

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ETİLİ (ÇANAKKALE) GÜNEYDOĞUSU'NDAKİ
MAGMATİK KAYAÇLARIN JEOLJİSİ VE
PETROGRAFİSİ

Oya TÜRKDÖNMEZ

Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU

Temmuz, 2007
ÇANAKKALE

**ETİLİ (ÇANAKKALE) GÜNEYDOĞUSU'NDAKİ
MAGMATİK KAYAÇLARIN JEOLJİSİ VE
PETROGRAFİSİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Oya TÜRKDÖNMEZ

**Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU**

**Temmuz, 2007
ÇANAKKALE**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Oya TÜRKDÖNMEZ tarafından Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU yönetiminde hazırlanan ETİLİ (ÇANAKKALE) GÜNEYDOĞUSUNDAKİ MAGMATİK KAYAÇLARIN JEOLJİSİ VE PETROGRAFİSİ başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU
.....

Yönetici

.....
Prof. Dr. Fuzuli YAĞMURLU
.....

Jüri Üyesi

.....
Yrd. Doç. Dr. Ayten ÇALIK
.....

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL
.....

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması da dahil olmak üzere çalışmamın başından sonuna kadar her aşamasında tecrübesi ve yorumları ile beni yönlendiren, danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa BOZCU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca verdikleri öğretim ve eğitimin yanı sıra hoşgörü ve desteklerini her zaman hissettiğim, Jeoloji Mühendisliği bölümündeki değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında karşılaştığım bazı jeolojik ve petrografik problemlerin çözümünde bana verdikleri bilimsel destek ve yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Ayten ÇALIK'a, Yrd. Doç. Dr. Özcan YİĞİT'e ve Doç. Dr. Süha ÖZDEN'e, çalışma içindeki jeokimyasal analiz verilerinin bir kısmının elde edilmesinde desteklerini esirgemeyen KALEMADEN A.Ş. yetkililerine ve özellikle Yasemin ERÇETİN AKYAR'a çok teşekkür ederim.

Söğütalan ve civarındaki arazi çalışmalarım da kamp imkanlarından yararlandığım ve saha içindeki ulaşımda desteklerini gördüğüm Teck Cominco Arama ve Madencilik San. Tic. A.Ş. yetkilileri Jeoloji Yük. Müh. Hasan ÇİFTEHAN ve Jeoloji Yük. Müh. Mevlüt AVSAN'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımın jeolojik haritalama aşamasındaki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Fırat ŞENGÜN, Araş. Gör. İ.Onur TUNÇ'a, bazı harita ve şekilleri bilgisayar marifetiyle oluşturmam da yardımcı olan arkadaşlarım Araş. Gör. Mustafa AVCIOĞLU, Araş. Gör. Özkan ATEŞ, Muhammet ÖZTÜRK ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Evren ERGİNAL ile jeomorfolojik alanda yaptığı katkılarından dolayı Balıkesir Üniversitesi Coğrafya Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. İsa CÜREBAL'a çok teşekkür ederim.

Tüm eğitimin boyunca sevgilerini ve desteklerini hep hissettiğim AİLEM'e ve ÇAŞKURLU ailesine, her ne durumda olursa olsun sadece duygularının değil, varlıklarının da benimle olacaklarını bilerek, çok teşekkür ederim.

Oya TÜRKDÖNMEZ

KISALTMALAR

- XRF : X-Ray Flouresans
km : Kilometre
m : Metre
My : Milyon yıl
Ol : Olivin
Kr : Kromit
Bio: Biyotit
Px : Piroksen
Kal : Kalsit
Krz: Krizotil
Ser: Serizit
Q: Kuvars
Ep: Epidot
Kl:klorit
Plj: Plajioklas
Ank: Anklav
REE : Nadir toprak Elementler
ppm : Milyonda bir kısım
LİLE : Büyük İyon yarıçaplı elementler
LREE : Hafif Nadir Toprak Elementler
MREE : Orta Nadir Toprak Elementler
HFSE : Yüksek Değerlikli Katyonlar
HREE : Ağır Nadir Toprak Elementler
MORB : Okyanus Ortası Sırtı Bazaltları
OIB : Okyanus Adası Bazaltları
AFC : Asimilasyon Fraksiyonel Kristallenme

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

BÖLÜM I

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası | 2 |
| Şekil 1.2. Biga Yarımadası'nın genel jeoloji haritası haritası | 13 |
| Şekil 1.3. Biga Yarımadası'ndaki magmatik kayaçların yayılımı ve yaş verileri (Ercan ve diğ., 1995'den değiştirilmiştir)..... | 15 |
| Şekil 1.4. Çalışma alanının jeomorfoloji haritası..... | 20 |

BÖLÜM II

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. Çalışma alanında örnek lokasyonlarını gösterir indeks harita..... | 25 |
|--|----|

BÖLÜM III

| | |
|--|----|
| Şekil 3.1. Çalışma alanının DEM görüntüsü üzerindeki jeoloji haritası | 27 |
| Şekil 3.2. Çalışma alanında yer alan jeolojik birimlerin ortalama alan yüzdeleri | 28 |
| Şekil 3.3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksizdir). | 28 |
| Şekil 3.4. Çalışma alanında gözlenen serpantinitle genel görünüm. | 31 |
| Şekil 3.5. Bol çatlaklı ve kırıklı kireçtaşı ocağından genel görünüm..... | 31 |
| Şekil 3.6. Sarımsı ve yeşil renkli gözlenen metaşeyllerin genel görünümü | 32 |
| Şekil 3.7. Serpantinitle gözlenen olivin ve krizotil mineralleri (Çift nikol, Krz: Krizotil, Ol: Olivin) | 33 |
| Şekil 3.8. Serpantinitle gözlenen ağsal doku görünümü (Çift nikol, Id: İddingsit, Krz: Krizotil, Kr: Kromit) | 33 |
| Şekil 3.9. Kireçtaşının dismikritik görünümü (Çift nikol, Kal: Kalsit) | 34 |
| Şekil 3.10. Metaşeyilde gözlenen lepidoblastik doku (Çift nikol, Ser: Serizit, Q: Kuvars) | 35 |
| Şekil 3.11.a.b. Granitik kayalar içinde gözlenen aplitik damar kayaları | 38 |
| Şekil 3.12 Birbirine paralel ve birbirini kesen ince aplit damarları | 38 |
| Şekil 3.13. Granitik kayaç içinde gözlenen anklav parçası. | 39 |

| | |
|--|----|
| Şekil 3.14. Bardakçılar kaplıcası civarındaki kuvars diyoriti çevreleyen alaskit görünümü. | 41 |
| Şekil 3.15. Feldispat ve kuvars mineralleri ile birlikte mafik minerallerin görünümü (A)-Çift nikol, (B)-Tek nikol, Amf: Amfibol, Q: Kuvars, Plj: Plajioklas, B: Biyotit) | 43 |
| Şekil 3.16. Granitoid kayaçlarındaki zonlu plajioklas görüntüsü (Çift nikol, Plj: plajioklas) | 44 |
| Şekil 3.17. Granitoid kayaçlarında gözlenen mirmekitik dokulu kuvars mineralleri (Çift Nikol)..... | 44 |
| Şekil 3.18. (A) Çift nikolde özşekilli ve baklava dilinimli hornblend mineralinin görünümü (B) Yeşil pleokroizmaya sahip aynı mineralin tek nikol görüntüsü. (Amf: Amfibol, Q: Kuvars) | 45 |
| Şekil 3.19. Kuvars diyoritlerde gözlenen ikincil mineraller (Çift nikol, Ep: Epidot, Q: Kuvars, Ser: Serizit) | 45 |
| Şekil 3.20. Çalışma alanında Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların MIDDLEMOST (1985) $SiO_2 - Na_2O + K_2O$ diyagramında adlanması (6: Granit, 10: Kuvars monzodiyorit, 11: Granodiyorit, 13: Kuvars diyorit) | 48 |
| Şekil 3.21. Çalışma alanında Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların DEBON ve LE FORT (1983) diyagramında adlanması (2: Adamellit=Kuvars monzonit, 3: Granodiyorit, 4: Tonalit, 7: Kuvars monzodiyorit, 8: Kuvars diyorit) | 49 |
| Şekil 3.22. Çalışma alanında Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların LE MAITRE (1989) SiO_2 / K_2O diyagramında sınıflandırılması. | 51 |
| Şekil 3.23. Çalışma alanında Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların MANIAR ve PICCOLI (1989) ANK/ACNK diyagramında sınıflandırılması. | 51 |
| Şekil 3.24. Çalışma alanında Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların DEBON & LE FORT (1983) (A-B) $A = Al - (K + Na + 2Ca)$, $B = Fe + Mg + Ti$ sınıflaması. | 52 |
| Şekil 3.25. Granitik kayaların IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Alkalen-Subalkalen ayırdı. | 53 |
| Şekil 3.26. Granitik kayaların IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Toleyitik-Kalkalkalen ayırdı. | 53 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.27. Bölgedeki granitik kayaların majör element (Al_2O_3 , CaO, Fe_2O_3 , K_2O , MgO, MnO, Na_2O , TiO_2) – SiO_2 değişimlerine göre düzenlenmiş Harker diyagramları..... | 55 |
| Şekil 3.28.a.b. Bölgedeki granitik kayalarının Pearce ve diğ., (1984)'nin granitoid tektonik sınıflandırma diyagramlarındaki konumu. | 57 |
| Şekil 3.29. Evciler Plütону'na ait kayaların örümcek diyagramı. ORG'a göre normalize edilmiştir. Normalizasyon değerleri Pearce ve diğ., (1984)'den alınmıştır..... | 59 |
| Şekil 3.30. Evciler Plütону'na ait granitik kayalarının REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır..... | 60 |
| Şekil 3.31. Çan volkaniklerinin Biga Yarımadası'ndaki yayılımı ve yaş verileri (Ercan ve diğ., 1995'den değiştirilmiştir). (1) Ercan ve diğ., 1995; (2) Krushensky, 1976; (3) Dayal, 1984..... | 63 |
| Şekil 3.32. Söğütalan köyü yolu üzerindeki lav akıntılarına ait akma düzlemleri ... | 64 |
| Şekil 3.33. Çaltılıgedik tepe yolu üzerinde gözlenen lavlara ait akma düzlemleri.... | 65 |
| Şekil 3.34. Bardakçılar köyü ile Bardakçılar kaplıcası arasında gözlenen magmatik kayaların jeolojik kesiti..... | 65 |
| Şekil 3.35. Keçiagılı-Etili yolu üzerinde ileri derecede alterasyona uğramış andezitik lavlar | 66 |
| Şekil 3.36. (A) Andezitik lavda görülen demirli alterasyon ile birlikte gelişmiş killeşme, (B) Yine bu alanda gözlenen kil damarları. | 67 |
| Şekil 3.37. Andezitik lavlar içerisindeki anklavlar | 68 |
| Şekil 3.38. Çalışma alanında gözlenen lav ile aglomera dokanağı. | 69 |
| Şekil 3.39. Lavlar içinde gözlenen intersertal doku (Çift Nikol, Bio: Biyotit, Plj: Plajioklas)..... | 70 |
| Şekil 3.40. Mikrolitlerde gözlenen trakitik akma dokusu (Çift Nikol)..... | 71 |
| Şekil 3.41. Plajioklas feldispatlarının bir araya gelerek oluşturdukları glomeroporfirik doku (Çift Nikol, Plj: Plajioklas)..... | 71 |
| Şekil 3.42. Andezitik lavda gözlenen kloritleşme, epidotlaşma ve karbonatlaşma (Çift Nikol, Kl: Klorit, Ep: Epidot, Kal: Kalsit)..... | 72 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.43. Alterasyon ile gelişmiş yaygın karbonatlaşma (Çift Nikol, Plj: Plajioklas, Kal: Kalsit)..... | 72 |
| Şekil 3.44. Plajioklas minerali içinde gerçekleşen serizitleşme (Çift Nikol, Plj: Plajioklas, Ser: Serizit) | 73 |
| Şekil 3.45. Biyotit mineralinin etrafında gerçekleşen opaklaşma (Çift Nikol, Bio: Biyotit) | 74 |
| Şekil 3.46. Basit ikizlenme gösteren amfibol (hornblend) minerali (Çift Nikol, Amf: Amfibol, Plj: plajioklas)..... | 75 |
| Şekil 3.47. Amfibollerde (Hornblend) gerçekleşmiş opasitleşme (Çift Nikol, Amf: Amfibol) | 75 |
| Şekil 3.48. Masif görünümlü aglomeraların genel görünümü..... | 76 |
| Şekil 3.49. Aglomeralarda gözlenen akma düzlemleri. | 77 |
| Şekil 3.50. Bardakçılar Kaplıcası civarında gözlenen jeolojik kesit (Kesit uzunluğu ~ 1 km'dir)..... | 77 |
| Şekil 3.51. Aglomera ile Riyolitik tüflerin dokanak ilişkisi..... | 78 |
| Şekil 3.52. Plumose dokusu gösteren kalsedon ve onu çevreleyen demir oksit. (Çift Nikol, Kdn: Kalsedon)..... | 79 |
| Şekil 3.53. Riyolitik tüfler üzerinde gözlenen demirli alterasyon izleri..... | 80 |
| Şekil 3.54. (a) Nalkayatepesi üzerindeki riyolitik tüflerde gözlenen akma düzlemleri (b)Arpatarla tepe üzerindeki riyolitik tüflerin masif görünümü..... | 81 |
| Şekil 3.55. Kriptokristalin kuvars kırıntısını çevreleyen kuvars mineralleri (Çift Nikol, Q: Kuvars)..... | 82 |
| Şekil 3.56. Riyolitik tüflerde sıkça rastlanan demir oksitleşme (koyu kahverengi-kırmızımsı bölge, Çift Nikol, Q: Kuvars)..... | 83 |
| Şekil 3.57. (A) Pırnallı tepesindeki silis kütlesi, (B) Pırnallı tepe üzerinde açılmış bir silis ocağı | 85 |
| Şekil 3.58. Silisifiye volkaniklerdeki mikro kristalin kuvars taneleri (Çift Nikol, Q: Kuvars) | 86 |
| Şekil 3.59. Silisifiye volkanikler içinde yer alan ilksek kayaca ait feldispat minerali (Çift Nikol, Or: Ortoklas, Q: Kuvars) | 86 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 3.60. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait kayaçların MIDDLEMOST (1985) SiO ₂ – Na ₂ O+K ₂ O diyagramında adlanması (5: Komendit, 9: Trakibazalt, 11: Trakiandezit, 12: Trakit, 15: Alkali riyolit, 18: Andezit bazalt, 19: Andezit, 20: Andezit dasit, 21: Dasit, 22: Riyolit dasit, 23: Riyolit)..... | 92 |
| Şekil 3.61. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait kayaçların LE MAITRE (1989) diyagramında adlanması (S1: Trakibazalt, S2: Bazaltik trakiandezit, S3: Trakiandezit, T: Trakit, O1: Bazaltik andezit, O2: Andezit, O3: Dasit, R: Riyolit) | 92 |
| Şekil 3.62. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait örneklerin LE MAITRE (1989) SiO ₂ / K ₂ O diyagramında sınıflandırılması. | 94 |
| Şekil 3.63. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait örneklerin MANIAR ve PICCOLI (1989) ANK/ACNK diyagramında sınıflandırılması. | 95 |
| Şekil 3.64. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait örneklerin DEBON & LE FORT (1983) (A-B) A= Al-(K+Na+2Ca), B= Fe+Mg+Ti sınıflaması..... | 95 |
| Şekil 3.65. Çan volkaniklerine ait kayaların IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Alkalen-Subalkalen ayırıldı. | 95 |
| Şekil 3.66. Çan volkaniklerine ait IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Toleyitik-Kalkalkalen ayırıldı. | 97 |
| Şekil 3.67. Bölgedeki Çan volkaniklerine ait kayaların majör element (Al ₂ O ₃ , CaO, Fe ₂ O ₃ , K ₂ O, MgO, MnO, Na ₂ O, TiO ₂) – SiO ₂ değişimlerine göre düzenlenmiş Harker diyagramları..... | 99 |
| Şekil 3.68.a.b. Bölgedeki magmatik kayalarının Pearce ve diğ., (1984)'nin tektonik ortam sınıflandırma diyagramlarındaki konumları..... | 100 |
| Şekil 3.69. Bölgedeki Çan volkaniklerine ait kayaçların iz element (Ba, Sr, Rb, Nb, Co, Y, Th, Hf) – SiO ₂ değişimlerine göre düzenlenmiş Harker diyagramları..... | 102 |
| Şekil 3.70. Çan volkaniklerine ait lav, aglomera, tuf ve slekslerin REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır..... | 103 |
| Şekil 3.71. Tabakalanma gösteren kumtaşı-çamurtaşı istifi..... | 105 |
| Şekil 3.72. Organik madde içeren çamurtaşı görüntüsü..... | 106 |
| Şekil 3.73. Volkanoklastik kumtaşı görüntüsü (Çift Nikol, Plj: plajioklas, Q: kuvars, Kk: Volkanik kaya kırıntısı)..... | 107 |
| Şekil 3.74. Küçükkuyu Formasyonu içindeki silttaşı görüntüsü..... | 107 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 4.1. Bardakçılar Kaplıcası ile Uzunalan köyüne giden yol üzerindeki fay düzlemi..... | 111 |
| Şekil 4.2. Akma düzlemlerine ait doğrultu ve eğim yönlerinden oluşturulmuş gül diyagramları..... | 112 |
| Şekil 5.1. Çalışma alanında içinde yer aldığı Türkiye'nin tektonik birliklerini gösterir harita (IAS: İzmir-Ankara Süturu, KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, EF: Ecemiş Fayı)..... | 113 |
| Şekil 6.1. Bilaller köyü içindeki Çan taşlarının işlendiği bıçkı atölyesinin görünüşü..... | 116 |

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No

| | |
|---|----|
| Tablo 3.1. Evciler Plütonu'na ait yaş verileri | 40 |
| Tablo 3.2. Evciler Plütonu'na ait majör element içerikleri. Majör element oksitleri % cinsinden verilmiştir..... | 46 |
| Tablo 3.3. Evciler Plütonu'na ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir..... | 47 |
| Tablo 3.4. Middlemost, (1985) ve Debon & Le Fort (1983)'e göre Evciler Plütonu'na ait kayaların adlanması | 49 |
| Tablo 3.5. Çan volkaniklerine ait yaş verileri | 61 |
| Tablo 3.6. Çan volkaniklerine ait majör element içerikleri. Majör element oksitleri % cinsinden verilmiştir. (*riyolitik tüf,**aglomera,"silisifiye volkanik)..... | 89 |
| Tablo 3.7. Lavlara ve silisifiye volkaniklere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir. (*riyolitik tüf,**aglomera,"silisifiye volkanik)..... | 90 |
| Tablo 3.8. Aglomera ve Riyolitik tüflere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir. (*riyolitik tüf,**aglomera,"silisifiye volkanik)..... | 91 |
| Tablo 3.9. Middlemost, (1985) ve Le Maitre (1989)'e göre bölgedeki Çan volkaniklerine ait kayaçların adlanması.(*riyolitik tüf, **aglomera örnekleri)..... | 93 |

ETİLİ (ÇANAKKALE) GÜNEYDOĞUSU'NDAKİ MAGMATİK KAYAÇLARIN JEOLJİSİ VE PETROGRAFİSİ

ÖZET

Çalışma alanı Kuzeybatı Anadolu'da, Biga Yarımadası'nda Kazdağ yükseliminin kuzeyinde kalan Etili ve çevresini kapsayan yaklaşık 154 km² bir alandan oluşmaktadır. Bu çalışmada Etili beldesi ve güneyinde yer alan magmatik kayaların jeolojik konumları ile petrografik ve jeokimyasal özellikleri araştırılmıştır.

Çalışma alanında temeli, Üst Kretase yaşlı serpantinit, kireçtaşı ve metaşeylden oluşan Çetmi Ofiyolit Melanjı oluşturur. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Evciler Plütunu, Çetmi Ofiyolit Melanjı'nı keser. Bu plütönizma ile kökensel ilişkili olan lav, aglomera ve riolitik tüften oluşan Çan volkanitleri bu birimleri uyumsuz olarak üzerler. Kumtaşı, silttaşı ve organik çamurtaşından oluşan Alt Miyosen yaşlı Küçükkuşu Formasyonu'na ait gölsel sedimanlar Çan volkanitleri ile arakatlıdır. Kıltaşı, kumtaşı, kömür, organik şeyl, aglomera ve tuf stratigrafisi sunan Erken-Orta Miyosen yaşlı Çan Formasyonu, yaygın olarak gözlenen volkanik kayaçların üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Kuvaterner yaşlı birimler ise tüm birimleri uyumsuz olarak örterler.

Çalışma alanındaki plütönik kayaçlar petrografik çalışmalar doğrultusunda granit granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimlidirler. Çoğunlukla granüler ve porfiritik dokulu olup, plajioklas, K-feldispat, amfibol (hornblend), biyotit ve kuvars minerallerini içermektedirler. Volkanik kayaçlar ise çoğunlukla andezit olmakla birlikte, ender olarak dasit ve trakiandezit bileşimler sergiler. Plütönik ve volkanik kayaçların SiO₂ – Na₂O+K₂O değişim diyagramlarında subalkali alanda yer aldıkları görülür. Na₂O+K₂O - FeO - MgO (AFM) üçgen diyagramında ise magmatik kayaçlara ait örneklerin çoğu kalkalkalen alanda bulunmakta ve kalkalkalen trend göstermektedir. Çalışma alanındaki plütönik ve volkanik kayaların majör element, iz element ve nadir toprak elementleri sonuçlarına dayanarak, bu kayaçların oluşumunda fraksiyonel kristalleşmenin yanı sıra kabuksal kirlenme gibi magma karışım süreçlerinin de etkili olduğu belirtilebilir.

Çalışma alanındaki yapısal unsurlardan Çan-Etili Fayı, Neotektonik dönem yapısı olup sağ yanal atımlı DKD-BGB doğrultuludur. Bu fay sistemine dik gelişen çizgisellikler muhtemelen volkanizma sırasında ya da neotektonik dönem içinde gelişmiş olmalıdır.

Anahtar sözcükler: Etili, Petrografi, Jeokimya, Biga Yarımadası

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) tarafından 2007/08 no'lu projeden desteklenmiştir.

THE PETROGRAPHICAL AND GEOLOGICAL INVESTIGATION OF THE MAGMATIC ROCKS IN SOUTHEAST ETİLİ, ÇANAKKALE.

ABSTRACT

The study area formed around 154 km² that comprised Etili and its surrounding area, in the north of Kazdağ mountain range, Biga Peninsula, NW Anatolia.

At the basement of the study area, represented by Late Cretaceous aged Çetmi Ophiolite Melange which consisted serpentinite, limestone, shale. Late Oligocene-Late Miocene aged Evciler Pluton cuts Çetmi Ophiolite Melange. These units are overlain unconformably by the Çan volcanics, consisting of lavas, agglomerates and rhyolite tuffs. Lower Miocene age Küçükuyu Formation including of sandstone, siltstone and organic mudstone related to lacustrine sediments interclated Çan volcanits. Volcanic rocks observed commonly in the study area are overlain with disconformity by Lower – Middle Miocene aged Çan Formation showed stratigraphy claystone, sandstone, coal, organic shale, agglomerates and tüff. All units in the study area are overlain with unconformity by Quaternary alluvium deposits.

Plutonic rocks in the study area have granite, granitoid and quartz diorite compositions. It has usually granular and porphyritic textures and consist of plagioclase, K-feldspar, amphibole (hornblende) biotite and quartz minerals. In the SiO₂-Na₂O+K₂O diagram they show granite, granodiorite and quartz diorite compositions. Volcanic rocks show different composition ranging from andesite, trachyandesite, and dacite compositions. Plutonic and volcanic rocks in variation diagrams fall into subalkaline area. Na₂O+K₂O - FeO – MgO (AFM) ternary diagram most of the samples indicate calc-alkalen trend. Results of major elements, trace elements and rare earth elements of plutonic and volcanic rocks can be related to fractional crystallization as well as magma mixing processes and crustal contamination.

In the study area Çan-Etili fault is a dextral fault which has ENE-WSW strike. Linears developing vertical to this fault system are probably during volcanism or neotectonic period.

Keywords: Etili, Petrography, Geochemistry, Biga Peninsula

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

| | |
|--|-----|
| Yüksek Lisans Tezi Sınav Sonuç Formu | ii |
| Teşekkür | iii |
| Kısaltmalar | iv |
| Şekiller Listesi..... | v |
| Tablolar Listesi | xi |
| Özet | xii |
| Abstract | xiv |

BÖLÜM I - GİRİŞ 2 |

| | |
|--|----|
| 1. Genel Bilgiler | 2 |
| 1.1 Çalışma Alanı..... | 2 |
| 1.2. Çalışmanın Amacı..... | 3 |
| 1.3. Önceki Çalışmalar..... | 3 |
| 1.4. Bölgesel Jeoloji | 11 |
| 1.4.1. Biga Yarımadası'ndaki Magmatik Kayaların Konumu ve Yaşları..... | 14 |
| 1.5. Jeomorfoloji | 19 |

BÖLÜM II - MATERYAL VE METOT 23 |

| | |
|--|----|
| 2. Uygulanan Yöntemler | 23 |
| 2.1. Arazi Çalışmaları | 23 |
| 2.2. Laboratuvar Çalışmaları..... | 23 |
| 2.2.1. Kimyasal Analiz İçin Numune Hazırlama | 24 |
| 2.3. Büro Çalışmaları | 24 |

BÖLÜM III - BULGULAR..... 26 |

| | |
|--|----|
| 3. Genel Jeoloji-Stratigrafi | 26 |
| 3.1. Çetmi Ofiyolit Melanjı (Kç)..... | 29 |
| 3.1.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 29 |
| 3.1.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri..... | 30 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.3. Petrografi..... | 32 |
| 3.2. Magmatik Kayalar..... | 36 |
| 3.2.1. Evciler Plütönu (Te)..... | 36 |
| 3.2.1.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 36 |
| 3.2.1.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri..... | 36 |
| 3.2.1.3. Petrografi..... | 41 |
| 3.2.1.4. Jeokimya..... | 46 |
| 3.2.2. Çan Volkanitleri..... | 61 |
| 3.2.2.1. Çan Volkaniklerinin Bölgesel Volkanizma İçerisindeki Konumu ve Deneytirme..... | 62 |
| 3.2.2.2. Lavlar..... | 63 |
| 3.2.2.2.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 63 |
| 3.2.2.2.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri..... | 64 |
| 3.2.2.2.3. Petrografi..... | 69 |
| 3.2.2.3. Aglomera..... | 76 |
| 3.2.2.3.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 76 |
| 3.2.2.3.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri..... | 76 |
| 3.2.2.3.3. Petrografi..... | 78 |
| 3.2.2.4. Riyolitik Tüf..... | 79 |
| 3.2.2.4.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 79 |
| 3.2.2.4.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri..... | 80 |
| 3.2.2.4.3. Petrografi..... | 82 |
| 3.2.2.5. Silisifiye Volkanik (Sileks)..... | 83 |
| 3.2.2.5.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 83 |
| 3.2.2.5.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri..... | 84 |
| 3.2.2.5.3. Petrografi..... | 85 |
| 3.2.2.6. Çan Volkanitlerinin Jeokimyası..... | 87 |
| 3.3. Neojen Gölsel Sedimanları..... | 104 |
| 3.3.1. Küçükkuyu formasyonu..... | 104 |
| 3.3.1.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 104 |
| 3.3.1.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri..... | 104 |
| 3.3.1.3. Petrografi..... | 106 |

| | |
|---|------------|
| 3.3.1.4. Fosil İçeriği ve Yaş | 108 |
| 3.3.2. an Formasyonu | 108 |
| 3.3.2.1. Tanım ve Genel Yayılım..... | 108 |
| 3.3.2.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri | 108 |
| 3.3.2.3. Fosil İçeriği ve Yaş | 109 |
| 3.4. Kuvaterner Birimleri | 109 |
| 3.4.1. Alüvyon (Qal) | 109 |
| 3.4.2. Yamaç molozu ve taraçalar | 109 |
| 4. Yapısal Jeoloji..... | 110 |
| 4.1. Uyumsuzluklar | 110 |
| 4.2. Faylar | 110 |
| 4.3. Eklem ve çatlaklar | 112 |
| 5. Jeotektonik Evrim | 113 |
| 6. Ekonomik Jeoloji ve Jeotermal | 115 |
| BÖLÜM IV - SONUÇLAR ve TARTIŞMA | 118 |
| KAYNAKLAR | I |
| Ekler | IX |

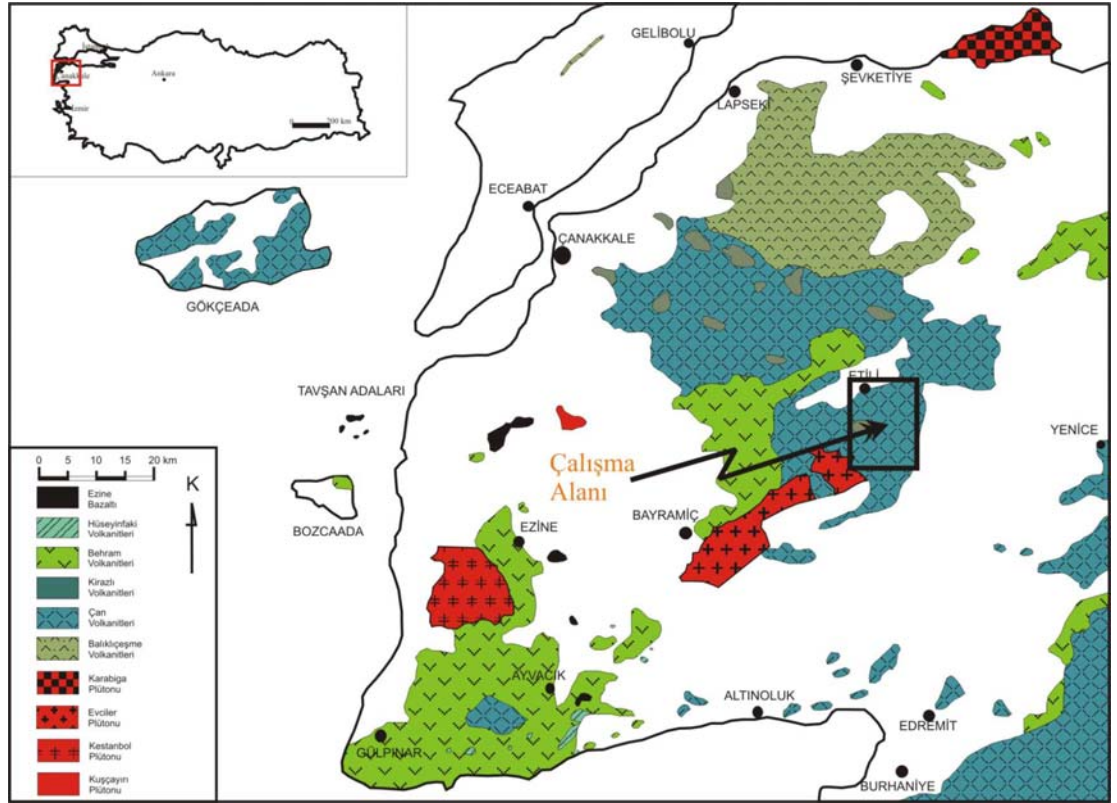
BÖLÜM 1

GİRİŞ

1. Genel Bilgiler

1.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Kuzeybatı Anadolu'da, Biga Yarımadası'nın Kazdağı'nın kuzeydoğu bölümünde Etili ve çevresini kapsayan 1/25.000 ölçekli Ayvalık i17-b2 paftasından oluşur (Şekil 1.1). Çalışma alanındaki önemli yerleşim birimi Etili beldesidir. Çalışma alanındaki yerleşim yerlerine ulaşım Çanakkale-Çan karayolu üzerinden yapılmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Ercan ve diğ., 1995'den değiştirilmiştir.)

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma ile Etili Güneydoğusu'nda yaygın olarak gözlenen magmatik kayaların 1/25.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası yapılarak, bölgede yer alan granodiyoritler ile volkanik kayaçların kendi aralarındaki ve diğer litolojilerle arasındaki ilişki incelenerek bu kayaların kökenlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Etili güneydoğusu'nda yapılan arazi çalışmaları sırasında alınan kaya örneklerinin ince kesitleri yapılarak mineralojik ve petrografik incelemeleri gerçekleştirilmiş, bu alanda belirlenen yerlerden alınan kayaç örneklerinden jeokimyasal analizlerle kayaçların kökeni hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

Tüm çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ışığında bölgenin jeodinamik evrimi yorumlanacaktır.

1.3. Önceki Çalışmalar

Bugüne kadar çalışma alanı ve çevresini kapsayan birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle son yıllarda Biga Yarımadası'nda yüzeyleyen magmatik kayaçlar değişik yönleriyle inceleme konusu olmuştur. İnceleme alanı ve çevresinde yapılan çalışmaların belli başlıları tarih sırasına göre aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Borsi ve diğ., 1972, Batı Anadolu ve Lesvos Adası'ndaki volkanik kayaçlar üzerinde petrolojik ve jeokronolojik çalışmalar yapmışlardır. Bölgede Alt-Orta Miyosen yaşlı kalkalkalen bir volkanizmanın geliştiğini belirterek kökenlerini incelemişlerdir.

Ercan, T., 1979, Batı Anadolu'da geniş alanlarda görülen sadece Senozoyik volkanizmasına ait Tersiyer ve Kuvaterner boyunca etkinliğini sürdüren kalkalkalin ve alkalin nitelikli volkanizmanın petrolojik özelliklerini incelemiş ve karşılaştırmalar yapmıştır. Bu çalışmada Üst Kretase ve daha genç yaşlı volkanitleri 4 ana grupta toplamıştır. Bunlar; Üst Kretase yaşlı, toleyitik, kalkalkalin ve alkalin niteliklerde ve Karadeniz kıyılarında uzanan tipik ada yayı volkanizması (Şile-

İstanbul ve Demirköy’de yer alan ve Bulgaristan’da da geniş alanlarda devam eden), Girit adasının güneyinden geçen Kuvaterner yaşlı ve kalkalkalin nitelikli adayayı volkanizması, Orta Eosen’den başlayıp, Orta-Üst Pliyosen’e kadar çeşitli evrelerle etkinliğini sürdüren ve çok geniş alanlarda yüzlekler veren kalkalkalin volkanizma (Keşan, Mudanya-Gemlik, Yalova, Biga-Bayramiç-Çanakkale volkanikleri, Uşak volkanikleri) ve Orta Miyosen’de başlayıp Üst Kuvaterner’e kadar çeşitli evrelerde etkinliğini sürdüren alkalin volkanizmadır (Kula volkanikleri). Plaka tektoniği açısından kökensel olarak Batı Anadolu ve bazı Ege adalarındaki volkanizma için Paleosen yaşlı eski bir yitim zonundan türemiş olabileceği yorumunu yapmıştır.

Siyako ve diğ., 1989, Biga ve Gelibolu Yarımadası’nın Tersiyer jeolojisi ve Hidrokarbon olanaklarını incelemişlerdir. Çalışılan bölgede Tersiyer sırasında, aralarında önemli yükselme ve aşınma safhaları olan, Maestrihtiyen-Erken Eosen, Orta Eosen-Oligosen, Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner olarak dört çökeltme evresi ayırt etmişlerdir. Biga Yarımadası’nda Erken-Orta Miyosen’de yoğun bir kalkalkalin volkanizmasının geliştiğini belirterek, Biga Yarımadası’nın iç kesimlerinde, Erken-Orta Miyosen’deki volkanizma ile eş zamanlı karasal bitümlü şeyl, silttaşı, kumtaşı, tuf ve kömürden oluşan karasal birimlerin çökeldiğini belirtmişlerdir.

Ertürk, O., 1990, Biga Yarımadası’nda Senozoyik volkanikleri adı altında topladığı magmatik ürünlerin petrolojik çalışmalarını yapmıştır. Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda Paleosen-Eosen Akçaalan ve Erken-Orta Miyosen Ezine volkaniklerinin yüksek K-lu kalkalkalin, Üst Miyosen yaşlı Ezine volkaniklerinin ve Pliyo-Kuvaterner Taştepe volkaniklerinin ise alkalin olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Akçaalan ve Ezine volkanikleri Geç Kretase-Orta Miyosen çarpışmasıyla ilgili olarak kıtasal bir orijini, Taştepe volkanikleri için de Tortoniyen’de başlayan tansiyonel neotektonik rejimli ilgili olarak manto orijinini desteklediğini belirtmiştir.

Okay ve diğ., 1990, Biga Yarımadası’nın jeolojisi ve tektonik yapısı ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışma kapsamında Gelibolu ve Biga Yarımadası’nda KD-GB yönünde uzanan Tersiyer öncesi dört tektonik zon ayırtlamışlardır. Bunlar kuzeybatıdan itibaren, Gelibolu, Ezine, Ayvacık-Karabiga ve Sakarya zonlarıdır.

Çalışma alanı, bu tektonik zonlardan Ayvacık-Karabiga zonu içinde yer almaktadır. Ayvacık-Karabiga zonu, Gelibolu zonunda da yer alan Çetmi Ofiyolit Melanjından oluşur. Bu çalışmada Küçükkuyu ile Bayramiç arasındaki ve Karabiga batısındaki Çetmi Ofiyolit Melanji ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Biga Yarımadası'nda geniş yayılım sunan, başlıca spilit, grovak, pelajik şeyl, serpantin ve radyolaritlerden oluşan, karmaşık ve düzensiz bir içyapıya sahip olan Çetmi Ofiyolitik Melanji'nin Geç Kretase'de yerleştiğini belirtmişlerdir.

Savaşın ve Güleç, 1990, Batı Anadolu'daki magmatik aktivite gelişiminin, bölgenin tektonik gelişimi ile yakından ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Geç Miyosen dönemine kadar aktif olan sıkışma rejiminin Menderes Masifi'nin metamorfikleri içine yerleşen kalkalkalin volkanikleri ve bunların plütonik birlikleri, Geç Miyosen'den sonra aktif olan gerilme rejiminin de alkalın volkanikler ile temsil edildiği görüşündelerdir. Yaptıkları iz element ve Sr-Nd izotop analizleri ile de kalkalkalin volkaniklerin manto ve kabuk arasında etkileşimin bir ürünü olduğu, alkalın volkaniklerin ise mantodan sağlandıkları sonuçlarını elde etmişlerdir.

Yılmaz, Y., 1990, Batı Anadolu'daki volkanik aktivitenin sıkışma rejiminde Geç Oligosen-Erken Miyosen boyunca başladığını belirterek, bu periyotta andezitik ve dasitik kalkalkalin kayalar ve bunlara eşlik eden granitik intrüzyonlardan bahsetmiştir. Batı Anadolu'daki magmatik aktiviteyi jeokimyasal olarak kalkalkalin ve alkalın olmak üzere iki farklı faza ayırtlamıştır. Kalkalkalin volkanik kayalar için jeokimyasal ve izotopik veriler doğrultusunda kabuk tarafından kirlenmiş bir manto bileşeni sonucuna varmıştır. Alkalın volkanik kayaları ise kimyasal olarak iki gruba ayırtmıştır. Bunlardan, Ti-düşük olan kayaların jeokimyasal ve izotopik karakteristikleri kabuk materyaliyle kirlenmiş bir manto kaynağını gösterirken, Ti-yüksek olan kayaların jeokimyasal ve izotopik karakteristiklerinin ise herhangi bir kirlenmenin olmadığı manto kaynağını işaret ettiğini ileri sürmüştür.

Güleç, N., 1991, Türkiye'nin batısındaki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkaniklere ait jeokimyasal çalışmalar yapmış ve kabuk ile manto etkileşimini ortaya koymuştur. Tersiyer volkanikleri için majör ve iz element kimyası kalkalkalin

nitelikte iken, Kuvaterner volkanikleri için alkalen bir karakteri gösterdiğini belirtmiştir. Kalkalkalen kayalar için, yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.705011 - 0.709529$ oranları ve düşük $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512294 - 0.512691$ oranlarını, alkalen kayalar için de düşük $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.703128 - 0.703628$ ve yüksek $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512749 - 0.512998$ izotop oranlarını ve kimyasal veriler sonucunda Türkiye'nin batısındaki volkaniklerin iki farklı manto alanında meydana gelen çeşitli eriyik karışımlarından oluştuklarını belirtmiştir. Bu sonuca dayanarak, kalkalkalen volkaniklerin kıtasal litosferik ya da dalma batmanın erken safhaları boyunca üst kabuk materyali ile kirlenen sıg atmosferik mantodan, alkalen volkaniklerin ise izotopik olarak mantodan tükenen ve derindeki eriyiklerden sağlandığını belirtmiştir.

Seyitoğlu ve Scott, 1992, Yapılmış birçok çalışmanın aksine bu çalışma, Geç Senozoyik volkanizmasının gerilmeli tektonik rejimde oluştuğunu belirtir. Aktivitenin başlangıcı kalkalkali, ortaç-asidik magmatizmayla karakterize edilir. Ancak Geç Miyosen'den Pleistosen'e kadar alkalın, ortaç-bazik karakterli volkanizma baskın olarak gelişmiştir. Volkanizmadaki bu değişimi araştırmacılar, bölgesel gerilmeli tektoniklerde incelen ve yayılan litosfer yükselimiyle kolaylaşan, astenosferik katkının artmasına bağlamışlardır.

Birkle ve Satır, 1995, Biga Yarımadası'ndaki Tersiyer magmatizmasını yaşlandırmanın yanısıra jeokimyasal ve jeodinamik öneminden bahsetmişlerdir. Bu araştırmada Ezine yakınındaki kuvars-monzonit bileşimli Kestanbol intrüzyonu için Rb/Sr metoduyla $21 \pm 1,6$ My yaş, Bayramiç yakınındaki monzodiyoritik-granitik bileşimli Karaköy intrüzyonu için (Evciler Plütonu) $25 \pm 0,3$ My yaş elde etmişlerdir. Jeokimyasal veriler ile Karaköy intrüzyonunun kalkalkalin bileşimde, Kestanbol intrüzyonunun ise alkalın bileşimde olduğunu belirterek, tektonik ortam olarak, Karaköy'ün plaka çarpışması öncesi bir aşamayla ilgili olabileceğini ve Kestanbol'un da muhtemelen çarpışma sonrası yükselmenin ve geç orojenik aktivitenin en son aşamasında oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.

Ercan ve diğ., 1995, Kuzeybatı Anadolu'daki Tersiyer volkanizmasının bölgesel yayılımını incelemişlerdir. Volkanik kayalarda petrografik, jeokimyasal ve

izotop çalışmaları yapmışlar ve bunun sonucunda Eosen yaşlı “Balıklıçeşme volkanitleri”, Oligosen yaşlı “Çan volkanitleri”, Üst Oligosen yaşlı “Kirazlı volkanitleri”, Alt-Orta Miyosen yaşlı “Behram volkanitleri”, Orta Miyosen yaşlı “Hüseyinfaki volkanitleri” ve Üst Miyosen yaşlı “Ezine Bazaltı” olmak üzere altı farklı volkanik etkinlik saptamışlardır. Volkanik kayalarda petrografik ve jeokimyasal çalışmaların yanı sıra, K/Ar yöntemi ile radyometrik yaş ölçümleri ile stronsiyum ve neodmiyum izotop oran ölçümleri de ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) yapmışlardır. Bölgedeki Eosen-Orta Miyosen yaşları arasındaki tüm kalkalkalen volkanitlerin stronsiyum izotop oranları $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7048 - 0.7088$, neodinyum izotop oranları da $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.51231 - 0.51269$ arasında değişim gösterirken, Üst Miyosen yaşlı alkali bazaltların ise stronsiyum izotop oranları $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7030 - 0.7033$ arasında, neodmiyum izotop oranlarının da $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.51293 - 0.51299$ arasında bulmuşlardır. Bu veriler doğrultusunda, kalkalkalen volkanizmayı oluşturan magmanın yüksek derecede kabuksal kirlenmeye uğradığını, alkali bazaltik magmatikleri oluşturan kaynağın ise kalkalkalen volkanikleri oluşturan kaynaktan tamamen farklı olup ilksel mantodan daha zenginleşmiş olan malzemenin kısmi ergimesi ile meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir.

Karacık, Z., 1995, Ezine ve Ayvacık civarında yaygın olarak yüzeyleme veren genellikle genç volkaniklerin (Senozoyik volkanikleri) ne tür kayalardan oluştuğunu, bölgede izlenen plütonik kayalar ile volkanik kayaların ilişkisini, plütonik-volkanik topluluk arasındaki petrolojik ilişki, yaş ilişkisi ve gelişim ortamlarını ortaya koymuştur. Ayrıca bölgedeki metamorfikler ve çökel kayaçların da gelişim ortamları ve birbirleriyle ilişkilerini incelemiştir. Yaptığı petrokimyasal araştırmalar sonucunda bölgedeki plütonik kayaçların kuvarslı monzonit bileşimli yüksek potasyumlu ve kalkalkalen nitelikli, volkanik kayaçların ise ortaç bileşimli yüksek potasyumlu ve kalkalkalen, bir kısmının da gerilme sistemi içinde alkalen nitelikte olduklarını açıklayarak, bölgedeki tüm magmatik kayaların aynı magmadan kaynaklandığını ve benzer bir jeolojik ortamda geliştiğini belirtmiştir.

Genç, Ş.C., 1998, Oligosen – Orta Miyosen boyunca Bayramiç ve civarında gelişen plütonik ve volkanik kayaçları incelemiştir. Magmatik evrenin alt volkanik

birlik ile ilişkili Evciler granit intrüzyonu ile başladığını, bunu üst volkanik birliklerinin takip ettiğini belirtmiş, bir K-G sıkışma rejimi altında meydana gelen bu kaya gruplarını Bayramiç magmatik kompleksi olarak isimlendirmiştir. Bayramiç magmatik kompleksini oluşturan Evciler graniti ve üst volkanik birlik kayalarının jeokimyasal verileri yüksek-K, kalkalkalin eğilim gösterirlerken, alt volkanik birlik kayalarının bunlara oranla az olarak alkalin eğilim gösterdiği sonucuna varmıştır. Araştırmacı, Bayramiç magmatik kompleksi için yüksek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.705767 - 0.708806$, düşük $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512312 - 0.512589$ oranları ve ϵNd (-1, -6.4) içerikleri ve bu kayaların, iz element ve REE (nadir toprak element) modelleri ile Oligosen-Erken Miyosen boyunca çarpışma sonrası tektonik ortamda kalın kıtasal kabuktan geçerken manto ve kıtasal bileşenlerden oluşan hibrid bir kompozisyonu işaret etmiştir. Alkalin bazaltlar için ise, düşük $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70313 - 0.70334$, yüksek $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.51292 - 0.512962$ izotop oranları ve yüksek ϵNd (5.6, 6.5) içerikleri ile Okyanus Adaları Bazaltına (OIB) yakın, kirlenmemiş bir manto kaynağından sağlandığını belirterek, bazaltların, genç açılma çatlakları boyunca oluştuğunu söylemiştir.

Aldanmaz ve diğ., 2000, Batı Anadolu bölgesinde Eosen çarpışmasını takiben gelişen volkanizmayı incelemişlerdir. Çarpışmayla ilgili olarak, volkanizmanın erken safhalarında gelişen (< 21 My) lavlar, bazaltik andezit piroklastikler ve riyolit bileşimleri kayaçları ve daha sonra gerilme havzalarında oluşan, lav akışkanları, bazalt daykları ve andezitlerinin her ikisinin de kalkalkalin ve şoşonitik karakterlerde olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları jeokimyasal çalışmalar doğrultusunda da bu volkaniklerin karakteristiklerin modellenmesinin, çarpışma öncesi dalma-batma olayından kaynaklanan bir litosferik manto kaynağını gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Bunlara karşın, gerilmeli zonlar boyunca yerleşen düşük $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.70311 - 0.70325$ ve yüksek $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.51293 - 0.51298$ oranlarıyla karakterize edilen, Geç Miyosen volkanizmasının (< 11My) ise alkali bazalt ve bazanitleri içerdiğini ve bu kayaların iz element ve izotop sistematiklerinin, zenginleşen atmosferik manto kaynağını yansıttığını söylemişlerdir.

Delaloye ve Bingöl, 2000, Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da geniş kapsamlı olarak gözlenen çeşitli yaş ve kompozisyonlara sahip granitoidik kayaları ayırtlamışlardır. Yüksek sıcaklık metamorfik kuşaklarında gelişmiş olan, batıda Ege deniziyle kuzeyde Marmara denizi ve İzmir-Ankara çizgisiyle, güneyde Ankara'dan Bodrum'a birleşen bir çizgiyle sınırlanmış alanda yer alan Genç granitoidler (Üst Kretase-Geç Miyosen) kuzeyden güneye gençleşen kuşaklara ayrılmıştır. Batıda Biga Yarımadası'ndan doğuda Sinop'a kadar uzanan alanda incelenen Yaşlı granitoidlerin de (Kambriyen-Orta Jura) Anadolu'nun kuzey ve kuzeybatı kısmında bulunduğunu belirtmişlerdir. Genç granitlerin kimyasal özellikleri volkanik yay granitleri (VAG) ve Geç Karbonifer yaşlı Hersiniyen'in kuzeye doğru dalma-batma zonu serilerinden kaynaklandığını gösterirken, aynı şekilde yaşlı granitoidlerdeki majör ve iz elementlerin de tipik volkanik yay veya çarpışma sonrası granit özellikleri yansıttıkları belirtilmiştir. Yazarların Genç granitoidler içinde değerlendirdikleri Evciler Plütonu'na ait yaş verileri bu çalışmada da kullanılmıştır.

Yılmaz, ve diğ., 2001, KB Anadolu'da Biga Yarımadası güneyindeki ve Kozak bölgesindeki iki magmatik birliği karşılaştırmışlar ve bunların tektonik yapılarını ortaya koymuşlardır. Çalışma alanını da içine alan Biga Yarımadası güneyindeki magmatik birliklerden ilkinin Oligosen- Alt Miyosen boyunca oluştuğunu, yaygın olarak yüksek K-kalkalkalin ve kısmen şoşonitik ve hibrid nitelikli volkaniklerden meydana geldiğini ve yine bu periyotta granitik plütonların sokulum yaptığını belirtmişlerdir. İkinci magmatik evrenin Geç Miyosen –Pliyosen boyunca ve alkali bazaltlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. KB Anadolu'da gerçekleşen sıkışma ve gerilme tektoniği ile oluşan jeolojik gelişimi diyagramlar yardımıyla göstermişlerdir.

Innocenti ve diğ., 2005, Batı Anadolu'da Miyosen'den bugüne magmatizmanın üç farklı ürününden ve bunların kaynaklarının yanısıra jeodinamik gelişiminden bahsetmişlerdir. Bunlardan ilkinin kalkalkalin ve şoşonitik kayalardan (16–21 My) oluştuğunu ve bunların Sr, Nd izotopik oranları ve iz element değişimleri ile, bir kabuk etkileşimini gösteren manto kaynağını yansıttığını ileri sürmüşlerdir. Yüksek Sr ve düşük Nd izotopik bileşimi ile karakterize edilen, ultrapotasik ve lamproitik kayalar için (14–16 My) flogopit içerikli litosferik bir kaynağı işaret ederlerken,

LILE (iri katyonlu litofil elementler)/HFSE (yüksek değerlikli katyonlu elementler) oranları ile birlikte düşük Sr ve yüksek Nd izotopik bileşimleri sunan OIB tipi magmadan gelişen Kula volkaniklerinin (0–2 My) atmosferik manto kaynağından sağlandıklarını belirtmişlerdir.

Aldanmaz ve diğ., 2006, KB Türkiye’de Geç Senozoyik’te gerilme süreçleriyle ilgili olarak gelişen OIB tipi alkalın volkanik kayaları incelemiştir. LILE ve HFSE’de önemli zenginleşme göstererek OIB tipi ile karakterize edilen volkanik takımın, birincil (ya da birincile yakın) eriyikleri, manto kökenli, küçük hacimli kıta içi plaka ile tasvir edilen alkalın olivin bazalt volkanik kayalarını ve bazanitleri içerdiğini belirtmişlerdir. Yazarlar iz element değişikliklerinden yola çıkarak erken oluşan alkalın olivin bazalt ve daha sonraki bazanitler için aynı kaynaktan fakat muhtemelen farklı derinliklerden sağlanan eriyik ile ilgili olabileceği yorumunu yapmışlardır.

Altunkaynak, Ş., 2007, Kuzeybatı Anadolu’daki çarpışma sonrasında dalan levhanın kırılması ve ergimesiyle gelişen magmatizmayı incelemiştir. İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu’nun (IAESZ) kuzeyi ve zon boyunca D-B gidişli bir kuşaktan oluşan çarpışma sonrası Eosen magmatizmasının jeokimyasal ve yaş verilerinin dalan bir levhanın kırılma modelini desteklediğini belirtmiştir. 54-48 My yaşlı ve diyorit, kuvars diyorit, granodiyorit ve siyenit bileşimli olan güney kuşaktaki sütur zon granitlerinin (SZGs) ve daha genç olan (48-35 My) monzogranit, granit ve granodiyorit bileşimli kuzey kuşaktaki Marmara granitoidlerinin (MGs), orta-yüksek K-lu, kalkalkalin bileşime sahip ve baskın olarak metaluminous I tipi granitoidler olduğunu belirtmiştir. Nd-Sr izotop sistematiğinin ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(t)} = 0.70624-0.70704$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(t)} = 0.512430-0.512439$), kabuk boyunca göçü sırasında kıtasal kirlenme, asimilasyon ve fraksiyonel kristalizasyon süreçleri ile değişen litosferik manto kaynağını desteklediğini ileri sürmüştür.

1.4 Bölgesel Jeoloji

Biga Yarımadası'nın jeolojisi, başlıca metamorfik topluluklar, ofiyolitik topluluklar, Neojen havza çökelleri ve Eosen'den başlayıp Pliyosen'e kadar aralıklarla gelişimini sürdürmüş magmatik aktivitenin ürünlerinden oluşur (Şekil 1.2).

Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Biga Yarımadası'nın temelini, farklı yapısal, stratigrafik ve metamorfik özelliklere sahip, kıtasal parçalardan oluşan Sakarya Kuşağı'nın metamorfik kayaları oluşturmaktadır (Okay ve diğ., 1990). Bingöl (1968) tarafından "Kazdağ Grubu" olarak adlandırılan bu temel, Permiyen öncesi metadümit, metaharzburgit, metagabro, piroksenit, amfibolit, gnays, şist ve mermerlerden oluşmaktadır. Bu yüksek dereceli metamorfik kayalardan oluşan Kazdağ Grubu KD yönelimli yapısal bir kubbe oluşturur (Bingöl, 1969; Okay ve diğ., 1990; Okay ve diğ., 1996; Duru ve diğ., 2004). Kazdağ grubunu oluşturan yüksek dereceli metamorfik kayalar Kuzeybatı Anadolu'da Karakaya Kompleksi altından bir tektonik pencere olarak yüzeylenirler (Duru ve diğ., 2004).

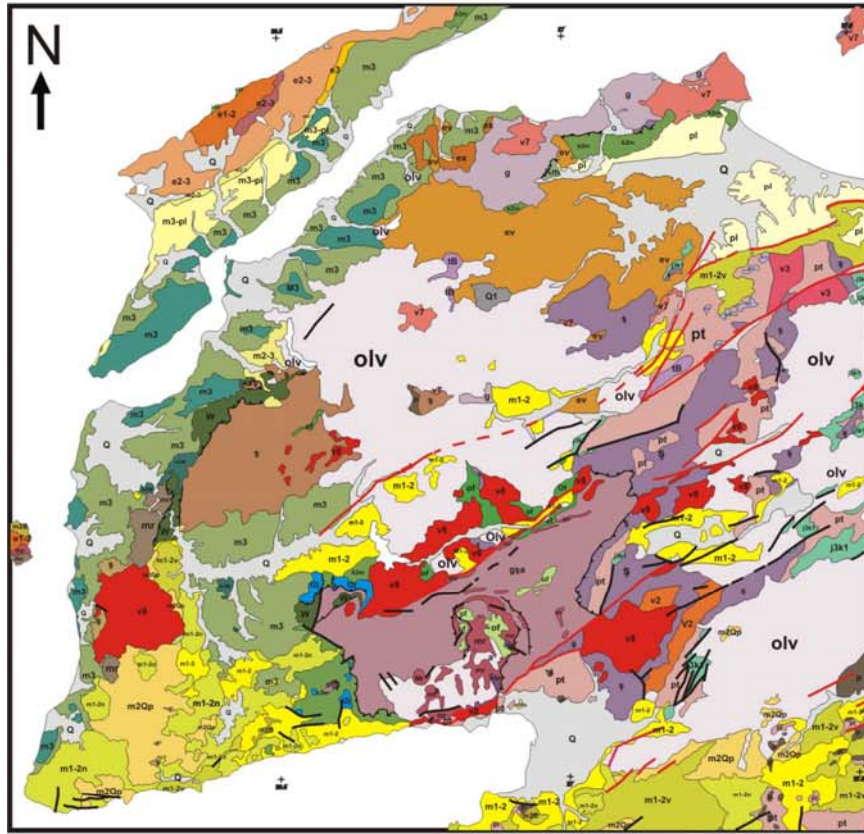
Biga Yarımadası'nın içinde bulunduğu Sakarya kuşağında geniş yayılım sunan ve deformasyona bağlı olarak karmaşık bir içyapıya sahip Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi ilk olarak Bingöl ve diğ. (1975) tarafından "Karakaya Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Okay ve diğ. (1990), Karakaya Kompleksi içinde birbirleriyle olan ilişkileri net olarak gözlenmemekle birlikte benzer yaşta fakat değişik havza koşulları ve tektonik ortamları yansıtan dört farklı birim ayırt etmişlerdir. Bu birimler alttan üste doğru Nilüfer birimi, Hodul birimi, Orhanlar grovakı ve Çal birimidir.

Biga Yarımadası'nda geniş yayılım sunan Üst Kretase yaşlı Çetmi ofiyolitik melanji (Okay ve diğ., 1990), başlıca spilit, grovak, pelajik şeyl, serpantin ve radyolaritlerden oluşan, karmaşık ve düzensiz bir iç yapıya sahip olup, Şengör ve Yılmaz (1981)'ın tanımladığı Rodop-Pontid parçasını Sakarya Zonu'ndan ayıran Pontid-içi kenedini temsil eder.

Biga Yarımadası'nda Sakarya kıtası ile Torid-Anatolid platformlarının çarpışmasını takiben ve daha sonra gerilme etkisi altında olmak üzere Eosen'den Pliyosen'e kadar farklı dönemlerde aktif olmuş magmatizmanın plütonik ve volkanik ürünleri bir arada ve yaygın olarak bulunmaktadır. Bu magmatizmanın ürünleri kalkalkalen nitelikli granit, granodiyorit, kuvars diyorit, kuvarslı siyenit ve kuvars monzonitik derinlik kayaçlarının yanı sıra andezit, dasit, riyolit ve asidik tüflerden oluşan volkanik kayaçları içerir (Ercan ve diğ., 1995). Gerilme tektonizması etkisiyle oluşmuş alkalen nitelikli bazaltik kayaçlarda Biga Yarımadası'ndaki volkanizmanın son evrelerinde oluşmuş ürünlerdir (Ercan ve diğ., 1995, Aldanmaz ve diğ., 2006).

Bölgenin Orta Eosen sonrasındaki çökel kayaları, lagüner fasiyeste, Orta-Üst Eosen yaştaki Soğucak Kireçtaşı ile başlar. Soğucak Kireçtaşı'nın çökeliminden sonra havzanın güney şelfi giderek derinleşmiş ve genellikle türbidit karakterli kumtaşları ile şeyl ve marnlardan oluşan Ceylan Formasyonu çökelmiştir. İç kesimlerde Erken-Orta Miyosen'deki volkanizma ile eş zamanlı olarak karasal birimler çökelmiştir. Çan çevresinde Çan Formasyonu olarak isimlendirilen (Siyako ve diğ., 1989) bu karasal birimler bitümlü şeyl, silttaşı, kumtaşı, tuf ve kömürden oluşur. Miyosen dönemine ait bu çökeller, Oligo-Miyosen'in andezitik volkanitler üzerinde uyumsuzlukla yer alır.

Biga Yarımadası'nda Pliyo-Kuvaterner döneminde Bayramiç Formasyonu olarak adlandırılan (Siyako ve diğ., 1989) çakıltaşı, kumtaşı ve şeylden oluşan flüviyal sedimanlar ile gölsel karbonatlar çökelmiştir. Bayramiç Formasyonu, genellikle daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuzdur; yalnızca Çanakkale güneyinde Alçıtepe Formasyonu ile geçişli görülmektedir (Siyako ve diğ., 1989). Alçıtepe Formasyonu; Gazhanedere ve Kirazlı Formasyonları ile yanal ve düşey geçişli, sığ denizel bir birim olup, kumtaşı, çakıltaşı, şeyl, marn ve bu birim için karakteristik olan oolitik kireçtaşlarından oluşur.



İŞARETLER

| | | | |
|--|---------------------|--|-------------------|
| | Dokanak | | Tanımlanmamış fay |
| | Sürüklenim | | Olası fay |
| | Doğrultu atımlı fay | | Aktif fay |
| | Düşey fay | | Olası aktif fay |

ŞEKİL 1.2. BİGA YARIMADASI'NIN GENEL JEOLJİ HARİTASI
(MTA 2002, 1/500000'lik haritadan düzenlenmiştir)

AÇIKLAMALAR

SEDİMANTER KAYALAR

| | | |
|----------------------|-------|---|
| KUVATERNER | Q | Ayrılmamış kuvaterner |
| KUVATERNER | Qt | Alüvyon yelpazesi, yamaç molozu vb. |
| PLİYOSEN | pl | Ayrılmamış karasal kıvrıntılar |
| ÜST MİYOSEN-PLİYOSEN | m3-pl | Karasal kıvrıntılar |
| ÜST MİYOSEN | m3 | Neritik kireçtaşı |
| ÜST MİYOSEN | m3 | Karasal kıvrıntılar |
| ORTA-ÜST MİYOSEN | m2-3 | Karasal kıvrıntılar |
| MİYOSEN | m1-2 | Karasal kıvrıntılar |
| ÜST EOSEN | e3 | Kıvrıntılar |
| ORTA-ÜST EOSEN | e2-3 | Kıvrıntılar ve karbonatlar |
| ORTA-ÜST EOSEN | e2-3 | Neritik kireçtaşı |
| ALT-ORTA EOSEN | e1-2 | Kıvrıntılar (yer yer karasal) |
| ÜST SENONİYEN | s2a | Kıvrıntılar ve karbonatlar |
| ÜST JURA-ALT KRETASE | j3k1 | Neritik kireçtaşı |
| ORTA TRIYAS-JURA | t2 | Neritik kireçtaşı |
| ORTA-ÜST TRIYAS | t2-3 | Karbonatlar ve kıvrıntılar |
| PERMO-TRİYAS | pt | Kıvrıntılar ve karbonatlar (yer yer bloklı ve volkanitli) |
| PERMİYEN | p | Karbonatlar yer yer kıvrıntılar |

VOLKANİK KAYALAR

| | | |
|--------------|-------|--|
| ÜST MİYOSEN | m3b | Bazalt |
| ORTA MİYOSEN | m2b | Bazalt |
| ORTA MİYOSEN | m2Op | Dasit, riyolit, riyodasit (genellikle Alt Miyosen) |
| ORTA MİYOSEN | m1-2v | Ayrılmamış volkanitler (genellikle andezitik) |
| ORTA MİYOSEN | m1-2n | Piroklastik kayalar |

| | | |
|----------|-----|---|
| OLİGOSEN | olv | Ayrılmamış volkanitler |
| EOSEN | ea | Andezit |
| EOSEN | ev | Ayrılmamış volkanitler (yer yer sedimanter kayalar) |
| TRİYAS | tb | Bazalt, epilit |

OFİYOLİT KAYALAR

| | | |
|-----------------|-----|---|
| ÜST KRETASE | k2n | Ofiyolitik melanj |
| MESOZOYİK | m | Peridotit |
| MESOZOYİK | of | Ayrılmamış bazik ve ultra bazik kayalar |
| YAŞI BİLİNMEYEN | of | Bazik ve ultrabazik kayalar |

METAMORFİK KAYALAR

| | | |
|--------------------------------|-----|---|
| ÜST KRETASE | km | Metabazik, amfibolit vb. |
| ÜST PALEOZOYİK-TRİYAS | ş | Şist, filit, mermer, metabazit vb. |
| PERMİYEN | m | Mermer |
| ÜST PALEOZOYİK | ş | Şistler |
| PALEOZOYİK | m | Mermer |
| PALEOZOYİK | ş | Şistler |
| PALEOZOYİK ve/veya PREKAMBİYEN | g | Gnays |
| PALEOZOYİK ve/veya PREKAMBİYEN | g1a | Ayrılmamış gnays, metagranit, şist, amfibolit, mermer vb. |
| PREKAMBİYEN | g1a | Ayrılmamış gnays, şist, metagranit, migmatit, amfibolit vb. |
| PREKAMBİYEN | a | Amfibolitler |

PLUTONİK KAYALAR

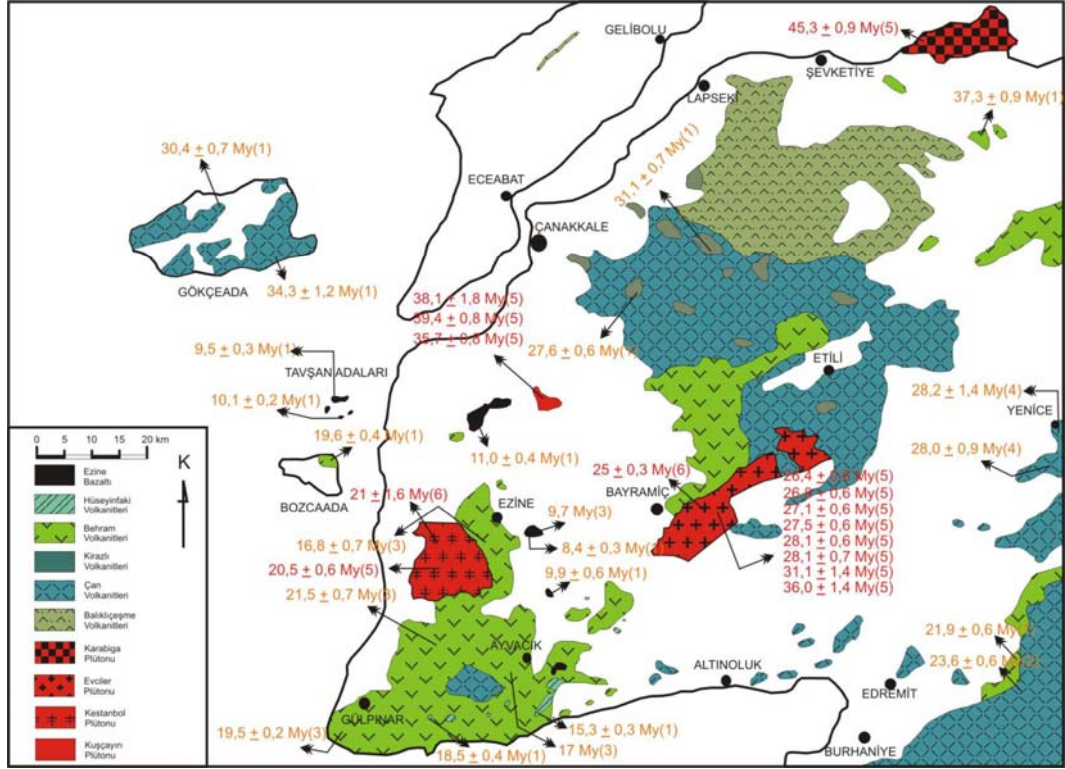
| | | |
|----------------|----|---------------------------------|
| OLİGOSEN | g4 | Granitoid |
| OLİGOSEN | v7 | Granitoid (yer yer Alt Miyosen) |
| TRİYAS | v3 | Granitoid |
| ÜST PALEOZOYİK | v2 | Metagranit |

1.4.1. Biga Yarımadası'ndaki Magmatik Kayaçların Konumu ve Yaşları

Biga Yarımadası'ndaki magmatik süreç Sakarya kıtası ile Toros kıtasının Üst Kretase'de çarpışmasından sonra birbirlerine kuzey-güney yönlü yaklaşma ile başlamıştır. Bu yaklaşmayı takiben kıta kabuğu ve litosfer kısalıp kalınlaşmıştır. Sıkışma sistemi muhtemelen Orta Miyosen'e kadar sürmüştür (Yılmaz,1989). Orta Miyosen'de ise kuzey-güney yönlü sıkışma, yerini, kuzey-güney gerilme sistemine bırakmıştır (Yılmaz, 1995). Bu yeni tektonik rejimin sebebi ise, Eosen sonrası gerçekleşen Doğu Anadolu'daki Arap plakası ile Anadolu plakası arasında meydana gelen çarpışmanın etkisiyle Anadolu plakasının batıya doğru hareket etmesi ve bu plakanın batıya olan hareketini frenleyecek Yunan makaslama zonunun bulunmasıdır (Şengör, 1979; Şengör ve Kidd, 1979).

Çarpışma sonrası dönemde etkinliğine başlayan volkanizmanın ürünleri, farklı dönemlere ayırtlanmış ve birçok farklı isimler altında tanıtılmıştır. Bu nedenle Biga Yarımadası'ndaki magmatik kayaçların konumu Ercan ve diğ., (1995)'in ayırt etmiş olduğu isimler dikkate alınarak, diğer araştırmacıların da o volkanikler için vermiş oldukları isimlendirmelerle birlikte yaşlıdan gence doğru bir sıra içerisinde tanıtılacaktır. Magmatik kayaçların konumu ve çeşitli araştırmacılara göre elde edilen yaş verileri Şekil 1.3'de gösterilmiştir.

Biga Yarımadası'ndaki Eosen volkanizması, Ercan ve diğ., (1995) tarafından Balıklıçeşme volkanikleri, Siyako ve diğ., (1989) tarafından da Akçaalan volkanikleri olarak adlandırılmıştır. Eosen volkanizmasına ait volkanik ürünler, andezit, dasit türde lav ve tüflerden (yer yer aglomera) oluşmaktadır. Bu döneme ait volkanizma Lapseki-Biga ilçe merkezleri arasında ve batıda Gelibolu yarımadasında gözlenir. Ercan ve diğ., (1995) Balıklıçeşme köyü yakınındaki dasitik bir lavdan aldığı örnekte K/Ar yöntemiyle $37,3\pm 0,9$ My (Üst Eosen sonu) yaşını saptamıştır. Siyako ve diğ., (1989) ise Akçaalan volkaniklerini Lapseki güneyinde delta düzlüğü-flüviyal çökeller olarak tanımlanan ince kömür arakatlı konglomera ve kumtaşından oluşan Fıçitepe formasyonunun altında, Lapseki doğusunda ise Üst Kretase ofiyolitli melanj ile Orta Eosen Soğucak kireçtaşı arasında tanımlar ve bu stratigrafiden yola çıkarak Paleosen-Eosen yaşını bu volkanizma için kabullenir.



Şekil 1.3. Biga Yarımadası'ndaki magmatik kayaçların yayılımı ve yaş verileri (Ercan ve diğ., 1995'ten değiştirilmiştir). Yaş verileri: (1) Ercan ve diğ., 1995, (2) Borsi ve diğ., 1972, (3) Krushensky, 1976, (4) Dayal, 1984, (5) Delaloye ve Bingöl, 2000, (6) Birkle ve Satır, 1995.

Oligosen volkanizması, Biga Yarımadası'nda yaygın yüzlekler sunmaktadır. Bu dönemde Çan-Etili çevresinde, Edremit dolaylarında, Çanakkale doğusunda ve Gökçeada'da yaygın olarak gözlenen Çan volkanikleri, andezit, dasit, riyodasit türde lav, tüf ve aglomeradan oluşur. Tüf ve lavların büyük kısmı altere ve pek çoğu silisleşmiştir (Ercan ve diğ., 1995). Bu volkaniklere ait Gökçeada'daki andezitik lavdan ve Gökçeada-Tepeköy'deki bir andezitik lavdan K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinleri sırasıyla $34,3 \pm 1,2$ My (Alt Oligosen) ve $30,4 \pm 0,7$ My (Alt Oligosen) yaşlarını vermiştir. Saner (1985), Enez doğusunda Hisarlıdağ'da ve Keşan civarında Çan volkaniklerine benzer bileşim sergileyen andezitik ve dasitik türde lav ve tüflerden oluşmuş birimleri Hisarlıdağ volkanikleri olarak adlandırmış, Sümengen ve diğ., (1987) bu adlamayı kabul ederek, bu bölgedeki andezitik lavda K/Ar yöntemiyle yaptığı yaş tayininde $35,0 \pm 0,9$ My (Alt Oligosen) yaşını elde etmiştir.

Krushensky (1976)'de Edremit'in kuzeydoğusunda yer alan Başlıca riyodasit, dasit ender olarak trakiandezit, olivin trakiandezit bileşimlerinden oluşan, andezitik lavdaki biyotitden elde edilen, K/Ar yöntemiyle yaptığı yaş tayininde $23,6\pm 0,6$ My (Orta Miyosen) yaşını elde etmiş ve bu birime Hallaçlar Formasyonu adını vermiştir.

Trakiandezit ve bazaltik türde lavlar ve dayklar şeklinde, Biga yarımadasının orta kesiminde KB-GD yönde kırık hatları boyunca küçük yüzlekler veren Kirazlı volkanikleri de (Ercan ve diğ., 1995), Kirazlı kuzeydoğusunda, trakiandezit türde lavda ve Kirazlı civarında bazaltik türde lavda K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinlerinde sırasıyla $31,1\pm 0,7$ My (Alt Oligosen) ve $27,6\pm 0,6$ My (Üst Oligosen) yaşlarını vermişlerdir (Ercan ve diğ., 1995). Buna benzer volkanikler Ayvalık civarında ve KB Anadolu'da, Ercan ve diğ., (1987) tarafından Alibey volkanikleri olarak isimlendirilmiş ve Ayvalık yakınında Alibey Adası'ndaki trakiandezit türde lavda K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayini $31,4\pm 0,4$ (Üst Oligosen) yaşını vermiştir.

Miyosen döneminde meydana gelen volkanizma, Ayvacık- Gülpınar çevresinde, Bayramiç kuzeyinde, Edremit doğusunda ve Bozcaada'da yüzlek veren, andezit, dasit, riyodasit, latit türde lav, tuf ve aglomeralar ile geniş alanlar kaplayan ignimbritlerden oluşmaktadır. Ercan ve diğ., (1995) tarafından Behram volkaniti olarak isimlendirilmiştir. Aynı yaştaki buna benzer volkanik kayalar, Aysal, (2005) tarafından Biga ilçesinin güneyindeki mostraları için Biga volkaniti, Akyürek ve Soysal, (1983) tarafından Bergama güneyindeki volkanikler için Yuntdağ volkaniti olarak adlandırılmıştır. Ercan ve diğ., (1995)'nin Bozcaada'daki andezit lavlarında ve Edremit, Bağburundaki bir andezitik lavda yaptıkları K/Ar yaşı $19,6\pm 0,4$ My (Alt-Orta Miyosen) ve $21,9\pm 0,6$ My (Alt-Orta Miyosen) yaşlarını vermiştir.

Gülpınar- Koyunevi köyü ve Ayvacık-Hüseyinfaki köyü yakınları, ve Edremit yöresinde yüzlekler veren bazalt ve trakiandezit türde lavlar Ercan ve diğ., (1995) tarafından Hüseyinfaki volkanikleri olarak isimlendirilmişlerdir. Ercan ve diğ., 1984 Bigadiç yöresindeki benzrer kayaçları Çandağ volkanitleri, Dikili, Bergama ve Edremit yöresindekileri de Dededağ volkaniti olarak adlandırmışlardır. Ercan ve diğ., (1995) tarafından Hüseyinfaki volkaniklerinde, Gülpınar- Koyunevi köyü ve

Ayvacık-Hüseyinfaki köyü yakınlarından elde edilen K/Ar yaşı $18,5\pm 0,4$ My (Alt-Orta Miyosen) ve $15,3\pm 0,3$ My (Orta Miyosen) olarak saptanmıştır.

Bunların dışında Oligosen-Miyosen volkanik kayalar için, Borsi ve diğ., (1972) tarafından Ayvacık civarında, andezitik lav ve tüflerden elde edilen yaşlar $16,8\pm 0,7$ My, $19,5\pm 0,2$ My ve $21,5\pm 0,7$ My, Ayvacık civarındaki ignimbritlerden elde edilen yaş ise 17 My'dır. Bu şekilde Yenice dolaylarında, andezitik lavda Dayal (1984) tarafından elde edilen yaş verisi $28,2\pm 1,4$ My ve $28,0\pm 0,9$ My'dır.

Siyako ve diğ., (1989), Biga Yarımadası'ndaki tüm Oligosen-Miyosen volkanizmasını Lapseki güneyi ve doğusunda ve Gelibolu'daki yüzleklere göre "Doyran Volkanitleri", Bayramiç-Çan bölgesi ve Edremit körfezi çevresindeki yüzleklere göre de "Ezine Volkaniti" olarak adlandırmış ve bu volkanizma için sedimanlarla olan ilişkilerine göre yaş vermişlerdir.

Miyosen-Pliyosen dönemindeki volkanizma, Biga Yarımadası'ndaki volkanizmanın son ürünlerini oluşturur. Bunlar; Eosen'den başlayan ve Oligosen-Alt Miyosen zamanına kadar devam eden volkanizmadan hem tektonik ortam hem de bileşimsel olarak farklılıklar gösterirler. Ayvacık-Ezine arasında ve Tavşan adasında mostra veren alkali olivin bazaltik lavlar, Ercan ve diğ., (1995) tarafından "Ezine Bazaltı" olarak isimlendirilmiştir. Bu volkanik ürünlerden Ezine yolu üzerindeki bazalt örneğinden $11,0\pm 0,4$ My (Üst Miyosen), Ezine-Ayvacık arası bazalt örneklerinden $9,9\pm 0,6$ My- $8,4\pm 0,3$ My (Üst Miyosen) ve Tavşan adalarındaki bazalt örneklerinden $9,5\pm 0,3$ My- $10,1\pm 0,2$ My (Üst Miyosen) yaşlar K/Ar yöntemiyle Ercan ve diğ., (1995) tarafından elde edilmiştir. Aldanmaz ve diğ., (2000) ve Kaymakçı ve diğ., (2007) tarafından K/Ar ve Ar/Ar yöntemi ile elde edilen yaş verileri Biga Yarımadası'ndaki alkali volkanikler için $11,16\pm 0,21$ My (Üst Miyosen)'dan $7,65\pm 0,36$ My (Üst Miyosen)'a kadardır. Trakya havzası içindeki bu tür volkanizma ürünlerinden de $11,68\pm 0,25$ My (Üst Miyosen) yaşı Kaymakçı ve diğ., (2007) tarafından elde edilmiştir.

Biga Yarımadası'nda Eosen'den itibaren süre gelen magmatik aktivitenin diğer ürünleri de Yarımada'da aynı volkaniklerde olduğu gibi KD-GB bir dizilim gösteren plütonik kayalardır. Plütonik kayalar kuzeydoğudan itibaren sıralanacak olursa, en kuzeyde yer alan Karabiga plütunu, granit, monzogranit, siyenogranit bileşimlidir. Delaloye ve Bingöl (2000) tarafından Lapseki plütunu olarak da adlanmıştır. Plüton bu bölgede Menderes Masifinden Karakaya Kompleksi içine sokulmuştur ve K/Ar yöntemiyle biyotitten elde edilen yaş $45,3\pm 0,9$ My (Orta Eosen) vermiştir (Delaloye ve Bingöl, 2000).

Ezine'nin kuzeyinde ufak bir alanda mostra veren Kuşçayı graniti granodiyorit bileşimlidir ve Delaloye ve Bingöl (2000)'in K/Ar yöntemi ile hornblendten elde ettiği yaş $35,7\pm 0,8$ My- $38,1\pm 1,8$ My- $39,4\pm 0,8$ My (Alt Oligosen) vermiştir.

Çalışma alanında da yüzlekleri gözlenen Evciler plütunu, granit, granodiyorit ve kuvarsmonzonit bileşimlidir. Evciler plütununa ait yaş verileri, evciler plütununun litoloji anlatımında detaylı olarak verilmektedir.

Karacık, 1995 tarafından ayrıntılı olarak çalışılmış olan Kestanbol plütunu, yaygın olarak kuvarsmonzonit ve granit bileşiminde, az oranda siyenit, kuvarslı siyenit bileşimindedir. Delaloye ve Bingöl (2000) tarafından bu plüton Ezine plütunu adıyla isimlendirilmiş ve K/Ar yöntemi ile hornblendten elde ettiği yaş $20,5\pm 0,6$ My (Alt Miyosen) vermiştir. Fytikas ve diğ., (1976) Tuzla civarındaki granodiyorit örneğinden K/Ar yöntemi ile $28\pm 0,88$ My (Üst Oligosen) bulurken, Birkle ve Satır, 1995 K/Ar yöntemi ile biyotitten $21\pm 1,6$ My (Alt Miyosen) yaşı elde etmiştir.

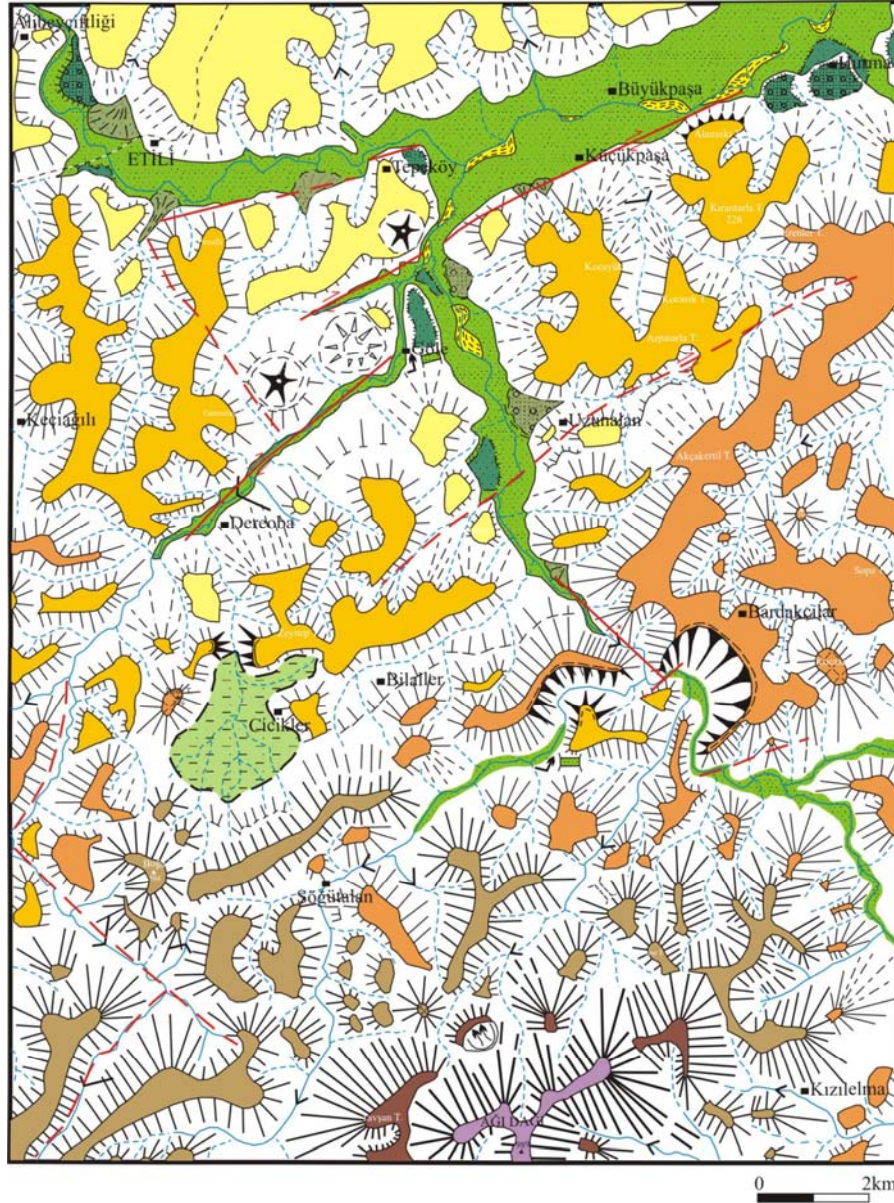
1.5. Jeomorfoloji

İnceleme alanının bugünkü morfolojisini kazanmasında; akarsuların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetleri sonucunda gelişen flüvyal şekillenme süreci etkili olmuştur. Bununla beraber tektonik hareketler bu süreci belirgin olarak etkilemişlerdir. Tektonizmaya bağlı olarak gelişen volkanizma faaliyetleri de bu sürece eşlik etmiştir (Şekil 1.4).

İnceleme alanında akarsular tarafından çeşitli derecelerde yarılmış plato ve dağlık arazilerden oluşmuş bir yerçekilleri topluluğu egemendir. Aslında KD-GB doğrultulu Etili Fayı' nın şekillendirdiği depresyona yerleşen Kocaçay' ı bu kesimde belirgin şekilde güneyden kuzeye uzanan kollar beslemektedir. Bu kollar, sahanın en yüksek kesimini oluşturan Ağı Dağı (989 m) ile en alçak kesimini oluşturan Etili Ovası (95 m - 130 m) arasında kalan alanı genelde dar ve derin vadilerle yarmışlar ve farklı kademelerde aşınım yüzeyi parçaları oluşturmuşlardır. Flüvyal aşındırma sürecini, sahadaki farklı litolojik birimlerin varlığı, bu litolojik birimlerin aşınımına karşı farklı direnç göstermesi ve tektonik aktivitenin yoğunluğu şekillendirmiştir. Bu nedenlerle sahayı işleyen akarsuların yamaçları farklı yükselti ve eğim değerleri kazanmıştır.

Çalışma alanındaki plato yüzeylerini oluşturan kademelerin deformasyona uğrayarak nispeten eğim kazanması, Kocaçay ve Darıözü Dere'nin oluşturduğu ve bu akarsuların araziye hızlı bir şekilde gömüldüğünün ispatı olarak gömük menderesli vadi formunun oluşumudur. Alt kademelerdeki flüvyal taraça seviyeleri, birikinti konileri ve yelpazeleri, blok halinde yükselmenin aşınımı canlandırdığının kanıtı olarak sunulabilir. Sahayı bloklar halinde ayıran ve vadi kuruluşunu denetleyen dislokasyon hatları, zayıf direnç zonlarının varlığına bağlı olarak oluşan az eğimli ova (Cicikler Ovası) ve yamaçlar, sahayı aşındıran dış kuvvetlerin biriktirdiği materyaller ile oluşan alüvyal vadi tabanları sahanın başlıca jeomorfolojik özelliklerini oluşturmaktadır.

Temeli oluşturan Üst Kretase yaşlı Melanj kayaları, bunları kesen granit – granodiyoritler, Miyosen döneminde sahanın volkanik açıdan oldukça aktif olduğunu



ACIKLAMALAR

| | | | |
|--|---|--|--------------------------------|
| | Dağ (900m +) | | Kapma |
| | En yüksek kademeler (650-700m) | | Burun seti deposu |
| | Yüksek kademeler (450-500m) | | Heyelan |
| | Orta yükseklikteki kademeler (300-400m) | | Volkan konisi (olastı) |
| | Alçak kademeler (200-250m) | | Aşınmış volkan konisi (olastı) |
| | En alçak kademeler (100-150m) | | Simetrik vadi |
| | Plato yüzeyinde belirgin yükseltiler | | Asimetrik vadi |
| | Aşınım ovası | | Sürekli akarsu |
| | Alüvyal ova | | Mevsimlik akarsu |
| | Flüvyal taraçalar | | Tepe ve yükseltisi |
| | Boğaz vadi | | Doğrultu atımlı fay |
| | Gömük menderesli vadi | | Olastı doğrultu atımlı fay |
| | Dik eğimli yamaçlar | | Çizgisellikler |
| | Az eğimli yamaçlar | | Fay dikliği |
| | Topografik diskordans (Eğim kırıkları) | | Karayolu |
| | Birikinti yelpazesi | | Yerleşim yeri |
| | Birikinti konisi | | |

Şekil 1.4. Çalışma alanının jeomorfoloji haritası

ispatlayan andezit, dasit, tuf, aglomera ile kumtaşı, çamurtaşı, silttaşından oluşan Neojen gölsel çökelleri ve son olarak Kuvaterner yaşlı alüvyonlar sahadaki belirgin kayaç grupları olarak dikkati çekmektedir.

Sahanın bugünkü morfolojisini; farklı etken ve süreçlerin etkisi altında gelişim göstermiş dağlık araziler, büyük bir kısmını platoların oluşturduğu farklı kademelerdeki yüksek araziler, bu yüksek araziye parçalayan vadi ve yamaç sistemleri ile Cicikli Ovası, Etili Ovası ve alüvyal vadi tabanlarının oluşturduğu alçak sahalar oluşturmaktadır.

Jeomorfolojik Birimler

1. Dağlar

- a. Ağı Dağı (900 m +)

2. Platolar

- a. En Yüksek Kademeler (650 m – 700 m)
- b. Yüksek Kademeler (450 m – 500 m)
- c. Orta Yükseklikteki Kademeler (350 m – 400 m)
- d. Alçak Kademeler (200 m – 250 m)
- e. En Alçak Kademeler (100 m – 150 m)

3. Ovalar

- a. Cicikler Ovası
- b. Etili Ovası
- c. Alüvyal Vadi Tabanları

Söz konusu sahada yükselti genliği yaklaşık 800 m yi geçmektedir. İnceleme alanını drene eden Kocaçay ve kolları, kaynaklarını Kazdağ kütlesinin kuzey yamaçlarından almakta ve eğimi takip ederek kuzeye doğru uzanmaktadır. Yükseltisi güneyden kuzeye sürekli azalan saha, Kocaçay'ın kuzeydoğuya doğru yönelmesi ile sınırlanmaktadır. Dağlık arazi (Ağı Dağı 989 m) ile platoyu oluşturan en yüksek kademe yüzeyleri, nispi olarak 200 m gibi bir yükselti farkı ve çoğu yerde % 50'yi aşan eğim değerleriyle birbirinden ayrılmaktadır. En yüksek kademeler ile yüksek kademeler arasında nispi olarak 100 – 150 m gibi bir fark bulunmaktadır. Bu

kademeler arasında eğim, bazı yamaçlarda % 30'u bulmaktadır. Daha alçak kademeler arasındaki geçiş ise üst kademelere oranla daha az yükselti farkı ile gerçekleşmektedir. Bu kademeler arasında eğim değerleri ise genelde % 10 ile 20 arasında değişmektedir. En alçak kademeler ile ova tabanları arasında eğim değerleri % 5'in altına inmektedir. Etili Ovası' na gelindiğinde ise eğim değerleri %1 – 2 civarında bazen de bu değerlerin altına iner. Bu haliyle saha, güneyden kuzeye sürekli bir şekilde kademeler yoluyla alçalan ve alçaldıkça kademeler arasındaki eğimin giderek düştüğü bir jeomorfolojik görünüm sunmaktadır.

BÖLÜM II

MATERYAL VE METOT

2. UYGULANAN YÖNTEMLER

“Etili (Çanakkale) Güneydoğusu’ndaki magmatik kayaların jeolojisi ve petrografisi” konulu yüksek lisans tezinin hazırlanması amacıyla yapılan çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar ve büro çalışmalarını içermektedir. Birimler tanıtılırken bölgedeki yerleşim yerlerinin, önemli tepelerin ve toplanan örnek yerlerinin kolay takip edilebilmesi için 1/25000 ölçekli örnek lokasyonlarını gösteren bir indeks harita hazırlanmıştır (Şekil 2.1).

2. 1 Arazi Çalışmaları

Çalışma alanında yapılmış daha önceki haritalar ve yayınlar, kaya birimlerinin en iyi gözlemlendiği alanları belirlemek amacıyla gözden geçirilmiştir. Ayvalık i17-b2 paftasından oluşan çalışma alanında yayılım gösteren kaya türlerinin özelliklerini, değişimlerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemek amacıyla 2005 güz dönemi ve 2006 yaz döneminde 1/25000 ölçekli jeoloji harita alımı yapılmıştır. Bu kapsamda Bardakçılar Kaplıcası (S19) ve çevresi, Cicikler (H18) ve Bilaller (K19) köyleri ve çevresi, Etili (F4) ve çevresi, Söğütalan Köyü (I22) ve çevresi gezilerek farklı litolojik birimler haritalanmış, petrografik ve jeokimyasal incelemeler için numuneler derlenmiştir.

2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda Ayvalık i17-b2 paftasından oluşan alanın çeşitli bölgelerinden 140 adet örnek toplanmıştır. Bunlar arasından 107 örneğin ince kesiti yapılarak, polarizan mikroskopta mineralojik bileşimleri ve dokusal incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Bölgedeki alterasyonsuz derinlik kayalarından 6 tanesinde majör element 3 tanesinde de iz element analizi yaptırılmıştır. Volkanik kaya örneklerinden de 44 tanesi seçilerek majör element analizi 27 tanesinden de iz element analizi yaptırılmıştır.

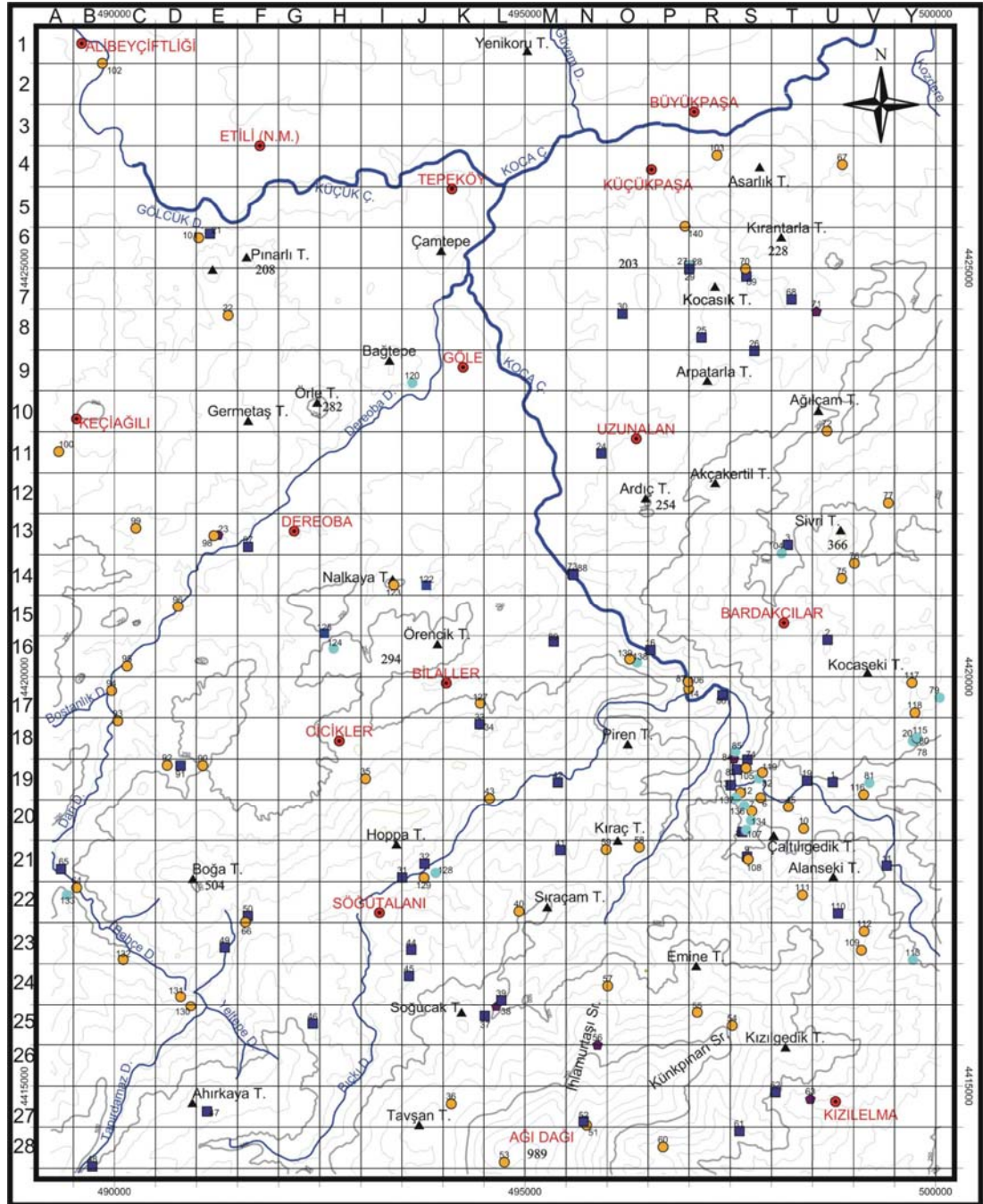
Örneklerin ince kesitlerinin bir bölümü Süleyman Demirel Üniversitesi incekesit laboratuvarında bir bölümü de Dokuz Eylül Üniversitesi incekesit laboratuvarında yaptırılmıştır. 34 adet magmatik kaya örnekleri majör element kimyasal analizi için Kalemaden A.Ş. tarafından Kimya Laboratuvarında X-Ray floresans yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca aynı örneklerden bazılarının da içinde bulunduğu 25 adet magmatik örneğin ise Kanada'da ALS Chemex tarafından ICP-MS yöntemi kullanılarak, majör ve iz element analizleri yaptırılmıştır.

2.2.1. Kimyasal Analiz İçin Numune Hazırlama

Araziden derlenen kaya örnekleri önce çeneli ve merdaneli kırıcılar yardımıyla ufak parçalar haline getirilmiştir. Kuru olan numune bilyalı laboratuvar tipi değirmenlerde 20 dk. süre ile öğütülmüştür. Öğütülen malzeme 63 mikron altında elenmiştir. Elek üstünde kalan malzeme el havanıyla (seramik) dövülerek elek altına indirilmiştir. Malzemedan XRF analizine 20 gr. numune kimyasal analize gönderilmiştir.

2.3. Büro Çalışmaları

Arazi çalışmaları öncesinde çalışma alanı olan Ayvalık i17-b2 paftasının AutoCAD 2002 ve MapInfo Professional 7.5 programları kullanılarak sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur (Şekil 2.1). Yapılan arazi çalışmaları ile bölgenin 1/25000 lik jeoloji haritası CorelDRAW 12 yardımı ile çizilmiştir (EK 1). Laboratuvar çalışmaları sonucunda da elde edilen kimyasal analiz verileri Newpet ve Minpet 2.0 Programları kullanılarak gerekli grafikler çizilmiş ve yorumlanmıştır.



AÇIKLAMALAR

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| ● Yerleşim Yerleri | ▲ Örnek Yerleri |
| ▲ Tepeler | ■ K. Analiz + İncekesit |
| ∩ Eşyüksekti Eğrileri | ● İncekesit |
| ∩ Dereler | ● K. Analiz |
| | ● K. Analiz ve İncekesiti olmayan |

Şekil 2.1. Çalışma alanında örnek lokasyonlarını gösterir indeks harita.

BÖLÜM III

BULGULAR

3. GENEL JEOLJİ ve STRATİGRAFI

Çalışma alanında yüzeyleyen kayaçlar 5 litostratigrafi birimine ayrılmıştır. Bunlar; çalışma alanının temelini oluşturan Çetmi Ofiyolitik Melanjı, daha çok bölgenin güney batısında mostra veren Evciler Plütunu, bölgede geniş alanda yayılım gösteren volkanik kayalar, volkanik kayalarla ara katkılı olarak bulunan Küçükkuşu Formasyonu, volkanik kayaları üzerleyen Neojen gölsel çökellerinin oluşturduğu Çan Formasyonu ve alüvyondan meydana gelmektedir. Bölgede yaygın olarak gözlenen volkanizma ise lav, aglomera, tuf ve silisifiye piroklastikler olarak ilk defa bu çalışmada 4 farklı harita birimi olarak ayırılmıştır. Çalışma alanında yer alan bu birimler DEM (Digital Elevation Model) görüntüsü üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.1). Bu birimlere ait ortalama jeolojik alan yüzdeleri de Şekil 3.2’de verilmiştir.

Çalışma alanındaki birimlerin stratigrafik ilişkilerini gösteren Şekil 3.3’de bölgedeki temeli oluşturan Üst Kretase yaşlı, başlıca serpantin, kireçtaşı blokları ve metaşeylden oluşan Çetmi Ofiyolitik Melanjı, Evciler plütunu tarafından kesilir ve bölgedeki Küçükkuşu formasyonu ve bunlarla ara katkılı yaygın volkanik birimler tarafından uyumsuz olarak üzerlenir.

Geç Oligosen-Miyosen yaşlı (Birkle ve Satır, 1995) granit, granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimde olan Evciler plütunu Çetmi Ofiyolit Melanjı’nı keser. Volkanik kayalar ile olan dokanağı ise uyumsuzdur.

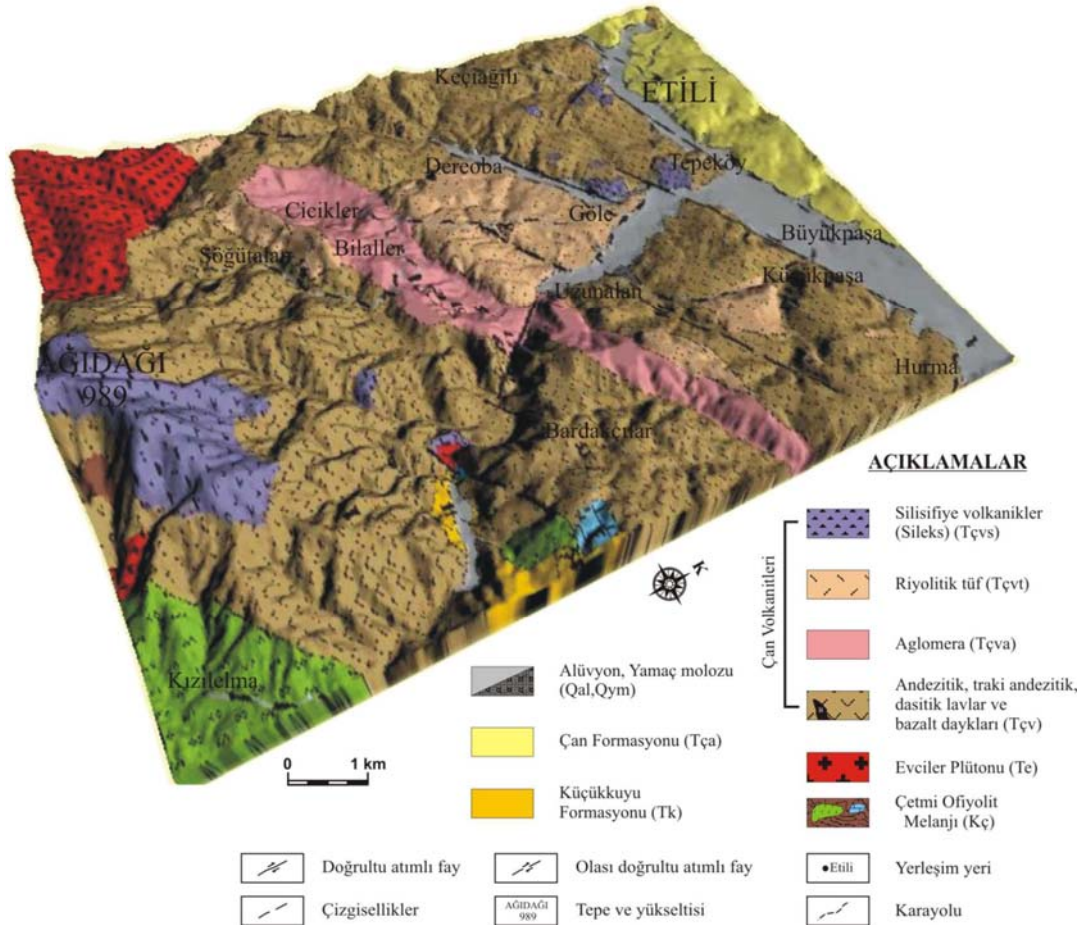
Çan volkanitleri olarak isimlendirilen (Ercan ve diğ., 1995) volkanikler inceleme alanının yaklaşık 2/3 sini kaplarlar. Bunlar çalışma alanında çoğunlukla andezitik, andezitik tuf, ender olarak da trakiandezitik, dasitik bileşimli lavlar, andezit, dasitik bileşimli aglomeralar ve riyolitik bileşimli tüflerden oluşmaktadır. Ayrıca çalışma alanının kuzey ve güney kesimlerinde bu volkaniklerin hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuş silisifiye olmuş (sileks) bölgeler de bulunmaktadır. Ayrıca çok nadir görünmekle birlikte, lavlar içinde gözlenmiş bazalt daykları da bu

volkanik topluluk içinde yer alır. Tüm bu volkanik birlik Çetmi Ofiyolit Melanji ve granodiyorit bileşimli intrüzif üzerine uyumsuzlukla gelir.

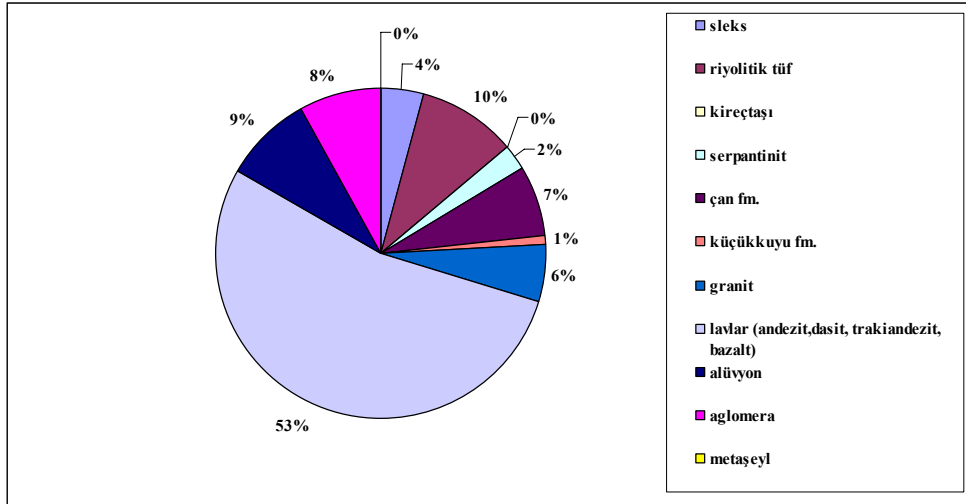
Kumtaşı, silttaşı ve organik çamurtaşı niteliğinde olan Küçükkuyu Formasyonuna ait gölssel sedimanlar Bardakçılar köyü (T15) civarında andezitik türdeki volkanik kayalar ve aglomeralar ile arakatlıdır.

Çalışma alanında açık bir yüzlek olarak gözlenmese de kıltaşı, kumtaşı, kömür, organik şeyl, aglomera ve tuf stratigrafisi sunan Çan formasyonu, bölgedeki yaygın olarak gözlenen volkanik kayaların üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

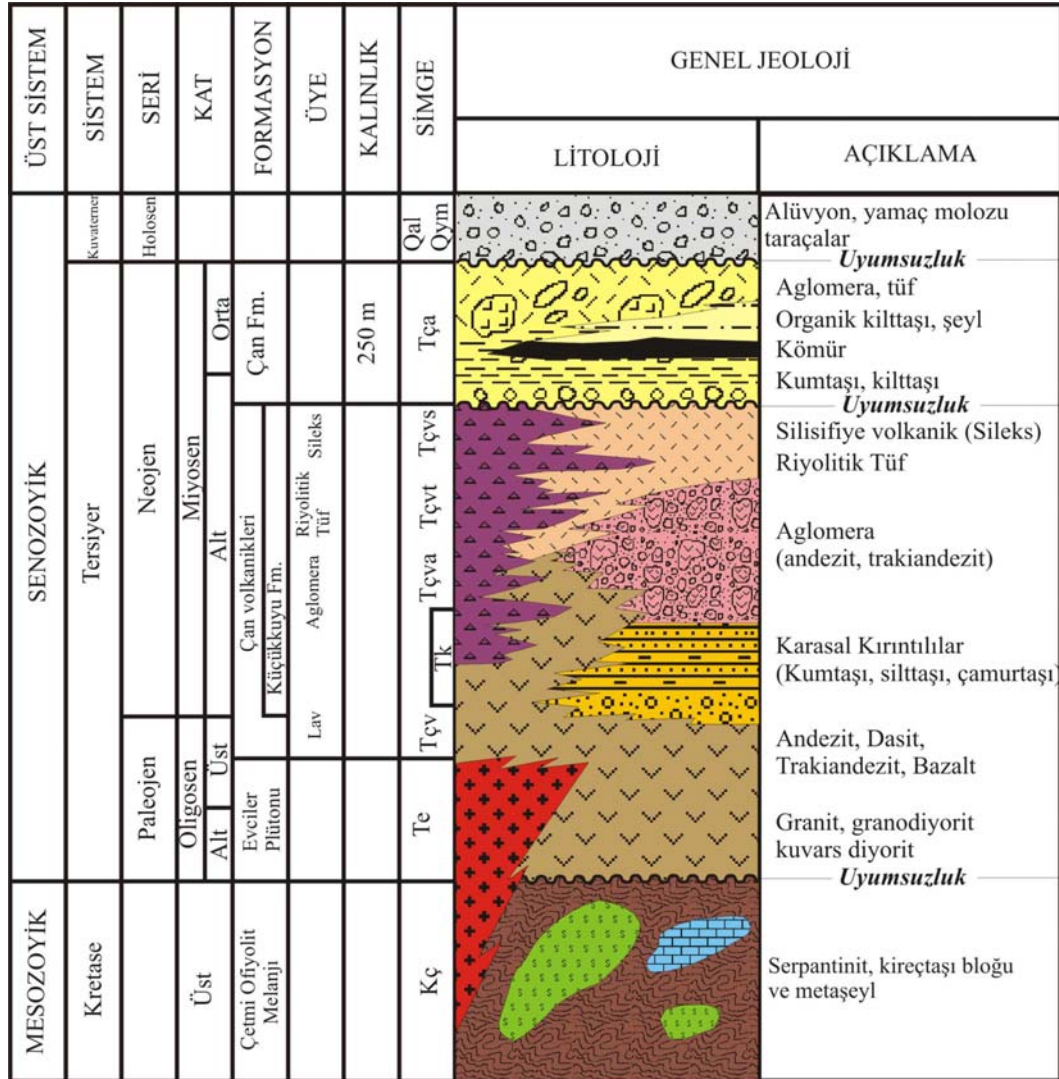
Çöküntü alanlarında yüzlek veren alüvyal nitelikli Kuvaterner yaşlı birimler ise tüm birimleri uyumsuzlukla örtmektedir.



Şekil 3.1. Çalışma alanının DEM görüntüsü üzerindeki jeoloji haritası.



Şekil 3.2. Çalışma alanında yer alan jeolojik birimlerin ortalama alan yüzdeleri



Şekil 3.3. Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksizdir).

3.1. Çetmi Ofiyolit Melanjı (Kç)

Okay ve diğ., (1990) tarafından, Çetmi Ofiyolit Melanjı olarak isimlendirilen birim, Biga Yarımadası'nda geniş alanda yüzeyleme vermektedir.

Beccaletto ve diğ. (2005), Çetmi melanjı'nın Biga Yarımadası'nın en kuzey kısmında, Biga ilinin kuzeyinde ve güney kısmında, Küçükkuşu ilçesinin kuzeyinde, olmak üzere iki bölgede yüzlek verdiğini belirtmişlerdir. Kuzeyde yer alan melanjın üzerine uyumsuz bir dokanakla Paleojen-Neojen yaşlı sedimanter ve volkanik kayaların geldiği belirtilmektedir. Küçükkuşu ilçesinin kuzeyinde bulunan Çetmi melanjı tektonik bir dokanakla Kazdağ metamorfik masifine ait yüksek dereceli metamorfik kayaların üzerinde yer almakta ve bu kayalar Neojen yaşlı çeşitli tipte sedimanter ve volkano-sedimanter kayalar tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir (Okay ve Satır, 2000b; Beccaletto, 2004).

Rodop-Istranca masifi ile Ezine – Sakarya kuşağı arasında Geç Paleosende meydana gelen çarpışmada Çetmi ofiyolit melanjı güneye doğru itilmiş ve Ezine kuşağı ile Sakarya kuşağının bir kısmını tektonik olarak örtmüştür (Okay, 1987; Okay ve diğ., 1990). Okay, (1987) ise özellikle Bayramiç güneyinde Çetmi ofiyolitik melanjına ait kayaların, Miyosen kayaları tarafından uyumsuzlukla örtülmesinden dolayı melanjın yerleşme yaşının Geç Kretase-Miyosen aralığında olabileceğini belirtmiştir.

3.1.1. Tanım ve Genel Yayılım

Çetmi Ofiyolit Melanjı, Şengör ve Yılmaz (1981)'in tanımladığı Rodop-Pontid parçasını Sakarya Zonu'ndan ayıran Pontid-içi kenedini temsil eder. Birim geniş çapta Okay ve diğ., (1990) tarafından tanımlanmış ve haritalanmıştır. Biga Yarımadası'nda geniş yayılım sunan, başlıca spilit, grovak, pelajik şeyl, serpantinit ve radyolaritlerden oluşan, karmaşık ve düzensiz bir içyapıya sahip olan “Çetmi Ofiyolitik Melanjı” Geç Kretase'de yerleşmiştir (Şentürk ve Okay, 1984; Sümengen ve Terlemez, 1991).

Çalışma alanında mostra veren, başlıca serpantinit, kireçtaşı bloğu ve metaşeylden oluşan birimler Çetmi ofiyolit melanjı adı altında anlatılacaktır.

Çalışma alanında, Çetmi ofiyolit melanjına ait birimler, Kızılelma köyü (U27) ve Bardakçılar köyü (T15) güneydoğusu olmak üzere iki ayrı bölgede yayılım gösterirler. Temeli oluşturan Melanj'da yer alan serpantinit bu iki bölgede, özellikle Kızılelma köyü (U27) civarında yaygın olarak bulunurken, metaşeyller Kızılelma köyünün (U27) batısında ufak bir alanda ve kireçtaşları da Bardakçılar köyü (T15) güneydoğusunda mostra verir.

3.1.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri

Çalışma alanında Çetmi ofiyolit melanjına ait birimler, serpantinit, kireçtaşı bloğu ve metaşeyl olarak gözlenir. Bunlardan en yaygın olanı iki ayrı bölgede gözlenen serpantinitlerdir. Serpantinitler, koyu yeşil-siyah renkte gözlenir ve arazide yağımsı kayganlığı ile diğer kayalardan kolaylıkla ayrılırlar (Şekil 3.4). Ayrıca kireçtaşı ocağının (Y17) hemen güneyinde gözlenen serpantinitler içerisinde yer yer spilitik seviyeler de bulunur.

Melanj'a ait arazide gözlenen kireçtaşlarının altere yüzeyleri, açıkkahve sarımsı temiz yüzeyleri ise açık gri-beyazımsı renkte olup kalın tabakalı-masif bir görünüm sunarlar (Şekil 3.5). Sert ve bol çatlaklı görünen kireçtaşlarında çatlaklar kalsit dolguludur. Çetmi Ofiyolit Melanjı'na ait kireçtaşı blokları muhtemelen Üst Triyas, Üst Jura-Alt Kretase ve Üst Kretase yaşlıdır (Okay ve diğ.,1990).

Çalışma alanının güneyinde çok ufak bir mostrada gözlenen metaşeyl birimi, arazide sarımsı-yeşilimsi renklerde gözlenip, foliasyonlu yapısı ile kolaylıkla ayırt edilebilir (Şekil 3.6).

Çetmi Ofiyolit Melanjı'na ait birimler Geç Oligosen-Miyosen yaşlı Evciler Plütönu tarafından kesilmekte ve Üst Oligosen-Miyosen yaşlı volkanik kayalar ile de uyumsuz olarak örtülmektedirler. Ancak Evciler plütönu ile olan dokanağı arazi sınırları içinde net olarak gözlenmemektedir.



Şekil 3.4. Çalışma alanında gözlenen serpantinitlelerden genel görünüm.



Şekil 3.5. Bol çatlaklı ve kırıklı kireçtaşı ocağından genel görünüm.



Şekil 3.6. Sarımsı ve yeşil renkli gözlenen metaşeyllerin genel görünümü.

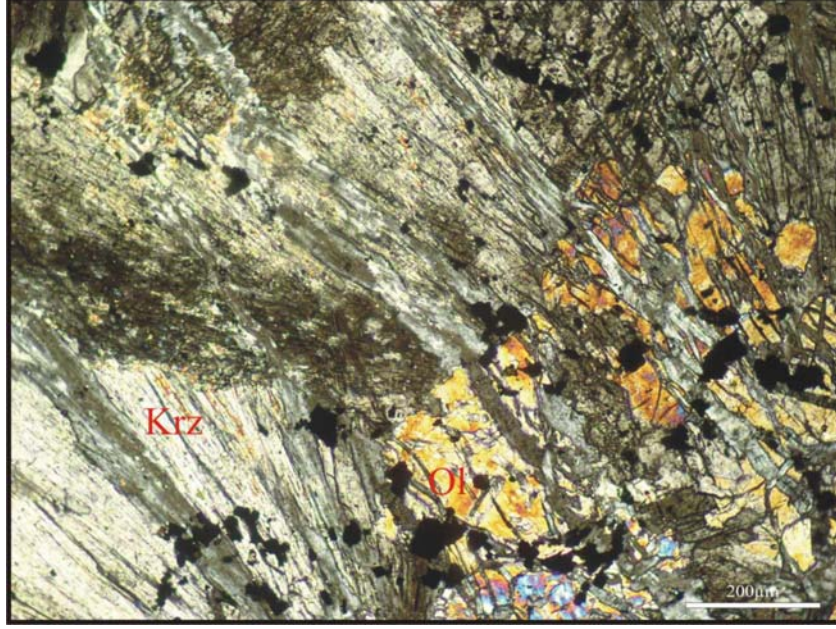
3.1.3. Petrografi

Serpantinit

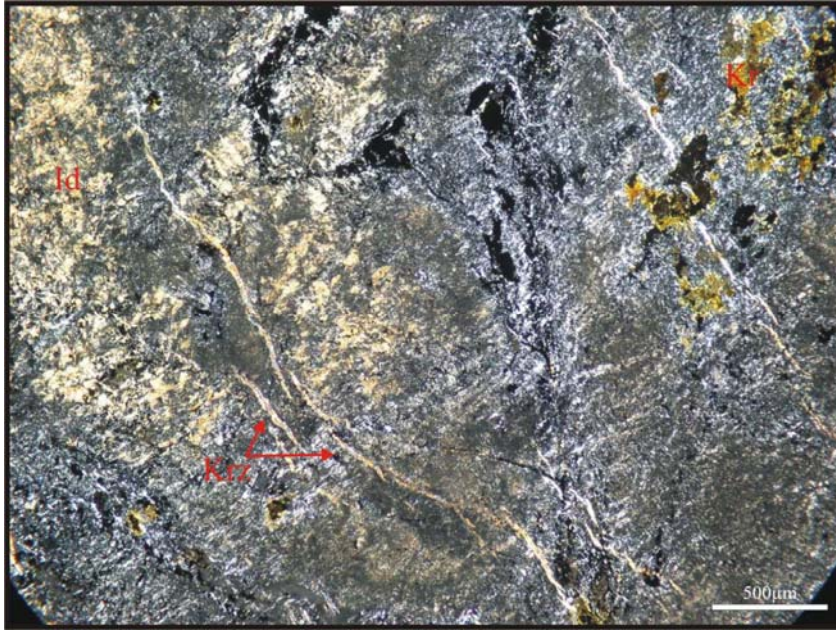
Serpantinit, yeşimsi-siyah renkleri ve yağimsı parlaklıklarıyla makro olarak kolayca ayırtlanır, foliasyonsuzdur masif yapıda gözlenir. İnce kesitleri üzerinde yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda serpantinit örneklerinin mineral bileşimi iddingsit, krizotil gibi serpantin minerallerinin yanı sıra olivin mineralinden oluştuğunu gözlenir. Kayaçta ayrıca yaygın olarak opak mineraller görülür ve bunların bir kısmı kromit minerallerinden meydana gelir.

Kayaçta yaygın olarak görülen iddingsit mineralleri balık puluna benzeyen kahverengimsi-sarımsı renkleriyle tipiktirler. Ağsal çatlaklar boyunca gelişmiş olan krizotil mineralleri ise yeşil, mavi, pembe, sarı renkleriyle ve ışınal görünümüleriyle diğer minerallerden ayrılırlar. Opak mineral olarak da tek nikelde kırmızımsı-siyah renkleriyle daha çok ayırt edilen ve yaygın olarak gözlenen kromit mineralleri bulunmaktadır. Kayaç içerisinde gözlenen olivin mineralleri ise serpantinleşmenin gerçekleştiği ana minerali gösterir (Şekil 3.7). Ağsal dokulu serpantinler içerisinde

yuvarlağımsı taneler halinde ve yüksek rölyefleri ile ayrılır. Kayaçtaki hakim doku ağsal ya da elek dokusudur (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Serpantinitte gözlenen olivin ve krizotil mineralleri (Çift nikol, Krz: Krizotil, Ol: Olivin)

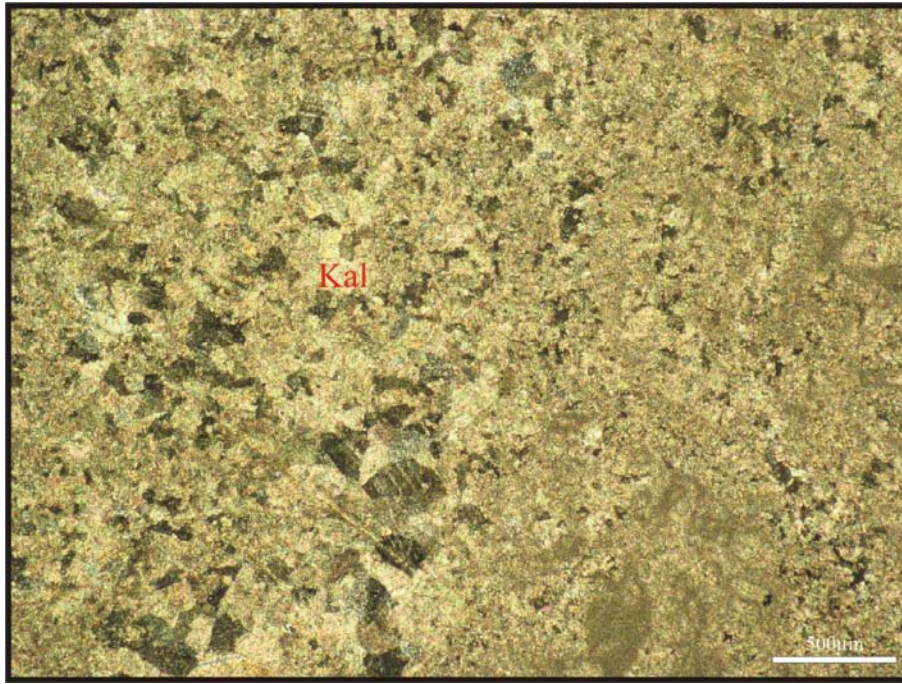


Şekil 3.8. Serpantinitte gözlenen ağsal doku görünümü (Çift nikol, Id: İddingsit, Krz: Krizotil, Kr: Kromit)

Kireçtaşı

Arazide altere yüzeyleri açık kahve sarımsı, temiz yüzeyleri ise açık gri-beyazımsı renkte olup kalın tabakalı-masif bir görünüm sunarlar. Sert ve bol çatlaklı görünen kireçtaşlarında çatlaklar kalsit dolguludur.

Mikroskopik incelemeler sonucunda genel bileşimin kalsitten oluştuğu görülmüştür. Kalsit minerallerinde yer yer irileşmeler gözlenir. İri kalsit kristalleri, öz şekilsiz, kirli sarı rengi ve polisentetik ikizleriyle kolayca ayırt edilebilirler (Şekil 3.9). Belli bölümlerde de spari kalsit kristalleri mikritik hamur içerisinde kümeler oluşturmaktadır. Bu nedenle iri kalsit kristalleri ile mikritik kalsitler bir arada dismikritik kesimleri oluşturmaktadırlar. Kayaç içerisinde fosillere rastlanılmış ancak tanımlanamamıştır.



Şekil 3.9. Kireçtaşının dismikritik görünümü (Çift nikol, Kal: Kalsit)

Metaşeyl

Çalışma alanında görülen metaşeyllerin altere yüzeyleri kahverengi, yeşilimsi ve sarımsı renkte, temiz yüzeyleri ise yeşilimsi renktedir. Arazide yer yer tabaka düzlemleri ile bunları kesen yapraklanma (şeyl klivajı) düzlemleri birbirinden ayırt

edilememektedir. Şeylerde yaygın olarak karton klivajı ve kalem klivajı olarak isimlendirilen mekanik ayrışmalar görülür.

Metaşeyl örneği üzerindeki petrografik çalışmalarda, mineral bileşimlerinin çoğunlukla kuvars ve serizit minerallerinden oluştuğu gözlenmektedir. Kayaçta kuvars-serizit ve muskovit minerallerinin yönlenmesinden kaynaklanan lepidoblastik doku gözlenmektedir (Şekil 3.10).

Mikro kristal halinde bulunan kuvarslar gri, beyaz renkte, öz şekilsiz olarak gözlenirler ve dalgalı sönme gösterirler. Kayaçta yaygın olarak bulunan serizit mineralleri ise çift nikolde kahverengimsi, yeşil, sarımsı renklerde gözlenirler. Nadir olarak mika minerallerinden muskovit çift nikolde yeşilimsi, pembemsi renkleri ve tek nikolde pleokroizmalarının olmaması ile ayırtlanır.

Yapraklanma ya da laminalanma düzlemleri boyunca opaklaşmalar gözlenir. Bu opaklaşmanın nedeni; şeylin içerisinde birincil olarak yer alan organik maddeden kaynaklandığı gibi, ikincil olarak demirli suların şeylerin zayıflık zonları boyunca dolaşımından kaynaklanmış olabilir.



Şekil 3.10. Metaşeyilde gözlenen lepidoblastik doku (Çift nikol, Ser: Serizit, Q: Kuvars)

3.2. Magmatik Kayalar

Çalışma alanında ayırt edilen magmatik kayalar birbirinin devamı şeklinde gelişmiş, hem plütonik hem de volkanik kayaları içermektedir. Arazi de ayırtlanan bu birimler için ayrı bir isimlendirme kullanılmamıştır, literatürdeki isimler kabul edilerek, Evciler plütunu ve Çan volkanikleri adı altında detaylı olarak anlatılacaktır.

3.2.1. Evciler Plütunu

3.2.1.1. Tanım ve Genel Yayılım

Granit, granodiyorit, kuvarslı diyorit bileşimindeki plütonik kayalar Öngen (1978) tarafından “Evciler Plütunu” olarak tanımlanmıştır, bölgede çalışmış birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Genç, 1998’e göre Plüton, BGB-DKD uzanımlı yaklaşık olarak 180 km²’lik bir alanı kapsayan eliptik bir küttedir. Birkle ve Satır, (1995) aynı birimi, Karaköy Granitoidi olarak isimlendirmişlerdir.

Çalışma alanında Söğütalan Köyü (I22) güneybatısında, Bardakçılar kaplıcası (S19) civarında ve Kızılelma Köyü (U27) güney batısında yüzeyleyen granitik kayaların benzer litolojik özellikleri, stratigrafik ve morfolojik konumları gereği Evciler Plütunu’nun bu bölgedeki uzantıları olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çalışma alanındaki granitik kayalar Evciler Plütunu adı altında anlatılacaktır.

Evciler Plütunu, çalışma alanı içinde Söğütalan Köyü (I22) güneybatısında, Bardakçılar kaplıcası (S19) civarında ve Kızılelma Köyü (U27) güney batısında olmak üzere üç farklı yüzeylemesi bulunmaktadır.

3.2.1.2. Litoloji ve Dokanak İlişkileri

Saha ve petrografik özellikleri bakımından bölgedeki granitik kütleler farklı kayalardan oluşmaktadır. Çoğunlukla granit, granodiyorit bileşiminde olan kayalar kuvars monzodiyorit ve kuvars diyorit bileşiminde de gözlenmektedir.

Çalışma alanında yüzeyleyen granitik kayalarda bileşimsel farklılıklardan çok dokusal farklılıklar göze çarpmaktadır. Çalışma alanının güneybatısındaki

yüzeylemesinden farklı olarak doğusunda ve kuzeydoğusunda yüzeyleyen granitik kütleler hipabisal (subvolkanik) dokular göstermektedir. Granitik kayalara ait bileşimsel ve dokusal özellikler petrografi bölümünde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

Granitik kayalar içinde bunları kesen aplitik damar kayaları da yaygın olarak bulunmaktadır (Şekil 3.11.a.b). Bu damarların kalınlıkları 2-3 cm'deki ince damarlardan, 2,5-3 m arasındaki kalın damarlara kadar değişmektedir. Aplitik damarları yer yer birbirlerini çeşitli doğrultularda kesmektedir. Bu özellikle Kızılelma köyü (U27) batısındaki dar bir alanda gözlenen yol üzerinde belirgin olarak izlenebilmektedir (Şekil 3.12). Genel olarak gözlenen aplitik daykları arenalaşmış granitik kayalar üzerinde dayanıklı çıkıntılar oluşturmaktadır.

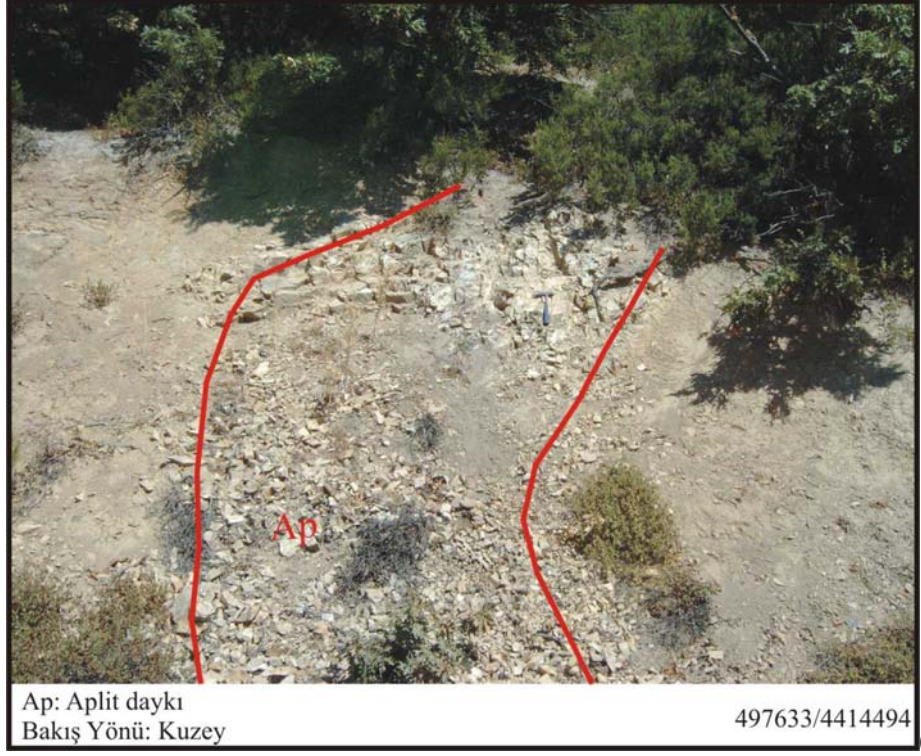


Ap: Aplitik daykları

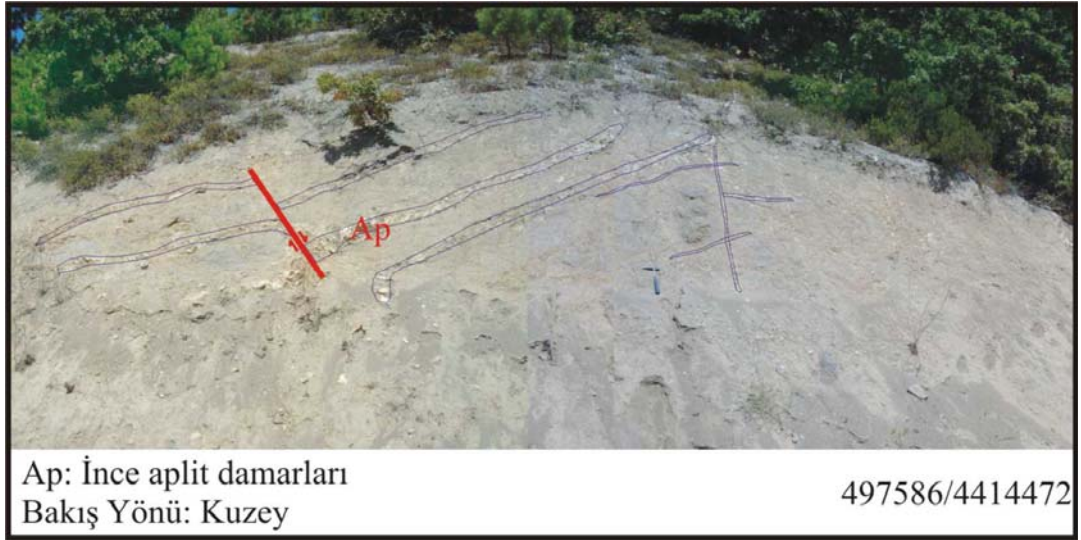
Bakış Yönü: Güneybatı

497866/4418805

(a)



Şekil 3.11.a.b. Granitik kayalar içinde gözlenen aplitik damar kayaları.



Şekil 3.12. Farklı doğrultularda gelişmiş ve birbirini yer yer kesen ince aplit damarları

Söğütalan köyü (I22) güneybatısında yer alan Evciler Plütönu'na ait granitik kayaların içinde bazik bileşimli muhtemelen magmanın karışım sürecini gösteren ufak anklavlar gözlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Granitik kayaç içinde gözlenen anklav parçası.

Birkle ve Satır, (1995), Delaloye ve Bingöl, (2000), Okay ve Satır, (2000) araştırmacılar Evciler Plütönu için yaklaşık $20,5 \pm 0,2$ My ile $31,1 \pm 1,4$ My arasında değişen yaşlar bulmuşlardır. Elde edilmiş tüm yaşlar ve bunların hangi yöntem kullanılarak elde edildikleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Evciler Plütönu'na ait yaş verileri.

| Volkanik türü | Yöntemi | Yaş (My) | Kayaç Türü | Referans |
|----------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Evciler Plütönu | Rb / Sr | 25±0,3 | Biyotit | Birkle ve Satır, 1995 |
| | K / Ar | 27,1±0,6 | Biyotit | Delaloye ve Bingöl, 2000 |
| | | 27,5±0,6 | Biyotit | |
| | | 26,8±0,6 | Ortoklas | |
| | | 36,0±1,4 | Klorit | |
| | | 26,4±0,6 | Biyotit | |
| | | 28,1±0,6 | Biyotit | |
| | | 28,1±0,7 | Biyotit | |
| | 31,1±1,4 | Biyotit | | |
| | Rb / Sr | 20,5±0,2 | Biyotit ve klinopiroksen | Okay ve Satır, 2000 |
| Rb / Sr | 20,7±0,2 | Biyotit ve hornblendlerde | Okay ve Satır, 2000 | |

Bu çalışmada Evciler Plütönu'nun yaşını belirlemeye yönelik radyometrik bir veri elde edilememiştir. Daha önce elde edilmiş yaş verileri dikkate alınarak Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşta olduğu kabul edilmiştir.

Evciler Plütönu, çalışma alanının güneydoğu köşesinde melanaj kayalarını kesmektedir. Güneybatı kesiminde andezit, dasit, riyolit ve trakiandezit türdeki volkanik lavlar plütonik kayalarını üzerler. Bardakçılar kaplıcası (S19) civarında dar bir alanda gözlenen kuvars diyorit bileşimli kayaçları ise bir alaskitik (Şekil 3.14) kesim çevrelemektedir.



Şekil 3.14. Bardakçılar kaplıcası civarındaki kuvars diyoriti çevreleyen alaskit görünümü.

3.2.1.3. Petrografi

Çalışma alanı içinde üç ayrı bölgede yüzeleme veren Evciler Plütönu'na ait kayalardan derlenen örnekler üzerinde yaptığımız petrografik incelemeler ile bunların yaklaşık benzer mineralojik bileşimlerde olduğu gözlenmiştir.

Söğütalan Köyü (I22) güneybatısında ki yüzeylemeden alınan örneklerde granit-granodiyorit, Bardakçılar kaplıcası (S19) civarında kuvars diyorit-kuvars monzodiyorit, Kızılelma köyü(U27) batısında da granodiyorit bileşimindedir. Bölgedeki granitik kayalarda alkali feldispat, kuvars, plajiolklas yaklaşık eşit oranlardadır.

Çalışma alanında yer alan granitik kaya örneklerinin makroskobik görünümleri faneritik ve porfiritik dokuludur. Söğütalan Köyü (I22) güneybatısındaki granitlerde iri taneli ve porfiritik olan kayalar, Bardakçılar kaplıcası (S19) civarında bulunan kuvars diyorit-kuvars monzodiyorit kayalarında mikrogranüler hibabisal kayalar

olarak karşımıza çıkmaktadır. İnce kesitlerde kaya örneklerinin geneli orta-iri kristallerden oluşan holokristalen, hipidiyomorfik dokudadırlar.

Bölgedeki plütonik kayaların bileşiminde gözlenen mineraller, başlıca plajioklas, kuvars, ortoklas, amfibol (hornblend) ve biyotit minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 3.15). İkincil mineral olarak da klorit, serizit ve epidot mineralleri bulunmaktadır.

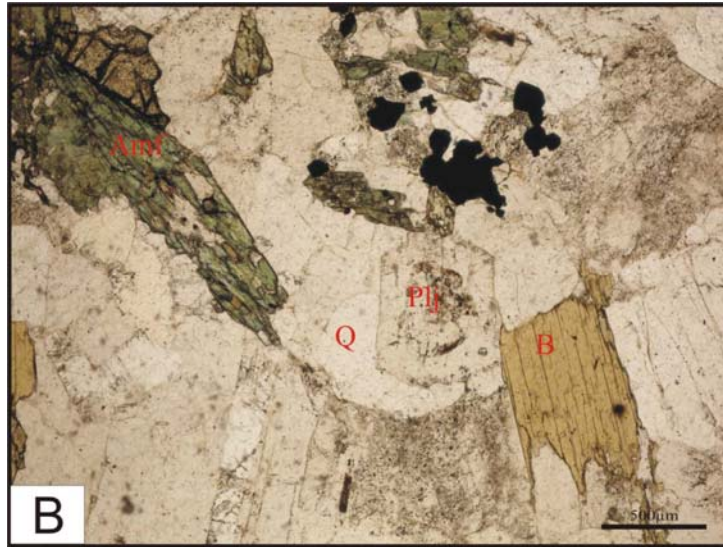
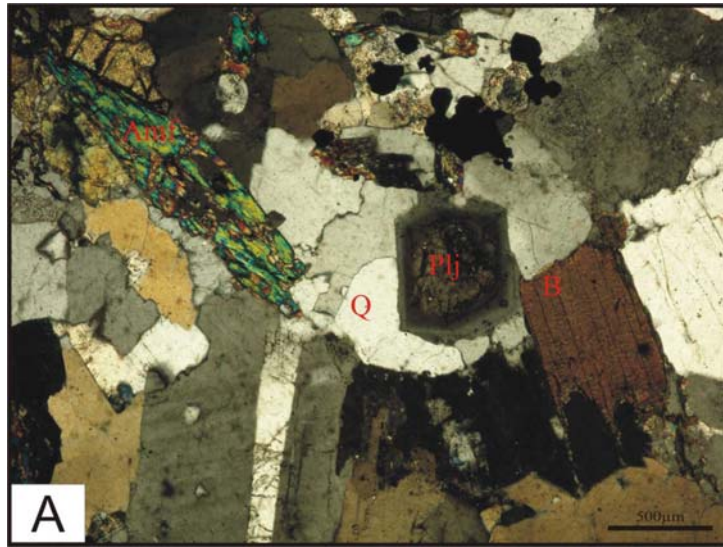
Feldspatlardan, plajioklaslar, granitik kayaların bileşiminde büyük oranda yer alırlar ve genellikle ilk evrede kristallenmişlerdir. Orta-iri taneli, öz şekilli (öhedral) ya da yarı öz şekilli (subhedral) kristaller halindedirler. Plajioklas kristallerinin tümü polisentetik ikizlenme gösterirler. Bazı kesitlerde plajioklaslarda ikizlenme ile bir arada zonlanma görülmektedir (Şekil 3.16). Alkali feldspatlardan ortoklas ise orta-iri kristalli, öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak gözlenmektedir. Genellikle Karlsbat ikizlidirler ve poiklitik doku yaygındır. İkizlenme göstermeyen kristalleri kuvars minerallerinden dilinimleri, yüzeylerinin killeşme nedeniyle donuk olması ve rölyefleri ile ayırt edilir. Kuvars diyorit örneklerinde yer yer alkali feldispat kristali ile birlikte gelişmiş kuvarslar mirmekitik dokuyu oluşturmuştur (Şekil 3.17).

Çalışma alanındaki plütonik kayalarda bol bulunan kuvars mineralleri çoğunlukla öz şekilsizdir (ksenomorf). Dalgalı sönme gösteren kuvarslar, magmadan son olarak kristallenen mineraller olduklarından feldispat ve mafik minerallerin ara boşluklarını dolduracak şekilde yer almaktadır.

Amfibol; granitoidlerde feldispat ve kuvars minerallerinin yanı sıra mafik mineraller olarak, amfibol (hornblend) minerallerine de rastlanılmaktadır. Amfibol minerali olarak gözlenen hornblendler, genellikle sarımsı, mavimsi-yeşil girişim renkleriyle, tek nikeldeki yüksek rölyefi, açıktan koyu yeşile değişen pleokroizması ve baklava şeklinde gözlenen çift yöndeki dilinim izleri ile diğer minerallerden kolaylıkla ayırt edilir (Şekil 3.18).

Biyotit; Tüm örneklerde gözlenen en yaygın mafik mineraldir. Granit bileşimli kayalar diğer kayalara oranla daha iri biyotit kristalleri içerir. Mavimsi yeşil, kahverengimsi girişim renkleri, tek nikoldeki yüksek rölyefi, kahverengi-kırmızımsı pleokroizması ve tek yönde gözlenen mükemmel dilinimleri ile ayırt edilirler.

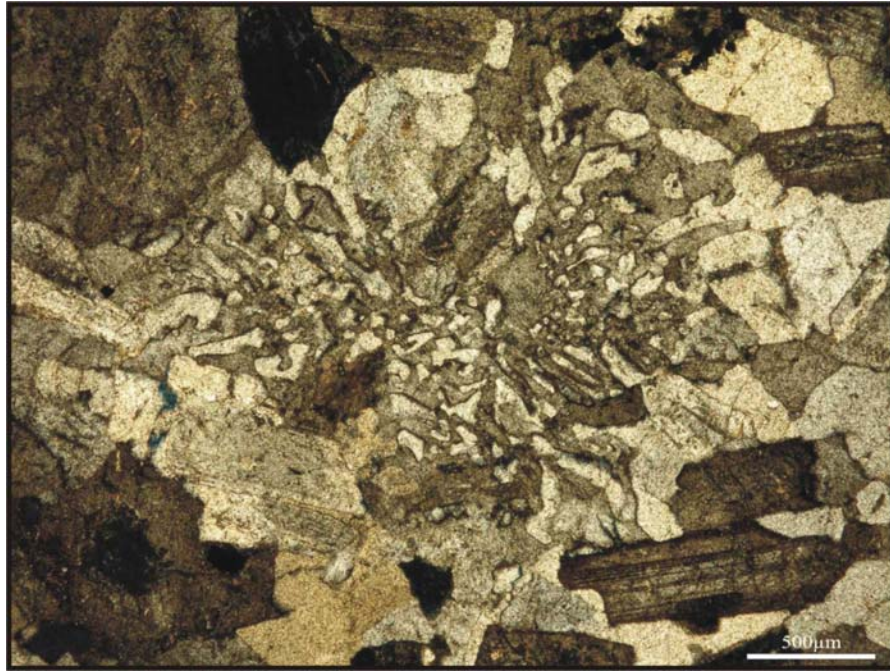
Ayrıca örneklerin bazısında opak minerallerde bulunmaktadır. Genellikle öz şekilli gözlenen küçük tane boyutlu bu opak mineraller, mafik mineraller çevresinde ve içinde yoğunlaşmışlardır.



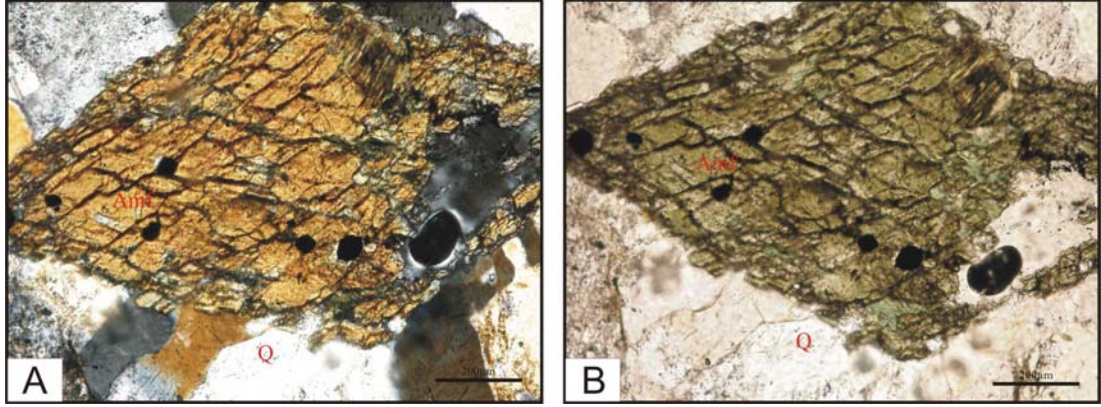
Şekil 3.15. Feldispat ve kuvars mineralleri ile birlikte mafik minerallerin görünümü (A)-Çift nikol, (B)-Tek nikol, Amf: Amfibol, Q: Kuvars, Plj: Plajoklas, B: Biyotit)



Şekil 3.16. Granitoid kayaçlarındaki zonlu plajjoklas görüntüsü (Çift nikol, Plj: plajjoklas)

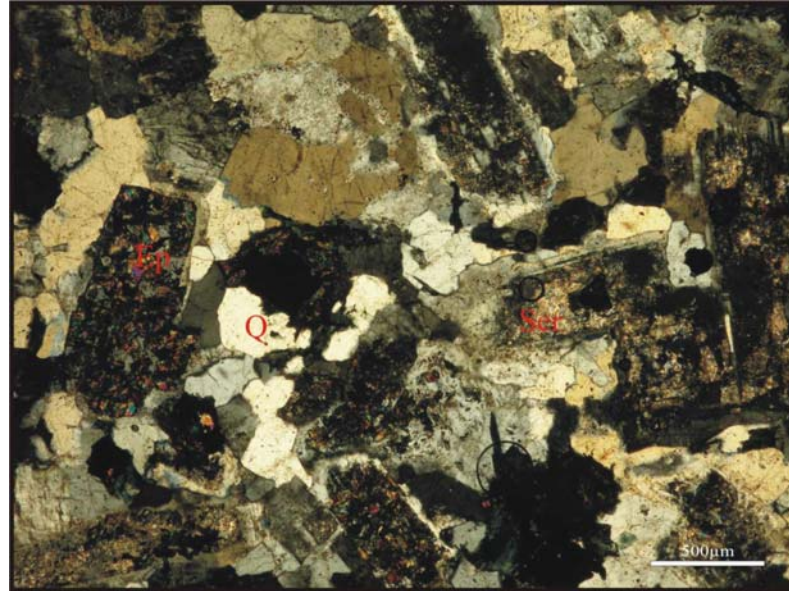


Şekil 3.17. Granitoid kayaçlarında gözlenen mirmekitik dokulu kuvars mineralleri (Çift Nikol).



Şekil 3.18. (A) Çift nikolde özşekli ve baklava dilimli hornblend mineralinin görünümü (B) Yeşil pleokroizmaya sahip aynı mineralin tek nikol görüntüsü. (Amf: Amfibol, Q: Kuvars)

Bardakçılar kaplıcası (S19) civarında yer alan kuvars diyoritlerde ikincil mineraller olarak, biyotit minerallerinde kloritleşmenin yanı sıra plajyoklas mineralleri üzerinde de serizitleşme ve epidotlaşma ikincil mineraller olarak gözlenmektedir (Şekil 3.19). Epidot mineralleri canlı yeşil, pembe, kırmızı renkleriyle ve tek nikoldeki yüksek rölyefleri ile çok belirgindirler.



Şekil 3.19. Kuvars diyoritlerde gözlenen ikincil mineraller (Çift nikol, Ep: Epidot, Q: Kuvars, Ser: Serizit).

3.2.1.4. Jeokimya

Evciler Plütönu saha gözlemleri ve petrografik özellikleri bakımından fazla farklılık sergilemeyen granit, granodiyorit ve kuvarsdiorit kayalarından oluşmaktadır. Bu bölümde çalışma alanında 3 farklı yerden derlenen örneklerin analiz sonuçları değerlendirilecektir. Bu değerlendirmede, granitik kayaların kimyasal niteliklerini belirlemek, varsa jeokimyasal farklılıkların nedenini anlamak ve graniti oluşturan magmanın köken ve evrimini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak ana element ve daha sonra iz element verileri değerlendirilerek, bölgedeki plütönu oluşturan magmanın oluşum ortamı ve kökenine yaklaşımda bulunulacaktır.

3 ayrı bölgeden toplanan plütöna ait 6 örnekte, ana element ve 3 tanesinden de ana ve iz element analizleri yaptırılmıştır. Örnekler, mümkün olduğunca alterasyon ve ayrışmaya uğramamış kayalar arasından, birimi karakterize edecek şekilde seçilmiştir. Bu örneklerin majör element analiz sonuçları Tablo 3.2’de, iz element ve nadir toprak element (REE) analiz sonuçları ise Tablo 3.3’de gösterilmektedir.

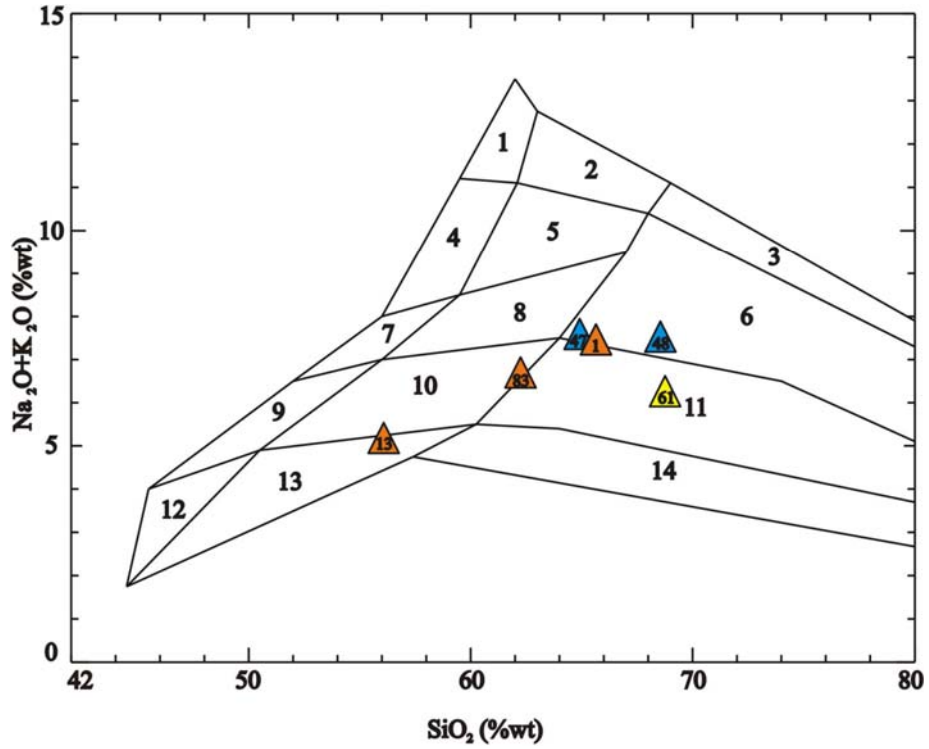
Tablo 3.2. Evciler Plütönu’na ait majör element içerikleri. Majör element oksitleri % cinsinden verilmiştir.

| Örnek No | 1 | 13 | 47 | 48 | 61 | 83 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Alındığı yer | S19 | R19 | E27 | B28 | S28 | S19 |
| SiO ₂ | 64,04 | 52,96 | 64,31 | 66,4 | 67,6 | 60,2 |
| Al ₂ O ₃ | 17,76 | 19,66 | 18,2 | 15,25 | 17,00 | 16,80 |
| Fe ₂ O ₃ | 4,33 | 7,2 | 3,63 | 3,10 | 0,81 | 5,33 |
| CaO | 2,94 | 6,65 | 3,7 | 3,03 | 5,24 | 4,94 |
| MgO | 1,11 | 2,44 | 1,4 | 1,40 | 0,94 | 2,03 |
| Na ₂ O | 3,73 | 3,84 | 3,51 | 3,05 | 5,60 | 3,72 |
| K ₂ O | 3,47 | 1,09 | 3,97 | 4,21 | 0,53 | 2,66 |
| TiO ₂ | 0,16 | 0,83 | 0,34 | 0,33 | 0,51 | 0,72 |
| MnO | - | 0,17 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,14 |
| P ₂ O ₅ | - | - | - | 0,12 | 0,13 | 0,21 |
| SrO | - | - | - | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| BaO | - | - | - | 0,13 | 0,03 | 0,10 |
| LOI | 2.32 | 4.39 | 0.78 | 0,61 | 1,35 | 2,22 |
| TOPLAM | 99.86 | 99.23 | 99.91 | 97,7 | 99,8 | 99,1 |

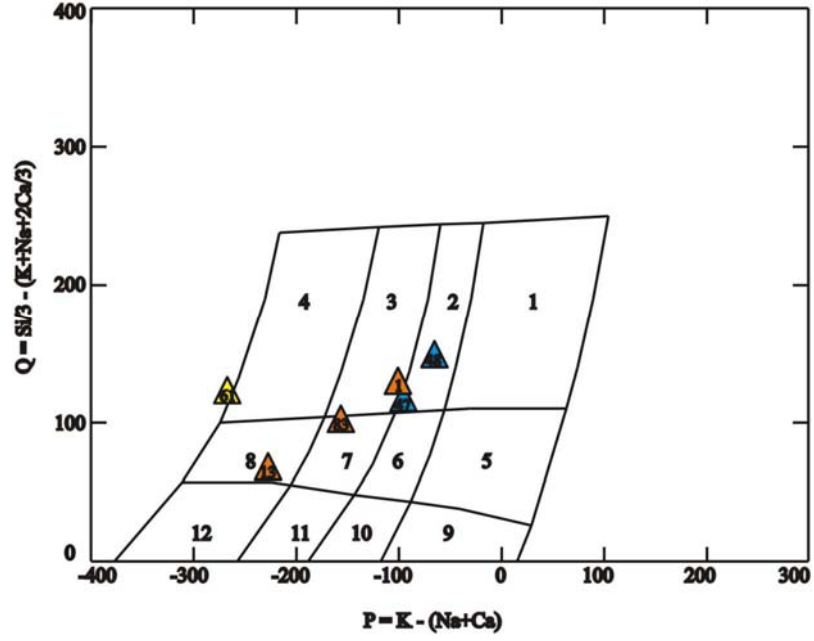
Tablo 3.3. Evciler Plütonu'na ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir.

| Örnek No | 48 | 61 | 83 |
|--------------|-------|------|-------|
| Alındığı yer | B28 | S28 | S19 |
| Ba | 1035 | 244 | 800 |
| Co | 7,7 | 1,7 | 14,4 |
| Cr | 30 | 30 | 20 |
| Cs | 5,40 | 0,84 | 3,22 |
| Cu | 42 | - | 17 |
| Ga | 14,9 | 17,6 | 19,6 |
| Hf | 3,7 | 8,1 | 8,6 |
| Mo | 8 | 2 | 29 |
| Nb | 10,5 | 15,1 | 12,5 |
| Ni | 19 | 15 | 17 |
| Pb | 18 | 23 | 22 |
| Rb | 188,5 | 13,8 | 97,9 |
| Sn | 2 | 4 | 2 |
| Sr | 435 | 469 | 432 |
| Ta | 1,1 | 1,2 | 1,0 |
| Th | 28,5 | 25,5 | 16,70 |
| U | 4,17 | 4,24 | 5,28 |
| V | 78 | 70 | 146 |
| W | 2 | 2 | 3 |
| Y | 13,5 | 36,1 | 32,6 |
| Zn | 29 | 34 | 84 |
| Zr | 134 | 297 | 320 |
| La | 34,1 | 35,5 | 35,6 |
| Ce | 61,8 | 68,5 | 72,3 |
| Pr | 6,17 | 8,80 | 8,46 |
| Nd | 20,0 | 32,3 | 31,5 |
| Sm | 3,40 | 6,30 | 6,18 |
| Eu | 1,05 | 1,35 | 1,6 |
| Gd | 3,61 | 6,84 | 6,67 |
| Tb | 0,46 | 1,03 | 1,01 |
| Dy | 2,40 | 6,10 | 5,76 |
| Ho | 0,53 | 1,34 | 1,27 |
| Er | 1,48 | 4,00 | 3,75 |
| Tm | 0,23 | 0,62 | 0,57 |
| Yb | 1,55 | 4,00 | 3,66 |
| Lu | 0,25 | 0,64 | 0,57 |

Evciler plütönuna ait granitik kayaçların jeokimyasal bakımdan hangi bileşimde olduğunu belirlemek amacıyla örnekler silise karşı-alkali element oksitlerinin birlikte kullanıldığı MIDDLEMOST (1985) diyagramına iz düşürülmüştür (Şekil 3.20). Bu diyagramda örneklerin çoğu granit-granodiyorit alanında yer alırken, bir örnek kuvars diyorit, bir örnek ise kuvars monzodiyorit-granodiyorit sınırında yer almaktadır. Silis ve alkali-kalsiyum elementlerinin kullanıldığı DEBON ve LE FORT (1983) diyagramında da örneklerin bir kısmı adamellit = kuvars monzonit, granodiyorit alanına düşerken biri kuvars diyorit biri de kuvars monzodiyorit alanında yer almaktadır (Şekil 3.21). Evciler Plütönü'na ait kayaların bu yazarlara göre adları Tablo 3.4'de verilmiştir. Bu sonuçlar saha ve petrografik veriler ile de uyumludur.



Şekil 3.20. Çalışma alanında Evciler Plütönü'na ait granitik kayaçların MIDDLEMOST (1985) SiO₂ - Na₂O+K₂O diyagramında adlanması (6: Granit, 10: Kuvars monzodiyorit, 11: Granodiyorit, 13: Kuvars diyorit).

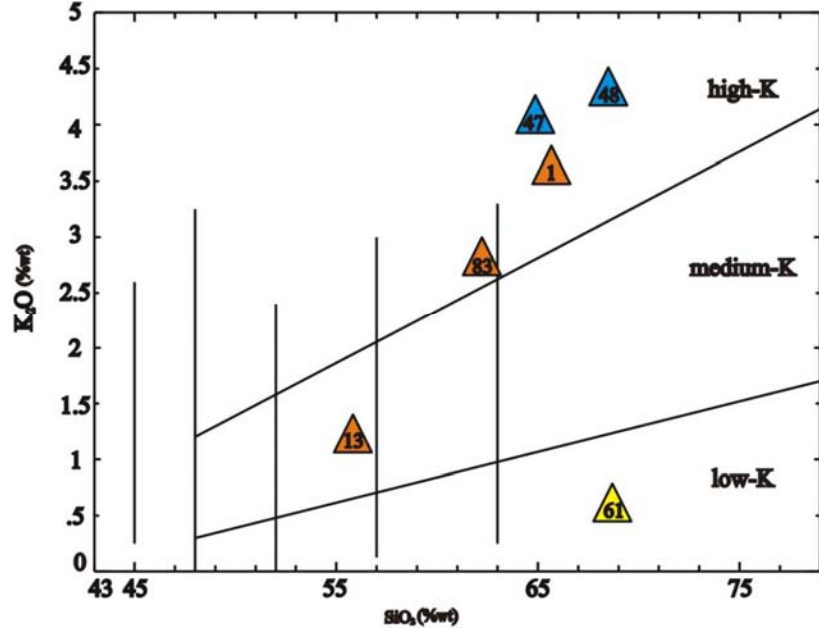


Şekil 3.21. Çalışma alanında Evciler Plütönu'na ait granitik kayaların DEBON ve LE FORT (1983) diyagramında adlanması (2: Adamellit=Kuvars monzonit, 3: Granodiyorit, 4: Tonalit, 7: Kuvars monzodiyorit, 8: Kuvars diyorit)

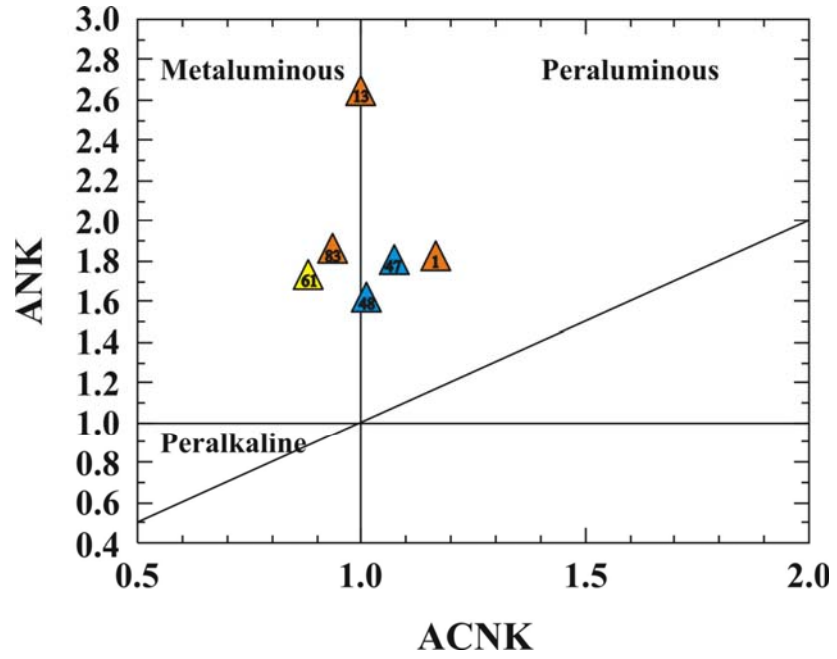
Tablo 3.4. Middlemost, (1985) ve Debon & Le Fort (1983)'e göre Evciler Plütönu'na ait kayaların adlanması.

| Örnek No | Middlemost, (1985) SiO ₂ (%wt) Na ₂ O+K ₂ O(%wt) | Debon & Le Fort (1983) P=K-(Na+Ca) Q=Si/3-(K+Na+2Ca/3) |
|----------|---|--|
| 1 | Granit/Granodiyorit | Granodiyorit |
| 13 | Kuvars diyorit | Kuvars diyorit |
| 47 | Granit | Kuvars monzonit |
| 48 | Granit | Kuvars monzonit |
| 61 | Granodiyorit | Tonalit |
| 83 | Kuvars monzodiyorit | Kuvars monzodiyorit |

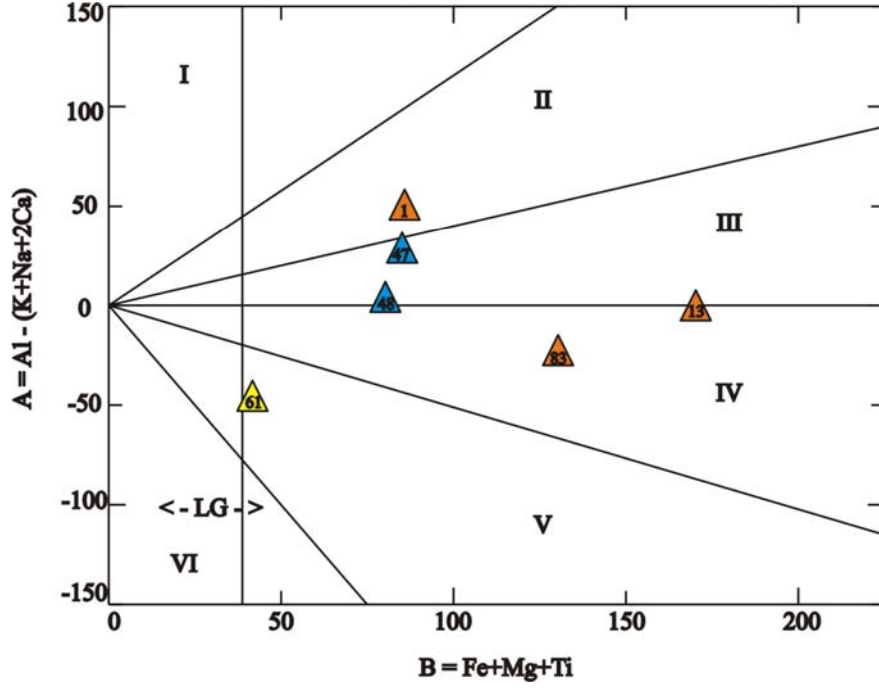
Bölgede yer alan Evciler Plütonu'na ait örneklerin potasyum içeriklerini belirlemek için LE MAITRE (1989)'un $\text{SiO}_2 / \text{K}_2\text{O}$ diyagramı kullanılmıştır (Şekil 3.22). Diyagramda da görüldüğü gibi bölgedeki hipabisal nitelikli olan granitik kayalar, Söğütalan Köyü (I22) güneybatısındaki granitlere nazaran daha düşük potasyumludur. Örneklerin alüminyum doyumu açısından değerlendirilmesi için de MANIAR ve PICCOLI (1989)'nin $(\text{ANK}/\text{ACNK}) \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 'e karşı $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ diyagramı kullanılmıştır (Şekil 3.23). Bu diyagramda örneklerin bir kısmı metaluminus bölgesinde bulunurken bir kısmı da peraluminus bölgesinde yer almaktadır. Yine alüminyum içeriklerini belirlemek için bu defa örnekler DEBON & LE FORT (1983) tarafından oluşturulmuş (A-B) $A = \text{Al} - (\text{K} + \text{Na} + 2\text{Ca})$, $B = \text{Fe} + \text{Mg} + \text{Ti}$ diyagrama aktarılmıştır (Şekil 3.24). Bu diyagramda x eksenini kayanın alüminyum doyumu, y eksenini ise ferromagnezyen elementlerin miktarını vermektedir. Şekil 3.24'de de görüldüğü gibi bu sınıflama tamamen mafik mineral kimyasına dayalı bir sınıflamadır. Bu diyagramda magmanın alüminyum doyumunun belirlenmesinin yanı sıra, gelişen mafik minerallerin bileşimleri de izlenebilmektedir. Bu topluluk daima hornblend ve/veya piroksen ile başlar ve sadece biyotit ya da iki mikalı parajenezlerle biter (Debon-LeFort, 1983). Peraluminus olarak tanımlanan biyotit, muskovit, kordiyerit, andaluzit ve granat gibi minerallerde Al_2O_3 molar içeriği, $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ molar toplamından büyüktür. Metaluminus olarak tanımlanan piroksen, hornblend ve bazı biyotitlerde ise Al_2O_3 molar içeriği, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ molar toplamından büyük, ancak $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ molar toplamından küçüktür (Boztuğ, 2001). Bölgedeki granitik kayaçların mafik mineralleri ise amfibol ve biyotit'tir.



Şekil 3.22. Çalışma alanında Evciler Plütunu'na ait granitik kayaların LE MAITRE (1989) SiO₂ / K₂O diyagramında sınıflandırılması.

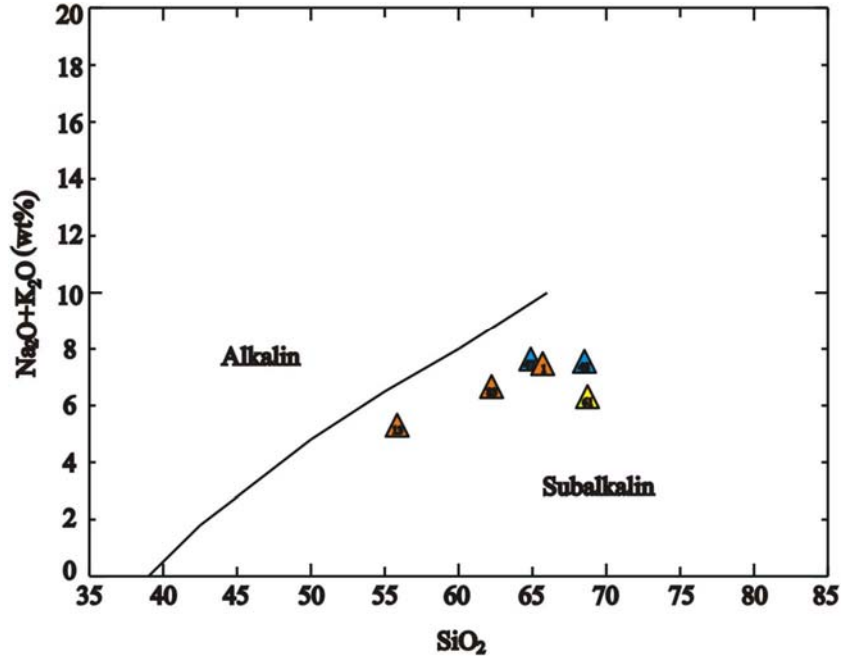


Şekil 3.23. Çalışma alanında Evciler Plütunu'na ait granitik kayaların MANIAR ve PICCOLI (1989) ANK/ACNK diyagramında sınıflandırılması.

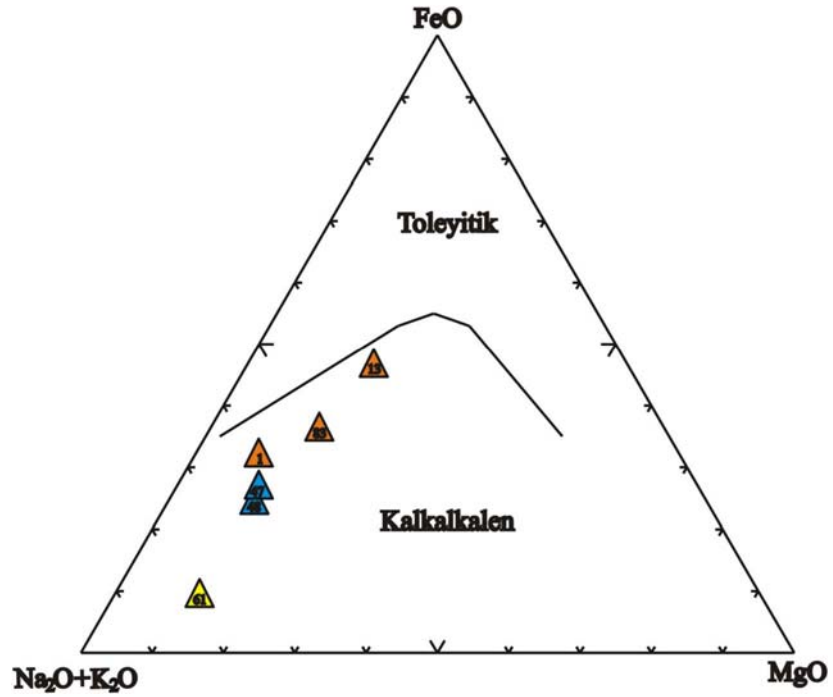


Şekil 3.24. Çalışma alanında Evciler Plütunu'na ait granitik kayaların DEBON & LE FORT (1983) (A-B) $A = Al - (K+Na+2Ca)$, $B = Fe+Mg+Ti$ sınıflaması. Peraluminus: I) $Musc > Bio$, II) $Bio > Musc$, III) Bio , Metaluminus: VI) $Bio + Hb \pm Opx \pm Cpx$, V) $Cpx \pm Bio \pm Hb$, Musc: Muskovit, Bio: Biyotit, Hb: Hornblend, Cpx: Klinopiroksen.

Çalışma alanındaki granitik kayaların toplam alkali-silika değişimlerinin belirlenmesi için de örnekler IRVIN ve BARAGAR (1971) tarafından oluşturulmuş, oldukça yaygın olarak kullanılan $SiO_2 - Na_2O + K_2O$ değişim diyagramına iz düşürülmüştür (Şekil 3.25). Bu diyagramlarda örnekler alkali-subalkali ayırım çizgisinin subalkali alanında yer aldığı görülür. Subalkalen örneklerin kalkalkalen mi, toleyitik mi olduğunun belirlenebilmesi için yine IRVIN ve BARAGAR (1971) ait $(FeO - Na_2O + K_2O - MgO)$ AFM üçgen diyagramı kullanılmıştır (Şekil 3.26). Bu diyagramlarda örneklerin tümü kalkalkalen alanda bulunmakta ve kalkalkalen trend göstermektedir.



Şekil 3.25. Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Alkalin-Subalkalin ayırdı.



Şekil 3.26. Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Toleyitik-Kalkalkalen ayırdı.

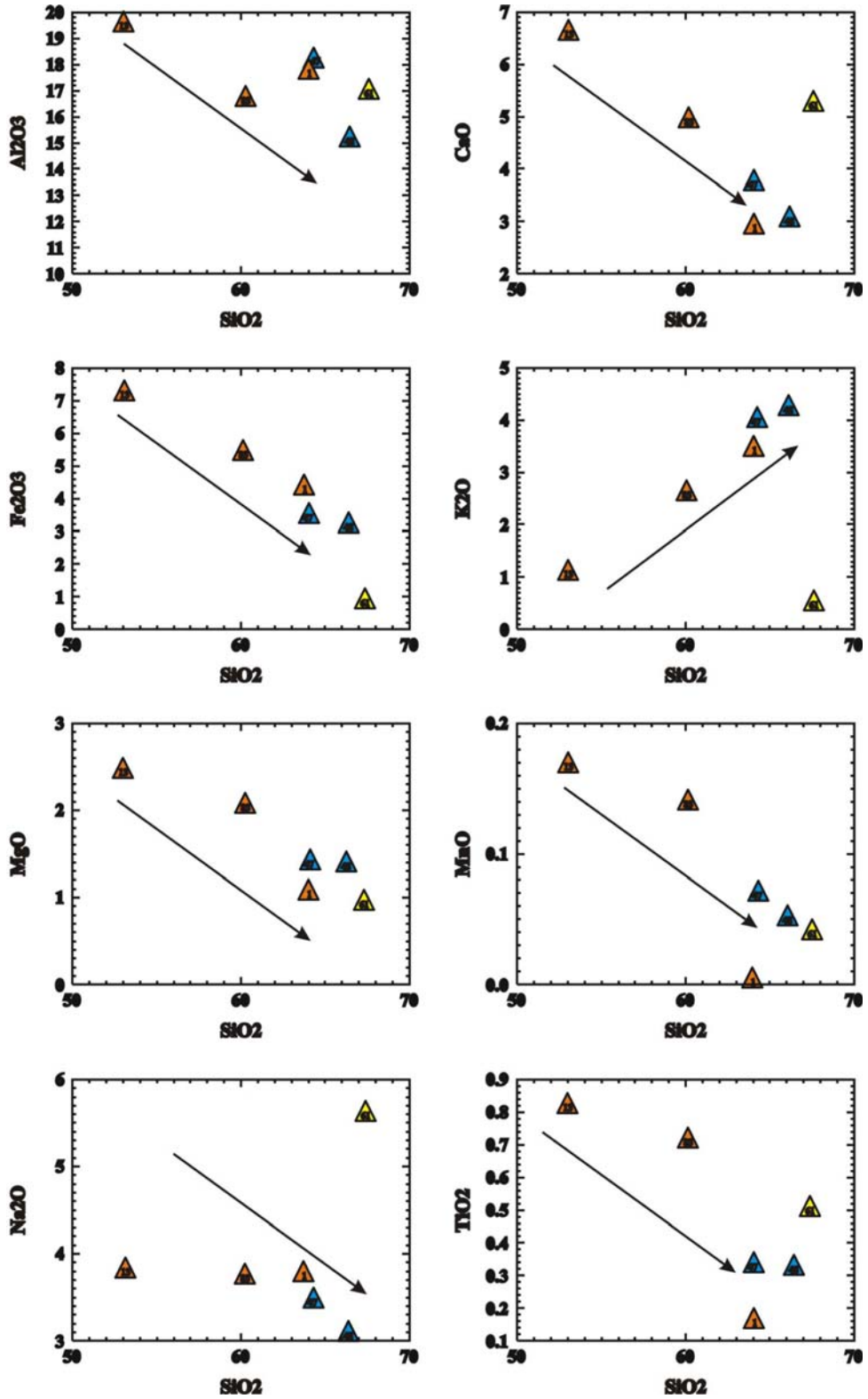
Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların SiO₂'ye karşı majör element oksitlerinin değişimini belirlemek amacıyla Harker diyagramları kullanılmıştır (Şekil 3.27). Harker diyagramları ile fraksiyonel kristalleşme sonucu magmada meydana gelen değişimler izlenebilir. Kristalleşen minerallerin magmadan devamlı ayrılması ile magmanın bileşimi de sürekli olarak değişir. SiO₂'ye karşı majör elementlerin iz düşürüldüğü bu diyagramlarda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- a- Örneklerde artan SiO₂ değerine karşı TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, MnO, Na₂O değerlerinde güçlü negatif korelasyon göstermektedir.
- b- K₂O değerinde ise güçlü pozitif korelasyon görülmektedir.

Muhtemelen CaO'de gözlenen azalmalar, kalsik plajyoklasların fraksiyonlanması ile, MgO'deki azalmalar, klinopiroksen fraksiyonlanması ile, Fe₂O₃ ve TiO₂'deki azalmalar ise piroksen ve Fe-Ti oksit fraksiyonlanması ile ilişkilidir.

Majör element analiz sonuçlarına göre, Evciler Plütönu'na ait çalışma alanında yer alan kayaçların granit, granodiyorit ve kuvars diyorit-kuvars monzodiyorit bileşimli, yüksek potasyumlu ve kalkalkalen nitelikli bir magmadan kaynaklandığı belirlenmiştir.

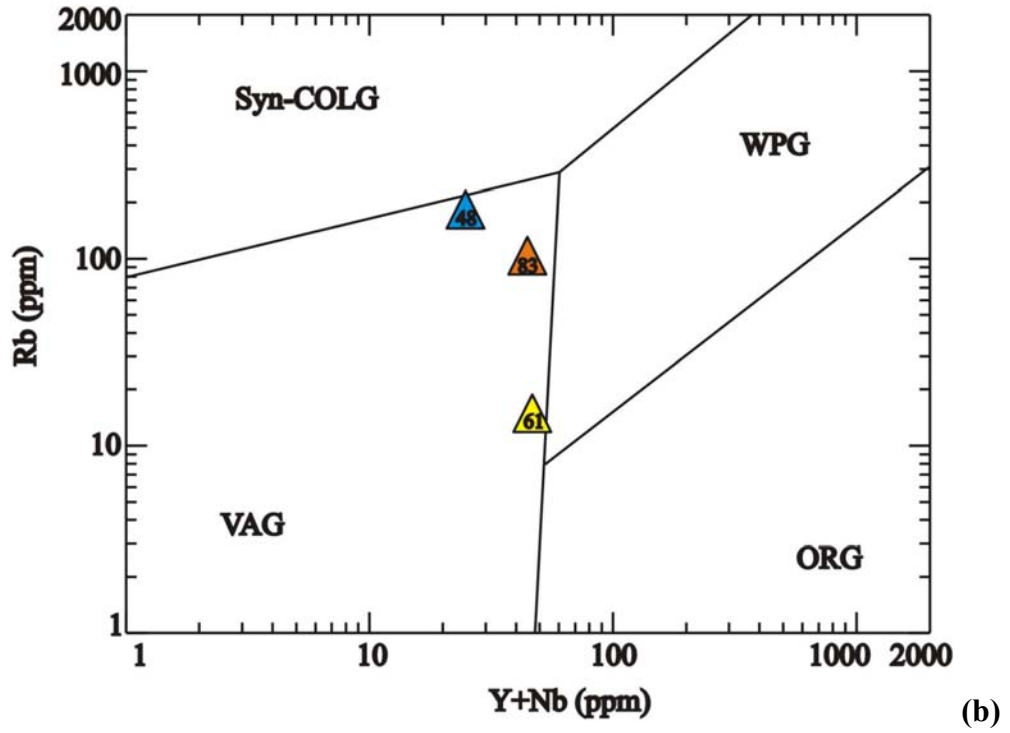
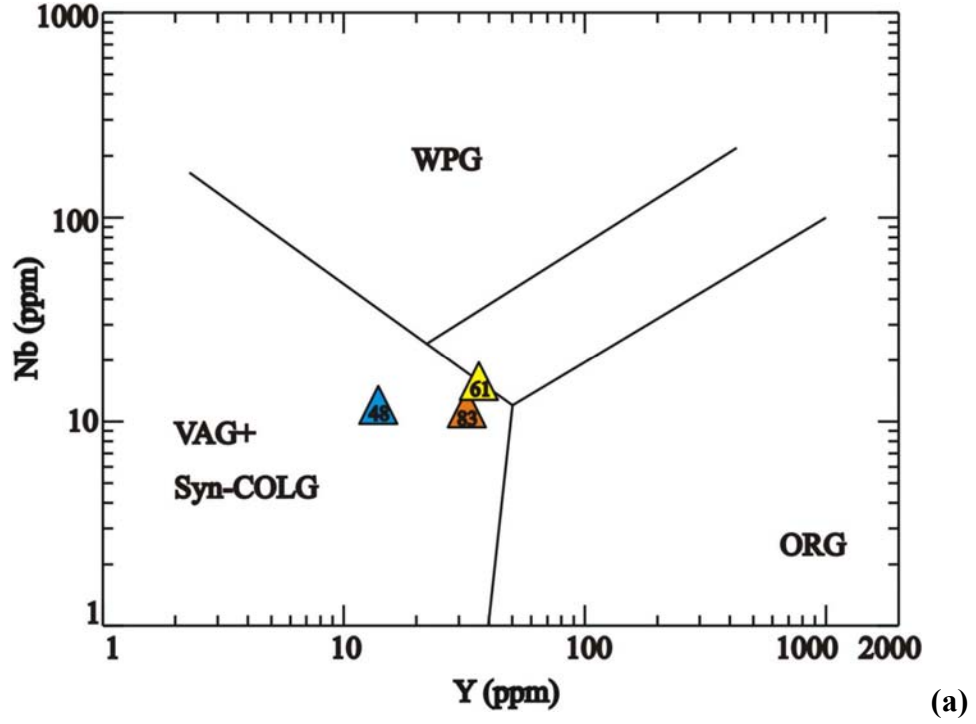
Çalışma alanındaki granitik kayaçların kıta kenarında gelişen magmatizmaya bağlı olarak, I veya S tipi granitoid türlerinden (Chapell and White,1974), sedimanter malzemenin kısmi ergimesiyle oluşan S tipi granitlerden ziyade, magmatik kayaçlarda kısmi ergime süreçleriyle bağlantılı olarak gelişen, az olarak peralumina eğilimlerinden çoğunlukla da metalumina karakterli olması nedeniyle I tipi granitler olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3.27. Bölgedeki granitik kayaçların majör element (Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, TiO₂) – SiO₂ değişimlerine göre düzenlenmiş Harker diyagramları.

Granitlerin oluştukları ortama yaklaşımda bulunabilmek için PEARCE ve diğ., (1984) tarafından Rb, Y ve Nb gibi iz elementleri kullanarak oluşturdukları diyagramlar, granitlerin tektonik sınıflandırması için kullanılmıştır. Diyagramlarda kullanılan, Y normal okyanus ortası sırt ve levha içi granitoidlerinde volkanik yay granitlerine kıyasla daha yüksektir. Nb'da levha içi granitlerinde zenginleşme göstermektedir. Rb miktarı ise levha içi granitler (WPG) ile volkanik yay (VAG) - arpışma ile eş yaşlı granitler (Syn-COLG) arasında ayırım yapmaktadır (Pearce ve diğ., 1984). Bu diyagramlar Nb'a karşı Y ve Rb'a karşı Y+Nb iz düşürülerek oluşturulmuştur. Nb'a karşı Y'un iz düşürüldüğü diyagramda örneklerin tümü VAG+Syn-COLG bölgesinde kümelenmiştir (şekil 3.28a). Daha sonra VAG+Syn-COLG ortamlarını birbirinden ayırmak amacıyla Rb/Y+Nb diyagramı kullanılmıştır (şekil 3.28b). Bu diyagramda örneklerin tümü volkanik yay granitleri alanında bulunmaktadır.

Böylece iz element kullanılarak oluşturulan bu diyagramlarda elde edilen veriler doğrultusunda bölgedeki Evciler Plütonu'na ait granitik kayaların volkanik yay ortamı doğasını sergilediği görülmektedir.

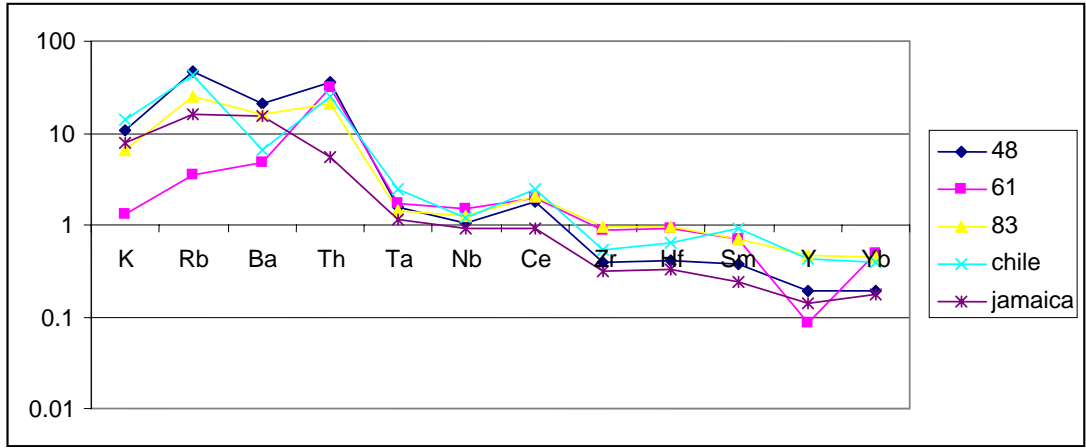


Şekil 3.28.a.b. Bölgedeki granitik kayaların Pearce ve diğ., (1984)'nin granitoid tektonik sınıflandırma diyagramlarındaki konumu.

Granitlerin gelişim ortamlarına yaklaşım yöntemlerinden diğeri de örümcek (spider) diyagramlarıdır. Bu diyagramlarda elementler okyanus sırt granitlerine (ORG) göre normalize edilmiş değerlerle karşılaştırılmaktadır. İz elementler, magmanın kristalleşmesi sırasında sıvı (eriyik) ya da katı (mineral) fazı tercih edebilirler. Sıvı fazı tercih eden iz elementler uyumsuz kalabilen elementlerdir.

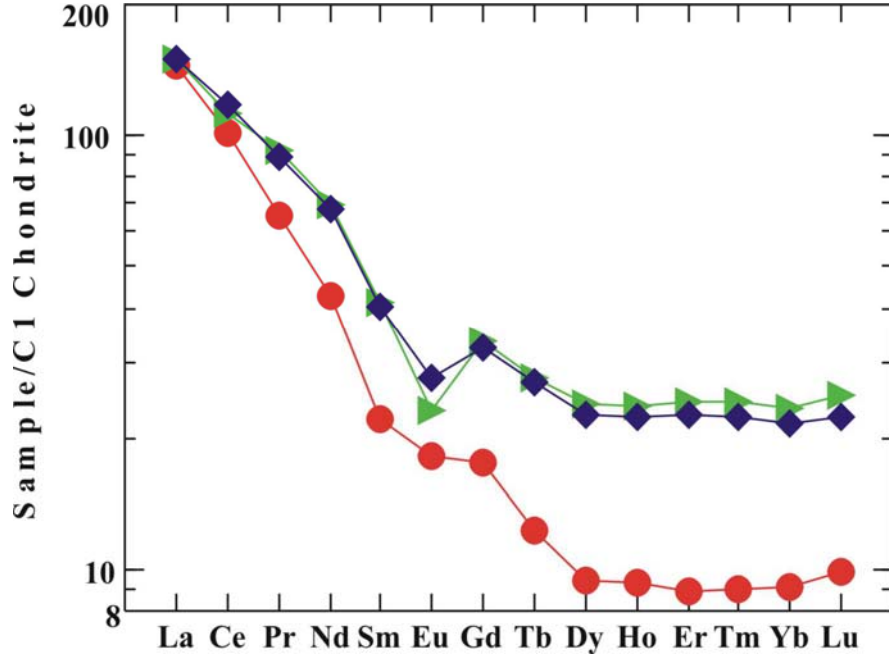
Evciler plütonuna ait kayaçların Pearce ve diğ., (1984) tarafından ORG normalize değerleri kullanılarak oluşturulan örümcek diyagramında, volkanik yay ortamında gelişmiş Şili ve Jamaika'daki örneklerle karşılaştırılmıştır. Diyagramda da görüldüğü gibi çalışma alanındaki granitik kayalara ait örnekler volkanik yay ortamında gelişmiş diğer bölgelerdeki örneklerle hemen hemen benzer bir gidiş sergilemektedir.

Volkanik yay granitlerinde K, Rb, Ba, Th ve özellikle kalkalkalen-şoşonitik serilerde Ce, Sm, Nb, Hf, Ta, Y, Zr ve Yb'a göre zenginleşme göstermeleri karakteristiktir (Pearce ve diğ., 1984). Ancak Şekil 3.29'a göre granit kayaçlarında, Y değerindeki düşüş, K, Rb, Th ve Ce gibi kıta kabuğunu karakterize eden elementlerdeki zenginleşme bize manto kökenli bir magmaya kıta kabuğuna ait gereçlerin karıştığını gösterir. Diyagramda gözlenen Nb ve Ta elementlerindeki negatif anomaliler, kısmi ergimeye sırasında, bu elementlerin artık faz olarak bulunan rutil, sfen ve perovskit tarafından tutulmasına bağlıdır (Temel, 2001). Bu tür negatif anomaliler de kıtasal kabuğun Nb bakımından fakir olması nedeniyle, kabuksal kirlenmeyi işaret eder.



Şekil 3.29. Evciler Plütönu'na ait kayaçların örümcek diyagramı. ORG'a göre normalize edilmiştir. Normalizasyon değerleri ve Chile, Jamaica değerleri Pearce ve diğ., (1984)'den alınmıştır.

Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçların REE için örümcek (spider) diyagramları Kondrite göre normalize edilerek kullanılmıştır (Şekil 3.30). Normalizasyon verileri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. Bu diyagram ile magmanın içindeki elementlerin zenginleşmesi ve fakirleşmesi incelenmiştir. Magmatik kayaçların REE dağılımları, kısmi ergime ve fraksiyonel kristalleşme süreçleri hakkında bize bilgi verirler. REE, hafif nadir toprak elementler-LREE (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm) ve ağır nadir toprak elementler-HREE (Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Granitik kayaçların oluşum evrelerinde ilk önce oluşan ürünler LREE bakımından fakir, HREE bakımından zengin, buna karşılık son ürünlerde ise tam tersi bir bileşim sergilerler. Bunun nedeni ise, HREE karakterinde olanlar, tıpkı Y elementinde olduğu gibi, granat ve amfibol minerallerinin bünyelerine ve diğer taraftan Eu elementinde de olduğu gibi, başlıca Ca ve Sr elementleri ile birlik oluşturacak şekilde plajyoklasların bünyesine girebilmelerinden kaynaklanmaktadır (Boztuğ, 2001). Eldeki bu veriler doğrultusunda diyagrama bakılacak olursa, çalışma alanındaki granitik örneklerde LREE daha fazla ve HREE ile Eu elementindeki belirgin bir negatif anomali, bunların kondrite göre normalleştirilmiş dağılımlarında LREE'den HREE'lere doğru bir fraksiyonlanmanın olduğunu göstermektedir. LREE'nde görülen bu zenginleşmenin, kaynağa dalma-batma sonucu dalan levhanın katkısı ile kabuksal bileşenlerin oluşturduğu kirlenmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.30. Evciler Plütönu'na ait granitik kayaçlarının REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır (● : 48, ◆ : 83, ▲ :61 nolu örnekler).

3.2.2. Çan Volkanitleri

Çan-Etili çevresinde, Edremit dolaylarında, Çanakkale doğusunda ve Gökçeada'da yüzlekler veren volkanik kayalar Ercan ve diğ., (1995) tarafından “Çan Volkanikleri” olarak isimlendirilmiştir. Bunlar, andezit, dasit, riyodasit türde lav, tüf ve aglomeralardan oluşmaktadır. İnceleme alanında Etili güney ve güneydoğusunda çok geniş bir alanda (yaklaşık 100 km²) yüzeylenme vermektedirler.

Bölgede yapılan önceki çalışmalarda bu volkanik kayaların sadece genel niteliklerine değinilmiş, bazı yüzeylenmelerden alınan örnekler üzerinde yapılan petrografik ve jeokimyasal çalışmalar ile birlikte belirli bazı bölgelerden de volkaniklere ait yaş tayinleri yapılmıştır.

Bu çalışma ile Etili güney ve güneydoğusunda geniş bir alanda yüzeyleme veren volkanik kayalar ayrıntılı olarak haritalanmış ve harita birimi olarak ayırtılabilen volkanik ürünler litostratigrafik özellikleri göz önüne alınarak üç gruba ayrılmıştır.

Ercan ve diğ., (1995), Krushensky, (1976), Sümengen ve diğ., (1987), Dayal (1984) gibi araştırmacılar Çan volkanikleri için yaklaşık 23,6±0,6 My ile 34,3±1,2 My arasında değişen yaşlar bulmuşlardır. Elde edilmiş tüm yaşlar ve bunların hangi yöntem kullanılarak elde edildikleri Tablo 3.5'de gösterilmiştir. Ayrıca Şekil 3.31'de de bu yaş verilerinin elde edildiği lokasyonlar görülmektedir.

Tablo 3.5. Çan volkanitlerine ait yaş verileri.

| Volkanik türü | Yöntemi | Yaş | Kayaç Türü ve Alındığı yer | Referans |
|------------------|---------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Çan volkanitleri | K/Ar | 34,3±1,2 (Alt Oligosen) | Gökçeada Andezitik lav | Ercan ve diğ., (1995) |
| | K/Ar | 30,4±0,7 (Alt Oligosen) | Gökçeada(Tepeköy) Andezitik lav | Ercan ve diğ., (1995) |

| | | | | |
|----------------------|------|-------------------------|---|--------------------------|
| Hallaçlar Formasyonu | K/Ar | 23,6±0,6 (Orta Miyosen) | Edremit'in kuzeydoğusundaki Andezitik lavda-biyotitiden elde edilen | Krushensky (1976) |
| Hisarlıdağ volkaniti | | 35,0±0,9 (Alt Oligosen) | Enez doğusunda Hisarlıdağ'da Andezitik lavda | Sümengen ve diğ., (1987) |
| | | 28,2±1.4 28,0±0,9 | Yenice dolaylarında, andezitik lavda | Dayal (1984) |

3.2.2.1. Çan Volkaniklerinin Bölgesel Volkanizma İçerisindeki Konumu ve Deneştirme

Biga Yarımadası'nda ve Batı Anadolu'da çarpışma sonrası etkinliğini arttıran Oligosen-Miyosen volkanizması birçok araştırmacı tarafından farklı isimler altında tanımlanmış ve kabul edilmiştir. Bunlardan, Krushensky (1976), Edremit'in kuzeydoğusunda yer alan, başlıca riyodasit, dasit ve ender olarak da trakiandezit bileşimlerinden oluşan volkanikleri Hallaçlar Formasyonu olarak isimlendirmiştir. Saner (1985), Enez doğusunda Hisarlıdağ'da ve Keşan civarında gözlenen andezitik ve dasitik türde lav ve tüflerden oluşan volkanik kayaları Hisarlıdağ volkaniti olarak adlandırmış ve bu adlama Sümengen ve diğ., (1987) tarafından da kabul edilmiştir. Siyako ve diğ., (1989), Lapseki güneyi ve doğusundaki, Gelibolu'daki, Bayramiç-Çan bölgesindeki ve Edremit körfezi çevresindeki andezit, tuf ve aglomera türü volkanik kayaları Doyran volkanikleri olarak adlandırmışlardır. Ercan ve diğ., (1995) Çan-Etili çevresinde, Edremit dolaylarında, Çanakkale doğusunda ve Gökçeada'da yüzlekler veren andezit, dasit, riyodasit türde lav, tuf ve aglomeralardan oluşan volkanik kayaları "Çan Volkanikleri" olarak isimlendirmişlerdir. Bu çalışmada da Ercan ve Diğ., (1995) tarafından yapılan isimlendirme benimsenmiş, ancak volkanik ürünlerin konumları 1/25.000 ölçekli haritada ayrıntılı olarak işaretlenerek her birim detaylı şekilde petrografik ve jeokimyasal olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.31. Çan volkaniklerinin Biga Yarımadası'ndaki yayılımı ve yaş verileri (Ercan ve diğ., 1995'den değiştirilmiştir). (1) Ercan ve diğ., 1995; (2) Krushensky, 1976; (3) Dayal, 1984.

3.2.2.2. Lavlar (Tçv)

3.2.2.2.1. Tanım ve Genel Yayılım

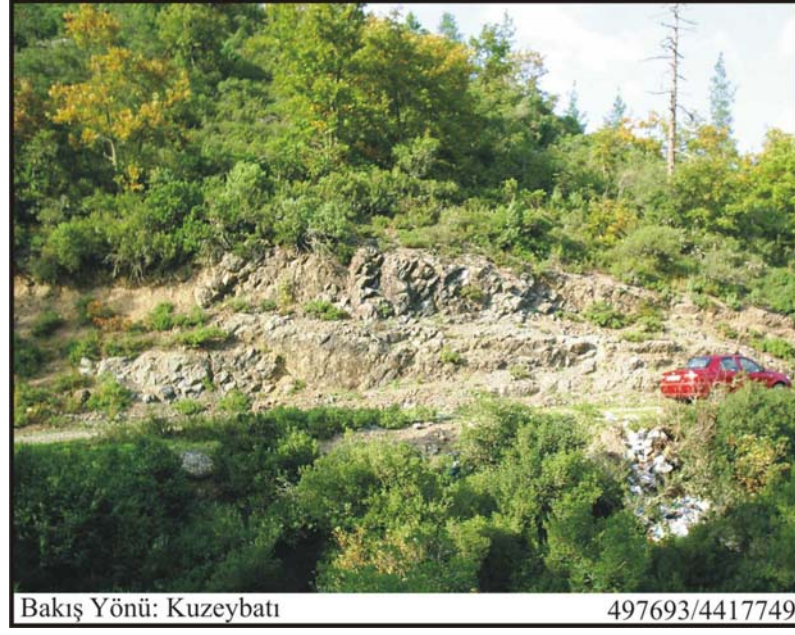
Bölgede yer alan lav akıntıları çalışma alanında geniş alanlarda yüzlekler verirler. Bu lavlar, bölgenin güneyinde Söğütalan köyü (I22) ve güneydoğusunda Bardakçılar köyü (S19) civarında en tipik yüzylemelerini vermektedirler. Bölgenin kuzeyinde bulunan lavlar ise Uzunalan köyü (O11) ile Hurma köyü (Y3) arasındaki yol boyunca, Dereoba (G13) ve Keçiağılı köyü (B10) yolu üzerinde ve Pırnallı tepe (F6) civarında gözlenmiştir. Ayrıca çok ufak olmakla birlikte Alibeyçiftliği köyü (B2) mevkiinde de bu lavların yüzleklerine rastlanılır.

3.2.2.2. Litoloji ve Dokanak İlişkisi

Genel olarak lavlar gri, yeşilimsi, kırmızımsı kahverengi renklere andezit, dasit ve trakiandezit bileşimlerinde bulunurlar. Çalışma alanında yaygın görülen ortaç bileşimli lav akıntıları çoğunlukla masiftir. Bilaller köyü (K17) ile Söğütalan köyü (I22) arasında görülen lav akıntıları yaklaşık olarak 5 cm'den 50–60 cm'ye değişen K68D/54KB doğrultulu ince katmanlara ayrılan bol miktarda düzenli eklem ve çatlaklara sahip akma düzlemleri gösterirler (Şekil 3.32). Bu tip akma düzlemlerini Uzunalan köyü (O11) civarında ve K62B/79GB doğrultuya sahip Çaltılıgedik tepeye (S20) çıkan yol üzerindeki lavlarda da görmek mümkündür (Şekil 3.33).

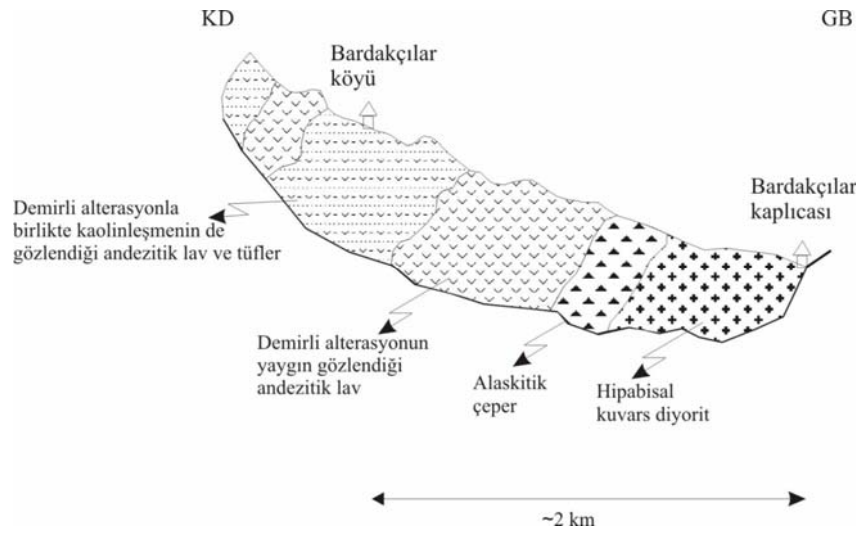


Şekil 3.32. Söğütalan köyü yolu üzerindeki lav akıntılarında ait akma düzlemleri.



Şekil 3.33. Çaltılıgedik tepe yolu üzerinde gözlenen lavlara ait akma düzlemleri.

Bardakçılar Kaplıcası (S19) ile Bardakçılar köyü (T15) arasında ve Kaplıca ile Uzunalan köyüne (O11) giden yol üzerindeki lavlar ileri derecede alterasyona uğramışlardır. Birim alterasyon sonucu oluşmuş sarı, kahve ve pas rengi ile bu bölgede kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bu yol güzargah üzerinde oluşturulan jeolojik kesit Şekil 3.34’de gösterilmiştir.

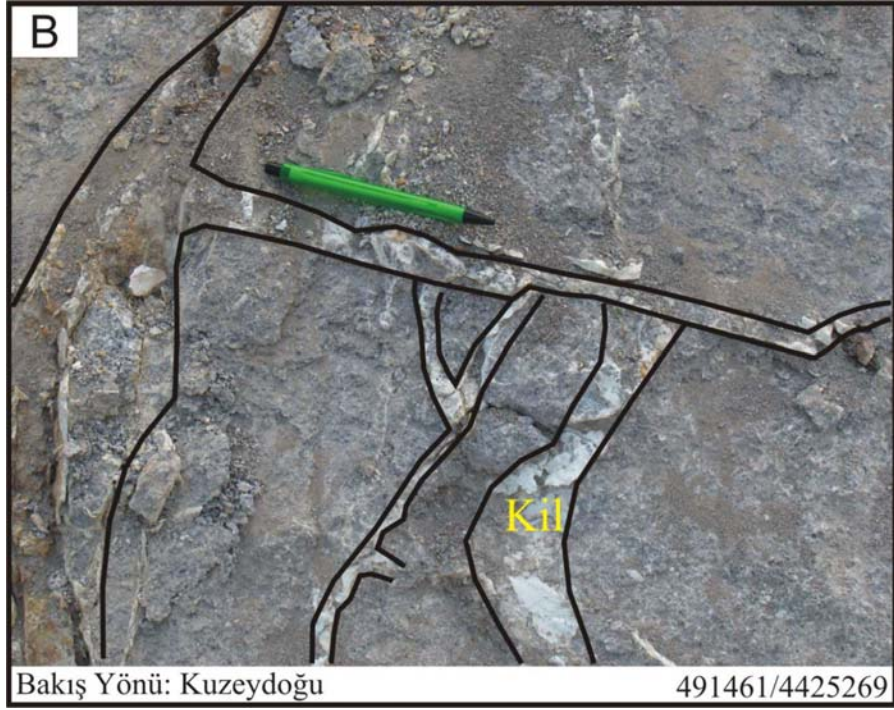


Şekil 3.34. Bardakçılar köyü ile Bardakçılar kaplıcası arasında gözlenen magmatik kayaların jeolojik kesiti.

Dereoba-Keçiğalı köyü yolu üzerinde ve Keçiğalı-Etili yolu üzerinde gözlenen lavlar ileri derecede alterasyondan dolayı ilksel dokularını ve renklerini kaybetmişlerdir (Şekil 3.35). Pırnallı tepenin (F6) yamaçlarında ve yakın çevresinde gözlenen andezitik bileşimli volkanik kayalar da ileri derecede alterasyona uğramış bu kayalarda demiroksitleşme ile birlikte killeşmenin ve silisleşmenin yaygın olarak görüldüğü saptanmıştır. Kil bantları yer yer ağsal damarlar şeklinde kayayı sarmaktadır. (Şekil 3.36). Bölgenin güneyinde yer alan Tavşan tepe (J27)'den sırayla Soğucak tepe (K25) ve Sıraçam tepe (M22)'ye inen yol üzerindeki dasitik bileşimli volkanik kayalarda da yer yer killeşmeler görülür.



Şekil 3.35. Keçiğalı-Etili yolu üzerinde ileri derecede alterasyona uğramış andezitik lavlar



Şekil 3.36. (A) Andezitik lavda görülen demirli alterasyon ile birlikte gelişmiş killeşme, (B) Gözlenen kil damarları.

Bardakçılar kaplıcası (S19) güneyinde Çaltılıgedik tepeye (S20) çıkan yol üzerindeki andezitik bileşimli volkanik kayalarda gri renkli 2-3 cm'den ~20 cm'ye varan boyutunda anklavlar gözlenmiştir (Şekil 3.37). Çoğunlukla elips şeklinde gözlenen anklavlar genellikle içerisinde yer aldıkları volkanik kayalardan daha koyu renkli ve daha bazik bileşimlidir. Anklavların kökeni üzerinde bu çalışma kapsamında ayrıntılı olarak durulmamıştır.



Şekil 3.37. Andezitik lavlar içerisindeki anklavlar.

Siyah renkli bazaltik bileşimli dayklar ise çalışma alanında Söğütalan köyü (I22) güneydoğusunda ve Göle (K9) ile Bilaller köyü (K17) arasında haritalanabilecek ölçekte mostra vermektedir. Bunun dışında Alanseki tepe (U21) civarındaki lavlar içinde de dayk şeklinde bazalt yüzlekleri mevcuttur.

Çalışma alanındaki andezitik, dasitik ve trakiandezitik lavlar, bölgenin temelini oluşturan Çetmi Ofiyolit melanjı üzerine ve hemen hemen aynı dönemde oluşmuş olan Evciler Plütonu'nun üzerine uyumsuzlukla gelir. Lavların kendi aralarındaki sınır kesin olarak ayırtedilememektedir. Bunların, aglomeralarla olan dokanağı

geçişlidir (Şekil 3.38). Riyolitik tüfler ile de örtülürler. Lavlar, aglomera ve tüflerle birlikte genel olarak bir dom yapısını sergilemektedir. Lavlar, Bardakçılar Kaplıcası (S19) civarında gözlenen Küçükkuyu Formasyonunun alt düzeylerindeki aglomeratik kesimler ile geçişlidir.



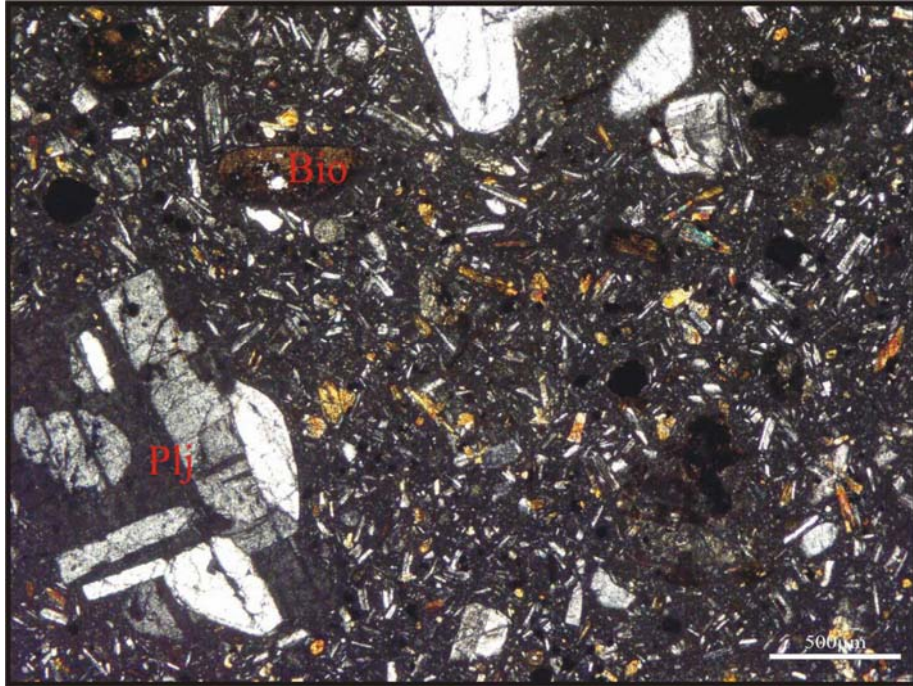
Şekil 3.38. Çalışma alanında gözlenen lav ile aglomera dokanağı.

3.2.2.2.3. Petrografi

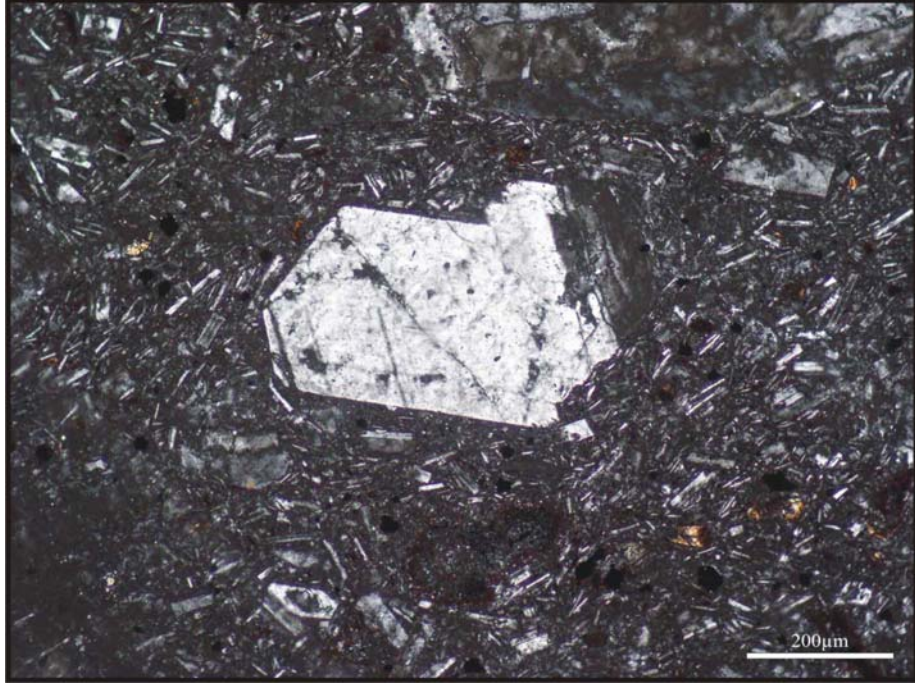
Bölgede lav akıntısı olarak gözlenen volkanik kayalar çoğunlukla andezit olmak üzere, ender olarak dasit ve trakiandezit bileşimlidirler. Andezitler genellikle afanitik ve porfiritik dokular göstermektedir. Çaltılıgedik tepe (S20), Keçiçalı (B10) ve Küçükpaşa (P4) köyleri civarındaki yüzeylemelerinde porfiritik doku gösteren andezitler yaygındır. Bu kayaç gruplarının başlıca mineralleri; plajiyoklas, alkali feldispat (sanidin), biyotit, hornblend ve \pm piroksenden oluşmaktadır. Andezitlerde, başlıca plajiyoklas, biyotit, hornblend ve tali mineraller olarak da opak mineraller yer alır. Dasit örneklerinde plajiyoklasların yanı sıra kuvars mineralleri dikkati çekmektedir. Andezit kayalarında olduğu gibi dasitlerde de biyotit ve hornblend bol miktarda bulunan minerallerdendir. Ayrıca alkali feldispatlardan sanidin mineralleri

de gözlenir. Trakiandezit kayalarında, alkali feldispatlardan sanidinin oranı andezitlerde görülenden daha fazladır.

Lavlara ait kayaç örneklerine mikroskopta bakıldığında, hamurun çoğunlukla mikrolitik ya da mikrokristallerden oluştuğu görülür. Ayrıca hamur içindeki volkanik cam ve mikrolitlerin göreceli miktarlarına göre hiyalopilitik, pilotaksitik ve intersertal dokular gözlenmektedir (Şekil 3.39). Ayrıca örneklerin bazılarında hamur içindeki mikrolitlerde akma görüntüsü veren trakitik doku da gözlenmektedir (Şekil 3.40). Plajiolklas veya amfibol ve piroksen fenokristallerinin bir araya gelerek oluşturdukları glomeroporfirik dokuya ise özellikle andezit ve bazaltik andezit örneklerinde rastlamak mümkündür (Şekil 3.41).



Şekil 3.39. Lavlar içinde gözlenen intersertal doku (Çift Nikol, Bio: Biotit, Plj: Plajiolklas)

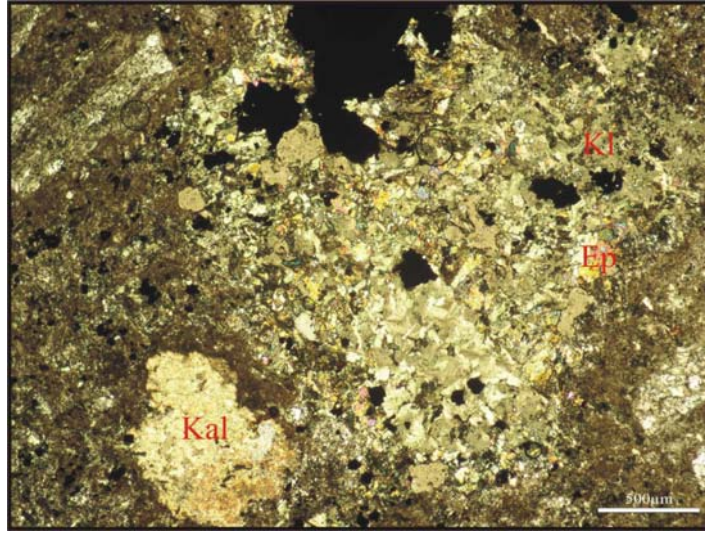


Şekil 3.40. Mikrolitlerde gözlenen akma yönlenmesi ile gelişmiş trakitik dokunun görünüşü (Çift Nikol).

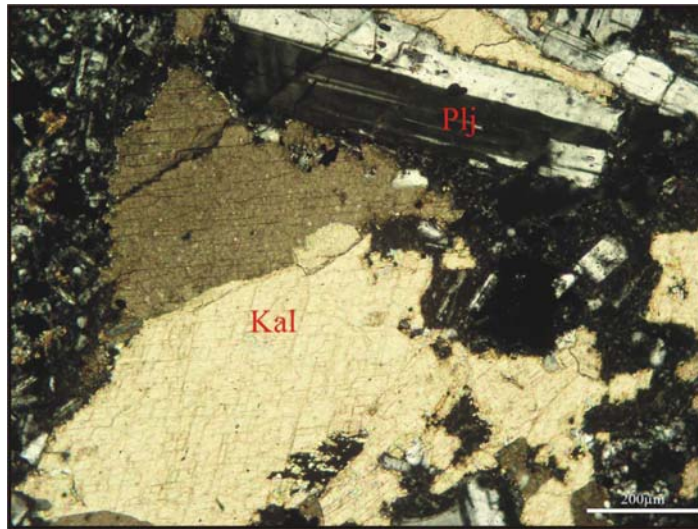


Şekil 3.41. Plajiyoklas feldispatlarının bir araya gelerek oluşturdukları glomeroporfirik doku (Çift Nikol, Plj: Plajiyoklas).

Lav örneklerine ait kayalarda yaygın olarak alterasyon ile gelişmiş, ikincil kalsit, serizit, epidot, kil ve klorit mineralleri bulunur. Bu mineraller genellikle plajyoklas fenokristalleri üzerinde veya camsı hamurun devitrifikasyonu ile gelişmiş ikincil minerallerdir. Genelde ufak taneler halinde gözlenirler. Alterasyon ile gelişmiş bu minerallerin bazıları bir arada görülebildiği (Şekil 3.42) gibi bazı örneklerde yaygın olarak serizitleşme ya da karbonatlaşma şeklinde de görülebilmektedir (Şekil 3.43).



Şekil 3.42. Andezitik lavda gözlenen kloritleşme, epidotlaşma ve karbonatlaşma (Çift Nikol, Kl: Klorit, Ep: Epidot, Kal: Kalsit)



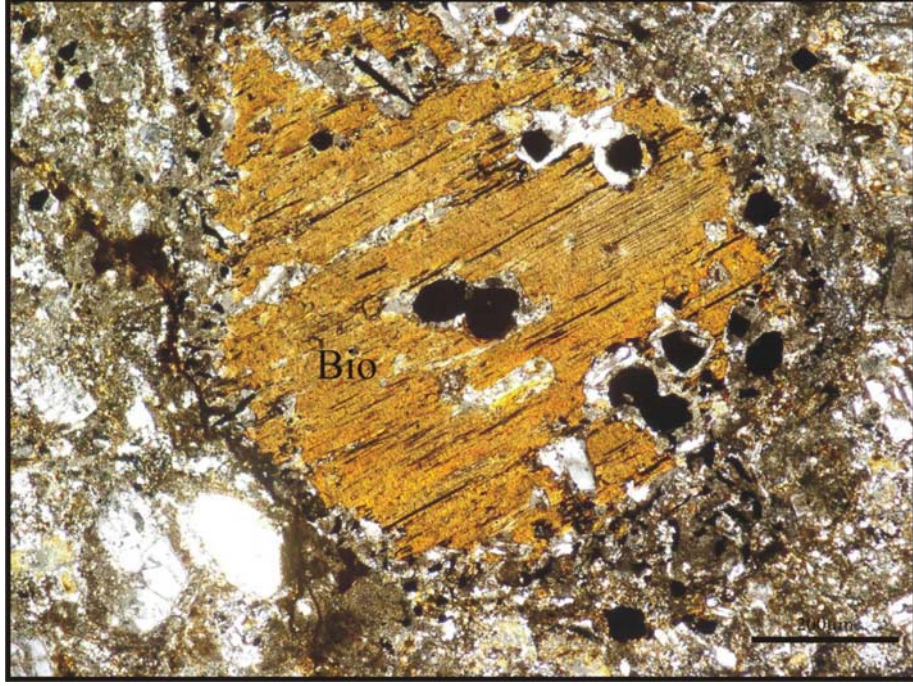
Şekil 3.43. Alterasyon ile gelişmiş yaygın karbonatlaşma (Çift Nikol, Plj: Plajyoklas, Kal: Kalsit)

İncekesitler üzerinde yapılan petrografik incelemelerde gözlenen minerallerin özelliklerine bakıldığında, **Plajioklaslar**; andezitik kayalardaki en yaygın minerallerdir. Bunlar, çoğunlukla fenokristal olarak ve mikrolitler halinde bulunurlar. Fenokristaller genellikle öhedral ya da subhedral şekildedir. Plajioklasların tümü ikizlidir. Nadir olmakla birlikte plajioklaslarda zonlanma da görülmektedir. Yaygın olarak plajioklas minerallerinde serizitleşme, killeşme, karbonatlaşma ve epidotlaşma görülmektedir (Şekil 3.44).



Şekil 3.44. Plajioklas minerali içinde gerçekleşen serizitleşme (Çift Nikol, Plj: Plajioklas, Ser: Serizit)

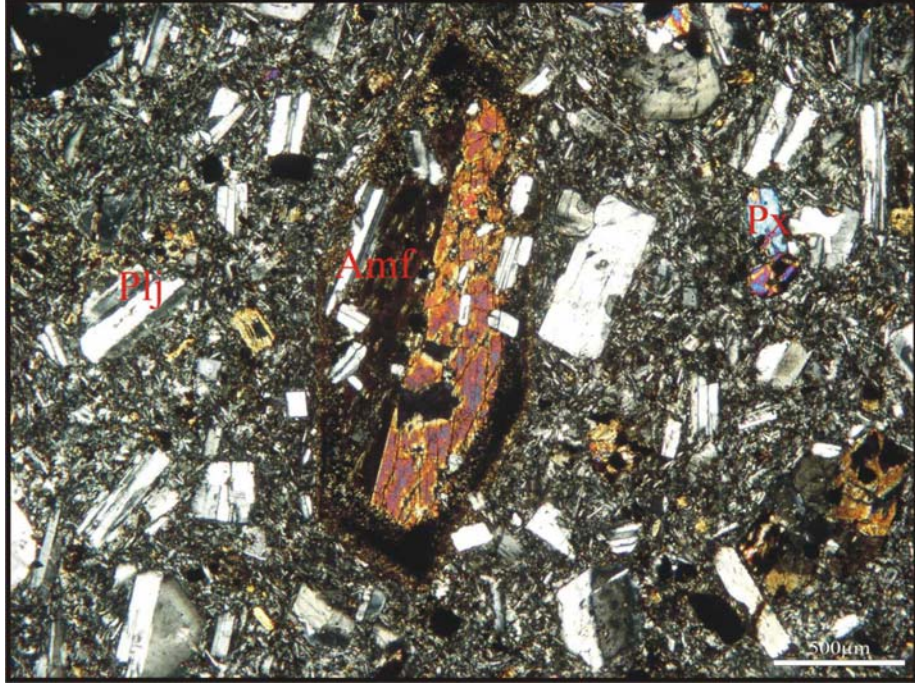
Biyotit, andezitik kayalarda en yaygın bulunan mafik mineraldir. Kırmızımsı kahve ve kahverengi olup, belirgin bir pleokroizmaya sahiptirler. Öz şekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde fenokristal ve mikrokristal halinde gözlenirler. Tek yönde mükemmel bir dilinime sahiptirler ve paralel sönme gösterirler. Kesitlerin çoğunda bulunan biyotit mineralleri etrafında opaklaşma gözlenmektedir (Şekil 3.45). Hatta bu opaklaşma bazı biyotit minerallerinin tümünü de kaplamaktadır. Ayrıca biyotit minerallerinde serizitleşme ile birlikte kloritleşme de yaygın olarak gözlenen alterasyonlardandır.



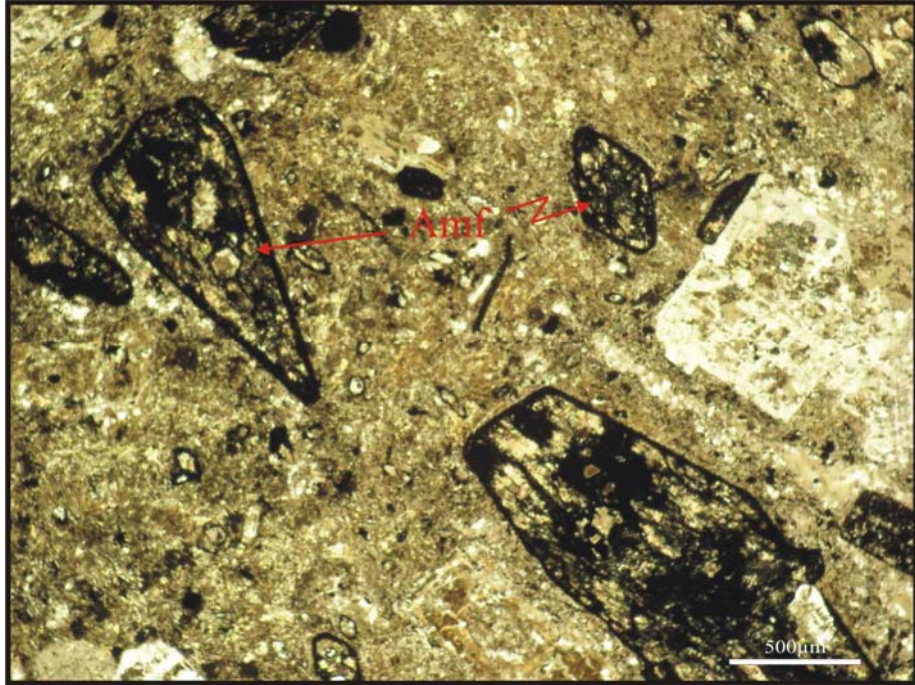
Şekil 3.45. Biotit mineralinin etrafında gerçekleşen opaklaşma (Çift Nikol, Bio: Biotit)

Hornblend, kahverengi-yeşil renklere sahip yüksek pleokroizma gösterirler. Öhedral ve anhedral olarak bulunan kristalleri fenokristal şeklinde gözlenmektedir. Çift yönde baklava şeklindeki dilinim izleri çok karakteristiktir. Bazı kesitlerde basit ikizlenme göstermektedirler (Şekil 3.46). Eğik sönme gösterirler. Hornblend kristallerinde de biyotitlerde olduğu gibi opasitleşme yaygın olarak gözlenmektedir. (Şekil 3.47). Bu opasitleşme bazen mineralin sınırları boyunca gelişirken bazılarında da dilinimleri boyunca meydana gelmiştir.

Kuvars; andezitler içinde genelde tali mineral olarak yer alır. Dasit örneklerinde ise plajyoklas minerallerinden sonra ikinci yaygın olarak görülen minerallerdir. Andezitik örneklerde kuvars kristalleri en son safhada oluşmalarından dolayı genellikle özşekilsiz olarak matris içinde gelişmiş güzel yayılmış tanecikler halindedirler. İkincil kuvarslar boşlukları ve bazı minerallerin içini doldurmuş şekilde gözlenirler.



Şekil 3.46. Basit ikizlenme gösteren amfibol (hornblend) minerali, mineral sınırları demirli ayrışma nedeniyle opasitleşmiştir(Çift Nikol, Amf: Amfibol, Plj: plajiolklas).



Şekil 3.47. Amfibollerde (Hornblend) gerçekleşmiş opasitleşme (Çift Nikol, Amf: Amfibol)

3.2.2.3. Aglomera (Tçva)

3.2.2.3.1. Tanım ve Genel Yayılım

Morumsu bordo renklerde andezit, dasit ve bazalt bileşimli kaya parçalarından oluşan aglomeralar, çalışma alanının hemen hemen orta kesiminde, KD-GB uzanımlı, Cıcikler (H18) ve Bilaller köyünü (K17) de içine alan bir bölgede yayılım göstermektedir.

3.2.2.3.2. Litoloji ve Dokanak İlişkisi

Çalışma alanında piroklastik ürün olarak bulunan aglomeralar, arazide dış yüzeylerinin mor ve bordomsu renklerdeki görünüşleriyle kolaylıkla ayırt edilirler. Bunlar Bardakçılar Kaplıcası'nın (S19) hemen güneyindeki ufak bir alandaki mostralarında masif halde görülebildikleri gibi (Şekil 3.48), Kaplıca'dan Bilaller köyüne giden yol üzerinde K30D/42KB doğrultuya sahip akma düzlemleri de gösterirler (Şekil 3.49). Aglomeratik birim içerisindeki çakıl boyutları yaklaşık olarak, 2-3 cm'den metre mertebesindeki iri bloklar arasında değişmektedir. Dış yüzeyi morumsu bordo renkli olan birimin, çakılları kırıldığında koyu gri renkte gözlenmektedir.

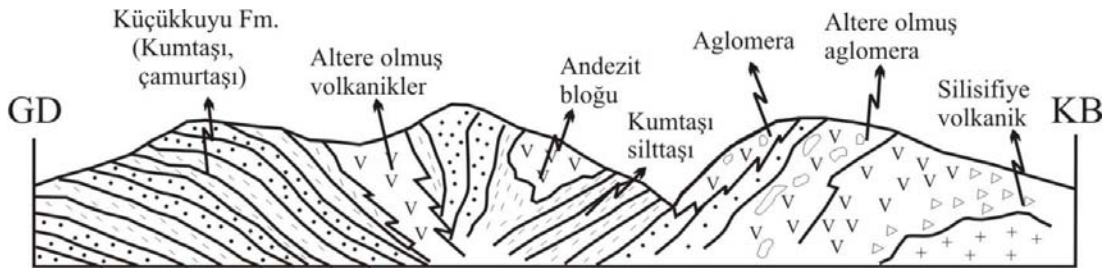


Şekil 3. 48. Masif görünümlü aglomeraların genel görünümü.

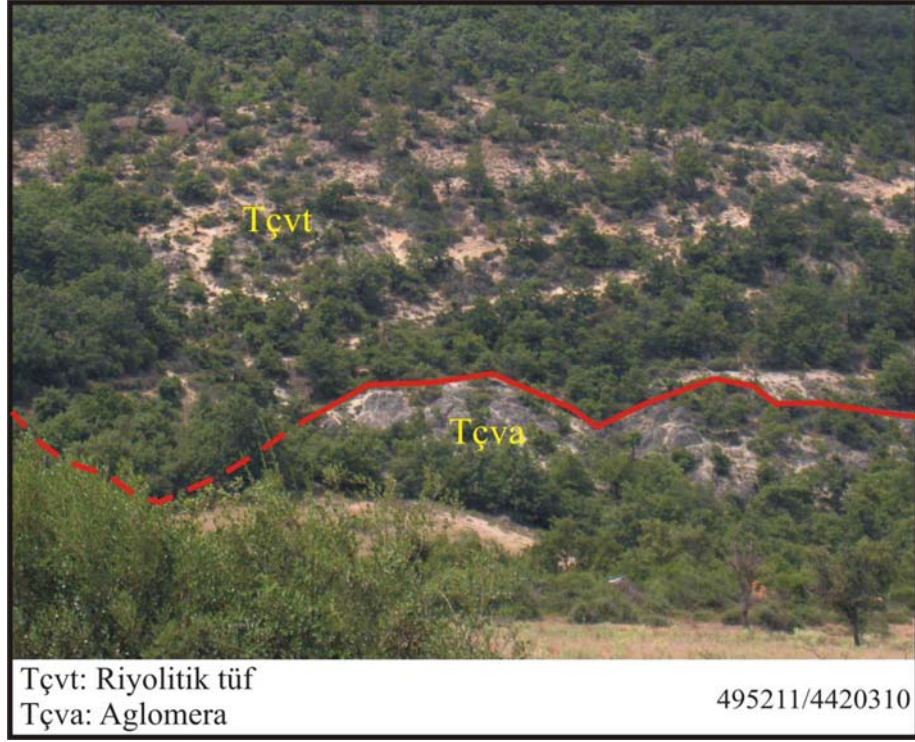


Şekil 3.49. Aglomeralarda gözlenen akma düzlemleri.

Çalışma alanında aglomeratik birim alttaki lav birimi ile üstte ise Bardakçılar Kaplıcası (S19) civarında gözlenen Küçükkuşu Formasyonu ile geçişli olarak gözlenirken (Şekil 3.50), Bilaller köyü (K17) civarında riyoitik tüfler aglomeraların üzerini örtmektedir (Şekil 3.51).



Şekil 3.50. Bardakçılar Kaplıcası civarında gözlenen jeolojik kesit (Kesit uzunluğu ~ 1 km'dir).



Şekil 3.51. Aglomera ile Riyolitik tüflerin dokanak ilişkisi

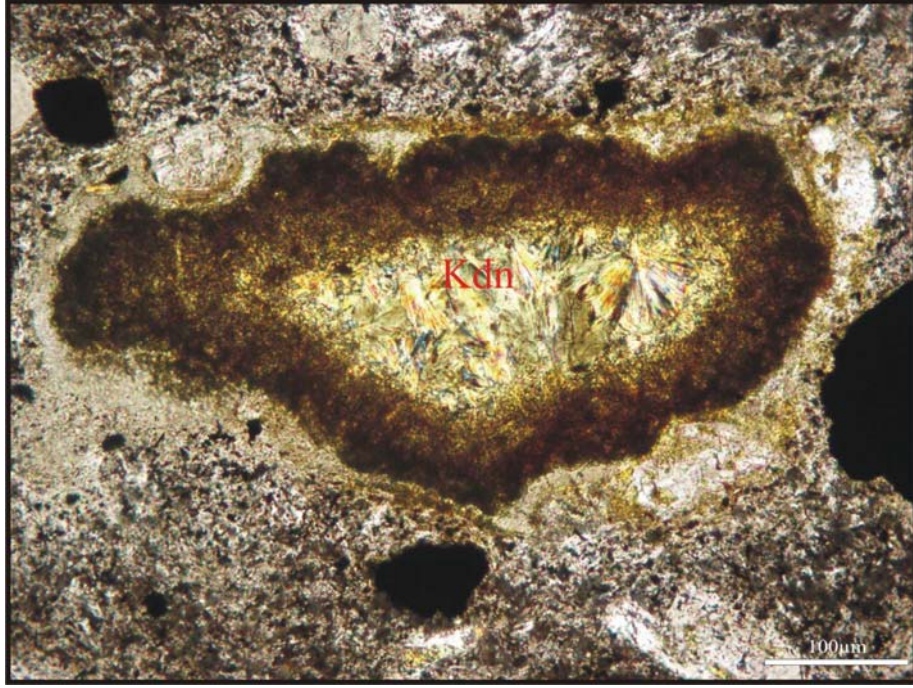
3.2.2.3.3. Petrografi

Çalışma alanındaki aglomeralar, o bölgede gelişmiş volkanik kaya parçalarını içinde bulunduran ve yine volkanik malzemeye birbirine tutturulan bir birim olarak karşımıza çıkar. Aglomeralar içindeki volkanik çakılların dokuları genellikle afanitik dokuludur. Lavlarda olduğu gibi çoğunlukla plajioklas mineralleri, biyotit, hornblend ve boşluk dolgusu şeklindeki kuvars kristalleri mikroskop incelemelerinde gözlenmektedir.

Plajioklaslar, öhedral ve subhedral fenokristaller halinde bulunurlar. Ayrıca mikrolit şeklinde hamur içinde de yer alırlar. Kayaç içinde gözlenen plajioklasların tamamı polisentetik ikizlenme göstermektedirler.

Mafik mineral olarak gözlenen biyotit ve amfiboller, daha çok ufak kristaller halinde hamur içinde yer alırlar. Bu minerallerde opasitleşme türü ayrışma, dilinim izleri boyunca ya da mineralin tamamında yaygın olarak gözlenmektedir.

Ayrıca ikincil olarak gelişmiş epidot ve kil mineralleri de gözlenir. Kayaç içindeki boşlukları doldurur şekilde demir oksit mineralleriyle çevrelenmiş kalsedon mineralleri plumose (tüylü) dokusu (Sander and Black, 1988) gösterirler (Şekil 3.52).



Şekil 3.52. Plumose dokusu gösteren kalsedon ve onu çevreleyen demir oksit. (Çift Nikol, Kdn: Kalsedon).

3.2.2.4. Riyolitik tüf (Tçvt)

3.2.2.4.1. Tanım ve Genel Yayılım

Çalışma alanındaki diğer bir piroklastik ürün olan riyolitik tüfler, arazide yaygın olarak bulunurlar ve bunlar açık sarımsı, krem renkleriyle diğer volkanik kayalardan kolaylıkla ayırtedilirler. İlk defa bu çalışmada, 1/25.000 ölçeğinde harita birimi olarak, diğer volkanik ve volkanoklastik birimlerden ayırtlanmış ve petrografik özellikleri tanımlanmıştır.

Açık sarımsı, krem renkli hematitleşme ve limonitleşmenin yaygın olarak görüldüğü riyolitik tüfler, bölgede Çan taşı olarak bilinirler. Başlıca Göle (K9), Dereoba (G13) köyleri ve bunların güneyinde geniş alanlarda mostra verirken, Söğütalan köyünün (I22) kuzeyinde Hoppa tepe (I21) ve civarında, Uzunalan

köyünün (O11) doğusunda Akçakertil tepe (R12) ve Ağılçam tepe (S11) civarlarında, Küçükpaşa köyünün (P4) güneyinde Arpatarla tepe (R8) ve Kocasık tepe (R7) arasında geniş alanda ve doğusunda da ufak alanlarda mostra vermektedirler.

3.2.2.4.2. Litoloji ve Dokanak İlişkisi

Riyolitik tüfler, açık sarımsı, krem renkli hematitleşme ve limonitleşmenin yaygınca izlendiği yüzeylemeler vermektedir. Birimdeki hematitleşme ve limonitleşmenin oluşturduğu izler, bunların dekoratif taş olarak değerlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır(Şekil 3.53.). Bölgede toplam 6 adet taş ocağı biçiminde açık işletme bulunmaktadır. Bunlardan 5 tanesi çalışır durumda olup, riyolitik tüf ocağıdır.

Mevcut ocaklardan bazılarında tüfler masif olarak gözlenirken, Nalkaya Tepesi (I14) üzerindeki şu an işletilmeyen bir ocakta, mostranın üst kısımlarında ayrışmalı ve bol çatlaklı görünen riyolitik tüfler, iç kısımlara doğru K57B/72GB doğrultulu tabaka düzlemleri ile dikkati çekmektedir (Şekil 3.54).

Çalışma alanında riyolitik tüfler, aglomeraların ve lavların üzerini örtmektedirler.



Şekil 3.53. Riyolitik tüfler üzerinde gözlenen demirli alterasyon izleri.



Bakış Yönü: Güneydoğu

493822/4421064

(a)



Bakış Yönü: Kuzeybatı

497132/4424052

(b)

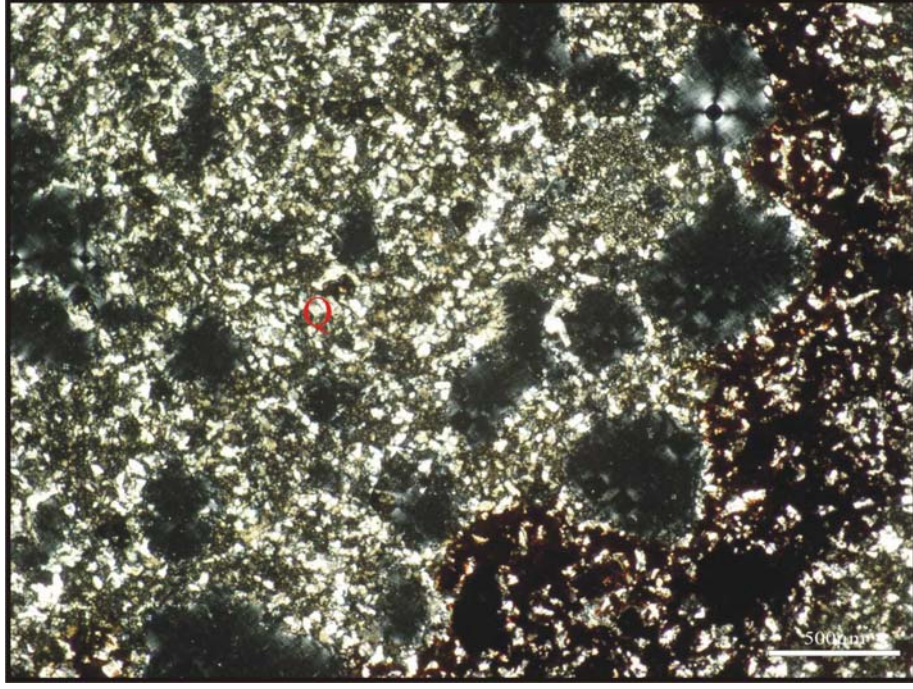
Şekil 3.54. (a) Nalkayatepesi üzerindeki riyolitik tüflerde gözlenen tabaka düzlemleri
(b)Arpatarla tepe üzerindeki riyolitik tüflerin masif görünümü.

3.2.2.4.3. Petrografi

Çalışma alanındaki afanitik dokuya sahip olan riyolitik tüfler % 70-80 oranında kuvars içerirler. Opak mineraller de yaygın olarak gözlenmektedir. Yapılan mikroskopik incelemelerde tüflerin çoğunlukla, matriksinin tamamının camsı olduğu vitritik doku belirlenmiştir. Bazı kesitlerde camsı hamur serizitleşmeye ve killeşmeye uğramıştır. Ayrıca çok belirgin olmamakla beraber akma dokusu da gözlenmiştir. Bazı örneklerde camsı hamur içinde devitrifikasyon gerçekleşmiştir. Vitrofirik dokulu örneklerde kuvars kristalleri çoğunlukla köşeli gözlenmektedir. Ayrıca bazı örnekler içinde kriptokristalin kuvars tanelerinden oluşmuş kırıntılar onları çevrelemiş kuvars mineralleri ile birlikte yer almaktadır (Şekil 3.55). Kesitlerin hemen hemen hepsinde alterasyon sonucu gelişmiş demir oksitlere rastlamak mümkündür (Şekil 3.56). Kesitlerde yapılan incelemelerde tüfler içindeki boşluk oranının yüksek olabileceği düşünülmüştür.



Şekil 3.55. Kriptokristalin dokulu kayaç kırıntısını çevreleyen ikincil kuvars mineralleri (Çift Nikol, Q: Kuvars)



Şekil 3.56. Riyolitik tüflerde sıkça rastlanan demir oksitleşme (koyu kahverengikırmızımsı bölge, Çift Nikol, Q: Kuvars)

3.2.2.5. Silisifiye Volkanikler (Sileks) (Tçvs)

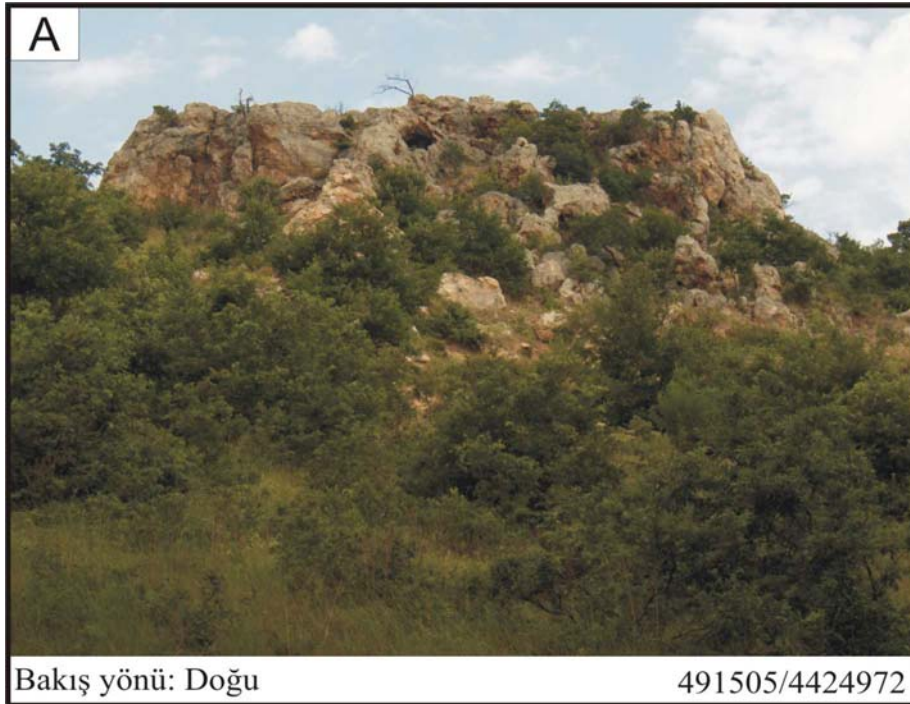
3.2.2.5.1. Tanım ve Genel Yayılım

Çalışma alanında lav, aglomera ve tüflerin yanı sıra bölgenin güney bölümde Ağı Dağı (L28)'nin zirvesinden Ihlamurtaş Sırtı (N25) ve Künkpinarı Sırtını (P26) da içine alan haritalanabilecek ölçekte geniş bir alanda, Kıraç tepe (O20) civarında, bölgenin kuzeybatı bölümünde ise Tepeköy (J5)'ün hemen güneyinde yer alan Çamtepe (J6) civarında, Seyrettepe (E6)-Pırnallı tepelerinde (F6) (Şekil 2. A,B) ve bunların güneyinde yer alan Örle tepe (G10) ve Bağtepe (I9) civarlarında özellikle tepelerin üst kısımlarında muhtemelen fay kontrollü olarak yer yer demiroksitle birlikte yaygın silis kütleleri gelişmiştir. Bunlar bölgede ticari olarak sileks olarak da adlandırılmaktadır. Ancak diyajenetik silekslerden çok farklı olarak bunların kökeni, silis bakımından zengin hidrotermal sıvıların volkanik ve volkanoklastik kayalar üzerindeki silisik alterasyonu ile ilgilidir.

3.2.2.5.2. Litoloji ve Dokanak İlişkisi

Bu silis kütleleri çalışma alanında volkanik kayalar içinde, özellikle Etili güneyinde yer alan bölgede dağınık düzensiz şekilli ve masif olarak gözlenirler. Silis kütleleri açık gri, sarımsı renklerde olup, yer yer gözenekli kısımlardan oluşmuştur. Silikler üzerinde gelişmiş hematitleşme ve limonitleşmeye genellikle çatlaklar ve kırıklar boyunca rastlamak mümkündür.

Bölgedeki silisleşmenin nedeninin hidrotermal alterasyon ile geliştiği düşünülmektedir. Çünkü silisleşme hidrotermal alterasyonun en iyi bilinen tipidir. Teck Cominco Arama ve Madencilik San. Tic. A.Ş. tarafından Ağıdağı üzerinde araştırmaları devam eden epitermal tipi altın yatağı, silis vasıtasıyla yan kayacın silisifikasyonu ile karakterize edilir (Jeo. Yük. Müh. Mevlüt AVSAN ile sözlü görüşme). Silisifiye olan bu volkanik ürünler dayanımlarının yüksek olmasından dolayı genellikle tepelerin üst seviyelerinde volkanik kayaların üst kısımlarında gözlenirler (Şekil 3.57).





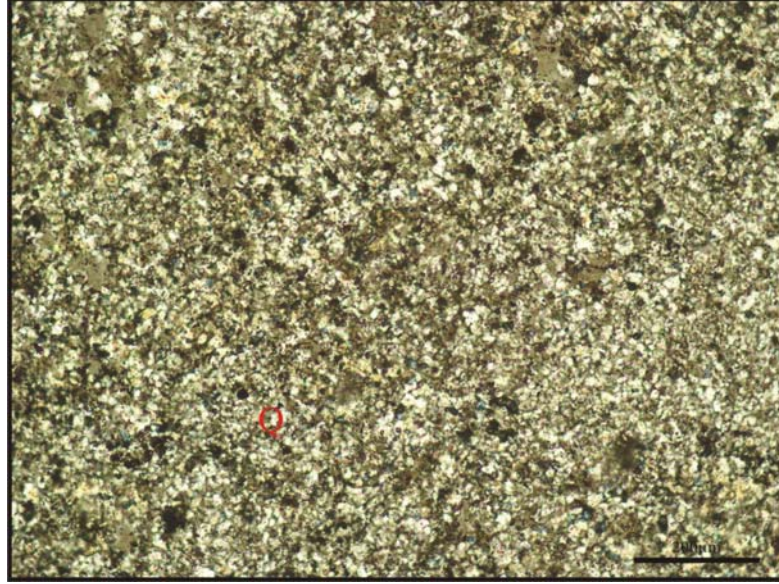
Şekil 3.57. (A) Pırnallı tepesindeki silis kütlesi, (B) Pırnallı tepe üzerinde açılmış bir silis ocağı.

Karacık (1995), buna benzer alterasyona uğramış volkanik kayaları Ayvacık volkanik topluluğu altında Kestanbol granitinin kuzeydoğusundan başlayarak güneybatıda Kösedere-Taşboğaz köyüne kadar uzanan alanda geniş bir yayılım gösteren Kızıltepe Formasyonu içinde gözlemlemiş ve ileri derecede silisleşmiş amorf kütlelerin özellikle tepelerin üst seviyelerinde geliştiğinden söz etmiştir. Ercan ve diğ., (1995)'de Çan volkaniklerinde hidrotermal alterasyonun son derece yoğun olduğunu, alterasyonun geliştiği yörelerde silisleşmiş zonların varlığına kısaca değinmiştir.

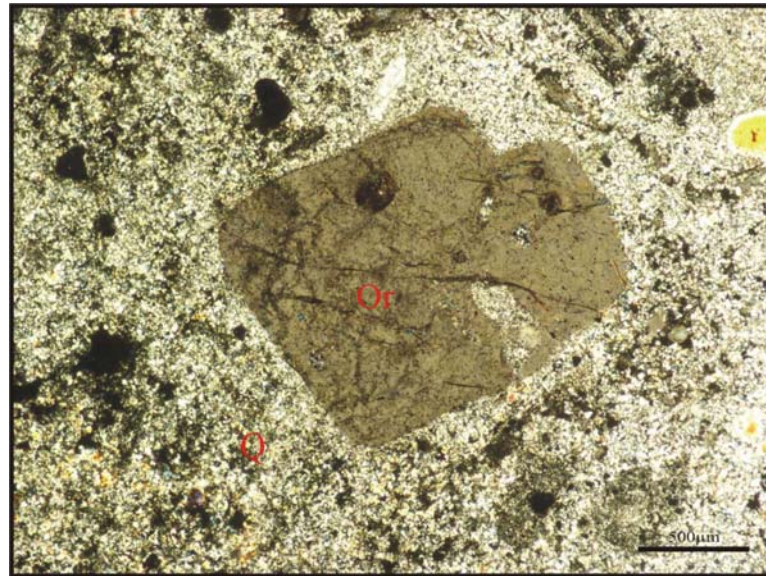
3.2.2.5.3. Petrografi

Silekslerin makro örneklerinde, bunların sert bir görünüm sundukları ve konkoidal kırılma yüzeylerine sahip oldukları gözlenmiştir. Yapılan mikroskobik incelemelerde de % 90 civarında bulunan kuvarsların tane boylarının ise çoğunlukla mikrokristalin boyutunda oldukları saptanmıştır (Şekil 3.58). İnce kesitlerde ilksel kayaca ait minerallerin neredeyse tamamının silisleştiği görülmüştür. Bu nedenle

ilksel kayaca ait mineraller özelliklerini kaybetmişlerdir. Ancak bazı kesitlerde silisleşmiş kayaç içerisinde ilksel kayaca ait feldispat mineralleri (ortoklas) gözlenmektedir (Şekil 3.59).



Şekil 3.58. Silisifiye volkaniklerdeki mikro kristalin kuvars taneleri (Çift Nikol, Q: Kuvars)



Şekil 3.59. Silisifiye volkanikler içinde yer alan ilksel kayaca ait feldispat minerali (Çift Nikol, Or: Ortoklas, Q: Kuvars)

3.2.2.6. Çan Volkanitlerinin Jeokimyası

Çalışma alanındaki Çan volkanitlerine ait kayaçlardan derlenen örneklerden, toplam 42 adet örnek üzerinde jeokimyasal çalışma yapılmıştır. Bunlar, 29 adet lav örneği, 4 adet lavların hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuş silisifiye volkanik, 8 adet riyolitik tüf ve 3 adet de aglomera içindeki volkanik çakıllardan oluşmaktadır. Örneklerin majör element analiz sonuçları Tablo 3.6'da örnek numaraları ve lokasyon yerleriyle birlikte verilmiştir. Ayrıca bu örnekler içerisinde 13 lav örneği, 3 tane silisifiye volkanik, 7 tane riyolitik tüf ve 3 tane de aglomerada iz element analizleri yaptırılmıştır. Tablo 3.7'de lav ve silisifiye volkanik örneklerinin örnek numaraları ve lokasyon yerleri; Tablo 3.8'de de riyolitik tüf ve aglomera örneklerinin örnek numaraları ve lokasyon yerleri ile iz element analiz sonuçları gösterilmiştir.

Bu bölümde bölgede gözlenen volkanik kayaların jeokimyasal nitelikleri tanıtılacaktır. Bu amaçla ilk olarak ana element ve daha sonra iz element verileri değerlendirilerek, bunlardan elde edilen veriler doğrultusunda bölgedeki volkanizmayı oluşturan magmanın oluşum ortamı ve kökenine yaklaşımda bulunmaya çalışılacaktır.

Çalışma alanındaki lavların ağırlık olarak %SiO₂ içerikleri 45 nolu örneğin dışında, %52.2 ile %67,48 arasında değişmektedir. %SiO₂ miktarına bağlı olarak yapılan sınıflamalarda lav örneklerinin nötr bileşimde, 45 nolu örnek ise %47,96 %SiO₂ miktarına göre bazik karakterdedir. Riyolitik tüf örnekleri %SiO₂ miktarına göre %68.72 ile %78,1 arasında asidik karakterde gözlenirken, aglomera örneklerinde bu değerler %54.6 ile %61,2 arasında, lav örneklerinde de olduğu gibi ortaç bileşim sunmaktadırlar. %76.8 - %96,66 arasında değişen silisifiye volkaniklerde ise hidrotermal alterasyon nedeni ile %SiO₂ miktarları oldukça yüksek değerlerdedir.

Çalışma alanındaki Çan volkanitlerine ait kayaçların mineralojik bakımdan bileşimlerini belirleyebilmek amacıyla örnekler silise karşı-toplam alkali element oksitlerinin birlikte kullanıldığı MIDDLEMOST (1985) diyagramına iz düşürülmüştür (Şekil 3.60). Bu diyagramda örneklerin çoğu andezit-andezit dasit

(19-20) alanında yer alırken, bir kısımda dasit-riyodasit (21-22) alanı içinde yer almaktadır. Lav ve aglomeralara ait olan birer örnek trakiandezit-trakit (11-12) bölümde görülür ve bazik bileşimli olan 45 nolu örnek ise bu diyagramda trakibazalt (9) alanına düşmektedir. Riyolitik tüflere ait olan örnekler ise çoğunlukla riyolit (23) olmak üzere bir kısmı da alkali riyolit ve komendit alanında dağılım göstermektedirler. Volkanik kayalar için silis ve alkali-kalsiyum elementlerinin kullanıldığı bir diğer diyagramda yaygın olarak kullanılan LE MAITRE (1989)'nin SiO_2 / Na_2O+K_2O diyagramıdır (Şekil 3.61). Bu diyagrama iz düşürülen örneklerde Middlemost (1985) diyagramında olduğu gibi lav örneklerinin çoğunun ve aglomera örneklerinin andezit alanında toplandığı görülür. Örneklerin bir kısmı dasit, bir kısmı da bazaltik traki andezitten trakite değişmektedir. Bazik bileşimli olan 45 nolu örnek yine traki bazalt alanında ve riyolitik tüflerde riyolit alanında dağılım göstermektedirler. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait kayaların MIDDLEMOST (1985) ve LE MAITRE (1989) göre adları Tablo 3.9'da verilmiştir. Bu sonuçlar saha ve petrografik veriler ile hemen hemen uyumludurlar.

Tablo 3.6. Çan volkaniklerine ait majör element içerikleri. Majör element oksitleri % cinsinden verilmiştir. (*riyolitik tüf,**aglomera, silisifiye volkanik)

| Örnek No. | 2 | 3 | 8 | 9 | 11 | 16 | 19 | 23 | 24 | 26 | 27 | 29 | 30 | 31 | 32 | 37 | 38 | 39 | 41 | 42 | 44 | 45 |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Alındığı yer | U16 | T13 | S20 | S21 | V21 | P16 | T19 | E13 | N11 | S9 | P7 | P7 | O8 | J21 | J21 | L25 | L25 | L24 | M21 | M19 | J23 | J24 |
| SiO ₂ | 53.61 | 54.8 | 56.88 | 60.8 | 53.14 | 58.63 | 52.74 | 59.77 | 61.14 | 62 | 65.6 | 59.53 | 60.6 | 58.2 | 55.61 | 67.48 | 66.42 | 64.5 | 56.5 | 56.8 | 59.4 | 47.96 |
| Al ₂ O ₃ | 19.97 | 17.6 | 18.9 | 16.65 | 18.94 | 17.84 | 21.27 | 18.89 | 19.37 | 16.7 | 16.5 | 20.45 | 15.5 | 17.4 | 18.79 | 17.12 | 17.28 | 17.05 | 17.25 | 17.89 | 16.2 | 20.3 |
| Fe ₂ O ₃ | 7.59 | 7.43 | 5.69 | 5.74 | 6.74 | 5.37 | 6.77 | 5.56 | 6.62 | 4.5 | 3.46 | 4.91 | 5.7 | 6.36 | 5.96 | 5.04 | 4.67 | 4.78 | 6.75 | 5.67 | 5.58 | 7.59 |
| CaO | 4.92 | 6.73 | 4.82 | 6.07 | 6.35 | 5.47 | 6.32 | 5.3 | 4.01 | 5.32 | 2.95 | 0.71 | 4.9 | 6.32 | 6.48 | 2.16 | 2.06 | 2.48 | 6.79 | 5.53 | 5.03 | 10.95 |
| MgO | 3.71 | 2.81 | 1.39 | 1.76 | 2.21 | 2.09 | 1.62 | 1.87 | 0.56 | 2.08 | 0.71 | 0.43 | 2.33 | 2.69 | 1.6 | 0.48 | 0.89 | 0.47 | 2.7 | 1.62 | 2 | 0.83 |
| Na ₂ O | 4.42 | 3.43 | 3.69 | 2.99 | 3.75 | 2.69 | 4.47 | 3.52 | 3.5 | 3.16 | 3.39 | 1.1 | 2.86 | 3.56 | 3.87 | 2.99 | 4.83 | 2.85 | 3.26 | 3.31 | 3.27 | 3.61 |
| K ₂ O | 1.25 | 1.08 | 2.22 | 2.36 | 1.18 | 2.7 | 2.18 | 2.61 | 2.8 | 2.37 | 3.9 | 7.96 | 2.96 | 1.86 | 1.95 | 1.83 | 0.42 | 3.16 | 1.92 | 3.23 | 2.39 | 1.37 |
| TiO ₂ | 0.09 | 0.8 | 0.01 | 0.58 | 0.61 | 0.44 | 0.75 | 0.61 | 0.09 | 0.55 | 0.54 | 0.58 | 0.63 | 0.67 | 0.54 | 0.22 | 0.17 | 0.62 | 0.69 | 0.56 | 0.57 | 0.96 |
| MnO | - | 0.18 | 0.07 | 0.12 | 0.15 | 0.21 | 0.1 | 0.11 | 0.05 | 0.1 | 0.03 | 0.03 | 0.1 | 0.14 | 0.11 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.1 | 0.11 | 0.1 | 0.18 |
| P ₂ O ₅ | - | 0.22 | - | 0.2 | - | - | - | - | - | 0.16 | 0.14 | - | 0.16 | 0.19 | - | - | - | 0.15 | 0.19 | - | 0.2 | - |
| SrO | - | 0.08 | - | 0.06 | - | - | - | - | - | 0.06 | 0.04 | - | 0.06 | 0.06 | - | - | - | 0.04 | 0.06 | - | 0.05 | - |
| BaO | - | 0.08 | - | 0.09 | - | - | - | - | - | 0.09 | 0.08 | - | 0.09 | 0.07 | - | - | - | 0.08 | 0.07 | - | 0.09 | - |
| LOI | 3.96 | 4.27 | 6.28 | 2.91 | 6.8 | 4.46 | 3.68 | 1.7 | 1.77 | 3.64 | 1.89 | 4.22 | 3.27 | 3.17 | 5 | 2.61 | 2.87 | 3.96 | 4.33 | 5.05 | 3 | 6.17 |
| Toplam | 99.52 | 99.5 | 96.27 | 100.5 | 99.87 | 99.9 | 99.81 | 99.24 | 99.91 | 100.5 | 99.2 | 99.92 | 99.2 | 100.5 | 99.91 | 99.97 | 99.66 | 100 | 100.5 | 99.77 | 97.9 | 99.92 |
| Örnek No. | 46 | 50 | 65 | 68 | 91 | 97 | 106 | 52" | 54" | 56" | 74" | 18* | 21* | 25* | 49* | 69* | 71* | 122* | 125* | 34** | 88** | 89** |
| Alındığı yer | G25 | E22 | B21 | T7 | D19 | F13 | P17 | N27 | R25 | N26 | S19 | H17 | E6 | R8 | E23 | R7 | U8 | J14 | H16 | K18 | N14 | M16 |
| SiO ₂ | 59.68 | 63.8 | 56.33 | 58.6 | 52.2 | 59.2 | 51.9 | 96 | 95.7 | 96.66 | 76.8 | 68.72 | 71.4 | 74.7 | 74 | 70.5 | 74.3 | 73.9 | 78.1 | 61.2 | 58.6 | 54.6 |
| Al ₂ O ₃ | 17.47 | 16.15 | 19.47 | 16.1 | 18.35 | 16.85 | 19.15 | 1.04 | 1.85 | 1.44 | 13.65 | 12.62 | 13.1 | 13.7 | 13.85 | 14.25 | 13.85 | 15 | 14.45 | 16.9 | 17.2 | 18 |
| Fe ₂ O ₃ | 5.24 | 5.44 | 5.27 | 4.72 | 6.29 | 6.15 | 8.25 | 0.07 | 1.16 | 0.07 | 0.39 | 2.14 | 0.06 | 0.78 | 0.42 | 2.28 | 0.74 | 1.37 | 1.76 | 6.24 | 7.19 | 5.42 |
| CaO | 5.12 | 1.72 | 5.6 | 5.42 | 8.21 | 6.51 | 6.04 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.16 | 0.39 | 0.73 | 0.04 | 0.62 | 0.1 | 0.07 | 0.04 | 4.61 | 5.02 | 6.33 |
| MgO | 0.78 | 0.55 | 0.97 | 1.67 | 2.64 | 1.4 | 4.29 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.47 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.22 | 0.2 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 1.52 | 1.71 | 1.26 |
| Na ₂ O | 3.23 | 3.66 | 4.24 | 2.84 | 3.34 | 3.36 | 4.46 | 0.02 | 0.02 | 0.23 | 0.13 | 1.45 | 0.57 | 1.45 | 0.31 | 3.53 | 0.89 | 0.76 | 0.07 | 3.78 | 4.07 | 7.66 |
| K ₂ O | 2.6 | 3.89 | 2.63 | 3.48 | 1.26 | 2.64 | 0.35 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 3.83 | 4.27 | 0.43 | 6.41 | 4.99 | 6.33 | 7.76 | 3.98 | 0.49 | 2.75 | 2.31 | 0.35 |
| TiO ₂ | 0.5 | 0.56 | 0.63 | 0.5 | 1.08 | 0.71 | 0.83 | 0.95 | 0.7 | 1.06 | 0.29 | 0.24 | 1.3 | 0.22 | 0.3 | 0.24 | 0.22 | 0.27 | 0.25 | 0.73 | 0.81 | 0.73 |
| MnO | 0.06 | 0.13 | 0.19 | 0.12 | 0.18 | 0.11 | 0.23 | - | - | - | - | - | - | 0.01 | - | 0.18 | - | 0.01 | - | 0.13 | 0.11 | 0.18 |
| P ₂ O ₅ | - | 0.15 | - | 0.13 | 0.29 | 0.19 | 0.31 | - | 0.03 | - | 0.05 | - | 0.45 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 0.25 | 0.25 | 0.16 |
| SrO | - | 0.03 | - | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | - | - | - | - | - | 0.18 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | - | 0.01 | 0.06 | 0.07 | 0.09 |
| BaO | - | 0.07 | - | 0.08 | 0.06 | 0.08 | 0.02 | - | - | - | 0.04 | - | 0.09 | 0.03 | 0.13 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.08 | 0.02 |
| LOI | 5.25 | 2.31 | 4.58 | 5.71 | 6.65 | 3.16 | 3.65 | 0.29 | 0.2 | 0.5 | 2.83 | 10.15 | 10.15 | 2.47 | 3.91 | 0.59 | 2.13 | 4.41 | 5.42 | 2.08 | 2.13 | 5.42 |
| Toplam | 99.93 | 98.5 | 99.91 | 99.4 | 100.5 | 100.5 | 99.6 | 98.4 | 99.8 | 100 | 98.5 | 99.76 | 98.2 | 100.5 | 98.2 | 98.9 | 100 | 99.8 | 100.5 | 100.5 | 99.6 | 100 |

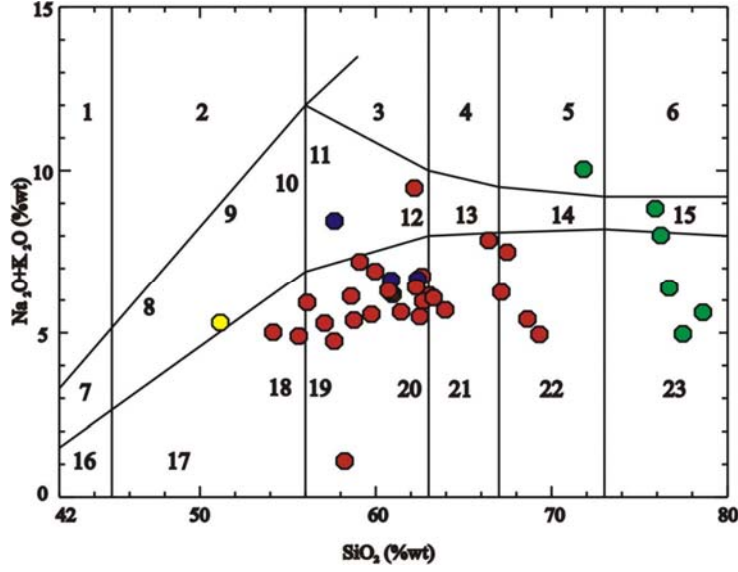
Tablo 3.7. Lavlara ve silisifiye volkaniklere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir.

(*riyolitik tuf,**aglomera, ”silisifiye volkanik)

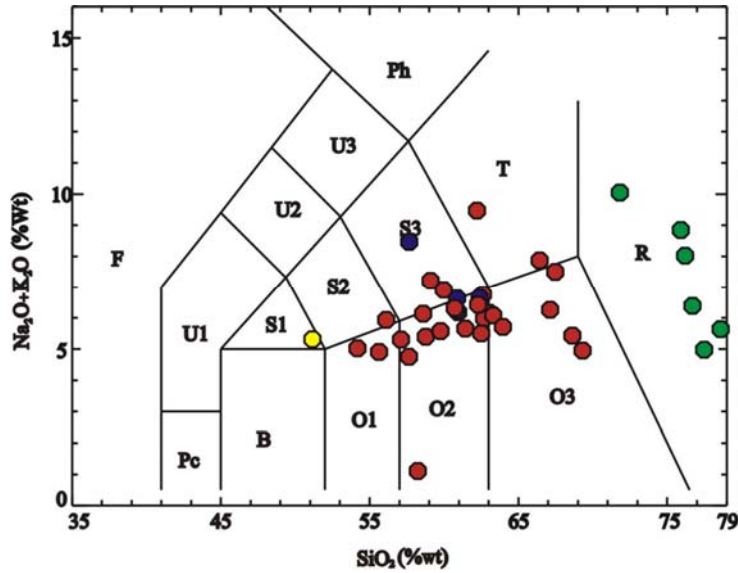
| Örnek No. | 3 | 9 | 27 | 30 | 31 | 39 | 41 | 44 | 50 | 68 | 91 | 97 | 106 | 52” | 54” | 74” |
|--------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Alındığı yer | T13 | S21 | P7 | O8 | J21 | L24 | M21 | J23 | E22 | T7 | D19 | F13 | P17 | N27 | R25 | S19 |
| Ba | 614 | 715 | 668 | 700 | 604 | 654 | 568 | 711 | 547 | 700 | 498 | 705 | 167 | 30 | 27.8 | 299 |
| Co | 22.4 | 16.5 | 10.6 | 16.7 | 17.5 | 11.4 | 20.8 | 14.8 | 8.6 | 12.1 | 25.1 | 15.6 | 15.4 | 1 | 0.6 | 0.6 |
| Cr | 30 | 50 | 40 | 40 | 30 | 40 | 50 | 30 | 20 | 20 | 30 | 40 | 30 | 30 | 30 | 20 |
| Cs | 4.21 | 1.27 | 6.83 | 4.2 | 1.1 | 3.51 | 1.17 | 1.77 | 4.33 | 3.95 | 2.51 | 3.6 | 5.19 | 0.13 | 0.15 | 3.72 |
| Cu | 38 | 31 | 19 | 37 | 29 | 50 | 21 | 16 | 16 | 24 | 35 | 26 | 363 | 29 | 0 | |
| Ga | 18.4 | 15.9 | 17.1 | 16.4 | 18.1 | 16.6 | 18.2 | 16.7 | 16.8 | 16.5 | 20.8 | 19.4 | 20.4 | 1.4 | 2.2 | 13.9 |
| Hf | 4.5 | 3.5 | 6 | 3.9 | 3.7 | 3.9 | 3.6 | 3.9 | 5.7 | 4 | 4.2 | 4.5 | 4.5 | 5.4 | 4.4 | 5 |
| Mo | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11 | 5 | 2 |
| Nb | 7.9 | 7.5 | 15.5 | 9.6 | 7.1 | 9.4 | 8.3 | 8.4 | 14.8 | 8.7 | 9.1 | 11.1 | 10.4 | 15.2 | 9.8 | 10.5 |
| Ni | 20 | 30 | 19 | 25 | 25 | 21 | 36 | 22 | 16 | 16 | 23 | 18 | 18 | 11 | 13 | 15 |
| Pb | 17 | 22 | 32 | 29 | 25 | 34 | 20 | 24 | 26 | 29 | 15 | 26 | 12 | 18 | 21 | 7 |
| Rb | 28 | 75.1 | 144 | 101.5 | 53.5 | 104 | 55 | 76.7 | 133 | 120 | 31.8 | 91 | 12.9 | 1.1 | 0.9 | 145.5 |
| Sn | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 7 | 5 | 3 |
| Sr | 566 | 499 | 345 | 433 | 490 | 3.57 | 492 | 432 | 216 | 395 | 607 | 531 | 532 | 6.9 | 12.5 | 14.1 |
| Ta | 0.7 | 0.9 | 1.3 | 1 | 0.7 | 1 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1 | 0.7 | 1 | 0.8 | 1.3 | 1.1 | 1 |
| Th | 8.18 | 18.4 | 22.4 | 20.2 | 9 | 21.1 | 9.01 | 12.8 | 21.2 | 19.45 | 6.8 | 16.9 | 9.03 | 3 | 5.47 | 7.71 |
| U | 2.29 | 4.88 | 6.08 | 7.38 | 2.66 | 6.08 | 2.64 | 3.58 | 5.54 | 3.78 | 1.82 | 3.73 | 1.71 | 2.22 | 2.72 | 2.25 |
| V | 210 | 155 | 96 | 165 | 155 | 163 | 168 | 146 | 108 | 129 | 208 | 180 | 226 | 20 | 28 | 55 |
| W | 3 | 5 | 5 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 7 | 16 |
| Y | 28.1 | 18.4 | 25.9 | 23.1 | 21.5 | 25.7 | 21.4 | 22.2 | 25.3 | 17.1 | 31 | 21.5 | 28.8 | 2.8 | 9.3 | 10.5 |
| Zn | 111 | 70 | 66 | 79 | 83 | 108 | 95 | 76 | 78 | 64 | 111 | 93 | 80 | 20 | 15 | 15 |
| Zr | 162 | 122 | 213 | 138 | 141 | 137 | 142 | 144 | 204 | 137 | 153 | 155 | 161 | 195 | 157 | 181 |
| La | 29 | 30.2 | 41 | 33.9 | 24.8 | 46.8 | 25.2 | 29 | 41.1 | 30.4 | 25 | 33.2 | 32.2 | 2.8 | 8.5 | 13.6 |
| Ce | 53.3 | 53.7 | 77.3 | 58.2 | 46.4 | 84.7 | 47.4 | 50.7 | 71.4 | 52.9 | 51.1 | 61.9 | 65.2 | 3.7 | 11.2 | 22.2 |
| Pr | 6.28 | 5.8 | 8.49 | 6.59 | 5.31 | 9.92 | 5.4 | 5.66 | 8.94 | 5.53 | 6.31 | 7.01 | 7.52 | 0.36 | 1.21 | 2.22 |
| Nd | 24.6 | 20.8 | 30 | 24 | 19.7 | 35.5 | 19.8 | 20.3 | 31 | 19 | 25 | 25.5 | 28.4 | 1.4 | 4.6 | 7.1 |
| Sm | 4.99 | 3.93 | 5.58 | 4.5 | 3.99 | 6.66 | 3.91 | 3.77 | 5.76 | 3.46 | 5.59 | 4.79 | 5.8 | 0.23 | 0.98 | 1.19 |
| Eu | 1.53 | 1.23 | 1.37 | 1.3 | 1.31 | 1.94 | 1.28 | 1.28 | 1.48 | 1.09 | 1.78 | 1.37 | 1.71 | 0.07 | 0.31 | 0.31 |
| Gd | 5.77 | 4.34 | 6.09 | 5.11 | 4.5 | 7.13 | 4.51 | 4.68 | 6.56 | 3.86 | 6.37 | 5.01 | 6.11 | 0.27 | 1.18 | 1.34 |
| Tb | 0.88 | 0.63 | 0.83 | 0.73 | 0.68 | 1 | 0.7 | 0.67 | 0.91 | 0.55 | 1.01 | 0.74 | 0.92 | 0.06 | 0.24 | 0.23 |
| Dy | 5.25 | 3.36 | 4.64 | 4.06 | 4.02 | 5.34 | 4.06 | 3.81 | 4.91 | 3.12 | 5.83 | 4.13 | 5.33 | 0.32 | 1.43 | 1.52 |
| Ho | 1.14 | 0.71 | 0.97 | 0.85 | 0.82 | 1.09 | 0.83 | 0.83 | 1.01 | 0.67 | 1.26 | 0.85 | 1.14 | 0.08 | 0.33 | 0.37 |
| Er | 3.36 | 2.1 | 2.94 | 2.62 | 2.44 | 3.05 | 2.54 | 2.41 | 2.91 | 1.97 | 3.54 | 2.54 | 3.35 | 0.34 | 1.01 | 1.32 |
| Tm | 0.5 | 0.3 | 0.44 | 0.38 | 0.37 | 0.47 | 0.35 | 0.38 | 0.44 | 0.29 | 0.51 | 0.39 | 0.51 | 0.06 | 0.17 | 0.23 |
| Yb | 3.14 | 2.05 | 2.95 | 2.49 | 2.39 | 3.04 | 2.51 | 2.38 | 2.87 | 2.05 | 3.36 | 2.54 | 3.34 | 0.56 | 1.2 | 1.71 |
| Lu | 0.48 | 0.31 | 0.44 | 0.39 | 0.37 | 0.45 | 0.36 | 0.37 | 0.43 | 0.3 | 0.51 | 0.38 | 0.52 | 0.09 | 0.19 | 0.3 |

Tablo 3.8. Aglomera ve Riyolitik tüflere ait iz element ve REE içerikleri. İz element ve REE ppm cinsinden verilmiştir. (*riyolitik tüf,**aglomera)

| Örnek No. Alındığı yer | 21* E6 | 26* S9 | 49* E23 | 69* R7 | 71* U8 | 122* J14 | 125* H16 | 34** K18 | 88** N14 | 89** M16 |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Ba | 726 | 733 | 1060 | 699 | 202 | 135 | 392 | 803 | 643 | 158.5 |
| Co | 0.6 | 11.1 | 1.3 | 4.5 | 0 | 0 | 0 | 16.4 | 20.5 | 16.8 |
| Cr | 70 | 20 | 30 | 70 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Cs | 0.7 | 5.94 | 4.82 | 10.55 | 5.39 | 3.79 | 1.03 | 0.99 | 1.72 | 1.52 |
| Cu | | 18 | | 14 | 7 | 7 | 0 | 50 | 29 | 56 |
| Ga | 16.3 | 16.9 | 14 | 15.4 | 14.4 | 14.8 | 16.6 | 18.9 | 19.1 | 11.8 |
| Hf | 7 | 4 | 6.1 | 5.8 | 6.4 | 6.1 | 6.6 | 6.4 | 6.1 | 5.3 |
| Mo | 3 | 3 | | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | |
| Nb | 17.9 | 9.3 | 16.9 | 19 | 20.7 | 20.1 | 23 | 10.5 | 10.1 | 8.1 |
| Ni | 18 | 16 | 15 | 5 | 5 | 0 | 0 | 20 | 18 | 19 |
| Pb | 58 | 28 | 17 | 47 | 28 | 13 | 21 | 40 | 21 | 23 |
| Rb | 7.1 | 96.8 | 198 | 226 | 261 | 146 | 16.3 | 84.7 | 67.6 | 15.5 |
| Sn | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Sr | 1410 | 450 | 106 | 98.5 | 51 | 35.4 | 98.7 | 488 | 526 | 687 |
| Ta | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| Th | 33.6 | 18.5 | 27.5 | 38.4 | 43.4 | 42.9 | 41.1 | 16.15 | 13.2 | 10.35 |
| U | 9.34 | 5.95 | 7.4 | 8.26 | 8.09 | 8.64 | 7.96 | 4.54 | 3.32 | 2.9 |
| V | 149 | 129 | 47 | 38 | 18 | 23 | 26 | 161 | 186 | 165 |
| W | 87 | 4 | 4 | 7 | 10 | 11 | 9 | 4 | 3 | 1 |
| Y | 23.9 | 20.4 | 23.9 | 27 | 23.6 | 21.3 | 21.1 | 35.2 | 32.3 | 30.1 |
| Zn | 18 | 76 | 29 | 78 | 8 | 12 | 12 | 94 | 101 | 100 |
| Zr | 260 | 144 | 215 | 222 | 227 | 225 | 242 | 234 | 222 | 182 |
| La | 76.9 | 34 | 70.2 | 45.1 | 38.2 | 40.4 | 42.2 | 39.1 | 35 | 26.4 |
| Ce | 146 | 57.8 | 79.2 | 88.4 | 68.5 | 21.9 | 76.5 | 71.7 | 69.8 | 52.3 |
| Pr | 16.1 | 6.25 | 8.19 | 8.68 | 7.11 | 7.3 | 7.58 | 8.88 | 8.2 | 6.41 |
| Nd | 58.5 | 22 | 26.7 | 29 | 23.3 | 23.4 | 24.7 | 33.4 | 30.8 | 24.8 |
| Sm | 10.85 | 4 | 4.68 | 5.14 | 4.13 | 3.85 | 4.33 | 6.63 | 6.15 | 5.22 |
| Eu | 3.24 | 1.22 | 1.03 | 0.82 | 0.61 | 0.75 | 0.79 | 1.79 | 1.61 | 1.39 |
| Gd | 10.9 | 4.67 | 5.22 | 4.48 | 3.69 | 3.58 | 4.08 | 7.43 | 6.53 | 5.9 |
| Tb | 1.36 | 0.66 | 0.73 | 0.73 | 0.58 | 0.57 | 0.61 | 1.14 | 1.02 | 0.94 |
| Dy | 6.01 | 3.68 | 4.16 | 4.04 | 3.35 | 3.18 | 3.22 | 6.34 | 5.89 | 5.68 |
| Ho | 1.03 | 0.77 | 0.94 | 0.87 | 0.78 | 0.74 | 0.72 | 1.37 | 1.26 | 1.23 |
| Er | 2.99 | 2.35 | 2.97 | 2.87 | 2.53 | 2.36 | 2.32 | 3.98 | 3.71 | 3.57 |
| Tm | 0.45 | 0.35 | 0.46 | 0.44 | 0.42 | 0.39 | 0.39 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| Yb | 3.16 | 2.38 | 3.06 | 2.98 | 2.96 | 2.72 | 2.66 | 3.67 | 3.69 | 3.39 |
| Lu | 0.5 | 0.37 | 0.49 | 0.5 | 0.51 | 0.49 | 0.47 | 0.57 | 0.57 | 0.51 |



Şekil 3.60. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait kayaçların MIDDLEMOST (1985) $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramında adlanması (5: Komendit, 9: Trakibazalt, 11: Trakiandezit, 12: Trakit, 15: Alkali riyoilit, 18: Andezit bazalt, 19: Andezit, 20: Andezit dasit, 21: Dasit, 22: Riyoilit dasit, 23: Riyoilit). ●: lav örnekleri, ●: riyoilitik tuf örnekleri, ●: aglomera örnekleri, ●: bazalt örneği



Şekil 3.61. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait kayaçların LE MAITRE (1989) diyagramında adlanması (S1: Trakibazalt, S2: Bazaltik trakiandezit, S3: Trakiandezit, T: Trakit, O1: Bazaltik andezit, O2: Andezit, O3: Dasit, R: Riyoilit) ●: lav örnekleri, ●: riyoilitik tuf örnekleri, ●: aglomera örnekleri, ●: bazalt örneği

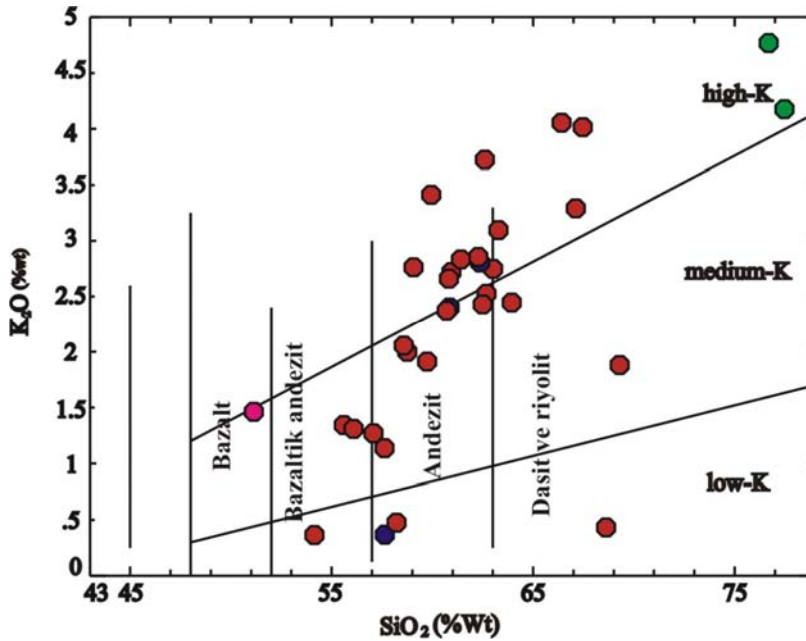
Tablo 3.9. Middlemost, (1985) ve Le Maitre (1989)'e göre bölgedeki Çan volkaniklerine ait kayaların adlanması>(*riyolitik tüf, **aglomera örnekleri)

| Örnek No | Middlemost, (1985) SiO ₂ (%wt) Na ₂ O+K ₂ O(%wt) | Le Maitre (1989) SiO ₂ (%wt) Na ₂ O+K ₂ O(%wt) |
|----------|---|---|
| 2 | Andezit Bazalt/Andezit | Bazaltik trakiandezit/ Bazaltik andezit |
| 3 | Andezit | Andezit |
| 8 | Andezit | Andezit |
| 9 | Andezit Dasit | Andezit |
| 11 | Andezit | Andezit / Bazaltik andezit |
| 16 | Andezit Dasit | Andezit |
| 19 | Andezit | Andezit |
| 23 | Andezit | Andezit |
| 24 | Andezit Dasit | Andezit |
| 26 | Dasit | Dasit |
| 27 | Riyolit Dasit | Dasit |
| 29 | Trakit | Trakit |
| 30 | Dasit | Dasit |
| 31 | Andezit | Andezit |
| 32 | Andezit | Andezit/ Trakiandezit |
| 37 | Riyolit Dasit | Dasit |
| 38 | Riyolit Dasit | Dasit |
| 39 | Riyolit Dasit/ Dasit | Dasit |
| 41 | Andezit | Andezit |
| 42 | Andezit Dasit/ Andezit | Trakiandezit |
| 44 | Andezit Dasit | Andezit/ Dasit |
| 45 | Trakibazalt | Trakibazalt |
| 46 | Andezit Dasit/ Dasit | Andezit/ Dasit |
| 65 | Andezit/ Trakiandezit | Trakiandezit |
| 68 | Andezit Dasit | Andezit |
| 91 | Andezit Bazalt | Bazaltikandezit |
| 97 | Andezit Dasit/ Andezit | Andezit |
| 106 | Andezit Bazalt | Bazaltikandezit |
| 34** | Andezit Dasit | Andezit |
| 88** | Andezit Dasit | Andezit/ Trakiandezit |
| 89** | Trakiandezit | Trakiandezit |
| 18* | Riyolit | Riyolit |
| 25* | Riyolit | Riyolit |
| 49* | Riyolit | Riyolit |
| 69* | Pantellerit | Riyolit |
| 71* | Andezit Dasit | Riyolit |
| 122* | Riyolit | Riyolit |
| 125* | - | - |

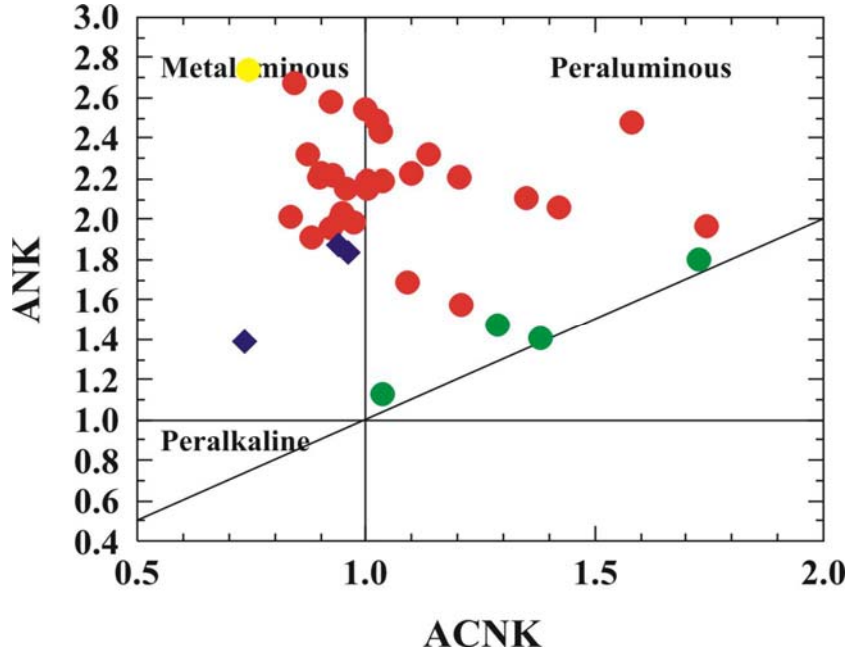
-, yüksek silis içeriğinden dolayı diyagrama iz düşürülemediği.

Bölgede yer alan Çan volkaniklerine ait örneklerin potasyum içeriklerini belirlemek için LE MAITRE (1989)'un SiO₂ / K₂O diyagramı kullanılmıştır (Şekil

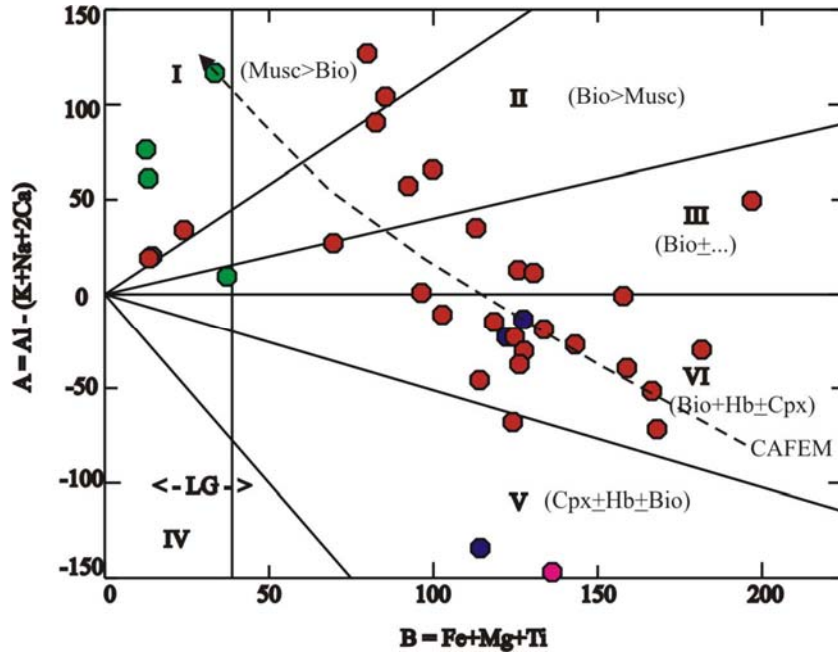
3.62). Diyagramda gerek lavların gerekse piroklastik ürünler olan aglomera ve SiO₂ değerlerine göre diyagrama iz düşen riolyitik tüflerin genel olarak orta-yüksek potasyuma sahip oldukları ve az bir kısmının (4 örnek) düşük potasyumlu oldukları gözlenmektedir. Örneklerin alüminyum değerlerini belirlemek için de MANIAR ve PICCOLI (1989)'nin (ANK/ACNK) Al₂O₃ / (Na₂O+ K₂O)'e karşı Al₂O₃ / (CaO+Na₂O+ K₂O) diyagramı kullanılmıştır (Şekil 3.63). Bu diyagramda örneklerin hemen hemen yarısı metaluminus bölgesinde bulunurken diğer yarısı da peraluminus bölgesinde yer almaktadır. Yine alüminyum içeriklerini belirlemek için bu defa örnekler DEBON & LE FORT (1983) tarafından oluşturulmuş (A-B) A= Al/(K+Na+2Ca), B= Fe+Mg+Ti diyagrama aktarılmıştır (Şekil 3.64). Şekil 3.64'de de görüldüğü gibi mafik mineral kimyasına dayalı olan sınıflama, magmanın alüminyum doyumunun belirlenmesinin yanı sıra, gelişen mafik minerallerin bileşimlerini göstermektedir. Diyagramda görüldüğü gibi 45 nolu örnek ve aglomeralardan 89 nolu örnek, piroksen gibi, mafik fazların yüksek oranlarını gösteren V. bölgeye doğru kaymıştır, bu iki örneğin dışında Çan volkaniklerine ait kayalar yaklaşık olarak CAFEM bir trend izlemektedirler. Cafemik birlikler, sialik ve manto bileşenlere sahip çoğunukla hibrit bir kaynaktan sağlanır (Debon & Le Fort, 1983).



Şekil 3.62. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait örneklerin LE MAITRE (1989) SiO₂ / K₂O diyagramında sınıflandırılması.



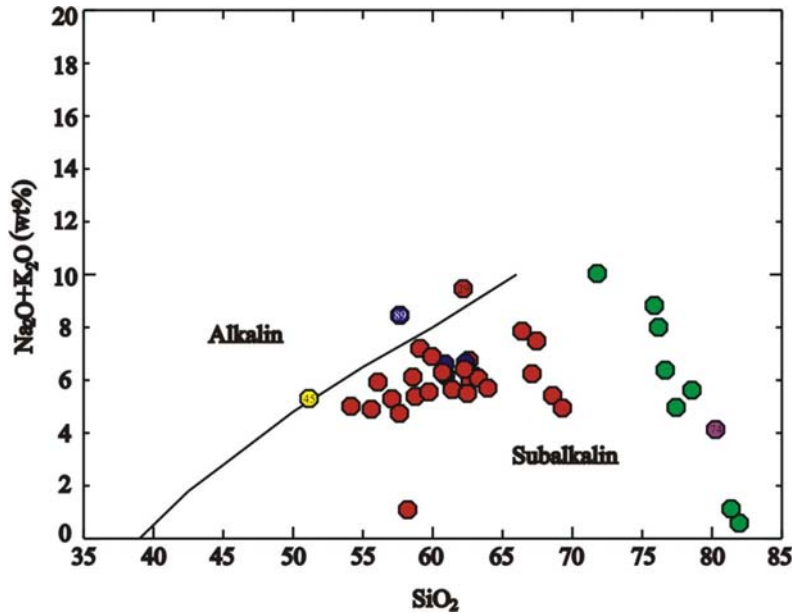
Şekil 3.63. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait örneklerin MANIAR ve PICCOLI (1989) ANK/ACNK diyagramında sınıflandırılması.



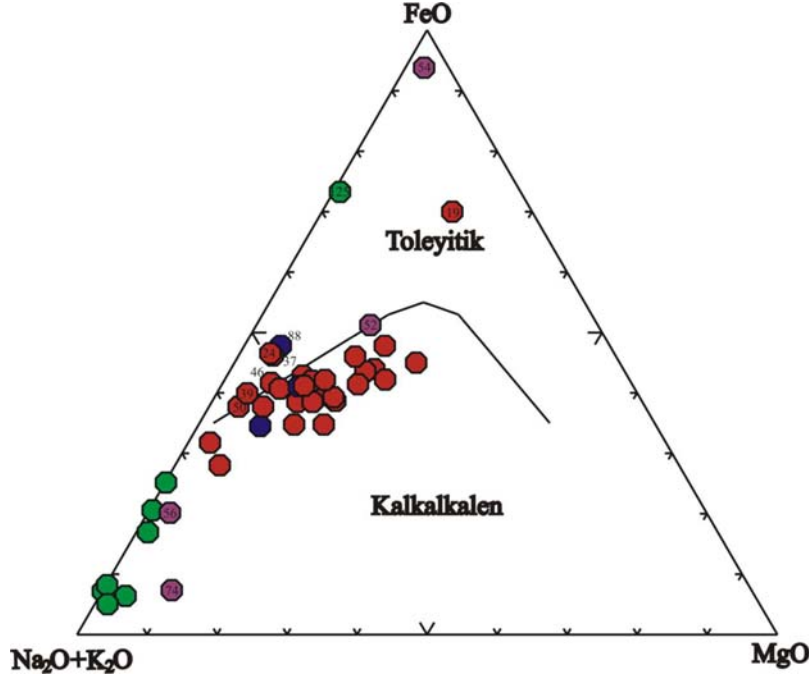
Şekil 3.64. Çalışma alanında Çan volkaniklerine ait örneklerin DEBON & LE FORT (1983) (A-B) A= Al-(K+Na+2Ca), B= Fe+Mg+Ti sınıflaması. Peraluminus: I)

Musc>Bio, II) Bio>Musc, III) Bio, Metaluminus: VI) Bio+Hb ±Cpx, V) Cpx± Bio± Hb, Musc: Muskovit, Bio: Biyotit, Hb: Hornblend, Cpx: Klinopirosen.

Çalışma alanındaki Çan volkaniklerine ait kayaçların toplam alkali-silika değişimlerinin belirlenmesi için de örnekler IRVIN ve BARAGAR (1971) tarafından oluşturulmuş, oldukça yaygın olarak kullanılan $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ değişim diyagramına iz düşürülmüştür (Şekil 3.65). Bu diyagramlarda örnekler alkali-subalkali ayırım çizgisinin subalkali alanında yer aldığı görülür. Ancak diyagramda alkali oranları yüksek olarak görülen 29 ve 89 nolu örneklerin, iz elementlerde farklılık sergilememesi alkali elementler açısından zenginleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Subalkalen örneklerin kalkalkalen mi, toleyitik mi olduğunun belirlenebilmesi için yine IRVIN ve BARAGAR (1971) ait ($\text{FeO} - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{MgO}$) AFM üçgen diyagramı kullanılmıştır (Şekil 3.66). Bu diyagramlarda örneklerin çoğunluğu kalkalkalen alanda bulunmakta ve kalkalkalen trend göstermektedir. Toleyitik alanda gözlenen örneklerde yapılan petrografik çalışmalar bu örneklerin demiroksitce daha zengin olduklarını göstermiştir. Muhtemelen bu demirli alterasyondan kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.65. Çan volkaniklerine ait kayaçların IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Alkalen-Subalkalen ayırıcı diyagramı.



Şekil 3.66. Çan volkaniklerine ait kayaçların IRVIN ve BARAGAR (1971)'a göre Toleyitik-Kalkalkalen ayırıcıdır.

Çan volkaniklerine ait kayaların SiO_2 'ye karşı majör element oksitlerinin değişimini belirlemek amacıyla Harker diyagramları kullanılmıştır (Şekil 3.67). Fraksiyonel kristalleşme sonucu magmada meydana gelen değişimleri izleyebildiğimiz Harker diyagramlarından elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

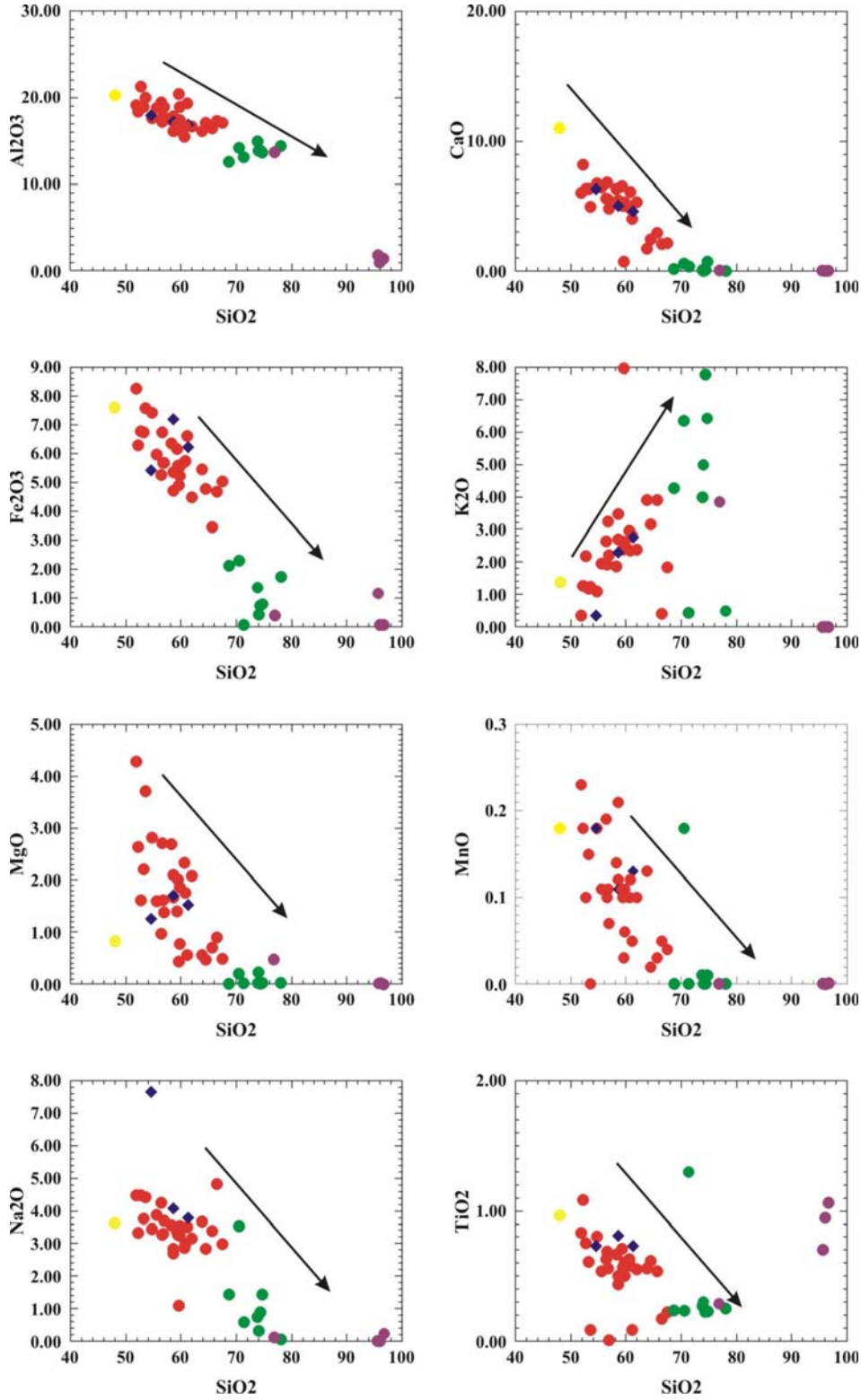
- a- Örneklerde artan SiO_2 değerine karşı TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , MnO , Na_2O değerlerinde güçlü negatif korelasyon göstermektedir.
- b- K_2O değerinde ise güçlü pozitif korelasyon görülmektedir.

Muhtemelen CaO 'de gözlenen azalmalar, kalsik plajyoklasların fraksiyonlanması ile, MgO 'deki azalmalar, klinopiroksen kristal ayrışması ile, Fe_2O_3 ve TiO_2 'deki azalmalar ise piroksen ve Fe-Ti oksit fraksiyonlanması ile ilişkilidir.

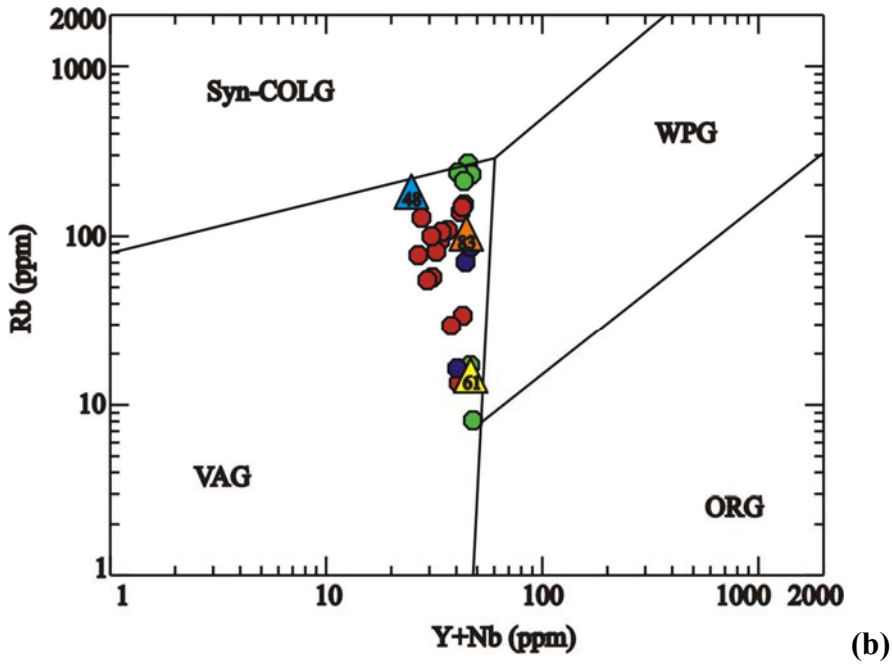
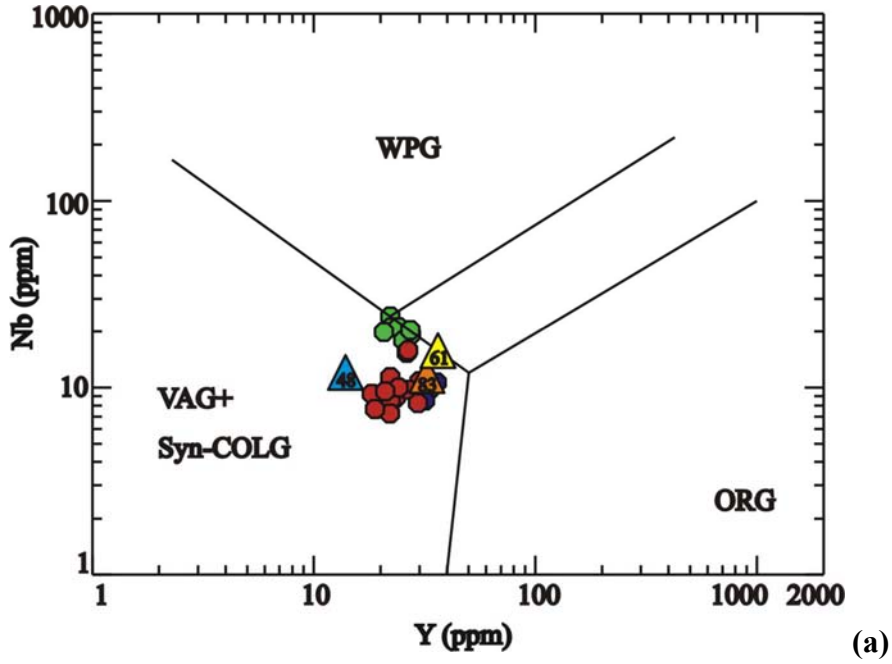
Ana element analiz sonuçlarına göre, Çan volkaniklerine ait çalışma alanında yer alan kayaların çoğunlukla andezit ve dasit, trakiandezit bileşimli, orta-yüksek potasyumlu ve kalkalkalen nitelikli bir magmadan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Çan volkaniklerine ait kayaların oluştukları ortama yaklaşımda bulunabilmek için PEARCE ve diğ., (1984) tarafından bölgedeki volkanik kayaların tektonik sınıflandırması Rb, Y ve Nb gibi iz elementleri kullanarak oluşturulan diyagrama aktarılmıştır. Bu diyagramlar Nb'a karşı Y ve Rb'a karşı Y+Nb iz düşürülerek oluşturulmuştur. Diyagramda daha önce iz düşürülen granitik kayaların da konumu eklenerek karşılaştırma yapılmıştır. Nb'a karşı Y'un iz düşürüldüğü diyagramda magmatik örneklerin tümü VAG+Syn-COLG bölgesinde kümelenmiştir (Şekil 3.68a). Daha sonra VAG+Syn-COLG ortamlarını birbirinden ayırmak amacıyla Rb/Y+Nb diyagramı kullanılmıştır (Şekil 3.68b). Bu diyagramlarda da görüldüğü gibi volkanik ve granitik kaya örneklerin tümü volkanik yay granitleri alanında bulunmaktadır.

Böylece iz element kullanılarak oluşturulan bu diyagramlarda elde edilen veriler doğrultusunda bölgedeki Çan volkaniklerine ait kayaların aynı bölgedeki granitlerde de olduğu gibi volkanik yay ortamı doğasını sergilediği görülmekte ve aynı kökenli bir magmadan türedikleri düşünülmektedir.



Şekil 3.67. Bölgedeki Çan volkaniklerine ait kayaların majör element (Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , MnO , Na_2O , TiO_2) – SiO_2 değişimlerine göre düzenlenmiş Harker diyagramları.



Şekil 3.68.a.b. Bölgedeki magmatik kayalarının Pearce ve diğ., (1984)'nin tektonik ortam sınıflandırma diyagramlarındaki konumları.

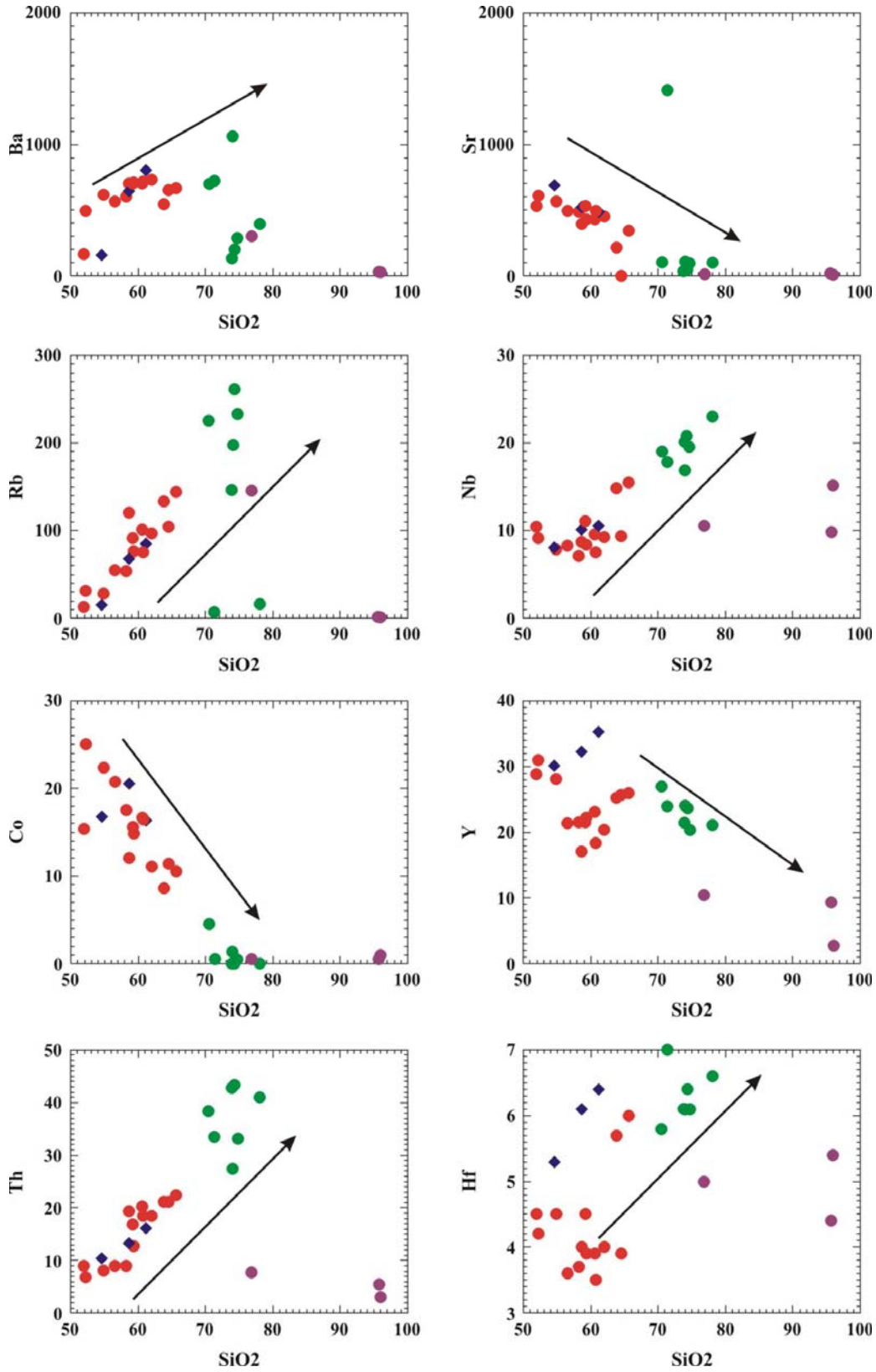
Çan volkanitlerine ait örneklerde, majör elementlerde olduğu gibi kristallenme sürecini ve bu sürece etki edebilecek faktörleri ve değişimleri gözlemek için, SiO_2 'e

karşı iz elementlerin oluşturduğu trendler incelenmiştir (Şekil 3.69). SiO₂'ye karşı iz elementlerin değişiminin gösterildiği bu diyagramlarda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- a- Örneklerde artan SiO₂ değerine karşı Ba, Rb, Th, Hf, Nb değerlerinde güçlü pozitif korelasyon göstermektedir.
- b- Sr, Co ve Y değerinde ise güçlü negatif korelasyon görülmektedir.

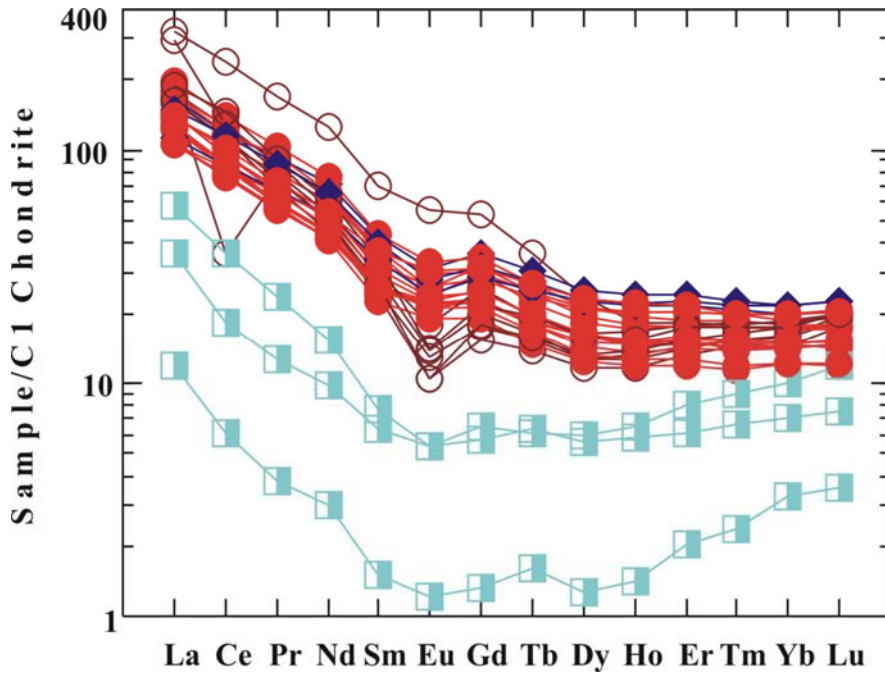
Rb, iyonik yarıçapının K'a yakın olması nedeniyle, K'un yerini almakta, fraksiyonel kristalleşme sırasında, K-Feldispat, hornblend, biyotit gibi minerallerin bünyesine girebilmektedir (Temel, 2001). Fraksiyonel kristalleşme sırasında bu mineraller daha geç evrelerde kristalleştiğinden SiO₂ ile pozitif korelasyon göstermektedir. Aynı şekilde benzer durumlar Ba, Th, Hf ve Nb içinde geçerlidir.

Negatif Y anomalisi, bu elementin özellikle amfibol ve az miktarda da piroksenin bünyesine girerek fraksiyonlanmasından kaynaklanmaktadır. Sr'un negatif anomali göstermesi, Sr'un plajioklaslarda Ca elementinin yerini alması nedeniyle, Ca'ca zengin plajioklasların fraksiyonlaşması ile ilişkilidir. Aynı şekilde Co ise olivin, klinopiroksen ve mikaların yapısında Mg, Fe ve Al'un yerini alması nedeniyle, bu elementlerin fraksiyonlanması ile artık eriyiklerde bu elementlerin miktarı gittikçe azalmakta, dolayısıyla negatif korelasyon göstermektedir.



Şekil 3.69. Bölgedeki Çan volkaniklerine ait kayaçların iz element (Ba, Sr, Rb, Nb, Co, Y, Th, Hf) – SiO₂ değişimlerine göre düzenlenmiş Harker diyagramları.

Çan volkaniklerine ait kayaçların kısmi ergimesi ve fraksiyonel kristalleşme süreçleri hakkında bilgi edinebilmek için, Kondrite göre normalize edilmiş REE kullanılarak örümcek (spider) diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 3.70). Normalizasyon verileri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır. Diyagramda litolojilerine göre ayrılanmış olan volkanik ürünlerde, LREE'den HREE'lere doğru çok da kuvvetli olmayan bir fraksiyonlanmanın olduğu gözlenmektedir. Riyolitik tüflerdeki Eu elementindeki daha fazla gözüken negatif anomali plajyoklaslardaki fraksiyonlanma ile ilgilidir. Granitik kayaçlarda da görüldüğü gibi LREE'nde görülen zenginleşme, kaynağa dalma-batma sonucu dalan levhanın katkısı ile, kabuksal bileşenlerin oluşturduğu kirlenmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.70. Çan volkanitlerine ait lav, aglomera, tüf ve silekslerin REE içeriklerinin Kayaç/Kondrit örümcek diyagramındaki şematik görünümü. Normalizasyon değerleri Taylor ve McLennan (1985)'den alınmıştır (●: lavlar, ◆: aglomera, ○: riyolitik tüf, □: sileks örnekleri).

3.3. Neojen Gölsel Sedimanları

3.3.1. Küçükkuyu Formasyonu (Tk)

3.3.1.1. Tanım ve Genel Yayılım

Şeyl, kumtaşı, tuf ve çakıltaşından oluşan ve Küçükkuyu civarında en iyi mostralarını veren birim Saka, 1979 tarafından Küçükkuyu Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Formasyon, esas olarak bitümlü şeyl, karbonatlı şilttaşları ile bunlarla ardalanmış çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Birim genel olarak düşük enerjili gölsel bir ortamda çökelmiş olmakla birlikte yer yer türbiditik düzeyleri de içermektedir (Çiftçi ve diğ., 2004).

Birim inceleme alanı içinde çok geniş bir alanda izlenmez. Çalışma alanında Bardakçılar Kaplıcası'nın güney ve güneydoğusunda birbirinden bağımsız iki yüzeylemesi (S19 ve V16) bulunmaktadır.

3.3.1.2. Litoloji ve Dokanak İlişkisi

Çalışma alanında gözlenen Küçükkuyu Formasyonuna ait ürünler volkanoklastik kumtaşı, organik çamurtaşı ve karbonatlı silttaşından oluşmaktadır. Çaltılıgedik tepeye (S20) çıkan yolun hemen başında çok ufak bir alanda gözlenen volkanik çakıltaşlarından oluşan konglomeratik birim, Küçükkuyu Formasyonu'nun taban kesimini oluşturur. Bu Konglomeratik kesim ile deneştirilebilecek özelliklere sahip olan birim, İnceleme alanının dışında Ayvacık ve Küçükkuyu çevresinde Saka, 1979 tarafından Kızılyar Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışma da ise, Küçükkuyu Formasyonu'nun taban konglomerasını oluşturduğu düşünülerek ve inceleme alanı içerisinde ayrı bir ünite olarak haritalanabilecek kalınlıkta olmadığı için Küçükkuyu formasyonuna dahil edilmiştir. Bunun üzerine orta-ince taneli kumtaşları gelmektedir. Bu istif sırayla çamurtaşı ve karbonatlı silttaşları takip eder. Bardakçılar kaplıcası civarında gözlenen kumtaşı ve çamurtaşından oluşan türbiditik

karakterli istifin tabakalanma konumu K60D/30KB dur (Şekil 3.71). Kumtaşları üzerinde yaygın olarak demiroksitleşmeyi de görmek mümkündür.



Şekil 3.71. Tabakalanma gösteren kumtaşı-çamurtaşı istifi.

Bardakçılar Kaplıcası'nın (S19) dan Kocaseki tepeye (V16) çıkan yol üzerinde orta ince taneli volkanojenik kumtaşları ve organik madde içeren çamurtaşları dikkati çekmektedir (Şekil 3.72). Yer yer kumtaşlarında tabaka içi derecelenmeler de görülmektedir. Kumtaşları ile ardalanmış silttaşı ve kiltaşları düzenli bir tabakalanma oluşturmaktadır.

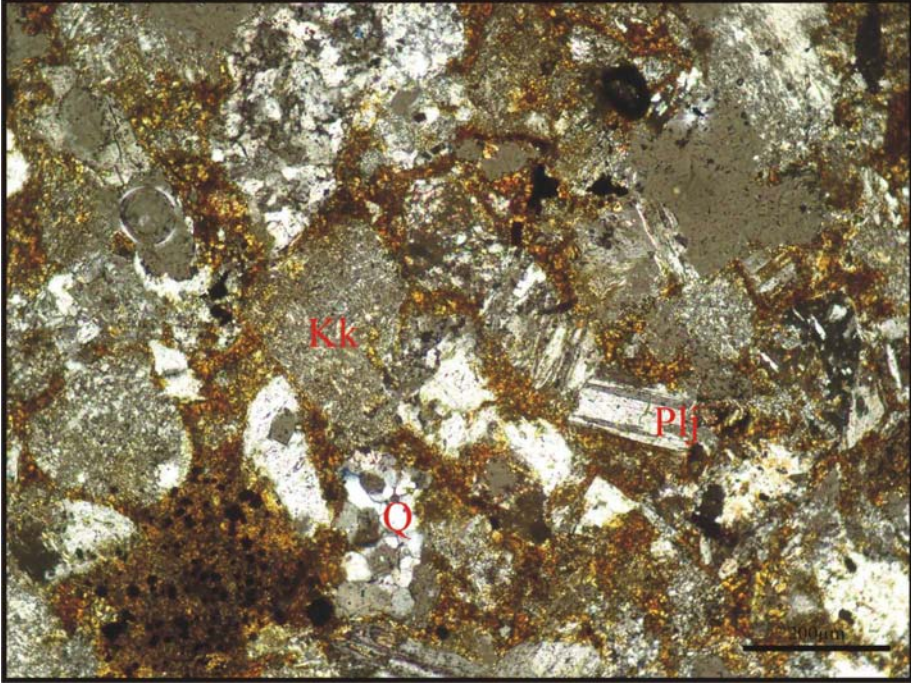


Şekil 3.72. Organik madde içeren çamurtaşı görüntüsü.

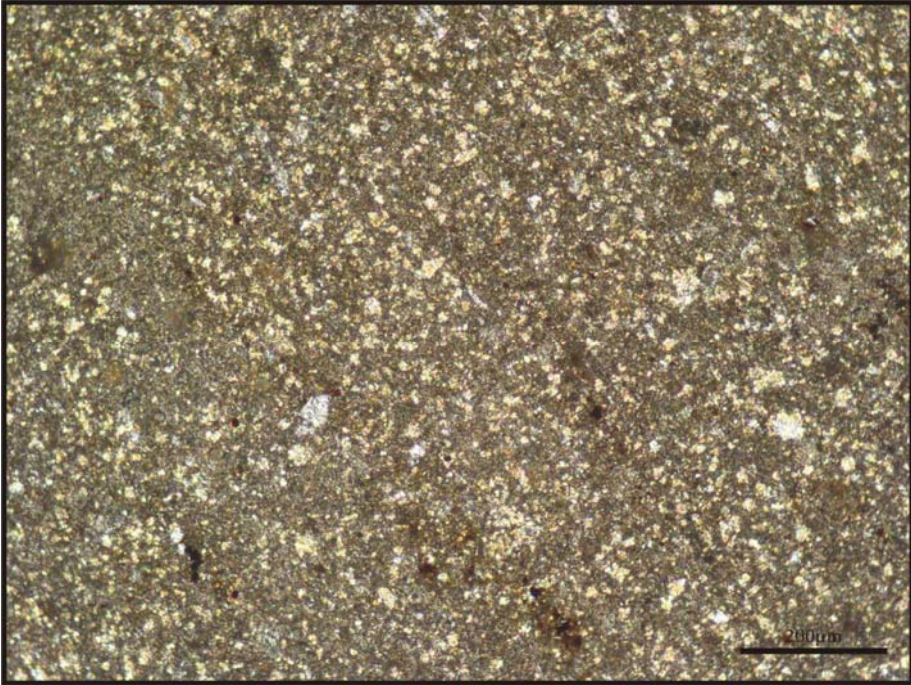
3.3.1.3. Petrografi

Bölgede Küçükkuyu Formasyonu içinde bulunan kumtaşları genellikle sarımsı renklere görülürler. Klastik bir doku gösteren kumtaşları, daha çok klast olarak bünyelerinde kuvars içermektedirler. Ayrıca muhtemelen çevresindeki volkanik kayalarından sağlanan plajiyoklas kristalleri ve kaya kırıntıları da yine kumtaşlarını oluşturan başlıca bileşenlerdendir (Şekil 3.73). Bu bölgedeki kumtaşlarında demirli çimento yaygın olarak gözlenir.

Kumtaşları içinde tabakalar şeklinde gözlenen silttaşları ise grimsi renklere gözlenirler. Silttaşlarında kuvars, kalsit ve serizit mineralleri başlıca bileşenleri oluşturmaktadır (Şekil 3.74).



Şekil 3.73. Volkanoklastik kumtaşı görüntüsü (Çift Nikol, Plj: plajioklas, Q: kuvars, Kk: Volkanik kaya kırıntısı).



Şekil 3.74. Küçükuyu Formasyonu içindeki siltaşı görüntüsü.

3.3.1.4. Fosil İçeriği ve Yaş

Küçükkuyu Formasyonu'ndan yaş tayinine yönelik olarak (Çiftçi ve diğ., 2004) tarafından alınan örneklerin palinolojik incelenmesi sonucu Erken-Orta Miyosen için karakteristik, sporlar indeks takson olarak kabul edilen Compositae (tubuliflorae tip), Monoporopollenites gramineoides ve Umbelliferae türü polenler bulunmuştur.

3.3.2. Çan Formasyonu (Tça)

3.3.2.1. Tanım ve Genel Yayılım

Biga Yarımadası'nın iç kesimlerinde, Erken – Orta Miyosen'deki volkanizma ile eş zamanlı olarak, karasal birimler çökelmiştir. Çan çevresinde bitümlü şeyl, silttaşı, kumtaşı, tuf ve kömürden oluşan karasal birimler Siyako ve diğ., (1989) tarafından Çan Formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Çalışma alanında Çan Formasyonuna ait açık ve yaygın yüzeylemeler bulunamamakla birlikte, Çan-Etili fayı ile sınırlanmış alüvyonal düzlüğün kuzeyindeki alanda yayılım göstermektedir.

3.3.2.2. Litoloji ve Dokanak İlişkisi

Çalışma alanında, Çan Formasyonu'na ait stratigrafik istifi tanımlanabilecek açık bir mostraya rastlanmamıştır. Ancak inceleme alanının dışında Çan İlçesi ve çevresindeki açık ve net mostralarından altta bir kumtaşı, kiltası seviyesiyle başlayıp, kömür ve üzerinde organik kiltası, şeylden oluşan kömürlü zon, kömürlü zonun üzerinde de aglomeratik ve tüflü bir seviye ile biten bir istif tanımlanmıştır Siyako ve diğ., (1989). Bu formasyona ait 250 m kalınlık ölçülmüştür. Çan ve çevresinde ekonomik olan ve işletilen kömürlü seviyeler çalışma alanı içerisinde izlenememiştir.

Çan Formasyonu, Erken – Orta Miyosen'deki volkanizma ile eş zamanlı olarak, faylarla sınırlanmış birbirinden izole ufak gölgesel havza çökellerini temsil eder (Siyako ve diğ., 1989).

Birim, Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Çan Volkanitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

3.3.2.3. Fosil İçeriği ve Yaş

Çan Formasyonu içerisindeki kömür seviyelerinden alınan örneklerin palinolojik incelenmesi, bunların Benda ve Meulenkamp (1979) tarafından önerilen Eskihisar sporomorf topluluğuna çok benzediğini ve Geç Burdigaliyen – Erken Serravaliyen yaş aralığı (Alt – Orta Miyosen) için karakteristik olduğunu göstermiştir (Ediger, 1988).

3.4. Kuvaterner Birimler

3.4.1. Alüvyon (Qal)

Çalışma alanındaki alüvyon oluşumu arazinin kuzeyinde yer alan Kocaçay, Darıözü deresi ve kollarının çevresinde izlenmektedir. Tutturulmamış ve kötü boylanmış çakıl, kum, silt, kil boyutunda malzemelerden ve bölgedeki kayaç parçalarından oluşmaktadır.

3.4.2. Yamaç molozu ve taraçalar (Qym)

Çalışma alanında genellikle dik yamaçların eteklerinde biriken blok çakıl ve kum boyutunda tutturulmamış malzemelerden oluşmaktadır. Bunlara genellikle Kocaçay çevresindeki dik yamaçların ön kısımlarında rastlanılır. Bölgedeki volkanik kayaç parçalarından oluşurlar.

4. YAPISAL JEOLJİ

Trakya, Biga ve Gelibolu yarımadalarının bulunduğu bölge Oligosen sonunda yükselmiş, aşınmış ve Erken-Orta Miyosen'de yoğun bir kalkalkalen volkanizma ile yeni bir tektonik rejim başlamıştır (Şengör, 1979). Biga Yarımadası'nda Kuzey Anadolu Fayı'na ait uzantılar muhtemelen Miyosen başlarında oluşmuş ve faaliyetini günümüze kadar sürdürmüştür (Siyako ve diğ., 1989).

Çalışma alanında gelişmiş başlıca yapısal unsurlar, uyumsuzlukları, fayları, eklem ve çatlak sistemlerini içerir.

4.1. Uyumsuzluklar

Çalışma alanında bulunan kaya birimleri arasında litolojik ve zamansal farklılıklardan ileri gelen uyumsuzluklar mevcuttur.

Bölgedeki ilk uyumsuzluk, Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı, granitik bileşimli Evciler plütunu ile Üst Kretase yaşlı Çetmi Ofiyolit Melanjı arasındaki ayrımlı kaya uyumsuzluğudur. Diğerleri, Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Çan volkanitleri ile Alt Miyosen yaşlı kırıntılı sedimanlardan oluşan Küçükkuyu Formasyonu ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Çan Formasyonu arasındaki açısız uyumsuzluktur. Çalışma alanında yer alan diğer bir açısız uyumsuzluk ise Çan Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı, alüvyon ve yamaç molozu çökelleri arasında gelişmiştir.

4.2. Faylar

Çalışma alanında gözlenen faylar, Orta Miyosen sonrasında günümüze etkinliği süren KAF'nın yanal atım rejimi altında gelişmişlerdir. Bölgenin bugünkü morfolojiye sahip olmasında etkili olan sağ yanal atımlı Çan-Etili fayı DKD-BGB doğrultuludur.

Çalışma alanında yer alan önemli çizgiselliklerden bir tanesine ait fay düzlemi verisi, Bardakçılar Kaplıcası ile Uzunalan köyüne giden yol üzerinde saptanmıştır. Bu fay düzlemindeki kayıtlar, fayın verev atımlı normal fay olduğunu göstermektedir

(Şekil 4.1). Fayın sahada izlenebilen devamlılığı yaklaşık olarak 70 m, düzleminin konumu K37°B/89°GB'dır.

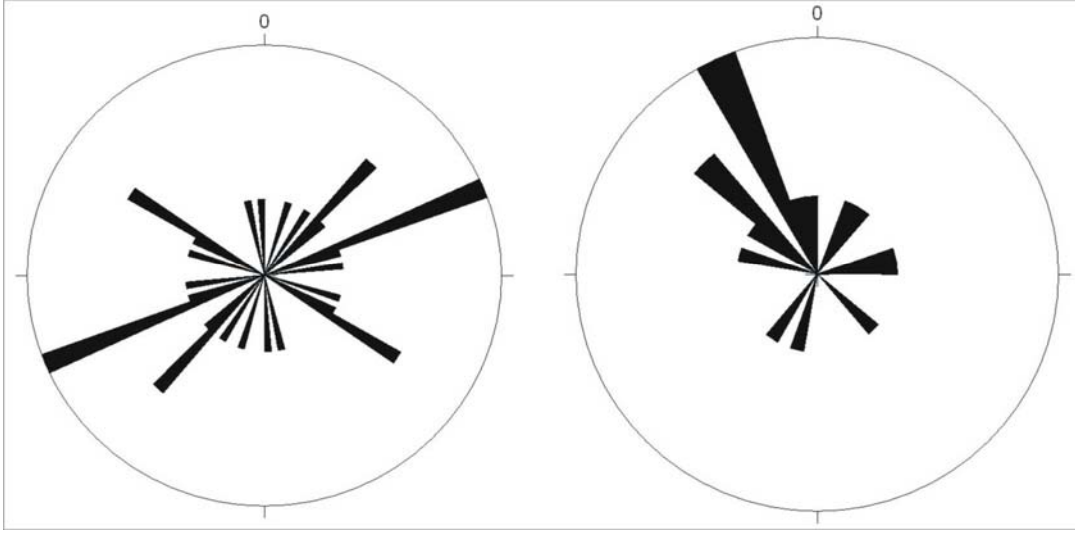


Şekil 4.1. Bardakçılar Kaplıcası ile Uzunalan köyüne giden yol üzerindeki fay düzlemi.

Çalışma alanındaki tektonizmanın jeomorfolojideki izlerini asimetrik vadi, tektonik şev, çizgisel vadi, ötelenmiş dere yatakları gibi tektonik kökenli yer şekleri oluşturmaktadır. Çalışma alanında bu şekilde belirlenmiş olan Bilaller köyü (K17) kuzeyinde, KD-GB gidişli, Tepeköyü (K5) batısında, KD-GB ve KB-GD gidişli, Söğütalan köyü (I22) batı ve güneybatısında, KD-GB ve KB-GD gidişli çizgisellikler belirlenmiştir.

4.3. Eklem ve Çatlaklar

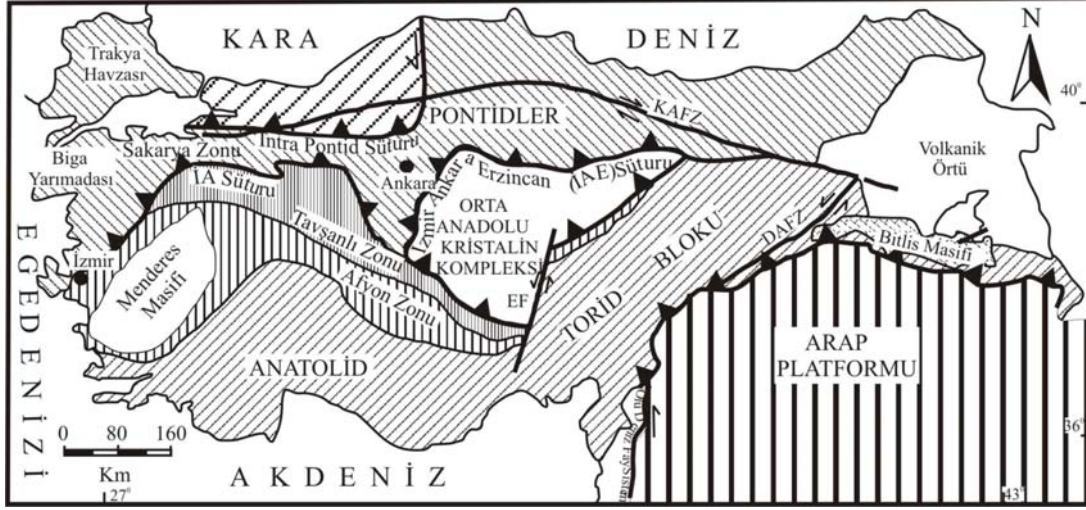
Volkanik kayalar içinde, volkanizmanın soğuması sırasında gelişmiş olduğu düşünülen düzgün eklem ve çatlaklara sıkça rastlanılmaktadır. Bu eklem ve çatlakların volkanik kayalar için akma düzlemlerini de oluşturduğu düşünülmektedir. Lavlar, aglomera ve riyolitik tüfler üzerinde ölçülmüş akma düzlemleri gül diyagramları üzerinde değerlendirildiği zaman, volkanik kayaların egemen akma yönü doğrultusunun KD-GB, eğim yönünün de KB olduğu görülmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Akma düzlemlerine ait doğrultu ve eğim yönlerinden oluşturulmuş gül diyagramları.

5. JEOTEKTONİK EVRİM

Kuzeybatı Anadolu’da Biga Yarımadası, kuzeyde Pontid-içi suture zonu ve güneyde İzmir-Ankara sutureları ile sınırlanmış Sakarya Zonu olarak adlandırılmış (Şengör ve Yılmaz, 1981) bir bölgede yer alır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Çalışma alanında içinde yer aldığı Türkiye'nin tektonik birliklerini gösterir harita (IAS: İzmir-Ankara Suture, KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, EF: Ecemiş Fayı) (Okay, 1986; Okay ve Tüysüz, 1999'dan düzenlenmiştir).

Çalışma alanı ve çevresinin jeotektonik evriminde, iki ana tektonik ve magmatik dönem bulunmaktadır. Bunlardan paleotektonik dönem, Üst Kretase'den Orta Miyosen'e kadar devam eden yaklaşık kuzey-güney yönlü sıkışma dönemidir. Üst Kretase'de Sakarya kıtası ile Torid-Anatolid platformları (Şekil 5.1) arasındaki okyanusun (Neotetis Okyanusu) kapanmaya başlaması ve kıta-kıta çarpışmasının gerçekleşmesiyle litosferde kısalıp kalınlaşma gerçekleşmiş ve bu sıkışma sistemi Orta Miyosen'e kadar sürmüştür (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1994). Bu süreç içerisinde Biga Yarımadası ve çevresinde yaygın olarak kalkalkalen karakterli ada yayı tipi bir magmatizma gelişmiştir (Ercan ve diğ., 1995).

Çalışma alanındaki Oligosen-Alt Miyosen dönemine ait plütonik ve volkanik kayalar bu jeotektonik ortamın ürünüdürler. Ayrıca çalışma alanı ve çevresinde paleotektonik döneme ait yapılar ise yaklaşık doğu-batı doğrultulu bindirme fayları

ile Çetmi Ofiyolit Melanjı içindeki küçük ölçekli kıvrımlardır. Alt-Orta miyosen döneminde magmatizmanın aktivitesinin yavaşladığı ve/veya volkanik etkilerden uzak bölgelerde gölsel sedimanlar (Küçükkuyu Formasyonu ve Çan Formasyonu) çökelmiştir.

Orta Miyosen'de Güneydoğu Anadolu'da Arabistan plakası ile Avrasya plakasının çarpışması sonucu K-G sıkışmadan kurtulmaya çalışan Anadolu bloğunun batıya hareket (kaçmaya başlaması) etmesi paleotektonik dönemin evrimini tamamlayarak Neotektonik dönemin başlangıcı olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Anadolu plakasının batıya hareketi Yunan makaslama zonu (Kuzey Ege makaslama zonu) tarafından karşılanmaktadır. Dolayısıyla Anadolu plakasının batıya doğru hareketi (Şengör, 1980; 1982, Dewey ve Şengör, 1979) Yunan makaslama zonu tarafından durdurulmaya çalışılması tüm Batı Anadolu ve Kuzey Ege'de kuzey-güney yönlü genişleme ile sonuçlanmaktadır. Batı Anadolu horst-graben yapıları bu genişleme tektoniğinin ürünüdür. Bu tektonik rejimin ürünü olan volkanizmada incelen kıta kabuğu altından türeyen alkallen karakterli bazaltları meydana getirmiştir.

Çalışma alanında Neotektonik dönem yapıları olarak; bugünkü morfolojik gelişimde de önemli etkileri olan yaklaşık DKD-BGB doğrultulu sağ yanal atımlı Çan-Etili Fayı ve bu fayla ilişkili normal faylar bulunmaktadır. Bu faylardan bazıları üzerinde bugün kaplıca olarak kullanılan sıcak su kaynakları bulunmaktadır.

6. EKONOMİK JEOLJİ VE JEOTERMAL KAYNAKLAR

Çalışma alanı ekonomik öneme sahip, metalik cevher, endüstriyel hammadde ve jeotermal kaynak açısından oldukça zengin bir bölgedir. Bölgede kullanım amaçlarının farklılığına göre birçok ocak bulunmaktadır. Ayrıca iki tanesi kaplıca olarak kullanılan, 3 farklı yerde sıcak su kaynakları da mevcuttur.

Epitermal sistemler, yüzeye yakın yerlerde oluşurlar. Alünit-kaolinit tipte gelişmiş epitermal yataklar çoğunlukla magmatik sokulumlarla ve silisleşme ile karakterize edilirler. Çalışma alanı içerisinde de bu özellikleri taşıyan Ağıdağı, bölgenin ekonomik öneme sahip diğer bir bölgesini temsil etmektedir. Teck Cominco Arama ve Madencilik San. Tic. A.Ş., tarafından Ağıdağı ve onun kuzeydoğusuna doğru ilerleyen geniş bir alanda ağırlıklı olarak Au olmakla birlikte, Ag, Pb, Zn, Cu, As, Mo gibi ekonomik öneme sahip cevher arama çalışmaları uzun bir zamandan itibaren devam etmektedir.

Etili'nin güneyinde yer alan sileks ocakları Kalemaden A.Ş. tarafından açık ocak olarak işletilmektedir. Kalemaden A.Ş. tarafından işletilen bu sileks ocakları, başlıca seramik üretiminde dayanımlarının yüksek olmasından dolayı hammadde olarak kullanılmaktadırlar.

Çalışma alanındaki sileks ocaklarının yanı sıra Bardakçılar köyü (T15) doğusunda işletilmekte olan bir kireçtaşı ocağı bulunmaktadır. Bu ocakta işletilen kireçtaşlarının bir kısmı yol yapım malzemesi olarak (mıcır) kullanılırken, bir kısmı da Çan ilçesinde bulunan termik santralde, kömür içinde %3–8 oranında var olan kükürt miktarını absorbe etmek için kullanılmaktadır.

Ayrıca çalışma alanında yaklaşık KD-GB uzanımlı bölgede Çan taşı olarak bilinen riyolitik tüfler üzerinde özel sektöre ait olan 6 adet ocak bulunmaktadır. Bunlardan biri dışında diğerlerinde açık işletme şeklinde ürün elde edilmektedir. Ocaklardan sağlanan iri kaya parçaları Bilaller (K17) ve Dereoba (G13) köyleri içinde bulunan taş kesme ve işleme alanlarında (bıçkı) dekoratif amaçlı şömine, barbekü ve kaplama taşı olarak işlenilir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Bilaller köyü içindeki Çan taşlarının işlendiği bıçkı atölyesinin görünüşü.

Çalışma alanı sınırları içerisinde kuzeyden güneye doğru sırasıyla Alibeyköy çiftliği, Karalıca (Tepeköy) ve Bardakçılar sıcak su kaynakları bulunmaktadır.

Alibeyköy Çiftliği sıcak su kaynağı, Alibey Çiftliği Köyü'nün 700–800 m GD'sunda yer alır. Bir çok yerden kaynak topluluğu şeklinde çıktığından debisi tahmini olarak 0.5-1 lt/sn arasında olup sıcaklığı 33 °C dir (Baba, 2007). Bu jeotermal kaynak 137 km²'lik bir havzadan beslenmektedir. Kaynak çıkışı yerinde Kuvaterner yaşlı taraça bulunmaktadır. Kaynak bölgesinde Neojen göl sedimentleri ve volkanikler görülmektedir.

Karalıca (Tepeköy) Sıcak Su Kaynağı Tepeköy'ün yaklaşık 1 km güneyinde yer alır. Kaynak yüzey sıcaklığı yaklaşık 51 °C dir (Baba, 2007). Debisi ise 2 lt/sn dir. Kaynak civarında hafif kükürt kokusu gelmektedir. Kaynaklar; silisifiye andezitik tüfler içinden çıkmaktadır.

Bardakçılar Sıcak Su Kaynağı, Bardakçılar Köyünün yaklaşık 2 km güneyinde Kaplıca dere içerisinde çıkmaktadır. Kaplıcanın bulunduğu yerden ve dere içlerinden toplam 5 adet kaynak çıkışı bulunmaktadır. Sıcaklıkları 59 °C dir ve debisi 2–4 lt/sn civarındadır (Baba, 2007). Bardakçılar kaplıcasının 350 m batısında 49 °C sıcaklıkta ve yaklaşık 2 lt/sn debide diğer bir kaynak bulunmaktadır.

BÖLÜM IV

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

- 1) Bu çalışmada, Etili, güneyi ve güneydoğusunu kapsayan, 1/25000 ölçekli Ayvalık i17-b2 paftasının tamamını oluşturan yaklaşık 154 km²'nin jeoloji haritası yapılmıştır. Bu alanda temeli Üst Kretase yaşlı Çetmi Ofiyolit Melanjı oluşturmaktadır. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Evciler Plütону, Çetmi Ofiyolit Melanjı'nı keser. Bu plütonizma ile kökensel ilişkili olan lav, aglomera ve riyolitik tüften oluşan Çan volkanitleri oluşmuştur.
- 2) Çalışma alanında, haritalanmış olan plütonik kayalar ile volkanik kayalar, benzer kimyasal bileşimler göstermekte olup, köken olarak aynı magmadan türemişler ve benzer jeodinamik koşullarda oluşmuşlardır.
- 3) Plütonik kayaçlar ile volkanik kayaçlar arasında keskin diskordansı işaret eden veriler bulunamamıştır. Plütoniklerin kenar kesimlerinde gözlenen mineralojik ve dokusal özellikler bunların sığ derinliklere kadar yükseldiğini göstermektedir.
- 4) Çalışma alanında geniş yayılım sunan ve önceki çalışmalarda genel özellikleriyle tanımlanmış olan volkanik kayalar, bu çalışma ile ayrıntılı olarak saha gözlemleri, petrografi ve petrolojik olarak ayırtlanmış ve haritalanmıştır. Bölgede ortaç bileşimli lavlarla başlayan volkanik faaliyet benzer bileşimli ve felsik türde piroklastik yağış ürünleri olan aglomera ve tuf ile devam etmiştir.
- 5) Bölgede magmatik kayalar üzerinde yapılan ayrıntılı petrografik ve petrolojik araştırmada, Evciler Plütону'na ait kayaçların, granit, granodiyorit ve kuvars diyorit bileşimli olduğu, orta-yüksek K'lu ve SiO₂ – Na₂O+K₂O değişim diyagramlarında (toplam alkali-silika = TAS) subalkali alanda yer aldıkları görülür. Na₂O+K₂O - FeO - MgO (AFM) üçgen diyagramında ise örnekler kalkalkalen alanda bulunmakta ve kalkalkalen bir trend izlemektedir.

- 6) Volkanik kayalarda yapılan detaylı petrografik ve petrolojik araştırmalar sonucunda, bunların çoğunlukla andezit, nadir olarak dasit ve trakiandezit türde lav, aynı bileşimli kaya parçalarından oluşan aglomera ve riyolitik tüften oluşan üç farklı litolojideki volkanik ürünler olduğu saptanmıştır. Bunlar üzerindeki jeokimyasal çalışmalarda, bu birimlerin ortaç bileşimli, orta-yüksek K'lu ve çoğunlukla kalkalkalen bir trend izledikleri ve volkanik yay ortamında oluşmuş oldukları görülür.
- 7) Çalışma alandaki volkanik kayaların majör ve iz element sonuçlarından fraksiyonel kristallenmenin, magma karışımı işlemleri ile beraber geliştikleri söylenebilir. Bölgedeki magmatik kayalar için HFSE ve LREE'deki zenginleşme, magmanın yükselimi esnasında kıtasal gereçlerle kirlenmiş olabileceğini göstermektedir.
- 8) Çalışma alanında yer alan magmatik kayalardan yaş tayini yapılmamıştır. Daha önceki çalışmalarda elde edilen yaşlar benimsenmiştir. Ancak bu yaş verilerinin elde edildiği örnekler Çan ve çevresindeki magmatik kayalardan değil, çalışma alanına oldukça uzak olan Gökçeada, Yenice ve Edremit dolaylarındaki yüzleklerden olması nedeniyle tartışmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akyürek, B. ve Soysal, Y., 1983. Biga yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama Ayvalık) temel jeoloji özellikleri: MTA Derg., 95/96, 1-12.
- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F., and Mitchell, J.G., 2000. Petrogenetic evolution of late cenozoic, post collision volcanism in Western Anatolia, Turkey. *Journal of volcanology and geothermal reseacrh*, 102 (2000), 67-95.
- Aldanmaz, E., Köprübaşı, N., Gürer, Ö. F., Kaymakçı, N., Gourgaud, A., 2006. geochemical constraints on the Cenozoic, OIB-type alkaline volcanic rocks of NW Turkey: Implications for mantle sources and melting processes. 50-76.
- Altunkaynak, Ş., 2007. Collision-Driven slab breakoff magmatism in Northwestern Anatolia, Turkey. *The Jour. of Geo.*, volume 115, p.63-82.
- Andaç, M., 1973. Biga Yarımadası'nda Ezine siyenit masifi ile civarındaki kayaçların petrografisi ve bu kayaçlardan meydana gelen radyoaktif sahil plaser maden yataklarının etüdü. Docentus Thesis. Istanbul Technical Univ., Istanbul, 97 pp.
- Aysal, N., 2005. Biga (Çanakkale) Doğusu'nun Mesozoyik – Tersiyer Magmatizması ve Metamorfizmasının Petrolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Baba, A., 2007. Biga Yarımadası'ndaki Jeotermal Kaynakların Potansiyeli, Kullanım Alanlarının Belirlenmesi ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, 104Y082 nolu TÜBİTAK Projesi (Yayımlanmamış).
- Beccaletto, L. ve Jenny, C., 2004. Geology and Correlation of the Ezine Zone: A Rhodope Fragment in NW Turkey? *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 13, pp. 145-176.
- Beccaletto, L., Bartolini, A. C., Martini, R., Hochuli, P. A. ve Kozur, H., 2005. Biostratigraphic data from Çetmi Melange, northwest Turkey: Palaeogeographic and tectonic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 221, 215-244.

- Benda, L. ve Meulenkamp, J.E.,1979. biostratigraphic correlations in the eastern Mediterreanean Neogene. 5. Calibration of sporomorh associations, marine microfossils and mammal zones, marina and continental stages and the radiometric scale: Ann. Geol. Pays Helen., 1, 61-70.
- Bingöl, E., 1968. Contribution a letude geologique de la partie centale et SE du Massif de Kazdağ (Turque). These du doctorat. Fac. Sci. Univ. Nancy, 191 s.
- Bingöl, E., 1969. Kazdağ Masifi'nin merkezi ve GD kesiminin jeolojisi, MTA Dergisi, Sayı 72.
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B., 1975. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve Karakaya Formasyonu'nun bazı özellikleri. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler, MTA, Ankara, 70-76.
- Birkle, P., Satır, M., 1995. Dating, Geochemistry and geodynamic significance of the Tertiary magmatism of the Biga Peninsula, NW-Turkey. Geology of the Black Sea Region, Min. Res. Expl. Inst. Of Turkey, Ankara, pp. 171-180.
- Borsi S., Ferrara, C., Innocenti, F. ve Mazzudi, R., 1972. Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea: Bull. Volcan., 36, 473-496.
- Boztuğ, D., 2001. Granitoidlerin Ana-Eser ve REE Jeokimyası Karakteristikleri, Magmatik Petrojenez Lisans üstü yaz okulu kitabı, 139-158.
- Chappell, B.W., White, A.J.R., 1974. Two contrasting granite types. Pacific Geology 8, 173-174.
- Çiftçi, N.B., Temel, R.Ö., Terzioğlu, M.N., 2004. Edremit körfezi civarının Neojen stratigrafisi ve Hidrokarbon olanakları, TPJD Bülteni, Cilt 16, Sayı 2, s.81-104.
- Dayal, A. (1984). Yenice (Çanakkale) granitinin petrografisi ve buna bağlı cevherleşmeler. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., İzmir.
- Delaloye M., and Bingöl E., 2000. Granitoids from western and nortwestern Anatolia: Geochemistry and modeling of geodynamic evolution. International Geology Review, 42, 241 – 268.

- Duru, M., Pehlivan, Ş., Şentürk, Y., Yavaş, F ve Kar, H., 2004. New Results on the Lithostratigraphy of the Kazdağ Massif in Northwest Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, Vol. 13, p: 177-186.
- Ediger, V. Ş., 1988. Biga Yarımadası'ndaki kömürlü birimlerden alınan örneklerin palinolojik analizi: TPAO Araştırma Grubu Rap. No. 1269, 17 s.
- Ercan, T., 1979. Batı Anadolu Trakya ve Ege Adalarındaki Senozoyik volkanizması: Jeo. Müh. Derg., 9, 23 – 46.
- Ercan, T., 1992. Trakya'daki Senozoyik volkanizması ve bölgesel yayılımı: Jeoloji Müh. Derg., 41, 37-50.
- Ercan, T., 1993. Interpretation of Geochemical radiometric and isotopic data on Kula volcanics (Manisa- Western Anatolia): Türkiye Jeol. Bült., 36/1, 113-130.
- Ercan, T., ve Öztunalı, Ö., 1984. Magmatik kayaların Sr izotop oranı içeriklerinin kökensel yorumlama da kullanılışı; Batı Anadolu ve Ege Adaları'ndaki volkanik kayalardan örnekler. Jeo. Müh. Der. S. 19, 23-32.
- Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan, A., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş, M., ve Can, B., 1985. Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal izotopik ve rodyometrik verilerin yorumu: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 28, 121-136.
- Ercan, T.; Satır, M.; Türkecan, A.; Akyürek, B.; Çevikbaş, A.; Günay, E.; Ateş, M. ve Can, B.. 1986. Ayvalık çevresinin jeolojisi ve volkanik Kayaçların petrolojisi: Jeoloji Müh. Derg., 27, 19-30.
- Ercan, T., Türkecan, A., Can, B., Günay, E., Çevikbaş, A. ve Ateş, M., 1987. Batı Anadolu'da Manisa-Balıkesir arasındaki Tersiyer yaşlı yalancı bazaltların özellikleri: Jeo. Müh. Derg., 30/31, 31,42.
- Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H.-J., Yıldırım, T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki KB Anadolu Tersiyer volkanizmasının özellikleri. Min. Res. Expl. Inst. Turkey Bull. 117, 55–86.

- Ertürk, O., 1990. Petrology of the Cenozoic volcanics in the Biga Peninsula, NW Turkey. *Int. Earth. Sci. Cong. On Aegean Region*, 368-384.
- Ertürk, O., Dinçöz, E. ve Alaygut, D., 1990. Petrology of the Cenozoic volcanics in the Biga Peninsula, NW Turkey: *International Earth Saences Congress on Aegean Region Proceedings, II*, 368-384.
- Fytikas, M., Giuliano, O., Innocenti, F., Manetti, F., Mazzuoli, R., 1976. Geochronological data on recent magmatism of the Aegean Sea. *Tectonophysics*, V.31, T29-T34.
- Fytikas, M., Giuliano, O., Innocenti, F., Manetti, F., Mazzuoli, R., Peccerillo, A., and Villari, L., 1979. Neogene volcanism of the Northern and central Aegean region. *Annal. Geol. Pays. Hell.* 30, 106-129.
- Fytikas, M., Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A., Villari, L., 1984. Tertiary to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region, In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Blackwell Sci. Publ., London, Special Publ. 17, pp. 687-700.
- Gülen, L., Han, S. ve Ercan, T., 1986. Metasomatised mantle below Western Turkey; A Sr-Nd-Pb isotopic study of alkaline magmas and mantle xenoliths: *Terra cognita*, 6/2, 241.
- Güleç, N., 1991. Crust-mantle interaction in western Turkey: implications from Sr and Nd isotope geochemistry of Tertiary and Ouatefnary volcanics: *Geol. Mag.* 128/5, 417-435.
- Güçtekin, A., Köprübaşı, N., Aldanmaz, E., 2004. Karabiga (Çanakkale) granitoidinin jeokimyası. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Yerbilimleri* 29, 29 – 38.
- Genç,Ş.C. ve Yılmaz, Y., 1994. Post collisional magmatism in Armutlu Peninsula, NW Anatolia: *IAVCEI International Volcanology Congress, Abstracts*, Ankara.
- Genç, Ş.C, 1998. Evolution of the Bayramiç Magmatic Complex, Northwestern Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85(1-4), 233-249.

- Gözler, M. Z., Ergül, E., Akçören, F., Genç,Ş.C., Akat, U. ve Acar Ş., 1984. Çanakkale Boğazı doğusu - Marmara Denizi güneyi- Bandırma- Balıkesir - Edremit ve Ege Denizi arasındaki alanın jeolojisi ve komplikasyonu. M.T.A. Rapor No: 7430, 25-98 (yayımlanmamış).
- Irvine, T.N., and Baragar, W.A.R., (1971). Aguide to chemical classification of common volcanic rocks, Earth Sci., 8, 523-547.
- İşseven, T., Tapırdamaz, M, C., Özçep, F., Hisarlı, M., Orbay, N., ve Sanver, M., 1995. Kuzeybatı Anadolu'nun tektoniği ve Paleomagnetik sonuçlar; Jeofizik, 9, 201-212.
- Karacık, Z., 1995. Ezine-Ayvacık Çanakkale dolayında genç volkanizma plutonizma ilişkileri. Ph.D. Thesis. Inst. of Science, Istanbul Technical Univ., Istanbul, Turkey, 342 pp.
- Krushensky, R.D., 1976. Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar–Yeşiller area, Northwest Anatolia, Turkey. Bull. Volcanol. 40, 336–360.
- Koç, Ş.; Kadioğlu, Y.K. ve Erdoğan, S., 1994. Hydrothermal alterations of Köylüce and Hallaçlar volcanics (Havran-Balıkesir): IAVCEI Uluslararası Volkanoloji Kongresi Bildiri Özleri Kitabı, Ankara.
- Kaymakçı, N., Aldanmaz, E., Langereis, C.G., Spell, T.L., Gürer,Ö.F., Zanetti, K.A., 2007. Late Miocene transcurrent tectonics in NW Turkey: evidence from paleomagnetism and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the alkaline rocks. Geol. Magazine, v. 144; no. 2; p. 379-392.
- Le Maitre, R.W., 1989. A classification of igneous rock and glossary of terms. Blackwell, 193pp.
- Middlemost, E.A.K., 1985. Magmas and magmatic rocks, Longman Group Limited, Essex.
- Okay, A.I., 1986. High pressure / low temperature metamorphic rocks of Turkey. Ewans, B.W. ve Brown, E.H., (editörler), Blue schists and eclogites, Geological Society of America, Memoir, v. 164, 333-347.

- Okay, A. I., 1987. Ophiolite obduction on a Permian carbonate platform in northwest Turkey. Fourth meeting of the European Union of Geosciences (EUG IV), 13-16/04/87, Strasbourg, France, Terra Cognita, 7, 100.
- Okay, A. I., 1988. Çan-Yenice-Biga arasının Jeolojisi ve tektoniği. TPAO Arama Grubu, Rapor No. 2544 (Yayımlanmamış).
- Okay, A.I., Siyako, M., Bürkan, K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. TPAG Bull. 2 1 , 83–121.
- Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., 1996. Paleo-and Neotethyan events in northwest Turkey. In: Yin A, Harrison M (eds) Tectonics of Asia. Cambridge University Press, Cambridge, pp 420-441.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Mediterranean basins: Tertiary extension within the Alpine orogen (Eds Durand, B, Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M.), Geological Society, London, Special Publication, 156: 475-515.
- Okay, A.I., ve Satır, M., 2000. Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in northwest Turkey: Geological Magazine, 137,495-516.
- Okay, A.I. ve Göncüoğlu, M.C., 2004. The Karakaya Complex: A Review of data and concepts. Turkish Journal of Earth Sciences, Vol. 13, pp. 77-95.
- Öngen, S., 1978. Petrographie und petrochemie des Çavuşlu-Karaköy granitoid massivs. İst. Üniv. Fen. Fak. Mecm. Seri B 43, 93-115.
- Pearce, J.A., Haris, N.B.W., Tindle, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Jour. of Petro. Vol. 25 Part 4, 956-983.
- Saka, K., 1979. Edremit Körfezi ve civarı Neojen'inin jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları, TPAO Arama Grubu, Arşiv no: 1342, s. 1-17.

- Sander, M.V. and Black, J.E., 1988. Crystallization and Recrystallization of growth-zoned vein quartz crystals from Epitermal Systems-Implications for fluid inclusion studies. *Economic Geology*, Vol. 83, pp. 1052-1060.
- Saner, S., 1985. Saroz körfezi dolayının çökelme istifleri ve tektonik yerleşimi. *Ege denizi, Türkiye: Türkiye Jeo. Kur. Bült.*, 28, 1-10.
- Savaşçın, M.Y., 1982. Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik özellikleri. In: *Batı Anadolu genç tektoniği ve volkanizması paneli T.J.K. Bül.* 22-38.
- Savaşçın, Y. ve Güleç, N., 1990. Relationship between magmatic and tectonic activities in western Turkey. In: *Savaşçın, M.Y., Eronat, A.H. (Eds.), International Earth Science Colloquium on the Aegean Region (IESCA) Proceedings II*, pp. 300-313.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault; its age, offset and tectonic significance: *Jour. Geol. Soc. London*, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C. ve Kidd, W.S.F., 1979. Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian plateau and a comparison with Tibet: *Tectonophysics*, 55, 361-376.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Satır, M., Akkök, R., 1984. Timing of tectonic events in the Menderes Massif, Western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics* 3_7., 693-707.
- Şentürk, K. ve Okay, A.I., 1984. Blueschists discovered east of Saros Bay in Thrace, *MTA Ens. Bül.*, 97/98, 68-72.
- Seyitoğlu, G., and Scott, B., 1992. Late Cenozoic volcanic evolution of the Northeastern Aegean region. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 54, 157-176.
- Siyako, M.; Burkan, K.A. ve Okay A.I., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaı Tersiyeer Jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları: *Turkish Association of Petroleum Geologist Bulletin*. 1. 183-199.

- Sümengen, M. ve Terlemez, İ., Şentürk K., ve Karaköse, C., 1987. Gelibolu yarımadası ve güneybatı Trakya havzasının stratigrafisi, sedimentolojisi ve tektoniği: MTA Rap. No. 8128 (Yayımlanmamış).
- Sümengen, M. ve Terlemez, İ., 1991. Güneybatı Trakya yöresi Eosen çökellerinin stratigrafisi, MTA Dergisi, 113, 17-30.
- Taylor, S.R., and McLennan, S.M., 1985. The continental crust: its composition and evolution. Blackwell, Oxford.
- Temel, A., (2001). Volkanik kayaçların Jeokimyasal özellikleri, Magmatik Petrojenez Lisansüstü yaz okulu kitabı, 196–220.
- Yılmaz, Y., 1989. An approach to the origin of young volcanic rocks of western Turkey: A.M.C. Şengör (ed.), Tectonic Evolution of the Tethyan Region, Kluwer. The Hague, 159- 189.
- Yılmaz, Y., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Gündoğdu, N. ve Temel, A., 1994. Development of neo-tectonic related magmatic activities in western Anatolia: IAVCEI International Volcanology Congress, Abstracts, Ankara.
- Yılmaz, Y., 1995. Ege bölgesinde genç magmatizmanın oluşumu ile litosferin evrimi arasındaki ilişki üzerine düşünceler. Jeofizik 9 10 ,107–110.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance. Journal of Geodynamics, 31 (2001), 243-271.

EKLER

EK 1. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası

EK 2. Jeoloji Haritasından Alınmış Enine Jeoloji Kesitleri.

EK 3. Çalışma Alanında Örnek Lokasyonlarını Gösterir İndeks Harita.

