

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YONCAYOLU METAMORFİTLERİ (ÜZÜMLÜ-ERZİNCAN) VE
ÇEVRE KAYAÇLARININ MİNERALOGİK, PETROGRAFİK VE
JEOKİMYASAL İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Mehmet Ali GÜCER

HAZİRAN 2008

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YONCAYOLU METAMORFİTLERİ (ÜZÜMLÜ-ERZİNCAN) VE ÇEVRE
KAYAÇLARININ MİNERALojİK, PETROGRAfİK VE JEOKİMYASAL
İNCELENMESİ**

Jeoloji Müh. Mehmet Ali GÜCER

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Jeoloji Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26.05.2008

Tezin Savunma Tarihi : 20.06.2008

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Zafer ASLAN

Jüri Üyesi : Prof Dr. Mehmet ARSLAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Kenan GELİŞLİ

Enstitü Müdür V.: Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2008

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Üzümlü (Erzincan) civarında yüzeyleme veren metamorfitlelerin ve çevre kayaların mineralojisi, petrografisi ve jeokimyası ile metamorfik kayaların metamorfizma özelliklerinin incelenmesini amaçlayan bu çalışma, KTÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

Her şeyden önce bu çalışmayı borçlu olduğum ve hak ettiğimden daha fazlasını veren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Zafer ASLAN'a, hoşgörüsünden, emeğinden ve desteğinden dolayı ne kadar teşekkür etsem azdır.

Çalışma sürecinde, kil mineralojisi ile ilgili konularda değerli vaktini benim için harcayan Dr. Emel ABDİOĞLU'na, yine kil mineralojisi ve petrografik çalışmalarda bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Yrd. Doç. Dr. Ferkan SİPAHİ'ye, Ofiyolitlerin petrografisindeki yardımlarından dolayı Dr. İbrahim UYSAL'a, yardımlarından dolayı Öğr. Gör. İbrahim AKPINAR'a, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Mehmet ARSLAN, Yrd. Doç. Dr. Abdullah KAYGUSUZ ve Yrd. Doç. Dr. Şenol GÜRSOY'a çok teşekkür ederim.

İyi ve kötü günde hep yanımda olan, özellikle yazım aşamasındaki desteklerinden dolayı mesai arkadaşlarım Arş. Gör. Yılmaz DEMİR, Arş. Gör. Enver AKARYALI ve Arş. Gör. Emre AYDINÇAKIR'a özellikle teşekkür ederim.

XRD analizleri konusundaki yardımlarından dolayı KTÜ Fizik Bölümü katı hal laboratuvarı teknik ve akademik personeline, ince kesit yapımındaki emeğinden dolayı KTÜ GMF Teknisyeni Hakkı YOKUŞ'a, arazi çalışmalarında zaman zaman bana eşlik eden stajyer öğrencilerden İlhan KAPLAN ve Ferhat ŞAHİN'e, ayrıca tüm Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, idari ve akademik personeline ve burada adını sayamadığım herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her anında beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, maddi ve manevi her türlü destekleri için aileme, özellikle de babam Mehmet GÜCER'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Mehmet Ali GÜCER

Trabzon 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Coğrafi Bilgiler	1
1.2.1. Coğrafi Konum	1
1.2.2. Topografya.....	2
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü	3
1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim	4
1.3. Erzincan ve Civarının Genel Jeolojisi	4
1.4. Önceki Çalışmalar	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	12
2.1. Amaç ve Yöntemler	12
2.1.1. Arazi Çalışmaları	12
2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları	13
2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması	13
2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların Çekilmesi	13
2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması	13
2.1.2.4. Kimyasal Analizler	14
2.1.2.5. XRD Analizleri	14
2.1.3. Büro Çalışmaları	15
3. BULGULAR	16
3.1. Stratigrafi ve Petrografi	16
3.1.1. Paleozoyik	16
3.1.1.1. Yoncayolu Metamorfizmi	16

3.1.1.1.1.	Fillat.....	21
3.1.1.1.2.	Yeşilşist	23
3.1.1.1.3.	Mikaşist	28
3.1.1.1.4.	Metadasit	29
3.1.1.1.5.	Metabazit	30
3.1.1.1.6.	Kalkşist	32
3.1.1.1.7.	Metagranit.....	33
3.1.1.1.8.	Kuarsit	36
3.1.1.1.9.	Yaş	38
3.1.2.	Mesozoyik	38
3.1.2.1.	Çayderesi Kireçtaşı.....	38
3.1.2.1.1.	Yaş	40
3.1.3.	Üst Kretase	40
3.1.3.1.	Refahiye Ofiyolitli Karışığı.....	40
3.1.3.1.1.	Yaş	43
3.1.4.	Kuvaterner	43
3.1.4.1.	Erzincan Volkaniti.....	43
3.1.4.1.1.	Ağlı Tüfü	43
3.1.4.1.2.	Karatepe Andeziti	43
3.1.4.1.2.1.	Andezitler	45
3.1.4.1.2.2.	Riyolitler	47
3.1.4.1.3.	Yaş	48
3.1.4.2.	Alüvyon ve Yamaç Molozu.....	49
3.2.	Yapısal Jeoloji	50
3.3.	Mineral Kimyası	52
3.3.1.	Plajiyoklas	55
3.3.2.	Muskovit.....	56
3.3.3.	Amfibol.....	57
3.3.4.	Klorit.....	59
3.4.	Jeokimya	62
3.4.1.	Yoncayolu Metamorfitleri'nin Jeokimyasal Özellikleri.....	62
3.4.1.1.	Giriş	62

3.4.1.2.	Ana ve İz elementler	62
3.4.1.3.	Uyumsuz Elementler	71
3.4.1.4.	Nadir Toprak Elementler	71
3.4.1.5.	Tektonik Konum.....	72
3.4.2.	Erzincan Volkanitleri'nin Jeokimyasal Özellikleri	81
4.	İRDELEME	92
4.1.	Metamorfizma	92
4.1.1.	Giriş	92
4.1.2.	Çalışma Alanının Metamorfik Kayaç Toplulukları ve Mineral Parajenezleri..	93
4.1.3.	Killi Kayaçların Düşük Dereceli Metamorfizması	97
4.1.3.1.	Giriş	97
4.1.3.2.	Kil Mineralojisi.....	97
4.1.3.3.	İllit ve Klorit Kristallinitesi	102
4.2.4.	Bazık Kayaçların Düşük Dereceli Metamorfizması	105
4.1.4.1.	Klorit Termometresi	107
4.2.	Jeotektonik.....	108
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	110
6.	KAYNAKLAR	114
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Çalışma alanı Erzincan ilinin yaklaşık 30 km kadar doğusunda, Üzümlü ilçesi ve civarında 80 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma alanının temelini Permiyen? yaşlı Yoncayolu Metamorfizmaları oluşturur. Dogger-Malm? yaşlı Çayderesi Kireçtaşı bu birim üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Üst Kretase yaşlı Refahiye Ofiyolitli Karışığı ise alttaki her iki birimi de tektonik olarak üstler. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca gelişen domlar halindeki Kuvaterner yaşlı volkanitler ile Yamaç molozu ve Alüvyonlar ise alanın en genç birimlerini oluşturur.

Fillat, yeşilşist, metadasit, metabazik, metagranit, kalkışist ve kuvarsit türü kayalardan oluşan Yoncayolu Metamorfizmaları, çok düşük ve düşük dereceli yarı yeşilşist ve yeşilşist fasiyesinde bölgesel metamorfizmanın ürünüdür. Genel mineral parajenezleri; albit+klorit+kalsit+kuvars ve klinozoisit+epidot+klorit+aktinolit+albit+kuvars şeklindedir.

Yoncayolu Metamorfizmaları çoğunlukla düşük, yer yer ise orta K'lu kalk-alkalen özelliğindedir. Jeokimyasal olarak okyanusal adayı bazaltları ile volkanik yay bazaltları bileşiminde ve dağılımları okyanus ortası sırtı bazaltlarına benzemektedir. Birimin üst kesimlerinde bulunan metagranitler ise granodiyorit/tonalit bileşimli granitlerden türemiş olup, metalümin karakterli ve I tipi özelliktedir. Tektonik olarak ise volkanik yay granitoidlerini temsil eder. Büyük iyon yarıçaplı elementlerce zenginleşme görülürken, Ta, Nb ve Ti elementleri belirgin bir negatif anomali sunmaktadır. Nadir toprak element diyagramlarında hafif nadir toprak elementlerce (HNTE) zenginleşme, ağır nadir toprak elementlerdeki (ANTE) zenginleşmeden daha fazladır. (La/Lu)_N değerleri 0,28-5,55 arasında değişirken, (Eu/Eu*)_N değerleri 0,15-1,65 arasındadır. Birim genellikle magmatik, yer yer ise sedimanter kökenli olup, volkano-tortul bir kökene işaret etmektedir

Metapelitlerde ölçülen illit kristalinite değerleri (IC) $\Delta^{\circ}2\theta=0,124-0,238$, klorit kristalinite değerleri (ChC) $\Delta^{\circ}2\theta=0,146-0,298$ ve Árkai indeksi değerleri (ÁI) 0,229-0,345 arasında değişmekte olup, KI-ÁI ve IC-ChC arasındaki pozitif bir korelasyon ($R^2=65$) gözlenmektedir. Örneklerin tamamı ise epizonal metamorfik koşulları işaret etmektedir. Yeşilşist fasiyesi birimleri 321-347 °C sıcaklıkta ve yaklaşık 4 kbar basınçta oluşmuştur.

Andezit, dasit ve riyolitlerden oluşan Erzincan Volkanitleri yüksek K'lu kalk-alkali özellikte olup, gelişmelerinde fraksiyonel kristallenme etkili olmuştur. Jeokimyasal olarak yay volkanitleri özelliğindedir. Örneklerin tamamında Eu <1 olup, hafif negatif bir anomali göstermekte iken, (La/Lu)_N değerleri 13,62-35,12 arasında değişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üzümlü (Erzincan), Yoncayolu Metamorfizmaları, Erzincan Volkaniti, Düşük dereceli metamorfizma, Yeşilşist fasiyesi, Klorit termometresi, İllit kristallinitesi, Kübler indeksi (KI).

SUMMARY

Mineralogical, Petrographical and Geochemical Investigations of Yoncayolu Metamorphites (Üzümlü-Erzincan) and Their Surrounding Rocks.

Study area includes an area of 80 km² around Üzümlü County, about 30 km east of Erzincan, Turkey. Permian? aged Yoncayolu Metamorphites forms the basement of study area. Yoncayolu Metamorphites is overlaid uncomformably by Dogger-Malm? aged Çayderesi Limestone. Refahiye Ophiolite Melange of Upper Cretaceous-tectonically comes over both units below. Quaternary aged volcanic domes developed along North Anatolian Fault Zone (NAFZ) and slope boulders, alluvial accumulation are the youngest units observed in the study area.

Yoncayolu Metamorphites consisting of phyllite, greenschist, metadacite, metabasic, metagranite, calcschist and quartzite is the product of regional metamorphism within the facies of very-low and low-graded semi-greenschist and greenschist. General mineral associations are as follow; albite+chlorite+calcite+quartz and clinozoisite+epidote+chlorite +actinolite+albite+quartz. It mostly carries low sometimes medium K calc-alkaline character. It resembles geochemically oceanic island-arc basalts, compositionally volcanic-arc basalt and in distribution mid-ocean ridge basalts (MORB). Metagranites located upper part of the Yoncayolu Metamorphites derived from granodiorite/tonalitic granitoides and has character of metalumine, I-type representing tectonically volcanic-arc granitoides. All the rocks of Yoncayolu Metamorphites show enrichment in Large-ion Lithophile Elements (LILE) whereas they present an obvious negative anomaly in Ta, Nb, Ti elements. While $(La/Lu)_N$ values changes between 0,28-5,55, $(Eu/Eu^*)_N$ values are in between 0,15-1,65. This unit is generally magmatic and sometimes sedimentary in origin therefore pointing possible volcano-sedimentary genes. Illite crystallinity values measured in metapelites is varies between $(IC) \Delta^{20}=0,124-0,238$, chlorite crystallinity values changes between $(ChC) \Delta^{20}=0,146-0,298$ and Árkai index values ranges from $(\acute{A}I) 0,229-0,345$. There is positive correlation ($R^2= 0,65$) between index pairs of KI- $\acute{A}I$ and IC-ChC. All samples points an environment of epizone metamorphic conditions. When compared to chlorite thermometer index rocks of greenschist facies is a formed temperature between 321-347 °C and about 4 kbar pressures.

Erzincan volcanics consisting of andesite, dacite and rhyolites have high-K calc-alkaline character. Fractional crystallization has possibly been affective in their formations and geochemically carries volcanic-arc basalts character. In all samples $Eu < 1$ and shows light negative anomaly and $(La/Lu)_N$ values changes between 13,62-35,12.

Key Words: Uzumlu (Erzincan), Yoncayolu Metamorphites, Erzincan volcanics, Low-grade metamorphism, Greenschist facies, Chlorite thermometer, Illite crystallinity (IC), Kübler Index (KI).

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.	2
Şekil 2. Sarılar Sırtı'ndan Üzümlü ilçesinin genel görünümü.	3
Şekil 3. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları	5
Şekil 4. Türkiye'nin Doğusunun Tektonik Birlikleri ve basitleştirilmiş jeolojik haritası.....	6
Şekil 5. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.....	17
Şekil 6. Üzümlü (Erzincan) ve civarının jeoloji haritası.....	18
Şekil 7. Üzümlü (Erzincan) ve çevresinden alınan enine jeolojik kesit.....	19
Şekil 8. Yoncayolu Metamorfite'ne ait yeşilşistlerin arazideki görünüşleri, a) Yeşilşistlerin genel görünümü, b) Yeşilşistlerdeki ayrışmalar, c) Yeşilşistleri kesen kuvars damarları, d) Yeşilşistleri kesen epidot damarları.	20
Şekil 9. Yelli Sırtı güney yamaçlarında yüzeylenme veren fillatlar ve onları kesen kuvars damarları.....	21
Şekil 10. Yoncayolu Metamorfite'ne ait fillatların mikroskopik görünümü, a) Lepidoblastik doku, b) Şistoziteyi kesen kuvars-kalsit damarı, c) ilksel kayaca ait kalıntı plajiyoklas parçası, d) Kalıntı plajiyoklas ve oluşan basınç gölgesi.....	23
Şekil 11. Yeşilşistlere ait albit-epidot-kuvars-klorit şistlerin görünümü.	24
Şekil 12. a) Yaşalı Tepe ve civarında yüzeylenme veren yeşilşistler, b) Çok ince foliasyon yapısı ve gelişen kırıklı yapılar.	25
Şekil 13. a) Serizit-klorit-kuvars şist, b) Epidot-kuvars-klorit şist, c) Epidot-kalsit-klorit şist, d) Epidot-klorit-kuvars şist e) Klorit-albit şist f) Muskovit-serizit-klorit şist.	26
Şekil 14. a) Klinozoisit mineralleri ve arasına yerleşen epidot damarı, b) Sosüritleşmiş plajiyoklas fenokristalleri ve epidot damarı	27
Şekil 15. Lepidogranoblastik dokulu mikaşistlere ait mikroskopik görünüm a) Klorit-muskovit-kuvars şist, b) Serizit-muskovit-klorit şist.	29
Şekil 16. a) Şist dokusunun hafif belirginleşmeye başladığı metadasitler, b) Nematogranoblastik dokulu metadasitin ince kesit görünümü.	30
Şekil 17. İnce taneli metabazik örneğinin mikroskopik görünümü.	31

Şekil 18. Tamamen altere olmuş feldispat minerali (gri renkli) ve etrafında bulunan ince taneli amfibol fenokristalleri	32
Şekil 19. Akpınar Sırtı güney yamacında kalkışistlerden bir görünüm, a) Kalkışistlerde gelişen ayrışmalar ve kırıklı yapıların arazideki görünümü, b) Oluşan kırıklar ve ikincil dolgu yapılarının el örneğinde görünümü.	33
Şekil 20. Kalkışistlerin mikroskopik görünümü, a) Mozaik dokulu kalkışist, b) Düşük dereceli kalkışistler.	33
Şekil 21. Gelintaşı Sırtı güney yamacında yüzeylenme veren metagranitten bir görünüm.	34
Şekil 22. Metagranitlere ait örneklerde, a) Dalgalı sönme gösteren iri kuvars mineralleri ve kırıkları dolduran küçük kuvarslar, b) İri plajiyoklas kristalleri, c) Epidot inklüzyonlarının oluşturduğu poikilitik doku, d) Plajiyoklas minerali üzerinde gelişen epidot inklüzyonları.	36
Şekil 23. Kuvarsitlerin arazideki görünümü	37
Şekil 24. Kuvarsite ait el örneğinin ince kesit görünümü	37
Şekil 25. Çayderesi Kireçtaşlarının a) Sarılar Tepesinde diğer birimlerle yapmış olduğu dokanak, b) Birimin arazideki genel görünümü.	39
Şekil 26. Çayderesi kireçtaşlarının ince kesitteki görünümü, a) Rekrystalize kalsitler ve deformasyona uğramış kuvars mineralleri, b) İkincil kalsit dolgular.	39
Şekil 27. a) Babasadık Mezrasında Refahiye Ofiyolitli Karışığı ile Yoncayolu Metamorfitleri'nin tektonik dokanağı, b) Birime ait serpantinleşmiş harzburjitler.	41
Şekil 28. Refahiye Ofiyolitli Karmaşığı'ndan alınan örneklerin mikroskopik görüntüleri, a) Serpantinleşmiş harzburjit (elek ve porfiroblastik dokulu), b) Verlit (porfiroblastik dokulu), c) Serpantinit, d) Gabro	42
Şekil 29. Oruçlu Mahallesi (Üzümlü) kuzeyindeki Ağılı Tüfü'nün görünümü.	44
Şekil 30. Üzümlü'nün güney kesiminde, Erzincan ovasında bulunan Kara Tepe andezitik domu ve Boz Tepe riyolitik domunun görünümü.	44
Şekil 31. Köy Tepe andezitik domunda bulunan a) Andezit örnekleri, b) Andezitler içerisindeki anklavların görünümü.	45
Şekil 32. Andezit örneklerinin mikroskopik görünümü, a) Mikrolitik porfirik dokulu andezit, b) Glomeroporfirik dokulu andezit, c) Amfibol (hornblend) megakristalli, d) Yarı öz ve öz şekilli amfibol minerali.	46
Şekil 33. Boztepe domunun kuzeybatı yamacında yüzeylenme veren, a) Riyolit ve obsidiyenler, b) Obsidiyenlerin arazi görünümü.	47

Şekil 34. Boztepete domundan alınan riyolitinin mikroskobik görünümü	48
Şekil 35. Gelintaşı Sırtının güney yamacından Erzincan ovasına genel bir bakış	49
Şekil 36. Üzümlü'nün üst kesimlerinde yer alan a) Alüvyon ve yamaç molozu, b) alüvyon içerisinde bulunan kayaç parçaları ve bloklar	50
Şekil 37. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait yeşilşistlerde, a) İlksel tabakalaşmaya paralel gelişen şistozite ve küçük ölçekli kırılmalar, b) Deformasyona bağlı olarak şistozite yapılarında görülen değişiklikler, c) Deformasyondan dolayı gelişen kırıklı yapılar, d) Deformasyona bağlı gelişen ezilme ve bükülme zonları.....	51
Şekil 38. Yeşilşistlerden alınan a) kalsit-epidot-klorit-albit-kuvars şistteki albit porfiroblastı, b) klorit-albit-kuvars şistte mevcut Fe-oksit kapanımlarının back-scatter TEM görüntüleri	55
Şekil 39. Yeşilşist ve metagranitlerde bulunan plajiyoklasların Or-Ab-An üçgen diyagramındaki konumları	55
Şekil 40. a) Muskovit-klorit-albit şist, b) Muskovit-klorit-epidot albit şist örneklerinin back-scatter TEM görüntüsü	56
Şekil 41. Mika minerallerinin $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO}$ üçgen diyagramındaki konumları.....	56
Şekil 42. a) $\text{Si-Al}_{\text{tot}}$, ve b) $\text{Si-(Mg}^{+2}\text{+Fe}^{+2})$ sınıflama diyagramları.....	57
Şekil 43. a) Yeşilşistlerde bulunan ayrıışmış piroksen minerali ve etrafını saran amfiboller, b) Metabaziklerde bulunan porfiroblastlar şeklindeki amfibollerin back-scatter TEM görüntüsü	58
Şekil 44. Amfibol minerallerinin Leake vd., 1997'ye göre sınıflandırılması	58
Şekil 45. a) Yeşilşistlere ait epidot-klorit-kuvars şist örneğinin back-scatter TEM görünümü ve minerallerin birbirleri ile olan ilişkileri, b) Metagranitlerde ayrıışma sonucu oluşan klorit ve epidot mineralleri ile apatit ve Fe-oksit kapanımları.....	59
Şekil 46. Hey (1954)'e göre yapılan kloritlerin sınıflandırma diyagramı ve incelenen kloritlerin diyagramdaki konumları.....	60
Şekil 47. Al^{IV} 'e karşı $\text{Al}^{\text{VI}}+2\text{Ti}+\text{Cr}$ diyagramı.....	61
Şekil 48. Kloritlerin Tip I ve Tip II bileşimlerini gösteren üçgen diyagram	62
Şekil 49. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait birimlerin SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ diyagramı	73
Şekil 50. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait birimlerin $\text{Zr/TiO}_2*0.0001\text{-SiO}_2$ adlandırma diyagramındaki dağılımları	73

Şekil 51. Yoncayolu Metamorfitleri'nin $Zr/TiO_2*0.0001-Nb/Y$ adlandırma diyagramındaki dağılımları.....	74
Şekil 52. Metagranit örneklerinin P-Q diyagramındaki yeri.....	74
Şekil 53. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait birimlerin AFM diyagramı.....	75
Şekil 54. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait kayaç örneklerinin a) SiO_2-K_2O diyagramı, b) Metagranitlerin molar A/CNK ya karşı molar A/NK değişimine bağlı alümina bazlı sınıflaması.....	75
Şekil 55. Örneklerin SiO_2 'ye karşı ana element değişim diyagramları.....	76
Şekil 56. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait örneklerin SiO_2 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	77
Şekil 57. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait örneklerin a) MORB'a, b) İlksel mantoya göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları.....	78
Şekil 58. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait örneklerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları.....	78
Şekil 59. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait yeşilşistlerin Th/Yb-Ta/Yb tektonik ayırtman diyagramındaki konumları.....	79
Şekil 60. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait örneklerin Hf/3-Th-Ta diyagramındaki konumları.....	79
Şekil 61. Metagranit örneklerinin SiO_2 'ye karşı A/CNK (% ağı.) değişimleri.....	80
Şekil 62. Metagranit örneklerinin, a) SiO_2-Pb , b) $SiO_2-P_2O_5$ değişim diyagramları.....	80
Şekil 63. Metagranitlerin Rb-(Y+Nb) tektonik ortam diyagramındaki yeri.....	81
Şekil 64. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklerin toplam alkali-silis sınıflamasındaki konumları.....	85
Şekil 65. Erzincan volkanitlerinin $Zr/TiO_2*0.0001-Nb/Y$ adlandırma diyagramındaki dağılımları.....	85
Şekil 66. Erzincan volkanitlerinin $Zr/TiO_2*0.0001-SiO_2$ adlandırma diyagramındaki konumları.....	86
Şekil 67. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklere ait AFM diyagramı.....	86
Şekil 68. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklerin a) SiO_2 'ye karşı K_2O diyagramı, b) Y-CaO diyagramı.....	87
Şekil 69. Erzincan volkanitlerinin SiO_2 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.....	88
Şekil 70. Erzincan volkanitlerinin SiO_2 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	89

Şekil 71. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklerin, MORB'a göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı.....	90
Şekil 72. Volkanitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları.	90
Şekil 73. Erzincan volkanitlerinin Hf/3-Th-Ta üçgen diyagramındaki konumları.	90
Şekil 74. Volkanitlere ait örneklerin Zr-Ti tektonik konum diyagramındaki yerleri.....	91
Şekil 75. Türkiye'nin önemli metamorfik temelleri.....	92
Şekil 76. Çalışma alanında yüzeyleme verem metamorfitle ve yakın çevresinde bulunan birimlerle olan ilişkisi.	93
Şekil 77. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait örneklerin Al-S-F üçgen diyagramındaki konumları.	94
Şekil 78. Bazik bileşimli magmatik kayaların düşük dereceli (yeşilist) metamorfizma koşulları altında oluşan mineral topluluklarını gösteren ACF diyagramı.....	94
Şekil 79. M10A nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	98
Şekil 80. M15 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	98
Şekil 81. M20B nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	99
Şekil 82. M21 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	99
Şekil 83. M24 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	100
Şekil 84. M25 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	100
Şekil 85. M30 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.....	101
Şekil 86. MT3 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.	101
Şekil 87. Yoncayolu Metamorfitleri'ndeki örneklerin illit ve klorit "kristallinite" değerleri arasındaki ilişki.	103
Şekil 88. Yoncayolu Metamorfitleri'ndeki örneklerin Kübler indeksi (KI)'ne karşı I(002)/I(001) arasındaki ilişki.	103
Şekil 89. Yoncayolu Metamorfitleri örneklerindeki Kübler indeksi (KI) (10Å) ile Árkai indeksi (ÁI) (7Å) arasındaki ilişki.	104
Şekil 90. Metabazik kayaların (metabazaltların) ACF üçgen diyagramları ve bunların sıcaklık-basınca göre fasiyes ve parajenezleri.....	106
Ek 1. Üzümlü (Erzincan) ve civarının örnek alım haritası.....	124

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yeşilşist ve metagranitlerde bulunan plajiyoklas örneklerinin mikroprob analiz sonuçları.	53
Tablo 2. Yeşilşist, metabazik ve metagranitte bulunan muskovit, epidot, amfibol, piroksen ve klorit'e ait mikroprob analiz sonuçları.	54
Tablo 3. Yoncayolu Metamorfileri'ne ait kayaçları ana (% ağı.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.	63
Tablo 4. Yoncayolu Metamorfileri'ne ait kayaçların nadir toprak element (ppm) analizleri.	67
Tablo 5. Erzincan Volkanitlerinden alınan örneklere ait ana (% ağı.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.	83
Tablo 6. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklere ait nadir toprak element (ppm) analiz değerleri.	84
Tablo 7. Çalışma alanında metamorfik kayaçların alttan üste doğru muhtemel köken kayaçları, mevcut kayaçlar ve mineral içerikleri.	95
Tablo 8. Metamorfilerden seçilen örneklerin mineral içerikleri ve yüzde (%) oranları.	96
Tablo 9. Çalışma alanından alınan 24 adet örneğin mineralojik-petrografik incelemeleri.	96
Tablo 10. Yoncayolu Metamorfileri'nden alınan örneklerdeki illit-klorit kristalinite değerleri.	102
Tablo 11. KI, illit-muskovit politip geçişleri, vitrinit yansıması ve sıcaklık değerleri.	105

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A/CNK:	Moleküler ($Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$)
ab (alb):	Albit
ÁI :	Arkai indeksi
Akt :	Aktinolit
amf :	Amfibol
an :	Anortit
ANTE :	Ağır nadir toprak elementler
ap :	Apatit
ChC :	Klorit kristallinitesi
ChC-N:	Klorit kristallinitesi-normal
ÇA :	Çalışma Alanı
ÇG :	Çarpışma granitoyidleri
ÇN :	Çift nikol
DAEPK:	Doğu Anadolu Eklenir Prizması
DAF :	Doğu Anadolu Fayı
dla :	Deteksiyon limitinin altında
ep :	Epidot
Eu* :	(Sm+Gd) _N /2,
Fe ₂ O ₃ *:	Fe ₂ O ₃ cinsinden toplam demir
feld :	Feldispat
FWHM:	Dalga boyunun yarı yüksekliğinin genişliği
Ga :	Garnet
Gl :	Glokofan
he :	Hesap edilmedi
Hb :	Hornblend
hem :	Hematit
HNTE :	Hafif nadir toprak elementler
IC :	İllit Kristallinitesi
IC-N :	İllit kristallinitesi-normal
KAF :	Kuzey Anadolu Fayı
KDAF :	Kuzey Doğu Anadolu Fayı
KI :	Kübler indeksi
KİB :	Kuzeybatı İnan Bloğu
kl :	Klorit
klp :	Klinopiroksen
Klp :	Klinopiroksen
ks :	Kalsit
ksd :	Kalsit damarı
klz :	Klinozoisit

km	:	Kilometre
ku	:	Kuvars
LILE	:	Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler
LOI	:	Toplam uçucu içeriği
Lv	:	Lavsonit
Mg#	:	Magnezyum numarası
mm	:	milimetre
MORB:		Okyanus ortası sırtı bazaltı
mus	:	Muskovit
olv	:	Olivin
Om	:	Omfasit
OOSG	:	Okyanus ortası sırtı granitoyidi
op	:	Opak mineral
Opk	:	Ortopiroksen
or	:	Ortoklas
orp	:	Ortopiroksen
plj	:	Plajiyoklas
POG	:	Plaka ortası granitoyidi
prk	:	Piroksen
RDB	:	Rodophe-Pontid Bloğu
ru	:	Rutil
sfn	:	Sfen
srp	:	Serpantin
srz	:	Serizit
TEM	:	Taramalı elektron mikroskobu
VYG	:	Volkanik yay granitoyidi
XRD	:	X-ışınları difraktometresi
µm	:	Mikronmetre

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Türkiye Alpin orojenik kuşağı içerisinde yer almakta olup, Pontid, Anatolid ve Torid olmak üzere üç tektonik birliğe bölünmüştür (Ketin, 1966). Pontid ve Anatolid tektonik birliklerinin doğu sınırında bulunan çalışma alanı, Üzümlü (Erzincan) ve civarını kapsamaktadır. Diğer yandan, Türkiye'nin önemli tektonik yapılarından biri olan Kuzey Anadolu Fay Zonu çalışma alanını boydan boya kat etmektedir (Bektaş, 1981; Gücer vd., 2007).

Bölgede birçok araştırmacı, değişik amaçlı çalışmalar yapmış olup, bu çalışmalar daha çok genel jeolojik incelemeleri kapsamaktadır (Stechepinsky, 1942; Parejas vd. 1942; Ketin, 1950, 1951; Baykal, 1953; Holzer, 1955; Nebert, 1961; Türkünel, 1971; Tatar, 1973, 1975, 1977; Göksu, 1974; Ataman vd., 1975; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Tatar, 1978; Özgül, 1978; Bektaş, 1981; Buket ve Ataman, 1982; Aktimur vd., 1990; Kolaylı, 1996; Okay vd., 1997; Karşlı, 2006; Gücer vd., 2007). Aynı zamanda bölgenin tektonik olarak oldukça aktif olmasından dolayı pek çok araştırmacı (Erinç, 1953; Innocentin vd., 1976; Ketin, 1977; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Bektaş vd., 1984; Okay vd., 1997) yörede neotektonik ile ilgili çalışmalar da yapmışlardır. İnceleme alanı ve çevresinin tabanını oluşturan Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalarla ilgili ise çok az sayıda çalışma yapılmış olup (Bektaş, 1981), bu çalışmalarda metamorfizmlere yönelik detaylı bir inceleme yapılmamıştır.

1.2. Coğrafi Bilgiler

1.2.1. Coğrafi Konum

Çalışma alanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde, Erzincan ili sınırları içerisinde ve il merkezinin yaklaşık 30 km kadar doğusundaki Üzümlü ilçesi civarında bulunmaktadır. 1/25000 ölçekli Erzincan İ43 c1-d2 paftaları arasında yer alan inceleme alanı, 4393-4401 kuzey enlemleri, 5580-5740 doğu boylamları arasında bulunmakta olup, yaklaşık 80 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (3D uydu görüntüsü; URL-1).

1.2.2. Topografya

İnceleme alanında topografya oldukça sert olup, özellikle kuzey sınırında bulunan Keşiş Dağları'ndan dolayı bu yöne doğru gidildikçe yükselti de artmaktadır. Dağların uzanımına dik yönde gelişen derin vadiler araziye sarp bir görünüm vermektedir (Şekil 2). Küçük bir alanı Erzincan ovasında bulunan çalışma alanı 1200 m. kotundan başlayıp, kuzeye doğru hızla yükselir. En önemli yükseltisini ise Burundağ (3032 m) oluşturur. Diğer önemli yükseltilerini ise Sarılar Tepe (2916 m.), Karasal Tepe (2906 m.), Kırmızıburun Tepe (2864), Akçu Tepe (2772 m.), Sincanlı Tepe (2483 m.) ve Kızlarkalesi Tepe (1515 m.) teşkil etmektedir. Karasu (Fırat) nehri çalışma alanının yakınından geçmekte olup, burada bulunan sular nehrin kolları tarafından (Cimin Deresi, Pağnik Çayı, Su Deresi ve Değirmen Deresi) drene edilmektedir. Doğal göl oluşumunun pek bulunmadığı bölge, kaynak ve yer altı suları bakımından ise nispeten zengin sayılır.



Şekil 2. Sarılar Sırtı'ndan Üzümlü ilçesinin genel görünümü (yer: Sarılar Sırtı güney yamacı).

1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı ve civarı karasal iklim özelliğine sahiptir. Ancak yüzey şekilleri, ovaları ve dağlarla çevrili olması yer yer değişik karakterli iklimlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yazlar ne kadar sıcak geçerse geçsin, yöre doğudan gelen Sibirya kaynaklı hava kütlelerinin etkisinde kaldığı için kışlar oldukça sert geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 16,6 °C olup, ortalama yıllık 366 mm'lik (kg/m^2) yağış oranına sahiptir.

Bölgede akarsu ve dere boylarında görülen kavak ve söğütlerin dışında genel olarak kısa ömürlü cılız otsu bitkiler yaygındır. Ormanlar seyrek ve ortadan kalkmış durumdadır. Ova tabanında stepler, dağlık kesimde ise meşe ağaçlarının ağırlıklı olduğu ormanlar hakim bitki örtüsünü oluşturur. Üzümlü ilçesinde yapılan yaygın tarımdan dolayı geniş bahçeler ve üzüm bağları da mevcuttur.

1.2.4. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma alanında bulunan en önemli yerleşim merkezi Üzümlü ilçesi olup, Erzincan ve diğer bölgelerle ulaşım ilçeye 3 km uzaklıktaki E-80 karayolu ve Altınbaşak demiryolu istasyonu ile sağlanmaktadır. İlçe, Erzincan ovası üzerinde olduğundan ulaşım ile ilgili pek sorun yaşanmamaktadır. Ancak ova ve yayla köylere bağlantı stabilize yollarla sağlanmakta ve sarp topografyadan dolayı ulaşımında güçlükler yaşanmaktadır.

İlçe, Erzincan iline çok yakın olup, temel ekonomik faaliyetlerini tarım ve hayvancılık oluşturur. Atölye tipi küçük imalathaneler dışında sanayi tesisinin olmadığı ilçede, kayda değer bir maden işletmesi de yoktur. Yerleşim birimlerinin il merkezine yakın olmalarından dolayı, yörede sebze komisyonculuğu ve küçük çaplı alım satım işleri dışında ticaret pek fazla gelişmemiştir.

Çalışma alanında Üzümlü ilçesi 49.908 (2000 yılı nüfus sayımına göre) kişilik nüfusuyla Erzincan ilinin en büyük ilçesini oluşturmaktadır. Bunun dışında Bayırbağ ve Karakaya Beldeleri ile ilçe ve beldelere bağlı köyler diğer önemli yerleşim merkezlerini teşkil ederler.

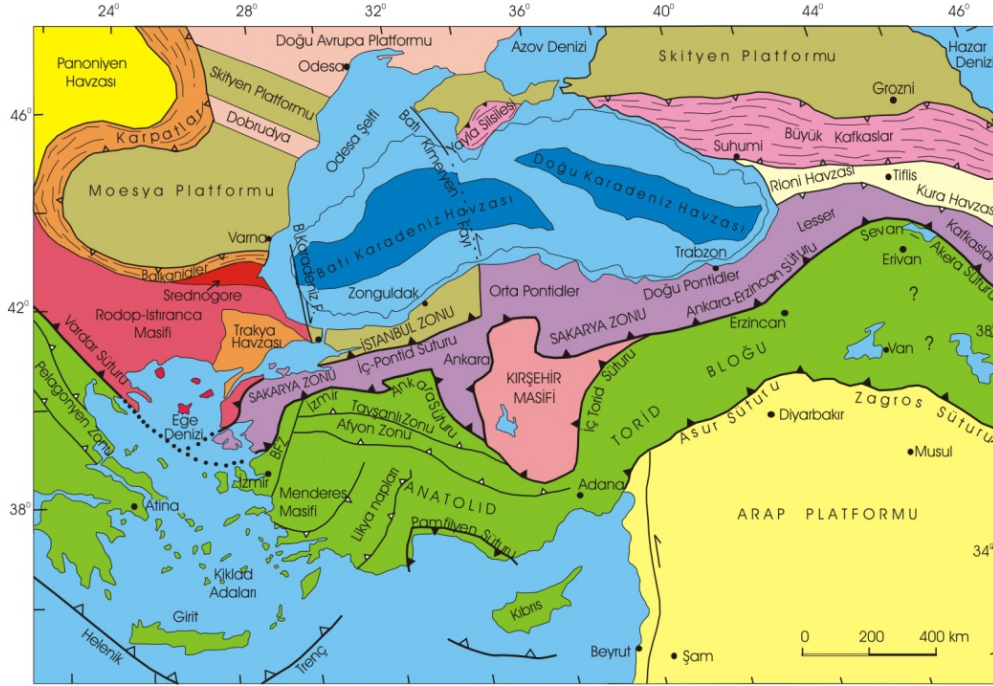
1.3. Erzincan ve Civarının Genel Jeolojisi

Ketin (1966) tarafından Türkiye'nin tektonik birlikleri kuzeyden güneye doğru Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları Kuşağı olarak dört ana tektonik birliğe ayrılmıştır. Okay ve Tüysüz (1999) bu tektonik birlikleri yeniden düzenleyerek jeolojik ve tektonik özelliklerine dayanarak altı ana tektonik birliğe ayırmıştır (Şekil 3). Doğu Türkiye ise genel jeolojik ve tektonik özelliklerine göre beş ana bölüme (Şekil 4) ayrılmıştır (Keskin, 2003).

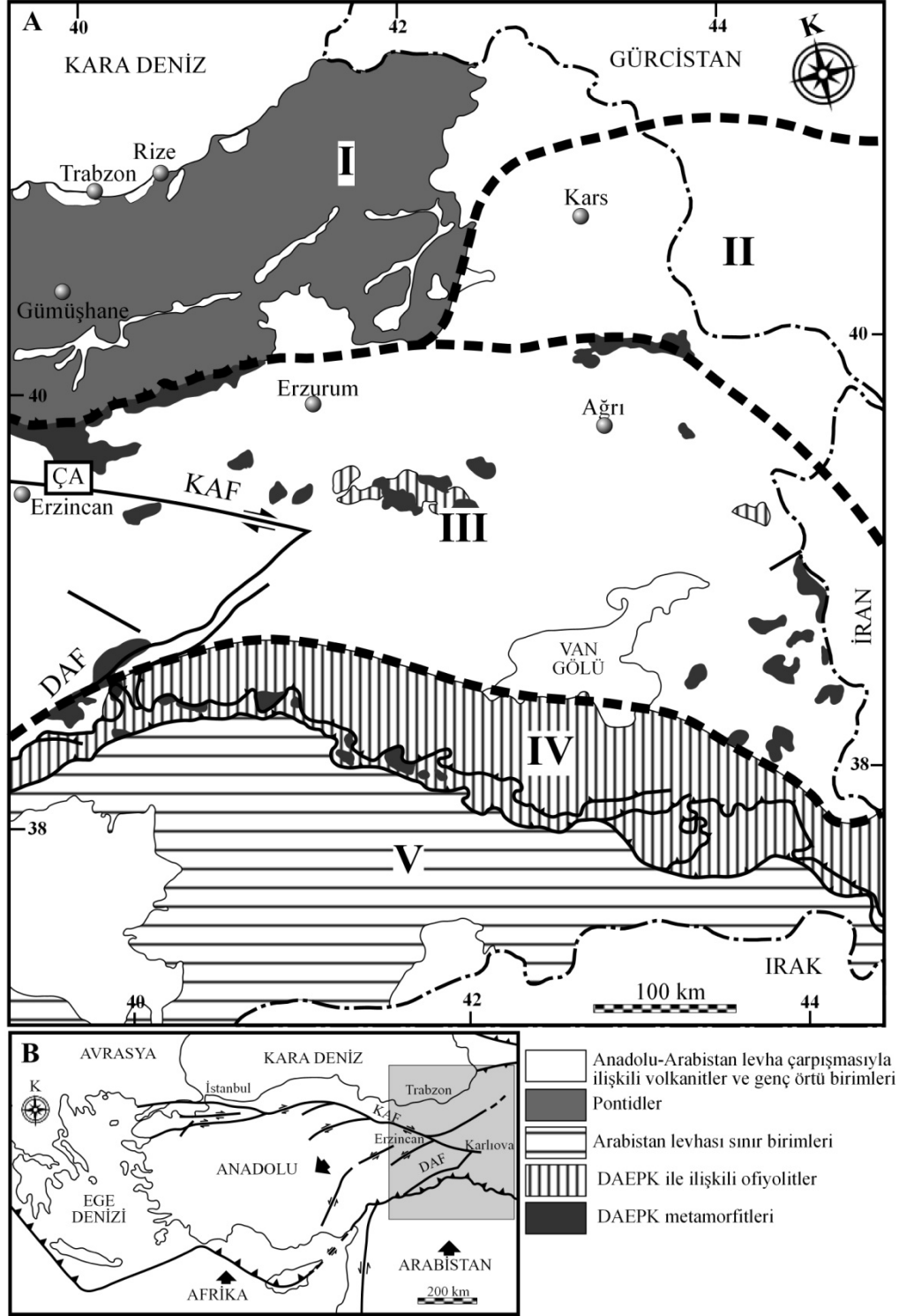
Bölge ile ilgili tektonik çalışmalardan Erinç (1953) Doğu Anadolu'nun tümünün blok şeklinde yükselmekte olduğunu, Ketin (1977) bölge tabanının genel anlamda bir melanj kaması oluşturduğunu, Şengör ve Kidd (1979) ise Doğu Anadolu'nun Bitlis-Zagros yitim kuşağı boyunca Genç Miyosen'den Avrasya-Arap kıtaları arasındaki okyanus yitilmesi sonunda oluşmuş ve çarpışma alanı boyunca sürekli yakınsama ve bazı kısımdaki yan hareketler ile daralan ve doğrultusu boyunca kalınlaşan, volkanizması ile de Tibet'e benzeyen yüksek bir plato olduğunu belirtmişlerdir.

Doğu Anadolu'nun şekillenmesinde tektonik ve volkanizma etkin olmuş (Şaroğlu ve Güner, 1981), bölgede neomagmatizma kalk-alkalen nitelikte başlamış ve Kuvaterner'de alkalene dönüşmüştür (Innocentin vd., 1976).

Yörenin jeolojik evriminde dört dönemden söz edilebilir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984). Birinci dönem yöredeki en yaşlı kaya topluluğu olan metamorfitletler ile temsil edilmektedir. Bunlar gnays, mikaşist, mermer, granit ve metavolkanitler olup (Şengör ve Yılmaz 1981, Yılmaz ve diğ. 1981, Göncüoğlu ve Turhan 1983) inceleme alanının da en yaşlı birimlerini oluşturur. İkinci dönem ise ofiyolitik melanj türündeki kayalardan oluşmaktadır ve bunlar metamorfitletler üzerine tektonik olarak yerleşmişlerdir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Üçüncü dönemde flişler, dördüncü ve son dönemde ise karasal ve gölsel ortam çökelleri, çökellerle beraber gelişmiş volkanizma ve etkin tektonik olaylarla temsil edilir (Yılmaz ve diğ., 1985). Paleomagnetik verilere göre Türkiye Paleozoyik sonlarından itibaren neojene kadar süren saat yelkovanının tersi yönünde dönme hareketinde bulunmuştur. Bu harekete bağlı olarak Pontidler aktif kıta kenarı durumunu korumuştur. Paleotetis'in sürekli güneye doğru yitimi ile ark gerisinde Liyas öncesinden Kretase sonlarına kadar süren birtakım ark gerisi baseni açılmış ve kapanmıştır (Bektaş ve diğ., 1984).



Şekil 3. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve tektonik yapıları (Okay & Tüysüz 1999)



Şekil 4. Türkiye'nin Doğusunun Tektonik Birlikleri ve basitleştirilmiş jeolojik haritası (Keskin 2003'den değiştirilerek alınmıştır). I: Rodophe-Pontid Bloğu (RDB), II: Kuzeybatı İran Bloğu (KİB), III: Doğu Anadolu Eklenir Prizma Kompleksi (DAEPK), IV: Bitlis-Pötürge Masifi, V: Arap Levhası Sınırı, KAF: Kuzey Anadolu Fayı, DAF: Doğu Anadolu Fayı, ÇA: Çalışma Alanı.

Erzincan'ın doğusunda Üzümlü ve kuzeyinde Elmalı yörelerinde magmatik kökenli çoğunlukla mezo ve epizon metamorfite serpanititler ile kesilmiş, Liyas, Kretase, Eosen ve Miyosen çökelleri tarafından da aşmalı olarak örtülmüştür (Ketin, 1950). Yörede bulunan Tersiyer öncesi kaya birimleri; fosil topluluğu, litoloji, çökel ortamları ve fasiyes özelliklerine göre iki farklı stratigrafi sunar (Aktimur vd., 1995). Buna göre kuzey blok temelinde Permo-Triyas yaşlı klorit şist, klorit-serizit şist, klorit-amfibolit-kuvars-albit şist, muskovit-biyotit-kuvars şist, gnays, mermer ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan metamorfitele başlar. Bu metamorfik temel üzerine Liyas yaşlı volkano-sedimanter Hamurkesen Formasyonu ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Hozbirikyayla Formasyonu gelmektedir (Aktimur vd., 1995; Aslan, 2005). Güney blokta ise Paleozoyik yaşlı ve serpanititlerle sıkı bir beraberliği bulunan metamorfik kayalar bulunmakta olup, fillit, klorit-serizit şist, muskovit-serizit-kuvars şist, kalk şist, kuvarsit, gnays ve meta baziklerden oluşmaktadır (Aktimur vd., 1995; Gücer vd., 2007). Bunların önemli yayılımları Erzincan'ın doğusunda Üzümlü ve Tanyeri bucakları civarında KB-GD doğrultulu bir zon şeklindedir.

Birim üzerine Permian yaşlı Çayderesi kireçtaşı ve Triyas-Jura-Kretase yaşlı Munzur kireçtaşları yer almakta olup, Alt Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen aralığında ofiyolitli karışık tarafından üzerlenmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Bektaş, 1981; Aktimur vd., 1995; Koçyiğit vd., 2001; Karşlı, 2006; Gücer vd., 2007). Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşumuna bağlı olarak meydana gelen çukurluklarda Pliyo-Kuvaterner yaşlı Yalnızbağ Formasyonu çökelmiştir. Erzincan havzasında yine fay zonuna bağlı olarak gelişmiş Pliyo-Kuvaterner yaşlı volkanik domlar bulunmaktadır. Bektaş (1981) Fırat vadisi çöküntüsü (Erzincan Ovası) ile ilgili olarak gelişmiş Pliyo-Kuvaterner kalk-alkalen andezitik ve dasitik volkanizmanın kökeninin Pontid-Anatolid/Torid ada yayı-kıta çarpışmasından sonra litosfer içerisinde depolanmış kalk-alkalen magma odaları olması gerektiğini belirtmektedir. Yüksek K içerikli, mega ve feno kristalli bu domlar, bazaltik-andezit, andezit, dasit ve riyolit bileşimli olup, yaşları 102-140 bin yıl civarındadır (Karşlı, 2006).

Erzincan'ın güneyinde Munzur silsilesi ve Mercan dağı, kuzeyinde Akdağ, batısında Mirpet dağları ve çevresinde geniş yayımlı olan Jura-Kretase jeosenkinal (Ketin 1950, Nebert 1961, Tatar 1973) ve epikontinental (Özgül 1978) fasiyeslerinde görülür.

Yörede geniş sahalar kapsayan, serpantinit-diyabaz kütleleri içerisinde gelişi güzel serpilmiş durumda ve çeşitli büyüklükteki kristalize kireçtaşlarının çoğu Kretase, bir kısmı da Jura ve daha yaşlıdır (Ketin, 1950). Erzincan'ın güneydoğusunda Cencige, Tilek, Pülümür yörelerinde; batısında Refahiye çevresinde oldukça geniş yayımlı olan Eosen fliş açılı uyumsuzlukla ofiyolitli karmaşık üzerine oturmuş olup, çoğunca kum ve konglomeratik fasiyeste gelişmiştir (Ketin 1950, Nebert 1961, Tatar 1973, Gökçen 1974).

Yörede Paleozoyik yaşlı metamorfikler üzerine sırasıyla Alt Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar, Üst-Kretase-Paleosen yaşlı tektonik ve olistostromal karmaşık serileri ve bunları kesen riyolitik dayklar, Eosen Flişi, Alt Miyosen kireçtaşları, Orta-Üst Miyosen jipsli seri, Pliyosen andezitleri, Kuvaterner dasitik volkanizması, alüvyon ve yamaç molozu gelmektedir.

1.4. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanını da içerisine alan bölgede tektonik ağırlıklı olmak üzere pek çok çalışma yapılmıştır (Stechepinsky, 1942; Ketin, 1950, 1951, 1977; Baykal, 1953; Nebert, 1961; Tatar, 1973, 1975, 1977; Ataman vd., 1975; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Tatar, 1978; Şengör ve Kidd, 1979; Şaroğlu ve Güner, 1981; Bektaş, 1981, 1984; Aktimur vd., 1990; Okay vd., 1997; Karslı, 2006; Gücer vd., 2007). İnceleme alanı ve yakın çevresinde gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Stechepinsky (1942), bölgede yüzeyleme veren metamorfik kayaları ayrıntılı incelemiş ve metamorfik seriye ait mermerler içerisinde *Neoschwagerina* bulunduğunu, bu nedenle metamorfik birimin Paleozoyik yaşlı olabileceğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra yöredeki magmatik kayaları başlıca iki grupta toplayan araştırmacı, bunların yeşil kayalar (serpantinit, bazalt) ve andezitler olduğunu vurgulamıştır.

Ketin (1950), Erzincan'ın doğusunda Üzümlü ve kuzeyinde Elmalı yörelerinde yaptığı çalışmalarda magmatik kökenli çoğunlukla mezo ve epizon metamorfiklerin serpantinitler ile kesilmiş, Lias, Kretase, Eosen ve Miyosen çökelleri tarafından da aşmalı olarak örtülmüş olduğunu vurgulamıştır. Ketin'e göre yörede asit ve yarı bazik kayaların bulunmaması yörenin tipik bir özelliğidir.

Holzer (1955), Munzur dere vadisindeki gözlemlerinde fosil içermeyen metamorfik kayaların yaşını eski çalışmalara göre Paleozoyik olarak kabullenmiş; ancak komşu sahada çalışan Wijkerslooth tarafından mermerler içerisinde Üst Kretase fosillerinin bulunduğunu belirtmiştir.

Nebert (1961), Kızılırmak ve Kelkit vadilerindeki çalışmalarına göre Refahiye'nin kuzeybatısında Ağvanis yöresindeki metamorfiklerin, metamorfik olmayan Liyas tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü ve bölge epimetamorfik yeşilşistleri ile Menderes masifi örtü şistlerinin olası ortak yönlerini ileri sürerek, bu birimin Paleozoyik'te, Hersiniyen Orejenezi ile geliştiğini iddia etmektedir.

Tatar (1973), Refahiye'nin güneydoğusunda, Conur Köyü yöresinde Üst Kretase sedimentlerini kesen ve Pliyosen konglomerası ile örtülü olan genç dasitik volkanitlerin, Oligosendeki olası bir yükselme safhasına bağlı volkanizmanın ürünü olabileceğini söylemiştir.

Innocentin ve diğ. (1976), bölgede yapmış oldukları çalışmalarda neomagmatizmanın kalk-alkalen nitelikte başladığını ve Kuvaterner'de alkalene dönüştüğünü vurgulamışlardır.

Özgül (1978), Erzincan'ın güneybatısında yer alan Munzurların Mesozoyik (Triyas, Jura, Kretase) yaşta olduğunu; Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı metamorfiklerin ise ofiyolitli karmaşıklarla tektonik dokanıklar oluşturduklarını ileri sürmektedir.

Şengör ve Kidd (1979), Doğu Anadolu'nun Bitlis-Zagros yitim kuşağı boyunca Genç Miyosen'den Avrasya-Arap kıtaları arasındaki okyanus yitilmesi sonunda oluşmuş ve çarpışma alanı boyunca sürekli yakınsama ve bazı kısımdaki yan hareketler ile daralan ve doğrultusu boyunca kalınlaşan, volkanizması ile de Tibet'e benzeyen yüksek bir plato olduğunu belirtmişlerdir.

Tekeli (1980), Aladağlarda Üst Triyas-Alt Kretase yaşta platform tipi karbonatlar üzerinde tabanında metamorfik istifler taşıyan peridotit napının yer aldığını, metamorfik istifin köken kayalarından en yaygın olanının bazik volkanit, silisli çamurtaşı ve radyolaryalı çörtlere olduğunu belirtirken; metamorfizmanın peridotit dokanağına doğru artışı ve jeotermal gradyanların sık oluşu nedeniyle metamorfizmanın ısısal kaynağının üzerlenmiş sıcak bir Ofiyolit dilimi olduğu görüşündedir.

Şengör ve Yılmaz (1981), yöredeki en yaşlı kaya topluluğunun metamorfikler olduğunu ve ofiyolitik melanj türündeki kayaların metamorfikler üzerine tektonik olarak yerleştiğini belirtmişlerdir.

Bektaş (1981)'e göre inceleme alanı ve çevresinin tabanını Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Orta ve Doğu Anadolu'da serpantinlerle sıkı bir beraberliği bulunan metamorfik kayalar yeşilşist, metadiyabaz, kalkşist ve mermerlerden oluşmaktadır. Koyu renkli masif veya çok az şistozite gösteren metadiyabazlar ise çoğu yerde yeşilşistlere geçişlidir. Şistlerin kökensel olarak bazaltik veya sedimanter kökenli kayalardan oluştuğu düşünülmektedir. Ayrıca metamorfik karmaşık serinin genel görünümü bunun eski bir volkano sedimanter bir istiflenme olduğunu, düşük dereceli yeşilşist fasiyesinden orta dereceli amfibolit fasiyesine doğru ilerleyici ve zeolit fasiyesine doğru gerileyici metamorfizmaların varlığı, tanıtman mineral birlikleriyle saptanmıştır.

Bektaş ve diğ. (1984), yapmış oldukları çalışmalarda paleomagnetik verilere göre Türkiye Paleozoyik sonlarından itibaren Neojene kadar süren saat yelkovanının tersi yönünde dönme hareketinde bulunmuştur. Bu harekete bağlı olarak Pontidler aktif kıta kenarı durumunu korumuştur. Paleotetis'in sürekli güneye doğru yitimi ile ark gerisinde Liyas öncesinden Kretase sonlarına kadar süren birtakım ark gerisi baseni açılmış ve kapanmıştır.

Aktimur ve diğ. (1990), Sivas-Erzincan arasında yapmış oldukları çalışmalarda Alt Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen aralığında bölgeye ofiyolitli karışığın yerleştiğini, ancak bu karışığın Miyosen sonlarına kadar kesintili olarak birkaç kez aktarıldığını belirtmişlerdir. Bölgenin Üst Lütesiyen'den itibaren kısmen karalamaya başladığını, Üst Miyosen sonlarına doğru tamamen karlaştığını tespit etmişlerdir. Neotektonik dönemde doğrudan atımlı Tecer ve Düzyayla faylarının oluştuğunu, bu faylara bağlı olarak da travertenlerin çökeldiğini izlemişlerdir.

Okay ve diğ. (1997), Pulur bölgesinde yapmış oldukları çalışmalarda Alpin bindirme kuşağı içerisinde yer alan bu bölgede görece bir otokton ve kuzeye doğru üç bindirme dilimi ayırt etmişlerdir. Bölgede yüzeyleme veren ofiyolitli melanj dilimi Doğu Pontidlerin güneye bakan pasif kıta kenarı üzerine Senomaniyen-Türoniyen'de yerleşmiş olduğunu belirtmişlerdir.

Altınkaynak (2001), Ağvanis masifinde yaptığı çalışmalarda Permo-Triyas yaşlı masifin yeşilşist, kalkşist, gnays, mermer, metadasit, metatrandjemit, kuvarsit ve fillitten oluştuğunu belirlemiştir. Yeşilşistlerin magmatik kökenli olup, jeokimyasal olarak MORB'a benzediğini ve masifin adayayı kök zonuna yakın bir yerdeki kayaların metamorfizması sonucu oluştuğunu ileri sürmüştür. Yine masifin 7-8 kbar basınç ve 390-550 °C sıcaklıkta bölgesel metamorfizma ile oluştuğunu belirtmiştir.

Keskin (2003), bölgede magmanın kökeni ile ilgili modellemeler yapmıştır. Buna göre büyük bir yitim kompleksi altında dalan kabuğun gittikçe dikleştiği ve sonunda koptuğunu ileri sürmüştür. Bu modellemede kuzeyde bulunan Doğu Anadolu Eklenir Prizmasının altına dalan okyanusal kabuğun gittikçe dikleşir ve sonunda Bitli-Pötürge Masifi kıtasal litosferden ayrılır. Bunu kıtasal-eklenir kompleksin çarpışması takip eder. Bu durum sığ derinliklerdeki astenosferik manto ile dokanak halinde olan eklenir kompleksin hızlı bir bölgesel yükselimine ve çarpışma volkanizmasına neden olan yoğun bir ergimeyi beraberinde getirmiştir.

Karslı (2006), Erzincan havzasında Kuvaterner Volkanitleri üzerinde çalışmalar yapmış ve KAF zonu boyunca sıralanan domları ayrıntılı olarak incelemiştir. Buna göre bileşimleri bazaltik andezitten riyolite kadar değişen irili ufaklı 14 domun fay zonu boyunca sıralanmış olduğunu ve yaşlarının 102-140 bin yıl arasında değiştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı, bu domların mega ve feno kristalli, yüksek K içerikli kalk-alkalin bileşimli olduklarını, daha mafik bileşimli domların (bazaltik andezit) ise riyolitik bileşimli domlara göre daha genç olduğu belirtmiştir.

Gücer ve diğ. (2007), Erzincan'ın doğusunda Üzümlü ve civarında yüzeylenme veren metamorfik kayaçlar üzerinde çalışmalar yapmış ve burada bulunan metamorfitlerin düşük ve çok düşük dereceli yeşilist, kalkışit, ortognays ve metabaziklerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Yer yer amfibolit fasiyesine geçişlerin olduğu metamorfik kayaçların kökensel olarak magmatik, çok az bir kısmının ise tortul bir kökene işaret ettiğini belirtmişlerdir. Burada bulunan metamorfitlerin kil minerali içeriklerini ve bunların metamorfik kayaçlarla olan ilişkisini belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra bu kayaçlar daha sonra düşük dereceli ikinci bir gerileyen metamorfizmaya uğramıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Amaç ve Yöntemler

İnceleme alanının Anadolu levhası sınırında olması ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAF) bu bölgeden geçmesinden dolayı yöre jeolojik olarak büyük önem taşımış ve bu nedenle de özellikle tektonikçilerin ilgisini bu bölgeye çekmiştir. Ancak bu alana ait petrografik çalışmalar sınırlı kalmış ve özellikle de Üzümlü ve Tanyeri civarında yüzeyleme veren metamorfik kayaçlarla ilgili pek az çalışma yapılmıştır. Dolayısıyla bu çalışma, Üzümlü ve çevresinde yüzeylenen metamorfik kayaçlar ile çevre kayaçlarının mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesini amaçlamaktadır. Ayrıca metamorfik kayaçların mineral parajenezi, fasiyesi, metamorfizma koşulları ve kökeni de araştırılmıştır.

Yürütülen bu çalışma, literatür taraması, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Bu çalışmanın ilk safhasını oluşturan arazi çalışmaları öncelikle bölgede yer alan birimlerin tanınması, sınır ilişkilerinin ortaya konması, yapısal ve tektonik unsurların belirlenmesine yönelik olmuştur. Ancak çalışmanın amacı doğrultusunda arazide yüzeyleme veren metamorfik kayaçlar ile ilgili daha detaylı arazi çalışması yapılmıştır. Bu doğrultuda önceki çalışmalar da dikkate alınarak Üzümlü ve civarında yüzeyleme veren metamorfikler ile çevre kayaçlarının sınırları ve stratigrafisi belirlenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılarak yaklaşık 80 km²'lik bir alanın 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun ve sistematik olarak yaklaşık 100 adet metamorfik kayaçlardan ve yaklaşık 30 adet yan kayaçlardan olmak üzere toplam 130 adet örnek alımı yapılmıştır (Ek 1).

2.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.1.2.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması

Çalışma alanından derlenen kayaç el örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, metamorfik kayalara ait 50, yan kayalara ait ise 15 olmak üzere toplam 65 el örneğinin ince kesitleri hazırlanmıştır. Kayaçlardan alınan el örnekleri laboratuvarda 0,5x2x4 cm boyutlu plakacıklar halinde kesilmiş ve yüzey pürüzlülükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlığındaki 2,5x5 cm boyutundaki cam üzerine kanada balzamu aracılığıyla yapıştırılmıştır. Dereceli aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığa kadar inceltelen kesitler petrografik incelemelere hazır hale getirilmiştir. Kesitler KTÜ GMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit laboratuvarında görevli teknisyen tarafından yapılmıştır.

2.1.2.2. Petrografik İncelemeler ve Mikro Fotoğrafların Çekilmesi

İnce kesiti hazırlanan örnekler KTÜ GMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskobu Laboratuvarında Nikon Eclipse E400 POL 230V~ 0,4A 50/60 Hz marka polarizan mikroskop aracılığıyla incelenmiş ve mikroskoba bağlı aynı marka fotoğraf makinesi ile mikro fotoğraflama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

2.1.2.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanması

Petrografik incelemeler sonunda uygun olan 57 adet örnek, jeokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla, çeşitli kimyasal analizler için gönderilmiştir. Analize gönderilen örneklerin seçimi ve hazırlanması KTÜ GMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Mikroprob, ana, iz ve nadir toprak element analizleri için seçilen el örnekleri çeneli kırıcı yardımıyla birkaç cm boyutuna kadar küçültülmüş ve 50-100 gr'lık örnek paketleri hazırlanarak ACME Lab. (Kanada)'a analize gönderilmiştir.

Mineral kimyası analizleri için 8 adet örnek Vancouver Petrographics Ltd. (Kanada)'e gönderilerek 26x46 mm boyutlarında parlatılmış ince kesit hazırlanmıştır. Kesitler üzerindeki mineral analizleri McGill Üniversitesi, Elektron Mikroprob Laboratuvarı'ndaki (Kanada) çalışma koşullarında gerçekleştirilmiştir.

2.1.2.4. Kimyasal Analizler

Metamorfik kayalara ait 45 adet, yan kayalara ait ise 14 adet olmak üzere toplam 59 adet örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Metamorfik kayalarda yeşilşistlerden 30, metagranitlerden 4, kalkşist ve metadasitten 2 ve metabaziklerden ise 1 adet olmak üzere toplam 37 adet örnekten analiz yapılmıştır. Bu analizler ACME Analytical Laboratories Ltd, Vancouver/Kanada'da yapılmış olup, ana ve iz elementler ICP (Inductively Coupled Plasma) yöntemiyle, nadir toprak elementler ise ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemiyle analiz edilmiştir. Ana elementlerin analizinde SO-18/CSC standartları kullanılırken, iz element analizinde SO-18 standartı kullanılmıştır. Ana ve iz element analizleri için 0,2 gr toz örnek 1,5 gr LiBO₂ ile karıştırılarak, % 5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözündürülmesinden itibaren analiz edilirken, nadir toprak element analizleri, 0,250 gr toz örneğin dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve analiz edilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür.

Metamorfik kayalardan alınan 10 adet örneğin mikroprob analizi JXA JEOL-8900L marka prob ile Electron Microprobe Laboratory McGill University, Kanada'da gerçekleştirilmiştir.

2.1.2.5. XRD Analizleri

Metamorfik kayaların kil mineralojisini tanımlamak ve metamorfizma ile olan ilişkisini ortaya koymak için 8 adet örnekten XRD analizi yapılmıştır. Analiz için seçilen el örnekleri çeneli kırıcıda 1-2 cm boyutuna kadar indirgindikten sonra, Tungsten-karbitten yapılmış halkalı öğütücülerde 200 mesh boyutuna kadar öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemiyle yaklaşık 30 gr'lık toz örnekleri XRD analizlerinde kullanılmak için hazırlanmıştır.

Analizler, KTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nde Katı hal laboratuvarındaki RİGAKU Dmax III C marka XRD aletinde gerçekleştirilmiştir. Cu katot tüpü ve Ni filtresi kullanılarak CuK α ışınması ile ölçümler yapılmış ve sonuçlar SİGMA PLOT ve GRAPHER 5.0 programları kullanılarak değerlendirilmiştir.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Bu çalışmanın son safhasını oluşturan büro çalışmaları, arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin değerlendirilmesini ve rapor haline getirilerek sunulmasını kapsamaktadır.

Bu nedenle elde edilen veriler amacına uygun olarak çeşitli jeolojik ve ofis programları aracılığıyla değerlendirilmiş, haritalar, kesitler ve muhtelif tablo ve grafikler oluşturularak çalışma amacı doğrultusunda yorumlanmıştır. Tüm bunların sonunda ise KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nün yazım kurallarına uygun olarak bu tez hazırlanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Stratigrafi ve Petrografi

Çalışma alanı, tektonik olarak İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunda (Şekil 3) bulunur. İnceleme alanında stratigrafik olarak gençten yaşlıya doğru şu birimler ayırt edilmiştir (Şekil 5, 6 ve 7):

- Alüvyon, Yamaç molozu (Kuvaterner)
- Erzincan Volkaniti (Kuvaterner)
- Refahiye Ofiyolitli Karışığı (Üst Kretase)
- Çayderesi Kireçtaşı (Dogger-Malm?)
- Yoncayolu Metamorfikleri (Permian ?)

Çalışmanın amacına uygun olarak Yoncayolu Metamorfikleri bu çalışmanın esasını oluşturmakta olup, birim bu bölüm içerisinde daha detaylı olarak ele alınacaktır.

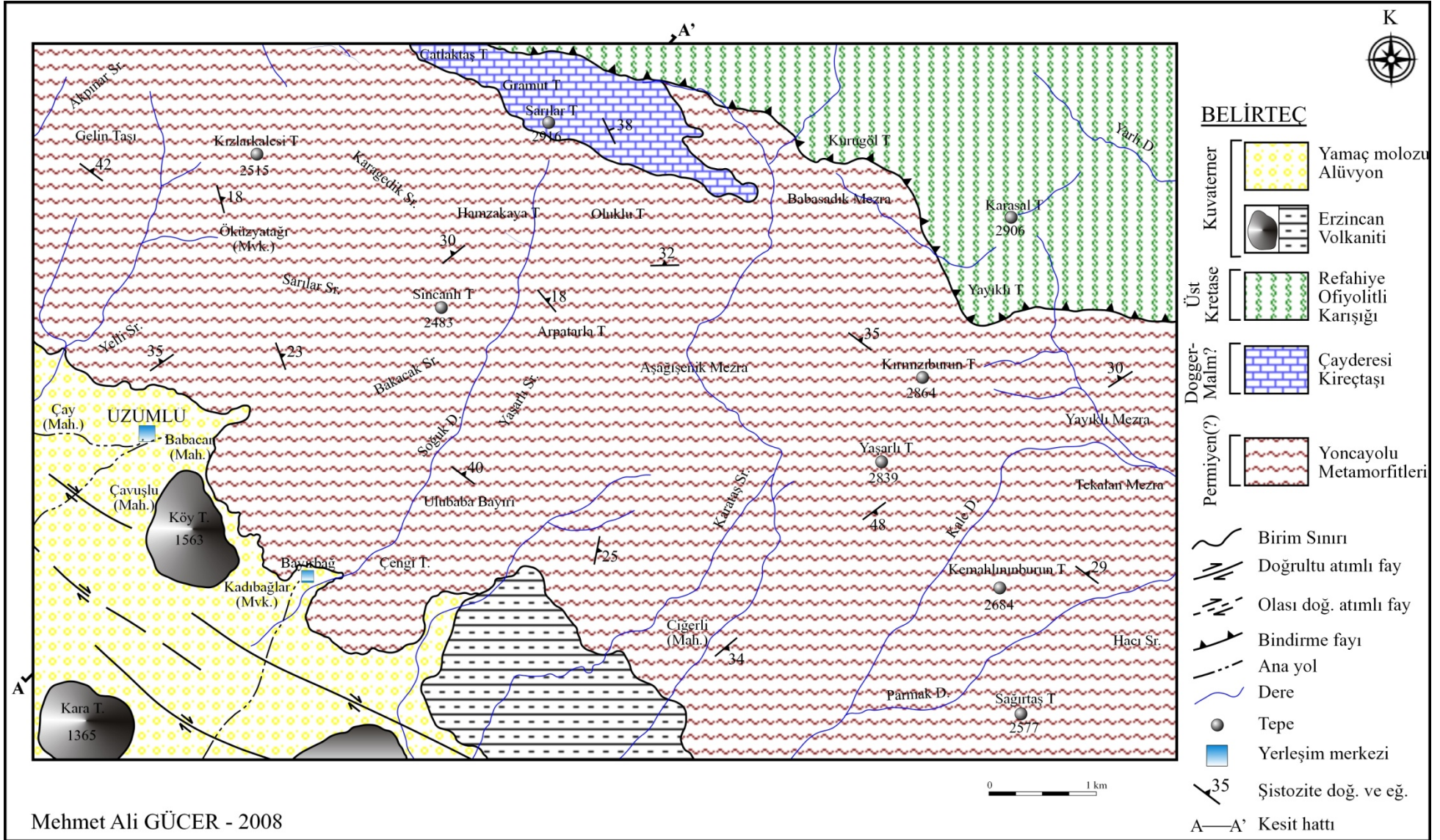
3.1.1. Paleozoyik

3.1.1.1. Yoncayolu Metamorfikleri

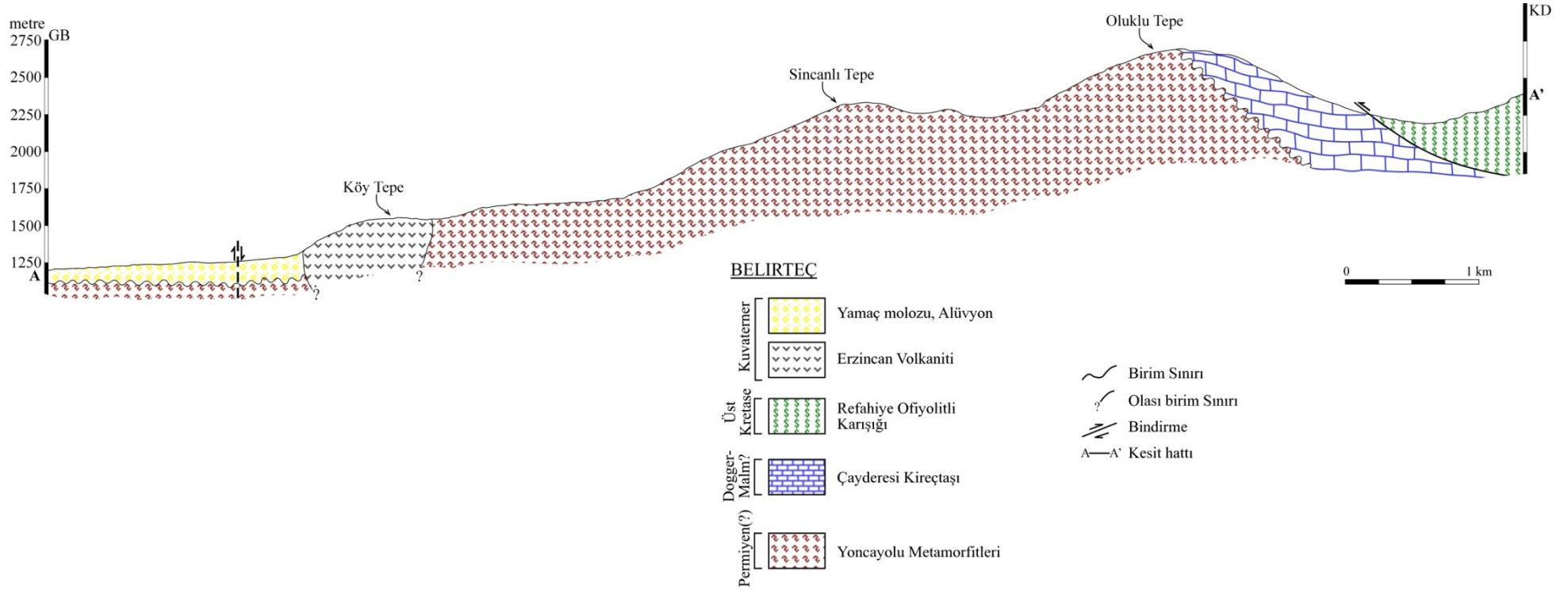
Birim inceleme alanının kuzey kesimlerinde yaklaşık GB-KD doğrultusu boyunca yüzeylenir. Daha önceki çalışmalarda Özgül (1981) tarafından Yoncayolu Formasyonu olarak adlandırılan ve yeşilist fasiyesinde başkalaşım geçirmiş metamorfik kayalar toplulukları olarak tarif edilen birim, Bektaş (1982) tarafından ise Paleozoyik Metamorfikleri olarak ele alınmıştır. Ancak bu çalışmada formasyonun adı “Yoncayolu Metamorfikleri” şeklinde değiştirilerek kullanılmıştır. Metamorfik kayalar çalışma alanının ve yöresinin en yaşlı birimini oluşturmaktadır. Ofiyolitlerle sıkı birteliklelik içerisinde olan metamorfiklerin (Bektaş, 1982) kuzey kesimleri boyunca yüzeyleme veren dokanağı ise tektoniktir (Şekil 6).

P A L E O Z O Y İ K	M E S O Z O Y İ K		S E N O Z O Y İ K		ÜST SİSTEM
	PERMİYEN (?)	JURA	KRETASE	TERSİYER	SİSTEM
		Dogger-Malm?	Üst Kretase	Pliyo-Kuvaterner	SERİ
		Çayderesi Kireçtaşı	Refahiye Ofiyolitli Karışığı	Ezincan Volkaniti (Ağlı Tüfü, Kaatepe Andeziti)	FORMASYON
		Yoncayolu Metamorfittleri			
					LİTOLOJİ
					AÇIKLAMALAR
					alüvyon, alüvyon konisi yamaç molozu
					andezit, trakit, dasit, riyolit, tuf, perlit, pomza.
					çeşitli metamorfik bloklar, metadiyabaz, kireçtaşı olsitolitleri kapsayan ofiyolitik melanj
					tektonik dokanak
					kristalize kireçtaşı
					metagranit
					kalkşist
					kuvarsit
					yeşilşist
					metadasit, metabazik
					kuvarsit
					mikaşist
					yeşilşist
					fillat
					ÖLÇEKSİZDİR

Şekil 5. Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik kolon kesiti

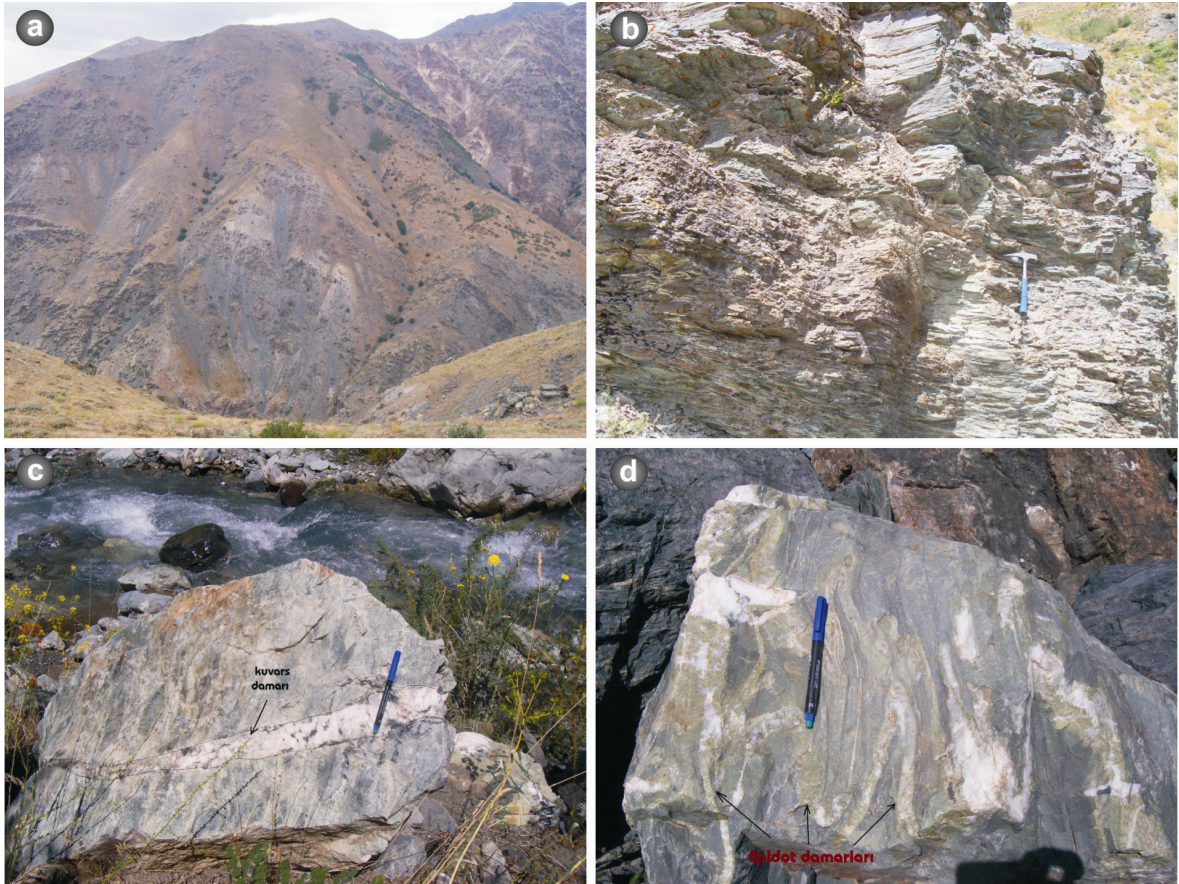


Şekil 6. Üzümlü (Erzincan) ve civarının jeoloji haritası.



Şekil 7. Üzümlü (Erzincan) ve çevresinden alınan A-A' enine jeolojik kesiti.

Yoncayolu Metamorfitleri başlıca yeşilist ve yeniden kristallenmiş kireçtaşı ara katkılarını içermektedir. Birim genellikle boz, kül rengi, sarımsı, yer yer ayrışmadan dolayı turuncu ve kırmızımsı renkli, parlak yüzeyli olup (Şekil 8a ve b), cm den dm boyutuna kadar değişen kalınlıklarda kuvars ve epidot damarları tarafından kesilmişlerdir (Şekil 8c ve d). Çoğunlukla ayrışmış olup, kloritleşme, epidotlaşma, limonitleşme, hematitleşme, silisleşme ve kalsitleşme yaygın olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra yer yer piritleşme de gelişmiştir.



Şekil 8. Yoncayolu Metamorfitleri'ne ait yeşilistlerin arazideki görünüşleri, a) Yeşilistlerin genel görünümü, b) Yeşilistlerdeki ayrışmalar, c) Yeşilistleri kesen kuvars damarları, d) Yeşilistleri kesen epidot damarları.

Çalışma alanının temelini oluşturmasından dolayı birimin tabanı görülemediği ve bu yüzden gerçek kalınlık hesaplanamamıştır. Yaklaşık görünür kalınlık ise 800 m. olarak hesaplanmıştır.

Metamorfitlerde ilksel tabakalanmanın yanı sıra şistozite de görülmekte olup, özellikle yeşilistlerde daha belirgin ve tabakalaşmaya paralel gelişmiştir.

Kısa mesafelerde şistozite yönleri deformasyona bağlı olarak değişmekte, yer yer ise kıvrımlanarak yoğun bir şekilde ezilmeler ve kırılmalar gözükmektedir. Ancak şistozitenin genel eğimleri kuzeye ve güneye doğru olup, açıları 50° den küçüktür. Yüzeyleme veren metamorfitleerin çoğunlukla magmatik ve volkanik, daha az oranda ise sedimanter kayalardan türediği belirlenmiştir (bkz. Şekil 77). Bu nedenle birimin volkano-sedimanter kökenden geldiği düşünülmektedir.

3.1.1.1.1. Fillat

Fillatlar, inceleme alanında Üzümlü ilçesinin üst kesimlerinden itibaren başlayarak yaklaşık 150-200 m kadar üste doğru yayılım gösterir. Yatayda ise inceleme alanı boyunca D-B uzanımlı olarak arazinin morfolojisine uygun şekilde uzanır. Genel olarak Yelli Sırtı, Bakacak sırtı, Ulubaba Bayırı, Bayır Bağlar, Kavlık Sırtı, Ciğerli Mahallesi civarında yayılım göstermektedir. Birim tipik yeşilimsi, mavimsi gri renkleri ve parlak yüzeyi ile kolayca tanınmakta olup (Şekil 9), oldukça ayrışmış ve çoğunlukla kuvars damarları tarafından kesilmiştir. Makroskobik olarak minerallerde tam belirgin olmayan bir yönlenme mevcuttur.



Şekil 9. Yelli Sırtı güney yamaçlarında yüzeyleme veren fillatlar ve onları kesen kuvars damarları.

Fillatların petrografik incelemelerinde çok ince bir şist dokusu gösterdikleri ve dokularının “lepidoblastik doku” oldukları tespit edilmiştir (Şekil 10a).

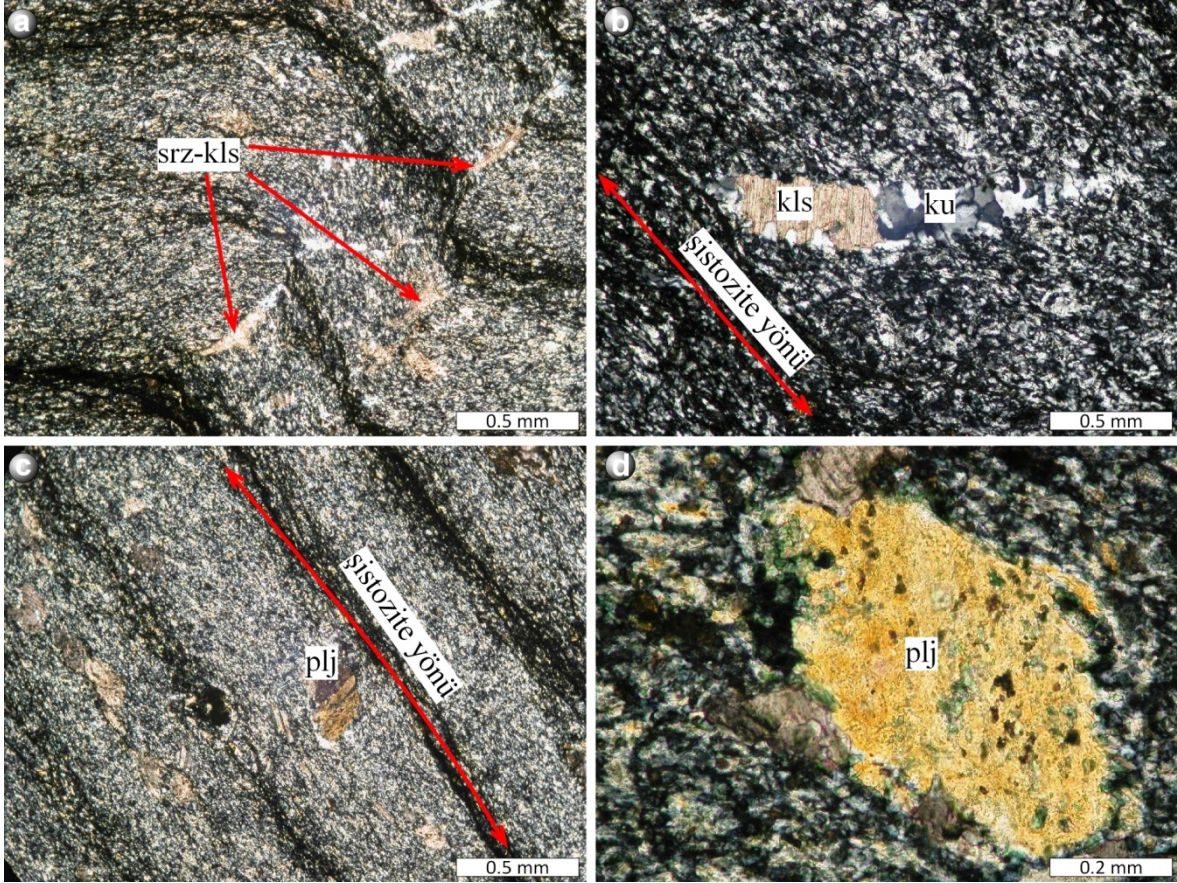
Serizit: Çok küçük taneli, ince pulcuklar halinde ve şistozite yönüne paralel olarak dizilmişlerdir. Büyüklükleri 0,1mm altındadır. Yüksek çift kırıcılığa sahip olduklarından diğer minerallerden ayırt edilir. Kayacın ana bileşenini oluşturur.

Klorit: Koyu yeşil rengi ve belirgin renk pleokroizması göstermekte olup, şistozite yönüne paralel dizilmişlerdir. Çok küçük kristalli ve genellikle kil ve serizit mineralleri ile beraber bulunmaktadır.

Kuvars: Çok küçük taneli olan kuvars mineralleri öz şekilsiz kristaller halindedir. Şistozite yönüne paralel dizilmişlerdir. Tamamı dalgalı sönme gösterir. Ayrıca ikincil olarak, damarlar halinde yarı öz şekilli ve kalsitlerle beraber bulunmaktadır (Şekil 10b).

Kalsit: Öz şekilsiz ve yarı öz şekilli olan kalsitler genellikle şistozite yönünde dizilmişlerdir. Yer yer bazı kalsitlerde metamorfizma etkisinden dolayı bükülmeler de gözlenmektedir. Fakat şistoziteyi kesen ve metamorfizmadan sonra oluşmuş kalsit mineralleri de mevcuttur ve genellikle kuvarlarla beraber bulunur. Çoğu polisentetik ikizlenme göstermektedir.

İkincil ve kalıntı mineraller: Epidot, plajiyoklas ve opak minerallerden oluşmaktadır. Epidotlar çok küçük kristaller halinde ve genellikle klorit ve kil mineralleri ile beraber şistoziteye paralel dizilmişleridir. Yüksek röliyefleri ve çiftkırıcılıkları ile kolayca tanınırlar. Ancak çok küçük olduklarından dolayı cinsleri belirlenememiştir. Plajiyoklas mineralleri ise öz şekilsiz ve ilksel kayacın kalıntılarında oluşmaktadır (Şekil 10c). Aynı zamanda plajiyoklas mineralleri etrafında özellikle klorit mineralleri toplanarak basınç gölgesi oluşturmuştur. Metamorfizmadan dolayı ayrışarak aralarına kalsit ve kuvars mineralleri dolmuştur. Bunların dışında kayaçta %1'den daha az oranda ve değişik geometrik şekillerde opak mineraller de rastlanılmıştır.



Şekil 10. Yoncaolu Metamorfitleri'ne ait fillatların mikroskopik görünümü, a) Lepidoblastik doku, b) Şistoziteyi kesen kuvars-kalsit damarı, c) ilksel kayaca ait kalıntı plajiyoklas parçası, d) Kalıntı plajiyoklas ve oluşan basınç gölgesi (plj: Plajiyoklas, cls: Kalsit, ku: Kuvars, srz: Serizit, ÇN)

3.1.1.1.2. Yeşilşist

İçerdiği klorit, epidot, talk gibi minerallerden dolayı ve arazide tipik yeşil renkleriyle kolayca tanınırlar. Ancak makroskobik olarak tanınabilen tek mineral klorittir. Aynı zamanda albit, kuvars gibi açık renkli mineralleri de içermekte olup, klorit ve epidot bakımından zengin seviyelerle almasıklı olarak bulunurlar (Şekil 11). Bazı yeşilşistlerde klinozoisit ve aktinolit mineralleri de bulunmaktadır. Çok ince foliasyonlu ve oldukça kırıklı bir yapıdadır (Şekil 12a). Metamorfizmanın biraz daha yükseldiği, fillatların üst kesimlerinden itibaren gözükmeye başlar. İnceleme alanında oldukça geniş bir yayılıma sahip olup, Karataş Sırtı, Yaşalı Tepe (2839m), Kemahlıburun Tepe (2684m), Öküzyatağı mevki, Kızlarkalesi Tepesi (2515m), Sincanlı Tepesi (2483m), Çardak Çayı doğu ve batı yamaçları boyunca yüzeylenme verirler.

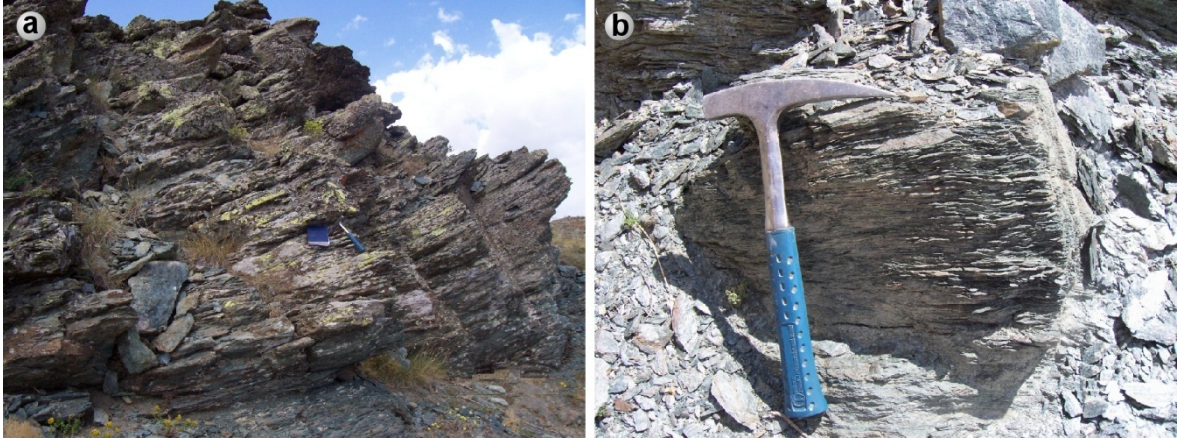


Şekil 11. Yeşilşistlere ait albit-epidot-kuvars-klorit şistlerin görünümü.

İçerdikleri minerallere göre kuvars-klorit şist, serizit-klorit-kalsit-kuvars şist, kalsit-epidot-klorit-albit şist, kuvars-albit-kalsit-klorit şist, muskovit-klorit-serizit-albit-kuvars şist gibi kayalardan oluşmaktadır. Mineral bileşimlerine paralel olarak dokuları da değişmektedir.

Metamorfizma derecesindeki artışa paralel olarak üst kesimlere doğru minerallerin tane boyları küçülerek daha iyi bir şistli yapı kazanırlar (Şekil 12b). Yeşilşistler çoğunlukla ikincil kuvars, kalsit, epidot damarları tarafından kesilmiş, yer yer ise pirit ve manyetit mineralleri bakımından zenginleşmişlerdir. Ayrışmanın yoğun olduğu yerlerde ise hematite dönüşerek kayaların kırmızımsı, kahverengimsi ve sarımsı renklerde gözükmeye neden olmuşlardır. Arazide genellikle dik çıkıntılar şeklinde bir morfoloji sunarlar.

Klorit çoğu yeşilşistlerde ana bileşen olarak bulunmaktadır. Klorit içeren kayalarda bulunan mineral toplulukları arasında klorit+albit+epidot+kuvars topluluğu en tipik bulunan topluluktur. Tek nikelde güçlü bir yeşil renk pleokroizması gösterirler. İnce kristaller halinde yarı öz şekilli ve öz şekilsizdir. Kayalarda serizit ve kuvars mineralleri ile birlikte şist yönüne paralel dizilim göstererek yönlü dokuyu oluşturur (Şekil 13a). Ancak bazı örneklerde düşük metamorfizmadan dolayı pekiyi yönlenme göstermezler. Aynı zamanda yer yer iri minerallerin etrafını da saracak şekilde dizilmişlerdir.

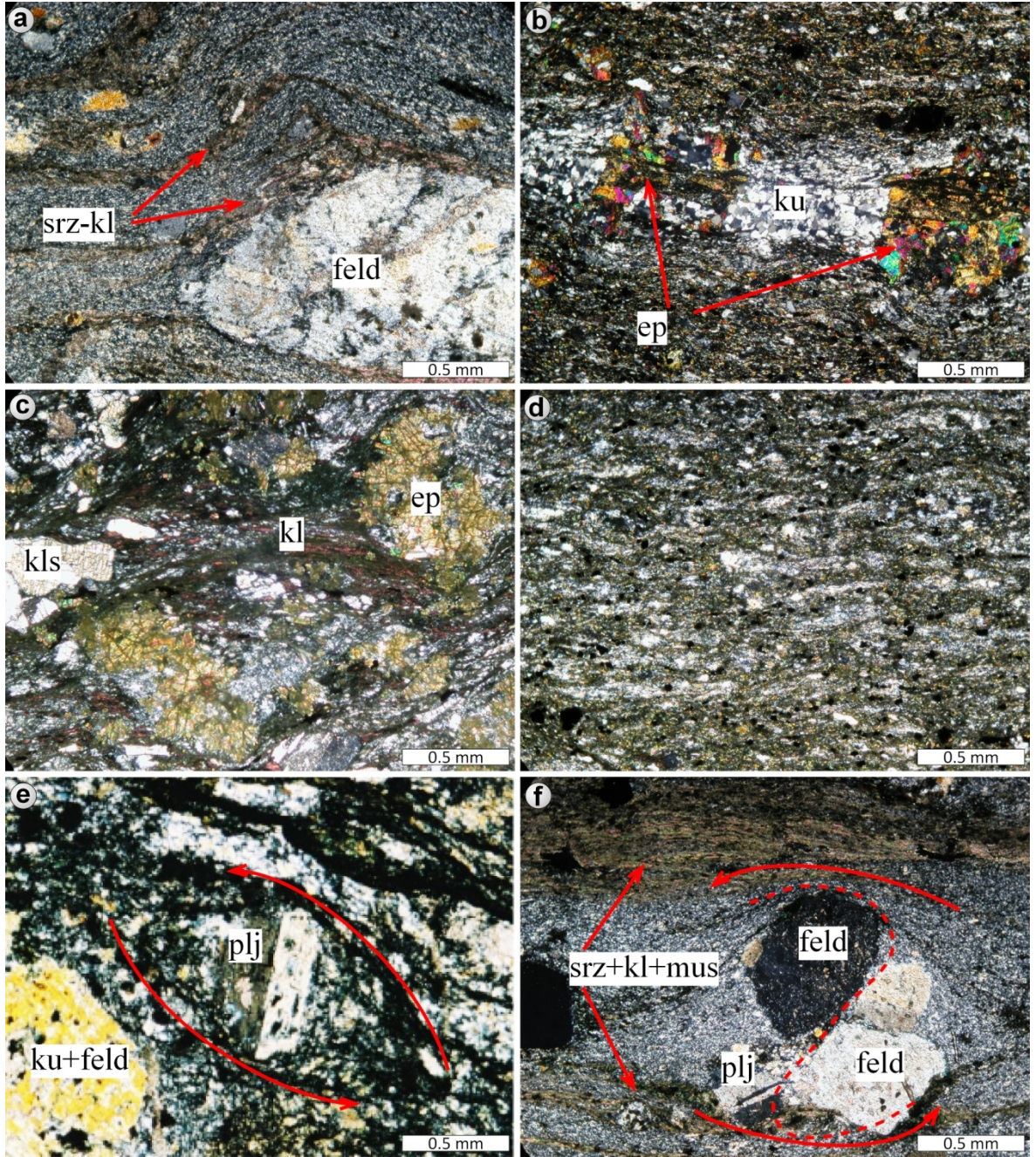


Şekil 12. a) Yaşalı Tepe ve civarında yüzeylenme veren yeşilşistler, b) Çok ince foliasyon yapısı ve gelişen kırıklı yapılar.

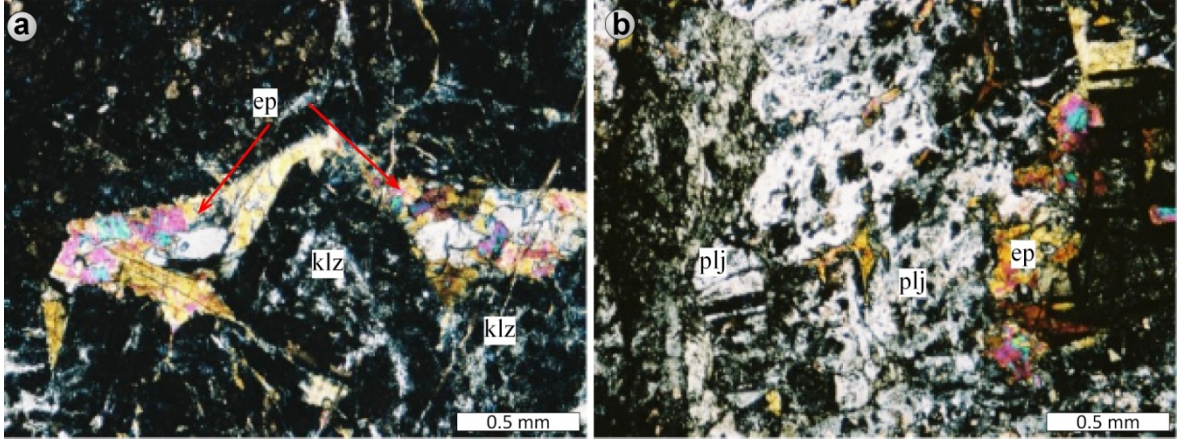
Kuvars minerali yeşilşistlerin diğer ana bileşenini oluşturur. Çok küçük kristaller halinde, öz şekilsiz olarak gelişmiş, klorit ve epidotlarla birlikte yönlenecek yönlü dokuyu oluşturmuşlardır. Metamorfizma dışında sonradan oluşan ve kayacı damarlar şeklinde kesen kuvarlar da bulunmaktadır. İkincil olarak gelişen kuvarlar metamorfik kuvarlara göre daha iri kristallidir (Şekil 13b).

Epidot minerali yeşilşistlerin diğer ana bileşenini oluşturur. Çok küçük taneler halinde, yer yer iri kristalli, çift kırıcılığı yüksek ve dağınık olarak bulunur (Şekil 13c ve d). Genelde pistaşit türü olan bu epidotlar metamorfizma ürünü olarak ortaya çıkmışlardır. Bazı örneklerde ise çift kırıcılığı zayıf olan ve anormal şekilde mavimsi renk tonlarına sahip, öz şekilsiz klinozoisit mineralleri oluşmuştur (Şekil 14a). Genelde amfibol ve piroksen minerallerinin bozunması sonucu oluşan bu mineralin bulunduğu örneklerde aynı zamanda plajiyoklas, epidot aktinolit ve tremolit mineralleri de eşlik etmektedir (Şekil 14b).

Plajiyoklas yarı öz şekilli ve öz şekilsiz kristaller halinde, ayrışma sonucu genellikle kil ve yer yer serizite dönüşmüşlerdir. Bazı örneklerde ise plajiyoklaslarda sosüritleşme şeklinde ayrışmalar da gözlenmektedir. Çoğunlukla kırıklı, parçalı bir görünüm sunmakta olup, yaygın olarak albit ikizlenmesi gösterirler. Yer yer büyük porfiroblastlar halinde bulunan plajiyoklasların tamamına yakını ana kayaca ait kalıntı plajiyoklaslardır. Bunlar anortit içermeyen veya çok az içeren albit cinsindedir ($An_{<7}$). Çoğunlukla deformasyon ve kristalleşme aynı zamanda geliştiğinden albit porfiroblastları ile diğer kalıntı minerallerin kloritli bir matriks içinde rotasyona uğradığı da gözlemlenmiştir (Şekil 13e ve f).



Şekil 13. a) Serizit-klorit-kuvars şist, b) Epidot-kuvars-klorit şist, c) Epidot-kalsit-klorit şist, d) Epidot-klorit-kuvars şist e) Klorit-albit şist f) Muskovit-serizit-klorit şist (srz: Serizit, kl: Klorit, plj: Plajiyoklas, ep: Epidot, mus: Muskovit, ku: Kuvars, kls: Kalsit, feld: feldispat, ÇN).



Şekil 14. a) Klinozoisit mineralleri ve arasına yerleşen epidot damarı, b) Sosüritleşmiş plajiyoklas fenokristalleri ve epidot damarı (ep: Epidot, klz: Klinozoisit, plj: plajiyoklas, ÇN)

Serizit mineralleri çok ince pulcuklar halinde ve şistozite yönüne paralel olarak dizilmişlerdir. Büyüklükleri 0,1mm altındadır. Düşük dereceli metamorfizmaya bağlı ve çoğunlukla da ayrışma minerali olarak ortaya çıkmışlardır. Serizitlerin yoğun olduğu yerlerde epidotlar bol miktarda bulunurken, daha az olduğu yerlerde ise klinozoisit mineralleri bol olarak bulunur.

Kalsit mineralleri yeşilşistlerde yaygın olarak bulunmakta olup, çoğunlukla öz şekilsiz, yer yer ise yarı öz şekillidir. Metamorfizma esnasında oluşan kalsitler kloritlerle birlikte çok belirgin olmayan bir şistozite yapısı meydana getirir. Ancak bazı örneklerde şistozitenin belirginleşmesine paralel olarak kalsit mineralleri de belirgin bir şekilde yönelim gösterirler. Bunun yanı sıra metamorfizmadan dolayı bazı kalsitlerde eğilmeler ve bükülmelerde gözükmetedir. Bunun yanı sıra şistoziteye paralel olmayan, metamorfizmadan sonra oluşmuş kalsit mineralleri de mevcuttur.

Genelde damarlar halinde ve kuvars mineralleri ile ilişkili olarak ve yer yer ise tek veya birkaç mineral kümesi şeklinde bulunurlar.

Muskovit minerali metamorfizmanın etkisinin daha fazla olduğu ve yönlü yapının daha iyi geliştiği birkaç örnekte, klorit ve serizitlerle birlikte şistoziteye paralel bir şekilde bulunurlar (Şekil 13f). Aynı zamanda ilksel kayaca ait plajiyoklas, ortoklas gibi mineraller metamorfizma etkisiyle şistoziteye paralel dizilmişlerdir.

Bazı örneklerde tali olarak pirit, manyetit, sfen ve Fe-oksit mineralleri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra ikincil olarak gelişmiş kalsit, serizit, kuvars, epidot mineralleri de bulunmaktadır. İkincil mineraller genel şistoziteyi keser şekilde gelişmiştir.

Kayaçlarda genel olarak porfiroblastik, lepidoblastik doku, lepidogranoblastik, lepidogranoporfiroblastik, nematolepidogranoblastik doku türleri gözlenmektedir.

3.1.1.1.3. Mikaşist

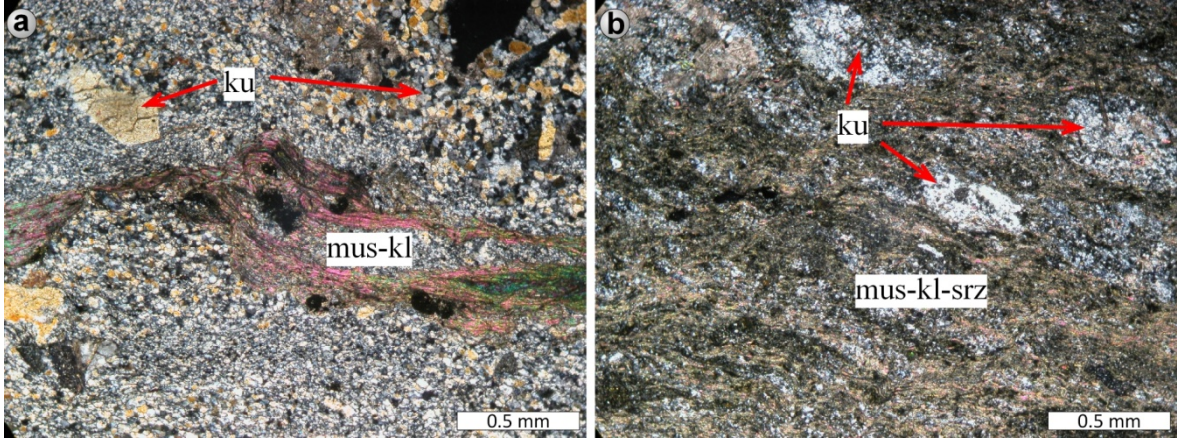
Mikaşistler, yeşilşistlerin yer yer ara zonlarında pelitik kayaçların metamorfizmaya uğradığı yerlerde görülür. Çok fazla yayılım göstermezler. İnce bir foliasyon yapısı göstermeleri ve kolayca ufalanıp dağılmaları ile tipiktirler. Ana bileşenlerini muskovit ve kuvars mineralleri oluşturmakta olup, ayrışmanın yoğun olduğu örneklerde serizit mineralleri de gözükmetedir. Bazı örneklerde şistozite çok belirgin olmayıp, yer yer sadece muskovit ve klorit minerallerinin yönlendiği görülmüştür.

Muskovit ince kesitte renksiz ve soluk renkli, yüksek çift kırıcılığa sahiptir. Öz şekilsiz, çok küçük taneli ve şistoziteye yönüne paralel şekilde dizilmişlerdir.

Kuvars mineralleri mikaşistlerin diğer ana bileşenini oluşturur. Genellikle ince tane ve öz şekilsiz, yer yer ise iri taneli şekilde gelişmişlerdir. Kuvarslar mika mineralleri ile birlikte şistozite yönüne doğru bir yönelim gösterdikleri gibi, rastgele dağılmış şekilde de bulunmaktadır (Şekil 15a). Metamorfizma şiddetine bağlı olarak ince ve iri kuvars seviyeleri gelişmiştir. Yer yer ise bir araya toplanarak kuvars kümeleri oluşturmuşlardır (Şekil 15b.)

Klorit, muskovit mineralleri ile birlikte metamorfizma sonucu gelişmiş olup, şistozite yönüne paralel dizilmişlerdir. Örneklerde pek yaygın olmayıp aynı zamanda ikincil olarak gelişmiş kloritlere de rastlanmaktadır. Yeşilimsi renkleri ve güçlü renk pleokroizması göstermeleri ile tipiktirler.

Mikaşistler genel olarak lepidogranoblastik dokuludur.



Şekil 15. Lepidogranoblastik dokulu mikaşistlere ait mikroskopik görünüm a) Klorit-muskovit-kuvars şist, b) Serizit-muskovit-klorit şist (ku: Kuvars, mus: Muskovit, kl: Klorit, srz: Serizit, ÇN).

3.1.1.1.4. Metadasit

İnceleme alanında Yelli sırtı üst kesimleri, Öküzyatağı mevki sağ ve sol yamaçları, Arpatarla Tepe boyunca yüzeyleme verirler. Ana bileşenlerini kuvars, plajiyoklas (genellikle ilksel kayaca ait kalıntılar), alkali feldispat mineralleri oluşturur.

Kuvars, hamuru oluşturan küçük kristaller ve yer yer iri porfirler halinde olmak üzere iki şekilde bulunur. Hamuru oluşturan ve granoblastik doku sunan kuvarsların sınır ilişkileri mozaik şeklinde olup, metamorfizma şiddetine göre boyutları yer yer iri yer yer ince taneli gelişmiştir. Kuvarslar çoğunlukla kümeler halinde ve yönlenme gösterirler. Porfir şeklinde bulunan kuvarslar öz şekilsiz, kristaller halinde, daha iri olanlar ise metamorfizmanın etkisi ile kırılmış ve yer yer parçalanmıştır (Şekil 16a). Kuvarsların tamamı dalgalı sönme gösterir. Bazı kırıklar ikincil olarak klorit minerali tarafından doldurulmuştur. Bazı örneklerde ise mineraller porfirler yerine ince taneler şeklinde kümelenmişlerdir.

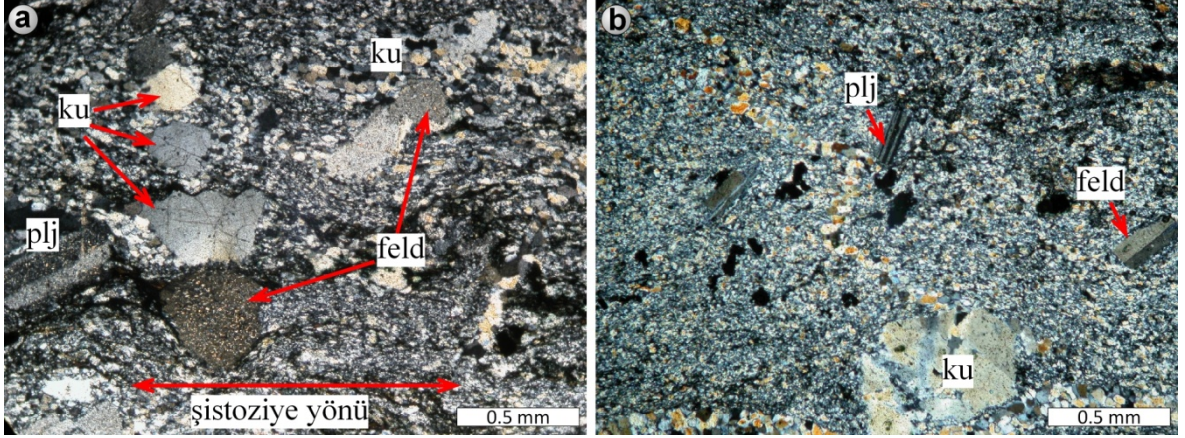
Plajiyoklaslar, küçük kristaller halinde hamurda ve ayrıca iri kristaller halinde bulunur. Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz olup, tamamına yakını ilksel kayaca ait kalıntılar şeklindedir ve albitleşmiştir ($An_{<7}$). Bazı örneklerde deformasyondan dolayı özellikle uzun eksene dik yönde kırılmalar gözlemlenmektedir. Bu kırıklar içerisine ikincil olarak kalsit ve klorit mineralleri dolmuştur. Bunun yanı sıra ayrılarak serizit ve kil minerallerine dönüşmüştür.

Bazı porfiroblastlar rotasyona uğrayarak metamorfizma yönüne doğru yönelim göstermişler ve bu minerallerin oluşturduğu basınç gölgelerinde ise kuvars ve klorit mineralleri toplanmıştır (Şekil 16a). Birkaç örnekte ise plajiyoklaslar alkali feldspatlarla iç içe büyümüşlerdir.

Alkali feldispat (ortoklas); öz şekilsiz iri kristaller halinde olup, yer yer karlsbad ikizlenmesi mevcuttur (Şekil 16b). Ayrışma sonucu kil ve kalsit mineralleri oluşmuştur. Bazı örneklerde poikilitik doku gözlenmekte olup, daha çok plajiyoklas inklüzyonları içerir. Bunun yanı sıra deformasyondan dolayı değişik yönlerde kırıklar da meydana gelmiştir.

Klorit mineralleri daha çok metamorfizma şiddetinin biraz daha arttığı örneklerde ortaya çıkmaktadır. Şistozite yönüne paralel dizilmeleri yanı sıra, iri minerallerin etrafını saracak şekilde de gelişmişlerdir.

Metadasitler genel olarak granoblastik ve nematogranoblastik dokular sergilemektedir.



Şekil 16. a) Şist dokusunun hafif belirginleşmeye başladığı metadasitler, b) Nematogranoblastik dokulu metadasitin ince kesit görünümü (ku: Kuvars, feld: Feldispat, plj: Plajiyoklas, ÇN).

3.1.1.1.5. Metabazit

Metamorfik birimin genelde alt-orta seviyelerinde rastlanmakta olup, daha çok Sarılar Sırtı, Çakmakdere Sırtı, Bakacak Sırtı, Karataş Sırtı ve Yaşalı Tepe (2839m) civarında yüzeyleme verir. Birim makroskobik olarak arazide andezit, bazaltik andezit görünümündedir. Yer yer kuvars damarları ile kesilmiş ve deformasyondan dolayı kırıklı bir yapı kazanmıştır.

Metabazikler ince taneli olup, Ca'ca zengin plajiyoklas, amfibol, serizit ve aksesuar olarak magnetit minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 17). Metamorfizmadan dolayı silisleşme ve plajiyoklaslarda ise albitleşme meydana gelmiştir. Metabazikler yoğun olarak altere olmuş feldspat (Şekil 18) ve hornblend mineralleri içermektedir. Aksesuar mineral olarak ise kayada çok az magnetit mineralleri bulunur.

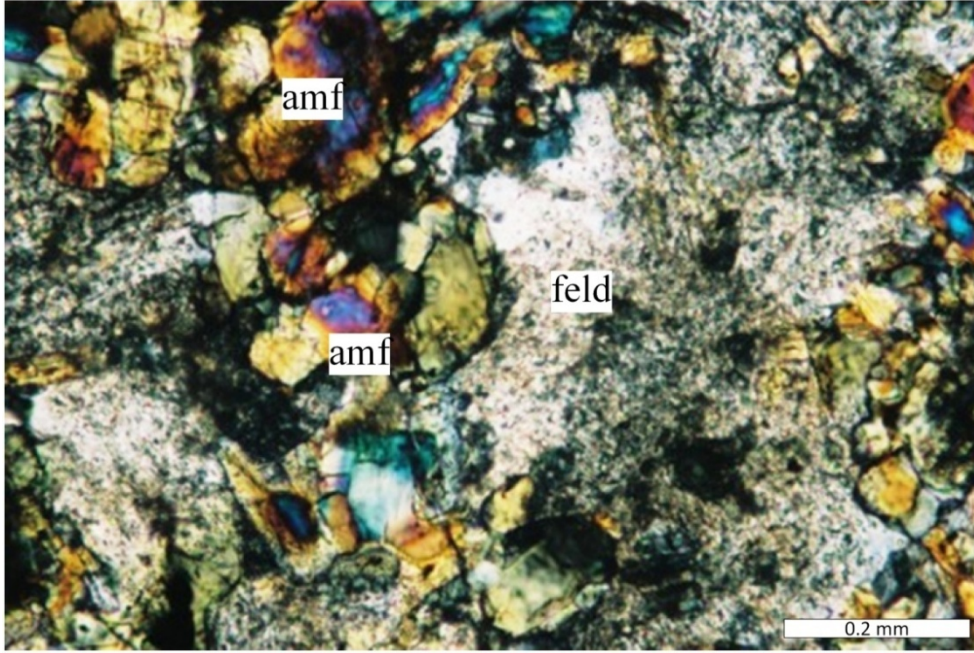
Ca-Plajiyoklaslar kayada yaklaşık % 60' yakın oranlarda bulunur. Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz, oldukça ayrılmış ve albitlemiş lameller şeklindedir. Genelde küçük taneli olarak hamurda ve yer yer ise iri taneli olarak gelişmiştir. Boyları 0,3-1,5 mm arasında değişmektedir. Çoğunlukla amfibol inklüzyonları içerirler. Büyük oranda serizit ve kile dönüşmüş olduklarından anortit içerikleri tayin edilememiştir.

Hornblendler kayada yaklaşık %39-40 oranında bulunur. Boyutları <0,1-2 mm arasında değişmektedir. Yer yer küçük çubuksu ve iğnemsî şekilde, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz olarak bulunur. Kahverengimsî yeşil, yeşil, açık sarımsî yeşil renk pleokroizmaları gösterir. Yer yer yarı öz şekilli olanlar plajiyoklaslarla beraber iç içe büyümüşlerdir. Bunun yanı sıra hamurda da küçük kristaller halinde bulunur. Boyutları 2 mm ye kadar çıkan uzunluğa sahip glomerokristaller ve yer yer ise damarlar şeklindedir.

Metabazikler genel olarak nematoblastik ve granonematoblastik dokuludur.



Şekil 17. İnce taneli metabazik örneğinin mikroskobik görünümü. Açık sarımsî renkli mineraller ayrılmış feldspat minerallerini göstermektedir (ÇN).

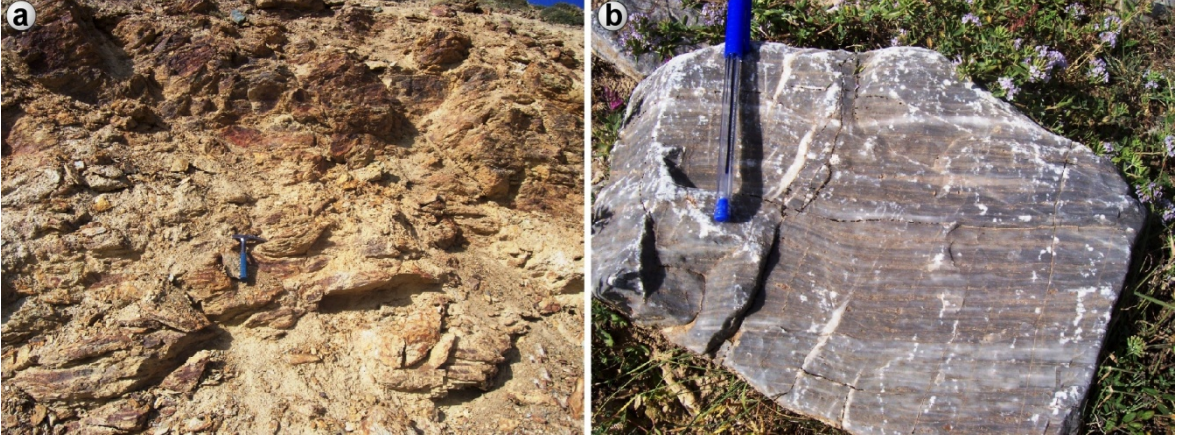


Şekil 18. Tamamen altere olmuş feldispat minerali (gri renkli) ve etrafında bulunan ince taneli amfibol fenokristalleri (feld: Feldispat, amf: Amfibol, ÇN)

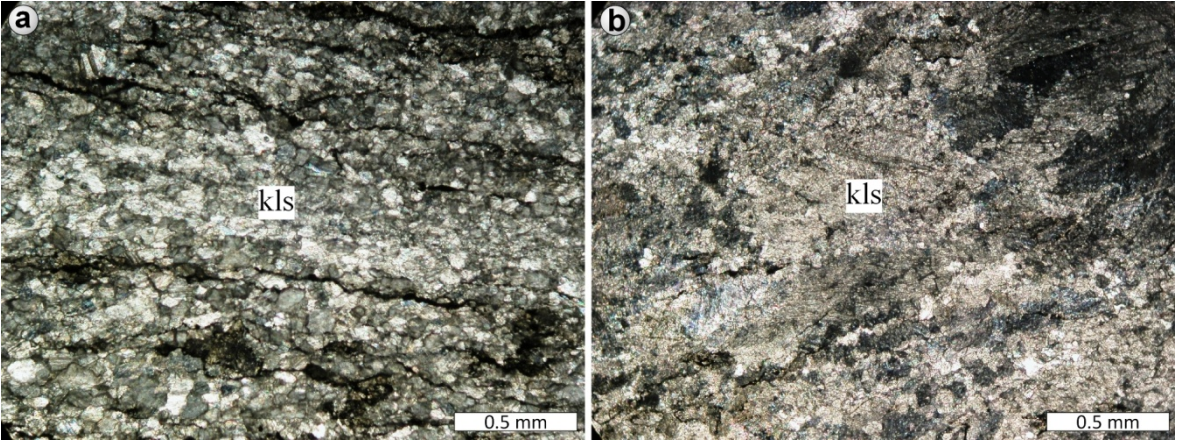
3.1.1.1.6. Kalkşist

İnceleme alanını üst kesimlerinde, özellikle Gelintaşı ve Akpınar Sırtları boyunca yüzeylenme verirler. Şistli ve laminalı yapı gösteren bu kayalar ana bileşim olarak kalsit ve dolomit minerallerinden oluşmuştur. Açık sarımsı, boz, grimsi, kırmızımsı ve kahverengi tonları ile dikkat çeker. Deformasyonlardan çok çabuk etkilenmiş olduklarından bol çatlaklı, kırıklı, oldukça ayrılmış bir yapı sergilemektedirler (Şekil19a). Yer yer metamorfizma sonrası gelişmiş kalsit ve kuvars damarları tarafından kesilmişlerdir (Şekil 19b).

Kalsit ince kesitte renksiz, çift yönlü dilinime sahip, öz şekilsiz ve yarı öz şekillidir (Şekil 20a). Bunun yanı sıra yer yer kuvars minerallerine de rastlanmaktadır. Bazı örneklerde taneler halinde bulunan kalsit mineralleri birbirine kenetlenerek mozaik dokuyu oluşturur. Metamorfizmanın düşük olduğu zonlarda ise taneler birbirine girmiş şekildedir (Şekil 20b). Kalkşistler granoblastik doku göstermektedirler.



Şekil 19. Akpınar Sırtı güney yamacında kalkıştlerden bir görünüm, a) Kalkıştlerde gelişen ayrışmalar ve kırıklı yapıların arazideki görünümü, b) Oluşan kırıklar ve ikincil dolgu yapılarının el örneğinde görünümü.



Şekil 20. Kalkıştlerin mikroskobik görünümü, a) Mozaik dokulu kalkışt, b) Düşük dereceli kalkıştler (kls: Kalsit, ÇN).

3.1.1.1.7. Metagranit

İnceleme alanında Gelintaşı, Akpınar Sırtı, Kızlarkalesi Tepe (2515m), Hamzakaya Tepe, Kırmızıburun Tepe (2864m) civarlarında gözükmetedir. Metamorfizma şiddeti düşük olduğundan birim granitik dokusunu korumaktadır. Plajiyoklas ve kuvars mineralleri makroskobik olarak tanımlanabilmektedir. İçerdiği minerallerin oranına göre köken kayacı granodiyorittir.



Şekil 21. Gelintaşı Sırtı güney yamacında yüzeylenme veren metagranitten bir görünüm.

Metamorfizmanın etkisinden dolayı yoğun bir şekilde epidotlaşma gözlenmektedir. Çoğunlukla kuvars damarları tarafından kesilmiş olup (Şekil 21) yer yer kırıklı yapılar gelişmiştir. Metamorfizma etkisinin daha fazla gözüküğü örneklerde mineraller daha ince taneli bir yapı kazanmıştır.

Kuvarslar yarı öz şekilsiz, çoğunlukla çatlaklı ve kırıklı olup, tamamı dalgalı sönme gösterir. Yer yer birkaç mm ye kadar büyüklükte iri kristaller şeklindedir. Bazı örneklerde kenarlarda kırılmalar görülür. Bu kırıklar arasına daha ince taneli kuvars mineralleri dolmuş ve bazı örneklerde ise bu sınırlar girift bir doku kazanmıştır (Şekil 22a). Kesitte yaklaşık %55-60 civarında bulunmaktadır.

Plajiyoklas mineralleri birimin en çok bileşenini oluşturur. Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz, yer yer boyutları birkaç mm ye kadar çıkan (Şekil 22b) kristaller şeklinde, çatlaklı ve ayrılmıştır. Bazı örneklerde yoğun bir şekilde epidot inklüzyonları içermekte olup (Şekil 22c), poikilitik dokuyu oluşturur. Plajiyoklaslarda yer yer birbirine girme ve kenarlarda kırılmalar mevcut (Şekil 22d) olduğu gibi, tamamına yakını da metamorfizmadan dolayı albitleşmiştir ($An_{<7}$). İnce kesitte yaklaşık %25-30 oranındadır.

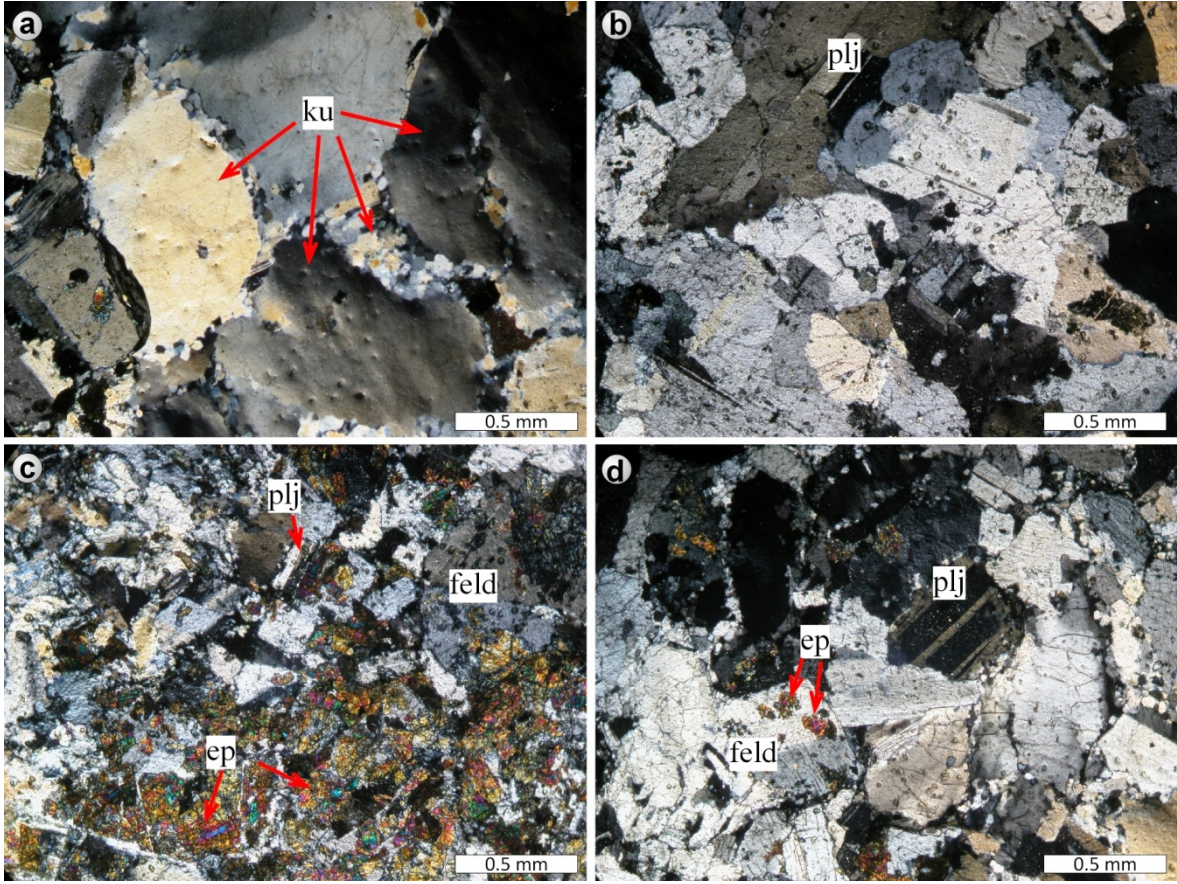
Ortoklaslar öz şekilsiz, renksiz, iri kristaller halinde olup, yer yer karlsbad ikizlenmesi gösterir. Ayrışma sonucu kil mineralleri oluşmuştur.Çoğunlukla poikilitik doku gözlenmekte olup, daha çok epidot, plajiyoklas ve çok az apatit inklüzyonları içerir.

Bunun yanı sıra deformasyondan dolayı değişik yönlerde kırıklar da meydana gelmiştir. Kesitte yaklaşık %5 civarındadır.

Epidot mineralleri, büyük bir olasılıkla metamorfizma sonrası oluşmuştur. Küçük kristaller halinde, öz şekilsiz ve daha çok plajiyoklas, ortoklas gibi mineraller üzerinde inklüzyon şeklinde bulunurlar (Şekil 22 c). İnce kesitte renksiz, soluk sarı renklerde ve yüksek röliyefleri ile karakteristiktir.

Klorit mineralleri birimde iki şekilde bulunur. Birincisi metamorfizma sonucu oluşan kloritler, diğeri ise amfibollerin ayrışması sonucu oluşan kloritlerdir. Metamorfizma ile oluşan kloritler ince kesitte yeşilimsi renkte ve renk pleokroizması gösterir. Ayrışma sonucu oluşan kloritler ise açık sarıdan çimen sarısına değişen oranda renk pleokroizması gösterir.

İkincil olarak az oranda serizit ve apatit tespit edilmiş olup, kayaçlar genel olarak granoblastik dokuludur.



Şekil 22. Metagranitlere ait örneklerde, a) Dalgalı sönme gösteren iri kuvars mineralleri ve kırıkları dolduran küçük kuvarşlar, b) İri plajiyoklas kristalleri, c) Epidot inklüzyonlarının oluşturduğu poikilitik doku, d) Plajiyoklas minerali üzerinde gelişen epidot inklüzyonları (plj: Plajiyoklas, ku: Kuvars, ep: Epidot, feld: Feldispat, ÇN).

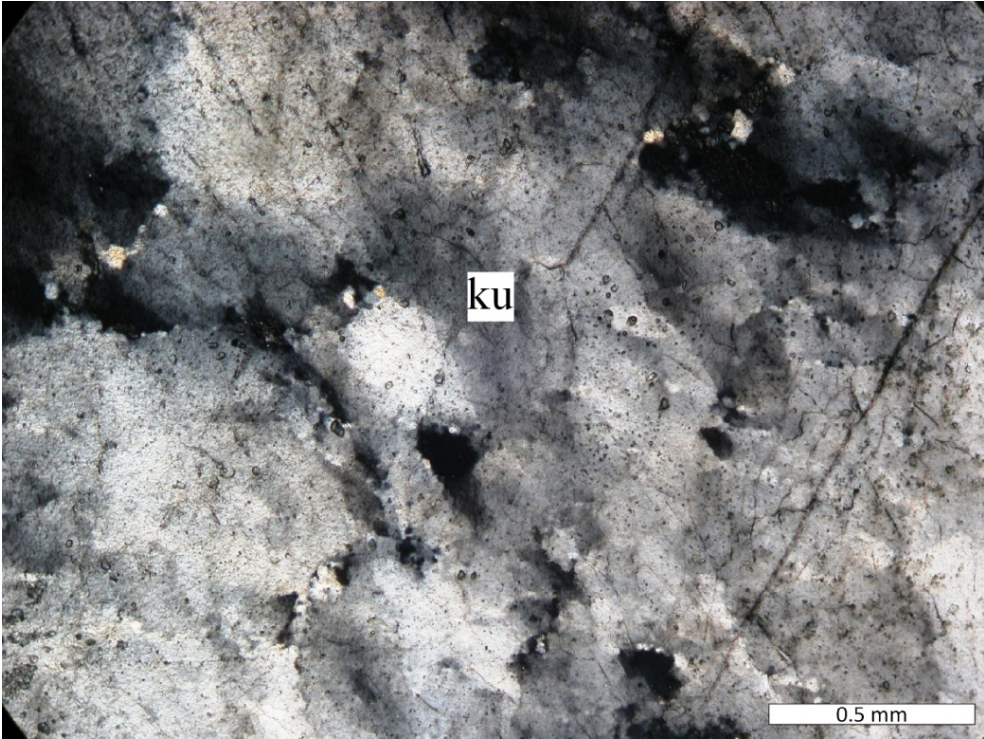
3.1.1.1.8. Kuvarsit

İnceleme alanında metamorfizmanın görüldüğü hemen hemen her yerde ve dağınık biçimde bulunurlar. Boyutları bir metreden birkaç metreye kadar değişen, yer yer kafalar şeklinde çıkıntılar oluşturmaktadır. Birimin tamamına yakını kuvars minerallerinden oluştuğu için arazide kolaylıkla tanınırlar (Şekil 23).

Kuvars mineralleri iri taneli (birkaç mm ye kadar değişen) ve öz şekilsiz gelişerek granoblastik dokuyu oluşturur. Kenarları birbirleri ile girintili-çıkıntılı sınır yaparak süturlu bir yapı kazanmıştır. Deformasyondan dolayı çatlaklı bir yapı kazanmış olup, granoblastik doku gösterir (Şekil 24).



Şekil 23. Kuvarsitlerin arazideki görünümü (Yaşalı Tepe'nin doğu yamaçları)



Şekil 24. Kuvarsite ait el örneğinin ince kesit görünümü (ku: Kuvars, ÇN)

3.1.1.1.9. Yaş

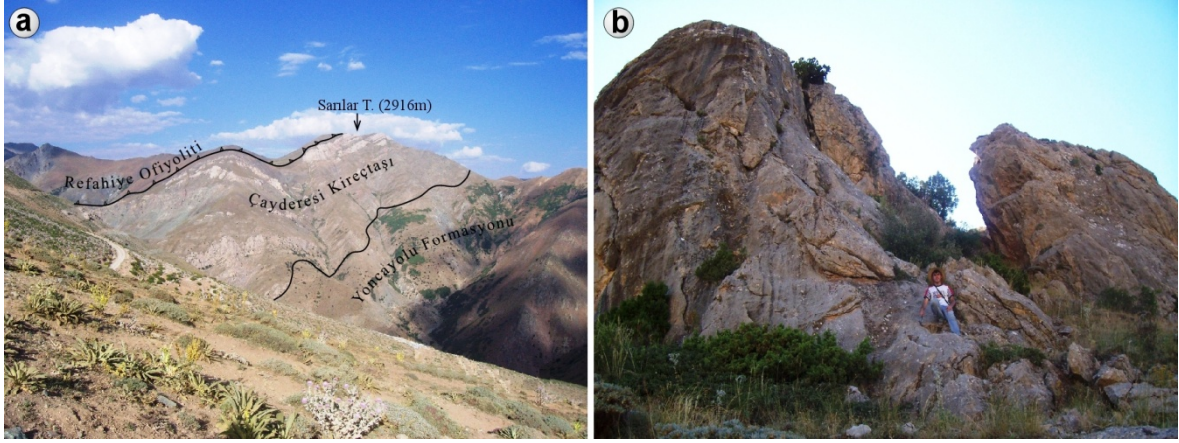
Bu birimde ayrıca yaş ile ilgili herhangi bir tayin yapılmamış olup, birimde yaş verebilecek herhangi bir fosile de rastlanmamıştır. Bektaş (1981) birimin litofasiyes ve diğer bazı özelliklerinden dolayı Mesozoyik yaşta olabileceğini belirtmiştir. Özgül (1981) ise birimin üzerine gelen Çayderesi Kireçtaşı'ndan dolayı yaşının Permiyen olabileceğini ifade etmiştir. Gerek inceleme alanındaki stratigrafik konumu ve gerekse önceki çalışmalarda elde edilen verilerle birimin Permiyen? ve sonrası olabileceği sonucuna varılmıştır.

3.1.2. Mesozoyik

3.1.2.1. Çayderesi Kireçtaşı

Birim kristalize kireçtaşları ve yer yer dolomitleri kapsamakta olup, Özgül (1981) tarafından tanımlanmıştır. Genel olarak Üzümlü'nün 6-8 km kuzey ve kuzeydoğusunda yüzeylenme verir. Yoncayolu Metamorfileri üzerine uyumsuz, Refahiye Ofiyolitli Karışığı tarafından da tektonik dokanakla örtülmektedir (Şekil 25a). Bu tektonik dokanaktan dolayı kireçtaşları kırılmış, parçalanmış ve yeniden kristallenmeye uğrayarak ilksel özelliklerini kaybetmiştir.

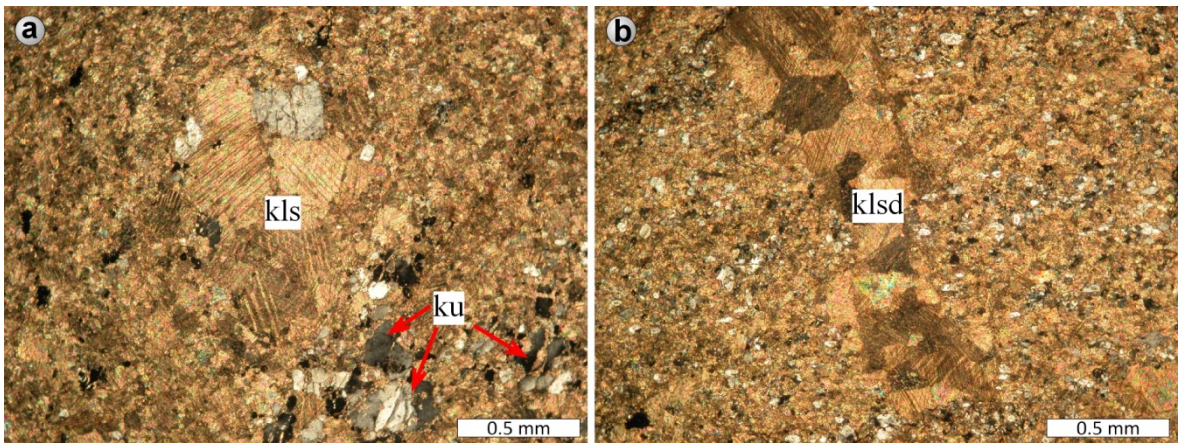
Yeniden kristalleşmiş kireçtaşları ve dolomitlerden oluşan birim çoğunlukla boz, koyu külrengi, açık sarımsı, gri-açık gri, ayrılmış kısımları sarımsı açık renklere olup orta-kalın tabakalıdır (Şekil 25b). Masif kireçtaşları yeniden kristallenmeden dolayı ilksel özelliğini büyük ölçüde kaybetmiştir. Formasyonun kalınlığı genel olarak 50-150 m arasında değişmektedir. Çayderesi Kireçtaşı şelf türü neritik karbonat kayaçlarından oluşan birimin sığ ve dalga enerjisinin düşük olduğu ortam koşullarında çökeldiği belirtilmiştir (Özgül, 1981).



Şekil 25. Çayderesi Kireçtaşlarının a) Sarılar Tepesinde diğer birimlerle yapmış olduğu dokanak, b) Birimin arazideki genel görünümü.

Kalsit mineralleri ana bileşeni oluşturur. Bindirmenin etkisiyle yeniden kristallenmeye uğrayan kalsitler yer yer iri kristaller şeklinde görülür (Şekil 26a). Öz şekilsiz ve yarı öz şekillidir. Deformasyondan dolayı yer yer kırıklar gelişmiştir. Kalsit minerallerinin yanı sıra birimde yer yer küçük, yer yer ise iri kuvars, plajiyoklas ve çok az oranda feldispat ve opak mineralleri ve ikincil kalsit dolgular (Şekil 26b) da mevcuttur. Özellikle plajiyoklas ve kuvars mineralleri deformasyondan dolayı kırıklı bir yapı göstermekte olup, bu kırıklar kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur.

Bileşenler; rekristalize kalsit (%80-85), kuvars (%10-15), plajiyoklas (%3-4), diğer (%1-2).



Şekil 26. Çayderesi kireçtaşlarının ince kesitteki görünümü, a) Rekristalize kalsitler ve deformasyona uğramış kuvars mineralleri, b) İkincil kalsit dolgular (kls: Kalsit, klsd: kalsit damarı, ku: Kuvars, ÇN).

3.1.2.1.1. Yaş

Yeniden kristallenen kireçtaşlarının ilksel dokuları tanımlanamamıştır. Dolayısıyla birime yaş verebilecek herhangi bir fosil bulunamamıştır.

Özgül (1981) Ovacık (Tunceli) yöresinde yapmış olduğu çalışmalarda benzer birimin yaşını Orta-Üst Permiyen olarak saptamıştır. MTA, Özgül (1981)'ün çalışmasına dayanarak birimi Orta-Üst Permiyen olarak tanımlamıştır. Fakat bu yaş gerek metamorfizmanın yaşı gerekse stratigrafi ile uyumlu değildir.

Çalışma alanının yaklaşık 80 km kuzey batısında bulunan Ağnavis Masifinin üstüne de gelen ve Çayderesi kireçtaşları ile benzer birimin yaşı Dogger-Malm-Kretase olarak tespit edilmiştir (Altınkaynak, 2001). Aynı şekilde çalışma alanının kuzeyindeki genel stratigrafide de benzer kireçtaşları, arazi verileri de göz önüne alındığında Dogger-Malm? olabileceği düşünülmektedir.

3.1.3. Üst Kretase

3.1.3.1. Refahiye Ofiyolitli Karmaşığı

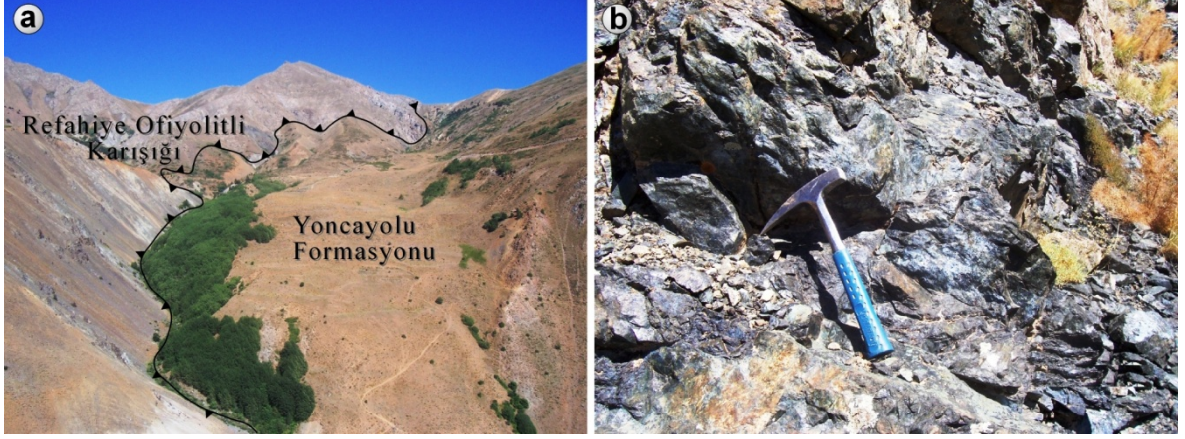
Bölgede geniş bir yayılıma sahip olan birim, çalışma sahasında ise yaklaşık 6 km²'lik bir alanda yüzeyleme vermektedir.

Refahiye Ofiyolitli Karmaşığı ilk kez Yılmaz (1985) tarafından adlandırılmış, Aktimur ve diğ. (1990) tarafından tanımlanmıştır. Bölgede Erzincan'ın kuzeyinde (Dağınıkdağ, Soğanlıdağ, Çiçeklıdağ) ve güneyinde Munzurdağı eteklerinde geniş alanlar boyunca yüzeyleme verir (Aktimur, 1986; Aktimur ve diğ., 1988;1990).

Çalışma alanında ise Üzümlü'nün kuzey kesimleri boyunca yaklaşık D-B uzanımlı olarak yayılım gösterirler. Birim kendinden önceki birimler üzerine tektonik dokanakla gelir (Şekil 27a). Birim içerisinde yer yer kayma yüzeyleri gözlemlenmektedir. Özellikle serpantinleşme ve ezik zonlar sıkça izlenmektedir (Şekil 27b).

Birim genel olarak siyahımsı yeşil, koyu kahve ve füme renklerinde olup, sert ve blok şeklinde ayrışmalıdır. Dünit, peridotit, serpantinit, amfibolit ve gabro türü kayalar ofiyolitik karmaşığı oluşturmaktadır.

Birim ayrıca boz, gri, kurşuni, siyahımsı, yeşil renkli yeşilist fasiyesinde metamorfitle birlikte, değişik renklerde, iri ve ince kristalli kristalize kireçtaşları, koyu kurşuni füme renkli ve sert bloklu metadiyabaz, değişik dönemlere ait (Triyas-Jura, Jura-Alt Kretase ve Kretase) kireçtaşlarını ve çörtleri içerir.



Şekil 27. a) Babasadık Mezrasında Refahiye Ofiyolitli Karışığı ile Yoncalı Metamorfitleleri'nin tektonik dokanağı, b) Birime ait serpantinleşmiş harzburgitler.

Harzburgitler, yaklaşık % 65–85 olivin, % 15–30 ortopiroksen ve % 3-6'lara kadar klinopiroksen kristallerinden oluşmakta olup, porfiroblastik ve granoblastik dokulara sahiptirler. Genellikle uzamış ve deformasyon etkisi taşıyan spineller, harzburgitler içerisinde % 1-2'lere kadar gözlenirler. Dünit ve harzburgitlerin serpantinleşme dereceleri değişken olup % 90'lara kadar ulaşmaktadır. Bu değişik oranlardaki alterasyon derecelerine karşılık hemen hemen tüm örneklerde ilksel konumunu korumuş olivin ve ortopiroksen kalıntlarına rastlamak mümkündür.

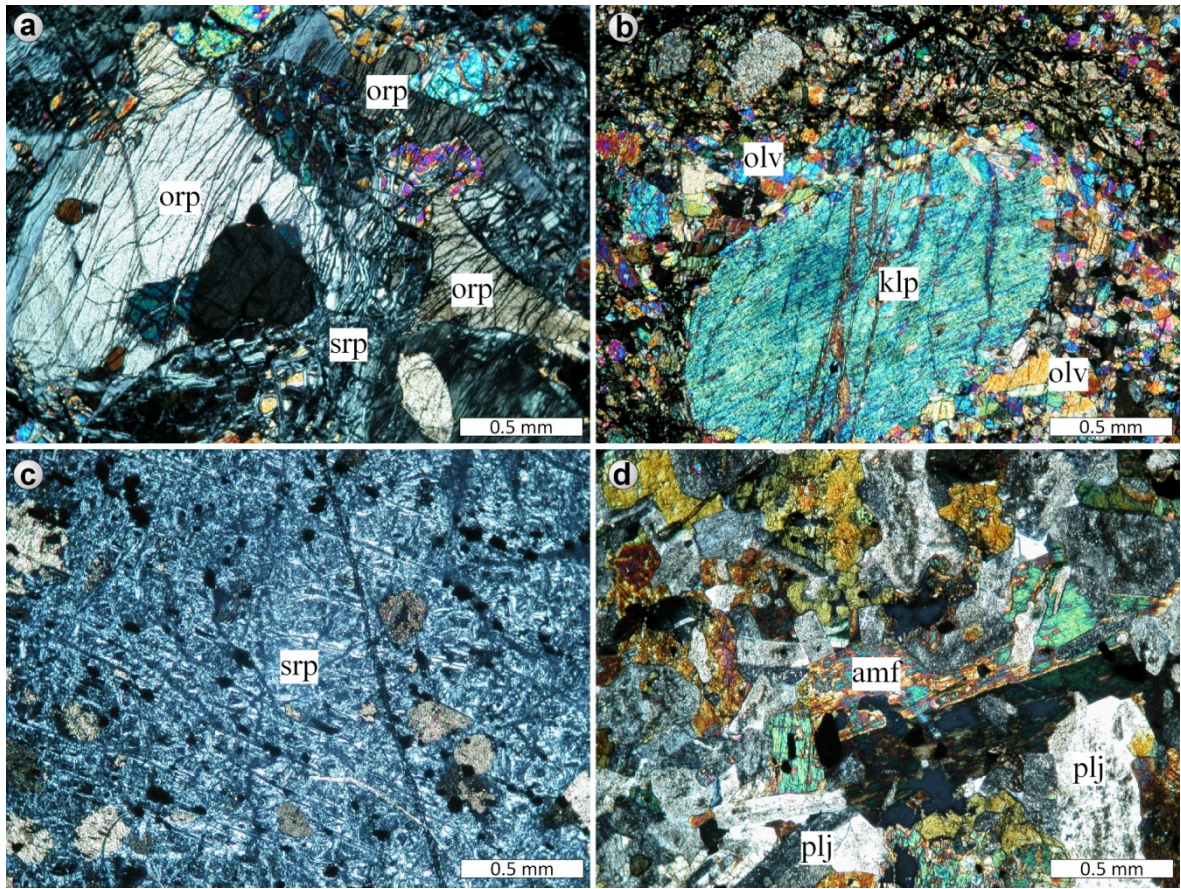
Olivin, incelenen örnekler içerisinde serpantinleşmeden en fazla etkilenen mineraldir. Bazı örneklerde hemen hemen tamamen serpantinleşme söz konusu olup, elek dokusu gözlenmektedir (Şekil 28a). Yine de, bu tür aşırı serpantinleşmiş örneklerde taze olivin kalıntılarında rastlamak mümkün olmuştur. Olivin, boyutları 4 mm ye kadar ulaşan, genellikle uzamış porfiroblastlar şeklinde bulunmakla birlikte boyutları 1–2 mm civarında daha küçük kristaller halinde de bulunurlar. Olivin ayrıca, boyutları 0,5 mm den daha küçük neoblastlar şeklinde, genellikle iri olivin ve ortopiroksen kristallerinin etrafında da gözlenir (Şekil 28b).

Ortopiroksen, genellikle uzun ekseni 4–6 mm lere ulaşan porfiroblastlar şeklinde bulunur.

Genellikle ilksel tazeliklerini korumuş olarak bulunsalar da, bazı durumlarda kenarlarından itibaren serpantinleşme ve hatta kimi zaman tamamen serpantinleşmiş ortopiroksenlere rastlamak mümkündür. İri ortopiroksen kristallerinin kenarları genellikle düzensizdir ve küçük olivin kristalleri tarafından sarılmıştır. İri ortopiroksen kristalleri ise bazı durumlarda deformasyon sonucu bükülmüş olarak görülür ve sıklıkla klinopiroksen ayrılım lamelleri içerir.

Klinopiroksen, modal olarak ultramafik kayaların küçük bir kısmını oluşturur. Genelde düzensiz kristal kenarlarına sahip ve kalıntı olarak kalmış şekilde ve ayrıca ortopiroksenler içerisinde ince-kalın lameller halinde ayrılım ürünleri olarak da bulunurlar.

Spinel, hemen hemen bütün örneklerde % 1.5–2.0 aralığında modal bolluklara sahiptir. Bazı örnekler yoğun olarak serpantinleşmiş olup, ilksel dokusunu korumuş mineral olarak genelde spineller gözlenmiştir. Bu örneklerin serpantinleşmeden dolayı ateşte kayıp (AK) değerleri de yüksek çıkmıştır (Tablo 3).



Şekil 28. Refahiye Ofiyolitli Karmaşığı'ndan alınan örneklerin mikroskobik görünüşleri, a) Serpantinleşmiş harzburgit (elek ve porfiroblastik dokulu), b) Verlit (porfiroblastik dokulu), c) Serpantin, d) Gabro, (orp: Ortopiroksen, srp: Serpantin, olv: Olivin, klp: Klinopiroksen, amf: Amfibol, plj: Plajiyoklas, ÇN)

3.1.3.1.1. Yaş

Refahiye Ofiyolitli Karmaşığı'nın önceki çalışmalarda bölgeye Alt Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen aralığında yerleştiği (Özgül, 1981; Aktimur, 1986; Aktimur ve diğ., 1988;1990) belirtilmiştir. Birimin daha sonra yatay hareketlerinin, kesintili olarak Alt Miyosen sonlarına kadar devam ettiği ve bu olayın birkaç kez tekrarlandığı görüşüne yer verilmiştir (Aktimur, 1986; Aktimur ve diğ., 1988; Aktimur ve Tütüncü, 1988; Aktimur ve diğ., 1990; Aktimur ve diğ., 1992). Gerek yapılan gözlemlere, gerekse önceki çalışmalara göre birimin yaşının genel olarak Üst Kretase olduğu kabul edilmiştir.

3.1.4. Kuvaterner

3.1.4.1. Erzincan Volkaniti

Erzincan Ovası'nın doğu kesiminde yüzeylenen genç volkanitler Ketin (1951) tarafından Erzincan Volkaniti olarak adlandırılmıştır. Volkanizma, tüf, pomza ve perlit (Ağlı tüfü) ile lav çıkışı (Karatepe andeziti) olarak iki fazda gelişmiştir.

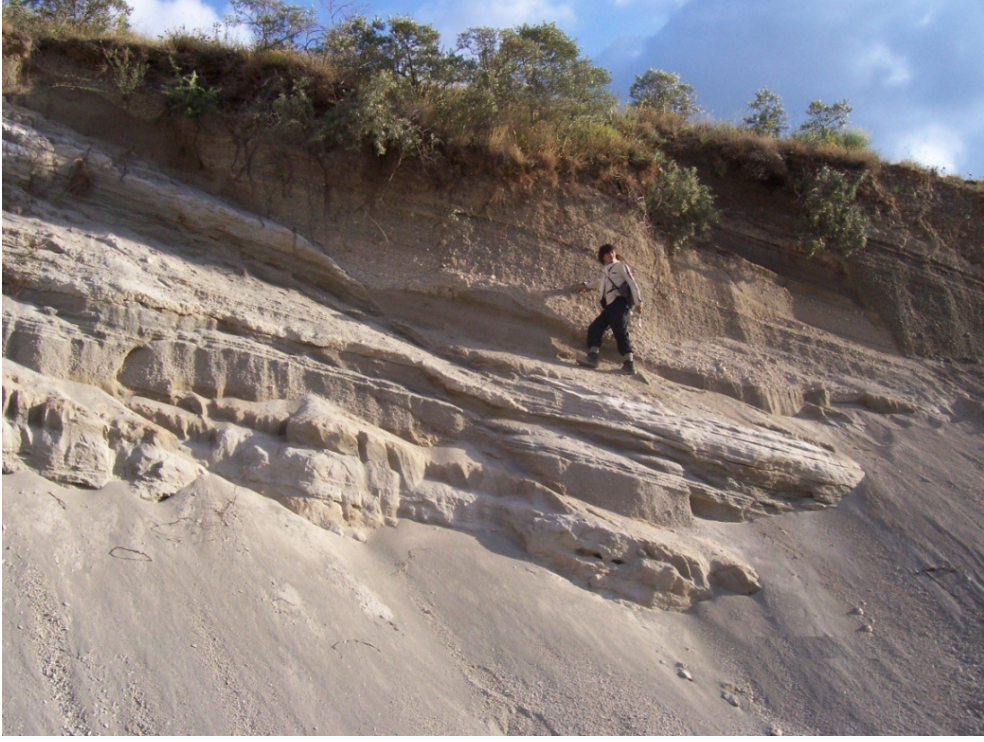
3.1.4.1.1. Ağlı Tüfü

Birim tüf, pomza ve perlitten oluşmakta olup, adını Ağlı'dan almıştır. Birim Üzümlü civarında yüzeylenme vermekte olup, beyaz, gri, kül renginde, ince-orta tabakalı, eklemlili, kırıklı, toprağımsı ayrışmalı tüf şeklindedir (Şekil 29).

3.1.4.1.2. Karatepe Andeziti

Birim andezit, trakiandezit, riyolit, riyodasit, trakit gibi kayalardan oluşmakta olup, adını Karatepe'den almıştır.

Birim Ağlı tüfleriyle birlikte Erzincan Ovası'nın doğu kesimlerinde (Üzümlü civarında) yüzeylenme vermekte olup, çalışma alanında Kara Tepe (1365m), Köy Tepe (1563m) ve Boz Tepe (1524m) dolaylarında yüzeylenme vermektedir (Şekil 30). Gri, boz, siyahımsı renkli, bloğumsu, ayrışmalı, sert, kırılğan olan birim genellikle feno ve mikrofeno kristalli amfibol, piroksen, biyotit ve plajiyoklas mineralleri içerir.



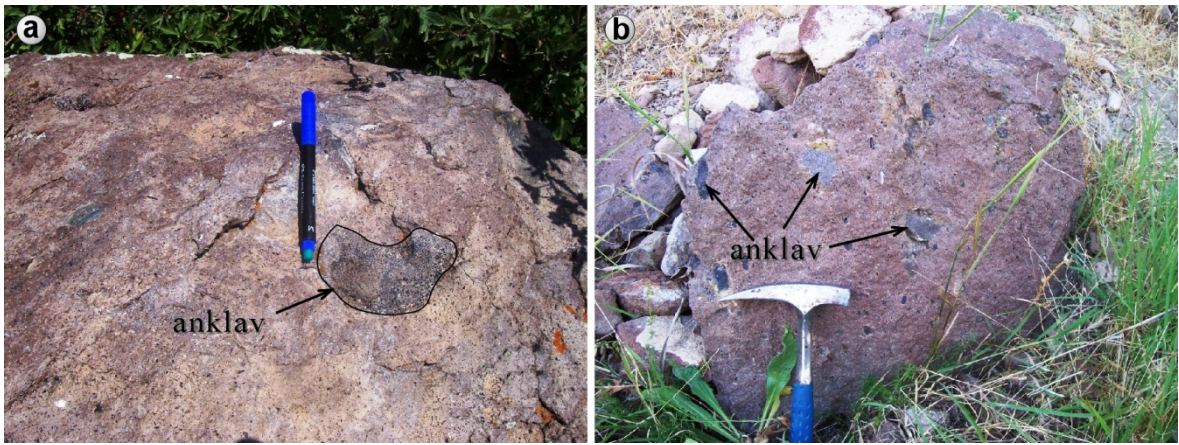
Şekil 29. Oruçlu Mahallesi (Üzümlü) kuzeyindeki Ağılı Tüfü'nün görünümü.



Şekil 30. Üzümlü'nün güney kesiminde, Erzincan ovasında bulunan Kara Tepe andezitik domu ve Boz Tepe riyolitik domunun görünümü.

3.1.4.1.2.1. Andezitler

Andezitler, inceleme alanında Köy Tepe ve Kara Tepe civarında yüzeyleme verir. Koyu gri, siyahımsı renklere olup, bol miktarda bazik anklavlar (Şekil 31a ve b) ile amfibol ve plajiyoklas megakristalleri içerir. Yapılan petrografik çalışmalar sonucu porfirik, glomeroporfirik (Şekil 32a ve b), mikrolitik porfirik, bazı örneklerde ise camsı ve poikilitik dokular gözlemlenmiştir.



Şekil 31. Köy Tepe andezitik domunda bulunan a) Andezit örnekleri, b) Andezitler içerisindeki anklavların görünümü.

Plajiyoklas; yarı öz ve öz şekilli prizmatik kristaller halinde ayrıca hamurda küçük kristaller halinde bulunur. Plajiyoklaslar genel olarak andezin cinsindedir (An_{35-40}). Albit ikizlenmeleri göstermekte olup, yer yer ise zonlu yapı sergilemektedirler. Bazı örneklerde plajiyoklaslar bir arada büyüyerek glomeroporfirik dokuyu oluşturmuştur. Bazı örneklerde plajiyoklaslar ayrışarak serizite dönüşmüştür. Yer yer amfibol ve piroksen kristalleri plajiyoklaslar içerisinde büyüyerek poikilitik dokuyu oluşturmuştur.

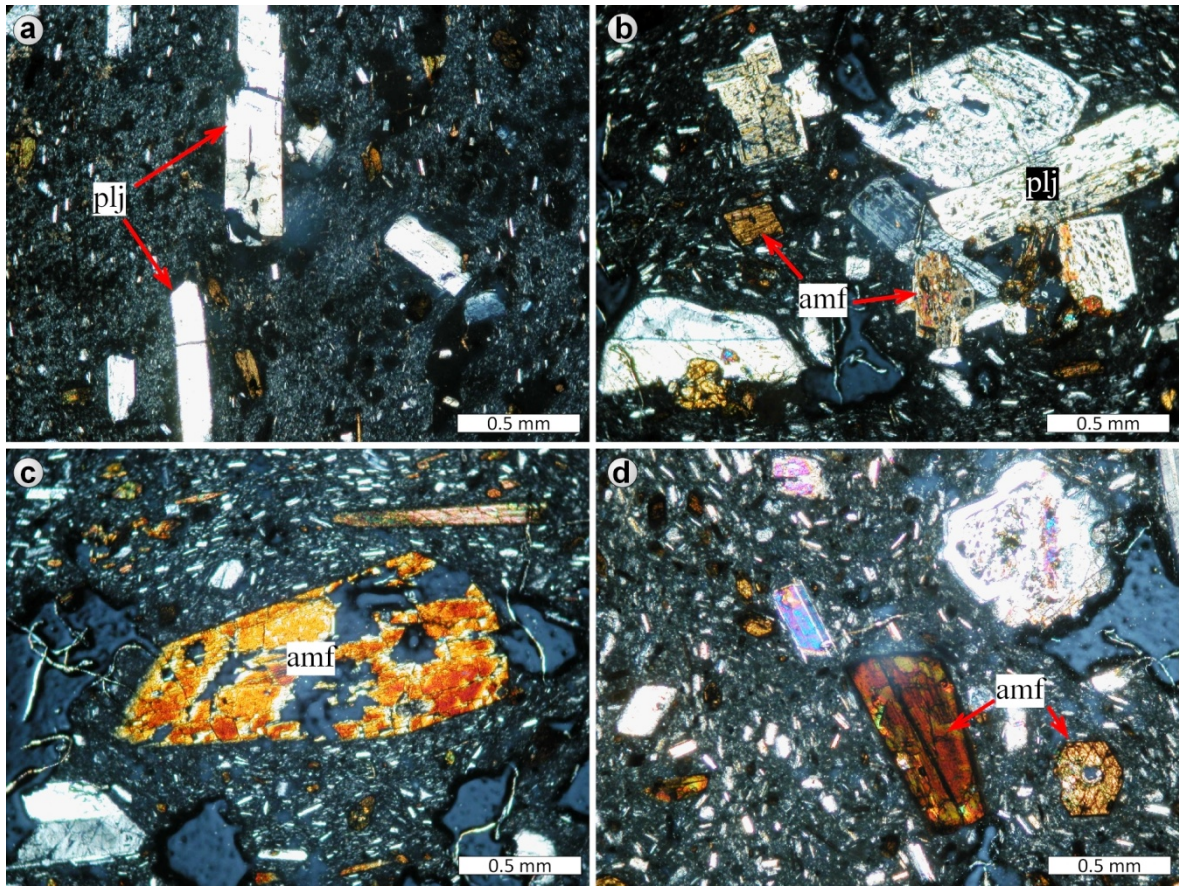
Hornblend; iri, çoğunlukla mega ve fenokristalli, yarı öz ve öz şekilli prizmatik kristaller halindedir (Şekil 32c ve d), hamurda ise küçük mikrolitler halinde bulunur. (001) yüzeyine paralel kesitlerde çift yönlü dilinimleri oldukça belirgindir. Kahverengimsi yeşil, yeşil, açık sarımsı yeşil renklere pleokroizma göstermekte olup, yüksek çift kırıcılığa sahiptir. Yer yer gaz boşluklarının etkisiyle ayrışmış ve parçalanmışlardır.

Biyotit; genellikle yarı öz şekilli küçük prizmatik kristaller, bazı örneklerde ise iri kristaller halinde bulunur. Kahverengimsi rengi ve renk pleokrozması ile belirgindir. Yer yer kırıklı ve ayrılmış bir yapı sunmaktadırlar.

Ojit; diğer ferromagnezyen minerallere oranla daha az gözlenmekte olup, çoğunlukla küçük kristaller halindedir. Sönme açıları 40-45 derece arasında değişmektedir.

Opak mineraller; küçük, çok küçük kristaller halinde, dağınık ve düzensiz şekilde gelişmiştir.

Hamur; plajiyoklas, amfibol, biyotit, piroksen ve opak minerallerin çok küçük kristallerinden oluşur.

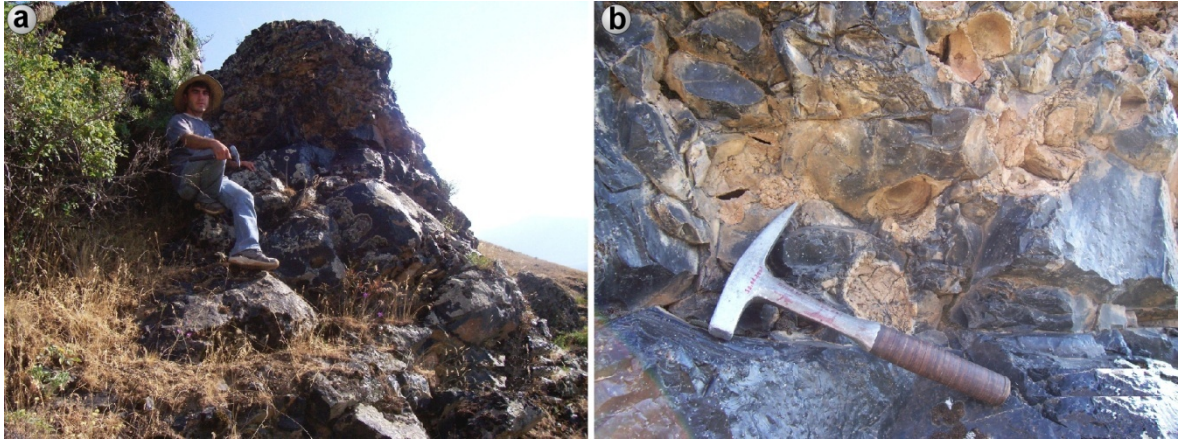


Şekil 32. Andezit örneklerinin mikroskopik görünümü, a) Mikrolitik porfirik dokulu andezit, b) Glomeroporfirik dokulu andezit, c) Amfibol (hornblend) megakristalli, d) Yarı öz ve öz şekilli amfibol minerali (plj: Plajiyoklas, amf: Amfibol, ÇN)

3.1.4.1.2.2. Riyolitler

Riyolitler, inceleme alanında Boz Tepe civarında yüzeyleme verir. Açık gri, siyahımsı renklerde yer yer açık renkli ve ayrılmış şekildedir (Şekil 33a). Özellikle riyolitlerle beraber yaygın olarak obsidiyen türü volkanitler de gözlenmektedir. Bunlar siyah koyu renkli, camsı, keskin kırılma yüzeylerine sahip, beyaz bantlı olup, çoğunlukla oval şekilli gaz boşlukları ve kırık yüzeyleri sergilemektedir (Şekil 33b). Bazı yerlerde yoğun şekilde ayrılarak killeşmişlerdir.

Yapılan petrografik çalışmalar sonucu riyolitler genel olarak porfirik, glomeroporfirik, mikrolitik porfirik, obsidiyenlerde ise camsı dokular sergilemektedir (Şekil 34).



Şekil 33. Boztepe domunun kuzeybatı yamacında yüzeyleme veren, a) Riyolit ve obsidiyenler, b) Obsidiyenlerin arazi görünümü.

Plajiyoklas; genellikle öz ve yarı öz şekilli, yer yer iri porfirler halinde, hamurda da küçük kristaller halinde bulunur. İri plajiyoklas kristalleri oligoklas (An_{20-25}) ve andezin (An_{38-42}) bileşimindedir. Bazı plajiyoklaslarda zonlu yapılar ve beraber büyümeler mevcuttur. Genellikle albit ikizi gösterirler. Çatlaklı yapı gösterenler de vardır.

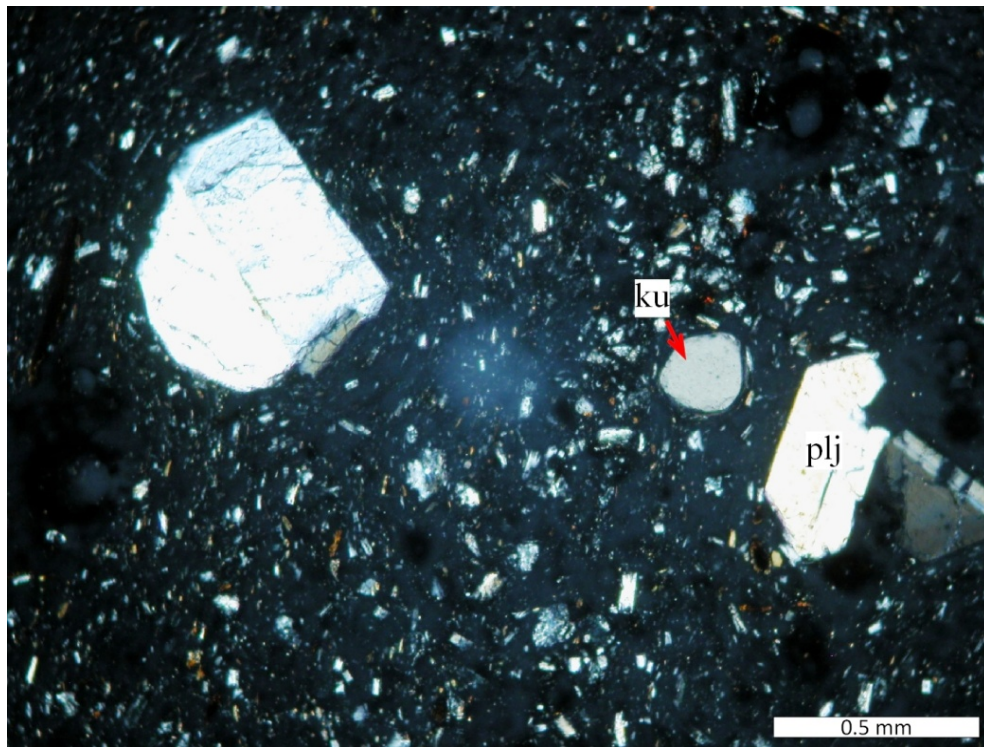
Kuars; renksiz, öz şekilsiz, küçük kristaller halinde, hamurda da çok küçük taneler halinde bulunur. Genellikle kenarları hamur tarafından yenmiş ve yuvarlaklaşmıştır (Şekil 34). Yer yer çatlaklı yapılar da mevcuttur.

Alkali feldispat; genellikle çok küçük kristaller halinde, yarı öz şekilli ve az miktarda bulunur. Cins tayini yapılamamıştır.

Biyotit öz ve yarı öz şekilli, çok küçük levhamsı kristaller halinde, aynı zamanda hamurda da çok küçük kristaller halinde bulunur. Kahverengimsi rengi ve renk pleokroizmaları belirgindir.

Hornblend çok küçük, prizmatik kristaller halinde bulunur. Yeşilimsi, açık sarı yeşilimsi renk pleokroizmaları belirgindir. Çok küçük olduklarından sönme açıları tayin edilememiştir.

Hamur çok küçük plajiyoklas, kuvars, alkali feldispat, biyotit, amfibol ve opak minerallerden oluşmaktadır.



Şekil 34. Boztepete domundan alınan riyolitin mikroskopik görünümü (ku: Kuvars, plj: Plajiyoklas, ÇN)

3.1.4.1.3. Yaş

Birimde herhangi bir yaş tayini yapılmamıştır. Aktimur ve diğ. (1995) Karatepe Andeziti üzerinde yapmış oldukları paleomanyetik yaş tayini sonucu birimin Pliyo-Kuvaterner yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Karşı (2006) ise volkanitler üzerinde yapmış olduğu K-Ar yaş tayini sonucu birimin yaşını Kuvaterner (102-140 bin yıl) olarak tespit etmiştir. Gerek inceleme alanındaki stratigrafik konumu ve gerekse önceki çalışmalarda elde edilen verilerle birimin Kuvaterner yaşlı olduğu kabul edilmiştir.

3.1.4.2. Alüvyon ve Yamaç Molozu

Bölgede Kuvaterner'in büyük bir kısmını alüvyon, alüvyon konileri ve yamaç molozu oluşturmaktadır. İnceleme alanında da oldukça geniş alanlar kaplayan ve kalın bir örtü tabakası oluşturan alüvyonlar Erzincan Ovası ile ovanın kuzeyinde dere ve çayların ova ile birleştiği yerlerde geniş alanlar boyunca yayılım gösterirler (Şekil 35).



Şekil 35. Gelintaşı Sirtının güney yamacından Erzincan ovasına genel bir bakış.

Genellikle ovayı kuşatan dağların dik yamaçları boyunca yamaç molozu ve alüvyon taraçaları da görülür (Şekil 36a). Güncel olarak oluşmaya devam eden alüvyonlar çoğunlukla çakıl ve kum, az olarak da silt ve çamur yığışımından oluşmaktadır. Örtü kalınlığı yer yer onlarca metreyi bulmakta olup, artmaya devam etmektedir. Yan derelerin ovaya girdiği yerlerde dik alüvyon konileri oluşmakta ve oldukça iri malzemeler (kum, çakıl) içermektedir (Şekil 36b).

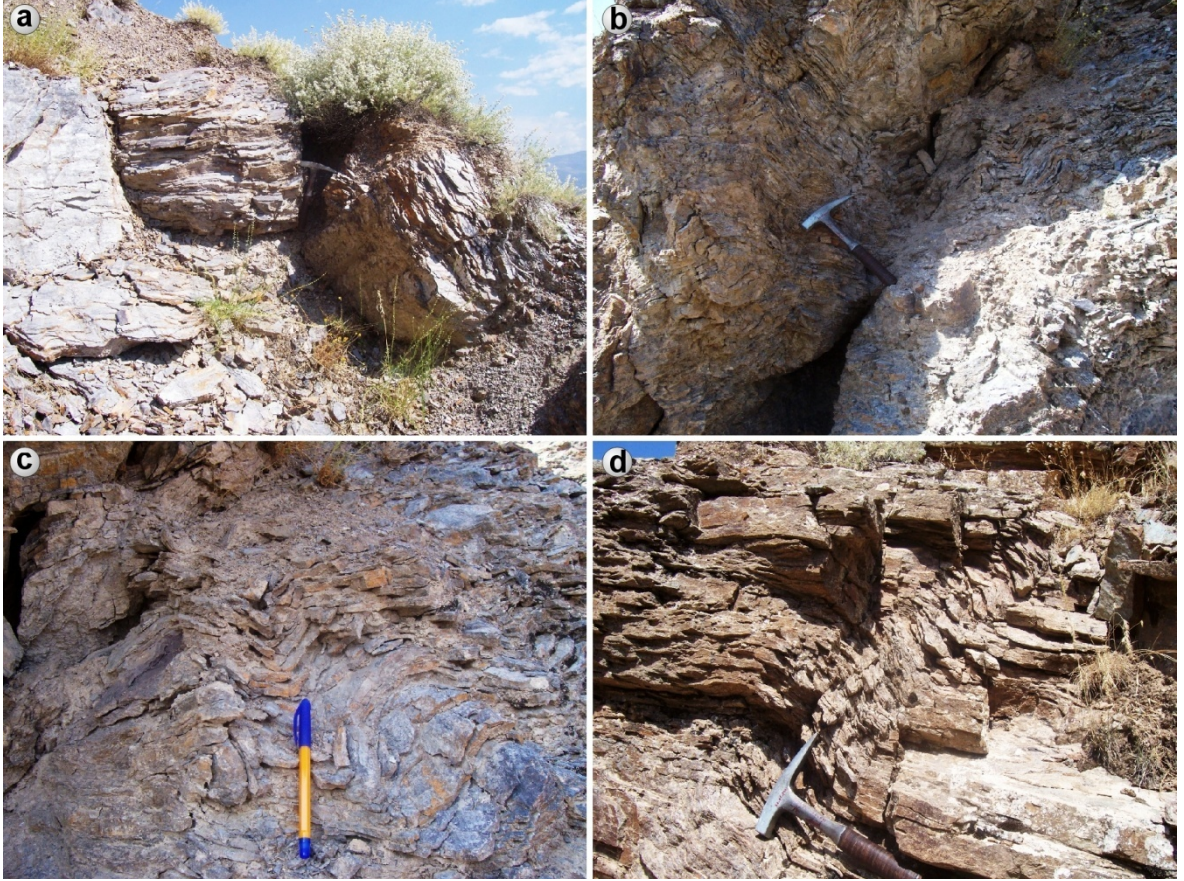


Şekil 36. Üzümlü'nün üst kesimlerinde yer alan a) Alüvyon ve yamaç molozu, b) alüvyon içerisinde bulunan kayaç parçaları ve bloklar.

3.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanı Alpin tektonik birliğine dâhil edilen Pontid ve Torid kuşaklarının geçiş bölgesi içerisinde, tektonik olarak İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunda yer almaktadır. Bölgenin en önemli yapısal unsurları Erzincan Grabeni ile yaklaşık güneydoğu-kuzeybatı uzanımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve bunlara paralel K-G hareket yönlü bindirmelerdir (Bektaş, 1981). Genelde bir sıkışma tektoniğinin hâkim olduğu bölgede metamorfik, magmatik ve çökel kayaçlarda çeşitli yapısal unsurlar gelişmiştir.

İnceleme alanında volkano-sedimanter kökenli metamorfik kayaçlarda ilksel tabakalaşmanın yanı sıra şistozite de görülmektedir. Özellikle de yeşilşistlerde daha belirgin olan şistozite yapıları genellikle ilksel tabakalaşmaya paralel gelişmiştir (Şekil 37a). Kısa mesafelerde şistozite yönleri deformasyona bağlı olarak değişmekte (Şekil 37b), yer yer ise kıvrımlanarak yoğun bir şekilde ezilmeler ve kırılmalar gözükmemektedir (Şekil 37c ve d). Ancak buna rağmen şistozitenin genel eğimleri kuzeye ve güneye doğru olup, açıları 50° den küçüktür. Üst Kretase yaşlı Ofiyolitik Karışık'taki biçim bozulması, oldukça sık, yatay ve düşey yöndeki faylanmalardan dolayı meydana gelen düzensiz tabakalaşma kıvrımlı yapıların belirlenmesine olanak tanımamıştır (Bektaş, 1981). Ayrıca, Yonca yolu Metamorfikleri'nde gelişen ancak çok küçük boyutta olmasından dolayı haritaya işlenmeyen pek çok sayıda genellikle yanal yer yer de düşey atımlı faylar mevcuttur.



Şekil 37. Yoncayolu Metamorfitleleri'ne ait yeşilşistlerde, a) İlksel tabakalaşmaya paralel gelişen şistoziteye ve küçük ölçekli kırılmalar, b) Deformasyona bağlı olarak şistozite yapılarında görülen değişiklikler, c) Deformasyondan dolayı gelişen kırıklı yapılar, d) Deformasyona bağlı gelişen ezilme ve bükülme zonları.

Buna rağmen Yoncayolu Metamorfitleleri'nde büyük çaplı bir faya rastlanılmamıştır. Kuzey Anadolu Fay Zonunun çalışma alanından geçmesi nedeniyle yöre tektonik olarak oldukça aktif ve karmaşık bir yapıda olup, irili ufaklı birçok fay ile bindirmeler gelişmiştir. Yöre, Üst Kretase'de Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşumuna dek geçen sürede K-G doğrultulu basınç kuvvetlerinin; daha sonra ise bu basınç kuvvetlerine bağlı olarak gelişmiş Kuzey Anadolu Fayı'nın sağ yönlü hareketi etkisi altında kalmıştır (Seymen, 1975; Tatar, 1978; Bektaş, 1981). Çalışma alanında Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda gelişen faylanmalar dışında en önemli tektonik yapı, alanın kuzeyinde kalan ofiyolitli karışık ile metamorfitle ve kireçtaşları arasında gelişmiş bindirme fayıdır. Bu fay yaklaşık D-B uzanımlı olup, ofiyolitli karmaşığı diğer iki birim üzerine itmiştir.

Bilindiği gibi Kuzey Anadolu Fayı, Karlıova'dan başlayıp Saros Körfezine kadar uzanan yaklaşık 1300 km uzunluğunda ve 2-110 km genişliğinde, sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır (Mckenzie, 1972; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör vd., 1985; Dewey vd., 1986; Adıyaman vd., 2001; Koçyiğit vd., 2001). Fay zonu birçok fay düzleminden oluşmuştur.

Çalışma alanının yakın çevresinde KAF zonu iki segmentten oluşmakta olup, birincisi Yarbaşı Köyü ile Üzümlü'nün güneyinde yer alan yaklaşık 30 km uzunluğunda; diğeri ise Üzümlü'nün batısından başlayarak Geçitköy ve Yalnızbağ'ı takip eden fay düzlemidir (Aktimur vd., 1995).

Çalışma alanının dışında yer alan ve KAF zonu ile birleşen Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu (KDAF) ise sol yanal doğrultu atımlı ve sağ yanal doğrultu atımlı olmak üzere birçok fay segmentinden oluşmuştur.

İnceleme alanında KAFZ ise Kuvaterner yaşlı volkan konilerinin dizilimi ile belirgindir. Alanı boydan boya kateden fay, Fırat vadisi boyunca doğuya doğru devam eder. Çoğunlukla eski ve yeni alüvyonlar tarafından örtüldüğünden doğrudan gözlem yapma imkânı oldukça azdır.

İnceleme alanında gözlenen birimler arasında; Permiyen? yaşlı Yoncayolu Metamorfileri ile Dogger-Malm? yaşlı Çayderesi Kireçtaşları arasında, Kuvaterner yaşlı Erzincan Volkaniti ile ofiyolitler ve daha yaşlı birimler arasında ve Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç Molozu ile diğeri birimler arasında olmak üzere toplam üç adet uyumsuzluk belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Üst Kretase yaşlı Refahiye Ofiyolitli Karışığı ile daha yaşlı birimler arasındaki dokanak ise tektoniktir.

3.3. Mineral Kimyası

Yoncayolu Metamorfileri'ne ait minerallerin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Bunun yanı sıra aynı laboratuvarında örneklerin Taramalı Elektron Mikroskop (TEM) görüntüleri de alınmıştır.

Tablo 1. Yeşilist ve metagranitlerde bulunan plajiyoklas örneklerinin mikroprob analiz sonuçları (M2, M10B ve M7A nolu örnekler yeşilist; M12 ve M16 nolu örnekler metagranit).

Mineral Adı	Plajiyoklas													
Örnek No	M2a	M2b	M2c	M10Ba	M10Bb	M7Aa	M7Ab	M7Ac	M12a	M12b	M12c	M16a	M16b	M16c
SiO ₂	68.74	68.38	68.17	68.00	68.06	67.99	67.88	68.09	68.06	67.92	68.17	68.00	68.07	68.26
TiO ₂	0.036	0.000	0.004	0.006	0.000	0.020	0.013	0.000	0.010	0.011	0.000	0.000	0.021	0.000
Al ₂ O ₃	19.61	19.58	19.57	19.81	19.76	19.88	19.98	19.86	19.85	19.82	19.85	19.81	19.73	19.82
Cr ₂ O ₃	0.000	0.022	0.000	0.011	0.001	0.000	0.011	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
FeO	0.063	0.071	0.152	0.068	0.075	0.000	0.046	0.039	0.010	0.005	0.043	0.020	0.030	0.153
MgO	0.000	0.000	0.009	0.001	0.000	0.000	0.009	0.000	0.010	0.002	0.005	0.008	0.012	0.000
CaO	0.036	0.083	0.051	0.148	0.153	0.131	0.318	0.340	0.211	0.175	0.152	0.170	0.121	0.117
BaO	0.008	0.000	0.000	0.015	0.007	0.000	0.027	0.015	0.005	0.004	0.003	0.000	0.000	0.004
Na ₂ O	11.69	11.69	11.69	11.71	11.66	11.72	11.59	11.62	11.63	11.60	11.72	11.67	11.69	11.68
K ₂ O	0.024	0.024	0.025	0.029	0.014	0.041	0.053	0.028	0.053	0.023	0.027	0.024	0.027	0.009
TOPLAM	100.21	99.85	99.67	99.80	99.74	99.78	99.93	100.00	99.85	99.55	99.96	99.70	99.69	100.05
<i>Katyonlar 8 oksijene göre hesaplanmıştır</i>														
Si	2.9943	2.9908	2.9885	2.9787	2.9816	2.9773	2.9709	2.9769	2.9787	2.9796	2.9799	2.9797	2.9828	2.9816
Ti	0.0012	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0007	0.0004	0.0000	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000
Al	1.0070	1.0095	1.0110	1.0226	1.0206	1.0262	1.0306	1.0234	1.0239	1.0250	1.0225	1.0233	1.0189	1.0202
Cr	0.0000	0.0007	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0004	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Fe	0.0023	0.0026	0.0056	0.0025	0.0027	0.0000	0.0017	0.0014	0.0004	0.0002	0.0016	0.0007	0.0011	0.0056
Mg	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0006	0.0001	0.0003	0.0006	0.0008	0.0000
Ca	0.0017	0.0039	0.0024	0.0069	0.0072	0.0061	0.0149	0.0159	0.0099	0.0082	0.0071	0.0080	0.0057	0.0055
Ba	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0005	0.0003	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
Na	0.9875	0.9917	0.9939	0.9945	0.9907	0.9951	0.9834	0.9849	0.9871	0.9864	0.9932	0.9914	0.9929	0.9896
K	0.0014	0.0013	0.0014	0.0016	0.0008	0.0023	0.0030	0.0015	0.0030	0.0013	0.0015	0.0014	0.0015	0.0005
TOPLAM	4.9956	5.0006	5.0036	5.0077	5.0037	5.0078	5.0065	5.0045	5.0041	5.0014	5.0062	5.0052	5.0045	5.0033
Ab	99.69	99.48	99.62	99.15	99.20	99.16	99.21	98.26	98.71	99.05	99.14	99.06	99.28	99.40
An	0.17	0.39	0.24	0.69	0.72	0.61	1.49	1.59	0.99	0.82	0.71	0.80	0.57	0.55
Or	0.14	0.13	0.14	0.16	0.08	0.23	0.30	0.15	0.30	0.13	0.15	0.14	0.15	0.05

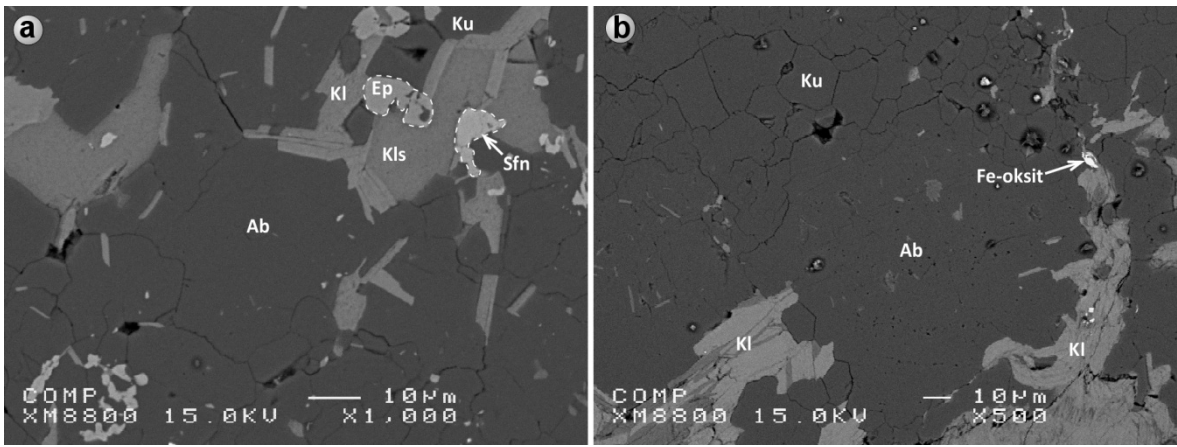
Tablo 2. Yeşilşist, metabazik ve metagranitte bulunan muskovit, epidot, amfibol, piroksen ve klorit'e ait mikroprob analiz sonuçları (M10B, M7A, M23, M2 ve M17 yeşilşist; M16 metagranit; M32 metabazik).

Mineral Adı	Muskovit			Epidot	Amfibol			Piroksen	Klorit			
	M10B	M7A	M23	M16	M23	M32	M32	M32	M23	M2	M17	M17
Örnek No												
SiO ₂	46.20	47.64	49.71	37.20	55.47	52.26	51.06	50.65	51.85	25.91	28.31	28.21
TiO ₂	0.178	0.123	0.069	0.086	0.022	0.508	0.639	0.365	0.191	0.033	0.002	0.016
Al ₂ O ₃	32.91	28.94	27.22	20.85	1.14	3.63	4.08	4.59	2.15	19.94	21.19	21.07
Cr ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.094	0.059	0.355	0.043	0.027	0.043	0.054
FeO	2.97	3.93	2.34	14.62	10.25	13.41	13.80	13.89	11.17	26.97	13.47	13.51
MgO	0.765	2.02	3.66	0.103	17.50	16.22	15.70	15.56	16.02	14.67	23.73	23.88
MnO	0.004	0.014	0.030	0.327	0.228	0.309	0.307	0.314	0.302	0.457	0.315	0.283
CaO	0.046	0.000	0.039	22.75	12.48	11.16	11.21	11.08	17.70	0.067	0.098	0.060
Na ₂ O	0.768	0.275	0.138	0.000	0.244	0.551	0.592	0.724	0.251	0.013	0.000	0.006
K ₂ O	10.52	11.56	11.75	0.000	0.008	0.033	0.075	0.054	0.000	0.003	0.008	0.005
TOPLAM	94.34	94.51	94.95	95.93	97.36	98.17	97.53	97.58	99.68	88.09	87.17	87.09
Si	3.1375	3.2633	3.3598	3.2580	7.9009	7.5131	7.4231	7.3702	1.9381	5.490	5.606	5.596
Ti	0.0091	0.0063	0.0035	0.0057	0.0024	0.0549	0.0698	0.0400	0.0054	0.005	0.000	0.002
Al	2.6342	2.3367	2.1682	2.1526	0.1907	0.6153	0.6989	0.7876	0.0948	4.985	4.954	4.932
Cr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0107	0.0068	0.0408	0.0013	0.005	0.007	0.008
Fe ⁺²	0.1684	0.2253	0.1324	1.0708	1.2213	1.6127	1.6783	1.6901	0.3491	4.790	2.230	2.241
Mg	0.0775	0.2061	0.3683	0.0134	3.7159	3.4758	3.4023	3.3741	0.8924	4.636	7.005	7.061
Mn	0.0002	0.0008	0.0017	0.0243	0.0275	0.0376	0.0378	0.0387	0.0095	0.082	0.053	0.048
Ca	0.0034	0.0000	0.0028	2.1352	1.9049	1.7190	1.7469	1.7270	0.7089	0.015	0.021	0.013
Na	0.1012	0.0365	0.0181	0.0000	0.0675	0.1535	0.1669	0.2043	0.0182	0.011	0.000	0.005
K	0.9111	1.0104	1.0136	0.0000	0.0015	0.0061	0.0140	0.0099	0.0000	0.002	0.004	0.003
TOPLAM	7.0426	7.0855	7.0684	8.6600	15.0349	15.1987	15.2448	15.2827	4.0178	19.901	19.795	19.830
Al ^{IV}	1.725	1.473	1.280		0.136	0.600	0.682	0.767		2.510	2.394	2.404
Al ^{VI}	3.543	3.200	3.056		0.054	0.000	0.000	0.000		2.475	2.560	2.528
Fe ⁺² /(Fe ⁺² +Mg)	0.685	0.522	0.265		0.213	0.121	0.141	0.125		0.508	0.241	0.241
Mg/(Mg+Fe ⁺²)	0.315	0.478	0.736		0.787	0.878	0.859	0.875		0.492	0.766	0.765
T(°C) Klorit	Cathelineau ve Nieva (1985); Cathelineau (1988)'e göre								342.14	323.45	325.08	
Termometresi	Jowett (1991)'e göre								347.53	320.26	321.91	

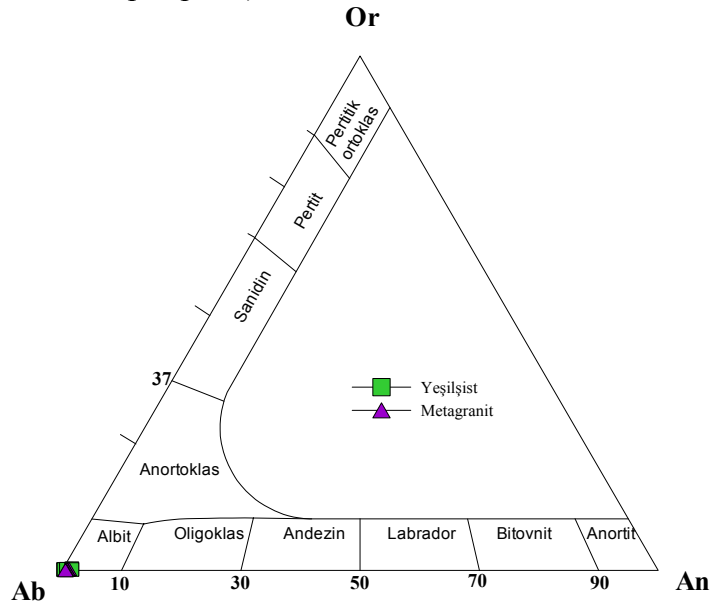
muskovit 11, epidot 13, amfibol 23, piroksen 8 ve klorit 28 oksijene göre hesaplanmıştır.

3.3.1. Plajiyoklas

Metamorfik kayaların tümünde bulunan plajiyoklaslar ilksel kayaca ait kalıntılar şeklindedir. Mevcut plajiyoklaslar ise metamorfizmanın etkisiyle tamamen albite dönüşmüş olup, genelde porfiroblastlar şeklindedir (Şekil 38a ve b). Bunun yanı sıra yer yer Fe-oksit kapanımları da içermektedir (Şekil 38b). Bileşimleri genellikle $An_{0,17-1,59} Ab_{98,26-99,69} Or_{0,05-0,30}$ arasında değişmektedir (Şekil 39). Bu durum yeşilist fasiyesinin tipik özelliğini de ($An < 7$) yansıtmaktadır. Özellikle kloritlerle birliktelik oluştururlar.



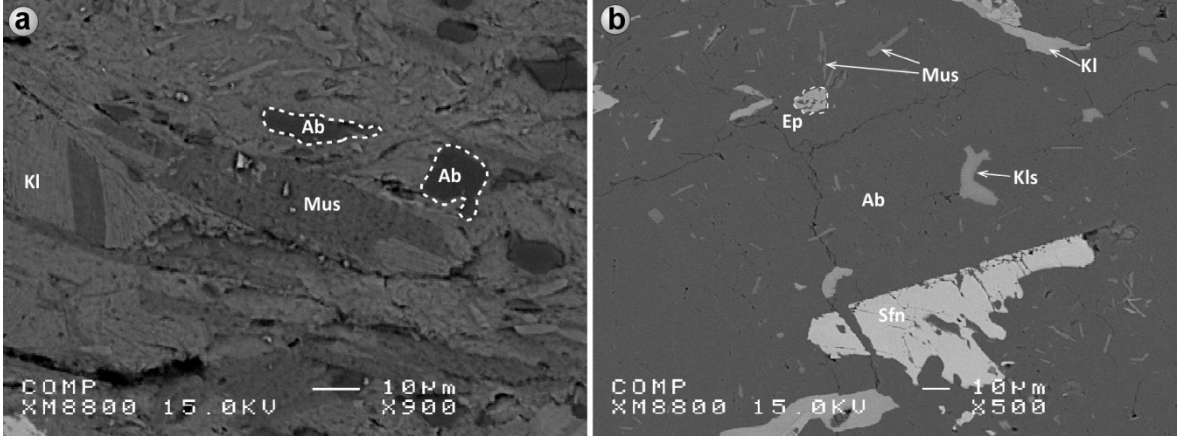
Şekil 38. Yeşilistlerden alınan a) kalsit-epidot-klorit-albit-kuvars şistteki albit porfiroblastı, b) klorit-albit-kuvars şistte mevcut Fe-oksit kapanımlarının back-scatter TEM görüntüleri (Ab: Albit, Ku: Kuvars, Kl: Klorit, Kls: Kalsit, Sfn: Sfen, Ep: Epidot).



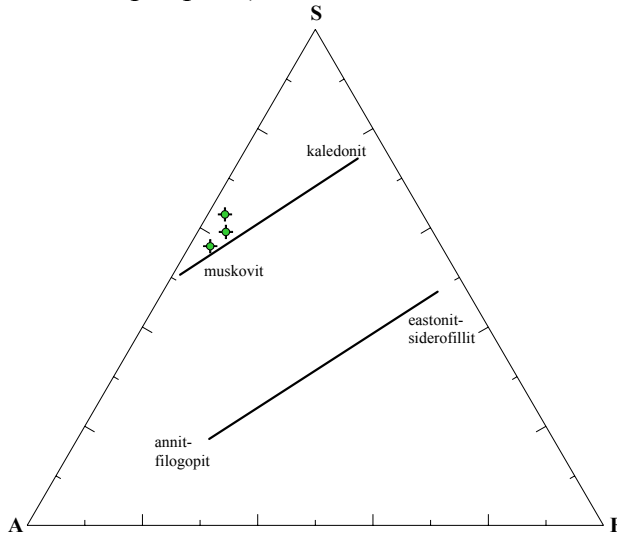
Şekil 39. Yeşilist ve metagranitlerde bulunan plajiyoklasların Or-Ab-An üçgen diyagramındaki konumları (■: yeşilist, ▲: metagranit).

3.3.2. Muskovit

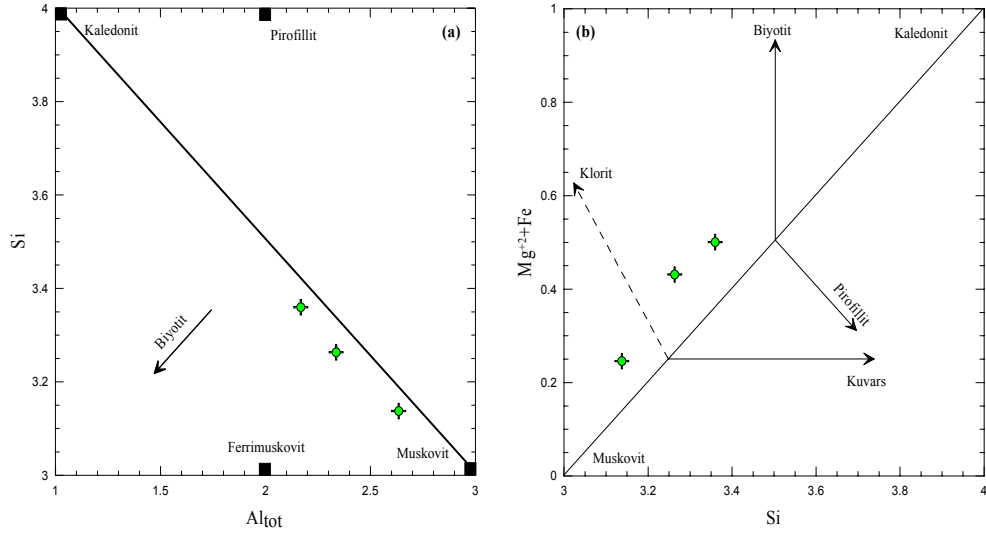
Muskovitlerin mikroprob analizleri Tablo 8’de verilmiştir. X_{Fe} değerleri 0,27-0,67; X_{Mg} değerleri ise 0,32-0,74 arasındadır. Muskovit mineralleri örneklerde çok fazla bulunmayıp, daha çok ilksel kayacı kil içeren alanlarda gözlenmektedir. Yer yer 0.5mm yi bulan muskovitlere rastlanmakla beraber (Şekil 40a) çoğunlukla 0.1mm ve altında boyutlara sahiptir (Şekil 40 b). Beyaz mikaların $SiO_2-Al_2O_3-FeO$ üçgen diyagramına (Vidal vd., 1999) göre yapılan sınıflamasında tamamının muskovit bileşiminde olduğu gözlenmektedir (Şekil 41). $Si-Al_{tot}$ (Şekil 42a) ve $(Mg^{+2}+Fe)-Si$ (Şekil 42b) diyagramlarında örneklerde bulunan mikaların muskovit yönsemesine doğru oldukları gözlenmiş olup, muskovit sonucunu desteklemektedir.



Şekil 40. a) Muskovit-klorit-albit şist, b) Muskovit-klorit-epidot albit şist örneklerinin back-scatter TEM görüntüsü (Kl: Klorit, Ab: Albit, Mus: Muskovit, Sfn: Sfen, Kls: Kalsit, Ep: Epidot).



Şekil 41. Mika minerallerinin $SiO_2-Al_2O_3-FeO$ üçgen diyagramındaki konumları (Vidal vd., 1999).



Şekil 42. a) Si- Al_{tot} , ve b) Si- $(Mg^{+2}+Fe^{+2})$ sınıflama diyagramları (Potel, 2007).

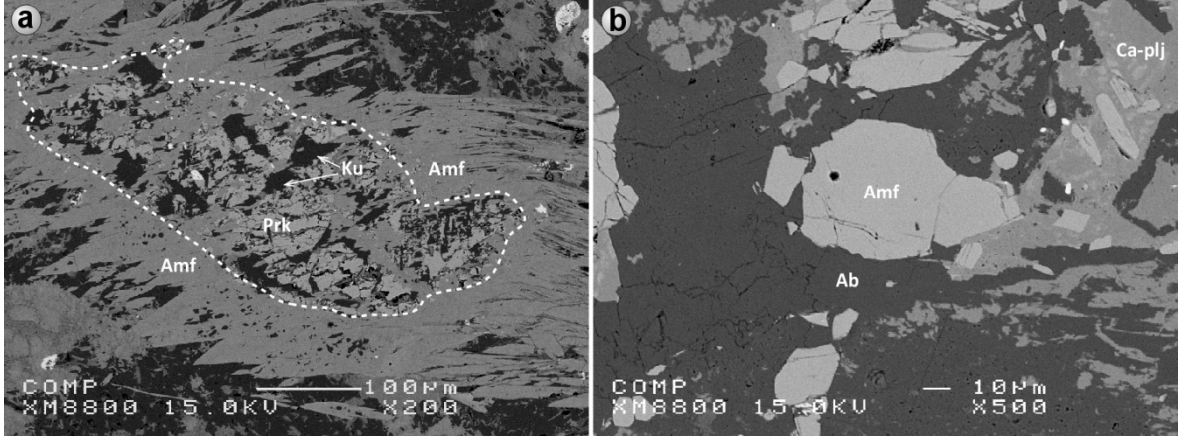
3.3.3. Amfibol

Amfiboller bazı yeşilşist örneklerinde ve metabaziklerde bulunmakta olup, büyük bir çoğunluğu ilksel magmatik amfibol şeklinde, bir kısmı ise yeşilşistlerde ayrışma sonucu piroksen minerallerinin etrafını saracak şekilde gelişmiştir (Şekil 43a). Metabaziklerde bulunan amfiboller yarı öz şekilli ve öz şekilsiz porfiroblastlar halindedir (Şekil 43b). Amfibollerin piroksenlerle beraber bulunduğu örneklerde ayrışmış piroksen mineralleri arasında yer yer kuvars mineralleri de bulunmakta olup, bunların metamorfizma etkisi ile ikincil olarak gelişmiş olabileceği düşünülmektedir.

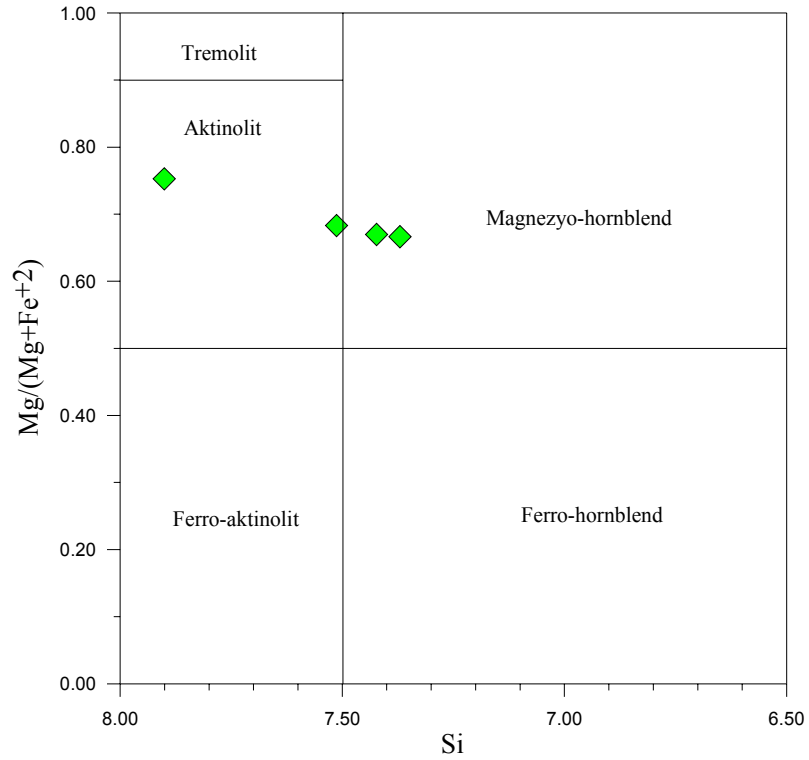
Amfibolün $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı 0,79-0,88 arasında değişmektedir. Si- $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ sınıflama diyagramında (Leake vd., 1997) yeşilşistlerdeki bulunan amfibol mineralinin (M23 nolu örnek) bileşimlerinin aktinolit, metabaziklerdeki amfibol minerallerinin ise magnezyo-honblend (M32 nolu örnek) olduğu belirlenmiştir (Şekil 44). Magnezyo-honblend türünde olanlar genelde renksiz, soluk yeşil renklere iken aktinolit türünde olanlar ise iğnemsidir.

Amfibol minerallerinden hesaplanan jeobarometre değerleri Schmidt (1992)'ye göre 0,2-0,6 (+/-0,6) kbar, Hollister vd., (1987)'ye göre ise 0,4-0,9 (+/-1) kbar bulunmuştur. Basınç değerlerinin bu denli düşük çıkmasının nedeni ise bazik kayaların düşük dereceli metamorfizmaya uğramaları sonucu amfibol minerallerinin dengelerini kaybederek bozunması ve klorite dönüşmesinden kaynaklanmaktadır.

Özellikle basınç değerleri hesaplanırken toplam Al elementi baz alındığından, metamorfizma ile bu elementteki değişimler de basınç değerlerini etkilemiştir.



Şekil 43. a) Yeşilşistlerde bulunan ayrılmış piroksen minerali ve etrafını saran amfiboller, b) Metabaziklerde bulunan porfiroblastlar şeklindeki amfibollerin back-scatter TEM görüntüsü (Amf: amfibol, Prk: Piroksen, Ku: Kuvars, Ab: Albit, Ca-plj: Ca'ca zengin plajiyoklas).

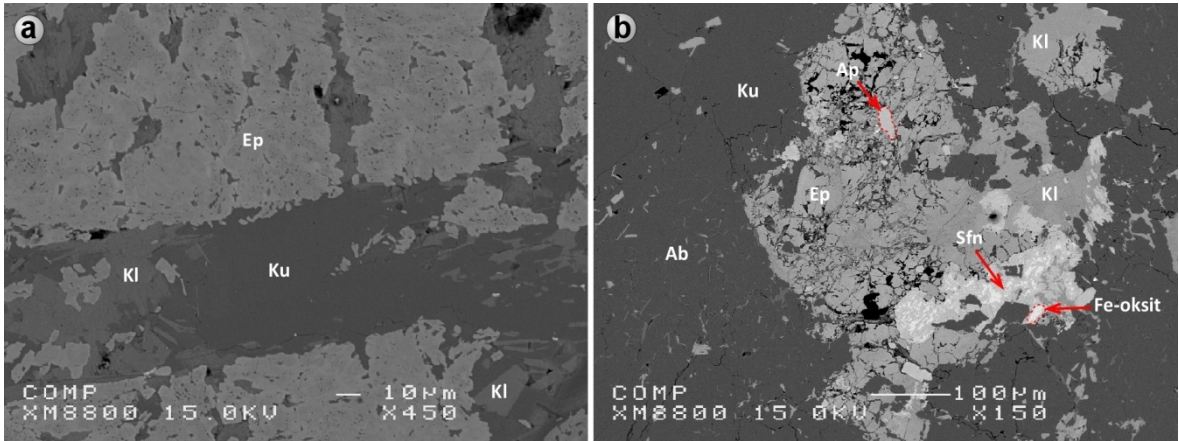


Şekil 44. Amfibol minerallerinin Leake vd., 1997'ye göre sınıflandırılması.

3.3.4. Klorit

M2 ve M17 nolu örneklerine ait 3 adet mikroprob analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Kloritlerin toplam Fe içerikleri 2,23-4,79 arasında iken, Mg içeriği 4,63-7,06 arasındadır. Mn ve Ti oranları ise oldukça düşük olup, Mn içeriği 0,048-0,082, Ti içeriği ise 0-0,005 arasında değişmektedir. $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı 0,49-0,76 arasındadır. Yeşilşistlerde genellikle metamorfizma ürünü olarak gözlenen klorit mineralleri (Şekil 45a), metagranit ve metabaziklerde daha çok ayrışma ürünü olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 45b). Yeşilşistlerde özellikle epidot, albit, kuvars ve serizit mineralleri ile birliktelik içerisinde bulunurlar. Yer yer boyutlarının birkaç mm ye çıkmasına rağmen, çoğunlukla ince tanelidir. Kloritler yeşilşistlerde fasiyes ve metamorfizma koşullarının belirlenmesinde oldukça önemli bir indeks mineral konumundadır.

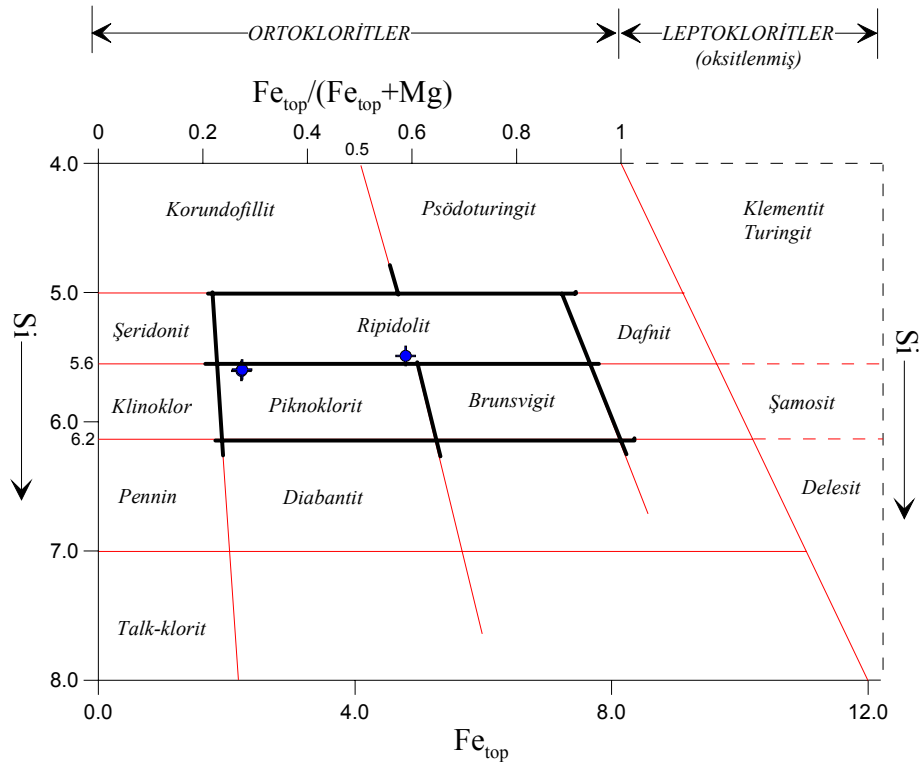


Şekil 45. a) Yeşilşistlere ait epidot-klorit-kuvars şist örneğinin back-scatter TEM görünümü ve minerallerin birbirleri ile olan ilişkileri, b) Metagranitlerde ayrışma sonucu oluşan klorit ve epidot mineralleri ile apatit ve Fe-oksit kapanımları (Ep: Epidot, Ku: Kuvars, Kl: Klorit, Ab: Albit, Sfn: Sfen).

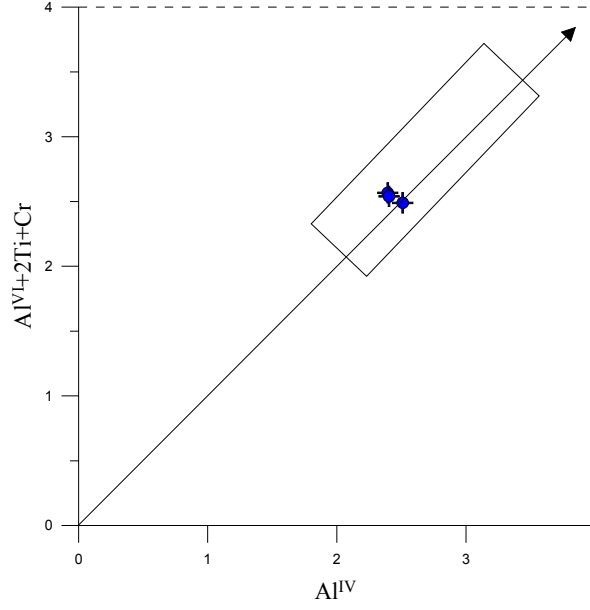
Hey (1954)’e göre yapılan sınıflamaya göre incelenen klorit minerallerinin tümünün ortokloritler sınıfında yer aldığı, bunlardan iki adet örneğin ripidolit, bir adet örneğin ise piknoklorit türü olduğu belirlenmiştir (Şekil 46).

Klorit örneklerinin ripidolit alanında yoğunlaşması metapelitik, ripidolit-piknoklorit alanında yoğunlaşmaları metabazik ve ripidolit-brunsvigit alanında yoğunlaşmaları ise felsik kayalara işaret etmektedir (Zane vd., 1998).

Buna göre, çalışma alanında, ripidolit-piknoklorit alanında olan klorit örnekleri metabazik bileşime, ripidolit alanında bulunan klorit örnekleri ise metapelitik bileşime işaret etmektedir. Bu sonuçlar diğer verilerle de örtüşmektedir. $(Al^{VI}+2Ti+Cr)-Al^{IV}$ diyagramında ise kloritlerin dikdörtgen alan içerisinde alt taraflara düşmesi (Şekil 47), yine bileşimlerinin metabazik karakterde olduğunu desteklemektedir. Bu durum ise özellikle yeşilşist fasiyesinin karakteristik özelliğini yansıtmaktadır.



Şekil 46. Hey (1954)'e göre yapılan kloritlerin sınıflandırma diyagramı ve incelenen kloritlerin diyagramdaki konumları (koyu siyah çizgiler kloritlerin farklı bileşimlerini yansıtmaktadır (Zane vd., 1998).



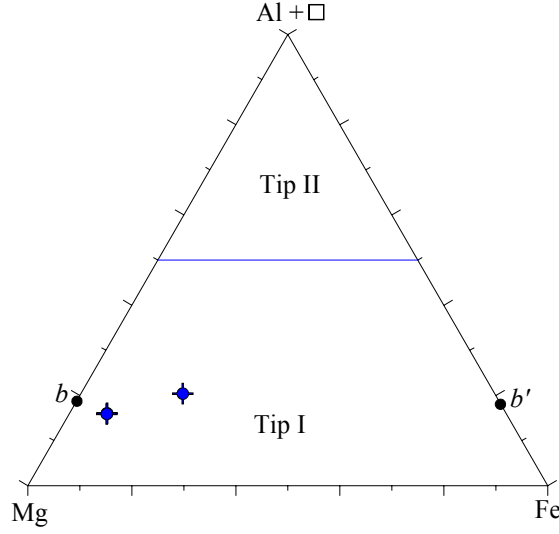
Şekil 47. Al^{IV} 'e karşı $Al^{VI}+2Ti+Cr$ diyagramı (dikdörtgen alanın üst kesimleri metapelitik, orta kesimleri felsik, alt kesimleri ise metabazik karakteri göstermektedir; Zane vd., 1998).

Gerek oktahedral ve gerekse tetrahedral kloritler içerdiği Fe-Mg-Al oranlarına göre Tip-I ve Tip-II olarak iki genel gruba ayrılmaktadır. Aynı zamanda bu iki grup Mg-kloritler, Fe-kloritler ve Al-kloritler şekilde 3 alt gruba ayrılırlar (Zane ve Weiss, 1998).

Kloritlerin genel formülü $(R_x R_y^{+3} \square_{12-x-y})^{VI} (Si_z R_{8-z}^{+3})^{IV} O_{20} OH_{16}$ olup, R^{+2} genel olarak Mg^{+2} , Fe^{+2} ; R^{+3} ise Al^{+3} , Fe^{+3} ve \square ise mineral formülünde elementlerin girdiği odacıklardaki boşlukları temsil eder (Bailey, 1998). $R=R^{+2}+Fe_{tot}$ ve kimyasal hesaplamalarda boşluk oranı da dikkate alınırsa; $x_{\square}=12-\sum(R^{+2}+R^{+3}+R^{+4})^{VI}$ dir. Kloritlerde Mg, Fe, Al ana oktahedral katyonları oluşturur ve baskın olan elemente göre Al-klorit, Mg-klorit ve Fe-klorit olarak adlandırılır. Mineralde Al oranının artmasıyla da ona eşlik eden bir boşluk da ortaya çıkar. Bu nedenle iki tip klorit ayırt edilmiştir (Zane ve Weiss, 1998).

- I. Tip; $x_{Mg} + x_{Fe-tot} \geq x_{Al} + x_{\square}$ (x= birim formül başına düşen atom sayısı)
- II. Tip; $x_{Mg} + x_{Fe-tot} < x_{Al} + x_{\square}$ olarak adlandırılır.

Buna göre Al+ \square -Fe-Mg üçgen diyagramında incelenen klorit örneklerinin Tip I bölümüne düştükleri görülmüştür. Al, Mg ve Fe katyonlarından Mg oranının daha baskın olmasından dolayı kloritler Mg-klorit olarak adlandırılmıştır (Şekil 48). Bu durum ise bu örneklerin metabazik bileşimde olduğunu desteklemektedir.



Şekil 48. Kloritlerin Tip I ve Tip II bileşimlerini gösteren üçgen diyagram. Tip I baskın olan katyona göre Fe-klorit ve Mg klorit, Tip II Al-kloritleri gösterir. b= klinoklor, b'= şamosit (Bailey, 1980; Zane ve Weiss, 1998).

3.4. Jeokimya

3.4.1. Yoncalı Metamorfizmi'nin Jeokimyasal Özellikleri

3.4.1.1. Giriş

Çalışma kapsamında ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılmış ve bunlardan yararlanılarak metamorfik kayaların kimyasal özellikleri ile köken kayaları genel olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

3.4.1.2. Ana ve İz elementler

Metamorfik kayalara ait örneklerden yapılan ana ve iz element analiz sonuçları Tablo 3'de, nadir toprak element analiz sonuçları ise Tablo 4'de verilmiştir. Yeşilistlerde özellikle SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO ve Na_2O değerleri oldukça değişkendir.

Tablo 3. Yoncalı Metamorfitleri'ne ait kayaların ana (% ağırlık) ve iz (ppm) element analiz değerleri.

Kayaç Adı	Yeşilistler									
	Örnek No	M1	M2	M3	M13	M15	M17	M17B	M14	M7A
SiO ₂	67.78	50.74	57.82	50.72	79.36	44.99	49.28	46.36	76.77	75.33
Al ₂ O ₃	11.76	15.86	13.08	21.2	8.73	21.7	21.81	21.37	9.48	9.77
Fe ₂ O ₃ *	7.02	9.62	12.66	7.51	1.72	6.3	7.83	6.82	2.05	2.26
MgO	2.45	3.83	4.62	2.33	0.76	5.43	2.4	4.97	0.86	1.03
CaO	2.16	7.67	4.18	10.69	2.09	14.58	11.25	11.97	2.46	3
Na ₂ O	4.73	4.99	2.68	2.97	3.98	1.33	3.02	2.2	4.41	4.49
K ₂ O	0.06	0.13	0.42	0.52	0.45	dla	0.51	0.17	0.45	0.36
TiO ₂	0.86	0.87	1.06	0.43	0.22	0.17	0.53	0.27	0.23	0.25
P ₂ O ₅	0.1	0.09	0.08	0.05	0.05	0.01	0.05	0.02	0.06	0.06
MnO	0.1	0.17	0.28	0.12	0.07	0.14	0.13	0.13	0.08	0.1
Cr ₂ O ₃	dla	0.002	0.001	dla	dla	0.01	0.001	0.009	dla	dla
LOI	2.9	5.9	3	3.3	2.5	5.2	3.2	5.6	3.2	3.4
TOPLAM	99.92	99.87	99.88	99.85	99.92	99.9	100.01	99.89	100.05	100.05
Ba	11.4	34.3	88.8	115.1	100.4	7.9	107.3	26	82.3	69.4
Be	dla	dla	dla	dla	1	dla	dla	1	dla	1
Co	8.5	24.2	26.8	18.2	1.7	22.3	18.3	22.5	2.1	2.2
Cs	dla	dla	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2
Ni	dla	dla	dla	dla	dla	32	dla	10	dla	dla
Sc	30	37	49	27	9	33	27	35	10	10
Ga	12.7	15.9	15.5	16.2	7.1	15.3	17.2	15.5	7.5	7.8
Hf	1.5	1	1.1	0.5	1.6	dla	0.5	dla	2	2.4
Nb	0.7	0.8	0.5	dla	0.8	dla	0.5	dla	0.9	1
Rb	0.7	1.8	6.7	7.3	7.6	0.5	7	2	7.6	6.1
Sn	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	1
Sr	33.2	302.1	190.1	266.2	59.4	308.6	296.9	253.9	60.8	69.6
Ta	0.1	0.1	dla	dla	dla	dla	dla	dla	0.1	0.1
Th	0.2	0.8	0.3	0.5	0.4	0.1	0.3	dla	0.6	0.4
U	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3
V	32	401	368	281	12	146	334	196	10	9
W	0.6	0.4	0.7	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
Zr	36.2	30.1	23.4	14.1	55.9	6.3	14.4	5.6	63.1	69.5
Y	29	16	24.3	9.5	29.1	4.7	9.3	5.7	29	33.1
Mg#	25.87	28.48	26.74	23.68	30.65	46.29	23.46	42.15	29.55	31.31
K₂O/Na₂O	0.01	0.03	0.16	0.18	0.11	dla	0.17	0.08	0.10	0.08

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. LOI (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği.

Mg# = 100xMg/(Mg+Fe⁺²). dla: Deteksiyon limitinin altında

Tablo 3'ün devamı

Kayaç Adı	Yeşilistler									
	Örnek No	M7C	M27	M20	M10B	M20B	M23	M4	M24A	M11
SiO ₂	77.2	74.32	48.28	70.96	60.27	49.85	49.4	71.41	71.96	64.64
Al ₂ O ₃	9.59	12.16	18.6	13.99	15.14	17.51	15.37	9.68	13.34	14.7
Fe ₂ O ₃ *	2.4	3.31	10.72	3.27	7.08	9.49	12.21	3.39	4.5	4.94
MgO	1.04	1.22	6.64	1.13	3.3	7.37	5.16	4.37	1.68	3.7
CaO	2.13	0.71	7.95	1.84	6.38	7.69	5.9	3.64	0.28	1.63
Na ₂ O	4.35	5.68	2	4.95	1.31	2.34	3.5	4.66	6.14	3.16
K ₂ O	0.36	0.67	0.34	0.93	1.97	0.4	0.15	0.65	0.05	3.41
TiO ₂	0.24	0.4	0.5	0.31	0.5	0.45	0.86	0.25	0.37	0.61
P ₂ O ₅	0.06	0.09	0.04	0.06	0.08	0.05	0.05	0.05	0.06	0.23
MnO	0.08	0.04	0.15	0.06	0.12	0.15	0.3	0.2	0.05	0.13
Cr ₂ O ₃	dla	dla	0.002	dla	0.002	0.008	0.003	dla	dla	dla
LOI	2.6	1.3	4.8	2.4	3.7	4.6	7	1.6	1.5	2.7
TOPLAM	100.04	99.9	100.03	99.91	99.85	99.92	99.91	99.9	99.94	99.85
Ba	73.8	200.3	55.1	216.2	198.7	38.2	23.4	124.3	16.1	506.7
Be	dla	1	1	dla	1	dla	dla	1	dla	1
Ni	dla	dla	12	dla	6	18	dla	dla	dla	dla
Sc	10	15	43	14	28	39	47	10	14	15
Co	2.3	3.7	31.6	4.4	14.9	30.1	36.5	6.5	4.8	5
Cs	0.2	0.3	0.2	0.4	1.2	0.2	0.1	0.4	dla	3.1
Ga	7.8	10.8	14.4	11.4	13.9	14	16.7	5.9	12	14.9
Hf	2.3	2.7	dla	1.7	1.3	0.6	dla	2.1	2	3.2
Nb	0.9	1	dla	1	0.9	dla	dla	1.4	1.1	3.5
Rb	6	5	2.5	13.4	19.8	4.4	2	7.9	dla	46.8
Sn	1	1	dla	dla	dla	dla	dla	1	dla	1
Sr	60	48.5	212.4	59.1	447.1	86.2	117.4	81.5	35.1	188.3
Ta	0.1	0.1	dla	0.1	0.1	dla	dla	0.1	0.1	0.2
Th	0.5	0.4	dla	1.2	0.7	0.1	0.1	1.6	0.5	5.1
U	0.2	0.4	0.1	0.4	0.3	0.2	0.1	0.6	0.2	1.2
V	9	29	329	57	190	296	441	29	49	42
W	0.4	0.1	dla	0.4	0.1	0.7	0.2	0.2	0.2	0.6
Zr	65.3	73	12.9	49.9	36.9	14.7	11	68.1	48.9	97
Y	33.2	37.9	9.3	18.1	18.6	9.9	15.2	16.9	18.3	24.5
Mg#	30.23	26.93	38.25	25.68	31.79	43.71	29.71	56.31	27.18	42.82
K₂O/Na₂O	0.08	0.12	0.17	0.19	1.50	0.17	0.04	0.14	0.01	1.08

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. LOI (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği.

Mg#= 100xMg/(Mg+Fe⁺²). dla: Deteksiyon limitinin altında

Tablo 3'ün devamı

Kayaç Adı	Yeşilistler									
	Örnek No	M9B	MT1	M30	M30A	M6	M6B	MT2	MT3	M21
SiO ₂	71.16	48.85	47.85	49.21	58.6	63.49	49.24	51.41	45.22	73.19
Al ₂ O ₃	14.11	19.33	17.89	16.96	15.28	15	18.81	16.72	14.12	12.96
Fe ₂ O ₃ *	3.03	10.97	10.43	12.39	7.24	5.93	9.3	12.43	9.8	3.17
MgO	2.63	3.12	8.22	7.21	2.74	2.42	4.76	6.04	4.24	2.28
CaO	0.42	11.84	2.71	2.65	5.68	3.96	4.05	3.72	10.34	0.63
Na ₂ O	5.78	1.86	3.17	4.49	3.51	3.84	6.2	4.65	5.08	5.67
K ₂ O	0.31	0.1	2.26	0.57	0.75	0.88	0.8	0.06	0.67	0.09
TiO ₂	0.52	0.72	0.51	0.71	0.58	0.42	0.52	0.93	0.44	0.35
P ₂ O ₅	0.05	0.11	0.03	0.04	0.09	0.07	0.07	0.07	0.01	0.06
MnO	0.04	0.16	0.19	0.2	0.24	0.12	0.17	0.16	0.11	0.05
Cr ₂ O ₃	0.002	0.001	0.002	0.001	dla	dla	dla	dla	0.006	0.006
LOI	2	2.9	6.8	5.6	5.3	3.9	6.1	3.7	9.9	1.6
TOPLAM	100.06	99.97	100.06	100.04	100.01	100.04	100.03	99.9	99.94	100.06
Ba	61.8	27.7	122	35.7	111.3	173.7	205.6	19.4	10.7	14.3
Be	1	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	1	1
Ni	dla	20	10	dla	7	dla	24	18	12	17
Sc	24	32	38	43	29	23	32	42	33	12
Co	7.2	27.4	29.3	32.3	15.2	13.5	26.1	30	26.4	5.1
Cs	0.1	0.1	1	0.3	0.3	0.3	0.2	dla	0.5	dla
Ga	10.9	19.6	15.2	17.7	15	13.1	14.2	15.2	8.9	10.6
Hf	2.1	0.7	0.5	0.7	1.2	1.7	dla	0.6	dla	1.9
Nb	0.9	0.6	dla	dla	0.8	0.9	0.5	dla	dla	1.1
Rb	3.6	1.3	17.3	4	11.3	12.2	13.4	dla	11.8	1.1
Sn	1	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	dla	1
Sr	33	914.6	40.7	55.8	102.9	150.5	58.5	160.6	29.2	42.9
Ta	0.1	dla	dla	dla	dla	0.1	dla	dla	dla	dla
Th	0.3	1	0.1	0.1	0.5	1.1	0.5	dla	dla	0.9
U	0.2	0.3	dla	0.1	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2
V	20	379	289	394	159	129	268	374	326	42
W	0.9	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	1.4	1.9	0.5
Zr	58.6	19.1	13.6	19	34.1	45.9	17.1	14.8	10.2	50.7
Y	37.9	13.6	14.4	14	22.1	19.2	11.1	16.7	8.6	24.9
Mg#	46.47	22.14	44.08	36.79	27.45	28.98	33.85	32.70	30.20	41.83
K₂O/Na₂O	0.05	0.05	0.71	0.13	0.21	0.23	0.13	0.01	0.13	0.02

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. LOI (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği.

Mg#= 100xMg/(Mg+Fe⁺²). dla: Deteksiyon limitinin altında

Tablo 3'ün devamı

Kayaç Adı	Metadasit		Metabazik	Kalkışit		Metagranit			
	M25	M9A	M32	M18	M19	M12B	M16	MS1	MS2
Örnek No									
SiO ₂	75.54	77.16	56.3	1.42	0.85	76.14	77.97	75.58	73.48
Al ₂ O ₃	10.71	12.25	14.05	0.35	0.28	11.22	10.88	11.74	12.44
Fe ₂ O ₃ *	2.22	1.65	7.44	0.18	0.24	3.17	2.8	3.44	4.09
MgO	0.75	1.43	7.13	0.67	2.31	0.76	0.63	0.84	1.14
CaO	2.73	0.4	6.6	54.59	52.83	1.89	1.19	1.72	1.56
Na ₂ O	5.06	5.37	5.46	0.04	0.01	5.03	4.99	5.03	5.37
K ₂ O	0.37	0.2	0.47	0.05	0.09	0.07	0.2	0.2	0.17
TiO ₂	0.09	0.11	0.43	0.01	0.02	0.33	0.25	0.35	0.32
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.04	0.02	dla	0.06	0.05	0.06	0.07
MnO	0.04	0.02	0.14	0.01	0.02	0.06	0.06	0.06	0.07
Cr ₂ O ₃	dla	dla	0.058	dla	0.001	dla	dla	dla	dla
LOI	2.5	1.3	1.9	42.6	43.3	1.2	0.9	0.9	1.2
TOPLAM	100.04	99.91	100.03	99.95	99.95	99.93	99.92	99.92	99.92
Ba	37.7	44.6	51.7	7.9	3.9	22	29	51.9	44.7
Be	1	dla	dla	dla	dla	1	dla	1	1
Ni	dla	dla	62	dla	dla	dla	dla	dla	dla
Sc	17	14	35	dla	dla	18	17	18	23
Co	dla	5	30.8	dla	dla	3.7	2.3	3.7	4.7
Cs	0.1	0.1	0.2	dla	0.1	dla	0.1	dla	0.1
Ga	9.6	12	10.5	0.6	0.5	12	11.4	11	12
Hf	3.9	4.4	1	dla	dla	3	3.3	2.4	2.3
Nb	1.2	1.1	0.8	dla	dla	1.1	1.2	1.1	1
Rb	4.9	2.1	5.4	1.2	0.9		2	1.6	1.6
Sn	1	dla	dla	dla	dla	dla	1	dla	1
Sr	51.5	56.3	183.2	222.8	253.9	77	61.8	91.5	87.1
Ta	0.1	0.1		dla	dla	0.1	0.1	0.1	0.1
Th	0.8	1	0.4	0.2	0.1	0.7	0.7	0.7	0.6
U	0.4	0.4	0.2	1.3	1.6	0.4	0.4	0.3	0.3
V	6	9	195	9	19	28	15	27	41
W	0.3	0.4	0.2	dla	0.1	0.4	0.7	0.7	1
Zr	91.2	112.9	32.3	2.1	2.7	75.4	82	64.5	58.3
Y	66.2	56.1	15.4	2.1	0.9	38.2	45.4	39.3	44.1
Mg#	25.25	46.43	48.94	78.82	90.59	19.34	18.37	19.63	21.80
K ₂ O/Na ₂ O	0.07	0.04	0.09	1.25	9.00	0.01	0.04	0.04	0.03
A/CNK	hesaplanmamıştır					0.92	1	0.98	1.02

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. LOI (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg#= 100xMg/(Mg+Fe⁺²). A/CNK= Mol Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O). dla: Deteksiyon limitinin altında

Tablo 4. Yoncaolu Metamorfitleri'ne ait kayaçların nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Adı	Yeşilşistler														
	Örnek No	M1	M2	M3	M17	M17B	M14	M20	M23	M4	MT2	MT3	M21	M13	MT1
La	4	4.6	2.2	4.6	2.9	1.6	1.1	1.9	1.3	2.9	0.7	0.5	2.6	5.3	1
Ce	5.6	10.2	4.3	2.5	5.1	2.3	2.2	4.3	1.8	6.4	1.9	1	4.9	10.9	2.7
Pr	1.01	1.32	0.7	0.35	0.69	0.34	0.36	0.64	0.39	0.92	0.4	0.22	0.67	1.49	0.48
Nd	5.6	6.7	4.5	1.8	3.5	1.7	2.4	3.3	2.6	4.7	2.7	1.4	3.8	7.2	3.2
Sm	2.5	1.9	2	0.5	1.1	0.6	0.8	1.1	1.1	1.3	1.3	0.5	1.2	1.9	1.5
Eu	0.88	0.62	0.69	0.21	0.41	0.23	0.31	0.37	0.52	0.35	0.53	0.18	0.39	0.67	0.54
Gd	3.54	2.41	2.9	0.67	1.33	0.76	1.26	1.38	1.79	1.55	2.02	1.01	1.31	2.09	1.98
Tb	0.73	0.45	0.64	0.13	0.26	0.14	0.27	0.26	0.38	0.31	0.44	0.2	0.25	0.39	0.43
Dy	4.68	2.65	3.89	0.76	1.67	0.9	1.57	1.57	2.42	1.92	2.81	1.43	1.56	2.25	3
Ho	0.95	0.53	0.82	0.15	0.33	0.17	0.33	0.32	0.5	0.36	0.58	0.29	0.31	0.44	0.55
Er	3.24	1.74	2.71	0.49	1.06	0.61	1.14	1.07	1.72	1.2	1.97	0.94	1.01	1.46	1.75
Tm	0.48	0.27	0.38	0.08	0.17	0.1	0.2	0.17	0.24	0.18	0.29	0.15	0.17	0.22	0.28
Yb	3.24	1.7	2.84	0.45	1.06	0.58	1.17	1.1	1.65	1.21	1.98	0.89	1.05	1.43	1.8
Lu	0.48	0.27	0.41	0.08	0.17	0.09	0.17	0.19	0.24	0.18	0.29	0.14	0.18	0.2	0.25
(La/Lu) _N	0.87	1.77	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he
(La/Yb) _N	0.83	1.83	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he
(Sm+Gd) _N	0.54	22.39	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he
(Eu) _N	10.11	7.13	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he
Eu*	0.27	11.20	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he
Eu	37.67	0.64	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he	he

Eu*=(Sm+Gd)_N/2, Eu=(Eu)_N/Eu*. he: Hesap edilmedi

Tablo 4'ün devamı

Kayaç Adı		Yeşilşistler													
Örnek No	M30A	M20B	M6	M6B	M24B	M15	M7A	M7B	M7C	M27	M10B	M24A	M11	M9B	M8
La	1.2	4.9	3.9	4.5	21.4	4.2	4	4.5	4.2	4.8	6.6	6.6	1.9	2.9	2.1
Ce	2.4	9.6	8.3	10.2	41.8	11.4	10.9	12.1	11.6	10.8	13.5	13.8	3.3	7.7	5.2
Pr	0.45	1.33	1.31	1.5	4.91	1.78	1.78	1.95	1.86	1.73	1.77	1.76	0.62	1.31	0.75
Nd	2.7	7.3	5.8	7.8	22	9.6	9.2	9.8	10.3	10.4	8.2	8.9	3.4	8.2	3.8
Sm	1.1	2.1	2.3	2.3	4.8	3.1	3.2	3.5	3.4	3.6	2.2	2.6	1.2	3.1	1.3
Eu	0.44	0.6	0.7	0.6	1.28	0.79	0.78	0.9	0.88	0.93	0.6	0.42	0.3	0.75	0.43
Gd	1.67	2.44	2.86	2.4	4.29	3.86	3.75	4.1	4.06	4.57	2.39	2.7	1.6	4.27	2.25
Tb	0.36	0.5	0.6	0.51	0.76	0.77	0.77	0.81	0.83	0.96	0.49	0.5	0.4	0.96	0.54
Dy	2.19	3.21	3.55	3.08	3.97	4.89	4.9	5.1	4.99	5.75	2.87	2.68	2.8	6	3.55
Ho	0.47	0.57	0.71	0.62	0.74	0.98	0.95	1.01	1.05	1.2	0.57	0.49	0.61	1.22	0.8
Er	1.55	1.97	2.42	2.12	2.49	2.96	2.99	3.57	3.6	3.93	1.96	1.63	2.23	4.12	2.96
Tm	0.25	0.28	0.35	0.32	0.39	0.48	0.49	0.59	0.62	0.62	0.32	0.27	0.35	0.65	0.46
Yb	1.59	2.05	2.49	2.21	2.66	3.21	3.29	3.81	4.12	4.23	2.17	1.54	2.58	4.24	2.97
Lu	0.24	0.32	0.38	0.36	0.4	0.47	0.48	0.57	0.6	0.65	0.34	0.25	0.41	0.63	0.51
(La/Lu) _N	he	1.59	he	1.30	5.55	he	0.87	0.82	he	0.77	2.02	2.74	he	0.48	he
(La/Yb) _N	he	1.62	he	1.38	5.44	he	0.82	0.80	he	0.77	2.06	2.90	he	0.46	he
(Sm+Gd) _N	he	16.10	he	17.06	17.80	he	34.80	26.11	he	28.55	30.52	17.33	he	20.08	he
(Eu) _N	he	6.90	he	6.90	17.41	he	8.97	10.34	he	10.69	6.90	4.83	he	8.62	he
Eu*	he	8.05	he	8.53	8.90	he	17.40	13.05	he	14.28	15.26	8.67	he	10.04	he
Eu	he	0.86	he	0.81	1.65	he	0.52	0.79	he	0.75	0.45	0.56	he	0.86	he

Eu*=(Sm+Gd)_N/2, Eu=(Eu)_N/Eu*. he: Hesap edilmedi

Tablo 4'ün devamı

Kayaç Adı	Metadasit		Metabazik	Kalkşist		Metagranit			
	Örnek No	M-25	M-9A	M-32	M-18	M-19	M-12B	M-16	M-S1
La	11.3	2.9	2	2	1.7	3.2	5.2	5.3	5.1
Ce	25.8	3	4.5	1.1	1.4	7.1	10.8	8.6	10.7
Pr	3.68	0.47	0.66	0.22	0.16	1.18	1.71	1.4	1.7
Nd	19.5	2.3	3.7	1	0.5	7.3	10	8	9.6
Sm	6.1	1.4	1.2	0.3	0.2	2.8	3.7	3.3	3.9
Eu	1.21	0.33	0.43	dla	dla	0.73	0.74	0.8	0.75
Gd	7.49	4.03	1.88	0.29	0.15	3.95	5.12	4.4	5.26
Tb	1.6	1.17	0.41	0.04	0.02	0.9	1.15	0.98	1.11
Dy	9.84	8.22	2.44	0.23	0.13	5.83	7.37	6.15	6.96
Ho	2.09	1.84	0.57	dla	dla	1.23	1.51	1.28	1.43
Er	6.82	6.3	1.77	0.14	0.08	4.11	5.04	4.31	4.78
Tm	1.08	1	0.26	dla	dla	0.63	0.79	0.69	0.71
Yb	7.08	7.04	1.56	0.07	dla	4.53	5.54	4.42	4.91
Lu	1.02	1.05	0.26	0.02	0.01	0.72	0.81	0.67	0.75
(La/Lu) _N	1.03	0.29	0.8	he	he	0.46	0.67	he	he
(La/Yb) _N	1.04	0.28	0.87	he	he	0.48	0.63	he	he
(Sm+Gd) _N	27.37	49.43	19.23	he	he	11.34	25.03	he	he
(Eu) _N	13.45	3.79	4.94	he	he	8.39	8.51	he	he
Eu*	13.69	24.72	9.62	he	he	5.67	12.51	he	he
Eu	0.98	0.15	0.51	he	he	1.48	0.68	he	he

Eu*=(Sm+Gd)_N/2, Eu=(Eu)_N/Eu*. he: Hesap edilmedi, dla: Deteksiyon limitinin altında.

Buna göre SiO₂ değerleri %44,99-%79,36; Al₂O₃ değerleri %8,73-21,81; MgO değerleri %0,76-8,22; Fe₂O₃* değerleri %1,72-12,66; CaO değerleri %0,28-14,58; Na₂O değerleri %1,31-6,22; K₂O değerleri ise %0,05-3,41 arasında değişmektedir. En düşük ve en yüksek değerler arasındaki bu büyük farklılıklar metamorfizmaya uğrayan ilksel kayaların çeşitliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Metagranitlerin ise SiO₂ değerleri %73,48-77,97 arasında değişirken, Na₂O %4,99-5,37, CaO %1,19-1,89, K₂O %0,07-0,2 ve MgO %0,76-1,14 arasında değişmektedir. K₂O/Na₂O ve A/CNK (molar Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O) değerleri 1,1 den küçük olup, magnezyum numaraları [100*(Mg/Mg+Fe⁺²)] 18,36-21,79 arasında değişmektedir.

Toplam silis-alkali adlandırma diyagramında (Le Maitre vd., 1989) örnekler düzensiz rastgele dağılmakta olup, genellikle subalkalen karakterlidir (Şekil 49). SiO₂-Zr/TiO₂ (Winchester ve Floyd, 1976) diyagramında (Şekil 50), örnekler subalkali bazalttan riyolite kadar geniş bir dağılım yelpazesi sunmaktadır. Buna karşın Zr/TiO₂-Nb/Y adlandırma diyagramında (Şekil 51) örneklerin genellikle andezit ve bazalt bileşiminde oldukları gözlenmektedir. Bu dağılım ise yeşilistlerin köken kayalarının özelliğini yansıtmaktadır. Metadasitler riyolit ve dasit alanlarına düşerken, metabazikler andezit, andezit/bazalt alanlarına düşmektedir.

Metagranitler, Debon ve Le Fort (1982)'un magmatik kayaları sınıflama diyagramında tonalit alanına düşmektedir (Şekil 52). Örnekler, SiO₂-Zr/TiO₂ diyagramında granit alanında iken, Zr/TiO₂-NbY diyagramında ise monzodiyorti/monzogabro alanındadır.

Metamorfizmlerde hazırlanan AFM üçgen diyagramdaki (Irvine ve Baragar, 1971) yönsemeye göre yeşilistlerin büyük bir çoğunluğu kalk-alkali alana düşerken, az bir kısmı ise toleyitik alana düşmüştür. Ancak metabazik, metadasit ve metagranitlerin tamamı kalk-alkali alanda yer almaktadır (Şekil 53). Buna karşın SiO₂-K₂O diyagramında (Le Maitre vd., 1989) örnekler büyük oranda düşük K'lu toleyitik özellikli iken, çok az bir kısmı orta ve yüksek K'lu kalk-alkalen alanlarına dağılmıştır (Şekil 54a).

Metagranitlerin Mainar ve Piccoli (1989)'ye göre yapılan alümina sınıflama diyagramı dikkate alındığında örneklerin genelde metalümin bileşimde, bir örneğin ise peralümin bileşiminde olduğu görülmektedir (Şekil 54b).

Metamorfizmaya uğrayan ilksel kayaların büyük çoğunluğunun volkanik kayalar olduğu göz önüne alınırsa, bu kayalardaki ana ve iz element değişim diyagramlarında düzensiz dağılımlar gözlenmekle birlikte, bazı örnekler iyi korelasyon vermektedir.

SiO₂'ye karşı hazırlanan ana element değişim diyagramlarında Na₂O'da düzenli olmayan pozitif bir ilişki gözlenirken, CaO, MgO, Fe₂O₃* ve Al₂O₃'de negatif bir ilişki gözlenmektedir (Şekil 55). K₂O, P₂O₅ ve TiO₂ düzensiz dağılım sergilemektedir. Genel itibariyle SiO₂ artışına karşı CaO, Fe₂O₃* ve Al₂O₃ azalması plajiyoklas ve piroksen fraksiyonlaşmasını yansıtmaktadır. SiO₂'ye karşı iz element değişim diyagramlarında ise Zr, Nb ve Y pozitif ilişki sergilerken, Ni negatif bir eğilim göstermektedir (Şekil 56).

Ba, Sr, Rb ve Th ise düzensiz dağılım gösterir. Genel olarak pozitif korelasyonlar elementlerin zenginleştiğini, negatif korelasyonlar ise fraksiyonel kristallenmeyi göstermektedir.

Sonuç olarak ana ve iz element dağılımlarındaki düzensizlikler ilksel volkanik kayaların çeşitliliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

3.4.1.3. Uyumsuz Elementler

Yonca yolu Metamorfite'ne ait örnekler okyanus ortası sırtı bazaltları ve ilksel mantoya göre normalize edilmiş ve iz element dağılım diyagramları oluşturulmuştur. Okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre normalize edilmiş çoklu element dağılım diyagramında (Şekil 57a) genel olarak büyük iyon yarı çaplı elementlerce (LILE) (Rb, Ba, Th) zenginleşme görülürken, Ta, Nb ve Ti da belirgin bir negatif anomali gözlenmektedir. Örneklerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş diyagramlarında ise benzer şekilde Ta, Nb ve Ti elementlerde negatif anomali görülürken, Rb, Ba, Th u elementlerinde zenginleşme gözlenmektedir (Şekil 57b). Özellikle Th, K, Rb gibi elementlerce zenginleşme kabuk etkisini yansıtırken, Nb anomalisi kayaların ilksel ana magmasının gelişiminde yitim bileşenlerinin etkili olduğunu sergilemektedir. Dağılımlar büyük oranda okyanus ortası sırtı bazaltlarının özelliklerini yansıtmaktadır.

3.4.1.4. Nadir Toprak Elementler

Örneklere ait kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı Şekil 58 de verilmiştir. Örneklerin (La/Lu)_N değerleri 0,28-5,55 arasında iken, (Eu/Eu*)_N değerleri 0,15-1,65 arasında değişmektedir. Kayaçlardaki Eu anomalisi plajiyoklas ayırılmasının önemli rol oynadığını göstermektedir.

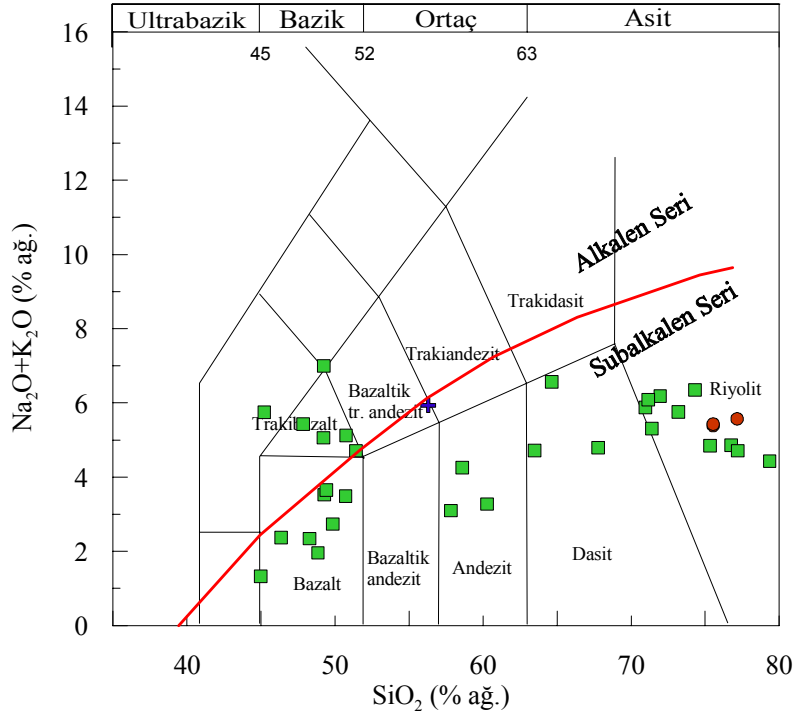
Tüm örnekler birbirine göre paralel bir dağılım göstermekte olup, zenginleşme oranı hafif nadir toprak elementlerde (HNTE) daha fazladır. Ağır nadir toprak element (ANTE) değerleri ise yataya yakın çıkmıştır. Örneklerin dağılımları karakteristik olarak okyanus adası bazaltların karakteristiklerini desteklemektedir (White vd., 1979).

Uyumsuz ve nadir toprak element dağılımına bakıldığında yeşilşist, metagranit, metadasit ve metabazik örneklerin dağılımlarının paralellik sunmasından dolayı söz konusu kayaçların oluşum koşullarının benzer olduğunu söyleyebiliriz.

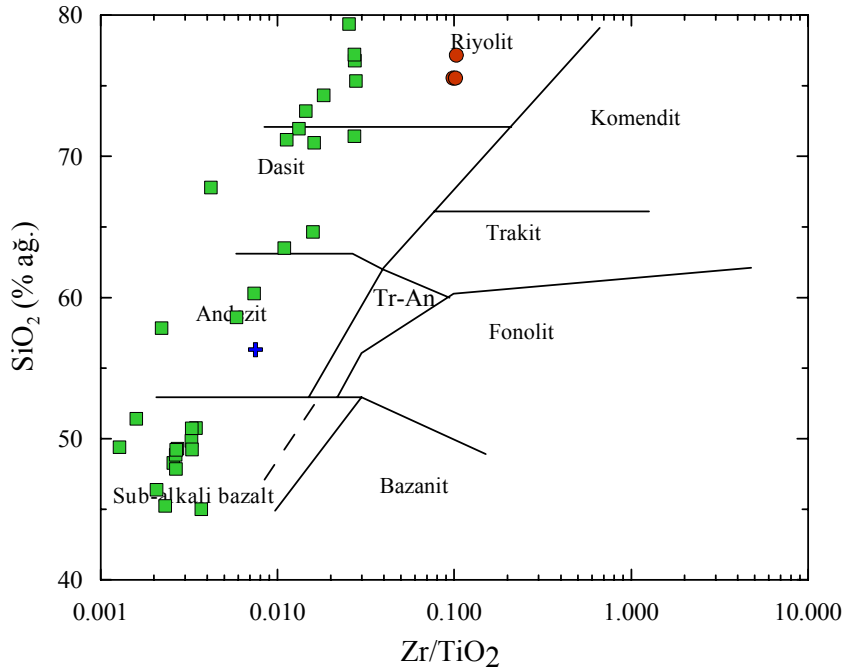
3.4.1.5. Tektonik Konum

Th/Yb-Ta/Yb tektonik ayırtman diyagramında Yoncayolu Metamorfileri'ndeki yeşilşistler okyanusal adayayı özelliğini gösterirken (Şekil 59), Hf-Th-Ta elementlerine göre oluşturulan üçgen diyagramda tamamına yakını volkanik yay bazaltları karakterinde çıkmaktadır (Şekil 60). Sonuç olarak, uyumsuz elementler ve nadir toprak elementleri dağılım diyagramları da dikkate alındığında yeşilşistlerin genel olarak okyanusal adayayı bazaltları özelliğini yansıttığı görülmektedir.

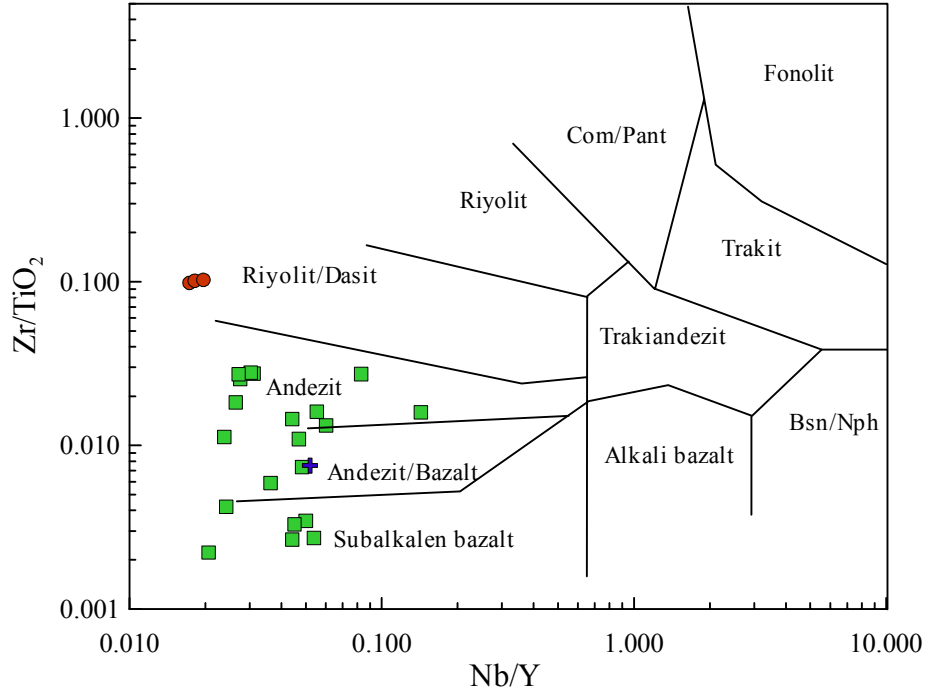
Metagranitler için Chappel ve White (1974)'e göre oluşturulan molar A/CNK-SiO₂ diyagramında örneklerin metalümin karakterli ve volkanik yayların tipik granitoidleri olan I tipi granitoidler alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 61). Yine P₂O₅'e karşı SiO₂ diyagramında örneklerin negatif korelasyonu (Şekil 62a) ile Pb-SiO₂ diyagramındaki pozitif korelasyon (Şekil 62b) I tipi eğilimi desteklemektedir. Buna karşın volkanik yay granitlerini, çarpışmayla eş yaşlı granitlerden ayıran Rb-(Nb+Y) diyagramında (Pearce vd., 1984) ise örneklerin tamamının volkanik yay granitoidleri alanına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 63). Netice itibariyle metagranitlerin volkanik yay granitoidleri karakterini yansıttıkları belirlenmiştir.



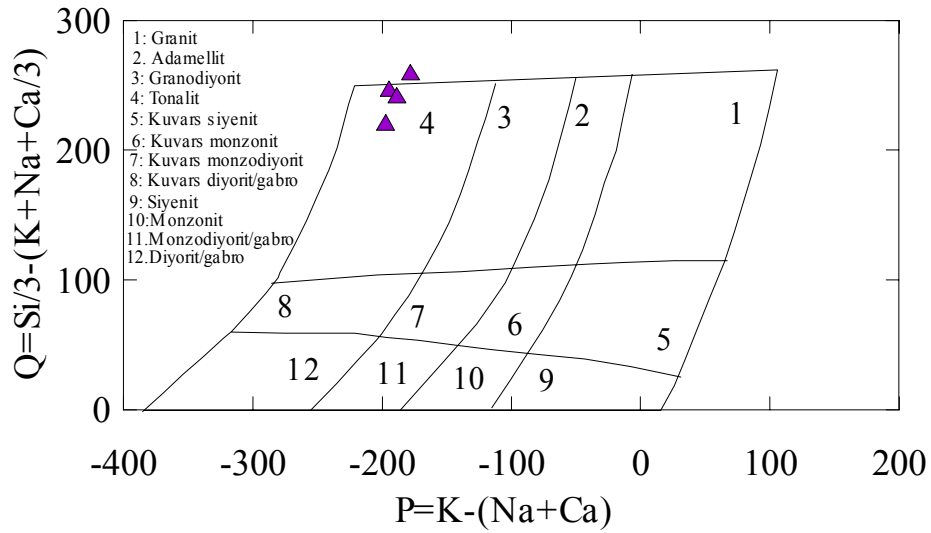
Şekil 49. Yonca yolu Metamorfitleri'ne ait birimlerin SiO_2 'ye karşı $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diyagramı (Le Maitre vd., 1989) (■: yeşilist, +: metabazik, ●: metadasit).



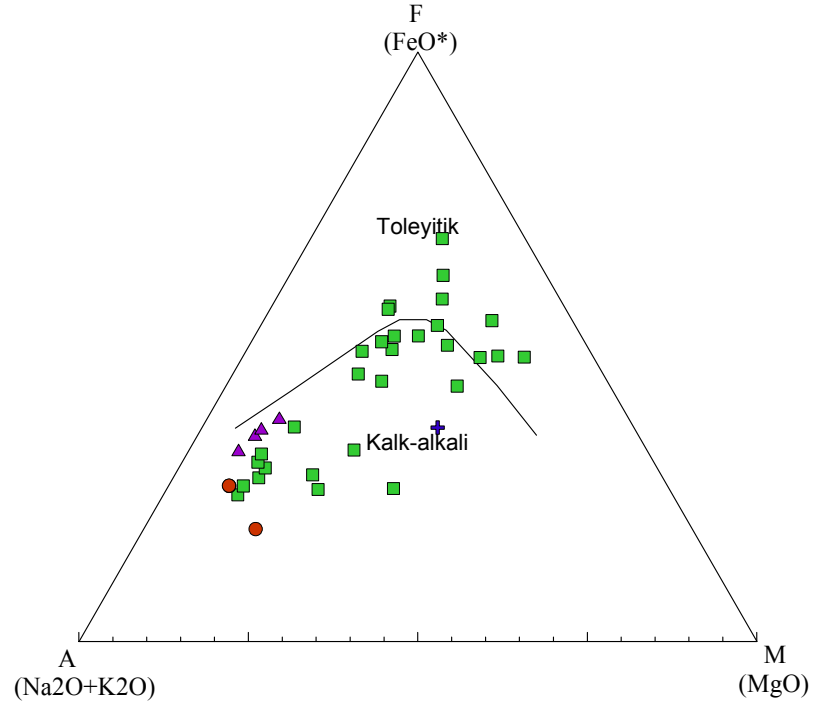
Şekil 50. Yonca yolu Metamorfitleri'ne ait birimlerin $\text{Zr}/\text{TiO}_2 \cdot 0.0001 - \text{SiO}_2$ adlandırma diyagramındaki dağılımları (Winchester ve Floyd, 1976; ■: yeşilist, +: metabazik, ●: metadasit).



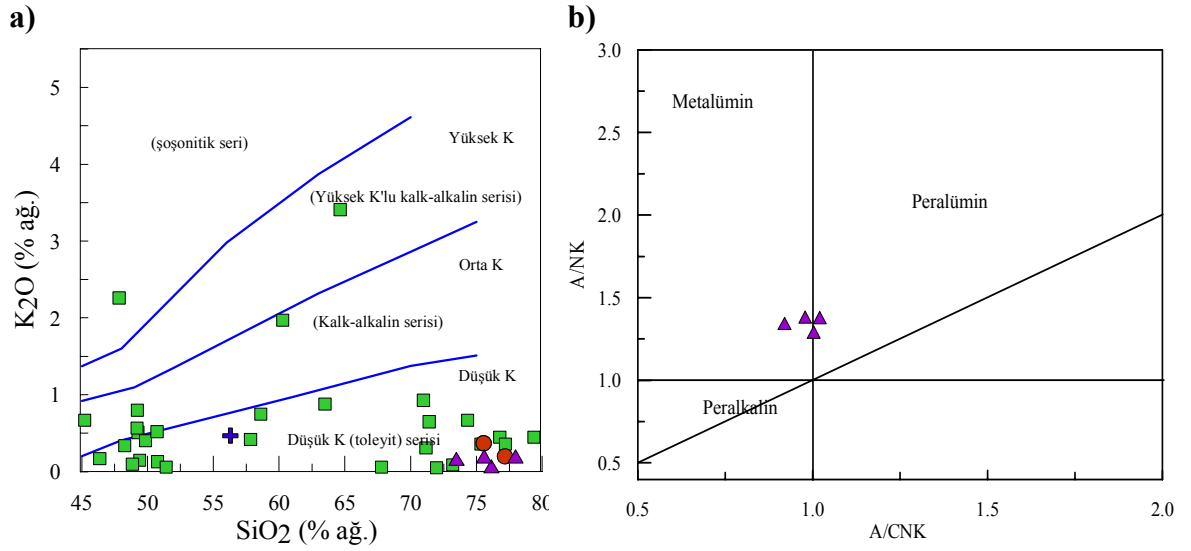
Şekil 51. Yoncalıolu Metamorfileri'nin $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001 - Nb/Y$ adlandırma diyagramındaki dağılımları (Winchester ve Floyd, 1976; ■: yeşilist, + : metabazik, ●: metadasit).



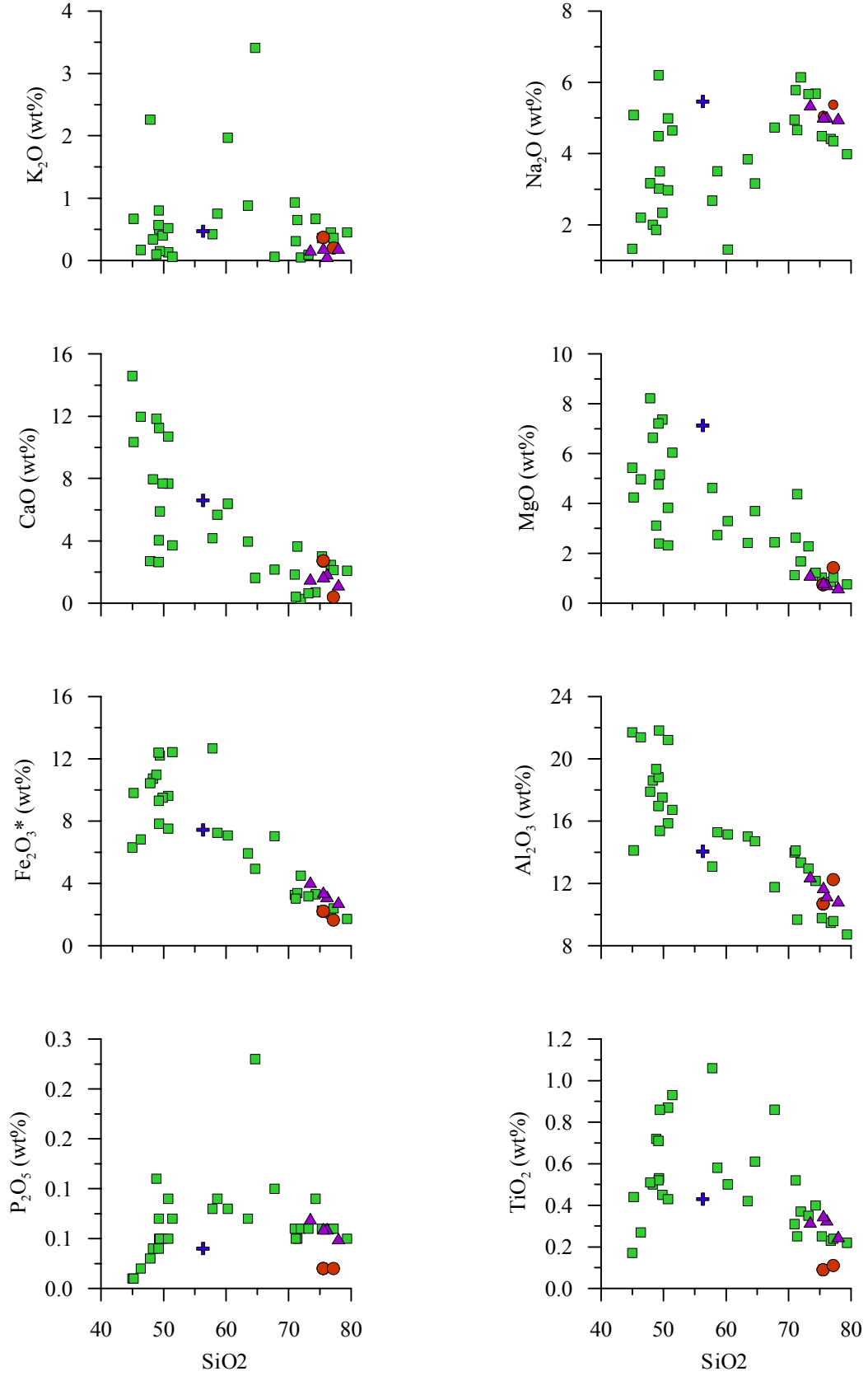
Şekil 52. Metagranit örneklerinin P-Q diyagramındaki yeri (Debon ve Le Fort, 1983).



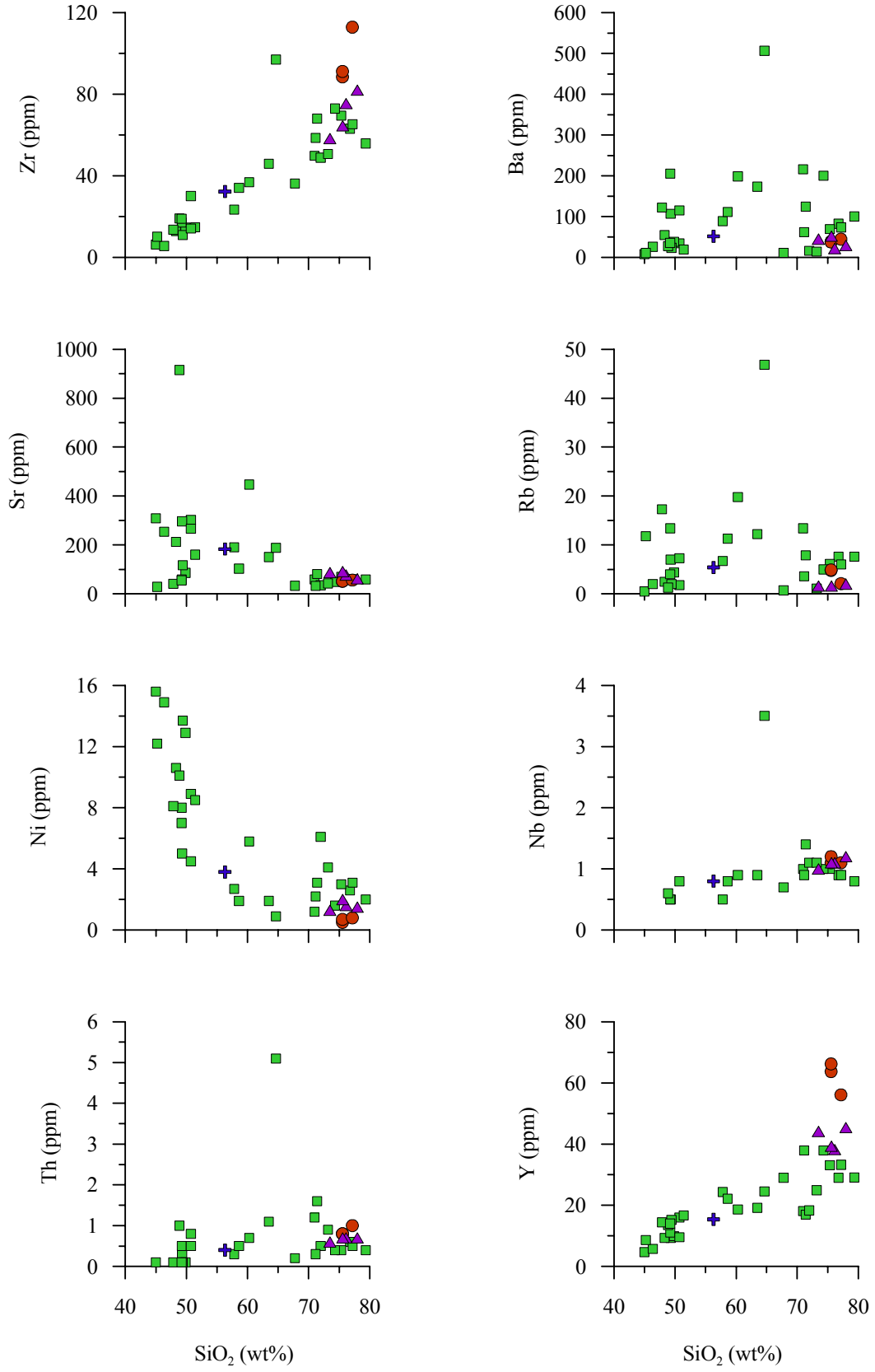
Şekil 53. Yoncaolu Metamorfizmaları'ne ait birimlerin AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971; ■ : yeşilşist, + : metabazik, ● : metadasit, ▲ : metagranit).



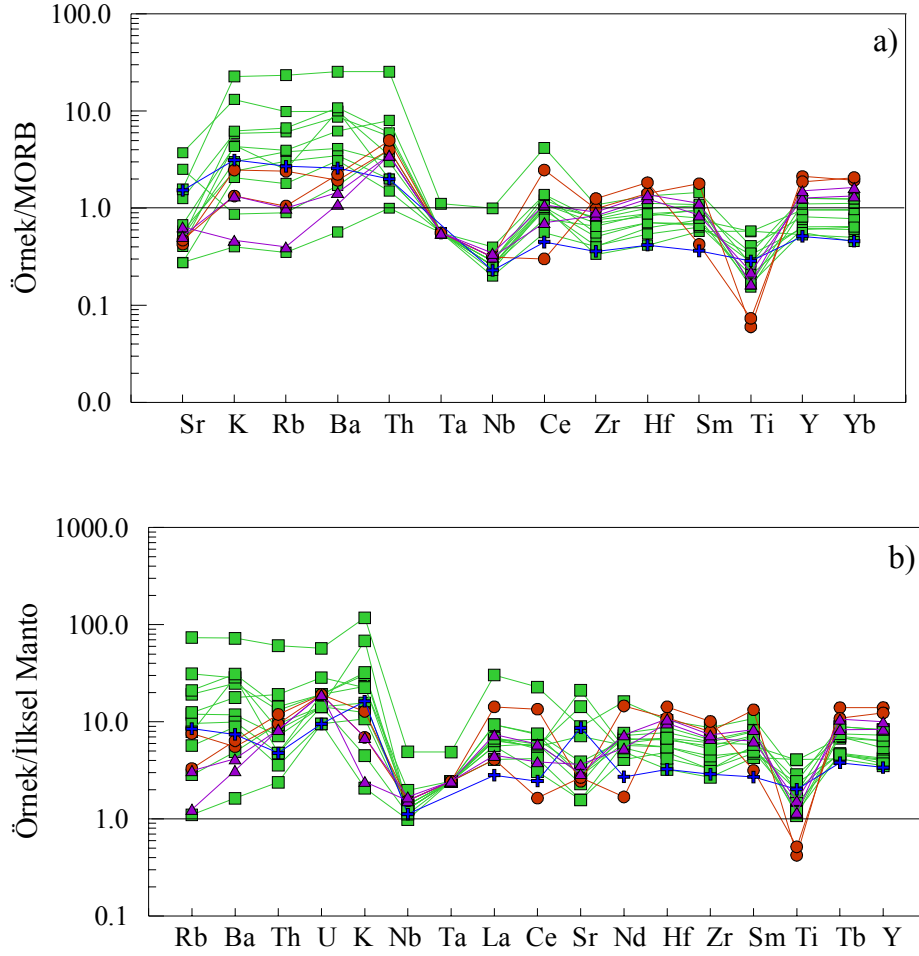
Şekil 54. Yoncaolu Metamorfizmaları'ne ait kayaç örneklerinin a) SiO_2 - K_2O diyagramı (Le Maitre vd., 1989), b) Metagranitlerin molar A/CNK ya karşı molar A/NK değişimine bağlı alümina bazlı sınıflaması (Mainar ve Picolli, 1989; ■ : yeşilşist, + : metabazik, ● : metadasit, ▲ : metagranit).



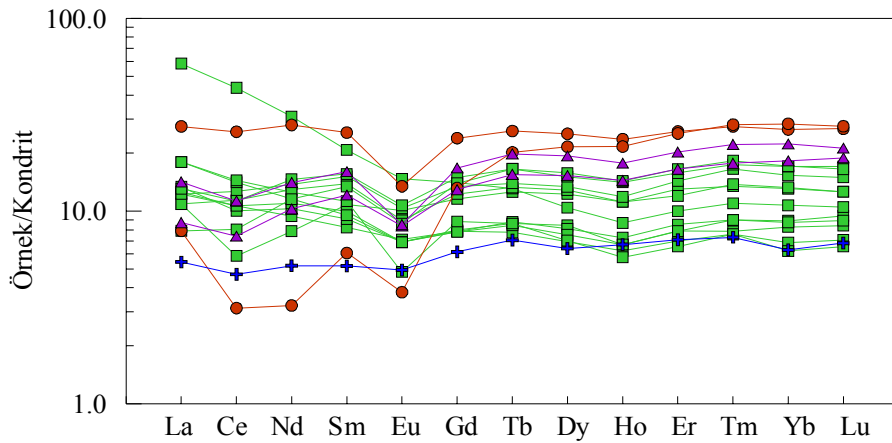
Şekil 55. Örneklerin SiO₂'ye karşı ana element değişim diyagramları (■: yeşilışt, +: metabazik, ●: metadasit, ▲: metagranit).



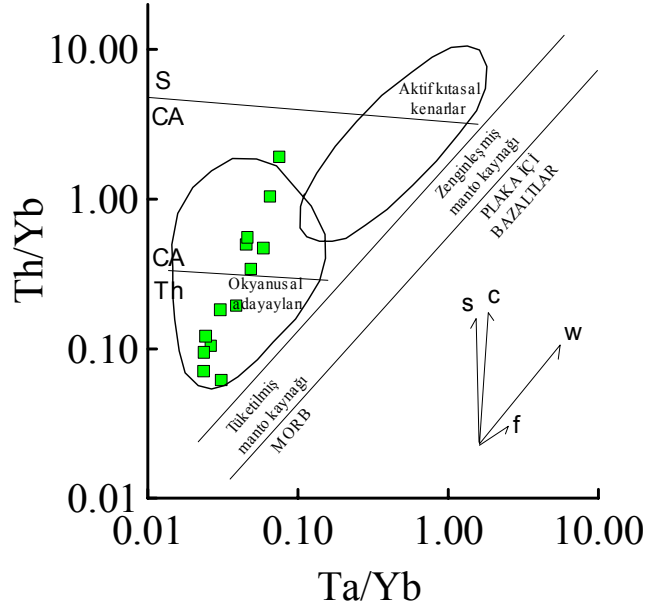
Şekil 56. Yonca yolu Metamorfitleri'ne ait örneklerin SiO₂'ye karşı iz element değişim diyagramları (■: yeşilışit, +: metabazik, ●: metadasit, ▲: metagranit)



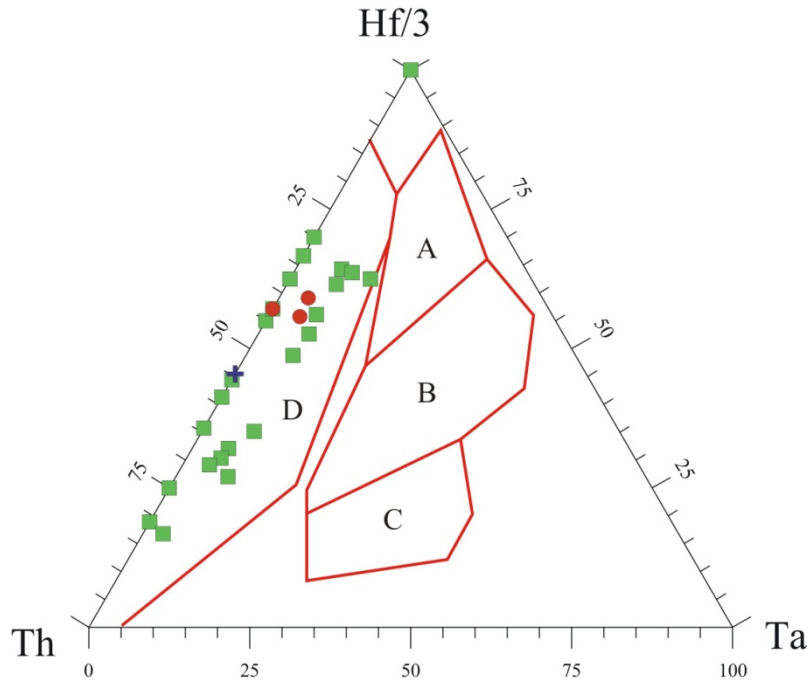
Şekil 57. Yoncalı Metamorfitleleri'ne ait örneklerin a) MORB'a (Pearce, 1983), b) İlksel mantoya (McDonough vd., 1992)'ye göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları (■: yeşilşist, +: metabazik, ●: metadasit, ▲: metagranit).



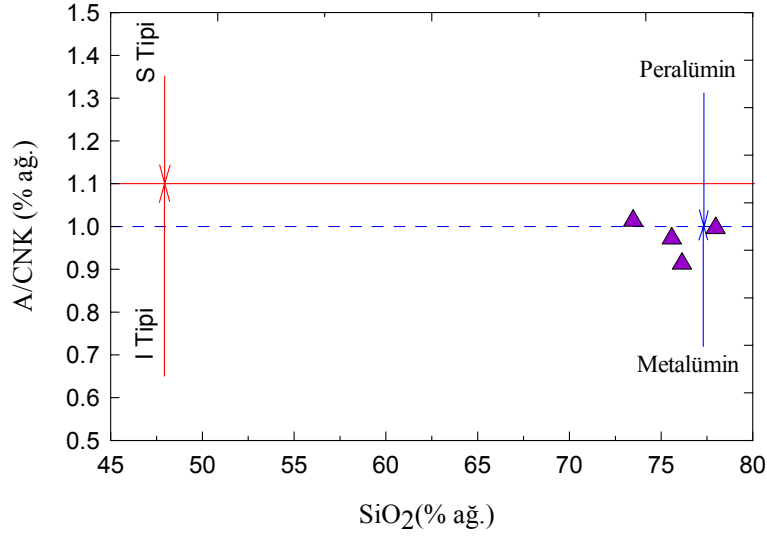
Şekil 58. Yoncalı Metamorfitleleri'ne ait örneklerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (Taylor ve MacLennan, 1985; ■: yeşilşist, +: metabazik, ●: metadasit, ▲: metagranit).



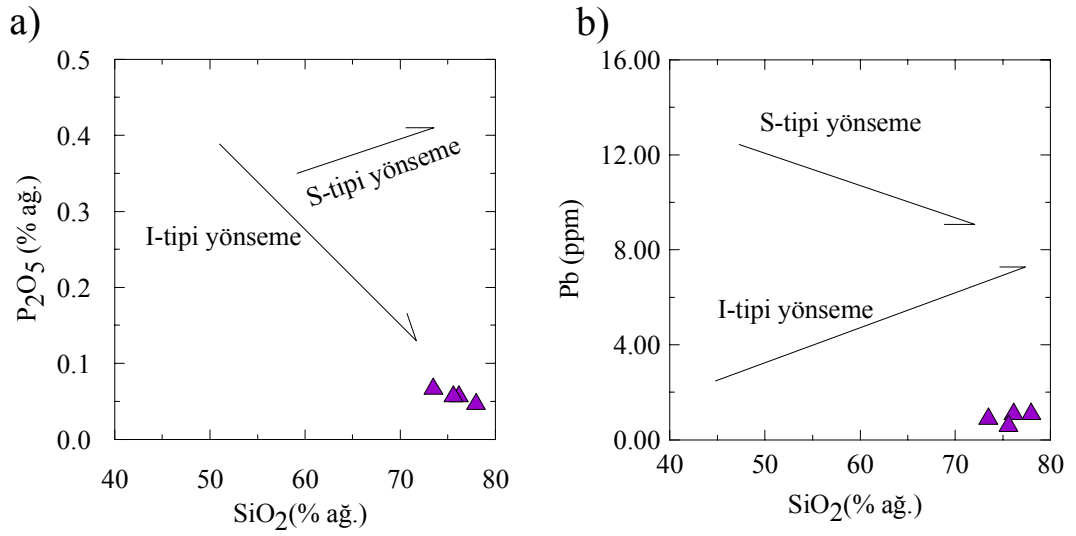
Şekil 59. Yoncalı Metamorfitleleri'ne ait yeşilşistlerin Th/Yb-Ta/Yb tektonik ayırtman diyagramındaki konumları (Pearce, 1982).



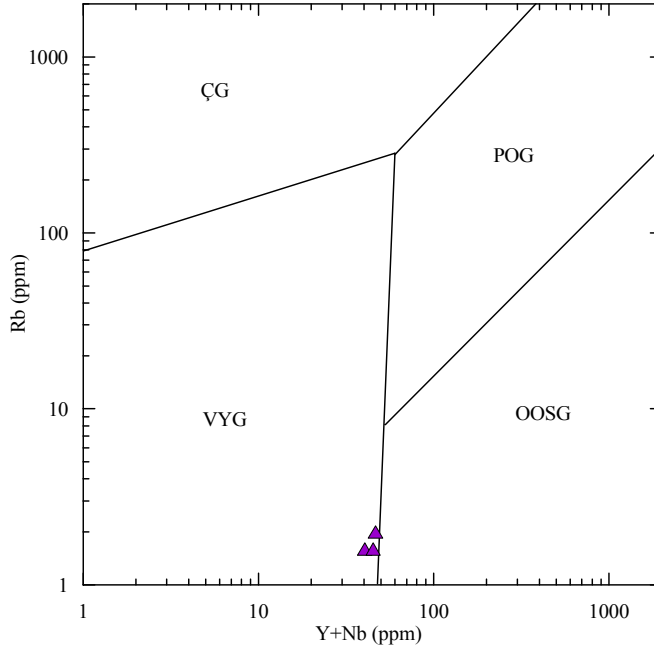
Şekil 60. Yoncalı Metamorfitleleri'ne ait örneklerin Hf/3-Th-Ta diyagramındaki konumları (Wood vd., 1979). A) N tipi MORB, B) E tipi MORB, C) Plaka içi alkalin bazaltları, D) Volkanik yay bazaltları (■: yeşilşist, +: metabazik, ●: metadasit)



Şekil 61. Metagranit örneklerinin SiO_2 'ye karşı A/CNK (%ağ.) değişimleri (Chappel ve White, 1974).



Şekil 62. Metagranit örneklerinin, a) SiO_2 -Pb, b) SiO_2 - P_2O_5 değişim diyagramları (Chappel ve White, 1992)



Şekil 63. Metagranitlerin Rb-(Y+Nb) tektonik ortam diyagramındaki yeri (Pearce vd., 1984), POG: Plaka ortası granitoidleri, OOSG: Okyanus ortası sırtı granitoidleri, VYG: Volkanik yay granitoidleri, ÇG: Çarpışma granitoidleri.

3.4.2. Erzincan Volkanitleri'nin Jeokimyasal Özellikleri

Kuvaterner yaşlı Erzincan Volkanitlerine ait alınan 8 adet örneğin ana ve iz element analiz sonuçları Tablo 5 de, bu örnekler için nadir toprak element analizleri ise Tablo 6'da verilmiştir.

Andezitlerin SiO₂ değerleri %61,03-62,34, MgO değerleri %2,68-2,74 ve K₂O değerleri %2,81-2,96 arasında değişirken, riyoitlerin SiO₂ değerleri %70,88-73,24, MgO değerleri %0,08-0,44 ve K₂O değerleri de %4,04-4,80 arasında değişmektedir. Buna karşın K₂O/Na₂O oranı andezit ve dasitlerde düşük (0,65-0,83) iken, riyoitlerde biraz daha yüksektir (1,02-1,08).

Volkanik kayaç örnekleri toplam alkali-silis diyagramında (Le Maitre vd., 1989) genel olarak trakiandezit (3 örnek), trakidasit (1 örnek) ve riyoit (5 örnek) bileşimindedir. (Şekil 64). Andezit ve dasit olarak tanımlanan örnekler sodyum (Na) zenginleşmesinden dolayı trakiandezit ve trakidasit bileşimine doğru kaymış olup, bu durum ayrışmadan kaynaklanmaktadır.

Alterasyona karşı daha dayanıklı olan Nb, Y, Zr, Ti elementlerinden yararlanılarak oluşturulan diyagramda (Winchester ve Floyd, 1976) ise örnekler trakiandezit ve trakit bileşimini yansıtmaktadır (Şekil 65). Zr/TiO₂-SiO₂ diyagramında (Winchester ve Floyd, 1976) örnekler andezit, dasit ve riyolit bileşimini yansıtmaktadırlar (Şekil 66). Örneklerin Na₂O+K₂O-SiO₂ diyagramında subalkalen seri tarafında yer aldığı görülmüştür. AFM üçgen diyagramda, Irvine ve Baragar (1971)'e ait yönsemeye göre ise tüm örnekler kalkalkali alanda yer almaktadır (Şekil 67). K₂O-SiO₂ diyagramında (Le Maitre vd., 1989) ise örneklerinin tamamının yüksek K'lu kalkalkalen seri karakteristikte olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 68a). Volkanitlerde oluşturulan CaO-Y grafiğinde örneklerdeki mineral ayrışma yönsemeleri gösterilmektedir (Şekil 68b). Bu yönseme dikkate alındığında volkanik kayalarda hornblend ayrışmasına bağlı olarak bir farklılaşmanın geliştiği görülmektedir (Lambert ve Holland, 1974).

Volkanik kayaların SiO₂'ye karşı ana ve iz element değişim diyagramlarında örneklerin tamamına yakını iyi korelasyon göstermektedir. Ana element değişim diyagramlarında (Şekil 69) K₂O pozitif yönseme gösterirken, CaO, MgO, Fe₂O₃^{*}, Al₂O₃, P₂O₅ ve TiO₂ negatif bir ilişki sergilemektedir.

Na₂O ise düzensiz bir dağılım sergilemektedir. CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃^{*} azalması önemli ölçüde plajiyoklas ve piroksen farklılaşmasının bir göstergesidir. Bunun yanı sıra Al₂O₃ azalması aynı zamanda volkanitlerde hornblend ayrışmasının da etkili olabileceğinin bir göstergesidir (Cawthorn ve O'Hara, 1976). Fe₂O₃^{*} ve TiO₂ azalması ise magmadan magnetit ayrışmasını ifade etmektedir. P₂O₅'deki negatif korelasyon ise apatitin kristallenmesi ile ilişkilidir. İz element değişim diyagramlarında ise Rb ve Th pozitif yönelim gösterirken, Zr, Sr, Ni, Nb ve Y negatif ilişki sergilemektedir (Şekil 70). Ba ise düzensiz bir dağılım göstermektedir. Tüm bu değişimler volkanik kayaların gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin etkili olduğunu ve piroksen, hornblend, plajiyoklas, magnetit ve apatit ayrışmasının büyük ölçüde rol oynadığını göstermektedir.

Volkanik kayalara ait örneklerin MORB'a (Pearce, 1983) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları Şekil 71'de verilmiştir. Buna göre örnekler genel itibariyle büyük iyonlu litofil elementlerce (LILE) zenginleşmiş, Ti dışında yüksek alan enerjili elementlerce de (HFS) ortalamaya yakın değerler sunmuştur. LILE zenginleşmesi kıtasal kabuk etkisine işaret etmektedir. Ayrıca Ti, Nb anomalileri apatit, Fe-Ti oksit gibi minerallerin ayrışmasına işaret edebilir.

Tablo 5. Erzincan Volkanitlerinden alınan örneklere ait ana (% ağı.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.

Kayaç Adı	Andezit			Dasit	Riyolit			
	V1-A	V2	V3	VX	V4-5	V4-6	V4	V4-4
SiO ₂	62.21	62.34	61.03	67.6	70.88	72.59	73.24	71.35
Al ₂ O ₃	15.5	15.77	16.94	15.6	14.29	13.31	14.26	13.75
Fe ₂ O ₃ *	4.82	4.6	5.22	3.7	2.29	1.68	1.92	1.89
MgO	2.73	2.74	2.68	1.04	0.44	0.15	0.08	0.09
CaO	4.99	4.80	4.96	2.7	1.65	1.19	0.98	0.97
Na ₂ O	4.03	4.06	4.34	4.33	4.21	3.97	4.38	4.23
K ₂ O	2.96	2.94	2.81	3.58	4.41	4.04	4.80	4.58
TiO ₂	0.66	0.65	0.76	0.41	0.21	0.09	0.07	0.07
P ₂ O ₅	0.23	0.22	0.26	0.15	0.07	0.02	0.02	0.02
MnO	0.08	0.08	0.09	0.07	0.05	0.04	0.05	0.05
Cr ₂ O ₃	0.007	0.008	0.006	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004
LOI	1.8	1.8	0.9	0.7	1.6	3	0.3	3.1
TOPLAM	100.02	100.01	100	99.88	100.1	100.08	100.11	100.11
Ni	25	32	25	dla	8	6	dla	10
Sc	9	9	9	4	2	1	1	1
Ba	378	390.4	401.9	456.9	398.7	435.5	424.4	385.7
Be	2	2	2	3	3	2	4	3
Co	13.5	13.5	15.3	5.8	2.8	0.7	0.7	0.6
Cs	2.7	2.8	2.5	3.6	5	4.3	5.4	5
Ga	19.3	19.1	18	19.4	17	15.6	17.7	17.2
Hf	5.3	5.3	5.6	6.1	4.2	2.9	4.6	4.3
Nb	25.4	25.6	26.5	23.7	18.9	13.1	21.8	19.8
Rb	83.3	82.3	77	106	127.1	113.3	142.3	128.2
Sn	2	2	2	3	3	2	4	3
Sr	330.2	340.2	380.9	251.5	155.2	160.4	115.5	106
Ta	1.8	1.9	1.9	1.8	1.8	1.2	2.9	1.9
Th	12.3	13.3	12.1	19	20.7	21.8	21.9	20.8
U	3.5	3.6	3.3	4.5	5.8	4.8	6.5	5.6
V	80	79	90	34	15	dla	dla	dla
W	1.8	1.7	1.7	1.9	2.3	2.1	2.9	2.7
Zr	224.7	224.3	246.5	241.7	133	92.9	152.4	139.9
Y	17.3	17.1	18	16	11.7	7.8	12	11
La	32.8	33.7	35.3	31.5	38.1	40.6	37.8	34.8
Mg#	36.15	37.32	33.92	21.94	16.11	8.19	4.00	4.55
K₂O/Na₂O	0.74	0.72	0.65	0.83	1.05	1.02	1.09	1.08

Fe₂O₃*: Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. **LOI** (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği. **Mg#**=100xMg/(Mg+Fe⁺²).

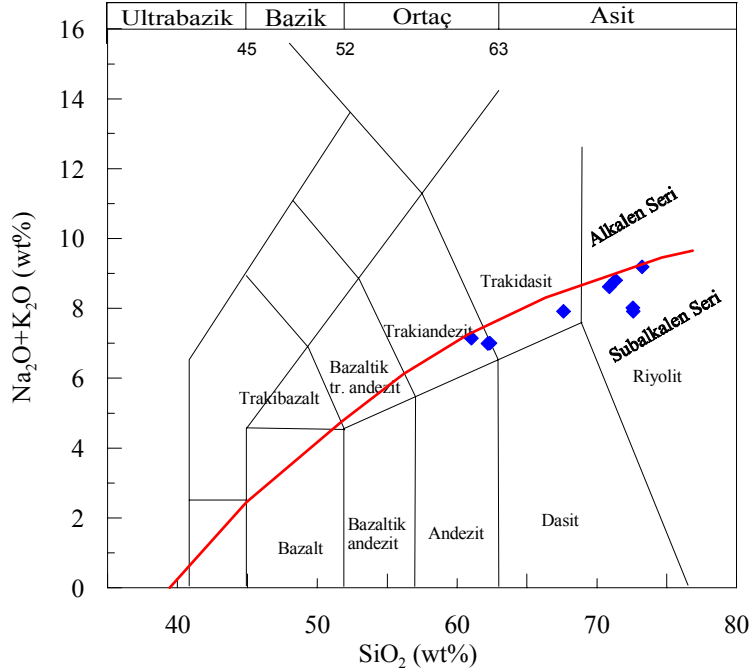
Tablo 6. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklere ait nadir toprak element (ppm) analiz değerleri

Kayaç Adı	Andezit			Dasit	Riyolit			
	V1-A	V2	V3	VX	V4-5	V4-6	V4	V4-4
La	32.8	33.7	35.3	31.5	38.1	40.6	37.8	34.8
Ce	59.5	59.7	64.4	52.3	61.2	70.8	62	57.3
Pr	6.25	6.24	6.74	5.01	5.6	7.11	5.78	5.4
Nd	22.1	21.9	23.2	16.8	16.8	23.5	17.2	16.5
Sm	3.8	3.6	3.9	2.6	2.3	3.8	2.6	2.5
Eu	0.85	0.88	0.98	0.41	0.33	0.77	0.37	0.35
Gd	3.08	3.23	3.54	1.97	1.41	2.93	1.94	1.83
Tb	0.55	0.58	0.59	0.35	0.24	0.5	0.35	0.33
Dy	2.87	2.76	2.99	1.78	1.15	2.63	1.85	1.61
Ho	0.55	0.55	0.61	0.36	0.22	0.52	0.35	0.33
Er	1.69	1.73	1.81	1.15	0.78	1.62	1.22	1.12
Tm	0.26	0.26	0.28	0.18	0.12	0.23	0.18	0.17
Yb	1.62	1.57	1.59	1.11	0.75	1.49	1.17	1.11
Lu	0.25	0.23	0.25	0.18	0.13	0.25	0.19	0.18
(La/Lu) _N	13.62	15.21	14.66	18.17	30.43	35.12	16.86	20.65
(La/Sm) _N	5.43	5.89	5.70	7.63	10.43	11.11	6.72	9.15
(Gd/Lu) _N	1.53	1.75	1.76	1.36	1.35	1.63	1.46	1.27
(Sm+Gd) _N	26.52	26.14	28.45	17.69	14.56	15.09	26.03	17.60
(Eu) _N	9.77	10.11	11.26	4.71	3.79	4.02	8.85	4.25
Eu*	13.26	13.07	14.23	8.85	7.28	7.54	13.01	8.80
Eu	0.74	0.77	0.79	0.53	0.52	0.53	0.68	0.48

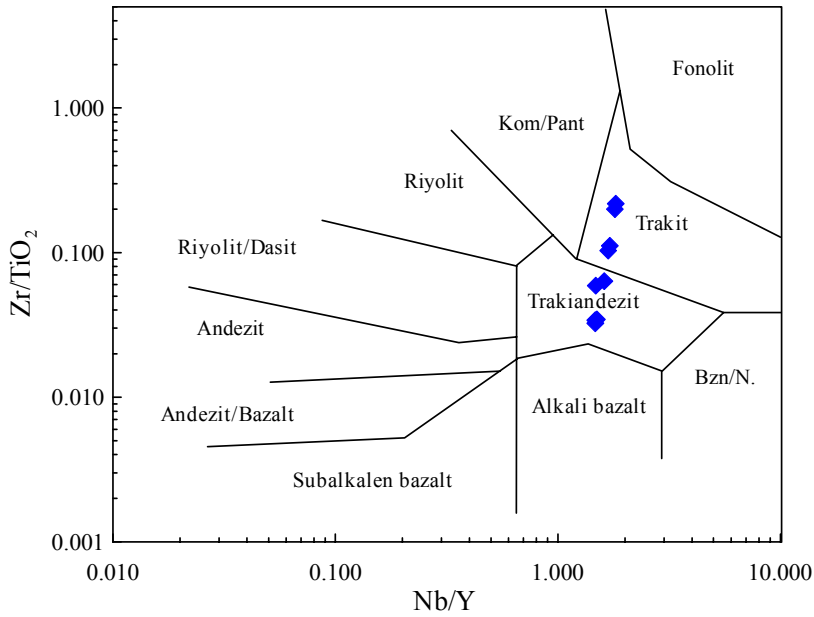
Eu*=(Sm+Gd)_N/2, Eu=(Eu)_N/Eu*

Örneklerin kondrite göre (Taylor ve McLennan, 1985) normalleştirilmiş nadir toprak element (NTE) dağılımlarında genel olarak örneklerin yönsemeleri birbirine paralel (Şekil 72) ve hafif nadir toprak elementlerce (HNTE) zenginleşmiş, ağır nadir toprak elementlerce de (ANTE) daha az zenginleşmiştir. Böyle bir gelişim genel olarak granat içermeyen litosferik bir kaynağa veya amfibol ve piroksenin tamamen ergimedığı mantodaki kısmi ergimeye (Wilson, 1989) işaret edebilir. Eu hafif negatif bir anomali göstermekte olup, bu durum bir miktar plajiyoklas ve K-feldspat fraksiyonlaşmasına işaret etmektedir. (La/Lu)_N değerleri ise 13,62-35,12 arasında değişmekte olup, genel olarak andezitik kayalarda düşük, dasit ve riyolitik kayalarda ise yüksek seyretmektedir. Volkanik kayaların tektonik konumlarına bakıldığı zaman Hf/3-Th-Ta diyagramında (Wood vd., 1979) örneklerin tamamının volkanik yay bazaltları alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 73).

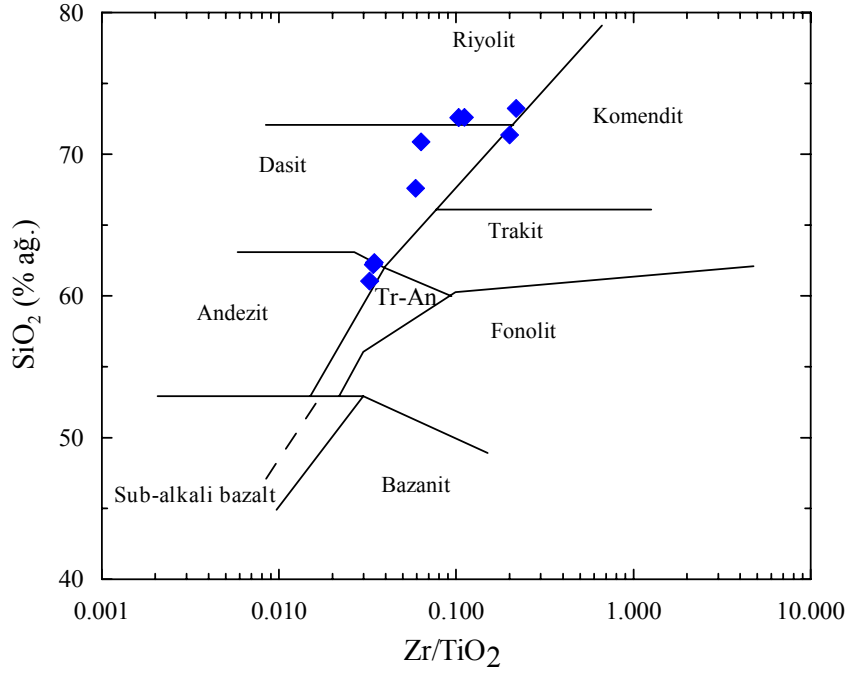
Pearce ve Cann (1973)'e göre hazırlanan Ti-Zr diyagramında ise örneklerin yarısına yakının volkanik yay, diğer yarısının ise plaka içi alanına düştüğü gözlenmektedir (Şekil 74).



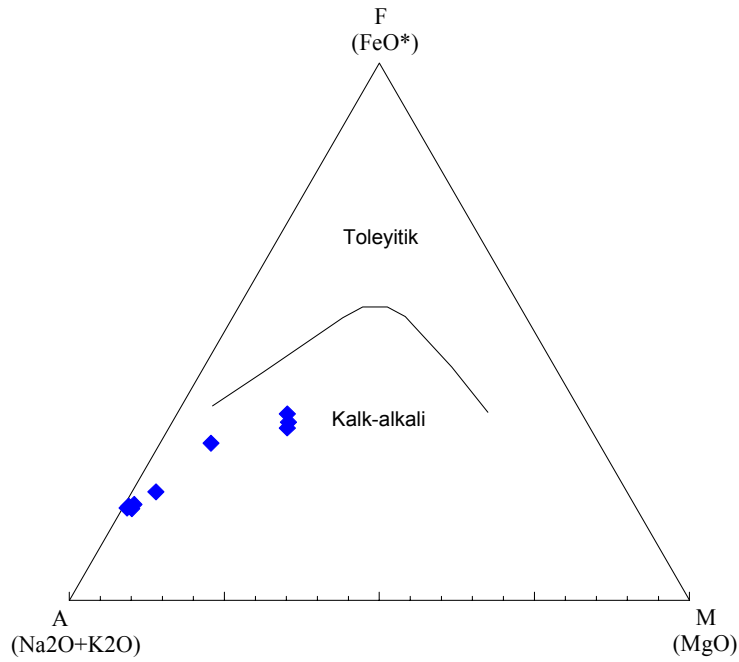
Şekil 64. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklerin toplam alkali-silik sınıflamasındaki (Le Maitre vd., 1989) konumları.



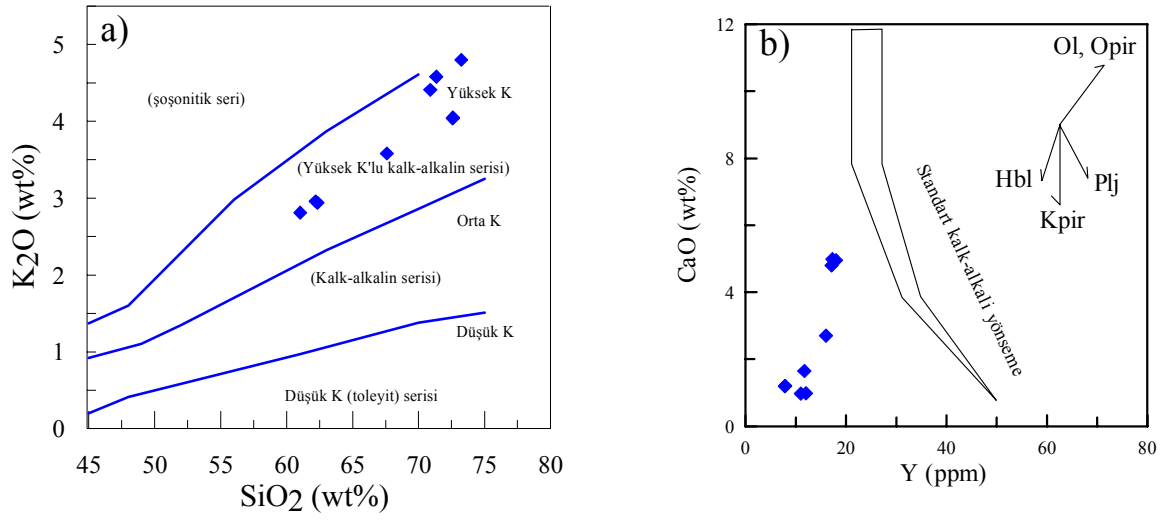
Şekil 65. Erzincan volkanitlerinin $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001 - Nb/Y$ adlandırma diyagramındaki (Winchester ve Floyd, 1976) dağılımları.



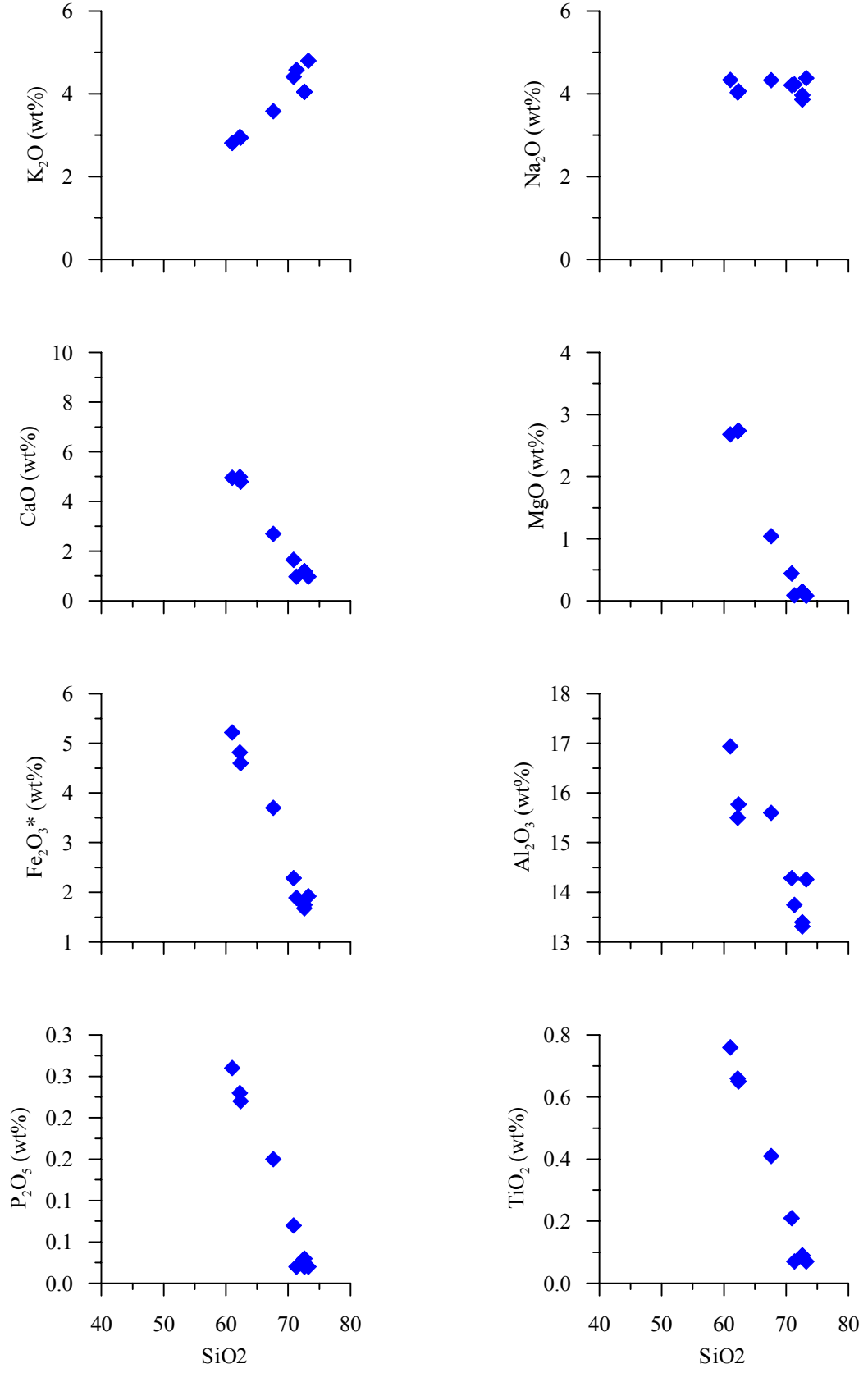
Şekil 66. Erzincan volkanitlerinin $Zr/TiO_2 \cdot 0.0001$ - SiO_2 adlandırma diyagramındaki (Winchester ve Floyd, 1976) konumları.



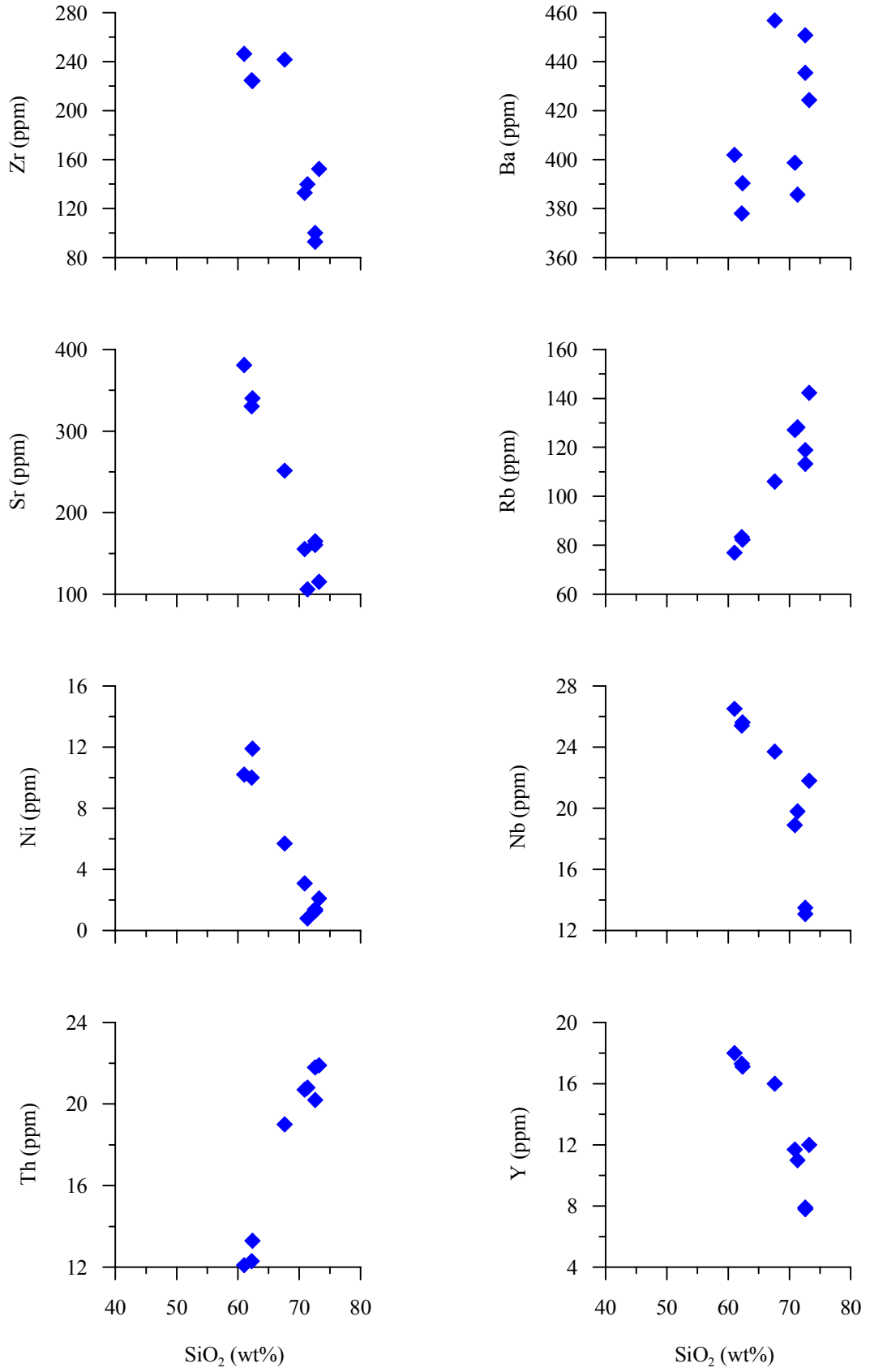
Şekil 67. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklere ait AFM (Irvine ve Baragar, 1971) diyagramı.



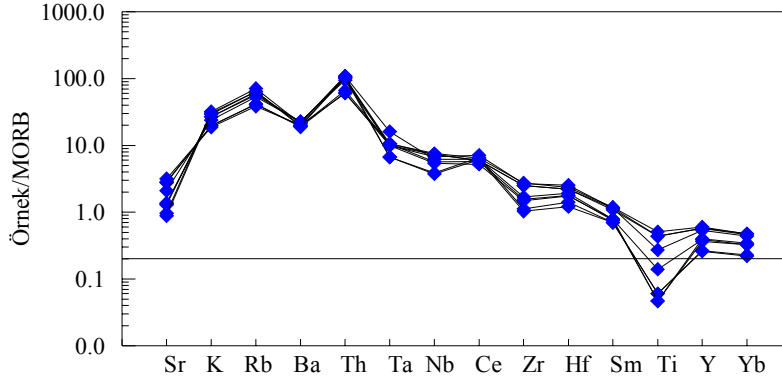
Şekil 68. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklerin a) SiO₂'ye karşı K₂O (Le Maitre vd., 1989) diyagramı, b) Y-CaO (Lambert ve Holland, 1974) diyagramı.



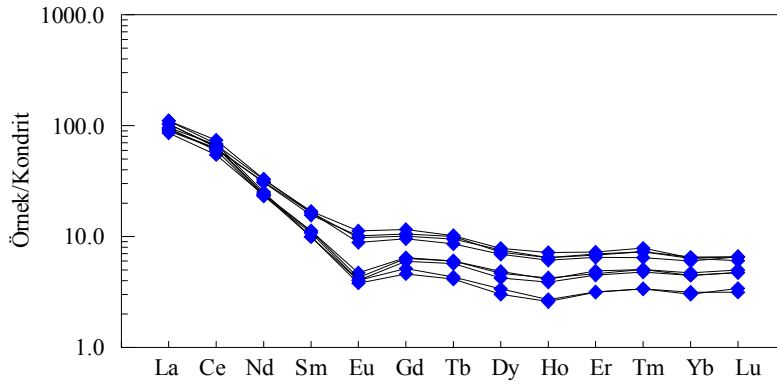
Şekil 69. Erzincan volkanitlerinin SiO₂'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.



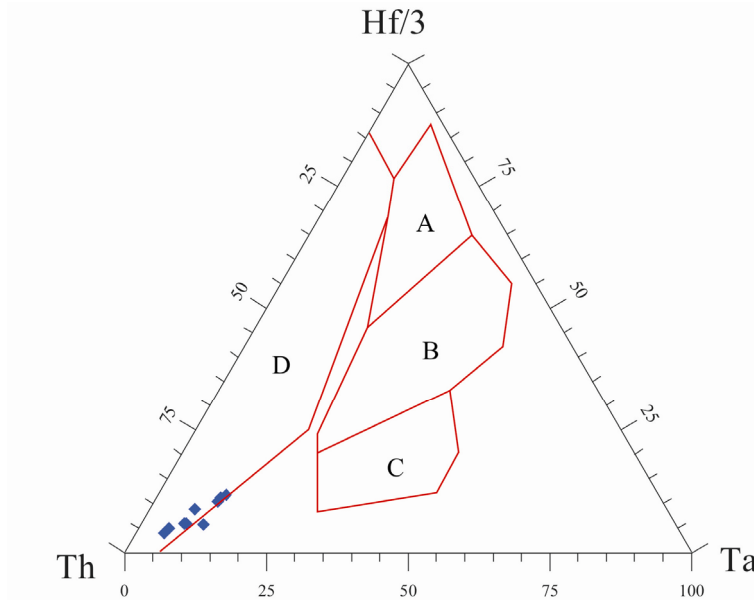
Şekil 70. Erzincan volkanitlerinin SiO₂'ye karşı iz element değişim diyagramları.



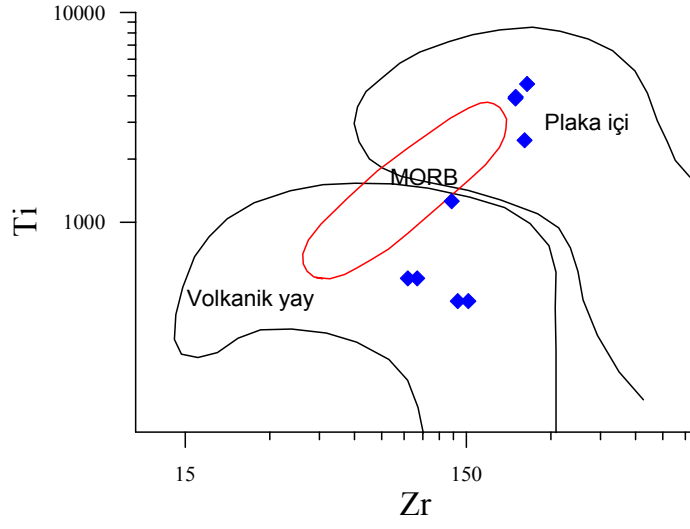
Şekil 71. Erzincan volkanitlerinden alınan örneklerin, MORB'a göre (Pearce, 1983) normalize edilmiş iz element dağılım diyagramı.



Şekil 72. Volkanitlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramları (Taylor ve MacLennan, 1985).



Şekil 73. Erzincan volkanitlerinin Hf/3-Th-Ta üçgen diyagramındaki konumları (Wood vd., 1979), A: N tipi MORB, B: E tipi MORB, C: Plaka içi alkalin bazaltları, D: Volkanik yay bazaltları.



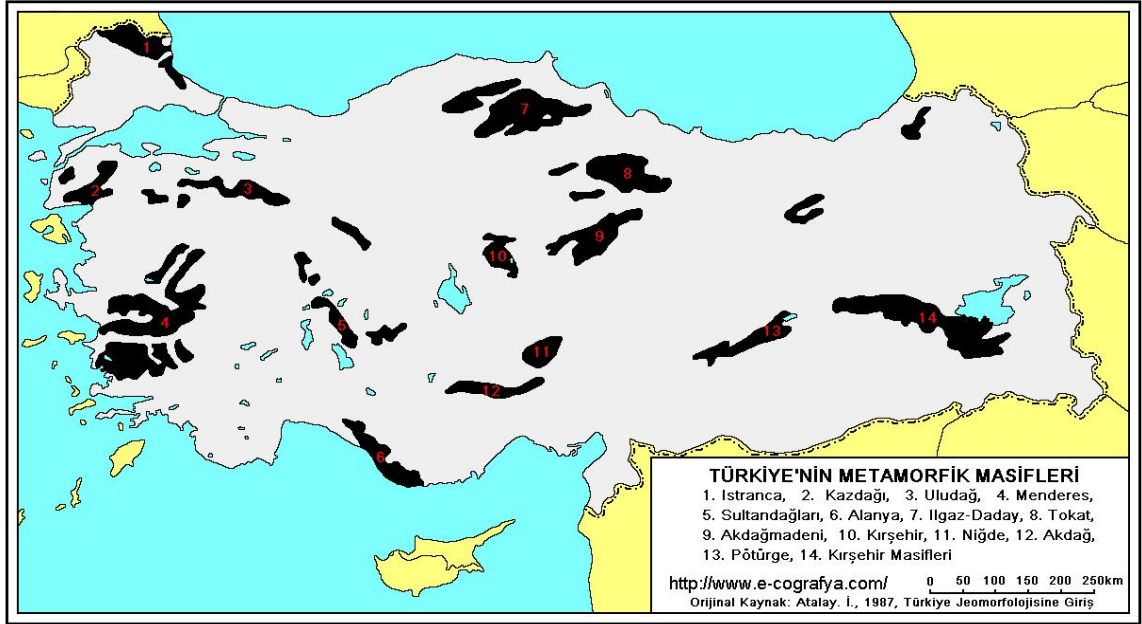
Şekil 74. Volkanitlere ait örneklerin Zr-Ti tektonik konum (Pearce, 1982) diyagramındaki yerleri.

4. İRDELEME

4.1. Metamorfizma

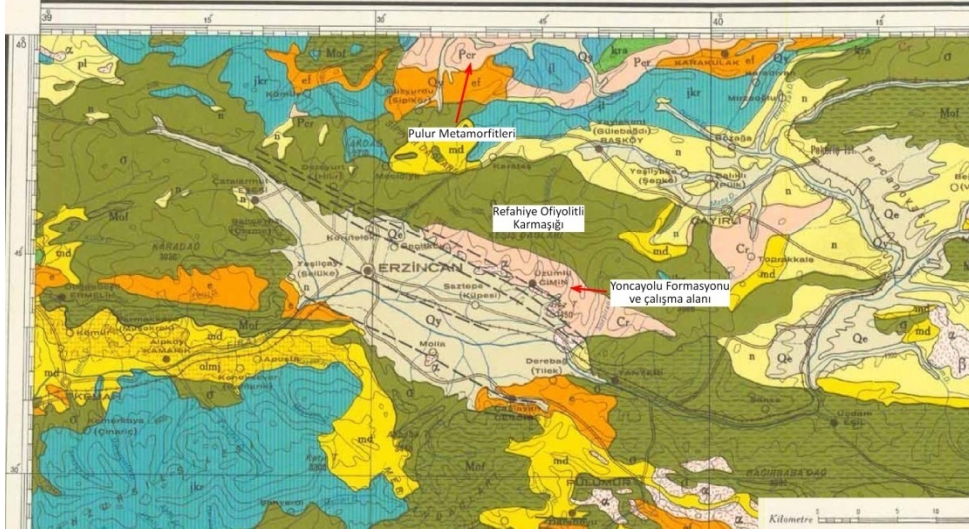
4.1.1. Giriş

Türkiye jeolojisine bakıldığında bir bakıma temel birimleri oluşturan metamorfik masiflerin, hemen her tarafta ve değişik büyüklüklerde yayıldığı görülmektedir (Şekil 75). Paleozoyik'den Tersiyer başlarına kadar olan dönem içerisinde çeşitli derecelerde metamorfizmaya uğramış masifler mevcuttur.



Şekil 75. Türkiye'nin önemli metamorfik temelleri (Ketin, 1966; Atalay, 1987).

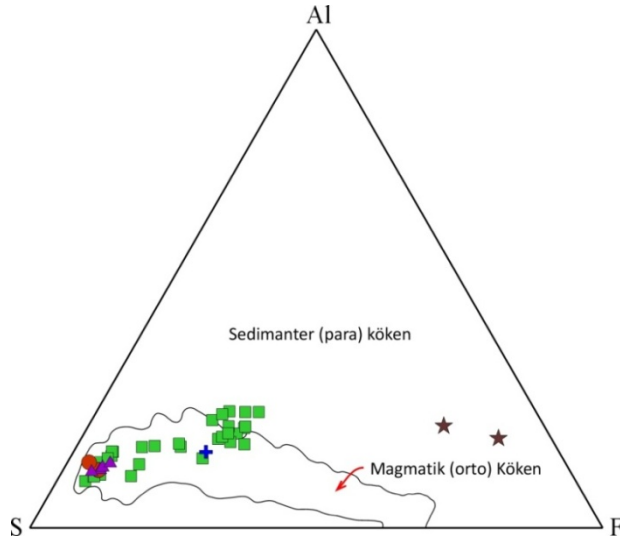
Çalışma alanı ve civarına yakın kesimlerde ise Pulur Metamorfikleri (Bayburt) ve Ağvanis Metamorfikleri yer almaktadır (Şekil 76). İnceleme alanının yaklaşık kuzeyinde yer alan, orta-yüksek dereceli metamorfizma özelliğinde olan Pulur Metamorfikleri başlıca kordiyerit-sillimanit şist, amfibolit ve ortognayslardan oluşmaktadır (Okay vd., 1997; Aslan 2005). Yine inceleme alanının kuzey batısında yüzeylenme veren Ağvanis Metamorfikleri ise genellikle orta, yer yer ise düşük ve yüksek dereceli metamorfizma özelliğine sahiptir. Başlıca yeşilşist, kalkşist, metabazik, mermer, fillit, gnays, metadasit ve metaasidik kayalardan oluşur (Okay, 1983; Altınkaynak, 2001).



Şekil 76. Çalışma alanında yüzeylenme veren metamorfittler ve yakın çevresinde bulunan birimlerle olan ilişkisi (MTA'dan değiştirilerek).

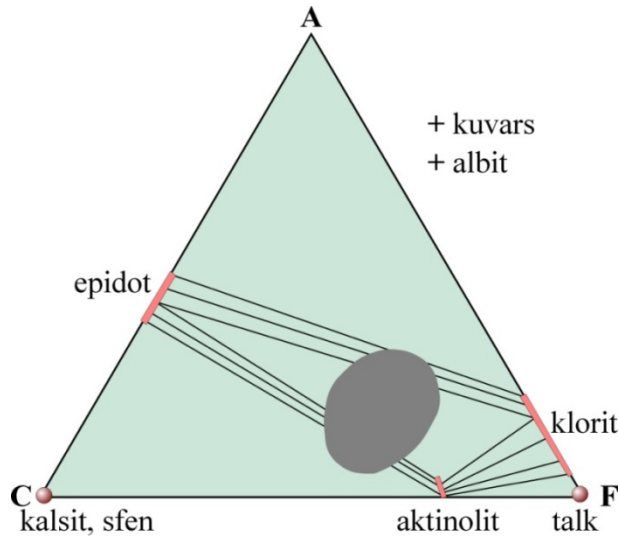
4.1.2. Çalışma Alanının Metamorfik Kayaç Toplulukları ve Mineral Parajenezleri

Çalışma alanında yüzeylenme veren epimetamorfik kayalar genelde düşük, yer yer ise çok düşük dereceli metamorfizma özelliği göstermektedir. Başlıca yeşilüst fasiyesinin kayaları ile fillat, metagranit, metadasit, metabazik, kalkşist ve kuvarsitlerden oluşmaktadır. Gerek petrografik ve gerekse jeokimyasal çalışmalara göre metamorfik kayalar çoğunlukla magmatik (bazik-asidik volkanikler ve granit), az oranda ise sedimanter (kıltaşı-kireçtaşı) kökenden türemiştir (Şekil 77). Kalkşistler ve killi kayalar sedimanter, diğer kayalar ise magmatik kökene aittir. Kayaçlarda genellikle plajiyoklaslar birincil olup dokuları korunmuştur. Kuvars, klorit, kalsit, epidot, albit ve muskovit ise metamorfizma sonucu oluşmuştur. Bazı örneklerde ise (M23, M32) metamorfizmanın artması ile birlikte yeniden kristallenme ile beraber aktinolit ve Na-Ca plajiyoklas (bkz. Şekil 68 ve 69) mineralleri görünmeye başlamıştır. Bu değişim yeşilüst fasiyesinin üst kısımlarına işaret etmektedir (Katada, 1965; Winkler, 1967). Sonuç olarak bazı yerlerde yeşilüst fasiyesinin üst sınırına doğru ilerleyici bir metamorfizmadan söz edilebilir.



Şekil 77. Yoncalı Metamorfitleleri'ne ait örneklerin Al-S-F üçgen diyagramındaki konumları (Ayan, 1973), Al: Al_2O_3 , S: $SiO_2+TiO_2+P_2O_5$, F: $Fe_2O_3+FeO+CaO+MgO+MnO$; ■: yeşilşist, +: metabazik, ●: metadasit, ▲: metagranit, ★: kalkşist.

ACF diyagramı mineral parajenezinde (Best, 1982) çalışma alanındaki metamorfitleler büyük oranda mafik kökenli yeşilşist fasiyesinde klorit zonu kayaçlarıdır (Şekil 78). Mafik kayaçların düşük dereceli (yeşilşist) metamorfizmalarındaki tipik mineral birlikteliği; Zoisit/klinozoisit veya epidot+aktinolit+albit+klorit±kuvars şeklindedir.



Şekil 78. Bazı bileşimli magmatik kayaçların düşük dereceli (yeşilşist) metamorfizma koşulları altında oluşan mineral topluluklarını gösteren ACF diyagramı. A: $Al_2O_3+Fe_2O_3+-(Na_2O+K_2O)$; C: $CaO-3,3 P_2O_5$; F: $FeO+MgO+MnO$ (Best, 1982).

Yoncayolu Metamorfizmaları'ne ait başlıca metamorfik kayaç toplulukları aşağıdaki gibidir.

Fillat	Kalkşist
Serizit-kalsit-klorit-kuvars şist	Serizit-kalkşist
Muskovit-klorit-albit-kuvars şist	Metadasit
Kalsit-epidot-klorit-albit şist	Metabazik
Kuvars-klorit şist	Metagranit ve
Kuvars-albit-kalsit-klorit şist	Kuvarsit

Yapılan petrografik ve jeokimyasal çalışmalar neticesinde birimin metamorfizma öncesi köken kayaçlarının killi bir seviye ile başlayarak volkano-tortul bir seri şeklinde devam ettiği ve üst kesimlerinde kireçtaşlarının ve granitlerin olabileceği sonucuna varılmıştır (Tablo 7).

Metamorfik kayaçlarda altı adet örnek üzerinde detaylı petrografik çalışmalar yapılarak içerdiği mineral içerikleri ve yüzde (%) oranları Tablo 8'de, 24 adet örneğin ise detaylı mineralojik-petrografik incelemesi Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 7. Çalışma alanında metamorfik kayaçların alttan üste doğru muhtemel köken kayaçları, mevcut kayaçlar ve mineral içerikleri.

Muhtemel köken Kayaç	Mevcut Kayaç	Mineral içerikleri
Granit	Metagranit	Kuvars, plajiyoklas, epidot, klorit, aksesuar mineraller; serizit, apatit
Kireçtaşı (killi-kumlu?)	Kalkşist	Kalsit
Bazik ve asidik volkanik kayaçlar	Yeşilşist/metabazik/metadasit	Kuvars, plajiyoklas (albit), muskovit/serizit, epidot, klinozoisit, kalsit, Ca-plajiyoklas, amfibol (aktinolit/Fe-hornblend), aksesuar mineraller: rutil, apatit, magnetit, kil mineralleri.
Killi kayaçlar	Muskovit-klorit-şist	Muskovit/serizit, klorit, kuvars
Bazik ve asidik volkanik kayaçlar	Yeşilşist/metabazik/metadasit	Kuvars, plajiyoklas (albit), muskovit/serizit, epidot, klinozoisit, kalsit, Ca-plajiyoklas, amfibol (aktinolit/Fe-hornblend), aksesuar mineraller: rutil, apatit, magnetit, kil mineralleri.
Killi kayaçlar	Fillat	Serizit, kuvars, klorit, kalsit, epidot, aksesuar mineraller: rutil, amfibol, hematit

Tablo 8. Metamorfitlerden seçilen örneklerin mineral içerikleri ve yüzde (%) oranları. M1: Fillat, M7A, M17 ve M30: Yeşilşist, M16: Metagranit, M32: Metabazik

Örneklerde Hesaplanan Mineral Oranları (%)						
Örnek No	M-1	M-7A	M-16	M-17	M-30	M-32
Kuvars	75	60	60	16	35	
Plajiyoklas		30	32	5	6	60
K-feldispat		7			<1	
Amfibol	<1					39
Serizit		3	<1	<1		1
Biyotit					<1	
Klorit	8	<1	2	10	50	
Epidot	5		6	60	1	
Garnet				8		
Karbonat (kalsit)	12	<1		1	6	
Kil mineralleri				<1		
Apatite			<1	<1	<1	
Rutil	<1	<1			<1	<1
Magnetit				<1	1	<1
Hematit	<1				1	

Tablo 9. Çalışma alanından alınan 24 adet örneğin mineralojik-petrografik incelemeleri.

Örnek No	Kayaç Adı	Mineral Parajenezi	Dokusal Tanımlama
M1	Fillat	srz+ku+kl+kls+ep±ru±amf±hem±op. min.	Lepidoblastik
M2	Epidot-klorit-albit-şist	ep+kl+alb+k+kls±op. min.	Lepidoporfiroblastik
M3	Epidot-klorit-şist	ep+kl+k+alb+srz±op. min.	Granolepidoblastik
M4	Albit-klorit-şist	ku+kl+alb+kls+srz±op. min.	Lepidogranoblastik
M5	Klorit-şist	ku+kl+ep±ru±hem±op. min.	Lepidoblastik
M6	Albit-epidot-klorit-şist	ku+kls+kl+alb+ep±op. min.	Lepidogranoblastik
M7A,B,C	Muskovit-kuvars-şist	mus+ku+feld+kl±op. min.	Lepidogranoblastik
M7D	Muskovit-klorit-şist	mus+kl+k+alb+srz±op. min.	Lepidoporfiroblastik
M9A	Metadasit	ku+feld+plj+srz±op. min.	Granoblastik
M10B	Muskovit-klorit-kuvars-şist	mus+kl+k+alb+srz+kls+feld±op. min.	Lepidogranoporfiroblastik
M11	Klorit-şist	kl+ku+feld±op. min.	Lepidoblastik
M12	Metagranit	ku+plj+ep+klr+srz±ap.	Granoblastik
M15	Muskovit-klorit-şist	mus+kl+k+alb+srz±op. min.	Lepidoporfiroblastik
M16	Metagranit	ku+plj+ep+klr+srz±ap.	Granoblastik
M13	Epidot-klorit-şist	ep+klz+plj+kl+k±mag. ±ap.	Lepidogranoblastik
M17	Epidot-klorit-şist	ep+klz+plj+kl+k±mag. ±ap.	Lepidogranoblastik
M18	Kalk-şist	kls±op. min.	Granoblastik
M19	Kalk-şist	kls±op. min.	Granoblastik
M24	Amfibol-klorit-şist	akt+hrb+k+kl+srz±op. min.	Lepidogranoblastik
M25	Metadasit	ku+feld+plj+srz±op. min.	Granoblastik
M30	Klorit-şist	kl+k+plj+or+ep+kls+mag.+hem+ru±ap.	Lepidoblastik
M32	Metabazik	plj+amf (ak+hrb)+srz+mag+ru	Granoblastik
MT2	Klorit-şist	kl+alb+srz+kls+ep±op. min.	Lepidoblastik
MT3	Epidot-kalsit-klorit-şist	ep+kl+kls+srz+alb±op. min.	Granolepidoblastik

4.1.3. Killi Kayaçların Düşük Dereceli Metamorfizması

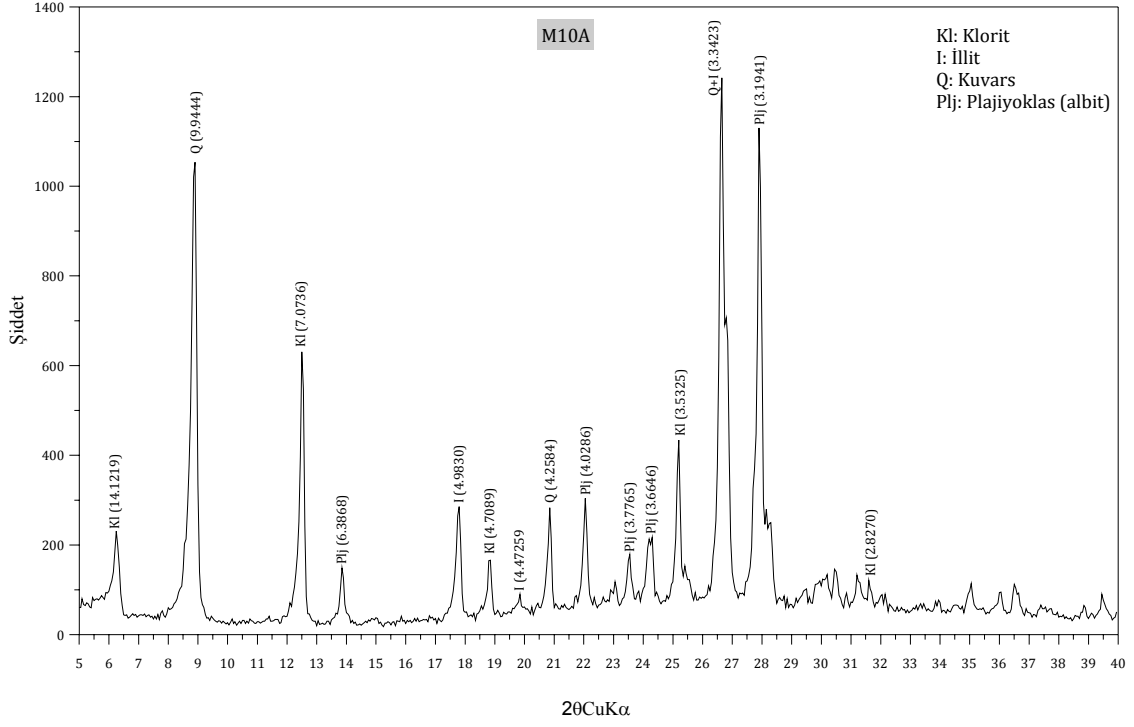
4.1.3.1. Giriş

Sıkışma ve diyajenez esnasında, killer ve şeyller önemli mekanik ve kimyasal değişikliğe uğrar. Büyük oranda boşluk içeren killer sıkışma ve gömülmeye bağlı olarak bu boşluklarını büyük ölçüde kaybederler. Ancak tipik olarak şeyller metamorfizmanın başlangıç aşamasında (yaklaşık 200 °C sıcaklıkta, 6 km derinlikte ve 1,6 kbar basınçta) hali hazırda belli bir boşluk içerebilirler (Bucher and Frey, 2002). Çoğunlukla şeyl türü kayaçlar metamorfizmanın başlangıcında sleyt ve fillitlere dönüşür. Genel olarak tipik mineral içeriklerini kaolinit, illit (muskovit), klorit, kuvars ve feldispat (K-feldispat ve albit) mineralleri oluşturur.

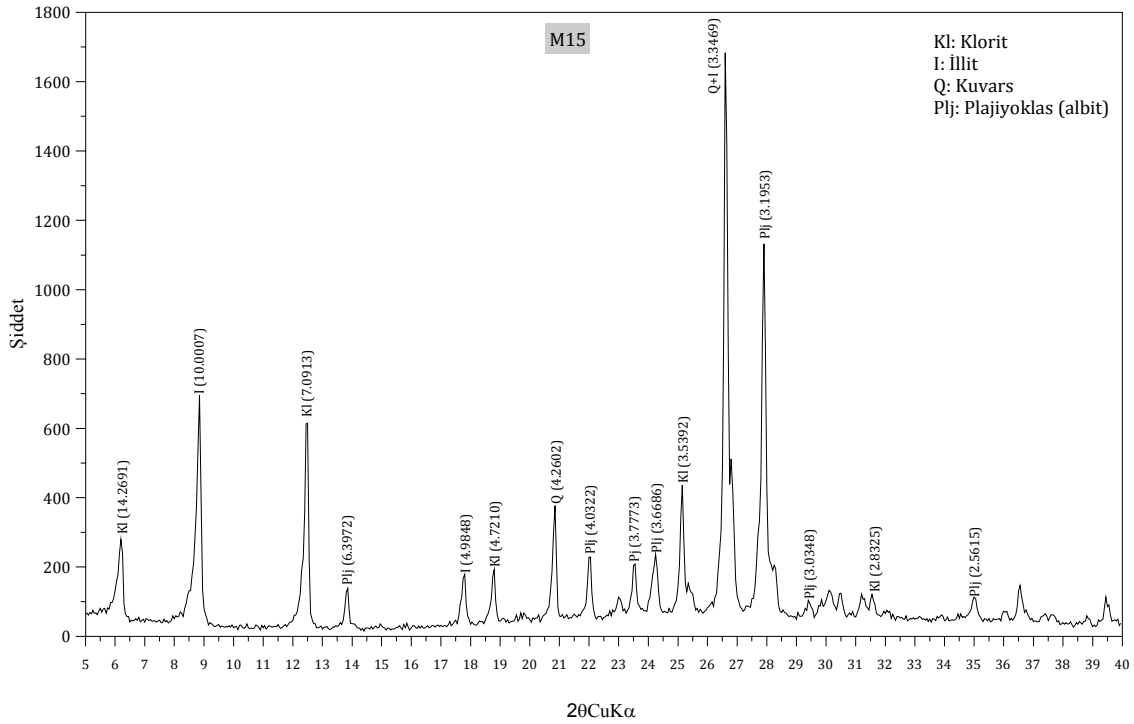
Smektit gibi kil mineralleri ise bu değişim esnasında illit ve kloritlerle yer değiştirir. Artan sıcaklık ve basınçla beraber özellikle illit gibi yaprak silikat mineralleri de yeniden kristallenir. Bu nedenle diyajenez ve çok düşük dereceli metamorfizma derecesinin ölçümünde illit "*kristallinitesi*" değerleri oldukça büyük bir önem arz etmektedir.

4.1.3.2. Kil Mineralojisi

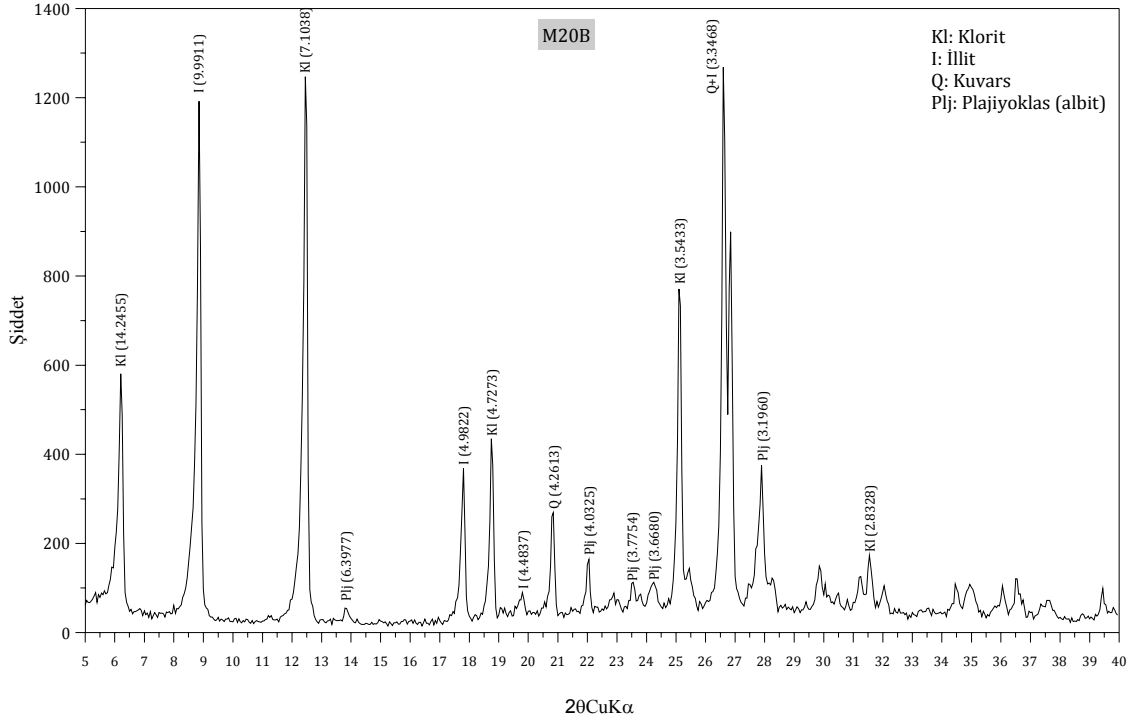
Yoncaolu Metamorfitleri'nden alınan örneklerin XRD çalışmasına göre örnekler, bolluk sırasına göre klorit, kuvars, plajiyoklas (albit), illit (muskovit) ve amfibol (hornblend veya aktinolit) mineralleri içermektedir. En sık gözlenen mineral parajenezleri ise illit-klorit (Şekil 79, 85), illit-klorit-albit (Şekil 80, 81, 82, 84, 86) ve illit-klorit-albit-amfibol (Şekil 83) parajenezleridir.



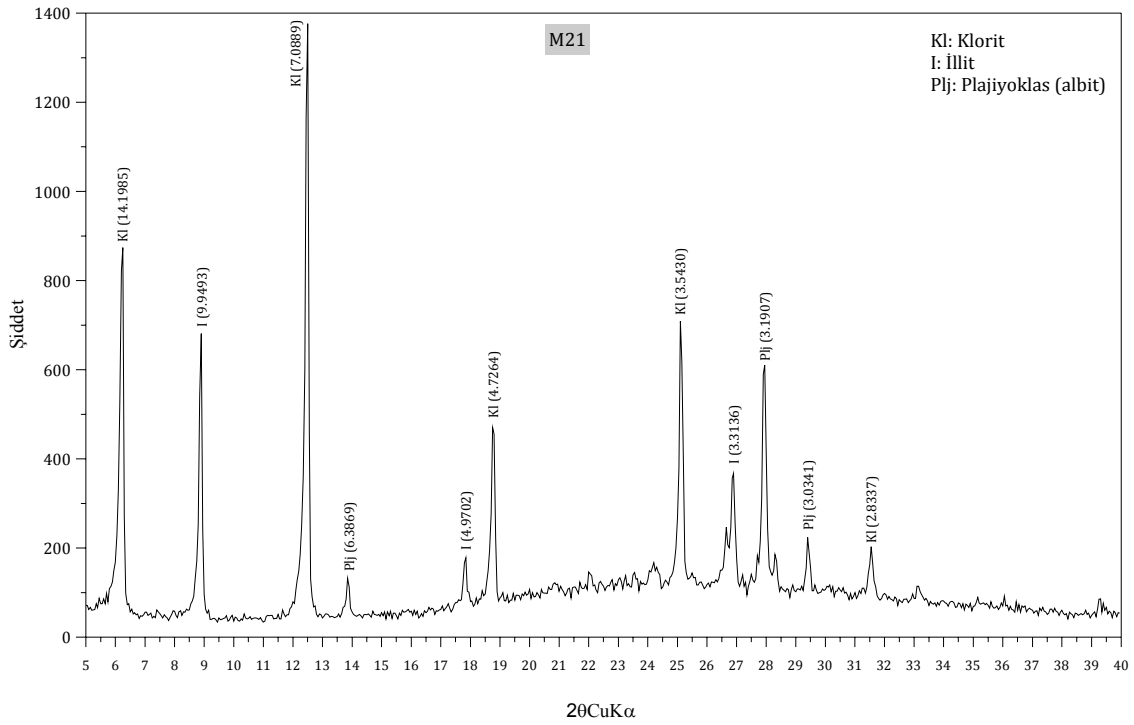
Şekil 79. M10A nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.



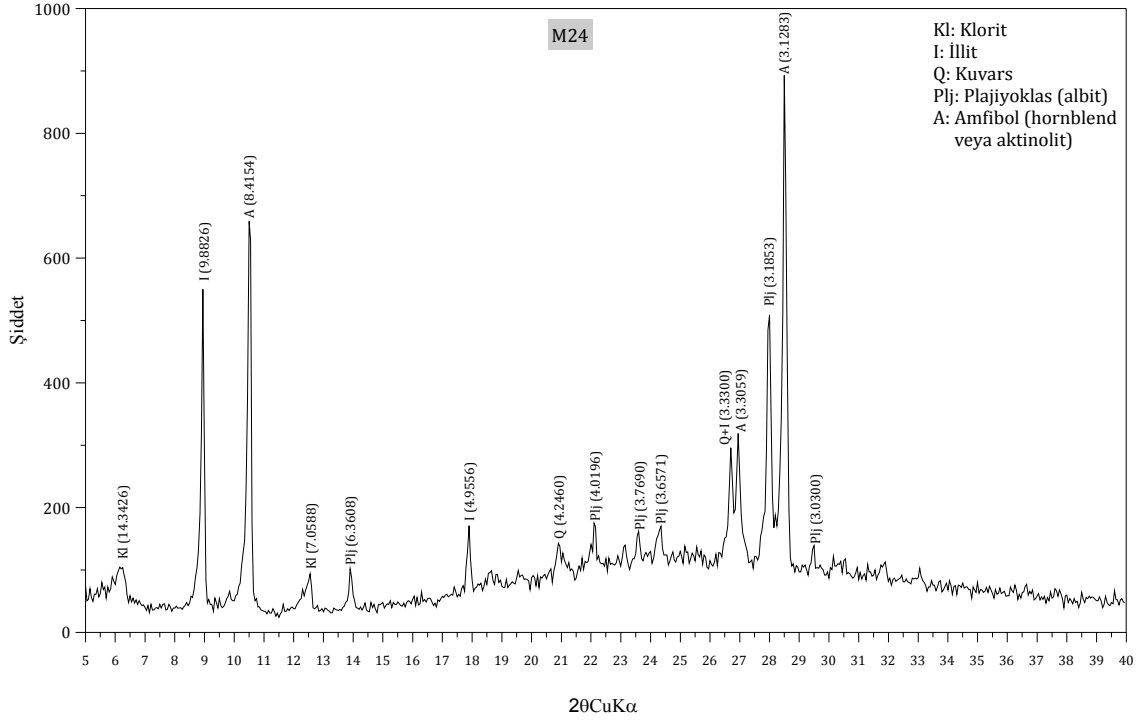
Şekil 80. M15 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.



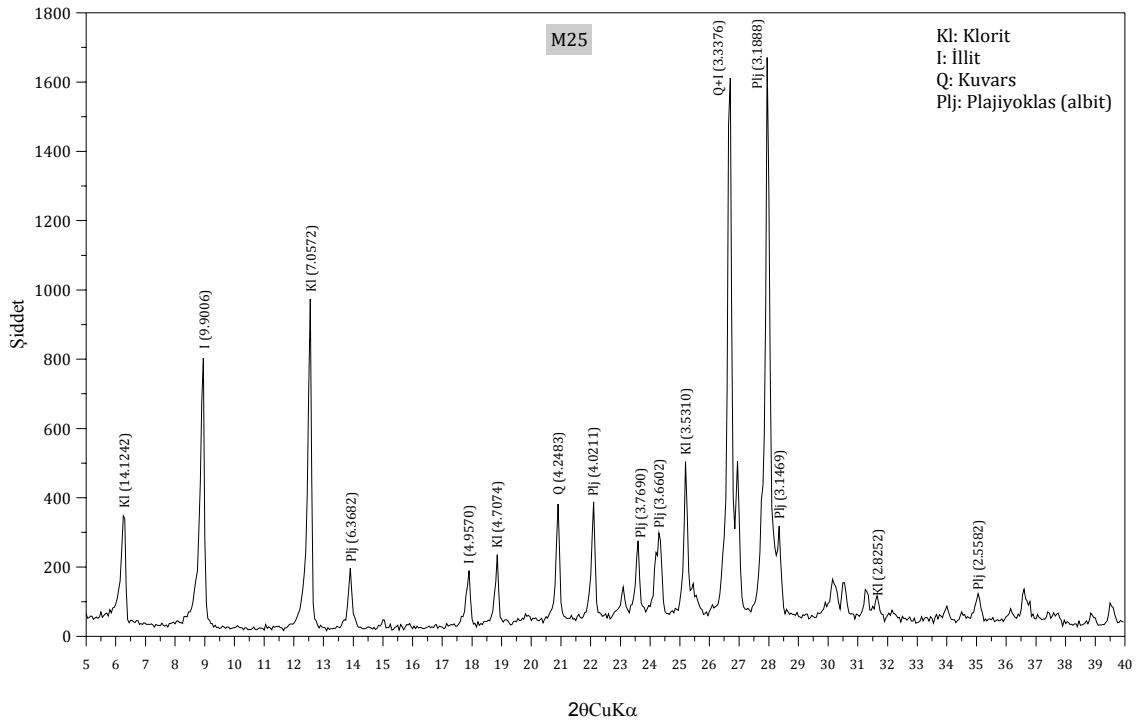
Şekil 81. M20B nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı



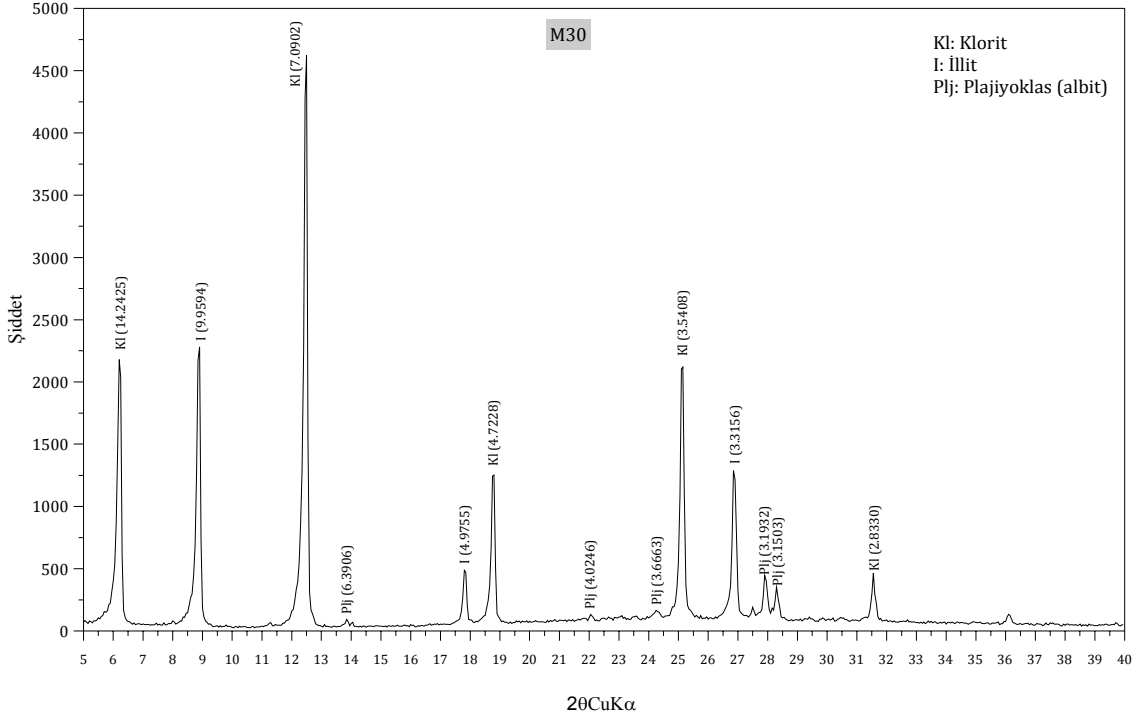
Şekil 82. M21 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.



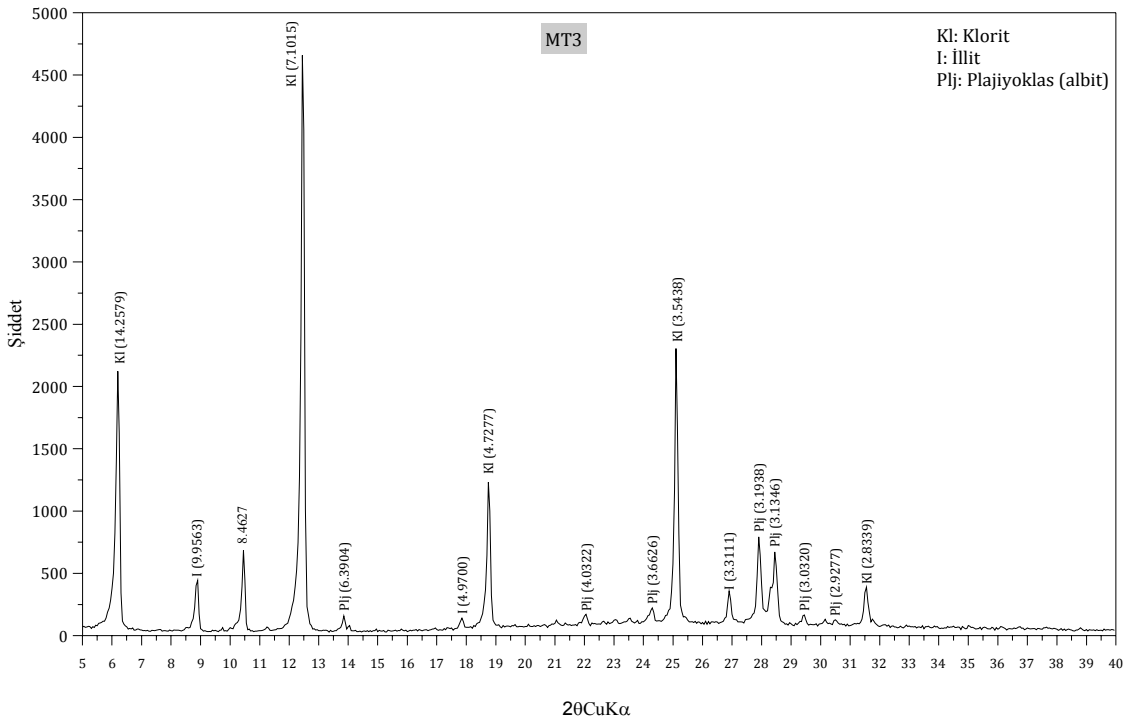
Şekil 83. M24 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.



Şekil 84. M25 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.



Şekil 85. M30 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.



Şekil 86.MT3 nolu örneğin tüm kayaç XRD difraktogramı.

4.1.3.3. İllit ve Klorit Kristallinitesi

Yonca yolu Metamorfite'lerine ait kayalardan alınan 8 adet örnekte elde edilen klorit ve genellikle <0,1 mm boyutunda olan illit (muskovit) kristalinite değerleri Tablo 10'da verilmiştir. <2µm kil fraksiyonunun yönlü normal çekimleri kullanılarak XRD analizleri yapılmıştır. Bu örneklerden MT3 nolu örnekte illitlerin d(002) yansıması çok zayıf olduğu görülmüş olup, trioktahedral türde iken diğer örneklerdeki illitlerin dioktahedral türde oldukları belirlenmiştir.

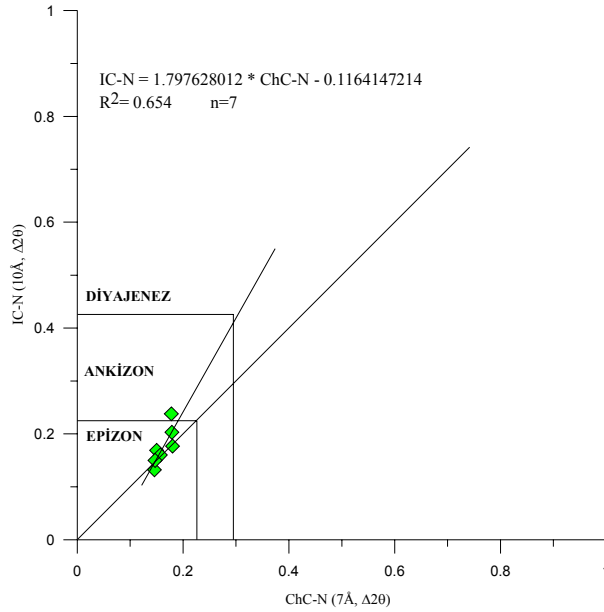
Tablo 10. Yonca yolu Metamorfite'lerinden alınan örneklerdeki illit-klorit kristalinite değerleri.

Örnek No	M10A	M15	M20B	M21	M24	M25	M30	MT3
IC-N	0,238	0,203	0,177	0,132	0,124	0,169	0,16	0,15
ChC-N	0,178	0,179	0,18	0,146	0,298	0,15	0,157	0,147
I (001)	1016	659	1154	635	506	771	2231	407
I (002)	247	144	334	101	93	155	415	80
I (002/001)	0,243	0,219	0,289	0,159	0,184	0,201	0,186	0,197
KI ($\Delta^{\circ}2\theta$)	0,238	0,203	0,177	0,132	0,124	0,169	0,16	0,15
AI ($\Delta^{\circ}2\theta$)	0,253	0,254	0,255	0,229	0,345	0,232	0,237	0,230

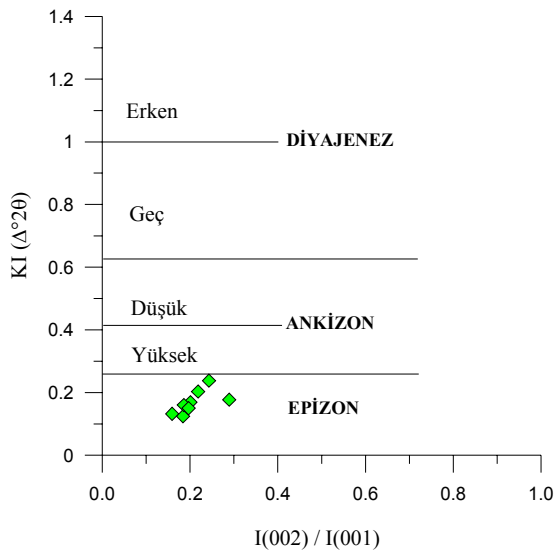
IC-N: İllit kristalinite-normal, ChC-N: Klorit kristalinite-normal, KI: Kübler indeksi, AI: Arkai indeksi
[AI=0,766*ChC(002)+0,117]

İllit terimi 10 Å da genişleme göstermeyen kil mineralleri için kullanılmış olup (Gaudette vd., 1966), ana pikinin d(001) olduğu kabul edilir. İllit kristalinite (Kübler indeksi) değerleri ise illitlerin difraktogram üzerinde 10 Å yansımasının yarı yüksekliğinin genişliği (FWHM) olarak tanımlanmıştır. Bu ölçüm yöntemi ilk kez Kübler (1964) tarafından önerilmiş ve Kübler (1967, 1968) ve Dunoyer ve Segonzac (1969) tarafından geliştirilmiştir. Önceki çalışmalarda FWHM değerleri mm şeklinde ifade edilirken, son çalışmalarda genellikle $\Delta^{\circ}2\theta$ olarak verilmektedir. Kübler (1984)'e göre ise ankizonun (ankimetamorfik zon) düşük ve yüksek derece limit değerleri 0,42 ve 0,25 $\Delta^{\circ}2\theta$ olarak verilmiştir. Dolayısıyla bu ölçüm yöntemi kullanılarak özellikle diyajenetik zon, ankimetamorfik zon (ankizon) ve epizonla ilişkili değerler ortaya konabilmektedir. Klorit kristalinite değerleri ise kloritin 7 Å [d(002)] pikinin yarı yüksekliğinin genişliği (FWHM) olarak verilmiştir.

Alınan örnekler üzerinde ölçülen illit kristalinite değerleri $\Delta^{\circ}2\theta = 0,124-0,238$ (ortalama 0,17) arasında değişmekte iken, kloritlerde ölçülen kristalinite değerleri $\Delta^{\circ}2\theta = 0,146-0,180$ (ortalama 0,18) arasında değişmektedir. Kristalinite değerlerinden yararlanılarak oluşturulan IC-N ($\Delta^{\circ}2\theta$)'e karşı ChC-N ($\Delta^{\circ}2\theta$) diyagramında (Bozkaya, 1995) ise örneklerin tamamı epizonal metamorfik koşullara işaret etmekte olup, pozitif ve düzenli bir korelasyon ($R^2 = 0,654$) oluştururlar (Şekil 87). Ayrıca Kübler indeksine karşı I(002)/I(001) diyagramında (Eberl ve Velde, 1989) bütün örneklerin epizonal metamorfik koşulları temsil ettiği görülmektedir (Şekil 88).

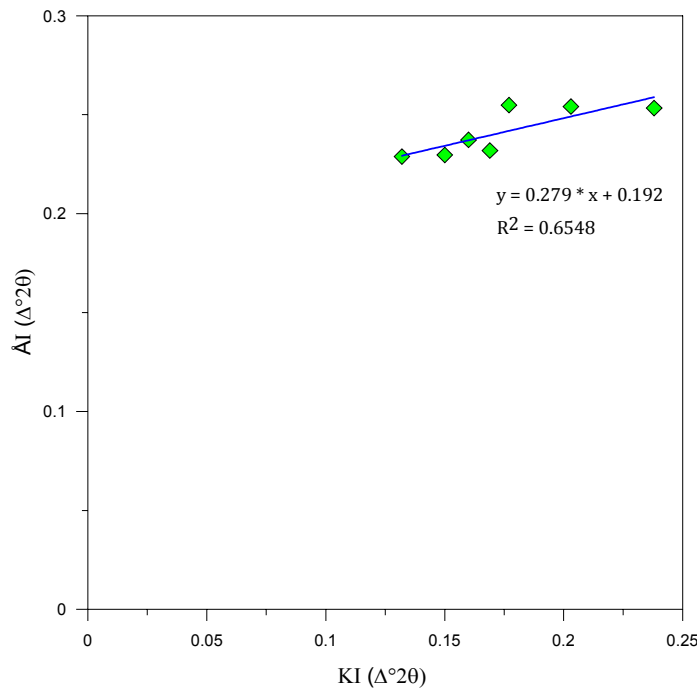


Şekil 87. Yoncayolu Metamorfitleri'ndeki örneklerin illit ve klorit "kristalinite" değerleri arasındaki ilişki.



Şekil 88. Yoncayolu Metamorfitleri'ndeki örneklerin Kübler indeksi (KI)'ne karşı I(002)/I(001) arasındaki ilişki.

Bununla beraber klorit kristallinite değerleri (ChC (002)) kullanılarak elde edilen Árkai indeksi değerleri ile metamorfizma koşulları belirlenmiştir. Buna göre $\acute{A}I = 0,766 \cdot \text{ChC}(002) + 0,117$ formülüne göre hesaplanmıştır (Guggenheim vd., 2002). $\acute{A}I$ için ankizon sınırları KI ile korelasyonu sonucu tanımlanmış olup, epizon-ankizon sınırı $0,24 \Delta^\circ 2\theta$, ankizon-diyajenez sınırı ise $0,30 \Delta^\circ 2\theta$ olarak belirlenmiştir. Metamorfitlerden alınan örneklere $\acute{A}I$ -KI diyagramı lineer pozitif bir korelasyon ($R^2=0,65$) vermekte olup (şekil 89), düşük dereceli epizon metamorfizması koşullarını desteklemektedir ($KI \leq 0,24 \Delta^\circ 2\theta$).



şekil 89. Yoncayolu Metamorfitleri rneklerindeki Kübler indeksi (KI) (10\AA) ile Árkai indeksi ($\acute{A}I$) (7\AA) arasındaki ilişki.

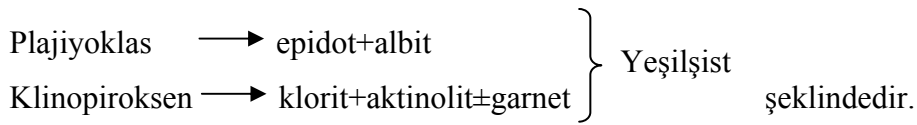
Literatürden derlenen vitrinite yansıma değerleri (Diessel vd., 1978) ve sıcaklık hesaplaması (Black, 1974), alışma alanındaki veriler uygulandığında, örneklere epizonda yer aldığı ($KI \leq 0,24 \Delta^\circ 2\theta$), vitrinite yansıma değerlerinin ise %5,44'e denk geldiği grlmştir. Sıcaklık değerlerinin ise yaklaşık $350 \text{ }^\circ\text{C}$ civarında olduğu belirlenmiştir (Tablo 13).

Tablo 11. KI, illit-muskovit politip geçişleri, vitrinit yansıması (Diessel vd., 1978'den değiştirilerek) ve sıcaklık değerleri (isotopic termometre, Black (1974)).

Metapelitik Zon	KI ($\Delta^{\circ}2\theta$)	Politipler % $2M_1$	Vitrinit Yansıması (%)	T $^{\circ}$ C
Diyajenetik Zon	0.42	37.5	2.80	230
Düşük Ankizon	0.30	100.0	3.06	240
Yüksek Ankizon	0.25		3.20	260
Epizon			3.57	270
			4.05	280
			5.44	300
				350

4.2.4. Bazik Kayaçların Düşük Dereceli Metamorfizması

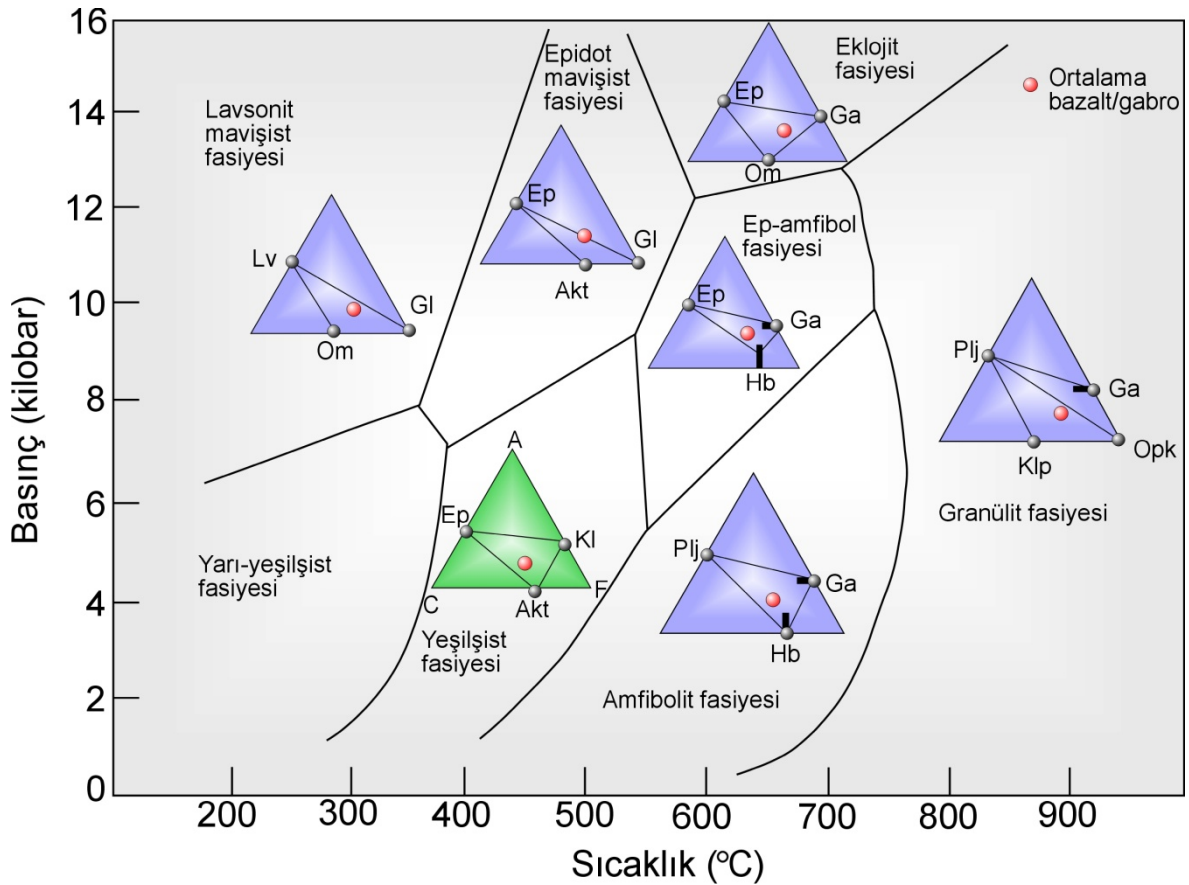
Metabazik kayaçlar başlıca bazalt ve andezit bileşimli magmatik kayaçlardan türemektedirler. Bu tür kayaçlar ise sıcaklık ve basınç değişimlerine karşı hassas olup pek dayanıklı değildirler. Bu nedenle yeşilşist, amfibolit, granülit, mavişist ve eklojit gibi birçok metamorfik fasiyes koşulları sunabilirler. Çalışma alanından derlenen örneklerde bazik kökenli metamorfik kayaçlarda tipik olarak; albit+klorit+aktinolit+epidot mineral parajenezi gözlenmekte olup, yeşilşist fasiyesi özellikleri sunmaktadır. Düşük dereceli bu metamorfizma türünde mineral değişimi ise aşağıdaki gibidir;



Metabaziklerin ilerleyici metamorfizma karakteristik özellikleri plajiyoklaslar ve amfibol mineralleri ile doğrudan ilişkilidir. Plajiyoklas sistematik olarak düşük dereceli metamorfizma koşullarında albit bileşiminde iken (bkz. Şekil 39), metamorfizmanın ilerlemesi ile beraber daha kalsik bileşimli plajiyoklaslara (andezin gibi) dönüşür. Amfibol mineralleri ise düşük dereceli metamorfizma koşullarında genelde aktinolit bileşiminde iken, metamorfizma derisinin artması ile birlikte hornblend bileşimine doğru geçiş gösterir (Bucher and Frey, 2002) (bkz. Şekil 44).

Metamorfizmanın bazik kayalar üzerindeki etkileri ise Şekil 90'da ayrıntılı olarak gösterilmiş olup, metabaziklerdeki karakteristik mineral parajenezlerinin sıcaklık ve basınca (P-T) bağlı olarak değişimleri belirtilmiştir.

Yarı-yeşilşist fasiyesi metamorfik kayaların çok düşük derecedeki tipik mineral birliktelikleri albit+klorit+karbonat(kalsit)+çeşitli türlerde zeolit şeklindedir. Aynı zamanda bu fasiyes değişik kil mineralleri (smektit, vermikülit) ve beyaz mikaları da (illit, serizit) içerebilirler. Bu fasiyesin sıcaklık koşulları ise genelde düşük olup, 150-300 °C arasında değişmektedir. Yarı-yeşilşist fasiyesinden yeşilşist fasiyesinde geçişte ise ilk olarak aktinolit+epidot ortaya çıkarken, sıcaklık 280±30 °C ve basınç ise genel olarak 6 kbar'ın altındadır (Bucher and Frey, 2002). Yeşilşist fasiyesinin oluşması ile birlikte ise yeşil mineraller (klorit, epidot ve aktinolit) baskın olarak yer almaya başlar. En genel mineral parajenezleri ise; Klorit+aktinolit+epidot+albit±kuvars şeklindedir.



Şekil 90. Metabazik kayaların (metabazaltların) ACF üçgen diyagramları ve bunların sıcaklık-basınca göre fasiyes ve parajenezleri (Yoncaolu Metamorfitleri'ne ait metabaziklerin ACF diyagramı ve mineral parajenezleri yeşil renkte gösterilmiştir; Frey, 2002'den değiştirilerek).

Yeşilşist fasiyesinin ortalama sıcaklık değeri 400 °C civarında iken, basınç 4-6 kbar ve derinlik ise ortalama 15km civarındadır. Yeşilşistlerden amfibolit fasiyesine geçişte ise sıcaklık 500°C ye çıkarken basınç 5kbar'ın üzerine çıkar.

Çalışma alanında bazik kökenli metamorfizmalarda albit+klorit+kalsit mineral topluluğu içeren kayaçlar yarı-yeşilşist fasiyesi özelliğinde iken, epidot+aktinolit+klorit mineral parajenezinin gözükmesi ile beraber metamorfizma fasiyesinin yeşilşist fasiyesine doğru geçiş gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla metabazik kayaçlar genel olarak yarı yeşilşist fasiyesinde metamorfizma koşullarında başlayıp yeşilşist fasiyesinin üst kesimlerine (amfibolit fasiyesinin alt sınırlarına) doğru ilerleyici bir özellik sergilemektedirler.

4.1.4.1. Klorit Termometresi

Kloritler, özellikle bazik bileşimli kayaçların düşük ve çok düşük dereceli metamorfizmalarında, termobarometrik koşulların (150-450 °C ve birkaç kbar) belirlenmesi amacıyla kullanılan en yaygın silikat grubu minerallerdendir. Düşük dereceli metamorfik koşulların (özellikle yeşilşist fasiyesi) belirlenmesi amacıyla kloritler üzerinde birçok termobarometrik çalışmalar yapılmıştır (Tomasson ve Kristmannottir, 1972; McDowell ve Elders, 1980; Cavaretta vd., 1982, Cathelineau vd., 1983, 1985; Cathelineau, 1988;Zane vd., 1998; Jowett, 1991).

Bu çalışmada Cathelineau ve Nieva (1985) tarafından önerilen ve Cathelineau (1988) tarafından yeniden düzenlenerek verilen klorit termometresi ile Jowett (1991) tarafından önerilen klorit termometreleri kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Cathelineau (1988) tarafından önerilen termometrede kloritlerin sıcaklık-Al^{IV} arasındaki ilişkiyi belirleyerek formülü;

$$T(^{\circ}\text{C})= 321.98 \cdot \text{Al}^{\text{IV}} - 61.92 \quad \text{şeklinde vermiştir.}$$

Jowett (1991) ise klorit termometresi hesaplamalarında Fe numarasını dikkate alarak formülü yeniden düzenlemiş ve aşağıdaki şekliyle vermiştir;

$$\text{Al}^{\text{IV}} = \text{Al}^{\text{IV}} + 0.1 \cdot [\text{Fe}^{+2}/(\text{Fe}^{+2} + \text{Mg})] \dots \dots \dots (1)$$

(1) nolu denklem aşağıda yerine yazıldığında;

$$T(^{\circ}\text{C})= 319 \cdot \text{Al}^{\text{IV}} - 69 \quad \text{şekilde yazılır.}$$

Bu çalışmada her iki yöntemle göre de sıcaklık hesaplamaları yapılmış (bkz. Tablo 8), ve Fe elementinin etkisini göz önüne aldığı için Jowett (1991)'e göre hesaplanan sıcaklık değeri dikkate alınmıştır. Bu durumda kloritlerin sıcaklık değerleri 321-347 °C olarak bulunmuştur. Bu değerler tipik yeşilist fasiyesi karakteristik özelliklerini yansıtmakta olup, yaklaşık basınç 4 kbar civarında ve derinlik ise 15 km dolaylarında olduğu belirlenmiştir (Şekil 90). Barometrik hesaplamalar için klorit mineraline eşlik eden metamorfik başka bir mineral belirlenemediği için basınç değeri yaklaşık olarak verilmiştir.

4.2. Jeotektonik

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun oluşumuna dek geçen sürede bölgenin kazanmış olduğu jeolojik yapı Paleotektonik olarak tanımlanmıştır.

İncele alanında yer alan Yoncayolu Metamorfikleri üzerinde ayrıntılı mineralojik-petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır. Bu verilere göre, yöre çok düşük ve düşük dereceli metamorfizmaya uğramıştır. Mevcut metamorfik kayaçların düşük dereceli olması dolayısıyla gösterdiği mineralojik içerikler ve jeokimyasal analizler sonucu bu kayaçların metamorfizma geçirmeden önce volkano-tortul seri oluşturdukları düşünülmektedir. Yörenin metamorfizma geçirmeden önceki durumunu irdelenecek olursak;

Birimi volkano-tortul seri oluşturmaktadır. Seri killi kayaçlarla başlayıp bazik karakterli volkanik kayaçlarla devam etmektedir. Ara seviyeler olarak yine killi tortul kayaçlar içermektedir.

Bu bölge, volkanik yay özelliğinde olup bir yitimi işaret etmektedir. Daha sonra bölge riftleşmeye uğramış, derin deniz ortamı oluşarak volkano-tortul serinin üzerine kireçtaşları çökmüştür. Aktif olan bölge yeniden sıkışma evresine girmiş ve dalma-batma zonu sırasında kabukta oluşan I-tipi ve metalümin karakterli asidik magmanın yükselmesiyle de granitik kayaçlar oluşmuştur. Tüm bu mevcut kayaçlar daha sonra çok düşük ve düşük dereceli bölgesel metamorfizmaya uğrayarak bugünkü durumlarına kavuşmuştur. Bölgede pek çok yerde tespit edilen Liyas yaşlı volkano-tortul birimler inceleme alanında muhtemelen aşınmadan dolayı gözlenmemiştir.

Dogger-Malm? döneminde yörenin yeniden denizel konuma geçmesi ile şelf türü neritik karbonat kayaçlarından oluşan, sığ ve dalga enerjisinin düşük olduğu ortam koşullarında oluşan Çayderesi Kireçtaşı çökelmiştir.

Çalışma sahasında yüzeylenen Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karmaşık biriminin pelajik çökelleri ve fliş görünümlü detritik kayaçları ile birlikteki ofiyolitik olistolit ve olistostromları, bu devirde var olan bir okyanusun, okyanus çukuruna oldukça yakın derin bir ortamı temsil etmektedir (Bektaş, 1981). Diğer yandan aynı birime ait bazaltik kayaçlarda gerek petrografik ve gerekse jeotektonik olarak bu ortamı yansıtmaktadırlar.

Pontid yayı kenar kesiminde magmatik faaliyetlerin gelişmesine karşın, Erzincan'ın güneybatısında yer alan Munzurların Triyas, Jura ve Kretase yaşlı kalın neritik karbonat istifleri, Anatolid/Toridlerin bu dönemde duraylı bir kıta kenarı özelliğinde olduğunu göstermektedir (Özgül, 1978; Bektaş, 1981).

Üst Lütésiyen öncesi dönemde bölgeye ofiyolit yerleştikten sonra ilk önce sığ bir havza oluşmuş ve daha sonraları fliş çökmesine elverişli derin deniz fasiyesine geçmiştir. Meydana gelen gravite kaymaları ile her çeşit olistostromlar gelişmeye başlamış ve sonuçta Refahiye ofiyolitli karışığı ikinci kez aktararak Senek Ofiyolitli Karışığı oluşmuştur (Aktimur vd., 1990).

Bölgede Neotektonik evre ise Miyosen sonlarından itibaren Anadolu-Arabistan plakalarının çarpışması ile başlamış olur. Yörede bu dönemde alttaki yaşlı birimler üzerine Üst Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı akarsu çökellerinden oluşan İslamkenti ve Yalnızbağ formasyonları çökelmiştir (Aktimur vd., 1995). Muhtemelen Pliyosen öncesi kuzey-güney sıkışma sonucu KAF ve DAF dönüşüm fayları oluşarak Anadolu kıtası batıya doğru hareket etmeye başlamıştır (Şengör, 1980; Şengör vd., 1985; Şaroğlu vd., 1987).

Yine bu evrede kuzey-güney sıkışmanın devamı sonucu alttaki yaşlı birimler (Refahiye Ofiyolitli Karışığı) İslamkenti ve Yalnızbağ formasyonuna bindirmiştir.

KAF'ın sonraki hareketleri ile Erzincan havzası pull-apart (çek-ayır) havza olarak oluşmuştur (Barka ve Gülen, 1988). Yine bu evrede Kuzey Anadolu Fayı oluşmuştur (Tatar, 1978). Erzincan havzasının oluşumuna paralel olarak çok genç volkanizma (Erzincan Volkaniti), dönemsel yüzeyler, depremsellik ve yöredeki tektonizma etkinliğini göstermektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Tektonik olarak İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu'nda, Erzincan ilinin 30 km kadar doğusunda (KD Türkiye) Üzümlü ilçesi ve yakın civarında yer alan inceleme alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve kesitleri hazırlanmıştır.

2. Çalışma alanında, Yoncayolu Metamorfikleri (Permiyen?), Çayderesi Kireçtaşı (Dogger-Malm?), Refahiye Ofiyolitli Karışığı (Üst Kretase), Erzincan Volkaniti (Kuvaterner), Alüvyon ve Yamaç Molozu (Kuvaterner) olmak üzere toplam beş birim ayırt edilmiştir.

3. Çalışma alanında Yoncayolu Metamorfikleri KAF zonuna az çok paralel ve yaklaşık D-B uzanımlı mercek şeklinde yer almakta olup, başlıca yeşilist fasiyesinde metamorfik kayaçlarla, fillat, metadasit, metabazik, metagranit, kalkışit ve kuvarsitlerden oluşmaktadır. Yoncayolu Metamorfikleri üzerine uyumsuz olarak gelen Dogger-Malm? yaşlı Çayderesi kireçtaşları şelf türü neritik karbonat kayaçlarından oluşmakta oluşan, sığ ve dalga enerjisi düşük ortam koşullarını temsil etmektedir. Birim masif olup, yeniden kristallenmeden dolayı ilksel dokularını kaybetmiştir. Çalışma alanında kendinden önceki birimleri tektonik dokanakla örten Üst Kretase yaşlı Refahiye Ofiyolitli Karışığı başlıca dünit, peridotit, serpantinit, amfibolit ve gabro türü kayaçlar ile yeşilist fasiyesine ait metamorfik kayaçlar, iri ve ince taneli kireçtaşları, metadiyabaz ve çörtlerden oluşmaktadır. Birim genel olarak porfiroblastik, granoblastik, kafes ve kalıntı dokulara sahiptirler. İnceleme alanında Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca sıralanan değişik boyutta ve bileşimde domlardan oluşan Erzincan Volkaniti başlıca andezit, dasit ve riyolitik kayaçlarla, tuf, perlit ve pomzadan oluşmaktadır.

4. Çalışma alanı tektonik olarak İzmir-Ankara-Erzincan sütur zonunda yer almakta olup, en önemli yapısal unsurları Erzincan Grabeni ile yaklaşık güneydoğu-kuzeybatı uzanımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve bunlara paralel K-G hareket yönlü bindirmelerdir. Genelde bir sıkışma tektoniğinin hâkim olduğu bölgede metamorfik, magmatik ve çökel kayaçlarda çeşitli yapısal unsurlar gelişmiştir. Çalışma alanında başlıca dört adet uyumsuzluk belirlenmiştir.

Bunlardan birincisi Permiyen? yaşlı Yoncayolu Metamorfitleeri ile Dogger-Malm? yaşlı Çayderesi Kireçtaşı arasında iken, ikinci uyumsuzluk Üst Kretase yaşlı Refahiye Ofiyolitli Karışığı ile daha yaşlı birimler arasında gelişmiştir. Üçüncüsü uyumsuzluk Kuvaterner yaşlı Erzincan Volkaniti ile ofiyolitler ve daha yaşlı birimler arasında; dördüncü ve son uyumsuzluk ise Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozu ile diğer birimler arasında gelişen uyumsuzluktur.

5. Yoncayolu Metamorfitleeri'nin metamorfizma fasiyesleri, metamorfizma koşulları, mineralojisi, petrografisi, jeokimyası ve köken kayaçların özelliklerine değinilmiştir. Buna göre;

a- Çok düşük dereceli yarı yeşilşist fasiyesinden, yeşilşist fasiyesinin üst kesimlerine doğru ilerleyici bir metamorfizma söz konusu olup, yarı yeşilşist fasiyesinin genel mineral parajenezi; albit+klorit+kalsit+kuvars iken, yeşilşist fasiyesinin genel mineral parajenezi; klinozoisit ve/veya epidot+klorit+aktinolit+albit+kuvars şeklindedir.

b- Metamorfik kayaçlar, alt kesimlerde serizit, kuvars, klorit ve kalsit bileşimli fillatlarla başlayarak üste doğru sırasıyla klorit, kuvars, plajiyoklas (albit), serizit, epidot, klinozoisit, kalsit ve amfibol mineralleri içeren yeşilşistler, metadasit ve metabaziklerle devam eder. Birim ara katkılı muskovit, klorit ve kuvars mineralleri içeren metapelitler içermekte olup, üste doğru kalkışistler ve metagranitler şeklinde devam etmektedir.

c- Metamorfik kayaçlara ait yeşilşistler başlıca granoblastik, granolepidoblastik, lepidoblastik, lepidoporfiroblastik, lepidogranoporfiroblastik dokular göstermektedir.

d- Yeşilşistler çoğunlukla düşük, yer yer ise orta K'lu kalk-alkalen bileşiminde olup, jeokimyasal olarak adayayı bazaltları ile volkanik yay bazaltları bileşimindedir. Bu kayaçların okyanus ortası sırtı bazaltları ve ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında büyük iyon yarıçaplı (LILE) elementlerce zenginleşme görülmektedir. Yeşilşistlerin nadir toprak element diyagramlarında hafif nadir toprak elementlerce (HNTE) zenginleşme, ağır nadir toprak elementlerdeki (ANTE) zenginleşmeden daha fazladır. Örneklerin $(La/Lu)_N$ değerleri 0,28-5,55 arasında değişirken, $(Eu/Eu^*)_N$ değerleri 0,15-1,65 arasındadır.

e- Yoncayolu Metamorfitleeri içerisinde yer alan metagranitlerin ilksel kayacı granodiyorit/tonalit olup, metalümin karakterli I tipi granitoidler bileşimindedir.

Bu kayaçlar tektonik olarak volkanik yay granitoidleri özelliği sunmaktadır.

f- Metamorfitletler jeolojik ve petrografik özelliklerinin yanı sıra jeokimyasal olarak Al-S-F üçgen diyagramına göre genelde magmatik, az oranda ise sedimanter kökenlidir.

g- Yeşilistlerde metamorfizma sonucu oluşan kloritler I. Tip Mg-kloritlerden ripidolit ve piknoklorit türde olup, çoğunlukla bazik, az oranda ise pelitik kökene işaret etmektedir. Beyaz mikalar ise muskovit özelliğinde olup, kaledonit son üyesi ile herhangi bir ilişkisi yoktur. Metabaziklerde piroksen mineralinin ayrışması sonucu oluşan amfiboller magnezyo-hornblend türde iken, yeşilistlerde aktinolit cinsindedir. Plajiyoklaslar ise tamamen albitleşmiş ($An < 7$) olup, $An_{0,17-1,59} Ab_{98,26-99,69} Or_{0,05-0,30}$ arasındadır.

h- Metapelitik seviyelerden alınan ve XRD yapılan örnekler bolluk sırasına göre klorit, kuvars, plajiyoklas (albit), illit (muskovit) ve amfibol (hornblend veya aktinolit) mineralleri içermekte olup, en sık gözlenen mineral parajenezleri illit+klorit, illit+klorit+albit ve illit+klorit+albit+amfibol (aktinolit veya hornblend) parajenezleridir. Metapelitlerde ölçülen illit kristalinite değerleri (IC) $\Delta^{\circ}2\theta=0,124-0,238$, klorit kristalinite değerleri (ChC) $\Delta^{\circ}2\theta=0,146-0,298$ ve Árkai indeksi değerleri (ÁI) $0,229-0,345$ arasında değişmekte olup, KI-ÁI ve IC-ChC arasındaki pozitif bir korelasyon ($R^2=65$) gözlenmektedir. Örneklerin tamamı ise epizonal metamorfik koşulları işaret etmektedir.

i- Jowett (1991)'e göre hesaplanan klorit termometresinde sıcaklık değerleri 321-347 °C arasında çıkmış olup, metamorfitletlerin yaklaşık basıncı 4 kbar, derinliği ise 15 km olarak belirlenmiştir.

6. Volkanik kayaçlar bol miktarda anklav ile amfibol ve plajiyoklas mega kristalleri içermekte olup, başlıca porfirik, glomeroporfirik, mikrolitik porfirik, camsı, ve poikilitik doku sergilemektedir. Volkanitler toplam alkali-silis adlandırma diyagramına göre trakit, trakiandezit, trakidasit ve riyolit bileşiminde olup, yüksek K'lu kalk-alkali karakterlidir. Volkanitlerin oluşumunda özellikle hornblend ayrımlaşması etkili olmuştur.

7. Volkanitler MORB'a göre normalize edildiğinde büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE) zenginleşme, Ti dışında yüksek enerjili elementlerce (HFS) de ortalamaya yakın değerler sunmuştur. Volkanik kayaçların nadir toprak element (NTE) dağılım diyagramında hafif nadir toprak elementlerde (HNTE) zenginleşme daha fazla iken, ağır nadir toprak elementlerde (ANTE) zenginleşme daha azdır.

Örneklerin tamamında $Eu < 1$ olup, hafif negatif bir anomali göstermekte iken, $(La/Lu)_N$ değerleri 13,62-35,12 arasında değişmektedir. Hf/3-Th-Ta diyagramına göre volkanitler köken olarak volkanik yay bazaltları karakteristiğindedir. Ti-Zr diyagramına göre ise volkanik yay ve plaka içi bazaltları özelliğindedir.

8. İnceleme alanında volkano-sedimanter kökenli metamorfik kayalarda ilksel tabakalaşmanın yanı sıra şistozite de görülmektedir. Özellikle de yeşilşistlerde daha belirgin olan şistozite yapıları genellikle tabakalaşmaya paralel gelişmiştir. Kısa mesafelerde şistozite yönleri deformasyona bağlı olarak değişmesine rağmen genel eğimleri kuzeye ve güneye doğru olup, açıları 50° den küçüktür. Kireçtaşları masif yapıda olup herhangi bir ölçüm alınmamıştır. Üst Kretase yaşlı birimlerde ise biçim bozulması, oldukça sık, yatay ve düşey yöndeki faylanmalardan dolayı meydana gelen düzensiz tabakalaşma kıvrımlı yapıların belirlenmesine olanak tanımamıştır.

9. Yoncayolu Metamorfikleri'ne ait kayalarda daha önce herhangi bir yaş tayini yapılmamış olup, yörenin stratigrafisinin aydınlatılması açısından, bu çalışmanın bir sonraki ayağını izotop çalışmaları oluşturmalıdır. Ar-Ar izotop sistemleri kullanılarak birimin yaşı ve dolayısıyla diğer birimlerle olan ilişkileri ortaya konmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Adıyaman, Ö., Chorowicz, J., Arnaud, O.N., Gündoğdu, M.N. ve Gourgaud, A., 2001. Late Cenozoic tectonics and volcanism along the North Anatolian Fault: new structural and geochemical data. *Tectonophysics* 338, 135–165.
- Aktimur, H.T., 1986. Erzincan, Refahiye ve Kemah Dolayının Jeolojisi: MTA Rap. 7932, Ankara.
- Aktimur, H.T., Atalay, Z., Ateş, Ş., Tekirli, M.E. ve Yurdakul, M.E., 1988. Munzurdağı ile Çavuşdağı Arasının Jeolojisi, MTA Rap. 8320, Ankara.
- Aktimur, H.T., Ateş, Ş., Yurdakul, E., Tekirli, E. ve Keçer, M., 1992. Niksar-Erbaa ve Destek Dolayının Jeolojisi: MTA Dergisi 114, 25-36, Ankara.
- Aktimur, H.T., Sariaslan, M., Yurdakul, M.E., Keçer, M., Mutlu, G., Turşucu, A., Aktimur, S., Ölçer, S. ve Yıldırım, T., 1995. Erzincan Dolayının Jeolojisi, MTA Rap., Ankara.
- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E. ve Yurdakul, M.E., 1990. Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının Jeolojisi: MTA Dergileri 111, 25-36, Ankara.
- Aktimur, H.T. ve Tütüncü, K., 1988. 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Sivas-F25 Paftası: MTA Yayınları, Ankara.
- Altınkaynak, L., 2001. Ağvanis Masifi Doğu Kesimi ve Çevre Kayaçlarının Jeolojisi, Petroğrafisi ve Jeokimyası. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 290 s, Trabzon.
- Árkai, P. and Ghabrial, D.S., 1997. Chlorite crystallinity as an indicator of metamorphic grade of low temperature meta-igneous rocks: a case study from the Bük Mountains, northeast Hungary, *Clay Minerals*, 32, 205-222.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975. Türkiye’de Bazı Önemli Genç Tektonik Olaylar: Türkiye Jeo. Kur. Bült.18,1, 91-101.
- Aslan, Z., 2005. Petrography and Petrology of the Calc-Alkaline Sarıhan Granitoid (NE Turkey): An Example of Magma Mingling and Mixing, *Turkish J. Earth Sci.*, 14, 183-207.
- Atalay, İ., 1987. Türkiye Jeomorfolojisine Giriş. E. Ü. Edebiyat Fak. Yay. No 8, İzmir.
- Ataman, G., Buket, E. ve Çapan, U.Z., 1975. Kuzey Anadolu Fay Zonu Bir Paleo-Benioff Zonu Olabilir mi?, MTA Derg. 84, 112-118.
- Ayan, M., 1973. Gördes Migmatitleri: MTA Dergisi, 81, 132-156.

- Aydıncakır, E., 2006. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) Granitoyidi ve Çevre Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik Özelliklerinin İncelenmesi, KTÜ, Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Bailey, S.W., 1980. Structures of layer silicates., In : Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identifications, G.W.Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 2-123.
- Bailey, S.W., 1988. X-ray diffraction identification of the polytypes of mica, serpentine, and chlorite., Clays and Clay Min., 36, 193-213.
- Barka, A.A. ve Gülen, L., 1988. New Constraints on age and total offset of the North Anatolion fault zone: implications for tectonics of the Eastern Medditeranean region. In "1987 Melih Tokay Symp." Spec. Publ. METU. Ankara, Turkey, 39-65.
- Baykal, F., 1953. Çimen ve Munzur Dağları Mıntıkasında Jeolojik Etüdlr: MTA Dergisi, No: 1064, Yayınlanmamış.
- Bektas, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984. Doğu Pontid Yay Gerisi Havzasında Manto Yükselimi ve Polijenetik Ofiyolit Olgusu., 38. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiri Özleri.
- Bektaş, O., 1981. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Erzincan-Tanyeri Bucağı Yöresindeki Jeolojik Özellikleri ve Yerel Ofiyolit Sorunları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Best, M.G., 1982. Igneous and Metamorphic Petrology, Freeman, San Francisco, 630 s.
- Black, P.M., 1974. Oxygen isotope study of metamorphic rocks from Ouégoa District, New Caledonia. Contributions to Mineralogy and Petrology, 47, 197–206.
- Bozkaya, Ö., 1995. Doğu Toroslardaki (Sanz, Tufanbeyli,Saimbeyli yöreleri) sedimanter ve çok düşük dereceli metasedimenter kayaçların mineralojisi ve jeokimyası, Doktora Tezi, C.Ü. Fen Bil. Enst., 334 s (yayınlanmamış).
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 1996. Diyajenez-Metamorfizma geçişinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Jeoloji Müh. Derg. 49, 1-22.
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H., 2005. Diagenesis and very low-grade metamorphism of the Antalya unit: mineralogical evidence of Triassic rifting, Alanya-Gazipaşa, central Taurus belt, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 25, 109-119.
- Buket, E. ve Ataman, G., 1982. Erzincan-Refahiye ultramafit ve mafik kayaçlarının petrografik ve petrolojik özellikleri: Yerbilimleri (H.Ü. Yerbilimleri Enstitüsü Bülteni), 9, 5-18.
- Burcher, K. ve Frey, M., 2002. Petrogenesis of Metamorphic Rocks (7th completely revised and update editions), Springer Verlag, Berlin, 341 s.

- Cathelineau, M. and Nieva, D., 1985. A chlorite solid solution geothermometer The Los Azufres (Mexico) geothermal system, *Contrib. Mineral. Petrol.* 91, 235-244.
- Cathelineau, M., 1988. Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. *Clay Minerals*, 23, 471-485.
- Cathelineau, M., Oliver, R., Garfias, A. and Nieva, O., 1985. Mineralogy and distribution of hydrothermal mineral zones in the Los Azufres (Mexico) geothermal field. *Geothermics* 14, 49-57.
- Cathelineau, M., Oliver, R., Izquierdo, G., Garfias, A., Nieva, D. and Izaguirre, O., 1983. Mineralogy and distribution of hydrothermal mineral zones in the Los Azufres (Mexico) geothermal field. *Proc Ninth Annual Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, Stanford University, Palo Alto, California, Dec 13-15.
- Cavaretta, G., Gianelli, G. and Pudexxu, M., 1982. Formation of authigenic minerals and their use as indicators of the chemico-physical parameter of the fluid in the Larderello-Travale geothermal field. *Econ Geol* 77, 1071-1084.
- Chappell, B. W. and White, A. J. R., 1974. Two Contrasting Granite Types, *Pacific Geol.*, 8, 173-204.
- Chappell, B. W., and White, A. J. R., 1992. I- and S-type granites in the Lachlan Fold Belt. *Trans. R. Soc. Edinb. Earth Sci.*, 83, 1-26.
- Chawthorn, R.G. and O'Hara, M.J., 1976. Amphibole fractionation in calcalkaline magma genesis, *Am. J. Sci.*, 276, 309-329.
- Çelik, Ö.F. and Delaloye, M.F., 2005. Characteristics of ophiolite-related metamorphic rocks in the Beyşehir ophiolitic mélange (Central Taurides, Turkey), deduced from whole rock and mineral chemistry. *Journal of Asian Earth Sciences*, 26, 461-476.
- Debon, F. and Le Fort, F., 1982. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations: *Transaction of the Royal Soc. of Edinburgh Earth Sci.*, 73, 135-149.
- Debon, F., and Le Fort, P., 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations, *Trans. Roy. Soc., Edinburgh, Earth Sci.*, 73, 135-149.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroglu, F., and Şengör, A.M.C., 1986. Shortening of continental lithosphere : the neotectonics of Eastern Anatolia - a young collision zone. In: M.P. Coward and A.C. Ries, (eds.), *Collision Tectonics*, Geology Society of London, 19, 3-36.
- Diessel, C. F. K., Brothers, R. N. and Black, P. M., 1978. Coalification and graphitization in high-pressure schists in New Caledonia, *Contributions to Mineralogy and Petrology* 68, 63-78.

- Dunoyer de Segonzac, G., 1969. Les minéraux argileux dans la diagénese passage au métamorphisme: Memoire du Service de la Carte Géol. Alsace et de Lorraine, 29, 320 p.
- Eberl, D.D. and Velde, B., 1989. Beyond the Kübler index. *Clay Minerals*, 24, 571-577.
- Erinç, S., 1953. Van'dan Cilo Dağlarına. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 2, 3-4, 84-106.
- Erkan, Y., 2001. Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmeleri, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayınları (3. Baskı), 42, 438 s. Ankara.
- Erkan, Y., 2002. Metamorfik Petrografi, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 28, 195 s., Ankara.
- Gaudette, H.E., Eades, J.L. and Grim, R.E., 1966. The nature of illite. In: Proc. 13th Natl. Conf Clays Clay Mineral., 33-38.
- Gökçen, S.L., 1974. Erzincan-Refahiye bölgesi sedimenter jeolojisi I: Olistolit, türbidit ve olistostrom fasiyesleri: *Hacettepe Fen. Müh. Bilim. Derg.*, 4, 179-205.
- Göksu, E., 1974. 1 :500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Samsun): Maden Tetkik ve Arama Enst. Yayını, 78, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., 1983. Bitlis metamorfitlelerinde yeni yaş bulguları: *Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg.*, 95-96, 44-48, Ankara.
- Guggenheim, S., Bain, D.C., Bergaya, F., Brigatti, M.F., Drits, A., Eberl, D.D., Formoso, M.L.L., Galan, E., Merriman, R.J., Peacor, D.R., Stanjek, H. and Watanabe, T., 2002. Report of the AIPEA nomenclature committee for 2001: order, disorder and crystallinity in phyllosilicates and the use of the Crystallinity Index. *Clay Minerals* 37, 389-393.
- Gücer, M.A, Aslan, Z. and Bektaş, O., 2007. Petrography and Geochemistry Features of the Yonca yolu Metamorphites in Erzincan, NE Turkey. 17th V.M. Goldschmidt Conference, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71 (15) A360 Suppl. 1, Cologne, Germany.
- Hey, M.H., 1954. A new review of the chlorites. *Mineral. Mag.* 30: 277-292.
- Hollister, L.S., Grisson, G.C., Peters, E.K., Stowel, H.H., and Sisson, V.B., 1987. Confirmation of the empirical calibration of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *American Mineralogist*, 72, 231-239.
- Holzer, H., 1955. 63/2, 64/1 ve 64/2 Paftalarında (Doğu Anadolu'da) 24.06.1954 Tarihlerinde Yapılan Jeolojik Harita Çalışmaları Hakkında Rapor: MTA Derg. No: 2367, Yayınlanmamış.

- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971. A Guide Chemical Classification of the Common Volcanics Rocks, *Can. J. Earth. Sci.*, 8, 523-548.
- İnnocentin, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicatidi brozolo, F. and Villari, L., 1976. Evolution of the volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian Plates (lake Van, Eastern Turkey): *Jour. of Volc. and Geoter. Research*, 1, 103-112.
- Jowett, E.C., 1991. Fitting iron and magnesium into the hydrothermal chlorite geothermometer., GAC/MAC/SEG Joint Annual Meeting (Toronto, May 27.29, 1991), Program with Abstracts 16, A62. Toronto.
- Karakaya, M.Ç., 2006. Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Konya, 640 s.
- Karslı, O., 2006. Pre-eruptive conditions revealed by mega- and pheno-cryst compositions from the Quaternary Erzincan Volcanics, Eastern Turkey: Insights into the magma processes, *Chemie der Erde Geochemistry*, 66, 207-305.
- Katada, M., 1965. Petrography of Ryoke metamorphic rocks in northern Kiso district, central Japan. *Jour. Jap. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, 53, 77-90, 155-164, 187-204.
- Keskin, M., 2003. Magma generation by slab steepening and beneath a subduction–accretion complex: an alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Geophys. Res. Lett.* 30, 24, 8046.
- Ketin, İ., 1950. Erzincan ve Aşkale arasındaki sahanın (1/100.000 lik 46/4 ve 47/3 paftalarının) jeolojisine ait Memuar: MTA Rapor No 1950, yayınlanmamış.
- Ketin, İ., 1951. Bayburt Bölgesinin Jeolojisi, İ.Ü., Fen Fakültesi Mecmuası, Cilt no:16, İstanbul.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, MTA Dergisi, No: 66, 20-34, Ankara
- Ketin, İ., 1977. Umumi Jeoloji, Cilt 1, İ.T.Ü. Maden Fak. Yay. 1096 s., İstanbul.
- Ketin, İ., 1977. Van gölü ile İran sınırı arasındaki bölgede yapılan jeoloji gözlemlerinin sonuçları hakkında kısa bir açıklama: TJK Bül. Cilt 18, sayı 2, 149-155, İstanbul.
- Koçyiğit, A. and Erol, B., 2001. A tectonic escape structure: Erciyes pull-apart basin, Kayseri, central Anatolia, Turkey. *Geodinamica Acta* 14 133–145.
- Kolaylı, H., 1996. Kop Dağları (Erzincan-Erzurum-Bayburt) Ultrafamik ve Mafik Kayaçların Jeolojik , Petrolojik ve Metalojik İncelenmesi. Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bil. Enst., 282 s. (yayınlanmamış).

- Kübler, B., 1964. Les argiles, indicateurs de métamorphisme: Rev. Inst. Franc. Petrole 19, 1093-1112, France.
- Kübler, B., 1967. Anchimétamorphisme et Schistosité. Bull. Centre Rech. Pau-S. N. P. A., 1, 259-278.
- Kübler, B., 1968. Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. Etat des progrès réalisés ces dernières années. Bull. Centre Rech. Pau-S. N. P. A., 2, 385-397.
- Kübler, B., 1984. Les indicateurs des transformations physiques et chimiques dans la diagenèse, température et calorimétrie. Pp. 489-596 in: Thémométrie et Barométrie (M. Lagache, editor). Soc. Franç. Minér. Crist., Paris.
- Lambert, R.J., and Holland, J.G., 1974. Yttrium Geochemistry Applied to Petrogenesis Utilizing Calcium-Yttrium Relationships in Minerals and Rocks. Geochim. Cosmoch. Acta, 38, 1393-1414.
- Le Maitre, R. W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R., ve Zanettin, B., 1989. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms Blackwell, Oxford.
- Leake E.B., Wooley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W.V., Nickhel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W., and Youzhi, G., 1997. Nomenclature of Amphiboles Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names. European Journal of Mineralogy, 9, 623-651.
- Maniar P. D. and Piccoli P. M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids, Geological society of America bull., 101, 635-643.
- Maniar, P.D., and Piccolli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, 101, 635-643.
- McDonough, W.F., Sun, S.-S., Ringwood, A.E., Jagoutz, E. and Hofmann, A.W., 1992. Potassium, rubidium, and cesium in the Earth and Moon and the evolution of the mantle of the Earth, Geochim. Cosmochim. Acta 56, 1001-1012.
- McDowell, S.D. and Elders, W.A., 1980. Authigenic layer silicate minerals in borehole Elmore I, Salton Sea Geothermal Field, California, USA. Contributions to Mineralogy and Petrology, 74, 293-310.
- McKenzie, D.P., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region: Geophys. J.R. Astr. Soc., 30, 109-185.

- Moazzen, M., 2004. Chlorite-Chloritoid-Garnet Equilibria and Geothermometry in the Sanandaj-Sirjan Metamorphic Belts, Southern Iran: Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A, 28, A1.
- Nebert, K., 1961. Kelkit Çayı ile Kızılırmak Nehirleri (Kuzeydoğu Anadolu) Mecra Bölgelerinin Jeolojik Yapısı: MTA Dergisi, No:57.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. The Mediterranean Basin: Tertiary extension within the Alpine orogen'da Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.
- Okay, A.İ., 1983. Agvanis metamorfite ve Çevre kayalarının jeolojisi [Geology of Agvanis Metamorphites and surrounding rocks]. Maden Tetkik ve Arama Enstit. (MTA) Dergisi 99-100, 52-70.
- Okay, A.İ., Şahintürk, Ö., ve Yakar, H., 1997. Pulur Bölgesinin Stratigrafisi ve Tektoniği (Bayburt, doğu Pontidler), MTA Dergisi, 119, 1-22.
- Özgül, N., 1978. Munzurların temel jeoloji özellikleri: 32 T. J. Bilimsel ve Teknik Kurultay tebliği.
- Özgül, N., 1981. Munzur Dağlarının Jeolojisi, MTA Rap. 6995, Ankara.
- Parejas, E., Akyol, İ.H., ve Altınlı, E., 1942. LE tremblement de terre d'Erzincan du 27 Decembre 1939: Revue Fac. Sci. Univ. İstanbul, serie A, Tome IX, Fasç. 3.
- Pearce, J. A. Harris, N. B. W., and Tindle, A. G., 1984. Trace Elements Discrimination Diagram for the Tectonic Interpretation of Granitic Rock, Journal of Petrology, 25/4, 43-63.
- Pearce, J. A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate margins in: Thorpe R. S (Eds) Andesites: Orogenic Andesites ve Related Rocks, John Wiley, New York, 525-548.
- Pearce, J. A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margin, In; Hawkesworth, C. J. ve Norry, M. J. (Eds) Continental Basalts and Mantle Xenoliths, Shiva, Chenshire, 230-249
- Pearce, J. A., and Cann, J. R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, Earth Planett. Sci. Lett., 19, 290-300.
- Potel, S., 2001, Very low-grade metamorphism of northern New Caledonia, A thesis Doctor of Philosophy (PhD), 206 p, Basel.
- Potel, S., 2007. Very low grade metamorphic study in the pre-Late Cretaceous terranes of New Caledonia (southwest Pasific Ocean), Island Arc, 16, 291-305.

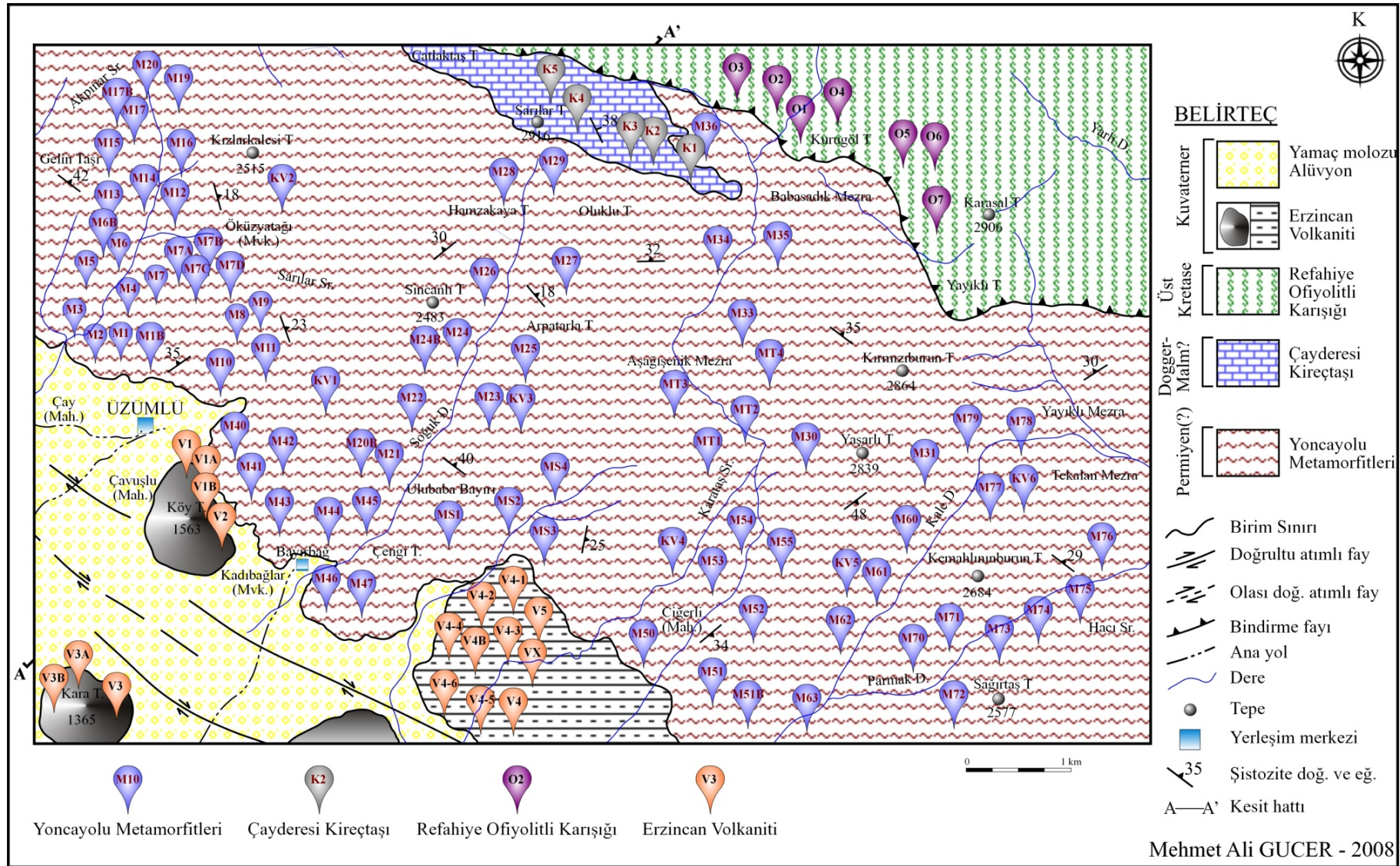
- Potel, S., Ferreiro Mahlmann, R., Stern, W.B., Mullis, J. and Frey, M., 2006. Very Low-grade Metamorphic Evolution of Pelitic Rocks under High-pressure/Low-temperature Conditions, NW New Caledonia (SW Pasific), *Journal of Petrology*, 47, 5, 991-1015.
- Schmidt, M.W., 1992. Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of the Al in hornblende barometer. *Contrib. Mineral. Petrol.* 110, 304–310.
- Seymen, İ., 1975. Kelkit vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği: Doktora Tezi, İ.T.Ü. Maden Fak. Yayını, 198 s. İstanbul.
- Stchepinsky, V., 1942. Bursa ile Tercan arasındaki bölgenin mukayeseli stratigrafisi. *M.T.A. Mecm.*, 2-27, Ankara.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1984. Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve İlgili Magmatizması: Ketin Sempozyumu Bildirileri, 149-162.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1987. Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Jeoloji Etüdlere Dairesi Başkanlığı, (yayınlanmamış rapor), 394s.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1981. Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri: *TJK Bült.*, 24, 39-50.
- Şengör, A. M. C. and Kidd, W. S. F., 1979. The post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet: *Tectonophysics*, 55, 361-376.
- Şengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları: Türkiye Jeo. Kur. Konf. Seri 2, 40, Ankara.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K.T., Christie-Blick, N. (Eds.), *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*. Soc. Econ. Palaeontol. Mineral. Spec. Publ. 37, 227–264.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics* 181, 241–981.
- Tatar, Y. 1975. Jeolojik haritalar. KTÜ Genel Yayın No: 74., Yerbilimleri Fak Yayını No: 5. 129.
- Tatar, Y., 1973. Refahiye'nin Güneydoğusunda Conur Köyü Yöresi Ofiyolitleri: KTÜ Jeoloji Bölümü, 10 s.
- Tatar, Y., 1977. Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) Bölgesinin Stratigrafi ve Petrografisi., *MTA Derg.* 88, 56 - 72.

- Tatar, Y., 1978. Kuzey Anadolu Fay Zonunun Erzincan-Refahiye Arasındaki Bölümü Üzerinde Tektonik İncelemeler, Yer Bilimleri, 4, 1-2, 201-206.
- Taylor, S.R. and McLennan, S.M., 1985. The Continental Crust, Its Composition and Evolution. Blackwell, Oxford, 312.
- Tekeli, O., 1980. Toroslarda, Aladağların Yapısal Evrimi. TJK Bülteni, 23, 1, 11-14.
- Tomasson, J. and Kristmannsdottir, H., 1972. High-temperature alteration minerals and thermal brines, Reykjanes, Iceland. Contrib. Mineral. Petrol., 36, 123-134.
- Türkunal, S., 1971. Doğuda Erzincan ili, batıda İmranlı ilçesi boylamları kuzeyde Refahiye ilçesi enlemi ve güneyde Munzur sıradağları arasında kalan sahanın jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama, Derleme Rapor no. 4714, Ankara, 132 s.
- Vidal, O., Goffé, B., Bousquet, R., and Parra, T., 1999. Calibration and testing of an empirical chloritoid-chlorite Mg-Fe exchange thermometer and thermodynamic data for daphnite, Journal of Metamorphic Geology, 17, 25-39
- White, W.M., Tapia, M.D.M. and Schilling, J.G., 1979. Petrology and geochemistry of the Azores Islands, Contrib. Mineral. Petrol. 69, 201-213.
- Wilson, F. H., 1989. Geologic setting, petrology, and age of Pliocene to Holocene volcanoes of the stepovak Bay area, western Alaska Peninsula: in Dover, J. H. and Galloway, J. P., (eds.), Geological studies in Alaska by the U.S. Geological Survey, 1988. U.S. Geological Survey Bulletin B 1903, 84-95.
- Winchester, J. A. ve Floyd, P. A., 1976. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, Chem. Geol., 20, 97-127.
- Winkler, H.G.F., 1967. Petrogenesis of metamorphic rocks: Springer Verlag, 334, New York.
- Wood, D. A., Joron, J-L., Treuil, M., Norry, M. and Tarney, J., 1979. Elemental and Sr isotopic variations in basic lavas from Iceland and surrounding ocean floor: the nature of the mantle sources inhomogenities, Contrib. Mineral. Petrol., 70, 319-339.
- Yılmaz, A., 1985. Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur Dağları Arasının Temel Jeoloji Özellikleri ve Yapısal Evrimi: Türkiye Jeol. Kur. Bült. 28, 79-92.
- Yılmaz, Y., Gözübol, A.M., Tüysüz, O. ve Yiğitbaş, E., 1981. Abant (Bolu)-Dokurcun (Sakarya) arasında Kuzey Anadolu Fay zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi. İÜ Yerbilimleri Der. 2., 231-261.
- Zane, A., Sassi, R., ve Guidotti, C.V., 1998. New data on metamorphic chlorite as a petrogenetic indicator mineral, with special regard to greenschist-facies rocks, The Canadian Mineralogist, 36, 713-726.

Zane, A. ve Zdenek, W., 1998. A procedure for classifying rock-forming chlorites based on microprobe data, Rend. Fis. Acc. Lincei, 9, 9, 51-56.

URL-1, www.googleearth.com, uydu görüntüleri, 01 Şubat 2008.

URL-2, <http://www.erzincan.gov.tr/uzumluilce.htm>, T.C. Erzincan Valiliği, Üzümlü ilçesi genel bilgileri. 10 Şubat 2008.



Ek 1. Üzümlü (Erzincan) ve civarının örnek alım haritası

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Ali GÜCER, 30 Ağustos 1982 yılında Gaziantep'in Şehitkâmil ilçesine bağlı Övündük Köyü'nde dünyaya geldi. İlköğrenimini Övündük Köyü İlkokulu'nda, Ortaöğrenimini ise Şahinbey'de tamamladıktan sonra 2000 yılında Şahinbey Mimar Sinan Lisesi'nden mezun oldu ve aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ), Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ünde lisans eğitimine başladı. 2004 yılında fakülte birincisi olarak eğitimini tamamladı ve aynı yıl KTÜ'de Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2004–2005 yılları arasında bir yıl süre ile bilimsel hazırlık eğitimi aldıktan sonra Ekim 2005'de KTÜ, Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen bu görevini sürdürmekte olup, İngilizce bilmektedir.