları .....	19
2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları .....	20
2.1.3. Büro Çalışmaları .....	23
3. BULGULAR .....	24
3.1. Çalışma Alanları .....	27
3.2. Volkanostratigrafi .....	37
3.3. Petrografik Gözlemler .....	47
3.4. Mineral Kimyası .....	55
3.5. Volkanik Kayaçların Jeokimyası .....	62
3.5.1. Ana Oksitler .....	65

3.5.2.	İz Elementler .....	69
3.5.3.	Sr - Nd - Pb - Os İzotopları .....	78
4.	TARTIŞMA .....	85
4.1.	Düşük Sıcaklık- Basınç Metamorfizmasının Volkanitler Üzerindeki Etkisi	85
4.2.	Volkanitlerin Oluştığı Tektonik Ortam .....	91
4.3.	Volkanitleri Oluşturan Magmanın Oluşumu	103
4.4.	Volkanitleri Oluşturan Magmanın Oluştığı Ortamdan Yüzeylemesine Kadar Geçen Süreç İçerisinde Geçirmiş Olduğu Petrolojik Süreçler .....	106
4.5.	Volkanitlerin İçerisindeki Ana Mineral Fazlarının Kristallenme Tarihçesi .....	110
4.6.	Volkanik Kayaçların Fiziksel Özellikleri .....	120
4.7.	Volkanitlerin Uğradığı Düşük Sıcaklık - Düşük Basınç Metamorfizması .....	121
4.7.1.	Klorit Jeotermometresi .....	128
4.7.2.	Alterasyon Modeli .....	130
4.8.	Doğu Pontidler’de Yüzeylenen Jura Volkanizmasının Sakarya Zonu Boyunca Yüzeylenen Jura Volkanizmaları ile Karşılaştırılması .....	133
4.9.	Volkanitlerin Yaşı .....	138
5.	SONUÇLAR .....	140
6.	KAYNAKÇA .....	143
7.	EKLER .....	160

## ÖZGEÇMİŞ

## Doktora Tezi

### ÖZET

#### DOĞU PONTİDLER'DEKİ (KD TÜRKİYE) JURA VOLKANİTLERİNİN PETROLOJİSİ VE DÜŞÜK SICAKLIK- BASINÇ METAMORFİZMASI

Tülay BAK

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Cüneyt ŞEN  
2018, 159 Tez Sayfa, 79 Ek Sayfa

Doğu Pontidler'de yüzeylenen Jura volkanitlerinin volkano-stratigrafisi ortaya koyularak mineralojisi, petrografisi, jeokimyası ve izotop kimyası incelenmiş, volkanitleri oluşturan magmanın oluşumu modellenmiştir. Volkanitlerin oluşumlarını takiben uğramış olduğu alterasyonun mineralojik özellikleri belirlenmiştir. İncelenen volkanitler toleyitikten kalk-alkalene doğru değişen jeokimyasal bir karaktere sahiptir ve plajiyoklas+Fe-Ti oksitler±klinopiroksen±amfibol minerallerinden oluşur. Bu mineral birlikteliğine ilaveten albit, k-feldspat, kalsit/dolomit, klorit, prehnit-pumpelleyit, epidot, sfen, ikincil Fe-Ti oksitler, zeolit ve kil mineralleri bol miktarda ikincil olarak gözlenmektedir. Normal OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element yönsemelerinde Rb, Ba, Th ve U'ca zenginleşme, yüksek alan enerjili elementlerce fakirleşme görülür. Volkanitlerde negatif Ta-Nb ve Ti anomalisi ile pozitif Pb anomalisi belirgindir. Volkanitlerin (La/Lu)<sub>N</sub> oranları 1.87 ila 12.46 arasında değişir. İncelenen örneklerin 170 My'a göre hesaplanan <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>(i)</sub> değerleri 0.704538 ile 0.706023, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd<sub>(i)</sub> değerleri 0.512403 ile 0.512605, <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb<sub>(i)</sub> değerleri 17.739 - 18.608, arasında değişmektedir. Bu izotop değerleri güncel volkanik yaylarla büyük benzerlik gösterirler. Volkanitleri oluşturan magma, metasomatizmaya uğramış manto kaması spinel peridotitlerinin bölümsel ergimesi sonucu oluşmuştur. Volkanitler deniz suyu alterasyonu, hidrotermal alterasyon, gömülme metamorfizması ve dokanak metamorfizması geçirmiştir. Mineral parajenezleri çalışılan volkanitlerin üst zeolit fasiyesi ile prehnit-pumpelleyit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Pontidler, Jura volkanizması, mineral kimyası, jeokimya, Sr-Nd-Pb izotopları, volkanostratigrafi, alterasyon



## PhD. Thesis

### SUMMARY

#### PETROLOGY AND LOW TEMPERATURE- PRESSURE METAMORPHISM OF JURASSIC VOLCANISM IN THE EASTERN PONTIDES (NE TURKEY)

Tülay BAK

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Geological Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Cüneyt ŞEN  
2018, 159 Pages, 79 Appendix

The volcanic stratigraphy of the Jurassic volcanics exposed in the Eastern Pontides was revealed and the mineralogy, petrography, geochemistry and isotope chemistry were investigated and the formation of the magma that formed the volcanics was modeled. The mineralogical influence of the alteration, which was followed by the formation of volcanites, was determined. Geochemically volcanics are tholeiitic to calc-alkaline and consist of plagioclase+Fe-Ti oxides±clinopyroxene±amphibole. In addition to this mineral association, albite, k-feldspar, calcite/dolomite, chlorite, prehnite-pumpellyite, epidote, sphene, secondary Fe-Ti oxides, zeolite and clay minerals are observed. The n-MORB normalized trace element patterns shows enrichment of Rb, Ba, Th and U, depletion of high field strength elements. Trace element patterns of the volcanics shows negative Ta-Nb, Ti and positive Pb anomaly. The ratio of  $(La/Lu)_N$  ranges from 1.87 to 12.46. The  $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ ,  $^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$ ,  $^{206}Pb/^{204}Pb_{(i)}$  values varied from 0.704538 to 0.706023, 0.512403 to 0.512605, and 17.739 to 18.608 respectively. These isotopic values show great similarities with actual arc volcanics. The investigated volcanics formed the partial melting of metasomatized spinel peridotites. Volcanics have undergone seawater, hydrothermal, burial metamorphism and contact metamorphism. Mineral paragenesis shows that the volcanics are metamorphosed in the upper zeolite facies to the prehnite-pumpellyite facies.

**Key words:** Eastern Pontides, Jurassic volcanism, mineral chemistry, geochemistry, Sr-Nd Pb isotopes, volcanostratigraphy, alteration

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri içerisindeki yeri (Okay ve Tüysüz'den (1999) alınmıştır) .....	1
Şekil 1.2. Kuzeydoğu Türkiye'nin jeoloji haritası ve çalışılan pilot alanlar (MTA tarafından hazırlanan (URL-1) 1/500.000'lik Türkiye Jeoloji Haritası'ndan sadeleştirilerek çizilmiştir) .....	4
Şekil 1.3. Doğu Pontidler'in genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Güven'den (1993) alınmıştır. KIN: Kındıraklıdere, ELM: Elmalıdere) .....	6
Şekil 1.4. Doğu Pontidler'in Kuzey-Güney ve Aksiyal Zon'unu gösteren harita (Bektaş vd.den (1999) alınmıştır) .....	7
Şekil 1.5. Dewey vd. (1973) tarafından Jura dönemi için bölgeye ilişkin önerilen jeotektonik model (1: Kuzey Apeninler, 2: Alpler, 3: Kırım, 4: Büyük Kafkaslar, 5: Dobruca, 6: Pontidler, 7: Küçük Kafkaslar, 8: Elburuz, 9: Bayburt, 10: Karpatlar) .....	16
Şekil 1.6. (a) Robertson vd. (1991), (b) Şengör vd. (1984), (c) Dercourt vd. (1986) tarafından Jura dönemi için önerilen jeotektonik modeller .....	17
Şekil 2.1. Çalışma alanlarının kapsadığı paftaları gösterir harita (URL-2) .....	20
Şekil 3.1. Jura formasyonlarının (mavi alanlar, MTA'nın 1/500.000'lik haritasından sadeleştirilerek çizilmiştir) Doğu Pontidler'deki dağılımı ile bölgede tespit edilen ana fay güzergahlarının ilişkisi (Kurt vd.den (2006) alınmıştır). İnceleme alanlarının konumları: 1: Gülaçar, 2: Pekün-Kırıklı, 3: Kazantaş; 4: İkisü-Mescitli, 5: Zigana, 6: Akarsu, 7: Dağbaşı, 8: Sırakonaklar, 9: Karakale, 10: İşhan .....	25
Şekil 3.2. Gümüşhane-İkisü Vadisinin ayrıntılı stratigrafik özellikleri ve örnek alım seviyeleri .....	26
Şekil 3.3. Dağbaşı (Çankaya) lokasyonunun bulunduğu vadinin tabanındaki yer yer yastık bazalt şeklinde yer yer de masif yeşilimsi siyah renkli afanitik doku gösteren Jura yaşlı volkanitlerin görünümü .....	27
Şekil 3.4. Dağbaşı lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır) .....	28
Şekil 3.5. Akarsu lokasyonunun tabanındaki koyu renkli masif volkanik kayaların görünümü .....	29
Şekil 3.6. Akarsu lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır) .....	29

Şekil 3.7. Zigana lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır) .....	30
Şekil 3.8. İkisü Vadisinde yüzeylenen Jura volkanitleri ve üzerlerine uyumlu olarak gelen Berdiga Kireçtaşları .....	31
Şekil 3.9. İkisü ve Mescitli lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır ...	32
Şekil 3.10. Gümüşhane- Kelkit karayolu boyunca yüzeylenen Jura volkanitleri ve üzerlerine uyumlu olarak gelen Berdiga Kireçtaşları .....	33
Şekil 3.11. Pekün ve Kazantaş lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır ...	33
Şekil 3.12. Gülaçar lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır) .....	34
Şekil 3.13. İspir (Erzurum)- Yusufeli (Artvin) karayolu üzerinde, Sırakonaklar Köyünde yüzeylenen Jura volkanitleri .....	35
Şekil 3.14. Sırakonaklar ve Karakale lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları .....	35
Şekil 3.15. İşhan Köyü'nün batısında yüzeylenen jura volkanitleri ve Kretase yaşlı pelajik kireçtaşlarının görünümü .....	36
Şekil 3.16. İşhan lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları .....	36
Şekil 3.17. Gümüşhane-İkisü Vadisi'nin tabanında gözlenen yastık bazaltlar .....	37
Şekil 3.18. İkisü Vadisi'nin tabanında bulunan yastık bazaltların dış çeperlerinde gözlenen soğan kabuğu şeklindeki ayrışma .....	38
Şekil 3.19. Araklı- Bayburt karayolu üzerinde Dağbaşı (Çankaya) lokasyonunda gözlenen yastık bazaltlar .....	38
Şekil 3.20. Artvin-Yusufeli'nin hemen güneyinde Yeniköy civarında karayolu üzerinde Berdiga Kireçtaşları'nın hemen altında gözlenen yastık bazaltlar.....	39
Şekil 3.21. İkisü Vadisi'nde yastık bazaltlar üzerinde gözlenen bol boşluklu bazaltlar/ andezitler .....	40
Şekil 3.22. İkisü Vadisi Cebeli Köyü yolu üzerinde yüzeylenen boşluklu bazalt içerisinde mercek şeklinde çökelmiş piroklastik kayaç katmanları .....	40
Şekil 3.23. İkisü Vadisi Cebeli Köyü yolu üzerinde yüzeylenen boşluklu bazalt içerisindeki kırmızı silisli çökel merceği .....	41

Şekil 3.24. İkisu Atalar Köyü yolu üzerinde yüzeyleyen boşluklu bazaltların üzerine gelen ve volkanizmanın son ürünü olan lapilli tüfler .....	41
Şekil 3.25. İkisu Vadisi'nde bol boşluklu bazaltları düzensiz olarak kesen, iri plajiyoklas içeren andezitler .....	42
Şekil 3.26. Gümüşhane- Gökçepınar Köyü civarında yüzeyleyen boşluklu bazaltları kesen iri plajiyoklas içeren andezit daykları .....	42
Şekil 3.27. Gümüşhane- Gökçepınar Köyü civarında yüzeyleyen boşluklu bazaltları kesen andezit porfir daykları .....	43
Şekil 3.28. İkisu Vadisi'nin kuzeyinde kırmızımsı afanitik dokulu kayaç ile beraber bulunan andezit porfirler .....	43
Şekil 3.29. İkisu Vadisi'nde yüzeyleyen volkanik breş seviyesi .....	44
Şekil 3.30. Volkanik breş seviyesi içindeki (a) boşluklu bazalt/ andezit çakılı, (b) andezit porfir çakılı .....	44
Şekil 3.31. Erzurum- Uzundere ilçesinin Erzurum girişinde yol kenarında yüzeyleyen kalınlığı birkaç metre olan breşik seviye .....	45
Şekil 3.32. İkisu Vadisi'nde gözlenen breşik seviye ve üzerine gelen koyu bordo-kahve renkli kırıntılı ve açık renkli karbonatça zengin kırıntılı kayaç ar dalanması .....	46
Şekil 3.33. İkisu Vadisinde gözlenen koyu bordo- kahve renkli kırıntılı ve açık renkli karbonatça zengin kırıntılı kayaç ar dalanmasının Berdiga Formasyonu ile uyumlu geçiş gösteren dokanağı .....	46
Şekil 3.34. Yastık bazaltlarda gözlenen; (a) vesiküler-mikrolitik porfirik dokunun tek (a1) ve çapraz (a2) nikol görüntüsü (Örnek No: G35), (b) vesiküllerin çeperlerindeki klorit (K1) dolgusu ve merkezindeki kalsit (Kal) dolgusunun tek (b1) ve çapraz (b2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G35) .....	47
Şekil 3.35. Yastık bazaltlarda görülen plajiyoklas (Pl) fenokristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G34) .....	48
Şekil 3.36. Yastık bazaltlar içerisindeki ferromagnezyen minerallerin ayrışması sonucu oluşmuş Fe-Ti oksit (Fe-Ti) iskeletlerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G34) .....	48
Şekil 3.37. Boşluklu bazaltlarda gözlenen; (a) amigdaloidal-mikrolitik dokunun (B: boşluk) tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No: G12), (b) mikrolitik porfirik dokunun tek (b1) ve çapraz (b2) nikol (Örnek No: K1), (c) intersertal dokunun tek (c1) ve çapraz (c2) nikol mikroskop görüntüleri (Örnek No: G30) .....	49

Şekil 3.38. İşhan lokasyonundaki bazı örneklerde rastlanılan kuvars (Kv) kristalleri ve korana dokusunun tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: IS6) .....	50
Şekil 3.39. Boşluklu bazaltlardaki ayrılmış plajiyoklas (Pl) fenokristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No:DA8) .....	50
Şekil 3.40. Boşluklu bazaltlarda gözlenen (a) ayrışmamış klinopiroksen (K-Pr) kristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No: AK5), (b) kenar ve dilinimlerinden itibaren ayrışmış klinopiroksen (K-Pr) ve ayrışma sonucu oluşan Fe-Ti Oksit (Fe-Ti) kristallerinin tek (b1) ve çapraz (b2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G20) .....	51
Şekil 3.41. Boşluklu bazaltlardaki amfibol (Amf) olarak düşünölen minerallerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: AK9) .....	52
Şekil 3.42. Boşluklu bazaltlarda mikrolitik hamur üzerinde yer yer gelişen kalsit (Kal) ve kloritlerin (Kl) tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: DA1) .....	52
Şekil 3.43. Boşluklu bazalt seviyeleri içerisinde mercekler halinde bulunan kayaç ve mineral parçası içeren tüflerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G33) .....	53
Şekil 3.44. Boşluklu bazalt seviyeleri içerisinde bulunan silisli çökellerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G29) .....	53
Şekil 3.45. Andezit porfirlerde birbirine yaslanmış olarak bulunan plajiyoklas (Pl) fenokristalleri ve koyu kahverengi bir matriks içerisinde yüzen plajiyoklas mikrolitlerinden oluşan hamurun tek (a1) ve çapraz (a2) nikol altındaki mikroskop görüntüleri (Örnek No: G16) .....	54
Şekil 3.46. Andezit porfirlerde ayrışmış olarak gözlenen plajiyoklas (Pl) fenokristalleri ve ayrışmış ferromagnezyen (Fm) minerallerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G15) .....	54
Şekil 3.47. Breşik seviye üzerine gelen ince-orta katmanlı kırıntılı kayaç serisi içerisindeki mor renkli epiklastik kayaçların tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G17) .....	55
Şekil 3.48. Plajiyoklas analizlerinden elde edilen verilerin Ab-Or-An uç üye üçgenindeki konumları; (a) Dağbaşı- Akarsu- Zigana, (b) İkisü- Mescitli, (c) Pekün- Gülaçar- Kazantaş, (d) İşhan- Sırakonaklar- Karakale .....	57
Şekil 3.49. Piroksen analizlerinden elde edilen verilerin En-Wo-Fs uç üye üçgenindeki konumları; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkisü-Mescitli, (c) Pekün-Gülaçar- Kazantaş, (d) Sırakonaklar (Morimoto vd., 1988) (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	58

Şekil 3.50. İkisü ve Akarsu lokasyonları volkanitlerine ait amfibollerin Leake (1978) sınıflama diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) ..	59
Şekil 3.51. Oksit minerallerinin analizlerinden hesaplanan $Fe^{+2}$ , Ti, $Fe^{+3}$ katyon değerlerinin $FeO-TiO_2-Fe_2O_3$ üçgenindeki (Bacon ve Hirschmann, 1988) konumları; (a) Dağbaşı - Akarsu - Zigana, (b) İkisü - Mescitli, (c) Pekün - Gülaçar - Kazantaş, (d) İşhan - Sırakonaklar - Karakale (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	60
Şekil 3.52. Pumpelleyit minerallerinin analizlerinden hesaplanan toplam Al, $Fe^*$ , Mg katyon değerlerinin Al- $Fe^*$ -Mg üçgenindeki konumları ve farklı metamorfik fasiyeslerde oluşmuş pumpelleyit minerallerinin bileşimsel değişim alanları (Coombs et al., 1976 ve Schiffman and Liou, 1980) (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	61
Şekil 3.53. İncelenen volkanitlerde bulunan kloritlerin Foster (1962) sınıflama diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	62
Şekil 3.54. İncelenen volkanitlerin $SiO_2$ 'ye karşı toplam alkali diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar, 1971) (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)...	63
Şekil 3.55. İncelenen volkanitlerin Ross ve Bedard (2009) tarafından önerilen, (a) Y'a karşı Zr ve (b) Zr/Y'a karşı Th/Yb diyagramlarındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	64
Şekil.3.56. İncelenen volkanitlerin Winchester ve Floyd (1976) tarafından önerilen $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$ karşı $SiO_2$ diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	64
Şekil 3.57. İncelenen volkanitlerin Pearce (1996) tarafından önerilen Nb/Y'a karşı Zr/Ti diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	65
Şekil 3.58. İncelenen volkanitlerin $SiO_2$ 'e (%) karşı ana element (%) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	66
Şekil 3.59. İncelenen volkanitlerin $SiO_2$ bileşimine karşı (a) Ni, (b) Sc, (c) Cr ile (d) V (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	68
Şekil 3.60. İncelenen volkanitlerin (a) $SiO_2$ ve (b) $Al_2O_3$ bileşimlerine karşı Ga (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	71
Şekil 3.61. İncelenen volkanitlerin $SiO_2$ bileşimine karşı (a) Rb (ppm), (b) Sr (ppm) ve (c) Ba (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir). .....	72
Şekil 3.62. İncelenen volkanitlerin $SiO_2$ bileşimine karşı Nb değişim diyagramı (sarı bantla işaretlenen Nb bileşim aralığı ada yayları bazaltları için Kerricch ve Wyman'dan (1996) alınmıştır. Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	73

Şekil 3.63. İncelenen volkanitlerin SiO <sub>2</sub> bileşimine karşı Zr değişim diyagramı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	74
Şekil 3.64. Jura volkanitlerinin SiO <sub>2</sub> bileşimine karşı Th değişim diyagramı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	75
Şekil 3.65. İncelenen volkanitlerin n-OOSB'ye göre normalize edilmiş (Sun ve McDonough, 1989) çoklu element yönsemeleri; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkisü-Mescitli, (c) Pekün-Gülaçar-Kazantaş ve (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları (normalize n-OOSB ile OAB (Okyanus Adası Bazaltı) değerleri Sun ve McDonough'dan (1989) alınmıştır. Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	76
Şekil 3.66. İncelenen volkanitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element yönsemeleri; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkisü-Mescitli, (c) Pekün-Gülaçar-Kazantaş ve (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları (normalize değerleri Boynton'dan (1984) alınmıştır. OAB ve n-OOSB değerleri Sun ve McDonough'dan (1989) alınmıştır, Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	78
Şekil 3.67. İncelenen volkanitlerin 170 My'a göre hesaplanmış <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr <sub>(i)</sub> oranına karşı εNd <sub>(i)</sub> değerleri (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir). Şekilde kullanılan izotop oranları Küçük Antiller Hawkesworth vd.den (1979); Aleutian Adaları Yayı McCulloch ve Perfit'den (1981); Sunda Yayı Nohta ve Wasserburg'dan (1981); Banda Yayı Whitford vd.den (1981); Peru James'den (1982); Şili Hawkesworth vd.den (1982); Doğu Pontid Jura yaşlı gabrolar Eyüboğlu'dan (2016), Paleozoik yaşlı Gümüşhane Granitoyidi Topuz vd.den (2010) ve Başoba Granitoyidi Kaygusuz vd.den (2016), Jura dönemine ait deniz suyu Sr ve Nd izotop değerleri Veizer'den (1989) alınmıştır .....	79
Şekil 3.68. İncelenen volkanitlerin <sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> karşı (a) <sup>207</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> , (b) <sup>208</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> izotop oranları. Atlantik OOS bazaltları ZM-I ZM-II, HIMU değerleri Zindler ve Hart'dan (1986), Küçük Antiller ve Mariana ada yayları ile Batı ABD aktif kıta kenarına ait değerler Rollinson'dan (1993) alınmıştır. KYRH: Kuzey Yarıküre Referans Hattı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	80
Şekil 3.69. İncelenen volkanitlerin (a) <sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb karşı <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd, (b) <sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb karşı <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr izotop oranları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir). (Kaynak alanları Şekil 3.68'deki gibidir) .....	81
Şekil 4.1. Magmatik kayaçların ayrışma yönsemelerini gösteren F-M-W diyagramında (Ohta ve Arai, 2007) çalışılan örneklerin konumu (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	87
Şekil 4.2. Nesbitt ve Young (1982) tarafından oluşturulan ayrışma derecelerini gösteren diyagramda incelenen örneklerin konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	88

Şekil 4.3.	Ateşte Uçucu Kaybı (AUK) ile (a) Zr (ppm), (b) Nb (ppm), (c) La (ppm) ve (d) Y (ppm); Kimyasal Ayrışma İndeksi (KAİ) ile (e) Zr (ppm), (f) Nb (ppm), (g) La (ppm) ve (h) Y (ppm) arasındaki ilişkiler. Grafiklerin sağ üst köşesinde analitik hata payları çizgisel olarak gösterilmiştir .....	90
Şekil 4.4.	İncelenen volkanitlerdeki (a) Zr (ppm)-Hf (ppm) ile (b) Zr (ppm)-Nb (ppm) çiftlerinin ilişkileri .....	91
Şekil 4.5.	İncelenen volkanitlerin Ta/Yb oranına karşı Th/Yb diyagramındaki konumları (Pearce, 1982), şekilde ayrıca Mariana, Küçük Antiller ve Merkezi Antlar (Rollinson, 1993) örnek olarak verilmiştir. (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	93
Şekil 4.6.	İncelenen volkanitlerin (a) La/Yb oranına karşı Nb/La değişimi (diyagramda gösterilen astenosfer, litosfer ve astenosferik manto karışımını gösteren kesikli çizgiler Smith vd., (1999) ile Weaver vd.den, (1987), ortalama OAB değeri Fitton vd.den (1991), ortalama kabuk değeri Chen ve Arculus'dan (1995) alınmıştır), (b) La/Yb oranına karşı Tb/Yb diyagramı, (c) Nb/Yb oranına karşı TiO <sub>2</sub> /Yb (Pearce, 2008) diyagramı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	95
Şekil 4.7.	İncelenen volkanitlerin (a) (Ta/La) <sub>N</sub> karşı (Hf/Sm) <sub>N</sub> (Hofmann ve Jochum, 1996), (b) La/Nb karşı Ba/Nb (Liua, 2008), (c) Nb/Y oranına karşı Th/Nb, (d) Y (ppm) karşı Th/Nb diyagramı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)....	95
Şekil 4.8.	İncelenen volkanitlerin Verma ve Agrawal'ın (2011) önermiş olduğu tektonik ayırtman diyagramlardaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	96
Şekil 4.9.	İncelenen volkanitlerin Th-Hf/3-Ta üçgen ayırtman diyagramındaki (Wood,1980) konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	97
Şekil 4.10.	İncelenen volkanitler içerisinde bulunan klinopiroksen analizlerinden itibaren hazırlanan (a) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> karşı SiO <sub>2</sub> , (b) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> karşı TiO <sub>2</sub> Le Bas (1962) ayırtman diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	99
Şekil 4.11.	İncelenen volkanitler içerisinde bulunan klinopiroksenlerin (a) F1 ve F2 (Nisbet ve Pearce, 1977; VAB, Volkanik Adayayı Bazaltı; OTB, Okyanus Tabanı Bazaltı; POT, Plaka Ortası Toleyitik Bazaltı; POAB, Plaka Ortası Alkalen Bazalt), (b) Al <sub>(total)</sub> karşı Ti (Letterrier vd., 1982), (c) Ca karşı Ti+Cr (Letterrier vd., 1982) diyagramlarındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) .....	100



- Şekil 4.12. Tüketilmiş mantonun yitim bileşenleri ile karışarak metasomatizmaya uğradığını gösterir model; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonları, (b) İkisu-Mescitli Lokasyonları, (c) Gülaçar-Kazantaş lokasyonları, (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları, [D-DMM, tüketilmiş-tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltını üretmiş manto (%15 tüketilmiş DMM); DMM, tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltını üretmiş manto; PM, primitif manto]. Lacivert üçgenlerin oluşturduğu yönseme, DMM ile GLOSS'un karışımı sonucu oluşan metasomatizmanın yönsemesini gösterir. Metasomatizma yönsemesi üzerinde işaretlenmiş kırmızı karelerden itibaren (metasomatizma derecelerinden) turuncu çizgiler non-modal batch bölümsel ergime modellerinin şematik ergime eğrilerini gösterir. (DMM, Kerrich ve Wyman, 1996; PM, Palme and O'Neill, 2004; GLOSS, Plank and Langmuir, 1998; Kelley et al., 2003). (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) ..... 105
- Şekil 4.13. İncelenen volkanitler Cr (ppm) karşı Ni (ppm) diyagramı. Olivin+klinopiroksen farklılaşma eğrisi Hart ve Davis'in (1978)primitif yay bazaltları için önerdiği Cr/Ni= 2 olarak çizilmiştir. Parantez içerisinde verilen değerler Olivin ve klinopiroksenin farklılaşma derecelerini gösterir hesaplamalardır (örneğin 4,1 %4 olivin, %1 klinopiroksen). (Semboller Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) ..... 108
- Şekil 4.14. D-DMM ile GLOSS'un Th'a karşı (a)  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ , (b)  $^{144}\text{Nd}/^{143}\text{Nd}_{(i)}$ , (c)  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  izotop oranları karışım eğrisi. Ayrıca şekillere incelenen volkanitlerin Th ve izotop oranları düşürülmüştür. Mor çizgilerin arası metasomatize olmuş manto içerisindeki izotop oranı aralığını gösterir (maksimum ile gösterilen ok D-DMM'den itibaren en fazla izotop zenginleşmesini, minimum ile gösterilen ok D-DMM'den itibaren en az izotop zenginleşmesini gösterir). D-DMM ve GLOSS değerleri Şekil 4.12'deki gibidir) ..... 109
- Şekil 4.15. İncelenen örneklerdeki plajiyoklas analizlerinden itibaren hesaplanan Ab-Or-An bileşimlerinin Fuhrman ve Lindsley (1988) ile Elkins ve Grove'un (1990) geliştirmiş olduğu grafiksel plajiyoklas jeotermometresindeki konumları; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkisu-Mescitli, (c) Pekün-Kazantaş, (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) ..... 112
- Şekil 4.16. Örnekler içerisinde bulunan Fe-Ti oksitlerden itibaren Powell ve Powell (1977) ve Spencer ve Lindsley (1981) göre hesaplanmış sıcaklık ve  $f\text{O}_2$  değerlerinin Frost (1991) tarafından önerilen farklı oksit bufferlarına göre konumları ..... 116
- Şekil 4.17. Ridolfi vd.nin (2010) önermiş olduğu sıcaklık-basınç diyagramında incelenen amfibollerin konumları ..... 118

- Şekil 4.18. İncelenen volkanitlerdeki fenokristallerden itibaren hesaplanan soğuma eğrisi ..... 119
- Şekil 4.19. İncelenen volkanitlerin kimyasal analizlerinden itibaren hesaplanmış (a) yoğunluğa karşı viskozite, (b) Mg# karşı yoğunluk, (c) yoğunluğa karşı ateşte uçucu kaybı, (d) viskoziteye karşı ateşte uçucu kaybı diyagramları... 121
- Şekil 4.20. Liou vd. (1987) tarafından bazaltik kayalar için deneysel çalışmalar ve termodinamik veriler kullanılarak hazırlanmış T-P diyagramı. Gri alanda görülen reaksiyonlar sonucu oluşmuş fazların bazıları incelenen kesitlerde gözlenmiştir. Diyagramda rakamlarla gösterilen reaksiyon eğrileri; (1)  $St = Lm + H_2O$ , (2)  $Anl + Kv = Ab + H_2O$ , (3)  $Lm + Pr = Kz + Kv + H_2O$ , (4)  $Lm + Kv = Yu$ , (5)  $Yu = Vr + Kv + H_2O$ , (6)  $Vr = An + Kv + H_2O$ , (7)  $Pr = Kz + Gn + Kv + H_2O$ , (8)  $Pr + Kl + Kv = Kz + Tr + H_2O$ , (9)  $Lm = Vr + H_2O$ , (10)  $Lm + Pm = Kz + Kl + Kv + H_2O$ , (11)  $Lm + Pr = Kz + Kv + H_2$  ..... 122
- Şekil 4.21. G15, G35 ve DA6 örneklerinin difraktomları ..... 123
- Şekil 4.22. Mikroskopik olarak incelenen örnekler içerisindeki (a) altere plajiyoklas (Pl) kristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No:G16); (b) dilinimlerinden itibaren altere olmaya başlamış klinopiroksen (K-pr) kristallerinin tek (b1) ve çapraz (b2) nikol (Örnek No:D2) ve (c) boşluk ve damarlarda oluşmuş kalsit/dolomit (Kal/Dol) kristallerinin tek (c1) ve çapraz (c2) nikol (Örnek No:G35) ..... 124
- Şekil 4.23. Mikroskopik olarak incelenen örnekler içerisindeki (a ve b) hamurun alterasyonu sonucu oluşmuş klorit (Kl) kristallerinin tek (a1 ve b1) ve çapraz (a2 ve b2) nikol (Örnek No:G35 ve G34); (c) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş klorit kristallerinin tek (c1) ve çapraz (c2) nikol (Örnek No:DA8); (d) hamurun alterasyonu sonucu oluşmuş epidot (Ep) kristallerinin tek (d1) ve çapraz (d2) nikol (Örnek No:DA4) görüntüleri .. 125
- Şekil 4.24. Mikroskopik olarak incelenen örnekler içerisindeki (a) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş klorit (Kl), pumpelleyit (Pum) kristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No:DA1); (b) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş klorit, zeolit (Zeo) kristallerinin tek (b1) ve çapraz (b2) nikol (Örnek No:DA1); (c) damar dolgusu olarak kristallenmiş pumpelleyit, kalsit kristallerinin tek (c1) ve çapraz (c2) nikol (Örnek No:G18A); (d) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş pumpelleyit kristallerinin tek (d1) ve çapraz (d2) nikol (Örnek No:G23) görüntüleri ..... 127
- Şekil 4.25. İncelenen volkanitlerin tüm kayaç analizlerinden itibaren hesaplanan ACF (A:  $Al_2O_3$ , C: CaO, F: FeO+MgO) değerlerinin Spear (1993) tarafından prehnit-pumpelleyit fasiyesi kayaları için oluşturulan ACF diyagramlarındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir) ..... 128
- Şekil 4.26. İncelenen volkanitlerdeki klorit minerallerinden itibaren hesaplanmış sıcaklık değerleri ..... 130

Şekil 4.27. Çalışma alanındaki Jura volkanitlerinin alterasyonunu gösteren model..... 132

Şekil 4.28. Sakarya Zonunun (1) Genç ve Tüysüz'ün (2010) Orta ve Batı Pontidler'de, (2) Meijers vd.nin (2010) Kırım Yarımadası'nın güneyinde, (3), Mederer vd.nin (2013) Ermenistan'ın Kapan Zonu bölgesinde Jura volkanitleri üzerinde çalışma yaptıkları lokasyonlar (Türkiye'nin ve çevresinin tektonik birliklerini gösteren harita Okay ve Tüysüz'den, (1999) alınmıştır) ..... 134



## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1.	İkisu, Mescitli, Dağbaşı, Akarsu, Pekün, İşhan, Karakale, Zigana lokasyonlarındaki kayaçların SiO <sub>2</sub> (%), Rb (ppm), Sr (ppm), Sm (ppm), Nd (ppm) içerikleri, ölçülen <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr, <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd izotop değerleri ve 170 my'a göre hesaplanmış <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr <sub>(i)</sub> , <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd <sub>(i)</sub> ve εNd <sub>(i)</sub> değerleri. Ölçülen izotop verilerinde parantez içinde verilen rakamlar analitik ölçümler sırasında yapılan 1σ hata paylarını göstermektedir. ZL5 ile P3 arasındaki örnekler Şen'den (2007) alınmıştır .....	82
Tablo 3.2.	İkisu, Mescitli, Dağbaşı, Akarsu, Pekün, İşhan, Karakale, Zigana lokasyonlarındaki kayaçların SiO <sub>2</sub> (%), Th (ppm), U (ppm), Pb (ppm) içerikleri, ölçülen <sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb, <sup>207</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb, <sup>208</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb izotop değerleri ve 170 my'a göre hesaplanmış <sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> , <sup>207</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> , <sup>208</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> değerleri. Ölçülen izotop verilerinde parantez içinde verilen rakamlar analitik ölçümler sırasında yapılan 1σ hata paylarını göstermektedir .....	83
Tablo 3.3.	İkisu, Mescitli, Dağbaşı, Akarsu, Pekün, lokasyonlarındaki kayaçların Re (ppb), Os (ppb), Ir (ppb), Ru (ppb), Pt (ppb), Pd (ppb) içerikleri, <sup>187</sup> Re/ <sup>188</sup> Os ve <sup>187</sup> Os/ <sup>188</sup> Os izotop değerleri. <sup>187</sup> Os/ <sup>188</sup> Os <sub>T</sub> günümüz izotop oranını gösterir .....	85
Tablo 4.1.	Ayrışmadan ve alterasyondan diğer iz elementlere göre daha az etkilendiği düşünülen geçiş elementleri ile yüksek alan enerjili elementlerin farklı tektonik ortamlarda bulunan bazaltlardaki bolluk oranları (primitif manto, n-OOSB, e-OOSB Kerrich ve Wyman'dan (1996), ortalama ada yayı değerleri URL-4'den .....	98
Tablo 4.2.	İncelenen kayaçlardaki piroksen analizlerinden itibaren Putirka (2008) göre hesaplanan K <sub>D</sub> , sıcaklık ve basınç değerleri .....	114
Tablo 4.3.	Powell ve Powell (1977), Spencer ve Lindsley (1981), Andersen ve Lindsley'e (1985) göre, Fe-Ti Oksit analizlerinden hesaplanan sıcaklık (°C) ve oksijen kısmi basınç (log <sub>10</sub> f <sub>O2</sub> ) değerleri .....	115
Tablo 4.4.	Ridolfi vd.ne (2010) göre, incelenen amfibollerden hesaplanan, sıcaklık, basınç, kısmi oksijen fugasitesi (ΔNNO olarak) ve amfibol içeren magmanın su içeriği değerleri .....	117
Tablo 4.5.	Cathelineau (1988) ve Jowett'e (1991) göre hesaplanmış klorit sıcaklıkları .....	129

Tablo 4.6.	Doğu Pontidler (Trabzon - Gümüşhane - Erzurum - Artvin) ile Sakarya Zonunun (1) Genç ve Tüysüz'ün (2010) Orta ve Batı Pontidler'de, (2) Meijers vd.'nin (2010) Kırım Yarımadası'nın güneyinde, (3), Mederer vd.nin (2013) Ermenistan'ın Kapan Zonu bölgesinde Jura volkanitleri üzerinde yaptıkları çalışmaların karşılaştırılması .....	135
Ek Tablo 1.	Çalışma alanından derlenen örneklerin koordinat bilgileri ve dokusal özellikleri .....	160
Ek Tablo 2.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar. Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait feldspatların mikroprob analiz sonuçları, 8 oksijene göre hesaplanmış katyonları ve uç bileşenleri .....	164
Ek Tablo 3.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait piroksenlerin mikroprob analiz sonuçları, 6 oksijene göre hesaplanmış katyonları, uç bileşenleri ile Putirka'ya (2008) göre hesaplanmış sıcaklık, basınç ve $K_D$ değerleri .....	185
Ek Tablo 4.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait amfibollerin mikroprob analiz sonuçları ve 23 oksijene göre hesaplanmış katyon değerleri, Ridolfi vd.ne (2010) göre hesaplanmış sıcaklık, kısmi oksijen fugasitesi, basınç, magmanın su içeriği .....	195
Ek Tablo 5.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları, 3 (titanomanyetit serisi) ve 4 (titanohematit serisi) oksijene göre hesaplanmış katyon değerleri .....	197
Ek Tablo 6.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait pumpelleyit ve prehnitlerin mikroprob analiz sonuçları, 28 (pumpelleyit) ve 14 (prehnit) oksijene göre hesaplanmış katyon değerleri .....	204

Ek Tablo 7.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait kloritlerin mikroprob analiz sonuçları, 28 oksijene göre hesaplanmış kanyon değerleri, Cathelineau'a (1988) göre hesaplanmış $Al^{IV}$ , sıcaklık, Jowett'e (1991) göre hesaplanmış $Al^{IV}_c$ , sıcaklık değerleri ..	207
Ek Tablo 8.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait epidotların mikroprob analiz sonuçları .....	210
Ek Tablo 9.	Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait sfenlerin mikroprob analiz sonuçları .....	211
Ek Tablo 10.	Çalışılan lokasyonlardaki volkanitlere ait tüm kayaç ana (%) ve iz (ppm) element kimyasal analizleri ve CIPW normatif bileşimi, yoğunluk ( $g/cm^3$ ) ve viskozite (poise) değerleri .....	212
Ek Tablo 11.	Çalışılan lokasyonlardaki volkanitlere lantan grubu element (ppm) analizleri .....	224
Ek Tablo 12.	İncelenen volkanitlerde mikroskop, mikroprob ve XRD difraktolarından tespit edilen mineraller .....	229
Ek Tablo 13.	İK1 örneğinin New Mexico Geochronological Research Laboratuvarında yapılan $^{40}Ar$ - $^{39}Ar$ analiz sonuçları .....	238

## SEMBOLLER DİZİNİ

Ab	: albit
Amf	: amfibol
An	: anortit
Anl	: analsim
AUK	: ateşte uçucu kaybı
AYB	: ada yayı bazaltları
cm	: santimetre
C <sub>L</sub>	: ergiyikteki konsantrasyon
D-DMM	: tüketilmiş-tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltını üretmiş manto (%15 tüketilmiş DMM)
DMM	: tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltını üretmiş manto
Dol	: dolomit
e-OOSB	: zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları
En	: enstatit
Ep	: epidot
FC	: kristallenme ile farklılaşma
Fm	: ferromagnezyen
Fs	: ferrosillit
GB	: güneybatı
GLOSS	: global subduction sediments (küresel yitim tortuları)
Gr	: grossüler
HIMU	: yüksek U/Pb oranı gösteren manto
ICP-ES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma Emisyon Spektrometri
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometri
İLM	: ilmenit
KAI	: Kimyasal Ayrışma İndisleri
Kal	: kalsit
KD	: kuzeydoğu
K <sub>D</sub>	: mineral ergiyik denge sabiti
Kl	: klorit
km	: kilometre

KRB	: kıtasal riftleşmeye bağlı gelişen bazaltlar
KTÜ	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
Kv	: kuvars
Kpr	: klinopiroksen
KYRH	: kuzey yarıküre referans hattı
Kz	: klinozoisit
LGE	: lantan grubu elementleri
Lm	: laumontit
m	: metre
MAG	: manyetit
mm	: milimetre
MTA	: Maden Tetkik Arama Enstitüsü
M	: mafik kayalar için ayrışma indisi
My	: milyon yıl
Mg#	: Magnezyum sayısı
n-OOSB	: normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları
OAB	: Okyanus Adası Bazaltı
ODP:	: okyanus tabanı sondaj projesi (Ocean Drilling Programme)
Or	: ortoklas
OTB	: okyanus tabanı bazaltları
P	: basınç
Pl	: plajiyoklas
PM	: ilksel manto
POAB	: plaka ortası alkalin bazalt
POB	: plaka ortası bazaltları
POT	: plaka ortası toleyitik bazaltı
ppm	: milyonda bir parça ( $\mu\text{gr}/\text{gr}$ )
Prh	: prehnit
Pum	: pumpelleyit
St	: stilbit
T	: sıcaklık
Ti-MAG	: Ti içeren manyetit
Tr	: tremolit

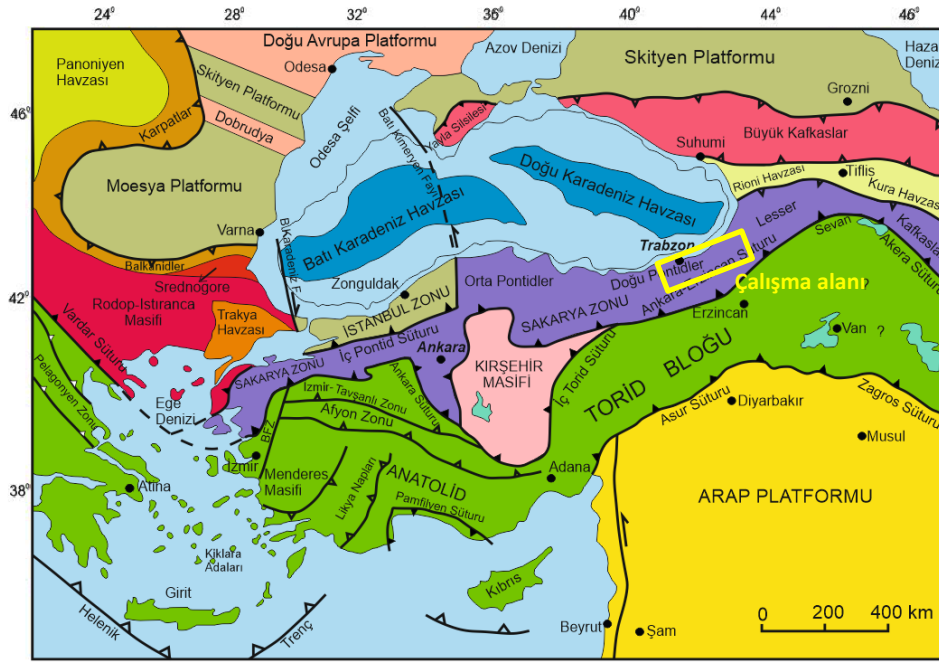


TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
VAB	: volkanik ada yayı bazaltları
Vr	: varyakit
Yu	: yugaveralit
Zeo	: zeolit
ZM-I	: Zenginleşmiş Manto Kaynağı-I
ZM-II	: Zenginleşmiş Manto kaynağı-II
$fO_2$	: kısmi oksijen basıncı
$\Delta NNO$	: kısmi oksijen fugasitesinin NiNiO bufferından farkı
$\mu m$	: mikrometre
XRD	: X ışınları kırılımı
Wo	: wollastonit
$\epsilon Nd$	: Nd izotopik bileşiminin bir manto rezervuarına göre oranı

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'ne karşılık gelen bölge, jeoloji literatüründe Doğu Pontidler olarak adlandırılır (Şekil 1.1, Ketin, 1966). Doğu Pontidler, coğrafi olarak Karadeniz'in güneydoğu kıyısında Doğu Karadeniz kıyısı çevresini kapsayan yaklaşık 500 km uzunluğunda ve 100 km genişliğinde bölgeyi karşılayan bir terimdir. Tektonik olarak ise Doğu Pontidler, Sakarya Zonu'nun doğu kesimini oluşturur (Okay ve Tüysüz, 1999). Güney sınırı İzmir-Ankara-Erzincan suture zonedur. Kuzeyinde Karadeniz Havzası yer alır, doğuda Küçük Kafkaslar'a uzanarak burada Adjara-Trialeti ve Artvin-Karabağ zonlarıyla korele edilebilir (Yılmaz vd., 2000).



Şekil 1.1. İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri içerisindeki yeri (Okay ve Tüysüz'den (1999) alınmıştır)

Doğu Pontidler'in jeodinamik evrimi halen bir tartışma konusudur. Alp-Himalaya orojenik kuşağı içerisinde yer alan Paleo ve Neo-Tetis okyanuslarının evrimi ile ilişkili olan Türkiye'nin tektonik evrimi, Lavrasya ile Gondwana kıtalarının Paleozoyik öncesinden günümüze kadar birbiriyle göreceli hareketleri sonucu oluşmuş olaylarla

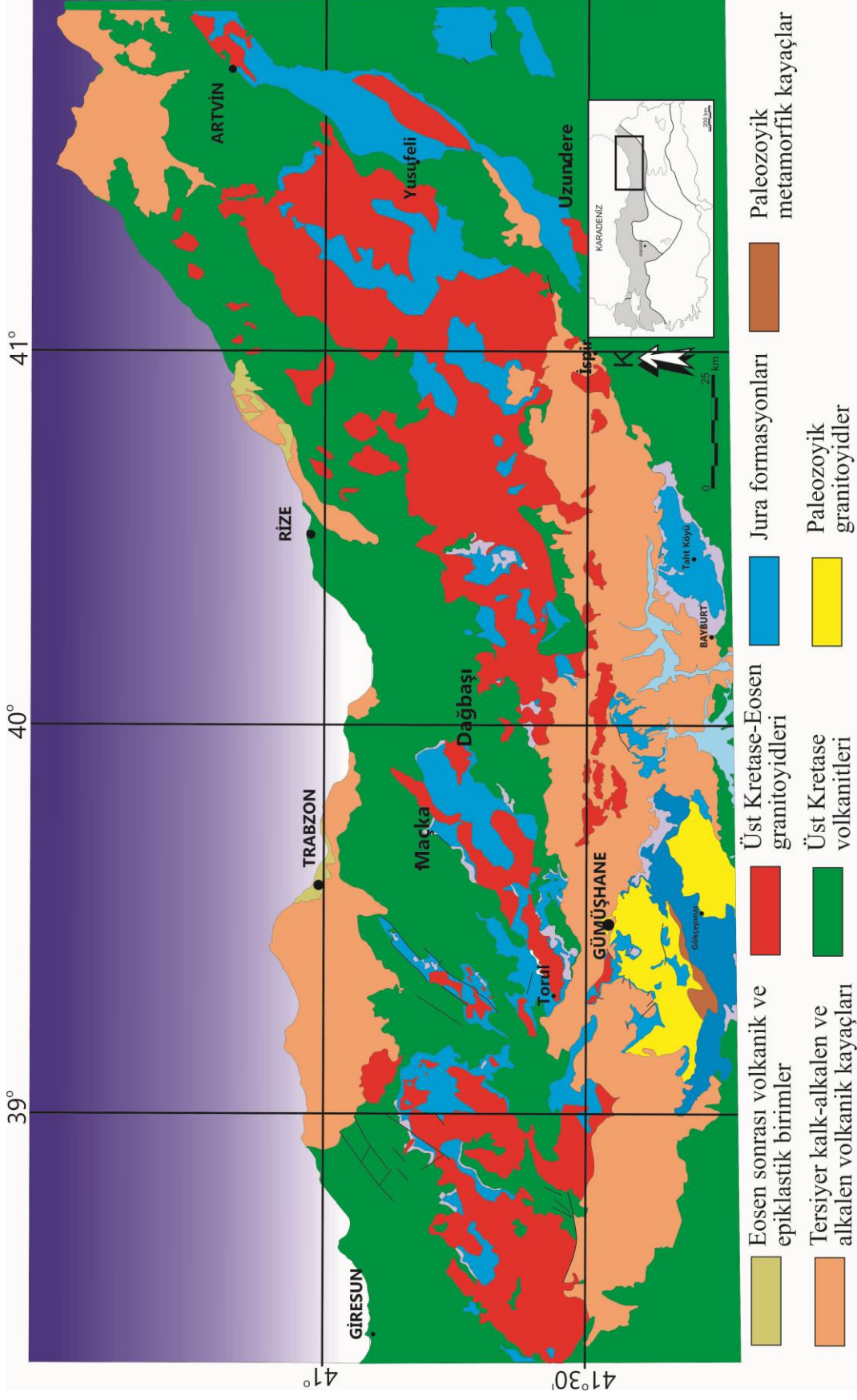
yakından ilişkilidir. Plaka tektoniği kuramıyla jeolojik olayların açıklanmaya başlandığı 1970’li yıllardan itibaren Pontidler’in bir yitim zonu üzerinde gelişmiş olduğu düşüncesi ortaya konulmuştur. Dewey vd.nin (1973) Pontidler’i de içine alan Paleotetis havzası için yapmış olduğu ilk modelde Pontidler ilk kez Paleotetis’in yitimi sonucu oluşmuş bir ada yayı olarak yorumlanmıştır. Magmatik bir kayacın jeokimyasal ve izotopik özelliklerinin, oluştukları tektonik ortamla ilişkisinin ortaya konulması plaka tektoniği modellemesi çalışmalarının daha ayrıntılı olarak yapılmasını sağlamıştır. Bu sırada gelişen analiz yöntemleri, daha hassas jeokimyasal ve izotopik analizlerin yapılmasına imkan tanıyarak bu çalışmaları desteklemiştir. Dolayısıyla 1970’li yıllardan sonra özellikle volkanik kayaçların jeokimyasal ve izotopik özellikleri hangi tektonik ortamda oluştuğunun göstergesi olmuştur.

Doğu Pontidler’de yüzeylenen volkanik kayaçlar da 1970’li yıllar ve sonrasında bu bağlamda bir çok yerli ve yabancı araştırmacının araştırma konusu olmuştur. Çok geniş alanlarda yüzeyleme veren Doğu Pontid Üst Kretase volkanitlerinin ve bunlarla ilişkili maden yataklarının varlığı bu kayaçların daha öncelikli ve ayrıntılı olarak çalışılmasına neden olmuştur. Doğu Pontidler’in bir parçası olan ve Paleozoyik temel üzerine gelen Jura formasyonları içerisindeki volkanitler son yıllara kadar yeterince ayrıntılı olarak çalışılmamıştır (Şekil 1.2).

Pontidler’in oluşumu Paleozoyik (hatta Paleozoyik öncesi) döneminde başlamış, günümüzde de halen devam etmektedir. Gümüşhane Granitoyidi başta olmak üzere Doğu Pontidler’de bulunan irili ufaklı Permo-Karbonifer yaşlı granitoyidler bu dönemde oluşmuş bir yitimle ilişkilidirler (Topuz vd., 2010; Dokuz vd., 2010; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2012 ve 2016). Permiyen ve Triyas dönemine ait yakın döneme kadar çok fazla veri bulunamamıştır. Ancak yakın zamanda yapılan çalışmalar bu dönemlerin anlaşılması için önemli ipuçları içerir (Karlı vd., 2016). Ancak yine de bu dönemlerin tamamen anlaşılması için bu dönemlere ait daha fazla yüzeylemenin incelenmesi gerekmektedir. Jura, Geç Kretase ve Eosen dönemleri, Pontidler’i oluşturan üç volkanik dönem olarak yorumlanmış ve bu dönemlerde oluşan volkanizmaların kökenini açıklamak için farklı tektonik modeller önerilmiştir. Bu modeller: (i) Dewey vd.nin (1973) önerdiği ve daha sonra Bektaş vd. (1984), Eyüboğlu vd.nin (2006, 2016a ve 2016b) desteklediği Paleotetis’in Paleozoyik’ten günümüze kadar kuzeyden güneye doğru yitimi, (ii) Adamia vd. (1977) tarafından önerilen ve devamında bir çok destekçisi olan Robertson ve Dixon (1984), Robinson vd. (1995), Okay ve Şahintürk (1997), Okay ve Tüysüz (1999)

Paleotetis'in Paleozoyik'ten Eosen sonuna kadar güneyden kuzeye doğru yitimi, (iii) Şengör ve Yılmaz'ın (1981) Paleozoyik'ten Orta Jura'ya kadar Paleotetis'in kuzeyden güneye yitimi ve Paleotetis'in kapanması, kapanan Paleotetis'in güneyinde açılan Neo-tetis Okyanusu'nun ise Geç Kretase'den Eosen sonuna kadar güneyden kuzeye doğru yitimidir (Dokuz vd., 2010; Karlı vd. 2017). Bu genel modeller içerisinde Jura volkanizmasını çalışan bazı araştırmacılar Jura volkanitlerini Neo-tetis'i aan riftleşme ile ilişkilendirirken diğer bazı araştırmacılar bu volkanitlerin yay içi riftleşme (genleşmeli tektonik rejim) altında oluştuklarını ileri sürmüştür.

Bu alışmada Doğu Pontidler'de yüzeylenen Jura volkanitlerinin jeokimyasal, mineralojik ve izotopik bileşimleri gelişen analiz imkanları da kullanılarak araştırılarak kökenleri yorumlanmıştır.



Şekil 1.2. Kuzeydoğu Türkiye'nin basitleştirilmiş jeoloji haritası (MTA tarafından hazırlanan (URL-1) 1/500.000'lik Türkiye Jeoloji Haritası'ndan yararlanılarak çizilmiştir)

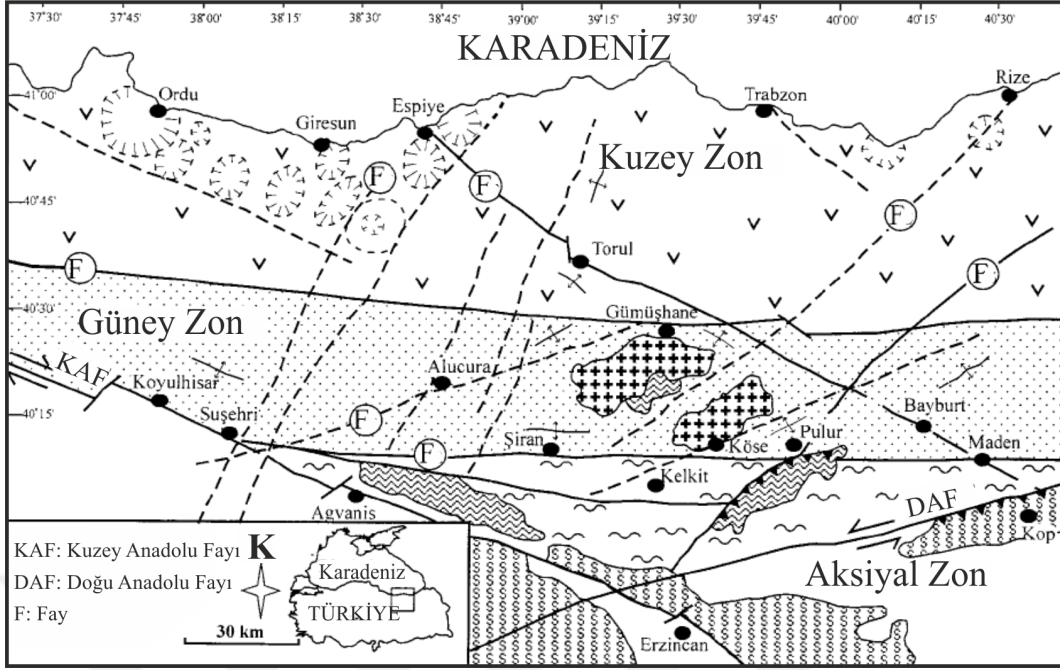
## 1.2. Doğu Pontidler'in Stratigrafisi

Doğu Pontidler'e ait genel bir stratigrafik kolon kesit Şekil 1.3'te verilmiştir. Doğu Pontidler litolojik, fasiyes ve tektonik özelliklerine göre üç alt zona ayrılmıştır (Bektaş vd., 1995). Bunlar; Kuzey Zon, Güney Zon ve Aksiyal Zon olarak isimlendirilmiştir (Şekil 1.4). Bu çalışmada incelenen Jura kayaları volkanik ve piroklastik kayaların sıklıkla gözlemlendiği Kuzey Zon'da ve tortul kayaların daha sık bulunduğu Güney Zon'da bulunur.

Topuz vd. (2010) tarafından Doğu Pontidler'in tabanında Jura öncesi temele ait kayaların dört farklı litolojide bulunduğu rapor edilmiştir. Bunlar; (i) Erken Karbonifer düşük basınç yüksek sıcaklık metamorfileri (Okay, 1996; Topuz ve Alther, 2004; Topuz vd., 2004a ve 2007), (ii) Permo-Triyas yüksek basınç düşük sıcaklık metamorfileri (Okay ve Göncüoğlu, 2004; Topuz vd., 2004b), (iii) metamorfize olmamış yitimle ilişkili Geç Karbonifer- Erken Permiyen granitoidleri (Yılmaz, 1974; Çoğulu, 1975; Bergougnan, 1987; Bozkuş, 1992; Topuz vd., 2010; Dokuz vd., 2010; Dokuz, 2011; Kaygusuz vd., 2012 ve 2016; Karlı vd., 2016), (iiii) Permo-Karbonifer sedimanter molaslarıdır (Okay ve Leven, 1996; Çapkınoğlu, 2003). Bu kayalar Pontidler'in Güney Zonunda yaygın olarak yüzeylenir. Kuzey Zonda Boynukalın'ın (1990) Giresun-Aksu Vadisinde rapor ettiği düşük dereceli metamorfite ile Kaygusuz vd.nin (2012 ve 2016) rapor ettiği granitoidler dışında Jura öncesi temele ait kayalara rastlanmaz. Jura volkanitleri yukarıda anlatılan temel üzerine hem Kuzey hem de Güney Zon'da uyumsuz olarak gelmektedir.

Bu birimlerin dışında Jura öncesi temelde, Karlı vd. (2014) Gümüşhane Granitoidi'ni kesen Geç Triyas yaşlı kalk-alkalen lamprofirik kayaları, Eyüboğlu vd. (2016) ise Tokat ve Pulur metamorfik masiflerini kesen yitim ilişkili Triyas yaşlı mafik-ultramafik Alaska tipi sokulum kayalarını rapor etmiştir. Ancak bu kayaların Jura yaşlı kayalarla olan stratigrafik ilişkisi ortaya konulmamıştır.





Şekil 1.4. Doğu Pontidler'in Kuzey-Güney ve Aksiyal Zon'unu gösteren harita (Bektaş vd.den (1999) alınmıştır)

Çalışma konusu olan Jura yaşlı kayaçlar, Pontidler'in Güney Zon'unda Gümüşhane-Espir-Yusufeli hattı boyunca ve Kuzey Zon'unda Giresun-Trabzon-Rize-Artvin boyunca yüzeylenir. Ancak, taban kayaçları ile olan dokanak ilişkileri daha çok Güney Zon'da çok kısıtlı alanlarda, Gümüşhane ve Köse (Yılmaz, 1972; Kandemir, 2004; Yılmaz ve Kandemir, 2003) ile Artvin-Yusufeli civarında Demirkent ve Sebzeçiler granitoidleri etrafında (Dokuz, 2000; Dokuz vd., 2006; Dokuz, 2011) gözlenir. Doğu Pontidler'de yaygın bir yüzeyleme vermeyen Jura yaşlı kayaçları çalışan araştırmacılar, bu kayaçları farklı formasyon adları altında rapor etmişlerdir (Karatepe Formasyonu, Seymen, 1975; Telmeyaylası Formasyonu, Yüksel, 1976; Hacıören Formasyonu, Pelin, 1977; Hamurkesen Formasyonu, Açar, 1977; Balkaynak Formasyonu, Kesgin, 1983; Zimonköy Formasyonu, Eren, 1983; Kelkit Formasyonu, Okay ve Şahintürk 1997; Kınalıçam Volkanit Karmaşığı, Dokuz, 2000; Şenköy Formasyonu, Kandemir, 2004 gibi). Genleşmeli rejim altında normal faylara bağlı olarak gelişen horst-graben çukur ve yükseltilerinden oluşan havzalarda bulunan Jura formasyonları yanal olarak kısa mesafelerde litoloji ve kalınlık farklılıkları gösterir. Epiklastik ve volkanik kırıntılılar ile karbonatlı kayaçlara eşlik eden volkanik ve piroklastik kayaçlardan oluşmuştur. Bol miktarda fosil içeren kırmızı renkli kireçtaşlarının oluşturduğu özel bir seviye olan "Calcareo Ammonitico Rosso" (CAR) fasiyesine bazı lokasyonlarda rastlanır.



Jura yaşlı volkanik kayalar, en çok Giresun-Trabzon-Rize-Artvin boyunca yüzeyleme verir. Giresun Aksu Vadisinde çalışan Schultze-Westrum (1961), Jura yaşlı volkanik kayalar ile piroklastitlerini, stratigrafik olarak Üst Kretase yitimi ile ilişkili maden yataklarının altında gözlemiş olduğundan dolayı, “Alt Bazik Seri” olarak adlandırmış ve uzun bir süre bu adlandırma araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Gedikoğlu, 1978; Şen, 1988; Van, 1990; Boynukalın, 1990).

Erken-Orta Jura dönemi kırıntılı fasiyeslerin çökmesi ve buna eşlik eden volkanit ve piroklastitlerin oluştuğu döneme karşılık gelir. Malm'den itibaren, Alt Kretase sonuna kadar geçen dönem, karbonat platformunun oluştuğu sakin tektonik dönemdir (Yılmaz, 2002). Eyüboğlu vd. (2014) Erken ve Orta Jura döneminde iki genişleme fazı geliştiğini öne sürmüştür. İlk genişleme fazında asimetric yarım grabenler oluşmuş ve volkanitler ile eşlik eden kaba kırıntılı kayalar bu grabenlerde depolanmıştır. Genişleme dönemi Ammonitico Rosso fasiyesi çökellerinin oluşumu ile sona ermiştir. İkinci genişleme dönemi Malm'de başlayan karbonat çökeline kadar devam etmiş ve volkanik-volkanoklastik ürünlerin oluşmasını sonuçlamıştır.

Malm'de başlayan kireç çökeli Alt Kretase sonuna kadar devam etmiş ve Berdiga Formasyonu (Pelin, 1977) olarak adlandırılan kayaları oluşturmuştur. Çalışılan Jura volkanitlerinin bulunduğu tüm lokasyonlarda Berdiga Kireçtaşları uyumlu ve/veya uyumsuz olarak bu kayaların üzerini örtmüştür. Dolayısıyla farklı çalışmalarda Liyas-Dogger, Malm geçişi bazen uyumlu bazen de uyumsuz olarak rapor edilmiştir.

Doğu Pontidlerin kuzey ve güney zonlarında (hatta Sakarya Zonunun tamamı) Berdiga Kireçtaşları'nın oluşumuna kadar olan stratigrafisi hemen hemen benzer olmasına karşın (Görür vd., 1983), Berdiga sonrası Üst Kretase stratigrafisi Pontidlerin kuzey ve güney zonlarında iki farklı şekilde gelişmiştir (Şekil 1.3).

Kuzey Zon'da volkanik (asidik, bazik) dönemlerin oluşturduğu volkanoklastik-volkanik kayaç (ve kısmen sedimanter) oluşumları gözlenirken (Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Tirebolu, Cankurtaran formasyonları; Güven, 1993; Kurt vd., 2006; Aydın vd., 2016) Güney Zon'da volkanik kayaların yoğunluğu yerine sedimanter (epiklastik, volkanoklastik) kayalar (Kındıraklıdere, Elmalıdere, Kermutdere formasyonları; Tokel, 1972; Pelin, 1977) daha baskın olarak görülür.

Kuzey Zon'da, yer yer killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, tüffit ara seviyeleri içeren bazalt, andezit ve piroklastitleri (Çatak Formasyonu, Güven, 1993; Kurt vd., 2006; Aydın vd., 2016) tabanda bulunurken, tortul ara katkılı riyodasit, dasit ve piroklastitleri

(Kızılkaya Formasyonu, Güven, 1993; Kurt vd., 2006; Aydın vd., 2016) bu formasyonla yanal geçişli olarak üzerine gelir. Volkanik kayaç kökenli kırıntılı kayaçların bol miktarda bulunduğu ve bazalt, andezit ve piroklastitlerinden oluşan Çağlayan Formasyonu (Güven, 1993; Kurt vd., 2006; Aydın vd., 2016) ve bu formasyon üzerine uyumlu olarak gelen dasit-riyodasit ile piroklastitlerinden oluşan Çayırbağ Formasyonu (Güven, 1993; Kurt vd., 2006; Aydın vd., 2016) Üst Kretase serisinin üst kısmını oluşturur. Geç Kretase yitimi ile ilişkili yay magmatitleri söz konusu formasyonların bazen bir kısmını bazen de tamamını keserek yerleşmiştir (Kaygusuz vd., 2008; Karlı vd., 2010; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2011).

Güney Zon'da ise, Gümüşhane yöresinde, Üst Kretase istifi tabanda, ince-orta tabakalanmalı, sarı renkli kumlu kireçtaşları (kalsitürbidit) ve yer yer konglomeralardan oluşan kayaçlarla başlar (Kındıraklıdere Formasyonu, Pelin, 1977), bu formasyon üzerine uyumlu olarak, ince-orta tabakalı kırmızı-mor renkli mikritik kireçtaşları gelir (Elmalıdere Formasyonu, Pelin, 1977). Bu seri gri, yeşil renkli tuf ara seviyeleri içeren ince-orta tabakalı kumtaşı, kıltaşı ve marn ardalanması ile son bulur (Kermutdere Formasyonu, Tokel, 1972).

Hem kuzey hem de güney zonda yoğun bir Üst Kretase magmatizması bulunur (Boztuğ vd., 2004; Kaygusuz vd., 2008; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009; Kaygusuz vd., 2011; Kaygusuz ve Şen, 2011; Eyüboğlu vd., 2011; Karlı vd., 2012). Oluşan granitoidlerin Pontid kabuğuna yerleşimleri stratigrafik olarak Berdiga ve Üst Kretase formasyonlarının altında yer alan Jura yaşlı kayaçları etkilemiştir. İncelenen volkanitler hem üstlerine gelen formasyonların etkisi altında gömülme metamorfizmasına uğrarken hem de Üst Kretase magmatitlerinin ısı etkisine maruz kalarak dokanak metamorfizmasına uğramıştır.

Eosen ve sonrası hem magmatik hem de volkanik aktivite bakımından yoğun bir döneme karşılık gelir. Güney Zon'da Eosen volkanizması, Artvin'den Sinop'a kadar uzanan geniş bir alanda kalk-alkali karakterli volkanik kayaç oluşumuna neden olmuştur. Son yıllarda yapılan detaylı araştırmalar söz konusu volkanitlerin Eosen ve sonrası dönem boyunca farklı karakterlerde magmatik aktiviteler sonucu oluşmuş kayaçlar tarafından kesildiğini göstermiştir (Eyüboğlu vd., 2011; Karlı vd., 2010 ve 2011). Kuzey Zon'da ise dokanakları çok da belirgin olmayan Eosen ve sonrasına ait alkalin volkanik kayaçlar Araklı'dan Tirebolu'ya kadar olan sahil şeridi boyunca uzanır (Şen vd., 1998; Aydın, 2003; Aydın vd. 2008; Yücel, 2007; Reisoğlu, 2009). Söz konusu volkanik kayaçlar yer

yer granitoyidik kütleler tarafında kesilmiştir (Karlı vd., 2012). Yine Eosen yaşlı gabroların Kuzey Zon'daki varlıkları Eyüboğlu (2016) tarafından rapor edilmiştir.

Tüm bu Eosen magmatik aktivitesi tıpkı Üst Kretase magmatik aktivitesi gibi Jura yaşlı kayalar etkilmiş ve düşük sıcaklık-düşük basınç metamorfizmasına uğramasına neden olmuştur.

### 1.3. Önceki Çalışmalar

Çalışılan sahalarda 1900'lü yıllardan günümüze kadar farklı jeolojik amaçlarla çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bölgedeki ilk ciddi çalışmalar Ketin (1951) ve Baykal (1952) tarafından Türkiye'nin 1/500.000'lik genel jeoloji haritalarının hazırlanması sırasında yapılmıştır. Gattinger (1962) bu çalışmaları daha sonra derlemiş ve basılmıştır.

1960'lı yıllarda Doğu Pontidler daha çok Alman jeologların ilgi alanına girmiştir. MTA ile ilişkili olarak bir çok Alman jeolog bölgede farklı konularda çalışma yapmıştır. Bunlardan bazıları şu şekilde özetlenebilir: Schultze-Westrum (1961 ve 1962), Giresun Aksu Vadisinde Jura yaşlı volkanik kayalar ile piroklastitlerini, stratigrafik olarak Üst Kretase yaşlı volkanit ve buna eşlik eden maden yataklarının altında gözlemiş olduğundan dolayı, "Alt Bazik Seri" olarak adlandırmıştır. Harşit Vadisinde çalışan Zankl'ın (1962), Liyas ve Malm yaşlı bazaltların koyu renkli akıntılar, dolerit daykaları ve silleri şeklinde bulunduğunu rapor etmiştir. Bu bazaltların olivinsiz olduğunu ve spilitleştiğini belirterek toleyitik karakterli olduklarından bahsetmiştir. Nebert (1963 ve 1964), Kelkit-Şiran civarında Jura yaşlı fliş istifinde spilitleşmiş bazaltları rapor ederek, bu kayaların toleyitik özellikte olduğunu belirtmiştir. Kronberg (1970) Doğu Pontidler'in tektoniği üzerine yapmış olduğu fotojeolojik çalışmada bölgenin kırılma tektoniğinin Alt Jura'dan daha yaşlı olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada Schultze-Westrum (1961 ve 1962) ve Zankl (1962) çalışmalarına atıfta bulunarak bazaltlardaki kırılma hatlarının 120-150° olduğunu bulmuştur. 1960'lı yılların bölgeyi de ilgilendiren en önemli çalışmalarından biri Ketin (1966) tarafından yapılan ve Türkiye'nin ana tektonik birliklerini ayırtlayan çalışmadır. Bu çalışmada Türkiye dört ana tektonik bölgeye (Pontidler, Anatolidler, Toridler, kenar Kıvrım Kuşağı) ayrılmıştır.

1970'li yıllar tüm dünyada plaka tektoniği kuramının daha iyi anlaşıldığı ve bu kurama göre jeotektonik modellerin geliştirildiği dönemdir. Dewey vd. (1973) bölgeye ilişkin ilk jeotektonik modeli önermiştir. Bu modele göre Doğu Pontidler'in kuzeyinde

bulunan Tetis okyanus litosferi Paleozoyik-Mesozoyik ve Senozoyik dönemlerinde devamlı olarak güneye doğru yiterek Doğu Pontid orojenik kuşağını oluşturmuş ve Karadeniz artık bir havza olarak geride kalmıştır. Söz konusu modelin alternatifi Adamia vd. (1977 ve 1981) ve Tokel (1977) tarafından önerilmiş, Doğu Pontidler'i Paleozoik'ten Eosen sonuna kadar güneyden kuzeye doğru yiten okyanus kabuğunun oluşturduğu ileri sürülmüştür.

Türk akademisyenlerinin bölgede ayrıntılı olarak çalışması Yılmaz (1972) ve Tokel'in (1972) Gümüşhane yöresinde yapmış oldukları doktora tezleri ile başlamıştır. Bu tezlerle Gümüşhane bölgesinin stratigrafisi ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar içerisinde Jura yaşlı formasyonlar mineralojik ve petrografik olarak ayrıntılı incelenmiştir. Söz konusu volkanitlerin toleyitik karakterli olduğu her iki çalışmada da vurgulanmıştır. Ancak Yılmaz (1972) toleyitik volkanizmanın riftleşmeye eşlik ettiğini ifade etmiştir. Daha sonra Doğu Pontidler'in farklı lokasyonlarında çalışan Seymen (1975), Yüksel (1976), Pelin (1977), Açar (1977) Jura formasyonlarını farklı adlarla adlandırarak incelemişlerdir. Gedikoğlu (1978) ve Gedikoğlu vd. (1979), Doğu Pontidler'in kuzey zonunda Schultze-Westrum'un (1961, 1962) Alt Bazik Seri olarak adlandırdığı Jura yaşlı volkanitlerin Harşit Vadisinde ayrıntılı petrografik ve jeokimyasal incelemelerini yapmıştır. Jura yaşlı volkanitleri olivinli bazalt, olivinsiz bazalt, diyabaz, spilitleşmiş bazalt veya andezit, andezit ve piroklastitler olarak ayırt ederek, spilitik kayaların oluşumuna dair ayrıntılı bilgiler vermiştir.

1980'li yıllar hem bölgenin jeotektonik oluşumunu açıklayan modellerin hem de bölgede yapılan genel jeolojik, mineralojik-petrografik tez çalışmalarının yoğunlaştığı bir dönemdir. Şengör ve Yılmaz (1981) bugün bile önemli bir referans olarak kullanılan çalışmasında, Doğu Pontidler'i de içine alan geniş bir bölgenin jeotektonik oluşum modelini sunmuştur. Bu modele göre Pontidler, Jura sonuna kadar kuzeyden güneye ve Üst Kretase'de güneyden kuzeye doğru yiten okyanus kabuğu yitimi sonucu oluşmuştur. Yine bu çalışmada Erken Jura yaşlı havzaların riftleşme sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Görür vd. (1983) Erken Jura yaşlı havzaları Neo-Tetis Okyanusu'nun kuzey kolunun riftleşmesi sonucu oluştuğunu ifade etmiştir. Robertson ve Dixon (1984) ve Kazmin vd. (1986), Adamia vd. (1977) tarafından önerilen Paleozoyik'ten Senozoyik'e kadar kuzeye doğru yiten bir okyanus kabuğu (Paleotetis) modeline benzer bir model sunmuştur. Dercourt vd. (1986) ise Mesozoyik'te kuzeye doğru yiten bir okyanus kabuğunun varlığından (Neotetis) söz etmektedir. Çalışma bölgesini de gösteren ilk bilgisayar animasyonlu paleocoğrafik

haritalar Scotese vd. (1980 ve 1981) tarafından hazırlanmıştır. Bu çalışmalar daha sonraki yıllarda jeotektonik modellerle birlikte çeşitlenerek artmıştır.

Dewey vd. (1973) jeotektonik modelinin takipçisi olan Bektaş vd. (1984) ve Bektaş vd. (1987), Erken Jura yaşlı havzaları, Paleotetis Okyanusu'nun kapanması ile oluşmuş Pontid yayının güneyindeki yay-ardı havzalar olarak yorumlamıştır. Yay-yay gerisi havzalarda paleostres dağılımı ve çok safhalı rifleşme ile ilgili çalışmasında Bektaş (1986), Mesozoyik dönemde özellikle Doğu Pontidler'in Güney Zonu'nda genişlemeli rejimlerin uzun süreler etkili olduğunu ve sıkışma dönemlerinin kısa süreler boyunca etkili olduğunu ileri sürmüştür. Bektaş vd. (1987), bölgedeki Erken Jura yaşlı volkanizmanın açılmalı tektonik rejim altında bimodal (bazaltik-dasitik) olduğunu ileri sürerek bu volkanizmanın Doğu Pontidler'in Güney Zon'unda rifleşme ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir.

1980'li yıllarda, bölgede KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü tarafından yoğun bir şekilde tez çalışmaları yaptırılmaya başlanmıştır. Kesgin (1983), Eren (1983), Hacıoğlu (1983), Özer (1983), Özdoğan (1983), Şen (1988), Gürsoy (1989) ve diğer araştırmacılar Trabzon-Gümüşhane ve Bayburt yörelerinde yapmış oldukları çalışmalarla Jura formasyonlarının 1/25.000 ölçekli haritalamasını yapmışlar ve bu formasyonları litolojik olarak ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Bu çalışmalar içinde volkanitlerle ilgili en ayrıntılı çalışma Şen'in (1988) Dağbaşı yöresinde yaptığı çalışmadır. Şen (1988), Jura yaşlı volkanitlerin jeokimyasal özelliklerini inceleyerek bu volkanitlerin toleyitik kalk-alkalen geçiş karakterli olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada yazar Jura yaşlı volkanitlerin yitim ilişkili olduğundan bahsetmiştir. Ayrıca bölgede Türk-Japon Ekibi'nin (1984) raporu başta olmak üzere MTA'nın gerçekleştirdiği bir çok rapor bulunmaktadır (örneğin Kurt vd., 2006).

1990'lı yıllarda Doğu Pontidler'deki Jura stratigrafisi ve Jura yaşlı volkanik kayaların kimyasal ve petrolojik özellikleri daha ayrıntılı olarak çalışılmaya başlanmıştır. Yılmaz (1993) ve Yılmaz vd. (1996) Jura yaşlı tortul kayaların istif kalınlıklarının kısa mesafelerde büyük ölçüde değiştiğini tespit ederek, bu kayaların oluştuğu havzaların rifleşmeye bağlı genişlemeli tektonik rejim altında normal faylarla kontrol edilen havzalar olduğunu ortaya koymuştur. Taslı (1993) Gümüşhane yöresinde stratigrafik ve paleontolojik verilerle bölgedeki Jura volkanizmasının ikinci etkinlik döneminin Oksfordiyen veya Erken Kimmerisiyen döneminde oluştuğunu rapor etmiştir. Tüysüz (1993) Orta Pontidler'de yapmış olduğu çalışmada Erken Jura döneminin bir rifleşme dönemi olduğundan bahseder. Robinson vd. (1995) Doğu Pontidler'in de içerisinde yer

aldığı sistemde Paleotetisin Triyas sonunda kapanmaya başladığını belirterek, Sinemuriyen’de Doğu Pontidlerde açılmalı tektonik rejim altında yarı graben havzaların ve Orta Jura’da da yitimle ilişkili volkanitlerin oluştuğunu ileri sürmüştür. Gedik vd. (1996) Doğu Pontidler’i, Erken Jura’da Avrasya’dan kopan bir mikroplaka olarak yorumlamıştır. Okay ve Şahintürk (1997) Doğu Pontidler’deki en kapsamlı stratigrafik korelasyon çalışmasını yapmıştır. Bu çalışmada Erken Jura ve Geç Jura döneminde açılmalı, Orta Jura döneminde ise sıkışmalı bir tektonik rejimin hüküm sürdüğü ortaya konulmuştur. Çamur vd. (1996) ve Arslan vd. (1997) Doğu Pontidler’in Liyas-Üst Kretase ve Eosen döneminde oluşan üç ana volkanik dönemde oluştuğunu rapor etmiştir. Çamur vd. (1996) Jura dönemi volkanitlerinin riftleşmeye bağlı olarak açılmalı tektonik rejim altında yay gerisi havzada oluşmuş olduğunu ileri sürmüştür. Benzer şekilde Arslan vd. (1997) Jura yaşlı volkanik kayaların plaka içi toleyitlerle uyumlu olduğunu belirterek Liyas yaşlı volkanik kayaların açılmalı bir rejim altında riftleşme ile ilişkili olabileceğini belirtmiştir.

Bölge ile ilgili jeotektonik model çalışmalarında ise, Dercourt vd. (1993) Dercourt vd. (1986) vermiş olduğu modeli geliştirmiş, modele kuzeye Avrasya’ya doğru hareket eden mikroplakacıklar eklemiştir. Ayrıca 1990’lı yıllar, Scotese vd. (1991), Golonka vd. (1996), Stampfli vd.nin (1991) bölgeyi de içine alan yeni Jura paleocoğrafik haritalarını rapor ettiği yıllardır.

2000’li yıllar bölgede yapılan çalışmalarda hem iz element hem de izotop verilerinin yoğun bir şekilde üretildiği dönemdir. İlk kez Jura yaşlı kayalarda petrolojik amaçlı Sr-Nd izotopları (Şen, 2007; Dokuz vd., 2010; Eyüboğlu vd., 2016) ile zirkon kristallerinden itibaren U-Pb yaşları ve amfibol minerallerinden Ar-Ar yaşları (Dokuz vd., 2010; Eyüboğlu vd., 2016; Aydın vd., 2016) bu dönemde yapılmıştır. Jura yaşlı kayaların genleşmeli yitim ortamında oluşmuş olabileceği görüşünü destekleyen veriler ortaya konulmaya başlanmıştır. Kaygusuz (2000) ve Dokuz (2000) yapmış oldukları doktora tezlerinde Jura yaşlı volkanitlerin jeokimyasal özelliklerini irdeleyerek bu volkanitlerin toleyitik kalk-alkalen geçişli ada yayı veya kıtasal yay volkanitlerine karşılık gelebileceğini ileri sürmüştür. Gümrükçüoğlu (2002), Doğu Pontid Kuzey ve Güney Zonlarında yer alan beş lokasyonda yüzeylenen Jura yaşlı volkanik kayaların jeokimyasal özelliklerini karşılaştırarak yorumlamış ve bu volkanitlerin yitimle ilişkili olabileceklerini belirtmiştir. Kandemir (2004) “Gümüşhane Yakın Yörelerindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonu’nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları” isimli doktora çalışması Doğu Pontidler’de Jura havzalarıyla ilişkili olarak yapılan en kapsamlı çalışmadır. Bu çalışmada

Gümüşhane ve yakın çevresindeki Jura çökellerin birikim süreci Hettanjiyen (?)-Bathoniyen olarak sınırlandırmıştır. KD-GB ve D-B yönünde uzanım gösteren havzalarda biriken çökellerin Erken-Orta Jura zaman aralığında etkin olan açılmalı tektonik rejime bağlı olarak gelişen rift havzaları olduğunu rapor etmiştir. Yılmaz ve Kandemir (2006) Doğu Pontidler’de yüzlek veren Liyas-Dogger yaşlı kayaçları Şenköy Formasyonu olarak adlandırarak, bu formasyonun birbirleriyle yanall geçiş gösteren ve kısa mesafelerde kalınlık farkları sunan andezit, diyabaz, bazalt, aglomera, tuf ve tüffitlerden oluşan volkanik ara seviyeler içeren yersel çakıltaşı, dereceli kumtaşı, marn, kıltaşı ve kumlu kireçtaşı ile “Calcarei Ammonitico Rosso” (CAR) fasiyesinde gelişmiş bol ammonit, belemnit, bivalv, sünger, crinoid, gastropodlardan oluşan kırmızı renkli ve yumrulu kireçtaşlarından oluşmuş olduğunu belirtmiştir. Eyüboğlu vd. (2006), Kandemir (2002) tarafından ortaya koyulan havzaların uzanımlarını teyit edecek şekilde, KB-GD, D-B ve KD-GB yönlü olduklarını graviti ve manyetik çizgisel anomalileri yorumlayarak ortaya koymuştur. Dokuz ve Tanyolu (2006), Artvin’in güneydoğusunda yüzeyleyen Jura yaşlı kumtaşlarının jeokimyasal özelliklerinin okyanusal ve kıtasal olgunlaşmamış yay ortamlarında bulunan kumtaşlarıyla büyük benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Kaygusuz vd (2006) Torul ve civarında yüzeyleyen Jura, Üst Kretase ve Eosen volkanitlerinin petrografisini ve petrolojisini inceleyerek, Jura volkanitlerinin gelişiminde olivin, klinopiroksen, plajiyoklas ve Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu işaret etmişlerdir. Jura volkanitlerinin büyük iyon çaplı elementlerce (Ba, Rb, Sr) ve hafif lantanitlerce (La, Ce) zengin, fakat yüksek alan enerjili elementlerce (Zr, Y, Ti) fakir bir iz element içeriklerine sahip olduğunu ve bu kimyasal özellikleri ile N-tipi okyanus ortası sırtı bazaltlarına benzerlik gösterdiğini işaret etmişlerdir.

Şen vd. (2007) ve Şen (2007) Jura volkanizmasının Doğu Pontidler’in güneye bakan kısmında açılmalı tektonik rejim altında gelişen yarı grabene eşlik eden yay volkanitleri olduğunu ileri sürmüştür. Bektaş (1986) ile Okay ve Şahintürk (1997) tarafından Doğu Pontidler için önerilen Erken ve Geç Jura’daki açılmaya eşlik eden volkanitler Meijers vd. (2010) tarafından Kırım Yarımadası’nda sırasıyla Simferopol için 172-158 My, Karadağ bölgesi için ise 151-142 My olarak yaşlandırılmıştır. Okay ve Şahintürk’ün (1997) çalışmasında Orta Jura’ya atfedilen sıkışmalı tektonik rejime ait ürünler olan granitoidler, Dokuz vd. (2010) tarafından Yusufeli civarında 188±4 My olarak yaşlandırılmıştır. Genç ve Tüysüz (2010) Orta ve Batı Pontidler’deki Jura volkanitlerinin jeokimyasal ve izotopik

özelliklerini ortaya koymuşlardır. Yitimle ilişkilendirdikleri bu volkanitlerin açılmalı bir tektonik rejim altında oluştuklarını rapor etmişlerdir.

Çalışma alanında Jura kayaçlarıyla ilgili olarak son çalışmalardan biri Eyüboğlu vd (2016) tarafından yapılmıştır. Jura yaşlı gabroların ve asidik plütonların yaşlandırıldığı bu çalışmada, en kapsamlı zirkon U-Pb yaşları sunulmuştur. Volkanik yayla ilişkilendirilen Gümüşhane yöresindeki asidik plütonlardan 171-173 my; Yusufeli-Oltu yöresindeki gabro ve tonalitik plütonlardan 178-184 my, Kop yöresindeki gabro ve tonalitik plütonlardan 176-180 My yaşlar elde edilmiştir. Söz konusu yaşlar yorumlanarak, yaşlandırılan kayaçların kesmiş olduğu ultramafik litolojilerin Jura öncesi bir yaşa sahip olduğu (Paleozoyik veya yaşlı) öngörülmüştür.

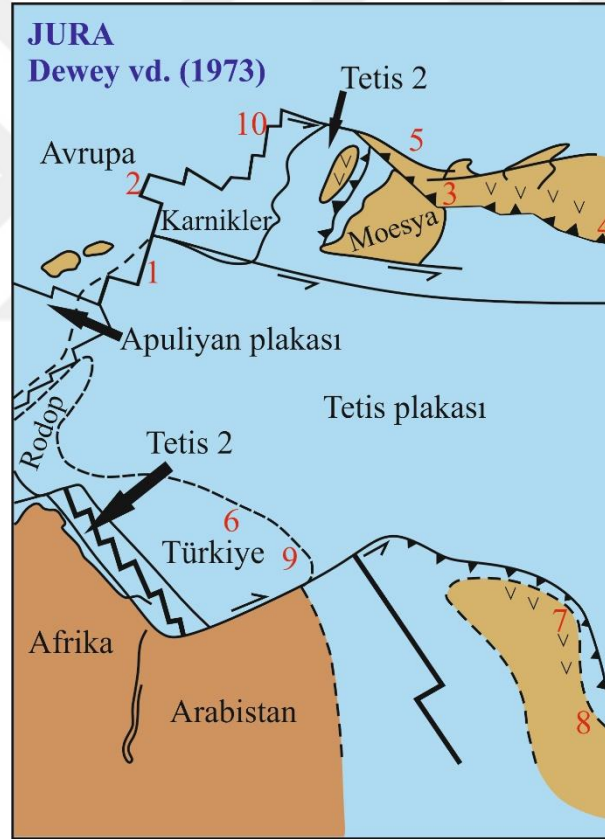
Jura jeotektoniğine ışık tutabilecek önemli bulgulardan bir tanesi de Jura ofiyolitleri üzerine yapılan çalışmalardır. İzmir-Ankara-Erzincan suture zonu boyunca Çankırı Eldivan bölgesinde Çelik vd. (2013), Tokat yöresinde Topuz vd (2013a ve 2013b), Refahiye yöresinde Uysal vd. (2015), Ermenistan'ın Sevan bölgesinde Galoyan vd. (2009) yüzeyleme veren Jura yaşlı ofiyolitlerin varlığını ortaya koyarak, bu ofiyolitleri Paleotetisin kapanması sırasında oluşan yitim eklenik prizması üzerine yerleşmiş yay önü ofiyolitleri olarak yorumlamışlardır. Robertson vd (2014) tüm bu ofiyolit çalışmalarını da göz önüne alarak Paleotetisin Avrasya ile Jura dönemindeki çarpışmasını da içeren, Doğu Pontidler'in Paleozoyik'ten Senozoyik'e kadar gelişimini rapor etmiştir.

#### **1.4. Doğu Pontidlerin Jeotektonik Evrimi**

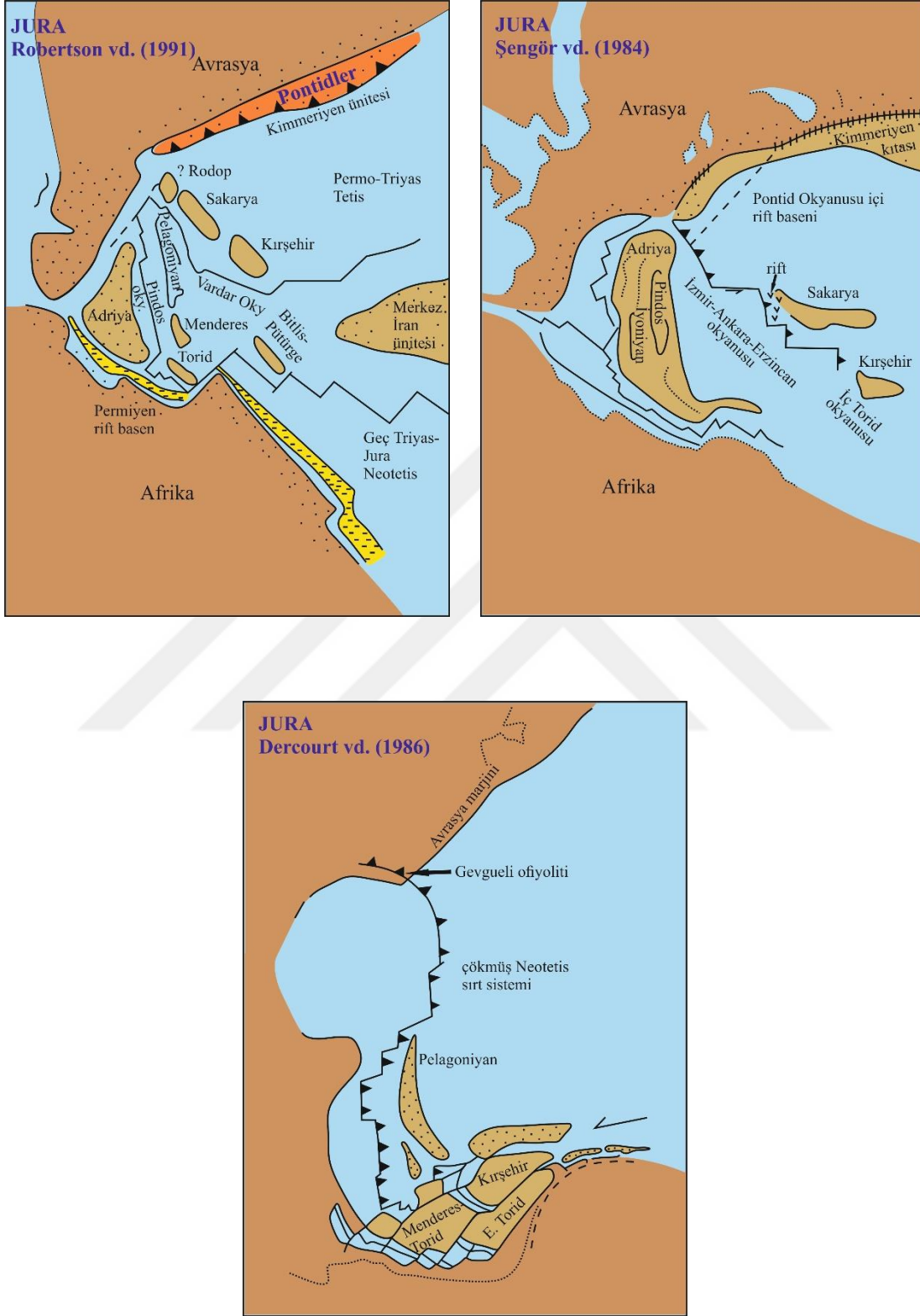
Pontidler'in evrimi ile ilgili görüşler plaka tektoniği kuramının yoğun olarak orojenik hareketleri açıklamakta kullanıldığı 1970'li yılların başından itibaren açıklanmaya başlanmıştır. Bu görüşler temel olarak Paleozoyik'ten günümüze kadar geçen süreç içerisinde ülkemizi oluşturan tektonik ünitelerin içerisinde bulunduğu okyanusu/okyanusların açılıp kapanması ile ilgilidir. En temel modeller, Paleozoyik'ten günümüze kadar tek bir okyanusun (Paleotetis) yitimini öneren ancak yitimin yönü konusunda farklı düşüncelere sahip olan Dewey vd. (1973, Şekil 1.5) ve devamında Bektaş vd. (1984), Eyüboğlu vd.nin (2006, 2016a ve 2016b) önermiş oldukları model (yitimin kuzeyden güneye doğru olduğunu düşünen) ile Adamia vd. (1977), Tokel (1981), Robertson ve Dixon (1984), Robertson vd. (1991), Stampfli vd. (1991) tarafından önerilen güneyden kuzeye yitim modelleridir (Şekil 1.6a). Bu modellerin alternatifi parçalı yitim



modelleridir. Bu modeller de kendi içerisinde iki farklı düşünce tarzını yansıtır. Bunlardan ilki, Şengör ve Yılmaz (1981) ve devamında Dokuz vd. (2010), Karlı vd. (2012) tarafından önerilen Pontidler'in kuzeyinde bulunan ve Erken-Orta Mesozoyik (Triyas-Jura) döneminde güneye doğru yitimle kapanan bir okyanusun (Neotetis'in kuzey kolu) varlığı ile Geç Mesozoyik (Kretase) döneminde Pontidler'in güneyinde bulunan diğer bir okyanusun (Neotetis'in güney kolu) güneyden kuzeye doğru kapanmasıdır (Şekil 1.6b). Diğer modeller Dercourt vd. (1986, Şekil 1.6c) ve Dercourt vd. (1993) tarafından önerilen Mesozoyik'te oluşmuş olan bir okyanusun (Neotetis) kuzeye doğru yitimi modelleridir.



Şekil 1.5. Dewey vd. (1973) tarafından Jura dönemi için bölgeye ilişkin önerilen jeotektonik model (1: Kuzey Apeninler, 2: Alpler, 3: Kırım, 4: Büyük Kafkaslar, 5: Dobruca, 6: Pontidler, 7: Küçük Kafkaslar, 8: Elburuz, 9: Bayburt, 10: Karpatlar)



Şekil 1.6. (a) Robertson vd. (1991), (b) Şengör vd. (1984), (c) Dercourt vd. (1986) tarafından Jura dönemi için önerilen jeotektonik modeller

### 1.5. Amaç

Jura dönemi, Paleozoyik ve Mesozoyik'te gelişen orojenik aktivitelerle şekillenmiş olan Doğu Pontidler'in oluşumunu anlamak için anahtar seviyelerden biridir. Dolayısıyla bu tezin amacı, Pontid sisteminin bir parçası olan Jura paleocoğrafyasına ait sunulan farklı görüşler ışığında Jura döneminde oluşmuş volkanik kayaçların ve bu kayaçların oluşumlarının ayrıntılı olarak incelenmesidir.

Jura döneminde yaşanan Paleotetis'in kapanması ile ilişkili yitim yaklaşık doğu-batı yönlü olarak gelişmiştir. Günümüzde Doğu Pontid kuşağında Giresun'dan Artvin'e kadar yaklaşık doğu-batı uzanımlı olarak yüzeylenen, Jura yitim aktivitesinin oluşturduğu volkanik kayaçlar bir çok yazar tarafından rapor edilmiş ise de bu kayaçların oluşumları ve dolayısıyla petrolojisi hala tartışmalıdır. 2000'li yıllara değin daha çok riftleşme ile ilişkili petrolojik prosesler ile adı anılan bu kayaçların (Görür vd., 1983; Bektaş vd., 1984; Bektaş vd., 1987; Tüysüz, 1993; Yılmaz vd., 1995; Okay ve Şahintürk, 1997; Koçyiğit ve Altın, 2002; Yılmaz, 2002), 2000'li yıllardan sonra daha çok genişlemeli yitim zonlarında oluşabileceği öngörülmüştür (Dokuz ve Tanyolu, 2006; Şen, 2007; Meijers vd., 2010; Dokuz vd., 2010; Genç ve Tüysüz, 2010; Eyüboğlu vd., 2010, 2011, 2016; Karlı vd., 2017).

Stratigrafik olarak Erken-Orta Jura yaşı verilen bu volkanitlerin oluşumlarına kaynaklık eden magmanın gelişimi ile ilişkili petrolojik soruların cevabı tam olarak bilinmemektedir.

Bu nedenle, Doğu Pontidler'de stratigrafik olarak yerleşimleri en iyi gözlenen lokasyonlarda yayılım gösteren volkanitler ele alınarak incelenmiştir. Bu çalışmada, stratigrafik olarak Paleozoyik temel üzerine uyumsuz gelen (Şekil 1.2 ve 1.3), daha çok volkano-sedimanter karakterli formasyonlar ile birlikte bulunan Erken-Orta Jura yaşlı volkanik kayaçların mineralojik, petrografik, petrolojik, izotopik özellikleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen veriler ışığında Erken-Orta Jura yaşlı volkanizmanın oluşum süreci ve kökeni ile volkanitlerin Jura sonrası geçirmiş olduğu düşük sıcaklık- düşük basınç metamorfizması irdelenmiştir.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal ve Yöntemler

Arazi çalışmaları sırasında derlenen kayaç örnekleri, kullanılan materyalleri oluşturmaktadır. Çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışması olarak üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan analitik yöntemler 2.1.2’de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

#### 2.1.1. Arazi Çalışmaları

Kuzeydoğu Türkiye’deki Jura havzalarında bulunan volkanitlerin jeokimyasal özelliklerinin araştırılmasını hedefleyen bu çalışmada öncelikle 10 adet bölge seçilerek detay çalışmalar yürütülmüştür. Buna yönelik olarak Jura yaşlı kayaçların seçildiği 10 bölgenin 1/25.000 ölçekli haritasındaki pafta numaraları aşağıda verilmiştir (Şekil 2.1).

- 1- Gümüşhane- Gülaçar (Trabzon H42 a2)
- 2- Gümüşhane- Kelkit- Pekün (Ünlüpınar)-Kırıklı (Trabzon H42 b3)
- 3- Gümüşhane- Kazantaş (Trabzon H43 a4)
- 4- Gümüşhane- İkisu-Mescitli (Trabzon G42 c3)
- 5- Trabzon-Zigana (Trabzon G42 c2)
- 6- Trabzon- Maçka- Akarsu (Trabzon G43 d1)
- 7- Trabzon- Araklı-Dağbaşı (Trabzon G43 c2)
- 8- Erzurum- Sırakonaklar (Tortum G46 d2)
- 9- Erzurum- Karakale (Tortum G46 c1)
- 10- Artvin- İşhan (Tortum G47 a3)

(Yukarıdaki lokasyonlardan 1, 3 ve 5 numaralı olanlar bu çalışma kapsamında doğrudan çalışılmamış, Şen vd. (2007) tarafından hazırlanan 103Y017 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yapılan harita ve derlenen örneklerden elde edilen yayınlanmamış sonuçlar kullanılmıştır. Ayrıca İkisu, Akarsu, Dağbaşı lokasyonlarına ait 103Y017 nolu TÜBİTAK projesinde derlenmiş bazı örnekler kullanılmıştır. Bu örnekler (46 adet) ilgili tablolarda belirtilmiştir. Ancak söz konusu örneklerin bazılarında mineral kimyası çalışmaları bu tez kapsamında yapılmıştır.)

Bu bölgelerde ilgili 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar ve GPS aleti kullanılarak örneklerin korodinatları belirlenerek alımları gerçekleştirilmiştir. Derlenen örneklerin koordinatları ve petrografik özellikleri Ek Tablo 1’de sunulmuştur.



Şekil 2.1. Çalışma alanlarının kapsadığı paftaları gösterir harita (URL-2)

### 2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

Yapılan laboratuvar çalışmaları şu şekildedir:

a- Alınan kayaç örneklerinin ince kesitleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında hazırlanmıştır.

b- Hazırlanan ince kesitler Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskop Laboratuvarında polarizan mikroskopta incelenmiş ve mikroskop altında fotoğrafları çekilmiştir.

c- Petrografik incelemeler sonrasında Gümüşhane- İkisü Vadisi’ne ait 23, Mescitli lokasyonuna ait 5, Trabzon- Dağbaşı lokasyonuna ait 15, Trabzon Akarsu lokasyonuna ait 5, Gümüşhane- Pekün lokasyonuna ait 12, Erzurum Karakale ve Sırakonaklar lokasyonlarına ait 10, Artvin İşhan lokasyonuna ait 10 adet örnek olmak üzere toplam 80 adet örnek ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmak üzere seçilmiştir. Örnekler çeneli kırıcıdan geçirildikten sonra taze yüzeye sahip kayaç parçaları seçilmiş, bu parçalar ACME Analiz Laboratuvarında işleminden geçirilerek analiz edilmiştir.

ACME Analiz Laboratuvarında kayaç örnekleri, dane büyüklüğü 200 mesh'den daha küçük olacak biçimde bir havan içinde öğütülerek çözdürmeye hazırlanmıştır. Ana ve iz element içerikleri, 0.2 gr toz kayaç örneğinin 1.5 gr LiBO<sub>2</sub> ile çözdürülmesi ve daha sonra 100 ml %5 HNO<sub>3</sub>'de seyreltilmiş, ana elementler ICP-ES (Inductively Coupled Plasma-Emission Spectrometry) ve iz elementler ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) ile analiz edilmiştir. Ateşte uçucu kaybı (AUK), örnekler 1000 °C'de yakıldıktan sonra ağırlık farkından hesaplanmıştır. Toplam FeO içeriği, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden analiz edilmiştir. Analiz edilebilir en alt limitler ana oksitler için % ağırlık olarak 0.002 ila 0.04, iz elementler için 0.01 ila 8 ppm arasında değişmektedir.

d- 27 adet örneğin elektron mikroprob analizleri için KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Parlatma laboratuvarında parlatılarak kesitleri hazırlanmıştır. Örnekler parlak kesit kalıp boyutlarında kesilerek silindirik kalıplara dökülmüş, sırasıyla 200, 600 ve 1200 mesh boyutlu elmas disklerden geçirildikten sonra 9, 6, 3, 1 mikron elmas aşındırıcılar ile silinmiş ve son olarak 0.25 ve 0.05 mikron alüminyum oksit tozu ile yüzeyleri parlatılmıştır. Karbonla kaplanan örnekler Ludwig Maximilian Üniversitesi (Münih, Almanya), Mineraloji ve Petroloji Enstitüsü'ndeki CAMECA-SX100 marka elektron mikroprobu ile analiz edilmiştir.

Örneklerdeki silikat minerallerinin ölçümlerinin değerlendirilmesi sırasında doğal (manyetit gibi) ve sentetik oksitler ile silikat standartlar (kaersutit, diyopsit, ortoklas, albit, anortit, biyotit gibi) kullanılmıştır. Aletin çalışma şartları 15 kV ve 20 nA'de sabitlenmiştir. Sayma zamanı (counting time) Al, Ni, Ca elementleri için 30 sn, Ti için 20 sn, diğer bütün elementler için 10 sn olarak belirlenmiştir. Ölçümlerde elektron ışınının çapı (beam size) yaklaşık 1 µm olarak ayarlanmıştır. Ölçülen elementlerin oksit bazındaki ölçüm alt sınır limitleri (% ağırlık) Si, Al, K, Ti, Ca, Na için 0.01, Mg için 0.02, Cr için 0.03, Fe ve Ni için 0.04 ve Mn için 0.06 olarak belirlenmiştir.

e- 12 adet volkanik kayaç örneğinin radyojenik Sr, Nd ve Pb analizleri Amerika Birleşik Devletleri'nin New Mexico State Üniversitesi, Jeoloji Bilimleri Bölümü'nde yaptırılmıştır. Sr, Nd ve Pb izotopik analizlerinin detaylı analitik prosedurleri Ramos'da (1992) verilmiştir.

Bütün izotopik analizler TIMS (Thermal Ionization Mass Spectrometry) yöntemiyle, VG Sector 30 kütle spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Analiz edilen bütün örnekler katot uçları (Cathodian beads) üzerindeki renyum filamentleri üzerine veya üçlü filament

grubunun kenar flamenti üzerine yüklenmiştir.  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  ve  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  oranlarının tekrar üretilebilirliği %0.3'tür ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ve  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  sırası ile  $\pm 0.000025$  ve  $\pm 0.00003$  arasındadır. NBS 987 standartı üzerinde yapılan analizler 0.710226 (11), 0.710213 (13), 0.710219 (10), 0.710260 (11) değerlerini üretmiştir. Örneklerin Pb izotop oranları üçlü katot uçlarından ortadaki kullanılarak analiz edilmiştir. Örnekler %5'lik  $\text{HNO}_3$  kullanılarak silika jel ve fosforik asit karışımından hazırlanan matriks içerisine yüklenmiştir. Yaklaşık 2  $\mu\text{l}$ 'lik silika jel filament üzerine yerleştirilmiş ve 1  $\mu\text{l}$ 'lik fosforik asit ilave edilmiştir. Standart da aynı prosedürle yüklenmiş ve analiz edilmişlerdir. Standartların ortalama analiz sonuçları  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 16.844$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.379$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 36.199$  şeklindedir. Standart sapmaları yaklaşık olarak %0.2'dir.

f- Tüm Kayaç PGE (ICP-MS) ve Os-İzotop Analizleri Çekya Jeoloji Enstitüsü (jeokimya ve ICP-MS) ile Çekya Jeolojik Araştırmalar Enstitüsü (N-TIMS) laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Numuneler çözülmüş ve Carius Tüpleri kullanılarak  $^{185}\text{Re}$ - $^{190}\text{Os}$  ve  $^{191}\text{Ir}$ - $^{99}\text{Ru}$ - $^{105}\text{Pd}$ - $^{194}\text{Pt}$  karıştırılarak dengelenmiş (Shirey ve Walker, 1995) ve en az 72 saat kral suyu (9 ml) solisyonu kullanılarak çözündürülmüştür. Ayırışmayı,  $\text{CHCl}_3$  (Cohen ve Waters, 1996) ve Os mikrodistillasyonu (Birck vd., 1997) ile çözücü ayırımı yoluyla Os ayırımı izlemiştir. Çözelti sektör alanlı ICP-MS kullanılarak analiz edilmiştir. İzotopik farklılaşma Ir, Ru, Pd, Pt ve Re (NIST 3143) standart solüsyonları kullanılarak düzeltilmiştir. Ölçülen izotop oranlarının dahili hassasiyeti her zaman  $\pm 0,4$ 'ten daha iyi olmuştur. Osmiyum konsantrasyonları ve izotop oranları N-TIMS kullanılarak elde edilmiştir (Creaser vd., 1991; Völkening vd., 1991). Numuneler,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  aktivatörü ile Pt filamentleri üzerine konsantre HBr ile yüklenmiştir ve dinamik modda Faraday fincanları ile bir Finnigan MAT 262 termal iyonizasyon spektrometresi kullanarak  $\text{OsO}_3$  olarak analiz edilmiştir. Düşük Os konsantrasyonlarına sahip numuneler için ikincil elektron çarpanı kullanılarak analizleme yapılmıştır.  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  tayini için dahili hassasiyet her zaman  $\pm 0.3$ 'e ( $2\sigma$ ) eşit veya daha iyi olmuştur. Ölçülen Os izotop oranları,  $^{192}\text{Os}/^{188}\text{Os} = 3.08271$  kullanılarak oksijen izobarik girişimler, çivi katkıları ve alet kütle farklılaşmaları için çevrimdışı düzeltilmiştir (Shirey ve Walker, 1998).

### 2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazide koordinatları GPS aleti ile belirlenen örnek alım noktaları çizim programı ile yeniden çizilen MTA'nın jeoloji haritaları üzerine işlenmiştir (URL-3). Arazide yaklaşık olarak ölçümlerle hazırlanan stratigrafik kolon kesit, bilgisayar ortamında çizim programı ile çizilmiştir. Ana, iz ve nadir toprak element analizleri, mineral kimyası analizleri ve izotop analizleri sonucunda elde edilen veriler, jeolojik amaçlı çeşitli grafik ve çizim programlarında değerlendirilerek grafik, tablo ve şekil haline getirilmiştir. Jeotermobarometre ve jeotermometre hesaplamaları tablolama programında değerlendirilmiştir. Ergime modeli, mineralojik farklılaşma, asimilasyon süreçleri hesaplamaları Ersoy (2012) tarafından tablolama programı ile geliştirilen PETROMODELLER programı kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin CIPW parametreleri, yoğunluk ve viskoziteleri KWARE programı (Version 2.49.0126) kullanılarak hesaplanmıştır.

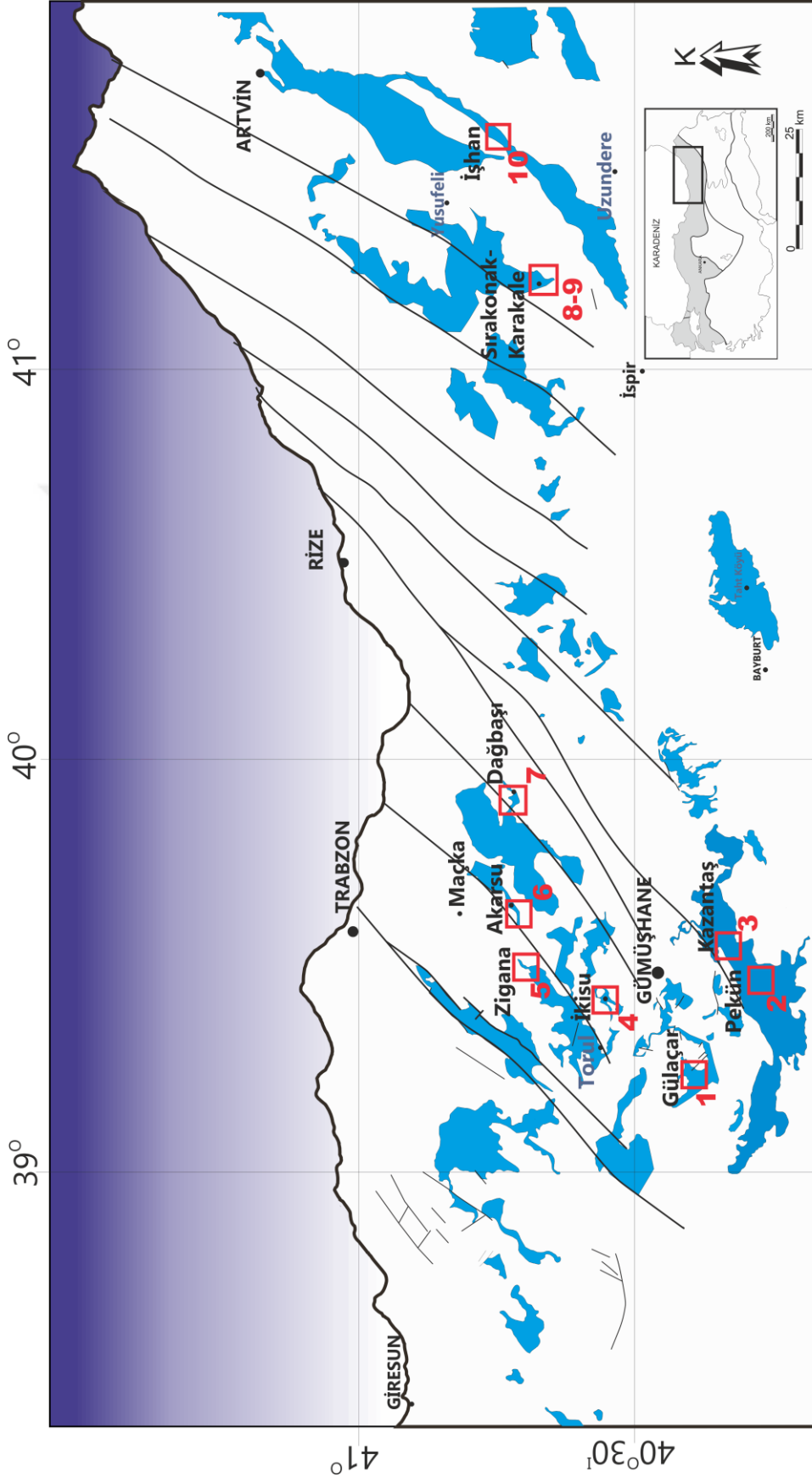
Arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sonucunda ortaya çıkan tüm veriler birleştirilip, yorumlanmış ve sonuçta "KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Klavuzu" kurallarına göre tez yazımı gerçekleştirilmiştir.



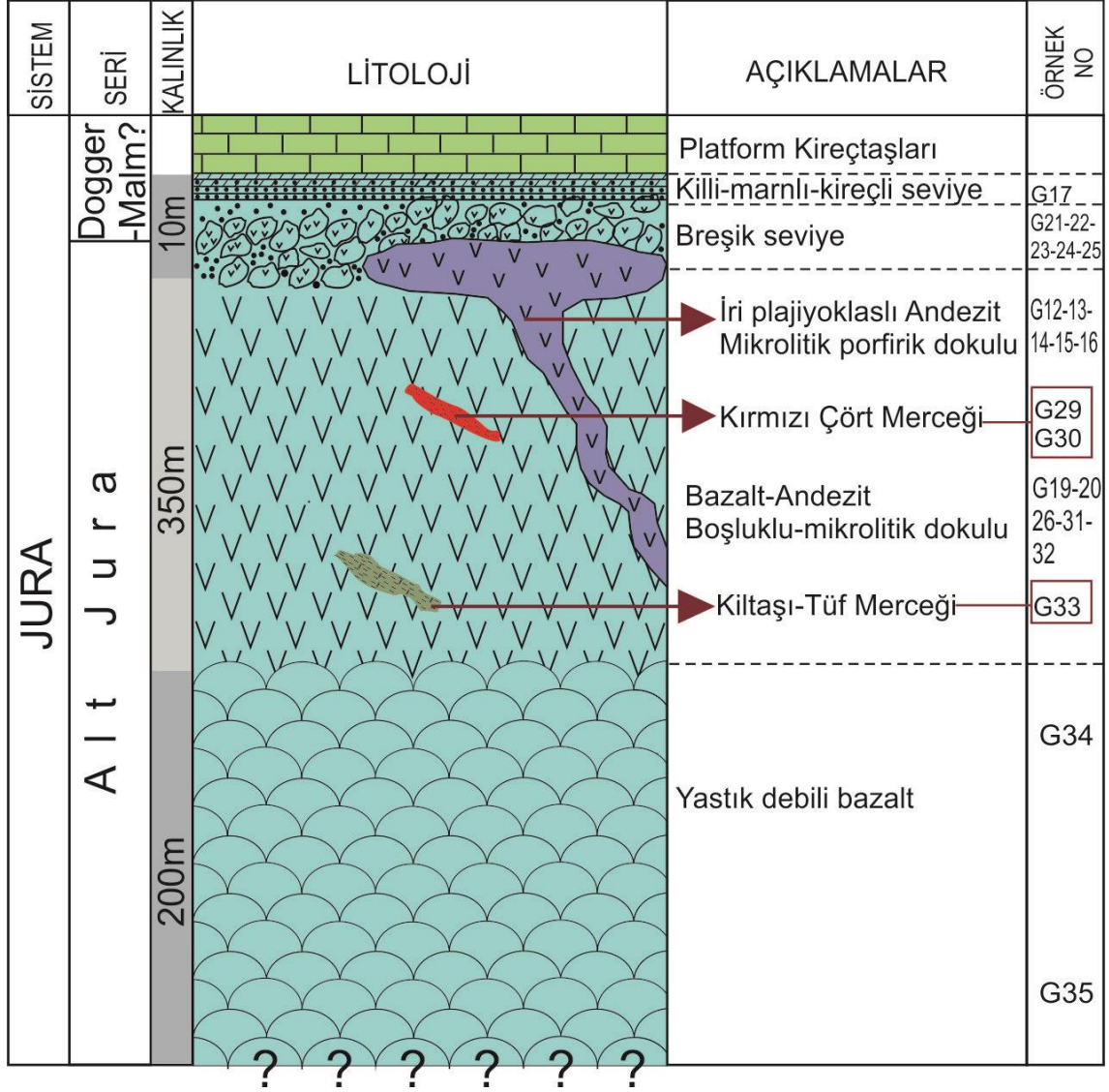
### 3. BULGULAR

Doğu Pontidler'de Jura yaşlı kayaçların tabanı birçok lokasyonda gözlenmez. Özellikle Doğu Karadeniz Dağlarının kuzey yamaçlarında yüzeyleyen volkanitler KD-GB yönlü büyük fay hatları boyunca (örneğin, Düzköy Haçkalı Baba Yaylası, Zigana) veya bu fay hatları üzerinde gelişmiş granitoyidik kütlelerin dokanakları boyunca (örneğin, Araklı-Dağbaşı Plütonu, Yomra Özdil Plütonu, Harşit Plütonu gibi) yüzeyleyirler (Şekil 1.2 ve 3.1). Söz konusu lokasyonlarda, Jura volkanitlerinin varlığı, çoğu zaman üzerlerindeki Berdiga Kireçtaşları'nın varlığı ile alt-üst ilişkisinden itibaren tespit edilmektedir. Jura birimlerinin özellikle Gümüşhane Plütonu çevresinde yüzeyleyen lokasyonlarda, Jura öncesi temel üzerine uyumsuz olarak geldiği gözlenir (Kandemir, 2004). Her ne kadar tabanı görülmesi de, Gümüşhane-Torul-İkisu Vadisi, Jura volkanizmasının stratigrafisinin Doğu Pontidler'de en iyi gözlemlendiği lokasyonlardan biridir (Şekil 3.2).

Bu bölümde başta Gümüşhane-Torul-İkisu Vadisi boyunca yüzeyleyen Jura yaşlı volkanitler olmak üzere Trabzon-Araklı-Dağbaşı (Çankaya), Maçka-Akarsu ile Zigana, Gümüşhane-Kelkit-Pekün (Ünlüpınar) ve Kırıklı, Gülaçar ile Kazantaş, Artvin-İşhan, Erzurum-Sırakonaklar ve Karakale lokasyonlarından alınan örneklerin (Şekil 3.1) volkanostratigrafik ve litolojik özellikleri incelenmiştir.



Şekil 3.1. Jura formasyonlarının (mavi alanlar, MTA'nın 1/500.000'lik haritasından sadeleştirilerek çizilmiştir) Doğu Pontidler'deki dağılımı ile bölgede tespit edilen ana fay güzergahlarının ilişkisi (Kurt vd.den (2006) alınmıştır). İnceleme alanlarının konumları: 1: Gülaçar, 2: Pekün-Kırıklı, 3: Kazantaş; 4: İkisu-Mescitli, 5: Zigana, 6: Akarsu, 7: Dağbaşı, 8: Sırakonaklar, 9: Karakale, 10: İşhan



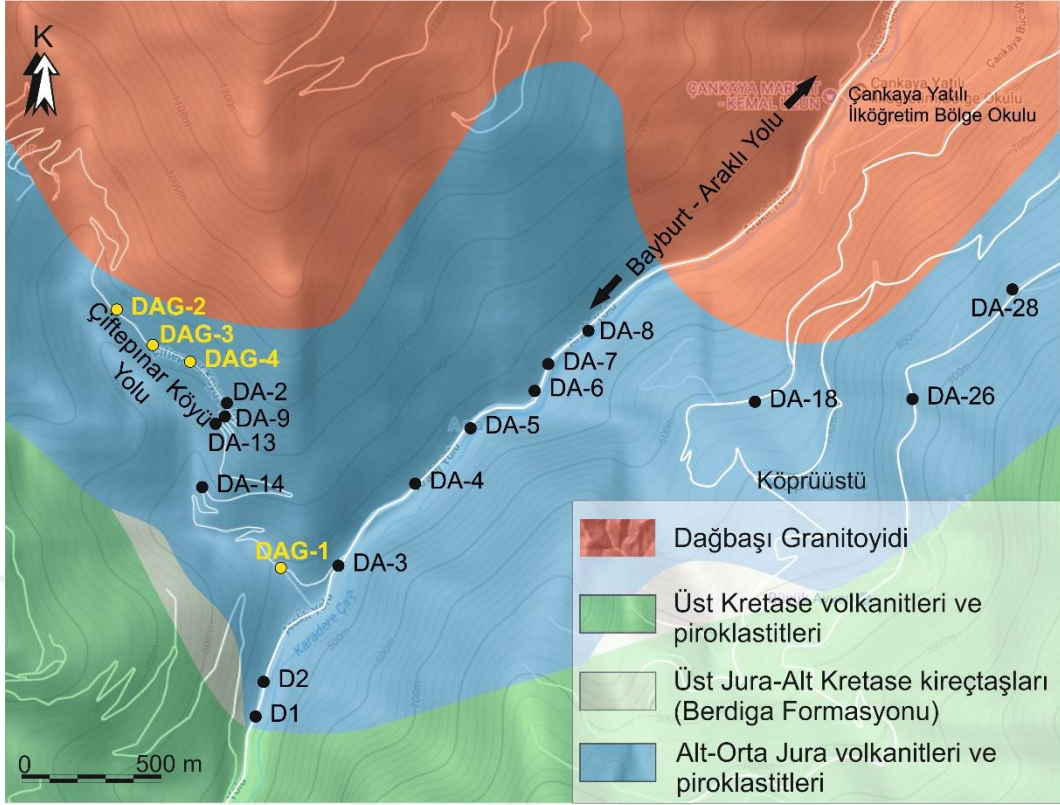
Şekil 3.2. Gümüşhane-İkisü Vadisinin ayrıntılı stratigrafik kesiti ve örnek alım seviyeleri

### 3.1. Çalışma Alanları

Dağbaşı lokasyonu (Şekil 3.1’de 7 nolu lokasyon), 1/25.000 ölçekli Trabzon G43 c2 paftasında, Trabzon ili Araklı ilçesinden yaklaşık 30 km güneyde yer almaktadır. Dağbaşı (Çankaya) lokasyonunun bulunduğu vadinin tabanında yer yer yastık bazalt şeklinde yer yer de masif yeşilimsi siyah renkli afanitik doku gösteren Jura yaşlı volkanitler ve piroklastitleri bulunur (Şekil 3.3). Berdiga Kireçtaşları büyük bloklar halinde volkanitlerin üzerinde yer alır. Geç Kretase yaşlı volkanitler ve piroklastitleri bu seriyi uyumsuz olarak örter. Kompozit Dağbaşı Granitoyidi tüm bu seriyi keserek yerleşmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.3. Dağbaşı (Çankaya) lokasyonunun bulunduğu vadinin tabanındaki yer yer yastık bazalt şeklinde yer yer de masif yeşilimsi siyah renkli afanitik doku gösteren Jura yaşlı volkanitlerin görünümü



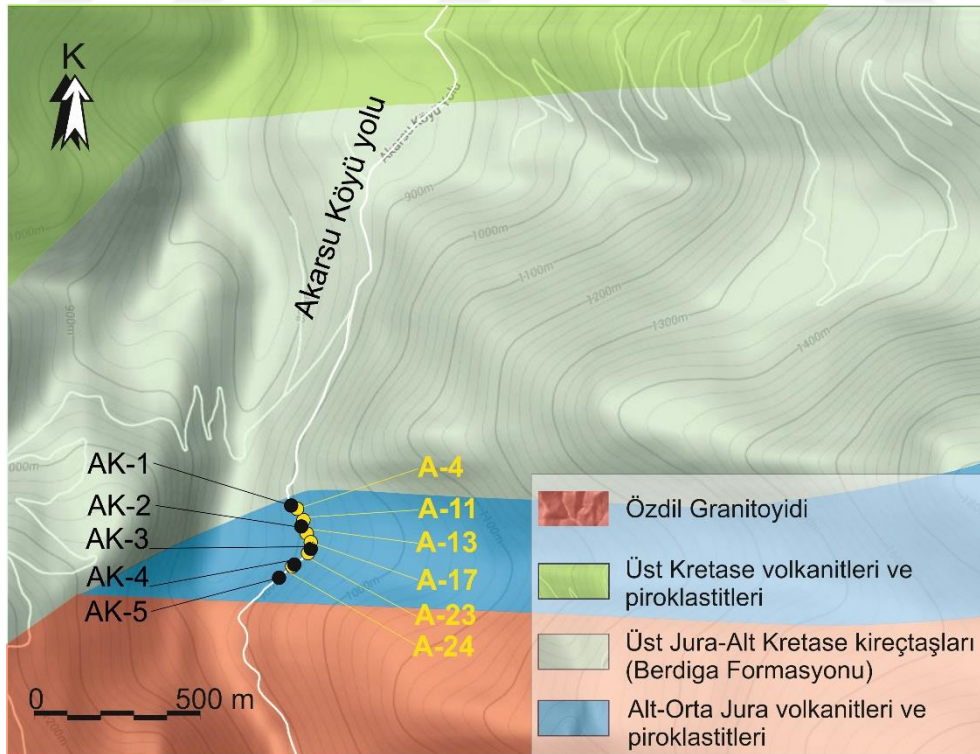
Şekil 3.4. Dağbaşı lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır)

Akarsu lokasyonu (Şekil 3.1’de 6 nolu lokasyon) 1/25.000 ölçekli Trabzon G43 d1 paftasında Maçka-Coşandere-Akarsu Köyü civarında yer alır. Akarsu lokasyonunun tabanını koyu renkli masif volkanik kayalar ve piroklastitleri oluşturur. Kalın tabakalı Berdiga Formasyonuna ait kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak üstlenirler. Berdiga Kireçtaşları Geç Kretase yaşlı volkanit ve piroklastitleri tarafından uyumsuzlukla örtülür. Tüm bu seri Özdil Granitoyidi tarafından kesilmiştir (Şekil 3.5 ve 3.6).

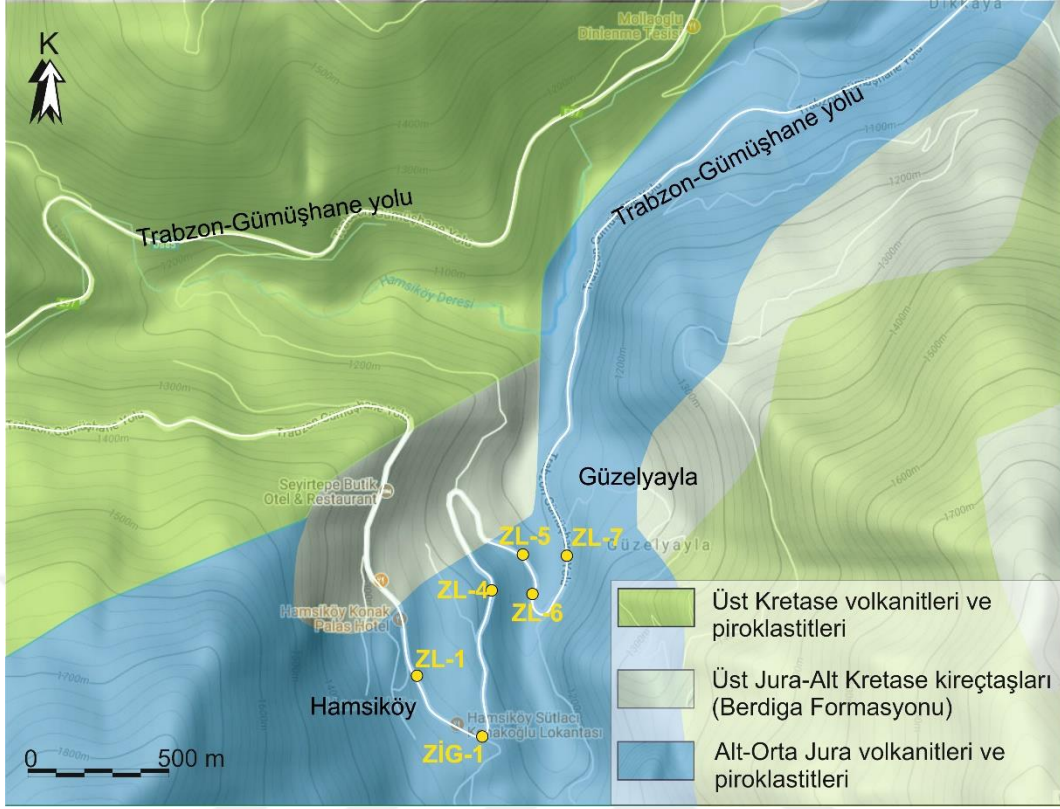
Zigana lokasyonu (Şekil 3.1’de 5 nolu lokasyon)1/25.000 ölçekli Trabzon G42 c2 paftasında yer alır. İncelenen volkanitler Hamsiköy ve Güzelyayla’nın bulunduğu lokasyonda Değirmendere Vadisinin tabanında koyu morumsu-siyahımsı renkli afanitik dokulu volkanit ve piroklastitleri ile yer yer iri plajiyoklas içeren andezitler olarak gözlenir. Masif tabakalı Berdiga Kireçtaşı blokları Jura volkanitlerinin üzerinde devasa parçalar halinde görülür. Geç Kretase yaşlı bazik ve asidik volkanitler ve piroklastları tüm bu serileri örtmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.5. Akarsu lokasyonunun tabanındaki koyu renkli masif volkanik kayaların görünümü



Şekil 3.6. Akarsu lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır)



Şekil 3.7. Zigana lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır)

İkisü lokasyonu (Şekil 3.1’de 4 nolu lokasyon) 1/25.000 ölçekli Trabzon G42-c3 paftasında, Gümüşhane il merkezinin 10 km kuzey batısında yer alır. İkisü Vadisi’nin tabanını incelenen volkanitler ve piroklastitleri oluşturur. Bu volkanik seri Berdiga Kireçtaşları’na koyu kahverenkli kırıntılı malzeme ile ardalanmış açık renkli kireçli malzemeden oluşan bir kırıntılı kayaç serisi ile uyumlu olarak geçiş yapar (Şekil 3.8). Berdiga Kireçtaşları, kumlu kireçtaşları (kalsitürbiditler) ve üzerine uyumlu gelen kırmızı kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür. Kalınlıkları fazla olmayan bu kayaçlar kumtaşı, şeyl, volkanik tüf, marn ve yer yer volkanik kayaç akıntılarında oluşan türbiditik bir istif ile örtülmüştür (tüm bu birimler Şekil 3.9’da ayrılanmamış Geç Kretase yaşlı birimler olarak tek bir birim olarak gösterilmiştir). Tüm bu birimler kompozit Torul Granitoyidi tarafından kesilmiştir.

Volkanitler ve piroklastitleri tabanda yastık bazaltlarla başlar, volkanik istif yer yer tortul mercekler içeren boşluklu bazalt/andezitlerle devam eder. Vadinin bazı kısımlarında lapilli tüfler boşluklu bazalt/andezitlerin üzerine gelir. Volkanik istif iri plajiyoklas içeren porfirik bir andezit tarafından kesilmiştir. İstifin üst kısmında porfirik andezit çakılları da

içeren breşik bir seviye bulunur. Jura istifi koyu ve açık renkli kırıntılıların oluşturduğu tortul bir seviye ile Berdiga Kireçtaşları'na uyumlu bir geçiş yapar (Şekil 3.9).

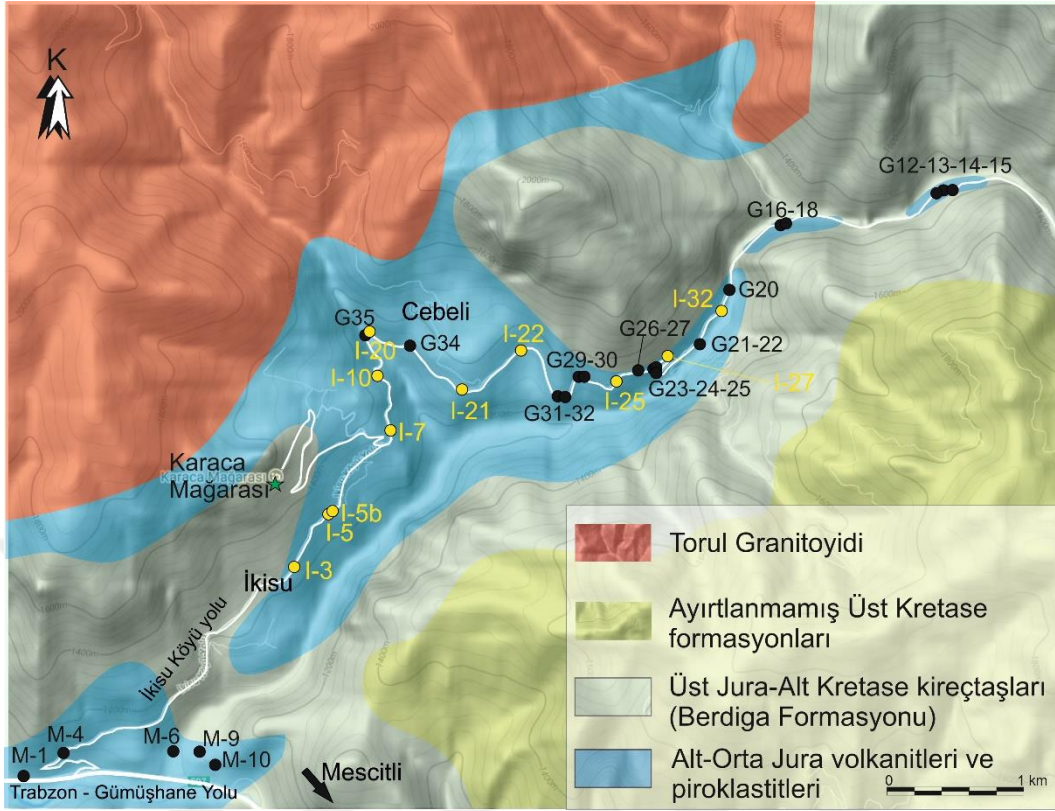
Mescitli lokasyonu İkisu Vadisi'nin girişinde (Torul-Gümüşhane karayolu üzerinde) Mescitli Köyü'ne doğru olan Berdiga Kireçtaşları'nın altında bulunan volkanit ve piroklastitlerin bulunduğu alandır (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. İkisu Vadisi'nde yüzeylenen Jura volkanitleri ve üzerlerine uyumlu olarak gelen Berdiga Kireçtaşları

Pekün (Ünlüpınar) lokasyonuna (Şekil 3.1'de 2 nolu lokasyon) ait örnekler 1/25.000 ölçekli Trabzon H42-b3 paftasında, Kırıklı Köyü'nün yaklaşık 15 km güneyinde Gümüşhane-Kelkit karayolu üzerinde ve Pekün (Ünlüpınar) Köyü'nün yaklaşık 5 km kuzeybatısında Eylence Yayla Madeni yolu üzerinden derlenmiştir. Bu bölge Jura yaşlı kayaçların Doğu Pontidler'de en geniş yüzeyleme vermiş olduğu lokasyonlardan biridir. Jura yaşlı kayaçlar Gümüşhane/Köse granitoidlerinin kesmiş olduğu metamorfik kayaçlar üzerine uyumsuz olarak gelir. Volkanitler kırıntılı kayaçların oluşturmuş olduğu formasyon içerisinde yer yer bulunurlar. Koyu siyahımsı yeşil morumsu siyah renkli, afanitik dokulu volkanitlere piroklastik çökelleri de eşlik eder. Eylence Yayla Madeni yolu üzerinde söz konusu volkanitler kalınlıkları birkaç metreyi bulan iri plajiyoklaslı andezitler tarafından kesilmiştir. Volkanitlerle Berdiga Kireçtaşları'nın dokanakları keskin olup Berdiga Kireçtaşları uyumsuz bir şekilde volkanitler üzerine gelir (Şekil 3.10 ve 3.11).





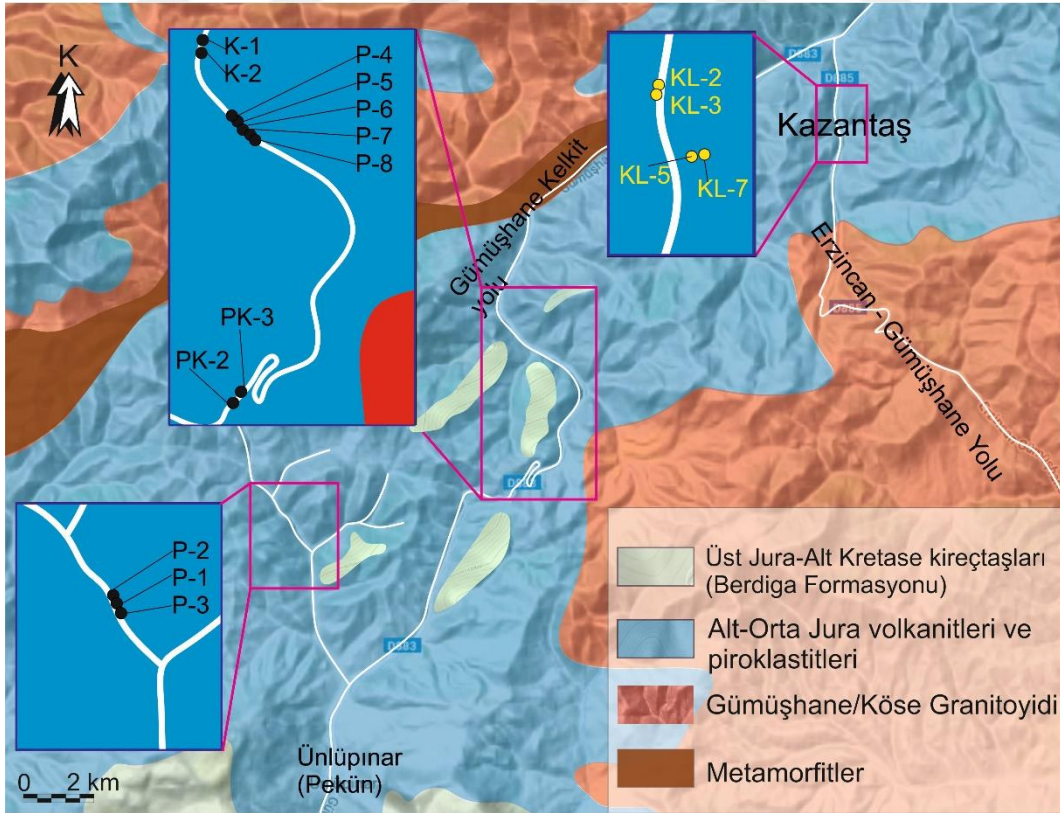
Şekil 3.9. İkisu ve Mescitli lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır)

Kazantaş lokasyonu (Şekil 3.1’de 3 nolu lokasyon) 1/25.000 ölçekli Trabzon H43 a4 paftasında Gümüşhane il merkezinin güneydoğusunda, Kırıklı Köyü’nün Köse yol ayırımından yaklaşık 3 km Köse kısmına doğru yer alır. Köse Granitoyidi’nin tabanı oluşturduğu bölgede Jura yaşlı volkanitler, kırıntılı kayaçların arasında, kalınlıkları birkaç on metreden en fazla yüzelli metreye kadar olacak şekilde yer yer sütunsu yapılar gösteren şekilde bulunur. Gri koyu yeşil renkli afanitik dokuludurlar. Berdiga Kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak örtülürler.

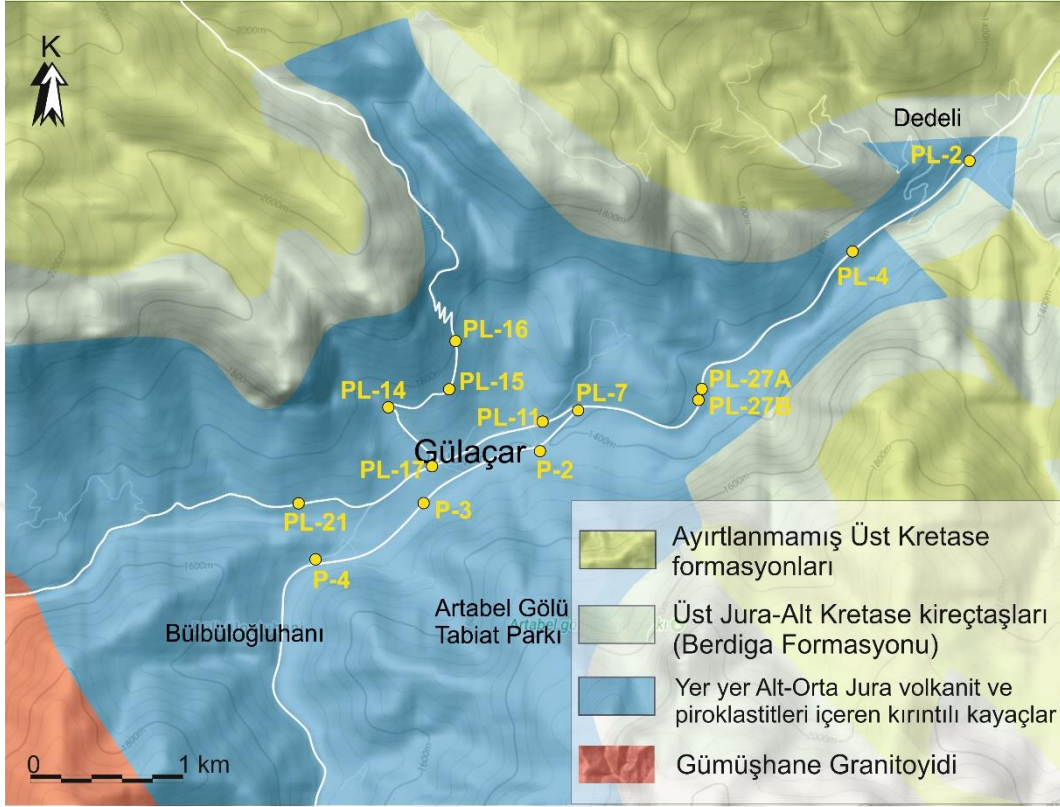
Gülaçar lokasyonu (Şekil 3.1’de 1 nolu lokasyon) 1/25.000 ölçekli Trabzon H42 a2 paftasında yer alır. Torul’un yaklaşık 20 km güneybatısında (ulaşım Torul- İkisu- Şiran karayolundan itibaren 48 km) yer alır. Çalışma alanının tabanını Gümüşhane Granitoyidi oluşturur. Volkanit ve piroklastitlerini seviyeler halinde içeren Jura yaşlı kırıntılı kayaçlar Gümüşhane Granitoyidi üzerine uyumsuz olarak gelir. Geç Jura- Erken Kretase yaşlı Berdiga Kireçtaşları Jura kayaçlarını uyumlu olarak örter. Geç Kretase yaşlı türbiditik kayaçlar çalışma alanının en üst seviyesini oluşturur (Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Gümüşhane- Kelkit karayolu boyunca yüzeylenen Jura volkanitleri ve üzerlerine uyumlu olarak gelen Berdiga Kireçtaşları



Şekil 3.11. Pekün ve Kazantaş lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır)



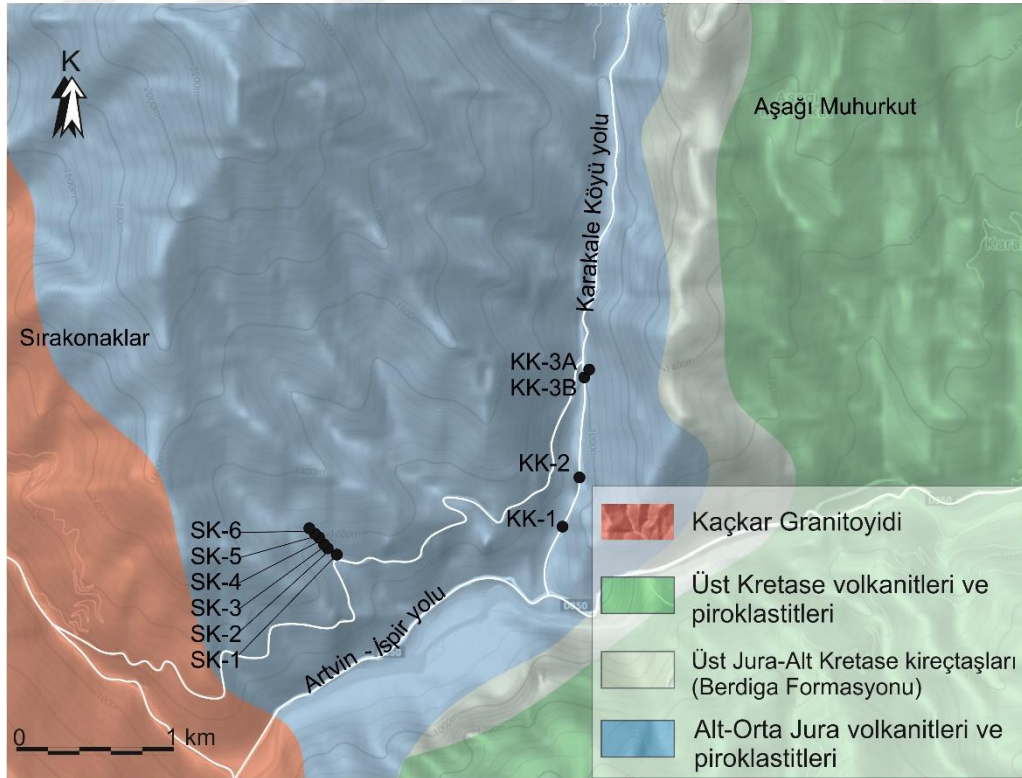
Şekil 3.12. Gülaçar lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları. (Sarı renkli örnekler Şen vd.den (2007) alınarak kullanılmıştır)

Sırakonaklar ve Karakale lokasyonları (Şekil 3.1’de 8 ve 9 nolu lokasyonlar) 1/25.000 ölçekli Tortum G46 d2 ve Tortum G46 c1 paftalarında yer alır. İnceleme alanı Erzurum-İspir, Artvin-Yusufeli karayolu üzerinde, İspir’den yaklaşık 30 km kuzeydoğudadır. Sırakonaklar ve Karakale birbirine paralel vadilerdir. Çalışma alanının tabanını Jura yaşlı volkanit ve piroklastitleri oluşturur (Şekil 3.13). Berdiga Kireçtaşları volkanitler üzerine uyumsuz olarak gelir. Geç Kretase yaşlı volkanitler ve piroklastitleri Berdiga Kireçtaşları’nı uyumsuzlukla örter. Kaçkar Granitoyidi tüm bu kayaçları keserek yerleşmiştir (Şekil 3.14).

İşhan lokasyonu (Şekil 3.1’de 10 nolu lokasyon) 1/25.000 ölçekli Tortum G47 a3 paftasında, Yusufeli-Oltu karayolu üzerinde, Yusufeli’nden yaklaşık 10 km güneydoğuda yer alır. Jura yaşlı volkanit ve piroklastitleri üzerine uyumsuz olarak Berdiga Kireçtaşları gelir (Şekil 3.15). Geç Kretase yaşlı orta-kalın tabakalı pelajik kireçtaşları bu kayaçları uyumsuzlukla örter (Şekil 3.16).



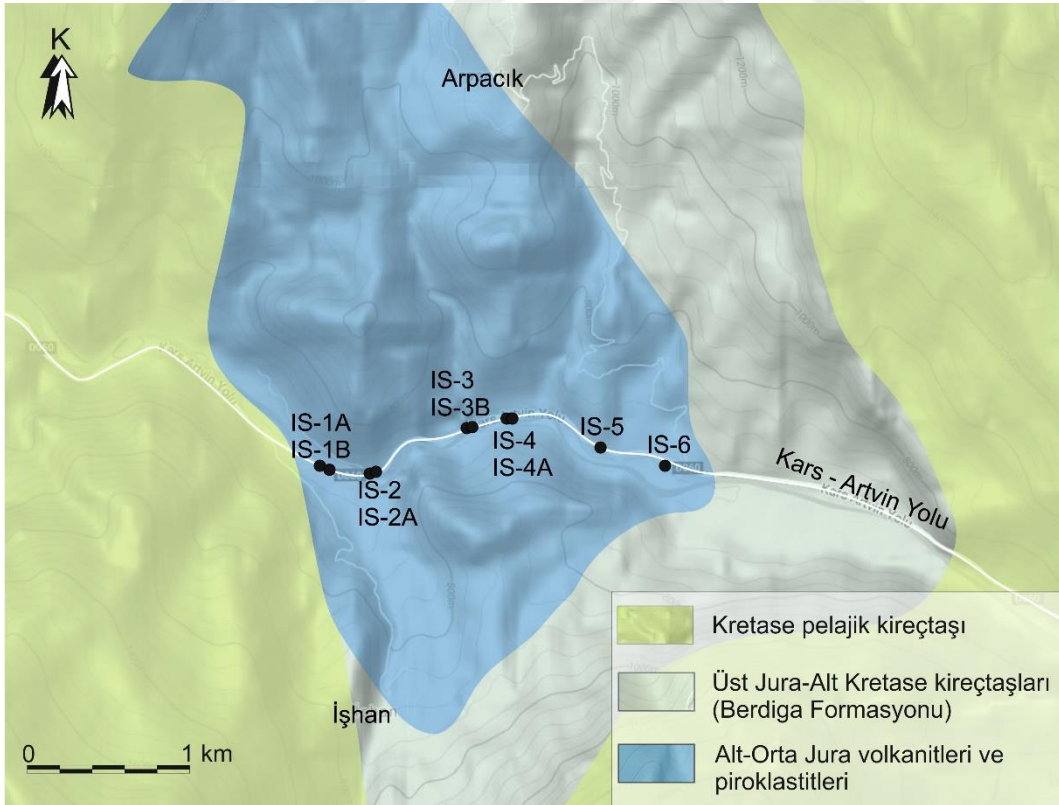
Şekil 3.13. İspir (Erzurum)- Yusufeli (Artvin) karayolu üzerinde, Sırakonaklar Köyü'nde yüzeylenen Jura volkanitleri



Şekil 3.14. Sırakonaklar ve Karakale lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları



Şekil 3.15. İşhan Köyü'nün batısında yüzeyleyen jura volkanitleri ve Kretase yaşlı pelajik kireçtaşlarının görünümü



Şekil 3.16. İşhan lokasyonunun jeoloji haritası (URL-3) ve örnek alım noktaları

### 3.2. Volkanostratigrafi

Çalışılan lokasyonlar içerisinde Jura yaşlı volkanik kayaç stratigrafisinin iyi gözlemlendiği yer İkisu Vadisi'dir. İkisu Vadisi'nden hazırlanan ölçülü stratigrafik kolon kesit Şekil 3.2'de verilmiştir.

İkisu Vadisi'nin tabanını görünür kalınlığı yaklaşık 200 m olan yastık bazaltlar oluşturmaktadır (Şekil 3.17). Yastıkların boyutları dm ölçeğinden m ölçeğine kadar değişmektedir. Işınsal soğuma çatlakları gösteren yastık bazaltların çeperleri daha ince danelidir. Yastıkların çeperlerinde tortul izlere pek rastlanmaz, soğan kabuğu şekilli ayrışmıştırlar (Şekil 3.18). İkisu Vadisi'nin dışında Dağbaşı lokasyonunda söz konusu yastık bazaltlara rastlanmıştır (Şekil 3.19). Ayrıca, Artvin-Yusufeli'nin hemen güneyinde Yeniköy civarında karayolu üzerinde Berdiga Kireçtaşları'nın hemen altında görünür kalınlığı birkaç on metre olan yastık bazaltlar bulunur (Şekil 3.20).



Şekil 3.17. Gümüşhane-İkisu Vadisi'nin tabanında gözlenen yastık bazaltlar



Şekil 3.18. İkisu Vadisi'nin tabanında bulunan yastık bazaltların dış çeperlerinde gözlenen soğan kabuğu şeklindeki ayrışma



Şekil 3.19. Araklı- Bayburt karayolu üzerinde Dağbaşı (Çankaya) lokasyonunda gözlenen yastık bazaltlar



Şekil 3.20. Artvin-Yusufeli'nin hemen güneyinde Yeniköy civarında karayolu üzerinde Berdiga Kireçtaşları'nın hemen altında gözlenen yastık bazaltlar

İkisu Vadisi'nde, yastık bazaltların üzerine yaklaşık 350 m kalınlığında koyu gri, yer yer kahverengimsi veya morumsu renkli bol boşluklu bazaltlar/andezitler gelir (Şekil 3.21). Boşluklar mm ile cm arasında olup, çoğunlukla ikincil minerallerle (kalsit, klorit gibi) doldurulmuştur. Bu koyu renkli bazaltlar içinde tabaka kalınlığı 10 cm, istif kalınlığı yaklaşık 5 m olan piroklastit seviyeleri (Şekil 3.22) ile kalınlığı yaklaşık 50 cm olan kırmızı silisli çökel mercekleri bulunur (Şekil 3.23). İncelenen lokasyonların çoğunluğunda sadece bu seviye gözlenmiştir. İncelenen diğer lokasyonların çoğunluğunda bu seviye istifin tabanında yer aldığından bu seviyeyi oluşturan kayaçların gerçek kalınlığı ölçülemediği. Ancak görünür kalınlıkları 50 m ile 350 m arasında değişir. Bu seviyeyi Dağbaşı, Zigana, Akarsu, Pekün, Sırakonak, Karakale lokasyonlarında bazalt/andezit ve piroklastitleri, İşhan lokasyonunda bazalt/andezit/dasit ve piroklastitleri oluşturur. Volkanitlerin kırıntılı kayaçlar içerisinde seviyeler halinde bulunduğu Gülaçar ve Kazantaş lokasyonlarında volkanitlerin kalınlığı birkaç birkaç on metreden en fazla 150 metreye kadar ulaşır ve bazalt/andezit bileşimindedirler.





Şekil 3.21. İkisu Vadisi'nde yastık bazaltlar üzerinde gözlenen bol boşluklu bazaltlar/ andezitler



Şekil 3.22. İkisu Vadisi Cebeli Köyü yolu üzerinde yüzeylenen boşluklu bazalt içerisinde mercek şeklinde çökelmiş piroklastik kayaç katmanları



Şekil 3.23. İkisu Vadisi Cebeli Köyü yolu üzerinde yüzeylenen boşluklu bazalt içerisindeki kırmızı silisli çökel merceği

Boşluklu bazaltları oluşturan volkanizmanın son ürünü olarak boyutları yer yer ceviz büyüklüğünde olan lapililerin oluşturduğu lapilli tüfler gelir (Şekil 3.24). Lapilli tüfler çalışılan lokasyonlar içerisinde sadece İkisu Vadisi'nde gözlenmiştir.

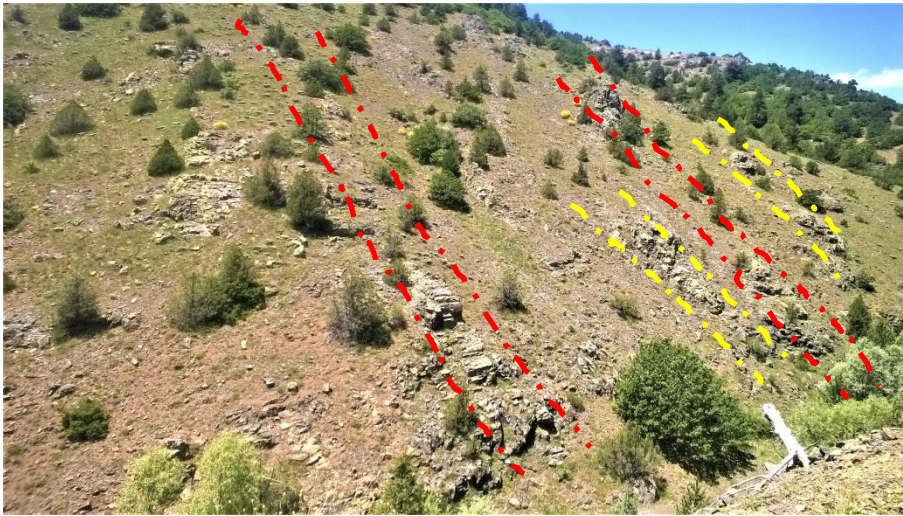


Şekil 3.24. İkisu Atalar Köyü yolu üzerinde yüzeylenen boşluklu bazaltların üzerine gelen ve volkanizmanın son ürünü olan lapilli tüfler

Söz konusu volkanik birimler, iri plajiyoklas içeren porfirik dokulu kayaç tarafından İkisu Vadisi'nde görüldüğü üzere düzensiz (Şekil 3.25), Pekün-Eylence Madeni yolu üzerinde görüldüğü gibi de kalınlığı birkaç metre olan dayklar (Şekil 3.26 ve 27) şeklinde kesilmiştir. Jura volkanizmasının son ürünü olarak oluşan iri plajiyoklaslı porfirik andezitler Doğu Pontidler'in bir çok lokasyonunda bulunur. Örneğin, Giresun- Espiye'nin yaklaşık 40 km güneyinde Berdiga Kireçtaşları'nın hemen altında, Trabzon-Gümüşhane yeni karayolu üzerinde Başar Köyü'nün yaklaşık 5 km güneyinde, Artvin'in hemen güneyinde bu kayaçlara rastlanır.



Şekil 3.25. İkisu Vadisi'nde bol boşluklu bazaltları düzensiz olarak kesen, iri plajiyoklas içeren andezitler



Şekil 3.26. Gümüşhane- Gökçepınar Köyü civarında yüzeylenen boşluklu bazaltları kesen iri plajiyoklas içeren andezit daykları



Şekil 3.27. Gümüşhane- Gökçepinar Köyü civarında yüzeylenen boşluklu bazaltları kesen andezit porfir daykları

İkisu Vadisi boyunca yer yer yüzeyleme veren, bollukları yer yer %50'ye varan ve boyutları 1-2 cm'ye ulaşan plajiyoklas megakristalleri içeren andezit porfirler, kırmızımsı afinitik dokulu bir kayaç ile beraber bulunur (Şekil 3.28).

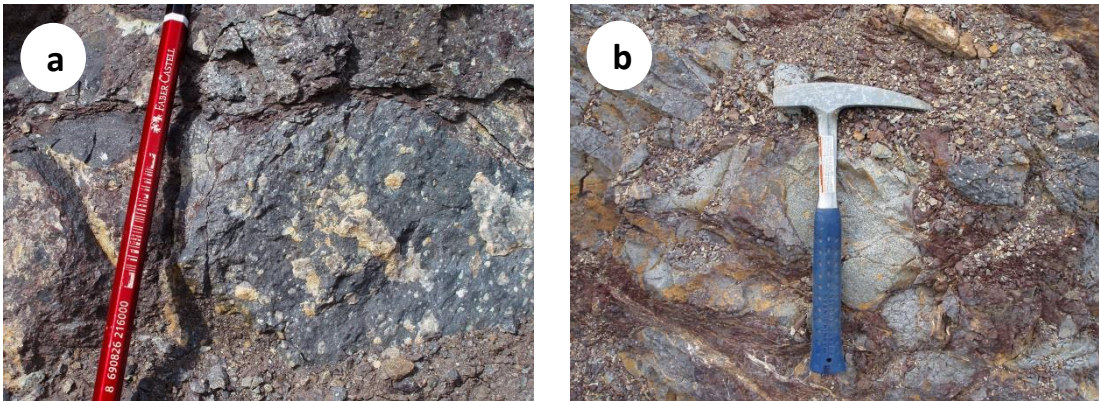


Şekil 3.28. İkisu Vadisi'nin kuzeyinde kırmızımsı afinitik dokulu kayaç ile beraber bulunan andezit porfirler

Bazen andezit porfirlerin, yer yer de akma debili boşluklu bazaltların üzerine, kalınlığı yaklaşık 10 m ve içerisindeki çakılların boyutları cm ila dm civarında olan volkanik breş seviyesi (Şekil 3.29) gelir. Volkanik breşi çoğunlukla boşluklu bazalt/andezit çakılları, (Şekil 3.30a) nadiren de iri plajiyoklaslı andezit porfir çakılları oluşturur (Şekil 3.30b). Çalışılan diğer lokasyonlarda söz konusu breşik seviyeye rastlanılmamıştır. Ancak, Erzurum-Uzundere İlçesi'nin Erzurum girişinde yol kenarında kalınlığı birkaç metre olan breşik bir seviye bulunmaktadır (Şekil 3.31).



Şekil 3.29. İkisu Vadisi'nde yüzeylenen volkanik breş seviyesi



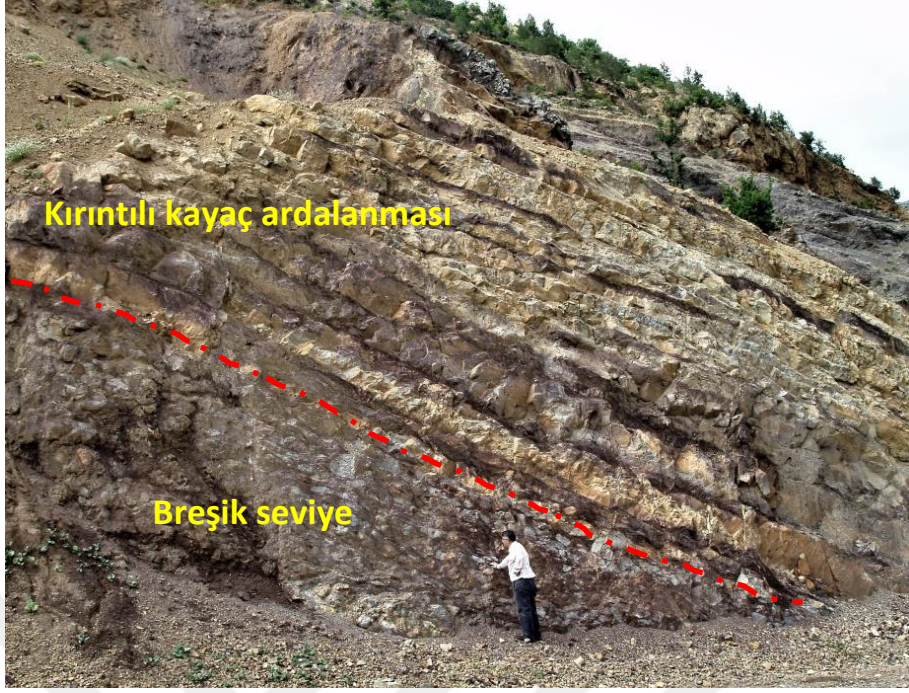
Şekil 3.30. Volkanik breş seviyesi içindeki (a) boşluklu bazalt/andezit çakılı, (b) andezit porfir çakılı



Şekil 3.31. Erzurum- Uzundere İlçesi'nin Erzurum girişinde yol kenarında yüzeylenen kalınlığı birkaç metre olan breşik seviye

Koyu bordo-kahve renkli kırıntılı tortul ile açık renkli karbonatça zengin kırıntılı kayaç ar dalanmasından oluşan seri, breşik seviyeyi örter (Şekil 3.32). İkisu Vadisinde kalınlığı yaklaşık 25 m'ye ulaşan bu seviye ile Alt- Orta Jura kayaçları uyumlu olarak Geç Jura- Erken Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu'na geçiş yapar (Şekil 3.33).

Doğu Pontidler'de bir çok lokasyonda gözlenen bu dokanak, alttan üste doğru giderek volkanik girdinin azalması, bunun yerini killi-marnlı seviyelerin alması ve sonuçta giderek karbonatlı kayaçların görülmesiyle tanınır. Gümüşhane yöresinde Olucak Köyü civarında, Gümüşhane merkezinin hemen güneyindeki Gümüştaş Pb cevherleşmesinin olduğu lokasyonda, Araklı- Bayburt yolunun Salmankaş mevkiinin hemen güneyinde bu geçişi görmek mümkündür. Ancak çalışılan diğer lokasyonlarda söz konusu geçiş gözlenmemiştir.



Şekil 3.32. İkisu Vadisi'nde gözlenen breşik seviye ve üzerine gelen koyu bordo-kahve renkli kırıntılı ve açık renkli karbonatça zengin kırıntılı kayaç ardalanması



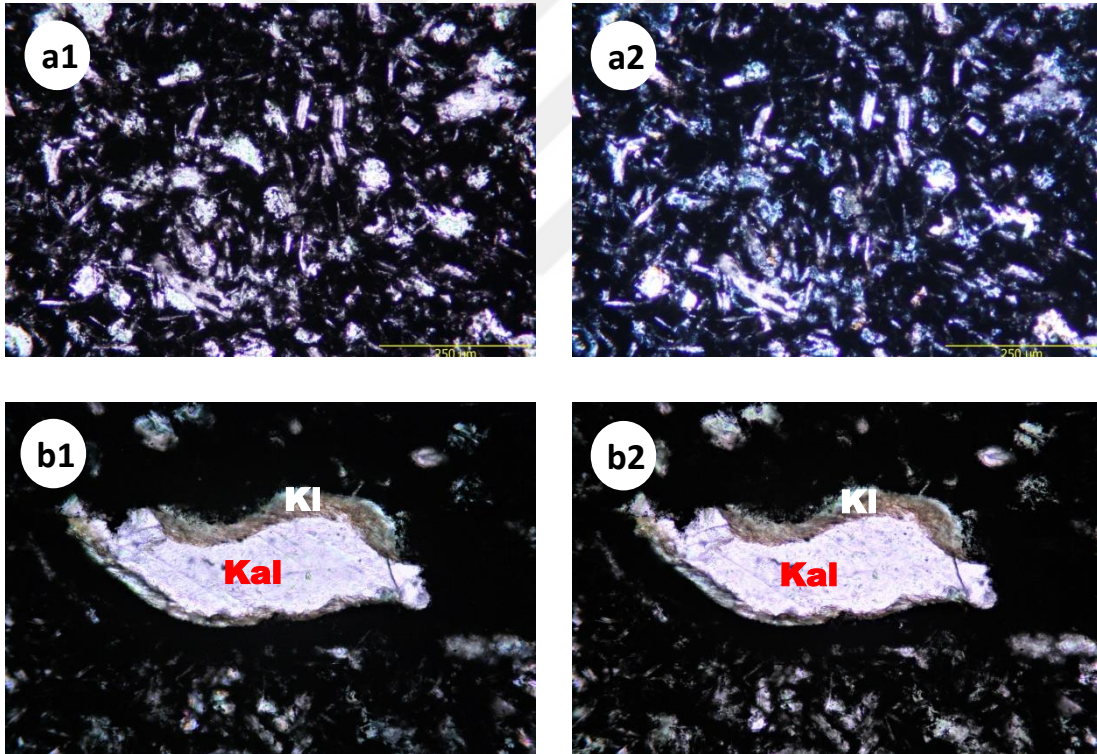
Şekil 3.33. İkisu Vadisi'nde gözlenen koyu bordo-kahve renkli kırıntılı ve açık renkli karbonatça zengin kırıntılı kayaç ardalanmasının Berdiga Formasyonu ile uyumlu geçiş gösteren dokanağı

### 3.3. Petrografik Gözlemler

Stratigrafi bölümünde anlatılan kayaçların litolojik özellikleri şu şekilde verilmiştir:

İkisu ve Dağbaşı lokasyonlarında gözlenen yastık bazaltların çapları dm ölçeğinden m ölçeğine kadar değişmektedir. Yastık bazaltlar siyahımsı koyu gri-yeşil renkli olup ışınsal soğuma çatlakları gösterir. İnce daneli dış zonları yer yer soğan kabuğu şeklinde bozmuştur (Şekil 3.18.).

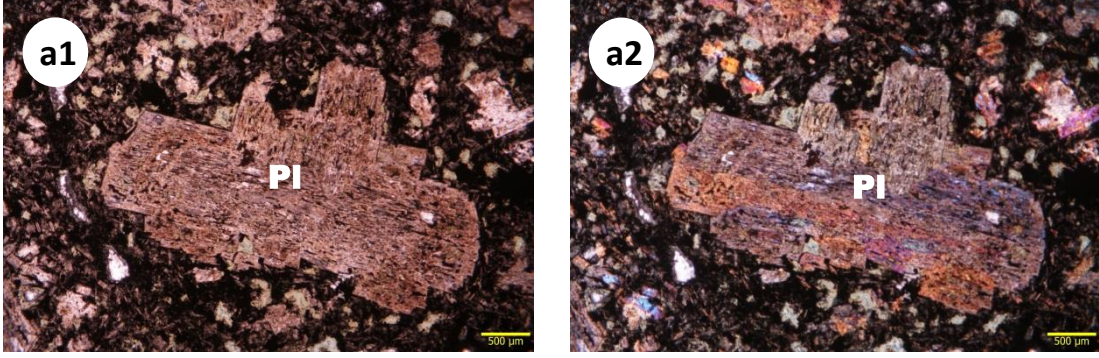
Vesiküler-mikrolitik porfirik doku gösterirler (Şekil 3.34a1 ve a2). Vesiküllerin boyutları birkaç mikrondan 2-3 mm'ye kadar değişmektedir. Bazıları yuvarlak, bazıları yarı köşeli vesiküllerin çeperleri kloritlerle, merkezi kalsitlerle doldurulmuştur (Şekil 3.34b1 ve b2).



Şekil 3.34. Yastık bazaltlarda gözlenen; (a) vesiküler-mikrolitik porfirik dokunun tek (a1) ve çapraz (a2) nikol görüntüsü (Örnek No: G35), (b) vesiküllerin çeperlerindeki klorit (Kl) dolgusu ve merkezindeki kalsit (Kal) dolgusunun tek (b1) ve çapraz (b2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G35)

Porfirileri, yaklaşık 5 mm boyutuna ulaşan plajiyoklas fenokristalleri oluşturur (Şekil 3.35a1 ve a2). Polarizan mikroskop altında 010 yüzeyine dik kesitlerde yapılan sönme açısı tayinlerine göre bileşimleri albitle ( $An_{02-10}$ ) ile labrador ( $An_{50-58}$ ) arasında değişir.

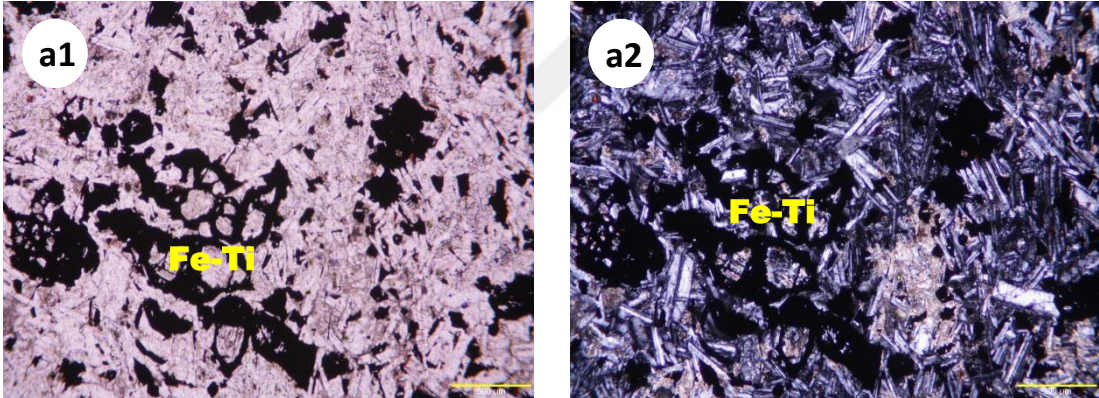




Şekil 3.35. Yastık bazaltlarda görülen plajiyoklas (Pl) fenokristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G34)

Kayaçlar içerisinde ferromagnezyen mineraller çoğunlukla ayrılmış, ayrışan kristallerden itibaren Fe-oksit iskeletler geriye kalmıştır (Şekil 3.36a1 ve a2)

Yer yer kriptokristalen özellikteki mikrolitik hamur, plajiyoklas mikrolitlerinden ve köşeli Fe-Ti oksit kristallerinden oluşmuş, çoğunlukla kloritleşmiş ve kalsitleşmiştir.

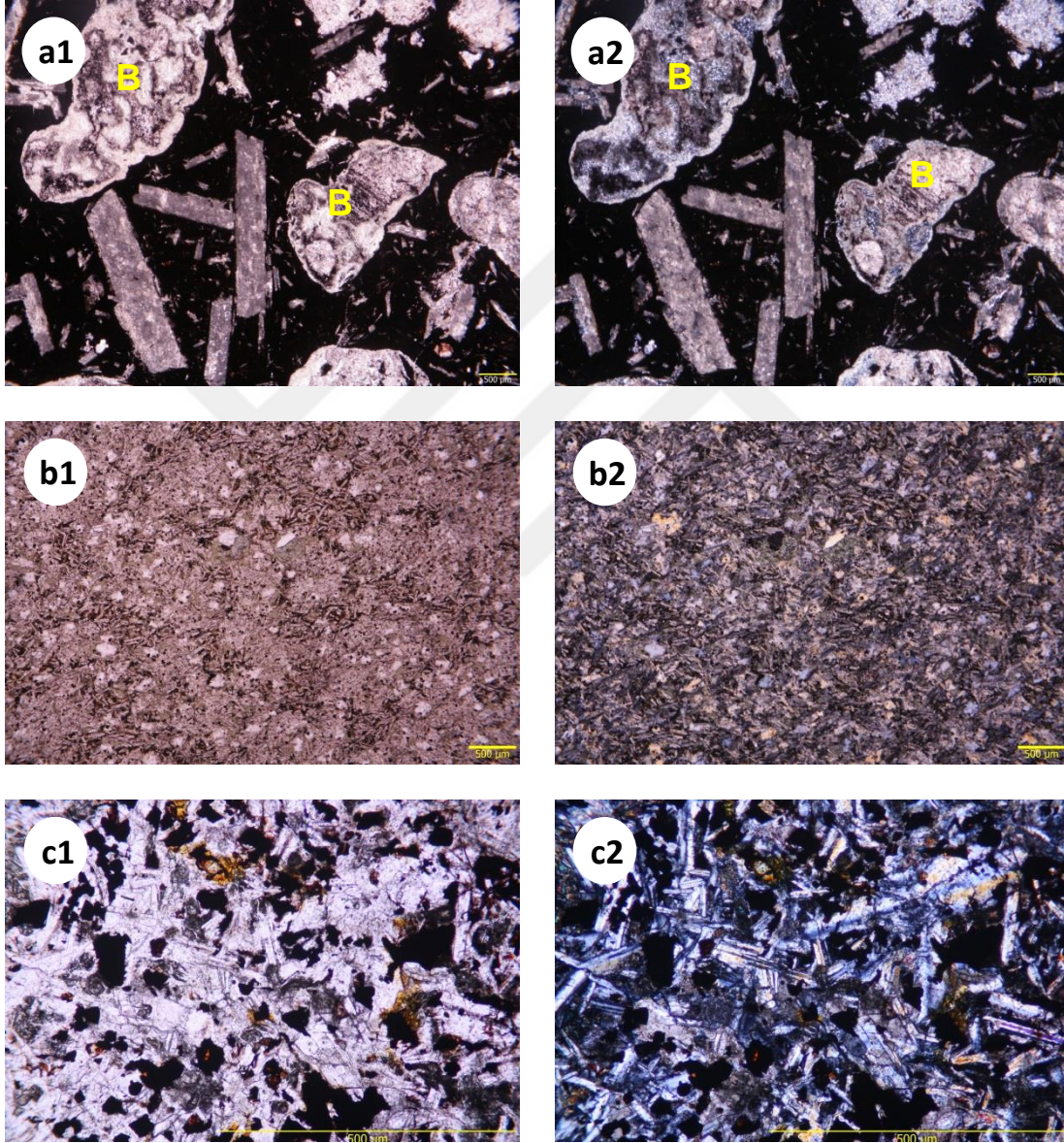


Şekil 3.36. Yastık bazaltlar içerisindeki ferromagnezyen minerallerin ayrışması sonucu oluşmuş Fe-Ti oksit (Fe-Ti) iskeletlerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G34)

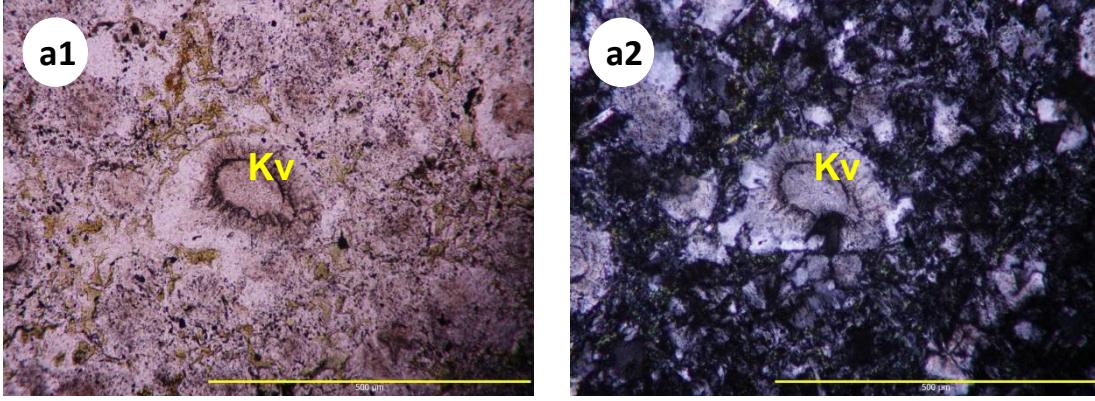
Mikroskobik gözlemler sonucu bulunan mineralojik bileşimine göre yastık şeklinde oluşmuş olan bu kayaçların bazalt, andezit, spilitleşmiş bazalt ve keratofirleşmiş andezit oldukları söylenebilir.

Yastık bazaltların üzerine yer yer boşluklu, yer yer de afanitik dokulu bazaltlar/andezitler/dasitler ve bunların piroklastitleri gelir. Bu kayaçlar koyu yeşilimsi siyah, bazen morumsu renklidir, masif ve yer yer akma yapıları gösterirler.

Amigdaloidal-mikrolitik, mikrolitik porfirik doku, yer yer de intersertal dokular bu kayalarda gözlenmiştir (Şekil 3.37). Porfirleri plajiyoklas, klinopiroksen, çok nadiren amfibol ve Fe-Ti oksitler oluşturur. İŖhan lokasyonundaki bazı örneklerde mikroskop altında kuvars kristallerine rastlanmıştır. Bazı kuvars kristalleri korana dokusu gösterir (Şekil 3.38)

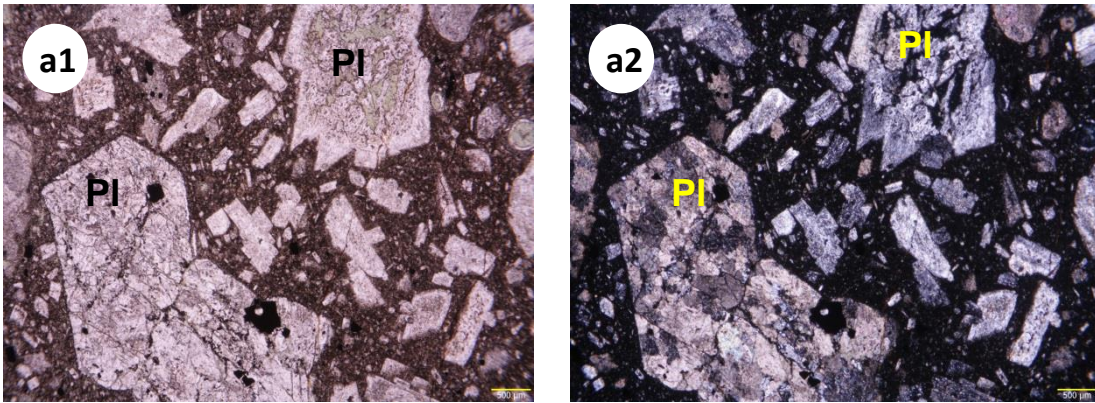


Şekil 3.37. Boşluklu bazaltlarda gözlenen; (a) amigdaloidal-mikrolitik dokunun (B: boşluk) tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No: G12), (b) mikrolitik porfirik dokunun tek (b1) ve çapraz (b2) nikol (Örnek No: K1), (c) intersertal dokunun tek (c1) ve çapraz (c2) nikol mikroskop görüntüleri (Örnek No: G30)



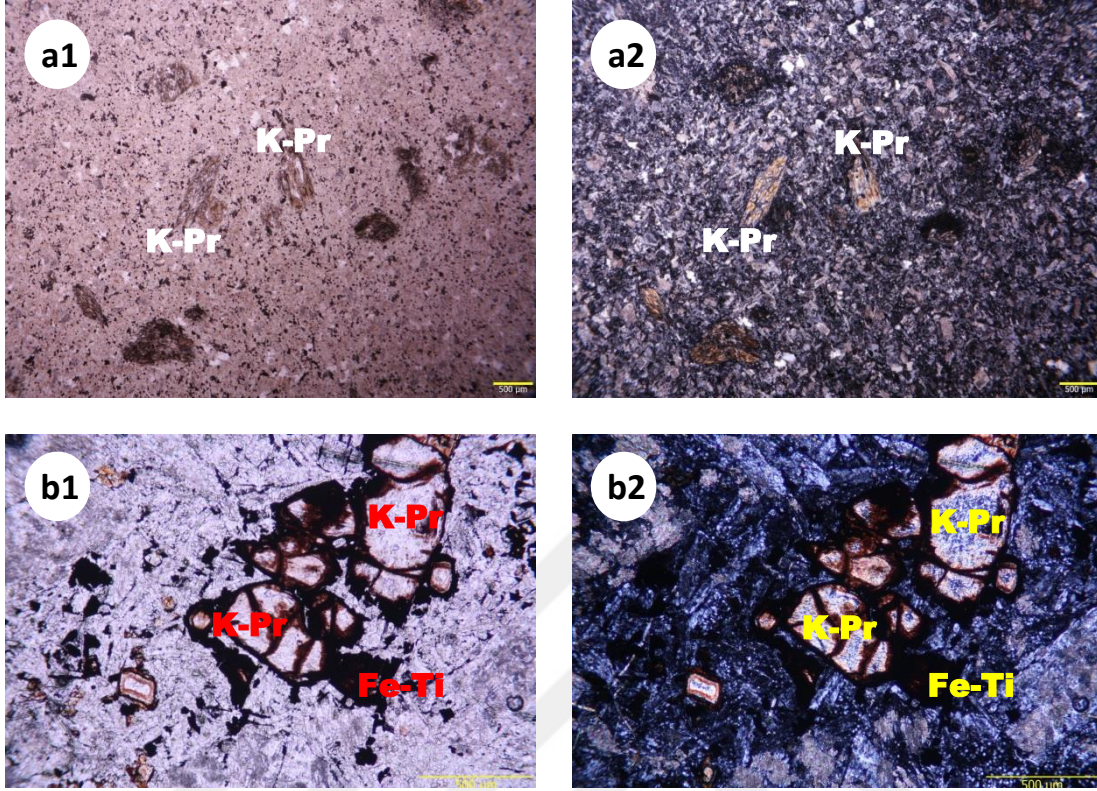
Şekil 3.38. İşhan lokasyonundaki bazı örneklerde rastlanılan kuvars (Kv) kristalleri ve korana dokusunun tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: IS6)

Plajiyoklas fenokristalleri çoğunlukla mm, bazen de cm boyutlarındadır. 010 ikiz düzlemine dik kesitlerde yapılan plajiyoklas cinsi tayinlerinde bileşimlerinin albit ile bitovnit arasında değiştiği saptanmıştır. Çoğunlukla Ca'ca zengin plajiyoklasların Na'ca zengin plajiyoklaslara dönüştüğü gözlenmiştir. Ayrıca dönüşen plajiyoklaslar üzerinde serizit, kalsit, zeolitler gibi ikincil mineraller gelişmiştir (Şekil 3.39).



Şekil 3.39. Boşluklu bazaltlardaki ayrılmış plajiyoklas (Pl) fenokristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No:DA8)

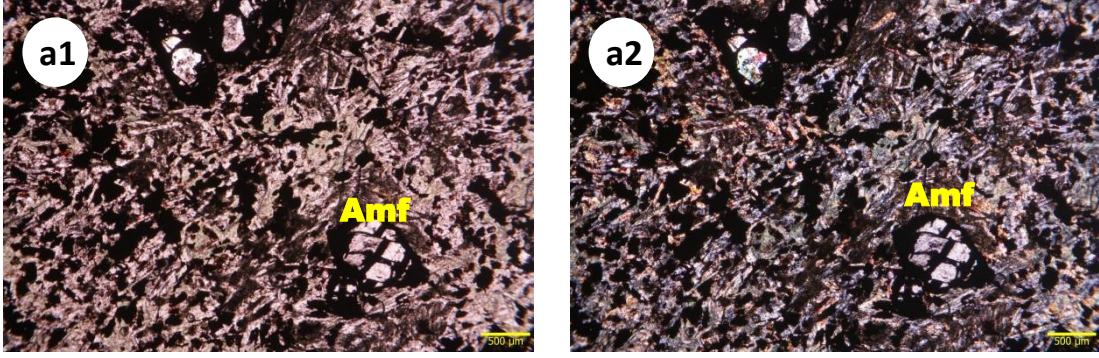
Piroksen fenokristalleri çoğunlukla 500 µm boyutundan daha küçük yarı-öz ve öz şekilsiz kristaller halinde genellikle intersertal dokulu kayalarda plajiyoklas lataları arasında gözlenir. Nadiren 500 µm boyutlarına varan taze klinopiroksen kristallerine rastlanır (Şekil 3.40a1-a2). Örneklerin çoğunda taze piroksen kristallerini izlemek mümkün değildir. Çoğunlukla ayrılmış, kenarlardan itibaren opaklaşmışlardır (Şekil 3.40b1-b2).



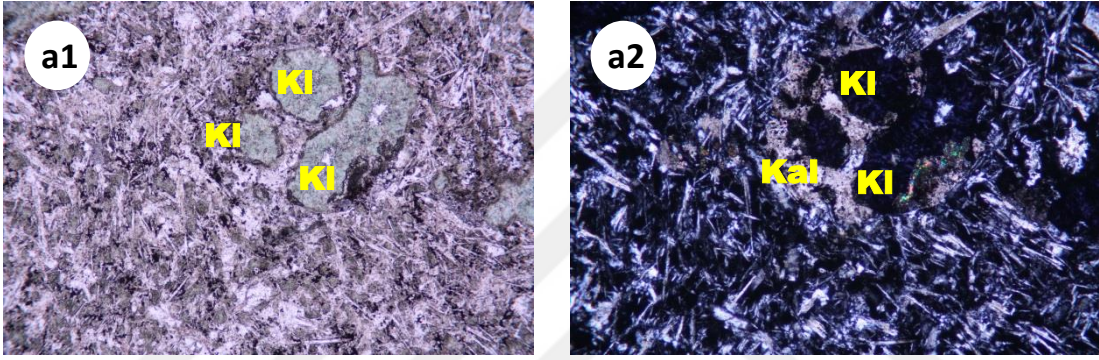
Şekil 3.40. Boşluklu bazaltlarda gözlenen (a) ayrışmamış klinopiroksen (K-Pr) kristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No: AK5), (b) kenar ve dilinimlerinden itibaren ayrışmış klinopiroksen (K-Pr) ve ayrışma sonucu oluşan Fe-Ti Oksit (Fe-Ti) kristallerinin tek (b1) ve çapraz (b2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G20)

Bazı ayrışarak dilinimlerinden itibaren opaklaşmış kristallerin amfibol olabileceği düşünülmüştür (Şekil 3.41). Ancak taze ayrışmamış amfibol kristallerine incelenen kesitlerde rastlanılmamıştır.

Yer yer kriptokristalen özellikteki mikrolitik hamur bazı örneklerde intergranülerdir (plajiyoklas mikrolitlerinin arasını çok ince taneli yer yer kalsitleşmiş, yer yer kloritleşmiş hamur doldurur) (Şekil 3.42). Hamur içerisinde plajiyoklas mikrolitleri, köşeli Fe-Ti oksitler, hamurun ayrışması sonucu oluşmuş kalsit, klorit, epidot, zeolit, ikincil Fe-Ti oksitler ve kuvars mineralleri bulunabilir.



Şekil 3.41. Boşluklu bazaltlardaki amfibol (Amf) olarak düşünülen minerallerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: AK9)

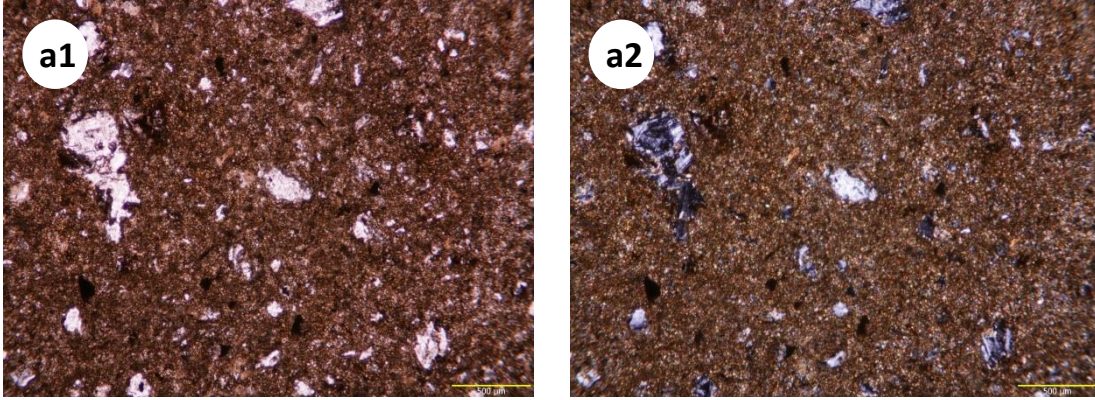


Şekil 3.42. Boşluklu bazaltlarda mikrolitik hamur üzerinde yer yer gelişen kalsit (Kal) ve kloritlerin (Kl) tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: DA1)

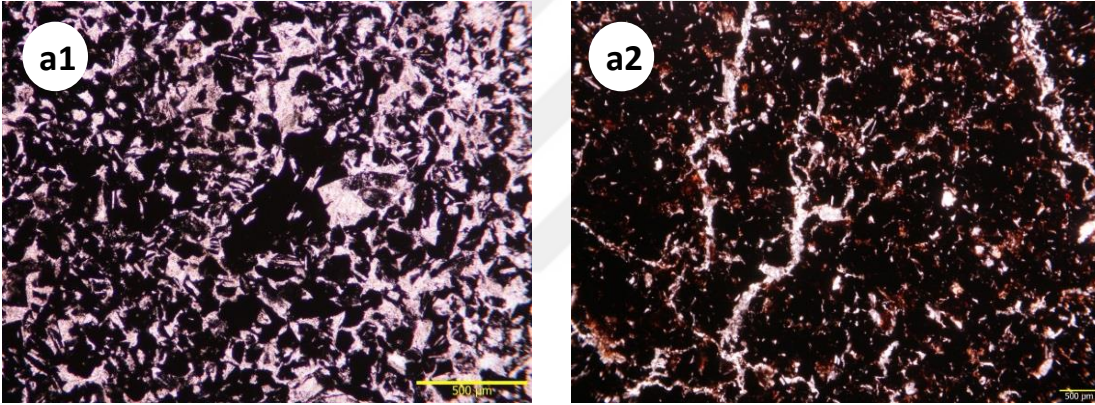
Bu seviyeyi oluşturan volkanitlerin çoğu içermiş oldukları plajiyoklas bileşimine göre bazalt veya andezit olarak isimlendirilmiştir. İşhan lokasyonunda bulunan bazı volkanitlerin kuvars içerir, dolayısıyla bu kayalar dasit olarak adlandırılmıştır.

Yukarıda anlatılan volkanitlerin bulunduğu seviye içerisinde yer yer kalınlıkları 5 m'ye ulaşan tabakalı piroklastitler ve kalınlığı 50 cm'ye ulaşan kırmızı silisli çökeller bulunmaktadır. Piroklastitlerden yapılan ince kesitlerden bunların genellikle az miktarda kristal içeren litik tüf bileşiminde oldukları gözlenmiştir (Şekil 3.43). Kırmızı silisli çökeller ise mikroskop altında köşeli opak kırıntılı parçaların birbirleri ile tutturulması sonucu oluşmuştur (Şekil 3.44).

Mikrolitik porfirik doku gösteren iri plajiyoklaslı andezitler, daha önce oluşmuş olan volkanitlerin oluşturduğu seviyeleri keserek yerleşmiştir. Fenokristalleri, birbirine yaslanmış olarak bulunan plajiyoklas kristalleri oluşturur (Şekil 3.45). Hamur koyu kahverengi bir matriks içerisinde yüzen plajiyoklas mikrolitlerinden oluşmuştur.



Şekil 3.43 Boşluklu bazalt seviyeleri içerisinde mercekler halinde bulunan kayaç ve mineral parçası içeren tüflerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G33)

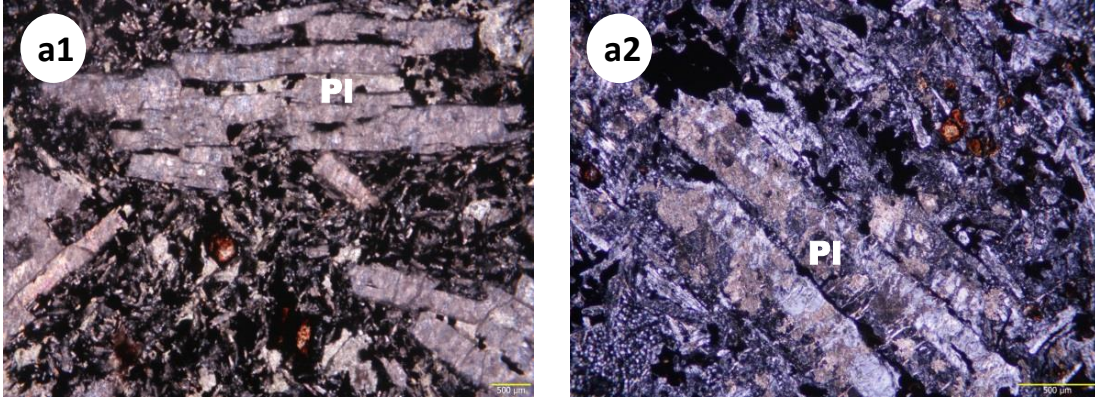


Şekil 3.44 Boşluklu bazalt seviyeleri içerisinde bulunan silisli çökellerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G29)

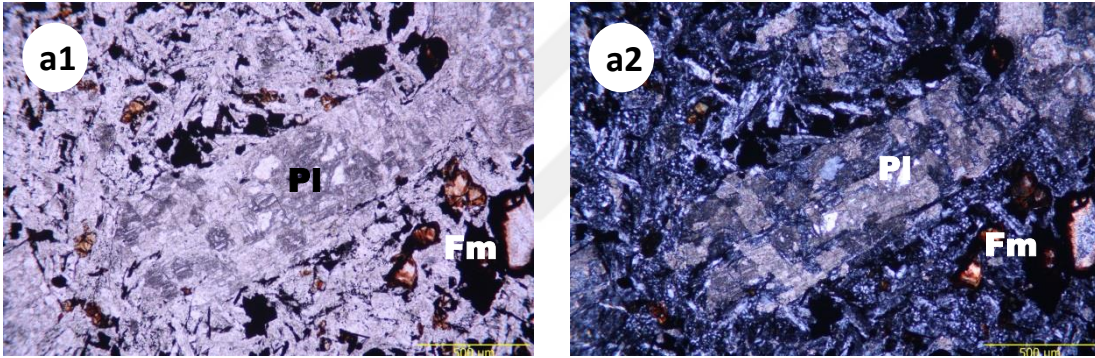
İncelenen örneklerde, plajiyoklas fenokristallerin oranı %10 ila %35 arasındadır. Boyutları 10 mm'den 20 mm'ye kadar ulaşmaktadır. Çoğunlukla ayrılmış olarak gözlenen kristaller üzerinde kalsit kristalleri ikincil olarak görülür. 010 yüzeyine paralel kesitlerinde yapılan cins tayinlerinde bileşimlerinin andezin ( $An_{45}$ ) bileşiminden albit ( $An_{00-10}$ ) bileşimine kadar değiştiği saptanmıştır.

Bu kayaçların içermiş olduğu ferromagnezyen mineraller çoğunlukla ayrılmıştır. Bu minerallerin bollukları en fazla %5'e kadar ulaşmaktadır (Şekil 3.46).

Hamur, plajiyoklas mikrolitlerinden, köşeli Fe-Ti oksitlerden ve plajiyoklas mikrolitleri arasında kalan çoğunlukla kalsit, klorit, zeolit, kil mineralleri, ikincil Fe-Ti oksit ve kuvars minerallerinden oluşmuştur.



Şekil 3.45. Andezitik porfirlerde birbirine yaslanmış olarak bulunan plajiyoklas (Pl) fenokristalleri ve koyu kahverengi bir matriks içerisinde yüzen plajiyoklas mikrolitlerinden oluşan hamurun tek (a1) ve çapraz (a2) nikol altındaki mikroskop görüntüleri (Örnek No: G16)

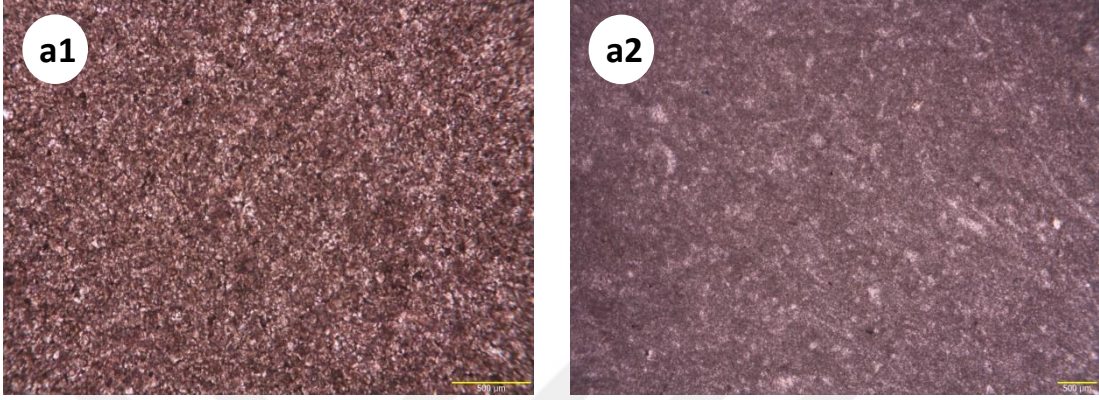


Şekil 3.46 Andezitik porfirlerde ayrılmış olarak gözlenen plajiyoklas (Pl) fenokristalleri ve ayrılmış ferromagnezyen (Fm) minerallerin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G15)

İkisu lokasyonunda gözlenmiş olan breşik seviyeyi boyutları birkaç cm'den birkaç dm'ye varan yarı köşeli volkanik kayaç çakılları oluşturur. Bu çakılların büyük bir kısmı yastık bazaltların üzerinde yer alan volkanitlerin olduğu seviyeden türemiştir. Ancak breşik seviye içerisinde iri plajiyoklas porfir çakıllarına da rastlamak mümkündür. Breşik seviyeyi oluşturan yarı köşeli çakıllar kırmızı kırıntılı bir matriks tarafından tutturulmuştur. Bu matriks malzemesini oluşturan kırıntılılar üste doğru karbonatlı seviyelerle ardalanarak Berdiga Kireçtaşları'na uyumlu bir geçiş yapar (Şekil 3.32 ve 3.33).

Koyu mor-kahverenkli, yer yer yeşilimsi ince daneli, ince orta tabakalı kırıntılılarla ardalanan açık bej renkli kireçli-killi kayaçlar Geç Jura- Erken Kretase yaşlı Berdiga

Kireçtaşları'na geçiş yapar. Mor kahverenkli kısmın ince kesitlerinde, ince daneli bir matriksten oluştuğu saptanmıştır (Şekil 3.47). Açık renkli kısmı ise yer yer biyokırıntılılar içeren mikritik bir matriks oluşturur.



Şekil 3.47. Breşik seviye üzerine gelen ince-orta katmanlı kırıntılı kayaç serisi içerisindeki mor renkli epiklastik kayaçların tek (a1) ve çapraz (a2) nikol mikroskop görüntüsü (Örnek No: G17)

### 3.4. Mineral Kimyası

Bu bölümde, petrografi kısmında incelenen kayaçların içerdiği minerallerin mikropobla analiz edilmesiyle elde edilen kimyasal verileri sunulmuştur.

İncelenen tüm kayaçlar içerisinde plajiyoklas iri fenokristaller ve mikrolitler halinde bol miktarda bulunur. K-feldspatlar ise genellikle, ikincildir ve mikrogrenü ve mikrolitler şeklindedir. Feldspat minerallerinin analizleri Ek Tablo 2'de verilmiştir. Analiz sonuçlarından hesaplanmış olan Ab-Or-An uç üye bileşimleri Şekil 3.48a, b, c ve d'de gösterilmiştir.

Optik incelemeler ve mikroprob analiz sonuçları, incelenen volkanik kayaçlardaki plajiyoklasların albitçe zenginleştiğini göstermektedir. İncelenen volkanik kayaçların çoğunlukla bazalt ve bir kısmının andezit olduğu göz önüne alındığında bu kayaçlardaki plajiyoklas bileşimlerinin bazaltlarda labrador ve daha Ca'ca zengin, andezitlerde ise andezin ve Na'ca daha zengin bileşimde olması beklenirken, incelenen tüm volkanik kayaçlar içerisinde bol miktarda albit bileşimli plajiyoklaslara rastlanmıştır.

Dağbaşı lokasyonunda granitoyid dokanağına yakın bir lokasyondan alınan örnekteki plajiyoklasların tümü albitik bileşimde iken, Akarsu lokasyonundan alınan örnekler



içerisinde labradordan albite kadar değişen bileşimlerde plajiyoklas kristalleri bulunur. Ayrıca bu kayalar içerisinde geniş bir bileşimsel aralıkta ( $Or_{98}-Or_{28}$ ) K-feldspat kristallerine de rastlanılmıştır. Zigana lokasyonunda ise labrador ve albit bileşimli plajiyoklaslar mevcut olup, ara bileşimlerde plajiyoklas mineralleri yoktur (Şekil 3.48a).

İkisü-Mescitli örneklerinde ise, plajiyoklaslar, bitovnit bileşiminden albit bileşimine kadar süreklilik arz eden bir bileşimsel çeşitlilik gösterirler. Aynı örnekler içerisinde  $Or_{98}$ 'den  $Or_{40}$ 'a kadar değişen bileşimlerde K-feldspatlara rastlanır (Şekil 3.48b).

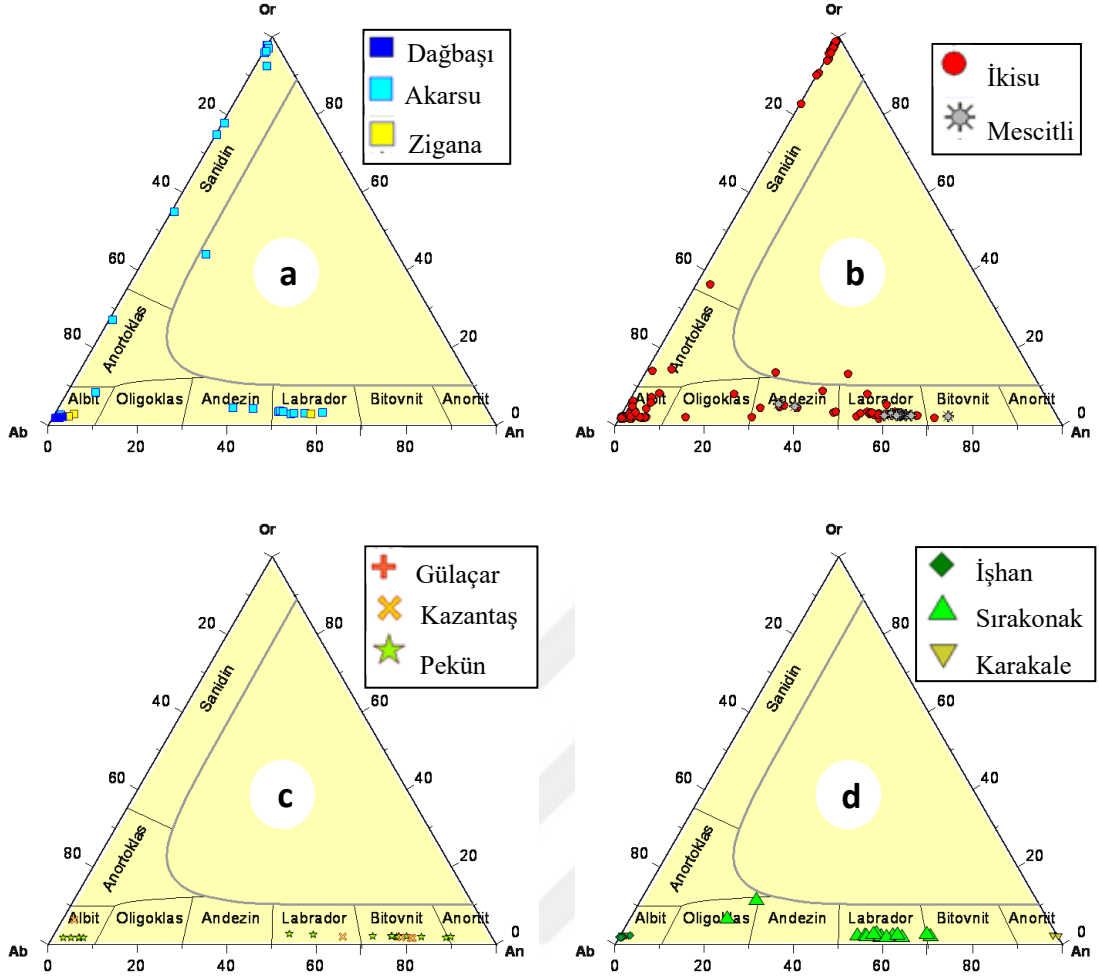
Pekün ve Kazantaş lokasyonundan alınan örnekler, Ca'ca en zengin plajiyoklas bileşimlerine ( $An_{92}-An_{54}$ ) sahiptir, fakat aynı zamanda albit cinsi plajiyoklaslar da içerir (Şekil 3.48c).

Benzer şekilde, İşhan-Sırakonaklar-Karakale örneklerinde de bitovnit ve labrador bileşimli plajiyoklasların yanı sıra, albitik bileşimli plajiyoklaslar da bulunur (Şekil 3.48d).

Uç bileşenlerin yanı sıra analiz edilen plajiyoklaslarda %0.01 ila %1.35 arasında FeO, %0.36'ya kadar MgO ve %0.18'e kadar  $TiO_2$  tespit edilmiştir. Albitleşmeyle beraber plajiyoklaslar içerisindeki FeO ve MgO miktarının hafifçe arttığı gözlenmiştir. Ancak  $TiO_2$  içeriği ile albitleşme arasında doğrudan bir ilişki saptanmamıştır.

İnceleme alanında bulunan volkanik kayaların bir kısmında piroksen fenokristal halinde görülür. Piroksen içeren örneklerden yapılan analizler Ek Tablo 3'de verilmiştir. Analizlerden hesaplanan uç bileşenleri Morimoto vd.nin (1988) En-Wo-Fs klasik piroksen yamığına Şekil 3.49a-b-c-d'de düşürülmüştür.

Dağbaşı bölgesinden alınan örnekler içerisindeki piroksenler ojit ( $En_{36-51}Wo_{24-42}Fs_{20-25}$ ) bileşimli olup çalışılan tüm volkanitler içerisinde en az vollostanit (ortalama  $28.55 \pm 5.50$ ) içeriğine sahip piroksenlerdir (Ek Tablo 3, Şekil 3.49a). Bu piroksenlerin çekirdekleri en yüksek MnO (%0.51- %1.1) ve en düşük  $TiO_2$  (%0.04- %0.08) değerlerine sahiptir. Ayrıca %1.35 ila %2.15 arasında  $Al_2O_3$  ve %0.28 ila %0.40 arasında  $Na_2O$  içerirler. Akarsu kayalarında bulunan piroksenler, ojit bileşiminden diyopsit bileşimine doğrudur.  $TiO_2$  içerikleri %0.27 ila %0.67 arasında,  $Al_2O_3$  içerikleri %0.91 ila %3.68 arasında ve  $Na_2O$  içerikleri %0.20 ila %0.58 arasında değişir. Çekirdekleri ile kenarları arasındaki bileşimsel farklılık çok fazla değildir. Zigana örneklerinin tamamında diyopsit bileşimli piroksenler bulunur (Şekil 3.49a).  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  ve  $Na_2O$  içerikleri Akarsu lokasyonundaki örneklere çok benzerdir. Bu lokasyonlardaki piroksenler çok düşük  $Cr_2O_3$  içeriklerine (maksimum %0.18) sahiptir.

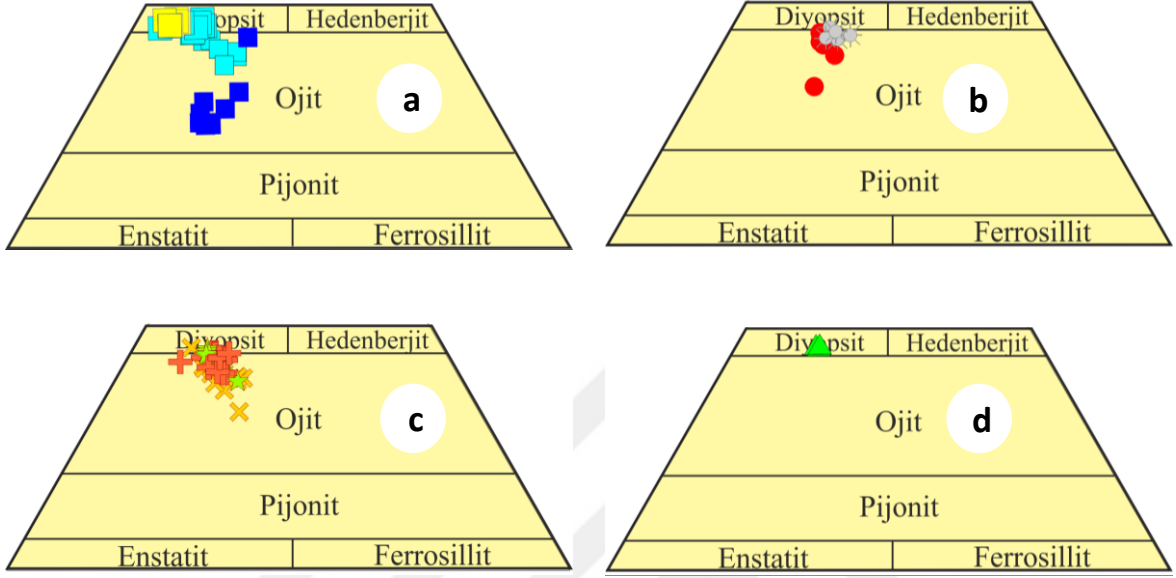


Şekil 3.48. Plajiyoklas analizlerinden elde edilen verilerin Ab-Or-An uç üye üçgenindeki konumları; (a) Dağbaşı- Akarsu- Zigana, (b) İkişu- Mescitli, (c) Pekün- Gülaçar- Kazantaş, (d) İşhan- Sırakonaklar- Karakale

Her ne kadar, incelenen kesitlerde tamamen kloritleşmiş, kenarları opaklaşmış minerallerin varlığı saptanmış ise de, İkişu vadisi boyunca çok az örnekte analizi yapılabilecek, bozuşmamış piroksen fenokristaline rastlanmıştır. Analiz edilen örnekteki piroksenler ojit bileşimli olup, ortalama Wo bileşimleri  $40.80 \pm 3.60$  ve Fs bileşimleri ise,  $17.80 \pm 1.80$ 'dir (Ek Tablo 3 ve Şekil 3.49b). Bu piroksenlerin çekirdekleri %0.33 ila %0.98  $TiO_2$ , %1.34 ila %3.24  $Al_2O_3$  ve %0.28 ila %0.35  $Na_2O$  içerir. Mescitli, İkişu Vadisi'nin hemen doğu kısmında olup, buradaki piroksen bileşimleri, İkişu Vadisi örneklerine yüksek  $TiO_2$  içerikleri hariç (%1.78 ila %2.16) çok benzerdir (Şekil 3.49b).

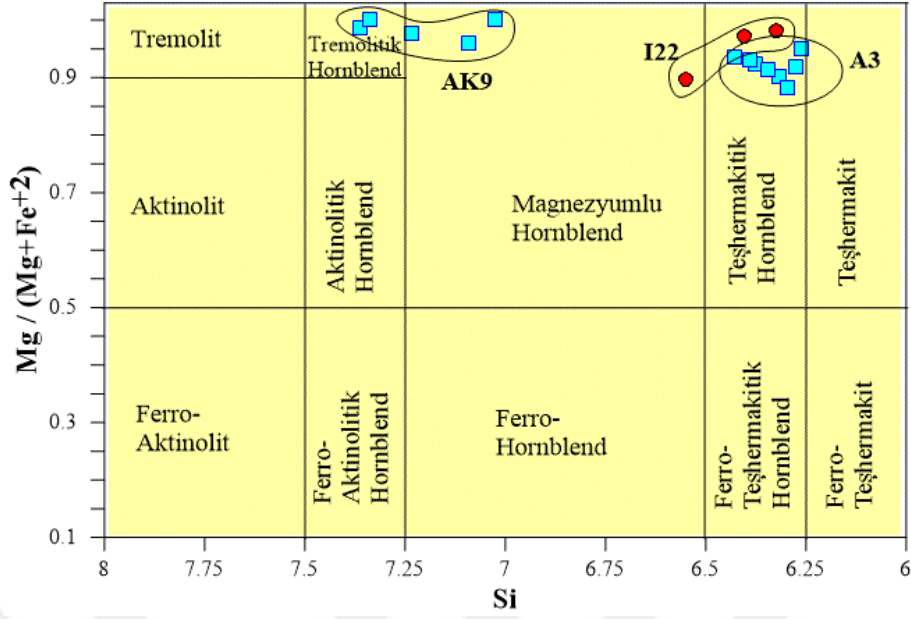
Pekün-Gülaçar ve Kazantaş örneklerinde bulunan piroksenlerin uç üyeleri ve  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  ve  $Na_2O$  içerikleri Akarsu örneklerinde analizi yapılan piroksenlere bileşimsel olarak çok benzemektedir olup, diyopsit bileşiminden ojit bileşimine doğru yönseme

gösterirler (Şekil 3.49c). Sırakonaklar'dan alınan örnekteki piroksenlerin bileşimi ise diyopsittir (Şekil 3.49d).  $TiO_2$  içerikleri %0.12 ila %0.16 arasında,  $Al_2O_3$  içerikleri %0.67 ila %0.97 arasında ve  $Na_2O$  içerikleri %0.30 ila %0.33 arasında değişir.



Şekil 3.49. Piroksen analizlerinden elde edilen verilerin En-Wo-Fs uç üye üçgenindeki konumları; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkişu-Mescitli, (c) Pekün-Gülaçar- Kazantaş, (d) Sırakonaklar (Morimoto vd., 1988) (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Mikroskop çalışmalarında amfibol olarak şüphelenilen, çoğunlukla ayrışmış ve kenarlardan itibaren opaklaşmış minerallerin varlığı tespit edilmişse de mikroprob çalışmaların sırasında sadece İkişu ve Akarsu lokasyonlarında 3 örnek içerisinde (AK9, A3, I22) amfibol kristallerine rastlanmıştır. Bu amfibollere ait analizler Ek Tablo 4'te verilmiş ve analizlerden hesaplanan katyon bileşimleri ( $[Na+K]_A < 0.50$  ve  $Ti < 0.50$ ) Leake (1978) diyagramlarına düşürülmüştür (Şekil 3.50). Söz konusu sınıflama diyagramında amfibollerin magnezyumlu hornblend ve teşhermakitik hornblend bileşiminde oldukları görülmüştür. Benzer şekilde Akarsu örnekleri de, tremolitik hornblend, magnezyumlu hornblend ve teşhermakitik hornblend alanlarında yer almıştır.



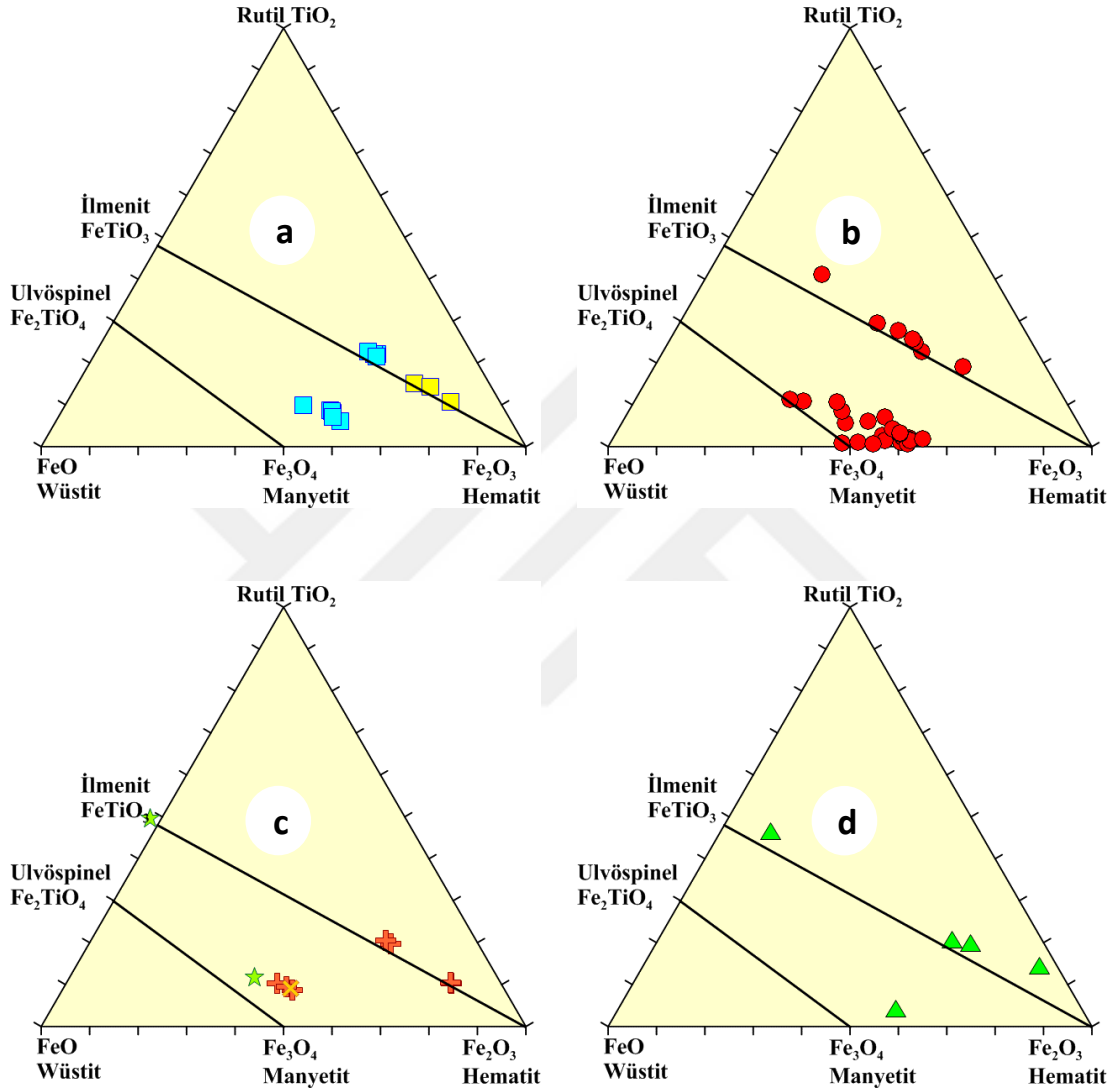
Şekil 3.50. İkisu ve Akarsu lokasyonları volkanitlerine ait amfibollerin Leake (1978) sınıflama diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

İncelenen volkanik kayalar içerisinde bol miktarda Fe-Ti oksit kristalleri bulunur. Fe-Ti oksit kristallerinin analiz sonuçları Ek Tablo 5'te sunulmuştur. Analizlerden itibaren hesaplanan  $Fe^{+2}$ , Ti,  $Fe^{+3}$  kanyon değerleri Şekil 3.52a, b, c ve d'ye düşürülmüştür.

Akarsu lokasyonu volkanitlerinde hem titanohematit hem de titanomanyetit serisine ait oksit kristalleri bulunurken, Zigana örneklerinde sadece titanohematit serisine ait kristaller analiz edilmiştir. (Şekil 3.51a). İkisu Vadisi'nden derlenen örneklerde titanohematit, titanomanyetit serisi oksitlerin yanı sıra manyetitten-hematite doğru yönelen bir Fe oksit serisi de bulunmaktadır (Şekil 3.51b). Pekün, Gülaçar, Kazantaş (Şekil 3.51c) ve Sırakonaklar'dan (Şekil 3.51d) alınan örneklerde, çok fazla oksit minerali analizi yapılmamış olsa da, titanomanyetit ve titanohematit yönsemelerini görmek mümkündür.

İncelenen bazı lokasyonlardaki volkanitlerde, artan sıcaklık ve basınç altında hamurun bozuşarak yeniden kristallenmesi sonucu ve/veya çatlak ve boşluklarda pumpelleyit mineralleri gelişmiştir. Pumpelleyitlere ait analiz sonuçları Ek Tablo 6'da verilmiştir. Ek Tablo 6'da ayrıca Dağbaşı lokasyonundan alınan volkanitler içerisinde analizi yapılan prehnitlere ait analiz sonucu da verilmiştir. Pumpelleyit analizlerinden itibaren hesaplanan kanyon değerleri Fe-Al-Mg üçgenine düşürülmüştür (Şekil 3.52). Şekil 3.52'de ayrıca, Coombs et al. (1976) ve Schiffman and Liou (1980) tarafından önerilen farklı metamorfik fasiyeslerde oluşmuş pumpelleyit minerallerinin bileşimsel değişim

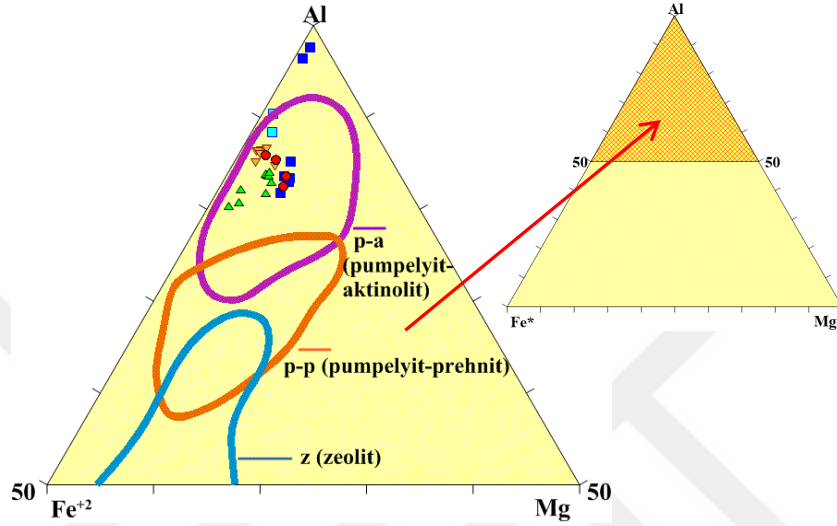
alanları da gösterilmiştir. Analizleri yapılan pumpelleyitler, duraylılık alanları sıcaklık-basınç duraylılık sınırının en üstünde yer alan pumpelleyit-aktinolit (p-a) alanında yer almaktadır.



Şekil 3.51. Oksit minerallerinin analizlerinden hesaplanan  $Fe^{+2}$ , Ti,  $Fe^{+3}$  katyon değerlerinin FeO-TiO<sub>2</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> üçgenindeki (Bacon ve Hirschmann, 1988) konumları; (a) Dağbaşı - Akarsu - Zigana, (b) İkisu - Mescitli, (c) Pekün - Gülaçar - Kazantaş, (d) İşhan - Sırakonaklar - Karakale (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

İncelenen volkanitlerin tamamına yakınında, hamurun yeniden kristallenmesi sonucu ve/veya ferro-magnezyen minerallerin ayrışması sonucu klorit minerallerinin oluşumuna rastlanmıştır. Klorit minerallerine ait analiz sonuçları Ek Tablo 7'de verilmiştir. Analizlerinden itibaren hesaplanan toplam Fe, Mg ve Si katyonları Foster'in (1962)

önerdiği sınıflama diyagramına Şekil 3.53’de düşürülmüştür. İkisü lokasyonundaki kayaçlarda bulunan kloritler ripidolitten penine kadar bileşimsel değişim gösterirken, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonundaki kayaçlarda bulunan kloritler, ripidolit-pysinoklorit-diabantit bileşimindedir (Şekil 3.53).

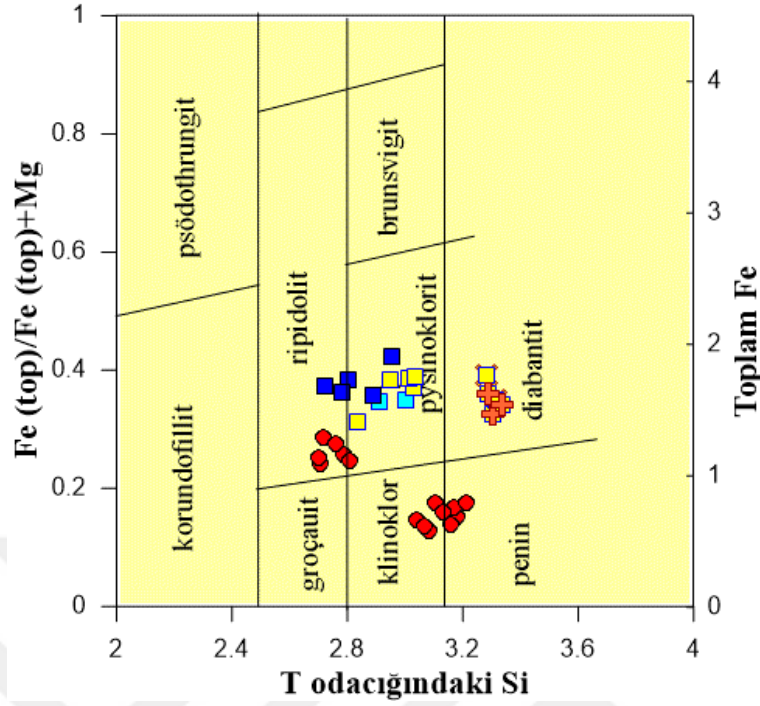


Şekil 3.52. Pumpelleyit minerallerinin analizlerinden hesaplanan toplam Al, Fe\*, Mg kasyon değerlerinin Al-Fe\*-Mg üçgenindeki konumları ve farklı metamorfik fasiyelerde oluşmuş pumpelleyit minerallerinin bileşimsel değişim alanları (Coombs et al., 1976 ve Schiffman and Liou, 1980) (Semboller Şekil 3.48’deki gibidir)

Epidot mineralleri özellikle granitoidlerin kontaklarına yakın volkanitler içerisinde gözlenirler. Analizleri yapılan epidot minerallerine ait sonuçlar, Ek Tablo 8’de verilmiştir.

Bazı volkanitlerde yarı öz şekilli kristaller şeklinde sfen mineralleri bulunur. Analizleri yapılan sfen örnekleri Ek Tablo 9’da verilmiştir.

İncelenen tüm örneklerde, boşluk dolgusu, kırık ve çatlaklarda, hamur ve plajiyoklas minerallerinin ayrılmış kısımlarında bol miktarda karbonat mineralleri bulunmaktadır. Mikroprob analizlerinde Ca, Ca-Mg’lu bileşimler göstermeleri, kalsit ve dolomit olduklarını göstermektedir.



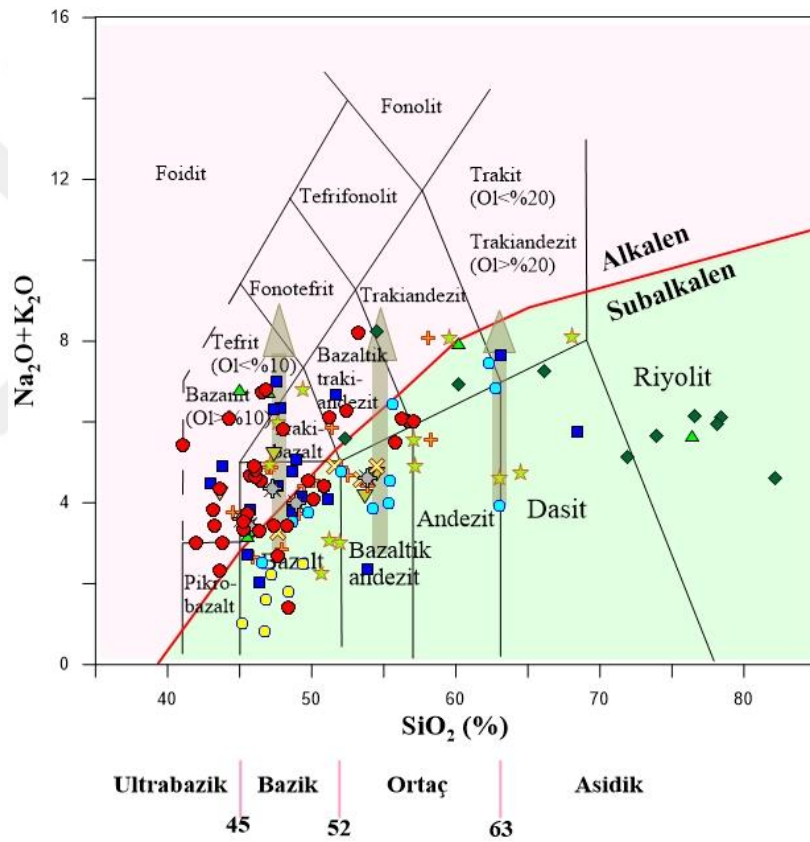
Şekil 3.53. İncelenen volkanitlerde bulunan kloritlerin Foster (1962) sınıflama diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

### 3.5. Volkanik Kayaçların Jeokimyası

Bu bölümde, çalışma alanları olan Trabzon-Araklı-Dağbaşı (Çankaya), Maçka-Akarsu ve Zigana; Gümüşhane-Torul-İkisü ve Mescitli; Gümüşhane-Kelkit-Pekün (Ünlüpınar), Gülaçar ve Kazantaş; Artvin- İşhan, Erzurum-Sırakonaklar ve Karakale'de yüzeylenen Jura volkanitlerinin kimyasal bileşimleri (ana, iz ve lantan grubu elementleri ile Sr-Nd, Pb ve Re-Os izotop analizleri) verilmiştir. Veriler, Ek Tablo 10 (ana element ve iz elementler), Ek Tablo 11 (lantan grubu elementleri), Tablo 3.1, Tablo 3.2 (Sr-Nd-Pb izotop analizleri) ve Tablo 3.3'de (Re-Os izotop analizleri) sunulmuştur.

Volkanik kayaçların oluştuğu tektonik ortam ile volkanik kayaçların kimyasal özellikleri arasında bir ilişkinin varlığı bilinmektedir. Farklı yazarlar bu magmatik serileri kimyasal analizlerden itibaren farklı ana oksit ve/veya iz element içerikleri kullanarak tespit etmektedir. Alkalem magmaları sub-alkalem magmalardan ayırmak için en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, Irvine ve Baragar'ın (1971) önermiş olduğu SiO<sub>2</sub> karşı toplam alkali (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) diyagramıdır (Şekil 3.54). Ancak alkalilerin (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)

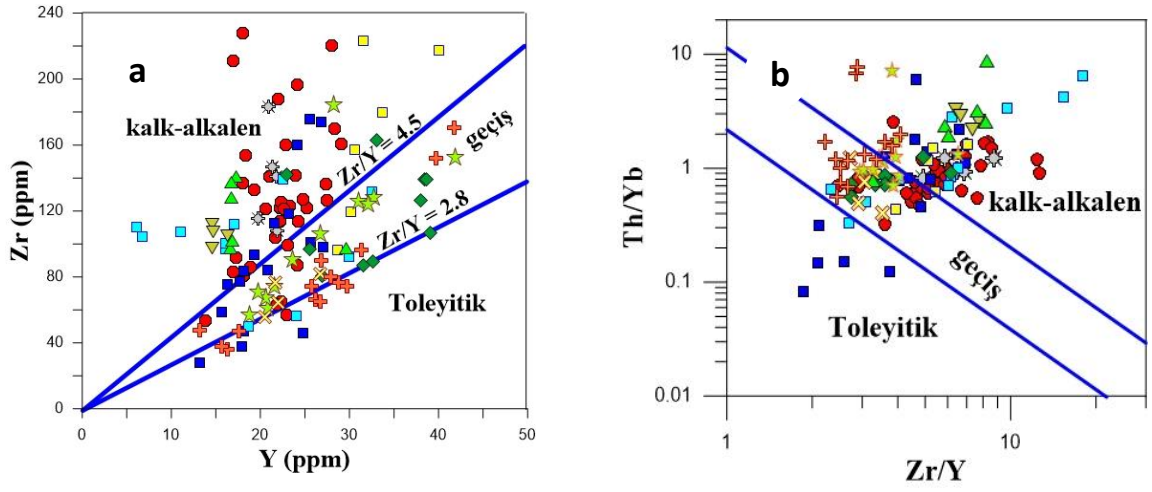
jeolojik olaylarda hareketli olması bu diyagramın özellikle alterasyon geçirmiş kayalarda çok iyi sonuçlar vermediği bilinmektedir. Dolayısıyla Şekil 3.54'te subalkalenden alkalene doğru taşmış volkanitlerin oluşum afinitelerinin başka bir yaklaşımla test edilmesi gerekmiştir. Bu nedenle, Barrett ve McLean (1999) tarafından oluşturulan, daha sonra Ross ve Bedard (2009) tarafından geliştirilen Y'a karşı Zr (Şekil 3.55a) ve Ross ve Bedard (2009) tarafından oluşturulan Zr/Y'a karşı Th/Yb (Şekil 3.55b) diyagramları kullanılmıştır. İncelenen volkanitler bu diyagramlarda, çoğunlukla toleyitik- kalk-alkalen geçişli ve kalk-alkalen alanlarda yer alır (Şekil 55a ve b).



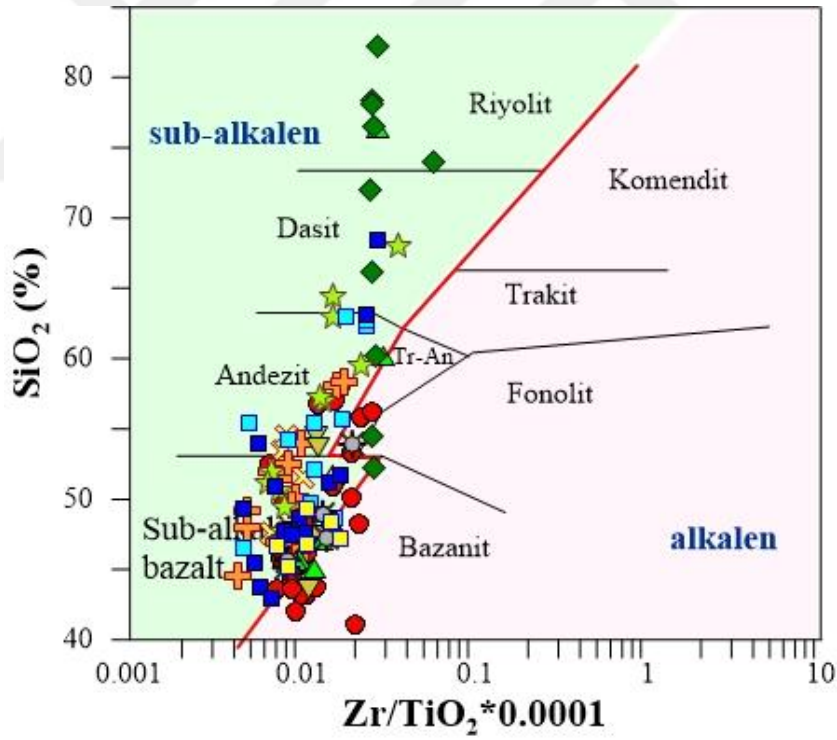
Şekil 3.54. İncelenen volkanitlerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı toplam alkali diyagramındaki konumları (Irvine ve Baragar, 1971) (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

İncelenen volkanitler Winchester ve Floyd (1976) tarafından oluşturulan  $\text{Zr}/\text{TiO}_2 \cdot 0.0001$  karşı  $\text{SiO}_2$  (Şekil 3.56) ve Pearce'ın (1996)  $\text{Nb}/\text{Y}$  karşı  $\text{Zr}/\text{Ti}$  kimyasal adlandırma diyagramlarına düşürüldüğünde (Şekil 3.57), büyük çoğunlukla yarı alkali alanda yer alır. Bu diyagramlarda örnekler bazalt, andezit + bazaltik andezit ve riyolit + dasit bileşimindedir.

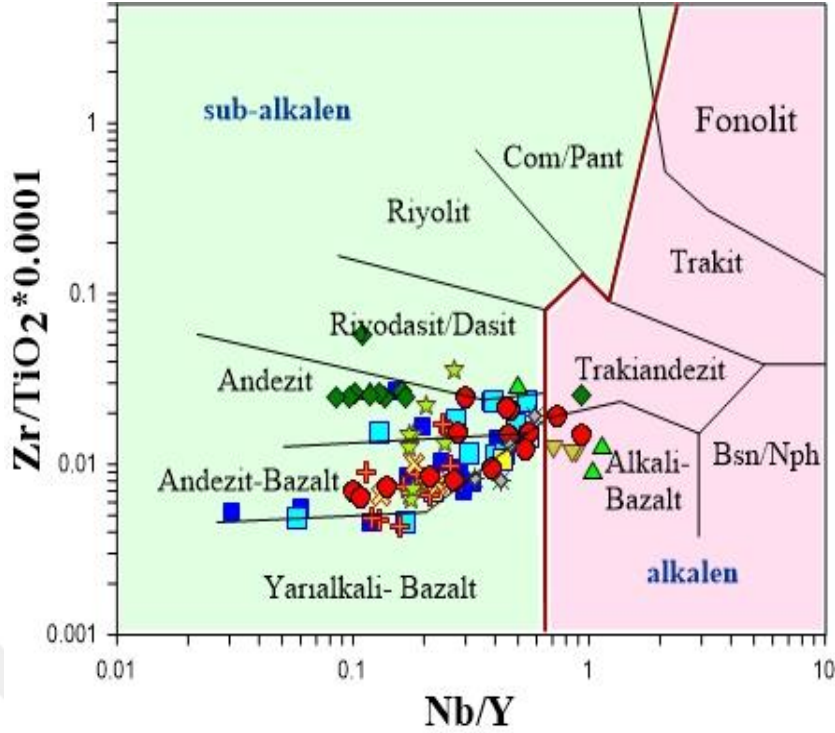




Şekil 3.55. İncelenen vullanitlerin Ross ve Bedard (2009) tarafından önerilen, (a) Y'a karşı Zr ve (b) Zr/Y'a karşı Th/Yb diyagramlarındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)



Şekil 3.56. İncelenen volkanitlerin Winchester ve Floyd (1976) tarafından önerilen  $Zr/TiO_2 * 0.0001$  karşı  $SiO_2$  diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)



Şekil 3.57. İncelenen volkanitlerin Pearce (1996) tarafından önerilen Nb/Y'a karşı Zr/Ti diyagramındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

### 3.5.1. Ana Oksitler

İncelenen volkanitlerin SiO<sub>2</sub> içeriği (% ağırlık olarak) 41 ila %82 arasında değişir. Çalışma alanının batısında (Dağbaşı-Akarsu-Zigana, İkisü-Mescitli ve Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonlarında) SiO<sub>2</sub> değerleri en fazla %68'e kadar artarken, doğusunda özellikle İşhan yöresinde, SiO<sub>2</sub> içeriği %82'lere varan riyolitik bileşimde örnekler rastlanır. Ortalama SiO<sub>2</sub> içerikleri bazaltlarda %47.20±2.44 (n=81), bazaltik andezitlerde %54.50±1.65 (n=24), andezitlerde %60.20±1.80 (n=7), dasitlerde %68.64±5.30 (n=11) ve riyolitlerde %79.54±2.27 (n=3)'dür (Ek Tablo 10).

İncelenen örneklerin TiO<sub>2</sub> değerleri %0.22 ila %2.04 arasındadır. Örneklerin ortalama TiO<sub>2</sub> değerleri bazaltlarda %1.10±0.26, bazaltik andezitlerde %0.85±0.20, andezitlerde %0.66±0.25, dasitlerde %0.53±0.21 ve riyolitlerde %0.34±0.03'dür. Zigana ve Dağbaşı örnekleri en yüksek TiO<sub>2</sub> içeriklerine sahip olup bazı örnekler %1.5'den fazla (ZL-4 örneği %2.04) TiO<sub>2</sub> içeriğine sahiptir. Bazaltik kayaçların TiO<sub>2</sub> içerikleri, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda %0.82 ila %2.04 arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda %0.55 ila %1.54 arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş yöresinde %0.77 ila %1.17 arasında,

İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda %0.89 ila %1.11 arasında olduğu görülmektedir (Ek Tablo 10).

Volkanitlerin  $Al_2O_3$  içerikleri ise %8.43 ila %21.14 arasındadır. Örneklerin ortalama  $Al_2O_3$  değerleri bazaltlarda %16.66±1.50, bazaltik andezitlerde %16.48±1.62, andezitlerde %16.55±0.76, dasitlerde %13.42±2.16 ve riyolitlerde %10.10±1.40  $Al_2O_3$ 'dir. Bazaltik kayaaların  $Al_2O_3$  içerikleri, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda %13.19 ila %19.70 arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda %13.51 ila %19.00 arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda %15.99 ila %20.51, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda %14.06 ila % 16.49 olduğu görülmektedir (Ek Tablo 10).

Çalışılan rneklerin  $Fe_2O_3$  (toplam demir,  $Fe_2O_3$  olarak rapor edilmiştir) ve MgO içerikleri sırasıyla %2.95 ila 16.15 ve %0.20 ila %10.82 arasındadır. Mg-numaraları (molar olarak  $MgO/(MgO+FeO)$  ve  $FeO=0.89 * Fe_2O_3$ ) ise, 11 (riyolitlerde) ila 81.2 arasında (bazaltlarda) değişir. Ortalama  $Fe_2O_3$  ve MgO bileşimleri, bazaltlar için 9.22±1.34 ve 5.95±2.10, bazaltik andezitler için 7.90±2.80 ve 4.10±1.65, andezitler için 5.66±2.30 ve 2.20±0.63, dasitler için 5.30±1.45 ve 1.45±0.99 ve riyolitler için 3.03±0.10 ve 0.23±0.014'tür. Bazaltik kayaaların  $Fe_2O_3$  içerikleri, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda %7.00 ila %13.52 arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda %6.04 ila %10.63 arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda %7.31 ila %11.13 arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda ise %8.12 ila %9.93 arasındadır. MgO içerikleri ise, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda %3.4 ila %9.29 arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda %1.16 ila %10.82 arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda %2.9 ila %8.73 arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda %4.34 ila %10.35 arasında değişir (Ek Tablo 10).

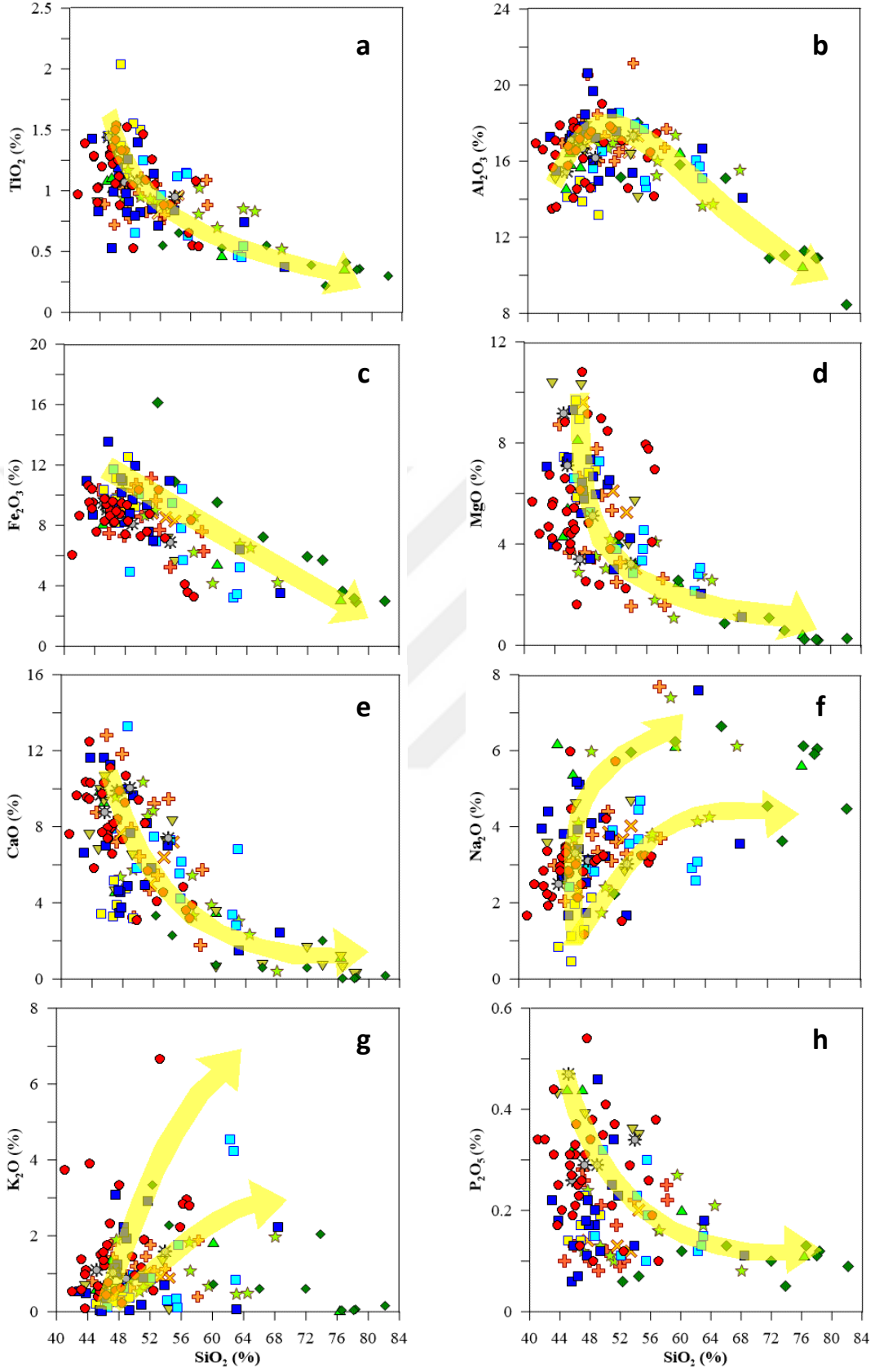
Örnekler %0.25 ila %13.25 arasında CaO içerirler. En yüksek CaO içeriğine Akarsu lokasyonundan derlenmiş olan A13 rneği sahiptir. Örneklerdeki, toplam alkali ve kalk-alkaliler içerisindeki kalk-alkali miktarını gösteren ve Ca'un kalsik plajiyoklaslardan sodyumca zengin plajiyoklaslara farklılaştığını gösteren Ca-numarasına (molar  $CaO/(CaO+Na_2O+K_2O)$ ) bakıldığında, 2.80 (riyolitlerde) ila 86.70 (bazalt) arasında değiştiği görülür. Örneklerdeki ortalama CaO içerikleri, bazaltlarda %7.77±2.60, bazaltik andezitlerde %5.55±2.30, andezitlerde %3.11±1.63, dasitlerde %1.94±1.80 ve riyolitlerde %0.32±0.10'dur. Bazaltik kayaaların CaO içerikleri, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda %3.19 ila %11.67 arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda %3.11 ila %12.46 arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda %3.22 ila %12.82 arasında, İşhan-

Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda %3.46 ila %10.57 arasında değişmektedir (Ek Tablo 10).

İncelenen örneklerin Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O içerikleri sırasıyla 0.45 ila 7.60 ve 0.01 ila 6.67 arasında değişir. En yüksek Na<sub>2</sub>O içeriğine (<%7) sahip kayalar Gülaçar-Pekün ve Dağbaşı lokasyonlarından, en yüksek K<sub>2</sub>O içeriğine (<%4) sahip kayalar ise Akarsu lokasyonundan derlenmiştir. Ortalama Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O değerleri sırasıyla, bazaltlar için %3.10±1.10 ve %1.05±0.80, bazaltik andezitler için %3.60±1.05 ve %1.65±0.45, andezitler için % 5.25±2.10 ve %2.05±1.70, dasitler için %5.05±1.45 ve %0.85±0.80 ve riyolitler için %5.48±0.90 ve %0.08±0.06 olarak hesaplanmıştır. Bazaltik kayaların ortalama Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O içerikleri sırasıyla incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda %0.84 ila %5.18 ve %0.01 ila %3.07 arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda %1.67 ila %4.48 ve %0.09 ila %3.91 arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda %1.73 ila %4.39 ve %0.42 ila %1.76 arasında, İshan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda %2.61 ila %5.39 ve %0.54 ila %1.36 arasındadır (Ek Tablo 10).

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'in incelenen volkanitlerdeki bolluğu %0.05 ila %0.54 arasındadır. Ortalama olarak, bazaltlarda %0.24±0.11, bazaltik andezitlerde %0.20±0.10, andezitlerde %0.20±0.60, dasit ve riyolitlerde ise 0.13±0.05 olarak değişir. Bazaltik kayaların ortalama P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerikleri incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda %0.06 ila %0.46 arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda %0.1 ila %0.47 arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda %0.1 ila %0.28 arasında, İshan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda %0.31 ila %0.44 arasındadır (Ek Tablo 10).

İncelenen volkanitlerdeki ana oksit içeriklerinin SiO<sub>2</sub>'e karşı değişimleri Şekil 3.58'de çizilmiştir. SiO<sub>2</sub>'e karşı TiO<sub>2</sub> (Şekil 3.58a), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Şekil 3.58b), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Şekil 3.58c), MgO (Şekil 3.58d), CaO (Şekil 3.58e) ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Şekil 3.58h) içeriklerinin azaldığı, Na<sub>2</sub>O (Şekil 3.58f) ve K<sub>2</sub>O (Şekil 3.58g) içeriklerinin ise artmış olduğu görülmektedir. Bu değişimlerin bazıları (örneğin TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gibi) volkanitleri oluşturan magmanın yükselimi sırasındaki mineral farklılaşmasını gösterirken, diğer bazıları da (Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O gibi) alterasyon ile değişime karşılık gelmektedir. Şekil 3.58'de görülen bu ilişkiler "Tartışma" bölümünde ilgili alt başlıklar altında irdelenmiştir.



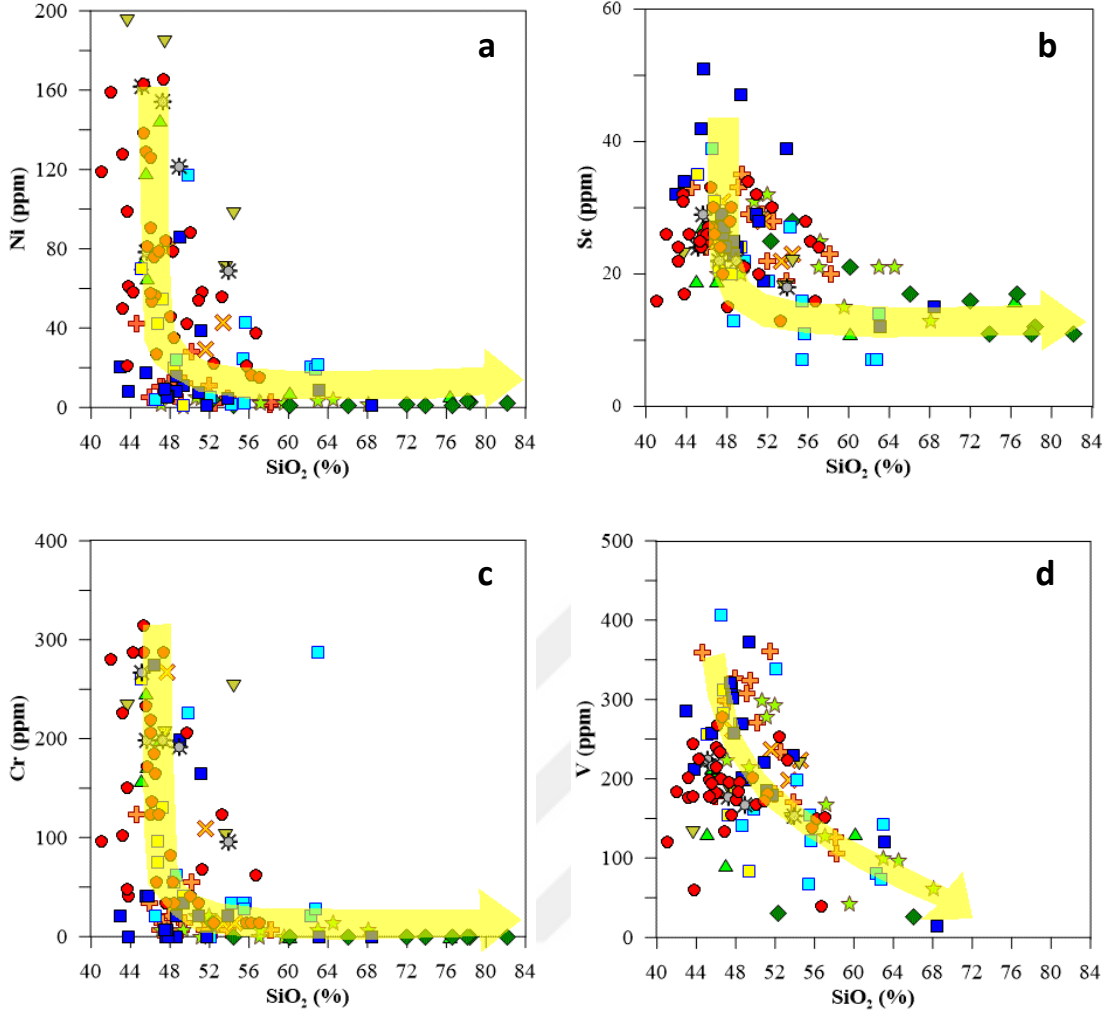
Şekil 3.58. İncelenen volkanitlerin SiO<sub>2</sub>'e (%) karşı ana element (%) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

### 3.5.2. İz Elementler

Periyodik tabloda geçiş elementleri bölümünde yer alan Ni, Co, V, Sc ve Cr magmanın oluşum ve ilk farklılaşma süreçlerinde katı fazların yapısına girmeyi tercih ederek, uyumlu davranan iz elementlerdir. Bu elementlerden +2 değerlikli Ni ve Co'nun incelenen volkanitlerdeki ortalama içerikleri sırasıyla bazaltlarda 50, 30 ppm, bazaltik andezitlerde 46, 20 ppm, andezitlerde 15, 10 ppm, dasitlerde 3, 6 ppm ve riyolitlerde 3, 1 ppm'dir. En yüksek Ni içeren volkanitlere Karakale (KK-3B, 195 ppm) lokasyonunda rastlanılmıştır. Bazaltik kayaların ortalama Ni ve Co içerikleri sırasıyla incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda 1 ila 117 ppm ve 16 ila 46 ppm arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda 21 ila 165 ppm ve 20 ila 43 ppm arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda 1 ila 80 ppm ve 25 ila 40 ppm arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda 65 ila 195 ppm ve 20 ila 46 ppm arasındadır.

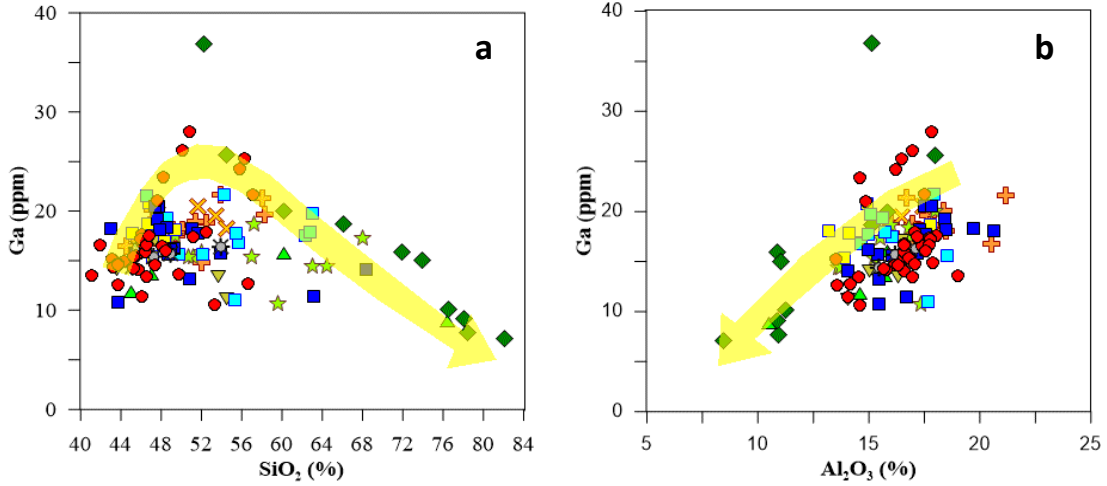
Benzer şekilde +3 değerlikli V, Sc ve Cr'un çalışılan örneklerdeki ortalama konsantrasyonları sırasıyla bazaltlar içerisinde 195, 25, 90 ppm, bazaltik andezitler içerisinde 175, 20, 85 ppm, andezitler içerisinde 160, 20, 25 ppm, dasitler içerisinde 75, 15, 18 ppm ve riyolitler içerisinde >30, 12 ve >10 ppm'dir (Şekil 3.59). Bazaltik kayaların ortalama V, Sc ve Cr içerikleri sırasıyla incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda 85 ila 410 ppm, 15 ila 50 ppm ve 10 ila 275 ppm arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda 60 ila 275 ppm, 15 ila 35 ppm ve 35 ila 315 ppm arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda 180 ila 360 ppm, 20 ila 35 ppm ve 6 ila 270 ppm arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda 90 ila 215 ppm, 20 ila 27 ppm ve 160 ila 245 ppm arasındadır.

İncelenen volkanitlerdeki Ni, Sc, Cr (ppm) içeriklerinin SiO<sub>2</sub> içeriğine göre değişimleri Şekil 3.59'da gösterilmiştir. Artan SiO<sub>2</sub> ile birlikte bu elementlerin içeriklerinin azaldığı görülmektedir. Ergime ve kristallenme sırasında uyumlu davranan bu elementlerin değişimi ile ilgili irdelemeler "Bölüm 4.4"te verilmiştir.



Şekil 3.59. İncelenen volkanitlerin SiO<sub>2</sub> bileşimine karşı (a) Ni, (b) Sc, (c) Cr ile (d) V (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

İncelenen örneklerin Ga içeriği 7 ila 38 ppm arasında değişmektedir. Al<sup>+3</sup> ile yer değiştirebilen Ga<sup>+3</sup>, artan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile artarken, artan SiO<sub>2</sub> ile tüketilmektedir (Şekil 3.60a ve b). Ortalama Ga içeriği bazaltlarda 17 ppm, bazaltik andezitlerde 15 ppm, andezitlerde 18 ppm, dasitlerde 18 ppm ve riyolitlerde 19 ppm'dir. Bazaltik kayaların ortalama Ga içerikleri incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda 11 ila 28 ppm arasında, İkisu-Mescitli lokasyonunda 11 ila 21 ppm arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda 15 ila 21 ppm arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda 12 ila 17 ppm arasındadır.

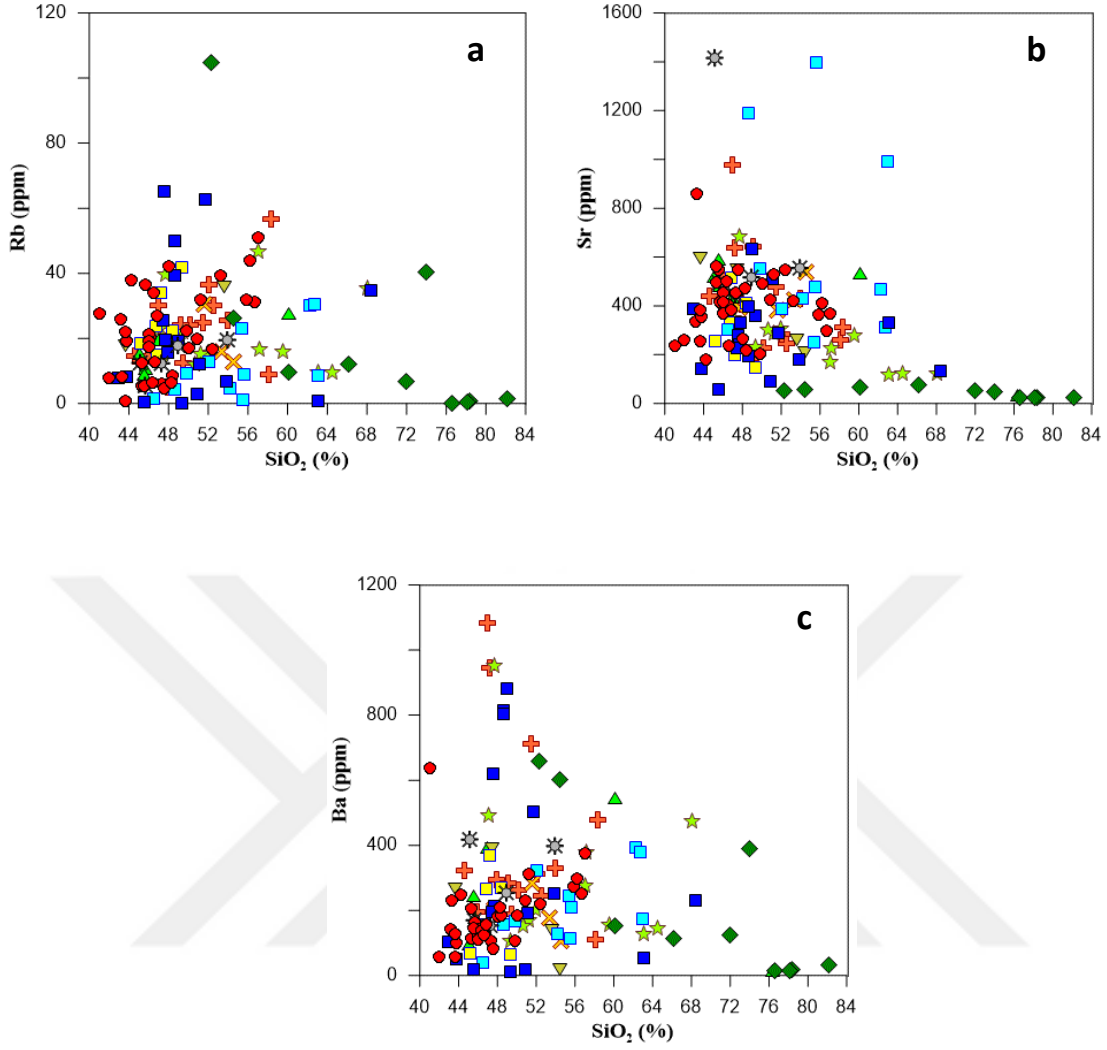


Şekil 3.60. İncelenen volkanitlerin (a) SiO<sub>2</sub> ve (b) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşimlerine karşı Ga (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Büyük iyon çaplı elementler olan Rb, Sr ve Ba'un incelenen volkanitlerdeki bollukları sırasıyla 0.1 ila 104 ppm, 21 ila 1416 ppm ve 11 ila 5161 ppm arasında değişir. Örneklerdeki ortalama içerikleri sırasıyla bazaltlar içerisinde 20, 377, 225 ppm, bazaltik andezitler içerisinde 19, 277, 208 ppm, andezitler içerisinde 19, 360, 310 ppm, dasitler içerisinde 23, 445, 440 ppm ve riyolitler içerisinde 21, 427, 267 ppm'dir. Bazaltik kayaların ortalama Rb, Sr ve Ba içerikleri sırasıyla incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda 0.1 ila 65 ppm, 55 ila 1185 ppm ve 11 ila 880 ppm arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda 1 ila 42 ppm, 180 ila 1416 ppm ve 57 ila 636 ppm arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda 5 ila 40 ppm, 210 ila 978 ppm ve 108 ila 1084 ppm arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda 9 ila 20 ppm, 434 ila 596 ppm ve 96 ila 392 ppm arasındadır.

İncelenen volkanitlerin SiO<sub>2</sub>'e (%) karşı Rb, Sr ve Ba (ppm) değişimleri Şekil 3.61a, b ve c'de gösterilmiştir. Büyük iyon çaplı bu elementler hem magmatik (ergime ve kristallenme gibi), hem metamorfik (gömülme, dokanak metamorfizması gibi), hem de alterasyon (deniz suyu, yüzeysel gibi) olaylarda hareketlidirler. İncelenen volkanitlerdeki SiO<sub>2</sub> ile olan değişimlerinin yorumlanması "Bölüm 4.1"de tartışılmıştır.



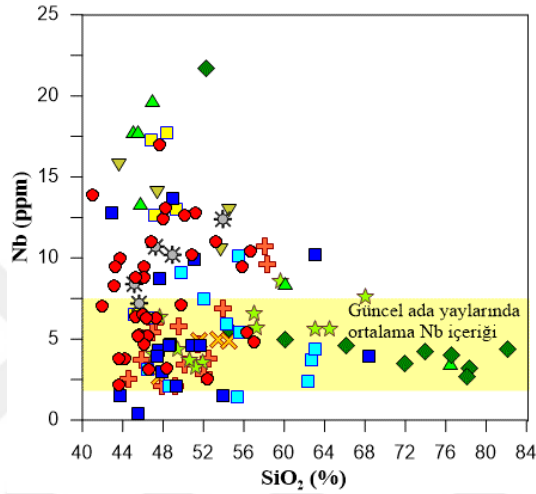


Şekil 3.61. İncelenen volkanitlerin SiO<sub>2</sub> bileşimine karşı (a) Rb (ppm), (b) Sr (ppm) ve (c) Ba (ppm) değişim diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Yüksek alan enerjili elementlerden olan +5 değerlikli Nb ve Ta genellikle titanitlerin yapısında bulunan uyumsuz iz elementlerdir. Bu elementler özellikle yitim zonlarında oluşan magmalarda düşük konsantrasyon göstermeleri ile bilinirler. Ortalama olarak, incelenen bazaltlarda 7.4 ve 0.40 ppm, bazaltik andezitlerde 8.5 ve 0.50 ppm, andezitlerde 5.4 ve 0.30 ppm, dioritlerde 5.0 ve 0.30 ppm ve riolitlerde 4.9 ve 0.20 ppm'dir. Nb/Ta oranı bazaltlarda 21 iken riolitlerde 14'tür. Bazaltik kayaların ortalama Nb ve Ta içerikleri sırasıyla incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda 0.4 ila 17.7 ppm ve 0.10 ila 1.00 ppm arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda 2.2 ila 17.0 ppm ve 0.10 ila 0.80 ppm arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda 2.0 ila 6.0 ppm ve 0.10 ila 0.40

ppm arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda 13.40 ila 19.7 ppm ve 0.60 ila 1.10 ppm arasındadır.

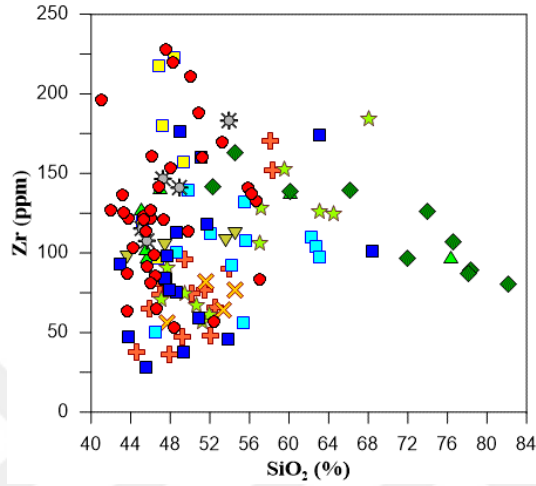
şekil 3.62'de SiO<sub>2</sub>'e (%) karşı Nb (ppm) değişimleri çizilmiştir. Ortalama Nb değerleri güncel ada yayı ortamlarında bulunan volkanitlerle uyumlu olmasına karşın bazı lokasyonlardaki örnekler ortalama değerlerin neredeyse iki katı zenginleşme gösterdiği tespit edilmiştir.



şekil 3.62. İncelenen volkanitlerin SiO<sub>2</sub> bileşimine karşı Nb değişim diyagramı (sarı bantla işaretlenen Nb bileşim aralığı ada yayları bazaltları için Kerricch ve Wyman'dan (1996) alınmıştır. Semboller şekil 3.48'deki gibidir)

Zr ve Hf +4 değerlikli uyumsuz elementlerdir. İncelenen volkanik kayalardaki ortalama Zr ve Hf bollukları sırasıyla bazaltlarda 127 ve 2.9 ppm, bazaltik andezitlerde 112 ve 3.1 ppm, andezitlerde 99 ve 2.8 ppm, dasitlerde 81 ve 3.0 ppm ile riyolitlerde 78 ve 3.0 ppm'dir. Zr/Hf oranı bazaltlarda 40 iken riyolitlerde 30'a kadar düşmektedir. Bazaltik kayaların ortalama Zr ve Hf içerikleri sırasıyla incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda 28 ila 222 ppm ve 1.0 ila 5.2 ppm arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda 53 ila 228 ppm ve 1.4 ila 4.8 ppm arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda 97 ila 140 ppm ve 2.3 ila 3.6 ppm arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda 97 ila 140 ppm ve 2.3 ila 3.6 ppm arasındadır.

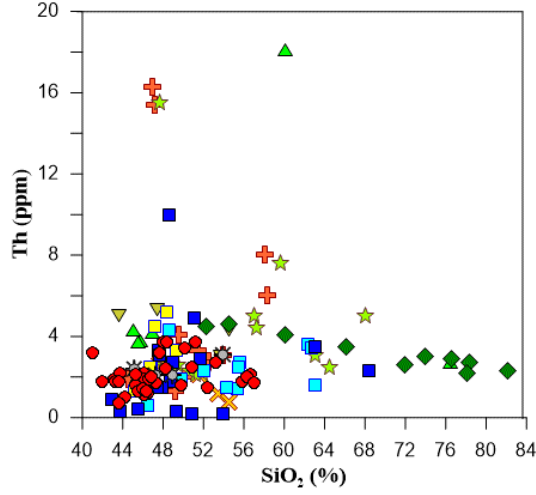
Alterasyona karşı daha az duyarlı olan yüksek alan enerjili elementlerden biri olan Zr'nun  $\text{SiO}_2$ 'e (%) karşı değişimi Şekil 3.63'de çizilmiştir. Bu grafikte Zr içeriğinin bazaltlardan andezitlere doğru arttığı andezitlerden riyolitlere doğru ise hafifçe azaldığı gözlenmiştir.



Şekil 3.63. İncelenen volkanitlerin  $\text{SiO}_2$  bileşimine karşı Zr değişim diyagramı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Ortalama Th ve U değerleri bazaltlarda sırasıyla 2.4 ve 0.7 ppm, bazaltik andezitlerde 4.2 ve 1.9 ppm, andezitlerde 4.2 ve 1.3 ppm, dasitlerde 5.7 ve 1.5 ppm ve riyolitlerde 2.8 ve 0.9 ppm'dir. Bazaltik kayaçların ortalama Th ve U içerikleri sırasıyla incelendiğinde, Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonunda 0.2 ila 10.0 ppm ve 0.1 ila 2.8 ppm arasında, İkisü-Mescitli lokasyonunda 0.7 ila 3.7 ppm ve 0.2 ila 1.2 ppm arasında, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonunda 1.3 ila 16.3 ppm ve 0.5 ila 4.3 ppm arasında, İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonunda 3.7 ila 5.3 ppm ve 0.8 ila 1.3 ppm arasındadır.

Şekil 3.64'de  $\text{SiO}_2$ 'e (%) karşı Th (ppm) değişimleri çizilmiştir. Birkaç örnek hariç incelenen volkanitlerin Th içerikleri 5 ppm'in altındadır.



Şekil 3.64. Jura volkanitlerinin SiO<sub>2</sub> bileşimine karşı Th değişim diyagramı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Çalışılan volkanitlerin iz element içeriklerinin normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltlarına (n-OOSB, Sun ve McDonough, 1989) göre normalleştirilmesi ile oluşturulan çoklu element diyagramları Şekil 3.65'de verilmiştir. Şekil 3.65a'da Dağbaşı-Akarsu-Zigana örnekleri gösterilmiştir. Bazı Dağbaşı örneklerinin n-OOSB'ye göre daha düşük iz element içeriklerine sahip oldukları görülür. Genel olarak bakıldığında örneklerin büyük bir kısmında negatif Ta, Nb anomalisi ile pozitif Pb anomalisi belirgin olarak görülür. Buna karşın çoğu örnek pozitif Sr anomalisi gösterirken, bazı Dağbaşı örneklerinde negatif Sr anomalisi görülür. Örneklerin çoğunun orta ve ağır lantan grubu elementleri (LGE) ile Ti, Y gibi element içerikleri n-OOSB değerlerinin altındadır.

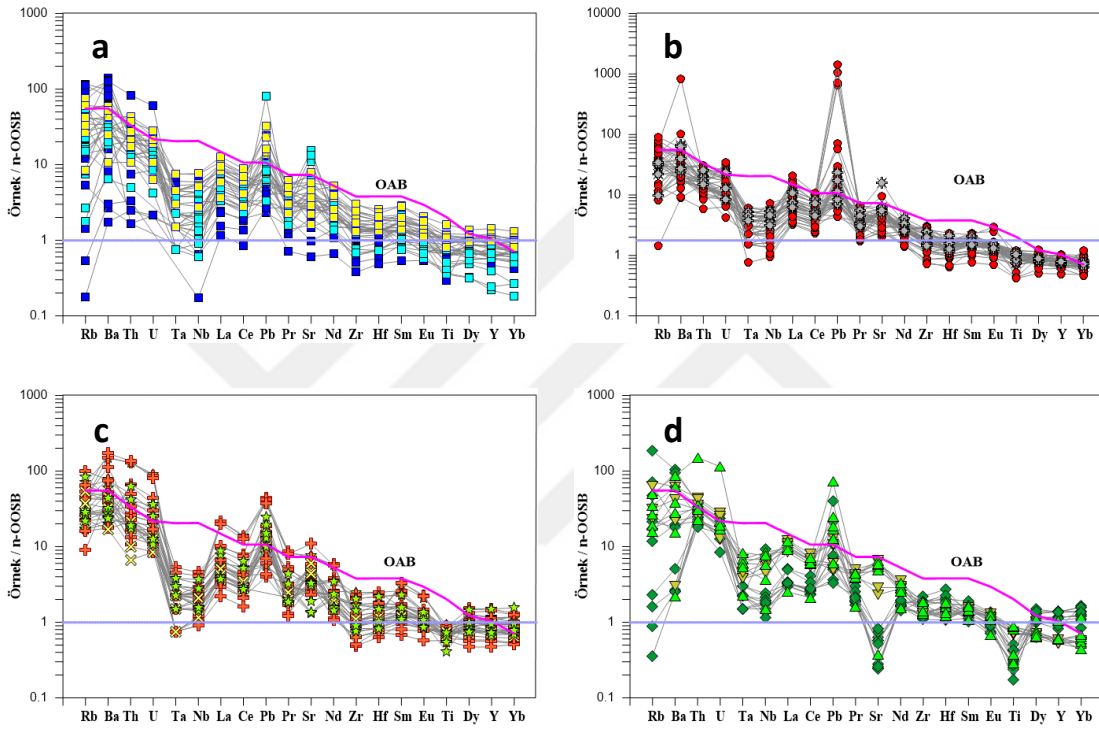
İkisu-Mescitli örneklerine ait çoklu element diyagramında (Şekil 3.65b) normalleştirilmiş iz element içerikleri birbirine paraleldir ve dar bir bileşimsel aralıkta değişir. Negatif Ta ve Nb, belirgin pozitif Pb ve Sr anomalileri ile karakteristiktir. Ti, Y ve ağır LGE (ALGE) içerikleri n-OOSB'nin altında görülmektedir.

Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonlarından alınan örneklerin düşürüldüğü çoklu element diyagramında (Şekil 3.65c) yine belirgin bir Ta, Nb negatif anomalisi ile pozitif Pb anomalisi ve belirgin negatif Ti anomalisi gözlenir. Örneklerin çoğunun orta ve ağır LGE ile Ti ve Y değerleri n-OOSB'nin altındadır.

İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonlarından alınan örneklerin normalleştirilmiş Rb, Ba, Th ve U değerleri incelenen diğer lokasyonlara göre daha dağınık bir yönseme gösterir. Bazı örnekler n-OOSB'nin da altında görülür (Şekil 3.65d). Örnekler belirgin

pozitif Pb anomalisi ile negatif Ti anomalisi gösterirler. Bazı örnekler belirgin negatif Sr anomalisi gösterirken diğerleri ise hafif pozitif bir anomali gösterir.

Şekil 3.65'te ayrıca n-OOSB normalleştirilmiş OAB (Okyanus Adası Bazaltı) yönsemesi de (Sun ve McDonough, 1989) incelenen örneklerle karşılaştırmak amacıyla çizilmiştir. Genel olarak bakıldığında okyanus adası bazaltında bulunan iz element değerlerinin incelenen örneklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil. 3.65. İncelenen volkanitlerin n-OOSB'ye göre normalize edilmiş (Sun ve McDonough, 1989) çoklu element yönsemeleri; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkisü-Mescitli, (c) Pekün-Gülaçar-Kazantaş ve (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları (normalize n-OOSB ile OAB (Okyanus Adası Bazaltı) değerleri Sun ve McDonough'dan (1989) alınmıştır. Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Örneklerin LGE içerikleri Ek Tablo 11'de gösterilmiştir. İncelenen volkanitlerin LGE ile ortalama n-OOSB ve OAB (Sun ve McDonough, 1989) değerleri kondrite (Boynon, 1984) göre normalleştirilmiş ve yönsemeler Şekil 3. 66'da verilmiştir. İncelenen volkanitlerin kondrit normalleştirilmiş yönsemeleri birbirine paralel ve La/Lu oranları 1.87 ila 12.46 arasında değişmektedir.

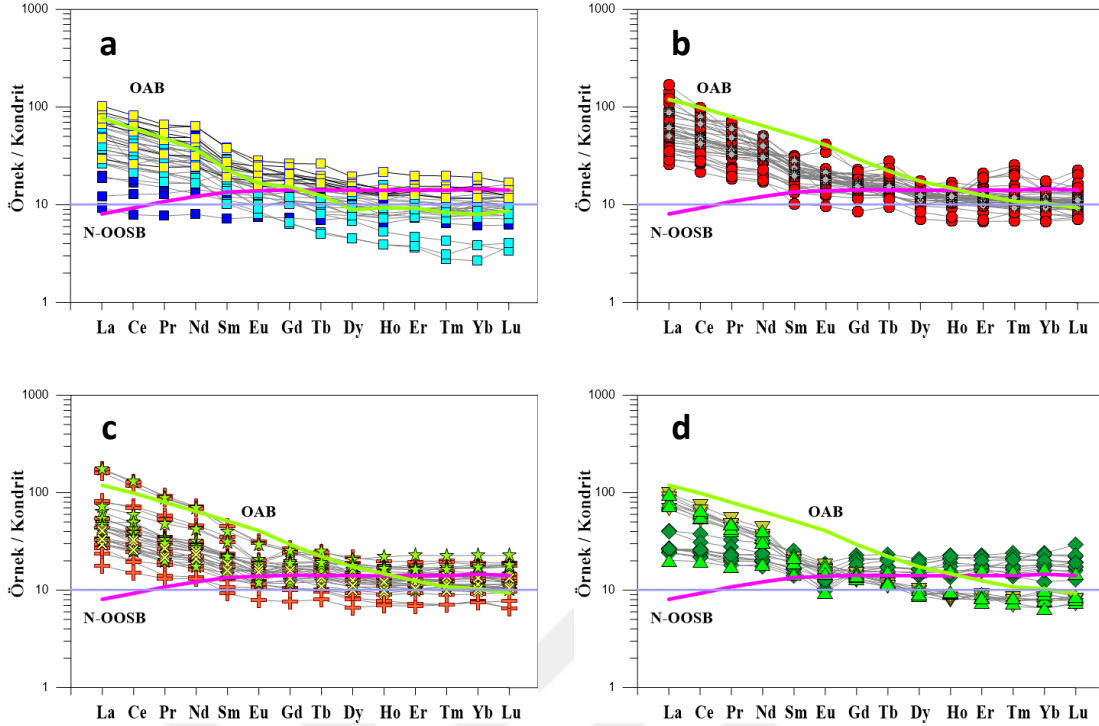
Şekil 3.66a'da Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonlarının kondrit normalleştirilmiş LGE diyagramlarına bakıldığında örneklerin büyük bir kısmının, hafif LGE'ce ( $La-Sm$ ) kondrit normalleştirilmiş n-OOSB'ye göre zenginleşmiş olduğu görülür. Ancak Dağbaşı lokasyonunda bazı örnekler (DA2 ve DAM26) neredeyse farklılaşma göstermezler,  $[La/Lu]_N$  oranı yaklaşık 1'dir. Akarsu lokasyonunda ise AK3, AK4 ve AK5 örneklerinin kondrit normalleştirilmiş hafif LGE içeriklerinin n-OOSB'ye göre zenginleştiği, Eu'dan sonra bu örneklerin LGE değerlerinin örnek/kondrit 10 değerinin altına düştüğü görülür. Söz konusu düşük LGE değerleri incelenen tüm volkanitler içerisinde en düşük değerlerdir. Bazı Zigana örneklerinin OAB'den daha zengin LGE içerikleri olduğu görülmektedir.

İkisu-Mescitli lokasyonunda örneklerin  $[La/Lu]_N$  oranı 3 ila 11 arasında değişir. Bazı örnekler (İkisu'dan derlenen andezit porfirler) hafifçe pozitif Eu anomalisi (1.2 ila 1.6 arasında) gösterirler (Şekil 3.66b). Örneklerin birçoğunun orta ve ağır LGE içerikleri n-OOSB'ye göre daha düşüktür.

Şekil 3.66c'de verilen Pekün örneklerinin  $[La/Lu]_N$  oranı 2 ila 12'dir. Örneklerin büyük bir kısmı hafifçe negatif Eu anomalisi (0.80 - 0.95) gösterir ve ağır LGE içerikleri n-OOSB'ye göre daha yüksektir. Gülaçar ve Kazantaş örneklerinin bir kısmının orta ve ağır LGE içerikleri n-OOSB'ye göre daha düşüktür. Bazı Gülaçar ve Pekün örneklerinin  $La_N$  içerikleri kondrite göre neredeyse 200 kat zenginleşmiş olarak görülür.

İşhan lokasyonundan derlenen örneklerde hafif LGE ağır LGE'ye göre hafifçe zenginleşmiştir ( $[La/Lu]_N$  oranı 2 ila 3 arasında, Şekil 3.66d). Örneklerin çoğu hafifçe negatif Eu anomalisi gösterir (0.60-0.95). Genel olarak İşhan örnekleri n-OOSB'ye göre zenginleşmişlerdir. Karakale örnekleri İşhan örneklerine göre hafif LG elementlerce daha fazla zenginleşmiş ( $La_N= 70-100$ ), ağır LGE'ce daha tüketilmiştir ( $Lu_N= 8-9$ ). Sırakonaklar örnekleri Karakale örneklerine benzemektedir.

LGE kondrit normalleştirilmiş diyagramlarında, bazı iri plajiyoklas içeren porfirik andezitik İkisu örnekleri dışında örnekler, genelde hafif negatif Eu anomalisi göstermektedir. Örneklerin büyük bir kısmının ağır LGE içerikleri n-OOSB'nin de altındadır. Bazı Akarsu örnekleri çalışılan örnekler içerisinde en düşük ağır LGE içeriklerine sahip olup  $Yb_N$  değerleri 3 - 5 arasındadır.



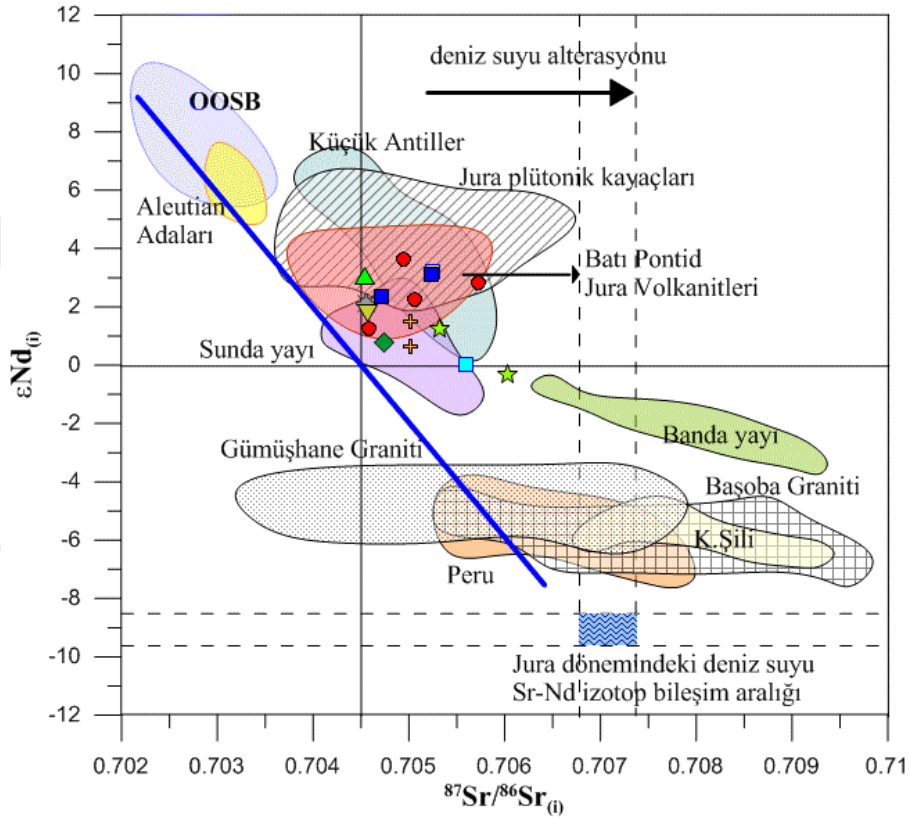
Şekil 3.66. İncelenen volkanitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element yönsemeleri; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkisü-Mescitli, (c) Pekün-Gülaçar-Kazantaş ve (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları (normalize değerleri Boynton'dan (1984) alınmıştır. OAB ve n-OOSB değerleri Sun ve McDonough'dan (1989) alınmıştır, Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

### 3.5.3. Sr-Nd-Pb-Os İzotopları

İncelenen örneklerin Sr, Nd, Pb ve Os izotop analiz sonuçları Tablo 3.1, Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'de verilmiştir. Buna göre incelenen volkanitlerden 170 my'a göre hesaplanan  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  değerleri 0.704538 ile 0.706023 arasında,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$  değerleri 0.512403 ile 0.512605 arasında ( $\epsilon\text{Nd}$  -0.32 ile 3.63),  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  değerleri sırasıyla 17.739-18.608, 15.568-15.623 ve 37.561-38.590 arasında değişmektedir.

İncelenen volkanitlerin  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  karşı  $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$  değerleri Şekil.3.67'ye düşürülmüştür. Şekilde ayrıca referans olmak üzere OOS bazaltları (Rollinson, 1993), bazı ada yayları (Küçük Antiller, Hawkesworth vd, 1979; Aleutian Adaları Yayı, McCulloch ve Perfit, 1981; Sunda Yayı, Nohda ve Wasserburg, 1981; Banda Yayı Whitford vd., 1981) ve bazı aktif kıta kenarı yayları (Peru, James, 1982; Şili, Hawkesworth vd, 1982) ile Doğu Pontid Jura yaşlı gabrolar (Eyüboğlu vd., 2016), Paleozoik yaşlı Gümüşhane (Topuz vd. 2010) ve Başoba (Kaygusuz vd. 2016) granitoidlerine ait izotop değerleri de gösterilmiştir.

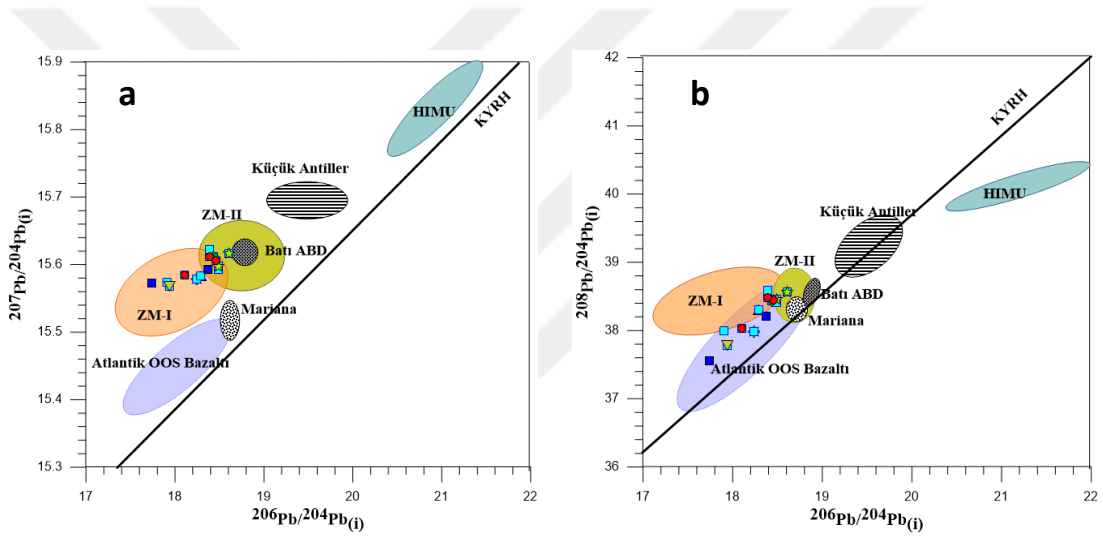
İncelenen volkanitlere ait  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  karşı  $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$  değerleri ikinci kadranda yer almış olup tüketilmiş bir kaynaktan radyojenik Sr'ca zenginleşmiş oldukları görülmektedir. Güncel yaylarla karşılaştırıldığında Sunda ve Küçük Antiller yaylarında bulunan volkanitlere benzer izotopik bileşim gösterirler. Bir kısım volkanitler Jura yaşlı plütonik kayalarla benzer izotopik bileşim gösterirken bir kısım örnekler de bu kayalara göre  $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$ 'ca biraz daha izotopça zenginleşmiş bileşimdedir.



Şekil 3.67. İncelenen volkanitlerin 170 My'a göre hesaplanmış  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  oranına karşı  $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$  değerleri (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir). Şekilde kullanılan izotop oranları Küçük Antiller Hawkesworth vd.den (1979); Aleutian Adaları Yayı McCulloch ve Perfit'den (1981); Sunda Yayı Nohta ve Wasserburg'dan (1981); Banda Yayı Whitford vd.den (1981); Peru James'den (1982); Şili Hawkesworth vd.den (1982); Doğu Pontid Jura yaşlı gabrolar Eyüboğlu'dan (2016), Paleozoik yaşlı Gümüşhane Granitoyidi Topuz vd.den (2010) ve Başoba Granitoyidi Kaygusuz vd.den (2016), Jura dönemine ait deniz suyu Sr ve Nd izotop değerleri Veizer'den (1989) alınmıştır

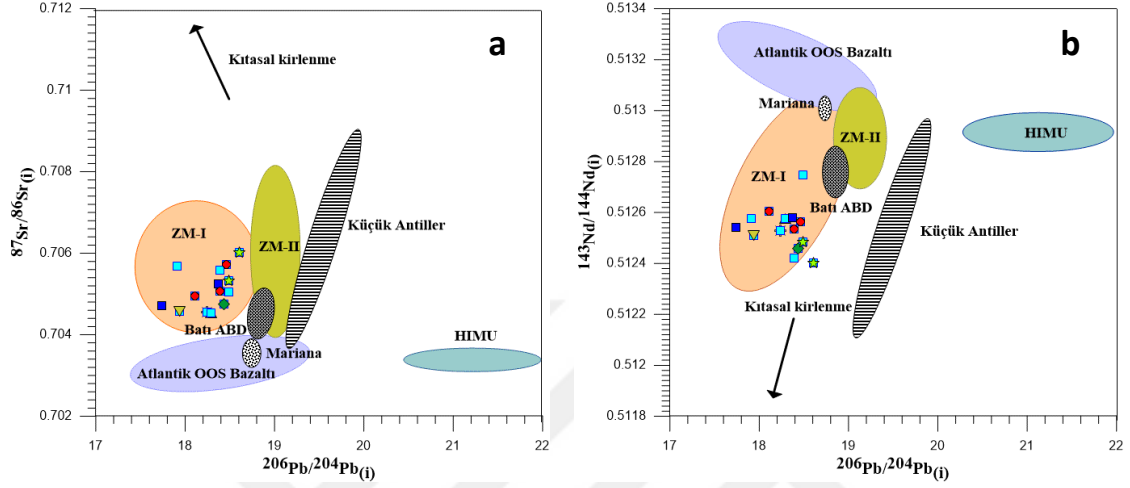


Örneklerin  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  karşı  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  izotop oranları Şekil 3.68'de çizilmiştir. Şekilde ayrıca referans olarak Atlantik OOS bazaltları, Zenginleşmiş Manto-I (ZM-I) ve Zenginleşmiş Manto-II (ZM-II) ve yüksek U/Pb oranı gösteren manto (HIMU) kaynakları (Zindler ve Hart, 1986) ile Küçük Antiller, Mariana ada yayları, Batı ABD aktif kıta kenarına (Rollinson, 1993) ait izotop verileri ve Kuzey Yarıküre Referans Hattı (KYRH) verilmiştir.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  karşı  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  diyagramına bakıldığında örnekler KYR hattının üzerinde ve hatta paralel, ZM-I bileşimi ile benzer olup ZM-II'ye doğru yönlendiği görülmektedir.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  karşı  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  diyagramında ise örnekler KYR hattına paralel ZM-I ile Atlantik OOS bazaltları alanı sınırında ZM-II'ye doğru yönelmiştir.



Şekil 3.68. İncelenen volkanitlerin  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  karşı (a)  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$ , (b)  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  izotop oranları. Atlantik OOS bazaltları ZM-I ZM-II, HIMU değerleri Zindler ve Hart'dan (1986), Küçük Antiller ve Mariana ada yayları ile Batı ABD aktif kıta kenarına ait değerler Rollinson'dan (1993) alınmıştır. KYRH: Kuzey Yarıküre Referans Hattı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Şekil 3.69a'da  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  karşı  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  ve Şekil 3.69b'de  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  karşı  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$  izotop oranları çizilmiştir. Şekilde gösterilen alanlar Şekil 3.68'de tanımlanan alanlar olup, örnekler Şekil 3.69a ve b'de ZM-I alanında yer alırlar.



Şekil 3.69. İncelenen volkanitlerin (a)  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  karşı  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ , (b)  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  karşı  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop oranları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir). (Kaynak alanları Şekil 3.68'deki gibidir)

Tablo 3.1. İkisu, Mescitli, Dağbaşı, Akarsu, Pekün, İşhan, Karakale, Zigana lokasyonlarındaki kayaların SiO<sub>2</sub> (%), Rb (ppm), Sr (ppm), Sm (ppm), Nd (ppm) içerikleri, ölçülen <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd izotop değerleri ve 170 my'a göre hesaplanmış <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>(i)</sub>, <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd<sub>(i)</sub> ve εNd<sub>(i)</sub> değerleri. Ölçülen izotop verilerinde parantez içinde verilen rakamlar analitik ölçümler sırasında yapılan 1σ hata paylarını göstermektedir. ZL5 ile P3 arasındaki örnekler Şen'den (2007) alınmıştır

Örnek No	Kayaç tip	SiO <sub>2</sub> (%)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr (i)	<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd (i)	εNd (i)	σNd <sup>(DMU)</sup> (My)
G30	bazalt	46.4	6.4	502.0	16.1	3.7	0.705033 (20)	0.512759 (19)	0.704944	0.512605	3.63	789.8
G34	bazalt	46.6	12.7	236.0	10.3	2.6	0.706106 (15)	0.512733 (16)	0.705730	0.512565	2.83	1020.8
G35	bazalt	43.7	22.1	256.9	10.6	3.0	0.705665 (10)	0.512722 (09)	0.705064	0.512534	2.24	1451.7
M1	bazalt	45.1	12.5	1416.0	30.1	5.5	0.704618 (10)	0.512650 (09)	0.704556	0.512528	2.12	733.2
DA-5	bazalt	49.0	19.1	630.4	30.5	5.8	0.704921 (11)	0.512667 (08)	0.704709	0.512540	2.36	738.8
DA-6	dasit	63.1	0.8	330.3	24.0	4.6	0.705255 (11)	0.512708 (09)	0.705238	0.512578	3.10	694.7
AK-2	bzl-andez.	52.1	12.6	386.2	13.1	2.7	0.705816 (14)	0.512560 (16)	0.705588	0.512419	0.00	1030.6
P-4	bazalt	52.0	15.6	306.6	11.9	3.1	0.705673 (13)	0.512655 (10)	0.705318	0.512483	1.24	1283.1
P-5	bazalt	51.2	15.1	287.5	11.4	2.8	0.706390 (11)	0.512568 (08)	0.706023	0.512403	-0.32	1358.8
IS-2	bzl-andez.	54.5	26.3	57.3	11.9	3.4	0.707947 (13)	0.512649 (09)	0.704741	0.512460	0.79	1751.1
KK-3A	bazalt	47.4	12.8	549.9	26.0	4.1	0.704728 (16)	0.512617 (09)	0.704565	0.512511	1.78	688.4
SK-5	bazalt	45.5	8.9	590.1	18.5	3.7	0.704643 (13)	0.512712	0.704538	0.512577	3.07	725.2
ZL5	bazalt	51.6	20.1	391.9	31.2	6.4	0.705601	0.512721	0.705243	0.512583	3.19	730.3
U29	bazalt	47.4	18.5	525.4	17.0	3.8	0.705702	0.512530	0.705456	0.512381	-0.75	1189.4
I22	bazalt	50.1	23.5	564.8	25.2	5.1	0.704868	0.512621	0.704578	0.512484	1.27	887.2
TL14	bazalt	48.2	7.3	317.0	11.5	3.0	0.705172	0.512669	0.705010	0.512497	1.51	1245.1
P3	bazalt	47.2	22.1	612.2	42.2	8.4	0.705263	0.512586	0.705011	0.512453	0.65	915.7

Tablo 3.2. İkisu, Mescitli, Dağbaşı, Akarsu, Pektün, İşhan, Karakale, Zigana lokasyonlarındaki kayaların  $\text{SiO}_2$  (%), Th (ppm), U (ppm), Pb (ppm) içerikleri, ölçülen  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  izotop değerleri ve 170 my'a göre hesaplanmış  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  değerleri. Ölçülen izotop verilerinde parantez içinde verilen rakamlar analitik ölçümler sırasında yapılan  $1\sigma$  hata paylarını göstermektedir.

Örnek No	kayaç tip	$\text{SiO}_2$ (%)	Th (ppm)	U (ppm)	Pb (ppm)	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$
G30	bazalt	46.4	1.3	0.4	1.3	18.6310	15.6100	38.5890	18.1069	15.5841	38.0326
G34	bazalt	46.6	1.9	0.3	6.6	18.5370	15.6100	38.6020	18.4597	15.6062	38.4420
G35	bazalt	43.7	1.8	0.8	6.3	18.6090	15.6220	38.6430	18.3926	15.6113	38.4839
M1	bazalt	45.1	2.4	0.4	2.1	18.5650	15.5940	38.6200	18.2408	15.5780	37.9846
DA-5	bazalt	49.0	2.7	0.7	1.4	18.5910	15.6150	38.6430	17.7391	15.5729	37.5608
DA-6	dasit	63.1	3.5	0.4	4.3	18.5310	15.6010	38.6670	18.3726	15.5932	38.2143
AK-2	bzl-andez.	52.1	2.3	0.6	24.4	18.4310	15.6250	38.6420			
P-4	bazalt	52.0	2.2	0.6	3.1	18.8190	15.6140	38.8520	18.4873	15.5976	38.4547
P-5	bazalt	51.2	2.1	0.5	3.9	18.8280	15.6270	38.8680	18.6081	15.6161	38.5664
IS-2	bzl-andez.	54.5	4.6	1.1	11.9	18.5960	15.6200	38.6510	18.4385	15.6122	38.4358
KK-3A	bazalt	47.4	5.3	1.3	3.2	18.6290	15.6020	38.7090	17.9359	15.5677	37.7861
SK-5	bazalt	45.5	3.7	0.9	7.4	18.4950	15.5930	38.5800	18.2883	15.5828	38.3024

Analiz yapılan örneklerin Re-Os izotop değerleri Tablo 3.3’de verilmiştir. Üç örnekte ölçülen  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$  ve  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  değerleri sırasıyla 32.385 ile 93.630 ve 0.197 ile 1.29 arasında değişir. Bu örneklerden 0.014 ile 0.101 ppb arasında Re, 0.002 ile 0.018 ppb arasında Os, 0.005 ile 0.068 ppb arasında Ir, 0.007 ile 0.100 ppb arasında Ru, 0.019 ile 3.19 ppb arasında Pt ve 0.006 ile 1.86 ppb arasında Pd ölçülmüştür.

Tablo 3.3. İkisü, Mescitli, Dağbaşı, Akarsu, Pekün, lokasyonlarındaki kayaçların Re (ppb), Os (ppb), Ir (ppb), Ru (ppb), Pt (ppb), Pd (ppb) içerikleri,  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$  ve  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  izotop değerleri.  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}_T$  günümüz izotop oranını gösterir

Örnek no	Kayaç tip	Re (ppb)	Os (ppb)	Ir (ppb)	Ru (ppb)	Pt (ppb)	Pd (ppb)	$^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$	$^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$	$^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}_T$
G-30	Bazalt	0.014	ala	0.005	ala	0.17	0.092	ae	ae	ae
G-35	Bazalt	0.022	0.003	0.059	ala	3.19	1.86	37.966	0.65	0.12700
M-1	Bazalt	0.120	0.018	0.068	0.100	0.72	0.44	32.385	0.197	0.12700
DA-7	Bazalt	0.593	0.002	0.005	ala	0.15	0.16	ae	ae	0.12700
P-4	Bazalt	0.036	ala	ala	ala	0.019	0.006	ae	ae	0.12700
P-5	Bazalt	0.156	ala	ala	ala	0.026	0.017	ae	ae	0.12700
AK-5	Bazaltik andezit	0.101	0.006	0.006	0.007	0.20	0.10	93.630	1.29	0.12700

ala: analiz limitleri altında  
ae: analiz edilmedi

## 4. TARTIŞMA

### 4.1. Düşük Sıcaklık- Basınç Metamorfizmasının Volkanitler Üzerindeki Etkisi

Alterasyon terimi, kayaçların oluştukları andan itibaren jeolojik olayların etkisiyle (gömülme metamorfizması, dokanak metamorfizması, hidrotermal metamorfizma vb. gibi) geçirmiş oldukları kimyasal ve mineralojik değişimler ile atmosferik koşullar altında uğradıkları bozuşmalar olarak değerlendirilmiştir.

Doğu Pontidler Jura dönemini denizaltında geçirmiştir. Bunun kanıtları bölgede yapılan farklı çalışmalarda gösterilmiştir (örneğin Eren, 1983; Taslı, 1993; Okay ve Şahintürk, 1997; Kandemir, 2004 gibi). Şekil 3.2'de İkisü lokasyonuna ait volkano-stratigrafik kesitte, en alt seviyede bulunan yastık bazaltlar, üzerine gelen boşluklu bazaltlar içerisindeki tortul merccekler, üst seviyelerde bulunan breşik seviye ve koyu kahve renkli kırıntılarla açık renkli kireçli seviyelerin Berdiga Kireçtaşları'na uyumlu geçişi, ortamın denizel olduğunu gösteren kanıtlardır. Volkanik aktivitenin oluşumunu takip eden, Jura-Alt Kretase döneminde başlayan gömülme Eosen sonuna kadar devam etmiş ve incelenen volkanitler yer yer 5000 m'den daha derine gömülmüştür. Dolayısıyla, Jura volkanitleri önce deniz suyu alterasyonuna, daha sonra da düşük sıcaklık- düşük basınç gömülme metamorfizmasına uğramıştır. Bu jeolojik olaylara çoğu lokasyonda Kretase ve/veya Eosen plütönizmasının dokanak metamorfizması da eklenmiştir. Her jeolojik olay incelenen kayaçların hamurunda ve fenokristallerinde bir takım mineralojik (dolayısıyla kimyasal) değişikliklere neden olmuştur. Mikroskobik çalışmalarda bu değişimlerin mineraller ve hamur üzerindeki etkisi kısmen gözlenmiştir. Ancak, üst üste gelen jeolojik olaylar çoğu kez bir önceki olayın etkisiyle oluşan mineralojik ve kimyasal değişimleri kısmen veya tamamen silerek yenisini oluşturabilmektedir.

Deniz suyu alterasyonu bazaltik bileşimli volkanitlerde K, Rb, Sr (özellikle <sup>87</sup>Sr), Ba, Cs gibi büyük iyon çaplı elementlerle U gibi bazı elementlerde zenginleşmeye neden olurken (Hart vd. 1974, Mitchell ve Aumento, 1977), gömülme metamorfizması (ki bir nevi yüksek dereceli hidrotermal alterasyona karşılık gelir) bu elementlerin kayaçlardan sökülerek taşınmasına neden olur (Saunders vd., 1979, Stern ve Elthon, 1979). İncelenen volkanitler her iki jeolojik süreci de geçirmiştir. Genel olarak, OH<sup>-</sup> iyonlarının etkili olduğu düşük sıcaklık alterasyon süreçlerinde daha hareketsiz olan, yük/iyon çapı değeri düşük,

yüksek alan enerjili elementler, CO<sub>2</sub> aktivitesinin yüksek olduğu alterasyon koşullarında daha hareketlidir (Murphy ve Hynes, 1986).

Makroskobik ve mikroskobik incelemeler sonucunda olabildiğince taze ve ayrışmamış örnekler kimyasal analizler için seçilmiş olmasına rağmen, Mineral Kimyası (Bölüm 3.4) ve Jeokimya (Bölüm 3.5) bölümlerinde incelenen volkanitlerin, alterasyondan etkilenmiş olduğuna dair bazı veriler elde edilmiştir. Örneğin Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O (Şekil 3.58) ile Rb, Sr, Ba gibi büyük iyon çaplı elementlerin (Şekil 3.61) SiO<sub>2</sub>'e karşı çizilen ikili diyagramlarında göstermiş olduğu düzensiz dağılımlar bu gruba ait elementlerin alterasyondan fazlasıyla etkilendiğinin en belirgin göstergesidir. SiO<sub>2</sub>'e karşı çizilen toplam alkali diyagramında (Şekil 3.54) incelenen volkanitlerin subalkalen alandan alkalen alana doğru taşması, volkanitlerin ikincil olaylar sonucu alkali elementlerce zenginleşmesi ile oluşmuştur. Çoklu element diyagramlarında (Şekil 3.65) büyük iyon çaplı elementlerin geniş bir aralıkta bileşim sunması bu elementlerin alterasyondan etkilendiğinin göstergesidir.

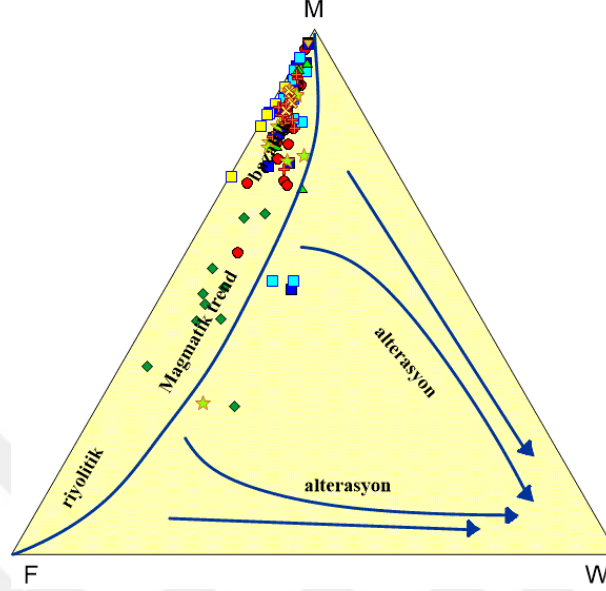
İncelenen volkanitlerin kökenlerini araştırırken yukarıda sözü edilen alterasyonun en az etkilediği örnekler seçilmeye çalışıldığı için, kayaçların ana oksit analizlerinden itibaren geliştirilmiş ayrışma indisleri hesaplanmış, kayaçların ayrışma dereceleri belirlenmiş, AUK ve kimyasal ayrışma indisleri bazı iz element içerikleri ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmelerden sonra hangi örneklerin, hangi ana oksitlerin ve/veya iz element gruplarının, volkanitlerin köken araştırmalarında kullanılacağına karar verilmiştir.

Kimyasal Ayrışma İndisleri (KAİ), kayaçların kimyasal analizlerinden itibaren ana oksitler kullanılarak geliştirilmiştir. İncelenen kayaçların alterasyon derecelerini saptamak için farklı yazarların önermiş oldukları ayrışma indisi diyagramları kullanılmıştır.

Ohta ve Arai (2007) tarafından, magmatik kayaçların ayrışma yönsemelerini gösteren F-M-W diyagramı kullanılarak çalışılan volkanitlerin alterasyon dereceleri test edilmiştir (Şekil 4.1). Diyagramda, F felsik bileşenlerin, M ise mafik bileşenlerin dikkate alınarak hesaplanmış indislerdir, W ise (weathering), ayrışmayı ifade eder. Diyagram içerisinde riyolitik bileşimden bazaltik bileşime doğru bir magmatik trend eğrisi belirlenmiş ve bu eğri ile F-M çizgisi arasında kalan alan ayrışmanın önemli derecede etkili olmadığı alan olarak tanımlanmıştır.

İncelenen volkanitlerin analizlerinden itibaren Formül 4.1'de verilen denklemlerle hesaplanan F, M ve W değerleri diyagrama düşürüldüğünde, örneklerin yoğunluklu olarak M köşesine yakın, ancak magmatik trend eğrisinin içerisindeki bir alanda kümelendiği

görülmektedir. Bu alanın dışında kalan örnekler ayrılmış olarak kabul edilmiş ve bu bölümden sonra yapılan işlemlerde kullanılmamıştır.



Şekil 4.1. Magmatik kayaların ayrışma yönsellerini gösteren F-M-W diyagramında (Ohta ve Arai, 2007) çalışılan örneklerin konumu (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

$$W = (\dot{U}SW \cdot 100) / (\dot{U}SW + \dot{U}SM + \dot{U}SF) \quad (4.1)$$

$$M = (\dot{U}SM \cdot 100) / (\dot{U}SW + \dot{U}SM + \dot{U}SF)$$

$$F = (\dot{U}SF \cdot 100) / (\dot{U}SW + \dot{U}SM + \dot{U}SF)$$

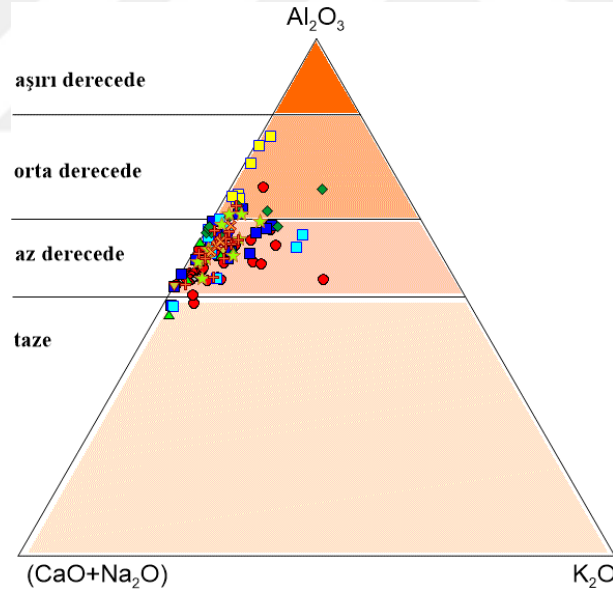
$$\begin{aligned} \dot{U}SW = & 0.203 \cdot \log\left[\frac{(\text{SiO}_2 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.191 \cdot \log\left[\frac{(\text{TiO}_2 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] \\ & + 0.296 \cdot \log\left[\frac{(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.215 \cdot \log\left[\frac{(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] \\ & - 0.02 \cdot \log\left[\frac{(\text{MgO} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] - 0.448 \cdot \log\left[\frac{(\text{CaO} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] \\ & - 0.464 \cdot \log\left[\frac{(\text{Na}_2\text{O} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.008 \cdot \log\left[\frac{(\text{K}_2\text{O} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] - 1,374 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{U}SM = & -0.395 \cdot \log\left[\frac{(\text{SiO}_2 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.206 \cdot \log\left[\frac{(\text{TiO}_2 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] \\ & - 0.316 \cdot \log\left[\frac{(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.16 \cdot \log\left[\frac{(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] \\ & + 0.246 \cdot \log\left[\frac{(\text{MgO} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.368 \cdot \log\left[\frac{(\text{CaO} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] \\ & + 0.073 \cdot \log\left[\frac{(\text{Na}_2\text{O} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] - 0.342 \cdot \log\left[\frac{(\text{K}_2\text{O} \cdot 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 2.266 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{ÜSF} = & -0.191 * \log\left[\frac{(\text{SiO}_2 * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] - 0.397 * \log\left[\frac{(\text{TiO}_2 * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.02 * \log\left[\frac{(\text{Al}_2\text{O}_3 * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] - 0.375 * \log\left[\frac{(\text{Fe}_2\text{O}_3 * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] - 0.243 * \log\left[\frac{(\text{MgO} * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.079 * \log\left[\frac{(\text{CaO} * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.392 * \log\left[\frac{(\text{Na}_2\text{O} * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] + 0.333 * \log\left[\frac{(\text{K}_2\text{O} * 100)}{(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}\right] - 0.892 \end{aligned}$$

Nesbitt ve Young (1982) tarafından, ayrışma süreçlerinde hareketli olan  $\text{K}_2\text{O}$ - $\text{Na}_2\text{O}$ - $\text{CaO}$  ile hareketsiz olduğu düşünülen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kullanılarak, magmatik kayaları ayrışmamış, az, orta ve yüksek derecede ayrışmış olarak sınıflandıran bir üçgen diyagram geliştirilmiştir (Şekli 4.2). Çalışılan volkanitler bu üçgen diyagrama düşürüldüğünde,  $(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  kenarı boyunca yönseme gösterir ve yoğunlukla az ayrışma derecesine ait alanda bulunurlar.



Şekil 4.2. Nesbitt ve Young (1982) tarafından oluşturulan ayrışma derecelerini gösteren diyagramda incelenen örneklerin konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Yukarıdaki değerlendirmeler, dokusal özellikler, mineral kimyası ve ayrışma indislerinden elde edilen veriler bu kayaların oluşumlarından günümüze kadar, az, orta ve hatta lokal olarak yüksek derecede alterasyona uğradığını göstermektedir. Büyük iyon çaplı elementlerin alterasyondan etkilendiği bilinmektedir. Dolayısıyla özellikle

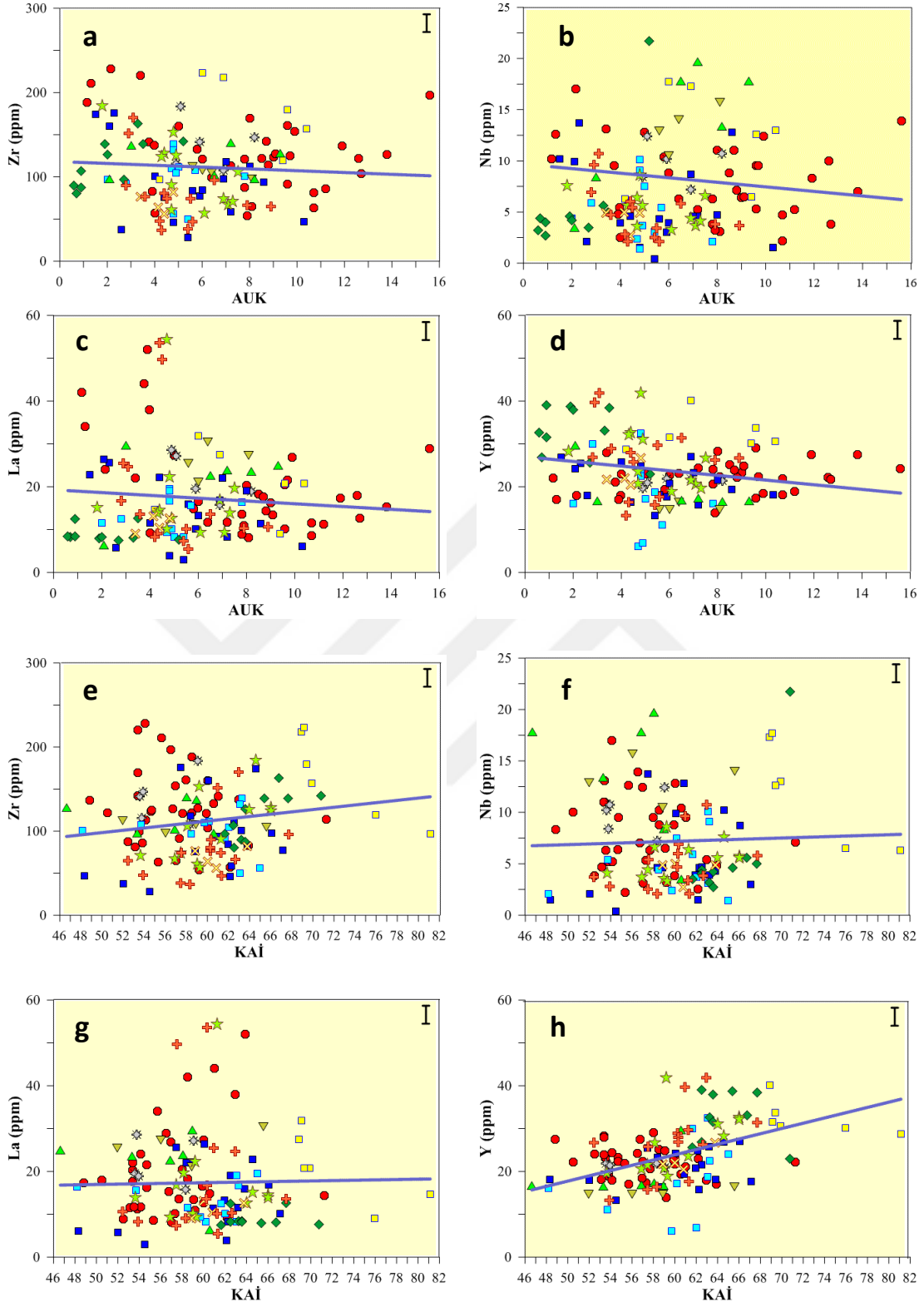
volkanitlerin kökeni ile ilgili değerlendirmelerde bu elementler kullanılmamıştır. Volkanitlerin kökenine ilişkin değerlendirmeler alterasyondan az etkilendiği veya etkilenmediği düşünülen yüksek alan enerjili iz elementler kullanılarak yapılmıştır. Ancak alterasyonun bu elementler üzerindeki etkisi, alterasyon ile doğrudan ilişkilendirilebilen parametreler olan Ateşte Uçucu Kaybı (AUK) ve Kimyasal Ayrışma İndisleri (KAİ) ile ilişkilendirilerek test edilmiştir.

İncelenen kayaçlardaki AUK miktarının alterasyon ile artması beklenir. Ateşte uçucu kaybı miktarı, volkanitlerde, kayaç /su etkileşimi ile hamurun ve iri kristallerin ayrışması sonucu oluşan ikincil hidroksil ve/veya karbonat kökü içeren düşük sıcaklık mineralleri ve çatlak ile gaz boşluklarında kristallenen ikincil hidroksil ve/veya karbonat kökü içeren düşük sıcaklık minerallerinin varlığı ile artar. İncelenen kayaçlardaki ateşte uçucu kaybı miktarı %1.5 ila %15.6 aralığında değişmektedir (Ek Tablo 10).

Feldspatların kil minerallerine dönüşüm derecesi Kimyasal Ayrışma İndeksi (KAİ) ile ölçülmektedir. İncelenen kayaçların Formül 4.2’de verilen Kimyasal Ayrışma İndisi (KAİ) 46 ila 82 arasında değişmektedir. KAİ değerlerinin %50’den küçük olması örneklerdeki ayrışmanın az olduğunu gösterirken bu değerlerin %50’den %100’e doğru artması örneklerdeki ayrışma miktarının arttığını gösterir.

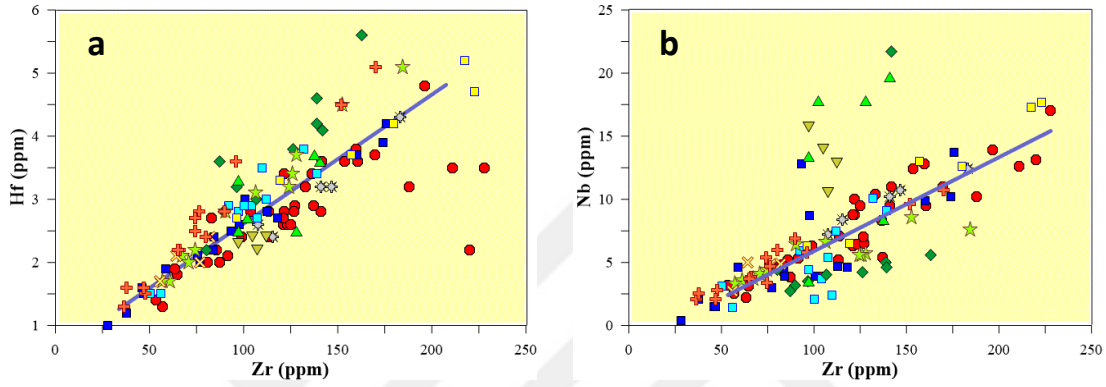
$$KAİ = \frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O} * 100 \quad (4.2)$$

Şekil 4.3’te, incelenen volkanitlerin AUK’na ve Kimyasal Alterasyon İndeksine (KAİ) karşı yüksek alan enerjili elementlerden Zr (ppm), Nb (ppm), La (ppm) ve Y (ppm) içerikleri diyagramlara düşürülmüştür. Analitik hata payları göz önüne alındığında, bu elementlerin bolluğunun AUK ile çok hafif azaldığı görülmüştür. Artan KAİ ile Y dışındaki elementlerin çok fazla değişmediği, Y’un ise hafifçe arttığı görülmüştür. Şekil 4.3’te gösterilen yüksek alan enerjili elementlerin AUK ve KAİ ile olan ilişkileri bu element grubunun alterasyondan hafif de olsa etkilendiğini göstermektedir.



Şekil 4.3. Ateşte Uçucu Kaybı (AUK) ile (a) Zr (ppm), (b) Nb (ppm), (c) La (ppm) ve (d) Y (ppm); Kimyasal Ayrışma İndeksi (KAI) ile (e) Zr (ppm), (f) Nb (ppm), (g) La (ppm) ve (h) Y (ppm) arasındaki ilişkiler. Grafiklerin sağ üst köşesinde analitik hata payları çizgisel olarak gösterilmiştir

Son bir test olarak, jeolojik olaylarda birbiri yerine geçen Zr- Hf (Şekil 4.4a) ve kısmen birbiriyle yer değiştiren Zr- Nb (Şekil 4.4b) element çiftlerinin ilişkileri irdelenmiştir. Birkaç örnek hariç bu elementler arasında yüksek korelasyonlu doğrusal bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. Dolayısıyla bu elementlerin jeolojik olaylarda birlikte hareket ettiği, eğer alterasyondan hafifçe etkilenmiş olsalar bile bunun oransal olarak bir değişime neden olmamış olabileceği görülmektedir.



Şekil 4.4. İncelenen volkanitlerdeki (a) Zr (ppm)- Hf (ppm) ile (b) Zr (ppm)- Nb (ppm) çiftlerinin ilişkileri

Bu değerlendirmeler sonucunda AUK %7.5'in ve KAI 70'in altındaki örneklerin içerisinde bulunan yüksek alan enerjili elementler volkanitlerin oluştuğu tektonik ortam ve magma oluşumunu irdeleyen bölümlerde kullanılmıştır.

#### 4.2. Volkanitlerin Oluştuğu Tektonik Ortam

Sakarya Zonunda bulunan Jura yaşlı kayaçların oluştuğu tektonik ortama ilişkin iki ana farklı görüş ortaya konulmuştur. Bunlardan ilki Jura volkanizmasının Erken-Geç Jura döneminde açılan Neotetis'in riftleşmesi ile ilişkili olduğudur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Görür vd., 1983, Yılmaz vd., 1997). Diğeri ise Adamia vd. (1977), Robertson ve Dixon. (1984), Bektaş vd. (1984, 1987), Kazmin vd. (1986), Robinson vd., 1995; Golonka (2004, 2007), Dokuz vd. (2006) ve Şen'in (2007) önerdiği şekilde bölgenin aktif bir yitim zonu olduğudur. Bektaş vd. (1984, 1987) Jura magmatik kayaçlarının yay gerisi ortamda oluştuğunu öne sürerken Dokuz vd. (2006) ve Şen (2007) söz konusu kayaçları genişlemeli rejim altında oluşmuş yitim ilişkili olarak yorumlamıştır. Burada bu volkanitlerin

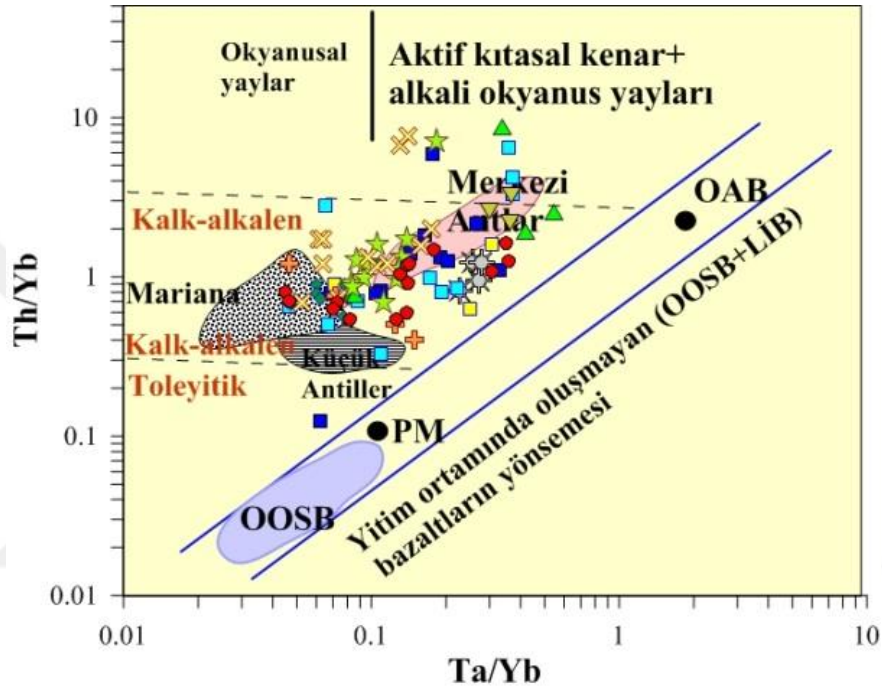
analizlerinden elde edilen ana-iz ve izotop verileri kullanılarak oluştukları magmanın tektonik oluşum ortamı tartışılmıştır

Mantonun bölümsel ergimesinden oluşan birincil magmalar oluştukları mantonun izotopik değerini yansıtırlar. Bölüm 3.5’de çalışılan volkanitlerin toleyitik - kalk-alkalen geçişli olduğu, iz element içeriklerinden itibaren çizilen çoklu element diyagramlarında (Şekil 3.65) ise yitim zonu magmalarına benzer yönsemeler gösterdiği tespit edilmiştir. Hazırlanan çoklu element diyagramlarında örnekler tipik yitim zonu magmatizmasının göstermiş olduğu büyük iyon çaplı element zenginleşmesi (Rb ve Ba,) ile yüksek alan enerjili (örneğin Zr, Ti, Y) element fakirleşmesi yönsemesini gösterirler. Rb, Ba’un gösterdiği zenginleşme alterasyon koşullarında hareketli olduğunun göstergesi olarak geniş bileşim aralığındadır. Bir çok örnekte pozitif Pb anomalisi ile Nb-Ta, Sr ve Ti negatif anomalileri karakteristiktir. Nb ve Ta içerikleri yitimle ilişkili volkanitlerin gösterdiği tipik negatif anomali oluşturacak şekildedir. İncelenen örneklerde, Nb, La’na göre önemli ölçüde fakirleşirken  $[(Nb/La)_n = 0.26 - 0.75]$ , Ti, Dy, Y, Yb ve Lu içerikleri n-OOSB içeriklerine ya çok yakındır ya da biraz daha altındadır.

Pearce (1982) manto yönsemesi referansında yitim bileşeni olan Th’un zenginleşmesini gösteren Ta/Yb karşı Th/Yb diyagramını yitimle ilişkili magmaları tanımlamak için oluşturmuştur (Şekil 4.5). Bu diyagramda manto yönsemesinin yanı sıra okyanus ortası sırtı bazaltlarının ve okyanus adası bazaltlarının olduğu manto bileşimleri de gösterilmektedir. İncelenen örnekler yitim zonu ergiyikleri ve uçucuları ile zenginleşmiş (metasomatizmaya uğramış) olduğundan dolayı manto yönsemesinin üzerinde çoğunlukla kalk-alkalen alan içerisinde yer alır. Aynı diyagramda güncel ada yayları olan Küçük Antiller, Mariana ve aktif kıta kenarı olan Merkezi Andlar da gösterilmiştir. Örnekler güncel ada yayları ile aktif kıta kenarı örneklerinin bulunduğu alanın arasında yer alır.

Kayaçların iz element içerikleri oluştukları magmaların kökenlerinin bulunmasına yardımcı olurlar. İncelenen volkanitlerdeki La/Yb oranına karşı Nb/La oranlarına bakıldığında (Şekil 4.6a) büyük bir kısmının litosferik mantodan türediği ancak bir kısmının astenosferik manto ile litosferik manto karışım alanında yer aldığı görülür. Lantan grubu element içerikleri magmaların kökeninin spinel lertzolit veya garnet lertzolit olup olmadığını gösteren önemli veri sunarlar. Şekil 4.6b’deki diyagramda örneklerin La/Yb karşı, artan Tb/Yb oranları, Şekil 4.1a’da görülen astenosferik manto karışımını destekler niteliktedir. Şekil 4.6a ve b’de görüldüğü gibi incelenen örnekler, spinel peridotit kaynağına etki eden garnet peridotit kaynaktan türemiş malzemeyi işaret eder. Şekil

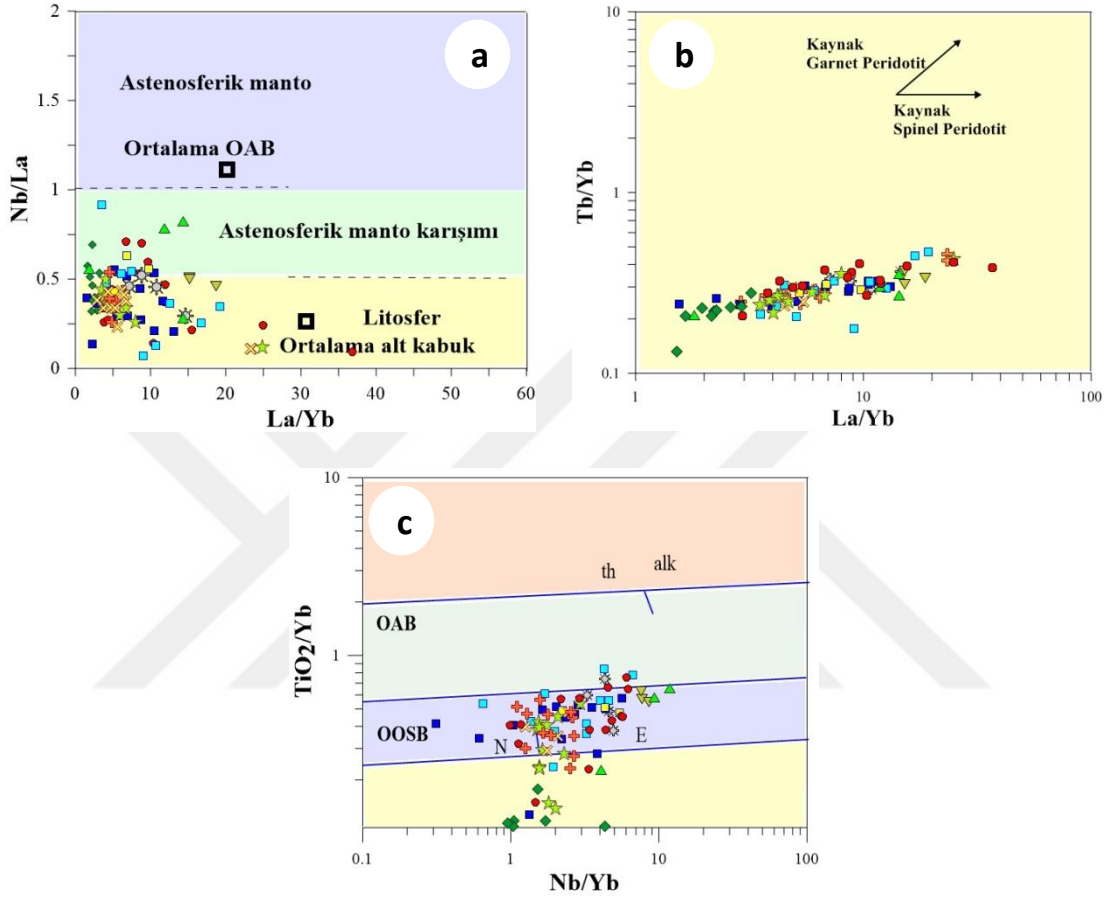
4.6c'de Nb/Yb karşı  $TiO_2/Yb$  diyagramında (Pearce, 2008) örneklerin büyük bir kısmı okyanus sırtı bazaltlarının bulunduğu toleyitik alanda yer alırken, yukarıdaki görüşü destekler şekilde çok az bir kısmı okyanus adası bazalt alanına hafif bir taşma gösterir. Okyanus ortası sırtı bazaltı alanında yer alan örnekler toleyitik alan içerisinde bileşimsel olarak n-OOSB'den e-OOSB'ye kadar uzanırlar.



Şekil 4.5. İncelenen volkanitlerin Ta/Yb oranına karşı Th/Yb diyagramındaki konumları (Pearce, 1982), şekilde ayrıca Mariana, Küçük Antiller ve Merkezi Antlar (Rollinson, 1993) örnek olarak verilmiştir. (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Hofmann ve Jochum (1996) yüksek alan enerjili elementleri kullanarak mantoyu metasomatizmaya uğratan bileşenleri akışkan ilişkili ve ergime ilişkili olarak ayırmıştır (Şekil 4.7a). İncelenen volkanitlerin oluştuğu manto ortamında akışkan ilişkili bileşenlerden ergime ilişkili yitim bileşenine doğru bir yönseme olduğu görülmektedir. Dolayısıyla incelenen volkanitlere vücut veren manto hem akışkanlar hem de ergiyikler tarafından metasomatizmaya uğratılmış olmalıdır. La/Nb karşı Ba/Nb diyagramı bazaltik kayaların oluşmuş olduğu magmanın tektonik ortamını göstermek için kullanılmaktadır (Liua, 2008). Bu diyagramda örneklerin büyük bir kısmı yay volkanitleri ile ilişkili alanda yer alırken bazı örnekler OOSB ile yay volkanitleri arasındaki alanda yer almıştır (Şekil

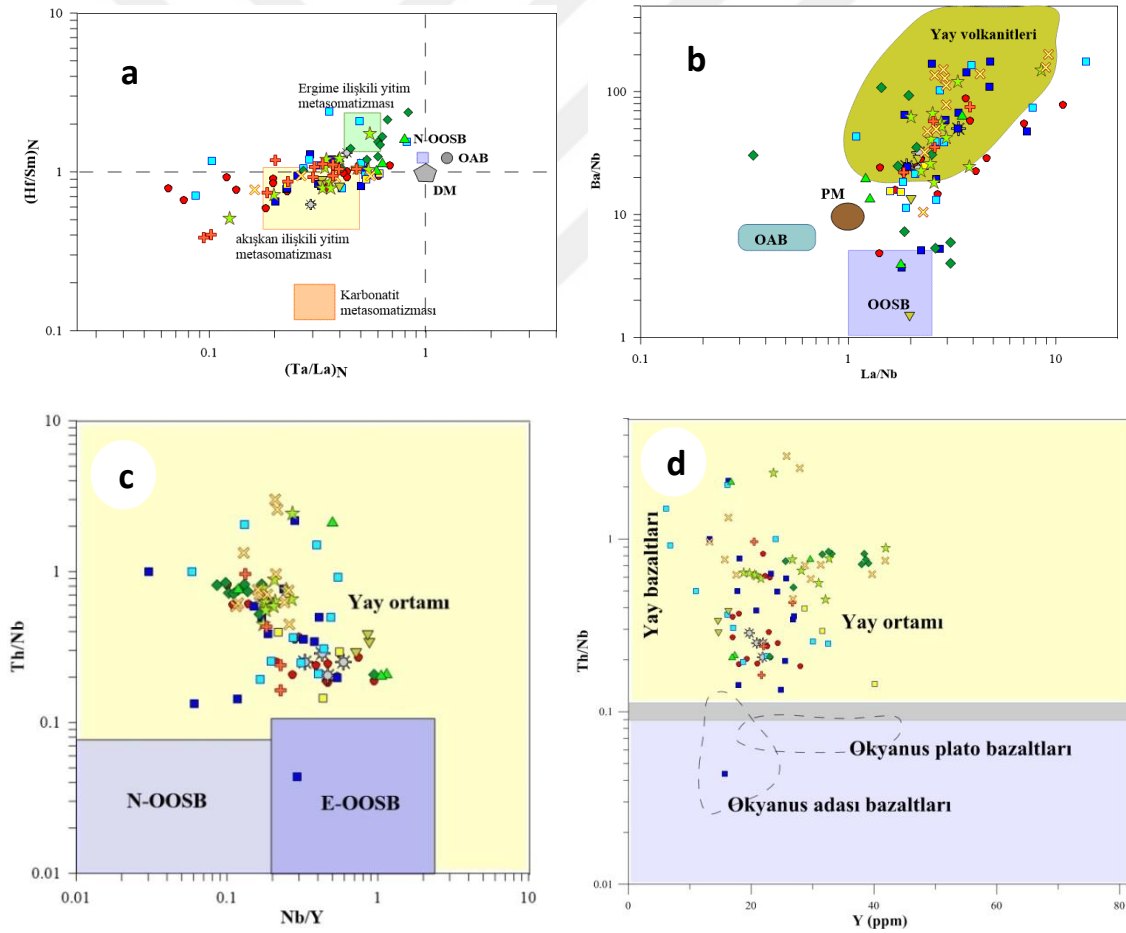
4.7b). Şekil 4.7c ve d’de yüksek alan enerjili elementlerden oluşmuş Nb/Y oranına karşı Th/Nb ve Y (ppm) karşı Th/Nb diyagramları oluşturulmuş, bu diyagramlarda bir Dağbaşı örneği hariç örneklerin tamamının yay ortamında oluşan volkanitlerle benzerlik gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.6 İncelenen volkanitlerin (a) La/Yb oranına karşı Nb/La değişimi (diyagramda gösterilen astenosfer, litosfer ve astenosferik manto karışımını gösteren kesikli çizgiler Smith vd., (1999) ile Weaver vd.den, (1987), ortalama OAB değeri Fitton vd.den (1991), ortalama kabuk değeri Chen ve Arculus’dan (1995) alınmıştır), (b) La/Yb oranına karşı Tb/Yb diyagramı, (c) Nb/Yb oranına karşı TiO<sub>2</sub>/Yb (Pearce, 2008) diyagramı (Semboller Şekil 3.48’deki gibidir)

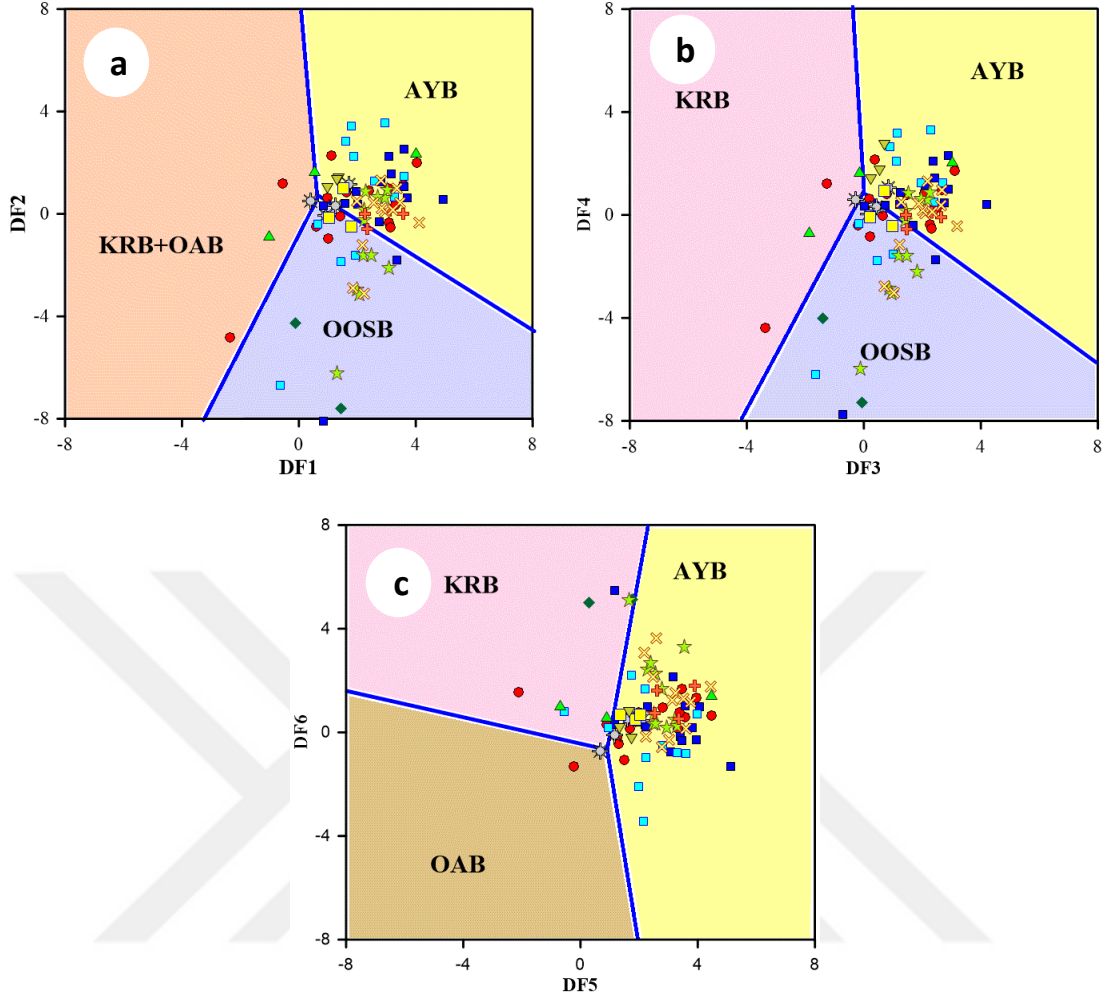
Verma (2010), Agrawal vd. (2008), Verma ve Agrawal (2011) bazik kayaçlar için ana oksit ve yüksek alan enerjili iz elementlerden yola çıkarak tektonik ayırtman diyagramları geliştirmiştir. Söz konusu tektonik ayırtman diyagramları ada yayı bazaltlarını (AYB), okyanus ortası sırtı bazaltlarını (OOSB), okyanus adası bazaltlarını (OAB) ve kıtasal riftleşmeye bağlı gelişen bazaltları (KRB) birbirinden ayırtmak için

kullanılmaktadır. Çalışılan volkanitlerin iz element içerikleri Verma ve Agrawal'ın (2011) önermiş olduğu tektonik ayırtman diyagramlarına DF1, DF2, DF3, DF4, DF5, DF6 parametreleri hesaplanarak (Formül 4.3) düşürülmüştür. Şekil 4.8a AYB, OOSB ile KRB+OA bazaltlarını birbirinden ayırtlamaktadır. Çalışılan örneklerin büyük bir kısmı AYB alanında yer alır, ancak bazı örnekler OOSB alanına taşmıştır. Çok az bir örnek KRB+OAB alanında yer alır. AY bazaltlarını OOS bazaltlarından ve KR bazaltlarından ayıran grafikte (Şekil 4.8b) örnekler Şekil 4.8a'ya benzer şekilde dağılım gösterir. AY bazaltlarını OAB ve KR bazaltlarından ayıran Şekil 4.8c'de ise örneklerin büyük bir çoğunluğu AYB alanında bulunur. Bu diyagramlara göre çalışılan örneklerin büyük bir kısmı AY bazaltlarına benzer kimyasal özellik taşımakla beraber bazı örnekler de OOS bazaltlarının kimyasal özelliklerine benzer bileşimler göstermektedir.



Şekil 4.7. İncelenen volkanitlerin (a)  $(Ta/La)_N$  karşı  $(Hf/Sm)_N$  (Hofmann ve Jochum, 1996), (b)  $La/Nb$  karşı  $Ba/Nb$  (Liua, 2008), (c)  $Nb/Y$  oranına karşı  $Th/Nb$ , (d)  $Y$  (ppm) karşı  $Th/Nb$  diyagramı (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)





Şekil 4.8. İncelenen volkanitlerin Verma ve Agrawal'ın (2011) önermiş olduğu tektonik ayırtman diyagramlarıdaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

$$DF1 = -0.6611 * \ln(Nb/TiO_{2(dzl)}) + 2.2926 * \ln(V/TiO_{2(dzl)}) + 1.6774 * \ln(Y/TiO_{2(dzl)}) + 1.0916 * \ln(Zr/TiO_{2(dzl)}) + 21.3603 \quad (4.3)$$

$$DF2 = 0.4702 * \ln(Nb/TiO_{2(dzl)}) + 3.7649 * \ln(V/TiO_{2(dzl)}) - 3.911 * \ln(Y/TiO_{2(dzl)}) + 2.2697 * \ln(Zr/TiO_{2(dzl)}) + 4.8487$$

$$DF3 = -0.6624 * \ln(Nb/TiO_{2(dzl)}) + 2.4498 * \ln(V/TiO_{2(dzl)}) + 1.2867 * \ln(Y/TiO_{2(dzl)}) + 1.0920 * \ln(Zr/TiO_{2(dzl)}) + 18.7466$$

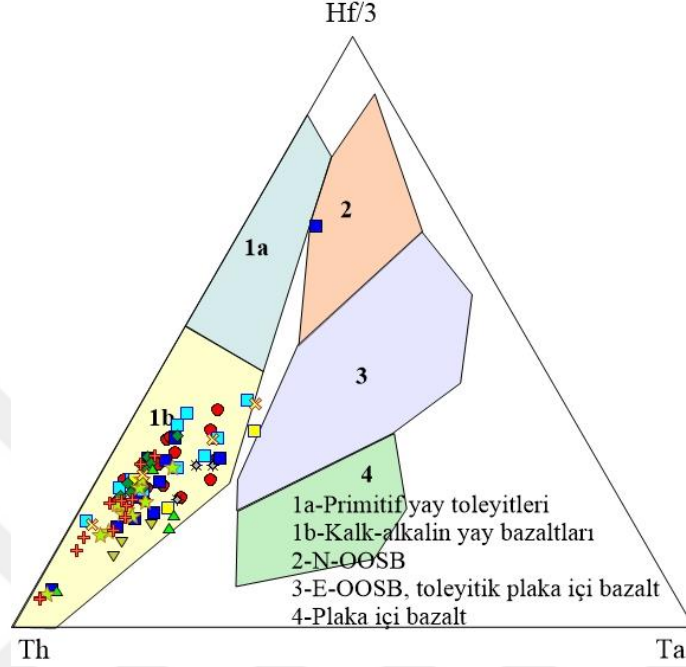
$$DF4 = 0.4938 * \ln(Nb/TiO_{2(dzl)}) + 3.4741 * \ln(V/TiO_{2(dzl)}) - 3.8053 * \ln(Y/TiO_{2(dzl)}) + 2.0070 * \ln(Zr/TiO_{2(dzl)}) + 3.3163$$

$$DF5 = -0.6146 * \ln(Nb/TiO_{2(dzl)}) + 2.3510 * \ln(V/TiO_{2(dzl)}) + 1.6828 * \ln(Y/TiO_{2(dzl)}) + 1.1911 * \ln(Zr/TiO_{2(dzl)}) + 22.7253$$

$$DF6 = 1.3765 * \ln(Nb/TiO_{2(dzl)}) - 0.9452 * \ln(V/TiO_{2(dzl)}) + 4.0461 * \ln(Y/TiO_{2(dzl)}) - 2.0789 * \ln(Zr/TiO_{2(dzl)}) + 22.2450$$

(*dzl*: düzeltilmiş,  $TiO_{2(dzl)}$ :  $\mu\text{g/g}$  cinsinden  $TiO_2$ )

Wood (1980) tarafından önerilen Th-Hf/3-Ta üçgen diyagramında çalışılan örneklerin tamamına yakını kalk-alkalen yay bazaltları alanında yer alır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 İncelenen volkanitlerin Th-Hf/3-Ta üçgen ayırtman diyagramındaki (Wood,1980) konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

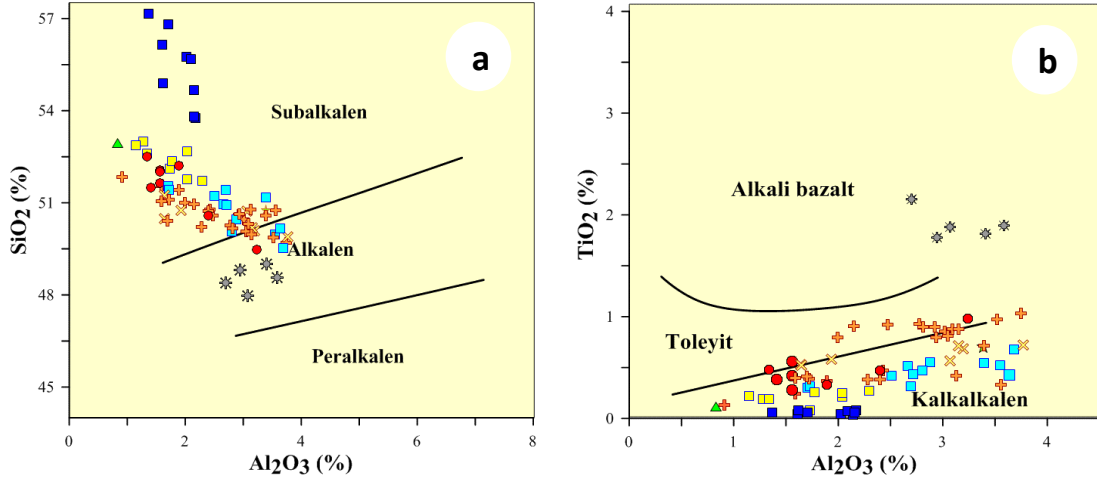
Ayrışmadan ve alterasyondan diğer iz elementlere göre daha az etkilendiği düşünülen geçiş elementleri ile yüksek alan enerjili elementlerin farklı tektonik ortamlarda bulunan bazaltlardaki bolluk oranları karşılaştırmalı olarak Tablo 4.1'de verilmiştir. Tabloda verilen Primitif manto, n-OOSB, e-OOSB, üst kabuk değerleri Kerrich ve Wyman'dan (1996), ada yaylarına ait ortalama değerler Geochemical Earth Reference Model (GERM, URL-4, 2018) internet sayfasında bulunan güncel okyanusal ada yayları olan Sunda, Küçük Antiller, Mariana, Kuril gibi volkanik yaylardan ve Batı Pontid Jura volkanitlerine ait değerler Genç ve Tüysüz'den (2010) alınmıştır. Ayrıca ortalama Dağbaşı-Akarsu-Zigana, İkisü-Mescitli, Pekün-Gülaçar-Kazantaş ve İshan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonuna ait değerler de tabloda karşılaştırmak amacıyla sunulmuştur.

Çalışılan örneklerin ortalama bileşimleri güncel ada yaylarından oluşturulan değerlerle karşılaştırıldığında birkaç istisna dışında benzer oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. Ayrışmadan ve alterasyondan diğer iz elementlere göre daha az etkilendiği düşünülen geçiş elementleri ile yüksek alan enerjili elementlerin farklı tektonik ortamlarda bulunan bazaltlardaki bolluk oranları (primitif manto, n-OOSB, e-OOSB Kerrich ve Wyman'dan (1996), ortalama ada yayı değerleri URL-4'den

	Primitif Manto	n-OOSB	e-OOSB	Üst Kıtasal Kabuk	Ada Yayısı	Genç ve Tüysüz (2010)	Dağbaşı-Akarsu-Zigana	İkisu-Mescitli	Pekün-Gülaçar-Kazantaş	İşhan-Sırakonak-Karakale
Örnek sayısı					120	6	20	14	17	4
Ti/Zr	116	110	139	15.8	30-180	175	70	60	89	46
Zr/Sm	25.2	28.1	28.1	42.2	10-35	15	25.0	30.9	18.2	34.2
Zr/Y	2.46	2.64	3.32	8.64	2-10	2.25	4.74	6.31	2.99	6.70
Zr/Nb	15.7	31.8	8.80	7.60	10-60	28.3	21.4	17.4	17.2	6.7
Th/Nb	0.119	0.051	0.072	0.428	0.05-1.00	1.50	0.571	0.332	1.069	0.252
Nb/La	1.04	0.932	1.32	0.833	0.2-0.8	0.2	2.835	0.435	0.298	1.231
Th/La	0.124	0.048	0.095	0.357	0.02-0.30	0.30	0.161	0.129	0.249	0.276
P/Nd	70.2	83.7	72.7	67.1	30-400	78.4	46.9	69.1	39.4	63.2
Ti/Sm	2930	3100	3897	666	600-3500	2680	1609	1698	1610	1442
Al/Sc	1433	2009		7313	1500-4500	3480	3618	3238	3325	3580
Al/V	299	307		1341	200-500	412	364	436	326	1099
Sc/V	0.209	0.153		0.183	0.05-0.2	0.12	0.100	0.137	0.099	0.324
Ti/V	15.9	31.1		50.0	15-50	27.5	25.5	36.0	20.1	60.7

Ana ve iz elementlerde olduğu gibi klinopiroksen kimyası verileri de ana magma serilerinin ayırtlanmasında ve klinopiroksenlerin olduğu magmaların tektonik ortamlarının tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Klinopiroksenlerden elde edilen kimyasal veriler  $Al_2O_3$  karşı  $SiO_2$  (Şekil 4.10a) ve  $TiO_2$  (Şekil 4.10b) diyagramlarına (Le Bas, 1962) düşürülerek oluştukları ana magmatik seriler irdelenmiştir. Klinopiroksenlerin, içlerinde bulunduğu kayalara benzer şekilde, çoğunlukla subalkalen alanda yer aldığı görülür (Şekil4.10a). Ancak bazı Akarsu, İkisu, Gülaçar ve Kazantaş örnekleri ile Mescitli örneklerinin tamamı alkalen alanda yer alır. Düşük  $SiO_2$  ve yüksek  $TiO_2$  Mescitli örnekleri “alkali bazalt” alanında yer alırken diğer lokasyonlardaki klinopiroksenlerin kalk-alkalen toleyit geçişli oldukları Şekil 4.10b’de görülmektedir



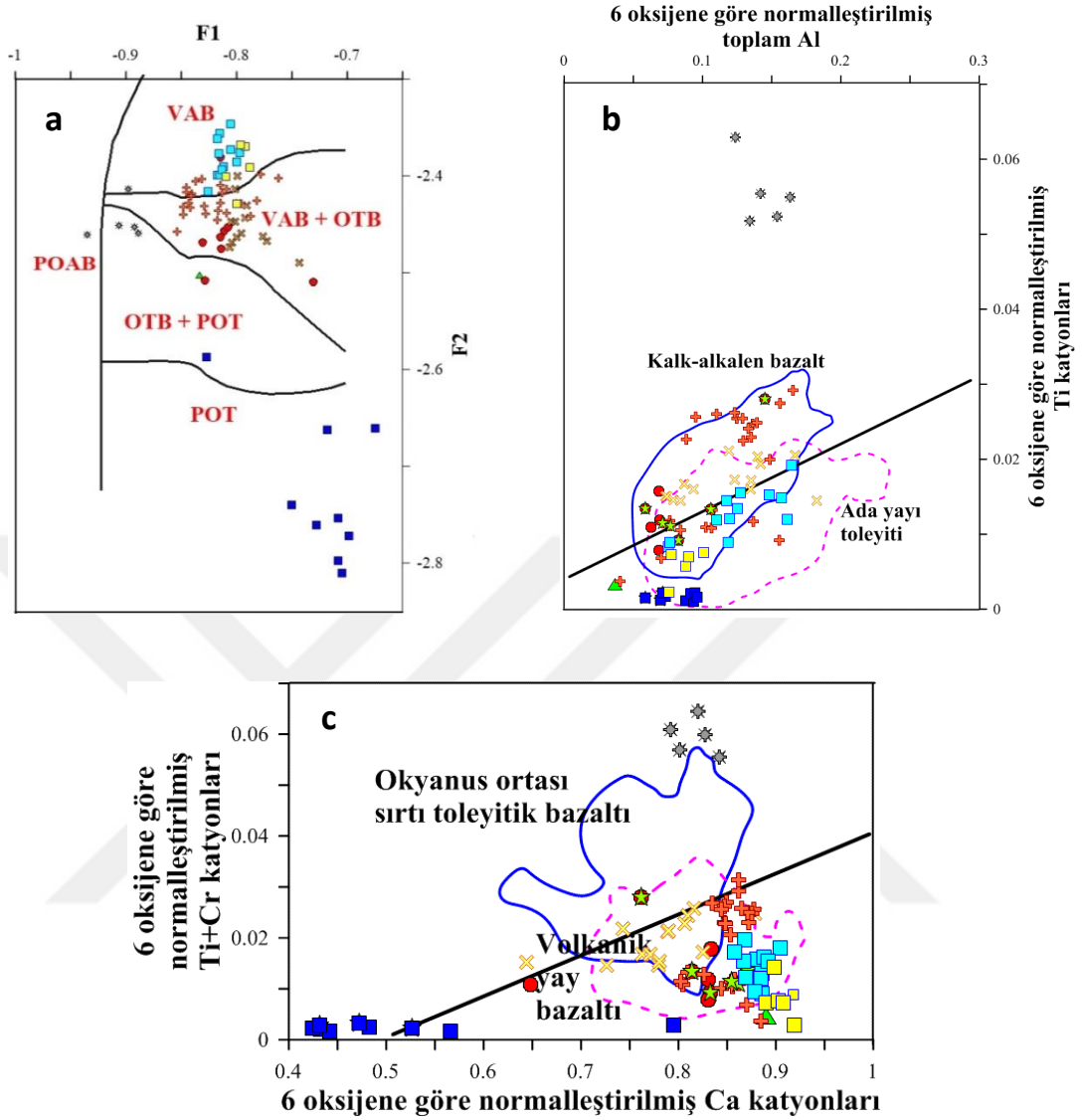
Şekil 4.10. İncelenen volkanitler içerisinde bulunan klinopiroksen analizlerinden itibaren hazırlanan (a)  $Al_2O_3$  karşı  $SiO_2$ , (b)  $Al_2O_3$  karşı  $TiO_2$  Le Bas (1962) ayırtman diyagramları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Nisbet ve Pearce (1977) tarafından klinopiroksenlerden itibaren oluşturulan F1-F2 (Formül 4.4) ayırtman diyagramında incelenen piroksenlerin büyük bir kısmı volkanik ada yayı bazaltları (VAB) ve volkanik ada yayı bazaltları (VAB) + okyanus tabanı bazaltları (OTB) alanlarında yer alır (Şekil 4.11a). Bu diyagramda Dağbaşı örnekleri çoğunlukla plaka ortası toleyitik bazaltları (POT) alanında yer alırken Mescitli örneklerinin bazıları alkali alana taşmıştır.

$$F1 = -0.012 * SiO_2 - 0.0807 * TiO_2 + 0.0026 * Al_2O_3 - 0.0012 * FeO - 0.0026 * MnO + 0.0087 * MgO - 0.0128 * CaO - 0.0419 * Na_2O \quad (4.4)$$

$$F2 = -0.0469 * SiO_2 - 0.0818 * TiO_2 - 0.0212 * Al_2O_3 - 0.0041 * FeO - 0.1435 * MnO - 0.0029 * MgO + 0.0085 * CaO + 0.0160 * Na_2O$$

Letterrier vd.nin (1982) klinopiroksen fenokristal analizlerinden itibaren önermiş olduğu ayırtman diyagramlarından toplam Al karşı Ti diyagramında (Şekil 4.11b) örneklerin büyük çoğunluğu kalk-alkalen bazalt - ada yayı toleyiti kesişim alanında yer alır. Dağbaşı örnekleri diyagramın Ti ve Al'ca en fakir kısmında ada yayı toleyitleri alanında yer alırken, Ti'ca zengin olan Mescitli piroksenleri bu alanların dışında kalmıştır. Ca karşı Ti+Cr diyagramında (Şekil 4.11c) ise örneklerin büyük bir kısmı volkanik yay bazaltları alanında bulunur. Düşük Ca ve Ti içerikli Dağbaşı örnekleri diyagramın sol alt köşesinde ve yüksek Ti içerikli Mescitli örnekleri diyagramın sağ üst köşesinde, tanımlı alanların dışında bulunurlar.



Şekil 4.11. İncelenen volkanitler içerisinde bulunan klinopiroksenlerin (a) F1 ve F2 (Nisbet ve Pearce, 1977), (b) Al<sub>(total)</sub> karşı Ti (Letterrier vd., 1982), (c) Ca karşı Ti+Cr (Letterrier vd., 1982) diyagramlarındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Volkanitlerin 170 My'a göre hesaplanan  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  değerleri 0.7045 ile 0.7060 arasındadır (Tablo 3.1). Bu değerler 170 My önceki primitif manto değerlerine göre biraz daha yüksektir (Şekil 3.67). Örneklerin radyojenik Sr'ca zenginleşmesi, ya tüketilmiş mantonun metasomatizmaya uğraması ya deniz suyu alterasyonu, ya da her iki olayla gerçekleşmiş olmalıdır.

İncelenen örneklerin  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$  oranları 0.512381 ile 0.512605 arasında değişir. Bu değerlerden itibaren hesaplanan  $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$  değerleri ise -0.75 ile 3.63 arasındadır. Bu

değerler mantonun Nd'ca tüketilmiş olduğunu gösterir. Nd-Sm izotop değerlerinden itibaren incelenen volkanitlerin magmasını oluşturan mantonun izotopik bileşimi, tek aşamalı kaynaktan itibaren modellenmiştir (De Paolo, 1981). Tek aşamalı tüketilmiş manto kaynağından itibaren yapılan modellemeye göre, Jura volkanitlerini oluşturan mantonun ilk tüketilme yaşı 1751 My ila 695 My arasında değişmektedir. Tüketilme yaşı Dağbaşı-Akarsu-Zigana kayaçları için 695 ila 1030 My, İkisü-Mescitli kayaçları için 733 ila 1452 My, Pekün-Gülaçar-Kazantaş kayaçları için 915 ila 1358 My, Karakale-Sırakonaklar kayaçları için 685 ila 725 My, İşhan kayaçları için 1751 My olarak hesaplanmıştır. Avigad vd. (2016) Gondwana'dan itibaren ilk kopmaların yaşandığı Kadomiyen riftleşmesiyle oluşan kayaçlardaki zirkon kristallerinden itibaren hesaplanmış oldukları 1200-1600 My Hf-T<sub>DM</sub> yaşları, hesaplanmış olduğumuz yaşlara göre çok daha yaşlıdır. Dolayısıyla elde edilen tüketilme yaşları Kadomiyen sonrası yaşanmış jeolojik olaylarla ilişkili olmalıdır. Ancak incelenen volkanitleri oluşturan magma yukarıdaki bölümlerde verildiği gibi yitim zonunda oluşmuştur. Yitim esnasında Doğu Pontid kıtasal kabuğunun altında bulunan manto parçasının okyanus kabuğu oluştururken bir kez tüketildiği göz önüne alınsa bile yitim bileşenlerince radyojenik Sm girdisi ve/veya <sup>143</sup>Nd izotoplarınca zenginleşmiş olması kaçınılmazdır. Dolayısıyla yukarıdaki yaş hesaplarının göstermiş olduğu geniş aralık, söz konusu yitim girdilerinin homojen olarak manto kamasına dağılmadığını göstermektedir. Yani Jura volkanitlerini oluşturan manto kayaçları izotopik olarak heterojen bir metasomatizmaya uğramış mantonun bölümsel ergimesi sonucu oluşmuştur.

İncelenen volkanitlerin Pb izotop oranları <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb<sub>(i)</sub>, <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb<sub>(i)</sub> ve <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb<sub>(i)</sub> değerleri sırasıyla 17.739-18.608, 15.568-15.623 ve 37.561-38.590 arasında değişmektedir (Tablo 3.2). <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb karşı <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb ve <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb izotop oranları Şekil 3.68'de çizilmiştir. Bu diyagramlarda örneklerin izotop oranlarının genelde ZM-I manto kaynağından ZM-II kaynağına doğru yönseme gösterdiği görülmektedir. Zindler ve Hart (1986) ZM-I kaynağını düşük <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr (<0.7055) ve ZM-II kaynağını yüksek <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr (>0.7067) olarak tanımlamıştır. Bu kaynaklardaki <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd izotop oranları hemen hemen benzer olup, εNd -4 değerinin üzerindedir. Söz konusu Sr ve Nd izotop değerleri tüketilmiş mantoya göre yüksek değerler olup tüketilmiş mantonun bir şekilde zenginleşmiş olması gerekmektedir. Yitim zonları bu zenginleşmeler için uygun ortamlardır.

Os izotopları Nd ve Sr izotop sistemine göre manto kayaçlarının evrimini daha iyi açıklamaktadır. İncelenen volkanitlerden yapılan <sup>187</sup>Re/<sup>188</sup>Os ve <sup>187</sup>Os/<sup>188</sup>Os izotop

değerleri Tablo 3.3’de sunulmuştur. Tablodaki örneklerden sadece üç adetinin izotop oranları ölçülebilmektedir. Bu örneklerin değerlendirilmesi şu şekildedir. M1 örneğinin  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  güncel değeri 0.197’dir. Bu örneğin 170 My önceki ilksel değeri 0.1052 olarak hesaplanmıştır. Kondritik mantonun 170 My önceki  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  değeri 0.12586’dır. Bu değerler karşılaştırıldığında M1 örneğinin  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  izotopik değerinin kondritik manto değerinin çok daha altında bir değere sahip olduğu görülür. Bu M1 örneğini oluşturan mantonun 170 My’den çok daha önce tüketilmiş olduğunu gösterir. Kondritik mantonun 170 My önceki ilksel değeri ve Re/Os izotop oranı (0.40186) değerleri kullanılarak, M1 örneğini (170 My önceki  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  ilksel değeri 0.1052 olan) oluşturan mantonun bu değere en az 3000 My önce sahip olduğu, dolayısıyla ilk bölümsel ergimenin bu tarihlerde oluştuğu geriye dönük olarak hesaplanabilir.

AK5 örneği günümüz  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  değeri 1.29 olarak ölçülmüştür (Tablo 3.3). Bu örneğin 170 My önceki değeri hesaplandığında 1.0244 bulunur. Kondritik mantonun 170 My önceki değeri (0.12586) AK5 örneğinin sahip olduğu değerden çok üzerindedir. AK5 magmasını oluşturan manto kaynağı 170 My’den önce zenginleşmiş olmalıdır. Zenginleşmenin kaynağı 170 My öncesi yiten bir okyanus kabuğunun manto kaynağına Re taşınması olmalıdır. Taşınan Re 170 My’den günümüze  $^{187}\text{Os}$  üretecektir. Ancak taşınan Re tek başına 170 My’de kondritik mantodan neredeyse 10 kat fazla  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  izotop değerine sahip bir manto kaynağı oluşturmayaacağından yitimle beraber okyanus kabuğu radyojenik  $^{187}\text{Os}$  da AK5’i oluşturan manto kaynağına taşınmış olmalıdır.

Kondritik magmaya göre oldukça zenginleşmiş olan AK5 ( $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}= 1.29$ ) ile G35 ( $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}= 0.65$ ) örnekleri arasındaki fark, bunları oluşturan mantonun aynı izotopik tarihçeye sahip olmakla birlikte farklı derecelerde Re ve radyojenik  $^{187}\text{Os}$ ’ca zenginleşmiş olmasıdır.

Nd ve Os izotopları volkanitleri oluşturan magmanın kaynaklandığı mantonun jeolojik süreç içerisinde belirli zamanlarda bölümsel ergimeye uğradığını, dolayısıyla tüketildiğini göstermektedir. Sr ve Pb izotopları ise tüketilmiş mantonun bir şekilde zenginleşmeye uğradığını göstermektedir. İncelenen volkanitlerin ana ve iz element içerikleri ile klinopiroksen mineral kimyaları bu kayaların yitim bileşenlerince zenginleşmiş, astenosferik manto tarafından etkilenmiş litosferik mantodan itibaren oluştuğu söylenebilir.

### 4.3. Volkanitleri Oluşturan Magmanın Oluşumu

Bölüm 4.2.1’de Jura volkanitlerini oluşturan magmanın, metasomatizmaya uğramış manto kaması peridotitlerinden oluşmuş olabileceğine dair iz element verileri sunulmuştu (Şekil 4.5). Tüketilmiş manto kayacı ile yitim bileşenlerinin (uçucular ve ergiyikler) karışımı (Formül 4.5) ile oluşan metasomatik manto Şekil 4.12’de modellenmiştir (PETROMODELER, Ersoy, 2012). Ayrıca Şekil 4.12’de metasomatizmaya uğrayan mantının bölümsel ergime modelleri de verilmiştir. Model manto kayaçlarındaki Nb/Yb karşı Th/Yb oranları kullanılarak hazırlanmıştır.

$$k_{\text{element karışım}} = k_{\text{element DMM}} * X + k_{\text{element yitim bileşeni}} * (1-X) \quad (4.5)$$

X: yüzde olarak karışım miktarı

Şekil 4.12a’da tüketilmiş mantının (DMM, Kerrich ve Wyman, 1996 ) yitim bileşenleri (GLOSS-küresel yitim tortuları, Plank and Langmuir, 1998; Kelley et al., 2003) ile karışımı sonucu oluşmuş yüzde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 metasomatizmaya uğramış manto peridotitleri hesaplanarak diyagrama düşürülmüştür (lacivert üçgenler, lacivert çizgi ile de tüketilmiş manto- yitim bileşenleri karışım eğrisi gösterilmiştir). Metasomatik manto bileşimlerinden itibaren “non-modal batch melting” ergime modeli kullanılarak (Formül 4.6) yüzde 0.5’den başlayarak yüzde birer artırarak yüzde 9.5’e kadar ergime modeli hazırlanmış, bulunan değerler grafiğe işlenmiştir (turuncu çizgiler).

$$C_L = C_0/D_0 + F(1-P_0) \quad (4.6)$$

$$D_0 = \sum \text{mod}_{X1} * D_{X1} + \text{mod}_{X2} * D_{X2} \dots$$

$$P_0 = \sum \text{mod}_{X1} * D_{X1} + \text{mod}_{X2} * D_{X2}$$

Burada  $D_0$  için mineral modları:

$P_0$  için mineral modları:

olivin	0.53		-0.06
ortopiroksen	0.27		0.28
klinopiroksen	0.17		0.67
spinel	0.03		0.11

D (paylaşım katsayısı):	Yb	Nb	Th
Olivin	0.0313	0.0002	0.0001
Ortopiroksen	0.14	0.0013	0.0005
Klinopiroksen	0.47	0.0050	0.0003
Spinel	0.05	0.0040	0.0024

( $C_0$  değerleri Formül 4.5’ten tüketilmiş manto (DMM, Kerrich ve Wyman, 1996) ile yüzde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 yitim bileşeni (GLOSS, Plank and Langmuir, 1998; Kelley et al., 2003) karışımlarından elde edilen değerlerdir)

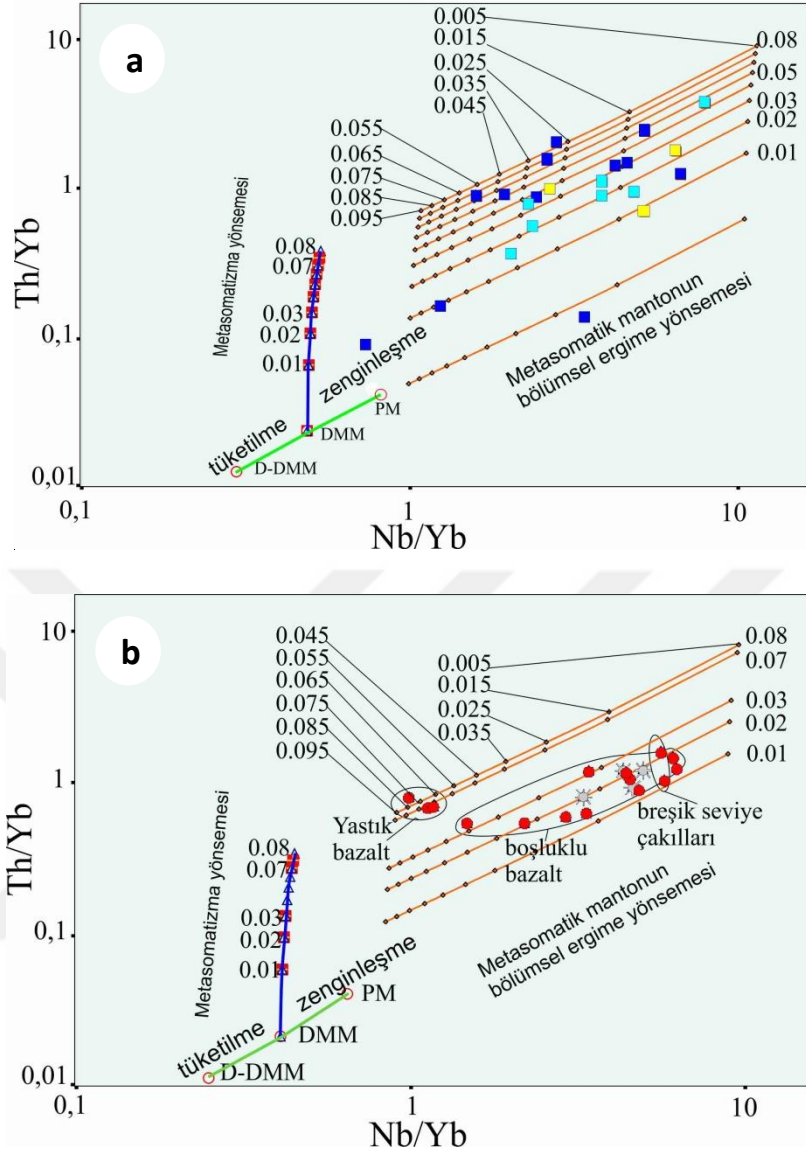


Diyagrama Dağbaşı-Akarsu-Zigana örneklerine ait Nb/Yb karşı Th/Yb değerleri de düşürülerek metasomatik mantonun farklı derecelerde bölümsel ergimesi ile oluşturulmuş değerlerden elde edilen eğrilerle karşılaştırılmıştır (Şekil 4.12a). Bu karşılaştırmaya göre bazı Dağbaşı örnekleri çok düşük derecede metasomatizmaya uğramış mantonun (hatta kullanılan tüketilmiş manto değerlerinden de daha düşük) bölümsel ergimesi ile oluştuğu görülmüştür. Ancak Dağbaşı örneklerinin bir çoğu yüzde 3'den daha fazla (%8'e kadar) metasomatizmaya uğramış manto kayaçlarının yüzde 2.5'dan daha fazla bölümsel ergimesi ile oluşmuşlardır. Akarsu örnekleri Dağbaşı örneklerine göre daha homojen (%1.5 ile %5 arasında metasomatizmaya uğramış mantodan itibaren) bir kaynaktan yaklaşık yüzde 1.5 ila 4 arasında bölümsel ergime sonucu oluşmuşlardır. Zigana örnekleri ise Akarsu örneklerine benzerdir.

İkisu-Mescitli örnekleri Şekil 4.12b'deki model üzerinde gösterilmiştir. Şekilde, stratigrafik olarak altta bulunan yastık debili bazaltların üstteki boşluklu bazalt ve breşik seviyede bulunan çakıllara göre daha fazla metasomatizmaya uğramış (%7 ila %8 arası) bir mantodan daha fazla bölümsel ergime ürünü (%6.5 ila %8.5 arası) olarak oluşmuş bir magmadan itibaren oluştuğu görülmektedir.

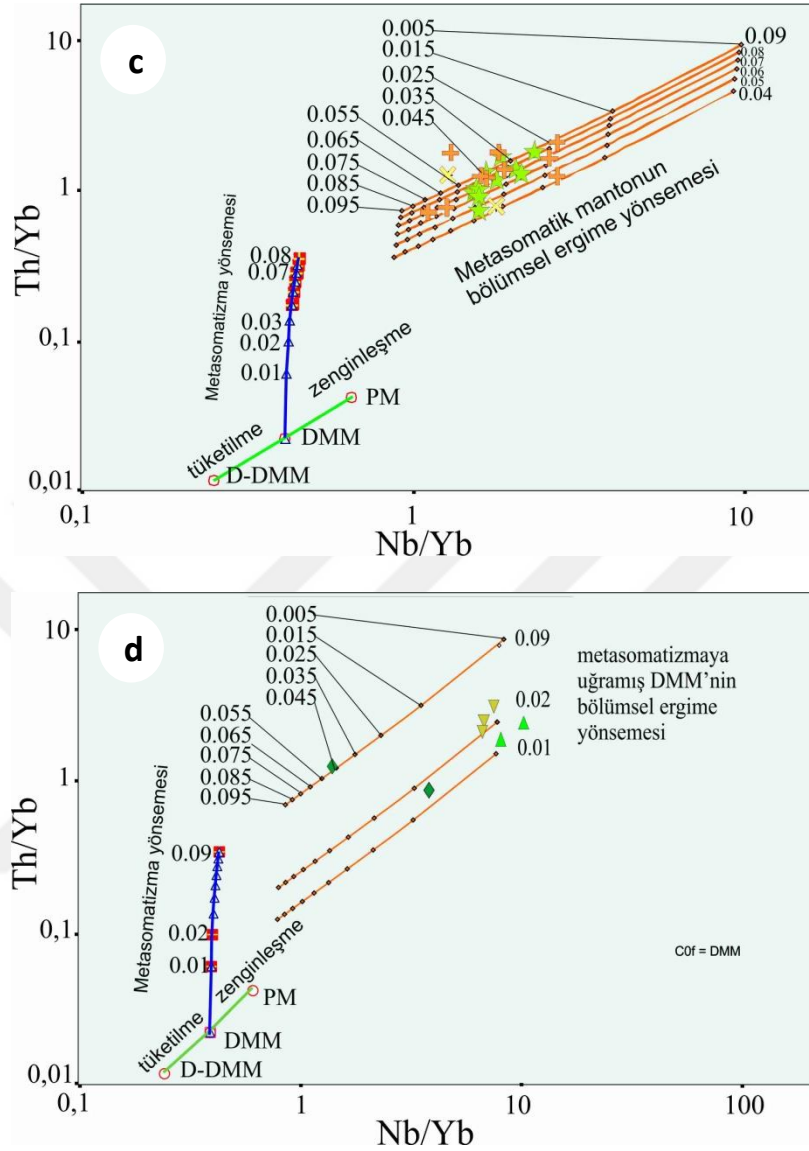
Şekil 4.12c'de ise Pekün-Gülaçar-Kazantaş örnekleri gösterilmiştir. Bu kabuller temelinde, örnekler %4 ila yaklaşık %12 metasomatizmaya uğramış manto kayacının %3.5 ila %8.5 bölümsel ergimesi sonucu oluşmuş magmadan itibaren oluşmuşlardır.

Şekil 4.12d'de Sırakonaklar-Karakale örnekleri %1 ila %3 arasında metasomatizmaya uğramış mantonun %0.5'in biraz üzerinde bölümsel ergimesi sonucu oluşmuştur. İşhan örnekleri %1.5 ila %9 arasında metasomatizmaya uğramış mantodan itibaren %1.5 ila %5 arasında bölümsel ergime ürünü olan magmadan itibaren oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.12. Tüketilmiş mantonun yitim bileşenleri ile karışarak metasomatizmaya uğradığını gösterir model; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana lokasyonları, (b) İkisu-Mescitli Lokasyonları, (c) Gülaçar-Kazantaş lokasyonları, (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları, [D-DMM, tüketilmiş-tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltını üretmiş manto (%15 tüketilmiş DMM); DMM, tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltını üretmiş manto; PM, primitif manto]. Lacivert üçgenlerin oluşturduğu yönseme, DMM ile GLOSS'un karışımı sonucu oluşan metasomatizmanın yönsemesini gösterir. Metasomatizma yönsemesi üzerinde işaretlenmiş kırmızı karelerden itibaren (metasomatizma derecelerinden) turuncu çizgiler non-modal batch bölümsel ergime modellerinin şematik ergime eğrilerini gösterir. (DMM, Kerrich ve Wyman, 1996; PM, Palme and O'Neill, 2004; GLOSS, Plank and Langmuir, 1998; Kelley et al., 2003). (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

Şekil 4.12'nin devamı



#### 4.4. Volkanitleri Oluşturan Magmanın Oluştuğu Ortamdan Yüzeylemesine Kadar Geçen Süreç İçerisinde Geçirmiş Olduğu Petrolojik Süreçler

Manto kayaçlarının ergimesi sonucu oluşan bazik magmalar yüzeye çıkana kadar farklılaşma (FC) ve kirlenme gibi süreçlerle kimyasal bileşimlerini değiştirir. Bu kayaçların kimyasal bileşimi ne kadar az değişirse kökenlerini bulmak o kadar kolay olur. İncelenen volkanitler, metasomatizmaya uğramış mantonun bölümsel ergimesi sonucu oluşmuş farklılaşmaya uğramış magmalardan itibaren oluşmuştur. Düşük Ni, Cr içerikleri bu magmaların önemli ölçüde farklılaşmaya uğradığını gösterir. Bu nedenle, bu bölümde incelenen volkanitlerin uğramış oldukları farklılaşma ve kirlenme olayları irdelenmiştir.

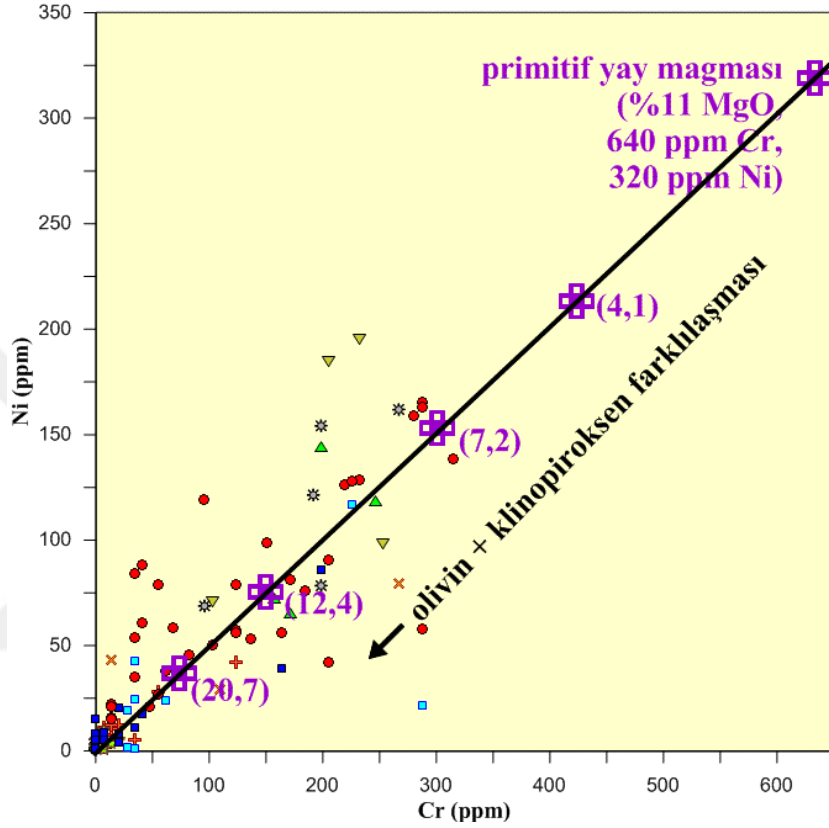
İncelenen volkanitlerin kimyasal analizlerinden itibaren  $\text{SiO}_2$ 'e karşı çizilen ana ve iz element yönsemeleri (Şekil 3.58, 3.59, 3.60'da gösterilen) ile birbirine paralel LGE yönsemeleri (Şekil 3.66) çalışılan volkanitlerin farklılaştığını gösteren diğer kanıtlardır. Genel olarak ana ve iz elementlerde görülen artan  $\text{SiO}_2$ 'e karşı azalan FeO, MgO, Ni, Co olivinin; azalan FeO, MgO, CaO, Sc, V klinopiroksenin;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , CaO Ca'ca zengin plajiyoklasın; FeO,  $\text{TiO}_2$ , Nb, Ta Fe-Ti oksitlerin ve CaO,  $\text{P}_2\text{O}_5$  apatitin ayrımlaşmasını gösterir. Ayrıca LGE diyagramlarında gözlenen negatif Eu anomalileri plajiyoklasların ayrımlaşması ile ilişkilidir.

Hart ve Davis (1978) MgO'nun %11, Cr'un 640 ppm ve Ni'nin 320 ppm olduğu primitif volkanik yay bazaltlarında Cr/Ni oranının yaklaşık 2.0 olduğunu rapor etmişlerdir. Olivin ve klinopiroksen Ni ve Cr için en yüksek paylaşım katsayılarına sahip silikat mineralleridir. Bu elementlerin olivin ve piroksen içerisinde kalarak farklılaşması geride kalan magmanın Ni ve Cr içeriklerinin azalmasına neden olacaktır. Şekil 4.13'te olivin ve klinopiroksen ayrımlaşması Ni ve Cr elementleri kullanılarak modellenmiştir (Şen, 2007). İncelenen volkanitlerin Ni ve Cr içerikleri bu volkanitlerde %8 ila %25 olivin, %2 ila %10 klinopiroksen farklılaşması olduğunu gösterir.

Mantonun bölümsel ergimesi sonucu oluşacak olan ergiyiğin izotop değeri mantonun izotop değerini yansıtır. Bu değer değişmesi için bu ergiyiğin başka bir kaynaktan itibaren kirlenmesi gerekir. Şekil 4.14a, b ve c'ye, incelenen volkanitlerin Th içeriklerine karşı  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$  ve  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  izotopik oranları düşürülmüştür. Th ayrışmaya karşı fazla duyarlı olmaması, olivin, piroksen ve plajiyoklasların yapısına girmemesi, farklılaşmaya duyarlı olması ve kıtasal kabukta bol miktarda bulunması nedeniyle seçilmiştir. Bu grafiklerde ayrıca 170 My'a göre hesaplanmış tüketilmiş manto kaynağı (D-DMM) ve GLOSS karışım eğrisi de gösterilmiştir.

Şekil 4.14a'da örneklerin Th'a karşı  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  izotop oranı çizilmiştir. Tüketilmiş manto kaynağı ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(170)} = 0.702$ , Th=0.12 ppm), ile GLOSS ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(170)} = 0.7170$ , Th=6.91ppm) arasındaki karışım eğrisi üzerinde 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 gibi karışım miktarları hesaplanarak işaretlenmiştir. Diyagrama düşürülen örneklerin artan Th içeriklerine karşı  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop oranı 0.7040 ila 0.7060 aralığında bulunur. İzotop oranlarındaki bu bileşimsel aralığın nedeni şu olasılıklardan biri olabilir: Örnekleri oluşturan mantoyu metasomatizmaya uğratan uçucu ve ergiyiklerin bileşimlerinin homojen olmadığı veya magmanın yükselirken az miktarda da olsa kirlenmeye uğradığı veya deniz suyu alterasyonuna maruz kalarak Sr izotoplarınınca zenginleşmesidir. Üst Kretase bazaltlarında da

görülen (Aydın vd., 2016) benzer yüksek Sr izotop oranları, volkanitleri oluşturan metasomatizmaya uğramış manto kaynağının astenosferik mantodan etkilendiğini gösterebilir. İncelenen örneklerin izotop oranları, D-DMM'ye yaklaşık olarak %0.5 ile %1 arasında GLOSS karışan bir kaynaktan itibaren oluştuklarını önermektedir.

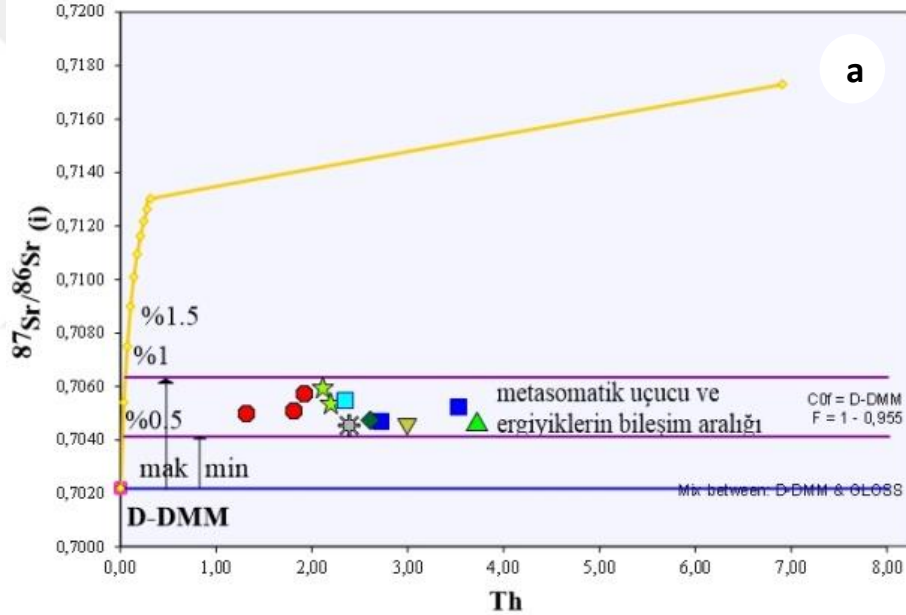


Şekil 4.13. İncelenen volkanitler Cr (ppm) karşı Ni (ppm) diyagramı. Olivin+klinopiroksen farklılaşma eğrisi Hart ve Davis'in (1978) primitif yay bazaltları için önerdiği  $Cr/Ni=2$  olarak çizilmiştir. Parantez içerisinde verilen değerler Olivin ve klinopiroksenin farklılaşma derecelerini gösterir hesaplamalardır (örneğin 4,1 %4 olivin, %1 klinopiroksen). (Semboller Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

İncelenen örneklerin Th'a karşı Nd ve Pb izotop modellemeleri Şekil 4.14b ve c'de verilmiştir. Nd izotop oranları dar bir aralıkta (0.5124-0.5126) değişirken  $^{206}/^{204}Pb$  izotop oranları daha geniş bir aralıkta (17.65-18.60) değişir. Pb izotoplarının değişim aralığının geniş olması ya metasomatik sıvıların heterojen bileşiminden kaynaklanmış olmalı ya GLOSS için kullanmış olduğumuz Pb izotop değerlerinin Doğu Pontid magmatik yayı için çok da uygun değerler olmadığından ya da volkanitleri oluşturan magmanın yüzeye doğru

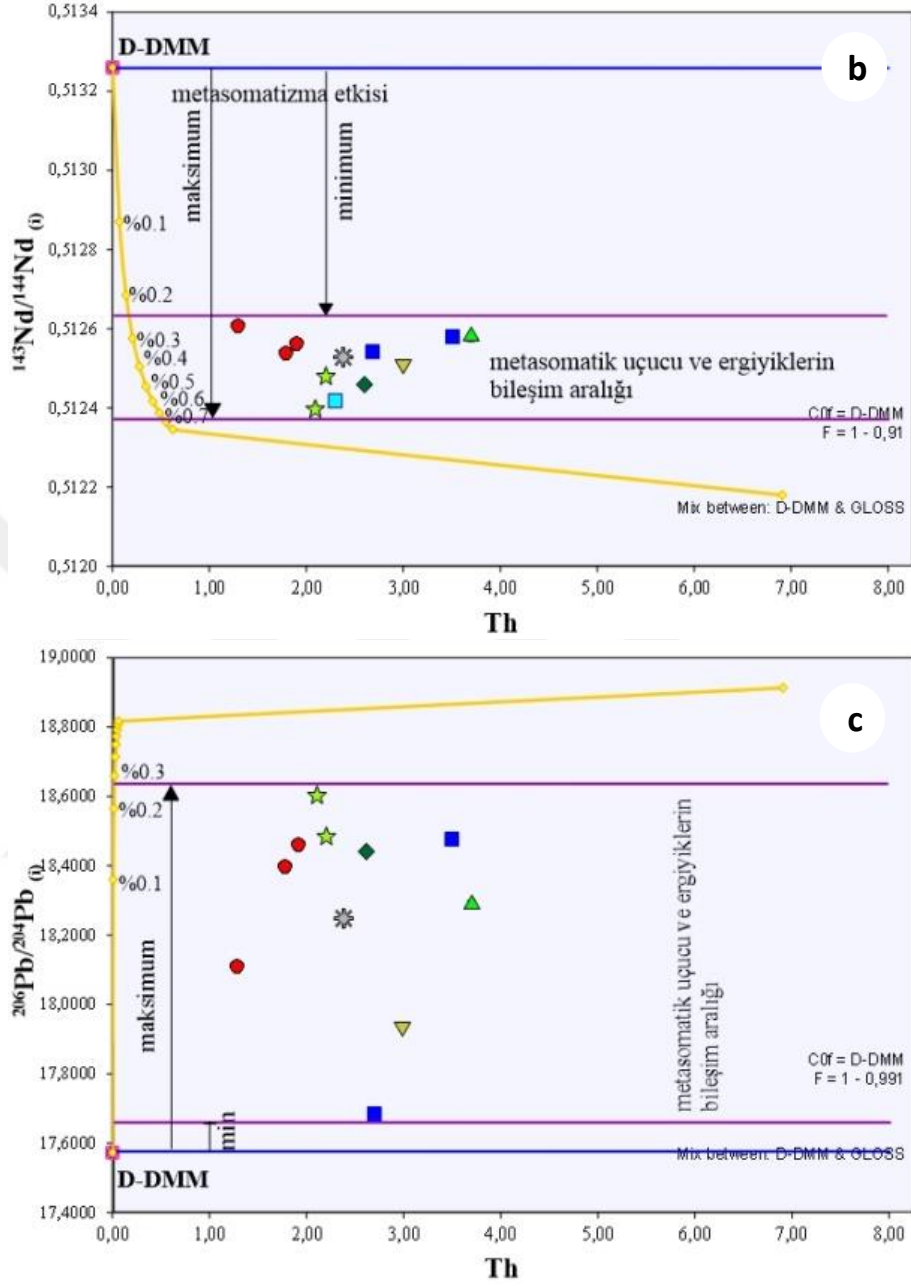
hareket ederken kirlenmesi sonucu olmalıdır. Örneklerin Nd ve Pb izotop oranları D-DMM ile GLOSS karışım eğrisi ile karşılaştırıldığında dar bir oranda değişmektedir (Nd izotopları %0.25 ila %0.7, Pb izotopları %0.05 ila %0.025 arasında).

İncelenen volkanitlerin izotopik oranlarındaki farklılıklar volkanitleri oluşturan magmanın yüzeye doğru hareketi sırasında kabuktan az da olsa etkilendiğini göstermektedir. Sr izotop oranları arasındaki fark diğer izotop oranlarına göre çok daha belirgindir. Ancak kayaçların geçirmiş olduğu alterasyon süreçlerinin Sr izotop oranlarına olan etkisinin çok iyi ortaya konulamamış olması bu izotoplardan itibaren yapılacak olan kabuk kirlenme modellerinin çok da doğru yansıtmayacağı bilindiğinden izotop oranı- iz element kirlenme modelleri hazırlanmamıştır.



Şekil 4.14. D-DMM ile GLOSS'un Th'a karşı (a)  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ , (b)  $^{144}\text{Nd}/^{143}\text{Nd}_{(i)}$ , (c)  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  izotop oranları karışım eğrisi. Ayrıca şekillere incelenen volkanitlerin Th ve izotop oranları düşürülmüştür. Mor çizgilerin arası metasomatize olmuş manto içerisindeki izotop oranı aralığını gösterir (maksimum ile gösterilen ok D-DMM'den itibaren en fazla izotop zenginleşmesini, minimum ile gösterilen ok D-DMM'den itibaren en az izotop zenginleşmesini gösterir). D-DMM ve GLOSS değerleri Şekil 4.12'deki gibidir)

Şekil 4.14'ün devamı



#### 4.5. Volkanitlerin İçerisindeki Ana Mineral Fazlarının Kristallenme Tarihçesi

Bölüm 3.3. ve 3.4'te verildiği gibi, çalışılan volkanitlerin ana mineral parajenezini plajiyoklas+Fe-Ti oksit±piroksen±amfibol fenokristalleri oluşturmaktadır. Volkanitleri oluşturan magmanın yerkabuğunun farklı derinliklerindeki magma odalarında soğuması sonucu fenokristal parajenezi oluşmuştur. Bu fenokristallerin oluşum koşulları volkanitleri oluşturan magmanın yükselim tarihçesini gösterir.

Plajiyoklasların oluşum sıcaklıklarını bulmak için Fuhrman ve Lindsley (1988) ile Elkins ve Grove'un (1990) geliştirmiş olduğu grafiksel yöntemler kullanılmıştır. Piroksenlerden itibaren Putirka'nın (2008) önerdiği jeotermobarometre, Fe-Ti oksitlerden itibaren de Powell ve Powell (1977) ile Spencer ve Lindsley'in (1981) önerdiği sıcaklık ve oksijen fugasitesi ve amfibollerden itibaren Ridolfi vd.nin (2010) önermiş olduğu sıcaklık-oksijen fugasitesi-basınç ve amfibol içeren magmanın su içeriğini hesaplamaları yapılarak volkanitleri oluşturan magmanın yerkabuğunun hangi derinliklerinde fenokristalleri oluşturduğu irdelenmiştir.

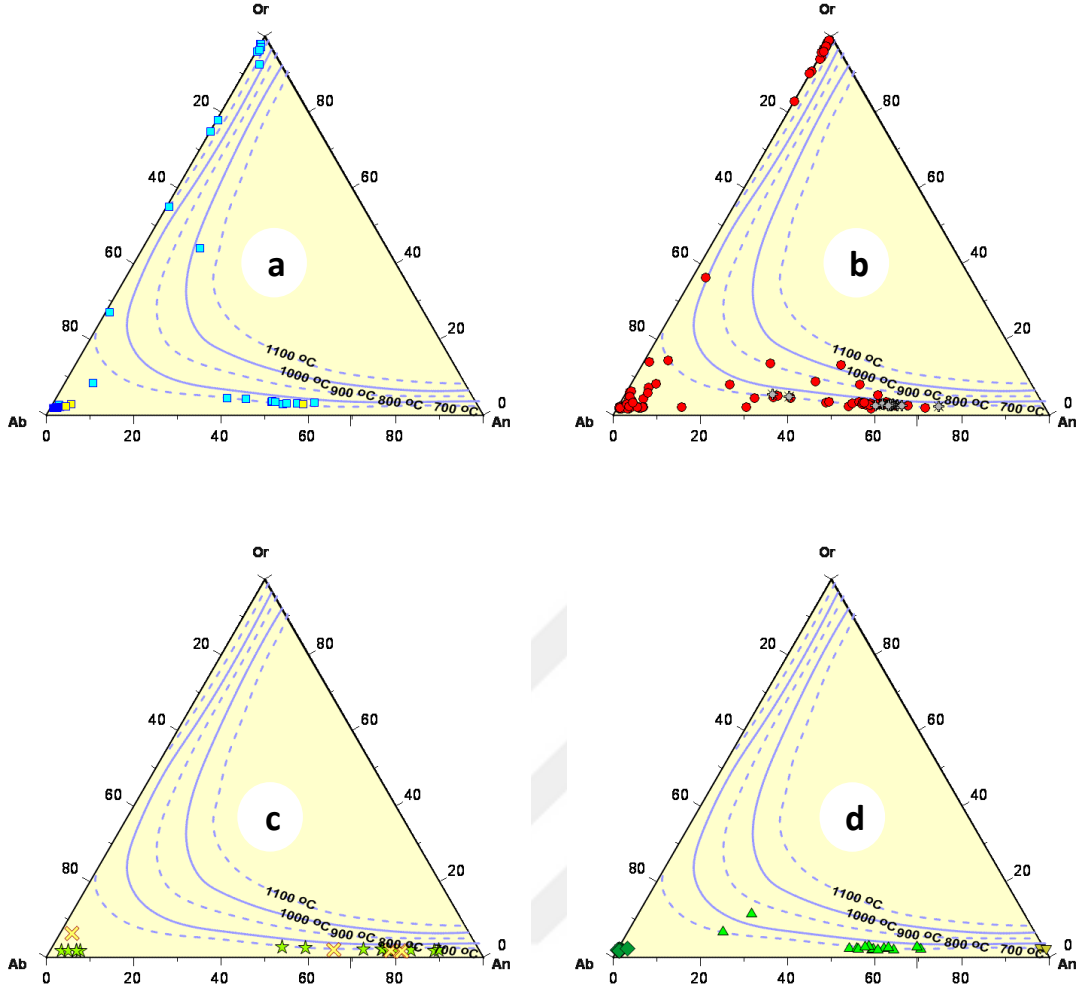
İncelenen volkanitler içerisinde en bol bulunan fenokristalleri feldspatlar oluşturur. Ancak alterasyon plajiyoklas kristallerini büyük ölçüde etkilemiş, Ca'ca zengin plajiyoklaslar kısmen veya tamamen Na'ca zenginleşmiştir. Ayrıca alterasyon hamurda ikincil K-feldspat mikrolitlerinin oluşmasına neden olmuştur.

Dağbaşı-Akarsu-Zigana örneklerinden hesaplanan Ab-Or-An bileşimleri Fuhrman ve Lindsley (1988) ile Elkins ve Grove'un (1990) önermiş olduğu grafiğe düşürüldüğünde,  $An_{40}$ 'ın üzerinde olan plajiyoklaslar 700- 800°C kontürleri arasında yer alırken  $An_{40}$ 'ın altında olan plajiyoklaslar 700°C kontürünün altında yer alırlar (Şekil 4.15). Alterasyon sonucunda oluştukları düşünülen K-feldspatlar ile albit ( $An_{01-10}$ ) kristalleri aynı diyagramda 700°C kontürünün altında yer almaktadır. Sadece Akarsu lokasyonunda AK1 numaralı örnek içerisinde analiz edilen bir feldspat örneğinden 1000°C'nin hemen üzerinde bir sıcaklık verisi elde edilmiştir (Şekil 4.15a).

İkisu-Mescitli lokasyonundaki kayaçlarda bulunan plajiyoklaslardan Dağbaşı-Akarsu-Zigana örneklerine benzer şekilde  $An_{40}$ 'ın üzerinde olanların 700°C kontürünün üzerinde yer aldığı görülür. Ancak bazı plajiyoklasların 1000°C'nin üzerinde oluştuğu görülmektedir (Şekil 4.15b).

Pekün-Gülaçar-Kazantaş, Sırakonaklar-Karakale-İşhan örneklerinden itibaren analizleri yapılan feldspatların bileşimleri, Şekil 4.15c ve d'deki diyagramlara düşürüldüğünde yukarıdaki lokasyonlara benzer sıcaklık verileri elde edilmiştir.





Şekil. 4.15. İncelenen örneklerdeki plajiyoklas analizlerinden itibaren hesaplanan Ab-Or-An bileşimlerinin Fuhrman ve Lindsley (1988) ile Elkins ve Grove'un (1990) geliştirmiş olduğu grafiksel plajiyoklas jeotermometresindeki konumları; (a) Dağbaşı-Akarsu-Zigana, (b) İkisu-Mescitli, (c) Pekün-Kazantaş, (d) İşhan-Sırakonaklar-Karakale lokasyonları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

An<sub>40</sub> ve üzeri bileşimler için elde edilen sıcaklık değerleri (700°C ve üstü) susuz bir magmadan itibaren oluşmuş bazalt, bazaltik andezit ve andezitik kayalar için oldukça düşük sıcaklıklardır. Su basıncının 5 kbar'a ulaştığı magmalardaki %40 An içeren plajiyoklasların oluşum sıcaklıkları bile 1000°C'nin üzerindedir (Deer vd., 1992). Plajiyoklasların fenokristaller halinde görülmesi, volkanitleri oluşturan magmanın yerkabuğunun derinlerindeki magma odalarında bir süre beklerken bu fenokristalleri oluşturduğunu gösterir. Elde edilen düşük oluşum sıcaklıkları için mümkün olan tek açıklama, söz konusu feldspat minerallerinin ayrışma sonucu kimyasal bileşimindeki değişimden kaynaklanmış olmasıdır. İlk oluşan plajiyoklaslar içerisindeki K<sub>2</sub>O albitleşme

sonucu plajiyoklaslar içerisinde muhtemelen uzaklaşmıştır. Volkanitlerin hamuru içerisinde bulunan ikincil K-feldspatların kökeni hakkında hangi jeolojik olayla ilişkilendirileceğine dair herhangi bir veri yoktur.

Ek Tablo 3’de verilen piroksen analizlerinden itibaren Putirka’ya (2008) göre katyon değerleri ve mineral ergiyik denge sabitleri ( $K_D = [(MgO/FeO)_{ergiyik} / (FeO/MgO)_{K-pr}]$ ) hesaplanmıştır. Putirka (2008)  $K_D$  değerleri  $0.28 \pm 0.08$  olan piroksenlerin, içerisinde bulunduğu matriks ile denge halinde olduğunu belirtmektedir. Analizi yapılan piroksenlerin sıcaklık ve basınçları Putirka’nın (2008) önermiş olduğu 4.7 ve 4.8 nolu formüller kullanılarak hesaplanmış, içerisinde bulunduğu matriks ile denge halinde olup olmadığı Formül 4.9 kullanılarak test edilmiştir.

$$T (K) = \frac{93100 + 544P (kbar)}{61.1 + 36.6(X_{Ti}^{cpx}) + 10.9(X_{Fe}^{cpx}) - 0.95(X_{Al}^{cpx} + X_{Cr}^{cpx} - X_{Na}^{cpx} - X_{Na}^{cpx}) + 0.395[\ln(a_{En}^{cpx})]^2} \quad (4.7)$$

$$P (kbar) = -57.9 + 0.0475T (K) - 40.6(X_{Fe}^{liq}) - 47.7(X_{CaTs}^{cpx}) + 0.676(H_2O^{liq}) - 153(X_{CaO_{0.5}}^{liq} X_{SiO_2}^{liq}) + 6.89 \left( \frac{X_{Al}^{cpx}}{X_{AlO_{1.5}}^{cpx}} \right) \quad (4.8)$$

$$\ln K_D (Fe - Mg)^{cpx-liq} = -0.107 - \frac{1719}{T (K)} \quad (4.9)$$

Piroksenlerden hesaplanan sıcaklık değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Dağbaşı örneklerinden  $1176^\circ C$  ila  $1225^\circ C$  arasında (ortalama  $1210 \pm 15^\circ C$ ), Akarsu örneğinden  $1210^\circ C$ , Zigana örneklerinden  $1125^\circ C$  ila  $1208^\circ C$  arasında (ortalama  $1155 \pm 45^\circ C$ ), İkisü örneklerinden  $1036^\circ C$  ila  $1222^\circ C$  arasında (ortalama  $1125 \pm 70^\circ C$ ), Mescitli örneklerinden  $1006^\circ C$  ila  $1208^\circ C$  arasında (ortalama  $1130 \pm 75^\circ C$ ), Pekün örneğinden  $1208^\circ C$ , Gülaçar örneklerinden  $1060^\circ C$  ila  $1208^\circ C$  arasında (ortalama  $1110 \pm 35^\circ C$ ), Kazantaş örneklerinden  $1053^\circ C$  ila  $1208^\circ C$  arasında (ortalama  $1120 \pm 35^\circ C$ ) ve Sırakonaklar örneğinden  $1208^\circ C$  sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

Basınç değerleri ise Dağbaşı için 1.5 ila 5.1 kbar arasında (ortalama  $3.7 \pm 1.6$  kbar), Akarsu için 5.1 kbar, Zigana için 5.1 kbar, İkisü için 2.1 ila 5.1 kbar arasında (ortalama  $3.6 \pm 1.4$  kbar), Mescitli için 2.0 ila 9.3 kbar arasında (ortalama  $6.2 \pm 2.8$  kbar), Pekün için

5.1 kbar, Gülaçar için 1.1. ila 7.2 kbar arasında (ortalama  $4.1 \pm 2.0$  kbar), Kazantaş için 0.4 ila 6.1 kbar arasında (ortalama  $4.2 \pm 1.3$  kbar), Sırakonaklar için 5.1 kbar olarak hesaplanmıştır.

Hesaplanan değerler Doğu Pontid Jura volkanizmasını oluşturan magmanın yaklaşık olarak  $1210^\circ\text{C}$ 'den daha yüksek olduğunu ve kıtasal kabuk içerisinde 10-15 km derinlikten daha düşük derinliklerdeki magma odalarında klinopiroksenleri oluşturduğunu göstermektedir.

Tablo 4.2. İncelenen kayalardaki piroksen analizlerinden itibaren Putirka'ya (2008) göre hesaplanan  $K_D$ , sıcaklık ve basınç değerleri

Lokasyon/Örnek No	Örnek Sayısı	$K_D$	Ortalama Sıcaklık ( $^\circ\text{C}$ )	Ortalama Basınç (kbar)
Dağbaşı (DA-5)	9	0.28-0.29	$1210 \pm 15$	$3.7 \pm 1.6$
Akarsu (A-3)	1	0.28	1210	5.1
Zigana (ZL-5)	3	0.28	$1155 \pm 45$	5.1
İkisu (I-7, I-22)	8	0.26-0.29	$1156 \pm 50$	$3.6 \pm 1.4$
Mescitli (M10)	5	0.26-0.29	$1130 \pm 75$	$6.2 \pm 2.8$
Pekün (P4)	1	0.28	1208	5.1
Gülaçar (P3, PL-17)	25	0.25-0.28	$1110 \pm 35$	$4.1 \pm 2.0$
Kazantaş (KL-3)	14	0.25-0.28	$1120 \pm 35$	$4.2 \pm 1.3$
Sırakonaklar (SK6)	1	0.28	1208	5.1

Şekil 3.51'de görüldüğü gibi incelenen kayalar içerisinde hem titanomanyetit hem de titanohematit serisine ait Fe-Ti oksit mineralleri bulunmaktadır. Ek Tablo 5'te bu mineraller Ti içeren manyetit (Ti-MAG), manyetit (MAG) ve ilmenit (İLM) olarak listelenmiştir. Aynı ince kesit içerisinde denge halinde bulunan Ti-MAG-MAG ve İLM-MAG çiftlerinden hesaplanan katyonlardan, Powell ve Powell (1977) ile Spencer ve Lindsley'e (1981) göre, formüller (4.10), (4.11) kullanılarak sıcaklık ve oksijen kısmi basınç ( $\log_{10} f_{\text{O}_2}$ ) değerleri hesaplanmış ve Tablo 4.3'de sunulmuştur.

$$\ln(X_{\text{ulv}} * X_{\text{hem}} / X_{\text{mt}} * X_{\text{ilm}}) = -8155/T + 4.59 \quad (4.10)$$

$$K_D = \left( \frac{X_{\text{ulv}}}{1 - X_{\text{ulv}}} \right) \left( \frac{1 * X_{\text{ilm}}}{X_{\text{ilm}}} \right)$$

$$f_{\text{O}_2}: [\text{MH} + (12 * \ln(1 - X_{\text{ilm}}) - 41 * \ln(1 - X_{\text{usp}}) + (1/RT) * (8X_{\text{usp}}^2 - 1) * W^{\text{usp}}_{\text{G}} + 4X_{\text{usp}}^2 * (1 - 2X_{\text{usp}}) * W^{\text{mt}}_{\text{G}} + 12X_{\text{ilm}}^2 * (1 - X_{\text{ilm}}) * W^{\text{ilm}}_{\text{G}} - GX_{\text{ilm}}^2 * (1 - 2X_{\text{ilm}}) * W^{\text{hem}}_{\text{G}}] / 2.303 \quad (4.11)$$

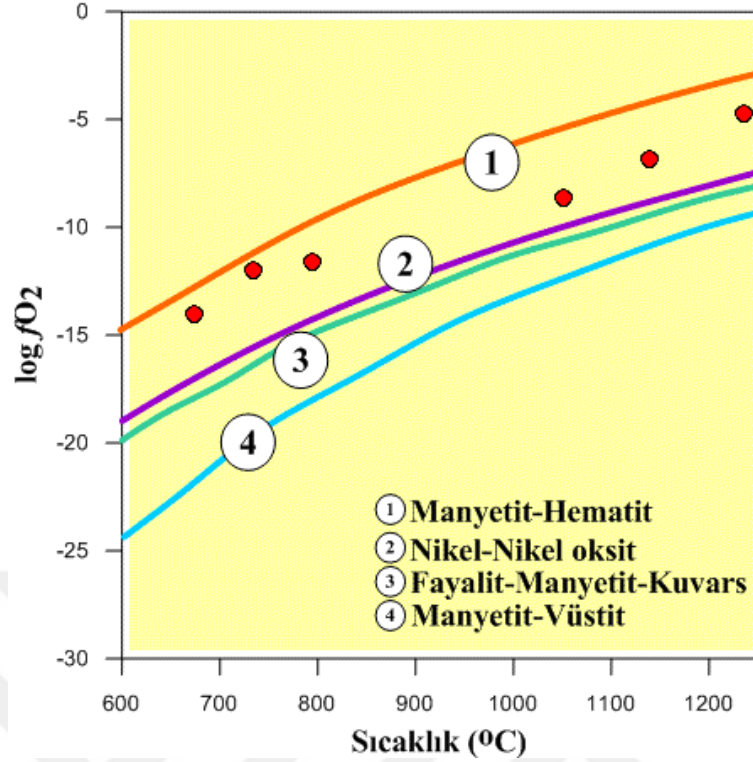
İkisu lokasyonunda 4 ayrı kayaçta, 6 çiftten sıcaklık ve kısmi oksijen basıncı hesaplanmıştır (Tablo 4.3). G18-A örneğinde iki farklı çift üzerinde yapılan hesaplamalarda kayaçta bulunan oksit minerallerinden 536°C ve 734°C sıcaklık ve  $\log_{10}fO_2$  -12.0 kısmi oksijen basıncı değerleri; G20 örneğinde 1236°C sıcaklık ve  $\log_{10}fO_2$  -4.7 kısmi oksijen basıncı değerleri; G25 örneğinde 1051°C sıcaklık ve  $\log_{10}fO_2$  -8.6 kısmi oksijen basıncı değerleri; G31 örneğinde 795°C sıcaklık ve  $\log_{10}fO_2$  -8.4 kısmi oksijen basıncı değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen farklı değerler örneklerde oksit minerallerinin soğuma sırasında veya daha sonraki alterasyon süreçlerinde oksitlendiğini, dolayısıyla daha düşük sıcaklıklarda ve daha yüksek kısmi oksijen basıncı altında yeniden kimyasal dengeye ulaştıklarını göstermektedir.

Pekün ve Sırakonaklar'da ise birer kayaç içerisindeki oksit çiftlerinden sıcaklık ve kısmi oksijen basıncı hesaplanmıştır. Pekün P7 örneğinde yapılan hesaplamalarda 573°C sıcaklık ve  $\log_{10}fO_2$  -30.0 kısmi oksijen basıncı, Sırakonaklar SK5 örneğinde yapılan hesaplamalarda 674°C sıcaklık ve  $\log_{10}fO_2$  -14.9 kısmi oksijen basıncı değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 4.3. Powell ve Powell (1977), Spencer ve Lindsley (1981), Andersen ve Lindsley'e (1985) göre, Fe-Ti Oksit analizlerinden hesaplanan sıcaklık (°C) ve oksijen kısmi basınç ( $\log_{10}fO_2$ ) değerleri

Lokasyon/Örnek No	Ortalama	$\log_{10}fO_2$
	Sıcaklık (°C)	(Oksijen fugasitesi)
	Powell ve Powell (1977)	Spencer ve Lindsley (1981)
İkisu (G18A-1/G18A-7)	536	
İkisu (G18A-9/G18A-26)	734	-12.0
İkisu (G20-16/G20-22)	1236	-4.7
İkisu (G25-7/G25-21)	1051	-8.6
İkisu (G31-25/G31-26)	795	-11.6
İkisu (G31-1/G31-10)	1139	-6.8
Pekün (P7-5/P7-13)	573	-30.0
Sırakonaklar (SK5-13/SK5-9)	674	-14.9

Örnekler sıcaklığa karşı  $fO_2$  diyagramına (Frost, 1991) düşürüldüğünde, örneklerin fayalit-manyetit-kuvars (FMQ) bufferına göre 2 ila 4 log ünitesi daha oksitlenmiş olarak bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Örnekler içerisinde bulunan Fe-Ti oksitlerden itibaren Powell ve Powell (1977) ve Spencer ve Lindsley (1981) göre hesaplanmış sıcaklık ve  $f_{O_2}$  değerlerinin Frost (1991) tarafından önerilen farklı oksit bufferlarına göre konumları

Ridolfi vd.ne (2010) göre kalk-alkalen magmalar içerisinde bulunan amfibollerden itibaren geliştirilmiş amfibol jeotermometresi (4.12), oksijen fugasitesi (4.13), jeobarometresi (4.14) ve hidrometresi (4.15) denklemleri kullanılarak incelenen volkanitler içerisinde bulunan amfibollerin oluşum sıcaklıkları, oksijen fugasiteleri, basınçları ve amfibollerin oluşmuş olduğu magmanın su içeriği hesaplanmıştır. hesaplanan değerler Ek Tablo 4'te sunulmuştur.

Akarsu lokasyonunda AK9 örneğinde bulunan amfiboller 775 ila 815°C arasında, A3 örneğindeki amfiboller 908 ila 945°C arasında, İkisü I22 örneğinde bulunan amfiboller 928 ila 950°C arasında kristallenmiştir. Söz konusu amfibollerin oluştuğu magmanın su içeriği AK9, A3 ve I22 için sırası ile yaklaşık %2, %6.5 ve %5 olarak hesaplanmıştır. Oluşum basınçları ise sırası ile 47±7, 160±18 ve 157±12 megapascal (Tablo 4.4.) olarak bulunmuştur. Yine Ridolfi vd.ne (2010) göre AK9 için 2.9 ile 3.7, A3 için 1.1 ile 1.5, I22 için 1.7 ile 1.9 olarak hesaplanan  $\Delta NNO$  değerleri aynı lokasyonlarda bulunan örneklerdeki Fe-Ti oksitlerden hesaplanan  $f_{O_2}$  değerleri (Şekil 4.16) ile uyumludur.

$$T = (-151.487 * Si^*) + 2041 \quad (4.12)$$

$$Si^* = Si + (Al^{+4}/15) - (Al^{+5}/2) - (Ti/1.8) + (Fe^{+3}/9) + (Fe^{+2}/3.3) + (Mg/26) + (Ca/5) + [(2-Ca)/1.3] - ((Na-(2-Ca))/15) + [(1-((Na-(2-Ca))+K))/2.3]$$

$$\Delta NNO = (1.644 * Mg^*) - 4.01 \quad (4.13)$$

$$Mg^* = Mg + (Si/48) - (Al^{+6}/9) - (1.3 * Ti) + (Fe^{+3}/3.7) + (Fe^{+2}/5.2) - (Ca/20) - [(Na-(2-Ca))/2.8] + [1-((Na-(2-Ca))+K)/9.5]$$

$$P = 19.209 * 2.303^{(1.438 * \Delta NNO)} \quad (4.14)$$

$$H_2O \text{ (ağırlık \%)} = (5.215 * Al^{VI*}) + 12.38 \quad (4.15)$$

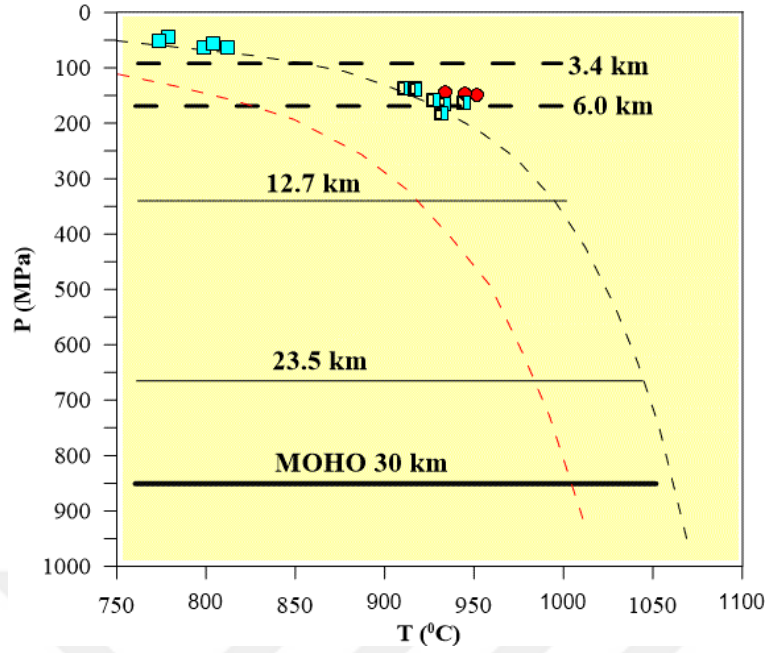
$$Al^{VI*} = Al^{VI} + (Al^{IV}/13.9) - ((Si+Ti)/5) - (Fe^{+2}/3) - (Mg/1.7) + ((Ca + [1 - ((Na - (2 - Ca)) + K)])/1.2) + ((Na - (2 - Ca))/2.7) - (1.56 * K) - ((Fe^{+2}/(Mg + Fe^{+2}))/1.6)$$

Tablo 4.4. Ridolfi vd.ne (2010) göre, incelenen amfibollerden hesaplanan, sıcaklık, basınç, kısmi oksijen fugasitesi ( $\Delta NNO$  olarak) ve amfibol içeren magmanın su içeriği değerleri

Lokasyon/ Örnek No	Örnek sayısı	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Oksijen fugasitesi ( $\Delta NNO$ )	Ortalama Basınç (megapascal)	Amfibol içeren magmanın su içeriği (ağırlık %)
Akarsu (AK9)	5	798±17	3.6	47±7	1.7
Akarsu (A-3)	8	927±13	1.3	162±18	6.7
İkisu (I-22)	3	940±12	1.8	158±3	5.2

Bulunan sıcaklık ve basınç değerleri Ridolfi vd.nin (2010) önermiş olduğu sıcaklık-basınç diyagramına düşürüldüğünde (Şekil 4.17), A3 ve I22'nin 6.0 km'den, AK9'un da 3.4 km'den daha sığ derinliklerde oluştuğu saptanmıştır.

Akarsu lokasyonunda bulunan iki örnekteki amfibollerden itibaren hesaplanan farklı sıcaklık, basınç, oksijen fugasitesi ve su içeriği değerleri, Doğu Pontid Jura volkanik kayalarından oluşan magmanın su içeriğinin yüzde ikiyi aştığı anormal koşullar altında amfibol kristallendirebileceğini göstermektedir.

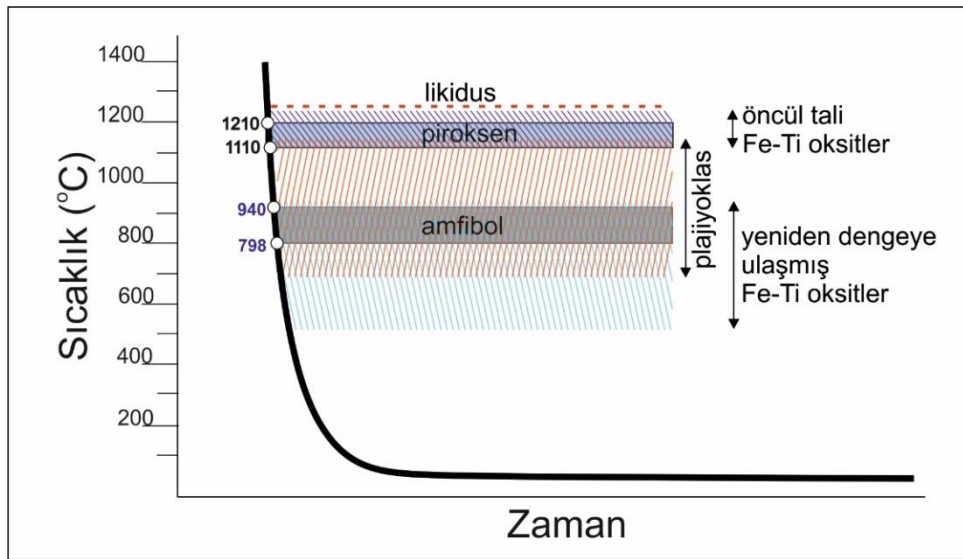


Şekil 4.17. Ridolfi vd.nin (2010) önermiş olduğu sıcaklık-basınç diyagramında incelenen amfibollerin konumları

Minerallerin kimyasal analizlerinden itibaren hesaplanan jeotermometre ve barometre sonuçlarına göre, Jura volkanitlerini oluşturan magmanın yerkabuğunun farklı derinliklerindeki magma odalarında soğumaya başladığı söylenebilir. Ayrıca tüm kayaç ana oksitlerinden itibaren volkanitleri oluşturan magmanın yeryüzüne 1080 ila 1230°C arasında çıktığı hesaplanmıştır. Şekil 4.18’de incelenen Jura volkanitlerinde bulunan fenokristallerden itibaren yapılan kimyasal analizlerden hesaplanmış sıcaklıklar, zamana karşı bir grafik üzerinde gösterilmiştir.

Magmanın soğuması ile ilk öncül tali mineraller oluşmaya başlamıştır. G20 örneğinde analiz edilen manyetit-ilmenit çiftinden itibaren hesaplanan 1236°C kristallenme sıcaklığı ve  $\log_{10}fO_2$  -4.7 kısmi oksijen basınç değerine sahip Fe-Ti oksitler, söz konusu öncül tali minerallerdendir. Soğumanın başladığı bu ilk dönemlerde apatit, zirkon gibi öncül tali mineraller de Fe-Ti oksitlere eşlik etmiş olmalıdır. Mikroprob çalışmaları sırasında özşekilli apatit kristalleri analiz edilmesine rağmen zirkon kristallerine rastlanmamıştır. Piroksenler ilk kristallenen silikat fenokristalleri olup 1210°C (Dağbaşı) ila 1110°C (Gülaçar) arasında kristallenmeye başlamışlardır. Muhtemelen Ca’ca zengin plajiyoklaslar piroksen kristallenmesine eşlik etmiştir. Ancak volkanitlerin yüzeye çıkmasını takip eden süreçlerde plajiyoklaslar alterasyona uğramıştır. Dolayısıyla kristallenme sıcaklıklarını doğru olarak tahmin etmek oldukça güçtür. Plajiyoklaslardan

elde edilen sıcaklıklar volkanitlerin geçirmiş olduğu deniz suyu alterasyonu/düşük sıcaklık- düşük basınç ve dokanak metamorfizması sonucu plajiyoklas fenokristallerinin içinde bulunduğu hamur ile yeniden kimyasal dengeye ulaştığı sıcaklıklardır. Grafikselleştirilerek denge sıcaklıkları tahmin edilmeye çalışılan plajiyoklaslardan en yüksek sıcaklık yaklaşık 1000°C civarında bulunmuştur. Ancak plajiyoklasların bulunan bu değerden daha yüksek sıcaklık değerlerinde oluştuğu düşünülmektedir. Volkanitleri oluşturan magmanın bazı lokasyonların bazı kısımlarında anormal bir şekilde uçucularca zenginleşmesi 940°C ile 800°C arasında amfibollerin kristallenmesine neden olmuştur. Amfibollerden hesaplanan sıcaklık ve basınç değerleri piroksenlerin oluşum basınç ve sıcaklık değerlerine göre çok daha düşüktür. Bu değerler amfibollerin daha geç bir faz olarak uçucu basıncının kısmen yüksek olduğu yüzeye yakın kısımlarda oluştuğunu gösterir. Magmanın yükselmesi sırasında ve yeryüzüne çıkması ile birlikte sıcaklık hızla düşmeye başlamış, oksijen fugasitesi artmıştır (734°C'de  $f_{O_2}$  -12.0, 674°C'de  $f_{O_2}$  -15.0 ve 573°C'de  $f_{O_2}$  -30.0). Bu koşullardan etkilenen Fe-Ti oksitler kısa bir zaman aralığında yeniden kimyasal dengeye ulaşmışlardır. Bu aşamaya kadar olan soğuma süreci ile kristallenme ilişkisi Şekil 4.18'de zaman-sıcaklık diyagramında özetlenmiştir. Yüzeye çıkan magma katılaştırken deniz suyu alterasyonuna uğramıştır. Buradan itibaren oluşan volkanitlerin plajiyoklasları Na'ca zenginleşmiş, hamuru killeşmiş, zeolitleşmiş ve kloritleşmiştir. Gittikçe derinleşen Jura havzaları önce Berdiga Kireçtaşları daha sonra Üst Kretase ve Eosen formasyonları ile örtülerek gömülmüştür. Bu dönemle ilgili mineral oluşumları Bölüm 4.7'de irdelenmiştir.



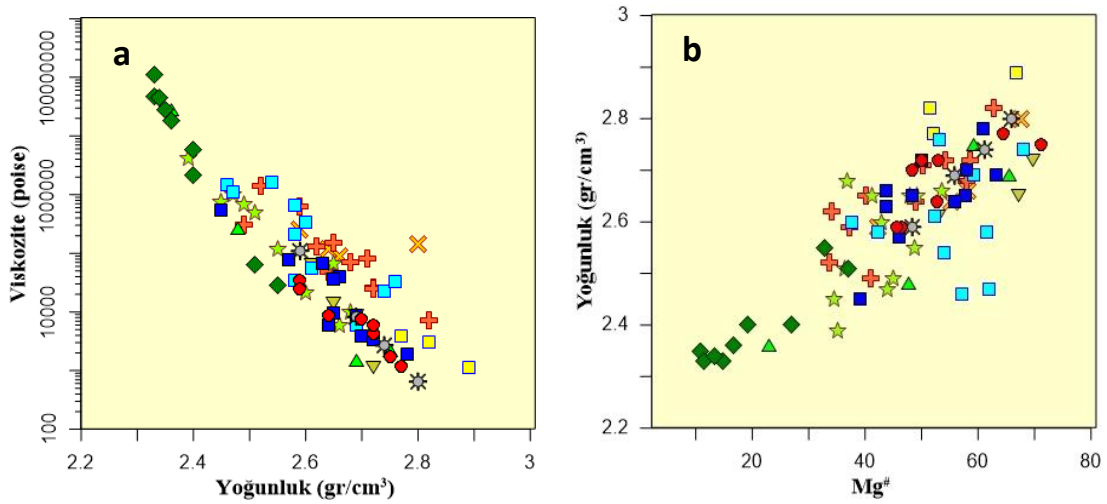
Şekil 4.18. İncelenen volkanitlerdeki fenokristallerden itibaren hesaplanan soğuma eğrisi



#### 4.6. Volkanik Kayaçların Fiziksel Özellikleri

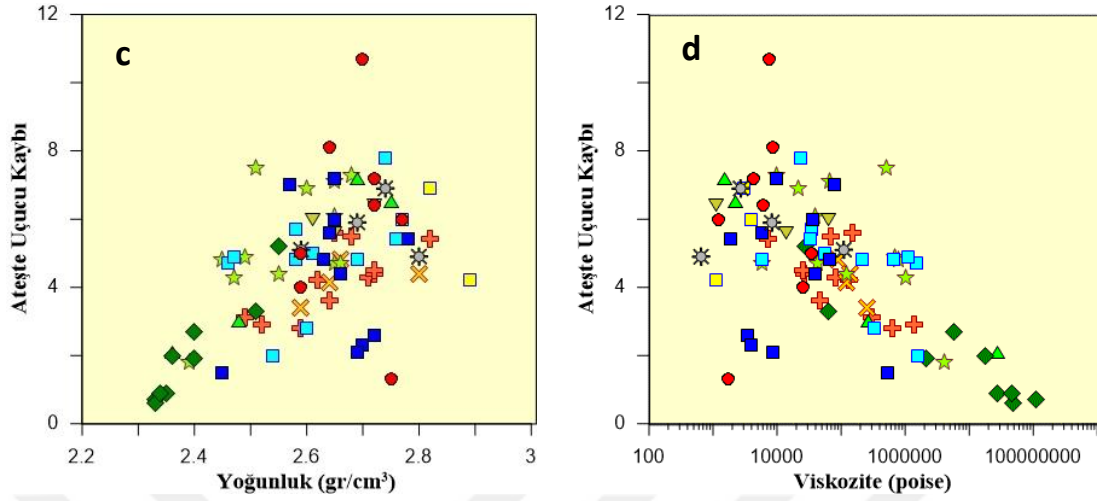
Çalışılan volkanitlerin yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ ) ve viskoziteleri (poise) ana oksit kimyasal analizlerinden itibaren KWare Magma (Version 2.49.0126) software kullanılarak hesaplanmıştır ve Ek Tablo 10’da sunulmuştur.

Volkanitlerin kimyasal analizlerinden itibaren hesaplanmış yoğunluğa karşı viskozite diyagramına düşürüldüğünde (Şekil 4.19a) azalan viskoziteye karşı yoğunluğun arttığı gözlenmiştir. Yoğunluğu düşük olan riyoitik bileşimli İşhan örneklerinin viskoziteleri yüksektir. Bazaltik bileşimli örneklerin ortalama yoğunlukları  $2.6$  ila  $2.8 \text{ gr/cm}^3$  arasında değişmektedir.  $\text{Mg\#}$  ile yoğunluk arasındaki ilişki incelendiğinde artan  $\text{Mg\#}$  ile yoğunluğun arttığı görülmüştür (Şekil 4.19b). En düşük  $\text{Mg\#}$ 'na sahip (20’den küçük) İşhan riyoitleri en düşük yoğunluklara sahiptir. AUK ile yoğunluk ve viskozite arasında ilişkiler araştırılmış, artan yoğunlukla birlikte AUK’nın arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.19c). Bu da daha yüksek yoğunluğa sahip bazaltik, bazaltik-andezitik kayaçların daha kolay altere olduğunu gösterir. Benzer şekilde viskoziteye karşı AUK diyagramında daha yüksek viskoziteye sahip riyoitik kayaçlar daha az AUK değerlerine sahiptir (Şekil 4.19d).



Şekil.4.19. İncelenen volkanitlerin kimyasal analizlerinden itibaren hesaplanmış (a) yoğunluğa karşı viskozite, (b)  $\text{Mg\#}$  karşı yoğunluk, (c) yoğunluğa karşı ateşte uçucu kaybı, (d) viskoziteye karşı ateşte uçucu kaybı diyagramları

Şekil 4.19'un devamı



#### 4.7. Volkanitlerin Uğradığı Düşük Sıcaklık - Düşük Basınç Metamorfizması

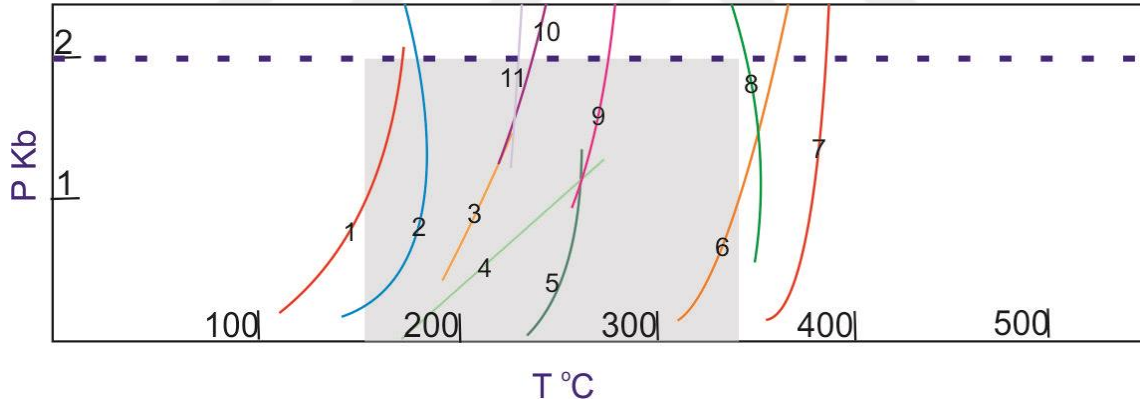
Mikroskobik incelemeler ve XRD ile mikroprob çalışmaları, incelenen kayalar içerisinde bol miktarda ikincil mineral bulunduğunu göstermiştir. Ek Tablo 12'de incelenen örneklerde tespit edilen ikincil mineraller ile bu minerallerin hangi yöntemle tespit edildiği gösterilmiştir. Söz konusu ikincil mineraller volkanitleri oluşturan magmanın deniz altında katılaşmasından sonra geçirmiş olduğu deniz suyu alterasyonu, buna eşlik eden hidrotermal alterasyon ve daha sonraki gömülme metamorfizması, dokanak metamorfizması ile ilişkilidir. Arazi çalışmalarından elde edilen verilere göre incelenen volkanitler deniz altında oluşmuştur. Dolayısıyla deniz suyu / kayaç etkileşimi oluşumlarının bu ilk aşamasında büyük ölçüde gerçekleşmiştir

Deniz suyu alterasyonu ve buna eşlik eden hidrotermal alterasyon, bu kayaların geçirmiş oldukları en düşük sıcaklık ve basınç koşullarını (sıcaklığın  $100^{\circ}C$ 'nin altında ve basıncın en fazla birkaç 10 bara ulaştığı) ifade eder.

Jura volkanitlerinin geçirmiş olduğu deniz suyu ve eşlik eden hidrotermal alterasyona ait deliller, muhtemelen kısmen ya da tamamen daha sonraki jeolojik olaylar tarafından silinmiştir. İncelenen kayalarda daha çok bu alterasyonu takip eden düşük sıcaklık- düşük basınç metamorfizması parajenezlerine rastlanmıştır. Dolayısıyla incelenen kayaları anlamak/yorumlamak için güncel okyanus tabanı sondajları projelerinden (ODP, Ocean Drilling Programme) elde edilen veriler ile çok düşük dereceli metamorfizmaya

uğrayan bazaltik kayaçlardaki metamorfik reaksiyonların deneysel/termodinamik olarak tanımlandığı P-T diyagramından (Şekil 4.20, Liou vd., 1987) yararlanılmıştır.

Okyanus tabanı sondajları projelerinden elde edilen veriler, deniz altına çıkan bazaltların camsı matriksinin, olivin, plajiyoklas ve Fe-Ti oksit kristallerinin bozuşmaya uğradığını göstermiştir. Klinopiroksen deniz suyu alterasyonundan etkilenmeyen tek ana fazdır (Staudigel vd., 1996). Bu aşamada oluşan yaygın ikincil fazlar palagonit, kil mineralleri, karbonat ve düşük sıcaklık-düşük basınç zeolit mineralleridir. Bazaltların camsı matriksleri kısa bir süre içerisinde kil minerallerine (illit, smektit, serisit gibi), Ca'ca zengin (Laumontit, vairakit) ve Na'ca zengin (mordenit) zeolit minerallerine dönüşmeye başlar, Fe-Ti oksitler ise oksitlenerek çevrelerinde kahverengimsi alterasyon halkaları oluşur (Alt 1993; Alt ve Teagle, 2003). Bu kayaçlardaki camsı matriksin palagonitleşmesi sırasında B, Li, K, Rb, Ce, U,  $Fe^{+3}/Fe^{+2}$ ,  $H_2O$  içeriklerinde artma ve Na, Ca, Mg, Mn ve Si içeriklerinde ise azalma tespit edilmiştir (Frey, 1974). Bu değişimler izotopik olarak  $\delta^{18}O$  ve  $^{87}Sr/^{86}Sr$  oranının artışına neden olur (Staudigel vd., 1996).



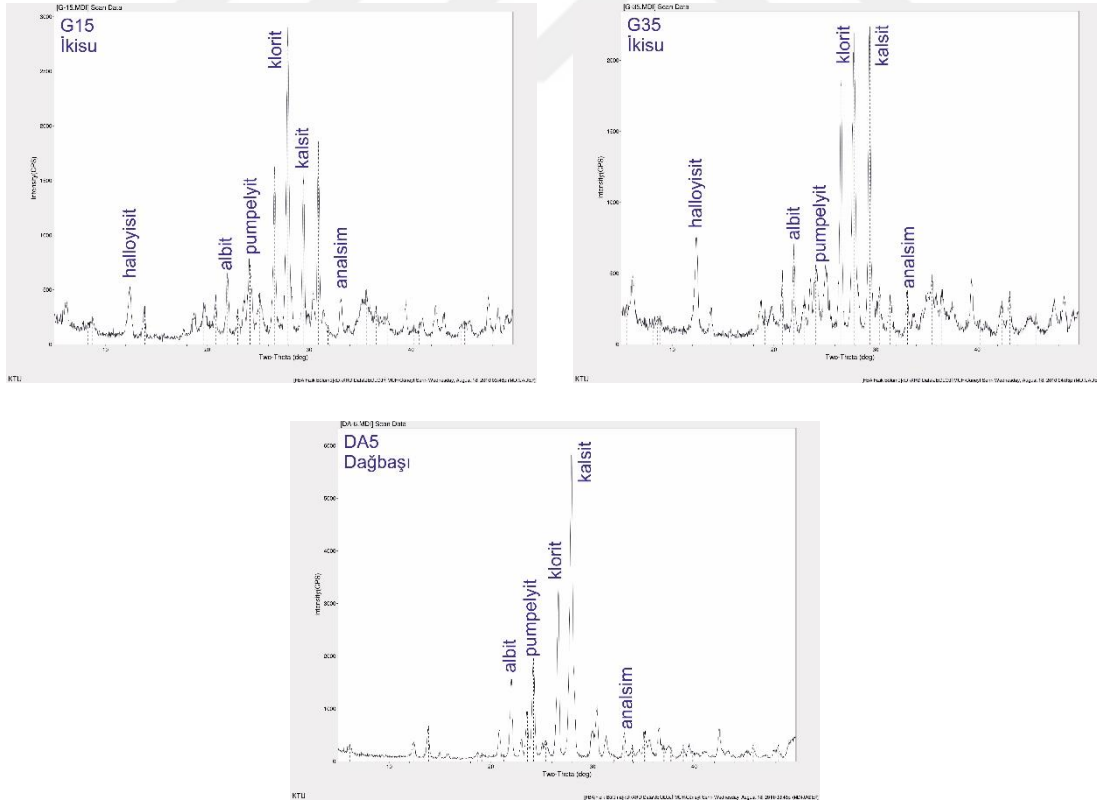
Şekil 4.20. Liou vd. (1987) tarafından bazaltik kayaçlar için deneysel çalışmalar ve termodinamik veriler kullanılarak hazırlanmış T-P diyagramı. Gri alanda görülen reaksiyonlar sonucu oluşmuş fazların bazıları incelenen kesitlerde gözlenmiştir. Diyagramda rakamlarla gösterilen reaksiyon eğrileri;

(1) $St=Lm+H_2O$ ,	(2) $Anl+Kv=Ab+H_2O$ ,
(3) $Lm+Prh=Kz+Kv+H_2O$ ,	(4) $Lm+Kv=Yu$ ,
(5) $Yu=Vr+Kv+H_2O$ ,	(6) $Vr=An+Kv+H_2O$ ,
(7) $Prh=Kz+Gr+Kv+H_2O$ ,	(8) $Prh+Kl+Kv=Kz+Tr+H_2O$ ,
(9) $Lm=Vr+H_2O$ ,	(10) $Lm+Pm=Kz+Kl+Kv+H_2O$ ,
(11) $Lm+Prh = Kz+Kv+H_2O$	

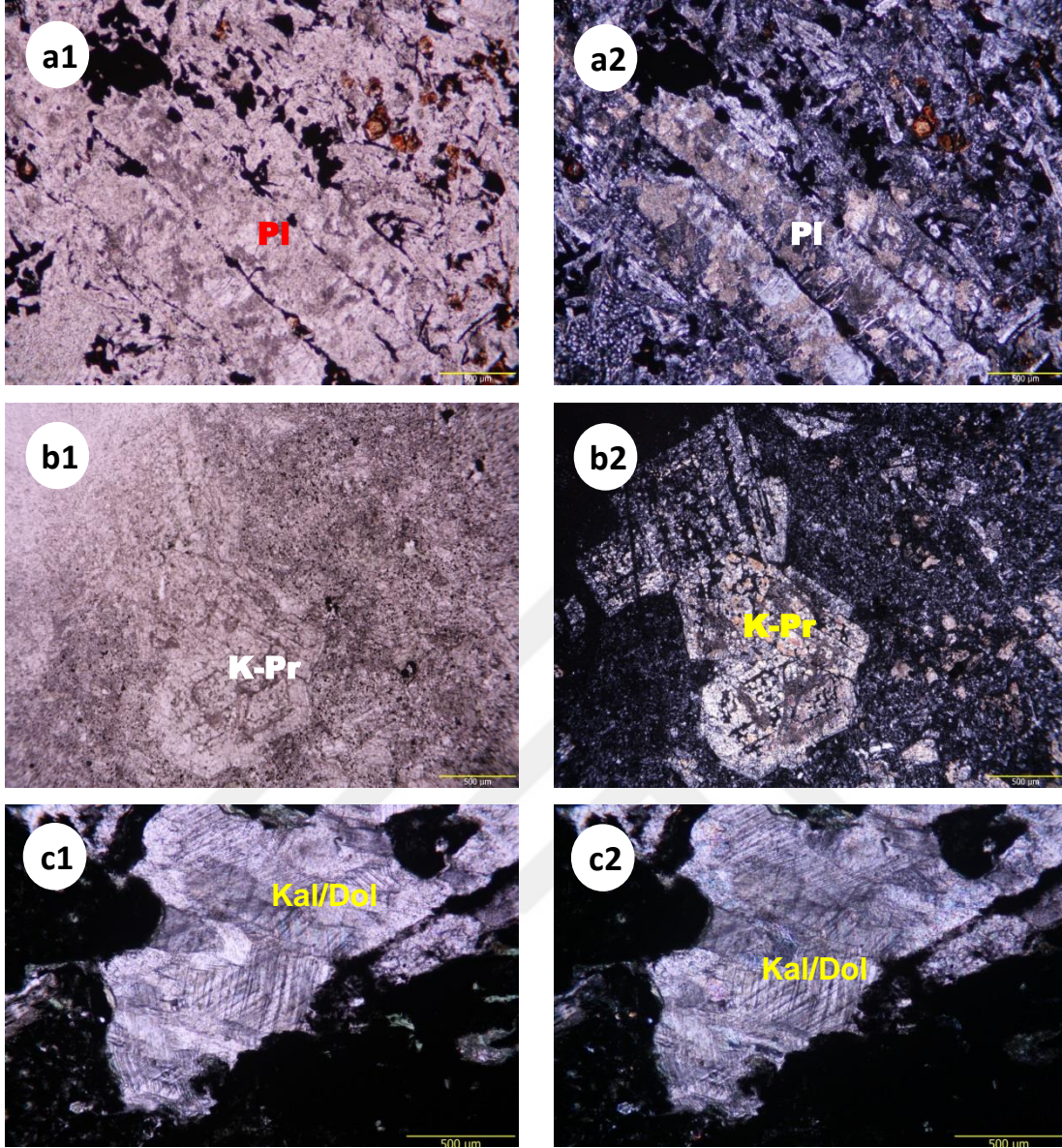
İncelenen kayaçların mikroskobik incelemelerinde, söz konusu kil minerallerinin ve zeolit minerallerinin hiç biri gözlenememiş (tanımlanamamış), ancak XRD çalışmaları

sırasında kil minerallerinden halloyisit, zeolit minerallerinden analsim, laumontit, şabazit gibi Ca ve Na'ca zengin zeolitler tespit edilmiştir (Şekil 4.21).

Denizsu alterasyonu ile rekristalize olmaya başlayan volkanitler Üst Jura'dan itibaren gömülmeye başlayınca, yavaşça artan sıcaklık ve basınç altında ikincil mineraller içerisinde dönüşümler başlar. Üzerlerine gelen tortuların kalınlığının artmasıyla deniz suyu ile daha az etkileşmesi, volkanitlerde deniz suyunun oksitleyici etkisinin azalmasına neden olur (Alt ve Teagle, 2003). Sıcaklığın 100°C'lerin hemen üzerine ve basıncın birkaç 100 barın üzerine çıktığı bu dönem metamorfik anlamda zeolit fasiyesine karşılık gelir. Deniz suyu alterasyonu ile oluşan kil mineralleri karışık tabakalı simektit-klorit ve klorite dönüşürken daha yüksek sıcaklık ve basınç koşullarına dayanıklı zeolitler oluşur. Bu fasiyesin yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında prehnit, pumpellyit gibi Ca'ca zengin mineraller oluşmaya başlar (Liou vd, 1987). Bu dönemde Ca'ca zengin plajiyoklaslar Na'ca zengin plajiyoklaslara dönüşmeye devam ederler (Şekil 4.22a). Piroksenler dilinimlerinden itibaren ayrışmaya başlar (Şekil 4.22b). Kalsit ve dolomit düşük sıcaklıklardan itibaren bu minerallere eşlik eder (Şekil 4.22c).



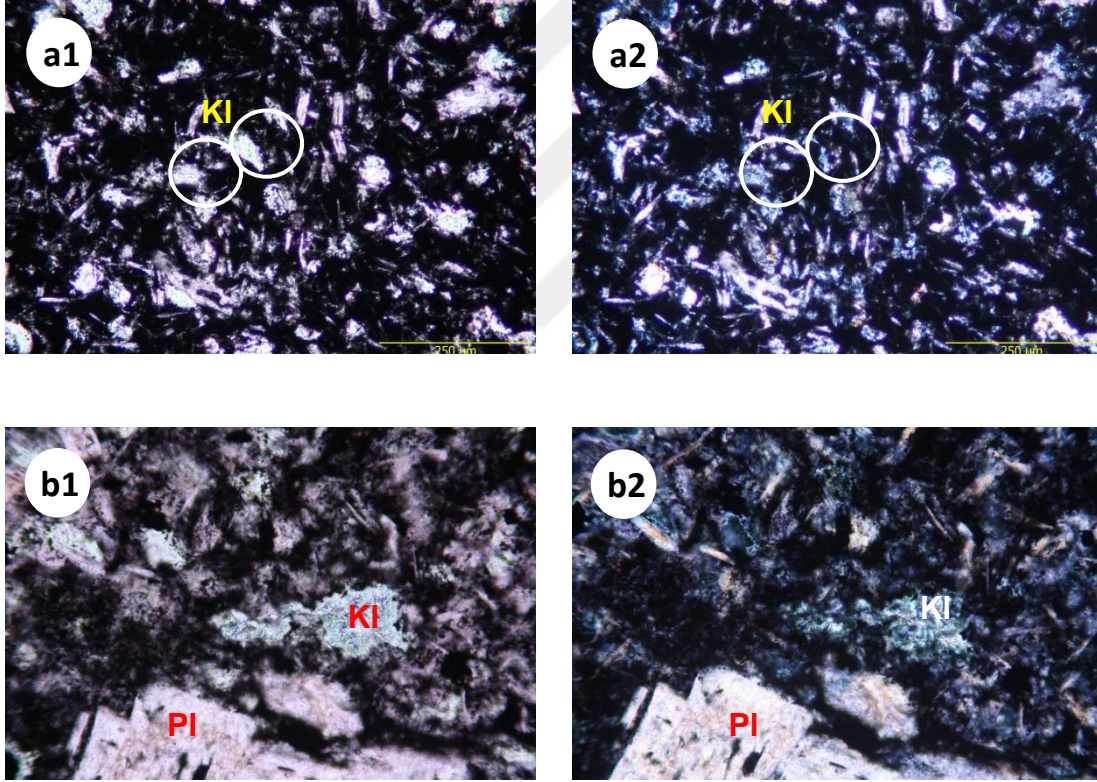
Şekil 4.21. G15, G35 ve DA6 örneklerinin difraktomları



Şekil 4.22. Mikroskopik olarak incelenen örnekler içerisindeki (a) altere plajiyoklas (Pl) kristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No:G16); (b) dilinimlerinden itibaren altere olmaya başlamış klinopiroksen (K-pr) kristallerinin tek (b1) ve çapraz (b2) nikol (Örnek No:D2) ve (c) boşluk ve damarlarda oluşmuş kalsit/dolomit (Kal/Dol) kristallerinin tek (c1) ve çapraz (c2) nikol (Örnek No:G35)

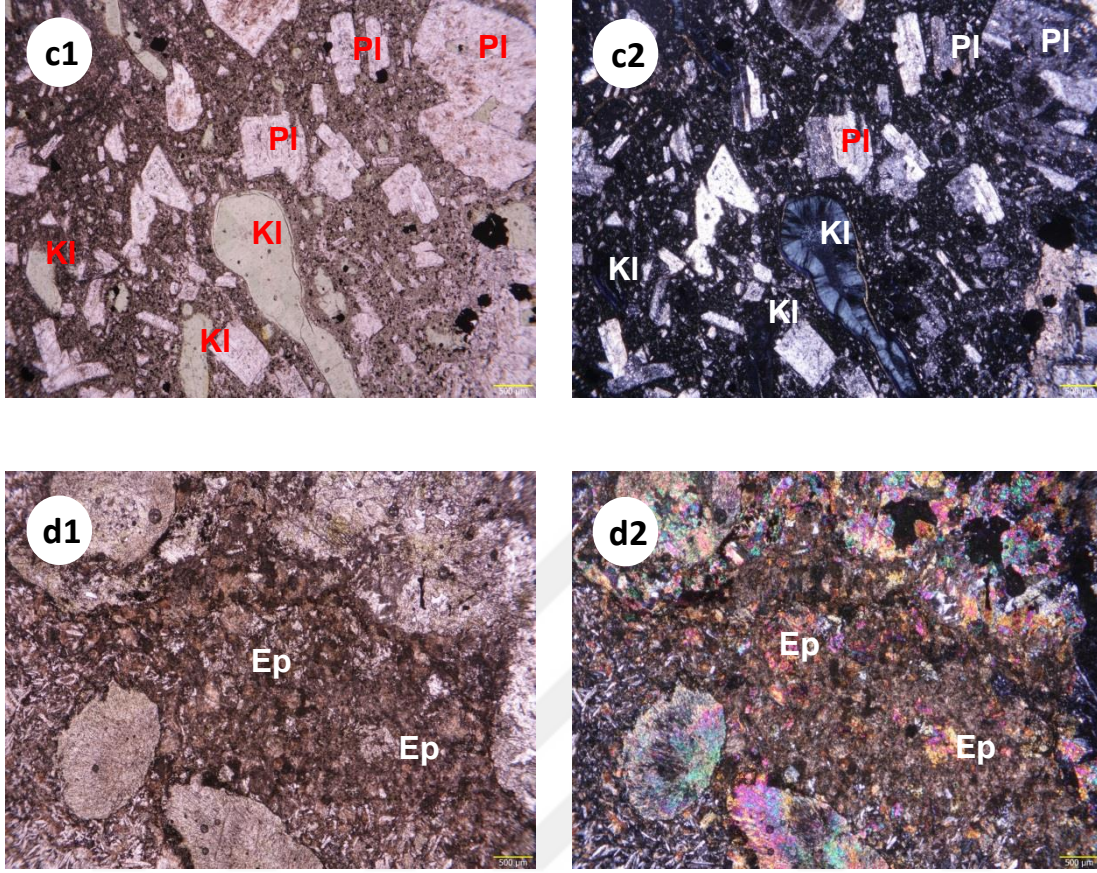
Bazık volkanik kayalarda kuvars-analsim, kuvars-höylandit, kuvars-laumontit minerallerinin varlığı ile tanımlanan zeolit fasiyesinin diğer mineralleri stilbit, varyeykit, mordiyerit, tomsonit, natrolit, şabazit gibi zeolit mineralleridir (Raymond, 1995). Smektit-klorit, prehnit, pumpelleyit bu fasiyesin yüksek sıcaklık sınırlarında bulunabilir (Yardley, 1989). 180°C'nin üzerinde analsim+kuvars albiti oluştururken höylanditler

laumontit+kuvarsa parçalanır (Şekil 4.20, Liou vd., 1987). Sıcaklığın 200°C'nin üzerine çıkmasıyla birlikte zeolit fasiyesi mineralleri yavaş yavaş yerini klorit, ikincil kuvars, albit, pumpelleyit, prehnit, stilpnomelan ve sfenden oluşan bir mineral parajenezine bırakır (Prehnit-pumpelleyit fasiyesi, Raymond, 1995). Mikroskopik olarak incelenen örnekler içerisinde ikincil silis mineralleri, ortoklas, albit, kalsit/dolomit, klorit, epidot, prehnit (çok az miktarda), pumpelleyit, ikincil titanit minerallerine rastlanmıştır (Şekil 4.23 ve Şekil 4.24). İncelenen kayalarda zeolit fasiyesi minerallerine fazla rastlanmaması, prehnit-pumpelleyit fasiyesi minerallerinin bolca bulunması bu kayaların en son, prehnit-pumpelleyit fasiyesinde dengeye ulaştıklarını ve bu fasiyeste yüzeyleme verdiklerini göstermektedir.

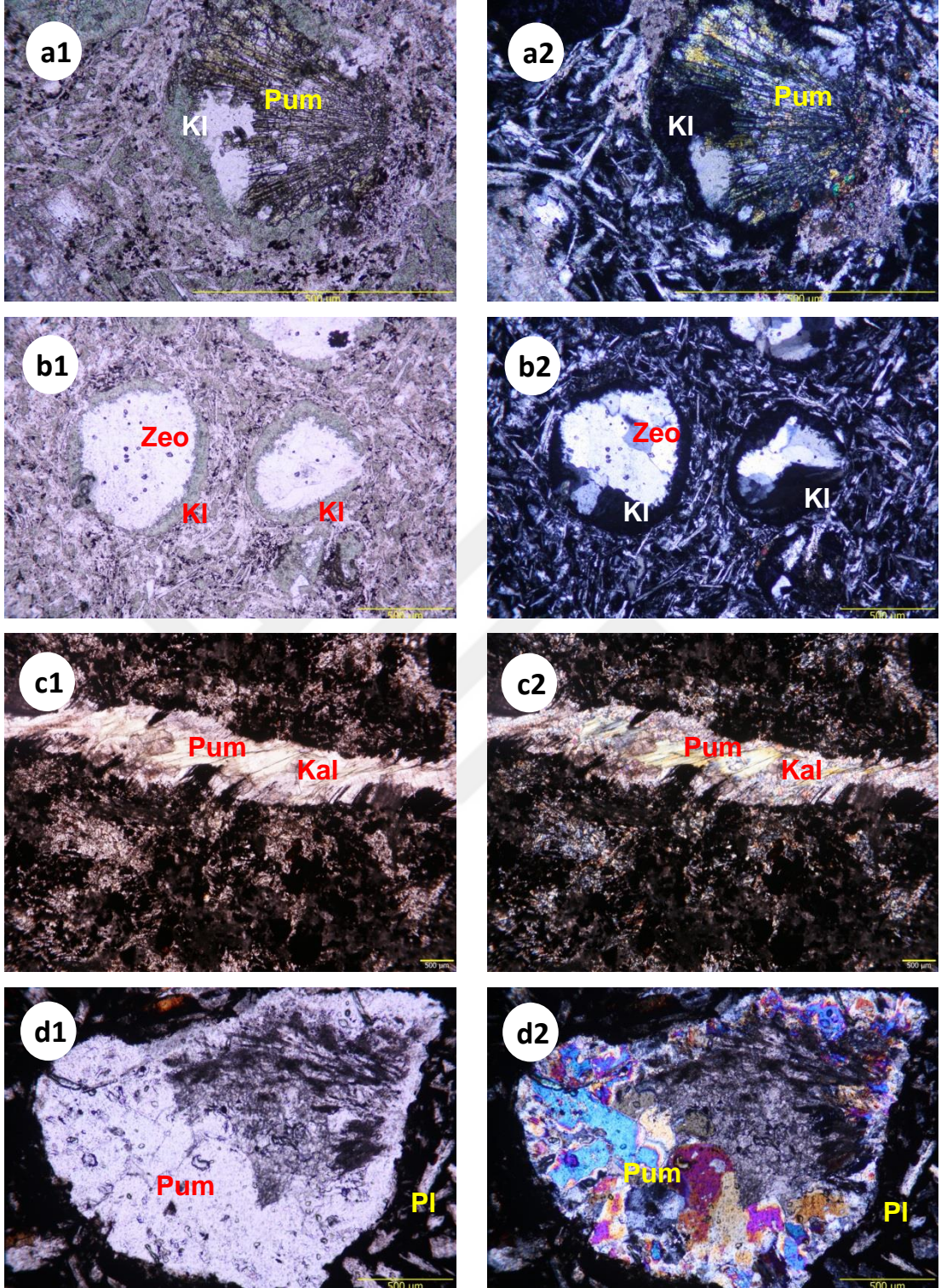


Şekil 4.23. Mikroskopik olarak incelenen örnekler içerisindeki (a ve b) hamurun alterasyonu sonucu oluşmuş klorit (Kl) kristallerinin tek (a1 ve b1) ve çapraz (a2 ve b2) nikel (Örnek No:G35 ve G34); (c) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş klorit kristallerinin tek (c1) ve çapraz (c2) nikel (Örnek No:DA8); (d) hamurun alterasyonu sonucu oluşmuş epidot (Ep) kristallerinin tek (d1) ve çapraz (d2) nikel (Örnek No:DA4) görüntüleri

Şekil 4.23'ün devamı

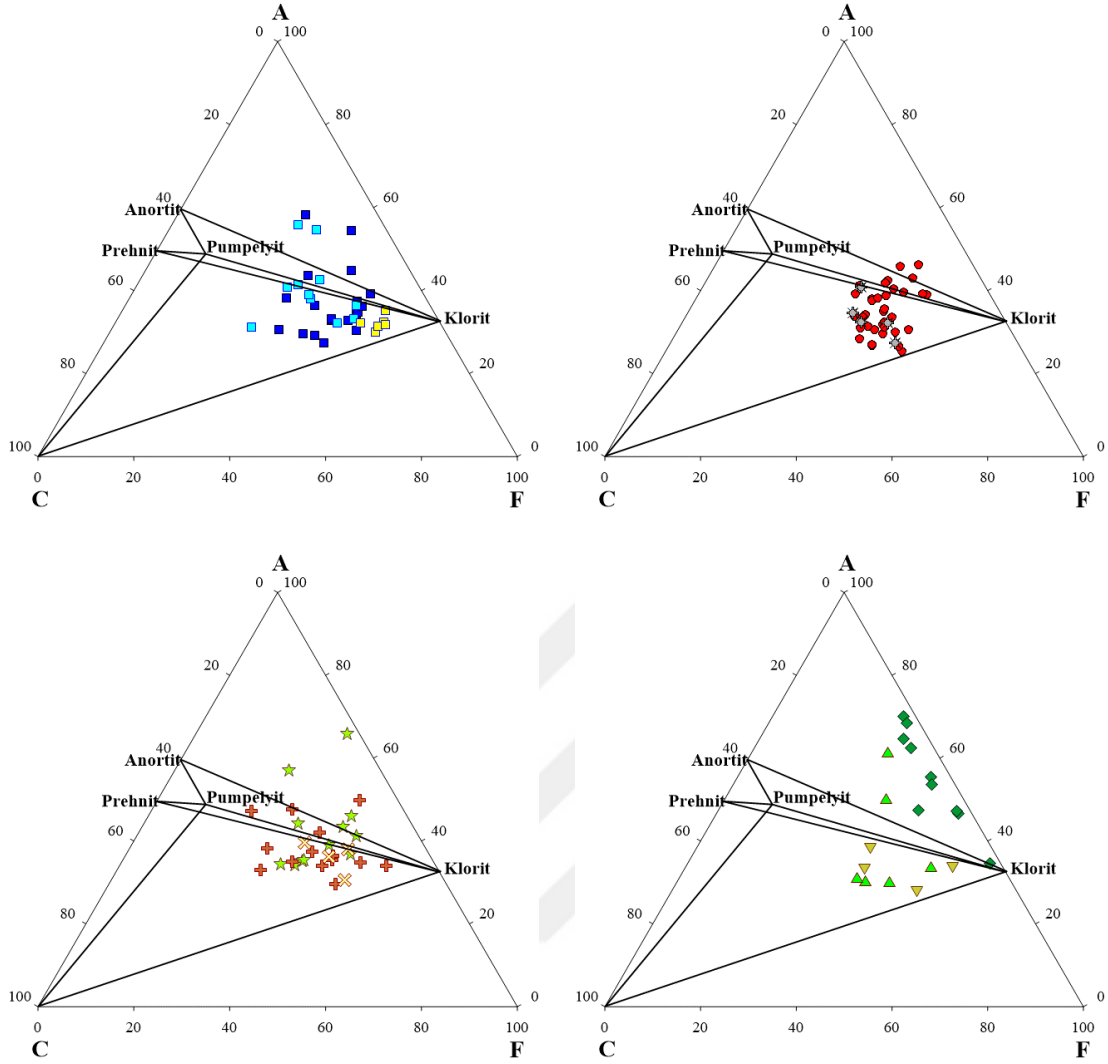


Volkanitlerden itibaren yapılan tüm kayaç analizleri Eskola (1915) ve Winkler (1976) tarafından önerilen ve Spear (1993) tarafından revize edilen prehnit-pumpelleyit fasiyesini temsil eden mineral parajenezine göre oluşturulmuş ACF diyagramlarına düşürüldüğünde (Şekil 4.25) Dağbaşı-Akarsu-Zigana örneklerinin büyük bir çoğunluğu kalsit-pumpelleyit-klorit, kalsit-anortit-klorit alanları içerisinde yer almaktadır. Benzer şekilde İkişu-Mescitli, Pekün-Gülaçar-Kazantaş lokasyonlarına ait örneklerin büyük bir kısmı da aynı alanlarda yer alır. Söz konusu mineral parajenezi mikroskop altında tayin edilen parajenezle aynıdır. Sırakonaklar-Karakale lokasyonlarına ait örneklerin büyük bir kısmı diğer lokasyonlardaki örnekler gibi kalsit-pumpelleyit-klorit, kalsit-anortit-klorit alanlarında yer alırken İşhan örneklerinin tamamı anortit-profillit-klorit alanında yer alır.



Şekil 4.24. Mikroskopik olarak incelenen örnekler içerisindeki (a) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş klorit (Kl), pumpelleyit (Pum) kristallerinin tek (a1) ve çapraz (a2) nikol (Örnek No:DA1); (b) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş klorit, zeolit (Zeo) kristallerinin tek (b1) ve çapraz (b2) nikol (Örnek No:DA1); (c) damar dolgusu olarak kristallenmiş pumpelleyit, kalsit kristallerinin tek (c1) ve çapraz (c2) nikol (Örnek No:G18A); (d) boşluk dolgusu olarak kristallenmiş pumpelleyit kristallerinin tek (d1) ve çapraz (d2) nikol (Örnek No:G23) görüntüleri





Şekil 4.25. İncelenen volkanitlerin tüm kayaç analizlerinden itibaren hesaplanan ACF (A:  $Al_2O_3$ , C: CaO, F: FeO+MgO) değerlerinin Spear (1993) tarafından prehnit-pumpellyit fasiyesi kayaçları için oluşturulan ACF diyagramlarındaki konumları (Semboller Şekil 3.48'deki gibidir)

#### 4.7.1. Klorit Jeotermometresi

Volkanitlerin alterasyonu sonucu oluşan ikincil minerallerden biri olan kloritlerin kimyasal bileşimlerinden itibaren tetrahedral odacıktaki Al kullanılarak jeotermometre geliştirilmiştir. Cathelineau (1988) tarafından oluşturulan (Formül 4.16) ve Jowett (1991) tarafından geliştirilen (Formül 4.17) klorit jeotermometrelerinden hesaplanan sıcaklık değerleri, Tablo 4.5'te verilmiştir. Sıcaklıklar, Dağbaşı lokasyonunda 275°C-349°C arasında, Akarsu lokasyonunda 259°C-288°C arasında, Zigana lokasyonunda 313°C, İkisu

lokasyonunda 191°C-356°C arasında, Gülaçar lokasyonunda 152°C-167°C arasında, Kazantaş lokasyonunda 159°C-168°C arasında ve Sırakonaklar lokasyonunda 249°C-276°C arasında hesaplanmıştır.

$$T = -61.92 + 321.98 * Al^{IV} \quad (4.16)$$

$$T = 319 * Al^{IV}_c - 69 \quad (4.17)$$

$$Al^{IV}_c = Al^{IV} + 0.1 * (Fe / (Fe + Mg))$$

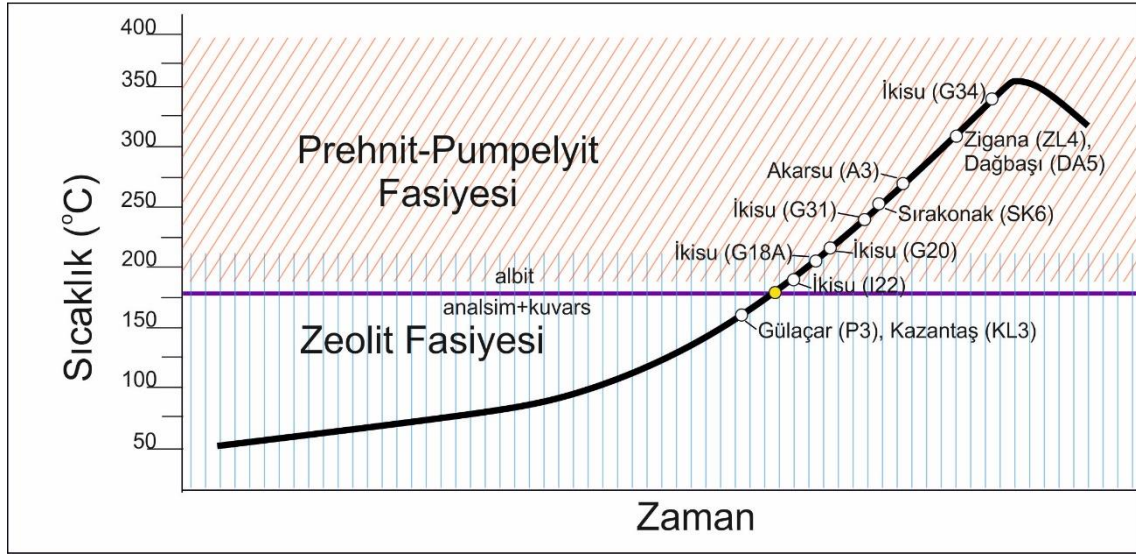
Tablo 4.5. Cathelineau (1988) ve Jowett'e (1991) göre hesaplanmış klorit sıcaklıkları

Lokasyon/Örnek No	Örnek Sayısı	Ortalama Sıcaklık (°C)	
		Cathelineau (1988)	Jowett (1991)
Dağbaşı (DA-5)	5	315±30	316±29
Akarsu (A-3)	2	273±21	274±21
Zigana (ZL-4)	1	313	313
İkisu (G18A)	2	205±5	199±5
İkisu (G20)	3	217±10	212±10
İkisu (G31)	3	240±7	234±7
İkisu (G34)	6	341±14	339±14
İkisu (I22)	1	191	186
Gülaçar (P3)	3	161±8	162±8
Kazantaş (KL-3)	2	164±7	166±7
Sırakonaklar (SK6)	4	258±12	259±12

Normal jeotermal gradyan altında (3°C/100m) yaklaşık 5km derinlikte sıcaklığın 150°C olması beklenir. İncelenen volkanitlerde bulunan kloritlerin kimyasal bileşimlerinden itibaren minimum 160°C, maksimum da 340°C sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Üst Kretase ve Eosen plütönizmasının etkin olmadığı Gümüşhane'nin güney kısımlarında (Pekün, Gülaçar, Kazantaş gibi) sıcaklıklar minimum değerler olan 160-170°C'dir. Buradan alınan örnekler üst zeolit fasiyesi ile alt prehnit-pumpellyit fasiyesi geçişini gösteren mineral parajenezine sahiptir (Şekil 4.26).

Klorit jeotermometresinin 200°C'nin üzerinde sıcaklıklar gösterdiği lokasyonların tamamında Üst Kretase ve/veya Eosen plütönik kayalar bulunmaktadır. Örneğin maksimum sıcaklığın bulunduğu İkisu G34 yastık bazaltlarının yaklaşık 500 m uzağında

Geç Kretase yaşlı Torul Granitoyidi bulunur. Söz konusu örneğin (yastık bazalt) çok yakınından alınan bir örnekten itibaren yaptırılan tüm kayaç Ar-Ar yaşlandırma metoduyla 75 My yaş bulunmuştur. Bulunan bu yaş Torul Granitoyidi'nin yaşıyla hemen hemen aynıdır. Dolayısıyla granitin yerleşimi sırasında oluşan sıcaklığın, analizi yapılan örnekteki Ar-Ar sistemini resetlediği düşünülmektedir (Ek Tablo 13'te söz konusu Ar-Ar yaş verisine ilişkin belgeler sunulmuştur). Dolayısıyla, söz konusu lokasyonda bulunan volkanitler G34 örneğinde klorit jeotermometresi ile hesaplanan sıcaklıktan ( $\approx 340^{\circ}\text{C}$ ) daha fazla ısıtılmış olmalıdır.



Şekil 4.26. İncelenen volkanitlerdeki klorit minerallerinden itibaren hesaplanmış sıcaklık değerleri

#### 4.7.2. Alterasyon Modeli

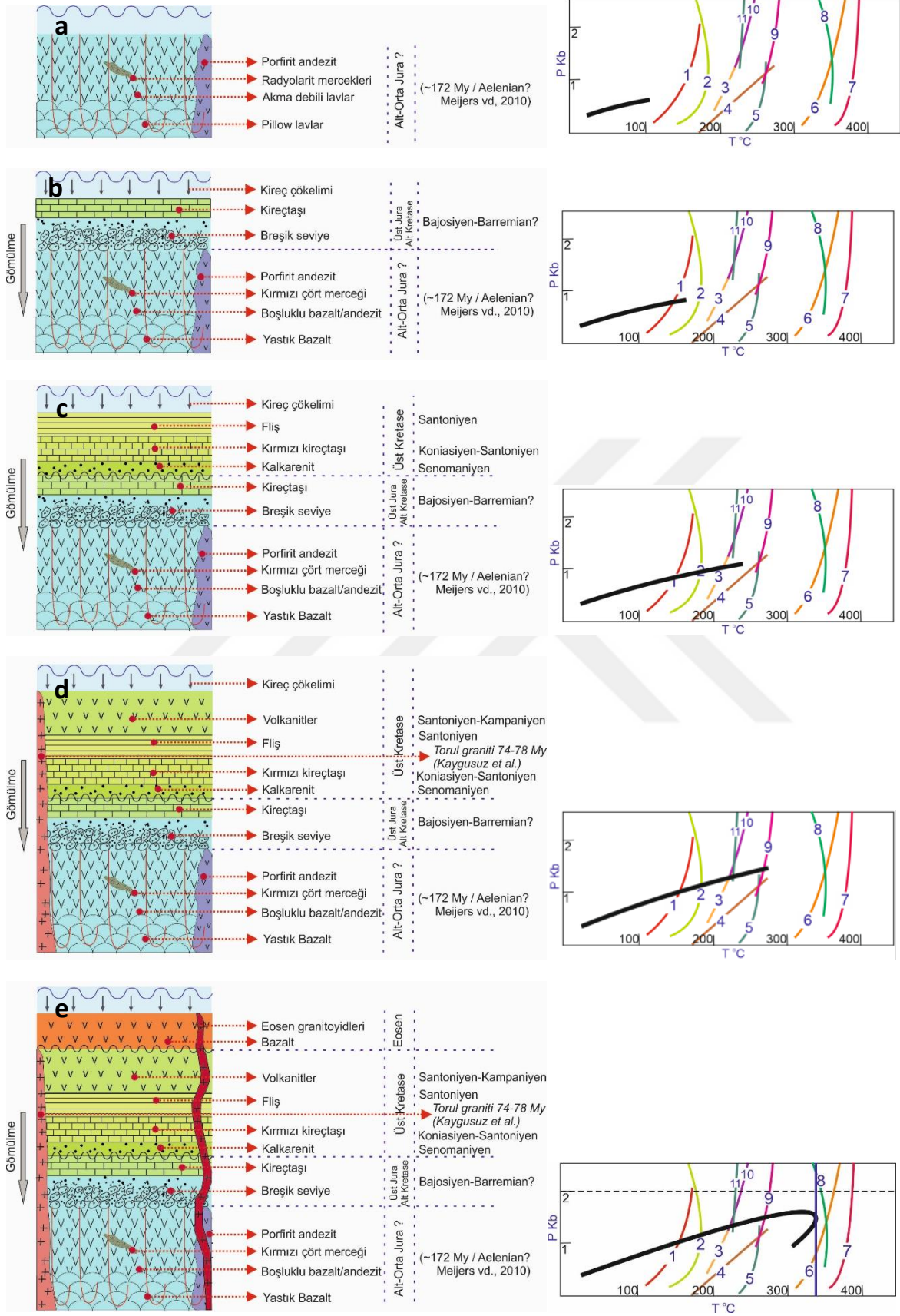
Jura volkanitlerinin alterasyonu Şekil 4.27a-e'de modellenmiştir. Şekil 4.27a'da deniz altına çıkan volkanik kayaçlar (muhtemelen Toarsiyen-Titoniye yaş aralığında, Meijers vd.ne, 2010 göre) deniz suyu alterasyonu ve buna eşlik eden hidrotermal alterasyona maruz kalmıştır. Bu döneme ait mineralojik kayıtlar volkanik kayaçlardan büyük ölçüde silinmiştir. Özellikle olivin, plajiyoklas ve Fe-Ti oksit kristalleri bu dönemde bozuşmaya başlamışlardır. Camsı ve kristalen hamurda kil mineralleri ve düşük sıcaklık zeolit mineralleri oluşmuş olmalıdır. Daha sonraki evrelerde de görülecek olan karbonat

mineralleri (kalsit, dolomit) kayaçların çatlaklarında ve gaz boşluklarında oluşmaya başlar. Sıcaklık 100°C'nin ve basınç birkaç yüz bar civarında olmalıdır.

Volkanik kayaçlar Bajosiyen-Barremiyen (?) döneminden sonra Berdiga Kireçtaşları altında gömülür (Şekil 4.27b). Sıcaklık ve basınç volkanik kayaçların üzerlerine gelen tortuların kalınlığıyla artar. Mineralojik olarak, kayaçların hamurunda görülen kil minerallerinin yerini simektit-klorit ve klorit alırken, daha yüksek sıcaklık-basınç zeolit ve ikincil kuvars mineralleri oluşmaya, plajiyoklaslar Na'ca zenginleşmeye, Fe-Ti oksitler yeni  $fO_2$ 'nin yüksek olduğu koşullarda yeniden dengeye ulaşmaya başlar.

Üst Kretase, muhtemelen volkanik kayaçların zeolit fasiyesinden prehnit-pumpelleyit fasiyesine geçiş yaptığı dönemdir. Analsim+kuvars= albit reaksiyonu (180°C'nin üzeri) gerçekleşmiştir (Şekil 4.10). Prehnit-pumpelleyit, epidot gibi Ca'lu alümino silikatlar oluşmaya başlar. Üst Kretase plütonlarının da etkisiyle sıcaklık 200°C'nin üzerine çıkmıştır ve basınç Üst Kretase tortul kayaçlarının birikimi ile 1 kbar civarına ulaşmıştır (Şekil 4.27c ve d).

Doğu Pontidler'de Eosen dönemi yoğun bir volkanizma/plütonizma ile karakteristiktir. Kalınlığı birkaç yüz metreden daha fazla olan Eosen volkanitleri ve piroklastitleri kendinden önce oluşmuş formasyonları örter. Jura volkanitleri artık, neredeyse 4-5 km kalınlığa ulaşan bir istifin altında gömülüdür. Eosen plütonizmasının da etkisiyle volkanitleri etkileyen sıcaklık maksimuma ulaşmıştır. Yer yer sıcaklık 300°C'nin üzerine çıkmış ve basınç 1 kbar'ın üzerinde maksimuma ulaşmıştır. Ancak sıcaklık ve basınç Şekil 4.27e'de 8 numaralı reaksiyon eğrisi ile gösterilen  $Pr+Kl+Kv=Kz+Tr+H_2O$  reaksiyonu oluşturacak seviyeye ulaşamamıştır. Yani incelenen volkanitlerde, ikincil tremolit bileşimli reaksiyon amfibollerine rastlanmamıştır. Eosen sonrası hızlı yükselme ve aşınma ile Jura volkanitleri prehnit-pumpelleyit fasiyesi mineralojik parajenezini gösterecek şekilde yüzeylenmiştir.



Şekil 4.27. Çalışma alanındaki Jura volkanitlerinin alterasyonunu gösteren model

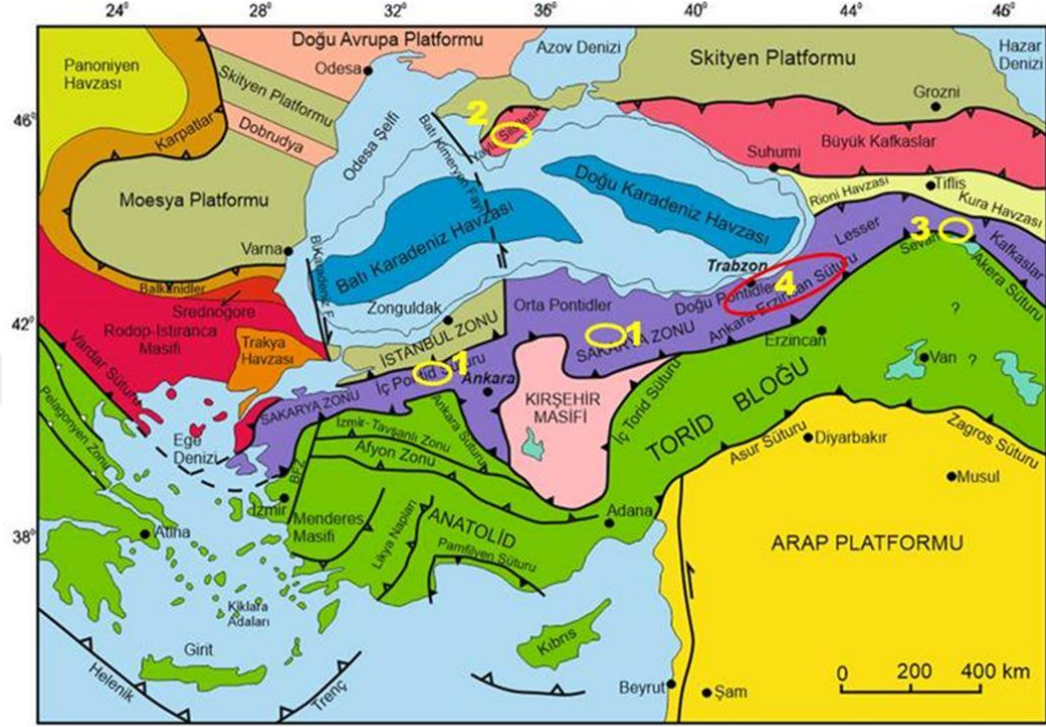
Yukarıdaki modelde Jura paleotopoğrafyasının etkisi göz önüne alınmamıştır. Ancak Jura havzalarında çalışmış bir çok yazarın ortaya koymuş olduğu gibi, Erken-Orta Jura ekstansiyonel bir rejiminin hakim olduğu döneme karşılık gelir (Görür vd., 1983; Bektaş, 1986; Kandemir, 2004). Jura volkanitleri ekstansiyonel bir rejim altında yitimle ilişkili oluşmuştur. Volkanizmanın ürünleri muhtemelen ekstansiyonel rejimin sonucu oluşan derin fay düzlemlerini takiben yüzeye ulaşmışlar ve bir kısım volkanik kayaç ve piroklastitleri tortularla dolmaya başlayan fay çukurluklarında tortulara eşlik etmiştir. Gümüşhane lokasyonunda tortu kalınlığı 2500 m'ye ulaşan fay çukurlarının varlığı (Kandemir, 2004), Jura volkanitlerinin gömülme derinliğinin, yukarıdaki modelden daha fazla olduğunu gösterir. Dolayısıyla bazı lokasyonlarda bulunan 200°C'nin hemen üzerindeki sıcaklıkların sebebi granitoyidik sokulumlardan ziyade jeotermal gradyan da olabilir (normal jeotermal gradyan altında yaklaşık 7000 m derinlikteki sıcaklık 210°C civarındadır). Yıldız vd. (2017) Pontidler'in Kuzey Zon'unda Trabzon-Düzköy civarında yüzeylenen Berdiga Kireçtaşları içerisindeki yer değişim dolomitlerinin 180°C'lere varan sıcaklıklar gösterdiğini rapor etmiştir. Dolayısıyla klorit jeotermometresi kullanılarak çalışılan volkanitlerden elde edilen 200°C civarındaki sıcaklıkların makul olduğu söylenebilir.

#### **4.8. Doğu Pontidler'de Yüzeyleyen Jura Volkanizmasının Sakarya Zonu Boyunca Yüzeyleyen Jura Volkanizmaları ile Karşılaştırılması**

Sakarya Zonu boyunca ve devamında Gürcistan ve Ermenistan'da Jura volkanizmasının varlığı birçok çalışmacı tarafından rapor edilmiştir. Ancak bu volkanitler ayrıntılı olarak çok az çalışmaya konu olmuştur. Lokasyonları Şekil 4.28'de verilen Genç ve Tüysüz'ün (2010) Orta ve Batı Pontidler'deki (1), Meijers vd.nin (2010) Kırım Yarımadası'nın güneyindeki (2), Mederer vd.nin (2013) Ermenistan'ın Kapan Zonu bölgesindeki (3) çalışmaları bunlardan birkaç tanesidir. Bu çalışmadan (4) elde edilen sonuçlar yukarıda adı geçen Sakarya Zonu'nun farklı lokasyonlarından elde edilen sonuçlarla Tablo 4.6'da karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.6'da verildiği gibi Sakarya Zonu boyunca oluşmuş olan Jura volkanizması bazalttan riyolite kadar geniş bir spektrumda volkanik kayaç üretmiştir. Birkaç lokasyon hariç (Kırım gibi) Jura volkanitleri radyometrik olarak yaşlandırılmamıştır. Jeokimyasal karakterleri toleyitik kalk-alkalen geçişlidir. İz element yönsemeleri tipik yay ve/veya yay

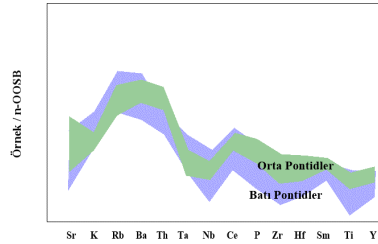
gerisi havzalarda oluşan volkanik kayaların göstermiş olduğu yönsemelere benzemektedir. Benzer şekilde  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$  izotop oranları günümüz volkanik ve kıtasal yay volkanitlerine benzerdir.



Şekil 4.28. Sakarya Zonunun (1) Genç ve Tüysüz'ün (2010) Orta ve Batı Pontidler'de, (2) Meijers vd.nin (2010) Kırım Yarımadası'nın güneyinde, (3) Mederer vd.nin (2013) Ermenistan'ın Kapan Zonu bölgesinde Jura volkanitleri üzerinde çalışma yaptıkları lokasyonlar (Türkiye'nin ve çevresinin tektonik birliklerini gösteren harita Okay ve Tüysüz'den (1999) alınmıştır)

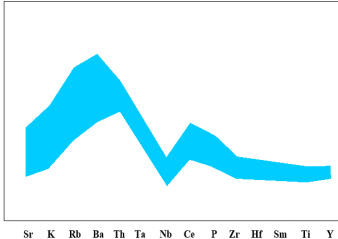
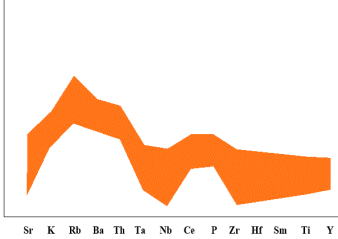
Tablo 4.6. Doğu Pontidler (Trabzon - Gümüşhane - Erzurum - Artvin) ile Sakarya Zonunun (1) Genç ve Tüysüz'ün (2010) Orta ve Batı Pontidler'de, (2) Meijers vd.'nin (2010) Kırım Yarımadası'nın güneyinde, (3), Mederer vd.nin (2013) Ermenistan'ın Kapan Zonu bölgesinde Jura volkanitleri üzerinde yaptıkları çalışmaların karşılaştırılması

LOKASYON	LİTOLOJİ	YAŞ	JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER	İZOTOP ÖZELLİKLERİ	TANIMLAMA
<p>(1)-Orta Pontidler (Amasya-Niksar)</p> <p>-Batı Pontidler (Bolu-Mudurnu-Göynük)</p> <p><i>“Tectonic setting of the Jurassic bimodal magmatism in the Sakarya Zone (Central and Western Pontides), Northern Turkey: A geochemical and isotopic approach” Genç ve Tüysüz, 2010</i></p>	<p>-Orta Pontidler: Volkanik kayalar (bazalt-dasit)</p> <p>-Batı Pontidler: Volkanik Kayalar (bazalttan andezite kadar) Mafik hipabasal kayalar (bazalttan andezite kadar) Felsik hipabasal kayalar (dasit-riyolit)</p>	Radyometrik yaş verisi yok	<p>-Orta Pontidler: SiO<sub>2</sub> (%): 46.95 - 69.57 Mg#: 37.4 - 49.85 AUK: 3.4 - 9.10 Ti/Zr: 43.19 - 142.77 Al/Sc:3389 - 4806 P/Nd: 35.07 - 79.04 (La/Lu)<sub>N</sub>: 1.49 - 4.06</p> <p>-Batı Pontidler (sadece volkanik kayalar) SiO<sub>2</sub>: 47.28 - 53.90 Mg#: 38.10 - 58-50 AUK: 3 - 8.50 Ti/Zr: 10.80 - 278.41 Al/Sc: 1992 - 45302 P/Nd: 12.96 - 100.27 (La/Lu)<sub>N</sub>: 1.34 - 13.76</p>	<p>-Orta Pontidler: <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr: 0.704022 <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd: 0.512524 εNd<sub>(185)</sub>: 2.41</p> <p>-Batı Pontidler: <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr: 0.704843 - 0.705685 <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd: 0.512690 - 0.512765 εNd<sub>(185)</sub>: 1.60 - 3.30</p>	<p>Genç ve Tüysüz Batı ve Orta Pontidler'de yüzeylenen Jura yaşlı volkanik kayaları yitim afinitesi gösteren toleyitik-kalkalkalen geçişli volkanitler olarak tanımlamıştır. Ayrıca yazarlar bu kayaların ekstansiyonel rejim altında yay içi ve yay gerisi havzalarda oluşan magmatik serilere benzediğini ifade etmişlerdir.</p>

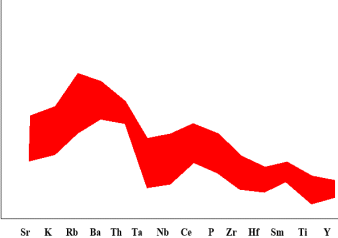




Tablo 4.6'nın devamı

LOKASYON	LİTOLOJİ	YAŞ	JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER	İZOTOP ÖZELLİKLERİ	TANIMLAMA
<p>(2) Kırım yarımadası: Simferopol ve Karadağ</p> <p><i>“Jurassic arc volcanism on Crimea (Ukraine): Implications for the paleo-subduction zone configuration of the Black Sea region” Meijers vd. 2010.”</i></p>	<p>Volkanik kayalar (bazalt-andezit-trakit ve riyolit)</p>	<p>Simferopol: 175-158 My (Oksfordiyen-Aaleniyen)</p> <p>Karadağ: 150-140 My (Berriasiyen-Kimmeriyen)</p> <p>(yaş analizleri tüm kayac örnekleri üzerinden Ar-Ar yöntemi kullanılarak bulunmuştur)</p>	<p>SiO<sub>2</sub>(%): 46.97 - 71.88 Mg#: 17.31 - 66.65 AUK: 1.40 - 13.16 Ti/Zr: 25.69 - 130.24 Al/Sc: 2378 - 9108 P/Nd: 31.50 - 75.90</p> 	<p>İzotop verisi yok</p>	<p>Meijers vd. Kırım Yarımadası'nda yüzeylenen Jura yaşlı toleyitik karakterli volkanitleri yay volkanizmasının ürünleri olarak nitelendirmiş, yay gerisi riftleşme ile ilişkili olabileceklerine işaret etmiştir.</p>
<p>(3) Ermenistan Kapan Zon</p> <p><i>“Middle Jurassic to Cenozoic evolution of arc magmatism during Neotethys subduction and arc-continent collision in the Kapan Zone, southern Armenia” Mederer vd., 2013</i></p>	<p>Orta Jura volkanitleri (bazalttan dasite kadar)</p>	<p>165.6±1.40 my (Kalloviyen)</p> <p>(volkanitlere eşlik eden tonalitten seçilmiş zirkonlarda yapılan <sup>238</sup>U/<sup>206</sup>Pb yaşı)</p>	<p>SiO<sub>2</sub>(%): 50.33 - 75.40 TiO<sub>2</sub>: 0.35 - 1.65 Mg#: 18.41 - 48.10 AUK: 1.78 - 6.70 Ti/Zr: 18.90 - 327.34 Al/Sc: 1767 - 8405 P/Nd: 29.95 - 89.53 (La/Lu)<sub>N</sub>: 1.04 - 2.51</p> 	<p><sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>(i)</sub>: 0.703723 - 0.705245 <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd<sub>(i)</sub>: 0.512570 - 0.512720 εNd<sub>(165)</sub>: 2.9 - 5.2 <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb<sub>(i)</sub>: 18.203 - 18.583 <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb<sub>(i)</sub>: 15.568 - 15.655 <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb<sub>(i)</sub>: 38.052 - 38.298</p>	<p>Mederer vd. Güney Ermenistan'daki Kapan Zonu'nda yüzeylenen toleyitik-kalkalkalen geçişli volkanik kayaların karakteristik olarak volkanik ada yayı ve/veya kıtasal yay ortamlarında oluşan volkanik kayalarla benzer özelliklerde olduğunu belirtmişlerdir.</p>

Tablo 4.6'nın devamı

LOKASYON	LİTOLOJİ	YAŞ	JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER	İZOTOP ÖZELLİKLERİ	TANIMLAMA
(4) Doğu Pontidler: Trabzon - Gümüşhane - Erzurum - Artvin	Volkanik kayaçlar (bazalttan riyolite kadar, ayrıca bu kayaçları kesen hipabisal mafik kayaçlar)	Bu çalışmada radyometrik yaş verisi bulunmamakla beraber bölgede yüzeyleyen gabrolardan Yusufeli'nde 177 ila 184 My, Oltu'da 185 ±4 my,  Gümüşhane'de 172.5±3.5 My ve Kop Dağı'nda 176-181 My zirkon U-Pb yaşları bulunmuştur.	SiO <sub>2</sub> (%): 43.66 - 57.05 TiO <sub>2</sub> : 0.54 - 1.52 Mg#: 45.58 - 81.38 AUK: 1.16 - 10.7 Ti/Zr: 24.06 - 92.53 Al/Sc: 2643 - 5095 P/Nd: 16.61 - 122.12 (La/Lu) <sub>N</sub> : 1.87 - 23.48  	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr <sub>(i)</sub> : 0.704618 - 0.707947 <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd <sub>(i)</sub> : 0.512560 - 0.512759 εNd <sub>(170)</sub> : -0.32 - 3.63 <sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> : 17.373 - 18.608 <sup>207</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> : 15.5573 - 15.616 <sup>208</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb <sub>(i)</sub> : 37.561 - 38.484	Yitim afinitesi gösteren toleyitik- kalkalkalen geçişli volkanitler.

#### 4.9. Volkanitlerin Yaşının İrdelenmesi

Doğu Pontid Jura volkanitleri, bölgede ilk çalışmaya başlayan araştırmacılar tarafından bu yana üzerlerine gelen Berdiga Kireçtaşları referans alınarak yaşlandırılmıştır (örneğin Schultze-Westrum, 1961 ve 1962). Dolayısıyla Doğu Pontidler’de Berdiga Kireçtaşları’nın altındaki volkanik kayalara Jura yaşı verilmiştir. Bu çalışmanın amaçlarından bir tanesi de günümüze kadar radyometrik olarak yaşlandırılmamış olan volkanitlerin yaşlandırılması idi. Mineralojik bileşimleri ve geçirmiş oldukları başkalaşımın söz konusu volkanitlerin ancak zirkon kristallerinden itibaren U-Pb yaşlandırma yöntemi ile yaşlandırılmasına imkan tanımaktadır. 80 ppm’in üzerinde Zr içeren volkanik kayalarda zirkon kristallerinin olduğu öngörülmektedir. Çalışılan volkanitler içerisinde 80 ppm’in üzerinde Zr içeren kayalardan itibaren zirkon kristallerinin aranıp bulunmasına yönelik yoğun bir gayret sarfedilmiş olmasına karşın, seçilen örneklerden itibaren zirkon kristalleri bulmak mümkün olmamıştır. Bu nedenle söz konusu volkanitlerin yaşları literatürde bulunan veriler değerlendirilmiştir. Volkanitlerinin yaşları ile ilgili aşağıdaki araştırmalar irdelenmiştir.

Pontidler’de yüzeylenen Jura istiflerini çalışan araştırmacıların bir çoğu, bu istiflerin açılmalı bir rejim altında oluştuğunu ileri sürmüştür (örneğin Görür vd, 1983; Kandemir, 2004). Kandemir (2004) ve Eyüboğlu vd. (2006) Jura döneminde Hettanjiyen’den Plesbahiye’ye kadar gerilmeye bağlı tektonik bir çökme ile oluşan havzalarda kırıntılılara eşlik eden volkanik kayaların oluşumundan bahseder. Eyüboğlu vd. (2006) Plesbahiye döneminin, pelajik karbonatların (Ammonitoco Rosso) oluşumunu sağlayan termal çökme dönemine karşılık geldiği belirtilmektedir. Plesbahiye’den Kalloviyen’e kadar olan dönem ise ikinci gerilme dönemi olarak önerilmiş, bu dönemde yine kırıntılılara eşlik eden volkanitlerin varlığından bahsedilmiştir.

Volkanizmanın yaşına ilişkin ilk çalışmalardan biri Taslı (1993) tarafından yapılmış, Gümüşhane Kale mevkiinde Berdiga Kireçtaşları’nın alt seviyeleri içerisinde bulunan sil (Tokel, 1972 tarafından “Olivin-Dolerit Sili”, Eren, 1983 tarafından “Diyabaz Üyesi” olarak adlandırılan) mikropaleontolojik verilerle Alt Malm olarak yaşlandırılmıştır.

Kandemir (2004) Alt-Orta Jura istiflerinde yapmış olduğu çalışmada (Şenköy Formasyonu) söz konusu istiflerin yaşını paleontolojik-palinolojik ve fasiyes bulgularına dayandırılarak Hettanjiyen- Bathoniye olarak sınırlandırmıştır.

Meijers vd. (2010) Kırım'da Jura yaşlı yay volkanitleri üzerinde yapmış oldukları  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  radyometrik yaş tayinlerinden bu volkanitlerin yaşlarının 158 My- 172 My arasında olduğunu rapor etmiştir.

Eyüboğlu vd. (2016) Doğu Pontidler'deki Jura gabrolarından Yusufeli civarında 177 ila 184 My, Oltu civarında  $185\pm 4$  My, Gümüşhane civarında  $172.5\pm 3.5$  My ve Kop Dağı civarında 176-181 My zirkon U-Pb yaşları bulmuştur.

Trabzon- Hayrat Vadisinde Aydın vd. (2017) tarafından koyu renkli bir dayktan alınan örnekten seçilen hornblend kristallerinden yapılan  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  yaşlandırmasında örneğin yaşı  $157.0\pm 0.5$  My olarak bulunmuştur.

Aydınçakır (2018 kişisel görüşme) Gümüşhane Granitini kesen dayklar üzerinde yapmış olduğu çalışmada Torul- Şiran karayolu üzerinde Karamustafa civarında yaklaşık 2 m kalınlığında koyu renkli bir dayktan almış olduğu örnekten ayırtlanan zirkon kristali üzerinde U-Pb yöntemi ile yapılan yaş analizden  $184.1\pm 2$  My yaş bulmuştur.

Tüm bu mikropaleontolojik-palinolojik, fasiyes ve radyometrik yaş tayinleri, incelenen volkanitlerin 199-152 My aralığı gibi geniş bir aralıkta olduğunu göstermektedir. Ancak bulunan radyometrik yaşların (hem zirkonlardan U-Pb, hem de  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  yaşları) çoğunluğu 184-170 My (Toarsiyen-Aaleniyen) arasındadır. Bu veri Kandemir (2004) ve Eyüboğlu (2006) çalışmalarında önerilen ilk gerilmeli rejimin Hettanjiyen-Plesbahiye dönemleri arasında olduğunu göstermektedir. Üst Jura'ya doğru volkanizma etkisini azaltmış, ikinci gerilmeli rejime az yoğunluklu bir volkanizma eşlik etmiştir. Üst Jura'dan itibaren de yeni bir çökme rejimi altında Berdiga Kireçtaşları oluşmaya başlamıştır.

## 5. SONUÇLAR

Sakarya kıtasının doğusunda Doğu Pontidler olarak adlandırılan kuşakta; Trabzon Araklı-Dağbaşı (Çankaya), Maçka-Akarsu ve Zigana, Gümüşhane Torul-İkisü, Kelkit-Pekün (Ünlüpinar)-Kırıklı-Kazantaş, Gülaçar, Artvin İşhan, Erzurum Sırakonaklar, Karakale civarlarında Jura volkanitlerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

1- Stratigrafik olarak incelenen volkanitlerin tabanı bir çok lokasyonda gözlenememiştir. Ancak Gümüşhane yöresinde bazı lokasyonlarda volkanitler Jura öncesi temel üzerine uyumsuz olarak gelirler. Üzerlerinde bulunan Berdiga Kireçtaşları ile olan dokanakları bir çok lokasyonda çok belirgin değildir. Bununla birlikte Gümüşhane-Torul-İkisü'da olduğu gibi bazı lokasyonlarda dokanaklar uyumlu olarak görülür.

Jura volkanostratigrafisinin en iyi görüldüğü lokasyon Torul- İkisü Vadisidir. Volkanizmanın tabanı görülmez. Yastık bazaltlarla başlayan volkanizma yer yer tortul/piroklastik mercerler içeren bol boşluklu masif volkanitlerle devam eder. Bu seviye üzerine boyutları birkaç cm'den birkaç dm'ye değişen köşeli/yarı köşeli bazalt/andezit/dasit çakılları içeren breşik seviye gelir. Breşik seviye mor renkli kırıntılılar ile açık renkli karbonatlı çökel araldanması ile Berdiga Kireçtaşları'na geçiş yapar. Tüm bu birimleri kesen iri plajiyoklaslı andezitler Jura volkanizmasının son ürünlerini oluşturur.

2- İncelenen volkanitler petrografik olarak çoğunlukla bazalt, bazaltik andezitik ve andezit bileşimindedir. Ancak Artvin-İşhan civarlarında dasit/riyolit bileşimli volkanik kayalara da rastlanılmıştır.

3- İncelenen volkanitler plajiyoklas + Fe-Ti oksitler ± klinopiroksen ± amfibol minerallerinden oluşur. Ancak oluşumlarını takiben geçirmiş oldukları deniz suyu alterasyonu, hidrotermal alterasyon, gömülme metamorfizması ve dokanak metamorfizması sonucunda bozuşan birincil mineral parajenezine ilaveten albit, k-feldspat, kalsit/dolomit, klorit, prehnit-pumpelleyit, epidot, sfen, ikincil Fe-Ti oksitler, zeolit ve kil mineralleri bu volkanitler içerisinde bol miktarda gözlenmektedir.

İncelenen volkanitlerdeki plajiyoklasların bileşimi An<sub>01-91</sub> arasında değişir. Plajiyoklasların büyük bir kısmı albitçe zenginleşmiştir. Bu kayalardaki piroksenlerin Wo bileşimleri %29 ila %50 arasında değişmektedir. En düşük Wo içeriğine sahip (Wo<sub>29-35</sub>) Dağbaşı örneklerindeki piroksenlerdir. Sadece birkaç kayaç içerisinde amfibol

minerallerine rastlanmıştır. Bileşimleri teşermakitik hornblend ile tremolitik hornblend arasında değişir. Fe-Ti oksitler ülvospinel- manyetitit, ilmenit-hematit katı eriyik serisi ürünleridir.

4- Jura volkanitleri toleyitik/kalk-alkalen geçişli bir bileşime sahiptir. Mg numaraları ise bazaltlarda 26 ila 71, bazaltik andezitlerde 33 ila 81, andezitlerde ise 33 ila 62, dasitlerde ise 11 ila 54 ve riyolitlerde 11 ila 15 arasındadır.

5- Çalışılan volkanitlerin iz element içeriklerinin normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltlarına (n-OOSB) göre normalleştirilmesi (Sun ve McDonough'dan (1989)) ile oluşturulan çoklu element diyagramlarında örnekler tipik yitim zonu magmatizmasının göstermiş olduğu büyük iyon çaplı element zenginleşmesi (Rb ve Ba) ile yüksek alan enerjili (örneğin Zr, Ti, Y) element fakirleşmesi yönsemesini gösterirler. Bir çok örnekte pozitif Pb anomalisi ile Nb-Ta, Sr ve Ti negatif anomalileri karakteristik olarak görülür.

6- Kondrit bileşimine oranlanmış (Boynton, 1984) LGE grafikleri genellikle birbirlerine paralel yönsemeler gösterir. Kondrit bileşimine oranlanmış La/Lu oranları 1.87 ila 12.46 arasında değişmektedir.

7- İncelenen örneklerin 170 My'a göre hesaplanan  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  değerleri 0.704538 ile 0.706023 arasında,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$  değerleri 0.512403 ile 0.512605 arasında ( $\epsilon\text{Nd}$  -0.32 ile 3.63),  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  ve  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}_{(i)}$  değerleri sırasıyla 17.739 - 18.608, 15.568 - 15.623 ve 37.561 - 38.590 arasında değişmektedir.

İncelenen volkanitlerin  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  değerleri tüketilmiş bir kaynaktan radyojenik Sr'ca zenginleşmiş olduklarını göstermektedir.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$  ve  $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$  değerleri güncel volkanik yaylarla benzer izotopik bileşim gösterirler.

8- İncelenen volkanitlerdeki yüksek alan enerjili elementlerin birbirleriyle olan oranları, bu volkanitlerin metasomatizmaya uğramış astenosferik manto katkısı olan litosferik mantodan itibaren oluşabileceğini göstermektedir.

9- Volkanitleri oluşturan magma, metasomatizmaya uğramış manto kaması peridotitlerinin bölümsel ergimesi sonucu oluşmuştur. Nb/Yb, Th/Yb oranları kullanılarak yapılan metasomatizma modellemelerinde volkanitlere vücut veren tüketilmiş manto kamasının %1.5 ila %8 arasında metasomatizmaya uğradığı hesaplanmıştır. Bu modelin devamında yapılan bölümsel ergime hesaplamalarında söz konusu metasomatik mantonun da (DMM kabulünde) %1.5 ila %10 arasında bölümsel ergimeye uğrayarak volkanitleri oluşturduğu bulunmuştur.

10- Ana ve bazı iz element yönsemeleri ile birbirine paralel LGE yönsemeleri volkanitlerde farklılaşmanın etkin bir süreç olduğunu göstermektedir. Artan  $\text{SiO}_2$ 'e karşı azalan FeO, MgO, Ni, Co olivinin; azalan FeO, MgO, CaO, Sc, V klinopiroksenin;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , CaO Ca'ca zengin plajiyoklasın; FeO,  $\text{TiO}_2$ , Nb, Ta Fe-Ti oksitlerin; CaO ve  $\text{P}_2\text{O}_5$  apatitin ayrımlaşmasını gösterir. Ayrıca LGE diyagramlarında gözlenen negatif Eu anomalileri plajiyoklasların ayrımlaşması ile ilişkilidir

11- Mineral kimyasından elde edilen verilerden plajiyoklasların 700-1000°C arasında, piroksenlerin 1110-1210°C arasında, amfibollerin 775-950°C arasında, Fe-Ti oksitlerin 540-1240°C arasında oluştuğu hesaplanmıştır. Ayrıca piroksenlerden 3.7 ila 6.2 kbar oluşum basıncı bulunmuştur. Fe-Ti oksitlerin oluşum  $f\text{O}_2$  -4.7 ila -30.0 arasındadır.

12- Mikroskobik incelemeler ve XRD ile mikroprob çalışmaları sırasında bulunan mineral parajenezleri, Jura volkanitlerinin deniz suyu alterasyonu, buna eşlik eden hidrotermal alterasyon ve daha sonra gömülme metamorfizması ile dokanak metamorfizması geçirdiğini göstermiştir. Gözlenen mineral parajenezleri çalışılan volkanitlerin üst zeolit fasiyesi ile prehnit-pumpelleyit fasiyesi geçişini gösterir.

13- Çalışılan Jura volkanitlerinin petrografik, jeokimyasal ve izotopik özellikleri batı ve Orta Pontidler ile Kırım Yarımadası ve Ermenistan Kapan Zon bölgesindeki Jura volkanitleri ile korele edilmiş, petrografik, jeokimyasal ve izotopik özelliklerin büyük benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir.

## 6. KAYNAKÇA

- Adamia, Sh., A., Lordkipanidze, M., B. ve Zakariadze, G., S., 1977. Evolution of an Active Continental Margine as Exemplified by the Alpine History of Caucasus, Tectonophysics, 40, 183-189.
- Adamia, Sh., A., Chkhotua, T., Kekelia, M., Lordkipanidze, M., Shavishvili, I. ve Zakariadze, G., 1981. Tectonics of the Caucasus and Adjoining Regions: Implications for the Evolution of the Tethys Ocean, Journal of Structural Geology, 3, 437-447.
- Agrawal, S., Guevara, M. ve Verma, S.P., 2008. Tectonic Discrimination of Basic and Ultrabasic Volcanic Rocks Through Log-Transformed Ratios of İmmobile Trace Elements, International Geology Review, 50, 1057-1079.
- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Alt, J., C., 1993. Low-Temperature Alteration of Basalts from the Hawaiian Arch, ODP Leg 136. Proc. Ocean Drill. Prog., Sci. Results, 136, Ocean Drilling Program, College Station, TX, 133-146.
- Alt, J. C. ve Teagle, D., A., H., 2003. Hydrothermal Alteration of Upper Oceanic Crust Formed at a Fast-Spreading Ridge: Mineral, Chemical, and Isotopic Evidence from ODP Site 801, Chemical Geology, 201, 191-211.
- Anderson, A., T., 1968. Oxidation of the La Blanche Lake Titaniferus Magnetit Deposits, Qu'bec, Journal of Geology, 76, 528-547.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey, Chemie Der Erde-Geochemistry, 57, 157-187, 1997.
- Avigad, D., Abbo, A. ve Gerdes, A., 2016. A Origin of the Eastern Mediterranean: Neotethys Rifting Along a Cryptic Cadomian Suture with Afro-Arabia, Geological Society of America Bulletin, 128, 1286-1296.
- Aydin, F., 2003. Değirmendere Vadisi (Trabzon-Esiroğlu, KD-Türkiye) Volkanitlerinin Mineral Kimyası, Petrolojisi ve Petrojenezi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydin, F, Karslı, O ve Chen, B., 2008. Petrogenesis of the Neogene Alkaline Volcanics with Implications for Post-collisional Lithospheric Thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey, Lithos, 104, 249-266.
- Aydin, F., Şen, C., Dokuz, A., Kandemir, R. ve Sarı, B., 2016. Kuzeydoğu Türkiye Geç Kretase Volkanizmasının Petrolojisi ve Kökeni: Doğu Pontidler Geç Mesozoyik Jeodinamik Evrimi İçin Yeni Bulgular, TÜBİTAK Proje No: 112Y365



- Aydin, F., Oğuz, S., Karşlı, O., Uysal, İ., Şen, C. ve Kandemir, R., 2017. Çaykara (Trabzon) ve İkizdere (Rize) Civarındaki Granitoidik Kayaçlarla İlişkili Mafik Daykların Petroloji ve Jenezleri: KD Türkiye'nin Senozoyik Dönemi Jeodinamik Evrimi İçin Yeni Bulgular, KTÜ BAP Arastırma Projesi, No: 9710.
- Bacon, C., R. ve Hirschmann, M., M., 1988. Mg/Mn Partitioning as a Test for Equilibrium Between Coexisting Fe-Ti Oxides, *American Mineralogist*, 73, 57-61.
- Barrett, T., J. ve MacLean, W., H., 1999. Volcanic sequences, lithochemistry, and hydrothermal alteration in some bimodal volcanic-associated massive sulfide systems, *Reviews in Economic Geology*, 8, 101-131.
- Baykal, F., 1952. Kelkit-Şiran Bölgesinde Jeolojik Araştırmalar, MTA Raporu, Ankara, No: 2205.
- Bektaş, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984. Doğu Pontid Yay Gerisi Havzasında Manto Yükselimi ve Polijenetik Ofiyolit Olgusu, Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu, Şubat, Ankara, Bildiriler Kitabı: 175-189.
- Bektaş O., 1986. Doğu Pontid Ark-Ark Gerisi Bölgelerinde Paleostres Dağılımı ve Çok Safhalı Riftleşme. *MTA Dergisi*, 103-104, 25-39.
- Bektaş, O., Van, A. ve Boynukalın, S., 1987. Doğu Pontidlerde (Kuzeydoğu Türkiye) Jura volkanizması ve Jeotektoniği, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 30, 9-18.
- Bektaş, O., Yılmaz, C. ve Taslı, K., 1995. Doğu Pontid Yay Gerisi Havzasında Derin Yayılma Çukurlarının Oluşumu (KD Türkiye): Neotetisin Pasif Kıta Kenarı Evrimi, KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü 30. Yıl Sempozyumu, Ekim, Trabzon, Bildiriler Kitabı I: 263-274.
- Bergougnan, H., 1987. Études Géologiques Dans l'est Anatolien. Thèse de Doctorat d'état, Academie de Paris Université Pierre et Marie Curie, Mémoire des Sciences de la Terre, 606.
- Birck, J., L., Barman, M., R. ve Capmas, F., 1997. Re-Os Isotopic Measurements at the Femtomole Level in Natural Samples. *Geostandards and Geoanalytical Research, Newsletter-The J. Geostand, Geoanalysis*, 20, 19-27.
- Boynton, W., V., 1984. Cosmochemistry of the Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In *Rare Earth Element Chemistry* (ed. P. Henderson), Elsevier, Amsterdam, 510 s.
- Boynukalın, S., 1990. Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bozkuş, C., 1992. Olur (Erzurum) Yöresinin Stratigrafisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 103-119.

- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Wagner, G., A. ve Yeğingil, Z., 2004. Slow Senonian and Fast Palaeocene-Early Eocene Uplift of the Granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: Apatite Fission-Track Results, Tectonophysics, 382, 3-4, 213-228.
- Carmichael, I., E., S., 1967. Iron-Titanium oxides and Oxygen Fugacities in Volcanic Rocks, Journal of Geophysical Research, 72, 4665-4687.
- Cathelineau, M. 1988. Cation Site Occupancy in Chlorites And Illites as a Function of Temperature, Clay Minerals, 23, 471-485.
- Cohen A., S. ve Waters F., G., 1996. Separation of Osmium From Geological Materials by Solvent Extraction For Analysis by Thermal Ionisation Mass Spectrometry, Analytica Chimica Acta, 332, 269-275.
- Coombs D., S., Nakamura Y. ve Vuagnat M., 1976. Pumpellyite-Actinolite Facies Schists of the Tavayanne Formation Near Lotche, Valais, Switzerland, J Petrol, 17, 440-471.
- Creaser, R., A., Papanastassiou, D., A. ve Wasserburg, G., J., 1991. Negative Thermal Ion Mass Spectrometry of Osmium, Rhenium, and Iridium. Geochimica et Cosmochimica Acta, 55, 397-401.
- Çamur, M., Z., Güven, İ., H. ve Er, M., 1996. Geochemical Characteristics of the Eastern Pontide Volcanics, Turkey: An Example of Multiple Volcanic Cycles in the Arc Evolution, Turkish Journal of Earth Sciences, 5, 123-144.
- Çapkınoğlu, Ş., 2003. First Records of Conodonts From the Permo-Carboniferous of Demirözü (Bayburt), Eastern Pontides, NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 12, 199-217.
- Çelik, Ö., F., Chiaradia, M., Marzoli, A., Billor, Z. ve Marschik, R., 2013. The Eldivan Ophiolite and Volcanic Rocks in the Ankara-İzmir-Erzincan Suture Zone, Northern Turkey: Geochronology, Whole Rock Geochemistry and Nd-Sr-Pb Isotope Characteristics, Lithos, 172/173, 31-46.
- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar, İTÜ Yayını, No. 1034, İstanbul.
- Deer, W., A., Howie, R., A. ve Zussman, J., 1992. An Introduction to the Rock Forming Minerals. Longman Scientific and Technical, Second Edition, 696 s., Essex, England
- Dercourt, J., Zonenshain, L., P., Ricou, L., E., Kazmin, V., G., Le Pichon, X., Knipper, A., L., Grandjacquet, C., Sbortshikov, I., M., Geysant, J., Lepvrier, C., Pechersky, D., H., Boulín, J., Sibuet, J., C., Savostin, L., A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M., L., Lauer, J., P. ve Biju-Duval, B., 1986. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias, Tectonophysics, 123, 241-315.

- Dercourt, J., Ricou, L., E. ve Vrielynck, B. (eds) 1993. Atlas Tethys Palaeo Environmental Maps, Beicip-Franlab.
- Dewey, J., F., Pitman, W., C., Ryan, W., B., F. ve Bonnin, J., 1973. Plate Tectonics and Evolution of Alpine System, Geological Society of America Bulletin, 84, 3137-3180.
- Dokuz, A., 2000. Yusufeli Yöresinin Jeolojisi, Jeotektoniği, Magmatik-Metamorfik Kayaçların Jeokimyası ve Petrojenezi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dokuz, A. ve Tanyolu, E., 2006. Geochemical Constraints on the Provenance, Mineral Sorting and Subaerial Weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous Clastic Rocks of the Eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 15, 181-209.
- Dokuz, A., Tanyolu, E. ve Genç, S., 2006. A Mantle- and a Lower Crust-Derived Bimodal Suite in the Yusufeli (Artvin) Area, NE Turkey: Trace Element and REE Evidence for Subduction-Related Rift Origin of Early Jurassic Demirkent Intrusive Complex, International Journal of Earth Sciences, 95, 370-394.
- Dokuz A., Karsli, O., Chen, B. ve Uysal, İ., 2010. Sources and Petrogenesis of Jurassic Granitoids in the Yusufeli Area, Northeastern Turkey: Implications for Pre- and Post-Collisional Lithospheric Thinning of the Eastern Pontides, Tectonophysics, 480, 259-279.
- Dokuz, A., 2011. A Slab Detachment and Delamination Model for the Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: The Köse Composite Pluton, Gondwana Research, 19, 926-944.
- Elkins, L., T. ve Grove, T., L., 1990. Ternary Felspar Experiments and Thermodynamic Models, American Mineralogist, 75, 544-559.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 197.
- Ersoy, Y. ve Helvacı, C., 2010. FC-AFC-FCA and Mixing Modeler: A Microsoft® Excel© Spreadsheet Program for Modeling Geochemical Differentiation of Magma by Crystal Fractionation, Crustal Assimilation and Mixing, Computers & Geosciences, 36, 3, 383-390.
- Eskola, P., 1915. On the Relation Between the Chemical and Mineralogical Composition in the Metamorphic Rocks of the Orijarvi Region, Bull Commission Géol Finland 44, 109-145.
- Eyüboğlu, Y., Bektaş, O., Şeren, A., Maden, N., Özer, R. ve Jacoby, W., R., 2006. Three-Directional Extensional Deformation and Formation of the Liassic Rift Basins in the Eastern Pontides (NE Turkey), Geologica Carpathica, 57, 5, 337-346.

- Eyüboğlu, Y., Dilek, Y., Bozkurt, E., Bektaş, O., Rojay, B. ve Şen, C., 2010. Structure and Geochemistry of an Alaskan-Type Ultramafic-Mafic Complex in the Eastern Pontides, NE Turkey, Gondwana Research, 18, 230-252.
- Eyüboğlu, Y., Chung, S., L., Santosh, M., Dudas, F., O. ve Akaryalı, E., 2011. Transition From Shoshonitic to Adakitic Magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Implications for Slab Window Melting, Gondwana Research, 19, 413-429.
- Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Yi, K., Tüysüz, N., Korkmaz, S., Akaryalı, E., Dudas, F., O. ve Bektaş, O., 2014. The Eastern Black Sea-Type Volcanogenic Massive Sulfide Deposits: Geochemistry, Zircon U-Pb Geochronology and an Overview of the Geodynamics of Ore Genesis, Ore Geology Reviews, 59, 29-54.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F., O., Santosh, M., Xiao, Y., Yi, K., Chatterjee, N., Wu, F., Y. ve Bektaş, O., 2016. Where are the Remnants of a Jurassic Ocean in the Eastern Mediterranean Region?, Gondwana Research, 33, 63-91.
- Eyüboğlu, Y., Dudas, F., O., Santosh, M., Zhuc, D., C., Yi, K., Chatterjee, N., Jeong, Y., J., Akaryalı, E. ve Liuc, Z., 2016. Cenozoic Forearc Gabbros From the Northern Zone of the Eastern Pontides Orogenic Belt, NE Turkey: Implications for Slab Window Magmatism and Convergent Margin Tectonics, Gondwana Research, 33, 160-189.
- Frey, F., A., 1974. Atlantic Ocean Floor: Geochemistry and Petrology of Basalts From Legs 2 and 3 of the Deep-Sea Drilling Project, Journal of Geophysical Research, 79, 5507-5525.
- Foster, M., D., 1962. Interpretation of the Composition and a Classification of the Chlorites, Shorter Contributions to General Geology, Geological Survey Professional Paper 414-a, A1-A33.
- Frost, R., B., 1991. Mineralogical Society of America "Reviews in Mineralogy" Volume 25, "Oxide Minerals: Petrologic and Magnetic Significance" (D. H. Lindsley, editor).
- Frost, B., R., Chamberlain, K., R. ve Schumacher, J., C., 2000. Sphene (Titanite): Phase Relations and Role as a Geochronometer, Chemical Geology, 172, 131-148.
- Fuhrman, M., L. ve Lindsley, D., H., 1988. Ternary-Feldspar Modeling and Thermometry, American Mineralogist, 73, 201-215.
- Galoyan G., Rolland Y., Sosson M., Corsini, M., Billo S., Verati C. ve Melkoyan R., 2009. Geology, Geochemistry and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Dating of Sevan Ophiolites (Lesser Caucasus, Armenia): Evidence for Jurassic Back-Arc Opening and Hot Spot Event Between the South Armenian Block and Eurasia, Journal of Asian Earth Sciences, 34, 135-153.
- Gedik, İ., Kırmacı, Z., Çapkınoğlu, Ş., Özer, E. ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidler'in Jeolojik Gelişimi. KTÜ Jeoloji Mühendiliği Bölümü 30. Yıl Sempozyumu, Ekim, Trabzon, Bildiriler Kitabı II: 654-657.

- Gedikoğlu, A., 1978. Harşit Granit Complex and Neighbouring Rocks (Giresun - Doğankent): Thesis (unpublished), Black Sea Technical University, Trabzon, Turkey, 161.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., 1979. The Main Lines of the Geotectonic Evolution of the Eastern Pontides in Mesozoic Era, *Geocom Abstracts*, Ankara, 68-69.
- Genç, ř., G. ve Tüysüz, O., 2010, Tectonic Setting of the Jurassic Bimodal Magmatism in the Sakarya Zone (Central and Western Pontides), Northern Turkey: A Geochemical and Isotopic Approach, *Lithos*, 118, 95-111.
- Golonka, J., Edrich, M., E., Ford, D., W., Pauken, R., J., Bocharova, N., Y. ve Scotese, C., R., 1996. Jurassic Paleogeographic Maps of the World. *The Continental Jurassic, Museum of Northern Arizona Bulletin*, 60, 1-5.
- Golonka, J., 2004. Plate Tectonic Evolution of the Southern Margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic, *Tectonophysics*, 381, 235-273.
- Golonka, J., 2007. Late Triassic and Early Jurassic Palaeogeography of the World, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 244, 297-307.
- Görür, N., şengör, A., M., C., Akkök, R. ve Yılmaz, Y., 1983. Pontidlerde Neo-Tetis'in Kuzey Kolunun Açılmasına İlişkin Sedimantolojik Veriler, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 26, 11-20.
- Gümrükçüoğlu, M., Y., 2002. Doğu Pontidler'de YüzeYlenen Jura Volkanitlerinin Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans, Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gürsoy, H., 1989. Kelkit ve Yakın Dolayının Stratigrafisi ve Tektoniği, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 140.
- Güven, İ., H., 1993. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 1/25.000 Ölçekli Jeolojik ve Metalojenik Haritası, MTA, Ankara.
- Hacıalioğlu, T., 1983. Kale-Vavuk Dağı (Gümüşhane) Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyel İncelemesi, Master Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 121.
- Hart S., R., Erlank A., J. ve Kable A., J., D., 1974. Sea Floor Basalt Alteration: Some Chemical and Strontium Isotopic Effect, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 44, 219-230.
- Hart, S., R. ve Davis, K., E., 1978. Nickel Partitioning Between Olivine and Silicate Melt, *Earth and Planetary Science Letters* 40, 203–219.
- Hawkesworth, C., J., Norry, M., J., Roddick, J., C. ve Baker, P., E., 1979.  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , and Incompatible Element Variations in Calc-Alkaline Andesites and Plateau Lavas From South America, *Earth and Planetary Science Letters*, 42, 45-57.

- Hawkesworth, C., J., Hammill, M., Gledhill, A., R., Van Calsteren, P., ve Roger, G., 1982. Isotope and trace element evidence for late-stage intra-crustal melting in the High Andes, Earth and Planeta. Science Letters, 58, 240-254.
- Hess, P., C., 1989. *Origins of Igneous Rocks*, Harward University Press, Londra, 336 s.
- Hofmann, A. W. ve Jochum, K. P., 1996. Source Characteristics Derived from Very Incompatible Trace Elements in Mauna Loa and Mauna Kea basalts, Hawaii Scientific Drilling Project. J., Geophys. Res. 101, 11,831-11,839.
- Irvine, T., N. ve Baragar, W., R., A., 1971. A Guide to Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks, Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 523-548.
- James, D., E., 1982. A Combined O, Sr, Nd, and Pb Isotopic and Trace Element Study of Crustal Contamination in Central Andean Lavas, I. Local Geochemical Variations, Earth and Planetao, Science Letters, 57, 47-62.
- Jenner, G. A., Dunning, G. R., Malpas, J., Brown, M. ve Brace, T. 1991. Bay of Islands and Little Port complexes, revisited: Age, Geochemical and Isotopic Evidence Confirm Suprasubduction Zone Origin. Canadian Journal of Earth Sciences, 28, 1635-1652.
- Jowett, E., C., 1991. Fitting Iron and Magnesium Into the Hydrothermal Chlorite Geothermometer, GAC/MAC/SEG Joint Annual Meeting, Abstract Book, 16.
- Kandemir, R., 2004. Gümüşhane ve yakın yörelerindeki Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 272 s.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R. ve Wijbrans, R., J., 2010. Generation of the Early Cenozoic Adakitic Volcanism by Partial Melting of Mafic Lower Crust, Eastern Turkey: Implications for Crustal Thickening to Delamination, Lithos, 114, 109-120.
- Karşlı, O., Ketenci, M., Uysal, İ., Dokuz, A., Aydın, F., Chen, B., Kandemir, R. ve Wijbrans, J., 2011. Adakite-like Granitoid Porphyries in the Eastern Pontides, NE Turkey: Potential Parental Melts and Geodynamic Implications, Lithos, 127, 354-372.
- Karşlı, O., Caran, Ş., Dokuz, A., Çoban, H., Chen, B. ve Kandemir, R., 2012. A-Type Granitoids From the Eastern Pontides, NE Turkey: Records for Generation of Hybrid A-Type Rocks in a Subduction-Related Environment, Tectonophysics, 530-531, 208-224.
- Karşlı, O., Dokuz, A., Kaliwoda, M., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R. ve Fehr, K., T., 2014. Geochemical Fingerprints of Late Triassic Calc-Alkaline Lamprophyres From the Eastern Pontides, NE Turkey: A Key to Understanding Lamprophyre Formation in a Subduction-Related Environment, Lithos, 196-197, 181-197.

- Karlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2016. Subduction-related Late Carboniferous to Early Permian Magmatism in the Eastern Pontides, the Camlık and Casurluk plutons: Insights from geochemistry, whole-rock Sr-Nd and in situ zircon Lu-Hf isotopes, and U-Pb geochronology, Lithos, 266, 98-114.
- Karlı, O., Dokuz, A. ve Kandemir, R., 2017. Zircon Lu-Hf Isotope Systematics and U-Pb Geochronology, Whole-rock Sr-Nd Isotopes and Geochemistry of the Early Jurassic Gokcedere Pluton, Sakarya Zone-NE Turkey: a Magmatic Response to Roll-back of the Paleo-Tethyan Oceanic Lithosphere, Contributions to Mineralogy and Petrology, 172, Article 31.
- Kaygusuz, A., 2000. Torul ve Çevresinde Yüzeyleyen Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 260.
- Kaygusuz, A., Şen, C. ve Arslan, M., 2006. Torul (Gümüşhane) Volkaniklerinin Petrografik ve Petrolojik Özellikleri (KD Türkiye); Fraksiyonel Kristallenme ve Magma Karışımına İlişkin Bulgular. Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 49, Sayı 1.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C. ve Satir, M., 2008. Petrochemistry and Petrology of I-type Granitoids in an Arc Setting: the Composite Torul Pluton, Eastern Pontides, NE Turkey, International Journal of Earth Sciences, 97, 739-764.
- Kaygusuz, A. ve Aydınçakır, E., 2011. Petrogenesis of a Late Cretaceous Composite Pluton From the Eastern Pontides: The Dağbaşı Pluton, NE Turkey, Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen, 188, 3, 211-233.
- Kaygusuz, A. ve Şen, C., 2011. Calc-Alkaline I-Type Plutons in the Eastern Pontides, NE Turkey: U-Pb Zircon Ages, Geochemical and Sr-Nd Isotopic Compositions, Chemie der Erde, 71, 59-75.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Wolfgang, S., Sipahi, F. ve İlbeyli, N., 2012a. Geochronological Evidence and Tectonic Significance of Carboniferous Magmatism in the Southwest Trabzon Area, Eastern Pontides, Turkey, International Geology Review, 1776-1800.
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Sipahi, F. ve Temizel, İ., 2016. U-Pb Zircon Chronology and Petrogenesis of Carboniferous Plutons in the Northern Part of the Eastern Pontides, NE Turkey: Constraints for Paleozoic Magmatism and Geodynamic Evolution, Gondwana Research, 39, 327-346.
- Kazmin, V., G., Sbertshikov, M., Ricou, L., E., Zonenshan, L., P., Boulin, J. ve Knipper, A., L., 1986. Volcanic Belt as Markers of the Mesozoic-Cenozoic Active Margin Eurasia, Tectonophysics, 123, 123-152.
- Kelley, K. A., Plank, T., Ludden, J., N. ve Staudigel, H., 2003. Composition of Altered Oceanic Crust at ODP Sites 801 and 1149, Geochem. Geophys. Geosyst., 4, 6, 8910.

- Kerrick, R., ve Wyman, D., A., 1996. The Trace Elements Systematics of Igneous Rocks in Mineral Exploration: An Overview. In. Editor D.A., Wyman, Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration. Geological Association of Canada Short Course Notes, 12, 1-50.
- Kesgin, Y., 1983. Bayburt (Gümüşhane) İlçesi, Akşar Köyü ve Güneybatısının Jeolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ketin, İ., 1951. Bayburt Yöresini Jeolojisi, İÜ Fen Fak. Mec., 16, 113-127.
- Ketin, İ., 1966. Türkiye'nin Tektonik Birlikleri, MTA Yayınları, 66, 20-34.
- Koçyiğit, A. ve Altınar, D., 2002. Tectonostratigraphic Evolution of the North Anatolian Paleorift (NAPR): Hettangian-Aptian Passive Continental Margin of the Northern Neo-Tethys, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 11, 169-191.
- Kronberg, P., 1970. Doğu Karadeniz Dağlarının (Kuzeydoğu Türkiye) Tektoniği Üzerinde Fotojeolojik Veriler, MTA Dergisi, 74, 57-65.
- Kurt, İ., Özkan, M., Karşlı, Ş., Çolak, T. ve Topçu, T., 2006. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Jeodinamik ve Metalojenik Evrimi (Keşap, Giresun-Çarşamba, Trabzon-Torul, Gümüşhane arasındaki jeolojisi), MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 10875.
- Leake, E., B., 1978. Nomenclature of Amphiboles, American Mineralogist, 63, 1023-1052.
- LeBas, N., J., 1962. The Role of Aluminium in Igneous Clinopyroxenes With Relation to Their Parentage, American Journal of Sciences, 260, 267-288.
- Leterrier, J., Maury, R., C., Thonon, P., Girard, D. ve Marchal, M., 1982. Clinopyroxene Composition as a Method of Identification of the Magmatic Affinities of Paleo-Volcanic Series, Earth and Planetary Science Letters, 59, 139-154.
- Lindsley, D., H. ve Spencer, K., J., 1982. Fe-Ti Oxide Geothermometry: Reducing Analysis of Coexisting Ti-Magnetite (mt) and Ilmenite (ilm), EOS, 63, 471.
- Liou, G., J., Maruyama, S. ve Cho, M., 1987. Very Low-Grade Metamorphism of Volcanic and Volcaniclastic Rocks-Mineral Assemblages and Mineral Facies, In: Editor M. Frey Low Temperature Metamorphism, 59-113.
- Liu, S., Hua, R., Gaob, S., Fenga, C., Qia, L., Zhonga, H., Xiaoa, T., Qia, Y., Q., Wang, T. ve Coulson, I., M., 2008. Zircon U-Pb Geochronology and Major, Trace Elemental and Sr-Nd-Pb Isotopic Geochemistry of Mafic Dykes in Western Shandong Province, East China: Constrains on Their Petrogenesis and Geodynamic Significance, Chemical Geology, 255, 329-345.
- Maden, N. ve Öztürk, S., 2015. Seismic b-Values, Bouguer Gravity and Heat Flow Data Beneath Eastern Anatolia, Turkey: Tectonic Implications, Surveys in Geophysics, 36, 4, 549-570.



- McCulloch, M., T. ve Perfit, M., R., 1981.  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  and Trace Element Constraints on the Petrogenesis of Aleutian Island Arc Magmas, Earth and Planetary Science Letter, 56, 167-179.
- Mederer, J., Moritz, R., Ulianov, A. ve Chiaradia, M., 2013. Middle Jurassic to Cenozoic Evolution of Arc Magmatism During Neo-Tethys Subduction and Arc-Continent Collision in the Kapan Zone, Southern Armenia, Lithos, 177, 61-78.
- Meijers, M., J., M., Vrouwe, B., Hinsbergen, D., J., J., Kuiper, K., F., Wijbrans, J., Davies, G., R., Stephenson, R., A., Kaymakçı, N., Matenco, L. ve Saintot, A., 2010. Jurassic arc volcanism on Crimea (Ukraine): Implications for the paleo-subduction zone configuration of the Black Sea region, Lithos, 119, 412-426.
- Mitchel W., S. ve Aumento F., 1977. U in oceanic rocks: Deep Sea Drilling Project Leg 37, Canadian Journal of Earth Science, 14, 330-340.
- Morimoto, N., Fabrice, J., Ferguson, A., Ginzburg, I., V., Ross, M., Seifert, F., A., Zussman, J. ve Aoki, K., 1988. Nomenclature of Pyroxenes, American Mineralogist, 62, 53-62.
- Murphy, J., B. ve Hynes, B., J., 1986. Contrasting secondary mobility of Ti, P, Zr, Nb, and Y in two metabasaltic suites in the Appalachians, Canadian Journal of Earth Sciences, 23, 1138-1144.
- Nebert, K., 1963. Şiran (Gümüşane) Çevresindeki Lias Flişi İçinde Bulunan Antrasit Zuhuru, MTA Dergisi, 60, 7-13.
- Nebert, K., 1964. Şiran Güneybatısındaki (Kuzeydoğu Anadolu) Kelkit Çayı Üst Mecrasının Jeolojisi Hakkında, MTA Dergisi, 62, 41-59.
- Nesbitt, H., W. ve Young, G., M., 1982. Early Proterozoic Climates and Plate Motions Inferred from Major Element Chemistry of Lutites, Nature, 299, 715-717.
- Nisbet, E., G. ve Pearce, J., A., 1977. Clinopyroxene Composition in Mafic Lavas from Different Tectonic Settings, Contributions to Mineralogy and Petrology, 63, 149-160.
- Nohda, S. ve Wasserburg, G., J., 1981. Nd and Sr isotopic study of volcanic rocks from Japan Author links open overlay panel, Earth and Planetary Science Letters, 52 (2), 264-276.
- Ohta, T. ve Arai, H., 2007. Statistical Empirical Index of Chemical Weathering in Igneous Rocks: A New Tool for Evaluating the Degree of Weathering, Chemical Geology, 240, 280-297.
- Okay, A., I., 1996. Granulite Facies Gneisses From the Pulur Region, Eastern Pontides, Turkish Journal of Earth Sciences, 5, 55-61.
- Okay, A., I. ve Leven, E., J., A., 1996. Stratigraphy and Paleontology of the Upper Paleozoic Sequence in the Pulur (Bayburt) Region, Eastern Pontides, Turkish Journal of Earth Sciences, 5, 145-155.

- Okay, A., I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea ve Surrounding Region. AAPG Mem, 68, 291-311.
- Okay, A., I. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan Sutures of Northern Turkey, Geological Society, London, Special Publications, 156, 475-515.
- Okay, A.I. ve Göncüoğlu, M., C., 2004. Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts, Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 77-95.
- Özdoğan, K., 1983. Gümüşhane İli-Kale Bucağı Çevresinin Jeolojisi ve Tektoniği, Master Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 90.
- Pearce, J. A., 1982. Trace Element Characteristics of Lavas from de Structive Plate Boundaries, In: R.S. Thorpe (Ed.), Andesites. Wiley, New York, 525-548.
- Pearce, J., A., 1996. A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams, Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12, 79, 113.
- Pearce, J. A., 2008. Geochemical Fingerprintring of Oceanic Basalts With Applications to Ophiolite Classification and the Search for Archean Oceanic Crust, Lithos, 100, 14-48.
- Pearson, D., G. ve Woodland, S., J., 2000. Solvent Extraction/Anion Exchange Separation and Determination of PGEs (Os, Ir, Pt, Pd, Ru) and Re-Os Isotopes in Geological Samples by Isotope Dilution ICP-MS, Chemical Geology, 165, 57-107.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelemesi, KTÜ Yayını, 87, 103.
- Plank, T., ve Langmuir, C., H., 1998. The Chemical Composition of Subducting Sediment and Its Consequences for the Crust and Mantle, Chemical Geology., 145, 325–394.
- Powell, R. ve Powell M., 1977. Geothermometry and Oxygen Barometry Using Coexisting Iron-Titanium Oxides: A Reappraisal, Mineralogical Magazine, 41, 257-263.
- Putirka, K., 2008. Thermometers and Barometers for Volcanic Systems. In: Putirka, K., Tepley, F. (Eds.), Minerals, Inclusions and Volcanic Processes, Reviews in Mineralogy and Geochemistry, Mineralogical Soc. Am., 69, 61-120.
- Ramos, F.C., 1992. Isotope Geology of the Metamorphic Core of the Central Grouse Creek Mountains, Box Elder County, Utah. UCLA PhD Thesis.
- Raymond, L., A., 1995. Petrology: The Study of Igneous Sedimentary Metamorphic Rocks, WCM Publishers, Dubuque, IA, 734.

- Reisoğlu, G., 2009. Trabzon-Vakfikebir-Tonya Üçgeninde Yüzeyleme Veren Eosen Yaşlı Volkanik Kayaçları Keserek Yerleşen Sokulum Kayaçlarının (Daykların) Petrografik, Mineralojik ve Kimyasal Açından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ridolfi, F., Renzulli, A. ve Puerini, M., 2010. Stability and Chemical Equilibrium of Amphibole in Calc-Alkaline Magmas: an Overview, New Thermobarometric Formulations and Application to Subduction-Related Volcanoes, Contrib Mineral Petrol, 160, 45-66.
- Robertson, A., H., F. ve Dixon, J., E., 1984. Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. In: Dixon, J. E. and Robertson, A. H. F. (eds) The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Society, London, Special Publications, 17, 1-74.
- Robertson, C., Degnan, P., D. ve Jones, G., 1991. Palaeogeographic and Palaeotectonic Evolution of the Eastern Mediterranean Neotethys, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 87, 289-344.
- Robertson, A., Parlak, O., Ustaömer, T., Taslı, K., İnan, N., Dumitrica, P. ve Karaoğlan, F., 2014. Subduction, Ophiolite Genesis and Collision History of Tethys Adjacent to the Eurasian Continental Margin: New Evidence from the Eastern Pontides, Turkey, Geodinamica Acta, 26, 230-293.
- Robinson, G., Banks, J., Rutherford, M. ve Hirst, P., P., 1995. Stratigraphic and Structural Development of the Eastern Pontides, Turkey, Journal of the Geological Society, London, 152, 861-872.
- Rollinson, H., 1993. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation, Longman Scientific & Technical, 352 p.
- Ross, P., S. ve Bédard, J., H., 2009. Magmatic affinity of modern and ancient subalkaline volcanic rocks determined from trace-element discriminant diagrams, Canadian Journal of Earth Sciences, 46, 11, 823-839.
- Saunders A., D., Stern C., R. ve Dalziel I., W., D., 1979. Geochemistry of Mesozoic Marginal Basin Floor Igneous Rocks From Southern Chile, Bulletin of Geological Society of America, 90, 237-258.
- Schiffman P. ve Liou G., J., 1980. Synthesis and Stability Relations of Mg-Al Pumpellyite,  $Ca_4Al_5MgSi_6O_{2x}(OH)_7$ , Journal of Petrology, 21, 441-474.
- Schultze-Westrum, H., H., 1961. Giresun Civarındaki Aksu Deresinin Jeolojik Profili, Kuzeydoğu Anadolu'da Doğu Pontus Cevher ve Mineral Bölgesinin Jeolojisi ve Maden Yatakları ile İlgili Mütealalar, MTA Dergisi, 57, 63-71.
- Schultze-Westrum, H., H., 1962. Das Geologische Profil des Aksudere bei Giresun (Nordost-Anatolien): Abhandlungen von Bayerische Akademie der Wissenschaften, Mathematische-Naturwissenschaftliche Klasse, 109, 23-58.

- Scotese, C., R., Snelson, S., Ross, W., C. ve Dodge, L., P., 1980. A Computer Animation of Continental Drift, *J. Geomag. Geoelectr.*, 32, Suppl. III, SIII 61-SIII 70.
- Scotese, C., R., Voo, R., V. ve Ross, W., C., 1981. Mesozoic and Cenozoic Base Maps, *AAPG Bulletin*, 65 (5), 989-989.
- Scotese, C., R., 1991. Jurassic and Cretaceous Plate Tectonic Reconstructions, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 87, 493-501.
- Seymen, İ., 1975. Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, İstanbul, 192.
- Shirey, S.B. ve Walker, R.J., 1998. The Re-Os Isotope System in Cosmochemistry and Hightemperature Geochemistry, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 26, 423-500.
- Spear, F., S., 1993. Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths, Mineralogical Society of America, Washington, D. C., 799 s.
- Spencer, K., J. ve Linsley, D., H., 1981. A Solution Model for Coexisting Iron-Titanium Oxides, *American Mineralogist*, 66, 1189-1201.
- Staudigel, H., Plank, T., White, B. ve Schmincke, H., U., 1996. Geochemical Fluxes During Seafloor Alteration of the Basaltic Upper Oceanic Crust: DSDP Sites 417 and 418, *Geophysical Monograph*, 96, 19-37.
- Stampfli, G., Marcoux, J. ve Baud, A., 1991. Tethyan Margins in Space and Time, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 87: 373-403.
- Stern C., R. ve Elthon D., 1979. Vertical Variations in the Effects of Hydrothermal Metamorphism Chilean Ophiolites: Their Implications for Ocean Floor Metamorphism, *Tectonophysics*, 55, 179-213.
- Stormer, J., C., 1983. The Effects of Recalculation on Estimates of Temperature and Oxygen Fugacity from Analyses of Multi Component Iron-Titanium Oxydes, *American Mineralogist*, 68, 586-594.
- Sun, S., ve McDonough, W., F., 1989. Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalt: Implications for Mantle Composition and Processes, In: A. D. Saunders, and M.J. Norry, (eds.), *Magmatism in Ocean Basins*, *Geological Society of London Special Publication*, 42, 313-345.
- Şen, C., 1988. Dağbaşı (Trabzon) Bölgesinde Yüzeyleyen Alt Bazik (Jura) - Granitoid (Üst Kretase) Formasyonlarının Petrografik - Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şen C., Arslan M. ve Van A., 1998. Geochemical and Petrological Characteristics of the Eastern Pontide Eocene (?) Alkaline Volcanic Province, NE Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7, 231-239.

- Şen, C., 2007. Jurassic Volcanism in the Eastern Pontides: is it Rift Related or Subduction Related?, Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 4, 523-539.
- Şen, C., Yılmaz, C., Kaygusuz, A., Karanlı, O., Aydın, F., Kandemir, R. ve Kurt, İ., 2007. Doğu Pontidler'deki Jura Volkanitlerinin Jeokimyasal Özellikleri, TÜBİTAK Projesi 103Y017.
- Şengör, A., M., C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A., M., C., Yılmaz, Y. ve Sungurlu, O., 1984. Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: Nature and Evolution of the Western Termination of Palaeo-Tethys, Geological Society, London, Special Publications, 17, 77-112.
- Taşlı, K., 1984. İkisu (Gümüşhane) ile Hamsiköy (Trabzon) Yörelerinin Jeolojisi ve Berdiga Formasyonununun Biyostratigrafik Deneştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Taşlı, K., 1993. Doğu Pontidler'de Malm Volkanizmasının Varlığına İlişkin Stratigrafik ve Paleontolojik Veriler, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, Jeoloji Eğitiminde 60. Yıl Özel Sayısı, 8, 95-102.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of Gümüşhane Region, NE Turkey, Doktora Tezi, Londra Üniversitesi, 245 s.
- Tokel, S., 1977. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Eosen Yaşlı Kalkalkalen Andezitler ve jeotektonizma, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 20, 49-54.
- Topuz, G. ve Altherr, R., 2004. Pervasive Rehydration of Granulites During Exhumation-an Example From the Pulur Complex, Eastern Pontides, Turkey, Mineralogy and Petrology, 81, 165-185.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalta, A., Şatır, M., Wernera, O. ve Schwarz, W., H., 2004. Aluminous Granulites From the Pulur Complex, NE Turkey: A Case of Partial Melting, Efficient Melt Extraction and Crystallisation, Lithos, 72, 183- 207.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Werner, O. ve Schwarz, W., H., 2004a. Aluminous Granulites From the Pulur Complex, NE Turkey: A Case of Partial Melting, Efficient Melt Extraction and Crystallization, Lithos, 72, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., Satır, M. ve Schwarz, M., 2004b. Low-Grade Metamorphic Rocks From the Pulur Complex, NE Turkey: Implications for Pre-Liassic Evolution of the Eastern Pontides, International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch), 93, 72-91.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W., H., Dokuz, A. ve Meyer, H., P., 2007. Variscan Amphibolitefacies Metamorphic Rocks From the Kurtoğlu Metamorphic Complex (Gümüşhane Area, Eastern Pontides, Turkey), International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch), 96, 861-873.

- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W., H., Zack, T., Hasözбек, A., Barth, M., Satır, M. ve Şen, C., 2010. Carboniferous High-Potassium I-Type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane Pluton (NE Turkey), Lithos, 116, 92-110.
- Topuz, G., Çelik, Ö., F., Şengör, A., M., C., Altıntaş, E., Zack, T., Rolland, Y. ve Barth, M., 2013a. Jurassic Ophiolite Formation and Emplacement as Backstop to a Subduction-Accretion Complex in Northeast Turkey, the Refahiye Ophiolite, and Relation to the Balkan Ophiolites, American Journal of Science, 313, 1-35.
- Topuz, G., Göçmengil, G., Rolland, Y., Çelik, Ö., F., Zack, T. ve Schmitt, A., K., 2013b. Jurassic Accretionary Complex and Ophiolite from Northeast Turkey: No Evidence for the Cimmerian Continental Ribbon, Geology, 41, 255-258.
- Tüysüz, O., 1993. Karadeniz'den Orta Anadolu'ya Bir Jeotravers: Kuzey Neotetis'in Tektonik Evrimi, Türkiye Petrol Jeologları Bülteni, 5, 1-33.
- Uysal, İ., Ersoy, E. Y., Dilek, Y., Escayola, M., Sarıfakıoğlu, E., Saka, S. ve Hirata, T., 2015. Depletion and Refertilization of the Tethyan Oceanic Upper Mantle as Revealed by the Early Jurassic Refahiye Ophiolite, NE Anatolia-Turkey, Gondwana Research, 27, 594-611
- Van, A., 1990. Pontid Kuşağı'nda Artvin Bölgesi'nin Jeokimyası, Petrojenezi ve Masif Sülfid Mineralizasyonları, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Veizer, J., 1989. Strontium Isotopes In Seawater Through Time, Annual Reviews Earth Planetary Sciences, 17, 141-67.
- Verma, S.P., 2010. Statistical Evaluation of Bivariate, Ternary and Discriminant Function Tectonomagmatic Discrimination Diagrams, Turkish Journal of Earth Sciences, 19, 185-238.
- Verma S., P. ve Agrawal S., 2011. New Tectonic Discrimination Diagrams for Basic and Ultrabasic Volcanic Rocks Through Log-Transformed Ratios of High Field Strength Elements and Implications For Petrogenetic Processes, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 28, núm. 1, 24-4.
- Volkening, J., Walczyk, T. ve Heumann, K., J., 1991. Osmium Isotope Ratio Determinations by Negative Thermal Ionization Mass Spectrometry, International Journal of Mass Spectrometry and Ion Processes, 105, 147-159.
- Whitford, D. ve White W., M., 1981. Neodymium Isotopic Composition of Quaternary Island Arc Lavas From Indonesia, Geochimica et Cosmochimica Acta, 45, 989-995.
- Wilson, M., 1989. Igneous Petrogenesis, A Global Tectonic Approach, Unwin Hyman Ltd., Londra, 466 s.

- Winchester, J., A., ve Floyd, P., A., 1976. Geochemical Magma Type Discrimination: Application to Altered and Metamorphosed Basic Igneous Rocks, Earth and Planetary Science Letters, 28, 459-469.
- Winkler, H., G., F., 1976. Petrogenesis of Metamorphic Rocks, Springer-Verlag, New York.
- Wood, D., A., 1980. The Application of a Th-Hf-Ta Diagram to Problems of Tectonomagmatic Classification and to Establishing the Nature of Crustal Contamination of Basaltic Lavas on the British Tertiary Volcanic Province, Earth and Planetary Science Letters, 50, 11-30.
- Yardley, B., W., D., 1989. An Introduction to Metamorphic Petrology, Longman Scientific & Technical, New York.
- Yıldız, M., Kırmacı, M., Z., Kandemir, R. ve Gümrük, T., E., 2017. Geç Jura- Erken Kretase Yaşlı Platform Karbonatlarındaki (Berdiga Formasyonu) Dolomitleşmenin Kökeni ve Mağmatik Yay Gelişiminin Dolomitleşme Üzerindeki Etkisi, Başoba Yayla (Trabzon), KD Türkiye, 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, Ankara, 708-709.
- Yılmaz, A., Adamia, S., Chabukiani, A., Chkhotua, T., Erdoğan, K., Tuzcu, S. ve Karabyıkoğlu, M., 2000. Structural Correlation of the Southern Transcaucasus (Georgia)-Eastern Pontides (Turkey), Geological Society, London, Special Publications 2000; 173; 171-182.
- Yılmaz, C., Özgür, S., ve Taşlı, K., 1996. Gümüşhane Yöresi Mesozoyik Çökellerindeki Çok Evreli Riftleşme Kayıtları (KD Türkiye), Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 11, 170-175.
- Yılmaz, C., 1997. Sedimentological Records Cretaceous Platform-Basin Transition Gümüşhane Region (NE Turkey), Geologie Mediterran, 24/1-2, 125-135.
- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, C. ve Kandemir, R., 2003. Şenköy Formasyonu: Yeni Bir Formasyon Adlaması, 3, Stratigrafi Çalıştayı Bildiri Özleri, Ankara, 14.
- Yılmaz, C. ve Kandemir, R., 2006. Sedimentary Records of the Extensional Tectonic Regime With Temporal Cessation: Gümüşhane Mesozoic Basin (NE TURKEY), Geologica Carpathica, 57, 3-13.
- Yılmaz, Y., 1972. Petrology and Structure of the Gümüşhane Granite and Surrounding Rocks, North-Eastern Anatolia, Doktora Tezi, London University.
- Yılmaz, Y., 1974. Geology of the Gümüşhane Granite (Petrography), İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Mecmuası Seri B, 39, 157-172.

- Yılmaz, Y., 1993. New Evidence and Model on the Evolution of the Southeast Anatolian Orogen, Geological Society of America Bulletin, 105, 251-271.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş., C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M. ve Yılmaz, K., 1995. Geological Evolution of the Late Mesozoic Continental Margin of Northwestern Anatolia, Tectonophysics 243, 155-171.
- Yılmaz, Y., Serdar, H., S., Genç, C., Yiğitbaş, E., Gürer, Ö., F., Elmas, A., Yıldırım, M., Bozcu, M. ve Gürpınar, O., 1997. The Geology and Evolution of the Tokat Massif, South-Central Pontides, Turkey, International Geology Review, 39, 365-382.
- Yücel, C., 2007. Doğu Karadeniz Orojenik Kuşağı Güney Zonunda Akşar (Bayburt) Yöresindeki Kıvrımların Orijini ve Sınıflandırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yüksel, S., 1976. Şiran Batı Yöresi Mesozoyik Karbonat Kayaçları ve Eosen Flişinin Petrografik ve Sedimantolojik İncelemesi, Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Zankl, H., 1962. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harsit-Tales, Ne-Anatolien, Geologische Rundschau, 51, 1, 218-239.
- Zindler, A., ve Hart, S., 1986. Chemical Geodynamics, Annual, Reviews, Earth Planetary Sciences, 14, 493-571.
- URL-1 <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/TRABZON.pdf>, 10 Ocak 2018.
- URL-2 <http://www.paftabulucu.com/>, 29 Ocak 2018.
- URL-3 <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/>, 19 Ocak 2018.
- URL-4 <https://earthref.org/GERM/>, 6 Mart 2018.



## 7. EKLER

Ek Tablo 1. Çalışma alanından derlenen örneklerin koordinat bilgileri ve dokusal özellikleri

Örnek no	Lokasyon	Koordinat	Yükseklik	Kayaç adı	Doku
D1	Dağbaşı	37524326D 4506439K	605 m	Bazalt	Vesiküler, mikrolitik porfirik
D2	Dağbaşı	37575302D 4506653K	600 m	Bazalt	Mikrolitik porfirik
DA2	Dağbaşı	37574795D 4508443K	860 m	Bazalt	Vesiküler mikrolitik
DA3	Dağbaşı	37575626D 4507261K	580 m	Bazalt	Mikrolitik porfirik
DA4	Dağbaşı	37575792D 4507435K	560 m	Bazalt	Vesiküler, mikrolitik
DA5	Dağbaşı	37576035D 4507700K	530 m	Bazalt	Vesiküler, mikrolitik porfirik
DA6	Dağbaşı	37576274D 4507837K	490 m	Bazalt	Mikrolitik
DA7	Dağbaşı	37576315D 4507934K	480 m	Bazalt	Mikrolitik porfirik
DA8	Dağbaşı	37576496D 4508084K	480 m	Bazalt	Vesiküler, mikrolitik porfirik
DA9	Dağbaşı	37544864D 4508313K	855 m	Bazalt	Mikrolitik
DA13	Dağbaşı	37574775D 4508296K	820 m	Bazalt	Mikrolitik
DA14	Dağbaşı	37574782D 4508116K	790 m	Bazalt	Mikrolitik
DA18	Dağbaşı	37577000D 4507496K	712 m	Bazalt	Vesiküler, mikrolitik porfirik
DA26	Dağbaşı	37577480D 4507499K	860 m	Bazalt	Vesiküler, mikrolitik
DA28	Dağbaşı	37577702D 4507996K	900 m	Bazalt	Vesiküler, mikrolitik porfirik
AK1	Akarsu	37550155D 4506891K	920 m	Bazalt	Mikrolitik
AK2	Akarsu	37550194D 4506821K	920 m	Bazalt	Mikrolitik
AK3	Akarsu	37550219D 4506746K	920 m	Andezit	Mikrolitik
AK4	Akarsu	37550155D 4506682K	930 m	Andezit	Mikrolitik
AK5	Akarsu	37550086D 4506627K	935 m	Andezit	Mikrolitik

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Koordinat	Yükseklik	Kayaç adı	Doku
G12 G13 G14 G15	İkisu	37538352D 4490232K		Andezit Andezit Andezit Andezit	G12- Vesiküler, mikrolitik porfirik G13- Vesiküler, mikrolitik porfirik G14- Vesiküler, mikrolitik porfirik G15- Vesiküler, mikrolitik porfirik
G16	İkisu	37537371D 4489725K	1232 m	Bazalt	G16- Vesiküler, mikrolitik porfirik G16a- Vesiküler, mikrolitik porfirik G16b- Mikrolitik porfirik
G17	İkisu	37537339D 4489646K	1238 m		G17 milimetrik koyu kırmızı damarlar içeren açık kahverengi ince taneli kırıntılı kayaç G17a içerisinde %5 mineral parçası olan kalsit damarları tarafından kesilmiş gri renkli kırıntılı kayaç G17c ince kırıntılı yer yer birkaç mm'ye varan yuvarlaklaşmış kayaç parçası içeren içerisinde %5 ve varan mineral içeren kırıntılı kayaç G17d İnce taneli kırıntılı G17e kalsit damarları tarafından kesilmiş gri renkli kırıntılı kayaç
G18 G19	İkisu	37537149D 4489381K	1246 m	Andezit	G18a- Mikrolitik porfiri G18b- Mikrolitik porfirik G18c- Mikrolitik porfirik
G20	İkisu	37537136D 4489361K	1236 m	Bazalt	G20- Vesiküler, mikrolitik porfirik
G21 G22	İkisu	37536876D 4489163K	1260 m	Bazalt Bazalt	G21- Vesiküler, mikrolitik porfirik G22- Vesiküler, mikrolitik porfirik
G23 G24 G25	İkisu	37536821D 4489204K	1280 m	Bazalt Bazalt Bazalt	G23- Vesiküler, mikrolitik porfirik G24- Mikrolitik intersertal
G26	İkisu	37536787D 4489196K	1305 m	Bazalt	
G27 G28	İkisu	37536525D 4489061K	1313 m	Bazalt	G27- Mikrolitik porfirik doku
G29 G30	İkisu	37536406D 4489105K	1307 m	Tortul ara seviye	
G31 G32	İkisu	37536255D 4489017K	1305 m	Bazalt	G31-G32 Mikrolitik porfirik, intergranüler

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Koordinat	Yükseklik	Kayaç adı	Doku
G33	İkisu	37536098D 4489122K	1297 m	Tortul ara seviye	
G34	İkisu	37535186D 4489249K	1333 m	Bazalt	G34- Vesiküler-mikrolitik porfirik
G35	İkisu	37534873D 4489296K	1293 m	Bazalt	G35- Vesiküler-mikrolitik porfirik doku
M1	Mescitli	37543779D 4476700K	1237m	Bazalt	Mikrolitik
M4	Mescitli	37534108D 4486076K	1056m	Bazalt	Mikrolitik
M6	Mescitli	37534244D 4486243K	1168m	Bazalt	Mikrolitik
M9	Mescitli	37533834D 4486179K	1032m	Bazalt	Mikrolitik
M10	Mescitli	37533834D 4486179K	1032m	Bazalt	Mikrolitik
P1 P2 P3	Pekün	37535987D 4456052K	1760 m	Dasit Bazalt Bazalt	Mikrolitik porfirik Mikrolitik Mikrolitik
K1	Pekün	37540321D 4461408K	1610 m	Bazalt	Mikrolitik
K2	Pekün	37540293D 4461328K	1610 m	Bazalt	Mikrolitik porfirik
PK2 PK3	Pekün	37540830D 4457433K	1930 m	Andezit Dasit	Mikrolitik
P-4 P-5 P-6 P-7 P-8	Pekün	37540795D 4460446K	1617 m	Bazalt Bazalt Andezit Andezit Bazalt	Mikrolitik Mikrolitik Mikrolitik Mikrolitik porfirik Mikrolitik
SK-1	Sırakonaklar	37689575D 4504013K	1105 m	Dasit	Mikrolitik
SK-2 SK-3 SK-4	Sırakonaklar	37689664D 4504127K	1135 m	Bazalt Bazalt Bazalt	Mikrolitik porfirik Mikrolitik Mikrolitik
SK-5	Sırakonaklar	37689830D 4504218K	1140 m	Bazalt	Mikrolitik
SK-6	Sırakonaklar	37690987D 4504978K	1180 m	Andezit	Mikrolitik
KK-1	Karakale	37691587D 4506207K	1030 m	Andezit	Mikrolitik
KK-2	Karakale	37691479D 4505338K	1080 m	Andezit	Mikrolitik
KK-3-a/b	Karakale	37691426D 4505262K	1100 m	Bazalt	Mikrolitik
İS-1a/b	İşhan	37732651D 4516638K	620 m	Dasit	Mikrolitik porfirik

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Koordinat	Yükseklik	Kayaç adı	Doku
İS-2/a	İşhan	37732613D 4516648K	620 m	Dasit	Mikrolitik porfirik
İS-3/b	İşhan	37732578D 4516679K	620 m	Dasit	Mikrolitik porfirik
İS-4/a	İşhan	İS-3 10m aşağısı	620 m	Dasit	Mikrolitik porfirik
İS-5	İşhan	37731369D 4516499K	620 m	Dasit	Mikrolitik porfirik
İS-6	İşhan	İS-5 yanı	620 m	Dasit	Mikrolitik porfirik

Ek Tablo 2. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu-Mescitli- Pekün (Ünlüpinar)- Kazantaş- Gülaçar. Erzurum Sırakonaklar-Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait feldspatların mikroprob analiz sonuçları, 8 oksijene göre hesaplanmış katyonları ve uç bileşenleri

	DAĞBAŞI							AKARSU			
	DA5- 2 plj	DA5- 4 plj	DA5- 5 plj	DA5- 8 plj	DA5- 9 plj	DA5- 12 plj	DA5- 15 plj	AK1- 1 plj	AK1- 2 plj	AK1- 3 plj	AK1- 5 plj
SiO <sub>2</sub>	68.98	65.33	67.95	68.06	66.63	67.70	65.06	65.44	57.76	54.73	56.99
TiO <sub>2</sub>	0.03	ala	ala	0.01	ala	0.01	ala	0.02	0.18	0.03	0.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.81	20.24	20.61	20.73	21.34	21.06	22.73	20.03	24.02	25.90	24.85
FeO	0.62	1.10	0.28	0.32	0.44	0.27	0.08	0.63	1.03	0.47	0.96
MnO	ala	0.05	0.09	ala	ala	ala	ala	0.04	ala	ala	ala
MgO	0.02	1.13	ala	ala	ala	ala	0.01	0.29	0.03	0.07	0.08
CaO	0.26	0.24	0.27	0.15	0.50	0.37	0.28	1.27	7.83	10.13	9.01
Na <sub>2</sub> O	12.12	11.22	11.87	11.91	11.87	12.00	11.48	9.28	6.32	5.13	6.05
K <sub>2</sub> O	0.05	0.05	0.09	0.05	0.11	0.05	0.05	1.13	0.48	0.32	0.47
Toplam	101.89	99.36	101.17	101.24	100.89	101.46	99.68	98.13	97.65	96.78	98.56
Si	2.973	2.899	2.946	2.946	2.905	2.929	2.862	2.935	2.656	2.548	2.607
Ti	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.001	0.005
Al	1.006	1.059	1.053	1.058	1.097	1.074	1.179	1.059	1.302	1.422	1.340
Fe	0.022	0.041	0.010	0.012	0.016	0.010	0.003	0.024	0.040	0.018	0.037
Mn	0.000	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
Mg	0.001	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.019	0.002	0.005	0.005
Ca	0.012	0.012	0.013	0.007	0.023	0.017	0.013	0.061	0.386	0.505	0.442
Na	1.013	0.965	0.998	0.999	1.003	1.007	0.979	0.807	0.564	0.464	0.537
K	0.003	0.003	0.005	0.003	0.006	0.003	0.003	0.065	0.028	0.019	0.027
Toplam	5.031	5.055	5.029	5.025	5.051	5.039	5.039	4.971	4.983	4.981	5.000
T-Odası	3.98	3.96	4.00	4.00	4.00	4.00	4.04	3.99	3.96	3.97	3.95
A-Odası	1.03	0.98	1.02	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	0.98	0.99	1.01
% Ab	98.56	98.50	98.26	99.03	97.19	98.06	98.43	86.55	57.65	46.94	53.35
% An	1.17	1.18	1.25	0.69	2.24	1.67	1.31	6.52	39.45	51.17	43.91
% Or	0.27	0.31	0.50	0.28	0.57	0.27	0.26	6.93	2.90	1.89	2.73

Ala: Analiz limitleri altında

Ek Tablo 2'nin devamı

	AKARSU									ZİGANA	
	<u>AK1- 6</u> plj	<u>AK1- 11</u> plj	<u>AK1- 13</u> plj	<u>AK1- 14</u> plj	<u>AK5- 5r</u> plj	<u>A3- 1</u> plj	<u>A3- 2</u> plj	<u>A3- 3</u> plj	<u>A3- 4</u> plj	<u>ZL4- 1</u> plj	<u>ZL4- 2</u> plj
SiO <sub>2</sub>	54.46	55.33	54.73	53.11	67.86	51.67	48.63	67.00	66.48	53.14	68.45
TiO <sub>2</sub>	0.10	0.13	0.10	0.10	ala	0.01	0.03	0.10	0.02	0.02	ala
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.26	24.07	25.32	26.00	18.32	28.74	29.26	20.05	19.67	26.94	19.87
FeO	1.30	1.29	1.19	0.89	0.12	0.38	0.21	0.31	0.29	0.18	0.16
MnO	ala	0.04	0.06	0.06	0.01	ala	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02
MgO	0.05	0.03	0.07	0.05	0.01	0.12	0.27	0.30	0.29	ala	0.18
CaO	10.66	10.14	10.37	11.53	0.18	12.89	12.37	0.45	0.32	12.06	0.62
Na <sub>2</sub> O	5.05	5.35	5.41	4.79	8.09	4.52	5.68	9.94	10.87	4.73	10.20
K <sub>2</sub> O	0.22	0.31	0.37	0.27	4.30	0.32	0.28	0.10	0.20	0.23	0.10
Toplam	96.10	96.68	97.63	96.80	98.90	98.65	96.75	98.27	98.17	97.34	99.60
Si	2.569	2.591	2.544	2.494	3.033	2.388	2.308	2.969	2.963	2.475	2.991
Ti	0.004	0.004	0.003	0.004	0.000	0.000	0.001	0.003	0.001	0.001	0.000
Al	1.349	1.329	1.387	1.439	0.965	1.566	1.637	1.047	1.033	1.479	1.023
Fe	0.051	0.050	0.046	0.035	0.005	0.015	0.008	0.011	0.011	0.007	0.006
Mn	0.000	0.002	0.003	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
Mg	0.004	0.002	0.005	0.003	0.000	0.008	0.019	0.020	0.019	0.000	0.012
Ca	0.539	0.509	0.516	0.580	0.009	0.638	0.629	0.021	0.015	0.602	0.029
Na	0.462	0.486	0.488	0.436	0.701	0.405	0.523	0.854	0.939	0.427	0.864
K	0.013	0.019	0.022	0.016	0.245	0.019	0.017	0.006	0.011	0.014	0.006
Toplam	4.990	4.992	5.014	5.009	4.958	5.040	5.142	4.933	4.995	5.005	4.932
T-Odas <sub>1</sub>	3.92	3.92	3.93	3.93	4.00	3.95	3.94	4.02	4.00	3.95	4.01
A-Odas <sub>1</sub>	1.01	1.01	1.03	1.03	0.96	1.06	1.17	0.88	0.97	1.04	0.90
% Ab	45.57	47.94	47.54	42.22	73.41	38.13	44.72	96.93	97.24	40.96	96.15
% An	53.13	50.20	50.33	56.21	0.92	60.10	53.83	2.43	1.58	57.73	3.23
% Or	1.30	1.85	2.12	1.57	25.67	1.78	1.45	0.64	1.18	1.31	0.62

Ek Tablo 2'nin devamı

	ZİGANA		İKİSU								
	ZL4-	ZL4-	G16-b-	G16-b-	G16-b-	G16-b-	G16-b-	G16-b-	G16-b-	G16-b-	G16-b-
	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>21</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>27</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	67.56	68.01	64.95	62.79	66.97	64.45	67.78	67.48	56.31	68.02	66.05
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.30	0.02	0.02	0.05	ala	0.06	0.03	0.20	0.03	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.09	19.65	20.10	21.49	19.42	20.23	19.49	19.82	25.37	19.30	21.13
FeO	0.41	0.23	0.47	0.86	0.20	0.34	0.19	0.09	0.19	0.17	0.28
MnO	0.03	0.02	ala	0.02	ala	ala	ala	ala	0.05	ala	ala
MgO	0.21	0.22	0.13	0.34	0.01	0.05	ala	ala	0.05	ala	0.08
CaO	0.81	0.71	0.18	0.29	0.36	0.57	0.49	0.30	10.88	0.21	0.21
Na <sub>2</sub> O	9.78	10.69	10.82	9.84	10.76	11.25	11.83	11.73	5.19	11.30	10.81
K <sub>2</sub> O	0.21	0.10	0.79	2.15	0.34	0.36	0.06	0.06	0.10	0.12	0.83
Toplam	99.11	99.93	97.46	97.80	98.11	97.25	99.90	99.52	98.34	99.13	99.41
Si	2.973	2.974	2.932	2.853	2.984	2.917	2.974	2.968	2.577	2.997	2.918
Ti	0.000	0.010	0.001	0.001	0.002	0.000	0.002	0.001	0.007	0.001	0.001
Al	1.042	1.013	1.069	1.151	1.020	1.079	1.008	1.028	1.368	1.002	1.100
Fe	0.015	0.008	0.018	0.033	0.008	0.013	0.007	0.003	0.007	0.006	0.010
Mn	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
Mg	0.014	0.014	0.009	0.023	0.001	0.004	0.000	0.000	0.003	0.000	0.005
Ca	0.038	0.033	0.009	0.014	0.017	0.027	0.023	0.014	0.534	0.010	0.010
Na	0.834	0.906	0.946	0.867	0.929	0.987	1.006	1.000	0.460	0.965	0.925
K	0.012	0.006	0.046	0.125	0.020	0.021	0.003	0.003	0.006	0.006	0.047
Toplam	4.929	4.966	5.029	5.067	4.979	5.048	5.024	5.019	4.965	4.987	5.017
T-Odası	4.01	3.99	4.00	4.00	4.00	4.00	3.98	4.00	3.95	4.00	4.02
A-Odası	0.88	0.95	1.00	1.01	0.97	1.04	1.03	1.02	1.00	0.98	0.98
% Ab	94.35	95.89	94.57	86.18	96.19	95.34	97.44	98.27	46.05	98.34	94.21
% An	4.32	3.52	0.87	1.41	1.78	2.65	2.25	1.41	53.37	1.00	1.01
% Or	1.33	0.59	4.56	12.41	2.03	2.01	0.31	0.32	0.58	0.66	4.78

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G16-b-</u> <u>28</u>	<u>G16-b-</u> <u>29</u>	<u>G16-b-</u> <u>30</u>	<u>G16K-</u> <u>2</u>	<u>G16K-</u> <u>23</u>	<u>G16i-</u> <u>13</u>	<u>G16i-</u> <u>15</u>	<u>G16i-</u> <u>17</u>	<u>G16i-</u> <u>23</u>	<u>G16i-</u> <u>24</u>	<u>G16i-</u> <u>26</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	66.79	66.57	66.70	67.13	63.90	57.29	52.60	53.01	65.31	53.19	68.73
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.02	ala	0.01	0.15	0.04	0.08	0.01	0.10	0.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.07	19.90	19.33	20.12	22.10	24.73	27.93	27.27	20.61	28.31	18.78
FeO	0.16	0.12	0.25	0.08	1.34	0.86	0.37	0.62	0.01	0.36	0.13
MnO	ala	ala	0.01	ala	0.02	ala	ala	ala	ala	ala	ala
MgO	ala	ala	0.03	0.04	1.24	0.07	0.13	0.11	0.03	0.16	ala
CaO	0.26	0.18	0.67	1.04	0.30	8.18	12.68	12.07	3.20	10.61	0.14
Na <sub>2</sub> O	11.46	11.82	10.86	10.85	10.35	6.77	4.48	4.74	10.05	4.89	11.66
K <sub>2</sub> O	0.05	0.08	0.22	0.46	0.54	0.50	0.22	0.23	0.09	0.25	0.04
<b>Toplam</b>	<b>97.83</b>	<b>98.71</b>	<b>98.09</b>	<b>99.71</b>	<b>99.79</b>	<b>98.54</b>	<b>98.43</b>	<b>98.12</b>	<b>99.30</b>	<b>97.86</b>	<b>99.51</b>
Si	2.986	2.956	2.977	2.953	2.831	2.619	2.430	2.455	2.897	2.454	3.016
Ti	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.005	0.001	0.003	0.000	0.003	0.002
Al	1.005	1.041	1.017	1.043	1.154	1.332	1.521	1.489	1.077	1.540	0.971
Fe	0.006	0.004	0.009	0.003	0.050	0.033	0.014	0.024	0.000	0.014	0.005
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.002	0.003	0.082	0.005	0.009	0.008	0.002	0.011	0.000
Ca	0.013	0.009	0.032	0.049	0.014	0.401	0.628	0.599	0.152	0.525	0.006
Na	0.993	1.017	0.940	0.925	0.889	0.600	0.401	0.426	0.864	0.437	0.992
K	0.003	0.005	0.013	0.026	0.031	0.029	0.013	0.013	0.005	0.015	0.002
<b>Toplam</b>	<b>5.008</b>	<b>5.033</b>	<b>4.990</b>	<b>5.001</b>	<b>5.051</b>	<b>5.024</b>	<b>5.016</b>	<b>5.017</b>	<b>4.998</b>	<b>4.999</b>	<b>4.994</b>
T-Odası	3.99	4.00	3.99	4.00	3.99	3.95	3.95	3.94	3.97	3.99	3.99
A-Odası	1.01	1.03	0.98	1.00	0.93	1.03	1.04	1.04	1.02	0.98	1.00
% Ab	98.46	98.72	95.47	92.52	95.23	58.29	38.49	41.01	84.64	44.76	99.16
% An	1.25	0.83	3.23	4.89	1.50	38.89	60.28	57.70	14.88	53.73	0.64
% Or	0.29	0.44	1.30	2.59	3.27	2.82	1.23	1.29	0.49	1.51	0.20



Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G16i-</u> <u>29</u>	<u>G18A-</u> <u>2</u>	<u>G18A-</u> <u>3</u>	<u>G18A-</u> <u>8</u>	<u>G18A-</u> <u>10</u>	<u>G18A-</u> <u>12</u>	<u>G18A</u> <u>-13</u>	<u>G18A-</u> <u>14</u>	<u>G18A-</u> <u>15</u>	<u>G18A-</u> <u>18</u>	<u>G18A-</u> <u>20</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	56.13	52.87	53.47	52.10	52.85	53.67	52.84	53.19	52.59	53.09	58.41
TiO <sub>2</sub>	0.08	0.11	0.15	0.10	0.08	0.12	0.13	0.13	0.10	0.12	0.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.67	28.32	26.11	28.33	27.39	28.57	28.26	28.94	27.79	27.88	22.86
FeO	0.75	0.76	1.16	0.75	0.91	0.64	0.72	0.69	0.75	0.82	0.97
MnO	ala	ala	0.06	0.01	0.01	0.01	ala	0.03	ala	ala	0.01
MgO	0.09	0.05	1.48	0.05	1.04	0.11	0.11	0.06	0.07	0.05	2.20
CaO	9.87	12.50	9.28	12.49	11.22	12.31	12.23	12.32	12.15	11.97	5.98
Na <sub>2</sub> O	5.82	4.51	5.34	4.43	4.55	4.49	4.45	4.69	4.65	4.62	7.22
K <sub>2</sub> O	0.30	0.21	0.32	0.21	0.18	0.20	0.22	0.18	0.20	0.20	0.47
<b>Toplam</b>	<b>97.72</b>	<b>99.32</b>	<b>97.36</b>	<b>98.47</b>	<b>98.23</b>	<b>100.13</b>	<b>98.97</b>	<b>100.23</b>	<b>98.30</b>	<b>98.74</b>	<b>98.34</b>
Si	2.593	2.423	2.489	2.410	2.442	2.434	2.427	2.414	2.434	2.443	2.664
Ti	0.003	0.004	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.003	0.004	0.008
Al	1.343	1.529	1.433	1.545	1.492	1.527	1.530	1.548	1.516	1.512	1.229
Fe	0.029	0.029	0.045	0.029	0.035	0.024	0.028	0.026	0.029	0.031	0.037
Mn	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Mg	0.006	0.004	0.102	0.004	0.072	0.007	0.008	0.004	0.005	0.004	0.149
Ca	0.489	0.613	0.463	0.619	0.556	0.598	0.602	0.599	0.602	0.590	0.292
Na	0.522	0.400	0.482	0.397	0.408	0.395	0.396	0.413	0.417	0.412	0.638
K	0.018	0.012	0.019	0.012	0.011	0.012	0.013	0.010	0.012	0.012	0.028
<b>Toplam</b>	<b>5.002</b>	<b>5.015</b>	<b>5.040</b>	<b>5.019</b>	<b>5.018</b>	<b>5.002</b>	<b>5.008</b>	<b>5.019</b>	<b>5.019</b>	<b>5.009</b>	<b>5.046</b>
T-Odası	3.94	3.95	3.92	3.95	3.93	3.96	3.96	3.96	3.95	3.96	3.89
A-Odası	1.03	1.03	0.96	1.03	0.97	1.00	1.01	1.02	1.03	1.01	0.96
% Ab	50.74	39.02	50.00	38.61	41.87	39.30	39.17	40.40	40.46	40.66	66.63
% An	47.52	59.79	48.03	60.18	57.03	59.55	59.54	58.61	58.40	58.19	30.49
% Or	1.74	1.19	1.96	1.21	1.10	1.15	1.29	0.99	1.15	1.15	2.88

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G18A-</u> <u>21</u>	<u>G18A-</u> <u>22</u>	<u>G18A-</u> <u>23</u>	<u>G18A-</u> <u>24</u>	<u>G18A-</u> <u>28</u>	<u>G18A-</u> <u>30</u>	<u>G20-</u> <u>2</u>	<u>G20-</u> <u>4</u>	<u>G20-</u> <u>6</u>	<u>G20-</u> <u>7</u>	<u>G20-</u> <u>13</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	54.44	60.44	53.84	53.85	52.94	58.95	68.24	69.34	66.21	64.80	69.44
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.17	0.09	0.13	0.10	0.16	ala	0.01	0.02	0.02	0.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.25	22.33	27.32	27.37	28.71	24.58	19.17	17.19	17.38	16.45	18.81
FeO	0.75	2.18	0.86	0.81	0.75	0.84	0.30	0.37	0.35	0.23	0.31
MnO	0.07	0.01	0.02	ala	ala	0.01	ala	ala	ala	0.01	ala
MgO	0.06	0.80	0.08	0.16	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
CaO	12.00	4.44	11.20	11.32	12.63	7.52	0.23	0.47	0.28	0.52	0.11
Na <sub>2</sub> O	4.66	7.56	4.82	4.77	4.28	7.44	11.56	9.22	10.61	9.70	11.70
K <sub>2</sub> O	0.25	1.05	0.31	0.23	0.21	0.58	0.09	0.09	0.07	0.07	0.02
<b>Toplam</b>	<b>100.59</b>	<b>98.98</b>	<b>98.54</b>	<b>98.63</b>	<b>99.68</b>	<b>100.11</b>	<b>99.60</b>	<b>96.69</b>	<b>94.93</b>	<b>91.80</b>	<b>100.46</b>
Si	2.456	2.741	2.478	2.475	2.415	2.649	2.997	3.101	3.042	3.069	3.020
Ti	0.004	0.006	0.003	0.004	0.003	0.005	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002
Al	1.503	1.194	1.482	1.482	1.544	1.302	0.992	0.906	0.941	0.918	0.964
Fe	0.028	0.083	0.033	0.031	0.029	0.031	0.011	0.014	0.014	0.009	0.011
Mn	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Mg	0.004	0.054	0.006	0.011	0.005	0.003	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001
Ca	0.580	0.216	0.552	0.557	0.617	0.362	0.011	0.022	0.014	0.026	0.005
Na	0.407	0.665	0.430	0.425	0.378	0.648	0.984	0.799	0.945	0.890	0.986
K	0.014	0.061	0.018	0.014	0.012	0.033	0.005	0.005	0.004	0.004	0.001
<b>Toplam</b>	<b>5.000</b>	<b>5.019</b>	<b>5.002</b>	<b>4.999</b>	<b>5.005</b>	<b>5.034</b>	<b>5.001</b>	<b>4.848</b>	<b>4.961</b>	<b>4.918</b>	<b>4.990</b>
T-Odası	3.96	3.93	3.96	3.96	3.96	3.95	3.99	4.01	3.98	3.99	3.98
A-Odası	1.00	0.94	1.00	1.00	1.01	1.04	1.00	0.83	0.96	0.92	0.99
% Ab	40.66	70.64	43.00	42.64	37.54	62.12	98.41	96.70	98.15	96.71	99.34
% An	57.91	22.92	55.21	55.99	61.24	34.70	1.10	2.71	1.46	2.85	0.53
% Or	1.42	6.44	1.80	1.37	1.22	3.18	0.49	0.59	0.40	0.44	0.13

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G20-</u> <u>15</u>	<u>G20-</u> <u>20</u>	<u>G20-</u> <u>21</u>	<u>G20-</u> <u>24</u>	<u>G20-</u> <u>25</u>	<u>G20-</u> <u>26</u>	<u>G20-</u> <u>27</u>	<u>G20-</u> <u>29</u>	<u>G20-</u> <u>30</u>	<u>G25-</u> <u>6</u>	<u>G25-</u> <u>16</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	67.10	67.06	67.51	54.12	67.29	67.38	66.08	68.72	67.98	59.90	68.79
TiO <sub>2</sub>	0.24	0.07	0.04	0.02	0.01	ala	0.01	0.01	0.05	0.03	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.45	19.09	18.88	26.57	20.03	19.93	19.38	19.58	19.34	15.92	19.88
FeO	0.75	0.48	0.49	0.20	0.18	0.16	0.36	0.26	0.25	0.86	0.21
MnO	0.01	ala	0.03	0.11	0.01	0.03	0.03	ala	0.02	0.05	0.02
MgO	0.32	0.46	0.40	0.01	0.03	0.04	ala	0.03	0.02	3.13	0.04
CaO	0.62	0.43	0.40	11.76	0.98	0.53	0.29	0.32	0.34	7.47	0.09
Na <sub>2</sub> O	10.26	11.45	11.23	4.57	11.28	11.26	11.63	11.25	11.44	9.65	11.78
K <sub>2</sub> O	0.14	0.06	0.07	0.03	0.09	0.20	0.08	0.14	0.05	0.09	0.11
<b>Toplam</b>	<b>97.89</b>	<b>99.09</b>	<b>99.06</b>	<b>97.38</b>	<b>99.88</b>	<b>99.54</b>	<b>97.86</b>	<b>100.31</b>	<b>99.49</b>	<b>97.11</b>	<b>100.94</b>
Si	2.999	2.970	2.986	2.509	2.954	2.964	2.963	2.993	2.989	2.805	2.981
Ti	0.008	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000
Al	0.972	0.996	0.985	1.452	1.037	1.034	1.024	1.005	1.002	0.879	1.016
Fe	0.028	0.018	0.018	0.008	0.006	0.006	0.013	0.009	0.009	0.034	0.008
Mn	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001
Mg	0.022	0.030	0.026	0.000	0.002	0.003	0.000	0.002	0.001	0.219	0.003
Ca	0.029	0.020	0.019	0.584	0.046	0.025	0.014	0.015	0.016	0.375	0.004
Na	0.889	0.983	0.963	0.410	0.960	0.961	1.011	0.950	0.975	0.876	0.990
K	0.008	0.003	0.004	0.002	0.005	0.011	0.005	0.008	0.003	0.005	0.006
<b>Toplam</b>	<b>4.956</b>	<b>5.023</b>	<b>5.004</b>	<b>4.971</b>	<b>5.010</b>	<b>5.005</b>	<b>5.033</b>	<b>4.983</b>	<b>4.997</b>	<b>5.195</b>	<b>5.009</b>
T-Odası	3.97	3.97	3.97	3.96	3.99	4.00	3.99	4.00	3.99	3.68	4.00
A-Odası	0.93	1.01	0.99	1.00	1.01	1.00	1.03	0.97	0.99	1.26	1.00
% Ab	95.93	97.66	97.65	41.19	94.96	96.37	98.17	97.66	98.11	69.75	98.96
% An	3.18	2.01	1.93	58.63	4.55	2.52	1.37	1.56	1.61	29.83	0.43
% Or	0.89	0.33	0.42	0.18	0.49	1.11	0.46	0.79	0.28	0.42	0.61

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G25-</u> <u>17</u>	<u>G25-</u> <u>26</u>	<u>G31-</u> <u>9</u>	<u>G31-</u> <u>14</u>	<u>G31-</u> <u>16</u>	<u>G31-</u> <u>17</u>	<u>G31-</u> <u>19</u>	<u>G31-</u> <u>20</u>	<u>G31-</u> <u>23</u>	<u>G31-</u> <u>24</u>	<u>G31-</u> <u>27</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	68.62	69.11	57.80	52.07	51.90	57.90	53.99	51.19	52.13	56.52	52.73
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.03	0.18	0.13	0.09	0.12	0.09	0.07	0.15	0.16	0.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.36	19.64	24.32	27.31	27.36	25.09	27.47	28.38	27.29	26.17	28.04
FeO	0.28	0.18	1.21	1.06	0.78	1.05	1.12	1.08	1.09	0.76	0.76
MnO	0.01	0.02	0.01	ala	0.01	0.01	0.01	0.02	ala	0.02	0.04
MgO	0.02	0.05	0.02	1.18	ala	0.26	0.27	0.02	0.01	0.07	0.11
CaO	0.12	0.09	7.40	12.15	12.09	5.51	8.84	13.00	12.38	8.22	10.31
Na <sub>2</sub> O	11.54	11.29	7.00	4.34	4.73	6.05	4.49	3.97	4.10	5.40	4.37
K <sub>2</sub> O	0.05	0.09	0.62	0.63	0.20	1.90	1.89	0.16	0.30	1.19	1.07
<b>Toplam</b>	<b>100.03</b>	<b>100.49</b>	<b>98.55</b>	<b>98.86</b>	<b>97.16</b>	<b>97.89</b>	<b>98.17</b>	<b>97.88</b>	<b>97.46</b>	<b>98.50</b>	<b>97.55</b>
Si	2.998	2.999	2.642	2.409	2.433	2.653	2.496	2.388	2.437	2.582	2.452
Ti	0.001	0.001	0.006	0.004	0.003	0.004	0.003	0.002	0.005	0.006	0.005
Al	0.997	1.005	1.311	1.490	1.512	1.355	1.497	1.561	1.504	1.409	1.537
Fe	0.010	0.007	0.046	0.041	0.030	0.040	0.043	0.042	0.043	0.029	0.029
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001
Mg	0.001	0.003	0.001	0.082	0.000	0.018	0.019	0.001	0.001	0.005	0.007
Ca	0.006	0.004	0.362	0.602	0.607	0.271	0.438	0.650	0.620	0.402	0.514
Na	0.978	0.950	0.620	0.389	0.430	0.537	0.403	0.359	0.371	0.478	0.394
K	0.003	0.005	0.036	0.037	0.012	0.111	0.111	0.010	0.018	0.070	0.064
<b>Toplam</b>	<b>4.993</b>	<b>4.975</b>	<b>5.025</b>	<b>5.055</b>	<b>5.028</b>	<b>4.990</b>	<b>5.010</b>	<b>5.014</b>	<b>5.000</b>	<b>4.981</b>	<b>5.003</b>
T-Odası	3.99	4.00	3.95	3.90	3.95	4.01	3.99	3.95	3.94	3.99	3.99
A-Odası	0.99	0.96	1.02	1.03	1.05	0.92	0.95	1.02	1.01	0.95	0.97
% Ab	99.13	99.06	60.86	37.82	40.98	58.45	42.32	35.24	36.77	50.32	40.55
% An	0.57	0.45	35.57	58.56	57.88	29.45	46.00	63.81	61.43	42.36	52.89
% Or	0.30	0.49	3.57	3.62	1.15	12.10	11.69	0.95	1.79	7.32	6.56

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G31-</u> <u>28</u>	<u>G31-</u> <u>29</u>	<u>G31-</u> <u>30</u>	<u>G34-</u> <u>1</u>	<u>G34-</u> <u>2</u>	<u>G34-</u> <u>4</u>	<u>G34-</u> <u>7</u>	<u>G34-</u> <u>9</u>	<u>G34-</u> <u>10</u>	<u>G34-</u> <u>11</u>	<u>G34-</u> <u>12</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	51.62	65.61	51.51	62.35	66.09	66.21	67.01	67.60	67.49	67.22	68.29
TiO <sub>2</sub>	0.09	0.06	0.11	0.01	0.01	0.02	0.07	0.01	0.01	0.03	0.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.78	20.67	28.46	22.79	20.60	20.15	20.99	20.43	20.25	20.78	19.91
FeO	0.95	0.39	0.85	0.86	0.34	0.16	0.59	0.62	0.90	0.16	0.15
MnO	0.02	0.02	0.01	0.01	ala	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01
MgO	0.02	0.27	0.02	0.28	0.08	0.02	0.01	0.01	0.39	0.07	0.01
CaO	12.47	0.95	12.88	1.14	1.00	1.12	1.28	0.46	0.41	1.07	0.29
Na <sub>2</sub> O	4.27	10.18	4.09	9.32	10.68	10.63	10.98	11.47	11.42	11.13	11.20
K <sub>2</sub> O	0.27	0.98	0.23	2.26	0.10	0.04	0.09	0.17	0.09	0.05	0.05
<b>Toplam</b>	<b>97.49</b>	<b>99.12</b>	<b>98.16</b>	<b>99.01</b>	<b>98.90</b>	<b>98.38</b>	<b>101.05</b>	<b>100.78</b>	<b>100.98</b>	<b>100.52</b>	<b>99.95</b>
Si	2.415	2.914	2.393	2.805	2.929	2.946	2.916	2.946	2.939	2.931	2.982
Ti	0.003	0.002	0.004	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001
Al	1.532	1.082	1.559	1.208	1.076	1.057	1.077	1.049	1.039	1.068	1.025
Fe	0.037	0.014	0.033	0.032	0.013	0.006	0.021	0.023	0.033	0.006	0.006
Mn	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000
Mg	0.002	0.018	0.002	0.019	0.005	0.001	0.001	0.001	0.025	0.005	0.001
Ca	0.625	0.045	0.641	0.055	0.047	0.053	0.060	0.021	0.019	0.050	0.014
Na	0.387	0.877	0.368	0.813	0.918	0.917	0.927	0.969	0.964	0.941	0.949
K	0.016	0.055	0.014	0.129	0.006	0.002	0.005	0.010	0.005	0.003	0.003
<b>Toplam</b>	<b>5.017</b>	<b>5.009</b>	<b>5.014</b>	<b>5.062</b>	<b>4.994</b>	<b>4.984</b>	<b>5.009</b>	<b>5.019</b>	<b>5.026</b>	<b>5.005</b>	<b>4.980</b>
T-Odası	3.95	4.00	3.95	4.01	4.01	4.00	3.99	3.99	3.98	4.00	4.01
A-Odası	1.03	0.98	1.02	1.00	0.97	0.97	0.99	1.00	0.99	0.99	0.96
% Ab	37.66	89.71	36.00	81.51	94.54	94.27	93.51	96.90	97.55	94.69	98.30
% An	60.79	4.62	62.68	5.50	4.88	5.48	6.01	2.14	1.94	5.05	1.42
% Or	1.55	5.66	1.32	12.99	0.57	0.25	0.48	0.96	0.52	0.27	0.28

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G34-</u> <u>13</u>	<u>G34-</u> <u>15</u>	<u>G34-</u> <u>16</u>	<u>G34-</u> <u>17</u>	<u>G34-</u> <u>19</u>	<u>G34-</u> <u>20</u>	<u>G34-</u> <u>21</u>	<u>G34-</u> <u>24</u>	<u>G34-</u> <u>25</u>	<u>G34-</u> <u>26</u>	<u>G34-</u> <u>27</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	66.17	68.33	63.94	68.55	67.53	68.00	65.75	54.13	68.04	64.21	65.65
TiO <sub>2</sub>	ala	0.02	2.19	0.02	ala	0.01	0.03	0.03	0.02	0.04	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.91	20.04	19.35	20.23	20.53	20.17	21.65	26.41	20.36	22.19	20.99
FeO	0.71	0.26	1.75	0.28	0.19	0.19	0.26	0.02	0.22	0.36	0.09
MnO	0.02	0.03	0.03	0.01	0.06	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
MgO	0.15	0.04	0.45	ala	0.01	0.01	0.19	0.03	0.02	0.16	0.03
CaO	1.05	0.17	1.04	0.21	0.61	0.27	1.15	11.25	0.64	1.16	0.90
Na <sub>2</sub> O	10.28	11.21	9.78	11.09	11.22	11.07	10.35	4.71	10.98	9.60	10.39
K <sub>2</sub> O	0.73	0.05	0.06	0.03	0.02	0.05	0.08	0.29	0.09	1.12	0.08
<b>Toplam</b>	<b>101.02</b>	<b>100.15</b>	<b>98.59</b>	<b>100.42</b>	<b>100.17</b>	<b>99.79</b>	<b>99.48</b>	<b>96.89</b>	<b>100.38</b>	<b>98.88</b>	<b>98.17</b>
Si	2.885	2.979	2.871	2.978	2.950	2.974	2.896	2.519	2.963	2.861	2.923
Ti	0.000	0.001	0.074	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Al	1.126	1.030	1.024	1.036	1.057	1.040	1.124	1.449	1.045	1.165	1.102
Fe	0.026	0.010	0.066	0.010	0.007	0.007	0.009	0.001	0.008	0.013	0.003
Mn	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mg	0.010	0.003	0.030	0.000	0.001	0.001	0.012	0.002	0.001	0.010	0.002
Ca	0.049	0.008	0.050	0.010	0.029	0.013	0.054	0.561	0.030	0.056	0.043
Na	0.869	0.947	0.851	0.934	0.950	0.939	0.884	0.425	0.927	0.830	0.897
K	0.041	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.005	0.017	0.005	0.064	0.005
<b>Toplam</b>	<b>5.006</b>	<b>4.981</b>	<b>4.970</b>	<b>4.971</b>	<b>4.997</b>	<b>4.977</b>	<b>4.986</b>	<b>4.976</b>	<b>4.980</b>	<b>5.002</b>	<b>4.976</b>
T-Odası	4.01	4.01	3.89	4.01	4.01	4.01	4.02	3.97	4.01	4.03	4.02
A-Odası	0.96	0.96	0.90	0.95	0.98	0.95	0.94	1.00	0.96	0.95	0.94
% Ab	90.66	98.89	94.07	98.81	96.98	98.37	93.76	42.34	96.39	87.42	94.94
% An	5.11	0.81	5.56	1.03	2.92	1.35	5.76	55.97	3.08	5.85	4.55
% Or	4.23	0.30	0.37	0.16	0.10	0.28	0.48	1.69	0.53	6.73	0.51

Ek Tablo 2'nin devamı

	İKİSU								MESCİTLİ		
	G34- 28	G34- 29	I22- 1	I22- 2	I22- 3	I22- 4	I22- 5	I22- 6	M10- 2	M10- 3	M10- 4
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	67.70	68.57	52.26	51.50	53.80	68.45	67.49	66.45	52.57	56.21	52.38
TiO <sub>2</sub>	0.01	ala	0.02	0.02	0.09	ala	ala	0.20	0.06	0.13	0.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.97	20.11	29.87	29.82	27.94	20.30	19.35	19.65	26.73	26.38	27.68
FeO	0.45	0.40	0.46	0.88	0.82	0.12	0.23	0.29	0.62	0.64	0.55
MnO	0.04	0.03	ala	ala	0.03	ala	ala	0.02	0.02	ala	ala
MgO	ala	ala	0.05	0.13	0.10	ala	0.10	0.13	0.33	0.06	0.12
CaO	0.53	0.13	13.08	13.27	11.99	0.34	0.45	0.50	12.62	8.08	12.80
Na <sub>2</sub> O	10.82	11.31	2.91	3.53	4.93	10.62	9.86	8.91	4.34	6.84	4.05
K <sub>2</sub> O	ala	0.06	0.03	0.16	0.30	0.23	0.12	0.23	0.24	0.57	0.14
Toplam	99.52	100.60	98.66	99.33	99.99	100.06	97.60	96.38	97.54	98.92	97.77
Si	2.973	2.978	2.394	2.362	2.448	2.981	3.005	2.991	2.454	2.561	2.434
Ti	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.000	0.007	0.002	0.005	0.002
Al	1.033	1.030	1.613	1.612	1.498	1.042	1.016	1.043	1.470	1.417	1.516
Fe	0.017	0.014	0.018	0.034	0.031	0.004	0.009	0.011	0.024	0.024	0.021
Mn	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.003	0.009	0.007	0.000	0.007	0.009	0.023	0.004	0.008
Ca	0.025	0.006	0.642	0.652	0.585	0.016	0.021	0.024	0.631	0.395	0.638
Na	0.921	0.952	0.258	0.314	0.435	0.897	0.851	0.778	0.393	0.605	0.365
K	0.000	0.003	0.002	0.010	0.017	0.013	0.007	0.013	0.014	0.033	0.008
Toplam	4.971	4.984	4.929	4.993	5.026	4.953	4.916	4.876	5.012	5.044	4.992
T-Odası	4.01	4.01	4.01	3.97	3.95	4.02	4.02	4.03	3.92	3.98	3.95
A-Odası	0.95	0.96	0.90	0.98	1.04	0.93	0.88	0.81	1.04	1.03	1.01
% Ab	97.36	99.06	28.62	32.20	41.95	96.90	96.78	95.42	37.82	58.55	36.11
% An	2.63	0.62	71.18	66.82	56.37	1.71	2.44	2.96	60.80	38.21	63.10
% Or	0.00	0.32	0.20	0.98	1.68	1.38	0.78	1.62	1.37	3.23	0.80

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>MESCİTLİ</b>											
	<u>M10- 5</u>	<u>M10- 8</u>	<u>M10- 9</u>	<u>M10- 10</u>	<u>M10- 11</u>	<u>M10- 14</u>	<u>M10- 16</u>	<u>M10- 17c</u>	<u>M10- 17r</u>	<u>M10- 19</u>	<u>M10- 20</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	51.17	51.61	52.43	54.17	53.15	54.52	49.33	52.32	58.86	51.32	51.49
TiO <sub>2</sub>	0.07	0.05	0.07	0.08	0.08	0.06	0.02	0.09	0.12	0.07	0.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.24	27.98	27.21	26.24	26.52	25.90	28.61	27.22	23.44	28.03	27.49
FeO	0.51	0.50	0.60	0.36	0.50	0.38	0.51	0.49	0.53	0.51	0.73
MnO	ala	0.06	0.03	ala	ala	ala	ala	0.06	0.05	0.05	ala
MgO	0.16	0.13	0.12	0.13	0.14	0.14	0.11	0.15	0.04	0.14	0.14
CaO	13.41	13.35	12.92	12.35	12.41	11.41	14.89	12.60	7.18	12.89	12.90
Na <sub>2</sub> O	3.80	3.97	3.86	4.26	4.05	4.22	2.81	4.33	7.19	4.02	4.05
K <sub>2</sub> O	0.16	0.19	0.14	0.21	0.16	0.16	0.10	0.21	0.68	0.21	0.18
<b>Toplam</b>	<b>97.54</b>	<b>97.85</b>	<b>97.36</b>	<b>97.79</b>	<b>97.02</b>	<b>96.80</b>	<b>96.37</b>	<b>97.47</b>	<b>98.10</b>	<b>97.23</b>	<b>97.04</b>
Si	2.391	2.404	2.447	2.507	2.483	2.538	2.341	2.442	2.691	2.403	2.418
Ti	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.004	0.003	0.002
Al	1.555	1.537	1.497	1.432	1.460	1.421	1.600	1.497	1.263	1.547	1.522
Fe	0.020	0.020	0.023	0.014	0.019	0.015	0.020	0.019	0.020	0.020	0.029
Mn	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002	0.000
Mg	0.011	0.009	0.008	0.009	0.010	0.010	0.007	0.011	0.003	0.010	0.010
Ca	0.671	0.667	0.646	0.612	0.621	0.569	0.757	0.630	0.352	0.647	0.649
Na	0.345	0.359	0.349	0.382	0.367	0.380	0.258	0.392	0.637	0.365	0.368
K	0.010	0.011	0.008	0.012	0.010	0.009	0.006	0.012	0.040	0.012	0.011
<b>Toplam</b>	<b>5.006</b>	<b>5.010</b>	<b>4.981</b>	<b>4.971</b>	<b>4.973</b>	<b>4.944</b>	<b>4.991</b>	<b>5.009</b>	<b>5.012</b>	<b>5.009</b>	<b>5.009</b>
T-Odası	3.95	3.94	3.94	3.94	3.94	3.96	3.94	3.94	3.95	3.95	3.94
A-Odası	1.03	1.04	1.00	1.01	1.00	0.96	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03
% Ab	33.60	34.61	34.78	37.95	36.78	39.68	25.30	37.89	61.92	35.61	35.82
% An	65.48	64.31	64.41	60.85	62.26	59.36	74.11	60.90	34.21	63.18	63.15
% Or	0.93	1.08	0.82	1.20	0.96	0.96	0.59	1.21	3.87	1.22	1.03



Ek Tablo 2'nin devamı

	MESCİTLİ			PEKÜN								
	<u>M10-</u> <u>21c</u>	<u>M10-</u> <u>21r</u>	<u>M10-</u> <u>21</u>	<u>P4-</u> <u>1</u>	<u>P4-</u> <u>2</u>	<u>P4-</u> <u>3</u>	<u>P4-</u> <u>8</u>	<u>P4-</u> <u>9</u>	<u>P4-</u> <u>10</u>	<u>P4-</u> <u>11</u>	<u>P4-</u> <u>12</u>	
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	
SiO <sub>2</sub>	51.14	51.31	50.74	52.70	52.52	54.89	53.63	48.35	48.91	49.86	45.59	
TiO <sub>2</sub>	0.09	0.10	0.04	0.02	ala	0.05	0.02	0.01	0.04	ala	0.03	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.06	27.91	28.42	28.44	28.42	25.25	26.20	29.06	28.96	26.66	29.16	
FeO	0.58	0.53	0.55	0.74	0.68	0.86	0.79	0.65	0.76	0.66	0.74	
MnO	ala	ala	ala	0.02	ala	ala	0.08	0.03	ala	ala	0.03	
MgO	0.15	0.16	0.15	0.04	0.03	0.06	0.06	0.15	0.08	0.05	0.02	
CaO	13.06	13.01	13.00	15.64	16.51	10.95	12.06	15.73	15.42	14.15	17.24	
Na <sub>2</sub> O	4.10	4.17	4.15	2.47	1.83	5.24	4.63	2.42	2.60	2.98	1.21	
K <sub>2</sub> O	0.18	0.22	0.19	0.05	0.05	0.19	0.14	0.07	0.07	0.09	0.01	
<b>Toplam</b>	<b>97.35</b>	<b>97.41</b>	<b>97.23</b>	<b>100.13</b>	<b>100.05</b>	<b>97.48</b>	<b>97.61</b>	<b>96.48</b>	<b>96.84</b>	<b>94.44</b>	<b>94.04</b>	
Si	2.395	2.402	2.380	2.401	2.395	2.550	2.496	2.300	2.316	2.409	2.236	
Ti	0.003	0.004	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	
Al	1.549	1.540	1.572	1.527	1.528	1.382	1.437	1.630	1.616	1.518	1.686	
Fe	0.023	0.021	0.022	0.028	0.026	0.034	0.031	0.026	0.030	0.027	0.030	
Mn	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.001	
Mg	0.010	0.011	0.010	0.003	0.002	0.004	0.004	0.011	0.006	0.003	0.001	
Ca	0.655	0.652	0.654	0.764	0.807	0.545	0.601	0.802	0.782	0.732	0.906	
Na	0.372	0.378	0.377	0.219	0.162	0.472	0.417	0.224	0.239	0.279	0.115	
K	0.011	0.013	0.011	0.003	0.003	0.011	0.009	0.004	0.004	0.005	0.001	
<b>Toplam</b>	<b>5.018</b>	<b>5.021</b>	<b>5.027</b>	<b>4.946</b>	<b>4.923</b>	<b>4.999</b>	<b>4.998</b>	<b>4.998</b>	<b>4.996</b>	<b>4.974</b>	<b>4.978</b>	
T-Odası	3.94	3.94	3.95	3.93	3.92	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93	3.92	
A-Odası	1.04	1.04	1.04	0.99	0.97	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	
% Ab	35.85	36.23	36.20	22.18	16.64	45.90	40.62	21.70	23.29	27.48	11.29	
% An	63.14	62.52	62.73	77.50	83.05	53.02	58.55	77.88	76.29	72.01	88.63	
% Or	1.02	1.24	1.07	0.32	0.31	1.08	0.83	0.42	0.42	0.52	0.08	

Ek Tablo 2'nin devamı

	PEKÜN									KAZANTAŞ	
	<u>P4-</u> <u>13</u>	<u>P4-</u> <u>14</u>	<u>P4-</u> <u>15</u>	<u>P4-</u> <u>16</u>	<u>P7-</u> <u>3</u>	<u>P7-</u> <u>4</u>	<u>P7-</u> <u>7c</u>	<u>P7-</u> <u>7r</u>	<u>P7-</u> <u>12</u>	<u>KL3-</u> <u>1</u>	<u>KL3-</u> <u>2</u>
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	48.61	50.74	48.61	50.20	67.04	67.05	67.94	68.47	67.94	69.61	48.61
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.02	0.04	0.04	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.62	28.27	30.06	28.94	18.73	18.25	18.57	17.20	19.28	20.50	32.00
FeO	0.73	0.75	0.77	0.80	0.13	0.10	0.08	0.02	0.08	0.81	0.54
MnO	0.02	ala	0.04	0.08	0.09	0.06	0.02	ala	0.03	0.05	0.02
MgO	0.06	0.03	0.03	0.07	0.01	ala	ala	ala	ala	0.37	0.05
CaO	15.12	16.06	17.94	15.54	1.28	1.48	0.90	0.57	1.25	0.45	16.77
Na <sub>2</sub> O	2.53	2.22	1.12	2.41	10.90	10.76	11.09	11.50	10.45	8.24	2.51
K <sub>2</sub> O	0.08	0.07	0.04	0.04	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.64	0.03
<b>Toplam</b>	<b>94.80</b>	<b>98.16</b>	<b>98.65</b>	<b>98.12</b>	<b>98.21</b>	<b>97.70</b>	<b>98.62</b>	<b>97.77</b>	<b>99.06</b>	<b>100.67</b>	<b>100.53</b>
Si	2.350	2.366	2.268	2.342	2.990	3.005	3.011	3.058	2.994	3.000	2.225
Ti	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	1.574	1.554	1.653	1.591	0.984	0.964	0.970	0.906	1.001	1.041	1.727
Fe	0.030	0.029	0.030	0.031	0.005	0.004	0.003	0.001	0.003	0.029	0.021
Mn	0.001	0.000	0.002	0.003	0.003	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001
Mg	0.004	0.002	0.002	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.003
Ca	0.783	0.803	0.897	0.777	0.061	0.071	0.043	0.027	0.059	0.021	0.823
Na	0.237	0.201	0.101	0.218	0.943	0.934	0.953	0.995	0.893	0.689	0.223
K	0.005	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.035	0.002
<b>Toplam</b>	<b>4.984</b>	<b>4.959</b>	<b>4.956</b>	<b>4.972</b>	<b>4.989</b>	<b>4.981</b>	<b>4.981</b>	<b>4.988</b>	<b>4.953</b>	<b>4.841</b>	<b>5.024</b>
T-Odası	3.92	3.92	3.92	3.93	3.97	3.97	3.98	3.96	4.00	4.04	3.95
A-Odası	1.03	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.02	0.95	0.74	1.05
% Ab	23.14	19.92	10.14	21.89	93.76	92.89	95.58	97.29	93.64	92.48	21.27
% An	76.40	79.67	89.64	77.87	6.09	7.05	4.27	2.65	6.21	2.79	78.56
% Or	0.46	0.41	0.22	0.24	0.16	0.06	0.15	0.07	0.16	4.73	0.17

Ek Tablo 2'nin devamı

	KAZANTAŞ			İŞHAN							
	KL3-	KL3-	KL3-	IS4A-	IS4A-	IS4A-	IS4A-	IS4A-	IS4A-	IS6-	IS6-
	3	4	5	1	2	3	6c	6r	7	2	4
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	47.96	47.36	51.71	67.66	57.65	68.05	69.35	69.01	67.77	69.13	68.57
TiO <sub>2</sub>	0.01	ala	ala	ala	0.02	0.04	0.02	ala	0.17	ala	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31.93	32.34	29.56	19.27	27.32	19.68	19.23	18.99	19.01	20.22	19.36
FeO	0.56	0.58	0.61	0.49	0.69	0.07	0.09	0.10	1.43	ala	0.07
MnO	ala	0.04	ala	0.01	ala	ala	0.03	0.05	ala	ala	0.08
MgO	0.11	0.10	ala	0.02	0.06	ala	0.01	ala	ala	ala	0.01
CaO	17.14	17.20	13.26	0.11	0.45	0.03	0.13	0.07	0.15	0.13	0.17
Na <sub>2</sub> O	2.25	2.20	3.85	11.71	11.04	11.90	11.76	11.46	11.39	12.00	11.00
K <sub>2</sub> O	0.01	ala	0.06	0.02	0.13	0.04	0.01	0.04	0.05	0.05	0.09
Toplam	99.97	99.82	99.05	99.31	97.37	99.80	100.62	99.73	99.99	101.52	99.39
Si	2.210	2.188	2.375	2.985	2.627	2.981	3.009	3.018	2.981	2.977	3.006
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.006	0.000	0.001
Al	1.735	1.761	1.600	1.002	1.467	1.016	0.983	0.979	0.986	1.026	1.000
Fe	0.022	0.022	0.023	0.018	0.026	0.003	0.003	0.004	0.052	0.000	0.003
Mn	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.003
Mg	0.008	0.007	0.000	0.001	0.004	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Ca	0.846	0.852	0.653	0.005	0.022	0.001	0.006	0.003	0.007	0.006	0.008
Na	0.201	0.197	0.343	1.002	0.975	1.011	0.989	0.971	0.972	1.002	0.935
K	0.001	0.000	0.004	0.001	0.008	0.002	0.000	0.002	0.003	0.003	0.005
Toplam	5.023	5.029	4.998	5.015	5.130	5.016	4.994	4.980	5.007	5.013	4.962
T-Odası	3.95	3.95	3.98	3.99	4.09	4.00	3.99	4.00	3.97	4.00	4.01
A-Odası	1.05	1.05	1.00	1.01	1.01	1.01	1.00	0.98	0.98	1.01	0.95
% Ab	19.18	18.79	34.32	99.36	97.01	99.66	99.37	99.43	98.98	99.17	98.63
% An	80.76	81.21	65.33	0.53	2.21	0.12	0.58	0.34	0.74	0.57	0.82
% Or	0.06	0.00	0.35	0.11	0.78	0.23	0.05	0.24	0.28	0.26	0.55

Ek Tablo 2'nin devamı

	İŞHAN					SIRAKONAK					
	IS6- 7	IS6- 10	IS6- 12	IS6- 13	IS6- 14	SK5- 1c	SK5- 1r	SK5- 3	SK5- 4	SK5- 7	SK5- 8
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	67.61	68.05	67.24	68.17	68.02	50.87	53.50	53.79	52.70	62.17	62.08
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.01	0.01	0.01	ala	0.06	0.06	0.11	0.10	0.18	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.92	19.42	19.98	19.76	20.29	28.33	26.25	26.64	27.02	22.18	22.48
FeO	0.05	ala	0.06	ala	0.02	0.71	0.77	0.85	0.96	0.39	0.76
MnO	ala	ala	ala	0.01	0.07	0.14	ala	ala	0.03	0.02	0.01
MgO	ala	ala	0.01	0.01	0.01	0.12	0.40	0.08	0.04	0.02	0.42
CaO	0.09	0.10	0.15	0.04	0.18	14.32	10.68	10.94	11.49	4.63	4.47
Na <sub>2</sub> O	12.10	11.97	11.74	12.07	11.53	3.31	4.36	5.19	5.07	8.53	6.06
K <sub>2</sub> O	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.16	0.24	0.19	0.18	0.98	1.50
<b>Toplam</b>	<b>99.89</b>	<b>99.61</b>	<b>99.24</b>	<b>100.14</b>	<b>100.16</b>	<b>98.02</b>	<b>96.26</b>	<b>97.78</b>	<b>97.60</b>	<b>99.09</b>	<b>97.96</b>
Si	2.965	2.988	2.964	2.978	2.967	2.374	2.509	2.494	2.457	2.793	2.805
Ti	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.004	0.004	0.006	0.006
Al	1.030	1.005	1.038	1.018	1.043	1.558	1.451	1.456	1.485	1.175	1.197
Fe	0.002	0.000	0.002	0.000	0.001	0.028	0.030	0.033	0.038	0.015	0.029
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.005	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.009	0.028	0.005	0.003	0.001	0.028
Ca	0.004	0.005	0.007	0.002	0.008	0.716	0.537	0.543	0.574	0.223	0.216
Na	1.029	1.019	1.004	1.022	0.975	0.300	0.396	0.467	0.458	0.743	0.531
K	0.005	0.004	0.003	0.003	0.002	0.009	0.014	0.011	0.011	0.056	0.087
<b>Toplam</b>	<b>5.036</b>	<b>5.021</b>	<b>5.019</b>	<b>5.025</b>	<b>5.000</b>	<b>5.000</b>	<b>4.968</b>	<b>5.013</b>	<b>5.031</b>	<b>5.013</b>	<b>4.899</b>
T-Odası	4.00	3.99	4.00	4.00	4.01	3.93	3.96	3.95	3.94	3.97	4.00
A-Odası	1.04	1.03	1.01	1.03	0.99	1.02	0.95	1.02	1.04	1.02	0.83
% Ab	99.10	99.16	99.02	99.53	98.93	29.22	41.83	45.70	43.95	72.68	63.65
% An	0.42	0.45	0.72	0.20	0.83	69.85	56.67	53.22	55.03	21.83	25.96
% Or	0.48	0.39	0.26	0.26	0.24	0.93	1.50	1.07	1.02	5.49	10.38

Ek Tablo 2'nin devamı

	SIRAKONAK									KARAKALE	
	SK5- 9	SK5- 10	SK5- 11c	SK5- 11r	SK5- 12c	SK5- 12r	SK5- 20	SK5- 21	SK5- 22	KK1- 4	KK1- 6
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj
SiO <sub>2</sub>	50.20	52.48	52.61	53.29	52.16	52.03	52.69	54.05	53.94	68.94	66.32
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.07	0.11	0.08	0.06	0.13	0.08	0.07	0.08	ala	ala
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.24	26.91	26.10	26.12	25.96	26.53	27.08	25.78	25.77	20.21	1.00
FeO	0.74	0.88	1.15	1.11	0.90	0.85	0.71	1.00	0.89	0.17	6.52
MnO	0.02	0.04	ala	0.16	0.02	ala	ala	0.06	0.05	0.01	0.49
MgO	0.24	0.06	0.03	0.18	0.09	0.07	0.12	0.20	0.06	0.01	13.49
CaO	13.84	12.13	12.20	11.96	12.62	12.90	12.55	11.32	11.22	0.15	10.32
Na <sub>2</sub> O	3.33	4.59	4.42	4.58	4.10	4.00	4.28	4.46	4.89	12.09	0.11
K <sub>2</sub> O	0.24	0.14	0.12	0.10	0.23	0.13	0.17	0.28	0.14	0.07	0.04
Toplam	96.91	97.29	96.74	97.59	96.13	96.63	97.67	97.23	97.03	101.65	98.29
Si	2.368	2.455	2.476	2.485	2.471	2.452	2.453	2.520	2.519	2.970	3.092
Ti	0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.005	0.003	0.003	0.003	0.000	0.000
Al	1.570	1.483	1.448	1.436	1.450	1.474	1.486	1.417	1.419	1.026	0.055
Fe	0.029	0.035	0.045	0.043	0.036	0.033	0.027	0.039	0.035	0.006	0.254
Mn	0.001	0.001	0.000	0.006	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.019
Mg	0.017	0.004	0.002	0.013	0.006	0.005	0.009	0.014	0.004	0.001	0.938
Ca	0.699	0.608	0.615	0.598	0.641	0.651	0.626	0.565	0.562	0.007	0.515
Na	0.304	0.416	0.403	0.414	0.377	0.365	0.386	0.403	0.443	1.010	0.010
K	0.014	0.008	0.007	0.006	0.014	0.008	0.010	0.017	0.009	0.004	0.003
Toplam	5.004	5.013	5.001	5.004	4.997	4.993	5.000	4.979	4.994	5.024	4.886
T-Odası	3.94	3.94	3.92	3.92	3.92	3.93	3.94	3.94	3.94	4.00	3.15
A-Odası	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	0.98	1.01	1.02	0.53
% Ab	29.88	40.34	39.28	40.67	36.52	35.64	37.76	40.92	43.72	98.94	1.80
% An	68.70	58.87	60.00	58.74	62.14	63.59	61.25	57.39	55.43	0.67	97.70
% Or	1.42	0.78	0.72	0.59	1.34	0.77	0.99	1.70	0.85	0.39	0.50

Ek Tablo 2'nin devamı

	KARAKALE								AKARSU		
	KK1- 11	KK1- 13	KK1- 14	KK1- 15	KK1- 16	KK1- 17	KK1- 18	KK1- 23	AK1- 8	AK1- 10	AK1- 9
	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	plj	feld	feld	feld
SiO <sub>2</sub>	65.88	68.34	68.32	66.47	67.15	66.45	67.42	58.30	66.26	64.88	64.85
TiO <sub>2</sub>	0.03	ala	ala	0.03	0.02	0.03	0.05	0.01	ala	0.01	ala
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.47	20.20	19.27	21.42	20.64	21.19	20.58	16.90	17.33	16.98	17.71
FeO	0.78	0.17	0.13	0.14	0.17	0.25	0.24	6.15	0.19	0.29	0.22
MnO	ala	0.03	0.04	ala	ala	ala	0.07	0.12	0.03	ala	0.02
MgO	0.73	ala	ala	ala	ala	0.01	ala	0.80	0.01	ala	0.01
CaO	0.25	0.19	0.45	0.22	0.17	0.36	0.22	16.05	0.06	0.11	0.48
Na <sub>2</sub> O	10.88	11.35	11.87	11.97	12.19	12.19	11.99	0.05	2.75	0.40	0.59
K <sub>2</sub> O	0.07	0.05	0.08	0.09	0.08	0.07	0.10	0.04	11.89	14.85	14.24
Toplam	99.10	100.32	100.15	100.34	100.42	100.55	100.66	98.43	98.52	97.52	98.12
Si	2.918	2.975	2.989	2.908	2.935	2.907	2.940	2.740	3.052	3.053	3.027
Ti	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	1.069	1.036	0.994	1.104	1.064	1.093	1.058	0.936	0.941	0.942	0.974
Fe	0.029	0.006	0.005	0.005	0.006	0.009	0.009	0.242	0.007	0.012	0.009
Mn	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.001	0.000	0.001
Mg	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000
Ca	0.012	0.009	0.021	0.010	0.008	0.017	0.010	0.808	0.003	0.006	0.024
Na	0.934	0.958	1.006	1.015	1.033	1.034	1.013	0.005	0.246	0.036	0.053
K	0.004	0.003	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.003	0.699	0.891	0.848
Toplam	5.016	4.988	5.020	5.049	5.051	5.065	5.039	4.795	4.949	4.940	4.936
T-Odası	3.99	4.01	3.98	4.01	4.00	4.00	4.00	3.68	3.99	3.99	4.00
A-Odası	0.95	0.97	1.03	1.03	1.05	1.05	1.03	0.82	0.95	0.93	0.92
% Ab	98.31	98.82	97.56	98.50	98.83	98.03	98.48	0.60	25.92	3.87	5.74
% An	1.25	0.92	2.03	1.01	0.76	1.58	0.99	99.08	0.29	0.60	2.62
% Or	0.44	0.27	0.41	0.49	0.41	0.39	0.53	0.32	73.79	95.54	91.64

Ek Tablo 2'nin devamı

	AKARSU								İKİSU		
	AK1- 19	AK5- 5c	AK5- 6c	AK5- 10c	AK5- 7r	AK5- 6r	AK5- 7c	AK5- 10r	G23- 1	G23- 2	G23- 3
	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld
SiO <sub>2</sub>	58.15	67.02	65.00	64.84	64.74	64.66	64.31	64.21	61.63	62.05	62.09
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.02	ala	ala	ala	0.03	ala	ala	0.04	ala	ala
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.79	16.60	16.72	16.62	16.77	16.84	16.39	16.43	19.41	18.65	18.98
FeO	1.35	0.33	0.09	0.20	0.26	0.06	0.02	0.01	0.04	0.05	0.29
MnO	0.02	ala	ala	0.04	ala	ala	0.04	ala	ala	ala	0.01
MgO	0.37	0.01	ala	ala	ala	ala	0.02	0.01	ala	0.01	ala
CaO	1.99	0.14	ala	0.09	ala	0.06	0.02	0.12	0.03	0.01	0.01
Na <sub>2</sub> O	3.61	4.85	0.31	2.32	0.30	0.48	0.29	0.30	0.48	0.34	0.30
K <sub>2</sub> O	5.34	8.70	15.13	11.99	14.69	15.17	15.77	14.62	15.73	15.55	15.73
Toplam	94.72	97.66	97.25	96.09	96.75	97.30	96.87	95.70	97.36	96.67	97.41
Si	2.749	3.080	3.066	3.065	3.064	3.054	3.061	3.071	2.931	2.966	2.951
Ti	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Al	1.325	0.899	0.929	0.926	0.936	0.938	0.920	0.927	1.088	1.050	1.063
Fe	0.053	0.013	0.004	0.008	0.010	0.002	0.001	0.000	0.002	0.002	0.011
Mn	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001
Mg	0.026	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
Ca	0.101	0.007	0.000	0.004	0.000	0.003	0.001	0.006	0.001	0.000	0.000
Na	0.331	0.432	0.028	0.213	0.027	0.044	0.027	0.028	0.044	0.032	0.028
K	0.322	0.510	0.910	0.723	0.887	0.914	0.958	0.892	0.954	0.948	0.954
Toplam	4.911	4.941	4.938	4.940	4.925	4.955	4.971	4.925	5.022	4.999	5.008
T-Odası	4.07	3.98	4.00	3.99	4.00	3.99	3.98	4.00	4.02	4.02	4.01
A-Odası	0.75	0.95	0.94	0.94	0.91	0.96	0.99	0.93	1.00	0.98	0.98
% Ab	43.87	45.52	2.98	22.64	2.98	4.53	2.74	3.02	4.41	3.24	2.85
% An	13.39	0.71	0.00	0.47	0.00	0.32	0.11	0.65	0.13	0.05	0.03
% Or	42.75	53.77	97.02	76.90	97.02	95.14	97.16	96.33	95.45	96.71	97.12

Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G23-</u> <u>4</u>	<u>G23-</u> <u>5</u>	<u>G23-</u> <u>6</u>	<u>G23-</u> <u>7</u>	<u>G23-</u> <u>8</u>	<u>G23-</u> <u>9</u>	<u>G23-</u> <u>10</u>	<u>G23-</u> <u>11</u>	<u>G23-</u> <u>12</u>	<u>G23-</u> <u>13</u>	<u>G23-</u> <u>14r</u>
	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld
SiO <sub>2</sub>	62.29	62.75	63.58	63.78	64.15	63.67	64.13	64.09	64.78	64.33	62.78
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	ala	ala	0.01	ala	ala	ala	0.01	ala	ala
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.70	18.62	17.56	16.94	16.71	16.97	16.64	16.87	17.58	16.99	17.77
FeO	0.11	0.08	0.11	0.07	0.23	0.14	0.14	ala	0.05	0.10	0.10
MnO	0.05	ala	0.05	0.03	ala	ala	ala	0.02	ala	ala	ala
MgO	ala	ala	0.01	0.02	ala	ala	0.02	ala	ala	0.01	0.01
CaO	ala	ala	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.03	ala	0.03	ala
Na <sub>2</sub> O	0.24	0.44	0.33	0.19	0.36	0.32	0.36	0.18	0.45	0.31	0.28
K <sub>2</sub> O	15.88	15.43	15.39	15.61	15.62	15.39	15.16	15.51	15.04	15.51	16.12
<b>Toplam</b>	<b>97.26</b>	<b>97.33</b>	<b>97.04</b>	<b>96.65</b>	<b>97.08</b>	<b>96.52</b>	<b>96.50</b>	<b>96.69</b>	<b>97.90</b>	<b>97.28</b>	<b>97.06</b>
Si	2.964	2.974	3.018	3.041	3.048	3.039	3.056	3.050	3.036	3.045	2.996
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al	1.049	1.040	0.982	0.952	0.936	0.954	0.935	0.946	0.971	0.948	1.000
Fe	0.004	0.003	0.004	0.003	0.009	0.005	0.006	0.000	0.002	0.004	0.004
Mn	0.002	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
Ca	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.000	0.002	0.000
Na	0.022	0.041	0.030	0.017	0.033	0.030	0.033	0.016	0.041	0.029	0.026
K	0.964	0.933	0.932	0.950	0.947	0.937	0.922	0.941	0.899	0.936	0.982
<b>Toplam</b>	<b>5.004</b>	<b>4.992</b>	<b>4.971</b>	<b>4.966</b>	<b>4.974</b>	<b>4.967</b>	<b>4.954</b>	<b>4.956</b>	<b>4.949</b>	<b>4.964</b>	<b>5.008</b>
T-Odası	4.01	4.01	4.00	3.99	3.98	3.99	3.99	4.00	4.01	3.99	4.00
A-Odası	0.99	0.97	0.96	0.97	0.98	0.97	0.96	0.96	0.94	0.97	1.01
% Ab	2.20	4.16	3.11	1.77	3.36	3.07	3.45	1.70	4.35	2.95	2.59
% An	0.00	0.00	0.10	0.08	0.09	0.17	0.27	0.17	0.00	0.18	0.00
% Or	97.80	95.84	96.79	98.15	96.55	96.77	96.28	98.14	95.65	96.87	97.41



Ek Tablo 2'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G23-</u> <u>14c</u>	<u>G23-</u> <u>15r</u>	<u>G23-</u> <u>15c</u>	<u>G25-</u> <u>5</u>	<u>G25-</u> <u>20</u>	<u>G25-</u> <u>14</u>	<u>G25-</u> <u>15</u>	<u>G25-</u> <u>9</u>	<u>G25-</u> <u>25</u>	<u>G25-</u> <u>8</u>	<u>G34-</u> <u>5</u>
	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld	feld
SiO <sub>2</sub>	62.60	64.23	63.56	64.49	62.12	63.96	64.95	65.18	64.36	65.33	57.73
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.60	17.24	17.53	19.99	19.50	18.63	17.13	18.11	18.33	18.38	27.49
FeO	0.02	0.09	0.09	0.13	0.73	0.19	0.30	0.14	0.18	0.28	0.84
MnO	0.03	ala	0.01	0.02	0.01	0.04	0.04	0.03	0.01	0.03	0.07
MgO	ala	0.01	ala	0.04	0.61	0.09	0.04	0.02	ala	0.02	0.21
CaO	ala	ala	0.02	0.02	0.09	0.03	0.08	ala	ala	0.04	0.57
Na <sub>2</sub> O	0.32	0.20	0.35	1.66	0.42	0.80	0.54	0.94	0.49	0.41	6.06
K <sub>2</sub> O	15.73	15.75	15.41	11.51	10.26	11.10	11.95	12.00	13.64	13.10	5.20
<b>Toplam</b>	<b>97.33</b>	<b>97.53</b>	<b>96.99</b>	<b>97.88</b>	<b>93.76</b>	<b>94.88</b>	<b>95.06</b>	<b>96.42</b>	<b>97.02</b>	<b>97.61</b>	<b>98.19</b>
Si	2.972	3.036	3.019	2.973	2.970	3.025	3.078	3.047	3.020	3.034	2.640
Ti	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
Al	1.041	0.960	0.981	1.086	1.099	1.038	0.957	0.998	1.014	1.006	1.482
Fe	0.001	0.004	0.004	0.005	0.029	0.008	0.012	0.005	0.007	0.011	0.032
Mn	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.003
Mg	0.000	0.000	0.000	0.003	0.043	0.007	0.003	0.001	0.000	0.001	0.014
Ca	0.000	0.000	0.001	0.001	0.004	0.001	0.004	0.000	0.000	0.002	0.028
Na	0.030	0.018	0.032	0.148	0.039	0.073	0.050	0.086	0.045	0.037	0.538
K	0.953	0.950	0.934	0.677	0.626	0.670	0.723	0.716	0.817	0.776	0.303
<b>Toplam</b>	<b>4.998</b>	<b>4.968</b>	<b>4.972</b>	<b>4.895</b>	<b>4.812</b>	<b>4.825</b>	<b>4.829</b>	<b>4.854</b>	<b>4.903</b>	<b>4.869</b>	<b>5.040</b>
T-Odas <sub>1</sub>	4.01	4.00	4.00	4.06	4.07	4.06	4.04	4.05	4.03	4.04	4.12
A-Odas <sub>1</sub>	0.98	0.97	0.97	0.83	0.67	0.74	0.78	0.80	0.86	0.82	0.87
% Ab	3.02	1.91	3.32	17.91	5.83	9.86	6.40	10.69	5.19	4.53	61.88
% An	0.02	0.00	0.13	0.12	0.66	0.18	0.50	-0.02	0.00	0.26	3.21
% Or	96.96	98.09	96.55	81.96	93.51	89.96	93.10	89.33	94.81	95.20	34.90

Ek Tablo 3. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu-Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar-Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait piroksenlerin mikroprob analiz sonuçları, 6 oksijene göre hesaplanmış katyonları, uç bileşenleri ile Putirka'ya (2008) göre hesaplanmış sıcaklık, basınç ve  $K_D$  değerleri

	DAĞBAŞI									AKARSU	
	DA-5	DA-5	DA-5	DA-5	DA-5	DA-5	DA-5	DA-5	DA-5	A-3	A-3
	core	core	core	core	core	core	core	core	core	l-core	l-rim
SiO <sub>2</sub>	55.76	54.67	55.69	53.76	53.80	56.82	56.14	57.15	54.88	50.16	50.95
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.04	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.08	0.42	0.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.03	2.15	2.09	2.17	2.15	1.70	1.61	1.36	1.62	3.64	2.67
FeO	12.80	13.81	13.07	12.36	12.08	12.19	11.10	11.52	11.17	7.70	6.78
MnO	0.77	1.10	0.77	0.72	0.62	0.72	0.66	0.60	0.51	0.18	0.22
MgO	16.35	14.11	14.79	12.23	16.18	16.58	16.55	16.75	16.27	14.68	15.59
CaO	10.97	14.31	12.18	20.11	10.88	10.84	11.96	11.02	13.21	21.55	21.99
Na <sub>2</sub> O	0.38	0.40	0.33	0.31	0.37	0.28	0.27	0.27	0.36	0.51	0.39
K <sub>2</sub> O	0.07	0.05	0.06	0.02	0.05	0.04	0.03	0.04	0.07	ala	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.02	0.01	0.02	ala	0.02	0.07	0.04	ala	0.01	0.05
Toplam	99.23	100.64	99.06	101.81	96.20	99.31	98.45	98.86	98.16	98.86	99.22
Si	2.051	2.019	2.060	1.984	2.039	2.076	2.068	2.090	2.041	1.887	1.905
Ti	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.012	0.014
Al(IV)										0.113	0.095
Al(VI)	0.139	0.112	0.151	0.079	0.136	0.150	0.138	0.149	0.112	0.049	0.022
Al (total)	0.088	0.093	0.091	0.094	0.096	0.073	0.070	0.059	0.071	0.161	0.117
Fe	0.394	0.426	0.404	0.381	0.383	0.372	0.342	0.352	0.347	0.242	0.212
Mn	0.024	0.034	0.024	0.022	0.020	0.022	0.021	0.019	0.016	0.006	0.007
Mg	0.897	0.777	0.815	0.673	0.914	0.903	0.909	0.913	0.902	0.823	0.869
Ca	0.432	0.566	0.483	0.795	0.442	0.424	0.472	0.432	0.526	0.869	0.881
Na	0.027	0.028	0.023	0.022	0.027	0.020	0.019	0.019	0.026	0.037	0.028
K	0.003	0.002	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.003	0.000	0.000
Cr	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001
Toplam	3.918	3.948	3.906	3.977	3.926	3.896	3.905	3.889	3.936	4.038	4.035
Fe <sup>3+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.076	0.071
Mg#	0.69	0.65	0.67	0.64	0.70	0.71	0.73	0.72	0.72	0.83	0.86
Wo	24.75	31.39	27.96	42.48	25.11	24.64	27.07	25.16	29.38	44.79	44.75
En	51.33	43.06	47.23	35.95	51.98	52.44	52.14	53.22	50.34	42.44	44.12
Fs	23.92	25.55	24.81	21.58	22.90	22.92	20.79	21.62	20.28	12.77	11.13
Jd	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02
P (kbar)	5.1	5.1	4.7	2.9	5.6	4.6	2.2	2.0	1.5	5.1	
T (°C)	1208	1208	1207	1208	1176	1225	1211	1212	1213	1208	
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.283	0.283	0.289	0.290	0.280	0.293	0.291	0.288	0.290	0.283	0.165

ala: analiz limitlerinin altında

Ek Tablo 3'ün devamı

AKARSU											
	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>
	2-core	2-rim	3-core	3-rim	5-core	5-rim	6-core	6-rim	9-core	9-rim	10-core
SiO <sub>2</sub>	53.50	49.97	51.62	50.92	49.70	49.53	50.69	51.41	50.99	51.21	51.17
TiO <sub>2</sub>	0.15	0.53	0.35	0.43	0.53	0.67	0.36	0.32	0.36	0.42	0.38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.91	3.55	1.89	2.71	3.51	3.68	2.72	2.70	2.60	2.51	1.87
FeO	3.21	7.05	6.84	6.59	7.02	7.38	7.49	7.08	7.04	6.12	6.85
MnO	0.08	0.13	0.21	0.14	0.20	0.16	0.21	0.19	0.21	0.17	0.19
MgO	18.72	14.94	15.99	15.58	14.65	14.82	14.98	15.27	15.20	15.93	16.08
CaO	22.79	22.48	21.96	22.17	22.33	21.39	21.88	22.21	22.32	22.13	21.37
Na <sub>2</sub> O	0.20	0.38	0.41	0.49	0.40	0.58	0.51	0.45	0.43	0.41	0.38
K <sub>2</sub> O	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16	0.11	ala	0.14	0.03	0.02	0.04	ala	0.01	0.04	0.08
Toplam	99.77	99.16	99.33	99.21	98.38	98.28	98.91	99.68	99.18	99.01	98.39
Si	1.954	1.875	1.926	1.903	1.880	1.875	1.907	1.914	1.910	1.913	1.926
Ti	0.004	0.015	0.010	0.012	0.015	0.019	0.010	0.009	0.010	0.012	0.011
Al(IV)	0.046	0.125	0.074	0.097	0.120	0.125	0.093	0.086	0.090	0.087	0.074
Al(VI)	0.000	0.032	0.009	0.023	0.036	0.040	0.028	0.032	0.025	0.023	0.009
Al (total)	0.039	0.157	0.083	0.120	0.156	0.164	0.121	0.118	0.115	0.110	0.083
Fe	0.098	0.221	0.214	0.206	0.222	0.233	0.236	0.220	0.220	0.191	0.216
Mn	0.003	0.004	0.007	0.004	0.006	0.005	0.007	0.006	0.007	0.005	0.006
Mg	1.019	0.836	0.890	0.868	0.826	0.836	0.840	0.848	0.849	0.887	0.902
Ca	0.892	0.904	0.878	0.888	0.905	0.868	0.882	0.886	0.896	0.886	0.862
Na	0.014	0.028	0.030	0.036	0.029	0.042	0.037	0.033	0.031	0.030	0.028
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.005	0.003	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002
Toplam	4.027	4.044	4.037	4.041	4.041	4.044	4.040	4.034	4.038	4.035	4.035
Fe <sup>3+</sup>	0.047	0.087	0.075	0.082	0.081	0.089	0.081	0.069	0.076	0.070	0.070
Mg#	0.95	0.86	0.87	0.87	0.85	0.85	0.84	0.85	0.85	0.88	0.86
Wo	44.34	45.99	44.17	45.14	46.19	44.66	44.89	45.20	45.43	44.98	43.40
En	50.67	42.54	44.75	44.15	42.15	43.06	42.77	43.25	43.04	45.04	45.44
Fs	4.99	11.47	11.08	10.70	11.65	12.28	12.34	11.55	11.53	9.98	11.16
Jd	0.00	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
P (kbar)											
T (°C)											
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)		0.167	0.159	0.165	0.167	0.170	0.167	0.168	0.166	0.165	0.158

Ek Tablo 3'ün devamı

	AKARSU										ZİGANA	
	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	ZL-5	ZL-5
	10-rim	11-core	11-rim	12-core	12-rim	13-core	13-rim	15-core	15-rim		core	rim
SiO <sub>2</sub>	51.53	51.16	50.45	51.94	51.41	50.47	50.07	51.78	51.18		52.67	53
TiO <sub>2</sub>	0.30	0.34	0.55	0.27	0.32	0.37	0.47	0.24	0.55		0.21	0.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.71	1.81	2.88	1.64	1.73	2.34	2.81	1.66	3.39		2.04	1.28
FeO	5.78	6.90	7.36	4.37	6.18	6.92	6.31	5.27	7.07		4.18	3.26
MnO	0.14	0.24	0.26	0.06	0.21	0.18	0.17	0.14	0.13		0.20	0.02
MgO	16.67	16.04	15.53	16.89	16.18	15.47	15.54	16.63	15.33		17.57	17.86
CaO	22.08	21.53	21.57	22.72	21.79	21.70	22.01	22.79	21.60		22.95	23.32
Na <sub>2</sub> O	0.35	0.41	0.49	0.33	0.38	0.46	0.47	0.36	0.57		0.23	0.21
K <sub>2</sub> O	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala		ala	0.01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.13	0.08	ala	0.15	0.02	ala	0.07	0.12	0.07		0.29	0.12
Toplam	98.77	98.54	99.15	98.45	98.30	97.93	97.93	99.00	99.96		100.34	99.27
Si	1.927	1.925	1.893	1.937	1.933	1.913	1.895	1.929	1.898		1.924	1.948
Ti	0.008	0.009	0.015	0.008	0.009	0.011	0.013	0.007	0.015		0.006	0.005
Al(IV)	0.073	0.075	0.107	0.063	0.067	0.087	0.105	0.071	0.102		0.076	0.052
Al(VI)	0.002	0.005	0.020	0.009	0.010	0.017	0.020	0.001	0.046		0.012	0.003
Al (total)	0.075	0.080	0.127	0.072	0.077	0.104	0.125	0.073	0.148		0.088	0.055
Fe	0.181	0.217	0.231	0.136	0.194	0.219	0.200	0.164	0.219		0.128	0.100
Mn	0.004	0.008	0.008	0.002	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004		0.006	0.001
Mg	0.929	0.899	0.868	0.939	0.907	0.874	0.877	0.923	0.847		0.957	0.979
Ca	0.884	0.868	0.867	0.908	0.878	0.881	0.892	0.910	0.858		0.898	0.918
Na	0.025	0.030	0.036	0.024	0.027	0.034	0.034	0.026	0.041		0.016	0.015
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
Cr	0.004	0.002	0.000	0.004	0.001	0.000	0.002	0.004	0.002		0.008	0.003
Toplam	4.038	4.039	4.046	4.029	4.033	4.041	4.045	4.039	4.033		4.031	4.025
Fe <sup>3+</sup>	0.076	0.078	0.092	0.058	0.066	0.082	0.090	0.079	0.065		0.061	0.050
Mg#	0.90	0.87	0.86	0.92	0.88	0.86	0.89	0.92	0.85		0.93	0.95
Wo	44.25	43.57	43.90	45.73	44.20	44.50	45.19	45.44	44.49		45.16	45.97
En	46.49	45.15	43.97	47.31	45.67	44.13	44.41	46.14	43.93		48.11	48.98
Fs	9.26	11.28	12.12	6.96	10.13	11.36	10.39	8.42	11.58		6.73	5.05
Jd	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.04		0.01	0.00
P (kbar)											5.1	
T (°C)											1208	
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.148	0.155	0.165	0.158	0.159	0.163	0.165	0.146	0.170		0.283	0.230

Ek Tablo 3'ün devamı

	ZİGANA								İKİSU		
	ZL-5	ZL-5	ZL-5	ZL-5	ZL-5	ZL-5	ZL-5	ZL-5	I-7	I-7	I-22
	core	rim	core	core	rim	core	core	core	rim	core	rim
SiO <sub>2</sub>	52.04	52.6	51.77	52.11	52.86	51.71	52.36	52.45	51.48	49.47	52.06
TiO <sub>2</sub>	0.35	0.19	0.25	0.08	0.22	0.27	0.26	0.14	0.39	0.98	0.28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.53	1.34	2.04	1.73	1.15	2.3	1.77	1.4	1.41	3.24	1.56
FeO	4.00	4.00	4.21	4.36	4.03	4.98	4.51	4.22	12.49	12.49	10.46
MnO	0.07	0.21	0.18	0.11	0.17	ala	0.13	0.1	0.52	0.42	0.53
MgO	17.92	17.75	17.13	16.68	17.67	16.76	16.91	17.56	16.70	13.89	14.31
CaO	23.09	22.7	22.27	23.00	22.7	22.69	22.90	22.71	16.06	18.73	20.73
Na <sub>2</sub> O	0.22	0.16	0.24	0.24	0.22	0.23	0.31	0.20	0.21	0.28	0.38
K <sub>2</sub> O	ala	0.02	ala	ala	ala	0.01	ala	0.02	0.01	ala	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	0.09	0.01	0.02	0.18	ala	ala	ala	ala	ala	ala
Toplam	99.28	99.06	98.1	98.33	99.2	98.95	99.15	98.8	99.26	99.50	100.31
Si	1.922	1.943	1.931	1.943	1.949	1.920	1.937	1.944	1.940	1.879	1.947
Ti	0.010	0.005	0.007	0.002	0.006	0.008	0.007	0.004	0.011	0.028	0.008
Al(IV)	0.078	0.057	0.069	0.057	0.051	0.080	0.063	0.056	0.060	0.121	0.053
Al(VI)	0.000	0.001	0.021	0.019	0.000	0.021	0.014	0.005	0.002	0.024	0.016
Al (total)	0.067	0.058	0.090	0.076	0.050	0.101	0.077	0.061	0.063	0.145	0.069
Fe	0.124	0.124	0.131	0.136	0.124	0.155	0.140	0.131	0.394	0.397	0.327
Mn	0.002	0.007	0.006	0.003	0.005	0.000	0.004	0.003	0.016	0.013	0.017
Mg	0.987	0.977	0.953	0.927	0.971	0.928	0.933	0.970	0.938	0.786	0.798
Ca	0.914	0.898	0.890	0.919	0.897	0.903	0.908	0.902	0.649	0.762	0.831
Na	0.016	0.011	0.017	0.017	0.016	0.017	0.022	0.014	0.015	0.021	0.028
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Cr	0.002	0.003	0.000	0.001	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	4.042	4.028	4.025	4.025	4.025	4.031	4.028	4.030	4.026	4.031	4.024
Fe <sup>3+</sup>	0.073	0.054	0.051	0.050	0.049	0.061	0.056	0.058	0.051	0.062	0.048
Mg#	0.95	0.93	0.92	0.92	0.93	0.91	0.92	0.93	0.73	0.70	0.74
Wo	45.10	44.79	44.96	46.28	44.89	45.47	45.75	44.96	32.48	38.91	42.11
En	48.70	48.73	48.12	46.70	48.62	46.74	47.01	48.37	46.99	40.15	40.45
Fs	6.21	6.49	6.92	7.02	6.49	7.79	7.24	6.68	20.53	20.94	17.44
Jd	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02
P (kbar)									3.8	5.1	3.8
T (°C)			1150	1136		1135	1125	1080	1222	1208	1132
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)		0.221	0.249	0.248		0.248	0.246		0.289	0.283	0.268

Ek Tablo 3'ün devamı

	İKİSU					MESCİTLİ					PEKÜN
	<u>I-22</u>	<u>I-22</u>	<u>I-22</u>	<u>I-22</u>	<u>I-22</u>	<u>M10-7</u>	<u>M10-11</u>	<u>M10-12</u>	<u>M10-15</u>	<u>M10-18</u>	<u>P4-4</u>
	core	rim	core	rim	core	core	core	core	core	core	core
SiO <sub>2</sub>	52.50	52.02	52.20	51.63	50.59	49.01	48.38	48.55	48.80	47.98	51.51
TiO <sub>2</sub>	0.48	0.56	0.33	0.42	0.47	1.81	2.16	1.89	1.78	1.88	0.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.34	1.56	1.89	1.56	2.40	3.41	2.70	3.59	2.94	3.07	1.35
FeO	10.92	10.72	10.25	10.44	10.04	9.85	12.39	9.88	11.35	10.51	12.86
MnO	0.49	0.32	0.32	0.40	0.17	0.25	0.34	0.30	0.31	0.28	0.35
MgO	14.79	14.34	14.48	14.80	14.46	12.61	11.65	12.97	12.54	12.18	13.57
CaO	20.52	20.88	20.89	20.71	21.64	20.49	19.72	19.14	19.35	19.72	18.35
Na <sub>2</sub> O	0.35	0.21	0.29	0.20	0.29	0.38	0.49	0.43	0.43	0.43	0.23
K <sub>2</sub> O	0.02	0.01	ala	0.06	0.04	ala	0.02	ala	ala	ala	0.03
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ala	0.07	ala	ala	0.01	0.11	0.05	0.20	0.17	0.14	ala
<b>Toplam</b>	<b>101.41</b>	<b>100.69</b>	<b>100.65</b>	<b>100.22</b>	<b>100.11</b>	<b>97.92</b>	<b>97.90</b>	<b>96.96</b>	<b>97.68</b>	<b>96.21</b>	<b>98.70</b>
Si	1.944	1.940	1.941	1.934	1.900	1.879	1.879	1.876	1.886	1.880	1.965
Ti	0.013	0.016	0.009	0.012	0.013	0.052	0.063	0.055	0.052	0.055	0.013
Al(IV)	0.056	0.060	0.059	0.066	0.100	0.121	0.121	0.124	0.114	0.120	0.035
Al(VI)	0.003	0.008	0.024	0.003	0.007	0.033	0.003	0.039	0.020	0.022	0.026
Al (total)	0.058	0.069	0.083	0.069	0.106	0.154	0.124	0.163	0.134	0.142	0.061
Fe	0.338	0.334	0.319	0.327	0.315	0.316	0.402	0.319	0.367	0.345	0.410
Mn	0.015	0.010	0.010	0.013	0.005	0.008	0.011	0.010	0.010	0.009	0.011
Mg	0.816	0.797	0.803	0.826	0.810	0.721	0.675	0.747	0.722	0.712	0.772
Ca	0.814	0.834	0.832	0.831	0.871	0.842	0.820	0.792	0.801	0.828	0.750
Na	0.025	0.015	0.021	0.015	0.021	0.028	0.037	0.032	0.032	0.033	0.017
K	0.001	0.000	0.000	0.003	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
Cr	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.006	0.005	0.004	0.000
<b>Toplam</b>	<b>4.026</b>	<b>4.017</b>	<b>4.018</b>	<b>4.029</b>	<b>4.045</b>	<b>4.004</b>	<b>4.014</b>	<b>4.001</b>	<b>4.009</b>	<b>4.008</b>	<b>4.000</b>
Fe <sup>3+</sup>	0.052	0.034	0.037	0.055	0.087	0.007	0.028	0.002	0.018	0.016	0.000
Mg#	0.74	0.73	0.74	0.75	0.78	0.70	0.64	0.70	0.67	0.68	0.65
Wo	41.03	42.22	42.38	41.61	43.52	44.62	42.99	42.41	42.16	43.72	38.60
En	41.15	40.35	40.87	41.38	40.46	38.20	35.34	39.98	38.01	37.58	39.71
Fs	17.82	17.43	16.74	17.01	16.03	17.18	21.67	17.61	19.82	18.69	21.69
Jd	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.03	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02
P (kbar)	4.5	2.1	2.9	4.5	2.3	5.1	2.0	9.3	7.2	7.7	
T (°C)	1134	1037	1092	1151	1036	1208	1006	1174	1133	1135	
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.263	0.243	0.255	0.266	0.242	0.283	0.256	0.286	0.280	0.281	0.173

Ek Tablo 3'ün devamı

	PEKÜN								GÜLAÇAR		
	P4-5	P4-6	P4-7	P4-17	P4-18	P4-19	P4-20	P4-21	PL-17	PL-17	PL-17
	core	core	core	core	core	core	core	core	1-core	1-rim	2-core
SiO <sub>2</sub>	51.16	51.64	51.24	50.76	51.18	51.09	50.66	51.06	50.06	50.46	49.86
TiO <sub>2</sub>	0.64	0.34	0.55	0.70	0.67	0.61	0.62	0.59	0.81	0.86	0.97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.31	1.45	2.18	3.39	2.93	2.87	3.37	2.95	3.05	3.02	3.52
FeO	10.64	10.00	10.53	7.72	7.80	8.28	7.77	8.02	8.66	8.65	8.81
MnO	0.30	0.34	0.32	0.29	0.21	0.16	0.24	0.20	0.25	0.22	0.25
MgO	14.15	13.74	13.81	14.32	14.39	14.30	14.27	14.59	14.47	14.55	14.31
CaO	19.45	20.72	20.01	21.53	21.18	20.92	20.53	20.75	21.58	21.71	21.40
Na <sub>2</sub> O	0.22	0.26	0.26	0.24	0.24	0.22	0.22	0.22	0.29	0.29	0.30
K <sub>2</sub> O	ala	ala	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	ala	ala	0.02	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	0.04	ala	ala	ala	ala	0.24	0.09	ala	0.03	0.06
Toplam	98.96	98.52	98.90	98.96	98.61	98.47	97.92	98.50	99.17	99.86	99.48
Si	1.933	1.961	1.940	1.904	1.924	1.926	1.916	1.922	1.887	1.889	1.875
Ti	0.018	0.010	0.016	0.020	0.019	0.017	0.018	0.017	0.023	0.024	0.027
Al(IV)	0.067	0.039	0.060	0.096	0.076	0.074	0.084	0.078	0.113	0.111	0.125
Al(VI)	0.036	0.026	0.037	0.054	0.054	0.053	0.066	0.053	0.023	0.022	0.030
Al (total)	0.103	0.065	0.097	0.150	0.130	0.127	0.150	0.131	0.135	0.133	0.156
Fe	0.336	0.318	0.333	0.242	0.245	0.261	0.246	0.253	0.273	0.271	0.277
Mn	0.010	0.011	0.010	0.009	0.007	0.005	0.008	0.006	0.008	0.007	0.008
Mg	0.797	0.778	0.779	0.801	0.806	0.803	0.804	0.819	0.813	0.812	0.802
Ca	0.788	0.843	0.812	0.866	0.853	0.845	0.832	0.837	0.872	0.871	0.862
Na	0.016	0.019	0.019	0.017	0.017	0.016	0.016	0.016	0.021	0.021	0.022
K	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Cr	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.003	0.000	0.001	0.002
Toplam	4.004	4.006	4.006	4.010	4.001	4.002	3.996	4.003	4.033	4.030	4.030
Fe <sup>3+</sup>	0.008	0.011	0.012	0.020	0.002	0.003	0.000	0.006	0.066	0.060	0.060
Mg#	0.71	0.72	0.71	0.78	0.77	0.76	0.77	0.77	0.80	0.79	0.79
Wo	40.79	43.24	41.96	45.12	44.62	44.13	44.02	43.71	44.34	44.41	44.23
En	41.30	39.91	40.28	41.76	42.20	41.97	42.57	42.77	41.37	41.42	41.15
Fs	17.91	16.85	17.76	13.11	13.18	13.90	13.41	13.53	14.29	14.17	14.62
Jd	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
P (kbar)	5.1								5.1		
T (°C)									1208	1105	1106
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.172	0.173	0.173	0.283	0.172	0.172	0.172	0.172	0.283	0.243	0.244

Ek Tablo 3'ün devamı

<b>GÜLAÇAR</b>											
	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>	<u>PL-17</u>
	2-rim	3-core	3-rim	5-core	5-rim	6-core	6-rim	7-core	7-rim	9-core	9-rim
SiO <sub>2</sub>	50.58	50.62	50.60	50.17	50.26	50.31	51.00	50.59	50.95	49.98	49.70
TiO <sub>2</sub>	0.92	0.80	0.90	0.90	0.93	0.87	0.80	0.71	0.91	0.88	1.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.47	2.93	2.93	2.81	2.77	3.09	1.99	3.40	2.15	3.15	3.75
FeO	9.56	8.79	8.96	9.00	9.82	9.27	9.82	8.02	10.23	8.75	9.05
MnO	0.31	0.25	0.23	0.26	0.28	0.30	0.25	0.23	0.35	0.24	0.22
MgO	14.04	14.81	14.31	14.23	14.23	14.80	14.21	15.37	13.94	14.56	14.24
CaO	20.99	21.11	21.55	21.73	21.01	20.80	20.99	21.40	20.93	21.74	21.45
Na <sub>2</sub> O	0.35	0.31	0.32	0.31	0.36	0.30	0.32	0.21	0.36	0.29	0.31
K <sub>2</sub> O	ala	ala	ala	0.01	ala	0.01	ala	ala	0.02	0.01	0.01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.02	0.02	ala	ala	0.07	0.01	0.02	ala	ala	0.08
<b>Toplam</b>	<b>99.30</b>	<b>99.66</b>	<b>99.82</b>	<b>99.45</b>	<b>99.67</b>	<b>99.84</b>	<b>99.39</b>	<b>100.01</b>	<b>99.86</b>	<b>99.59</b>	<b>99.84</b>
Si	1.909	1.896	1.896	1.891	1.893	1.885	1.923	1.883	1.917	1.878	1.865
Ti	0.026	0.022	0.025	0.025	0.026	0.025	0.023	0.020	0.026	0.025	0.029
Al(IV)	0.091	0.104	0.104	0.109	0.107	0.115	0.077	0.117	0.083	0.122	0.135
Al(VI)	0.019	0.025	0.025	0.016	0.016	0.022	0.011	0.032	0.012	0.018	0.030
Al (total)	0.110	0.130	0.129	0.125	0.123	0.136	0.088	0.149	0.095	0.139	0.166
Fe	0.302	0.275	0.281	0.284	0.309	0.290	0.310	0.250	0.322	0.275	0.284
Mn	0.010	0.008	0.007	0.008	0.009	0.010	0.008	0.007	0.011	0.008	0.007
Mg	0.790	0.827	0.799	0.800	0.799	0.827	0.799	0.852	0.782	0.816	0.797
Ca	0.849	0.847	0.865	0.877	0.848	0.835	0.848	0.853	0.844	0.875	0.862
Na	0.025	0.022	0.023	0.022	0.026	0.022	0.023	0.015	0.027	0.021	0.023
K	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
Cr	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002
<b>Toplam</b>	<b>4.022</b>	<b>4.028</b>	<b>4.026</b>	<b>4.033</b>	<b>4.033</b>	<b>4.032</b>	<b>4.022</b>	<b>4.030</b>	<b>4.024</b>	<b>4.038</b>	<b>4.034</b>
Fe <sup>3+</sup>	0.044	0.056	0.051	0.065	0.065	0.064	0.044	0.060	0.047	0.075	0.067
Mg#	0.75	0.79	0.78	0.79	0.77	0.78	0.75	0.82	0.74	0.80	0.79
Wo	43.52	43.28	44.30	44.56	43.14	42.57	43.17	43.48	43.08	44.35	44.23
En	40.50	42.26	40.94	40.61	40.67	42.14	40.66	43.43	39.91	41.32	40.86
Fs	15.98	14.46	14.76	14.83	16.19	15.29	16.17	13.09	17.01	14.33	14.91
Jd	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
P (kbar)											
T (°C)	1097	1116	1108	1083	1086	1112	1073	1103	1070	1093	1105
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.242	0.244	0.244	0.240	0.240	0.244	0.237	0.240	0.237	0.241	0.244



Ek Tablo 3'ün devamı

GÜLAÇAR											
	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
	rim	core	rim	core	rim	core	core	core	core	core	core
SiO <sub>2</sub>	51.43	51.10	51.53	51.20	51.83	51.06	50.75	50.42	50.21	50.79	50.79
TiO <sub>2</sub>	0.37	0.39	0.24	0.28	0.13	0.40	0.33	0.41	0.38	0.42	0.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.89	1.72	1.59	1.48	0.91	1.59	3.56	1.70	2.28	3.13	2.43
FeO	9.51	10.00	9.77	10.26	10.45	10.12	5.89	10.32	11.37	9.34	11.48
MnO	0.41	0.59	0.52	0.42	0.44	0.35	0.20	0.56	0.33	0.39	0.30
MgO	14.08	13.86	14.50	14.14	13.53	13.85	17.2	13.83	14.41	15.67	14.97
CaO	21.17	21.23	21.63	21.49	21.78	20.96	21.28	20.94	19.72	20.8	20.23
Na <sub>2</sub> O	0.32	0.29	0.27	0.31	0.20	0.31	0.13	0.33	0.22	0.23	0.27
K <sub>2</sub> O	ala	ala	ala	0.02	ala	ala	0.01	ala	0.01	ala	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ala	ala	ala	ala	ala	ala	0.03	ala	ala	0.04	ala
Toplam	99.18	99.18	100.05	99.60	99.27	98.64	99.38	98.51	98.93	100.81	100.94
Si	1.940	1.936	1.934	1.935	1.965	1.943	1.880	1.928	1.911	1.883	1.896
Ti	0.010	0.011	0.007	0.008	0.004	0.011	0.009	0.012	0.011	0.012	0.013
Al(IV)	0.060	0.064	0.066	0.065	0.035	0.057	0.120	0.072	0.089	0.117	0.104
Al(VI)	0.024	0.013	0.004	0.001	0.005	0.014	0.035	0.004	0.013	0.020	0.003
Al (total)	0.084	0.077	0.070	0.066	0.041	0.071	0.155	0.077	0.102	0.137	0.107
Fe	0.300	0.317	0.307	0.324	0.331	0.322	0.182	0.330	0.362	0.290	0.358
Mn	0.013	0.019	0.017	0.013	0.014	0.011	0.006	0.018	0.011	0.012	0.009
Mg	0.792	0.783	0.811	0.796	0.765	0.786	0.950	0.788	0.818	0.866	0.833
Ca	0.856	0.862	0.870	0.870	0.885	0.854	0.844	0.858	0.804	0.826	0.809
Na	0.023	0.021	0.020	0.023	0.015	0.023	0.009	0.024	0.016	0.017	0.020
K	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
Toplam	4.019	4.025	4.034	4.036	4.019	4.022	4.038	4.035	4.035	4.044	4.047
Fe <sup>3+</sup>	0.038	0.051	0.069	0.072	0.037	0.043	0.075	0.069	0.070	0.088	0.093
Mg#	0.75	0.75	0.77	0.76	0.72	0.74	0.90	0.75	0.74	0.81	0.76
Wo	43.64	43.52	43.40	43.41	44.35	43.30	42.59	43.02	40.32	41.43	40.25
En	40.39	39.53	40.48	39.74	38.33	39.81	47.89	39.53	41.00	43.43	41.44
Fs	15.97	16.95	16.12	16.85	17.32	16.89	9.52	17.46	18.68	15.14	18.30
Jd	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00
P (kbar)	3.7	4.5	1.4		1.1	4.5	5.3	1.8	5.7	7.2	2.5
T (°C)	1074	1132	1070		1081	1138	1156	1067	1140	1165	1061
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.253	0.271	0.257	0.234	0.260	0.272	0.268	0.258	0.272	0.275	0.256

Ek Tablo 3'ün devamı

	GÜL-AÇAR	KAZANTAŞ									
	P3	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3
	core	1-core	1-rim	2-core	2-rim	3-core	3-rim	4-core	4-rim	5-core	5-rim
SiO <sub>2</sub>	50.73	50.98	50.72	50.69	50.75	51.01	51.26	50.50	50.08	50.56	50.19
TiO <sub>2</sub>	0.38	0.61	0.57	0.56	0.58	0.51	0.53	0.61	0.69	0.75	0.72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.40	3.09	3.07	2.10	1.93	1.76	1.64	2.77	3.20	2.69	3.15
FeO	10.42	8.50	8.74	12.97	13.31	12.63	12.80	9.26	9.77	10.66	9.47
MnO	0.36	0.27	0.33	0.44	0.50	0.46	0.47	0.23	0.31	0.29	0.28
MgO	14.9	15.64	15.62	13.88	13.28	13.72	13.77	14.99	15.27	14.84	14.96
CaO	19.86	20.52	20.27	18.77	18.90	19.17	19.28	20.45	19.58	19.57	19.98
Na <sub>2</sub> O	0.25	0.25	0.25	0.27	0.22	0.21	0.21	0.25	0.31	0.23	0.22
K <sub>2</sub> O	ala	ala	ala	0.01	0.02	ala	0.01	ala	0.01	ala	0.01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02	0.29	0.28	0.03	ala	ala	0.01	ala	0.07	ala	0.09
Toplam	99.32	100.28	99.95	99.73	99.49	99.58	100.01	99.07	99.29	99.59	99.06
Si	1.914	1.893	1.891	1.922	1.932	1.936	1.938	1.903	1.885	1.902	1.891
Ti	0.011	0.017	0.016	0.016	0.017	0.015	0.015	0.017	0.019	0.021	0.020
Al(IV)	0.086	0.107	0.109	0.078	0.068	0.064	0.062	0.097	0.115	0.098	0.109
Al(VI)	0.020	0.028	0.026	0.016	0.019	0.015	0.011	0.026	0.027	0.022	0.031
Al (total)	0.107	0.135	0.135	0.094	0.087	0.079	0.073	0.123	0.142	0.119	0.140
Fe	0.329	0.264	0.273	0.411	0.424	0.401	0.405	0.292	0.308	0.335	0.298
Mn	0.012	0.009	0.011	0.014	0.016	0.015	0.015	0.007	0.010	0.009	0.009
Mg	0.838	0.866	0.868	0.784	0.754	0.776	0.776	0.842	0.857	0.832	0.840
Ca	0.803	0.816	0.810	0.763	0.771	0.780	0.781	0.826	0.790	0.789	0.807
Na	0.018	0.018	0.018	0.020	0.016	0.015	0.016	0.018	0.022	0.017	0.016
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.001	0.009	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003
Toplam	4.031	4.027	4.030	4.025	4.016	4.017	4.018	4.028	4.035	4.025	4.025
Fe <sup>3+</sup>	0.062	0.053	0.060	0.050	0.032	0.035	0.037	0.055	0.069	0.051	0.050
Mg#	0.76	0.80	0.80	0.68	0.66	0.68	0.68	0.78	0.78	0.75	0.77
Wo	40.52	41.76	41.29	38.67	39.25	39.54	39.51	41.98	40.20	40.13	41.28
En	42.30	44.29	44.27	39.77	38.36	39.37	39.26	42.81	43.63	42.34	42.99
Fs	17.18	13.95	14.44	21.57	22.38	21.09	21.23	15.21	16.17	17.53	15.73
Jd	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
P (kbar)	6.5	5.1	5.2	3.9	3.5	3.2	2.2	4.7	6.1	4.6	4.7
T (°C)	1167	1208	1137	1104	1101	1103	1084	1127	1140	1118	1121
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.276	0.283	0.256	0.255	0.255	0.254	0.250	0.256	0.259	0.256	0.255

Ek Tablo 3'ün devamı

	KAZANTAŞ				SIRAKONAK		
	KL-3	KL-3	KL-3	KL-3	SK6-11	SK6-22	SK6-24
	6-core	6-rim	7-core	7-rim	core	core	core
SiO <sub>2</sub>	50.96	50.48	50.35	49.90	52.48	52.94	52.95
TiO <sub>2</sub>	0.51	0.52	0.52	0.72	0.12	0.16	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.89	1.65	4.17	3.77	0.67	0.97	0.83
FeO	12.16	15.03	6.02	10.60	8.11	7.79	8.22
MnO	0.41	0.53	0.20	0.39	0.93	0.83	0.78
MgO	14.99	14.81	15.47	15.22	13.42	13.57	13.45
CaO	17.88	15.70	22.04	18.45	22.40	22.23	22.03
Na <sub>2</sub> O	0.26	0.19	0.21	0.27	0.30	0.33	0.33
K <sub>2</sub> O	ala	ala	0.01	0.01	ala	ala	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ala	ala	0.35	0.05	ala	ala	0.04
Toplam	99.14	98.95	99.35	99.39	98.47	98.83	98.75
Si	1.931	1.932	1.872	1.877	1.991	1.992	1.997
Ti	0.015	0.015	0.014	0.020	0.003	0.005	0.003
Al(IV)	0.069	0.068	0.128	0.123	0.009	0.008	0.003
Al(VI)	0.016	0.006	0.055	0.044	0.021	0.035	0.034
Al (total)	0.084	0.074	0.183	0.167	0.030	0.043	0.037
Fe	0.385	0.481	0.187	0.333	0.257	0.245	0.259
Mn	0.013	0.017	0.006	0.013	0.030	0.026	0.025
Mg	0.847	0.845	0.857	0.853	0.759	0.762	0.756
Ca	0.726	0.644	0.878	0.744	0.910	0.896	0.890
Na	0.019	0.014	0.015	0.020	0.022	0.024	0.024
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.000	0.010	0.001	0.000	0.000	0.001
Toplam	4.021	4.023	4.024	4.029	4.002	3.994	3.993
Fe <sup>3+</sup>	0.043	0.045	0.048	0.057	0.004	0.000	0.000
Mg#	0.71	0.66	0.86	0.76	0.75	0.76	0.74
Wo	36.83	32.39	45.52	38.27	46.53	46.46	46.11
En	42.96	42.53	44.45	43.92	38.79	39.47	39.17
Fs	20.21	25.08	10.04	17.81	14.68	14.08	14.72
Jd	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
P (kbar)	3.7	1.5	4.7	6.0			5.1
T (°C)	1116	1053	1129	1134			1208
K <sub>D</sub> (Fe-Mg)	0.256	0.247	0.253	0.259	0.162	0.163	0.283

Ek Tablo 4. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisü-Mescitli- Pekün (Ünlüınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar-Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait amfibollerin mikroprob analiz sonuçları ve 23 oksijene göre hesaplanmış katyon değerleri, Ridolfi vd.ne (2010) göre hesaplanmış sıcaklık, kısmi oksijen fugasitesi, basınç, magmanın su içeriği

	AKARSU							
	AK9	AK9	AK9	AK9	AK9	A-3	A-3	A-3
						4-core	4-rim	7-core
SiO <sub>2</sub>	50.81	50.82	53.15	53.75	52.58	44.42	44.29	43.43
TiO <sub>2</sub>	0.71	0.19	0.14	0.20	0.39	2.36	2.26	2.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.56	4.81	3.97	3.78	4.68	9.47	9.81	10.52
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.02	0.01	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06
FeO	5.54	4.53	3.68	2.74	3.28	9.51	10.10	10.06
MnO	0.24	0.36	0.36	0.40	0.33	0.18	0.15	0.11
MgO	20.39	22.33	21.83	22.94	22.17	16.31	16.18	15.50
CaO	12.57	12.03	12.85	12.91	13.06	11.56	11.77	11.51
Na <sub>2</sub> O	1.42	1.34	1.41	1.57	1.64	1.84	1.89	2.00
K <sub>2</sub> O	0.75	0.46	0.24	0.56	0.78	0.51	0.38	0.42
<b>Toplam</b>	<b>98.03</b>	<b>96.89</b>	<b>97.63</b>	<b>98.90</b>	<b>98.96</b>	<b>96.22</b>	<b>96.87</b>	<b>96.07</b>
Si	7.091	7.026	7.361	7.338	7.233	6.427	6.376	6.319
Ti	0.074	0.020	0.015	0.021	0.041	0.256	0.245	0.270
Al	0.914	0.783	0.647	0.609	0.759	1.615	1.664	1.803
Cr	0.005	0.002	0.001	0.004	0.006	0.007	0.006	0.006
Fe <sup>+3</sup>	0.473	0.524	0.368	0.313	0.265	0.904	0.925	0.855
Fe <sup>+2</sup>	0.174	0.000	0.058	0.000	0.112	0.247	0.291	0.369
Mn	0.028	0.042	0.043	0.046	0.038	0.022	0.019	0.014
Mg	4.241	4.602	4.507	4.670	4.547	3.519	3.472	3.360
Ca	1.880	1.782	1.906	1.888	1.924	1.792	1.815	1.794
Na	0.384	0.359	0.378	0.416	0.439	0.516	0.527	0.563
K	0.134	0.081	0.042	0.098	0.136	0.000	0.000	0.000
<b>Toplam</b>	<b>15.398</b>	<b>15.221</b>	<b>15.326</b>	<b>15.401</b>	<b>15.499</b>	<b>15.305</b>	<b>15.338</b>	<b>15.354</b>
Mg#	0.961	1.000	0.987	1.000	0.976	0.934	0.923	0.901
(Na+K) <sub>A</sub>	0.518	0.439	0.421	0.514	0.575	0.516	0.527	0.563
Sıcaklık (°C)	816	804	776	785	808	908	917	931
Oksijen fugasitesi (ΔNNO)	3.1	3.9	3.6	3.8	3.5	1.7	1.7	1.4
Basınç (megapascal)	57	49	42	40	48	133	141	167
Amfibol içeren magmanın su içeriği (ağırlık %)	2.0	2.0	2.4	1.2	1.0	6.2	6.3	6.8

ala: analiz limitlerinin altında

Ek Tablo 4'ün devamı

	AKARSU					İKİSU		
	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>A-3</u>	<u>I-22-1</u>	<u>I-22-2</u>	<u>I-22-3</u>
	7-rim	8-core	8-rim	14-core	14-rim			
SiO <sub>2</sub>	43.98	42.75	43.73	42.86	43.43	43.83	44.74	45.28
TiO <sub>2</sub>	2.27	2.17	2.40	2.20	2.32	1.81	1.65	1.57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.08	10.48	11.17	10.84	10.37	10.31	10.52	10.20
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.19	0.06	0.06	0.10	ala	0.01	ala
FeO	9.57	9.47	10.30	10.01	9.71	7.25	7.23	6.72
MnO	0.12	0.15	0.14	0.12	0.06	ala	ala	ala
MgO	15.94	15.85	15.64	15.21	15.67	17.91	17.71	17.30
CaO	11.28	11.86	11.14	11.76	11.44	12.17	11.92	12.35
Na <sub>2</sub> O	2.03	1.93	2.13	1.93	1.99	1.94	2.01	1.85
K <sub>2</sub> O	0.58	0.49	0.71	0.62	0.28	0.52	0.51	0.53
<b>Toplam</b>	<b>95.88</b>	<b>95.33</b>	<b>97.41</b>	<b>95.61</b>	<b>95.37</b>	<b>95.74</b>	<b>96.30</b>	<b>95.80</b>
Si	6.391	6.276	6.261	6.297	6.344	6.324	6.403	6.548
Ti	0.248	0.239	0.259	0.243	0.254	0.196	0.178	0.171
Al	1.727	1.813	1.885	1.877	1.786	1.753	1.774	1.738
Cr	0.004	0.023	0.007	0.007	0.011	0.000	0.001	0.000
Fe <sup>+3</sup>	0.908	0.854	1.058	0.782	0.860	0.806	0.757	0.380
Fe <sup>+2</sup>	0.254	0.308	0.174	0.447	0.326	0.068	0.108	0.433
Mn	0.015	0.018	0.017	0.015	0.007	0.000	0.000	0.000
Mg	3.454	3.468	3.339	3.331	3.412	3.852	3.779	3.730
Ca	1.756	1.866	1.710	1.852	1.791	1.881	1.828	1.913
Na	0.572	0.548	0.591	0.550	0.565	0.543	0.558	0.519
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.096	0.093	0.098
<b>Toplam</b>	<b>15.328</b>	<b>15.413</b>	<b>15.300</b>	<b>15.401</b>	<b>15.356</b>	<b>15.519</b>	<b>15.478</b>	<b>15.530</b>
Mg#	0.931	0.918	0.950	0.882	0.913	0.983	0.972	0.896
(Na+K) <sub>A</sub>	0.572	0.548	0.591	0.550	0.565	0.638	0.651	0.616
Sıcaklık (°C)	917	944	934	942	928	951	938	928
Oksijen fugasitesi (ΔNNO)	1.6	1.6	1.4	1.3	1.5	2.2	2.1	1.9
Basınç (megapascal)	152	169	184	183	164	157	161	155
Amfibol içeren magmanın su içeriği (ağırlık %)	6.6	6.7	7.3	7.1	6.7	4.9	5.4	5.3

Ek Tablo 5. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu-Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar-Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait Fe-Ti oksitlerin mikroprob analiz sonuçları, 3 (titanomanyetit serisi) ve 4 (titanohematit serisi) oksijene göre hesaplanmış katyon değerleri

<b>AKARSU</b>									
	<u>AK1-7</u>	<u>AK1-12</u>	<u>AK1-15</u>	<u>AK1-16</u>	<u>AK1-17</u>	<u>AK1-18</u>	<u>AK5-4</u>	<u>AK5-8</u>	<u>AK5-9</u>
	MAG	MAG	MAG	MAG	MAG	MAG	Ti-MAG	Ti-MAG	Ti-MAG
SiO <sub>2</sub>	0.61	0.03	0.35	0.03	0.02	0.04	0.02	0.17	0.01
TiO <sub>2</sub>	6.58	9.75	8.00	7.66	7.97	5.80	21.87	21.92	21.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.78	0.47	0.71	0.40	0.50	0.36	0.04	0.26	0.07
FeO	77.94	79.18	76.68	78.57	77.88	81.49	69.71	67.52	69.83
MnO	0.62	0.40	1.17	0.90	0.92	0.31	0.32	0.23	0.22
MgO	3.60	1.70	4.07	3.63	3.84	3.01	0.54	0.56	0.58
CaO	0.05	0.05	0.20	0.13	0.14	ala	0.22	0.06	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.02	ala	ala	0.04	ala	ala	ala	0.01	ala
K <sub>2</sub> O	0.02	0.02	ala	ala	0.01	ala	0.04	0.04	0.03
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06	0.09	ala	ala	ala	0.03	0.10	0.01	0.05
<b>Toplam</b>	<b>90.29</b>	<b>91.67</b>	<b>91.18</b>	<b>91.36</b>	<b>91.26</b>	<b>91.05</b>	<b>92.85</b>	<b>90.79</b>	<b>92.04</b>
Si	0.024	0.001	0.013	0.001	0.001	0.002	0.001	0.004	0.000
Ti	0.191	0.285	0.230	0.221	0.229	0.168	0.432	0.442	0.423
Al	0.036	0.021	0.032	0.018	0.023	0.016	0.001	0.008	0.002
Fe <sup>+3</sup>	1.532	1.403	1.482	1.537	1.517	1.643	1.132	1.097	1.151
Fe <sup>+2</sup>	0.985	1.172	0.965	0.980	0.976	0.986	0.398	0.417	0.394
Mn	0.020	0.013	0.038	0.029	0.030	0.010	0.007	0.005	0.005
Mg	0.207	0.099	0.232	0.207	0.219	0.173	0.021	0.023	0.023
Ca	0.002	0.002	0.008	0.006	0.006	0.000	0.006	0.002	0.001
Na	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
K	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
Cr	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001
<b>Toplam</b>	<b>3.001</b>	<b>3.001</b>	<b>3.000</b>	<b>3.002</b>	<b>3.000</b>	<b>3.000</b>	<b>2.001</b>	<b>2.001</b>	<b>2.001</b>

ala: analiz limitleri altında

Ek Tablo 5'in devamı

	AKARSU	ZİGANA			İKİSU				
	<u>AK5-13</u>	<u>ZL5-6</u>	<u>ZL5-7</u>	<u>ZL5-8</u>	<u>G16K-8</u>	<u>G16K-15</u>	<u>G16K-17</u>	<u>G16K-19</u>	<u>G16K-22</u>
	Ti-MAG	Ti-MAG	Ti-MAG	Ti-MAG	MAG	MAG		MAG	MAG
SiO <sub>2</sub>	0.29	6.75	ala	0.75	3.14	2.81	6.93	2.08	0.89
TiO <sub>2</sub>	21.73	12.66	13.56	10.39	1.34	2.43	0.75	1.01	1.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.30	3.35	3.11	2.24	2.07	1.37	4.58	1.36	0.59
FeO	69.05	64.27	72.75	77.44	80.11	81.12	75.03	83.99	85.83
MnO	0.22	0.13	0.21	0.33	ala	ala	ala	ala	0.04
MgO	1.21	1.23	0.74	0.36	0.05	0.03	0.19	0.05	0.02
CaO	0.11	4.17	ala	0.32	0.06	0.05	0.11	0.05	0.08
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	0.05	0.06	0.02
K <sub>2</sub> O	0.02	ala	ala	0.02	0.47	0.43	1.18	0.26	0.06
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	ala	ala	ala	0.09	0.02	0.08	0.09	0.07
<b>Toplam</b>	<b>93.06</b>	<b>92.58</b>	<b>90.41</b>	<b>91.90</b>	<b>87.35</b>	<b>88.28</b>	<b>88.90</b>	<b>88.95</b>	<b>89.48</b>
Si	0.008	0.168	0.000	0.019	0.127	0.113	0.271	0.083	0.036
Ti	0.425	0.237	0.268	0.203	0.041	0.074	0.022	0.030	0.057
Al	0.009	0.098	0.096	0.068	0.099	0.065	0.211	0.064	0.028
Fe <sup>+3</sup>	1.123	1.093	1.366	1.486	1.556	1.554	1.184	1.701	1.785
Fe <sup>+2</sup>	0.378	0.243	0.234	0.192	1.159	1.180	1.270	1.106	1.086
Mn	0.005	0.003	0.005	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Mg	0.047	0.046	0.029	0.014	0.003	0.002	0.011	0.003	0.001
Ca	0.003	0.111	0.000	0.009	0.003	0.002	0.004	0.002	0.003
Na	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004	0.004	0.001
K	0.001	0.000	0.000	0.001	0.024	0.022	0.059	0.013	0.003
Cr	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.003	0.002
<b>Toplam</b>	<b>2.001</b>	<b>1.998</b>	<b>2.001</b>	<b>2.002</b>	<b>3.017</b>	<b>3.015</b>	<b>3.039</b>	<b>3.011</b>	<b>3.003</b>

Ek Tablo 5'in devamı

<b>İKİSU</b>									
	<u>G16i-12</u>	<u>G16i-28</u>	<u>G16-b-3</u>	<u>G16-b-4</u>	<u>G16-b-10</u>	<u>G16-b-12</u>	<u>G16-b-23</u>	<u>G18A-1</u>	<u>G18A-7</u>
	MAG	Ti-MAG	MAG	MAG	MAG	MAG	MAG	İLM	MAG
SiO <sub>2</sub>	1.75	0.53	1.18	0.72	1.01	0.98	1.58	0.20	7.59
TiO <sub>2</sub>	2.23	28.29	2.14	1.98	1.63	2.01	1.73	49.85	0.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.84	0.31	0.69	0.39	0.67	0.52	1.14	ala	3.57
FeO	83.98	60.82	85.32	86.46	85.92	85.12	83.84	41.94	70.10
MnO	0.02	0.04	ala	0.01	0.01	ala	Ala	0.08	0.02
MgO	0.03	0.13	0.01	0.02	0.02	ala	0.05	0.26	4.99
CaO	0.07	0.21	0.03	0.03	0.04	0.02	0.06	0.11	0.24
Na <sub>2</sub> O	0.07	ala	0.07	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	ala
K <sub>2</sub> O	0.05	0.03	0.08	0.01	0.04	0.06	0.16	0.03	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ala	ala	0.05	0.08	0.06	0.03	0.07	0.03	0.06
<b>Toplam</b>	<b>89.03</b>	<b>90.37</b>	<b>89.58</b>	<b>89.73</b>	<b>89.43</b>	<b>88.78</b>	<b>88.67</b>	<b>92.56</b>	<b>87.08</b>
Si	0.070	0.014	0.047	0.029	0.040	0.040	0.063	0.006	0.290
Ti	0.067	0.579	0.064	0.060	0.049	0.061	0.052	1.022	0.015
Al	0.040	0.010	0.033	0.018	0.032	0.025	0.054	0.000	0.161
Fe <sup>+3</sup>	1.684	0.803	1.741	1.802	1.787	1.772	1.709	0.000	1.229
Fe <sup>+2</sup>	1.131	0.581	1.108	1.085	1.086	1.099	1.109	1.012	1.010
Mn	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001
Mg	0.002	0.005	0.001	0.001	0.001	0.000	0.003	0.010	0.284
Ca	0.003	0.006	0.001	0.001	0.002	0.001	0.003	0.003	0.010
Na	0.006	0.000	0.006	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.000
K	0.002	0.001	0.004	0.000	0.002	0.003	0.008	0.001	0.000
Cr	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002
<b>Toplam</b>	<b>3.005</b>	<b>2.001</b>	<b>3.006</b>	<b>3.002</b>	<b>3.003</b>	<b>3.004</b>	<b>3.008</b>	<b>2.003</b>	<b>3.000</b>



Ek Tablo 5'in devamı

<b>İKİSU</b>									
	<u>G18A-9</u>	<u>G18A-19</u>	<u>G18A-26</u>	<u>G20-16</u>	<u>G20-22</u>	<u>G25-7</u>	<u>G25-21</u>	<u>G31-1</u>	<u>G31-10</u>
	Ti-MAG	Ti-MAG	MAG	Ti-MAG	MAG	MAG	Ti-MAG	MAG	Ti-MAG
SiO <sub>2</sub>	0.27	1.00	11.51	0.37	1.98	0.47	0.19	7.04	0.84
TiO <sub>2</sub>	24.14	21.20	0.77	17.96	5.66	6.71	26.82	4.31	24.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.02	0.48	4.26	ala	1.40	0.30	0.37	5.63	0.62
FeO	65.19	64.91	62.00	68.61	78.66	80.48	62.74	63.56	62.69
MnO	0.03	ala	0.02	0.68	0.10	0.21	0.35	0.47	0.46
MgO	0.61	0.06	9.94	0.55	0.34	1.36	0.69	6.13	0.91
CaO	0.07	0.14	0.20	0.32	0.11	0.09	0.10	0.19	0.12
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.05	0.04	0.01	0.09	0.01	0.05	0.02	0.04
K <sub>2</sub> O	ala	0.08	0.06	ala	0.18	0.07	0.05	0.26	0.07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.24	2.50	ala	0.77	0.03	0.04	0.05	0.02	0.07
<b>Toplam</b>	<b>92.58</b>	<b>90.42</b>	<b>88.80</b>	<b>89.27</b>	<b>88.55</b>	<b>89.74</b>	<b>91.41</b>	<b>87.64</b>	<b>89.83</b>
Si	0.007	0.027	0.411	0.010	0.080	0.019	0.005	0.264	0.023
Ti	0.477	0.431	0.021	0.367	0.171	0.200	0.539	0.122	0.488
Al	0.031	0.015	0.179	0.000	0.066	0.014	0.012	0.249	0.020
Fe <sup>+3</sup>	0.974	1.014	0.957	1.229	1.427	1.545	0.897	0.975	0.956
Fe <sup>+2</sup>	0.458	0.451	0.894	0.330	1.220	1.127	0.506	1.019	0.460
Mn	0.001	0.000	0.000	0.016	0.004	0.007	0.008	0.015	0.010
Mg	0.024	0.002	0.529	0.022	0.020	0.081	0.028	0.343	0.037
Ca	0.002	0.004	0.007	0.009	0.005	0.004	0.003	0.007	0.003
Na	0.002	0.002	0.003	0.000	0.007	0.001	0.003	0.002	0.002
K	0.000	0.003	0.003	0.000	0.009	0.004	0.002	0.013	0.002
Cr	0.026	0.053	0.000	0.017	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
<b>Toplam</b>	<b>2.001</b>	<b>2.003</b>	<b>3.003</b>	<b>2.000</b>	<b>3.010</b>	<b>3.003</b>	<b>2.003</b>	<b>3.009</b>	<b>2.003</b>

Ek Tablo 5'in devamı

<b>İKİSU</b>									
	<u>G31-25</u>	<u>G31-26</u>	<u>G34-3</u>	<u>G34-8</u>	<u>G34-14</u>	<u>G34-22</u>	<u>G34-23</u>	<u>I22-64</u>	<u>I22-65</u>
		MAG	MAG	MAG	MAG	MAG	MAG	MAG	MAG
SiO <sub>2</sub>	0.06	0.84	0.99	0.85	1.08	1.65	1.15	8.42	9.7
TiO <sub>2</sub>	38.78	4.06	2.88	3.06	2.26	0.71	1.37	9.07	9.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.11	0.63	0.47	0.43	0.62	1.14	0.87	1.15	1.39
FeO	50.05	83.24	84.27	84.18	84.54	85.34	85.74	67.16	65.87
MnO	0.74	0.06	0.07	0.11	0.06	0.03	0.05	ala	0.05
MgO	2.38	0.14	0.02	ala	0.01	0.04	0.21	0.23	0.31
CaO	0.04	0.12	0.15	0.14	0.05	0.04	0.07	7.23	7.85
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.07	0.06	0.01	0.08	0.05	0.03	ala	ala
K <sub>2</sub> O	0.00	0.03	0.03	0.06	0.03	0.12	0.05	0.03	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.05	0.02	0.01	0.16	0.05	0.06	0.01	ala
<b>Toplam</b>	<b>92.22</b>	<b>89.24</b>	<b>88.95</b>	<b>88.85</b>	<b>88.89</b>	<b>89.18</b>	<b>89.60</b>	<b>93.30</b>	<b>94.52</b>
Si	0.002	0.034	0.040	0.034	0.044	0.066	0.046	0.312	0.353
Ti	0.773	0.123	0.087	0.093	0.068	0.021	0.041	0.253	0.256
Al	0.004	0.030	0.022	0.020	0.029	0.054	0.041	0.050	0.060
Fe <sup>+3</sup>	0.446	1.654	1.722	1.724	1.740	1.768	1.783	0.818	0.723
Fe <sup>+2</sup>	0.663	1.140	1.116	1.116	1.106	1.081	1.068	1.265	1.282
Mn	0.017	0.002	0.002	0.004	0.002	0.001	0.002	0.000	0.002
Mg	0.094	0.008	0.001	0.000	0.001	0.002	0.013	0.013	0.017
Ca	0.001	0.005	0.007	0.006	0.002	0.002	0.003	0.287	0.306
Na	0.002	0.005	0.005	0.001	0.006	0.004	0.003	0.000	0.000
K	0.000	0.002	0.002	0.003	0.002	0.006	0.003	0.001	0.000
Cr	0.000	0.002	0.001	0.000	0.005	0.002	0.002	0.000	0.000
<b>Toplam</b>	<b>2.001</b>	<b>3.004</b>	<b>3.004</b>	<b>3.003</b>	<b>3.005</b>	<b>3.006</b>	<b>3.003</b>	<b>3.001</b>	<b>2.998</b>

Ek Tablo 5'in devamı

	İKİSU			PEKÜN		GÜLAÇAR			
	I22-67	I22-68	I22-60	P7-5	P7-13	PL-17	PL-17	P3-36	P3-35
	MAG	MAG	MAG	İLM	MAG	Ti-MAG	Ti-MAG	MAG	MAG
SiO <sub>2</sub>	6.49	3.08	3.35	2.76	2.62	0.12	0.12	0.17	1.19
TiO <sub>2</sub>	6.71	9.86	1.61	45.16	10.80	19.40	19.79	9.87	8.42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.03	0.50	5.34	0.69	0.68	1.14	1.63	4.30	1.39
FeO	65.24	74.22	72.81	41.35	73.08	71.43	68.64	77.2	79.75
MnO	ala	0.16	0.13	0.09	ala	1.26	1.24	0.16	0.08
MgO	0.08	ala	5.93	0.08	0.06	ala	0.02	0.04	0.40
CaO	7.90	2.59	1.97	0.39	0.28	0.27	0.42	0.03	0.45
Na <sub>2</sub> O	0.01	ala	ala	0.06	0.01	0.03	0.02	ala	0.01
K <sub>2</sub> O	ala	ala	0.03	0.12	0.13	0.01	ala	ala	ala
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ala	0.03	ala	ala	ala	ala	0.05	0.07	0.16
<b>Toplam</b>	<b>87.46</b>	<b>90.44</b>	<b>91.17</b>	<b>90.70</b>	<b>87.67</b>	<b>93.66</b>	<b>91.94</b>	<b>91.84</b>	<b>91.85</b>
Si	0.256	0.121	0.121	0.076	0.108	0.003	0.003	0.007	0.046
Ti	0.199	0.292	0.044	0.933	0.333	0.378	0.392	0.287	0.246
Al	0.048	0.023	0.228	0.022	0.033	0.035	0.051	0.196	0.064
Fe <sup>+3</sup>	1.040	1.147	1.441	-0.042	1.084	1.202	1.157	1.214	1.347
Fe <sup>+2</sup>	1.116	1.297	0.764	0.992	1.424	0.346	0.355	1.285	1.242
Mn	0.000	0.005	0.004	0.002	0.000	0.028	0.028	0.005	0.003
Mg	0.005	0.000	0.320	0.003	0.004	0.000	0.001	0.002	0.023
Ca	0.334	0.109	0.076	0.011	0.012	0.008	0.012	0.001	0.019
Na	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
K	0.000	0.000	0.001	0.004	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
Cr	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.005
<b>Toplam</b>	<b>3.001</b>	<b>3.001</b>	<b>3.001</b>	<b>2.005</b>	<b>3.005</b>	<b>2.002</b>	<b>2.001</b>	<b>3.000</b>	<b>2.995</b>

Ek Tablo 5'in devamı

	GÜLAÇAR			KAZAN-TAŞ	SIRAKONAK				
	P3-34	P3-37	P3-38	KL-3	SK5-2	SK5-9	SK5-13	SK5-14	SK5-19
	Ti-MAG	MAG	Ti-MAG	MAG	Ti-MAG	MAG	İLM	Ti-MAG	Ti-MAG
SiO <sub>2</sub>	0.12	0.12	0.01	1.05	0.15	0.10	0.09	0.38	0.11
TiO <sub>2</sub>	10.04	9.20	10.01	8.65	18.38	4.24	41.67	19.75	12.25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.01	3.11	4.13	1.28	1.69	1.81	1.71	0.72	8.11
FeO	78.74	79.12	77.41	78.98	66.67	85.19	43.05	68.26	65.52
MnO	ala	ala	0.15	0.44	0.51	0.29	0.18	0.37	0.66
MgO	0.08	0.02	ala	ala	1.94	0.13	1.48	0.90	4.25
CaO	ala	ala	ala	0.64	0.06	0.03	0.06	0.15	0.04
Na <sub>2</sub> O	ala	0.05	0.13	0.04	0.04	ala	0.03	0.03	0.03
K <sub>2</sub> O	ala	ala	ala	0.02	ala	ala	ala	0.03	0.02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.17	0.12	0.19	0.28	ala	ala	ala	ala	0.09
Toplam	93.16	91.74	92.03	91.37	89.45	91.79	88.26	90.59	91.07
Si	0.003	0.005	0.000	0.041	0.004	0.004	0.002	0.010	0.003
Ti	0.192	0.270	0.194	0.255	0.368	0.124	0.872	0.396	0.228
Al	0.120	0.143	0.126	0.059	0.053	0.083	0.056	0.023	0.237
Fe <sup>+3</sup>	1.485	1.304	1.479	1.337	1.202	1.661	0.194	1.164	1.299
Fe <sup>+2</sup>	0.192	1.273	0.191	1.254	0.282	1.110	0.808	0.358	0.059
Mn	0.000	0.000	0.003	0.015	0.012	0.009	0.004	0.008	0.014
Mg	0.003	0.001	0.000	0.000	0.077	0.008	0.061	0.036	0.157
Ca	0.000	0.000	0.000	0.027	0.002	0.001	0.002	0.004	0.001
Na	0.000	0.004	0.007	0.003	0.002	0.000	0.002	0.002	0.001
K	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Cr	0.003	0.004	0.004	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Ni	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	2.000	3.002	2.004	3.003	2.002	3.000	2.001	2.002	2.001

Ek Tablo 6. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkişu-Mescitli- Pekün (Ünlüınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar-Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait pumpelleyit ve prehnitlerin mikroprob analiz sonuçları, 28 (pumpelleyit) ve 14 (prehnit) oksijene göre hesaplanmış katyon değerleri

	DAĞBAŞI							AKARSU	
	DA5-1	DA5-6	DA5-7	DA5-11	DA5-13	DA5-13	DA5-41	A3	A3
	pum	pum	pum	pum	pum	Preh	Preh	Pum	Pum
SiO <sub>2</sub>	37.45	36.05	36.40	36.64	36.94	44.28	45.39	36.84	37.21
TiO <sub>2</sub>	0.12	0.33	0.10	0.07	0.10	0.14	0.08	0.01	0.17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.12	20.56	23.77	21.77	21.05	21.87	22.38	23.04	22.21
FeO	9.29	11.08	9.09	9.98	9.35	1.87	0.98	6.89	7.89
MnO	0.22	0.18	0.10	0.16	0.23	0.02	0.07	0.13	0.11
MgO	3.01	3.07	2.85	2.83	3.06	0.28	0.33	0.45	0.89
CaO	21.95	22.44	21.96	22.42	22.13	25.98	26.03	23.84	22.98
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.02	0.01	0.03	ala	0.03	ala	0.02	0.08
K <sub>2</sub> O	ala	0.01	ala	ala	ala	ala	ala	0.01	0.02
<b>Toplam</b>	<b>92.19</b>	<b>93.73</b>	<b>94.27</b>	<b>93.91</b>	<b>92.86</b>	<b>94.47</b>	<b>95.26</b>	<b>91.23</b>	<b>91.56</b>
Si	6.129	5.885	5.807	5.916	6.009	3.096	3.126	6.033	6.089
Ti	0.015	0.040	0.012	0.008	0.012	0.007	0.004	0.001	0.021
Al	3.882	3.956	4.470	4.144	4.037	1.803	1.817	4.448	4.284
Fe	1.272	1.513	1.213	1.347	1.272	0.109	0.056	0.944	1.080
Mn	0.031	0.025	0.013	0.022	0.032	0.001	0.004	0.018	0.015
Mg	0.734	0.747	0.677	0.682	0.741	0.029	0.034	0.110	0.217
Ca	3.849	3.925	3.755	3.879	3.858	1.947	1.921	4.184	4.029
Na	0.006	0.006	0.003	0.009	0.000	0.004	0.000	0.006	0.025
K	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.004
<b>Toplam</b>	<b>15.918</b>	<b>16.101</b>	<b>15.949</b>	<b>16.008</b>	<b>15.961</b>	<b>6.997</b>	<b>6.962</b>	<b>15.746</b>	<b>15.764</b>
Si-	6.129	5.885	5.807	5.916	6.009	3.096	3.126	6.033	6.089
A	5.934	6.282	6.384	6.204	6.093	1.950	1.915	5.520	5.616
B	3.849	3.925	3.755	3.879	3.858	1.947	1.921	4.184	4.029

ala: analiz limitlerinin altında

Ek Tablo 6'nın devamı

	İKİSU				SIRAKONAK					
	<u>G31-3</u>	<u>G31-17</u>	<u>G31-24</u>	<u>I22</u>	<u>SK6-3</u>	<u>SK6-4</u>	<u>SK6-5</u>	<u>SK6-6</u>	<u>SK6-7</u>	<u>SK6-14</u>
	Pum	Pum	Pum	Pum	pum	pum	pum	pum	pum	pum
SiO <sub>2</sub>	36.07	37.04	36.45	37.01	36.36	36.88	37.32	36.24	36.68	37.46
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.05	0.17	ala	0.09	0.16	0.01	0.20	0.01	0.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.00	20.45	21.38	22.14	19.29	17.91	21.25	18.37	19.77	20.40
FeO	10.01	9.24	9.25	10.04	13.29	14.72	10.60	13.97	11.88	10.89
MnO	0.21	0.18	0.05	0.14	0.06	0.09	0.18	0.10	0.22	0.09
MgO	2.89	2.74	1.80	1.28	1.02	0.89	1.89	1.26	2.30	2.25
CaO	22.50	22.94	23.05	22.84	21.79	22.43	22.39	22.30	21.26	21.59
Na <sub>2</sub> O	0.05	0.04	0.05	ala	ala	0.01	0.02	ala	0.01	ala
K <sub>2</sub> O	ala	ala	0.01	ala	ala	ala	ala	0.01	ala	ala
<b>Toplam</b>	<b>91.84</b>	<b>92.68</b>	<b>92.21</b>	<b>93.45</b>	<b>91.90</b>	<b>93.10</b>	<b>93.66</b>	<b>92.44</b>	<b>92.12</b>	<b>92.73</b>
Si	5.983	6.052	5.985	5.999	6.102	6.171	6.049	6.091	6.085	6.127
Ti	0.014	0.006	0.021	0.000	0.012	0.020	0.001	0.025	0.001	0.005
Al	3.910	3.938	4.138	4.230	3.816	3.532	4.059	3.639	3.867	3.933
Fe	1.389	1.263	1.270	1.361	1.866	2.060	1.437	1.964	1.648	1.489
Mn	0.030	0.025	0.007	0.019	0.008	0.013	0.024	0.014	0.031	0.013
Mg	0.715	0.667	0.441	0.309	0.255	0.222	0.457	0.316	0.569	0.549
Ca	3.999	4.016	4.055	3.967	3.920	4.023	3.889	4.016	3.779	3.784
Na	0.016	0.013	0.016	0.000	0.000	0.004	0.005	0.000	0.002	0.001
K	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
<b>Toplam</b>	<b>16.056</b>	<b>15.979</b>	<b>15.934</b>	<b>15.886</b>	<b>15.978</b>	<b>16.046</b>	<b>15.922</b>	<b>16.066</b>	<b>15.982</b>	<b>15.902</b>
Si-	5.983	6.052	5.985	5.999	6.102	6.171	6.049	6.091	6.085	6.127
A	6.057	5.899	5.876	5.920	5.956	5.848	5.979	5.957	6.115	5.989
B	3.999	4.016	4.055	3.967	3.920	4.023	3.889	4.016	3.779	3.784

Ek Tablo 6'nın devamı

	SIRAKONAK			KARAKALE							
	SK6-16	SK6-18	SK6-20	KK1-1	KK1-2	KK1-8	KK1-9	KK1-10	KK1-20	KK1-22	KK1-25
	pum	pum	pum	pum	pum	pum	pum	pum	pum	pum	pum
SiO <sub>2</sub>	37.51	37.43	37.42	37.56	36.64	36.90	37.34	37.36	37.00	37.57	36.83
TiO <sub>2</sub>	0.03	0.05	0.02	0.20	0.08	0.07	0.04	0.02	0.25	0.06	0.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.23	21.26	21.48	21.85	21.82	21.75	21.95	21.93	21.56	21.79	22.02
FeO	11.11	11.07	11.09	10.05	11.25	10.20	10.21	9.97	9.15	10.31	10.08
MnO	0.25	0.28	0.29	0.20	0.03	0.09	0.09	0.11	0.11	0.28	0.18
MgO	1.86	1.78	2.02	1.04	1.00	0.98	0.81	0.92	1.09	0.72	2.01
CaO	20.66	22.64	20.68	23.10	23.78	23.20	22.96	23.40	23.65	23.77	23.21
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.02	ala	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.05
K <sub>2</sub> O	0.03	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala	ala
Toplam	92.71	94.53	92.99	94.02	94.64	93.20	93.42	93.72	92.84	94.55	94.43
Si	6.122	6.031	6.087	6.052	5.925	6.012	6.055	6.042	6.032	6.043	5.926
Ti	0.003	0.006	0.003	0.024	0.010	0.009	0.005	0.003	0.031	0.007	0.005
Al	4.083	4.038	4.119	4.149	4.159	4.177	4.196	4.180	4.142	4.131	4.177
Fe	1.517	1.492	1.508	1.354	1.522	1.390	1.385	1.348	1.248	1.387	1.357
Mn	0.035	0.038	0.039	0.027	0.005	0.013	0.012	0.016	0.015	0.038	0.024
Mg	0.452	0.428	0.490	0.250	0.242	0.238	0.195	0.221	0.265	0.174	0.483
Ca	3.614	3.908	3.604	3.988	4.119	4.050	3.989	4.054	4.131	4.097	4.002
Na	0.006	0.006	0.000	0.008	0.006	0.002	0.005	0.002	0.007	0.016	0.016
K	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toplam	15.839	15.946	15.851	15.853	15.988	15.891	15.844	15.867	15.870	15.893	15.988
Si-	6.122	6.031	6.087	6.052	5.925	6.012	6.055	6.042	6.032	6.043	5.926
A	6.091	6.002	6.159	5.805	5.938	5.827	5.794	5.768	5.699	5.737	6.045
B	3.614	3.908	3.604	3.988	4.119	4.050	3.989	4.054	4.131	4.097	4.002

Ek Tablo 7. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait kloritlerin mikroprob analiz sonuçları, 28 oksijene göre hesaplanmış katyon değerleri, Cathelineau'a (1988) göre hesaplanmış  $Al^{IV}$ , sıcaklık, Jowett'e (1991) göre hesaplanmış  $Al^{IV}_c$ , sıcaklık değerleri

	DAĞBAŞI					AKARSU		ZİGA NA	İKİSU		
	DA5- 10	DA5- 17	DA5- 29	DA5- 33	DA5- 35	A3-1	A3-34	ZL-4	G18A- 16	G18A- 17	G20- 28
SiO <sub>2</sub>	28.40	27.51	26.83	27.32	29.03	27.31	28.53	26.39	33.27	33.66	32.93
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.13	0.07	0.17	0.01	0.02	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.11	20.04	19.87	21.61	19.88	17.18	16.87	18.45	18.28	18.33	17.59
FeO	19.74	21.19	20.93	19.05	21.88	18.85	18.73	16.38	8.32	7.98	9.43
MnO	0.51	0.37	0.21	0.11	0.05	0.37	0.41	0.51	0.09	0.04	0.09
MgO	19.97	19.20	20.58	18.72	16.72	19.83	19.56	20.29	25.98	27.68	26.45
CaO	0.04	0.19	0.05	0.31	0.17	0.34	0.42	0.14	0.33	0.23	0.12
Na <sub>2</sub> O	0.02	ala	ala	ala	0.01	0.01	0.01	0.02	0.07	0.01	0.03
K <sub>2</sub> O	ala	ala	0.01	ala	0.02	ala	0.02	0.02	0.02	0.02	ala
<b>Toplam</b>	<b>87.81</b>	<b>88.51</b>	<b>88.52</b>	<b>87.14</b>	<b>87.77</b>	<b>84.02</b>	<b>84.62</b>	<b>82.37</b>	<b>86.38</b>	<b>87.98</b>	<b>86.68</b>
Si	5.779	5.607	5.446	5.560	5.909	5.827	6.008	5.670	6.362	6.321	6.334
Al <sup>iv</sup>	2.221	2.393	2.554	2.440	2.091	2.173	1.992	2.330	1.638	1.679	1.666
Al <sup>vi</sup>	2.369	2.423	2.224	2.760	2.709	2.149	2.206	2.346	2.521	2.409	2.350
Ti	0.002	0.002	0.006	0.003	0.002	0.021	0.011	0.027	0.001	0.003	0.004
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe <sup>3+</sup>	0.081	0.019	0.000	0.181	0.341	0.008	0.128	0.033	0.481	0.408	0.382
Fe <sup>2+</sup>	3.278	3.593	3.687	3.062	3.384	3.356	3.171	2.910	0.849	0.846	1.135
Mn	0.088	0.064	0.036	0.019	0.009	0.067	0.073	0.093	0.015	0.006	0.015
Mg	6.058	5.834	6.228	5.679	5.074	6.307	6.140	6.498	7.405	7.747	7.584
Ca	0.008	0.041	0.011	0.068	0.037	0.078	0.095	0.032	0.068	0.047	0.024
Na	0.017	0.000	0.000	0.000	0.008	0.008	0.008	0.017	0.055	0.006	0.020
K	0.000	0.000	0.005	0.000	0.010	0.000	0.011	0.011	0.010	0.010	0.002
<b>Toplam</b>	<b>19.901</b>	<b>19.976</b>	<b>20.197</b>	<b>19.772</b>	<b>19.574</b>	<b>19.994</b>	<b>19.843</b>	<b>19.967</b>	<b>19.405</b>	<b>19.482</b>	<b>19.516</b>
Fe/Fe+Mg	0.36	0.38	0.37	0.36	0.42	0.35	0.35	0.31	0.15	0.14	0.17
(Cathelineau, 1988) Al <sup>IV</sup> (14 O göre)	1.110	1.196	1.277	1.220	1.045	1.087	0.996	1.165	0.819	0.840	0.833
(Cathelineau, 1988) T (°C)	295.6	323.3	349.2	330.9	274.7	287.9	258.8	313.2	201.8	208.5	206.3
(Jowett, 1991) Al <sup>IV</sup> <sub>c</sub> (14 O göre)	1.146	1.235	1.314	1.255	1.085	1.121	1.030	1.196	0.829	0.850	0.846
(Jowett, 1991) T (°C)	296.4	324.8	350.2	331.4	277.2	288.7	259.6	312.5	195.6	202.0	200.9

ala: analiz limitlerinin altında



Ek Tablo 7'nin devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G20-</u> <u>39</u>	<u>G20-</u> <u>40</u>	<u>G31-</u> <u>13</u>	<u>G31-</u> <u>15</u>	<u>G31-</u> <u>19</u>	<u>G34-</u> <u>18</u>	<u>G34-</u> <u>30</u>	<u>G34-</u> <u>33</u>	<u>G34-</u> <u>41</u>	<u>G34-</u> <u>42</u>	<u>G34-</u> <u>43</u>
SiO <sub>2</sub>	32.22	33.07	32.13	31.78	32.01	27.11	27.86	26.87	27.08	27.74	28.10
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.06	17.76	18.73	19.07	18.61	21.76	21.17	22.02	20.99	20.65	21.14
FeO	10.05	9.41	7.31	8.31	7.84	13.37	14.19	13.86	16.05	15.48	13.38
MnO	0.12	0.10	0.13	0.31	0.14	0.56	0.61	0.45	0.29	0.38	0.54
MgO	26.37	27.83	27.64	27.45	27.89	23.84	22.94	23.04	22.84	23.37	22.96
CaO	0.23	0.18	0.16	0.21	0.27	0.08	0.04	0.12	0.08	0.12	0.24
Na <sub>2</sub> O	0.01	ala	ala	0.02	0.02	0.02	0.01	ala	ala	ala	0.02
K <sub>2</sub> O	ala	ala	0.02	0.01	ala	0.01	0.02	ala	0.01	0.10	0.01
<b>Toplam</b>	<b>87.12</b>	<b>88.37</b>	<b>86.15</b>	<b>87.20</b>	<b>86.80</b>	<b>86.78</b>	<b>86.87</b>	<b>86.37</b>	<b>87.37</b>	<b>87.87</b>	<b>86.41</b>
Si	6.207	6.259	6.165	6.076	6.129	5.417	5.570	5.405	5.439	5.523	5.616
Al <sup>iv</sup>	1.793	1.741	1.835	1.924	1.871	2.583	2.430	2.595	2.561	2.477	2.384
Al <sup>vi</sup>	2.331	2.240	2.428	2.396	2.350	2.545	2.566	2.629	2.418	2.380	2.608
Ti	0.009	0.003	0.004	0.006	0.003	0.007	0.003	0.002	0.005	0.004	0.003
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe <sup>3+</sup>	0.309	0.283	0.334	0.266	0.268	0.000	0.074	0.021	0.000	0.000	0.123
Fe <sup>2+</sup>	1.310	1.207	0.840	1.063	0.988	2.247	2.299	2.311	2.753	2.623	2.113
Mn	0.020	0.016	0.020	0.050	0.023	0.095	0.103	0.077	0.049	0.064	0.091
Mg	7.573	7.851	7.906	7.824	7.961	7.100	6.839	6.909	6.838	6.937	6.841
Ca	0.047	0.037	0.032	0.043	0.055	0.016	0.009	0.026	0.017	0.026	0.051
Na	0.007	0.000	0.001	0.015	0.015	0.013	0.010	0.000	0.000	0.000	0.016
K	0.000	0.000	0.012	0.005	0.000	0.003	0.010	0.000	0.005	0.051	0.005
<b>Toplam</b>	<b>19.606</b>	<b>19.637</b>	<b>19.577</b>	<b>19.668</b>	<b>19.663</b>	<b>20.026</b>	<b>19.913</b>	<b>19.975</b>	<b>20.085</b>	<b>20.085</b>	<b>19.851</b>
Fe/Fe+Mg	0.18	0.16	0.13	0.15	0.14	0.24	0.26	0.25	0.29	0.27	0.25
(Cathelineau, 1988) Al <sup>IV</sup> (14 O göre)	0.896	0.871	0.917	0.962	0.935	1.291	1.215	1.297	1.281	1.238	1.192
(Cathelineau, 1988) T (°C)	226.7	218.4	233.5	247.7	239.3	353.9	329.3	355.8	350.4	336.8	321.9
(Jowett, 1991) Al <sup>IV</sup> <sub>c</sub> (14 O göre)	0.911	0.884	0.927	0.974	0.946	1.315	1.240	1.322	1.309	1.266	1.216
(Jowett, 1991) T (°C)	221.7	213.0	226.7	241.6	232.9	350.6	326.6	352.8	348.7	334.8	318.8

Ek Tablo 7'nin devamı

	İKİSU	GÜLAÇAR			KAZANTAŞ		SIRAKONAK			
	<u>I22</u>	<u>P3-17</u>	<u>P3-27</u>	<u>P3-28</u>	<u>KL3</u>	<u>KL3</u>	<u>SK6-8</u>	<u>SK6-13</u>	<u>SK6-27</u>	<u>SK6-42</u>
SiO <sub>2</sub>	32.78	32.55	31.89	33.12	33.00	31.84	29.75	30.01	29.04	30.28
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.02	0.08	0.01	0.11	0.07	0.03	0.14	ala	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.65	14.35	13.98	14.08	13.29	14.05	18.34	19.21	19.71	18.89
FeO	9.25	17.77	19.75	18.95	20.22	21.34	19.26	20.17	19.98	20.72
MnO	0.12	0.48	0.27	0.42	0.30	0.24	0.67	0.42	0.24	0.11
MgO	24.37	20.74	19.67	20.45	21.21	18.67	18.47	17.98	18.05	18.34
CaO	0.23	0.32	0.24	0.19	0.29	0.31	0.41	0.31	0.21	0.10
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.02	ala	0.02	ala	0.02	0.02	ala	0.02	ala
K <sub>2</sub> O	0.10	0.01	ala	ala	ala	0.01	0.01	ala	0.01	ala
<b>Toplam</b>	<b>84.57</b>	<b>86.26</b>	<b>85.88</b>	<b>87.24</b>	<b>88.42</b>	<b>86.55</b>	<b>86.97</b>	<b>88.24</b>	<b>87.26</b>	<b>88.46</b>
Si	6.427	6.604	6.577	6.669	6.629	6.570	6.062	6.032	5.902	6.068
Al <sup>iv</sup>	1.573	1.396	1.423	1.331	1.371	1.430	1.938	1.968	2.098	1.932
Al <sup>vi</sup>	2.549	2.060	1.996	2.035	1.790	2.008	2.491	2.612	2.650	2.557
Ti	0.009	0.003	0.012	0.002	0.017	0.011	0.004	0.006	0.000	0.003
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe <sup>3+</sup>	0.543	0.373	0.337	0.395	0.255	0.333	0.308	0.365	0.302	0.352
Fe <sup>2+</sup>	0.974	2.643	3.070	2.796	3.142	3.350	2.975	3.025	3.094	3.121
Mn	0.020	0.082	0.047	0.072	0.051	0.042	0.116	0.072	0.041	0.019
Mg	7.123	6.273	6.048	6.138	6.351	5.743	5.611	5.387	5.469	5.478
Ca	0.048	0.070	0.053	0.041	0.062	0.069	0.089	0.067	0.046	0.021
Na	0.008	0.016	0.000	0.016	0.000	0.016	0.015	0.000	0.016	0.000
K	0.050	0.005	0.000	0.000	0.000	0.005	0.008	0.000	0.005	0.000
<b>Toplam</b>	<b>19.324</b>	<b>19.525</b>	<b>19.563</b>	<b>19.495</b>	<b>19.668</b>	<b>19.577</b>	<b>19.617</b>	<b>19.534</b>	<b>19.623</b>	<b>19.551</b>
Fe/Fe+Mg	0.18	0.32	0.36	0.34	0.35	0.39	0.37	0.39	0.38	0.39
(Cathelineau, 1988) Al <sup>IV</sup> (14 O göre)	0.786	0.698	0.711	0.666	0.686	0.715	0.969	0.984	1.049	0.966
(Cathelineau, 1988) T (°C)	191.2	162.8	167.1	152.4	158.8	168.3	250.1	255.0	275.8	249.2
(Jowett, 1991) Al <sup>IVc</sup> (14 O göre)	0.798	0.727	0.745	0.697	0.719	0.752	1.004	1.020	1.085	1.003
(Jowett, 1991) T (°C)	185.7	163.1	168.7	153.3	160.3	170.9	251.2	256.4	277.1	250.8

Ek Tablo 8. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait epidotların mikroprob analiz sonuçları

	DAĞBAŞI			İKİSU				SIRA
	DA5-4	DA5-5	DA5-19	G34-3	G34-21	I22	I22	KONAK
								SK6-37
SiO <sub>2</sub>	38.55	37.41	37.58	42.54	43.21	43.03	43.27	39.37
TiO <sub>2</sub>	0.09	0.12	0.15	0.17	0.11	0.10	0.05	0.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.00	21.75	22.19	23.10	22.78	22.89	23.54	24.98
FeO	13.84	13.96	12.98	3.78	2.70	2.52	1.79	8.75
MnO	0.34	0.48	0.27	0.10	0.09	0.03	0.04	0.02
MgO	0.01	0.00	0.24	0.27	0.54	0.58	0.32	0.23
CaO	23.44	23.76	23.01	23.74	22.73	25.08	25.63	23.44
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.03	0.01	ala	0.02	0.01	0.02	0.01
K <sub>2</sub> O	ala	ala	ala	ala	ala	0.01	ala	ala
Toplam	98.29	97.50	96.43	93.70	92.18	94.24	94.66	96.88

ala: Analiz limitlerinin altında

Ek Tablo 9. Trabzon Dağbaşı (Araklı)- Akarsu (Maçka)- Zigana, Gümüşhane İkisu- Mescitli- Pekün (Ünlüpınar)- Kazantaş- Gülaçar, Erzurum Sırakonaklar- Karakale ve Artvin İşhan lokasyonları kayaçlarına ait sfenlerin mikroprob analiz sonuçları

	<b>DAĞBAŞI</b>	<b>İKİSU</b>		<b>SIRAKONAK</b>	
	<u>DA5-10</u>	<u>G31-19</u>	<u>G34-17</u>	<u>SK6-15</u>	<u>SK6-13</u>
SiO <sub>2</sub>	31.28	31.22	31.18	31.60	31.42
TiO <sub>2</sub>	27.58	27.06	26.71	28.12	26.76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.15	6.98	7.23	6.13	6.80
FeO	2.57	1.53	1.24	1.48	1.78
MnO	0.08	0.02	0.01	0.02	0.00
MgO	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	27.40	27.89	28.26	27.68	28.23
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01
K <sub>2</sub> O	0.02	0.00	0.02	0.01	0.04
Toplam	95.12	94.71	94.65	95.08	95.05

ala: Analiz limitlerinin altında

Ek Tablo 10. Çalışılan lokasyonlardaki volkanitlere ait tüm kayaç ana (%) ve iz (ppm) element kimyasal analizleri ve CIPW normatif bileşimi, yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>) ve viskozite (poise) değerleri

DAĞBAŞI											
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	DA2	DA9	DA13
	bzt	bzt-and	bzt	bzt	bzt	dst	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt
SiO <sub>2</sub>	50.87	53.89	43.77	49.32	48.96	63.11	48.68	47.57	48.62	51.12	42.97
TiO <sub>2</sub>	0.85	0.84	0.83	0.82	1.4	0.74	0.79	0.82	0.79	1.14	1.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.43	15.39	15.46	14.98	17.22	16.68	16.06	18.43	19.7	18.48	17.29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.32	10.95	8.7	11.94	9.7	6.38	8.8	10.17	8.74	7.6	10.92
MnO	0.23	0.17	0.15	0.24	0.16	0.05	0.16	0.12	0.13	0.1	0.15
MgO	6.34	4.24	3.98	5.98	6.67	2.04	7.34	6.41	3.4	6.54	7.07
CaO	4.93	7.01	11.63	9.67	7.69	1.49	4.87	3.47	9.98	8.17	6.64
Na <sub>2</sub> O	4.24	1.66	4.41	4.1	3.13	7.59	2.53	3.92	1.73	3.22	3.94
K <sub>2</sub> O	0.17	0.7	0.49	0.04	1.93	0.07	2.23	3.07	2.08	0.88	0.53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.25	0.13	0.18	0.12	0.46	0.18	0.2	0.11	0.17	0.34	0.22
AUK	7.2	4.8	10.3	2.6	2.3	1.5	8	5.6	4.4	2.1	8.6
Toplam	99.83	99.78	99.9	99.81	99.62	99.83	99.66	99.69	99.74	99.69	99.76
Ni	8	4	8	11	86	8	15	8	8	39	20
Sc	29	39	34	47	24	12	25	26	23	28	32
Ba	17	253	51	11	881	52	814	620	805	193	102
Co	31.2	23.9	33.3	23.1	29.9	12.8	26.9	30.1	23.7	28.4	36.7
Cs	0.3	0.3				0.1	0.1	0.6	0.8		0.5
Ga	13.2	15.7	10.8	16.2	16.1	11.4	15.6	19.2	18.3	18.2	18.2
Hf	1.9	1.6	1.5	1.2	4.2	3.9	2.8	2.2	2.1	3.7	2.5
Nb	4.6	1.5	1.5	2.1	13.7	10.2	4.7	4.3	4.6	9.9	12.8
Rb	3	6.8	8.3	0.1	19.1	0.8	39.4	65	49.9	12.2	7.9
Sr	88	178	144	357	630	330	196	280	399	511	389
Ta	0.1		0.2		0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.6	0.7
Th	0.2	0.2	0.3	0.3	2.7	3.5	1.8	3.3	10	4.9	0.9
U	0.1			0.1	0.7	0.4	0.4	0.8	2.8	1.1	0.4
V	220	229	212	373	199	120	201	314	269	185	286
Zr	59	46	47	38	176	174	113	84	76	160	93
Y	15.7	24.8	18.1	17.9	25.5	26.8	21.6	18.1	16.3	24.2	19.3
Cu	1.1	23.8	102.6	35.8	1	281.3	54.8	134	25.3	1.8	17.7
Pb	1.3	3.8	1.2	0.7	1.4	4.3	1.7	2.9	7.3	1.2	0.8
Zn	91	78	73	36	78	60	95	70	43	36	73
Kv	6.3	20.9		1.4		13.0	4.7		6.5	3.8	
Co						1.8	1.1	2.6			
Or	1.0	4.1	2.9	0.2	11.4	0.4	13.2	18.1	12.3	5.2	3.1
Ab	35.8	14.0	23.3	34.7	26.5	64.2	21.4	33.1	14.6	27.2	32.3
An	22.6	32.5	20.9	22.4	27.2	6.2	22.9	16.5	39.8	33.4	27.9
Ne			7.6								0.5
Di	0.2	1.1	21.4	19.4	6.2				6.7	3.9	2.8
Hy	15.6	10.0		5.9	13.6	5.1	18.2	3.8	5.4	14.4	
Ac											
Ol					0.1			8.5			11.5
Mt											
İlm	0.5	0.4	0.3	0.5	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
Hm	9.3	11.0	8.7	12.0	9.7	6.4	8.8	10.2	8.8	7.6	10.9
Ap	0.6	0.3	0.4	0.3	1.0	0.4	0.4	0.2	0.4	0.7	0.5
Yoğunluk	2.65	2.63	2.71	2.72	2.70	2.45	2.68	2.64	2.66	2.69	2.73
Viskozite	9.6E <sup>+03</sup>	6.6E <sup>+04</sup>	3.9E <sup>+03</sup>	3.4E <sup>+03</sup>	3.9E <sup>+03</sup>	5.4E <sup>+05</sup>	5.6E <sup>+03</sup>	5.9E <sup>+03</sup>	3.9E <sup>+04</sup>	8.7E <sup>+03</sup>	1.8E <sup>+03</sup>
Mg#	57.41	43.41	47.54	49.81	57.67	38.78	62.30	55.53	43.53	63.03	56.19

AUK: Ateşte Uçucu Kaybı, bzt: bazalt, and: andezit, dst: dasit

Mg # = ((MgO/40.31)/((MgO/40.31)+((0,89\*Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/71,84))) \* 100

Kv: Kuvars, Co: Korondum, Or: Ortoklas, Ab: Albit, An: Anortit, Ne: Nefelin, Di: Diyopsit, Hy: Hipersten, Ac: Akmit, Ol: Olivin, Mg: Manyetit, İl: İlmenit, Hm: Hematit, Ap: Apatit, yoğunluk g/cm<sup>3</sup>, viskozite poise

Ek Tablo 10'un devamı

	DAĞBAŞI				AKARSU					İKİSU	
	DA14	DA18	DA26	DA28	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	G12	G13
	bzt	dst	bzt	bzt	bzt	bzt-and	dst	dst	bzt-and	bzt	bzt
SiO <sub>2</sub>	47.86	68.42	45.51	51.67	49.77	52.08	62.3	62.76	55.63	45.69	43.18
TiO <sub>2</sub>	0.91	0.37	0.53	0.71	1.25	0.96	0.47	0.45	0.63	1.22	1.28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.64	14.08	17.19	17.56	16.51	18.54	16.05	15.72	14.63	16.57	13.51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.24	3.54	9.36	7	10.06	6.96	3.22	3.45	5.72	9.37	10.63
MnO	0.11	0.08	0.12	0.16	0.08	0.1	0.02	0.02	0.04	0.05	0.1
MgO	5.79	1.13	7.28	2.98	7.28	3.8	2.14	2.81	4.56	4.49	4.69
CaO	3.76	2.43	11.64	5.84	5.83	7.48	3.39	2.81	6.16	7.68	10.34
Na <sub>2</sub> O	5.11	3.54	2.67	3.77	2.81	3.91	2.91	2.59	4.69	3.16	2.44
K <sub>2</sub> O	1.24	2.22	0.04	2.91	0.95	0.88	4.53	4.23	1.76	1.81	1.38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.11	0.06	0.23	0.32	0.11	0.12	0.13	0.19	0.19	0.31
AUK	5.9	4	5.4	7	4.8	5	4.7	4.9	5.7	9.6	11.9
Toplam	99.73	99.92	99.8	99.83	99.66	99.82	99.85	99.87	99.71	99.83	99.76
Ni	5	1	18	1	117	5	20	19	43	81	50
Sc	24	15	42	19	22	19	7	7	11	26	24
Ba	201	230	19	502	168	322	393	379	210	163	142
Co	25.1	3.1	41.5	17.1	23.1	16.8	8.4	11.1	18.2	21	30.8
Cs	0.3	0.4		0.5	0.3	0.2	0.7	0.5	0.3	2.5	1.3
Ga	18.1	14.1	15.8	17.7	15.6	15.6	17.5	17.9	16.8	14.1	15.2
Hf	2	3	1	2.7	3.4	3	3.5	2.9	2.7	2.1	3.4
Nb	3	3.9	0.4	4.6	9.1	7.5	2.4	3.7	5.4	5.3	8.3
Rb	15.6	34.7	0.3	62.7	9.4	12.6	30.1	30.6	8.8	36.5	25.9
Sr	331	133	55	289	552	386	468	312	1397	415	337
Ta	0.2	0.2		0.3	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
Th	1.5	2.3	0.4	2.9	1.9	2.3	3.6	3.4	2.7	1.3	1.9
U	0.6	0.8		0.9	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.3
V	258	14	258	179	162	338	80	73	121	176	202
Zr	77	101	28	118	139	112	110	104	107	92	137
Y	17.7	25.7	13.2	23.2	22.5	17.1	6.1	6.8	11	17.3	27.4
Cu	13.9	3.3	23.2	79.7	20.4	8	10.7	14.4	38	3.2	10.1
Pb	1	1.7	0.8	1.2	2.1	24.4	1.8	1	1.9	4.4	2.4
Zn	81	64	44	65	56	75	48	30	38	24	36
Kv		32.8		3.4	7.4	5.9	18.0	21.7	5.6	0.2	1.4
Co	4.5	1.7			1.0		0.5	2.1			
Or	7.3	13.1	0.2	17.2	5.6	5.2	26.7	25.0	10.4	10.7	8.2
Ab	43.2	29.9	22.6	31.9	23.8	33.1	24.6	21.9	39.6	26.7	20.6
An	17.5	11.3	34.8	22.4	26.8	30.4	16.0	13.1	13.7	25.7	21.8
Ne											
Di			17.6	4.0		4.6			12.2	8.7	21.4
Hy	5.1	2.8	7.0	5.6	18.1	7.3	5.3	7.0	5.7	7.1	1.8
Ac											
Ol	6.5		2.1								
Mt											
İlm	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Hm	8.3	3.6	9.4	7.0	10.1	7.0	3.2	3.5	5.7	9.4	10.7
Ap	0.4	0.2	0.1	0.5	0.7	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.63	2.41	2.78	2.57	2.69	2.61	2.46	2.47	2.58	2.71	2.77
Viskozite <sup>2</sup>	1.3E+04	1.2E+07	1.9E+03	7.7E+04	5.8E+03	5.6E+04	1.5E+06	1.1E+06	3.5E+04	5.3E+03	1.2E+03
Mg#	58.20	38.74	60.65	45.75	58.91	51.96	56.84	61.74	61.23	48.70	46.64

Ek Tablo 10'un devamı

<b>İKİSU</b>											
	<u>G14</u>	<u>G15</u>	<u>G15-A</u>	<u>G16-A</u>	<u>G16-B</u>	<u>G18-A</u>	<u>G18-B</u>	<u>G20</u>	<u>G21</u>	<u>G22</u>	<u>G23</u>
	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt	bzt-and
SiO <sub>2</sub>	46.5	46.14	43.77	46.06	48.05	47.34	45.3	46.06	45.51	51.2	53.28
TiO <sub>2</sub>	1.12	1.54	1.03	1.42	1.05	1.33	1.3	1.06	1.35	1.05	0.89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.52	16.56	13.59	18.05	17.38	16.13	15.77	14.05	16.58	17.71	14.58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.19	9.09	9.51	8.8	7.39	8.75	8.28	9	9.4	8.75	7.18
MnO	0.07	0.08	0.09	0.06	0.07	0.07	0.1	0.11	0.09	0.07	0.03
MgO	5.44	4.42	5.69	3.76	2.52	6.13	6.59	6.18	5.29	3.79	2.25
CaO	7.93	7.37	10.3	7.95	7.32	8.42	9.73	7.59	10.31	5.68	4.54
Na <sub>2</sub> O	2.77	3.41	1.92	3.49	2.48	3	2.95	3.44	3.19	4.21	1.52
K <sub>2</sub> O	1.76	1.22	1.1	1.36	3.34	0.42	0.39	1.36	0.53	1.91	6.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.37	0.25	0.31	0.34	0.31	0.31	0.21	0.27	0.37	0.29
AUK	11.2	9.6	12.6	8.5	9.9	7.8	9	10.7	7.2	5	8
Toplam	99.73	99.8	99.85	99.76	99.84	99.7	99.72	99.76	99.72	99.74	99.23
Ni	56	53	61	58	46	165	163	90	129	58	56
Sc	27	27	17	26	15	24	24	25	24	20	13
Ba	129	122	101	142	181	107	114	122	147	313	5161
Co	25.5	31.6	32.4	32	20.2	39.1	42.8	34.2	33.3	29	12.2
Cs	2.7	2.5	1.4	2.3	2.5	0.6	0.7	0.8	0.2	1.2	0.9
Ga	13.4	16.8	12.6	17.6	16.5	14.6	14.2	11.4	15.5	17.4	10.6
Hf	2.2	3.6	2.8	3.4	3.6	2.6	2.6	2	2.8	3.8	3.7
Nb	5.2	9.5	10	8.8	12.4	6.3	6.4	4.7	5.2	12.8	11
Rb	34.1	20.1	19.2	21.2	42.1	6.1	5.5	19.2	5.5	31.8	39.2
Sr	404	382	356	456	265	454	495	370	548	529	422
Ta	0.3	0.5	0.6	0.5	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	0.7
Th	1.2	2.2	2.2	1.9	3.7	1.7	1.6	1.1	1.3	3.7	2.7
U	0.4	0.4	1	0.4	0.8	0.4	0.5	0.4	0.2	1.1	1
V	200	268	60	239	174	195	198	182	194	180	223
Zr	86	161	122	122	154	121	123	81	113	160	170
Y	18.9	29.1	22.2	25.2	18.4	20.6	23.3	18.1	24.3	22.9	28.3
Cu	23.5	29.7	26	12.7	34.3	20.5	18	35.3	12.6	5.9	9.3
Pb	2.5	2.3	3.7	2.1	4	2.1	1.9	2.2	2.1	6.4	3.4
Zn	32	60	53	104	40	34	29	51	42	65	20
Kv	2.7	2.0	3.8	0.5	4.0	4.3	0.7		0.1	3.1	8.3
Co											
Or	10.4	7.2	6.5	8.0	19.7	2.5	2.3	8.0	3.1	11.3	39.4
Ab	23.4	28.8	16.2	29.5	21.0	25.4	24.9	29.1	27.0	35.6	12.9
An	22.0	26.3	25.2	29.6	26.4	29.3	28.6	18.9	29.4	23.8	13.3
Ne											
Di	12.4	6.2	18.9	6.1	6.0	8.2	13.7	13.6	15.6	1.6	5.8
Hy	7.8	8.1	5.4	6.5	3.5	11.5	10.0	8.2	5.9	8.7	2.9
Ac											
Ol								0.6			
Mt											
İlm	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
Hm	8.2	9.1	9.5	8.8	7.4	8.8	8.3	9.0	9.4	8.8	7.2
Ap	0.5	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.8	0.6
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.72	2.70	2.78	2.63	2.60	2.71	2.74	2.70	2.72	2.59	2.52
Viskozite <sup>2</sup>	2.4E+03	6.1E+04	9.9E+03	5.3E+04	6.5E+04	5.7E+03	2.7E+03	3.3E+03	4.3E+03	3.5E+04	1.3E+05
Mg#	56.82	49.07	54.24	45.84	40.32	58.12	61.19	57.64	52.72	46.18	38.30

Ek Tablo 10'un devamı

	İKİSU									MESCİTLİ	
	G24 bzt	G25 bzt	G26 bzt	G27 bzt	G30 bzt	G31 bzt	G32 bzt	G34 bzt	G35 bzt	M1 bzt	M4 bzt
SiO <sub>2</sub>	41.07	44.27	46.01	49.76	46.4	43.24	45.31	46.59	43.66	45.14	48.92
TiO <sub>2</sub>	0.97	1.2	1.5	1.46	1.25	1.29	1.29	0.88	0.9	1.44	1.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.94	17.9	17.76	19	16.56	15.69	16.81	17.71	17.07	15.45	16.18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.04	7.59	8.66	10.34	9.6	9.52	9.76	8.21	9.11	9.5	8.11
MnO	0.06	0.06	0.05	0.04	0.08	0.09	0.1	0.14	0.14	0.16	0.12
MgO	5.69	3.91	4.02	2.38	4.81	6.73	8.83	4.57	4.24	9.17	5.12
CaO	7.6	5.85	7.4	3.11	11.09	9.56	7.73	6.6	9.44	9.69	10.04
Na <sub>2</sub> O	1.67	2.17	3.31	3.09	2.85	2.85	2.85	5.99	3.36	2.5	3.11
K <sub>2</sub> O	3.75	3.91	1.58	1.46	0.44	0.58	0.68	0.76	0.98	1.1	0.87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.34	0.2	0.33	0.35	0.25	0.44	0.29	0.13	0.17	0.47	0.29
AUK	15.6	12.7	9.1	8.8	6.4	9.7	6	8.1	10.7	4.9	5.9
Toplam	99.73	99.76	99.72	99.79	99.73	99.69	99.65	99.68	99.77	99.52	99.74
Ni	119	58	126	42	76	128	138	27	21	162	121
Sc	16	26	26	21	33	22	25	30	32	24	22
Ba	636	248	110	105	139	230	205	124	128	418	254
Co	34.5	19.8	31.9	18.6	35.8	37.8	36.4	26.5	27.1	40.9	36.5
Cs	1.7	2.5	2.2	2.5	0.6	1.5	0.3	2.6	2.3	1.7	0.3
Ga	13.5	14.9	17.2	13.6	15.9	14.3	15.4	16.6	14.7	14.4	15.7
Hf	4.8	2.8	2.9	2.4	2.4	2.6	2.7	1.8	1.9	2.4	3.2
Nb	13.9	3.8	6.5	7.1	6.3	9.5	8.8	3.1	2.2	8.4	10.2
Rb	27.8	38	17.3	22.5	6.4	8.1	12.3	12.7	22.1	12.5	17.8
Sr	238	181	417	205	502	858	564	236	257	1416	517
Ta	0.8	0.2	0.4	0.4	0.3	0.6	0.6	0.2	0.1	0.5	0.6
Th	3.2	1	1.4	1.6	1.3	1.8	2.1	1.9	1.8	2.4	2.1
U	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.8	0.4	0.6
V	120	225	214	202	233	176	177	278	244	224	167
Zr	196	104	127	114	99	125	121	65	64	116	141
Y	24.2	21.7	24.8	22.2	23.1	22.3	22.6	22.3	21.9	19.7	21.8
Cu	5.7	22.4	21.3	15.4	20	7.8	32.3	688.4	3.6	94.2	11.8
Pb	2.5	2.3	2.4	4.7	1.3	3.5	1.3	6.6	6.3	2.1	2.5
Zn	77	31	38	33	67	36	46	93	72	49	67
Kv			1.0	17.0	2.8						3.6
Co				7.5							
Or	22.1	23.1	9.3	8.6	2.6	3.4	4.0	4.5	5.8	6.5	5.1
Ab	10.4	18.3	28.0	26.1	24.1	24.1	24.1	35.5	26.9	21.1	26.3
An	27.6	27.5	28.9	13.2	31.1	28.3	31.1	19.2	28.6	27.7	27.6
Ne	2.0							8.2	0.8		
Di	6.1	0.1	4.4		17.4	12.7	4.2	9.9	13.4	13.5	15.8
Hy		6.1	8.0	5.9	3.9	6.5	14.7			6.7	5.4
Ac											
Ol	8.0	2.5				3.1	3.7	4.8	3.1	6.9	
Mt											
İlm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Hm	6.1	7.6	8.7	10.4	9.6	9.5	9.8	8.2	9.1	9.5	8.1
Ap	0.7	0.4	0.7	0.8	0.6	1.0	0.6	0.3	0.4	1.0	0.6
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.70	2.63	2.65	2.55	2.72	2.76	2.77	2.64	2.70	2.80	2.69
Viskozite <sup>2</sup>	3.9E+03	2.2E+04	1.7E+04	2.9E+05	6.0E+03	1.7E+03	1.2E+03	8.6E+03	7.6E+03	6.5E+02	8.3E+03
Mg#	65.11	50.51	47.91	31.32	49.82	58.34	64.19	52.45	47.97	65.66	55.57



Ek Tablo 10'un devamı

	MESCİTLİ			PEKÜN								
	M6 bzt-and	M9 bzt	M10 bzt	P4 bzt	P5 bzt	P6 and	P7 and	P8 bzt	P-1 dst	P-2 bzt	P-3 bzt	
SiO <sub>2</sub>	53.92	47.25	45.63	51.96	51.18	57.04	59.57	50.67	68.03	47.07	49.40	
TiO <sub>2</sub>	0.95	1.07	1.32	0.92	0.91	0.81	0.70	0.93	0.52	0.94	0.95	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.33	16.67	17.11	17.07	16.92	15.25	17.35	16.66	15.51	16.78	16.91	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.89	8.55	9.06	8.98	8.69	6.24	4.14	8.63	4.22	9.99	9.35	
MnO	0.04	0.07	0.09	0.15	0.13	0.10	0.06	0.16	0.09	0.20	0.21	
MgO	3.22	3.41	7.12	4.11	4.20	1.78	1.09	3.03	1.14	2.90	3.51	
CaO	7.4	9.9	8.77	8.85	8.55	5.44	3.88	10.37	0.40	9.57	5.72	
Na <sub>2</sub> O	3.02	3.31	2.83	2.29	2.41	3.71	7.40	1.73	6.13	3.69	5.99	
K <sub>2</sub> O	1.59	1.03	0.62	0.72	0.65	1.84	0.67	0.52	1.97	1.24	0.81	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.34	0.29	0.26	0.11	0.10	0.16	0.27	0.11	0.08	0.12	0.13	
AUK	5.1	8.2	6.9	4.70	6.10	7.50	4.80	7.10	1.80	7.30	6.90	
Toplam	99.8	99.75	99.71	99.86	99.84	99.87	99.93	99.91	99.89	99.8	99.88	
Ni	69	154	78	5	5	3	2	5	1	2	1	
Sc	18	22	29	32	29	21	15	31	13.00	20.00	20.00	
Ba	398	153	170	203	171	278	157	151	475	492	108	
Co	18.5	40	34.9	21.9	20.4	9	5.2	20.9	6.2	19.7	19.3	
Cs	1.9	1.4	0.3	0.2	0.2	1	0.2	0.4	0.2	1.3	0.5	
Ga	16.4	15.4	16.3	15.9	15.4	15.4	10.7	15.4	17.3	18.4	17.5	
Hf	4.3	3.2	2.6	1.7	1.7	3.1	4.5	2.1	5.1	2	2.2	
Nb	12.4	10.7	7.2	3.6	3.3	6.6	8.6	3.7	7.6	4.1	4.4	
Rb	19.5	12.3	5.5	15.6	15.1	46.9	16	12.2	35.3	23	22	
Sr	555	445	495	307	288	173	278	301	121	352	230	
Ta	0.7	0.6	0.5	0.2	0.2	0.4	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	
Th	3.1	2.1	1.8	2.2	2.1	5	7.6	2.3	5	2.6	2.6	
U	1.1	0.6	0.4	0.6	0.5	1.2	1.7	0.6	1.6	0.6	0.7	
V	153	177	216	293	278	127	42	298	61	224	214	
Zr	183	147	108	61	57	106	153	67	185	71	74	
Y	20.9	21.4	21.9	20.8	18.8	26.7	41.9	20.6	28.2	19.7	21.6	
Cu	13.9	9.4	11.1	19.3	20.7	12.1	3.3	7.7	1.9	31.1	6.6	
Pb	7.1	5.2	3.4	3.1	3.9	5.9	4.5	3	1.7	3.2	1.7	
Zn	54	72	38	66	66	30	22	64	45	87	94	
Kv	11.8	2.8	0.2	13.1	12.2	16.0	6.0	15.4	22.6			
Co									2.8			
Or	9.4	6.1	3.7	4.3	3.8	10.9	4.0	3.1	11.6	7.3	4.8	
Ab	25.5	28.0	23.9	19.4	20.4	31.4	62.6	14.6	51.8	22.4	46.6	
An	29.0	27.6	32.1	34.2	33.4	19.5	12.2	36.1	1.5	25.6	16.9	
Ne										4.8	2.2	
Di	4.3	15.3	7.5	7.0	6.5	5.0	4.2	11.4		15.6	8.3	
Hy	6.0	1.4	14.2	7.0	7.4	2.1	0.8	2.3	2.8			
Ac												
Ol											3.4	
Mt												
İlm	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.5	
Hm	6.9	8.6	9.1	9.0	8.7	6.3	4.2	8.7	4.2	10.0	9.4	
Ap	0.7	0.6	0.6	0.2	0.2	0.4	0.6	0.2	0.2	0.3	0.3	
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.59	2.66	2.74	2.65	2.65	2.51	2.45	2.65	2.39	2.68	2.60	
Viskozite <sup>2</sup>	1.1E+05	1.8E+04	2.7E+03	4.2E+04	4E+04	5E+05	7.7E+05	6.7E+04	4.1E+06	1E+04	2.1E+04	
Mg#	48.08	44.14	60.89	47.56	48.92	36.11	34.28	41.02	34.86	36.51	42.65	

Ek Tablo 10'un devamı

	PEKÜN				İŞHAN						
	K1 and	K2 bzt	PK2 dst	PK3 dst	IS1-A dst	IS1-B bzt-and	IS2 bzt-and	IS2-A dst	IS3 and	IS3-B dst	IS4 dst
SiO <sub>2</sub>	57.21	47.66	63.04	64.49	82.16	52.29	54.49	71.95	60.15	76.57	78.38
TiO <sub>2</sub>	1.02	1.17	0.85	0.83	0.3	0.55	0.65	0.39	0.53	0.41	0.36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.99	17.97	13.65	13.75	8.43	15.14	18.01	10.89	15.81	11.28	10.92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.59	10.36	6.73	6.54	2.99	16.14	10.91	5.92	9.51	3.65	2.95
MnO	0.09	0.17	0.09	0.09	0.05	0.28	0.21	0.12	0.16	0.1	0.08
MgO	4.08	5.97	2.74	2.57	0.26	3.94	3.21	1.09	2.58	0.22	0.19
CaO	3.34	5.36	3.06	2.33	0.43	0.66	0.74	1.63	0.61	0.61	0.25
Na <sub>2</sub> O	3.82	4.10	4.15	4.25	4.47	2.24	5.95	4.54	6.23	6.12	6.05
K <sub>2</sub> O	1.07	1.89	0.47	0.49	0.15	3.35	2.28	0.6	0.71	0.04	0.05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.16	0.24	0.17	0.21	0.09	0.06	0.07	0.1	0.12	0.13	0.12
AUK	4.40	4.70	4.90	4.30	0.7	5.2	3.3	2.7	3.5	0.9	0.6
Toplam	99.77	99.59	99.85	99.85	100.03	99.85	99.82	99.93	99.91	100.03	99.95
Ni	2	10	3	4	2	4	1	1	1	1	3
Sc	25.00	26.00	21.00	21.00	11	25	28	16	21	17	12
Ba	379	952	126	144	32	659	602	124	154	16	17
Co	16.7	29.3	14.2	13.4	1.1	6.8	3.4	2.2	2.4	2.5	0.5
Cs	0.4	2.6	0.6	0.6		2.7	0.2	0.2	0.2		
Ga	18.7	20.1	14.4	14.4	7.1	36.8	25.6	15.9	20	10.1	7.7
Hf	3.7	2.8	3.4	3.2	2.2	4.1	5.6	3.2	4.2	3	2.8
Nb	5.7	6.4	5.6	5.6	4.4	21.7	5.6	3.5	5	4	3.2
Rb	16.8	39.7	9.5	9.7	1.3	104.6	26.3	6.6	9.7	0.2	0.9
Sr	226	683	120	124	26	52	57	52	68	22	22
Ta	0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3
Th	4.4	15.5	3.1	2.5	2.3	4.5	4.6	2.6	4.1	2.9	2.7
U	1.4	4.3	1	0.9	0.4	0.9	1.1	0.7	1	0.7	0.7
V	167	309	99	97		30					
Zr	128	90	126	124	80	142	163	97	139	107	90
Y	32.7	23.6	31	32.1	26.9	23	33.1	25.6	38.4	39.1	32.6
Cu	32.5	16.3	26.8	27.6	5.2	21.5	14.1	6	4.5	4.5	5.9
Pb	7.4	11.3	2.6	2.4	2.2	6.4	11.9	2.3	3.2	3.2	1.1
Zn	96	60	80	81	150	111	130	128	126	87	78
Kv	18.2		27.3	29.7	54.6	19.4	5.0	38.5	16.4	39.6	42.6
Co	2.9	0.0	1.2	2.5	0.4	6.8	4.6	0.1	4.0	0.4	0.8
Or	6.3	11.2	2.8	2.9	0.9	19.8	13.5	3.5	4.2	0.2	0.3
Ab	32.3	34.7	35.1	35.9	37.8	18.9	50.3	38.4	52.7	51.7	51.1
An	15.5	25.0	14.1	10.2	1.6	2.9	3.2	7.4	2.3	2.2	0.5
Ne											
Di											
Hy	10.1	4.5	6.8	6.4	0.6	9.8	8.0	2.7	6.4	0.6	0.5
Ac											
Ol		7.3									
Mt											
İlm	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2
Hm	8.6	10.4	6.7	6.6	3.0	16.2	10.9	5.9	9.5	3.7	3.0
Ap	0.4	0.5	0.4	0.5	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.55	2.66	2.49	2.47	2.33	2.55	2.51	2.40	2.47	2.35	2.33
Viskozite <sup>2</sup>	1.2E <sup>+05</sup>	5.9E <sup>+03</sup>	7.0E <sup>+05</sup>	1.0E <sup>+06</sup>	1.1E <sup>+08</sup>	2.8E <sup>+04</sup>	6.3E <sup>+04</sup>	5.9E <sup>+06</sup>	2.3E <sup>+05</sup>	2.8E <sup>+07</sup>	4.8E <sup>+07</sup>
Mg#	48.48	53.31	44.65	43.78	14.70	32.60	36.83	26.73	34.96	10.67	11.32

Ek Tablo 10'un devamı

	İŞHAN			KARAKALE				SIRAKONAK			
	IS4-A	IS5	IS6	KK1	KK2	KK3-A	KK3-B	SK1	SK2	SK3	SK4
	dst	dst	dst	bzt-and	bzt-and	bzt	bzt	dst	bzt	bzt	bzt
SiO <sub>2</sub>	78.09	66.11	73.93	54.49	53.65	47.4	43.64	76.4	45.7	47	45.03
TiO <sub>2</sub>	0.35	0.55	0.22	0.95	0.87	0.89	0.9	0.36	1.02	1.09	1.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.88	15.11	11.04	14.07	16.32	16.49	15.04	10.49	15.84	15.71	14.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.14	7.21	5.71	5.55	7.12	8.91	9.17	3.08	9.19	8.59	8.12
MnO	0.09	0.12	0.08	0.11	0.1	0.15	0.14	0.15	0.15	0.13	0.17
MgO	0.24	0.86	0.57	5.68	3.99	10.28	10.35	0.46	5.44	8.14	4.34
CaO	0.27	0.73	0.67	8.29	7.26	3.46	7.58	1.16	10.57	4.6	9.91
Na <sub>2</sub> O	5.92	6.65	3.62	4.67	2.81	4.58	3.54	5.62	2.76	5.39	6.19
K <sub>2</sub> O	0.04	0.61	2.03	0.04	1.33	0.61	0.68	0.04	0.54	1.36	0.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.11	0.13	0.05	0.35	0.36	0.39	0.43	0.11	0.31	0.44	0.44
AUK	0.9	1.9	2	5.6	6	6.4	8.1	2.1	8.2	7.2	9.3
Toplam	100.03	99.98	99.92	99.8	99.81	99.56	99.57	99.97	99.72	99.65	99.79
Ni	3	1	1	98	71	184	195	6	65	145	72
Sc	11	17	11	22	18	23	23	16	25	19	19
Ba	16	114	389	19	138	390	267	14	178	392	96
Co	0.5	6.6	1	23.7	21.6	36.3	39	2.3	30	34.9	25.2
Cs		0.4	1.2		1.4	1.1	1.9		1	0.4	0.1
Ga	9.1	18.7	15	11.2	13.4	17.1	14.1	8.9	16.1	13.6	11.8
Hf	3.6	4.6	3.8	2.4	2.2	2.4	2.3	3.3	2.5	3.6	2.5
Nb	2.7	4.6	4.2	12.9	10.5	14	15.7	3.5	13.4	19.7	17.8
Rb	0.5	12	40.3		35.8	12.8	17.6		10.8	19.6	15.1
Sr	23	75	47	209	261	550	596	34	481	437	521
Ta	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	0.9	0.3	0.8	0.9	1.1
Th	2.2	3.5	3	4.3	3	5.3	5	2.7	3.8	4.2	4.3
U	0.7	0.9	0.6	1.1	0.6	1.3	1.2	0.8	0.8	0.8	1
V		26		219	150	183	132		210	90	130
Zr	87	139	126	112	107	105	97	97	97	141	128
Y	31.6	38.7	38	14.6	14.7	16.3	14.6	29.6	16.6	17.3	16.7
Cu	4.9	5.6	2.9	1.8	1.8	2.7	1.3	4.5	5.3	8.2	5.2
Pb	1.5	1	1.6	1.5	1.8	3.2	3.9	5.1	5.6	3.8	1.8
Zn	82	108	97	39	54	73	45	90	43	83	47
Kv	42.9	22.7	43.0	6.6	13.0			41.1	2.3		
Co	0.9	2.5	1.8			2.9					
Or	0.2	3.6	12.0	0.2	7.9	3.6	4.0	0.2	3.2	8.0	3.5
Ab	50.0	56.2	30.6	39.5	23.8	38.7	27.7	47.5	23.3	37.6	26.3
An	0.6	2.8	3.0	17.3	28.0	14.6	23.1	3.3	29.2	14.7	10.3
Ne							1.2			4.3	14.1
Di				16.8	4.4		9.1	1.4	16.5	4.1	23.4
Hy	0.6	2.1	1.4	6.3	7.9	14.9		0.5	5.9		
Ac											
Ol						7.5	15.1			12.9	
Mt											
İlm	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
Hm	3.2	7.2	5.7	5.6	7.1	8.9	9.2	3.1	9.2	8.6	8.1
Ap	0.2	0.3	0.1	0.8	0.8	0.9	0.9	0.2	0.7	1.0	1.0
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.34	2.40	2.36	2.65	2.61	2.72	2.79	2.36	2.73	2.69	2.69
Viskozite <sup>2</sup>	4.6E+07	2.1E+06	1.8E+07	1.4E+04	6.3E+04	1.1E+03	4.1E+02	2.8E+07	4.3E+03	1.5E+03	2.8E+03
Mg#	13.15	19.11	16.51	66.97	52.61	69.57	69.10	22.83	53.98	65.25	51.43

Ek Tablo 10'un devamı

<b>SIRAKONAK</b>		
	<u>SK5</u>	<u>SK6</u>
	bzt	and
SiO <sub>2</sub>	45.53	60.15
TiO <sub>2</sub>	1.11	0.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.46	16.49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.93	5.45
MnO	0.11	0.11
MgO	7.23	2.48
CaO	9.31	3.53
Na <sub>2</sub> O	2.61	6.13
K <sub>2</sub> O	0.56	1.82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.32	0.2
AUK	6.5	3
<b>Toplam</b>	<b>99.67</b>	<b>99.83</b>
Ni	118	8
Sc	27	11
Ba	243	546
Co	38.3	12.9
Cs	0.4	0.3
Ga	16.3	15.7
Hf	2.7	3.7
Nb	17.8	8.4
Rb	8.9	27.8
Sr	590	532
Ta	0.8	0.7
Th	3.7	18.1
U	0.9	5.4
V	213	130
Zr	102	138
Y	16.9	16.7
Cu	6.1	29
Pb	7.4	21.9
Zn	44	49
<i>Kv</i>	1.1	7.8
<i>Co</i>		
<i>Or</i>	3.3	10.7
<i>Ab</i>	22.1	51.8
<i>An</i>	31.5	12.1
<i>Ne</i>		
<i>Di</i>	9.8	3.2
<i>Hy</i>	13.4	4.7
<i>Ac</i>		
<i>Ol</i>		
<i>Mt</i>		
<i>İlm</i>	0.2	0.2
<i>Hm</i>	10.0	5.5
<i>Ap</i>	0.7	0.4
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.75	2.48
Viskozite <sup>2</sup>	2.2E <sup>+03</sup>	2.7E <sup>+05</sup>
<b>Mg#</b>	<b>59.06</b>	<b>47.41</b>

Ek Tablo 10'un devamı

	DAĞBAŞI				AKARSU						ZİGANA
	DAG-1	DAG-2	DAG-3	DAG-4	A-3	A-11	A-13	A-17	A-23	AK-9	ZL-1
SiO <sub>2</sub>	47.69	45.75	46.37	47.42	63.02	55.36	48.63	55.46	46.51	54.25	49.36
TiO <sub>2</sub>	1.26	0.99	1.19	0.98	0.54	1.15	0.65	1.14	1.11	1.12	1.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.51	17.35	17.8	17.84	15.1	17.69	15.61	14.97	17.85	17.93	13.19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.94	13.52	9.22	11.14	5.22	7.83	4.91	10.43	11.71	9.44	9.21
MnO	6.09	7.41	9.29	5.21	3.05	3.33	5.24	3.81	6.61	2.85	3.42
MgO	0.16	0.25	0.15	0.13	0.04	0.07	0.07	0.14	0.2	0.17	6.91
CaO	4.56	7	11.26	4.64	6.8	5.53	13.26	4.21	7.92	7.31	3.19
Na <sub>2</sub> O	3.41	3.81	1.67	5.18	3.09	3.66	2.9	4.44	2.43	3.56	2.13
K <sub>2</sub> O	1.02	<.02	0.37	1.14	0.83	0.34	0.63	0.11	0.1	0.29	0.36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.22	0.13	0.07	0.18	0.15	0.1	0.15	0.3	0.13	0.23	0.19
AUK	6.9	3.7	2.5	6	2	4.8	7.8	4.8	5.4	2.8	10.4
Toplam	99.76	99.91	99.89	99.86	99.84	99.86	99.85	99.81	99.97	99.95	99.86
Ni	5			9	22	24	24	2	4	1	1
Sc	27	51	27	29	14	7	13	16	39	27	24
Ba	212			195	173	244.3	155.6	114	40.5	126.5	64.4
Co	30.1			36.6	12.3	18.3	16	21.7	34.3	17.7	26.5
Cs	0.4			0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	2.2
Ga	20.5			20.5	19.7	11	19.3	17.7	21.5	21.7	18.1
Hf	2.6			2.4	2.8	1.5	2.9	3.8	1.5	2.9	3.7
Nb	8.7			3.9	4.4	1.4	2.1	10.1	3.1	5.9	13
Rb	19.4			25.5	8.4	23.2	4.2	1	1.5	4.6	41.9
Sr	240			227	990	253	1187	476	303	431	147
Ta	0.5			0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	0.2	0.2	0.6
Th	3.1			1.5	1.6	1.4	4.3	2.5	0.6	1.5	3.3
U	1.1			0.8	0.7	0.2	0.7	0.8	<.1	0.4	0.9
V	302			320	143	67	141	154	406	198	83
Zr	98			84	97	56	100	132	50	92	157
Y	27			20.8	16.1	24	16.1	32.5	18.7	30	30.6
Cu					12.1	32.6	16.6	130.3	51.8	38.4	1.9
Pb	2.8			3	3.1	2.3	2.4	2.6	2.5	4.5	7
Zn	93			96	18	20	42	104	101	84	60
Kv	14.5	9.0	10.9	3.3	29.2	21.1	7.2	20.9	15.0	17.8	19.0
Co	3.0			0.1		1.5		0.6			4.0
Or	6.0		2.2	6.7	4.9	2.0	3.7	0.7	0.6	1.7	2.1
Ab	28.8	32.2	14.1	43.8	26.1	30.9	24.5	37.5	20.5	30.1	18.0
An	21.2	30.2	40.0	21.8	24.9	26.8	27.7	18.9	37.5	32.1	14.6
Ne											
Di		3.1	13.6		1.1		9.1		0.8	0.9	
Hy	0.6	0.1	0.9	0.3		0.2		0.4	0.9		17.1
Ac											
Ol											
Mt	15.9	19.6	13.4	14.2	7.6	7.6	7.1	9.2	17.0	6.1	9.7
İlm	2.4	1.9	2.3	1.9	1.0	2.2	1.2	2.2	2.1	2.1	1.0
Hm				1.4		2.6		4.1		5.3	2.5
Ap	0.5	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.7	0.3	0.5	0.4
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.69	2.77	2.85	2.65	2.54	2.58	2.74	2.58	2.76	2.60	2.73
Viskozite <sup>2</sup>	5.4E <sup>+04</sup>	1.3E <sup>+04</sup>	8E <sup>+03</sup>	3.6E <sup>+04</sup>	1.6E <sup>+06</sup>	6.7E <sup>+05</sup>	2.3E <sup>+04</sup>	2.1E <sup>+05</sup>	3.3E <sup>+04</sup>	3.3E <sup>+05</sup>	5.3E <sup>+03</sup>
Mg#	2.82		3.12	2.26	1.50	1.74	2.75	2.59	3.27	3.45	59.78

Ek Tablo 10'un devamı

	ZİGANA						İKİSU			KAZANTAŞ	
	ZL-4	ZL-5	ZL-6	ZL-7	ZIG-1	ZIG-2	I-3	I-7	I-22	KL-2	KL-3
SiO <sub>2</sub>	46.8	48.37	47.19	45.14	46.72	48.1	52.43	48.4	50.09	53.42	54.51
TiO <sub>2</sub>	2.04	1.55	1.1	1.45	1.37	1.01	0.88	0.53	1.09	0.85	0.96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.94	14.64	13.88	14.13	17.75	17.92	17.08	17.57	16.98	16.47	17.33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.12	12.51	8.14	10.36	9.7	9.68	10.33	8.26	7.26	8.51	8.29
MnO	5.25	3.17	4.66	7.26	6.09	6.13	0.2	0.12	0.1	5.24	3.03
MgO	5.87	6.8	8.92	7.46	9.69	8.38	4.32	4.82	8.98	0.11	0.11
CaO	5.15	4.74	3.91	3.44	3.3	3.86	4.1	10.7	9.42	6.39	7.19
Na <sub>2</sub> O	1.13	1.28	1.96	0.84	0.45	0.66	5.73	1.18	3.14	3.67	4.03
K <sub>2</sub> O	0.47	0.52	0.25	0.19	0.38	0.17	0.56	0.23	0.96	0.91	0.89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.15	0.23	0.14	0.14	0.18	0.12	0.1	0.41	0.12	0.2
AUK	6.9	6	9.6	9.4	4.2	3.8	4	7.9	1.32	4.15	3.4
Toplam	99.84	99.73	99.84	99.81	99.79	99.89	99.75	99.81	99.75	99.84	99.94
Ni	42	20	55	70	4	10	22	35	88	43	
Sc	31	20	21	35		39	30	30	34	22	23
Ba	265.8	270.9	367.1	66.8	155.2	326	219.2	184.1	184	176	107
Co	45.6	23.5	26.4	40.3	20.4	38.2	25.7	32.1	27.5	29.8	32
Cs	0.3	0.3	0.5	0.6	1.8	0.3	0.9	1.2	2	0.8	0.6
Ga	20.8	16.9	15.4	17.8	18.7	18.1	17.9	16	26.1	19.5	18.2
Hf	5.2	4.7	4.2	3.3	2.7	3.2	1.3	1.4	3.5	2.1	2
Nb	17.3	17.7	12.6	6.5	6.3	11.8	2.5	3.2	12.6	5	4.9
Rb	14.9	22.2	34	18.4	23.7	4.7	16.7	8.5	17	16.1	12.7
Sr	516	410	200	257	330	703	546	216	491	423	538
Ta	1	1	0.6	0.4	0.2	0.6	<.1	0.2	0.4	0.3	0.3
Th	2.5	5.2	4.5	1.3	2.5	2.1	1.5	3.7	3.4	1.2	0.8
U	1	1.3	1.3	0.3	0.5	0.3	0.5	1.2	1	0.4	0.4
V	312	269	154	256	283	222	253	196	168	198	224
Zr	218	223	180	119	96	127	57	53	211	64	77
Y	40.1	31.6	33.7	30.2	28.7	27.5	23	13.8	17	22	21.7
Cu	12.9	3.6	2.2	1.2	23.3		54.9	43.8	23		
Pb	4.4	4.1	9.6	4.4	4.8		7.5	5.6	193	3.9	
Zn	88	67	61	63	75		110	69	193	58	
Kv	19.2	19.1	13.8	20.3	21.1	22.6	2.2	13.1		15.6	14.4
Co	3.6	3.7	3.8	6.6	10.9	10.1					
Or	2.8	3.1	1.5	1.1	2.2	1.0	3.3	1.4	5.7	5.4	5.3
Ab	9.6	10.8	16.6	7.1	3.8	5.6	48.4	10.0	26.5	31.0	34.1
An	24.4	22.5	17.9	16.2	15.5	18.0	19.2	41.9	29.4	25.8	26.6
Ne											
Di							0.3	8.2	11.4	3.1	0.6
Hy	14.6	16.9	22.3	21.1	25.1	22.5	10.6	8.2	13.4		
Ac											
Ol									2.5		
Mt	11.3	5.9	11.8	15.1	14.1	14.1				12.4	7.1
İlm	3.9	3.0	2.1	2.8	2.6	1.9	0.4	0.3	0.2	1.6	1.8
Hm	3.4	8.5					10.4	8.3	7.3		3.4
Ap	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.9	0.3	0.4
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.82	2.77	2.83	2.89	2.89	2.85	2.59	2.70	2.75	2.64	2.59
Viskozite <sup>2</sup>	3.1E <sup>+03</sup>	3.9E <sup>+03</sup>	1.2E <sup>+03</sup>	1.1E <sup>+03</sup>	1.1E <sup>+03</sup>	2.2E <sup>+03</sup>	2.5E <sup>+04</sup>	2.3E <sup>+04</sup>	1.7E <sup>+03</sup>	1.2E <sup>+05</sup>	2.5E <sup>+05</sup>
Mg#	51.12	51.85	68.47	58.79	66.43	63.17				2.50	2.56

Ek Tablo 10'un devamı

	KAZANTAŞ		GÜLAÇAR								
	KL-5	KL-7	GL-1	GL-2	GL-3	GL-4	GL-5	GL-6	GL-7	GL-8	GL-9
SiO <sub>2</sub>	51.61	47.64	47.92	52.51	58.11	45.89	51.44	47.2	58.29	50.16	46.94
TiO <sub>2</sub>	0.81	0.85	0.77	0.8	1.09	0.72	1.05	1.03	0.88	0.82	1.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.43	16.9	20.51	16.95	16.72	17.06	16.01	18.35	17.68	17.31	17.75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.8	9.2	7.31	7.7	7.58	7.47	11.13	9.37	6.29	8.61	9.88
MnO	6.12	9.61	3.67	3.26	2.62	3.66	5.33	6.64	1.59	5.94	5.82
MgO	0.13	0.13	0.2	0.13	0.14	0.14	0.21	0.18	0.14	0.13	0.15
CaO	4.99	7.61	11.81	5.43	1.77	12.82	4.71	7.21	5.75	6.42	8.24
Na <sub>2</sub> O	3.85	2.28	2.41	3.59	7.69	2.05	4.39	3.44	3.7	3.34	3.1
K <sub>2</sub> O	1.06	1	0.42	1.08	0.38	0.6	1.46	1.43	1.87	1.19	1.76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13	0.14	0.1	0.1	0.25	0.13	0.17	0.26	0.22	0.12	0.28
AUK	4.8	4.4	4.3	7.9	3.1	8.9	3.6	4.4	2.9	5.5	4.5
Toplam	99.73	99.76	99.42	99.45	99.45	99.44	99.5	99.51	99.31	99.54	99.44
Ni	29	80	12	2	2	5	8	11	2	28	11
Sc	28	31	25	28	23	24	29	25	20	29	25
Ba	282.2	202.8	294.4	246	111.6	195.4	712.4	945.3	476.6	263.7	1083.6
Co	30.2	44.4	25.2	17.7	14.1	23.1	33.5	31.7	13	27.7	32.2
Cs	0.8	0.9	0.3	1.7	1	0.5	1	1	0.9	0.7	0.8
Ga	20.5	18.1	16.7	18.8	21.3	16.9	18.9	20.1	19.6	18.1	18.6
Hf	2.4	1.7	1.3	2.2	5.1	2.2	2.8	2.4	4.5	2.7	2.5
Nb	4.9	2.7	2.1	3.8	10.7	3.7	4.7	6	9.6	3.4	5.4
Rb	30.3	21	5.1	30	9	14.6	24.9	23.9	56.5	24.1	30.1
Sr	384	394	407	244	260	526	477	636	311	225	978
Ta	0.2	0.1	0.1	0.3	0.7	0.3	0.3	0.3	0.6	0.2	0.3
Th	2.1	2.6	2.8	2.8	8	1.6	3.3	15.4	6	2	16.3
U	0.6	0.5	0.6	0.8	2.1	0.5	1.2	4.1	1.4	0.8	3.8
V	237	261	326	233	126	178	361	297	105	271	298
Zr	82	56	36	66	170	65	77	80	152	74	74
Y	26.7	20.5	16.3	26.2	41.8	26.7	28.8	27.9	39.7	29.7	25.8
Cu											
Pb	5.2	3	1.8	4.7	13.3	3.8	4.2	12.7	3.3	3.1	11.1
Zn	76	45	111	67	96	51	75	72	88	64	59
Kv	13.4	11.3	10.0	16.0	8.7	10.3	11.0	6.2	18.0	11.9	6.8
Co	1.2			0.2	1.0						
Or	6.3	5.9	2.5	6.4	2.2	3.5	8.6	8.4	11.0	7.0	10.4
Ab	32.5	19.3	20.4	30.4	65.0	17.3	37.1	29.1	31.3	28.2	26.2
An	23.9	32.9	43.9	26.3	7.2	35.6	19.7	30.4	26.1	28.7	29.3
Ne											
Di		3.5	1.1			0.8	1.1	3.2	0.8	2.1	2.7
Hy	3.1	7.4		0.3	0.4			1.7		1.8	
Ac											
Ol											
Mt	12.8	13.4	9.8	8.3	5.4	9.9	14.4	13.6	2.7	12.5	14.4
İlm	1.5	1.6	1.5	1.5	2.1	1.4	2.0	2.0	1.7	1.6	1.9
Hm			0.6	2.0	3.9	0.7	1.2		4.5		
Ap	0.3	0.3	0.2	0.2	0.6	0.3	0.4	0.6	0.5	0.3	0.6
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.66	2.80	2.71	2.58	2.49	2.73	2.64	2.72	2.52	2.68	2.72
Viskozite <sup>2</sup>	8.8E <sup>+04</sup>	14E <sup>+04</sup>	8.3E <sup>+04</sup>	4.1E <sup>+05</sup>	3E <sup>+05</sup>	3.8E <sup>+04</sup>	4.7E <sup>+04</sup>	2.6E <sup>+04</sup>	1.4E <sup>+06</sup>	7E <sup>+04</sup>	2.5E <sup>+04</sup>
Mg#	2.84	2.72	5.14	3.24	3.53	3.58	3.60	3.67	4.22	2.90	2.92

Ek Tablo 10'un devamı

<b>GÜLAÇAR</b>					
	<u>GL-10</u>	<u>GL-11</u>	<u>GL-12</u>	<u>GL-13</u>	<u>GL-14</u>
SiO <sub>2</sub>	44.56	49.51	53.91	52.02	49.16
TiO <sub>2</sub>	0.89	1.11	0.91	0.73	0.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.93	15.99	21.14	16.49	18.46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.34	10.7	5.25	9.64	10.31
MnO	8.73	7.78	1.55	2.49	3.45
MgO	0.15	0.18	0.18	0.11	0.17
CaO	8.77	3.22	9.48	9.24	7.92
Na <sub>2</sub> O	2.99	3.78	3.3	3.11	2.77
K <sub>2</sub> O	0.78	0.63	1.12	1.75	0.95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.1	0.21	0.22	0.09	0.08
AUK	5.4	6.5	2.8	4.2	5.6
<b>Toplam</b>	<b>99.64</b>	<b>99.61</b>	<b>99.86</b>	<b>99.87</b>	<b>99.85</b>
Ni	42	12	4	11	3
Sc	33	35	19	22	33
Ba	323	186.9	328.7	312.9	284.2
Co	46.4	35.6	11.8	27.6	21.9
Cs	3.3	1	0.4	0.8	2.8
Ga	16.4	17.8	21.6	14.8	18.1
Hf	1.6	3.6	2.8	1.5	1.6
Nb	2.5	5.8	6.9	2.8	2.1
Rb	14.7	12.5	25.5	36.5	24.1
Sr	438	210	429	283	642
Ta	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1
Th	1.9	4.1	3.1	2.7	1.3
U	0.5	1	1	0.4	0.8
V	359	324	170	180	307
Zr	38	96	90	48	47
Y	15.7	31.3	26.8	13.2	17.6
Cu					
Pb	1.2	1.3	2.7	2.1	5.6
Zn	42	91	131	26	78
<i>Kv</i>	5.3	16.8	11.8	11.7	13.2
<i>Co</i>		3.7			
<i>Or</i>	4.6	3.7	6.6	10.3	5.6
<i>Ab</i>	25.3	32.0	27.9	26.3	23.4
<i>An</i>	30.5	14.6	39.6	25.9	35.1
<i>Ne</i>					
<i>Di</i>	10.9		1.0	0.6	0.9
<i>Hy</i>	0.8	4.3			
<i>Ac</i>					
<i>Ol</i>					
<i>Mt</i>	15.0	15.5	2.4	6.0	8.4
<i>İlm</i>	1.7	2.1	1.7	1.4	1.9
<i>Hm</i>			3.6	5.5	4.5
<i>Ap</i>	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2
Yoğunluk <sup>1</sup>	2.82	2.70	2.59	2.62	2.65
Viskozite <sup>2</sup>	7.1E <sup>+03</sup>	3.5E <sup>+04</sup>	6.4E <sup>+05</sup>	1.3E <sup>+05</sup>	1.5E <sup>+05</sup>
Mg#	2.79	3.23	6.36	2.21	3.16



Ek Tablo 11. Çalışılan lokasyonlardaki volkanitlere lantan grubu element (ppm) analizleri

	DAĞBAŞI											
	D-1	D-2	DA-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	DA-2	DA-9	DA-13	DA-14
La	8.3	3.8	6.1	5.8	25.6	22.8	19	15.9	22.2	26.3	11.4	10.2
Ce	19.3	10.3	13.6	14.5	57.8	48.3	39.8	32.5	42	51.8	25.7	25
Pr	2.53	1.58	1.83	2.01	7.32	5.95	4.88	4.04	4.83	6.33	3.57	3.27
Nd	10.2	8.6	7.8	10	30.5	24	20.1	17.1	20.1	23.8	15.5	17.5
Sm	4.13	2.55	2.15	2.31	5.75	4.63	4.56	3.72	3.79	4.8	3.73	3.48
Eu	0.75	0.91	0.73	0.87	1.76	1.5	1.3	1.13	1.03	1.56	1.16	1.17
Gd	2.65	3.5	2.75	2.88	5.19	4.67	4.73	3.57	3.8	4.87	3.86	3.6
Tb	0.4	0.59	0.45	0.48	0.79	0.75	0.67	0.54	0.51	0.73	0.58	0.56
Dy	2.71	3.79	2.97	3.16	4.74	4.63	4.01	3.41	3.21	4.86	3.41	3.7
Ho	0.55	0.8	0.67	0.66	0.9	0.93	0.72	0.65	0.57	0.82	0.69	0.7
Er	1.76	2.71	1.92	1.88	2.87	2.61	2.18	1.86	1.59	2.31	1.96	1.91
Tm	0.25	0.38	0.26	0.28	0.37	0.39	0.31	0.27	0.24	0.33	0.29	0.28
Yb	1.61	2.45	2.01	2.02	2.44	2.65	2.24	1.83	1.69	2.27	1.97	1.84
Lu	0.25	0.38	0.29	0.29	0.34	0.38	0.32	0.28	0.25	0.32	0.27	0.26
(La/Lu) <sub>N</sub>	3.45	1.04	2.18	2.08	7.82	6.23	6.17	5.90	9.22	8.54	4.39	4.07
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.69	0.93	0.92	1.03	0.99	0.99	0.86	0.95	0.83	0.99	0.94	1.01

	DAĞBAŞI			AKARSU					İKİSU			
	DA-18	DA-26	DA-28	AK-1	AK-2	AK-3	AK-4	AK-5	G12	G13	G14	G15
La	11.5	2.9	22	16.7	8.2	9.4	10.2	15.6	10.1	17.3	11.2	20.4
Ce	25.9	6.4	43.7	35.2	18.4	19.7	19.9	33.7	24.5	36.6	26.6	46.7
Pr	3.04	0.94	5.56	4.64	2.52	2.62	2.55	4.8	3.02	4.66	3.04	5.43
Nd	14.9	4.8	24.3	21.5	13.1	10.8	11.2	17.3	13.4	21.7	13.5	22.5
Sm	3.3	1.4	4.84	4.24	2.74	2.07	1.97	3.46	3.23	4.62	3.09	5.15
Eu	0.92	0.55	1.52	1.39	0.73	0.63	0.59	1.08	1.16	1.55	1.06	1.61
Gd	3.91	1.9	4.75	4.45	2.8	1.65	1.71	2.77	3.61	4.7	3.28	5.13
Tb	0.66	0.33	0.65	0.73	0.49	0.25	0.24	0.38	0.6	0.85	0.6	0.97
Dy	4.52	2.39	4.12	4.09	3.16	1.47	1.45	2.21	3.29	4.67	3.35	5.26
Ho	0.93	0.46	0.79	0.89	0.65	0.28	0.28	0.38	0.71	1.05	0.72	1.21
Er	2.96	1.54	2.24	2.43	1.88	0.77	0.8	0.99	2.03	3.02	2.04	3.25
Tm	0.44	0.21	0.33	0.36	0.31	0.09	0.1	0.14	0.29	0.46	0.3	0.51
Yb	2.91	1.28	2.09	2.25	2.32	0.56	0.81	0.81	1.99	2.82	1.97	3.04
Lu	0.43	0.2	0.3	0.35	0.29	0.12	0.11	0.13	0.29	0.43	0.28	0.47
(La/Lu) <sub>N</sub>	2.78	1.51	7.62	4.96	2.94	8.14	9.63	12.46	3.62	4.18	4.15	4.51
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.78	1.03	0.97	0.98	0.81	1.04	0.98	1.07	1.04	1.02	1.02	0.96

Ek Tablo 11'in devamı

	İKİSU											
	<u>G15-A</u>	<u>G16-A</u>	<u>G16-B</u>	<u>G18-A</u>	<u>G18-B</u>	<u>G20</u>	<u>G21</u>	<u>G22</u>	<u>G23</u>	<u>G24</u>	<u>G25</u>	<u>G26</u>
La	17.9	18.3	26.8	13.6	16.2	11.5	11.7	27.3	20.3	28.8	12.7	13.4
Ce	41.4	39.5	54.4	32.2	37.3	24.6	27.7	53.8	44.6	62	29.1	32.6
Pr	4.98	4.69	5.99	3.79	4.27	2.82	4.04	6.65	6.13	7.96	3.87	4.41
Nd	21.6	21.2	23.5	17.9	19.5	12.7	18.6	26	23.5	30	16.5	17.8
Sm	4.64	4.61	4.4	3.87	4.45	2.93	3.95	4.86	5.16	5.79	3.79	4.09
Eu	1.29	1.44	1.39	1.27	1.41	1.02	1.38	1.5	1.63	1.55	1.3	1.56
Gd	4.43	4.62	4.07	3.96	4.64	3.21	4.23	4.62	5.31	5.32	3.94	4.57
Tb	0.78	0.84	0.69	0.72	0.81	0.59	0.71	0.72	0.9	0.8	0.67	0.74
Dy	4.1	4.69	3.66	3.97	4.44	3.29	4.35	4.05	5.5	4.22	3.91	4.36
Ho	0.91	1.02	0.75	0.86	0.96	0.79	0.86	0.85	1.11	0.83	0.85	0.9
Er	2.57	2.91	2.22	2.41	2.72	2.26	2.46	2.35	3	2.08	2.39	2.54
Tm	0.37	0.43	0.31	0.37	0.39	0.33	0.35	0.35	0.46	0.31	0.34	0.39
Yb	2.39	2.79	2.18	2.38	2.53	2.2	2.38	2.29	2.75	1.95	2.14	2.3
Lu	0.35	0.42	0.29	0.34	0.36	0.34	0.34	0.33	0.4	0.24	0.3	0.35
(La/Lu) <sub>N</sub>	5.31	4.53	9.60	4.15	4.67	3.51	3.57	8.59	5.27	12.46	4.40	3.98
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.87	0.96	1.01	0.99	0.95	1.02	1.03	0.97	0.95	0.86	1.03	1.10

	İKİSU							MESCİTLİ				
	<u>G27</u>	<u>G29</u>	<u>G30</u>	<u>G31</u>	<u>G32</u>	<u>G34</u>	<u>G35</u>	<u>M-1</u>	<u>M-4</u>	<u>M-6</u>	<u>M-9</u>	<u>M-10</u>
La	14.4	14.8	11.7	21.6	16.6	8.1	8.5	28.5	19.5	27.2	18.9	15.7
Ce	33.3	38.3	26.9	49.8	36.9	17.4	18.7	63.5	39.9	54.2	38.2	33.9
Pr	4.43	4.85	3.7	6.49	4.75	2.24	2.48	7.42	4.5	5.9	4.41	4.01
Nd	18.2	19.3	16.1	25.6	18.3	10.3	10.6	30.1	17.9	24.1	19	18.4
Sm	3.93	4.13	3.68	4.79	4.05	2.58	2.96	5.46	4.01	4.61	4.09	3.85
Eu	1.39	1.26	1.3	1.59	1.4	0.91	1.03	1.55	1.27	1.3	1.26	1.34
Gd	4.17	3.95	4	4.26	3.92	3.01	3.58	4.38	3.99	4.19	3.83	3.97
Tb	0.67	0.6	0.66	0.68	0.66	0.57	0.62	0.71	0.72	0.73	0.7	0.73
Dy	4.05	3.13	4.27	3.92	3.98	3.59	3.75	3.61	3.98	4.1	3.98	4
Ho	0.87	0.67	0.8	0.8	0.75	0.8	0.79	0.77	0.83	0.87	0.87	0.88
Er	2.22	1.76	2.32	2.21	2.24	2.41	2.33	2.05	2.29	2.38	2.54	2.66
Tm	0.35	0.26	0.35	0.32	0.34	0.4	0.36	0.3	0.37	0.37	0.36	0.38
Yb	2.41	1.67	2.17	1.88	1.95	2.76	2.23	1.95	2.22	2.51	2.27	2.2
Lu	0.36	0.24	0.35	0.29	0.31	0.45	0.36	0.3	0.33	0.38	0.35	0.36
(La/Lu) <sub>N</sub>	4.15	6.41	3.47	7.74	5.56	1.87	2.45	9.87	6.14	7.43	5.61	4.53
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	1.05		1.04	1.08	1.08	1.00	0.97	0.97	0.97	0.91	0.97	1.05

Ek Tablo 11'in devamı

	PEKÜN											
	<u>P-4</u>	<u>P-5</u>	<u>P-6</u>	<u>P-7</u>	<u>P-8</u>	<u>P1</u>	<u>P2</u>	<u>P3</u>	<u>K1</u>	<u>K2</u>	<u>PK2</u>	<u>PK3</u>
La	10.1	9.3	19.6	22.3	9.3	15.2	13.8	16.9	14.5	54.3	12.6	13.9
Ce	22.2	20.3	39.1	48.2	20.7	40.1	30.3	34	31.3	106	27.8	27.6
Pr	2.63	2.4	4.24	5.87	2.48	4.25	3.45	4.06	3.96	10.84	3.33	3.63
Nd	11.9	11.4	17.3	25.1	10.4	18.9	15	17.1	16.3	42	14.8	15.6
Sm	3.05	2.8	4.12	6.02	2.88	4.13	3.59	4.37	4.37	7.82	3.97	4.31
Eu	0.86	0.86	1.1	1.38	0.88	1.03	1.18	1.51	1.35	2.16	1.13	1.27
Gd	3.3	3.06	4.26	6.24	3.22	4.54	3.85	4.48	5.04	6.59	4.55	4.86
Tb	0.64	0.58	0.78	1.18	0.6	0.81	0.65	0.75	0.93	0.93	0.85	0.91
Dy	3.8	3.51	4.53	6.65	3.43	5.02	3.76	4.16	5.81	4.78	5.22	5.71
Ho	0.83	0.76	1.03	1.58	0.78	1.11	0.8	0.88	1.25	0.88	1.23	1.19
Er	2.49	2.19	3.15	4.8	2.42	3.17	2.11	2.41	3.58	2.63	3.49	3.39
Tm	0.37	0.34	0.48	0.73	0.36	0.56	0.36	0.36	0.55	0.39	0.55	0.53
Yb	2.4	2.15	2.89	4.75	2.37	3.77	2.32	2.11	3.47	2.18	3.58	3.59
Lu	0.37	0.33	0.47	0.73	0.34	0.59	0.33	0.37	0.56	0.35	0.56	0.58
(La/Lu) <sub>N</sub>	2.84	2.93	4.33	3.17	2.84	2.68	4.34	4.74	2.69	16.11	2.34	2.49
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.83	0.90	0.80	0.69	0.88	0.73	0.97	1.05	0.88	0.92	0.81	0.85

	İŞHAN										KARAKALE	
	<u>IS-1A</u>	<u>IS-1B</u>	<u>IS-2</u>	<u>IS-2A</u>	<u>IS-3</u>	<u>IS-3B</u>	<u>IS-4</u>	<u>IS-4A</u>	<u>IS-5</u>	<u>IS-6</u>	<u>KK-1</u>	<u>KK-2</u>
La	8.2	7.6	8.1	7.5	12.6	12.4	8.4	8.4	8	8.2	25.4	21
Ce	19.5	17.9	21.4	17.5	30.6	25.2	19.8	19.5	20.4	20.8	48.5	41.6
Pr	2.45	2.22	2.76	2.43	3.99	3.37	2.61	2.56	2.9	2.78	5.58	5.24
Nd	11.7	10.5	11.9	12	18.3	14.4	12.4	12.2	13.2	14.2	20.4	20.9
Sm	2.96	2.72	3.35	3.24	4.97	4.18	3.16	3.28	3.89	3.64	3.88	3.92
Eu	0.89	1.05	1.29	0.99	1.38	1.18	0.76	0.72	1.03	0.93	1.08	1.15
Gd	3.73	3.41	4.03	4.08	5.87	5.5	4.46	4.31	5.24	4.74	3.2	3.25
Tb	0.71	0.66	0.81	0.74	1.11	0.99	0.83	0.81	1	0.96	0.52	0.51
Dy	4.5	4.54	5.19	4.82	6.76	5.92	5.3	5.37	5.92	6.42	2.82	3.1
Ho	0.98	1.04	1.37	1.12	1.65	1.53	1.26	1.08	1.51	1.6	0.56	0.57
Er	3.31	3.5	3.81	3.43	4.79	4.62	3.78	3.65	4.62	4.27	1.88	1.89
Tm	0.45	0.66	0.53	0.48	0.78	0.68	0.58	0.55	0.71	0.66	0.25	0.22
Yb	2.55	5.03	3.66	3.32	4.81	4.25	3.72	3.89	4.82	4.2	1.67	1.38
Lu	0.41	0.94	0.62	0.51	0.71	0.63	0.55	0.56	0.74	0.61	0.25	0.23
(La/Lu) <sub>N</sub>	2.08	0.84	1.36	1.53	1.84	2.04	1.59	1.56	1.12	1.40	10.55	9.48
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.82	1.06	1.08	0.83	0.78	0.75	0.62	0.59	0.70	0.69	0.94	0.99

Ek Tablo 11'in devamı

	KARAKALE		SIRAKONAK						DAĞBAŞI		AKARSU	
	KK-3A	KK-3B	SK-1	SK-2	SK-3	SK-4	SK-5	SK-6	DAG-1	DAG-4	A-3	A-11
La	30.5	27.3	6.3	23.5	23.9	25	22.7	29.7	16.8	13.2	11.6	19.5
Ce	59.8	52.7	15.9	44.4	48.6	50.4	45.2	53.5	35.1	30.4	25	20.7
Pr	6.62	5.72	2.14	5	5.81	5.92	5.23	5.82	4.58	3.92	3.36	3.77
Nd	26	21.7	11.1	18.5	22.1	20.6	18.5	24.4	20.7	18	14.5	15.8
Sm	4.11	3.84	2.85	3.71	4.44	4.49	3.72	4.25	4.5	3.6	3.3	3
Eu	1.33	1.17	0.7	1.22	1.22	1.36	1.25	1.1	1.52	1.31	0.92	0.67
Gd	3.82	3.43	3.98	3.37	3.96	3.78	3.6	3.63	4.83	3.77	2.63	2.93
Tb	0.55	0.52	0.73	0.55	0.59	0.58	0.58	0.56	0.74	0.59	0.47	0.38
Dy	3.13	3.26	4.98	3	2.86	3.45	3.25	2.93	4.28	3.14	2.54	2.5
Ho	0.59	0.62	1.13	0.67	0.67	0.67	0.68	0.69	0.89	0.66	0.54	0.59
Er	1.66	1.8	3.35	1.58	1.94	1.78	1.79	1.74	2.68	1.92	1.77	1.81
Tm	0.27	0.25	0.5	0.27	0.27	0.24	0.27	0.27	0.37	0.3	0.29	0.26
Yb	1.63	1.74	3.48	1.61	1.66	1.35	1.92	2.07	2.46	1.91	2.28	2.15
Lu	0.26	0.26	0.48	0.27	0.28	0.24	0.26	0.28	0.38	0.28	0.4	0.31
(La/Lu) <sub>N</sub>	12.18	10.91	1.36	9.04	8.87	10.82	9.07	11.02	4.59	4.90	3.01	6.53
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	1.03	0.99	0.64	1.06	0.89	1.01	1.05	0.86	1.00	1.09	0.96	0.69

	AKARSU				ZİGANA						
	A-13	A-17	A-23	AK-9	ZL-1	ZL-4	ZL-5	ZL-6	ZL-7	ZIG-1	ZIG-2
La	16.3	19.1	8.2	12.4	20.8	27.5	31.8	20.7	9.1	14.7	23.6
Ce	35.7	42.2	17.2	28.2	53.7	59.2	66.6	45.4	21.1	31.1	51.7
Pr	4	5.15	2.1	3.44	5.95	7.53	8.06	5.6	2.95	3.97	6.56
Nd	18.4	22.6	9.9	16.2	29.3	38.1	37.9	26.3	14.7	18.8	28.5
Sm	3.5	5.6	2.7	3.9	5.3	7.5	7.4	5	3.7	4.6	5.3
Eu	1.1	1.55	0.96	1.31	1.53	2.07	1.87	1.51	1.27	1.12	1.81
Gd	2.87	5.16	3.08	4.5	5.23	6.84	6.29	5.39	4.64	4.28	5.3
Tb	0.49	0.9	0.56	0.7	0.82	1.24	0.94	0.87	0.87	0.78	0.79
Dy	2.51	4.77	3.02	4.7	4.74	6.22	5.42	5.26	4.99	4.44	4.34
Ho	0.52	1.15	0.67	1.05	1.01	1.55	1.03	1.04	0.92	0.92	0.89
Er	1.57	3.08	1.89	2.93	2.88	4.18	3.03	3.26	3.05	2.82	2.65
Tm	0.23	0.49	0.27	0.46	0.47	0.64	0.47	0.5	0.46	0.46	0.38
Yb	1.53	3.13	1.82	2.98	2.84	3.99	3.26	3.03	2.97	2.81	2.44
Lu	0.23	0.52	0.26	0.44	0.46	0.54	0.45	0.45	0.4	0.4	0.38
(La/Lu) <sub>N</sub>	7.36	3.82	3.28	2.93	4.70	5.29	7.34	4.78	2.36	3.82	6.45
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	1.06	0.88	1.02	0.96	0.89	0.89	0.84	0.89	0.94	0.77	1.05

Ek Tablo 11'in devamı

	İKİSU			KAZANTAŞ				GÜLAÇAR				
	I-3	I-7	I-22	KL-2	KL-3	KL-5	KL-7	GL-1	GL-2	GL-3	GL-4	GL-5
La		10.9	34	13.1	9.1	12.6	10.4	9.1	10.3	24.6	10.6	13.5
Ce	9.2	22.4	61	24.5	21.1	26.3	20.9	19.7	23.3	58.5	24.2	29.5
Pr	21.4	2.39	8.53	2.7	2.8	3.25	2.66	2.37	2.88	7.12	3.19	3.67
Nd	2.57	10.6	20.4	12.8	12.6	15.1	13.9	9.8	12.1	27.8	12.9	16.3
Sm	12.1	2	5.8	3.2	3	3.6	3.1	2.5	3.3	6.9	3.5	4.2
Eu	3.1	0.71	3.02	1.16	1.22	1.07	1.13	0.84	0.91	1.41	1.07	1.31
Gd	0.94	2.22	5.61	3.93	3.41	4.12	3.38	2.74	3.93	6.98	4.36	4.46
Tb	3.65	0.45	0.94	0.6	0.52	0.66	0.64	0.48	0.66	1.16	0.74	0.73
Dy	0.69	2.3	4.98	3.91	3.21	4.06	3.59	2.67	3.97	6.94	4.45	4.37
Ho	3.83	0.49	0.85	0.84	0.67	0.88	0.7	0.56	0.89	1.43	0.89	0.93
Er	0.84	1.42	3.83	2.45	2.11	2.71	2.16	1.53	2.59	4.11	2.68	2.79
Tm	2.53	0.22	0.72	0.37	0.32	0.45	0.32	0.23	0.41	0.65	0.41	0.46
Yb	0.37	1.47	2.87	2.41	2	2.79	2.14	1.63	2.82	4.01	2.87	2.85
Lu	2.14	0.24	0.65	0.36	0.33	0.43	0.34	0.21	0.41	0.61	0.43	0.39
(La/Lu) <sub>N</sub>	2.39	4.72	5.43	3.78	2.86	3.04	3.18	4.50	2.61	4.19	2.56	3.60
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>				1.00	1.17	0.85	1.07	0.98	0.77	0.62	0.84	0.93

	GÜLAÇAR								
	GL-6	GL-7	GL-8	GL-9	GL-10	GL-11	GL-12	GL-13	GL-14
La	53.6	25.5	10.1	49.6	7.3	13.5	16.7	8.3	5.5
Ce	102.9	56	23.5	94.3	16.2	31.3	34.9	15.7	12.2
Pr	11.31	6.49	2.89	10.61	2.22	4.01	4.27	1.72	1.6
Nd	43	26.2	13.4	41.1	10.7	17.8	18.8	8.2	7.9
Sm	8.8	6.1	3.4	8.8	2.6	4.6	4.3	1.8	2.1
Eu	2.31	1.48	1.01	2.23	0.85	1.15	1.31	0.58	0.78
Gd	6.69	6.16	4.1	6.38	2.64	4.67	4.33	1.98	2.58
Tb	1.04	1.07	0.73	0.89	0.46	0.81	0.68	0.38	0.47
Dy	4.56	6.13	4.42	4.54	2.58	4.74	4.39	2.14	3.02
Ho	0.81	1.23	0.92	0.79	0.52	0.99	0.97	0.5	0.64
Er	2.36	3.81	2.69	2.34	1.52	3.12	2.65	1.44	1.97
Tm	0.36	0.63	0.42	0.37	0.23	0.51	0.4	0.23	0.29
Yb	2.29	3.8	2.72	2.13	1.58	3.11	2.59	1.57	1.9
Lu	0.33	0.57	0.38	0.32	0.21	0.47	0.4	0.25	0.31
(La/Lu) <sub>N</sub>	16.87	4.65	2.76	16.10	3.61	2.98	4.34	3.45	1.84
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.92	0.74	0.83	0.91	0.99	0.76	0.93	0.94	1.03

Ek Tablo 12. İncelenen volkanitlerde mikroskop, mikroprob ve XRD difraktolarından tespit edilen mineraller

LOKASYON ÖRNEK/MİNERAL	DAĞBAŞI													
	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	DA-2	DA-9	DA-13	DA-14	DA-18	DA-26
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1,2	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Piroksen	1	1			1,2	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Fe-Ti Oksitler	1	1	1	1	1,2	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Hornblend														
Albit	1	1	1		1,2	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Klorit	1	1	1	1	1,2	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Pumpelleyit	1	1	1	1	1,2	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Prehmit					2	3			1	1	1	1	1	1
Epidot	1	1	1	1	1,2	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Aktinolit														
Kuvars	1	1	1	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	
Serisit	1	1	1	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Biyotit														
Kalsit/Dolomit	1	1	1	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
Laumontit						3								
Sfen					2	3								
Magnetit					2	3								
İlmenit					2	3								

1: mikroskop altında tespit edilen mineraller

2: mikroprob çalışmalarında tespit edilen mineraller

3: XRD difraktomlarında tespit edilen mineraller

Ek Tablo 12'nin devamı

LOKASYON ÖRNEK/MİNERAL	DAĞBAŞI					AKARSU									
	DA-28	DAG-1	DAG-2	DAG-3	DAG-4	AK-1	AK-2	AK-3	AK-4	AK-5	A-4	A-11	A-13	A-17	
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	1	
Piroksen	1	1	1	1	1			1,2	1	1	1	1		1	
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1	1	
Albit	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1		
Klorit	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1				
Pumpelleyit	1	1	1	1	1			1,2	1	1					
Prehnit															
Epidot	1	1	1	1	1										
Aktinolit															
Kuvars	1	1	1	1	1										
Serisit	1	1	1	1	1										
Biyotit															
Kalsit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Laumontit															
Sfen															
Magnetit										2					
İlmenit										2					

Ek Tablo 12'nin devamı

LOKASYON ÖRNEK/MİNERAL	AKARSU		ZİGANA											
	A-23	A-24	ZL-1	ZL-4	ZL-5	ZL-6	ZL-7	ZIG-1	ZIG-2					
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1,2	1	1	1						
Piroksen	1	1	1	1	1,2	1	1	1						
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1	1,2	1	1	1						
Albit	1	1	1	1	1,2	1	1	1						
Klorit	1	1	1	1	1,2	1	1	1						
Pumpelleyit	1		1	1	1	1	1							
Prehmit														
Epidot														
Aktinolit														
Kuvars				1	1		1	1						
Serisit														
Biyotit														
Kalsit	1	1	1	1	1	1	1	1						
Laumontit														
Sfen														
Magnetit					2									
İlmenit					2									



Ek Tablo 12'nin devamı

LOKASYON ÖRNEK/MİNERAL	İKİSU														
	G12	G13	G14	G15	G15-A	G16-A	G16-B	G18-A	G18-B	G20	G21	G22	G23	G24	G25
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1	1	1	1	1	1
Piroksen															
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1	1,2	1	1	1	1	1,2
Albit	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1,2	1	1	1	1	1
Klorit	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1,2		1	1	1	1
Pumpelleyit															
Prehmit															
Epidot															
Aktinolit															
Kuvars	1			1	1		1	1		1					
Serisit							1,2	1,2	1,2	1	1	1	1	1	1,2
Biyotit										2					
Kalsit	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laumontit															
Sfen															
Magnetit							2	2		2					
İlmenit							2	2		2					

Ek tablo 12'nin devamı

LOKASYON	İKİSU										MESCİTLİ				
ÖRNEK/MİNERAL	G26	G27	G29	G30	G31	G32	G34	G35	I3	I22	M-1	M-4	M-6	M-9	M-10
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1,3	1,2	1	1,2	1,3	1	1,2	1	1	1	1	1
Piroksen										1,2	1	1	1	1	1,2
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1,3	1,2	1	1,2	1,3	1	1,2	1	1	1	1	1
Albit	1	1	1	1,3	1,2	1	1,2	1,3	1	1,2	1	1	1	1	1
Klorit	1	1	1	1,3	1,2	1	1,2	1,3	1	1,2	1	1	1	1	1
Pumpelleyit				3	1,2					1,2					
Prehmit															
Epidot				3			1,2	1,3		1,2					
Aktinolit															
Kuvars	1	1	1	1,3				1,3	1	1	1	1	1	1	1
Muskovit	1	1	1	1,3				1,3	1	1					
Biyotit															
Kalsit	1	1	1	1,3	1	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1
Laumontit				3				3							
Sfen				3	2		2	3							
Magnetit				3	2		2	3		2					
İlmenit				3	2		2	3		2					

Ek Tablo 12'nin devamı

LOKASYON ÖRNEK/MİNERAL	PEKÜN												KAZANTAŞ			
	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	PE1	PE2	PE3	K1	K2	PK2	PK3	KL-2	KL-3	KL-5	KL-7
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1
Piroksen	1,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1
Albit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1
Klorit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1	1
Pumpelleyit																
Prehmit																
Epidot				1												
Aktinolit																
Kuvars																
Muskovit/Serisit																
Biyotit																
Kalsit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laumontit																
Sfen																
Magnetit														2		
İlmenit														2		

Ek tablo 12'nin devamı

LOKASYON	GÜLAÇAR													
	GL-1	GL-2	GL-3	GL-4	GL-5	GL-6	GL-7	GL-8	GL-9	GL-10	GL-11	GL-12	GL-13	GL-14
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	1,2	1	1
Piroksen		1	1		1	1,2	1		1	1	1	1,2	1	1
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	1,2	1	1
Albit	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	1,2	1	1
Klorit	1	1	1	1	1	1,2	1	1	1	1	1	1	1	1
Pumpelleyit														
Prehnit														
Epidot														
Aktinolit														
Kuvars			1	1	1	1	1							
Serisit		1		1	1	1	1							
Biyotit														
Kalsit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laumontit														
Sfen														
Magnetit						2						2		
İlmenit						2						2		

Ek tablo 12'nin devamı

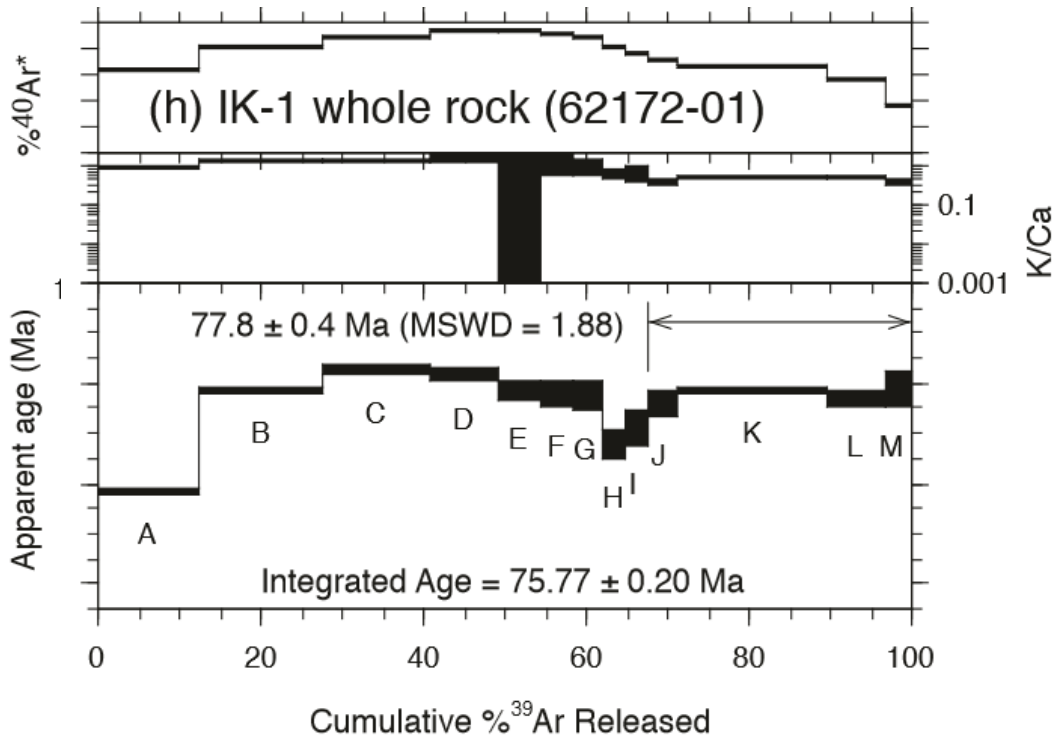
LOKASYON ÖRNEK/MİNERAL	İŞHAN										KARAKALE			
	IS-1A	IS-1B	IS-2	IS-2A	IS-3	IS-3B	IS-4	IS-4A	IS-5	IS-6	KK-1	KK-2	KK-3A	KK-3B
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Piroksen												1	1	1
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Albit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Klorit												1	1	1
Pumpelleyit												1,2	1	1
Prehmit														
Epidot												1	1	1
Aktinolit														
Kuvars	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Serisit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Biyotit		1		1		1	1	1	1					
Kalsit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laumontit														
Sfen														
Magnetit														
İlmenit														

Ek tablo 12'nin devamı

LOKASYON	SIRAKONAK					
	ÖRNEK/MİNERAL	SK-1	SK-2	SK-3	SK-4	SK-5
Ca'lu Plajiyoklas	1	1	1	1	1,2	1
Piroksen	1	1	1	1	1	1,2
Fe-Ti Oksitler Hornblend	1	1	1	1	1,2	1
Albit	1	1	1	1	1	1
Klorit	1	1	1	1	1	1,2
Pumpelleyit	1					1,2
Prehmit						
Epidot						1,2
Aktinolit						
Kuvars	1					
Serisit	1				1	1
Biyotit						
Kalsit	1	1	1	1	1	2
Laumontit						
Sfen						1,2
Magnetit						2
İlmenit						2

Ek Tablo 13. İK1 örneğinin New Mexico Geochronological Research Laboratuvarında yapılan  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  analiz sonuçları

Power (Watts)	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ( $\times 10^{-3}$ )	$^{39}\text{Ar}_K$ ( $\times 10^{-15}$ mol)	K/Ca	$^{40}\text{Ar}^*$ (%)	$^{39}\text{Ar}$ (%)	Age (Ma)	$\pm 1s$ (Ma)
0.3	37.63	0.7099	48.14	0.281	0.72	62.3	12.4	58.12	0.39
0.5	39.00	0.4561	24.86	0.347	1.1	81.3	27.7	78.09	0.36
0.7	37.68	0.4419	14.21	0.303	1.2	88.9	41.1	82.47	0.41
0.9	35.75	0.3381	9.238	0.192	1.5	92.4	49.5	81.34	0.64
1.0	34.21	0.1543	8.090	0.112	3.3	93.0	54.5	78.4	1.0
1.2	34.45	0.3011	10.22	0.091	1.7	91.3	58.5	77.5	1.3
1.5	35.28	0.5590	13.29	0.083	0.91	89.0	62.1	77.4	1.4
1.7	34.05	0.9051	22.99	0.066	0.56	80.3	65.1	67.5	1.6
1.9	38.32	0.8994	32.77	0.059	0.57	74.9	67.6	70.9	1.9
2.2	43.04	1.474	42.12	0.088	0.35	71.3	71.5	75.8	1.3
4.0	47.78	1.153	54.80	0.412	0.44	66.3	89.7	78.10	0.34
7.0	56.28	1.218	85.64	0.164	0.42	55.2	96.9	76.62	0.76
21.0	86.78	1.638	186.5	0.070	0.31	36.6	100.0	78.4	1.8
steps J-M		n=13		2.27	0.69		K2O=0.57%	75.77	0.20
M		n=4	MSWD=1.88	0.734			32.369	77.76	0.44



## ÖZGEÇMİŞ

Tülay BAK, 1976 yılında Trabzon'da doğdu. Lise öğrenimini 1990-1993 tarihleri arasında Trabzon Affan Kitapçioğlu Lisesi'nde tamamladı. 1993 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde eğitime başladı ve 1998 yılında mezun oldu. 2004 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı, 2007 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2010-2011 Eğitim-Öğretim Yılı Bahar Döneminde doktora öğrenimine başladı. 1998 yılından beri Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlük Enfomasyon Müdürlüğü'nde görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk annesi olan Tülay BAK orta derecede İngilizce bilmektedir.

