ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

# Kale-Pütürge (Malatya) Bölgesinde Yüzeyleyen Kayaçların Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi

**Emrah ŞİMŞEK**

*Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı*

*Mart, 2024*

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# DOKTORA TEZİ ONAYI

# Kale-Pütürge (Malatya) Bölgesinde Yüzeyleyen Kayaçların Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi

**Emrah ŞİMŞEK**

***Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı***

Bu Doktora Tezi …./…./2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Osman PARLAK (Danışman) .....

: Prof. Dr. Utku BAĞCI .....

: Prof. Dr. Timur USTAÖMER .....

: Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ .....

: Doç. Dr. Mete ÇETİNKAPLAN .....

**Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.**
**Tez No:**

**Prof. Dr. Sadık DİNÇER**
**Enstitü Müdürü**

**Bu çalışma Ç.Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**
**Proje No: FDK-2019-11727**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

**İÇİNDEKİLER**

ÖZ ..... I
ABSTRACT ..... II
TEŞEKKÜR ..... III
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... IV
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... V
1. GİRİŞ ..... 1
1.1. İnceleme Alanının Tanıtımı ..... 1
1.2. Konunun Önemi ..... 2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR ..... 7
2.1. Metamorfik Masifler (Bitlis-Pütürge) İle İlgili Önceki Çalışmalar ..... 7
2.2. Maden Kompleksi İle İlgili Önceki Çalışmalar ..... 13
3. MATERYAL VE METOT ..... 19
3.1. Materyal ..... 19
3.1.1. Zirkon ..... 19
3.1.2. Rutil ..... 20
3.1.3. Titanit ..... 20
3.2. Metot ..... 20
3.2.1. Büro Çalışmaları ..... 21
3.2.2. Arazi Çalışmaları ..... 21
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları ..... 21
3.2.4. Tez Yazımı Çalışmaları ..... 30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ..... 31
4.1. Bölgesel Jeoloji ..... 31
4.1.1. Güneydoğu Anadoludaki Ofiyolitler ..... 32
4.1.2. Güneydoğu Anadolu Metamorfikleri ..... 36
4.1.3. Yay Magmatizması ..... 49
4.2. Petrografi ve Arazi Gözlemleri ..... 50
4.2.1. Arazi Gözlemleri ..... 50
4.2.2. Pütürge Metamorfiklerine Ait Kayaçların Petrografisi ..... 67
4.2.3. Maden Kompleksine Ait Kayaçların Petrografisi ..... 109
4.3. Jeokimya ..... 113
4.3.1. Tüm Kayaç Jeokimyası ..... 113
4.3.2. Mineral Kimyası ..... 152
4.4. Tektonik ..... 165
4.5. U-Pb Jeokronolojisi ..... 173

5. METAMORFİZMA ..... 203
6. TARTIŞMA ..... 213
6.1. Bitlis-Pütürge Metamorfik Birimlerinin Karşılaştırılması ..... 214
6.2. Pütürge Metamorfik Birimlerine Ait Kayaçların Oluşum Ortamı ve Jeodinamik Önemi ..... 216
6.3. Pütürge Metamorfiklerine ait Jeokronolojik Verilerinin Önemi ..... 219
6.4. Kadomiyen Orojenezi ..... 221
6.5. Pütürge Metamorfikleri ve Maden Kompleksine Ait Birimlerdeki Şistozite ve Eklem Yapılarına Ait Ölçüm Verilerinin Yorumlanması ..... 228
6.6. Pütürge Metamorfiklerinin Metamorfizma Koşulları ve Tektonik Önemi ..... 229
6.7. Pütürge Metamorfiklerinin BölgeJeodinamiği İçerisindeki Yeri ..... 230
7. SONUÇLAR ..... 235
KAYNAKLAR ..... 239
ÖZGEÇMİŞ ..... 271
EKLER ..... 273

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

# Kale-Pütürge (Malatya) Bölgesinde Yüzeyleyen Kayaçların Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi

**Emrah ŞİMŞEK**

***Danışman: Prof.Dr. Osman PARLAK***

***Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı***

## ÖZ

Pütürge Metamorfikleri Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde Nap Zonu içerisinde yer almaktadır. Pütürge Metamorfiklerini Eosen yaşlı Maden Kompleksine ait birimler uyumsuz olarak üzerlemektedir. Pütürge Metamorfikleri başlıca metagranit, gözlü gnays, gnays, amfibolit, amfibol şist, mikaşist, kuvarsşist, disten-granat-stavrolit kuvarsşist, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvarsşist, kalkşist, kuvarsitve mermerlerden oluşmaktadır. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda LA-ICP-MS zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile (a) Ediyakaran-Erken Kambriyen (550-534 My) (b) Ediyakaran (546-553 My) ve(c) Toniyen-Kriyojeniyen (728 My) konkordiya yaşları elde edilmiştir. Orto/para metagranit ve gnaysların Kadomiyen orojenezi sırasındaGondwana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru olan yitime bağlı olarak gelişen aktif kıta kenarı yay magmatikleri ve ilişkili sedimanter kayaçlar oldukları, orto/para amfibolit ve amfibol şistlerin ise kıtasal yay gerisi bir ortamda oluştukları sonucuna varılmıştır. Aynı kayaçlarda gerçekleştirilen LA-ICP-MS rutil U-Pb tarihlendirmesi ile Geç Kretase (80 My konkordiya ve 70-64My alt kesişim) yaşları elde edilmiştir. Pütürge Metamorfiklerinde bölgesel metamorfizmanın Barroviyen zonunu temsil eden indeks mineraller(klorit, biyotit, granat, stavrolit, disten, sillimanit) gözlemlenmiştir. Sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist örneğinden elde edilen $712\pm32^{O}C/7.2\pm1.1$ kbar P-T değerleri üst amfibolit fasiyesi koşullarında ilerleyen bir metamorfizmaya, $545\pm45^{O}C/3.55\pm1.45$ kbar P-T değerleri ise yeşil şist fasiyesinde gerileyen bir metamorfizmaya işaret etmektedir. Pütürge Metamorfikleri, Geç Kretase döneminde Güney Neotetis'in kapanması sırasında kıtasal kabuğun Yüksekova ensimatik ada yayı ile çarpışmasına bağlı derin gömülme etkisi ile üst amfibolit fasiyesinde Barrov tipi metamorfizmaya uğramıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kadomiyen, Alpin, Metamorfizma, Zirkon, Rutil

**UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**
**INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**PhD THESIS**

# Geochemistry, Geochronology and Tectonic Significance of Rocks Outcropping in the Kale-Pütürge (Malatya) Region

**Emrah ŞİMŞEK**

***Supervisor: Prof. Dr. Osman PARLAK***

***Department of Geological Engineering***

## ABSTRACT

The Pütürge Metamorphics are located within the Nappe Zone of the Southeastern Anatolian orogenic belt. The Pütürge Metamorphics are unconformably overlain by the Eocene Maden Complex in this region. The Pütürge Metamorphics consist mainly of metagranite, augen gneiss, gneiss, amphibolite, amphibole schist, mica schist, quartz schist, kyanite-garnet-staurolite schist, quartz schist, sillimanite-garnet-biotite-plagioclase quartz schist, calcschist, quartzite and marble. LA-ICP-MS zircon U-Pb datingof rocks from the Pütürge Metamorphics yielded (a) Ediacaran-Early Cambrian (550-534 Ma), (b) Ediacaran (546-553 Ma) and (b) Tonian-Cryogenian (728 Ma) concordia ages. It has been concluded that during the Cadomian orogeny, ortho/para metagranites and gneisses were formed in an active continental margin arc magmatics and associated sedimentary rocks that developed due to southward subduction along the northern edge of the Gondwana continent, while ortho/para amphibolites and amphibole schists were formed in a continental back-arc environment. LA-ICP-MS rutile U-Pb dating of rocks from the Pütürge Metamorphics yielded Late Cretaceous (80 Ma concordia and 70-64Malower intercept) ages. The index minerals such as chlorite, biotite, garnet, staurolite, kyanite, sillimanite representing the Barrovian zone of regional metamorphism have been observed in the Pütürge Metamorphics.P-T values of 712±32 $^{O}$C/7.2±1.1 kbar and 545±45$^{O}$C/3.55±1.45 kbar obtained from the sillimanite-garnet-biotite-plagioclase quartz schist sample indicate a progressive (upper amphibolite) and retrogressive (green schist) metamorphism respectively.Pütürge Metamorphics underwent Late Cretaceous upper amphibolite facies Barrovian-type metamorphism, in response to deep-level thrusting of continental crust beneath the colliding Yüksekova ensimatic island arc during the closure of the Southern Neotethyan ocean.

**Keywords:**Cadomian, Alpine, Metamorphism, Zircon, Rutile

# TEŞEKKÜR

‘‘Kale-Pütürge (Malatya) bölgesinde yüzeyleyen kayaçların jeokimyası, jeokronolojisi ve tektonik önemi’’başlıklı doktora tez çalışmamın her aşamasında yardım ve desteğini gördüğüm değerli bilgileriyle beni yönlendiren saygıdeğer tez danışman hocam Prof. Dr. Osman PARLAK’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Gerek Doktora Tez izleme Komitesi (TİK)’nde yer alarak çalışmalarım ile ilgili bilimsel yönlendirme ve eleştirileri ile tezimin şekillenmesine önemli katkılar sağlayan ve gerekse tez savunma jürisinde bulunarak son ana kadar yapıcı önerileri ile destek olan Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ ve Prof. Dr. Utku BAĞCI'ya teşekkür ederim. Tez savunma jürimde yer alarak yapıcı önerilerde bulunan Prof. Dr. Timur USTAÖMER ve Doç. Dr. Mete ÇETİNKAPLAN’a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince Bölümümüz laboratuvar cihazlarının kullandırılmasına imkan sağlayan Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ, petrografik amaçlı ince-kesit yapımını gerçekleştiren Ayhan ZENGİNOĞLU ve jeokimyasal analiz için numune hazırlanmasında yardımcı olan Ertuğrul ÇANAKÇI’ya teşekkür ederim. Tez çalışmama yapıcı eleştirleriyle katkıda bulunan Prof. Dr. Alastair ROBERTSON’a teşekkür ederim.

Tez arazimden derlediğim kayaç örneklerinin tüm kaya ana ve iz element analizlerinin gerçekleştirildiği Acme Analytical Laboratories (Kanada) kurumuna teşekkür ederim. Tez arazimden derlediğim kayaç örneklerinden seçilen parlak kesitler üzerinde mineral kimyası analizlerini Ankara Üniversitesi, Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Elektron Probe Mikroanaliz (EPMA) laboratuvarında gerçekleştirilmesini sağlayan Prof. Dr. Yusuf Kaan KADIOĞLU ve Kıymet DENİZ’e teşekkür ederim.

Jeokronolojik çalışmaların mineral seperasyon aşamalarını gerçekleştiren Dr. Guohui CHEN (School of Earth Sciences and Engineering, Hohai University, Nanjing)’e teşekkür ederim. Jeokronoloji analizlerinin İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında gerçekleştirilmesine olanak sağlayan Prof. Dr. Namık AYSAL ve Arş. Gör. Dr. Fatma Şişman TÜKEL’e teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında lojistik desteklerini esirgemeyen Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA)’ne, Dr. Cahit DÖNMEZ, Dr. Nail YILDIRIM ve Müh.Turan BENGİN’e teşekkür ederim.

Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Başkanlığına maddi katkılarından dolayı teşekkürü borç bilirim. Hayatımın her aşamasında her zaman ve her koşulda yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir karşılık beklemeden benden esirgemeyen çok değerli aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Pütürge Metamoriklerine ait tüm kayaç jeokimyası analizi gerçekleştirilen örnekler ..... 113
Çizelge 4.2. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaç örneklerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilen örnekler ve analiz edilen mineral fazları ..... 152
Çizelge 4.3. Çalışma alanındaki biyotit şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler ..... 165
Çizelge 4.4. Çalışma alanındaki muskovit şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler ..... 167
Çizelge 4.5. Çalışma alanındaki gnays ve amfibol şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler ..... 168
Çizelge 4.6. Çalışma alanındaki kalkşistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler ..... 169
Çizelge 4.7. Çalışma alanındaki kuvars şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler ..... 170
Çizelge 4.8. Çalışma alanındaki kuvarsitlere ait eklem düzlemi ölçümleri ..... 171
Çizelge 4.9. Çalışma alanındaki mermerlere ait eklem düzlemi ölçümleri ..... 171
Çizelge 4.10. Çalışma alanındaki metakumtaşı ve metaçamurtaşına ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler ..... 172
Çizelge 4.11. Zirkon ve rutil U-Pb analizleri yapılan Pütürge Metamorfiklerine ait örnekler ..... 174
Çizelge 5.1. P-t diyagramları yapılan örneklerin tüm kayaç jeokimya analizleri ..... 206

## ŞEKİLLER DİZİNİ


Şekil 1.1. İnceleme alanındaki önemli yükseltiler, drenaj ağları ile yerleşim yerlerini gösteren harita ..... 2

Şekil 1.2. İncelemealanının yer bulduru haritası, (a) Toros kuşağındaki tektonikbirlikler, (b) Güneydoğu Anadolu'daki metamorfik masifler, (c) Kale-Pütürge bölgesinin jeoloji haritası ..... 4

Şekil 3.1. Jeokronoloji çalışmalarında mineral ayıklama işlemleri ..... 24

Şekil 3.2. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kırma-Öğütme Laboratuvarında ki kaba öğütme için kullanılan çeneli kırıcı ..... 25

Şekil 3.3. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineral Seperasyon Laboratuvarında ki kuru eleme için kullanılan elek sallayıcı ve elek setleri ..... 25

Şekil 3.4. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında ki sallantılı masa ..... 26

Şekil 3.5. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineral Seperasyon Laboratuvarında ki Frantz Magnet manyetik ayırıcı ..... 27

Şekil 3.6. Ağır sıvı kullanımı ile minerallerin yoğunluklarına göre ayrılması (sol: genel görünüm, sağ: yakından görünüm) ..... 27

Şekil 3.7. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineral Seperasyon Laboratuvarında ki minerallerinin elle seçimini yapmak için kullanılan binoküler mikroskop ..... 28

Şekil 3.8. Ringlerin platin ile kaplanması ..... 29

Şekil 4.1. Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikleri ..... 32

Şekil 4.2. (a) Torosların konumu ve Türkiye'de bazı ana tektonik yapılar, (b) Güneydoğu Anadolu kuşağı boyunca masiflerin genel konumu, (c) Malatya-Bingöl arasında yüzeyleyen birimlerin jeoloji haritası ..... 37

Şekil 4.3. Bitlis Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikme kesiti ..... 39

Şekil 4.4. Pütürge Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikme kesiti ..... 41

Şekil 4.5. Keban Metamorfiklerinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti ..... 43

Şekil 4.6. Malatya Metamorfiklerinin stratigrafik dikme kesiti ..... 45

Şekil 4.7. Engizek Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikme kesiti ..... 47

Şekil 4.8. Binboğa Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikme kesiti ..... 49

Şekil 4.9. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların arazi görünümü (a, b, c) ..... 51

Şekil 4.10. Ciban ile Hıdık mahallesi civarında Pütürge Metamorfikleri ile Maden kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit ..... 52

Şekil 4.11. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü (a,b,c), metagranit içerisindeki kuvars segregasyonları (b) ..... 52

Şekil 4.12. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin arazi görünümü, amfibolit ile kuvarsit arasındaki ilişki (b,c), mikaşist içerisindeki amfibolit daykları (a) ..... 53
Şekil 4.13. Çanakcı köyü civarında kuvarsit birimini kesen amfibolit daykını gösteren taslak kesit ..... 54
Şekil 4.14. Çanakcı köyü civarında mikaşistler içerisine sil şeklinde yerleşen amfibol şistleri gösteren taslak kesit ..... 54
Şekil 4.15. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin arazi görünümü (a,b,c,d,e,f) ve mikaşist ile amfibol şistler arasındaki ilişki (a,b) ..... 55
Şekil 4.16. Nican mahallesi civarında kuvarsit birimini kesen amfibolit daykını gösteren taslak kesit ..... 56
Şekil 4.17. Nican mahallesi civarında kuvarsit birimini kesen amfibolit daykını gösteren gösteren taslak kesit ..... 56
Şekil 4.18. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin arazi görünümü (a,b,c,d,e) ve kuvars şistin arazi görünümü (f) ..... 57
Şekil 4.19. Herik deresi civarında kuvarsit-amfibol şist ve biyotit şist ardalanmasını gösteren taslak kesit ..... 57
Şekil 4.20. Dümkaşık deresi civarında mikaşist-amfibol şist ardalanmasını gösteren taslak kesit ..... 58
Şekil 4.21. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda gözlemlenen kuvars segregasyonu (a) ve mikro kıvrımlar (b,c,d,e,f) ..... 58
Şekil 4.22. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda gözlemlenen mikro kıvrımlar (a,c,d,) ve lineasyon yapıları (b,e,f) ..... 59
Şekil 4.23. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda gözlemlenen kıvrımlı yapı (a), eklemli yapı (b,e), şiztozite yapıları (c,f) ve kuvars segregasyonu (d) ..... 60
Şekil 4.24. Gamiran mahallesi civarında kuvars şist ve amfibol şist ardalanmasını gösteren taslak kesit ..... 60
Şekil 4.25. Çanakcı köyü civarı Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit ..... 61
Şekil 4.26. Gamiran mahallesi civarında Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit ..... 61
Şekil 4.27. Ceffan formasyonuna ait konglomera birimi (a,c,d,e,f) ile Maden Kompleksi ve Pütürge Metamorfikleri arasındaki tektonik dokanak (b) ..... 62
Şekil 4.28. Ceffan formasyonuna ait konglomera birimi (a,d,e,f) ve Maden Kompleksi ile Pütürge Metamorfikleri arasındaki dokanak (b,c) ..... 63
Şekil 4.29. Ortaburun tepesi civarında Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit ..... 63

Şekil 4.30. Arbo formasyonuna ait *Nummulitli* kireçtaşı (b,c,d,e,f) ve Melefan formasyonu içerisindeki Arbo formasyonuna ait kireçtaşı (a) ..... 64
Şekil 4.31. Çanakcı köyü civarında Melefan formasyonu içerisindeki Arbo formasyonuna ait kireçtaşı blokları ..... 64
Şekil 4.32. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı ve metaçamurtaşı (a,b,c,d,e) ile metaçamurtaşı içerisindeki volkanik kaya merceği (f) ..... 65
Şekil 4.33. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı ve metaçamurtaşı (a,b,c,e,f) ile metakumtaşı içerisindeki kireçtaşı blokları (d) ..... 66
Şekil 4.34. Karadere formasyonuna ait spilitik bazaltlar (a,c) ve metadiyabaz (b) ..... 66
Şekil 4.35. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü ..... 68
Şekil 4.36. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü ..... 69
Şekil 4.37. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü ..... 70
Şekil 4.38. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Zrn: Zirkon, Op: Opak mineral) ..... 71
Şekil 4.39. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Chl: Klorit, Ap: Apatit, Op: Opak mineral) ..... 72
Şekil 4.40. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit,) ..... 73
Şekil 4.41. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit) ..... 74
Şekil 4.42. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların arazi görünümü ..... 75
Şekil 4.43. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların arazi görünümü ..... 76
Şekil 4.44. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Ap: Apatit Op: Opak mineral) ..... 77
Şekil 4.45. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Op: Opak mineral) ..... 78
Şekil 4.46. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Chl: Klorit, Op: Opak mineral) ..... 79
Şekil 4.47. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin arazi görünümü ..... 80
Şekil 4.48. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin arazi görünümü ..... 81

Şekil 4.49. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Am: Amfibol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Chl: Klorit, Op: Opak mineral) ..... 81
Şekil 4.50. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Am: Amfibol, Pl: Plajiyoklas, Grt: Granat, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Chl: Klorit) ..... 82
Şekil 4.51. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibol şistlerin arazi görünümü ..... 83
Şekil 4.52. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibol şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Am: Amfibol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Grt: Granat Op: Opak mineral) ..... 84
Şekil 4.53. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin arazi görünümü..... 85
Şekil 4.54. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin arazi görünümü..... 86
Şekil 4.55. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Chl: Klorit)..... 87
Şekil 4.56. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Chl: Klorit)..... 88
Şekil 4.57. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin arazi görünümü ..... 89
Şekil 4.58. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin arazi görünümü ..... 90
Şekil 4.59. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit) ..... 91
Şekil 4.60. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Chl: Klorit, Op: Opak mineral)..... 92
Şekil 4.61. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin arazi görünümü ..... 93
Şekil 4.62. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin arazi görünümü ..... 94
Şekil 4.63. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin arazi görünümü ..... 94
Şekil 4.64. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Chl: Klorit, Op: Opak mineral) ..... 95
Şekil 4.65. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Chl: Klorit, Op: Opak mineral) ..... 96
Şekil 4.66. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit) ..... 97
Şekil 4.67. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin arazi görünümü..... 98
Şekil 4.68. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin arazi görünümü..... 99

Şekil 4.69. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Cal: kalsit, Ms: Muskovit, Bt: Biyotit, Qtz: Kuvars, Op: Opak mineral) ..... 100
Şekil 4.70. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Cal: Kalsit, Ms: Muskovit, Qtz: Kuvars, Op: Opak mineral) ..... 101
Şekil 4.71. Pütürge Metamorfiklerine ait mermerlerin arazi görünümü ..... 102
Şekil 4.72. Pütürge Metamorfiklerine ait mermerlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Cal: Kalsit) ..... 103
Şekil 4.73. Pütürge metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerin arazi görünümleri ..... 104
Şekil 4.74. Pütürge metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerin arazi görünümleri ..... 105
Şekil 4.75. Pütürge metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şist örneklerinin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Ky: Disten, Pl: Plajiyoklas St: Stavrolit) ..... 106
Şekil 4.76. Pütürge metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Ms: Muskovit, Pl: Plajiyoklas, Ky:Disten Grt: Granat, St: Stavrolit) ..... 107
Şekil 4.77. Pütürge metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şitler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Ms: Muskovit, Grt: Granat, St: Stavrolit, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ky: Disten, Sil: Sillimanit, Rt: Rutil) ..... 108
Şekil 4.78. Ceffan formasyonuna ait konglomeratik kayaların arazi görünümü ..... 109
Şekil 4.79. Ceffan formasyonuna ait konlomera örneklerinin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Bt: Biyotit, Pl: Plajiyoklas) ..... 110
Şekil 4.80. Arbo formasyonuna ait *Numulitli* kireçtaşı örneklerinin arazi görünümü ..... 110
Şekil 4.81. Arbo formasyonunan ait *Numulitli* kireçtaşının ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Cal: Kalsit) ..... 111
Şekil 4.82. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı örneklerinin arazi görünümü ..... 111
Şekil 4.83. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı örneklerinin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol) ..... 112
Şekil 4.84. Karadere formasyonuna ait spilit örneklerinin arazi görünümü ..... 112
Şekil 4.85. Karadere formasyonuna ait spilit örneklerinin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Px: Piroksen, Pl: Plajıyoklas, Cal: Kalsit) ..... 112
Şekil 4.86. Metabazik kayaçların köken kayaçlarını belirleyen CaO-MgO-FeO üçgen sınıflandırma diyagramı ..... 114
Şekil 4.87. Metamorfik kayaçların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı ..... 115

Şekil 4.88. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit, orto-amfibol şist ve para-amfibol şistlerin zirkona (Zr) karşı ana oksit harker diyagramları ..... 117
Şekil 4.89. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit, orto-amfibol şist ve para-amfibol şistlerin zirkona (Zr) karşı iz element harker diyagramları ..... 118
Şekil 4.90. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Ti/Y)-(Nb/Y) değişim diyagramı ..... 119
Şekil 4.91. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Zr/Ti)-(Nb/Y) oranlarına dayalı kayaç sınıflandırma diyagramı..... 119
Şekil 4.92. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı..... 121
Şekil 4.93. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin N-OOSB'e göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı..... 121
Şekil 4.94. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Y/Nb)-(Y/Ta) oranlarına göre manto kaynağı diyagramın ..... 122
Şekil 4.95. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Th/Yb)-(Nb/Yb) değişim diyagramı ..... 122
Şekil 4.96. Para-amfibol şistlere ait kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı..... 123
Şekil 4.97. Para-amfibol şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı ..... 124
Şekil 4.98. Pütürge Metamorfiklerine ait para-amfibol şistlerin a) Sc-Th-Zr/10 b) Th-La-Sc uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları ..... 124
Şekil 4.99. Metagranit ve gnaysların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı ..... 125
Şekil 4.100. Metagranit ve gnaysların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı ..... 126
Şekil 4.101. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit element bileşimlerine dayalı harker diyagramları ..... 127
Şekil 4.102. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen iz elementlere dayalı harker diyagramları..... 128
Şekil 4.103. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit, orto-gnays ve Bitlis Metamorfiklerini kesen Mutki granitlerinin AFM diyagramındaki konumları..... 129
Şekil 4.104. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit, orto-gnays ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitlerinin (A/NK)-(A/CNK) sınıflandırma diyagramı..... 130
Şekil 4.105. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnays kayaçlarını sınıflandırma diyagramı ..... 131
Şekil 4.106. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnays kayaçlarını sınıflandırma diyagramı ..... 131

Şekil 4.107. Pütürge Metamorfiklerinde orto-metagranit ve orto-gnaysların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı ..... 132
Şekil 4.108. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit, orto-gnays ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitlerinin okyanus sırtı granitlerine göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı ..... 133
Şekil 4.109. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-gnays, orto-metagranit ve Bitlis metamorfiklerine ait Mutki granitlerinin $K_2O$-$SiO_2$ sınıflandırma diyagramı ..... 133
Şekil 4.110. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnaysların Hf-Rb/10-Ta*3 sınıflandırma diyagramı ..... 134
Şekil 4.111. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-gnays, orto-metagranit ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitinin Nb-Y sınıflandırma diyagramı ..... 135
Şekil 4.112. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-gnays, orto-metagranit ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitinin Rb-Y+Nb sınıflandırma diyagramı ..... 135
Şekil 4.113. Pütürge Metamorfiklerine ait para-metagranit ve para-gnaysların zirkona (Zr) karşı ana oksit element harker diyagramları ..... 137
Şekil 4.114. Pütürge Metamorfiklerine ait para-metagranit ve para-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen iz element harker diyagramları ..... 138
Şekil 4.115. Para-metagranit ve para-gnaysların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı ..... 139
Şekil 4.116. Para-metagranit ve para-gnaysların üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı ..... 140
Şekil 4.117. Pütürge Metamorfiklerine ait para-metagranit ve para-gnaysların a) Sc-Th-Zr/10 b) Th-La-Sc uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları ..... 140
Şekil 4.118. Pütürge Metamorfiklerine ait para-şistlerin köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı ..... 141
Şekil 4.119. Pütürge Metamorfiklerine ait para-şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit element harker diyagramları ..... 142
Şekil 4.120. Pütürge Metamorfiklerine ait para-şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen iz element harker diyagramları ..... 143
Şekil 4.121. Para-şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı ..... 144
Şekil 4.122. Para-şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı ..... 145
Şekil 4.123. Pütürge metamorfiklerine ait para-şistlerin a) Sc-Th-Zr/10 b) Th-La-Sc uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları ..... 145
Şekil 4.124. Pütürge Metamorfiklerine ait sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı ..... 147

Şekil 4.125. Pütürge Metamorfiklerine ait para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit element harker diyagramları ..... 148
Şekil 4.126. Pütürge metamorfiklerine ait para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen iz element harker diyagramları ..... 149
Şekil 4.127. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı ..... 150
Şekil 4.128. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı ..... 151
Şekil 4.129. Pütürge Metamorfiklerine ait para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin a) Sc-Th-Zr/10 b) Th-La-Sc uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları ..... 151
Şekil 4.130. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki amfibol minerallerini sınıflandırma diyagramı ..... 154
Şekil 4.131. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki feldispat minerallerini sınıflandırma diyagramı ..... 158
Şekil 4.132. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki feldispat minerallerini sınıflandırma diyagramı ..... 158
Şekil 4.133. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki feldispat minerallerini sınıflandırma diyagramı ..... 159
Şekil 4.134. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki mika minerallerini sınıflandırma diyagramı ..... 161
Şekil 4.135. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki muskovit minerallerini sınıflama diyagramı ..... 162
Şekil 4.136. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki muskovit ve seladonit uç bileşenleri arasındaki fengit değişim diyagramı ..... 162
Şekil 4.137. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki klorit minerallerini sınıflandırma diyagramı ..... 165
Şekil 4.138. Biyotit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı ..... 166
Şekil 4.139. Biyotit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı ..... 166
Şekil 4.140. Muskovit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı ..... 167
Şekil 4.141. Muskovit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı ..... 167
Şekil 4.142. Gnays ve amfibol şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı ..... 168

Şekil 4.143. Gnays ve amfibol şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı ..... 168
Şekil 4.144. Kalkşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı ..... 169
Şekil 4.145. Kalkşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı ..... 169
Şekil 4.146. Kuvarsşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı ..... 170
Şekil 4.147. Kuvarsşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı ..... 170
Şekil 4.148. Kuvarsit birimindeki eklemli yapılardan elde edilen ölçüm verilerine ait gül diyagramı ..... 171
Şekil 4.149. Mermer birimindeki eklemli yapılardan elde edilen ölçüm verilerine ait gül diyagramı ..... 172
Şekil 4.150. Metakumtaşı ve metaçamurtaşlarına ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı ..... 173
Şekil 4.151. Metakumtaşı ve metaçamurtaşlarına ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı ..... 173
Şekil 4.152. Analiz edilen zirkon minerallerinin Th ve U içeriklerine göre kökensel sınıflandırma diyagramı ..... 175
Şekil 4.153. PM-1 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 176
Şekil 4.155. PM-1 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ..... 176
Şekil 4.156. PM-2 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 177
Şekil 4.158. PM-2 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı ..... 178
Şekil 4.159. PM-3 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 179
Şekil 4.160. PM-3 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı ..... 179
Şekil 4.161. PM-4 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 180
Şekil 4.162. PM-4 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı ..... 180
Şekil 4.163. PM-4 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı ..... 181
Şekil 4.164. PM-5 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 182
Şekil 4.166. PM-6 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 182
Şekil 4.167. PM-6 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı ..... 183
Şekil 4.168. PM-7 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 184
Şekil 4.169. PM-7 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı ..... 184
Şekil 4.170. PM-7 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı ..... 185
Şekil 4.171. PM-8 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 186

Şekil 4.172. PM-8 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı..... 186
Şekil 4.173. PM-8 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı..... 187
Şekil 4.174. PM-9 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 188
Şekil 4.176. PM-10 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 189
Şekil 4.177. PM-10 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı..... 189
Şekil 4.178. PM-11 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 190
Şekil 4.179. PM-11 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı..... 190
Şekil 4.180. PM-12 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 191
Şekil 4.181. PM-12 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı..... 191
Şekil 4.182. PM-13 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 192
Şekil 4.184. PM-14 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 194
Şekil 4.186. PM-15 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 195
Şekil 4.187. PM-15 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı..... 195
Şekil 4.188. PM-15 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı..... 196
Şekil 4.189. PM-16 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 196
Şekil 4.190. PM-16 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı..... 197
Şekil 4.191. PM-17 nolu örneğe ait zirkonlardan elde eilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ... 197
Şekil 4.193. PM-17 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı..... 198
Şekil 4.194. PM-18 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 198
Şekil 4.195. PM-18 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı..... 199
Şekil 4.196. PM-19 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı..... 200

Şekil 4.198. PM-20 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı ..... 201
Şekil 4.199. PM-20 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı ..... 201
Şekil 5.1. PM-70 nolu amfibolit örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: Plajiyoklas, Chl: Klorit, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Hbl: Hornblend, Tr: Tremolit, Rt: Rutil, Ilm: İlmenit) ..... 207
Şekil 5.2. PM-158 nolu metagranit örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, 2Pl: (Plajiyoklas+K. Feldispat), Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Chl: Klori, Ilm: İlmenit) ..... 208
Şekil 5.3. PM-238 nolu Disten-Granat-Stavrolitli Kuvarsit örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Stau: Stavrolit, Qtz: Kuvars, Ky: Disten Chl:Klorit, Cord: Kordiyerit, Ilm: İlmenit) ..... 209
Şekil 5.4. PM-241 nolu Granat-Stavrolit Kuvars Şist örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Stau: Stavrolit, Qtz: Kuvars, Chl:Klorit, Sph: Sfen, Rt:Rutil, Ilm: İlmenit) ..... 210
Şekil 5.5. PM-242 nolu Disten-Granat-Stavrolit Kuvars Şist örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Stau: Stavrolit, Qtz: Kuvars, Ky: Disten, Chl:Klorit, Rt:Rutil, Ilm: İlmenit) ..... 211
Şekil 5.6. PM-303 nolu Sillimanit-Granat-Biyotit-Pajiyoklas Kuvars Şist örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Bt: Biyotit, Si: Sillimanit: Qtz: Kuvars, Chl:Klorit, Rt:Rutil, Sph: Sfen, Ilm: İlmenit) [(Parajenez Denge Alanı-1 ve -2) ..... 212
Şekil 6.1. Pütürge Metamorfiklerini oluşturan birimlerin Kadomiyen orojenezine bağlı gelişimlerini gösteren jeodinamik diyagram ..... 218
Şekil 6.2. Kadomiyen kuşağının Pan-Afrikan orojenezine göre konumunu gösteren paleocoğrafik rekonstrüksiyon ..... 222
Şekil 6.3. Türkiye ve Avupada'ki Kadomiyen dönemine ait yaş verilerinin korelasyonu ..... 227
Şekil 6.4. Menderes masifi ve Anatolid-Torid platformunda'ki Kadomiyen dönemine ait yaş verilerinin korelasyonu (Refeanslar metin içerisindedir) ..... 227
Şekil 6.5. Derik volkanikleri, Bitlis ve Pütürge Metamorfiklerine ait birimlerden elde edilen Kadomiyen dönemine ait yaş verilerinin korelasyonu ..... 227
Şekil 6.6. İran'a ait birimlerden elde edilen Kadomiyen dönemine ait yaşlar ..... 228
Şekil 6.7. Pütürge Metamorfiklerine ait birimlerden elde edilen Kriyojeniyen-Toniyen dönemlerine ait yaşlar ..... 228
Şekil 6.8. Bitlis-Pütürge mikro kıtasının Senomaniyen (a) ve Turoniyen (b)' deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis metamorfikleri, PM: Pütürge metamorfikleri) ..... 233

Şekil 6.9. Bitlis-Pütürge mikro kıtasının Koniasiyen'deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis metamorfikleri, PM: Pütürge metamorfikleri) ..... 234
Şekil 6.10. Pütürge metamorfiklerinin Kampaniyen-Maastrihtiyen'deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis metamorfikleri, PM: Pütürge metamorfikleri) ..... 234
Şekil 6.11. Pütürge metamorfiklerinin Geç Kampaniyen'deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis metamorfikleri, PM: Pütürge metamorfikleri) ..... 234

# 1. GİRİŞ

Doktora tezi kapsamında seçilen inceleme alanı Malatya ili sınırları içerisinde olup Pütürge ve Kale ilçeleri arasında bulunmaktadır. 1/25.000 ölçekli Malatya L41 $b_4$,$c_1$,$c_2$topoğrafik paftaları içerisinde kalan yaklaşık 473 $km^2$'lik bir alanda arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.1, Şekil 1.2).

## 1.1. İnceleme Alanının Tanıtımı

Pütürge ilçesi, Malatya iline Kale ilçesi üzerinden 74 km'lik asfalt bir yolla bağlıdır. Pütürge ilçesinin yüzölçümü 1.181 $km^2$ ve deniz seviyesinden yüksekliği 1.250 metredir. Pütürge ilçesine bağlı 68 mahalle (köy) bulunmaktadır. Kale ilçesi ise Malatya-Elazığ karayolu üzerinde olup Malatya'ya 43 km uzaklıktadır. Kale ilçesinin yüzölçümü 192 $km^2$ ve deniz seviyesinden yüksekliği 740 metredir. Kale ilçesine bağlı 28 mahalle (köy) bulunmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında Kale ilçesi ve Elazığ ili merkezinde bulunan Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne bağlı kamplarda konaklanarak arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

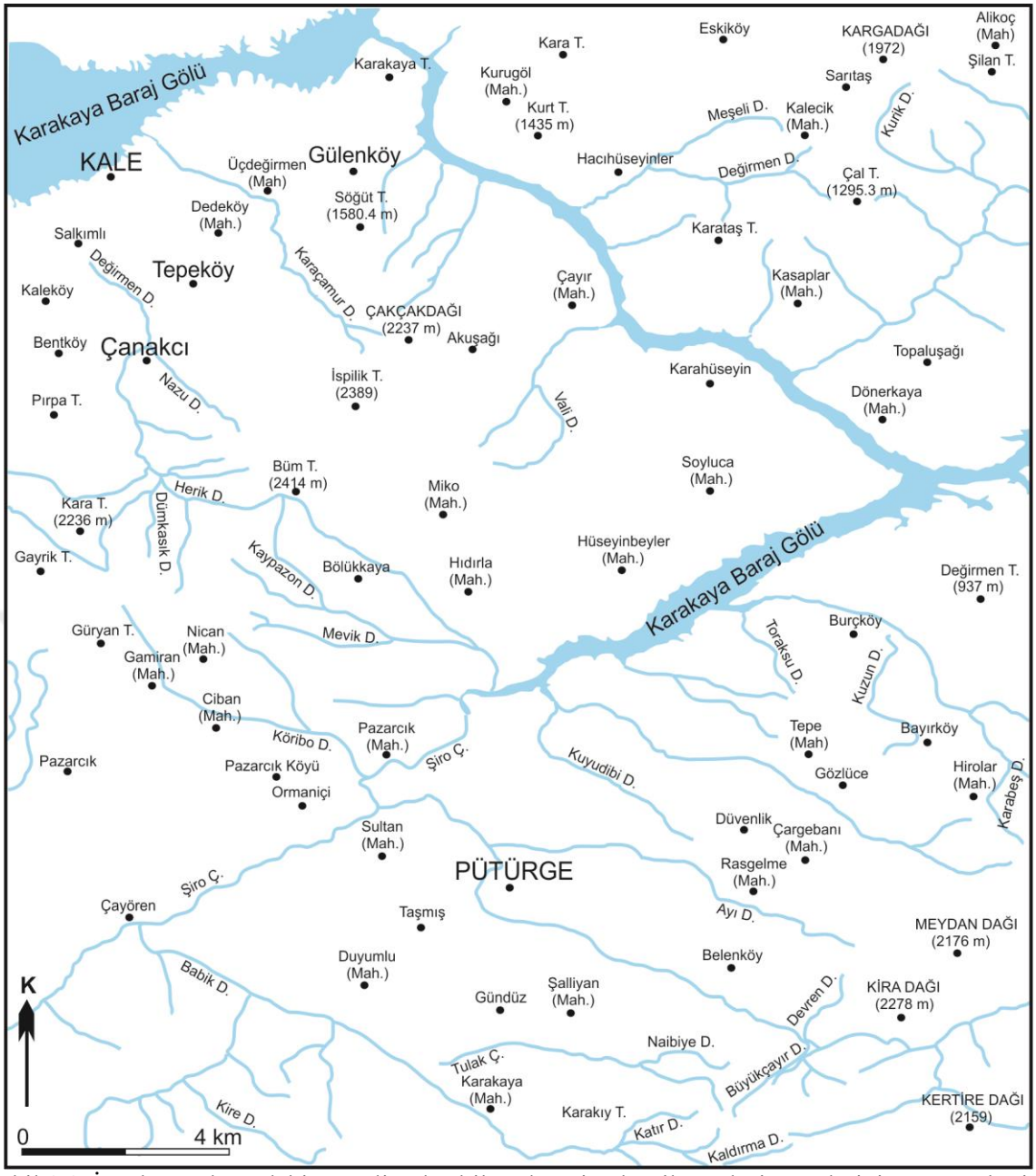
Pütürge ilçesinin önemli yerleşim birimlerini güneyde Gündüz ve Karakaya; kuzeyde Tepe, ve Ormaniçi; doğuda Düvenlik, Belenköy ve Gözlüce; batıda ise Sultan ve Çayören mahalleleri oluşturmaktadır. Bu mahallelerden başka daha birçok küçük mahalle ve bunlara bağlı mezralar da bulunmaktadır. Kale ilçesinin önemli yerleşim yerleri güneyde Kaleköy, Salkımlı ve Çanakçı; doğuda Üçdeğirmen ve Gülenköy; batıda Kıyıcak ve kuzeyde ise Düztarla'dan meydana gelmektedir (Şekil 1.1).

İnceleme alanındaki en önemli topoğrafik yükseltiler şunlardır; Kira Dağı (2278 m), Meydan Dağı (2176 m), Çakçakdağı (2237 m), Kargadağı (1972 m), Kertire Dağı (2159 m), Söğüt Tepesi (1580.4 m), Kara Tepesi (2236 m), Büm Tepesi (2414 m), Değirmen Tepesi (937 m), Kurt Tepesi (1435 m), İspilik Tepesi (2389 m), Çal Tepesi (1999 m)'dir. Bunların dışında rakımları 1100 m ile 2000 m arasında değişen birçok tepe bulunmaktadır (Şekil 1.1).

İnceleme alanında yaz-kış sürekli akan en büyük dere doktora arazisini ikiye bölen ve Doğu Anadolu Fayının doğrultusuna paralel olan (KD-GB) Şiro Çayıdır. Diğer dereler mevsimlik derelerdir ve başlıcaları şunlardır: Pütürge çevresinde Babik Deresi, Tulak Çayı, Göz Dere, Ayı Deresi oluşturmaktadır. Kale civarında ise Değirmen Deresi, Karaçamur Deresi, Vali Deresi, Nazu Deresi, Herik Deresi sayılabilir(Şekil 1.1).

İnceleme alanı doğal bitki örtüsü bakımından çok zengin olmamakla birlikte, yaygın meşe ormanları bulunmaktadır. İklim bakımından kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak bir özellik göstermektedir.

Tarıma elverişli arazinin yok denecek kadar az olması nedeniyle yöreden büyük şehirlere göç yaşanmaktadır. Bölge halkının büyük çoğunluğu geçimini kayısı meyveciliği ile sağlamaktadır. Bunun yanında az oranda da büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık faaliyetleri de bölge halkı için önemlidir.




Şekil 1.1. İnceleme alanındaki önemli yükseltiler, drenaj ağları ile yerleşim yerlerini gösteren harita

## 1.2. Konunun Önemi

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın tektonik gelişimi, Geç Kretase'den Geç Miyosen'e kadar Arap ve Avrasya levhaları arasında yer alan NeoTetis Okyanusu'nun kapanması ile yakından ilişkilidir. İnceleme alanı Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında güneyden kuzeye doğru; Kambriyen-Tersiyer yaşlı otokton sedimanter kayaçlardan oluşan "Arap Platformu",bu platformun kuzey kesimini sınırlayan ters fay ve bindirme dilimlerinden oluşan "EkayZonu" ve ofiyolitik, metamorfik, volkanik-volkanoklastiksedimanter kayaçlardan oluşan "Nap Zonu" olmak üzere üç tektonik kuşak ayırtlanmıştır (Yılmaz, 1993).

Arap Platformu: Arap platformunu oluşturan birimler Alt Paleozoyik'ten günümüze kadar hiçbir kesiklik olmadan duraylı bir Pan-Afrikan temel üzerinde çökelmişlerdir. Geç Kretase'de Arap

platformu üzerine yerleşen Kızıldağ (Hatay) veBaer-Bassit (Suriye) ofiyolitleri gözlenmektedir (Selçuk, 1981; Parrot, 1980). Bu birimler genel olarak tektonizmadan etkilenmemişlerdir. Bununla birlikte kuzeye doğru çıkıldığında Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağına sınır olan bölgelerde bindirme ve kıvrımlanmalar olağandır (Yılmaz, 1993).

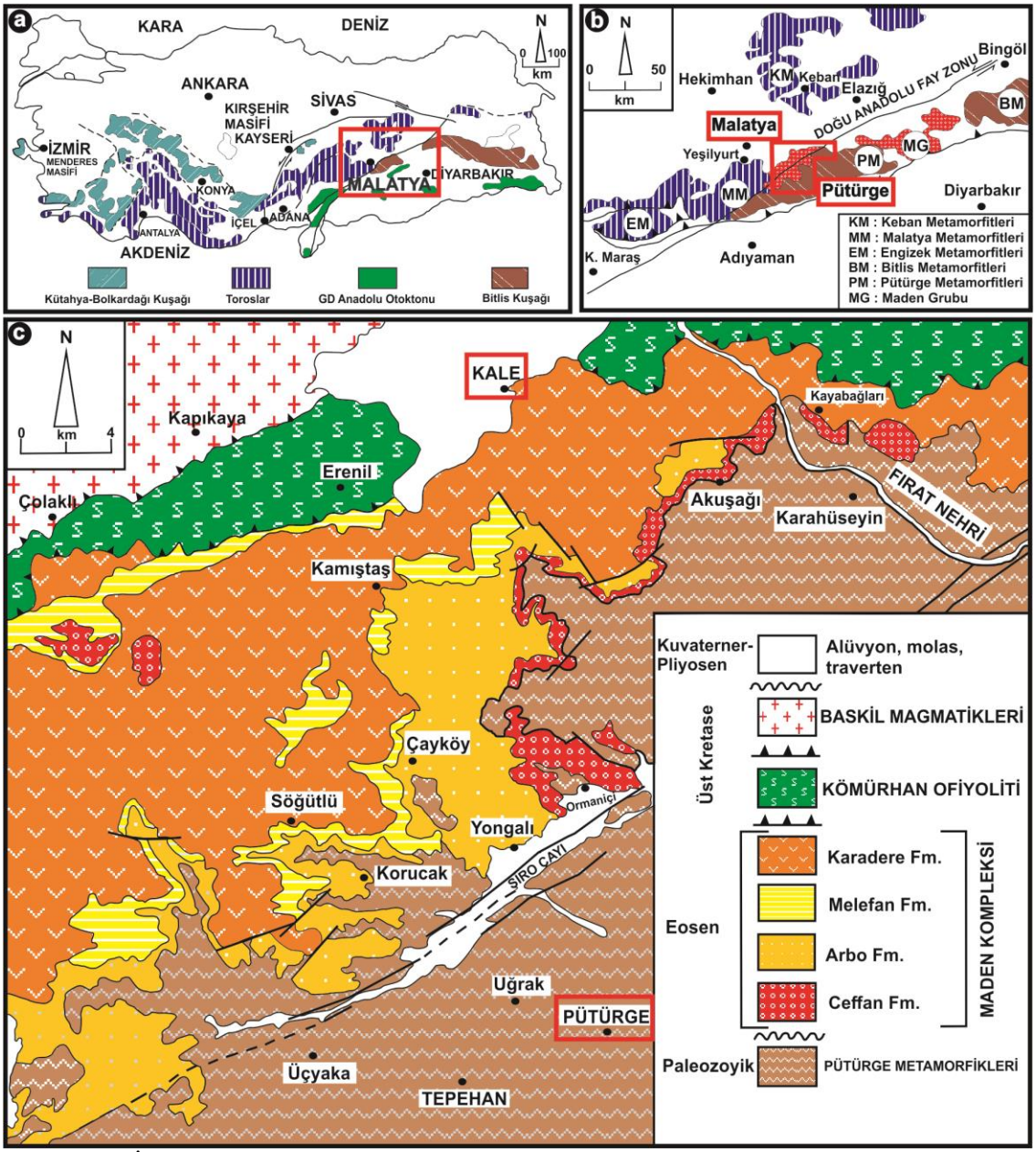
Ekay Zonu: Kuzeyde Nap zonu ve güneyde Arap platformu çökelleri tarafından sınırlanan Ekay zonu yaklaşık olarak doğu-batı yönlü dar bir kuşak boyunca devam etmektedir. Ekay zonu diğer birimlerden bindirmeli dokanak ilişkisi ile ayrılmaktadır. Ekay zonu Üst Kretase-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiş tektonostratigrafik ve magmatik birimlerle temsil edilir. Yoğun tektonizma nedeniyle normal stratigrafik dizilim kaybolmuş ve sıkışma rejiminin sonucu olarak diğer birimlerle bindirmeli dokanak ilişkisine sahiptir. Ekay zonu batıda Misis-Andırın kuşağına kadar uzanır. Misis-Andırın kuşağı onlarca kilometre genişliğinde bir dağ silsilesi ile temsil edilmektedir. Ekayzonu içerisinde Misis-Andırın kuşağında gözlenen kaya birimlerinin varlığı çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Yılmaz ve ark., 1987 ve 1993; Yılmaz, 1993). Ortaya konulan bu veriler Misis-Andırın kuşağının Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağını meydana getiren kıta-kıta çarpışması esnasında batıya doğru kaçtığını ve Ekay zonunun batıya doğru bir uzantısı olduğunu göstermektedir (Yılmaz, 1991).

Nap Zonu: İki büyük tektonik birlikten oluşan Nap zonu, Ekay zonunun kuzeyinde Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında topoğrafik olarak en yüksek seviyeleri oluşturmaktadır. Alt Nap genellikle ofiyolitik kayaçlar (Göksun, Berit, İspendere, Kömürhan) ve Maden kompleksi ile temsil edilirken, Üst Nap ise Güneydoğu Anadoludaki metamorfik masiflerle (Bitlis, Pütürge, Keban Malatya, Engizek, Binboğa) temsil edilmektedir (Yılmaz, 1991, 1993; Yılmaz ve ark., 1993).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde yaklaşık D-B gidişli iki metamorfik kuşak, kuzey (Binboğa-Malatya-Keban metamorfik masifleri) ve güney (Engizek-Pütürge-Bitlis metamorfik masifleri) metamorfik kuşakları olarak ayırt edilmektedir (Yılmaz ve ark., 2022). Kuzeyde yer alan metamorfik kuşak tektonik olarak güney metamorfik kuşağın üzerinde gözlenmektedir. Her iki kuşaktaki metamorfik masifler başlıca altta Paleozoyik çekirdek ve üzerinde Mesozoyik örtü birimleri olmak üzere iki litostratigrafik bileşenden oluşmaktadır (Yılmaz, 1975; Yılmaz ve ark., 1993, Yılmaz, 2019; Yılmaz ve ark., 2022). Mesozoyik örtü kayalarının yaşı Triyas'tan Üst Kretase-Paleosene (?)'e kadar değişmektedir (Hall, 1974; Perinçek ve Kozlu, 1984; Hempton, 1985; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993; Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark., 2016).

Bitlis ve Pütürge metamorfiklerinin çekirdek ve örtü birimlerinin litolojik özellikleri ve yaşları itibariyle benzerlik sunduğu ve bu tektonik birimlerin ortak bir kökene sahip olduğu ileri sürülmektedir. Bununla birlikte, Pütürge ve Bitlis Metamorfik masiflerinin Mesozoyik dönemindeki paleocoğrafik pozisyonları oldukça tartışmalıdır. Bazı araştırmacılar, Bitlis ve Pütürge kıtasal bloklarının Arap levhasının kuzey kenarının bir parçası olduğunu savunurken (Göncüoğlu ve Turhan, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991), diğerleri ise Toros kıtasal levhasının güney kenarını temsil ettiklerini savunmaktadırlar (Yılmaz ve ark., 1993). Ayrıca, Bitlis ve Pütürge

bloklarının Arap levhasına yakın bir konumda olduklarını da savunan araştırmacılar bulunmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Robertson ve ark., 2007; Oberhansli ve ark., 2010, 2012).




Şekil 1.2. İncelemealanının yer bulduru haritası, (a) Toros kuşağındaki tektonikbirlikler, (b) Güneydoğu Anadolu'daki metamorfik masifler, (c) Kale-Pütürge bölgesinin jeoloji haritası (Yazgan ve ark., 1987)

Pütürge Metamorfikleri adı ilk kez Yazgan ve ark. (1983) tarafından Pütürge-Bitlis kenet zonunun kuzeyinde yer alan yeşilşist ve amfibolit fasiyesindemetamorfizmaya uğramış kaya birimleri için kullanılmıştır. Pütürge Metamorfikleri üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda alt (çekirdek) ve üst (örtü) metamorfik birimlerin varlığından söz edilmektedir (Yılmaz, 1971; Yazgan ve Chessex, 1991; Erdem ve Bingöl, 1995; Yılmaz ve ark., 1993). Alt ve üst metamorfik birimleri arasında fillitik bir makaslama zonunun bulunduğu ve bu zonun deformasyona uğramış bir

uyumsuzluk olabileceği araştırmacılarca ileri sürülmektedir (Bingöl, 1984; Yazgan, 1984). Bununla birlikte, Şahin ve Işık (2010) ise Pütürge Metamorfiklerinde literatürde bahsedildiği şekilde çekirdek-örtü veya alt-üst birlik ayırdımını temsil eden yapısal bir stratigrafi bulunmadığını ileri sürmektedir.Pütürge Metamorfikleri içerisindeki alt (çekirdek) birimin tabanında gözlü gnayslar gözlenmektedir. Bu birim üzerine biyotit şist ve amfibol-mika şistler gelmekte olup, bu kayaçların amfibolit-prazinit damarları içerengranitik gnayslar tarafından kesildiği belirtilmektedir (Erdem ve Bingöl, 1995). Pütürge Metamorfikleri içerisindeki üst (örtü) birimi ise muskovit, stavrolit, granat ve disten içeren şistler bunların üzerine manyetit arakatmanları içeren kalın bir kalkşist ve mermer birimi ile temsil edilmekte, en üst seviyelerde ise mermerlerle arakatkılı alkali volkanikler ve bu birimleri üzerleyen kristalize kireçtaşı, şeyl birimleri gözlenmektedir (Erdem ve Bingöl, 1995). Yer yer turmalinlilökogranitikintrüzyonların varlığı da belirtilmiştir (Yazgan ve Chessex, 1991). Alt çekirdek birimi oluşturan birimlerin Prekambriyen yaşlı olabileceği, üzerine gelen üstörtü birimlerinin ise Erken Paleozoyik ile Permo-Karbonifer yaşlı olabileceği belirtilmiştir(Yazgan ve Chessex, 1991). Alt (çekirdek) ve üst (örtü) birimleri Geç Kretase döneminde birlikte amfibolitfasiyesindemetamorfizmaya uğramışlardır (Bingöl, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991). Pütürge Metamorfiklerinin ~700 $^{o}$C sıcaklık ve 9 kbar basınç koşullarında Barrow tipi metamorfizmaya uğradığı ileri sürülmektedir (Şahin ve Işık, 2010).

Pütürge Metamorfiklerindegerçekleştirilen K-Ar tarihlendirme çalışmaları ile amfibolitlerde (amfibol) 85-76 My, muskovit şistlerde (muskovit) 74-73 My ve gözlü gnayslarda (biyotit) 67-66 My soğuma yaşları elde edilmiş olup metamorfizma etkisinin bölgesel ölçekteki ofiyolit yerleşimi ile ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (Yazgan ve Chessex, 1991). Son yıllarda yapılan bir çalışmada Pütürge Metamorfiklerine ait gözlü gnayslarda iki örnekte 551-544 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları elde edilmiş ve Kadomiyen orojenezinin etkisinden bahsedilmiştir (Beyarslan ve ark., 2016).Bölgesel ölçekte Pütürge Metamorfiklerini Alt-Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi uyumsuz olarak üzerlemektedir (Yazgan ve Chessex, 1991; Robertson ve ark., 2006, 2007).

Pütürge Metamorfikleri ile deneştirilen Bitlis Metamorfikleri Geç Kretase'de döneminde yitim zonunda derin bir gömülmeye maruz kalarak yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfizmasına uğramıştır. Bitlis Metamorfiklerinin yüksek basınç metamorfizması 84-79 My'da gerçekleşmiş ve Mastrihtiyen (70-67 My) döneminde hızlı bir şekilde yüzeylemiştir (Oberhansli ve ark., 2010, 2012, 2013). Bitlis Metamorfikleri Üst Mastrihtiyen yaşlı Kinzu formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmiştir (Meriç, 1973). Bitlis Metamorfiklerinin de Kadomiyen orojenezinden etkilendiği metagranitlerde gerçekleştirilen zirkon U-Pb (572-531 My) tarihlendirmesi ile ortaya konmuştur (Ustaömer ve ark., 2009, 2012).

Kadomiyen orojenezine ait Geç Neoproterozoyik-Erken Paleozoyik yaşlı temel birimlerin Alplerden Türkiye'ye ve oradan da İran ve Hindistan'a kadar ulaştığı ileri sürülmektedir (Neubauer, 2002; Ustaömer ve ark. 2009). Kadomiyen orojenezi ile ilgili temel birimleri Türkiye'de birçok bölgede yüzlekler sunmaktadır. Bunlar; kuzeyde İstanbul Zonu, Istranca Masifi,

Sakarya Zonu (Biga Yarımadası-Pulur Masifi), Anatolid-Torid platformu (Sandıklı, Menderes, Batı Toroslar), Güneydoğu Anadolu bölgesinde Bitlis-Pütürge masifleri ve Arap platformunun kuzey ucunda (Derik-Mardin) bölgeleri şeklinde sıralanabilir.

Pütürge Metamorfiklerinde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda petrolojik ve jeokronolojik çalışmaların sınırlı olması, bu kıtasal birimin öneminin Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının evrimi sırasında zamansal ve mekansal olarak iyi bir şekilde anlaşılmasına engel olmuştur. Sözü edilen eksiklikler; (a) Pütürge Metamorfiklerinde çekirdek-örtü birimlerini içeren bir yapısal birlikteliğin olup olmadığı, (b) Pütürge Metamorfiklerini oluşturan kayaçların (magmatik-sedimanter) jeokimyasal özellikleri vejeodinamik ortamı, (c) Pütürge Metamorfikleri içerisindeki farklı meta-magmatik kayaçların jeokronolojik özellikleri ve jeodinamik önemi, (d) Pütürge kıtasal bloğunu etkileyen metamorfikkoşulların belirlenmesi (P-T), (d) Pütürge Metamorfiklerinin Alpin döneme ait metamorfizma yaşı, (e) Pütürge ile Bitlis metamorfiklerinin karşılaştırılarak Güney Neotetis okyanusal baseninin Geç Kretase-Miyosen kapanma süreçlerindeki konumları ve önemi ile (f) Arap ve Toros platformlarına göre paleocoğrafik konumlarının belirlenmesi şeklinde sıralanabilir.

Doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın amacı, Pütürge-Kale (Malatya) bölgesinde yüzeyleyen kayaçların petrografik, jeokronolojik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin ortaya konması ve bölge jeodinamiği içerisindeki öneminin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktır. Bu kapsamda; (1) Pütürge-Kale (Malatya) bölgesinde geniş yüzlekler sunan Pütürge Metamorfik birimlerine ait olmakla birlikte daha önce ayırdedilmemiş litodem birimleri mevcut haritalar kullanarak revize edilmiş,(2) magmatik ve metamorfik kayaçların içyapı özelliklerinin ortaya çıkartılması amacıyla belirlenen alanlarda kesitler ölçülmüş, (3) arazide gözlenen kaya birimlerinden örnekler alarak polarizan mikroskop altında petrografik ve mineralojik tanımlamaları yapılmış, (4) çalışma alanından derlenen meta-magmatik ve meta-sedimanter kayaçların jeokimyasal özelliklerini belirlemek, kökenleri ve oluştukları jeodinamik ortamı yorumlamak amacıyla ana-iz element analizleriyapılmış, (5)Pütürge Metamorfiklerinin maruz kaldığı metamorfizma koşullarını (P-T) belirlemek amacıyla uygun programlar kullanılmış, (6) Pütürge Metamorfiklerini oluşturan kayaçlardaki uygun minerallerde mineral kimyası analizi gerçekleştirilmiş, (7) Pütürge Metamorfiklerine aitmeta-magmatik kayaçlardan seçilen minerallerde (zirkon, rutil) U-Pb tarihlendirmesi yapılmış ve (7) Güneydoğu Anadolu bölgesinde Bitlis-Zagros kenet kuşağı boyunca benzer birimlerle karşılaştırılması yapılarak, bölge jeodinamiği açısından önemi tartışılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının evriminde önemli bir yere sahip olan metamorfik masifler (Bitlis-Pütürge) ve ilişkili birimler üzerine gerçekleştirilen çalışmalar ile ilgili özet bilgiler aşağıda verilecektir.

### 2.1. Metamorfik Masifler (Bitlis-Pütürge) İle İlgili Önceki Çalışmalar

**Ketin (1966a),** Araştırmacı metamorfik masifleri örten en yaşlı sedimanter kayaçların Üst Kretase yaşında olmasından yola çıkarak metamorfizmanın Alpin döneminde meydana gelmesi gerektiğini belirtmiştir.

**Ketin (1966b),** Araştırmacı bir yapısal model öne sürerek Türkiye'yi dört ana tektonik üniteye ayırmıştır. Bunlar Pontidler (Kuzey ve Kuzeybatı Anadolu kuşağı), Anatolidler (İç Anadolu kuşağı), Toridler (genel olarak tüm Toroslar), Kenar kıvrımları (Güneydoğu Anadolu)'dır.

**Yılmaz (1971),** Araştırmacı Pütürge Metamorfiklerinin Malatyanın güneydoğu kesiminde başladığını, Çüngüş (Diyarbakır) ile Sivrice (Elazığ) arasına kadar uzandığını ve bu metamorfiklerin Bitlis Metamorfiklerinin batı uzantısı olduğunu ifade etmiştir. Arap platformunun kuzey kenarında Prekambriyen bir temele sahip olan Bitlis-Pütürge Metamorfik masifi, Guleman ve Maden bölgeleri haricinde sürekli olarak yöreye yayılan metamorfik topluluktur. Araştırmacı Pütürge Metamorfiklerin de alt (çekirdek) ve üst (örtü) metamorfik birimlerin varlığından söz etmiştir. Araştırmacı Bitlis batısında Cacas bölgesindeki yan kayaç gnaysları ve amfibolitler tüm kayaç Rb/Sr yöntemi ile tarihlendirmiş ve 505±37 My ile 920±224 My yaşlarını elde etmiştir.

**Pişkin (1972),** Araştırmacı yapmış olduğu çalışmada bölgede yüzeyleyen Pütürge Metamorfiklerinin yeşil şist ve amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını ve asidik ve bazik intrüzyonlar tarafından kesildiğini belirtmiştir.

**Yazgan (1972),** Araştırmacı Pütürge Metamorfik Masifi ile üzerindeki Maden Kompleksini oluşturan birimlerin petrografik-jeokimyasal özelliklerini incelemiştir. Bu incelemeler sonucunda masifin yeşilşist ve amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış allokton bir birim olduğunu belirtmiştir. Maden Kompleksine ait volkaniklerin ise kalkalkalen eğilimli toleyitik bir volkanizmanın ürünü olduğunu belirtmiştir.

**Boray (1973),** Araştırmacı Bitlis ve Pütürge Masiflerinin birbirlerinin devamı niteliğinde olduğunu düşünüp tek bir masif olarak ele almış ve masifte hem Hersiniyen hem de Alpin deformasyonunun etkilerinin olabileceğini ifade etmiştir.

**Özgül (1976),** Araştırmacı Pütürge ve Bitlis Metamorfiklerini Toros birlikleri dışında tutmuş ve Misis Birliği olarak tanımlamıştır.

**Şengör ve Yılmaz (1981),** Araştırmacılar Bitlis ve Pütürge bloklarının Arap levhasına yakın bir konumda olduklarını savunmuşlardır. Metamorfik masiflerin metamorfizma yaşları ile ilgili yaptıkları çalışmada orojenik kuşağın en üst tektonik birliğini oluşturan Naplı yapının konumu ve metamorfizmaya uğrama yaşlarının Üst Kretase olduğunu ortaya koymuşlardır.

**Özçelik (1982),** Araştırmacı Paluşağı ve Çanakcı (Pütürge) bölgelerinde Fe-Cu-Zn sülfürlü cevherleşmeler ile ilgili doktora çalışması yapmıştır. Yapmış olduğu bu çalışma ile Paluşağı cevherleşmelerinin Üst Kretase-Eosen yaşlı denizel volkanikler içerisinde yer aldığını ifade etmiştir. Çanakcı cevherleşmelerinin ise yine Üst Kretase volkanikleri içerisinde masif ve dissemine olmak üzere iki şekilde yer aldığını belirtmiştir.

**Helvacı (1983),** Araştırmacı Bitlis Metamorfiklerine ait birimlerde jeokronoloji çalışması yapmıştır. Cacas bölgesinde metagranitleri Rb/Sr yöntemiyle tarihlendirmiş ve 325±3 My yaşını elde etmiştir. Aynı bölgedeki metagranit içerisinde bulunan kloritleşmiş biyotitlerin Rb/Sr yaşının 97±8 My olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, Muş batısında yer alan Yayla metagranitinde ise Rb/Sr yöntemi ile 347±52 My yaşını elde etmiştir.

**Yazgan ve ark. (1983),** Pütürge-Bitlis kenet zonunun kuzeyinde yer alan yeşilşist ve amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış kayaç birimleri için Pütürge Metamorfikleri adını ilk kez kullanmışlardır.

**Yazgan (1983),** Araştırmacı Pütürge Metamorfik masifine ait birimler üzerinde K/Ar metoduyla elde ettiği radyometrik yaş bulgularında, masifin en son olarak Üst Kretase'de özellikle Kampaniyen'de 500-550 °C'ye varan sıcaklıklarda metamorfizmaya uğradığını belirtmiştir.

**Bingöl (1984),** Pütürge Metamorfiklerine ait alt (çekirdek) ve üst (örtü) metamorfik birimleri arasında fillitik bir makaslama zonunun bulunduğu ve bu zonun deformasyona uğramış bir uyumsuzluk olabileceğini ileri sürmüştür. Alt (çekirdek) ve üst (örtü) birimlerinin Geç Kretase döneminde birlikte amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradıklarını belirtmiştir.

**Çağlayan ve ark. (1984),** Araştırmacılar Bitlis-Pütürge Metamorfiklerinin Prekambriyen granitler tarafından kesilen bir metamorfik çekirdek ve bunu örten Paleozoyik-Mesozoyik sedimanter kaya kütlelerinden oluştuğunu belitmişlerdir.

**Göncüoğlu ve Turhan (1984),** Araştırmacılar Keban ve Malatya Metamorfiklerinin Toros platformunu, Bitlis ve Pütürge Metamorfiklerinin ise Arap platformunu temsil ettiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca Bitlis Metamorfik Masifini stratigrafik olarak iki gruba ayırarak incelemişlerdir. Bu incelemeler neticesinde Prekambriyen temelini temsil eden Alt Birim (Hizan Grubu) ve onun üzerindeki Fanerozoyik istifi temsil eden Üst Birim (Mutki Grubu) olduğunu ortaya koymuşlardır.

**Perinçek ve Kozlu (1984),** Yazarlar yapmış oldukları çalışmada Berit dağı bölgesinde istifin en alt birimini oluşturan Pütürge Metamorfiklerin'den inceleme alanı içerisinde yer alan mikaşist, mermer, kuvarsit, amfibolit ve killi şist olarak tanımladıkları birimler için Paleozoyik-Mesozoyik yaş aralığını vermişlerdir.

**Yazgan (1984),** Yazar yapmış olduğu çalışmalar neticesinde, Jura-Geç Kretase döneminde açılan Güney Tetis okyanusunun Senomaniyen-Turoniyen döneminde okyanus içi sıkışmalar ve tektonik kuvvetler nedeniyle Keban platformunun altına dalmaya başladığını ve bunun sonucunda Baskil magmatiklerinin yükseldiğini ve Arap platformu üzerine ilk ofiyolit yerleşiminin olduğunu belirtmiştir. Pütürge Metamorfiklerinin ofiyolit yerleşimi sonucunda Arap platformunun kuzeyinde

oluştuğunu belirtmiştir. Pütürge Metamorfiklerinin muskovit-mikaşist kayaçlarından elde ettiği muskovitlerden yaptığı K/Ar radyometrik yaş tayinine göre 70-74 my, amfibolitlerden elde ettiği amfibollerden aynı yöntemle yaptığı yaş tayinine göre de 70-85 my yaşlarını bulmuştur.

**Hempton (1984, 1985),** Araştırmacı Pütürge Metamorfiklerinin, Kampaniyen-Maastrihtiyen'de Arap kıtasının kuzey kenarına ofiyolitlerin yerleşimi sonucundaki metamorfizmaya bağlı olarak oluştuklarını belirtmiştir. Ayrıca Pütürge Metamorfiklerinin kıta şelfinde biriken platform tipi karbonat birimleri olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı ayrıca Bitlis Masifinin batı kesiminde K-Ar tarihlendirmesi ile 71.2±3.6 My yaşını elde etmiştir.

**Tolluoğlu (1981), Okay ve ark. (1985),** Araştırmacılar Bitlis Metamorfik masiflerinde çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar neticesinde Bitlis Metamorfiklerinin temelini temsil eden Hizan Grubuna ait Alt metamorfik birimlerin, eklojit, amfibolit, paragnays, migmatit seviyeleri ve bu kayaçları kesen granitik ve hololökokratik granitik kayaçlardan oluştuklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar Bitlis Metamorfikleri içerisindeki eklojitleri, Muş güneyinde disten minerali içeren granatlı mikaşistler içerisinde tespit etmiş olup 10-20 kbar basınç ve 600-650 $^{o}$C sıcaklıktagerçekleşen metamorfizma koşullarını ortaya koymuşlardır.

**Sungurlu ve ark. (1985),** Elazığ-Hazar-Palu civarında yaptıkları çalışmada Pütürge Metamorfiklerinin yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini belirtmişlerdir. Pütürge Metamorfiklerinin kahverengi, yeşilimsi, sarımsı, grimsi sarı, yeşil, gri, yeşilimsi gri renkli muskovitli kuvarslı şist, muskovitli şist, muskovitli biyotitli şist, granatlı kuvarslı şist, kuvarslı biyotit şist, yer yer kalkşist ve mermerden oluştuğunu ifade etmişlerdir.

**Yılmaz ve ark. (1987),** Araştırmacılar Pütürge Metamorfiklerinin karmaşık bir içyapıya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Pütürge Metamorfiklerini oluşturan birimlerin Mesozoyik boyunca gelişmeye devam eden platform birimleri olduğunu ve Üst Kretase'de bölgeye yerleşen ofiyolit naplarının metamorfizmaya neden olduğunu açıklamışlardır.

**Yiğitbaş (1989), Yılmaz ve Yiğitbaş (1991),** Araştırmacılar Üst nap tektonik dilimi içerisinde çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar neticesinde bu tektonik dilim içerisinde yer alan metamorfik masiflerin, yaşları erken Paleozoyik'ten Kampaniyene kadar değişen, bölgesel metamorfizmaya uğramış bir sedimanter istiften oluştuğunu ifade etmişlerdir.

**Yazgan ve Chessex (1991),** Pütürge Metamorfiklerinde yapmış olduğu çalışmada, Pütürge Metamorfik Masifi'ni Bitlis Metamorfik Masifi ile birlikte düşünmüşlerdir. Bu düşünceden yola çıkarak Pütürge Metamorfik Masifi'ni 'Pütürge-Bitlis Metamorfik Kuşağı' adı altında incelemişlerdir. Bu çalışmada masiflerin metamorfizmasına (70-75 My) sebep olan ısının kaynağını yitim zonu üzerinde bulunan yay önü okyanusal kabuk malzemesinin sıcak yerleşmesi, bindirmeye bağlı sürtünmeden kaynaklı oluşan ısı ve ofiyolitik napların yükü altındaki gömülme şartlarına bağlamaktadırlar. Yer yer turmalinli lökogranitik intrüzyonların olduğunu da belirtmişlerdir. Alt çekirdek birimini oluşturan birimlerin Prekambriyen yaşlı olabileceği, üzerine gelen üst-örtü birimlerinin ise Erken Paleozoyik ile Permo-Karbonifer yaşlı olabileceğini ifade

etmişlerdir. Pütürge Metamorfiklerinin en üst seviyelerinde ise mermer arakatkılı alkali volkanikler ve bu birimleri üzerleyen kristalize kireçtaşı ve şeyl birimlerinin olduğunu belirtmişlerdir.

**Herece ve ark. (1992),** Araştırmacılar Elazığ-Sivrice-Palu çevresinde incelemelerde bulunmuşlardır. Bu incelemeler sonucunda Pütürge Metamorfikleri, Keban Metamorfikleri, Baskil magmatik kompleksi, Elazığ magmatik kompleksi, Pertek magmatik kompleksi ve Guleman ofiyolitlerinin bölgenin Maastrihtiyen öncesi temel kayaçları olduklarını belirtmişlerdir.

**Yiğitbaş ve ark. (1992),** Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağın'da çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ışığında Arap platformu üzerinde ofiyolit yerleşmesine bağlı olarak iki tektonik deformasyon fazının bulunduğunu ve bunların sırasıyla Geç Kretase ve Miyosen döneminde etkin olduğunu belirtmişlerdir.

**Yılmaz ve ark. (1992),** Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağındaki metamorfik masiflerin tümünün aynı tektonik konumda yer aldıkları ve stratigrafik olarak benzer istifler sunduklarını belirtmiştir. Ayrıca birimlerin Erken Paleozoyik-Geç Kretase yaş aralığında oluştuklarını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar metamorfiklerin tümünün büyük bir metamorfik birliğin parçaları olduğunu ve bugünkü konumlarını Üst Kretase-Erken Miyosen aralığındaki jeolojik olaylarla kazandığını belirtmişlerdir.

**Şengün (1993),** Araştırmacı Bitlis Metamorfiklerinin temelini oluşturan çekirdek birimlerinin, Mutki Grubu olarak tanımlanan Üst metamorfik birimler tarafından uyumsuz olarak üzerlendiğini ve Üst metamorfik birimlerin düşük dereceli metamorfik birimlerden oluşmakta olduklarını belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca bu birimler üzerinde de uyumsuz olarak Permiyen-Erken Mesozoyik yaşlı metasedimanter ve nadiren metavolkanik kayaçların yer aldıklarınıifade etmiştir.

**Turan ve ark. (1993),** Araştırmacılar Doğu Toroslar'ın Elazığ, Diyarbakır ve Malatya üçgeni içerisinde kalan bölgede çalışma yapmışlardır. Bu çalışmayla birlikte Geç Kretase sonlarında Bitlis-Pütürge Masifi üzerine ofiyolit yerleşiminin Geç Kretase başlarında etkili olmaya başlayan kuzeye eğimli bir dalma-batma ile gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Metamorfizmanın ise bu ofiyolit yerleşmesi ile ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

**Yılmaz ve ark. (1993),** Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağında bulunan ofiyolitleri ve metamorfik masifleri sınıflandırmışlardır. Orojenik kuşağı başlıca tektonik olarak üç zona ayırmışlardır. Bunlar; Nap zonu, Yığışım prizması zonu ve Arap platformudur. Pütürge Metamorfik masifi ile ilgili alt ve üst metamorfik birimlerin varlığından bahsetmişlerdir. Bitlis ve Pütürge kıtasal bloklarının, Toros kıtasal levhasının güney kenarını temsil ettiğini savunmuşlardır.

**Yılmaz (1993),** Araştırmacı Güneydoğu Anadolu orojenik evrimini açıklamak amacıyla bir model geliştirmiştir. Geliştirdiği bu modelde; Arap platformu ile Bitlis-Pütürge Masifleri arasında Geç Triyas'ta açılmaya başlayan okyanusun Erken Kretase sonlarından itibaren kuzeye dalım ile kapanmaya başladığını belirtmiştir. Bindirme zonundaki ofiyolitik birimlerin Geç Kretase'de Arap platformunun üzerine yerleştiğini belirtmiştir. Eosen döneminde Maden Karmaşığının yay gerisi

havzada oluştuğunu, ofiyolitik birimlerin ve Maden Karmaşığının her yerde Bitlis-Pütürge Masifleri altında tektonik dilimler halinde yüzeylendiğini açıklamıştır.

**Bingöl (1986a, 1986b, 1988, 1993),** Araştırmacı Doğu Toros Orojenik Kuşağında yer alan Yüksekova Karmaşığı, Guleman, Koçali ve İspendere ofiyolitleri ile diğer magmatik kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar sonucunda Bitlis-Pütürge Masifi ile Keban-Malatya Metamorfiklerinin Üst Triyas'tan itibaren birbirinden uzaklaştıklarını ve Üst Kretase'den itibaren güneye doğru itildiklerini açıklayarak, bölgedeki kayaçların oluşum ortamı ve kökenleri hakkında yorumlamalar yapmıştır.

**Erdem (1994),** Araştırmacı Pütürge Metamorfik kayalarını Bitlis Masifinde yapılan çalışmalara benzer şekilde alt ve üst birlik ayırımıyla incelemiştir. İnceleme sonucunda alt birlik kayalarını, gözlü gnays, amfibol şist seviyeleri içeren biyotit şistler ile bunları kesen granitik gnays ve amfibolitler olarak açıklamıştır. Üst birlik kayalarını ise distenli kuvarsit damarlı muskovit şist ile kalkşist-mermer birimleri olarak belirtmiştir. Araştırmacı iki birim arasında uyumsuz bir ilişkinin olduğu görüşündedir. Araştırmacıya göre, metamorfikler ilerleyen amfibolit fasiyesi metamorfizması ve gerileyen yeşilşist fasiyesi metamorfizmasından etkilenmiş ve bunlardan amfibolit fasiyesi metamorfizmasını, Maastrihtiyen'deki İspendere ve Guleman ofiyolitlerinin üzerlemesine bağlı olarak yorumlamıştır. Yeşilşist fasiyesi metamorfizmasını ise Orta Eosen'deki Maden Kompleksine ait volkanizmayla açıklamıştır. Metamorfiklerin petrolojisine ait çalışmalardan elde ettiği bulgularda, amfibolitelerin orto (magmatik) kökenli olduğunu ve duraylı iz element dağılımlarına göre levha içi bazalt/toleyitik bazalt bölgesine düştüğünü açıklamıştır. Gnaysların ise yine orto (magmatik) kökenli olduğunu ve çarpışma ve yay bölgelerini temsil ettiğini açıklamıştır.

**Erdem ve Bingöl (1995),** Pütürge (Malatya) Metamorfitlerinin petrografik özellikleri adlı çalışmalarında alt (çekirdek) ve üst (örtü) metamorfik birimlerin varlığından söz etmektedirler. Pütürge Metamorfikleri içerisindeki alt (çekirdek) biriminin tabanında gözlü gnayslar gözlemlemişlerdir. Bu birim üzerine biyotit-şist ve amfibol-mika şistler gelmekte olup, bu kayaçların amfibolit-prazinit damarları içeren granitik gnayslar tarafından kesildiğini belirtmektedirler. Pütürge Metamorfikleri içerisindeki üst (örtü) birimin ise muskovit-, stavrolit-, granat- ve disten içeren şistler ve bunların üzerine manyetit ara katmanları içeren kalın bir kalkşist ve mermer biriminin geldiğini belirtmişlerdir.

**Erdem ve Bingöl (1997),** Araştırmacılar Pütürge metamorfiklerinin Bitlis Masifinin litolojik özellikleriyle benzer olduğunu belirtmişlerdir.

**Göncüoğlu ve ark. (1997),** Araştırmacılar Pütürge ve Bitlis metamorfiklerini Bitlis zonu olarak ifade etmişlerdir.

**Göncüoğlu (1998),** Araştırmacı Muş batısındaki Kızılağaç metagranitine ait fengit minerallerini K-Ar yöntemi ile tarihlendirmiş ve 75±1.2 My yaşını elde etmiştir. Araştırmacı bölgedeki granitlerin kristallenme yaşlarının Orta Devoniyen-Geç Permiyen olarak ifade etmiş ve

elde edilen Kretase yaşlarının ise Geç Kretase ofiyolit yerleşimine bağlı termal olaylar etkisi ile olabileceğini ifade etmiştir.

**Robertson ve ark. (2007),** Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu bölgesindeki metamorfik masiflerin kökensel olarak kuzeyde Toros platformundan riftleşmiş bir blok olabileceğini ileri sürmüşlerir.

**Okay (2008),** Arastırmacı Toroslardaki Mesozoyik istif ile Güneydoğu Anadolu bölgesindeki metamorfik masiflerin içyapılarının benzerlik sunduklarını ve metamorfik masiflerin kökensel olarak Anatolid-Torid platformuna ait olduklarını belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca Bitlis Metamorfiklerinin, Arap Platformundan Üst Kretase'den Eosene kadar uzanan dar bir fliş ve ofiyolitik melanj kuşağıyla ayrılmakta olduğunu ifade etmiştir.

**Ustaömer ve ark. (2009),** Araştırmacılar Mutki (Bitlis) bölgesinde bulunan granitik kayaçlarda zirkon U-Pb yöntemi ile tarihlendirme çalışması yapmışlardır. Bu çalışma neticesinde 545.5±6.1 ve 531.4±3.6 My yaşlarını elde etmişler ve Bitlis Metamorfiklerinin Kadomiyen yay magmatizmasından etkilendiğini belirtmişlerdir.

**Şahin ve Işık (2010),** Yazarlar yapmış oldukları çalışmada Pütürge Metamorfiklerinin ~700 °C sıcaklık ve 9 kbar basınç koşullarında Barrow tipi metamorfizmaya uğradıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca Pütürge Metamorfiklerinde literatürde bahsedildiği şekliyle çekirdek-örtü veya alt-üst birlik ayırdımını temsil eden yapısal bir stratigrafi bulunmadığını ileri sürmüşlerdir.

**Oberhansli ve ark. (2010),** Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu bölgesindeki metamorfik masiflerin kökensel olarak Arap platformuna ait olduklarını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca Bitlis Metamorfiklerine ait kayaçların Alpin döneminde yüksek basınç-düşük sıcaklık metamorfizmasına maruz kaldığını ifade etmişlerdir. Bitlis Metamorfiklerinin örtü grubuna ait kayaçların yüksek basınç-düşük sıcaklık (10-11 kbar/350-400 $^{o}$C) metamorfizmasına maruz kaldıklarını ve fengit içeren karfolitçe zengin kayaçlarda Ar-Ar yöntemiyle 74±2 My metamorfizma yaşını elde etmişlerdir.

**Oberhansli ve ark. (2012),** Araştırmacılar Bitlis Metamorfiklerinin örtü kısımlarında bulunan iyi korunmuş glokofan ve karfolitin yanı sıra kloritoid içeren şistlerdeki karfolit kalıntıları ve mermerlerde aragonitten dönüşme kalsit minrallerinin varlığı nedeniyle düşük sıcaklık-yüksek basınç metamorfizmasını tanımlamışlardır. Bitlis Metamorfiklerinin uğramış oldukları maksimum metamorfizma koşullarının 350-400 $^{o}$C sıcaklık (T) ve 10-11 kbar basınç (P) olarak ifade etmişlerdir. Ar-Ar yöntemiyle yapılan jeokronoloji çalışması neticesinde 74-79 My (Kampaniyen) ve 67-70 (Maastihtiyen) metamorfizma yaşlarını elde etmişlerdir.

**Oberhansli ve ark. (2013),** Araştırmacılar Bitlis Metamorfiklerinin doğu kesiminde Kesandere vadisinde çekirdek birimlerine ait kalk-arenetik metasedimanter kayaçlar içerisinde eklojitlerin varlığını tespit etmişlerdir. Metamorfizma koşulları olarak 19-24 kbar basınç, 480-540 $^{o}$C sıcaklık olarak belitmişler ve zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile metamorfizmanın Geç Kretase (84.4±0.9 ve 82.4±0.9 My) döneminde gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

**Ateş (2013)**, Araştırmacı Pütürge Metamorfiklerine ait biyotit şistlerde Ar-Ar jeokronoloji çalışması yapmıştır. Bu çalışma sonucunda 83.21±0.069 My yaşını elde etmiştir.

**Kılıç ve Ateş (2015),** Araştırmacılar Pütürge Metamorfiklerine ait gnayslarda zirkon U-Pb tarihlendirmesi yapmışlar ve 84.2±1.1 My yaşını elde etmişlerdir. Ayrıca metapelitik şistlerde bulunan biyotitlerde Ar-Ar yöntemiyle 83.21±0.069 My yaşını tespit ederek metamorfizma yaşı olarak Kampaniyen dönemini işaret etmişlerdir.

**Kaya (2015),** Araştırmacı yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Pütürge Metamorfiklerinin granatlarında Sm-Nd tarihlendirmesiyle, granatın çekirdeğinde 81.53±0.10 My, kenar zonunda ise 82.18±0.17 My yaşlarını elde etmiştir.

**Rızaoğlu ve ark. (2009), Karaoğlan ve ark. (2013, 2016),** Araştırmacılar Malatya-Keban Metamorfiklerinin Baskil bölgesinde 84-80 My yaşlı I-tipi granitik kayaçlar tarafından kesildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca Malatya Metamorfiklerinin Geç Kretase döneminde Berit okyanusunun kapanmaya başlamasına bağlı yitim etkisi ile And-tipi aktif kıta kenarı olarak evrimleştiğini ve Baskil bölgesinde 88-83 My ve Göksun bölgesinde 83-81 My ve Doğanşehir bölgesinde 51-45 My yaşlı granitik kayaçlar tarafından kesildiğini ifade etmişlerdir.

**Karaoğlan ve ark. (2016),** Araşırmacılar Malatya Metamorfiklerine ait granitoyidlerden elde edilen apatit minerallerinde Apatit Fizyon İzi tarihlendirmesi gerçekleştirirek 50-17 My yaşlarını elde etmişlerdir. Tespit ettikleri bu yaşlardan hareketle granitoyidlerin ve Malatya Metamorfiklerinin Güneydoğu Anadolu bölgesinde Maden baseninin açılmasına bağlı Erken-Orta Eosen yükselimi ve Oligosen döneminde ise kıta-kıta çarpışmasına bağlı yükselim olmak üzere iki fazlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

**Ertürk ve ark. (2022),** Keban Metamorfiklerinin, Keban bölgesinde 77-76 My yaşlı A-tipi siyenitik ve monzonitik kayaçlar tarafından Geç Kretase döneminde kesildiğini ifade etmişlerdir.

**Yılmaz ve ark. (2022),** Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının tektonik gelişiminin Neotetisin kapanmasıyla ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Neotetis okyanusunun çeşitli kıta şeritleri ve okyanus içi magmatik yayları içerdiğini, kıta şeritlerinin dar tektonik kuşakları temsil ettiklerini, okyanusun kapanması sürecinde birbirleriyle çarpıştıklarını ve dalma zonunda metamorfik masiflere dönüştüklerini belirtmişlerdir.

### 2.2. Maden Kompleksi İle İlgili Önceki Çalışmalar

**Rigo de Righi ve Cortesini (1964),** Araştırmacılar yapmış oldukları çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi kuzeyinde 3 jeolojik bölge tanımlamışlardır 1) Ön ülke alanı 2) Kenar kıvrımları kuşağı 3) Toros orojenez kuşağı. Ayrıca Maden Kompleksi birimini ilk kez ‘Maden birimi’ olarak adlandırmışlardır.

**Özkaya (1974),** Araştırmacı Sason ve Baykan (Siirt) yöresinin stratigrafisini incelemiştir. Bu inceleme sırasında konglomera, fliş, marn, spilit ve serpantinitlerden oluşan ve içerisinde 1-2 km boyutuna kadar ulaşan kireçtaşı olistolitleri bulunduran Alt Eosen-Miyosen yaşlı birimi Sason-Baykan grubu olarak adlandırmıştır.

**Açıkbaş ve Baştuğ (1975),** Araştırmacılar yapmış oldukları çalışmada Maden Kompleksinin başlıca dört alt kayaç biriminden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bu birimler alttan üste doğru Ceffan, Arbo, Melefan ve Karadere birimleridir.

**Sungurlu (1975),** Araştırmacı Erganinin (Diyarbakır) kuzeyinde çalışma yapmış ve bu çalışmasında Maden birimi için Baykan karmaşığı adını kullanmıştır.

**Erdoğan (1977),** Ergani-Maden bölgesinde çalışma yapmıştır. Yapmış olduğu bu çalışma ile Maden Kompleksinin alt seviyelerini oluşturan Alt Sedimanter birimin içerisinde bulunan merceksi pelajik kireçtaşları ve kalkerli şeylerde bulunan fosillere dayanarak bu birimin Maastrihtiyen-Orta Eosen yaşlı olduğunu; kompleksin üst seviyelerini teşkil eden Üst Volkanik birimin ise alttaki birimle geçişli ilişkiye sahip olması nedeniyle Üst Eosen yaşlı olabileceğini ileri sürmüştür.

**Perinçek (1978),** Araştırmacı Maden Kompleksinde yapmış olduğu çalışmalar doğrultusunda *Globorotalia bullbrooki, Truncorotaloides topilensis, Globorotalia sp., Globigerina sp., Nummulites sp., Nummulites millecaput, Nummulites cf. aturicus, Discocycline sp., Sfhaerogypsina sp., ve Assilina sp.* fosillerini tespit etmiştir. Bu veriler ışığında Maden Kompleksinin yaşını Orta Eosen olarak belirlemiştir.

**Naz (1979),** Araştırmacı Elazığ-Palu dolayının jeolojisi adlı çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında birimin Palu (Elazığ) bölgesindeki kırıntılı ve karbonatlı istifinden aldığı örneklerde bazı fosilleri tespit etmiştir. Bu fosiller *Sphserogypsina globula, Nummulites fabiani, Nummulites aturicus* fosilleridir. Bu veriler ışığında bu kısmın Paleosen-Eosen geçişi olabileceğini, geniş anlamda ise birimin Orta Eosen yaşlı olduğunu açıklamıştır.

**Perinçek (1979),** Araştırmacı yapmış olduğu çalışmada Maden Kompleksinin kıta içi yerel bir basende oluştuğunu açıklamaktadır. Ayrıca araştırmacı Maden Kompleksinin Pütürge Metamorfiklerini uyumsuz olarak üzerlediğini ve jeolojik veriler ile birimin Orta Eosen yaşlı olduğunu belirtmiştir.

**Perinçek (1980),** Araştırmacı Maden Kompleksinde bulunan kireçtaşlarının sığ ortamda çökeldiğini ifade etmiştir. Bu kireçtaşlarının havzanın derin kısımlarına olistolit olarak yerleştiklerini belirtmiştir.

**Pişkin ve Delaloye (1981),** Araştırmacılar Maden Kompleksine ait Karadere formasyonu içindeki diyabaz ve yastık lavlardan K-Ar tarihlendirme çalışması yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda 45±5.7 ve 52.0±10.3 My yaşlarını elde etmişlerdir. Maden Kompleksinin Orta Eosen yaşında olduğunu belirtmişlerdir.

**Perinçek ve Özkaya (1981),** Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da birçok alanda çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalar neticesinde Bitlis, Pütürge, Keban, Malatya Metamorfikleri, Yüksekova, Maden Karmaşıkları, Güleman ofiyoliti ve Arabistan levhası şelf çökelleri arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Doğu Toroslar'ın tektonik evrimini ortaya çıkaran sebeplerin, küçük levhalarla ayrılmış dar okyanusal havzalarının gelişimi ve kapanması olduğunu ve bu levhalardan en önemlisinin ise bugünkü Keban, Pütürge, Malatya Metamorfikleri ile temsil olunan

Keban Levhacığı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar ayrıca Maden birimini, Maden Kompleksi olarak adlandırmışlardır.

**Yazgan (1981),** Araştırmacı Elazığ-Malatya bölgesinde yaptığı çalışmada Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı ve Eosen yaşlı Maden Kompleksinin genç ve kalın olmayan bir kıta kabuğu üzerine yerleşmiş kıta kenarı ürünleri olduğunu açıklamıştır.

**Erdoğan (1982),** Araştırmacı Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağının jeolojisi ve volkanik kayaçları adlı bir çalışma yapmıştır. Yapmış olduğu bu çalışmada Maden Karmaşığı ve Guleman grubu kayaçlarının jeolojisi ve bunların metamorfizma koşulları ile jeokimyasal özelliklerini incelemiştir. Bu bilgiler ışığında Guleman grubu bazaltlarının okyanus ortası sırtı bazaltlarına benzediğini ve ayrıca yeşil şist fasiyesinde başkalaşıma uğradığını açıklamıştır.

**Ketin (1983),** Araştırmacı yapmış olduğu çalışmada Maden Kompleksini ilk kez Çermik (Diyarbakır) dolaylarında Maden serisi olarak adlandırmış ve Koçali karmaşığını da bu seriye dahil etmiştir.

**Şengör ve Yılmaz (1983),** Araştırmacılar Hazar ve Maden birimlerinin çökeldiği havzayı Maden kenar denizleri topluluğu olarak isimlendirmişlerdir. Bu havzanın Bitlis-Pütürge Masiflerinin kuzeyinde, güneye dalımlı bir dalma zonu üzerinde masiflerin parçalanması ile gelişen bir kıtasal rift ortamı şeklinde oluştuğunu açıklamışlardır.

**Aktaş ve Robertson (1984),** Araştırmacılara göre Maden Kompleksi başlıca Üst Kretese yaşlı ofiyolitik kayaçlar, Alt Tersiyer yaşlı sedimanter kayaçları ve bazı volkanik kayalardan oluşmaktadır. Araştırmacılar yapmış oldukları çalışma ile Maden Kompleksinin içinde birbirine zıtlık teşkil eden Geç Kretase ve Orta Eosen yaşlı volkanik kayaçların bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar jeokimyasal verileri esas alarak birim içerisindeki volkaniklerin kuzeye dalımlı bir yitim zonu üzerinde, yay önü bölgede gelişen çek-ayır havzada oluştuklarını belirtmişlerdir.

**Hempton (1984),** Maden Grubu'nun yay ardı basenlerde oluştuğunu ileri sürmüştür.

**Yazgan (1984),** Araştırmacı Maden Karmaşığı oluşumunun Orta Eosen'de kıta içi dalma-batma ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Yapmış olduğu K-Ar jeokronoloji çalışmasıyla 48 My yaşını elde etmiştir.

**Michard ve ark. (1985),** Araştırmacılar Maden volkanizmasının postorojenik olarak Pütürge ve Bitlis Metamorfikleri ile Afrika-Arap kıtası arasında gelişen kıta içi bir dalım sonucunda ortaya çıktığını ileri sürmüşlerdir.

**Özçelik (1985),** Araştırmacı Maden Kompleksine ait magmatik kayalarda yapmış olduğu jeokimyasal çalışmalar sonucunda tipik toleyitik karakter gösterdiğini ifade etmiştir. Maden Kompleksi tolayitik bazaltlarının, okyanusal toleyitler ve ada yayı toleyitleri karakterini gösterdiğini belirtmiştir.

**Sungurlu ve ark. (1985),** Araştırmacılar Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisi adlı çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada birimi Ceffan, Arbo, Melefan, Karadere olmak üzere dört ayrı formasyona ayırarak incelemişler ve Maden Karmaşığı adını kullanmışlardır.

**Yazgan ve Asutay (1987),** Araştırmacılar Maden Karmaşığının oluşumunu çarpışma sonrası sıkışma tektoniğine bağlı olarak üst mantonun kısmi ergimesiyle ortaya çıkan levha içi kıtasal yitime bağlı oluşan bir volkanizma olduğunu belirtmişlerdir.

**Yazgan ve ark. (1987),** Munzur dağları ile Arap platformu arasında bulunan Pütürge bindirme kuşağı, Pütürge Metamorfik masifi, Maden Kompleksi, İspendere ve Kömürhan ofiyolitleri ile Baskil magmatiklerini incelemişlerdir. Bu inceleme sonucunda bölgenin pale-otektonik evriminin ana hatlarıyla ilgili yorumlamalar yapmışlardır.

**Poyraz (1988),** Araştırmacı Maden Çanağının Orta Eosen sonunda kapandığını ve Maden Kompleksinin alttaki metamorfik ve ofiyolitler tarafından faylandığını ifade etmiştir. Bu olayları Üst Eosen-Oligosen transgresyonunun izlediğini ve sürüklenim hatlarının aynı yaştaki Kırkgeçit sedimanları tarafından örtüldüğünü belirtmiştir.

**Aktaş ve Robertson (1990),** Tetisin tektonik evrimi ile ilgili çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile Güneydoğu Türkiye'de Bitlis ve Pütürge Metamorfik masifleri arasındaki alanda bulunan Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlar ve bunlarla ilişkili birimlerin bazı alanlarda Maden Kompleksi tarafından diskordansla üzerlendiğini yer yer de farklı yapısal konumlarda bulunduğunu belirtmişlerdir.

**Beyarslan ve Bingöl (1991),** Araştırmacılar İspendere ve doğusunda yer alan Kömürhan ofiyolitlerinde gözlenen verlitik intrüzyonların kökeni adlı çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda her iki ofiyolitik birimin ideal ofiyolitik istifin kabuk kesimini gösterdiklerini açıklamışlar ve ofiyolitlerin güneye doğru Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi üzerine tektonik olarak geldiklerini belirtmişlerdir.

**Yiğitbaş ve ark. (1991),** Araştırmacılar yapmış oldukları çalışma ile Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağında güneyden kuzeye doğru üç yapısal kuşak ayırt etmişlerdir. Bunlar; Arap Platformu, Ekay Zonu ve Nap alanıdır. Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağının batı kesimlerinde ayrıntılı saha çalışmaları yapmışlar ve Maden Grubunun Nap alanında yer aldığını belirtmişlerdir. Maden Grubunun görünür karmaşık yapısına rağmen iç düzeni tanınabilen bir volkanik çökel topluluk oluşturduğunu ifade etmişlerdir.

**Yılmaz (1992),** Araştırmacı yapmış olduğu doktora çalışmasında Maden havzasını olgunlaşmakta olan kıta içi bir rift ortamı olduğunu ifade etmiştir. Olistolitlerin varlığının, havza tabanının zaman zaman duraysızlaştığını ve etkin tektonik olayların meydana geldiğini gösteren veriler olduğunu belirtmiştir.

**Karaman (1993),** Araştırmacı Malatya'nın doğusunda Yapmış olduğu bu çalışmada Kömürhan ofiyoliti, Baskil magmatitleri, Malatya Metamorfikleri ve Maden Kompleksini incelemiştir. Bu incelemeler ışığında Maden Kompleksinin Orta Eosen'de Pütürge mikro kıtası içinde kuzeye doğru oluşan yitim sonucunda oluştuğunu belitmiştir.

**Yiğitbaş ve ark. (1993),** Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağını güneyden kuzeye doğru üç ana bölüme ayırmışlardır. Bunlar; Arap Platformu, Ekay Zonu ve Nap Alanıdır.

Maden Kompleksinin ise Nap alanı içerisinde ve şaryaj dilimleri altında bulunduğunu açıklamışlardır.

**Altunbey ve Sağıroğlu (1995),** Araştırmacılar Elazığ çevresinde bulunan Maden Karmaşığı içerisindeki Mn yatakları ile ilgili çalışma yapmışlardır. Yapmış oldukları bu çalışma ışığında cevherleşmeleri volkano sedimanter kayaçlarla uyumlu olanlar ve hidrotermal işlevler sonucu oluşan volkano sedimanter yataklar olarak iki farklı şekilde bulunduğunu açıklamışlardır.

**Turan ve ark. (1995),** Araştırmacılar arazi çalışmalarından elde ettikleri verileri ve daha önce bölgede çalışan araştırmacıların görüşlerini dikkate alarak; bölgede Maden Grubu, Maden Karmaşığı gibi adlarla araştırılan Orta Eosen yaşlı bu volkanosedimanter birimin, Neotetis okyanusunun güney kolunun kapanmasıyla ilişkili gerilmeli yayın, yay ardı havzası olarak meydan geldiğini belirtmişlerdir.

**Yiğitbaş ve Yılmaz (1996),** Maden baseni ile ilgili yapmış oldukları çalışma ile birimin ana karakteristik özelliklerini ortaya koymuşlardır. Maden karmaşığının volkano-sedimanter bir birim olup, yay gerisi ortamda Orta Eosende geliştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Yılmaz (1993) tarafından Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı için önerilen sınıflamayı temel alarak Maden karmaşığının alt nap alanına ait olduğunu ifade etmişlerdir.

**Önal (2000),** Araştırmacı yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında, Alihan-Pütürge (Malatya) demirli manganez cevherleşmesinin jeokimyasını incelemiştir. Bu çalışma ışığında Alihan demirli manganez yatağının Eosen yaşlı Maden Grubuna ait volkano sedimanter birimler içerisindeki çamurtaşları içerisinde bulunduğunu belirtmiştir.

**Beyarslan ve Bingöl (2001),** Araştırmacılar Kömürhan ve İspendere ofiyolitlerinde gözlemlenen verlitik intrüzyonların kökenini araştırmaya yönelik çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile her iki ofiyolitik birimin ideal bir ofiyolit istifi sunduklarını ve ofiyolitlerin güneye doğru Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi üzerine tektonik olarak geldiklerini belirtmişlerdir.

**Çelik (2003),** Araştırmacı 'Mastar Dağı (Elazığ GD'su) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri' başlıklı bir çalışma yapmıştır. Yapmış olduğu bu çalışmada araştırma alanı içerisinde yer alan Hazar Karmaşığı, Maden Karmaşığı ve Guleman Ofiyolitinin tektonik özelliklerini ayrıntılı bir şekilde araştırmıştır.

**Robertson ve ark. (2004),** Araştırmacılar yapmış oldukları çalışmada Maden Kompleksinin volkanojenik ve volkanojenik olmayan birimlerden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Volkanojenik birimlerin bazalt ve andezit, volkanojenik olmayan birimlerin ise ince mikritik kalker ile Lütesiyen yaşlı foraminifer içeren ara katmanlardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

**Erdem ve ark. (2005),** Araştırmacılar Maden Karmaşığına ait volkanitlerin petrografik ve petrolojik özelliklerini incelemişlerdir. Bu incelemeler sonucunda Maden Karmaşığı orojenik kuşağının doğu kesiminde farklı konumlarda yüzeyleme gösterdiğini, Doğu Toroslarda geniş yayılım sunan Maden Karmaşığının farklı litolojik özellikler gösterdiğini, farklı birimlerle birincil veya tektonik ilişkiler sunduğunu açıklamışlardır.

**Kılıç (2005),** Hazar Gölü güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri başlıklı doktora çalışması yapmıştır. Yapmış olduğu bu doktora çalışmasında Maden Kompleksine ait andezitlerin uyumsuz ve iz elementlerce büyük iyon yarıçaplı elementlerce (LIL)' ce zengin olması, HFS' lerce de tükenmiş olmasının kirlenmiş bir mağmayı işaret ettiğini belirtmiştir.

**Robertson ve ark. (2006),** Araştırmacılar Maden Grubunun Pütürge, Bitlis ve Malatya Metamorfiklerini uyumsuz olarak üzerlediğini ve birimin yeşil şist ve prehnit-pumpelliyit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş volkano-sedimanter kayaç topluluklarından oluştuğunu açıklamışlardır.

**Bozkaya ve ark. (2006),** Araştırmacılar yapmış oldukları çalışmada Maden Kompleksini oluşturan formasyonları incelemişlerdir. Bu formasyonlar alttan üste doğru Ceffan, Arbo, Melefan ve Karadere formasyonlarıdır. Ceffan formasyonu başlıca konglomera, kumtaşı ve şeyl litolojilerinden meydana gelmekte olup tabanda Pütürge Metamorfiklerini uyumsuz olarak üzerlemektedir. Tavan dokanağında ise Arbo formasyonu ile uyumlu bir dokanak ilişkisine sahiptir. Arbo formosyonu başlıca fosilli ve kumlu kireçtaşı, tüfit ve şeyl/metaşeyl litolojileriyle temsil edilmekte olup, merceksi bir yapıya sahiptir. Alt sınırı Ceffan, üst sınırı ise Melefan formasyonu ile uyumlu bir dokanak ilişkisine sahiptir. Melefan formasyonu'nun en yaygın litolojisini yeşil renkli metakumtaşı arakatkıları içeren bordo-kahverengi sleyt/fillit ve metaçamurtaşı oluşturmaktadır. Bordo-kahverengi sleytler pulsu parlaklıkları ve tipik sleyt dilinimleriyle karakteristiktir. Karadere formasyonu Maden Kompleksi'nin en geniş yayılıma sahip kayaç topluluğu olup, alt sınırı Melefan formasyonu sleytleri ile ardalanmalı bir ilişki sunmaktadır. Karadere formasyonu'nun; başlıca bozuşmamış olanları siyah bozuşmuş olanları ise bordo ve yeşil renkli bazaltik ve andezitik bileşimli volkanik kayaçlar ile temsil edildiğini ifade etmişlerdir.

**Robertson ve ark. (2007),** Araştırmacılar riftleşmenin Orta Eosendeki kuzeye doğru dalıma kıtasal kenar gerilemesinin eşlik etmesiyle başladığını ifade etmişlerdir. Bu süreçle Maden havzasının oluştuğunu ve burada toplanan malzemenin Arap levhasıyla çarpışması sonucunda tüm bindirme grubunun Arap Platformuna yerleştiğini belirtmişlerdir.

**Yıldırım (2010),** Çelikhan-Sincik bölgesinde yapmış olduğu çalışma ile Maden Kompleksine ait volkanik birimlerin Orta Eosende, muhtemelen Pütürge Masifi kuzeyinde bulunan, Maden baseninde kısmen okyanusal kabuk, kısmen de kıtasal kabukta gelişen ve henüz ilk aşamalarında olan evrimleşmemiş ensimatik bir ada-yayı volkanizmasının ürünü olduğunu ifade etmiştir.

## 3. MATERYAL VE METOT

‘‘Kale-Pütürge (Malatya) Bölgesinde Yüzeyleyen Kayaçların Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi’’ başlıklı doktora tezi kapsamında bölgede yüzeylemeler sunan litostratigrafi birimleri tezin materyalini oluşturmaktadır. Söz konusu litostratigrafi birimlerinin kökeninin ortaya konması için saha ve laboratuvar çalışmaları kapsamında çeşitli bilimsel metotlar uygulanarak varılmak istenen hedefe yönelik veriler elde edilmiş ve yorumlamalara gidilmiştir. Aşağıdaki bölümlerde sözü edilen konularda detaylı bilgiler verilecektir.

### 3.1. Materyal

Doktora tez çalışmasının ana materyalini Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi’ne ait kayaçlar oluşturmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında Pütürge Metamorfikleri ve Maden Kompleksi’nin yüzeylemeler sunduğu alanlarda daha önce Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından gerçekleştirilen projeler kapsamında üretilen 1/25000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanılmıştır. Esas olarak L41b4, L41c1, L41c2 ve paftaları kullanılmıştır. Pütürge Metamorfikleri’ne ait kayaçların mineralojik ve petrografik tanımlamaları, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri ile radyometrik tarihlendirmeleri için toplam 288 adet örnekleme gerçekleştirilmiştir (Ek-1.1). Yapılan örneklemelerde Pütürge Metamorfiklerini temsil edecek şekilde farklı kaya türleri (gnays, metagranit, amfibolit, amfibol şist, mika şist, kuvars şist, kuvarsit, kalkşist, mermer, disten-granat-stavrolit kuvars şist ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist) seçilmiştir. Maden Kompleksi başlıca dört formasyondan oluşmaktadır (Açıktaş ve Baştuğ, 1975). Bu formasyonlar alttan üste doğru Ceffan, Arbo, Melefan ve Karadere formasyonlarıdır. Arazi çalışmaları sırasında bu formasyonlardan toplamda 22 adet örnek alınmıştır (Ek-1.2). Ceffan formasyonun’dan konglomera, Arbo formasyonun’dan kumlu kireçtaşı ve kireçtaşı, Melefan formasyonun’dan metakumtaşı, metaçamurtaşı, Karadere formasyonun’dan spilit ve metadiyabaz örnekleri alınmıştır (Ek-1.2).

Pütürge Metamorfikleri’ne ait kayaçlardan radyometrik tarihlendirme için zirkon, rutil ve titanit (sfen) mineral fazları ayıklanmış olup bu fazların jeokronolojide kullanımı ve önemine dair bilgiler aşağıda verilmektedir.

#### 3.1.1. Zirkon

Zirkon minerali ilk olarak A.G. Werner tarafından 1783’de tanımlanmıştır. Zirkon mineralinin kimyasal bileşimi $ZrSiO_4$+U, Th, Hf, Y, Ce ve kristal sistemi ise tetragonaldır. Kristal biçimi olarak kısa-uzun prizmatik kristalli; dipiramidial, ışınsal lifsi agregatlar ve düzensiz taneler halinde bulunabilir ve rengi değişkendir. Sertliği 7.5, özgül ağırlığı ise 4.6-4.7 g/cm$^3$ dür. İkizlenme gösterir ve genellikle dirsek ikizlenmesi yaygındır. Zirkon mineralinin U-Pb sistemi için kapanım sıcaklığı $\geq$ 900 $^0$C’ dir (Chernik ve Watson, 2001). Zirkon minerali ortaç ve felsik magmatik kayaçlarda yaygın olarak bulunan bir aksesuar mineralidir. Şist ve gnays gibi metamorfik

kayaçlarda da bulunabilir ve aşınma, taşınma gibi süreçlerde oldukça dayanıklıdır. Bu nedenle sedimanter kayaçların provenans analizlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 3.1.2. Rutil

Rutil mineralinin kimyasal bileşimi $TiO_2$ ve kristal sistemi tetragonaldır. Kristal biçimi olarak kısa prizmatik kristalli, c eksenine paralel çiziklere sahiptir. Rengi kırmızımsı kahverengi, sarımsı kırmızı, siyah, şeffaf-yarı şeffaf, opak hallerde olup, sertliği 6-6.5 dur. Rutil mineralinin ikizlenmesi bipiramid üzerinde gelişen dirsek ikizlerine sık rastlanır. Bunun yanısıra altı veya sekiz ayrı kristalin birleşerek oluşturduğu kompleks ikizleride vardır. Özgül ağırlığı 4.23-4.25 g/cm$^3$ aralığında olup, (100) yüzeyinde belirgin dilinime sahiptir. Çizgi rengi soluk kahverengi tonlarında, parlaklığı ise yarı metalik parlaklıkta bazen elmas parıltılı olarak görülmektedir. Rutil mineralinin başlıca ayırıcı özellikleri rengi, parlaklığı, ikizlenmesi ve kristal şeklidir. Rutil minerali Ti elementinin yükü ve çapı nedeniyle (Ti: +4, ~ 0.6 Å) genel olarak iyon yarıçapları küçük-yükleri büyük elementleri (HFSE) (Nb, Ta, V, Fe, Cr, Sb ve W) bünyesinde taşımaktadır (Deer ve ark., 1992; Zack ve ark., 2002). Rutil içerisinde ayrıca +4 iyonik yüke sahip U ve az oranda Th elementleri de Ti elementi ile yer değiştirebilmektedir. Rutil minerali içerisinde gözlenen U elementinin konsantrasyonu ~0.1 ile 100 ppm arasında değişmektedir. Bu özellik rutil mineralini U-Pb tarihlendirmesi içim uygun bir faz haline getirmektedir (Mezger ve ark., 1989; Zack ve ark., 2002). Rutil mineralinin U-Pb sistem için kapanım sıcaklığı 500-650 $^{O}$C dir (Cherniak, 2010). Rutil minerali genellikle yüksek sıcaklık ve yüksek basınç koşulları altında oluşan metamorfik kayaçlarda ve magmatik kayaçlarda aksesuar minerali olarak bulunmaktadır.

### 3.1.3. Titanit

Titanit mineralinin kimyasal bileşimi $CaTiSiO_5$ dir. Kristal sistemi monoklinik, kristal biçimi ise kama biçimli, yapraklanmalı, prizmatik; masif, kompakt, bazen lamelli olarak gözlenmektedir. İkizlenmesi (100) yüzeyinde yaygın olup sertliği 5-5.5 dur. Özgül ağırlığı 3.45-3.55g/cm$^3$ arasında olup, dilinimi (100) yüzeyinde belirgindir. Renksiz, sarı, yeşil, gri, kahverengi, gül kırmızısı, siyah ve şeffaf-yarı şeffaf olarak bulunabilir. Çizgi rengi beyaz, parlaklığı ise reçinemsi, elmas parıltılıdır. Titanit mineralinin ayırıcı özellikleri, kristal şekli ve rengidir. Titanit mineralinin U-Pb sistem için kapanım sıcaklığı 550-650 $^{O}$C' dir (Cherniak, 1993). Titanit minerali siyenit, nefelin, diyorit ve granodiyorit gibi magmatik kayaçlarda sık rastlanan aksesuar mineralidir. Ayrıca metamorfik kayaçlarda da bulunabilir.

## 3.2. Metot

Doktora tez çalışması (a) büro çalışmaları, (b) arazi çalışmaları, (c) laboratuvar çalışmaları ve (d) tez yazımı çalışmaları olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.1. Büro Çalışmaları

Doktora tez çalışmasının bu aşamasında literatür taraması yapılmıştır. Pütürge Metamorfikleri ve Maden Kompleksi ile ilgili daha önce yapılmış tez, rapor ve yayınlar derlenmiştir. Derlenen bu çalışmalarda Pütürge Metamorfikleri'nde daha önce yapılan jeokimya, jeokronoloji, petrografi ve tektonik önemi ile ilgili çalışmalar detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Bunun yanısıra bölgeyle ilgili jeolojik haritalar derlenerek ön incelemelerde bulunulmuş ve tez çalışmasının amacına uygun hedef alanlar seçilmiştir. Tüm incelemeler ışığında tez çalışması kapsamında gerçekleştirilecek arazi ve laboratuvar çalışmalarının planlaması yapılmış ve uygulamaya geçilmiştir.

### 3.2.2. Arazi Çalışmaları

Doktora tezi kapsamında yaz aylarında Kale-Pütürge (Malatya) bölgesinde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları kapsamında jeolog pusulası, jeolog çekici, lup, GPS (Global Positioning System) cihazı, dijital fotoğraf makinesi ve topografik pafta gibi temel saha malzemeleri kullanılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında bölgeyle ilgili daha önce MTA tarafından yapılan 1/25.000 (L41b4, L41c1 ve L41c2 ) ölçekli temel jeoloji haritalarından faydalanılarak çalışma bölgesinde Pütürge Metamorfikleri içerisindeki birimler ayırtlanmaya çalışılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi'nin dokanak ilişkisi ve içyapısını temsil eden alanlarda ölçeksiz şematik enine kesitler çizilmiştir. Bu sayede Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki dokanak ilişkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi'ne ait yapısal öğelerin (tabakalanma, foliasyon vb.) ölçümleri yapılmıştır. Örnek alınan lokasyonlarda, gözlemlenen yapısal unsur ve diğer arazi ilişkileri dijital kamera ile fotoğraflanmıştır. Pütürge-Kale (Malatya) bölgesinde yüzeyleyen kayaçların mineralojik, petrografik, jeokronolojik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin ortaya konması ve bölge jeodinamiği içerisindeki tektonik öneminin zamansal ve mekansal açıdan daha iyi anlaşılması için örneklemeler yapılmıştır. Pütürge Metamorfikleri ve Maden Kompleksi'ne ait kaya birimlerinden laboratuvar çalışmaları için toplam 310 adet örnek alınmıştır (Ek-1.1, 1.2). Ayrıca Pütürge Metamorfikleri'nden jeokronoloji çalışmaları yapmak üzere 20 adet örnek derlenmiştir (Ek-2.1). Jeokronoloji çalışmaları için yapılan örnekleme aşamasında Pütürge Metamorfikleri'ni en iyi temsil eden ve alterasyondan en az etkilenmiş birimlerden örnekler alınmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca her bir lokasyondan ~20-25 kg kayaç örneği alınmasına ve kirlenmeye karşı örneklerin hassas bir şekilde paketlenmesine özen gösterilmiştir.

### 3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden derlenen örnekler üzerinde mineralojik, petrografik, jeokronolojik ve jeokimyasal analizler yapılmıştır.

***Mineralojik-Petrografik İncelemeler***

Petrografik analizler için kayaçlardan ince kesit yapımı Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yapılan ince kesitler Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikroskop Laboratuvarında Leica marka polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Bu incelemelerde kayaçların mineralojisi, dokusal özellikleri, alterasyon durumları ve kayaç tanımlamaları detaylı bir şekilde yapılmıştır. Bu çalışmalarla eş zamanlı olarak tüm ince kesitler fotoğraflanmıştır. Petrografik analizler neticesinde tüm kayaç jeokimyası, mineral kimyası ve jeokronolojik çalışmalar için uygun örnekler üzerinde örnek hazırlama çalışmaları yürütülmüştür.

***Tüm Kayaç Jeokimyası***

Pütürge Metamorfiklerine ait kayaların jeokimyasal özelliklerini belirlemek, kökenleri ve oluştukları jeodinamik ortamı yorumlamak amacıyla 70 adet örnek üzerinde ana-iz (major-trace) ve Nadir Toprak Element (REE) analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-4.1, 4.2, 4.3, 4.4). Tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element analizleri için örnek hazırlama aşaması Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kırma-Öğütme Laboratuvarı ile Jeokimya Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal analizlerde kullanılacak kayaç örnekleri ~300-400 gr olacak şekilde kesilmiş ve çeneli kırıcıdan geçirilmiştir. Çeneli kırıcıdan geçirilen örnekler agat havanda 200 mesh tane boyutuna kadar öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemiyle toz örnekler paketlenmiştir. Pütürge Metamorfikleri'ne ait toplam 70 adet örneğin ana-iz ve nadir toprak element analizleri Acme Analytical Laboratories (KANADA)' da yaptırılmıştır. Hazırlanan örneklerin ana element analizleri; İndüktif Eşleşmiş Plazma (Inductivly Coupled Plasma)-Atomik Emisyon Spektrometre (ICP-AES) yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde, bir numune içerisindeki elementler atomlaştırma denilen işlemle buhar halinde atomlarına ve daha sonra buhar içindeki atomik türlerin emisyon ölçümü yapılır (Thompson ve Walsh, 1983). 0.2 gr örnek 1.5 ml $LiBO_2$'de ana element analizleri için eritilmiş ve %5'lik 100 ml $HNO_3$ içinde çözündürülmüştür. Örnekler cihazda standartlar okutulduktan sonra analiz edilmiştir. İndüktif Eşleşmiş Plazma, Kütle Spektrometre (ICP-MS) yöntemiyle, İz ve nadir toprak element (REE) analizleri 0.25 gr toz örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle numuneler atomlaştırılır, iyonlaştırılır ve kütle/yük oranına göre ayrılan iyonların sayımı ile veri elde edilir (Jenner ve ark., 1990). Numuneler, C içeriklerinin uçucu hale gelmesi için 200 $^{O}$C'de 100 ml $HCIO_4$-$HNO_3$-HCL-HF çözeltisinde gaz çıkışı sonlanıncaya kadar bekletilmişlerdir. Metalleri çözmek amacıyla 10 ml kral suyu ($HNO_3$+HCl) ile sulandırılarak seyreltildikten ve filtre ediltikten sonra analiz edilmişlerdir. Ana oksitlere ait saptama limitleri; $SiO_2$, $Al_2O_3$, $K_2O$, CaO, MgO, $Na_2O$, MnO, $TiO_2$ için %0.01; $Fe_2O_3$ için %0.04; $P_2O_5$ için %0.01; $Cr_2O_3$ için %0.002 ve ateşte kayıp için %-5.1 dir. İz ve nadir toprak elementlerde saptama limiti; Ag, Bi, Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Tl için 0.1 ppm; Hg için 0.01 ppm; As için 0.5 ppm; Zn için 1 ppm; Au için 0.5 ppb; Se ve W için ise 0.5 ppm'dir. Ba için 1 ppm; Co için 0.2 ppm; Ga ve Sr için 0.5 ppm; Tb, Tm, Lu için 0.01 ppm; Cs, Ta, U, Hf, Nb, Rb, Zr, La, Ce, Y için 0.1 ppm; Th için 0.2

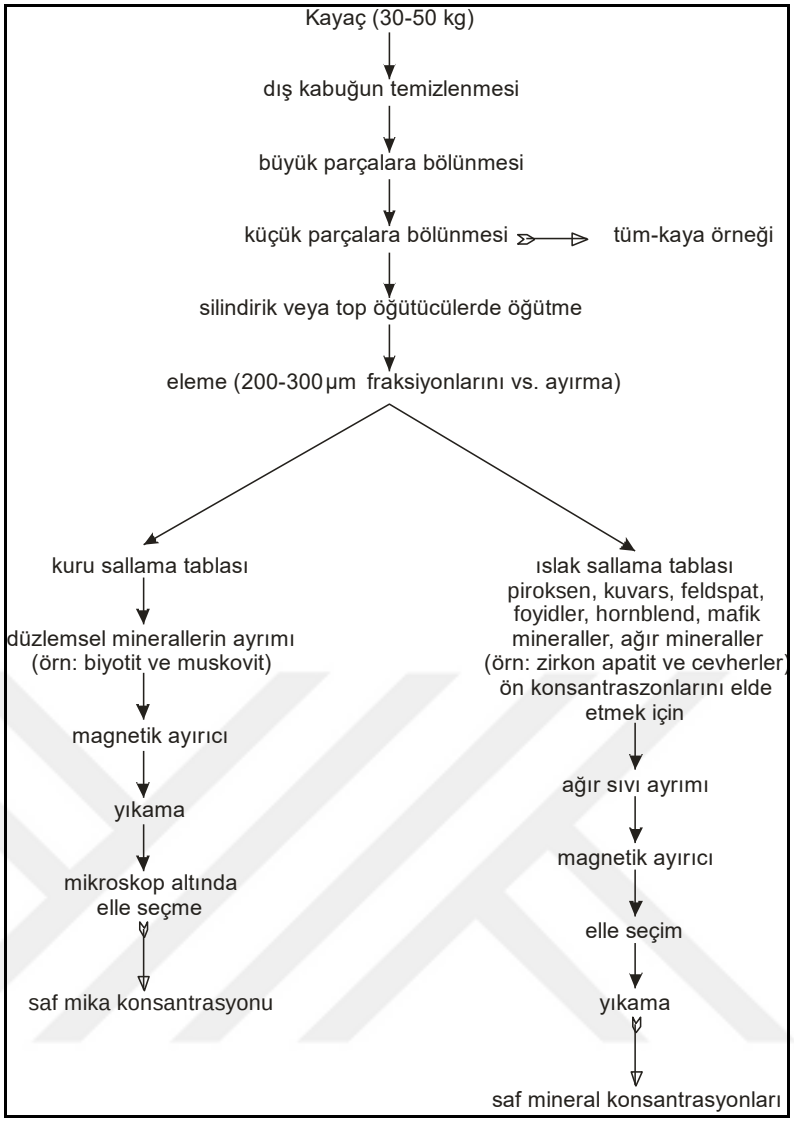
ppm; Be, Sn ve Sc için 1 ppm; Pr, Eu ve Ho için 0.02 ppm; Sm, Gd, Dy ve Yb için 0.05 ppm; Er için 0.03 ppm; V için 8 ppm ve Nd için 0.3 ppm'dir.

***Mineral Kimyası***

Doktora tezi kapsamında Pütürge Metamorfikleri'ne ait, metagranit (4 örnek), amfibol şist (2 örnek), amfibolit (1 örnek), granat-stavrolit kuvars şist (1 örnek),disten-granat-stavrolit kuvars şist (1 örnek), disten-granat-stavrolitli kuvarsit (1 örnek), granat stavrolitli kuvarsit (1 örnek), disten-stavrolitli kuvarsit (1 örnek), disten-stavrolit-granatlı kuvarsit (1 örnek), biyotit-kuvars muskovit şist ( 1 örnek), kuvars-muskovit biyotit şist (1 örnek), disten-kuvars muskovit şist (2 örnek), disten-muskovit kuvars şist (1 örnek), disten-biyotit-muskovit kuvars şist (1), stavrolit-disten-biyotit-muskovit kuvars şist (1 örnek), stavrolit-granat-muskovit-biyotit kuvars şist (1 örnek), sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist (1 örnek) olmak üzere toplam 22 adet örnekten parlatılmış ince kesitler hazırlanmıştır. Parlak kesitlerde seçilen amfibol, granat, stavrolit, plajiyoklas, potasyumlu feldispat, muskovit, biyotit, disten, sillimanit ve klorit gibi mineral fazlarında gerçekleştirilen mineral kimyası analizleri Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma merkezi (YEBİM), Elektron Probe Mikroanaliz (EPMA) Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (Ek-3). Analizler için JXA-8230 JEOL marka cihaz kullanılmıştır. Mineral kimyası yapılan örneklerinin her birinin analizden önce polarizan mikroskobu altında mineralojik ve dokusal özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelemeden sonra her örnekte analizi yapılması düşünülen minerallerin görüntüleri ve koordinatları alınarak bilgisayara kaydedilmiştir. Minerallerin kimyasal bileşimlerindeki değişimleri tespit edebilmek için bazı örnekler üzerinde profil hatları boyunca koordinatlar alınmıştır. Parlatılmış ince kesitler karbonla kaplanmadan önce yüzeyleri alkolle temizlenmiş ve sonra nemden etkilenmemesi için özel kaplarda muhafaza edilmiştir. Elektron mikroprop cihazında 15 kV ivmelendirici gerilim koşullarında 15 nA demet akımı gönderilir. Bu koşullarda 5 μm ışın çapıyla 20 s sayma süreci ile analiz yapılmaktadır. Analiz işlemi sırasında örneklere ait kayıtlı koordinat ve fotoğraflar kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bazı minerallerde kenardan merkeze doğru mineralde meydana gelen kimyasal değişimleri tespit edebilmek için hat analizleri yapılmıştır.

***Mineral Seperasyonu***

Pütürge metamorfiklerine ait örneklerde zirkon, titanit ve rutil U-Pb yaşlandırması, LA-ICP-MS yöntemiyle İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında yapılmıştır. Laboratuvar çalışmaları kapsamında, kırma-öğütme, eleme, sallantılı masa, manyetik ayırıcı, ağır sıvı ve mikroskop altında elle seçme işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil3.1).




Şekil 3.1. Jeokronoloji çalışmalarında mineral ayıklama işlemleri (Geyh ve Schleicher, 1990'dan değiştirilmiştir; Şimşek, 2017'den)

***Kırma-Öğütme***

Kırma-Öğütme işlemi ''Yuneng Geological Service Corporation, Langfang, Hebei Province (Çin)''te gerçekleştirilmiştir. Mineral ayıklama işlemlerinin ilk aşaması kırma öğütmedir. Kırma-Öğütme işlemine başlamadan önce araziden alınan örneklerin ayrışmış dış kısımları temizlenmiş ve ~1 mm tane boyutu elde edene kadar çeneli kırıcıdan geçirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kırma-Öğütme Laboratuvarında ki kaba öğütme için kullanılan çeneli kırıcı (Şimşek, 2017'den)

***Kuru Eleme***

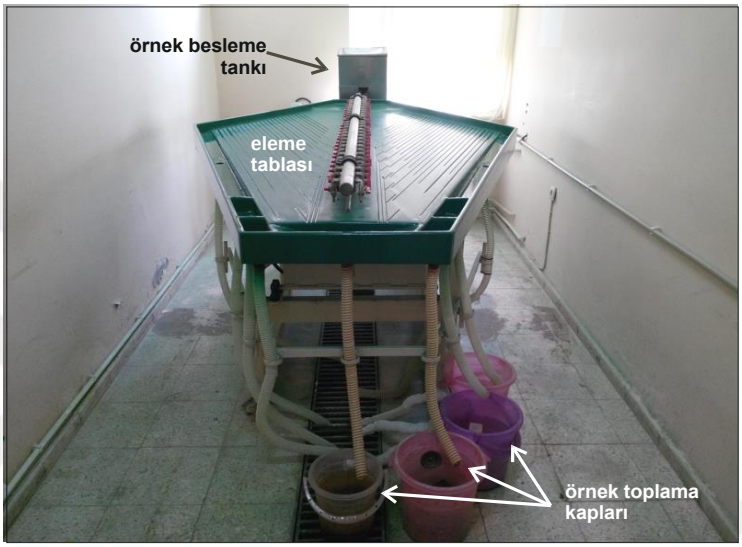
Kuru eleme işlemi ''Yuneng Geological Service Corporation, Langfang, Hebei Province (Çin)''te gerçekleştirilmiştir. Kuru eleme işleminde çeneli kırıcıdan çıkan ~1mm tane büyüklüğündeki örneklerin elenmesi işlemine geçilir. Elek sallama makinasına toz halindeki örnekler konularak ~15-20 dakika boyunca örnekler elenmiştir. Eleme işleminin sonucunda 500 µm üstü, 500 µm- 250 µm arası ve 250 µm'nin altı olmak üzere 3 farklı tane boyutuna sahip toz numune elde edilir. U-Pb yaşlandırması için kullanılacak mineral fazlarının (zirkon, rutil ve titanit) ayırımı için 250 µm'nin altında kalan toz numune kullanılmıştır. 250 µm-500 µm arası ve 500 µm'nin üstündeki numuneler ise farklı jeokronolojik çalışmalar için muhafaza edilmiştir. Eleme işlemi sırasında her bir örnek bitiminde elekler dikkatli bir şekilde temizlenmiş ve bir sonraki eleme işlemine hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineral Seperasyon Laboratuvarında ki kuru eleme için kullanılan elek sallayıcı ve elek setleri (Şimşek, 2017'den)

***Sallantılı Masa***

Sallantılı masadan geçirme işlemi ‘‘Yuneng Geological Service Corporation, Langfang, Hebei Province (Çin)’’te gerçekleştirilmiştir. Kuru eleme işleminden sonra elde edilen 250 µ'nun altındaki toz örneği içerisinde bulunan ağır minerallerin konsantrasyonlarını zenginleştirmek ve diğer mineral fazlarından ayırmak için sallantılı masa kullanılmıştır. Toz örnek sallantılı masanın besleme ünitesi vasıtasıyla sallantılı masa üzerine gönderilir. Sallantılı masa belirli bir genlikte salınım yapar. Bu salınımla eş zamanlı olarak toz örnekteki düşük yoğunluklu mineral fazları ile yüksek yoğunluklu mineral fazları birbirlerinden ayrılır. Sallantılı masada mineral fazları üç kapta toplanır ve amaca uygun olarak kaptaki numuneler kurumaya bırakılır (Şekil 3.4).




Şekil 3.4. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında ki sallantılı masa (Şimşek, 2017'den)

***Manyetik Ayırıcı***

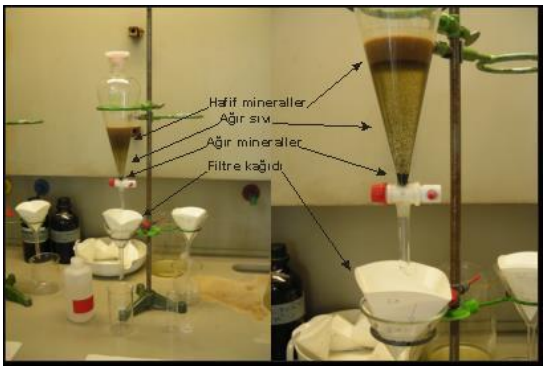
Manyetik ayırıcıdan geçirme işlemi ‘‘Yuneng Geological Service Corporation, Langfang, Hebei Province (Çin)’’te gerçekleştirilmiştir. Sallantılı masa aşamasında ağır mineral konsantrasyonu zenginleştirilen toz örneğin öncelikle kuruması beklenir. Daha sonra kuruyan toz örneğin manyetik ayırıcıda işleme tabi tutulmadan önce el mıknatısı kullanılarak manyetik özelliği olan opak minerallerin (manyetit, ilmenit vb.) pratik bir şekilde ayıklanması sağlanır. Daha sonra toz örnek manyetik ayırıcıdan geçirilerek manyetik özelliği çok düşük olan apatit, zirkon, monazit, rutil ve titanit gibi aksesuar minerallerinin manyetik özelliği görece yüksek olan amfibol, biyotit ve metalik cevher minerallerinden ayrılması sağlanır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineral Seperasyon Laboratuvarında ki Frantz Magnet manyetik ayırıcı (Şimşek, 2017'den)

***Ağır Sıvı***

Ağır sıvı işlemi ''Yuneng Geological Service Corporation, Langfang, Hebei Province (Çin)''te gerçekleştirilmiştir. Manyetik ayırıcıdan geçirildikten sonra elde edilen örnek manyetik özelliği yüksek minerallerden ayıklanmış ve görece manyetik özelliği düşük minerallerce zenginleşmiştir. Manyetik özelliği görece düşük minerallerin (apatit, zirkon, monazit, rutil, titanit vb.) birbirlerinden ayrılabilmesi için ağır sıvı kullanılmıştır. Ağır sıvı olarak Bromoform ve Diiodometan kullanılmaktadır. Bromoformun yoğunluğu 2.89 gr/cm$^3$ ve diiodometan'ın yoğunluğu ise 3.33 gr/cm$^3$'tür. Ağır sıvı düzeneğine filtre kağıdı balon jojenin altındaki huniye katlanarak yerleştirilir. Huninin altında ise ağır sıvı toplama kabı bulunmaktadır. Bromoform agır sıvısı balon jojenin içine dökülür ve sonra dikkatli bir şekilde örnek balon jojenin içerisine dökülür. Cam çubukla balon jojenin içerisindeki numune 2-3 defa yavaş bir şekilde karıştırılır. Karıştırma işleminden sonra yoğunluğu bromoformun yoğunluğundan fazla olan apatit, zirkon, monazit, rutil, titanit, amfibol gibi mineraller balon jojenin dibine çöker. Yoğunluğu bromoformun yoğunluğundan az olan plajıyoklas, kuvars ve feldispat gibi mineraller ise balon jojenin üst kısmında yüzer haldedir. Daha sonra balon jojenin altındaki kilit açılır ve yoğunluğu yüksek mineraller filtre kağıdında toplanır. Filtre kağıdın'daki ağır sıvı tamamen süzüldükten sonra filtre kağıdı alkolle yıkanır ve filtre kağıdındaki ağır mineraller petri kabında kurumaya bırakılır (Şekil 3.6).




Şekil 3.6. Ağır sıvı kullanımı ile minerallerin yoğunluklarına göre ayrılması (sol:genel görünüm, sağ:yakından görünüm; Şimşek, 2017'den).

***Elle Seçme***

Elle seçme işlemi ‘‘Yuneng Geological Service Corporation, Langfang, Hebei Province (Çin)’’te gerçekleştirilmiştir. Ağır sıvı işlemi sonrasında petri kaplarında kurutulan örnekler içerisindeki apatit, zirkon, monazit, rutil ve titanit gibi minerallerin konsantrasyonu en üst seviyeye kadar zenginleştirilmiştir. Daha sonra örnekler bioküler mikroskop altında zirkon, apatit, rutil ve titanit minerallerinin elle seçimi yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineral Seperasyon Laboratuvarında ki minerallerinin elle seçimini yapmak için kullanılan binoküler

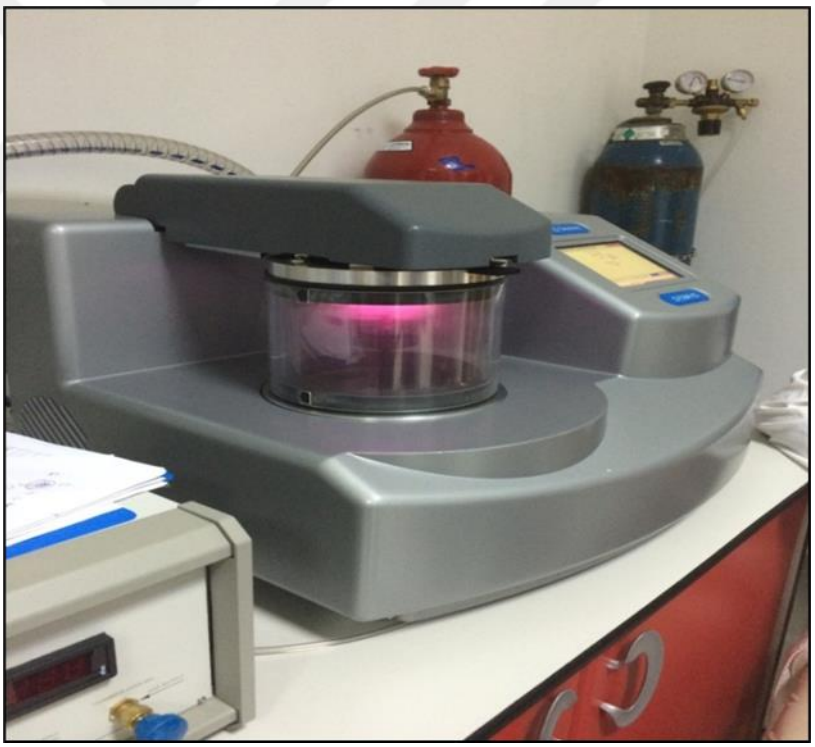
***Tutturma, Aşındırma ve Parlatma***

Tutturma, aşındırma ve parlatma işlemi ‘‘Yuneng Geological Service Corporation, Langfang, Hebei Province (Çin)’’te gerçekleştirilmiştir. Binoküler mikroskop altında seçilen zirkon, rutil ve titanit gibi minerallerin reçine yardımıyla belirli bir sırada ve düzende tutturulması, aşındırılması ve parlatılması gerekmektedir. Zirkon, rutil, titanit gibi mineralleri tutturma işlemini yapmak için farklı laboratuvarlarda farklı malzemeler kullanılmaktadır. Standart olarak (a) 1 inch çapında plastik yüzük (b) plastik yüzük içine sığacak büyüklükte düz yüzeye sahip cam veya pileksi, (c) çift taraflı bant ve (d) reçine (epoksi: kimyasal reçine)’dir. Pileksi veya cam üzerine ilk olarak çift taraflı bant yapıştırılır. Daha sonra bir örneğe ait olan zirkon, rutil ve titanit gibi mineraller bir sıra ve düzen içerisinde tek tek bant üzerine yapıştırılır. Bu yapıştırma işleminde kenar kısımlara fazla yaklaşmadan ortada kalmaya özen gösterilmelidir. Aynı yüzük içerisinde birden fazla örneğe ait minerallerin yapıştırılması mümkündür. Daha sonra yüzük cam veya pileksiyi içine alacak şekilde yerleştirilir. Yüzük içerisine ısıtılmış epoksi dökülür bu esnada kabarcık oluşmamasına dikkat edilir. Epoksinin kuruması için yüzük hava almayan ortamda kurumaya bırakılır. Epoksi kuruduktan sonra yüzüğün şeklini alır ve aşındırma işlemine tabi tutulur. Aşındırma işleminde sırasıyla 14 μm (600 numaralı-kalın) ve 5 μm (1000 numaralı-ince) toz aşındırıcılar kullanılır. Bu toz aşındırıcılar yardımıyla epoksi üzerindeki minerallerin yüzeylerinin ortaya çıkması sağlanmış olur. Aşındırma işlemi bittikten sonra parlatma işlemine geçilir. Parlatma işleminde keçe ve elmas macunlar kullanılır. Elmas macun parlatıcıların

büyüklükleri sırasıyla 3 µm ve 1µm kalınlığındadır. Tanelerin daha iyi seçilebilmesi ve ışığın daha iyi geçebilmesi için aşındırma ve parlatma işlemi epoksinin alt yüzeyleri içinde yapılır.

***Katodolüminesans (CL) Görüntü Alımı***

Zirkon, rutil ve titanit minerallerinin CL görüntüleri Çin Bilimler Akademisi (Pekin) Yerbilimleri Enstitüsü'nde Dr. Guohui Chen tarafından çekilmiştir. Aşındırma ve parlatma işlemi bittikten sonra minerallerdeki farklı büyümelerin ve içyapılarının görülebilmesi için CL fotoğrafları çekilir. CL fotoğrafları çekilmeden önce yüzüklerin platin ile kaplanması gerekir. Bunun için yüzükler platin kaplama cihazı içerisine konulur. Argon gazı ile elektriksel bir alan oluşturularak yüzükler platin ile kaplanır (Şekil 3.8). Kaplama işlemi bittikten sonra yüzükler, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)'nda katodolüminessans (CL) görüntüleri almak için hazır hale getirilmiştir. CL görüntüleri GeoAnalysis Co. Ltd. (Pekin, Çin) merkezinde SPARC COMPACT CL sistemi–IT 500 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)'nda çekilmiştir. Daha sonra elde edilen CL fotoğrafları incelenir ve analizi yapılacak mineraller ve minerallerin hangi bölgelerinin analiz yapılacağı belirlenir.



Şekil 3.8. Ringlerin platin ile kaplanması (Şimşek, 2017'den)

***LA-ICP-MS Yaş Tayini***

Pütürge Metamorfikleri'neait örneklerde zirkon, titanit ve rutil U-Pb yaşlandırması, LA-ICP-MS yöntemiyle İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında Prof. Dr. Namık AYSAL danışmanlığında toplam 20 örnekte yapılmıştır.

LA-ICP-MS yöntemi ile U-Pb yaş tayini zirkon mineralleri üzerinde rutin olarak gerçekleştirilmektedir. Lazer aşındırma (LA) sisteminde 213 nm lazer dalga boyu, 25 ve/veya 40 mikron ışın çapı, 5-6 J/cm$^{-2}$ enerji seviyesi, 100 % He taşıyıcı gaz ve 0.5 litre/saniye hücre gazı taşıma hızı koşulları kullanılmaktadır. ICP-MS sistemi ise, 1500 Watt RF gücü ve Argon gazı ortamında çalıştırılmakta olup, $ThO^+/Th^+$ oranları her ölçüm seansında %0.5'in altında olacak şekilde kalibre edilmektedir. Bütün analiz seanslarında günlük hassasiyet ölçümleri, hafif ve ağır kör gaz ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Ölçümler esnasında birincil (Zirkon-91500, Plesovice, GJ-1) ve ikincil (OD-3, Mud Tank-2, AusZ-10) zirkon standartları kullanılmaktadır. Ölçümlerde başlangıçta, ortalama her on noktada ve bitişte birincil zirkon referansı ölçülmekte ve son örnek setinden sonra ikincil zirkon referanslar ölçülerek analiz sonlandırılmaktadır.

LA-ICP-MS U-Pb veri yorumlama ve sentezleme işlemlerinde IOLITE v2.5 (Hellstrom ve ark., 2008) ve ICPMS Data Cal(Liu ve ark., 2008) programları kullanılmaktadır.

### 3.2.4. Tez Yazımı Çalışmaları

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen petrografik incelemelerin yapıldığı ince kesit görüntüleri, haritalar, taslak enine kesitler, stratigrafik dikme kesitler Corel-DRAW X7 programı (Corel Corporation) kullanılarak bilgisayar ortamında çizilmiştir. Pütürge metamorfiklerine ait örneklerin ana-iz-nadir toprak elementleri (REE) ve mineral kimyası analiz sonuçları GCDkit 4.1 bilgisayar programında değerlendirilerek çeşitli diyagramlar elde edilmiş ve kayaçların jeokimyasal özellikleri belirlenerek petrolojik ve tektonik yorumlamalaryapılmıştır. Arazide ölçümü yapılan yapısal unsurlardan elde edilen ölçüm verileri DIPS Executable programında değerlendirilerek gül ve kontur diyagramları çizilmiştir. Pütürge Metamorfikleri'neait jeokronolojik analiz için alınan örneklerden zirkon, rutil ve titanit minerallerinin binoküler mikroskop altında ve geri saçınım görüntüleri incelenmiş ve bu görüntülerin değerlendirilmesi ile analizler gerçekleştirilerek konkordiya/alt kesişim yaş diyagramları çizilmiştir.

Elde edilen tüm jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve jeokronolojik veriler, literatür bilgisiyle bütünleştirilerek Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün tez yazım kurallarına uygun olarak 'Kale-Pütürge (Malatya) Bölgesinde Yüzeyleyen Kayaçların Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi' konulu doktora tezinin yazımı gerçekleştirilmiştir.

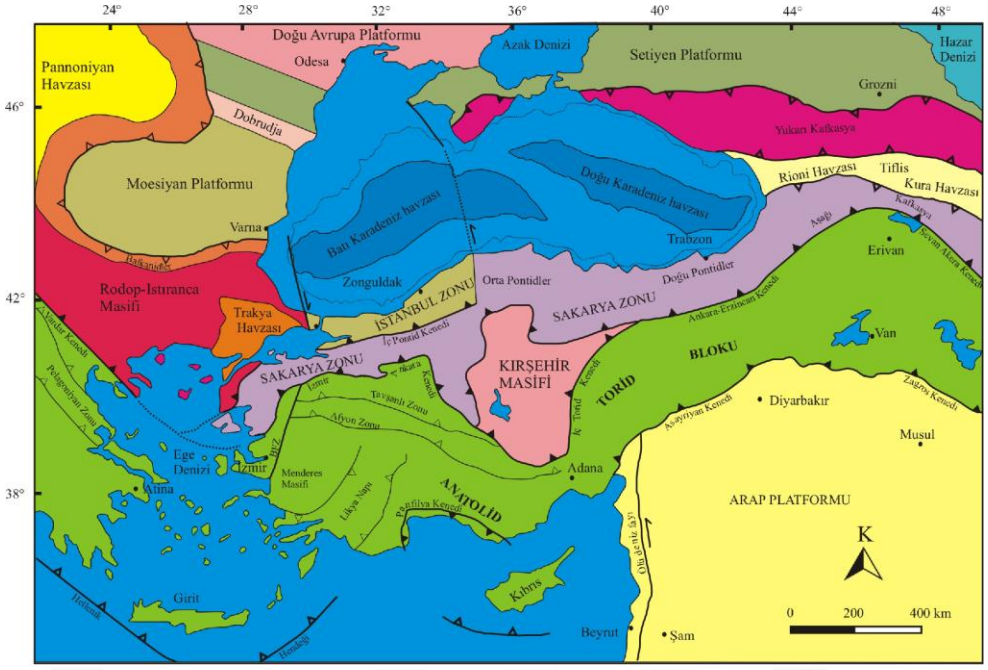
# 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

## 4.1. Bölgesel Jeoloji

Türkiye anakarası jeolojik olarak başlıca Pontidler, Anatolidler-Toridler ve Arap Platformu olmak üzere üç ana tektonik zona ayrılmıştır (Ketin, 1966). Bu tektonik zonların genel olarak Mesozoyik döneminde Tetis okyanusal basenleri ile birbirlerinden ayrıldıkları ve sonrasında ise Geç Mesozoyik-Tersiyer döneminde yitim zonları boyunca okyanusal basenlerin kapanması ile kenet zonlarının gelişimi olayları birçok araştırıcı tarafından kabul görmektedir. Bu okyanusal basenler kuzeyden güneye sırasıyla İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu, İç-Pontid okyanusu, İç-Torid okyanusu, Güney Neotetis okyanusu ve Berit okyanusu şeklindedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Görür ve ark., 1984; Robertson ve ark., 2012). Kenet kuşakları boyunca gözlenen ofiyolitler, ofiyolitlerle ilişkili melanjlar ve yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfik kayaçları okyanusal basenlerin kapanması sırasında gelişen jeolojik olayları tanımlamaktadırlar (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1984, 2008; Okay ve Monie, 1997; Okay ve ark., 2002; Çetinkaplan ve ark., 2016; Robertson ve ark., 2009, 2012, 2013; Parlak ve ark., 1996, 2000, 2002 a,b, 2004, 2009, Parlak, 2016).

Pontidler, kuzeyde Lavrasya levhasının bir parçası olarak değerlendirilmekte olup İstranca, İstanbul ve Sakarya kıtalarını kapsamaktadır. Batıda Balkanlar, doğuda Kafkaslar ve hatta Orta Avrupadaki tektonik birimler ile karşılaştırılmaktadırlar (Şekil 4.1). İç-Pontid kenet zonu kuzeybatı Anadolu'da İstanbul ve Sakarya zonunu birbirinden ayırmaktadır. Pontidler daha ziyade Variskan ve Kimmeriyen orojenezinden etkilenmişlerdir (Okay, 2008). İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu Pontidleri daha güneyde yer alan Anatolid-Torid Platformundan ayırmaktadır (Şekil 4.1). Anatolid-Torid bloğu ise güneyde Gondwana'nın bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Anatolid-Torid platformu Alpin deformasyon ve metamorfizmasından etkilenmiş olup Triyas'ta Gondwana'dan ayrılmış ve okyanusların kapanması süreçlerinde Miyosen'de tekrar Arap platformu ile tektonik olarak bir araya gelmiştir (Okay, 2008). Anatolid-Torid Platformu kuzeyde İç-Toros kenet zonu ile Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nden, güneyde ise Bitlis-Zagros kenet zonu ile Arap Platformu'ndan ayrılmaktadır. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde tanımlanan Berit kenet zonu da güneyde Bitlis-Pütürge metamorfikleri ile kuzeyde Anatolid-Torid platformunu ayırmaktadır. Arap platformu ise en güneyde Bitlis-Zagros kenet kuşağının güneyinde yer almakta olup çoğunlukla denizel sedimanter birimlerden oluşmaktadır. Bu sedimanter birimler Erken Kambriyen'den Orta Miyosen'e kadar Pan-Afrikan temel üzerinde kesintisiz olarak çökelmişlerdir.

Doktora tezi kapsamında çalışılan Pütürge Metamorfikleri Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde yer almaktadır. Orojenik kuşak kuzeyden güneye doğru Nap Zonu, Ekay Zonu ve Arap Platformu olarak üç farklı tektonik birime ayrılmıştır (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993). Nap Zonu içerisinde yer alan ofiyolitler, metamorfik masifler ve granitoyidler orojenik kuşağın evriminde önemli bir yer tutmaktadır.




Şekil 4.1. Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999)

### 4.1.1. Güneydoğu Anadoludaki Ofiyolitler

Güneydoğu Anadoludaki Üst Kretase yaşlı ofiyolitler Alp-Himalaya orojenik kuşağının tektonik evriminin anlaşılması açısından önemlidir. Ofiyolit birimleri batıdan doğuya doğru Kızıldağ (Hatay), Göksun, Berit metaofiyoliti, İspendere, Kömürhan ve Guleman ofiyolitleri olarak dizilim göstermekte olup aşağıdaki bölümlerde sırasıyla anlatılacaktır.

***Kızıldağ (Hatay) Ofiyoliti***

Kızıldağ (Hatay) ofiyoliti Türkiye'nin güneyinde yer almakta olup 25 km genişlik, 45 km uzunluk 7 km kalınlıkta olup, ~950 $km^2$'lik bir alanı kaplamaktadır (Tinkler ve ark., 1981; Tekeli ve ark., 1983). Kızıldağ ofiyoliti Üst Kretase (Koniasiyen'den Kampaniyen'e) yaşlı Arap platfomunun üzerinde tektonik olarak bindirme levhaları şeklinde durur (Aslaner, 1973; Yılmaz, 1993). Ofiyolitik birimleri örten en yaşlı transgressif birimler, Maastrihtiyen yaşlı neritik-pelajik karbonatlar, kumtaşı ve konglomeralardır (Selçuk, 1981; Tinkler ve ark., 1981; Delaloye ve Wagner, 1984; Boulton ve ark., 2006). Bu nedenle Kızıldağ ofiyolitinin yerleşme zamanı Geç Kretase (Maastrihtiyen öncesi veya Maastrihtiyen) ile sınırıdır. Kızıldağ (Hatay) ofiyoliti tabandan tavana doğru tam bir istif sunmaktadır; manto tektonitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, levha daykları, plajiyogranitler ve volkanikler (Selçuk, 1981; Erendil, 1984; Dilek and Thy, 1998; Bağcı ve ark., 2008). Manto tekonitleri ofiyolit biriminin çekirdek kısmını oluşturur ve esas olarak dunit bantları ve yerel harzburjit mercekleri ile temsil edilir. Serpantinleşmiş tektonitlerin tabanında bulunan büyük kireçtaşı blokları (10-20 m kalınlığında ve 20-40 m uzunluğunda) ofiyolitin yerleşmesi esnasında peridotitlerin içerisine karışmıştır (Tinkler ve ark., 1981). Harzburjitik tektonitlerin kalınlığı 3 km'yi aşmakta ve pegmatitik, gabroik ve piroksenitik dayklar tarafından kesilmektedir (Tinkler ve ark., 1981; Tekeli ve ark., 1983; Erendil,

1984).Kümülat kayaçların kalınlıkları 165-700 m arasında değişmekte ve dunit, verlit, olivinli gabro, olivinli gabronorit ve gabrolarla temsil edilmektedir (Bağcı ve ark., 2005). Plütonik bölümün üst kısımlarına yakın kısımlarda izotropik gabrolar daha fazladır ve kalınlığı 2-2.5 km'dir (Tinkler ve ark., 1981; Pişkin ve ark., 1990). Levha dayklarının taban dokanığında izole dayklarla başlar. Çevlik'in Kuzeybatısında Akdeniz kıyısında korunmuş yüzlekler vermektedir. Levha dayklarının D-B doğrultu olup iyi korunmuş soğuma kenarlarına sahiptir. Plajiyogranitler Karaçay vadisinde izotropik gabroların üst kısmı ve Çevlik köyünde levha dayk kompleksi ile intrüzif ilişkiye sahiptir. Kızıldağ (Hatay) ofiyolitinde volkanik kayaçlar Tahtaköprü ve Kömürçukuru bölgelerinde bulunmaktadır. Volkanik kayaçlar Kömürçukurunda izotropik gabroları, Tahtaköprüde serpantinleşmiş peridotitleri tektonik olarak üzerlemişlerdir (Dilek and Thy, 1998). Volkanik kompleks yastık lavlar, masif lavlar ve dayklardan oluşur, 1.3 km kalınlığında ve 5 $km^2$ yüzeyleme alanına sahiptir (Tekeli ve ark., 1983; Erendil, 1984).

***Göksun Ofiyoliti***

Kahramanmaraş'ın ~90 km kuzeyindeki ofiyolitik kayaçlar, Göksun-Afşin arasının hem kuzeyinde hem de güneyinde Malatya metamorfikleri tarafından sınırlandırılan KD-GB gidişli bir tektonik pencerede yüzeylenir. Neotektonik Göksun-Sürgü fay zonu ofiyolitik kayaçları iki kısma ayırmıştır. Kuzeydeki yüzeyleyen kayaçlar metamorfizmaya uğramamış olup bozulmamış ofiyolit istifi sunmakta iken (Tarhan, 1984; Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991; Yılmaz ve ark., 1993; Parlak ve ark., 2004), Güney kesimdeki yüzeyleyen kayaçlar ise oldukça deforme olmuş ve granülit/eklojit fasiyeslerinde metamorfizmaya uğramışlardır (Yiğitbaş, 1989; Yılmaz ve ark., 1993; Genç ve ark., 1993; Parlak ve ark., 2002b). Kuzey kesiminde bulunan ofiyolitik kayaçlar çeşitli şekillerde adlandırılmıştır, Göksun metaofiyoliti (Tarhan, 984), Yüksekova grubu (Yiğitbaş, 1989; Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991; Yılmaz ve ark., 1993), Berit ofiyoliti (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993), Kuzey Berit ofiyoliti (Robertson ve ark., 2006) ve Göksun ofiyoliti (Parlak ve ark., 2004). Göksun-Sürgü fay zonu'nun kuzeyindeki Göksun-Afşin bölgesindeki ofiyolitin tabanı Eosen'de nap yerleşmesine bağlı olarak tektonik olarak ortaya çıkmıştır (Yılmaz, 1993; Robertson ve ark., 2006). Ofiyolitin üst kısmı tektonik olarak Malatya metamorfikleri tarafından üzerlenmektedir. Göksun ofiyoliti tabandan tavana doğru; ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, levha dayk kompleksi, plajiyogranit ve volkanik birimlerden oluşmaktadır. Ofiyolitik kayaçlar ve tektonik olarak üzerleyen Malatya Metamorfikleri volkanik yay tipi Esence granitoyidi tarafından yer yer kesilmiştir (Perinçek ve Kozlu, 1984; Tarhan, 1986; Rızaoğlu ve ark., 2005; Parlak, 2006). Mafik kümülatlar gabro ve olivinli gabrolarla temsil edilip ortokümülat ve mezokümülat doku gösterirlerken, ultramafik kümülatlar lerzolit ve verlit ile temsil edilir ve mezokümülat ve poikilitik doku gösterirler. Göksun ofiyolitinde izotropik plütonik kayaçlar ise gabro, diyorit ve kuvarslı diyoritlerle temsil edilir. Levha dayk kompleksinin tabanında izotropik gabrolarla birincil dokanak ilişkisine sahiptir. Ofiyolitteki volkanik kayaçlar; bazalt, bazaltik andezit, andezit, dasit ve riyolittir (Parlak ve ark., 2004).

***Berit Metaofiyoliti***

Metaofiyolitik kayaçlar Doğanşehir (Malatya) bölgesinin güneybatısında, Malatya Metamorfikleri ile Maden Grubu arasında KD-GB gidişli tektonik zonda yüzeylenir. Bu kayaçlar Berit Grubu (Perinçek ve Kozlu, 1984), Berit metaofiyoliti (Genç ve ark., 1993; Yılmaz ve ark., 1993), Güney Berit ofiyoliti olarak adlandırılmıştır (Robertson ve ark., 2006). Bu bölgedeki metaofiyolitik kayaçlar, Göksun-Sürgü fay zonu'nun güneyinde Berit metaofiyolitinin doğu uzantısını temsil etmektedir. Berit metamofiyoliti, tabanında Maden Grubunun üzerine itilmekte ve Malatya Metamorfikleri tarafından tektonik olarak örtülmektedir. Geç Kretase yaşlı ofiyolit biriminin hem metamorfize olmuş hem de metamorfize olmamış kısımlarını içerir. Metamorfizmaya uğramış kısım piroksen granülit, granat amfibolit, amfibolit, granat ve amfibol içeren metagabro, amfibol şist, plajiyoklas amfibol şist, epidot-plajiyoklas amfibol şist ile temsil edilir. Buna karşılık, metamorfizmaya uğramamış kısım ise kromit içeren dunit, harzburjit, verlit ve serpantinit ile karakterize edilir (Yiğitbaş, 1989; Genç ve ark., 1993; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993; Karaoğlan, 2005). Metamorfik kayaçlar granoblastik, poikilitik, porfiroblastik, grano-nematoblastik, grano-lepidoblastik, lepido-porfiroblastik, mikrolitik, nematoblastik dokular göstermektedir. Metamorfik olmayan Berit metaofiyolitinin bir kısmı granüler ile elek dokusu göstermektedir. Amfibolitlerden yapılan $^{40}Ar/^{39}Ar$ tarihlendirmesi 68.8±2.8 My sonuç vermiştir (Parlak, yayınlanmamış veriler). Doğanşehir bölgesinde metamorfik ve metamorfik olmayan kısımlar arasındaki dokanak ilişkisi tektoniktir. Berit metamofiyoliti ve tektonik olarak üzerleyen Malatya Metamorfikleri üzerinde yer yer Üst Kretase (Kampaniyen-Maastrihtiyen) yaşlı sedimanter örtü birimleri bulunmaktadır (Özgül ve ark., 1981; Robertson ve ark., 2006). Berit metamofiyoiti ve Malatya Metamorfik birimi kalk-alkalen Orta Eosen yaşlı Doğanşehir (Malatya) granitoyidi tarafından kesilmiştir (48 My; Parlak, yayınlanmamış veriler).

***İspendere Ofiyoliti***

İspendere ofiyoliti Güneydoğu Anadolu bölgesinde Malatyanın doğusunda yer almaktadır. İspendere ofiyoliti bindirme ile güneyde Orta Eosen volkao-sedimanter Maden Grubu üzerinde, Kuzeyde ise Malatya-Keban platformu tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir (Yazgan ve Chessex, 1991; Robertson ve ark., 2007). İspendere ofiyoliti, alttan üste doğru ultramafik-mafik manto tektonitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, izole diyabaz daykları, levha dayk kompleksi, plajiyogranitler ve volkanik kayaçlardan oluşur. Manto tektonitleri harzburjitik bileşimlidirler ve değişen oranlarda serpantinleşme gösterirler. Ultramafik-mafik kümülat kayaçları verlit, dunit, troktolit, olivinli gabro ve gabrodan oluşur, adkümülat ile mezokümülat dokularını gösterir. İzotropik gabrolar; gabro ve diyorit ile temsil edilir ve izole daykları içermektedir. Ofiyolitin ana kütlesinin doğu kesiminde iyi korunmuş levha dayk konpleksi mevcuttur. Daykların kalınlığı 30 cm'den 2 m'ye kadar değişmektedir. Ana kaya türleri diyabaz ve mikrodiyorit ile temsil edilir. Volkanik kayaçlar İspendere ofiyolitinin doğu kesimine geniş bir yayılım gösterir ve bazalt ile andezitlerle temsil edilir. Bu volkanik birim Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen olarak

tarihlendirilen volkanoklastik döküntü akıntılarını ve pelajik çökelleri içerir (Yazgan ve Chessex, 1991).

***Kömürhan Ofiyoliti***

Kömürhan ofiyoliti Baskil ile Sivrice (Elazığ) bölgesi arasında yer almaktadır. Tam bir okyanusal litosfer kalıntısını temsil etmekte olup tabandan tavana doğru; manto tektonitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, levha daykları, volkanikler ve bunlarla ilişkili sedimanter kayaçlar bulunmaktadır. İnce metamorfik taban birimi tektonik olarak manto tektonitlerinin altında yer alır (Rızaoğlu ve ark., 2006). Metamorfik taban birimi; amfibolitler, plajiyoklas amfibolit, plajiyoklas-epidot amfibol şist, kuvars-plajiyoklas amfibol şist ve bunlarla ilişkili metasedimanlarla temsil edilmektedir. Granoblastik, grano-nematoblastik ve nematoblastik doku gösterirler. Kömürhan ofiyolitinde manto tektonitleri oldukça sınırlı bir yüzeylenme alananına sahiptir. Kaya birimleri serpantinleşmiş dunit, harzburjit, lerzolit ve serpanitten oluşur. Ultramafik-mafik kümülatlar verlitten oluşurken, mafik kümülatlar şu şekilde temsil edilir; olivinli gabro, gabronorit, gabro ve amfibol gabro. Kümülat kayaçları granülerden poikilitik dokuya kadar değişen dokular sergilemektedir. İzotropik gabrolar gabro, diyorit ve kuvarslı diyoritlerle temsil edilir. Kömürhan ofiyolitinde levha dayk kompleksi diyabaz, mikrodiyorit ve kuvarslı mikrodiyorit ile temsil edilir. Daykların kalınlıkları 15-20 cm ile 100-150 cm arasında değişiklik göstermekte ve soğuma kenarları belirgin bir şekilde gözlenmemektedir. Kömürhan ofiyolitinin volkanik kayaçları bazalttan riyolite değişen kayaçlarla temsil edilir (Rızaoğlu ve ark., 2006).

***Guleman Ofiyoliti***

Guleman ofiyoliti Hazar gölünün doğusundaki 200 $km^2$ alanı kaplamakta ve Madenin kuzeydoğusunda yer almaktadır. Maastrihtiyen-Paleosen yaşlı iyi yüzlekler veren sedimanter dizilim gösteren Hazar grubu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmiş, otokton Arap platformunun Alt Miyosen yaşlı Lice formasyonu üzerine ise bindirmelidir (Perinçek, 1979; Aktaş ve Robertson, 1984). Guleman ofiyoliti okyanusal litosferin alt kısmını oluşturan manto tektonitleri ve ultramafik-mafik kümülatları içermektedir. İzole dayklar yukarıda sözü edilen kayaçları farklı yapısal seviyelerde kesmektedir. Manto tektonitleri 4 km'den fazla bir kalınlık göstermekte olup ofiyolitin en az %60'lık kısmını oluşturmaktadır. Harzburjitler hakim olup dunit ve podiform kromitleri içermekte, genel olarak 0.5-10 m kalınlık sunmaktadır (Özkan ve Öztunalı, 1984). Tektonitler rekristalizasyon, kısmi ergime ve plastik deformasyonla ilgili bazı dokusal ve yapısal özelliklere sahiptir (Özkan ve Öztunalı, 1984). Manto tektonitleri dereceli olarak tabakalı kümülatlar tarafından üzerlenmiş ve 2800 m civarında kalınlığa sahiptir (Özkan ve Öztunalı, 1984). Ultramafik kümülatlar bantlı ve saçınımlı kromitler içeren dunitlerle başlayıp, verlit ve klinopiroksenlerle devam eder. Gabroyik kısım, troktolit, olivinli gabro, normal gabro, kuvars gabro ve kuvarslı diyoritle temsil edilir (Özkan ve Öztunalı, 1984). Gabrolar adkümülat ve heteroadkümülat dokusu göstermekte olup yavaş kristallenmeyi işaret etmektedir. Guleman ofiyolitine ait levha dayk

kompleksi muhtemelen yerleşiminden sonra erozyona maruz kaldığından korunmamıştır. Guleman ofiyolitinin volkanik kayaları (Caferi volkanikleri; Özkan ve Öztunalı, 1984) ana gövdeden tektonik olarak ayrılmış ve kuzeydeki Maden Grubu üzerine bindirmiştir.

### 4.1.2. Güneydoğu Anadolu Metamorfikleri

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı boyunca kuzeyden güneye doğru "Nap zonu", "Yığışım prizması" ve "Arap platformu" olmak üzere üç farklı tektonik dilim ayırt edilmiştir (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993). Kuzeyde yer alan Nap zonu yapısal olarak en üstte yer alan tektonik dilimi oluşturmakta olup Alt ve Üst nap olmak üzere iki tektonik dilimden oluşmaktadır (Yılmaz, 1993). Alt nap tektonik dilimi başlıca çeşitli derecelerde metamorfizmaya maruz kalmış ofiyolitler ve Maden Kompleksinden oluşmakta, Üst nap tektonik dilimi ise metamorfik masifleri (Bitlis, Pütürge, Malatya, Keban, Binboğa ve Engizek) içermektedir (Yılmaz ve ark., 1993). Nap zonu içerisinde gözlenen tektonik birimler Güney Neotetis okyanusal baseninin Geç Kretase'den itibaren kapanması sırasında güneye doğru hareket ederek Geç Eosen'de Maden Kompleksi üzerine bindirmişlerdir (Yılmaz, 1993;Yılmaz ve ark., 1993) (Şekil 4.2).

Üst nap tektonik dilimi içerisinde gözlenen metamorfik masifler, ağırlıklı olarak yaşları erken Paleozoyik'ten Kampaniyen'e kadar değişen, bölgesel metamorfizmaya maruz kalmış bir sedimanter diziden oluşmaktadır (Yılmaz ve ark., 1987; Yiğitbaş, 1989; Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991). Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde sözü edilen metamorfik masiflerin birbirine benzer stratigrafik istifler sunmaları nedeniyle ilksel olarak tek bir tektonik dilimi temsil ettikleri ve orojenez sırasındaki tektonizma sonucunda parçalanmış tektonostratigrafik dilimler haline geldikleri ileri sürülmektedir (Yılmaz ve Yiğitbaş, 1991).

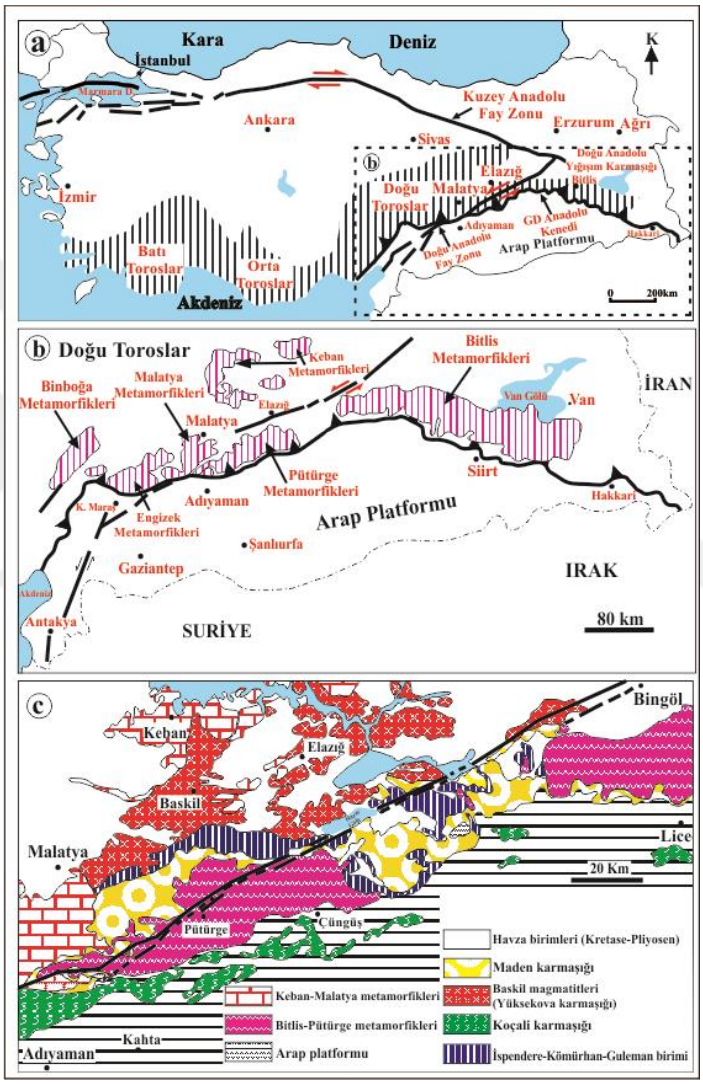
Metamorfik masiflerin içyapısına bakıldığında iki farklı bölümden oluştukları görülmektedir. Bunlar; (1) yüksek dereceli metamorfik şist ve gnaysların gözlendiği çekirdek ve (2) çekirdeğin etrafında bir örtü veya zarf oluşturan düşük dereceli fillit, sleyt ve mermerlerdir. Örtü biriminin en altında çekirdek kayaçlarını uyumsuz olarak üzerleyen mermerler Permiyen fosilleri içermektedir. Mermerlerin üzerinde, genel stratigrafik düzenini koruyan Triyas, Jura ve Kretase birimleri (Kampaniyen dahil) bulunmaktadır (Yılmaz, 1993). Metamorfik masiflerdeki Mesozoyik istif, büyük ölçüde karbonat platform dizisini temsil eden metamorfize neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bölgede Üst nap tektonik dilimi içerisinde yer alan metamorfik kayaları uyumsuz olarak üzerleyen en yaşlı sedimanter kayaçların Geç Maastrihtiyen yaşlı olması, hem çekirdeği hem de örtü kayalarını etkileyen ana metamorfizmanın Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen aralığında meydana geldiğini işaret etmektedir (Yılmaz ve ark., 1993).

Nap zonu içerisinde yer alan tektono-stratigrafik birimler Orta Eosen sonunda Maden Kompleksi üzerine bindirmiş olup sonrasında ise Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı bir sedimanter istif tarafından ortak olarak üzerlenmişlerdir (Yılmaz ve ark., 1993).

Yapılan çalışmalar neticesinde metamorfik masiflerin içyapısı ve Toroslardaki Mesozoyik istifin birbirleri ile benzerlik sundukları, metamorfik masiflerin kökensel olarak Anatolid-Torid

platformuna ait oldukları ifade edilmektedir (Yılmaz, 1993; Okay, 2008). Bunun yanı sıra kökensel olarak Arap platformuna ait oldukları da ileri sürülmektedir (Yazgan and Chessex, 1991; Oberhansli ve ark., 2010, 2012, 2013). Ayrıca, ya kuzeyde Torid platformundan riftleşmiş bir blok olarak (Robertson ve ark., 2007) ya da güneyde Arap platformuna yakın bir mikro-kıtacık olarak (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984) değerlendirilmektedir.

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağındaki metamorfik birimler doğudan batıya doğru Bitlis, Pütürge, Keban, Malatya, Engizek ve Binboğa Metamorfikleri olarak bilinmekte olup aşağıdaki bölümlerde sırasıyla anlatılacaktır (Şekil 4.2).




Şekil 4.2. (a) Torosların konumu ve Türkiye'de bazı ana tektonik yapılar, (b) Güneydoğu Anadolu kuşağı boyunca masiflerin genel konumu, (c) Malatya-Bingöl arasında yüzeyleyen birimlerin jeoloji haritası (Yazgan ve Chessex 1991'den değiştirilmiştir)

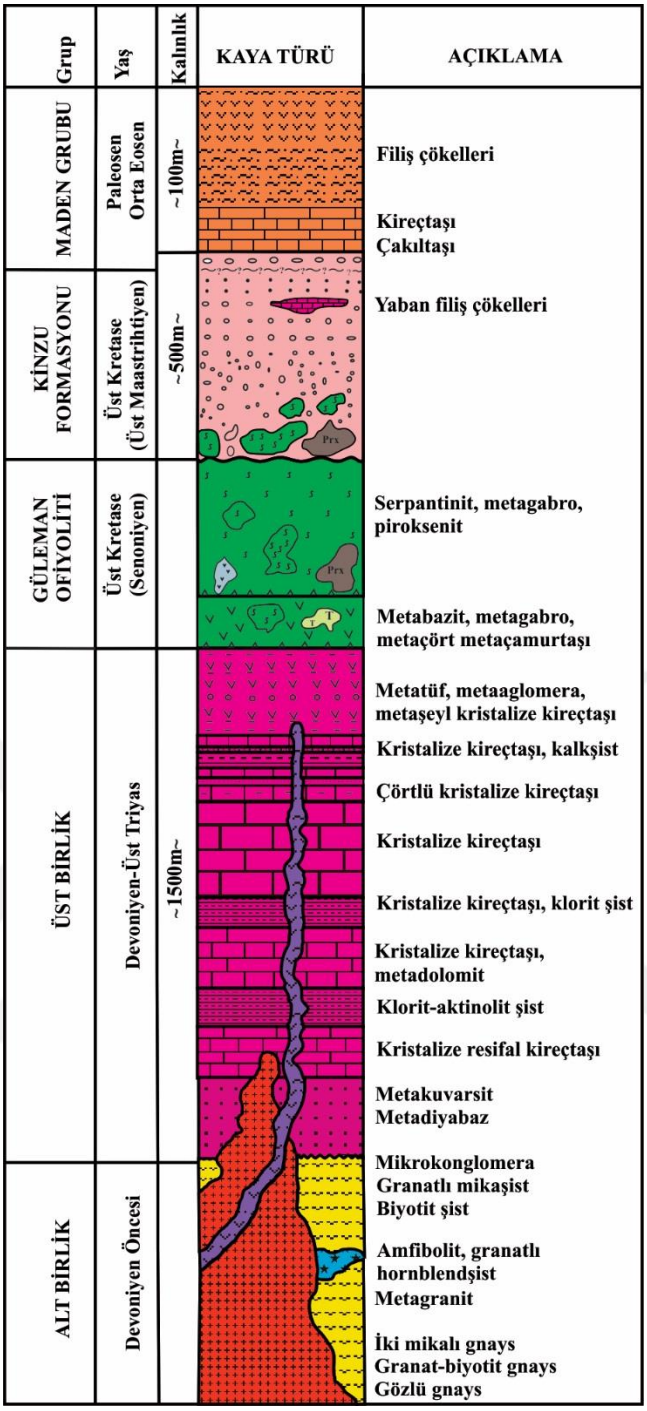
***Bitlis Metamorfikleri***

Bitlis Metamorfik Masifi Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Arap Platformunu kuzeyden sınırlayan ve yaklaşık 30 km x 500 km boyutlarında kavisli bir geometriye sahiptir. Arap Platformundan Üst Kretase'den Eosen'e kadar uzanan dar bir fliş ve ofiyolitik melanj kuşağıyla ayrılmaktadır (Okay, 2008).

Bitlis Masifi stratigrafik olarak iki birime ayrılmakta olup Prekambriyen temelini temsil eden Alt Birim (Hizan Grubu) ve onun üzerindeki Fanerozoik istifi temsil eden Üst Birim (Mutki Grubu) (Göncüoğlu ve Turhan, 1984; Çağlayan ve ark., 1984). Hizan Grubuna ait Alt metamorfik birimler (çekirdek) eklojit, amfibolit, paragnays, migmatit seviyeleri ve bu kayaçları kesen granitik ve hololökokratik granitik kayaçlardan oluşmaktadır (Okay ve ark., 1985; Göncüoğlu ve Turhan, 1984, 1985; Tolluoğlu, 1981). Çekirdek temeli uyumsuz olarak üzerleyen ve Mutki Grubu olarak tanımlanan Üst metamorfik birimler (örtü) düşük dereceli metamorfiklerden (yeşilşist) oluşmakta olup Devoniyen-Karbonifer yaşlı sığdenizel metasedimanter kayaçlar ve metavolkanikler ile başlamakta ve bu birimlerin üzerinde de uyumsuz olarak Permiyen-Erken Mesozoyik yaşlı metasedimanter ve seyrek metavolkanik kayaçlar yer almaktadır (Göncüoğlu ve Turhan, 1984; Şengün, 1993). Neotetis ofiyolitleri ve Üst Kretase mavişist fasiyesi metamorfik kayaları, Geç Kretase sırasında Bitlis Metamorfiklerinin Üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı örtü birimleri üzerine yerleşmiştir (Göncüoğlu ve Turhan, 1984) (Şekil 4.3).

Bitlis Masifi'nin yüksek dereceli temelinin (çekirdek) metamorfizması yaşlandırılan en yaşlı örtü sedimanları olarak tanımlanan Devoniyen yaşından önceye aittir. Daha düşük dereceli metamorfizmaya maruz kalan örtü biriminin metamorfizma yaşı ise, bu örtü dizisindeki en genç (Geç Triyas) kayaçların çökelmesinden sonra olmakla birlikte, bu birimleri uyumsuz olarak üzerleyen en yaşlı birim olan ve metamorfizmadan etkilenmemiş Kinzu Formasyonunun (Üst Maastrihtiyen) oluşum yaşı olan Geç Kretase öncesidir (Göncüoğlu ve Turhan, 1984). Genel olarak bölgesel ölçekte düşük dereceli metamorfizma için Üst Kretase yaşı kabul görmektedir (Yazgan ve Chessex, 1991).

Bitlis Metamorfiklerini kesen birçok granitik plüton çeşitli araştırıcılar tarafından yayınlanmıştır. Bu granitik intrüzyonların büyük bir kısmı Hizan Grubu içerisindeki yüksek dereceli metamorfizmaya maruz kalmış çekirdek birimlerini keser vaziyettedir (Göncüoğlu ve Turhan, 1984). Bunlar sırasıyla Cacas metagraniti, Avnik metagraniti, Yayla metagraniti, Mutki metagraniti ve Muş-Kızılağaç metagraniti şeklinde ifade edilebilir (Yılmaz, 1971; Yılmaz ve ark., 1981; Helvacı ve Griffin, 1983, 1984; Göncüoğlu ve Turhan, 1984, 1985). Bitlis Masifine ait yan kayaç ve granitik intrüzyonlar radyometrik tarihlendirme ile yaşlandırılmıştır. Bitlis batısında Cacas yakınlarındaki yan kayaç gnaysları ve amfibolitler tüm kayaç Rb/Sr yöntemi ile 505±37 My ile 920±224 My arasında tarihlendirilmiştir (Yılmaz, 1971). Aynı bölgedeki metagranit aynı yöntemle 325±3 My olarak tarihlendirilmiştir. Bu alandaki metagranit içindeki kloritleşmiş biyotitlerin Rb/Sr yaşının 97±8 My olduğu aynı yazar tarafından rapor edilmiştir. Muş batısında yer alan Yayla metagraniti ise Rb/Sr yöntemi ile 347±52 My olarak tarihlendirilmiştir (Helvacı, 1983).




Şekil 4.3. Bitlis Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikme kesiti (Göncüoğlu ve Turhan, 1983'den değiştirilmiştir)

Muş batısındaki Kızılağaç metagranitine ait fengit mineralleri K-Ar yöntemi ile 75±1.2 My olarak tarihlendirilmiştir (Göncüoğlu, 1998). Benzer bir yaş verisi masifin batı tarafında K-Ar yöntemi ile tespit edilmiş olup 71.2±3.6 My olarak rapor edilmiştir (Hempton, 1985). Bölgedeki granitlerin kristallenme yaşları Orta Devoniyen-Geç Permiyen (Hersiniyen) olarak ifade edilmiştir.

Elde edilen Kretase yaşlarının ise Geç Kretase ofiyolit yerleşimine bağlı termal olaylar etkisi ile olabileceği ileri sürülmüştür (Göncüoğlu ve Turhan, 1984, Göncüoğlu, 1998). Mutki (Bitlis) bölgesindeki granitik kayaçlar zirkon U-Pb yöntemi ile tarihlendirilerek 545.5±6.1 ve

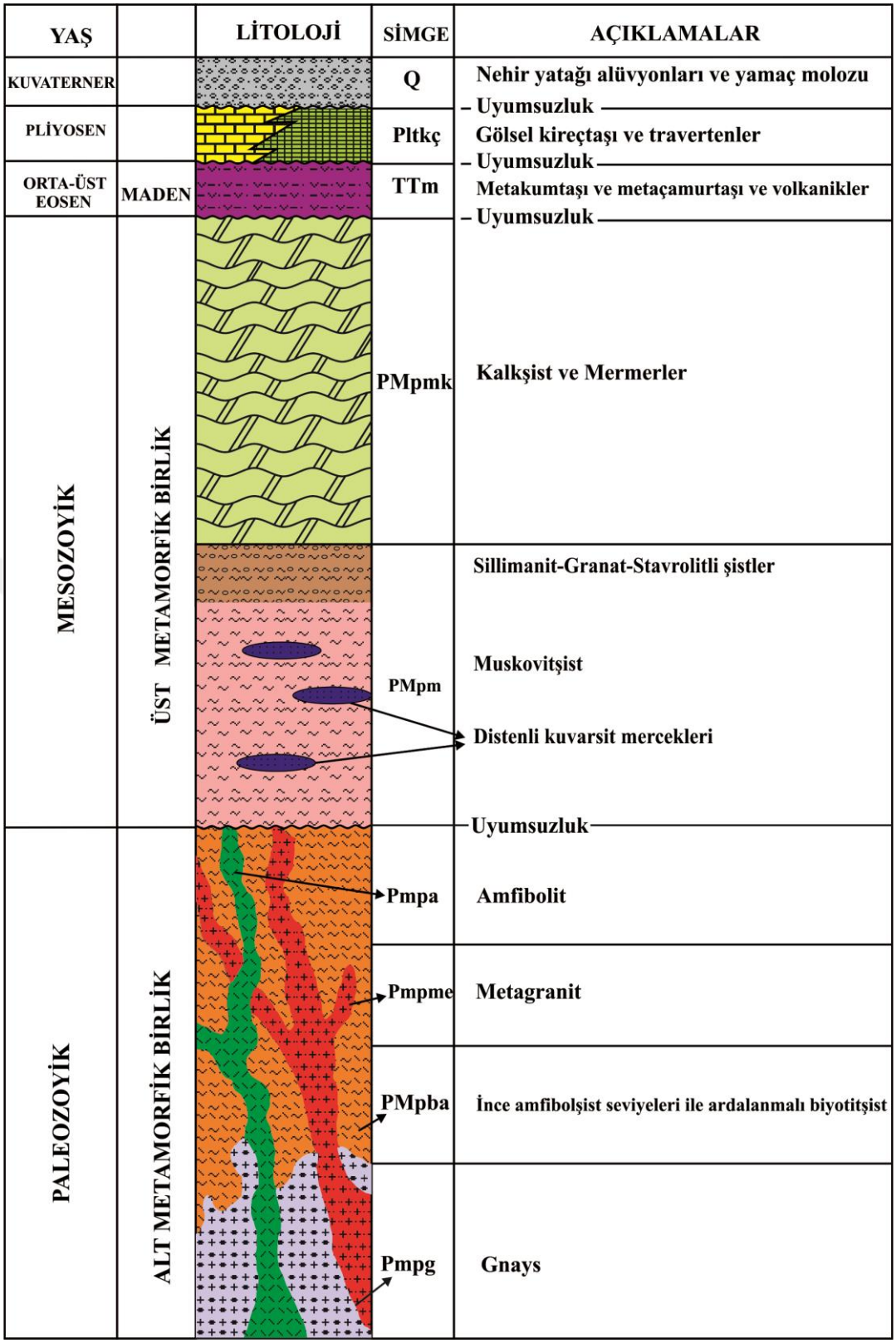
531.4±3.6 My yaşlar elde edilmiş ve Bitlis Masifinin Kadomiyen yay magmatizmasından etkilendiği ifade edilmiştir (Ustaömer ve ark., 2009).

Bitlis Masifine ait kayaların Alpin dönemde yüksek basınç (YB)-düşük sıcaklık (DS) metamorfizmasına maruz kaldığı birçok çalışmada belirtilmektedir (Okay ve ark., 1985; Oberhansli ve ark., 2010, 2012, 2013). Bitlis Metamorfiklerinin örtü (Mutki Grubu) serisine ait kayaların YB-DS (10-11 kbar/350-400 $^{o}$C) metamorfizmasına maruz kaldığı indeks mineraller (glokofan ve karfolit) ile tespit edilmiş olup fengit içeren karfolitçe zengin kayalarda Ar-Ar yöntemi ile Geç Kretase (74±2 My) metamorfizma yaşı elde edilmiştir (Oberhansli ve ark., 2010). Oberhansli ve ark. (2012) Bitlis Metamorfikleri'nin örtü serilerinde iyi korunmuş glokofan ve karfolitin yanı sıra kloritoid içeren şistlerdeki karfolit kalıntıları ve mermerlerde aragonitten dönüşme kalsitin varlığı nedeniyle DS-YB koşullarındaki bir metamorfizmayı tanımlamışlardır. Bitlis Metamorfikleri'nin Neo-Tetis'in kapanması sırasında yitim zonunda derin gömülmeye uğradığını ileri sürmüşlerdir. Söz konusu metamorfizmanın zirve koşulları 350-400°C sıcaklık (T) ve 10-11 kbar basınç (P) olarak belirlenmiştir. Ar/Ar yöntemiyle Bitlis Metamorfikleri'ndeki metamorfizmanın zirve koşullarının 74-79 My (Kampaniyen) olduğu ve hızlı yüzeylemeyi tanımlayan yeşilşist üzerlemesinin yaşının ise 67-70 My (Maastrihtiyen) olduğu ortaya konmuştur (Oberhansli ve ark., 2012).

Bitlis Metamorfikleri içerisinde eklojitik kayaların varlığı Muş güneyinde disten içeren granatlı mikaşistler içerisinde tespit edilmiş olup 10-20 kbar basınç (P) ve 600-650 $^{o}$C sıcaklık (T) koşulları tespit edilmiştir (Okay ve ark., 1985). Alt Paleozoyik mikro-çakıltaşları içerisinde eklojit çakıllarının varlığına dayanılarak bu eklojitlerin Pan Afrika yaşlı olabileceği varsayılmıştır (Göncüoğlu ve ark., 1997). Oberhansli ve ark. (2013) Bitlis Metamorfiklerinin doğu kesiminde Kesandere vadisinde çekirdek birimlerine ait kalk-arenitik metasedimater kayaçlar içerisinde eklojitleri tanımlamışlardır. Metamorfizma koşulları olarak 19-24 kbar basınç (P) ve 480-540 $^{o}$C sıcaklık (T) tespit edilmiş olup zirkon U-Pb yaşlandırması ile metamorfizmanın Geç Kretase (84.4±0.9 ve 82.4±0.9 My) döneminde gerçekleştiği ortaya konmuştur (Oberhansli ve ark., 2013).

***PütürgeMetamorfikleri***

Pütürge Metamorfikleri Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaygın olarak gözlenen bir kıtasal parça olup Malatya ili Pütürge ilçesinde tipik yüzeylemeleri bulunmaktadır. Doğu Toroslarda yapılan birçok çalısmada ya Pütürge Metamorfitleri ya da Pütürge Masifi olarak araştırıcılar tarafından tanımlanmıştır (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Perinçek, 1979, 1980; Erdoğan, 1982; Perinçek ve Kozlu, 1984; Aktas ve Robertson, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991; Erdem, 1994). Pütürge Metamorfikleri Sivrice (Elazığ)-Çüngüs (Diyarbakır) arasında kalan bir alanda kuzeydoğu-güneybatı gidişli olup 140 km x 25 km boyutlarında bir mikro-kıtasal birimdir.




Şekil 4.4. Pütürge Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikme kesiti

Pütürge (Malatya) köyü çevresinde yapılan çalışmalarda metamorfik kayaçların alt (çekirdek) ve üst (örtü) metamorfik birimlerden oluştuğu ifade edilmiştir (Şekil 4.4) (Yılmaz 1971; Erdem ve Bingöl 1995; Yılmaz ve ark., 1993). Bu iki birim arasındaki dokanak, deforme olmuş uyumsuzluk olarak yorumlanan fillitik makaslama zonu ile ayrılmaktadır (Bingöl, 1984; Yazgan,

1984). Alt çekirdek birimi, amfibolit-prasinit damarları içeren granitik gnays tarafından kesilmiş gözlü gnays, biyotit şist ve amfibolitik şistten oluşmaktadır. Üst örtü birimi ise muskovit, stavrolit, granat ve disten içeren şistlerden oluşur ve bunun üzerinde manyetit katmanları içeren daha kalın ve yaygın kalkşistler ve mermer bulunmaktadır (Erdem ve Bingöl, 1995). Çekirdek ve örtü birimleri arasındaki makaslama zonu yaklaşık 50-100 m kalınlıkta olup klorit-pirofillit-diaspor mineral topluluklarını içermektedir (Yazgan ve Chessex, 1991). Çekirdek ve örtü birimlerinin Geç Kretase sırasında amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığı ileri sürülmektedir (Bingöl, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991). Ayrıca yerel olarak küçük turmalinli lökogranit sokulumlarından da bahsedilmektedir (Yazgan veChessex, 1991).

Pütürge Metamorfitlerine ait kayaçlardan elde edilen muskovit, biyotit ve amfibol mineralleri üzerinde K/Ar yöntemiyle yapılan tarihlendirmeler ile 85-72 My yaşlar elde edilmiş olup metamorfizmanın Geç Kretase (Kampaniyen-Mastrihtiyen) döneminde olduğu ifade edilmektedir (Yazgan, 1984). Metamorfizma olayları Geç Kretase'de bölgeye yerleşen ofiyolit napları ile ilişkilendirilmiştir (Yılmaz ve ark., 1987; Erdem, 1994). Pütürge Metamorfikleri içerisinde yer alan meta-granitik gnayslarda gerçekleştirilen zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile 84.2±1.1 My ve metapelitik şistlerden elde edilen biyotitlerde Ar-Ar yöntemiyle 83.21±0.069 My yaşları elde edilmiş olup metamorfizma yaşı olarak Kampaniyen dönemine işaret edilmiştir (Kılıç ve Ateş, 2015).

Pütürge Metamorfiklerini oluşturan kayaçların kökensel olarak kıta şelfinde biriken platform tipi karbonatlar ve ilişkili sedimanter kayaçlar olduğunu ifade etmişlerdir (Perinçek, 1979, Aktas ve Robertson, 1984; Hempton, 1984,1985, Yazgan ve ark., 1984, Yılmaz ve ark., 1992; Yazgan, 1987).

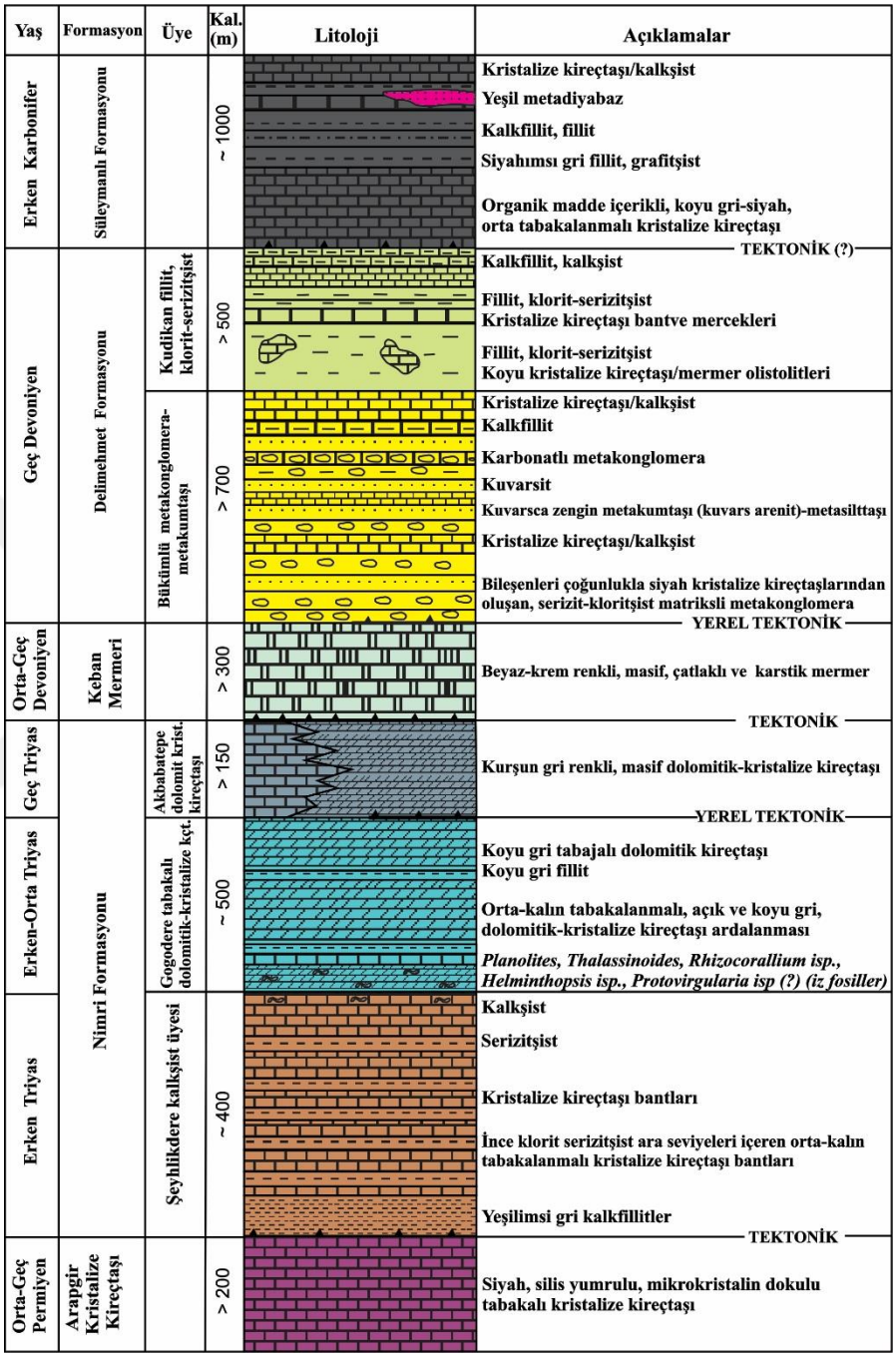
Bu çalışma kapsamında Pütürge Metamorfikleri alt-üst birliklerine ait birimleri oluşturan litolojiler belirlenerek incelenmiştir. Pütürge Metamorfiklerinin alt birlik kayaçlarını metagranit, gnays, gözlü gnays, amfibolit, amfibolşist ve biyotit şistler oluşturmaktadır. Üst birlik kayaçlarını ise muskovitşist, kuvarsit, kalkşist, mermer, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şist oluşturmaktadır (Şekil 4.4).

***Keban Metamorfikleri***

Bu birim ilk kez Özgül (1976) tarafından Karbonifer-Triyas yaşı verilerek Keban Metamorfikleri olarak adlandırılmış ve Alanya Birliğine dahil edilmiştir. Elazığ bölgesinde daha sonra yapılan çalışmalarda Keban Metamorfikleri adı kullanılmıştır (Perinçek, 1979; Perinçek ve Özkaya, 1981; Yazgan, 1981, 1983). Keban Metamorfiklerinin stratigrafisi ve litolojik özellikleri üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Kipman, 1981, 1982; Akgül, 1993; Perinçek, 1979; Perinçek ve Özkaya, 1981; Yazgan, 1981; Bingöl, 1982, 1984; Avşar, 1983; Yazgan, 1983; Turan, 1984; Özgül ve Turşucu, 1984; Asutay, 1988; Kürüm, 1987; Kaya, 2001, 2016).

Keban Metamorfikleri Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı, düşük dereceli metamorfizma sunan bir karbonat platform niteliğinde olup Geç Kretase yaşlı granitik intrüzyonlar

(Baskil) tarafından kesilmekte ve Senozoyik yaşlı sedimanter kayaçlar tarafından üzerlenmektedir (Robertson ve ark., 2007). Keban Metamorfikleri Elazığ kuzey-kuzeybatısında bölgesel ölçekte daha güneyde yer alan Geç Kretase yaşlı ofiyolitler ve Elazığ yay magmatizması üzerinde bindirmeli bir dokanakla yer almaktadır.




Şekil 4.5. Keban Metamorfiklerinin genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti (Kaya, 2016'dan değiştirilmiştir)

Keban Metamorfiklerine ait kayaçlar tabandan tavana doğru çoğunlukla mermerler, şistler ve siyah fillitlerden oluşmakta olup, nadir olarak meta-konglomeralar ve amfibolitlerle temsil edilmektedir(Şekil 4.5) (Bingöl, 1984; Yazgan, 1984; Akgül, 1987; Asutay, 1988; Turan ve Bingöl, 1991; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993). Kaya (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada

Keban Metamorfitlerinin birbirlerini üzerleyen üç naptan oluştuğu; en alt napı Erken Triyas-Jura yaşlı Nimri formasyonu, orta napı Orta-Geç Devoniyen yaşlı Keban mermerleri ile Geç Devoniyen yaşlı Deli mehmet formasyonu ve en üstteki napı ise Erken Karbonifer yaşlı Süleymanlı formasyonunun oluşturduğu ifade edilmektedir. Ayrıca orta ve üst nap içinde yeşil renkli meta-diyabazlardan oluşan Triyas öncesi yaşlı metabazik arakatkıların da gözlendiği ifade edilmektedir. En alt naptaki Nimri formasyonu içinde tanımlanan iz fosillere (*Planolites, Rhizocorallium* ve *Thalassinoides*) Gogo dere tabakalı dolomitik-kristalize kireçtaşı üyesinin Toroslar'da Erken-Orta Triyas'ı (Skitiyen-Anisiyen) temsil eden tipik "vermiküler kireçtaşı fasiyesi"ne karşılık geldiği ileri sürülmüştür (Kaya, 2016). Ayrıca, Keban Metamorfiklerinin yaşı *Glomospira* ve *Ammodiscus* fosillerine gore Permo-Karbonifer olarak ileri sürülmüştür (Kipman 1981). Bunun yanı sıra Erken Triyas'a kadar çıktığı da Özgül (1981) tarafından ifade edilmiştir.

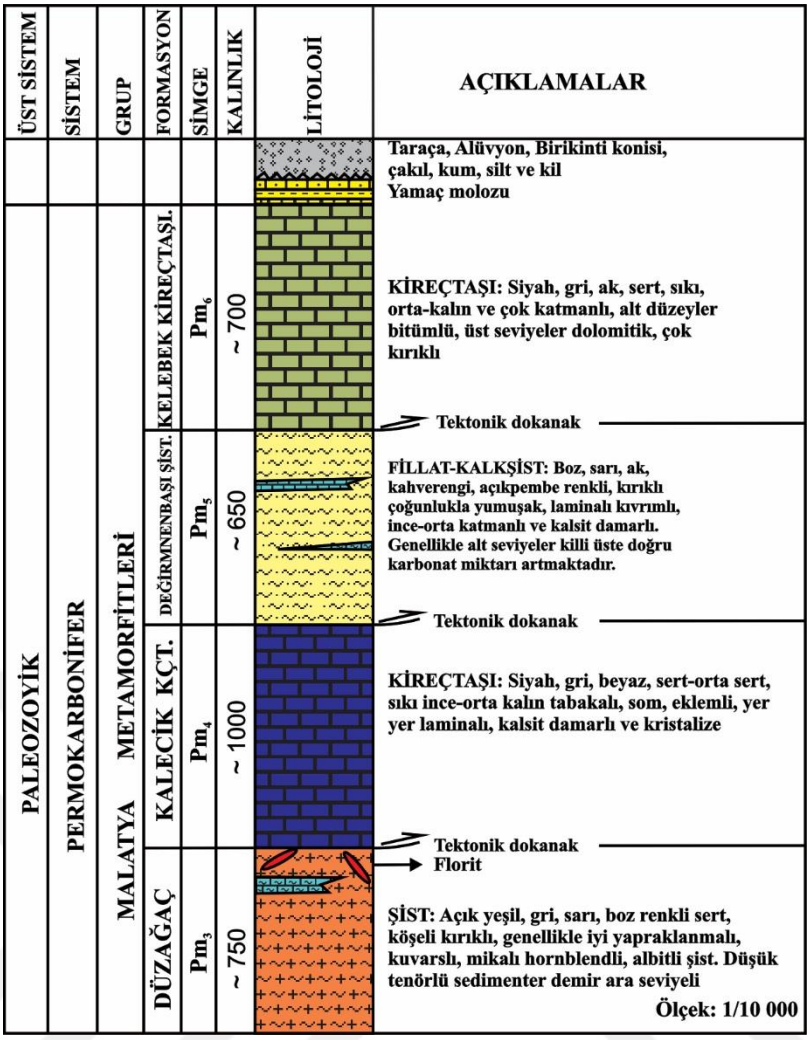
Keban Metamorfiklerinin Baskil bölgesinde 84-80 My yaşlı I-tipi granitik kayaçlar tarafından (Rızaoğlu ve ark., 2009; Karaoğlan ve ark., 2016), Keban bölgesinde ise 77-76 My yaşlı A-tipi siyenitik ve monzonitik kayaçlar (Ertürk ve ark., 2022) tarafından Geç Kretase döneminde kesildiği belirtilmektedir.

Keban Metamorfikleri kökensel olarak sığ denizel karbonat platform özelliği taşımaktadır (Robertson ve ark., 2007). Keban platformunun kuzeyde Munzur platform ve batıda ise Malatya platform ile yakın ilişki içinde olduğu ileri sürülmektedir (Michard, ve ark., 1984).

***Malatya Metamorfikleri***

Birim Arni (1937) ve Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından Malatya Metamorfikleri olarak adlandırılmıştır. Malatya Metamorfikleri ve Keban Metamorfikleri arasındaki litolojik ve paleontolojik benzerlikler gözönüne alınarak birim Malatya-Keban Metamorfikleri olarak da adlandırılmıştır (Yazgan ve ark., 1983; Asutay, 1985; Turan ve ark., 1993). Malatya Metamorfik kayaçlarının Keban mikro-kıtasına ait olduğu ifade edilmiştir (Perinçek ve Özkaya, 1981).

Malatya Metamorfikleri içerisinde meta-karbonat birimi hakim litolojiyi oluşturmaktadır. Bunun dışında mikaşist, fillit, meta-kırıntılı kayaçlar ve meta-çörtler de gözlenmektedir (Perinçek ve Kozlu, 1984). Malatya Metamorfiklerinin yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya maruz kaldığı ileri sürülmektedir. Malatya Metamorfiklerinin Kahramanmaraş bölgesindeki en alt seviyelerinde yer alan kuvars şist ve fillatların Devoniyen-Permokarbonifer yaşta olduğu ifade edilmiş ve Nergile formasyonu olarak incelenmiştir (Yiğitbaş, 1989). Yiğitbaş (1989) Malatya Metamorfikleri içerisinde bulunan dolomit, dolomitik kireçtaşı seviyelerinin Alt Karbonifer-Üst Permiyen yaşta olduğunu ifade etmiş ve Koçdağ formasyonu adıyla incelemiştir. Bu seviyenin üstünde bulunan kalın karbonat seviyelerini ise kendi içinde Yılanova, Karabayır ve Okkayası adları altında çalışmıştır. Araştırmacı istifin en üst kısmında Jura yaşlı Engizek formasyonu'nun uyumsuz olarak çökeldiğini ifade etmiştir. (Şekil 4.2, 4.6). Sınırlı fosil verilerine göre Malatya Metamorfik istifinin stratigrafik olarak en üst seviyelerinin yaşkonağı olarak Geç Permiyen'den Erken Triyas'a kadar çıktığı ifade edilmektedir (Özgül ve ark., 1984).




Şekil 4.6. Malatya Metamorfiklerinin stratigrafik dikme kesiti (Toker, 1985'den değiştirilmiştir)

Malatya Metamorfikleri Güney Neotetis'in kuzeyinde Toros karbonat platformunun bir parçası olarak değerlendirilmekte ve Geç Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı karbonat platform istifi olarak yorumlanmaktadır (Robertson ve ark., 2006). İstif yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş ve daha sonra en geç Kretase döneminde yüzeylemiş olup üzerinde yeralan kırıntılı çökellere kaynak oluşturmuştur. Robertson ve ark. (2006) metamorfizmanın iki nedeni olabileceğini ileri sürmüştür. Bunlardan ilki Geç Kretase'deki magma intrüzyonlarına bağlı bölgesel olarak yüksek ısı akısından kaynaklanan metamorfizma, diğeri ise bölgesel ölçekte kalın nap örtüsü altında gömülmeye bağlı metamorfizmadır. Kalın nap örtüsünün ise kuzeydeki Binboğa karbonat platform ve Binboğa melanjının olabileceği ifade edilmiştir (Robertson ve ark., 2006).

Malatya Metamorfikleri Geç Kretase döneminde Berit okyanusunun kapanmaya başlamasına bağlı yitim etkisi ile And-tipi aktif kıta kenarı olarak evrimleşmiş ve Baskil (Elazığ) bölgesinde 88-83 My ve Göksun (Kahramanmaraş kuzeyi) bölgesinde 83-81 My ve Doğanşehir (Malatya) bölgesinde 51-45 My yaşlı granitik kayaçlar tarafından kesilmişlerdir (Rızaoğlu ve ark., 2009; Karaoğlan ve ark., 2013, 2016). Granitoyidlere ait kayalardan elde edilen apatitlerde Apatit Fizyon İzi tarihlendirmesi gerçekleştirilerek 50-17 My yaşlar elde edilmiştir. Bu yaşlardan hareketle granitoyidlerin ve Malatya Metamorfiklerinin Güneydoğu Anadolu bölgesinde Maden

baseninin açılmasına bağlı Erken-Orta Eosen yükselimi ve Oligosen döneminde ise kıta-kıta çarpışmasına bağlı yükselim olmak üzere iki fazlı olduğu ileri sürülmektedir (Karaoğlan ve ark., 2016).

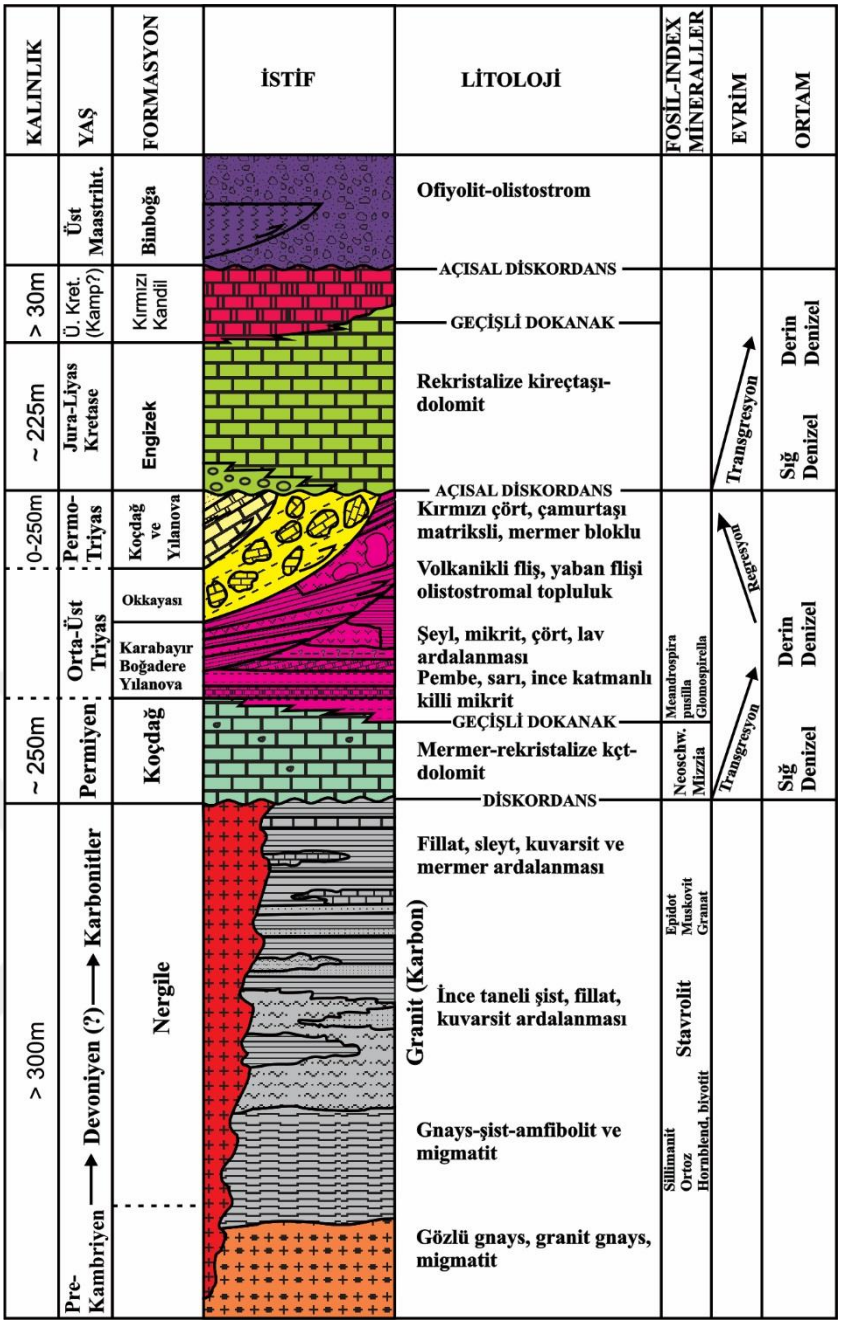
***Engizek Metamorfikleri***

Engizek Metamorfikleri, Bitlis Metamorfiklerinde olduğu gibi çekirdek ve örtü birimlerinden oluşmaktadır. Çekirdek birimleri ileri derecede metamorfizmaya uğramış birimlerden oluşurken, örtü birimleri ise çoğunlukla karbonat kayaçlarından oluşmaktadır (Yılmaz ve Yıldırım, 1996). Çekirdek kısmını oluşturan kayaçlarda, metamorfizma derecesinin ileri düzeyde olması ve deformasyonun daha karmaşık olması nedeniyle istifin ilksel düzenini oluşturmak oldukça zordur. Bunun aksine örtüyü oluşturan kaya birimleri ve aralarındaki dokanak ilişkilerini ortaya koymak mümkündür (Yılmaz ve Yıldırım, 1996). Engizek Metamorfiklerinde örtü kısmını oluşturan düşük dereceli metamorfik kayalar, yaklaşık olarak Paleozoyik ile Mesozoyik istiflerine denk gelmektedir. Engizek Metamorfiklerini oluşturan istif tabandan tavana doğru Nergile formasyonu, Koçdağ formasyonu, Yılanova formasyonu, Karabayır formasyonu, Okkayası formasyonu ve Engizek grubundan oluşmaktadır (Yılmaz ve Yıldırım, 1996) (Şekil 4.2, 4.7).

***Nergile Formasyonu***

Nergile formasyonu, Engizek Metamorfik kaya topluluğunun en alt seviyesinde bulunan şistlerden oluşmaktadır. Bu birimler genel olarak çeşitli şistler ve metakuvarsitlerden oluşmaktadır. Formasyonun içinde yer yer granitik kayalarda bulunmaktadır. Nergile formasyonunun şistleri Berit metaofiyoliti üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır. Bu şistler üste doğru metamorfizma derecesinin azalması ile fillatlara geçiş gösterir, fillatların üst kısmında ise yer yer karbonat arakatkıları bulunmaktadır (Yılmaz ve Yıldırım, 1996) (Şekil 4.7).

Nergile formasyonu içerisinde gözlenen kaya türleri tabandan tavana doğru; biyotit şist, biyotit hornblendşist, amfibolit, granatlı mikaşist, metakuvarsit, amfibolit arakatkılı fillat, kuvarsça zengin şist, mikaşist, meta-kuvarsit, stavrolitli şist, en üstte ise kuvars mikaşist ve fillatlardan oluşmaktadır. Üst seviyelerdeki karbonat arakatkılarının bolluğu ile şisti mermerler gözlenir (Yılmaz ve Yıldırım, 1996). Koçdağ formasyonu nergile formasyonunu üzerlemektedir.




Şekil 4.7. Engizek Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikme kesiti (Yılmaz ve ark., 1992'den değiştirilmiştir)

***Koçdağ Formasyonu***

Engizek Dağları'nın yüksek seviyelerini oluşturan kaya birimleri genel olarak Koçdağ formasyonuna aittir. Koçdağ formasyonu, kalkşist, mermer, dolomitik mermer ve rekristalize kireçtaşlarından oluşur. Formasyonun alt seviyeleri kalkşist, dolomit, sleyt ve metasilttaşı gözlenmekte ve üst seviyelerinde ise killi kireçtaşları gözlenmektedir. Koçdağ formasyonu üzerine gelen Yılanova formasyonu ile normal geçişlidir (Yılmaz ve Yıldırım, 1996) (Şekil 4.7). Koçdağ formasyonu taban seviyeleri Alt Karbonifer ve üst seviyelerde ise Üst Permiyen yaşlıdır.

***Yılanova Formasyonu***

Yılanova formasyonu, kiltaşı-marn-şeyl-silttaşı arakatkıları içeren kireçtaşlarından oluşmaktadır. Altında bulunan Koçdağ formasyonu ile geçişlidir. Engizek formasyonunun kireçtaşı ve dolomitleri Yılanova formasyonu üzerine diskordan olarak gelmektedir (Yılmaz ve Yıldırım, 1996) (Şekil 4.7). Yılanova formasyonundaki fosil içeriğine gore birimin yaşı Sikitiyen-Anisiyen olarak tanımlanmıştır (Yılmaz ve Yıldırım, 1996).

***Karabayır Formasyonu***

Karabayır formasyonu zayıf dereceli metamorfizmaya uğramış bir birimdir. Silttaşı-şeyl-killi kireçtaşı-kumtaşı ardalanmasından oluşur ve volkanik arakatkıları içerir. Karabayır formasyonunda ayrıca kuvarsit, kuvarsitik kumtaşı, yumrulu kireçtaşı, manganlı çört, spilitik bazik lav ve diyabaz birimleri de bulunmaktadır. Birim üst seviyelere doğru Okkayası formasyununa geçiş gösterir (Yılmaz ve Yıldırım, 1996) (Şekil 4.7). Karabayır formasyonu düşük dereceli bir metamorfizmaya maruz kalmıştır.

***Okkayası Formasyonu***

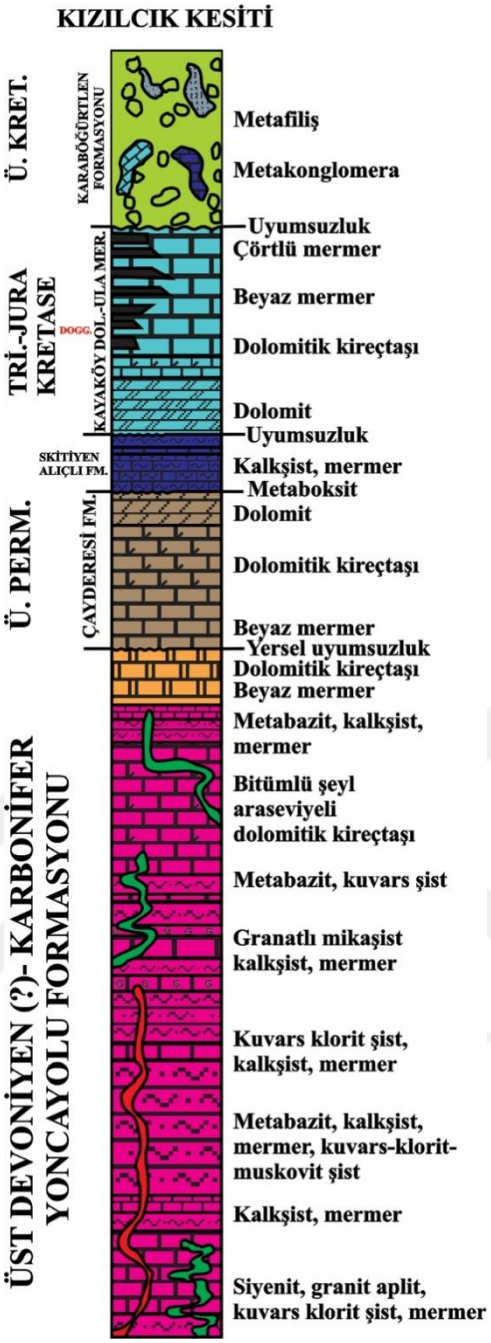
Okkayası formasyonu, silttaşı, kumlu silttaşı, killi-siltli mikrit ve marn ardalanmasından meydana gelmektedir. Karabayır formasyonunun üzerine gelmekte ve geçişli bir dokanak ilişkisine sahiptir (Yılmaz ve Yıldırım, 1996) (Şekil 4.7). Okkayası formasyonu fosil içeriğine göre Orta-Üst Triyas yaşlıdır.

***Engizek Formasyonu***

Engizek formasyonu taban konglomerasıyla başlayıp üste doğru kireçtaşlarına geçiş gösterir. İstif hafif dereceli bir metamorfizmaya uğramıştır (Yılmaz ve Yıldırım, 1996) (Şekil 4.7). Jura başından itibaren transgresif bir ortamda gelişen Engizek formasyonunun kireçtaşları, Triyas yaşlı Engizek Metamorfiklerine ait birimleri diskordan olarak örtmektedir (Yılmaz ve Yıldırım, 1996).

***Binboğa Metamorfikleri***

Binboğa Metamorfikleri, Göksun ofiyoliti üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Birim Geç Devoniyen(?)-Geç Kretase aralığında oluşmuştur. Düşük dereceli yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya maruz kalmıştır. Binboğa Metamorfikleri başlıca mermer arakatkıları içeren şist, kalkşist, rekristalize kireçtaşı ve kuvarsit ardalanmasından oluşmaktadır (Beyazpirinç, 2005). Binboğa Metamorfikleri, tabandan tavana doğru Yoncalı formasyonu, Çayderesi formasyonu, Alıçlı formasyonu, Kayaköy dolomiti, Ula mermerleri ve Karaböğürtlen formasyonlarından oluşmaktadır (Bedi ve ark., 2004, 2005) (Şekil 4.2, 4.8).




Şekil 4.8. Binboğa Metamorfiklerinin genelleştirilmiş dikmekesiti (Bedi ve ark., 2005'den değiştirilmiştir)

### 4.1.3. Yay Magmatizması

Yaşları Geç Kretaseden-Geç Oligosene kadar değişen yay magmatizması ile ilişili kayaçlar, Güneydoğu Andolu orojenik kuşağı içerisinde geniş bir alana yayılmıştır (Yılmaz, 1993; Yılmaz ve ark., 1993; Elmas, 1994; Elmas ve Yılmaz, 2003; Rızaoğlu ve ark., 2006; Robertson ve ark., 2007). Özellikle Geç Kretase yayla ilişkili kayaçlar bazik-ortaç silis içerikli ekstrüzif ve intrüzif kayaçları içermektedir (Perinçek, 1979; Rızaoğlu ve ark., 2006; Robertson ve ark., 2007). İntrüzif kısım Baskil magmatik kayaları (Aktaş ve Robertson, 1984; Yazgan, 1984), Elazığ volkanik kompleks (Hempton, 1984, 1985), veya Elazığ granitoyidleri (Turan ve Bingöl, 1989; Beyarslan ve Bingöl, 2000) olarak adlandırılken ekstrüziflerin bulunduğu kısım Elazığ birimi

(Robertson ve ark., 2007) olarak adlandırılmıştır. Perinçek (1979)' tarafından ekstrüziflerin bulunduğu kısım ve intrüzif kısımı birlikte Yüksekova Kompleksi olarak adlandırılmıştır. Ekstrüzif kısım, yaklaşık 750 m kalınlığa sahip volkanik ve tortul kaya birimlerinin ardalanmasıyla temsil edilir ve ensimatik bir ada yayı olarak yorumlanır (Rzaoğlu ve ark., 2006). Volkanik kayaçlar masif sülfit yatakları, jips arakatkıları içeren bazalt, bazaltik andezit, andezit, dasit ve riyodasit ile temsil edilir (Bölücek ve ark., 2004). Volkanik kayaçlar amigloidal, intesertal, hyalo-mikrolitik porfirik ve mikrolitik porfirik doku göterirler. Robertson ve ark., 2007' tarafından ekstrüzif birim Geç Kretase olarak tarihlendirilmiştir. İntrüzif ve ekstrüzif birimler arazi gözlemleri ve jeokimyasal özelliklerine dayanılarak yayla ilişkili farklı birimler olarak yorumlanmıştır (Robertson ve ark., 2007).Ekstrüzif kayaçlar, bazik, orta ve silisik ekstrüzifler ve dayklardan oluşan Geç Kretase yaşlı ofiyolitik topluluğun üst kısmı olarak yorumlanır ve bunların tümü toleyitik bileşimlidir. Buna karşılık, Baskil granitoyidi olarak adlandırılan intrüzif kayaçlar, Torid platformunu, ofiyolitleri ve kuzeydeki ekstrüzif kayaçları kesen I tipi kalk-alkali sokulumlardır. Bu sokulumlar, Geç Kretase döneminde And tipi kenar formasyonun gelişmesine bağlanmaktadır (Yazgan, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991; Beyarslan ve Bingöl, 1996, 2000; Robertson ve ark., 2007). Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağındaki yay ile ilişkili daha genç kayaçlar da Orta Eosen yaşlı Helete volkanitleri (Yılmaz ve ark., 1993), Orta Eosen-Geç Oligosen yaşlı Gövelek volkanitleri olarak tanımlanmıştır (Elmas ve Yılmaz, 2003). Bu volkanitler ya yerleşmiş bir okyanus yayı (Yılmaz ve ark., 1993) ya da Güney Neotetis'in dalma-batımının geç evreleri sırasında genişlemeli bir ortamda gelişen yeni başlayan bir kıta kenarı yayı (Robertson ve ark., 2006, 2007) olarak açıklanmıştır. Buna ek olarak, Aktaş ve Robertson (1984, 1990) tarafından daha doğudaki Lice bölgesinde, dalma-batma etkisindeki volkanitler ve ilişkili Orta Eosen yaşlı pelajik çökeller tanımlanmış ve Güney Neotetis'in oblik dalma-batma ve ilk çarpışmasıyla ilişkili bir çek-ayır havzadaki oluşumuna atfedilmiştir. Elmas ve Yılmaz (2003) ayrıca orojenik kuşak boyunca yay volkanitlerinin batıdan doğuya doğru genç yaşlarına dayanarak oblik dalma-batmanın meydana geldiğini ileri sürmüştür.

### 4.2. Petrografi ve Arazi Gözlemleri

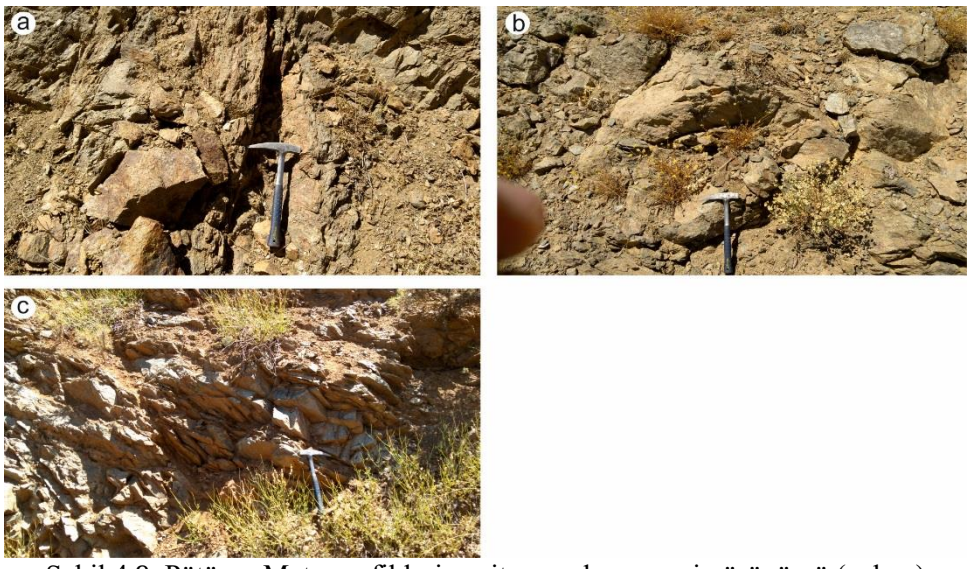
Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile Pütürge Metamorfikleri ve bunları uyumsuz olarak üzerleyen Maden Kompleksine ait kaya birimleri üzerine detaylı gözlemler yapılarak mineraloji-petrografi, jeokronoloji ve jeokimya çalışmaları için örnekler alınmıştır. Yapılan çalışmalar aşağıdaki bölümlerde detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

#### 4.2.1. Arazi Gözlemleri

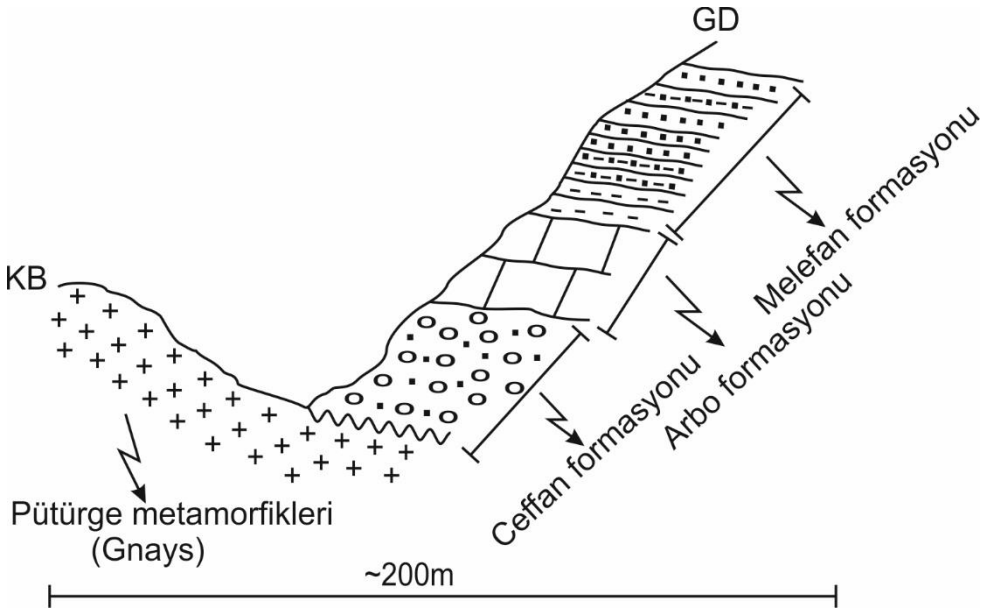
Çalışma alanı Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde bulunmakta olup Üst Nap bölgesinde yer almaktadır. Çalışma alanı içerisinde alttan üste doğru Pütürge Metamorfikleri, Maden Kompleksi, Kömürhan ofiyoliti, Baskil magmatikleri, alüvyon, molas ve traverten birimleri yer almaktadır. Pütürge Metamorfikleri metagranit, gözlü gnays, gnays, amfibolit, amfibol şist, mikaşist, kuvarsit, kuvars şist, disten-granat-stavrolit kuvars şist, sillimanit-granat-biyotit-

plajiyoklas kuvars şist, kalkşist ve mermerden oluşmaktadır. Metamorfik çekirdek komplekslerinin temel yapısı metamorfik bir temel katman ve düşük dereceli bir örtü kısmından oluşur. Bunları arazide birbirlerinden ayıran yapısal unsur ise bir milonitik makaslama zonu veya sıyrılma fayıdır (Armstrong, 1981). Yapılar asimetrik olarak kubbe şekindedir ve genellikle bölgede en yüksek topoğrafik kısımları oluşturur (Coney, 1980). Çalışma alanında Pütürge Metamorfiklerinin ilksel dokanak izleri silinmiş ve kendi içerisinde düzenli bir istif göstermemektedir.Pütürge Metamorfikleri içerisinde alt-üst birliklerine ait birimler belirlenmiştir. Pütürge Metamorfiklerinin alt birlik kayaçlarını metagranit, gnays, gözlü gnays, amfibolit, amfibolşist ve biyotit şistler oluşturmaktadır. Üst birlik kayaçlarını ise muskovitşist, kuvarsit, kalkşist, mermer, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şist oluşturmaktadır (Şekil 4.4).Pütürge Metamorfikleri çalışma alanının birçok yerinde Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir (Şekil 4.4, 4.10). Maden Kompleksi başlıca dört alt kaya biriminden oluşmaktadır. Bunlar alttan üste doğru Ceffan, Arbo, Melefan ve Karadere birimleridir. Çalışma alanının bazı bölgelerinde nadiren Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişki tektonik dokanak şeklinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.27).

Pütürge Metamorfiklerine ait kayaç birimlerinde şistozite ve lineasyon gelişimleri arazide belirgin olarak gözlenmektedir. Bu kayaç birimleri içerisinde değişen ölçeklerde kıvrımlanmalar, eklemli yapılar, kuvars segregasyonları mevcuttur. Gnayslar arazide sarı, kahverengi ve yeşilimsi tonlarda görülmektedir. Bazı gnayslarda feldispat mineralleri gözler şeklinde gelişim göstermiş olup bu gnayslar gözlü gnays olarak tanımlanmıştır. Bu renk farklılığı gnayslar içerisinde bulunan biyotit minerallerinin kloritleşmesinden kaynaklanmaktadır (Şekil 4.9).

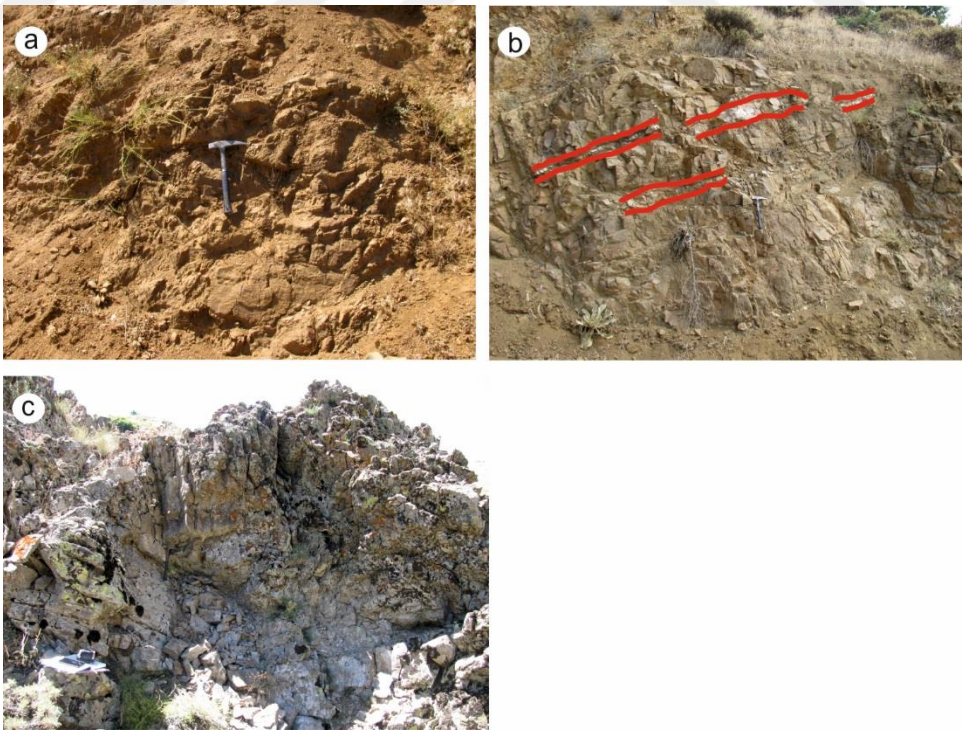


Şekil 4.9. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların arazi görünümü (a, b, c)



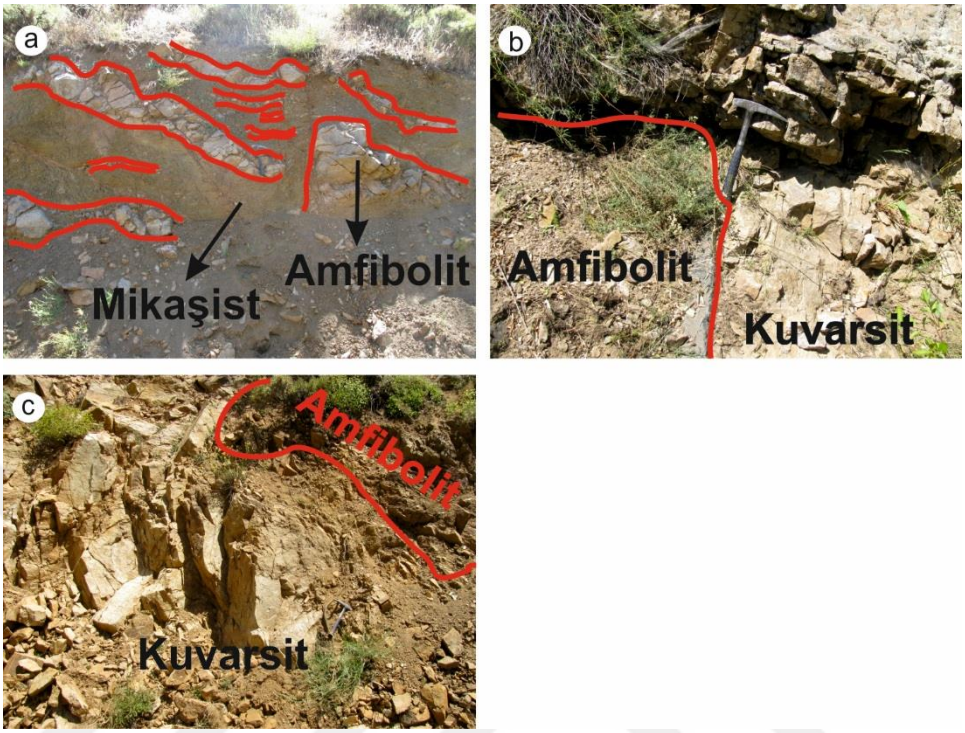

Şekil 4.10. Ciban ile Hıdık mahallesi civarında Pütürge Metamorfikleri ile Maden kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit

Metagranitler arazide sarı, kahverengi ve açık tonlarda görülmekte olup masif bir yapı sergilemektedir. Bazı metagranit örneklerinde kuvarsların porfir şeklinde geliştiği tespit edilmiştir. Metagranitler Pütürge Metamorfikleri içerisinde mercek ve intrüzyon şeklinde gözlenmektedir. Metagranitler içerisinde basınçtan dolayı silisin dışarı atılmasında dolayı kuvars segregasyonları gelişmiştir (Şekil 4.11).



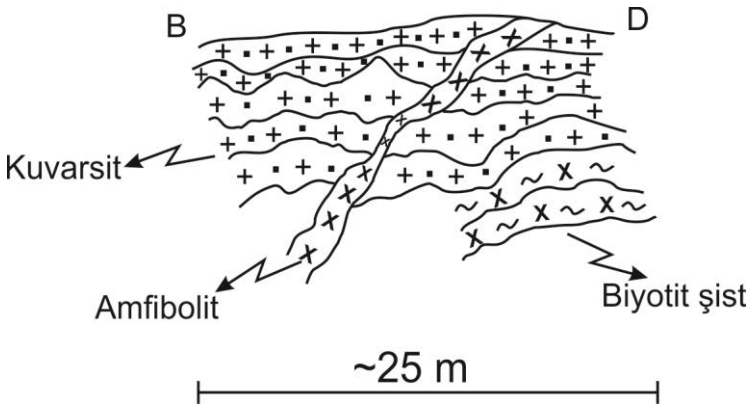

Şekil 4.11. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü (a,b,c), metagranit içerisindeki kuvars segregasyonları (b)

Amfibolit ve amfibolşistler arazide yeşil tonlarındaki renkleriyle görülmektedir. Bu kayaçlar yüzlek verdikleri yerlerde dayklar ve siller halinde bulunmaktadır. Amfibol şistlerde iyi gelişmiş şistozite düzlemleri gözlenmektedir. Amfibolitler ise masif halde bulunmaktadır (Şekil 4.12).



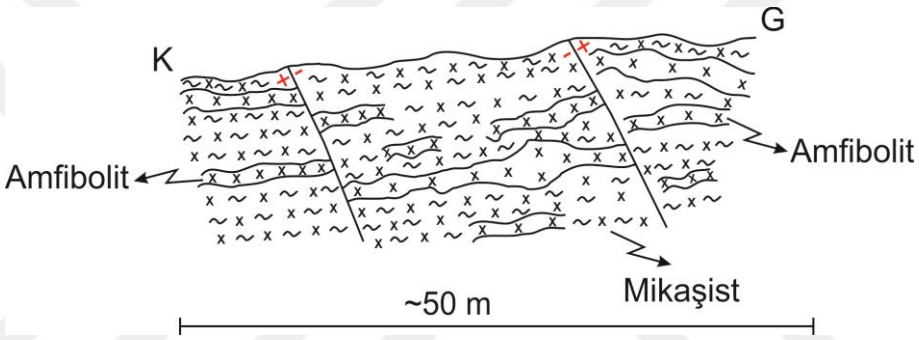

Şekil 4.12. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin arazi görünümü, amfibolit ile kuvarsit arasındaki ilişki (b,c), mikaşist içerisindeki amfibolit daykları (a)

Arazide kuvarsit birimlerini keser vaziyette ~50-70 cm kalınlıkta bir amfibolit daykı görülmüştür (Şekil 4.13). Mikaşistler arazide yaygın yüzlekler sunmakta olup biyotit şistler koyu renkli muskovit şistler ise açık renkli olarak görülmektedir. Biyotit şistler amfibol şistlerle yer yer ardalanmalı olarak gözlenmektedir. Bazı bölgelerde mikaşistler içerisinde kuvarsit mercekleri vardır. Kuvarsitler aşınmaya karşı mikaşistlere göre daha dayanıklı olduklarından mostrada çıkıntılar oluşturmaktadır. Mikaşistlerde iyi gelişmiş şistozite düzlemleri mevcuttur. Bu düzlemlerde uygun yerlerde şistozite ölçümleri yapılmıştır (Şekil 4.15). Kuvarsit ve kuvars şistler arazide açık renkli olarak gözlenmektedir. Kuvars şistler de belirgin olarak gözlenebilen şistozite düzlemleri mevcut olup yüzlek sunduğu bölgelerde şistozite ölçümleri yapılmıştır (Şekil 4.18). Disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerin arazideki yüzlekleri sınırlıdır. Bu kayaçlar mikaşistler içerisinde mercekler halinde görülmektedirler. Kuvarsitlerde kırıklı çatlaklı yapılar mevcuttur. Kalkşist ve mermerler arazide yüksek kesimlerioluşturmaktadırlar. Kalkşisterde belirgin olarak görülebilen şistozite düzlemleri mevcuttur. Mermerler ise daha masif ve bazı bölgelerde kalın yayılımlara sahiptir. Mermer ve kalkşistler de çatlaklı ve kırıklı yapılar gözlenmekte olup kalkşistlerin bazı bölgelerde kendi içerisinde kıvrımlanmalara sahip olduğu gözlemlenmiştir.

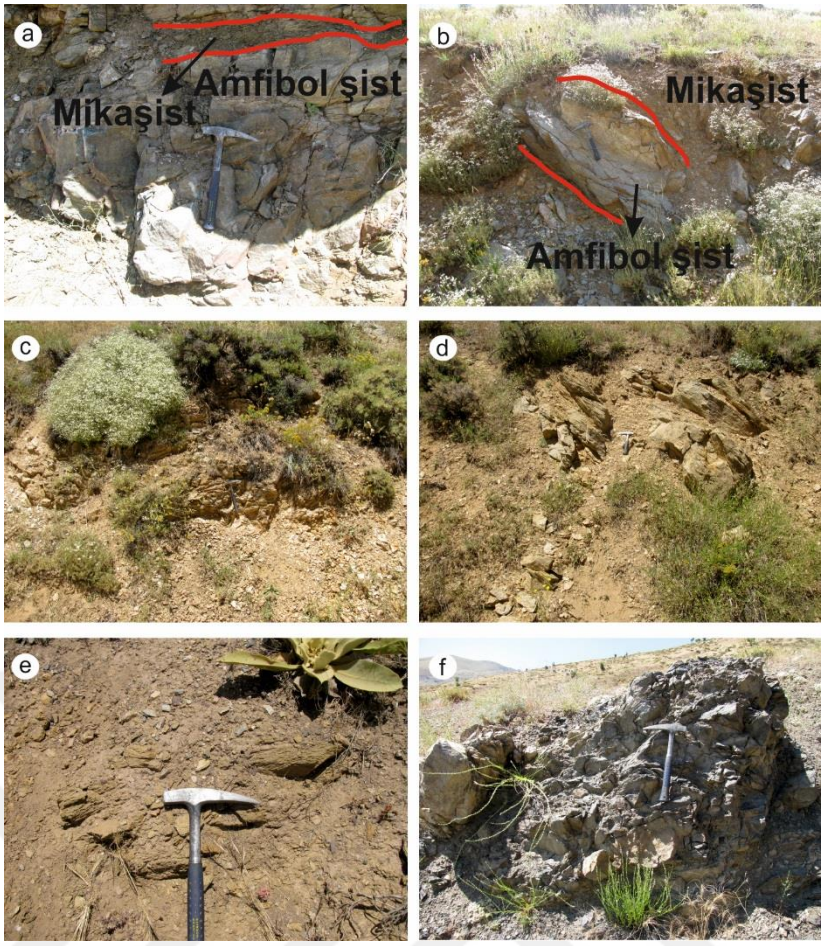



Şekil 4.13. Çanakcı köyü civarında kuvarsit birimini kesen amfibolit daykını gösteren taslak kesit

Arazide mikro faylanmalar sıkça görülmektedir. Mikaşistler içerisine amfibol şistler sil şeklinde yerleşmişlerdir Mikaşistler oldukça altere olarak gözlenmiştir. Amfibol şist sillerinin kalınlıkları ~10-50 cm arasında değişmektedir (Şekil 4.14).

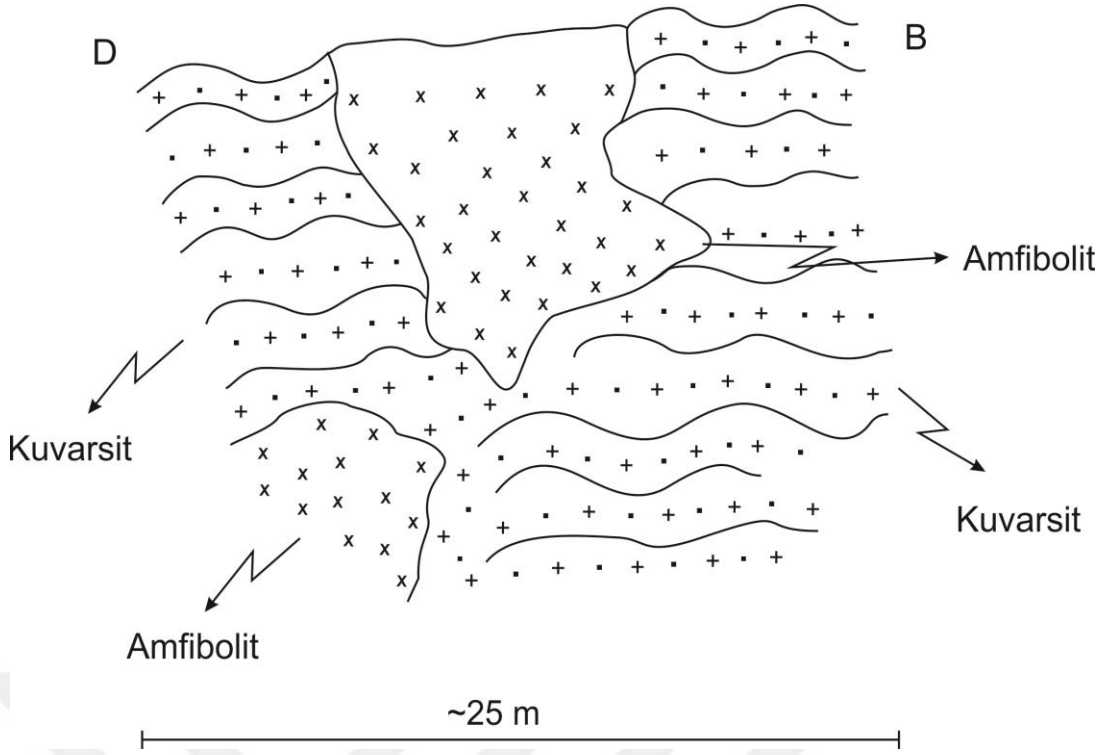



Şekil 4.14. Çanakcı köyü civarında mikaşistler içerisine sil şeklinde yerleşen amfibol şistleri gösteren taslak kesit

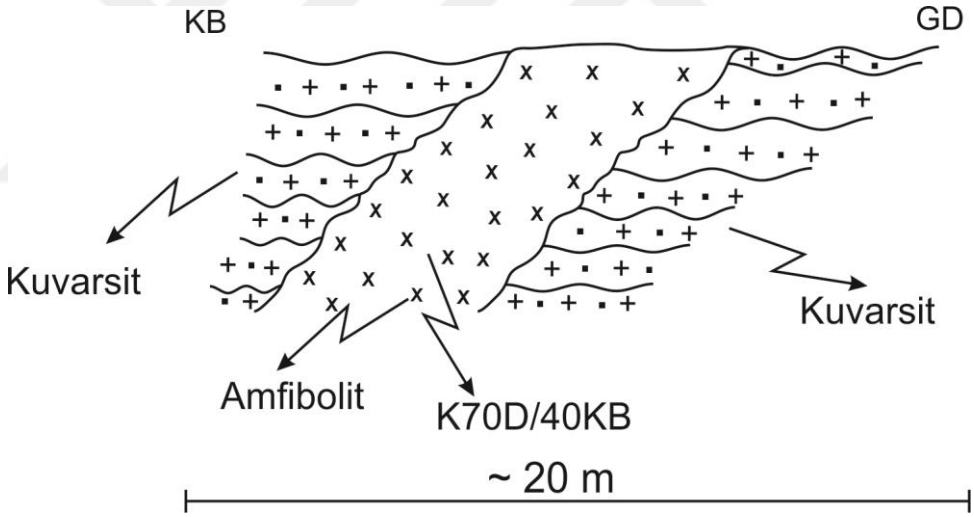


Şekil 4.15. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin arazi görünümü (a,b,c,d,e,f) ve mikaşist ile amfibol şistler arasındaki ilişki (a,b)

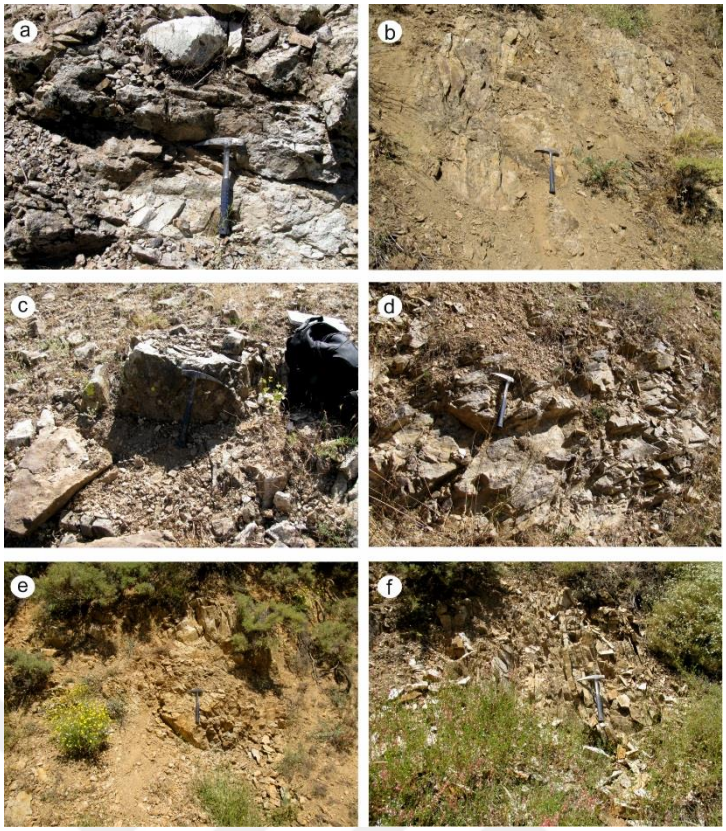
Kuvarsit birimini kesen amfibolit daykları gözlenmiştir (Şekil 4.16, 4.17). Daykların kalınlığı ~3-3.5 m'dir. Kuvarsit, amfibol şist ve biyotit şist ardalanması arazide sıklıkla görülmektedir (Şekil 4.19). Ayrıca mikaşist ve amfibol şist ardalanması görülmektedir (Şekil 4.20). Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda kuvars segregasyonları ve mikro kıvrımlanmalar sıkça gözlenmektedir (Şekil 4.21, 4.22).



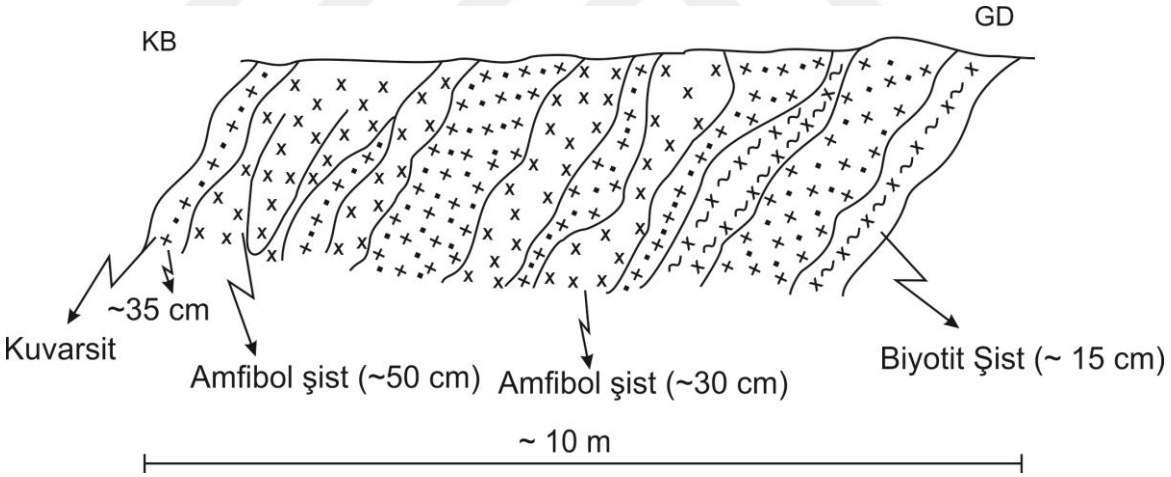

Şekil 4.16. Nican mahallesi civarında kuvarsit birimini kesen amfibolit daykını gösteren taslak kesit



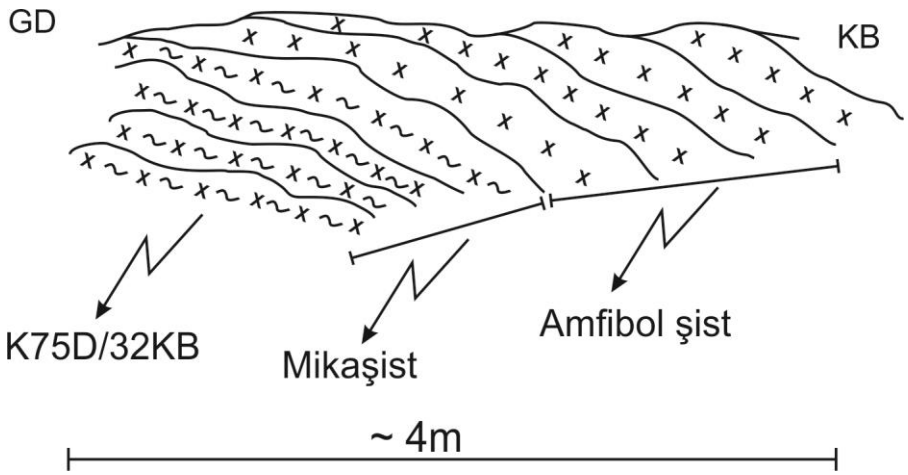

Şekil 4.17. Nican mahallesi civarında kuvarsit birimini kesen amfibolit daykını gösteren gösteren taslak kesit



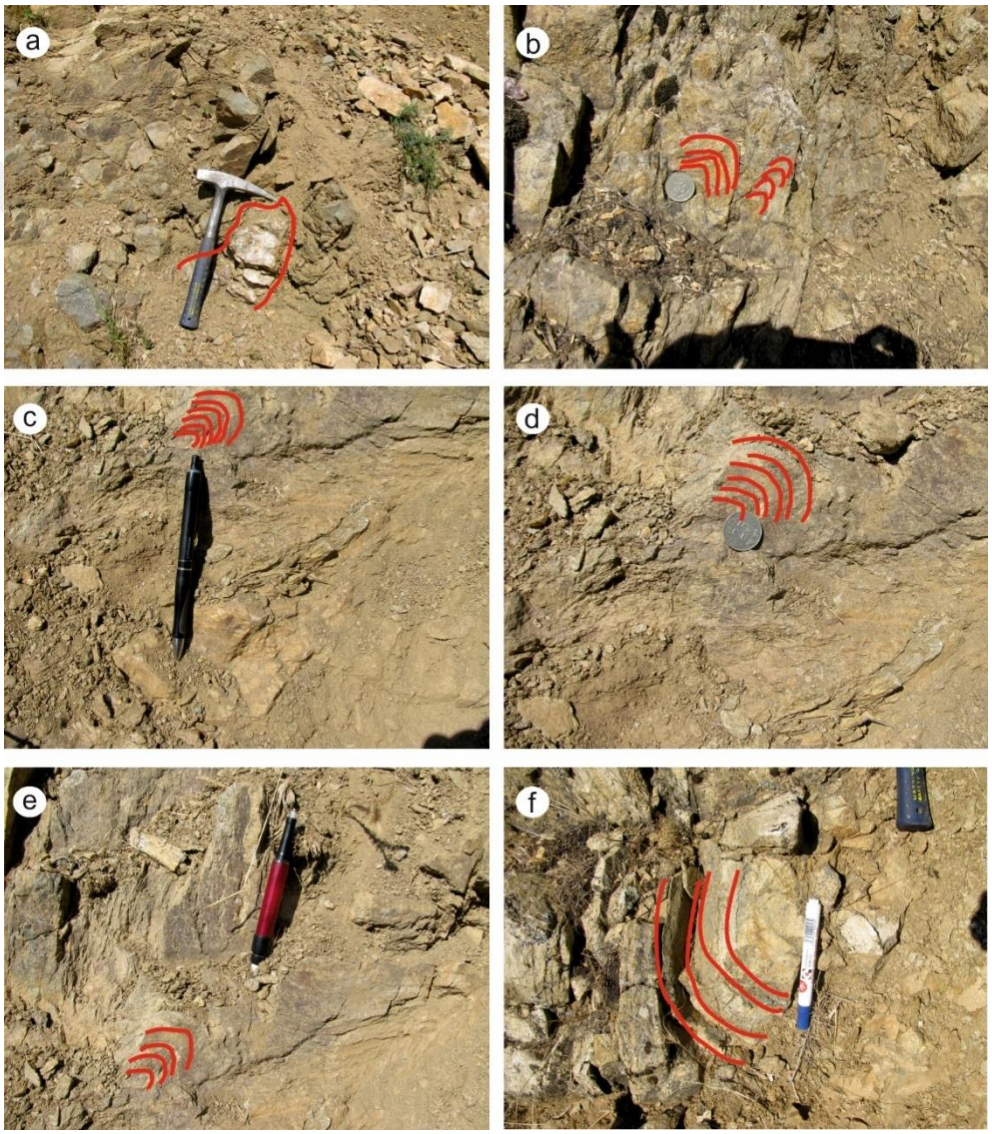

Şekil 4.18. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin arazi görünümü (a,b,c,d,e) ve kuvars şistin arazi görünümü (f)




Şekil 4.19. Herik deresi civarında kuvarsit-amfibol şist ve biyotit şist ardalanmasını gösteren taslak kesit

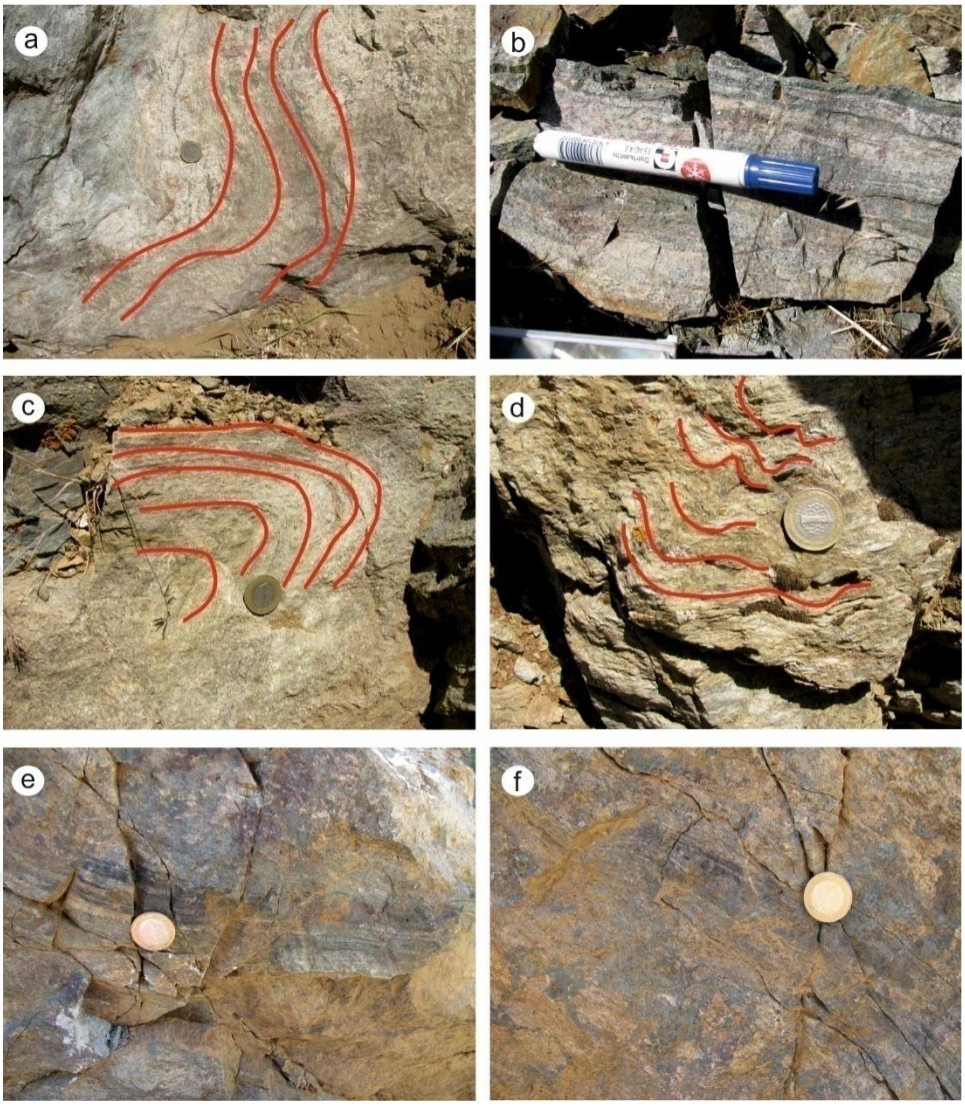



Şekil 4.20. Dümkaşık deresi civarında mikaşist-amfibol şist ardalanmasını gösteren taslak kesit



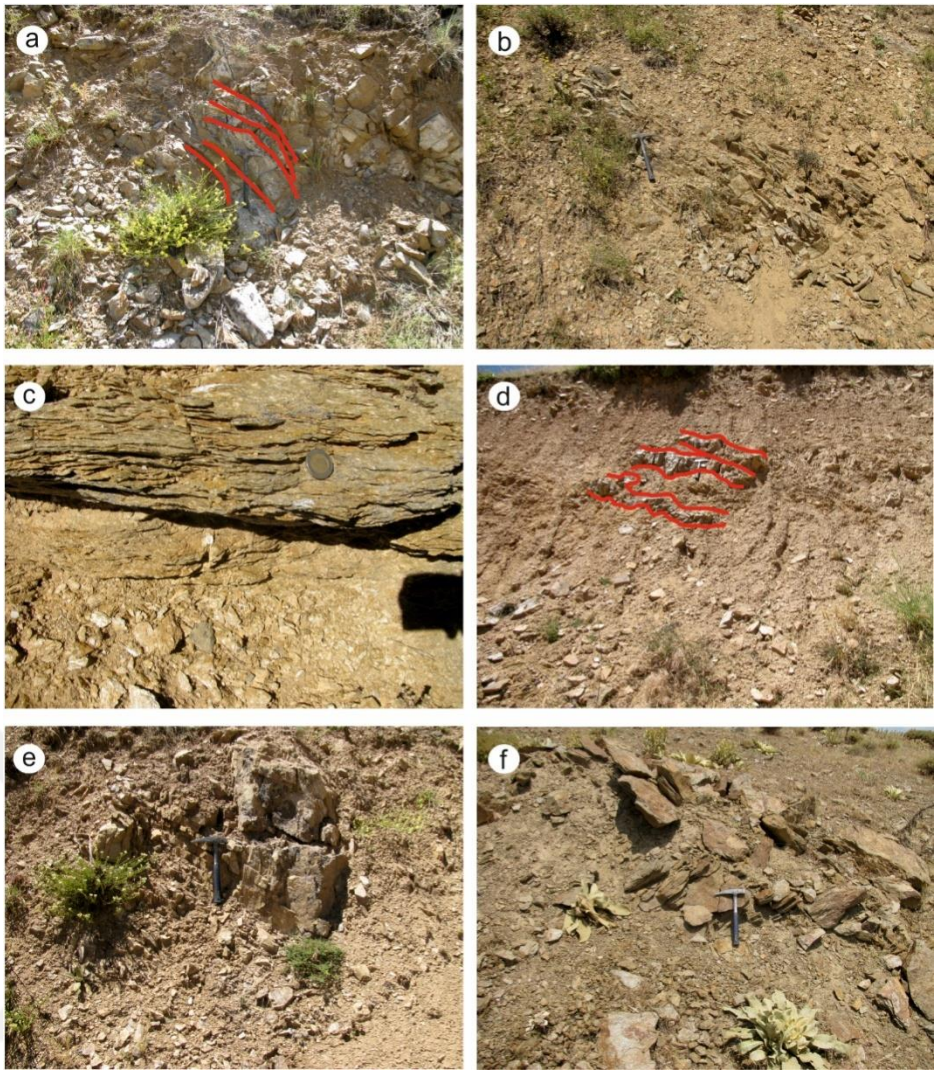

Şekil 4.21. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda gözlemlenen kuvars segregasyonu (a) ve mikro kıvrımlar (b,c,d,e,f)

Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda şistozite ve lineasyon yapıları sıkça gözlenmektedir (Şekil 4.22).

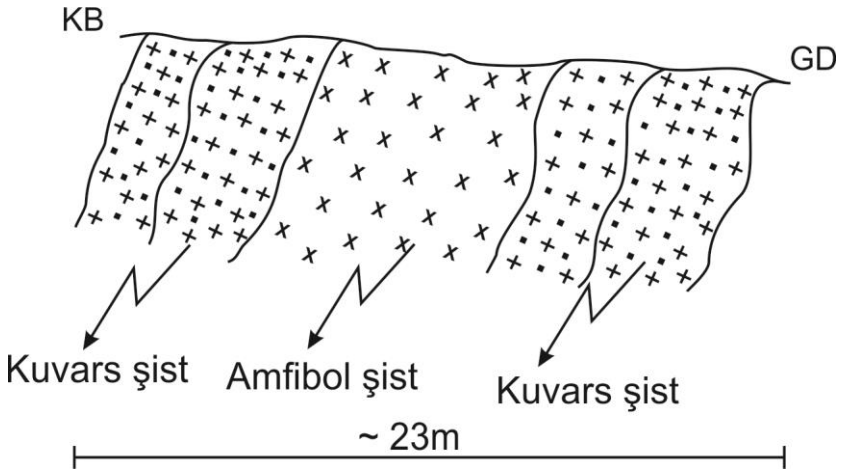



Şekil 4.22. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda gözlemlenen mikro kıvrımlar (a,c,d,) ve lineasyon yapıları (b,e,f)

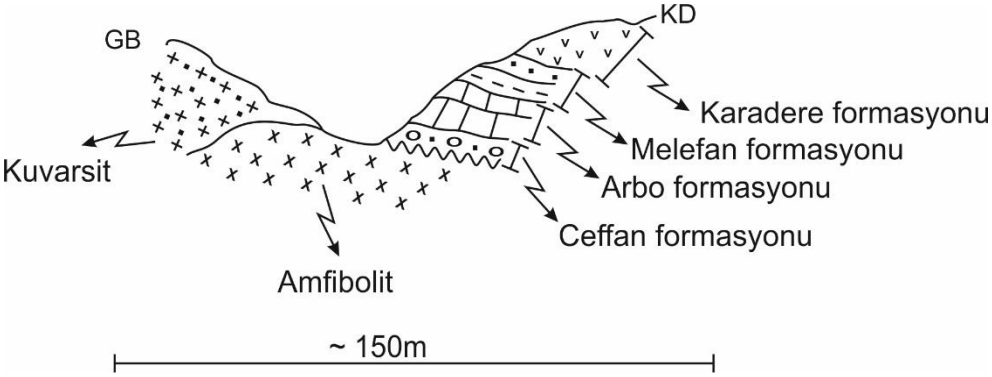
Pütürge Metamorfikleri içerisinde kıvrımlanmalar, eklemli yapılar ve şistozite yapıları sıkça gözlenmektedir (Şekil 4.23)



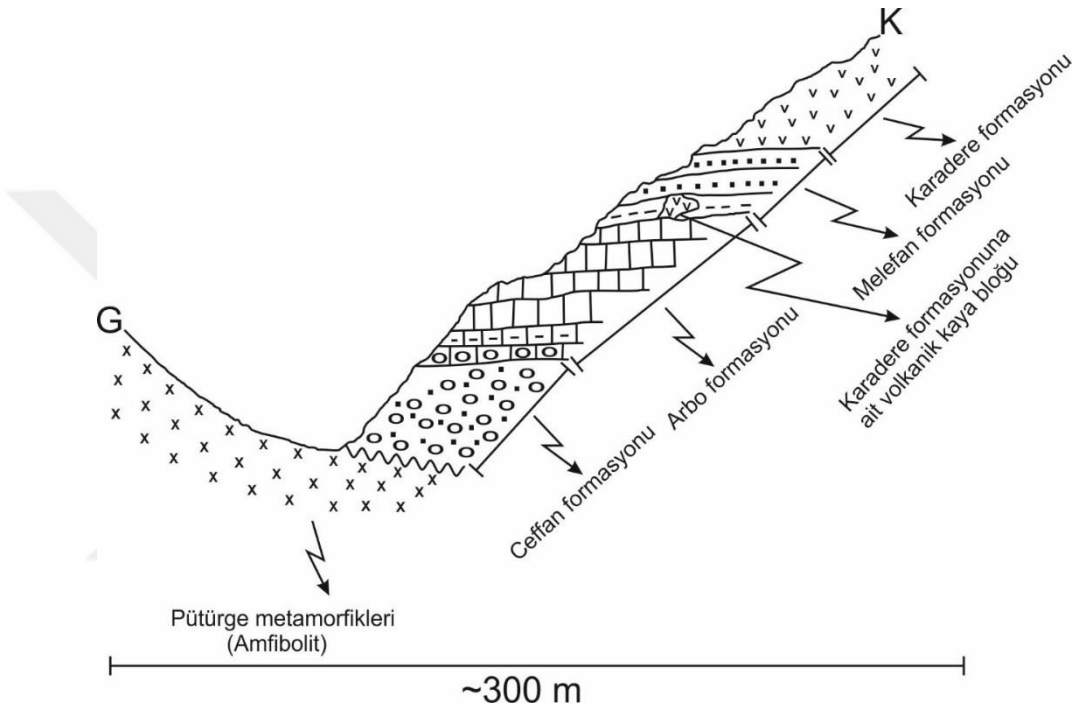

Şekil 4.23. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlarda gözlemlenen kıvrımlı yapı (a), eklemli yapı (b,e), şiztozite yapıları (c,f) ve kuvars segregasyonu (d)




Şekil 4.24. Gamiran mahallesi civarında kuvars şist ve amfibol şist ardalanmasını gösteren taslak kesit




Şekil 4.25. Çanakcı köyü civarı Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit

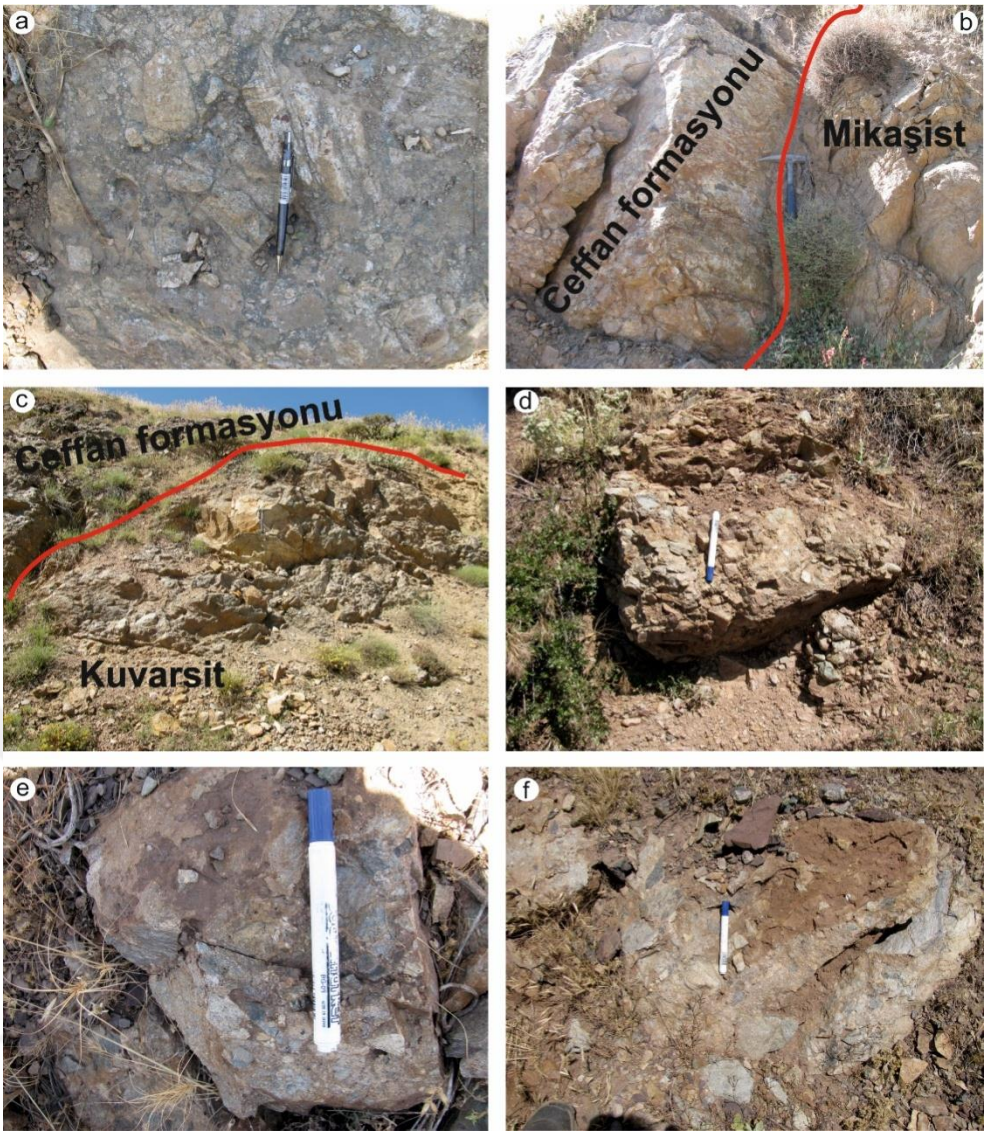



Şekil 4.26. Gamiran mahallesi civarında Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit

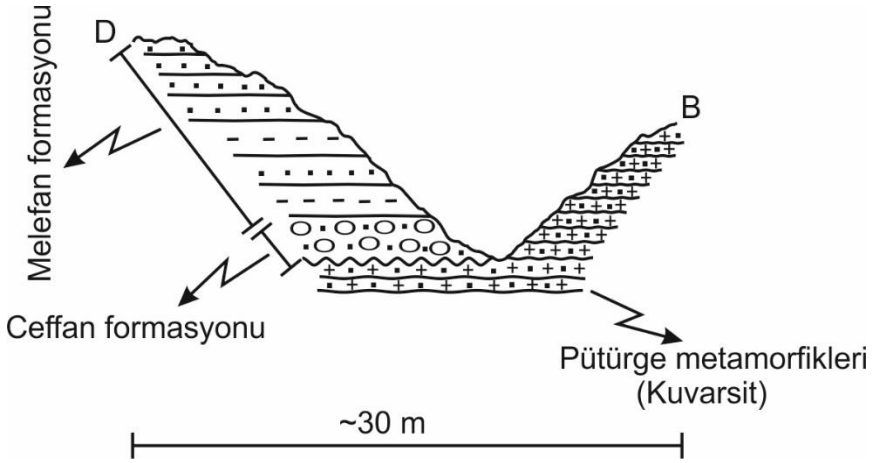
Ceffan formasyonu Maden Kompleksinin en allta bulunan birimini oluşturur. Arazide alt sınırı Pütürge Metamorfikleriyle uyumsuz ve nadiren tektonik dokanaklı, üstündeki Arbo formasyonuyla ise uyumlu olarak gözlenmektedir. Genel olarak kumtaşı ve konglomera birimlerinden oluşmaktadır. Konglomera çakılları genellikle Pütürge Metamorfiklerinden türemiştir. Çakıllar genellikle kötü boylanmalıdır. Ceffan formasyonunu oluşturan kayaç birimlerinde belirgin bir şistozite gelişmemiştir (Şekil 4.27, 4.28).



Şekil 4.27. Ceffan formasyonuna ait konglomera birimi (a,c,d,e,f) ile Maden Kompleksi ve Pütürge Metamorfikleri arasındaki tektonik dokanak (b)

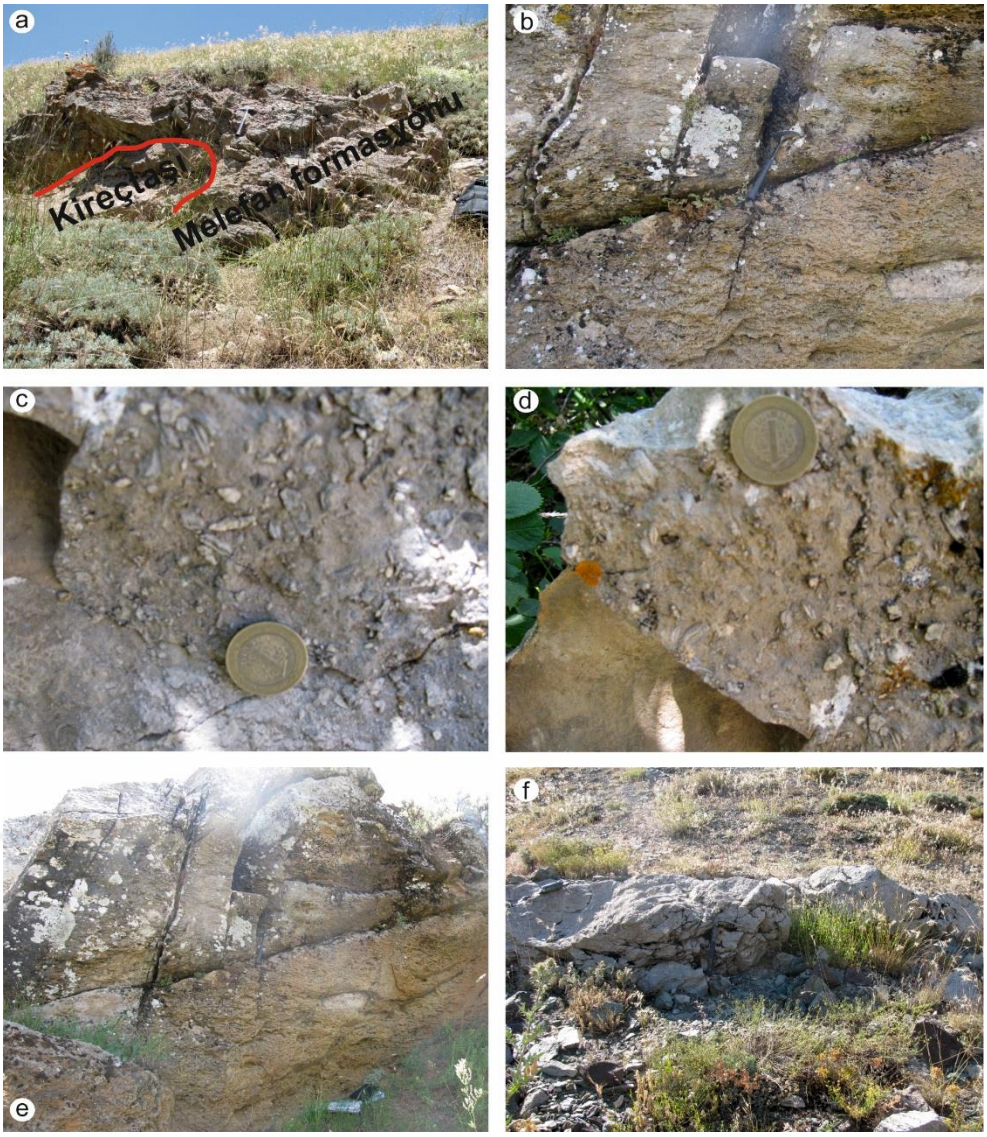



Şekil 4.28. Ceffan formasyonuna ait konglomera birimi (a,d,e,f) ve Maden Kompleksi ile Pütürge Metamorfikleri arasındaki dokanak (b,c)

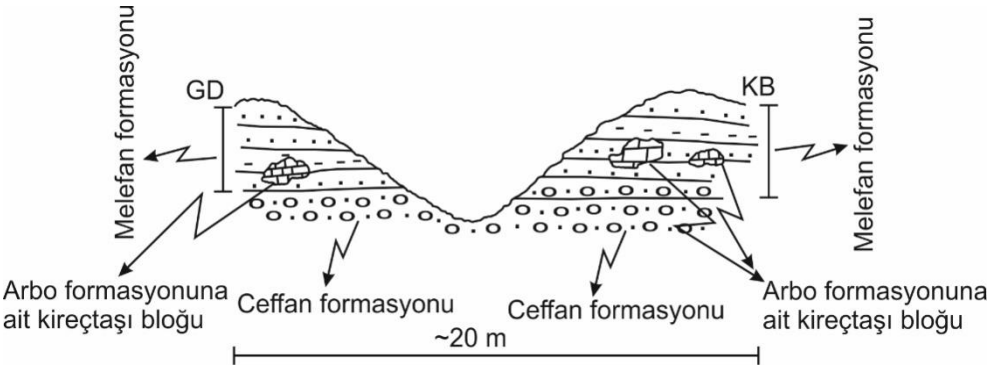



Şekil 4.29. Ortaburun tepesi civarında Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişkiyi gösteren taslak kesit

Arbo formasyonu arazide altında bulunan Ceffan formasyonuyla ve üstünde bulunan Melefan formasyonuyla uyumlu bir ilişki sergilemektedir. Formasyonda yaygın olarak krem renkli *Nummulit* fosilleri içeren kumlu kireçtaşı bulunmaktadır (Şekil 4.30).



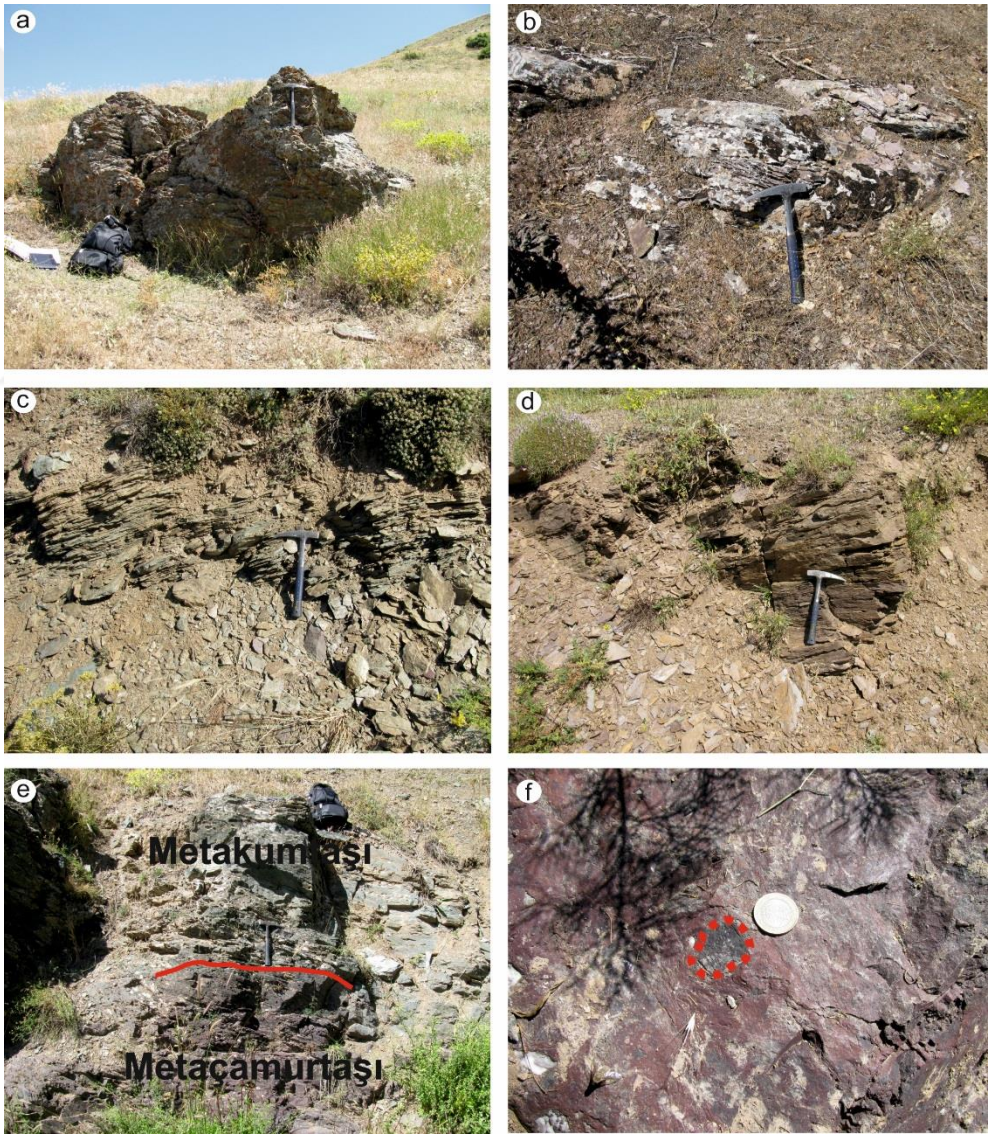

Şekil 4.30. Arbo formasyonuna ait *Nummulitli* kireçtaşı (b,c,d,e,f) ve Melefan formasyonu içerisindeki Arbo formasyonuna ait kireçtaşı (a)



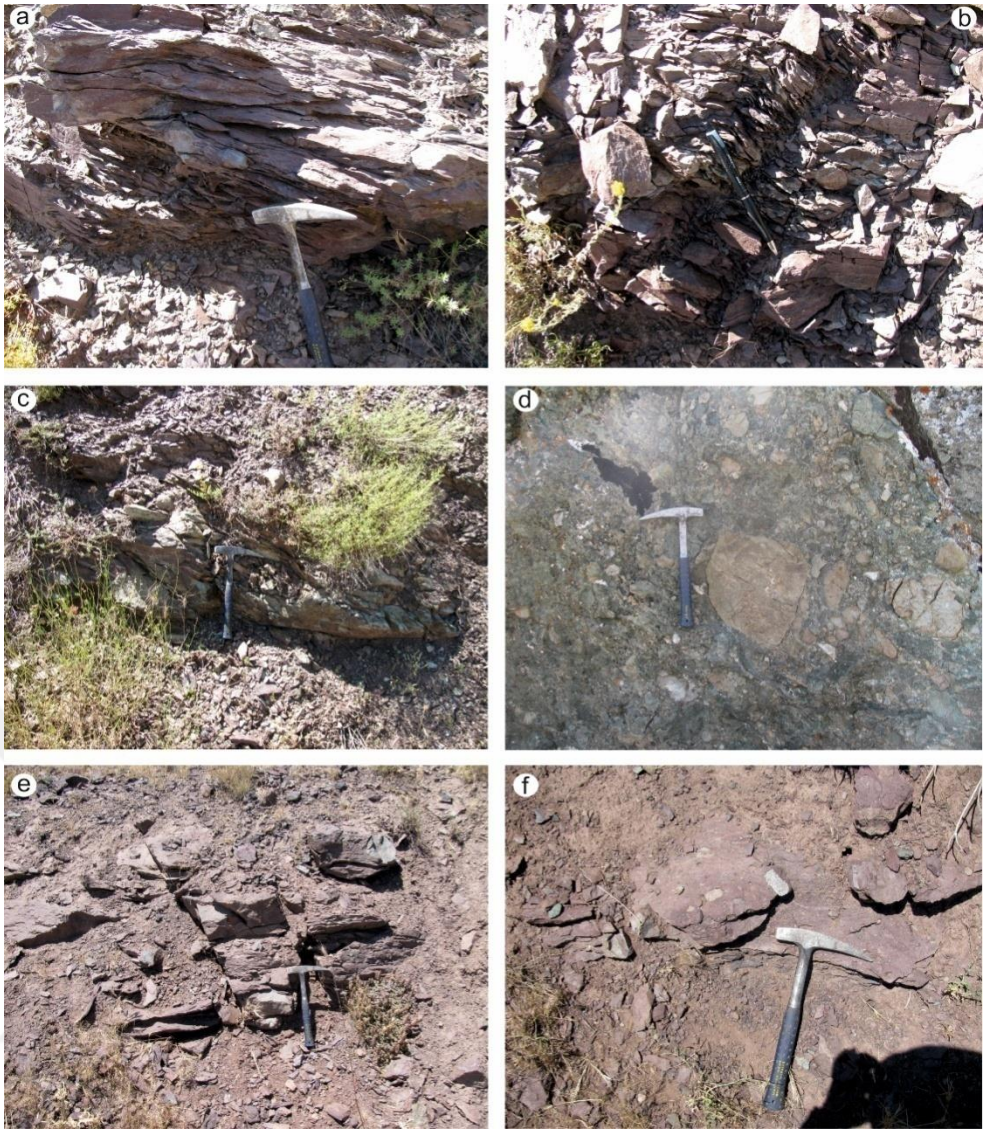

Şekil 4.31. Çanakcı köyü civarında Melefan formasyonu içerisindeki Arbo formasyonuna ait kireçtaşı blokları

Melefan formasyonu yeşil renkli metakumtaşı ve bordo renkli metaçamurtaşından oluşmaktadır. Melefan formasyonu içerisinde Arbo formasyonuna ait kireçtaşı olistolitleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.31). Arazide formasyon içerisinde belirgin bir şekilde şiztozite yapılarının geliştiği ve volkanik kayaç merceklerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu volkanik kayaç mercekleri formasyonun üst tarafına doğru daha da sıklaşmaktadır. Melefan formasyonu içerisinde bazı bölgelerde malakit ve hematit oluşumları gözlenmiştir (Şekil 4.32, 4.33).

Karadere formasyonu Maden Kompleksinin en üstünde bulunan birimidir. Birim başlıca alterasyona uğramamış olanları siyah ve alterasyona uğramış olanları ise bordo ve yeşil renkli bazaltik, andezitik ve spilitik bileşimli volkanik kayaçlardan oluşmaktadır. Karadere formasyonu içerisinde metadiyabaz gibi yarı derinlik kayaçları da gözlenmiştir. Arazide spilit kayaçlarında gaz boşluklarını ikincil kalsit minerallerinin doldurduğu tespit edilmiştir. Bazı bölgelerde volkanik kayaçlarda pirit oluşumları gözlenmektedir (Şekil 4.34).



Şekil 4.32. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı ve metaçamurtaşı (a,b,c,d,e) ile metaçamurtaşı içerisindeki volkanik kaya merceği (f)




Şekil 4.33. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı ve metaçamurtaşı (a,b,c,e,f) ile metakumtaşı içerisindeki kireçtaşı blokları (d)




Şekil 4.34. Karadere formasyonuna ait spilitik bazaltlar (a,c) ve metadiyabaz (b)

### 4.2.2. Pütürge Metamorfiklerine Ait Kayaçların Petrografisi

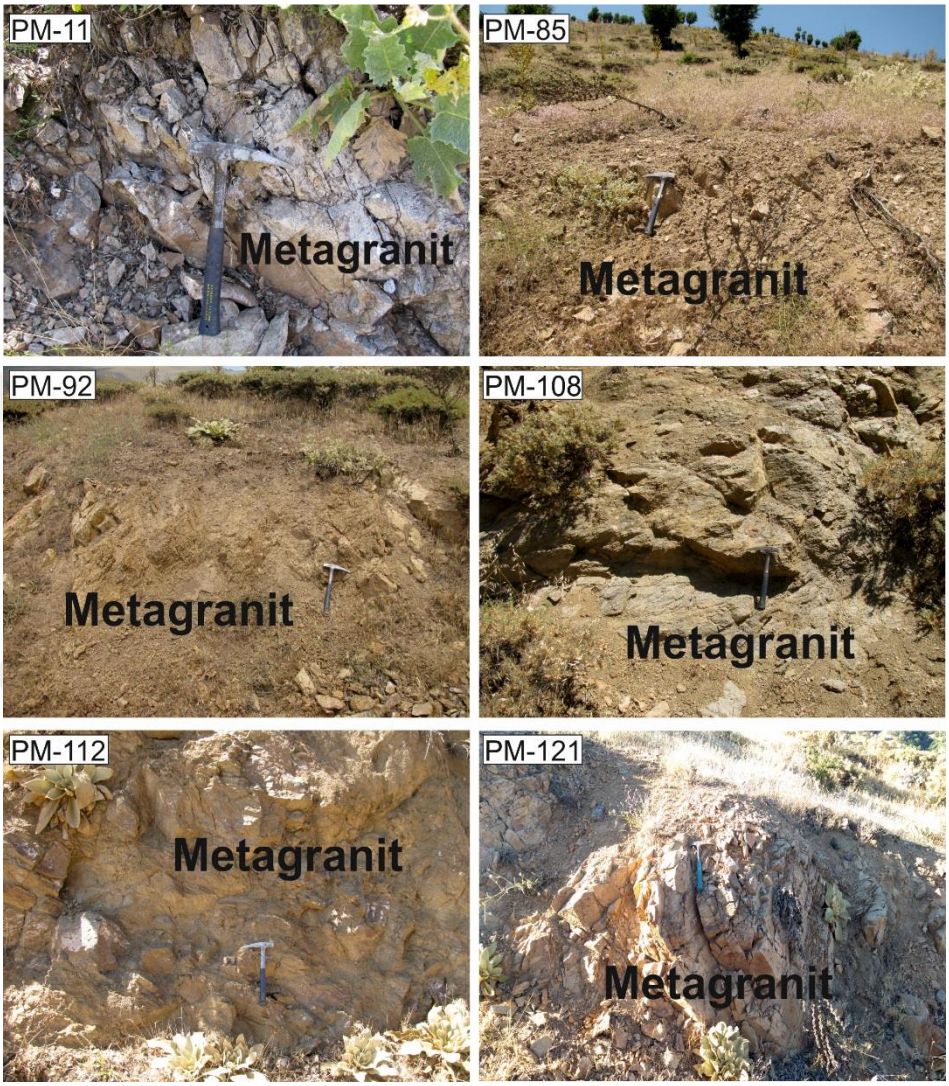
Pütürge Metamorfikleri metagranit, gnays, amfibolit, amfibol şist, mikaşist, kuvarsit, kuvarsşist, kalkşist, mermer, disten-granat-stavrolit kuvars şist ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist'ten oluşmaktadır.

***Metagranitler***

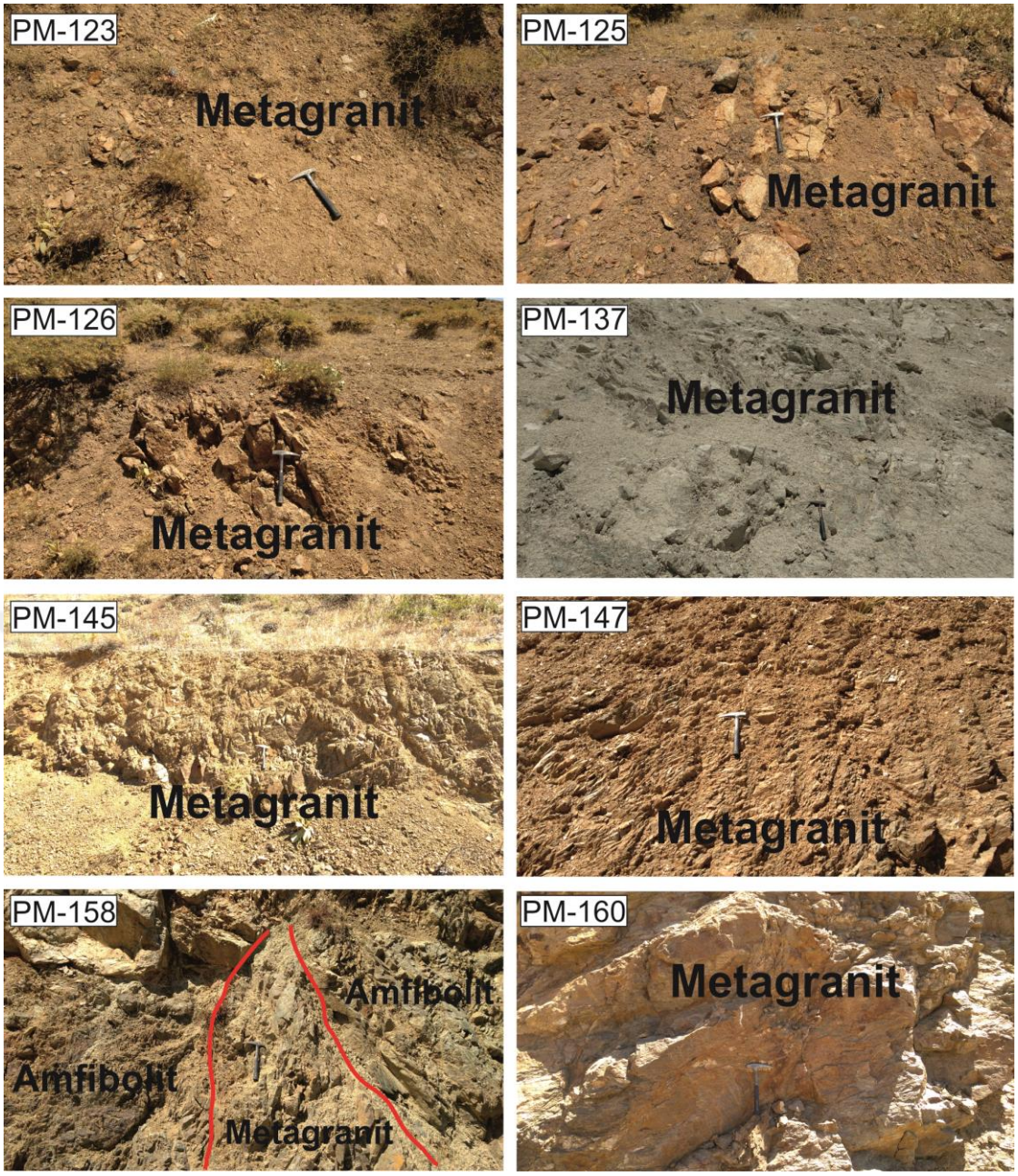
Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitler Çanakcı bölgesi, Nican, Doğur, Ciban mahallesi civarı, Topalan, Ümik, Sınık ve Germik gediği, Seksenli tepesi civarı ve Hüsükkuşağı köyü civarında geniş yüzeylemeler sunmakta olup örneklemeler bu bölgelerden yapılmıştır (Şekil 4.35, 4.36, 4.37).

Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin mineralojik bileşimlerini kuvars, plajiyoklas, potasyumlu feldispat, biyotit, muskovit, klorit, granat, serizit, zirkon, apatit, ilmenit ve opak mineraller oluşturmaktadır. Araziden alınan metagranit örneklerinin hepsi granoblastik doku göstermektedir (Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41). Kuvars mineralleri özşekilsiz, orta-büyük kristaller halinde bulunmaktadır. Açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup metamorfizma etkilerinden dolayı dalgalı sönme göstermektedir (Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41). Plajiyoklas mineralleri gri, beyaz tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Plajiyoklas kristalleri orta-büyük taneli olup, yarı özşekilli-özşekilli olarak gözlenmiştir. Plajiyoklas minerallerindeki polisentetik ikizlenmeler Nican mahallesi, Sınık tepesi ve Hüsükuşağı köyü civarından alınan örneklerde belirgin olup, diğer bölgelerden alınan örneklerdeki plajıyoklas minerallerinde polisentetik ikizlenme fazla belirgin değildir (Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41). Ayrıca Sınık ve Topalan tepesi civarından alınan örneklerde bulunan plajiyoklas minerallerinde serizitleşme ve kaolenleşmeler gözlemlenmiştir (Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41). Doğur, Ciban mahallesi ve Ümik tepesi civarından alınan örneklerde bulunan potasyumlu feldispat minerallerinde pertitleşme gözlemlenmiştir. Diğer bölgelerden alınan örneklerde ki potasyumlu feldispat mineralleri ise orta-büyük kristaller halinde olup gri tonlarında polarizasyon renklerine sahip ve belirgin karlspat ikizlenmesi göstermektedir. Potasyumlu feldispat mineralleri yarı özşekilli-özşekilli kristaller olarak gözlemlenmiştir (Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41). Ciban, Doğur mahallesi ve Germik gediği tepesi civarından alınan örneklerde biyotit mineralleri yarı özşekilli-özşekilli taneler halinde olup orta-büyük kristaller halindedir. Mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında net pleokroizma göstermekte ve tek yönde ince ve muntazam dilinimlere sahiptir. Diğer bölgelerden alınan örneklerde bulunan biyotit mineralleri ise özşekilsiz ve küçük taneler halindedir (Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41). Doğur mahallesi ve Hüsükuşağı köyü civarından alınan örneklerde bulunan muskovit mineralleri diğer bölgelerden alınan örneklerde bulunan muskovit minerallerine göre boyut olarak daha büyük olup, yarı özşekilli-özşekilli kristaller halindedir. Tek yönde ince ve muntazam dilinimlere sahip olup, mavi, yeşil ve sarı tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Alınan örneklerin genelinde biyotit ve muskovit minerallerinde kloritleşmeler gözlenmiştir. Klorit mineralleri mavi, lacivert ve mor tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte

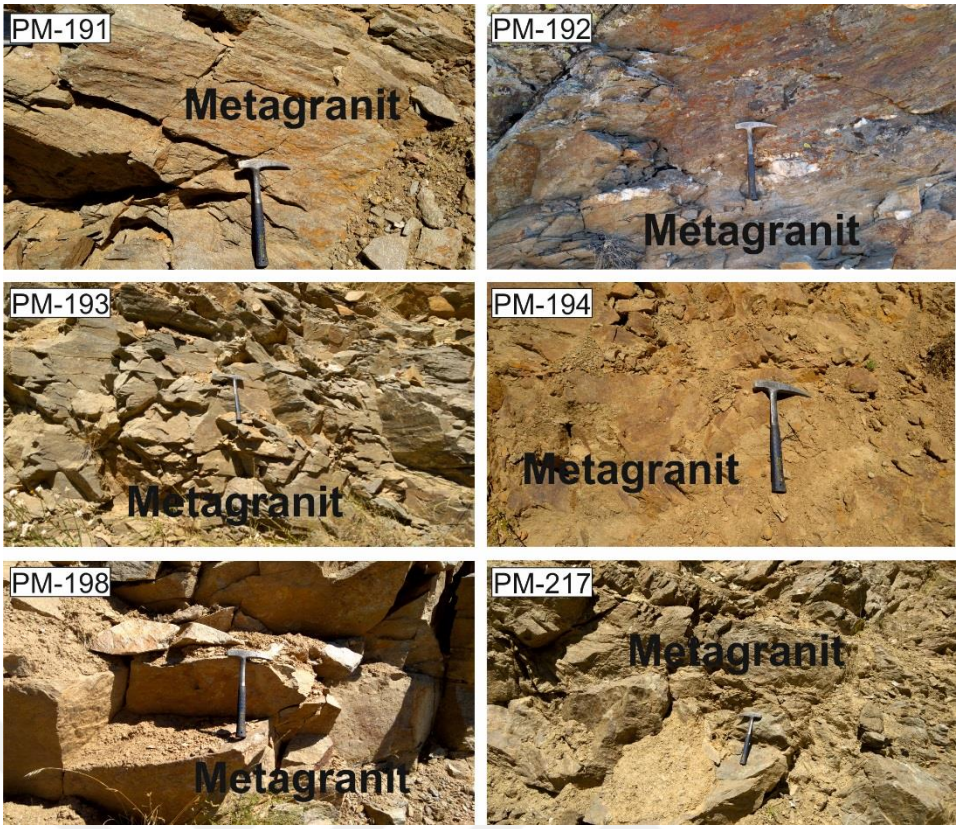
olup tek nikolde yeşil renginde pleokroizma göstermektedir (Şekil 4.38, 4.39, 4.40, 4.41). Ciban mahallesi civarında alınan bir metagranit örneğinde granat minerali gözlemlenmiştir. Granat minerali siyah tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup rölyefi yüksektir. Granat minerallerinin bazılarında kenarları boyunca kloritleşmeler gözlemlenmiştir (Şekil 4.38). Zirkon ve apatit mineralleri genellikler diğer mineraller içinde kapanım olarak bulunmaktadır(Şekil 4.39, 4.40, 4.41).



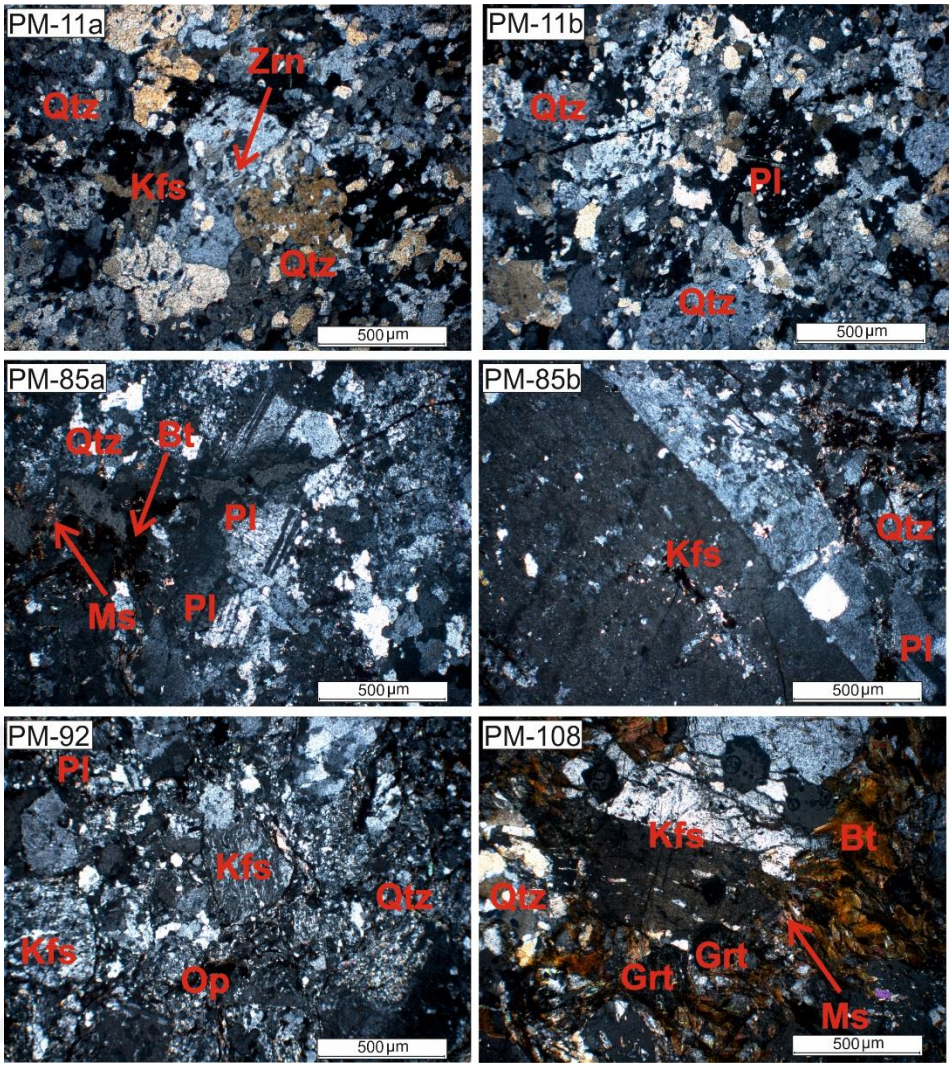

Şekil 4.35. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü



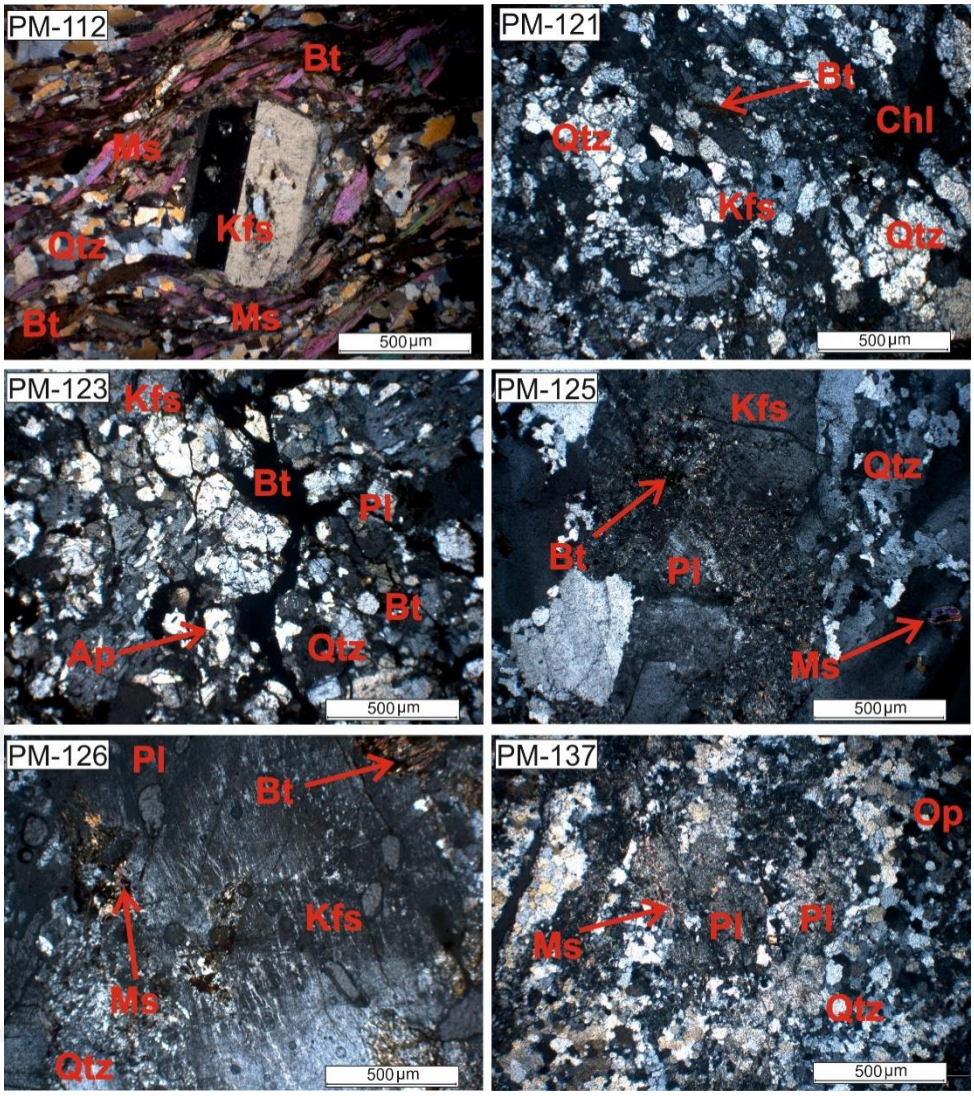

Şekil 4.36. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü



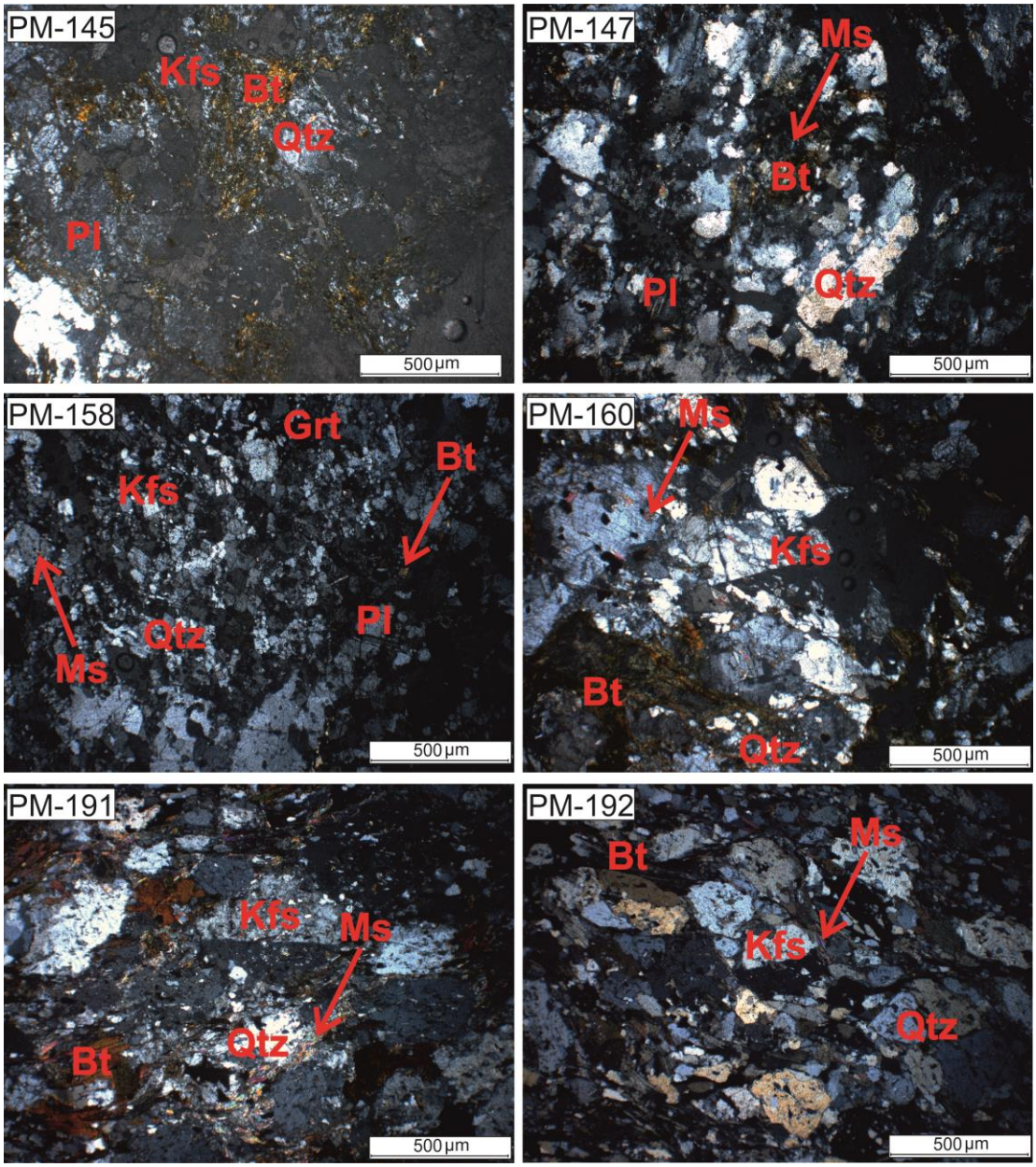
Şekil 4.37. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin arazi görünümü



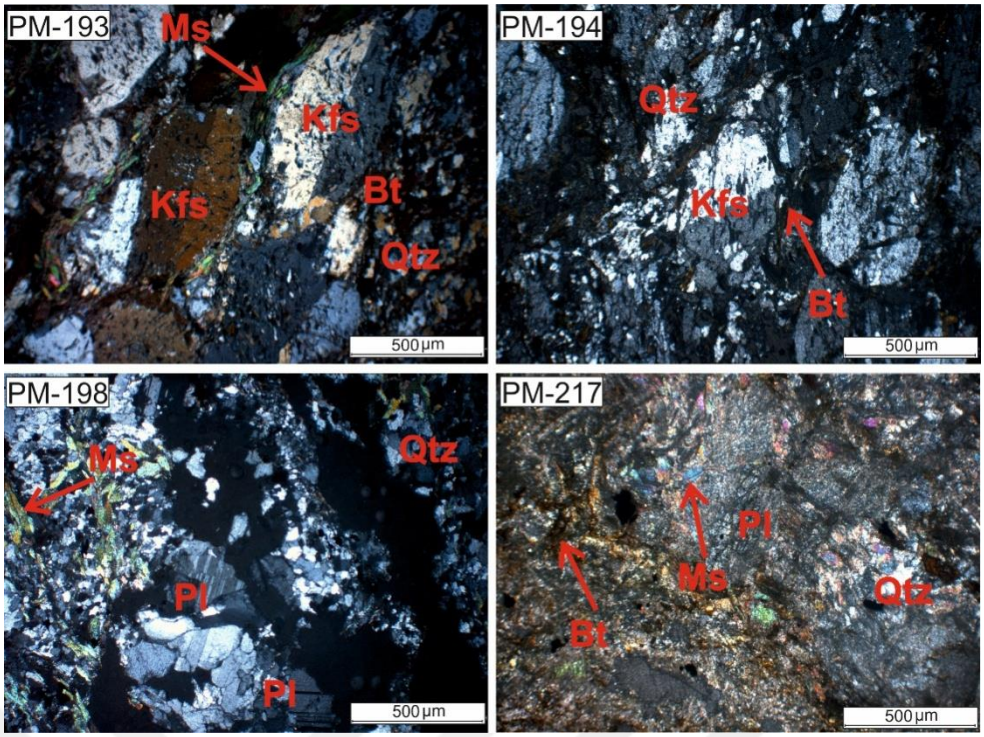

Şekil 4.38. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Zrn: Zirkon, Op: Opak mineral)




Şekil 4.39. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Chl: Klorit, Ap: Apatit, Op: Opak mineral)




Şekil 4.40. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit,)



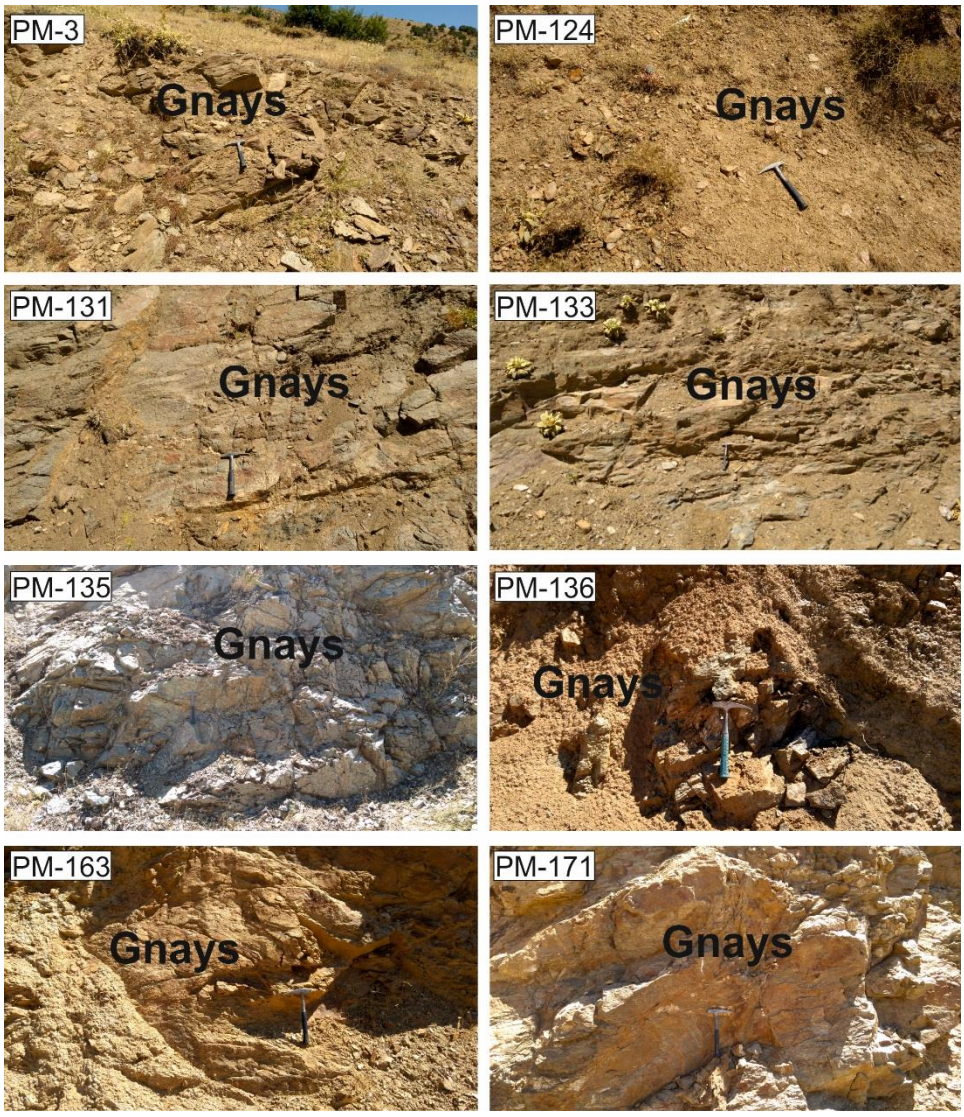
Şekil 4.41. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranitlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit)

***Gnayslar***

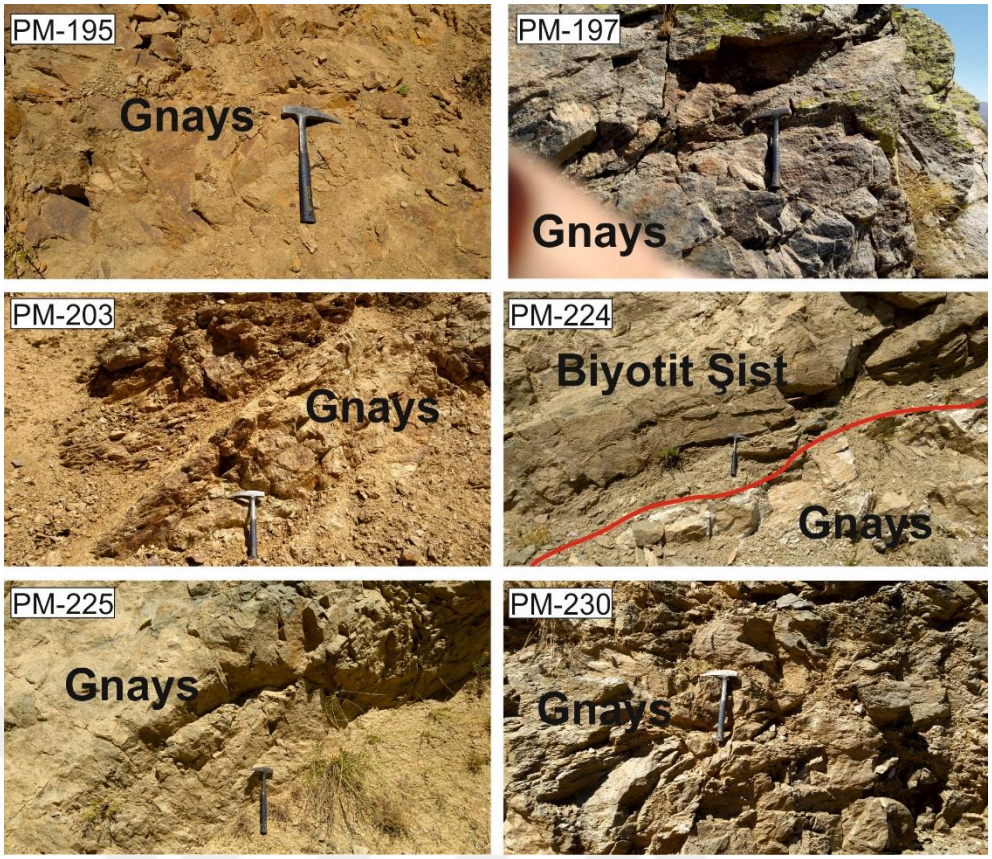
Pütürge Metamorfiklerine ait gnays kayaları başlıca Kavak, Nican, Ciban, Karakaya, Gündüz mahallesi civarı, Germik gediği, Kesen, Türbik tepe civarı, Küçük çayır ve Kesen çukuru civarında geniş yüzeylemeler sunmaktadır (Şekil 4.42, 4.43).

Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların mineralojik bileşimlerini kuvars, potasyumlu feldispat, plajiyoklas, muskovit, biyotit, klorit, serizit, epidot apatit, zirkon, sfen ve opak mineraller oluşturmaktadır (Şekil 4.44, 4.45, 4.46). Kavak, Nican, Ciban mahallesi, Germik gediği tepesi, Küçük çayır ve Kesen çukuru bölgesinden alınan gnays örnekleri gözlü dokuya sahipken, diğer bölgelerden alınan örnekler granoblastik doku sunmaktadır. Kuvars mineralleri özşekilsiz olup, orta-büyük taneler halindedir. Metamorfizma etkilerinden dolayı yer yer dalgalı sönme göstermekte olup açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir (Şekil 4.44, 4.45, 4.46). Ciban mahallesi, Germik gediği ve Türbik tepesi civarından alınan örneklerde bulunan plajiyoklas mineralleri yarı özşekilli-özşekilli kristaller halindedir. Plajiyoklas mineralleri gri, beyaz tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup polisentetik ikizlenmeler belirgindir. Diğer bölgelerden alınan örneklerde ise plajiyoklas mineralleri özşekilsiz olup kaolenleşme ve serizitleşme gözlemlenmiştir. Potasyumlu feldispat mineralleri gri tonlarında polarizasyon renklerine sahip olup orta-büyük kristaller halindedir. Potasyumlu feldispat mineralleri yarı özşekilli-özşekilli kristaller halinde olup karlspat ikizlenmesi sunarlar (Şekil 4.44, 4.45, 4.46). Potasyumlu feldispat minerallerinde yer yer kalolenleşmeler gözlemlenmiştir. Kavak ve Nican mahallesi civarından alınan gnays örneklerindeki biyotit mineralleri özşekilsiz-yarı özşekilli taneler halinde olup küçüktür. Diğer bölgelerden alınan örneklerde bulunan biyotit mineralleri ise orta-büyük taneler

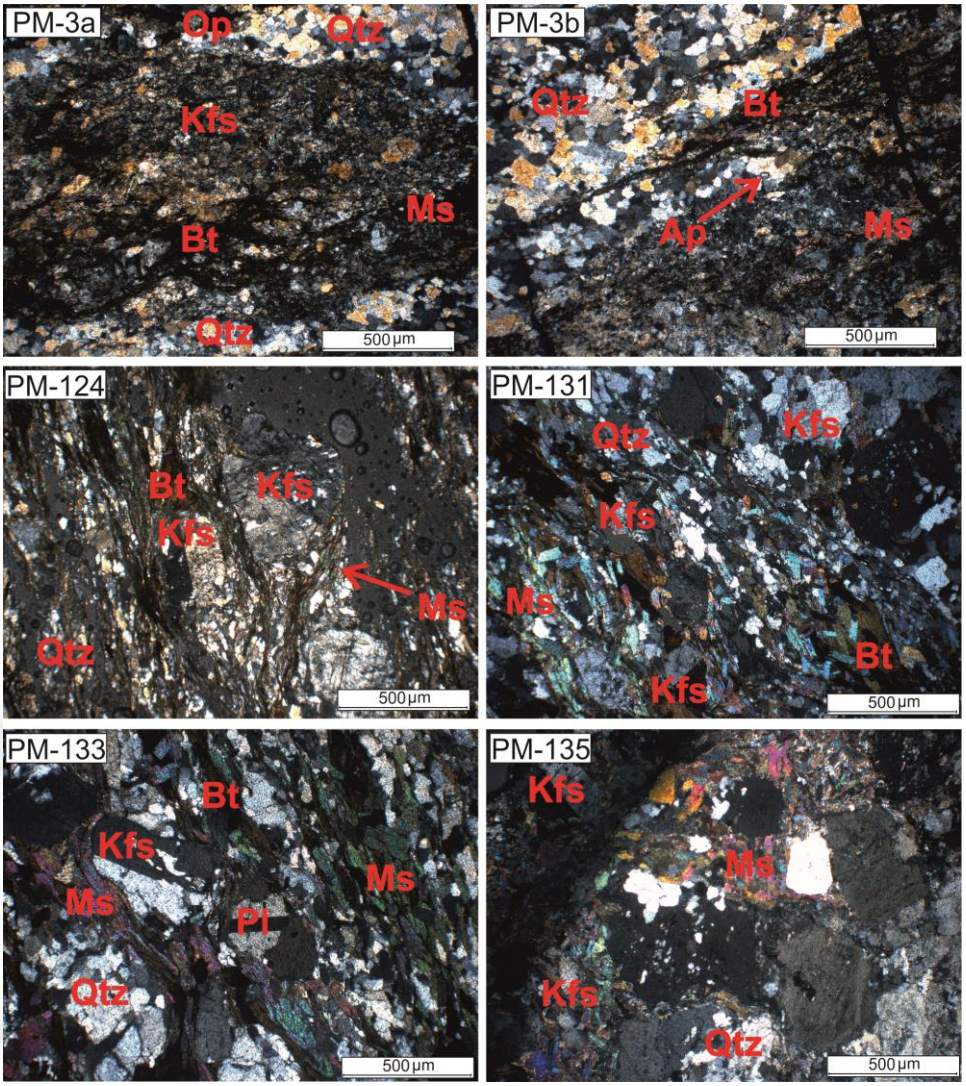
halinde olup, yarı özşekilli-özşekilli kristaller halindedir. Mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermektedir. Biyotit mineralleri tek yönde ince ve muntazam dilinimlere sahiptir. Ciban, Karakaya mahallesi ve Germik gediği tepesi civarından alınan örneklerde bulunan muskovit mineralleri diğer bölgelerden alınan örneklerde bulunan muskovit minerallerine göre boyut olarak daha büyüktür. Yarı özşekilli-özşekilli kristaller halinde olup mavi, yeşil ve sarı tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Muskovit mineralleri tek yönde ince ve muntazam dilinimlere sahiptir (Şekil 4.44, 4.45, 4.46). Kesen çukuru bölgesinde alınan örneklerde kloritleşmeler gözlemlenmiştir. Klorit mineralleri mavi, lacivert ve mor tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup tek nikolde yeşilin tonlarında pleokroizma göstermektedir. Yer yer küçük taneler halinde epidot mineralleri de gözlenmiştir. Zirkon ve apatit mineralleri genellikle diğer mineraller içinde kapanım olarak bulunmaktadır (Şekil 4.44, 4.45, 4.46).



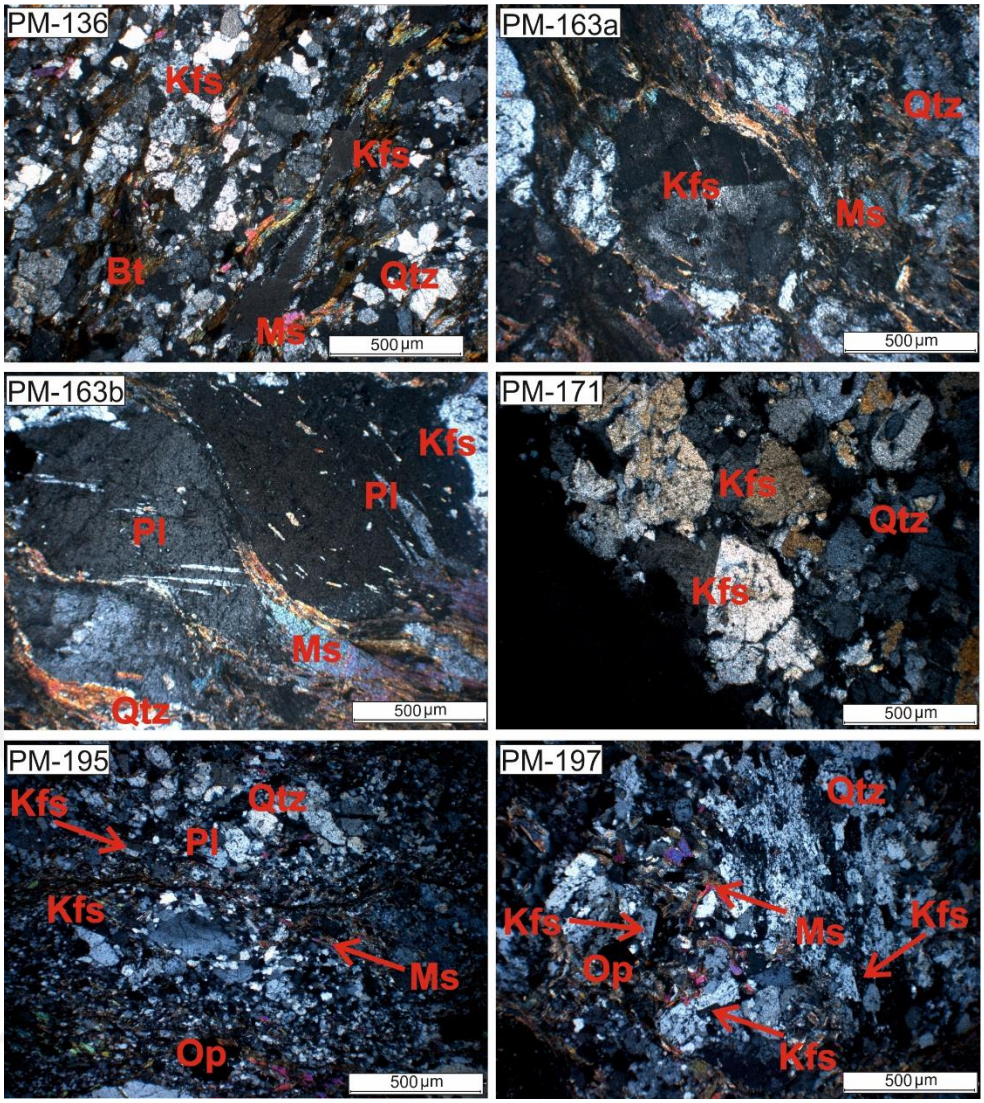
Şekil 4.42. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların arazi görünümü



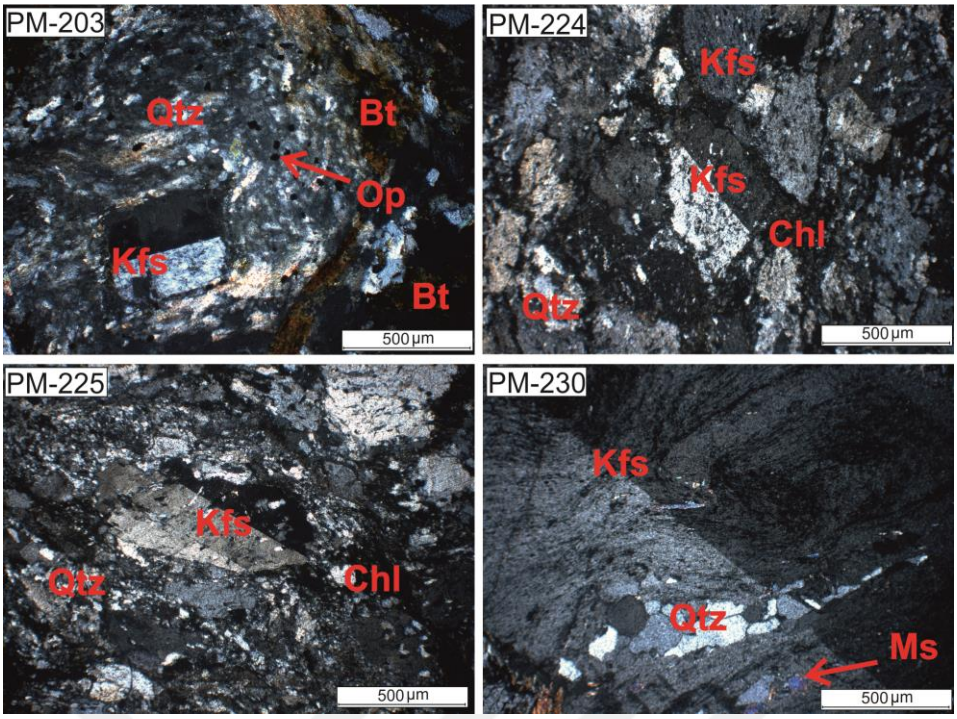
Şekil 4.43. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların arazi görünümü




Şekil 4.44. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Ap: Apatit Op: Opak mineral)




Şekil 4.45. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Op: Opak mineral)

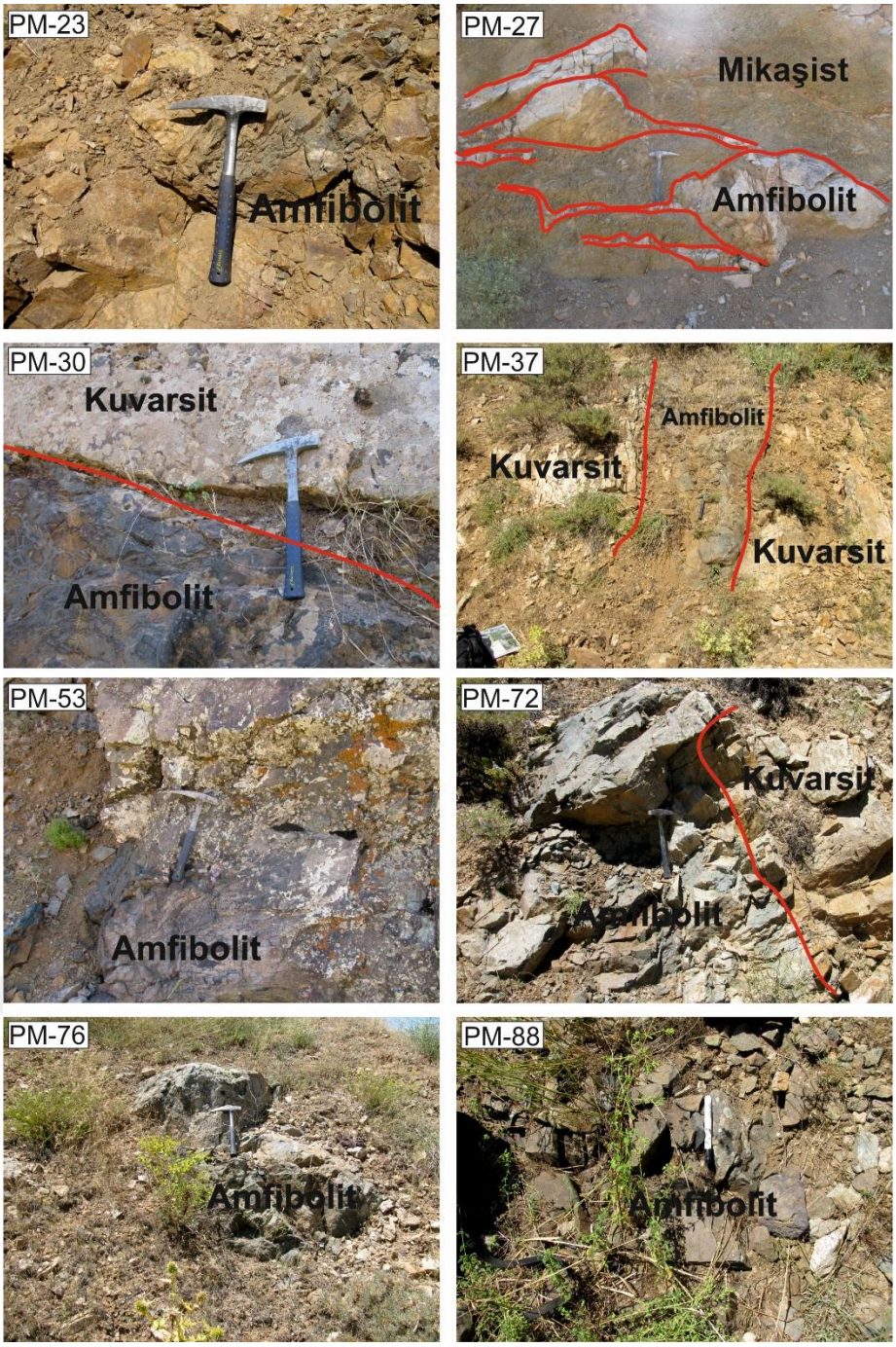



Şekil 4.46. Pütürge Metamorfiklerine ait gnaysların ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Chl: Klorit, Op: Opak mineral)

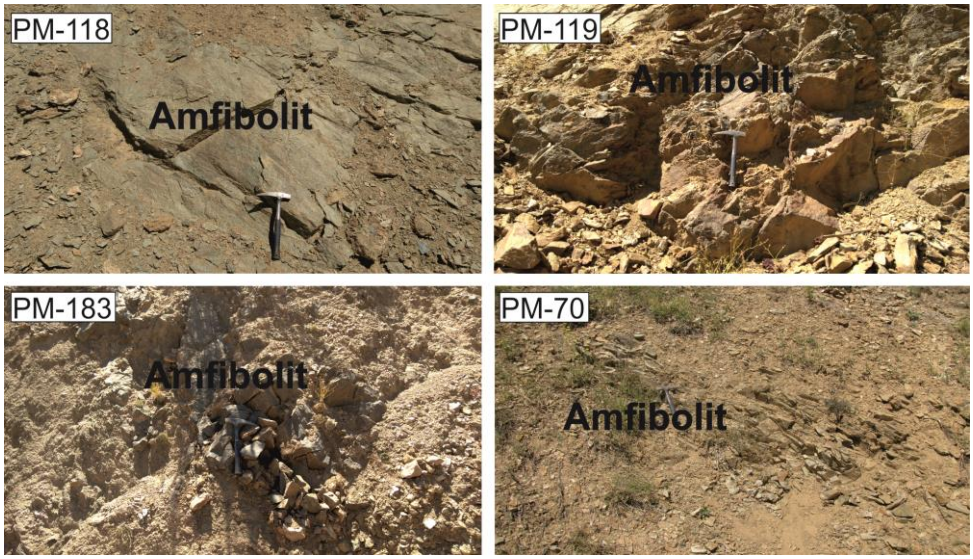
***Amfibolitler***

Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin başlıca Çanakcı köyü ve Karataş tepesi civarında yüzeylemeler sunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.47, 4.48).

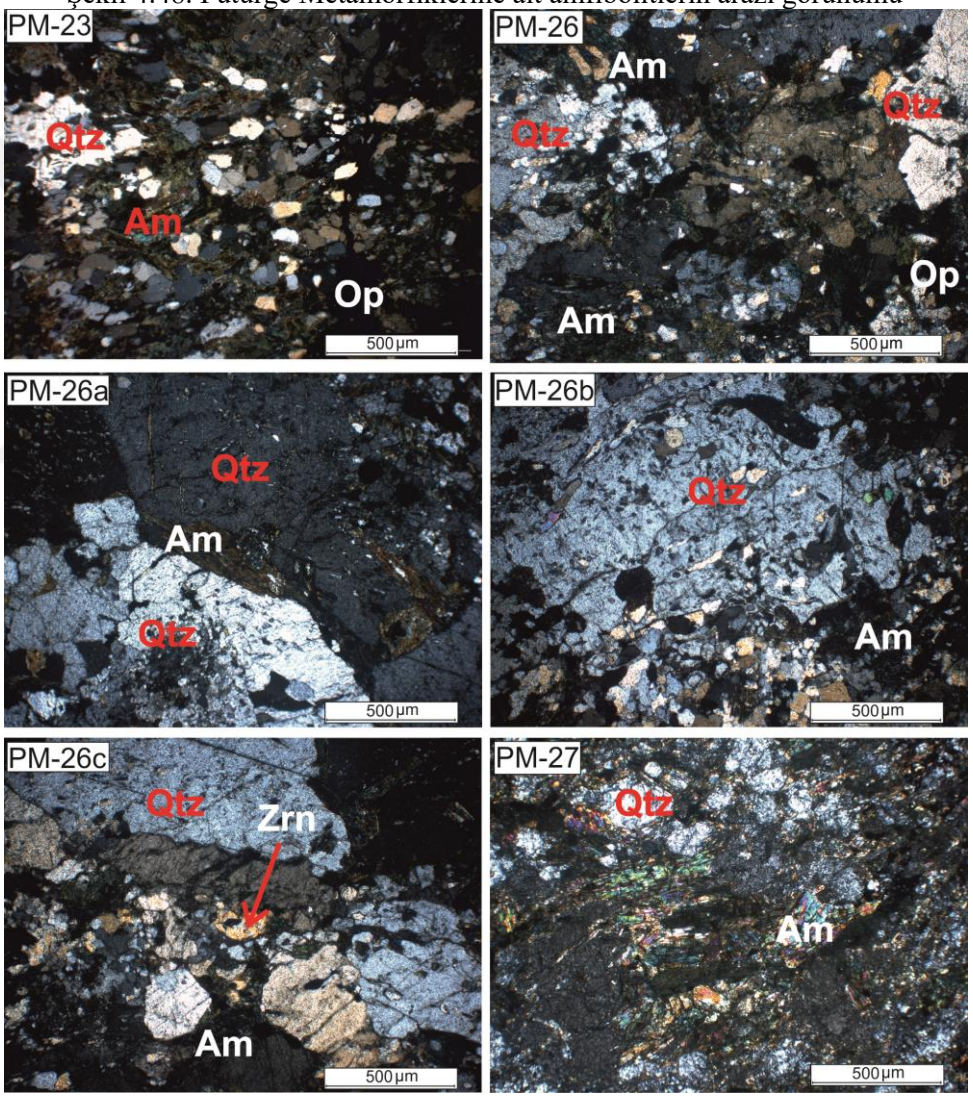
Pütürge Metamorfiklerinden alınan amfibolit örneklerinin mineralojik bileşimlerini amfibol, plajiyoklas, granat, biyotit, klorit, kuvars, zirkon, apatit, sfen, ilmenit ve opak mineraller oluşturmaktadır (Şekil 4.49, 4.50). Amfibolit örneklerinin hepsi granoblastik doku sunmaktadır. Amfibol mineralleri orta-büyük taneli kristaller halinde olup, özşekilsiz-yarı özşekilli olarak gözlemlenmiştir. Mikroskop altında tek nikolde yeşilin tonlarında pleokroizma göstermektedir. Kesitlerin genelinde amfibol minerallerinde kloritleşmeler ve bazı amfibol minerallerinin aktinolit minerallerine dönüşümü tespit edilmiştir. Mavi, yeşil ve sarı tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir (Şekil 4.49, 4.50). Klorit minerali amfibol minerallerinin kloritleşmesi sonucunda gelişmiştir. Mavi, mor ve lacivert tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Plajiyoklas mineralleri özşekilsiz olup, kaolenleşme ve serizitleşmeler gözlemlenmiştir. Biyotit minerali az miktarda ve küçük boyutlarda olup, mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermektedir. Granat mineralleri yüksek rölyefli, siyah tonlarında polarizasyon renkleri gösteren yarıözşekilli-özşekilli kristaller halindedir. Granat minerallerinin çeperleri boyunca yer yer kloritleşmeler tespit edilmiştir. Kuvars minerali özşekilsiz, orta-büyük taneler halinde olup açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Zirkon ve apatit mineralleri ise genel olarak diğer mineraller içinde kapanımlar halinde bulunmaktadır (Şekil 4.49, 4.50).



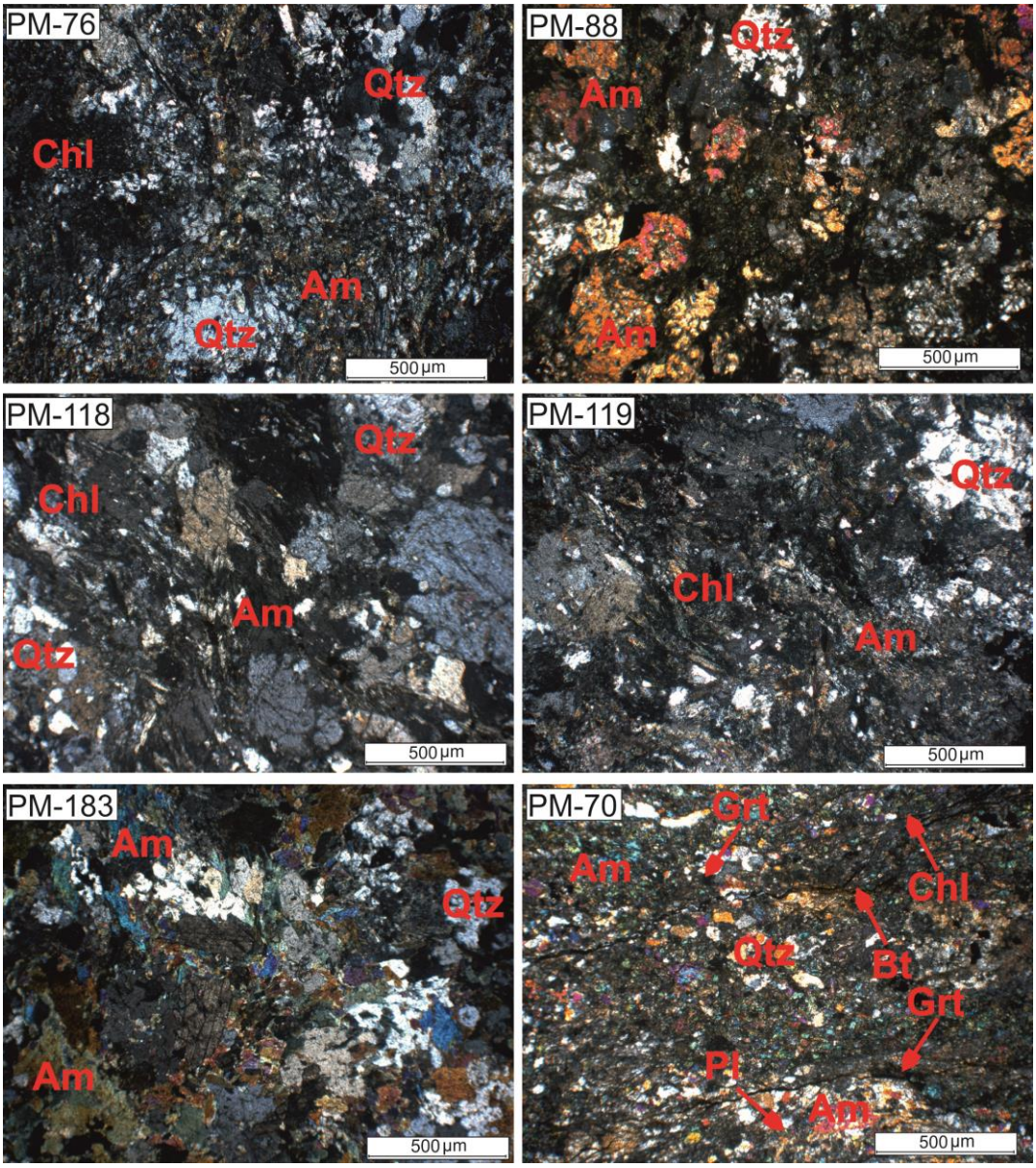
Şekil 4.47. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin arazi görünümü




Şekil 4.48. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin arazi görünümü




Şekil 4.49. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Am: Amfibol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Chl: Klorit, Op: Opak mineral)



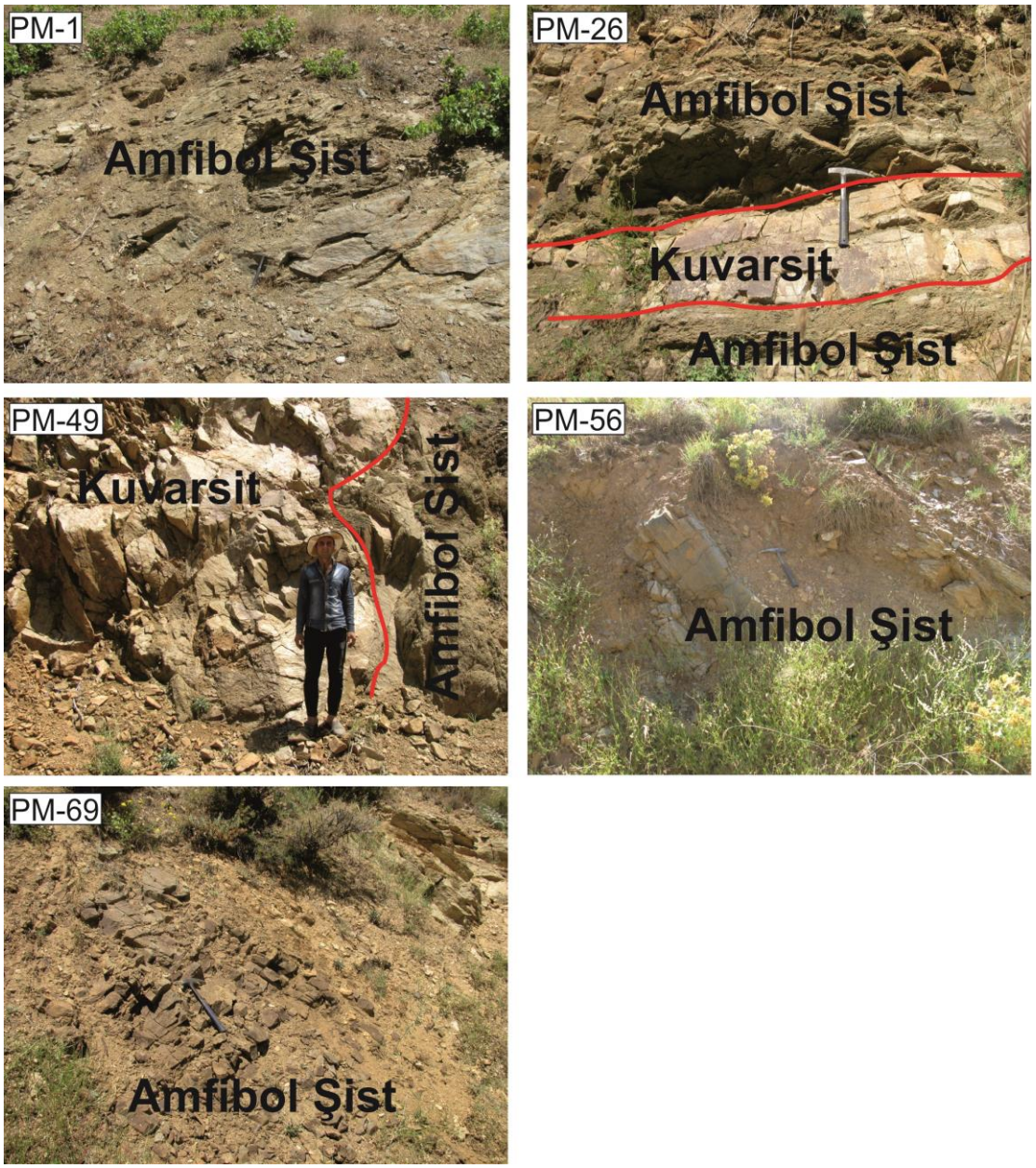

Şekil 4.50. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Am: Amfibol, Pl: Plajiyoklas, Grt: Granat, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Chl: Klorit)

***Amfibol Şistler***

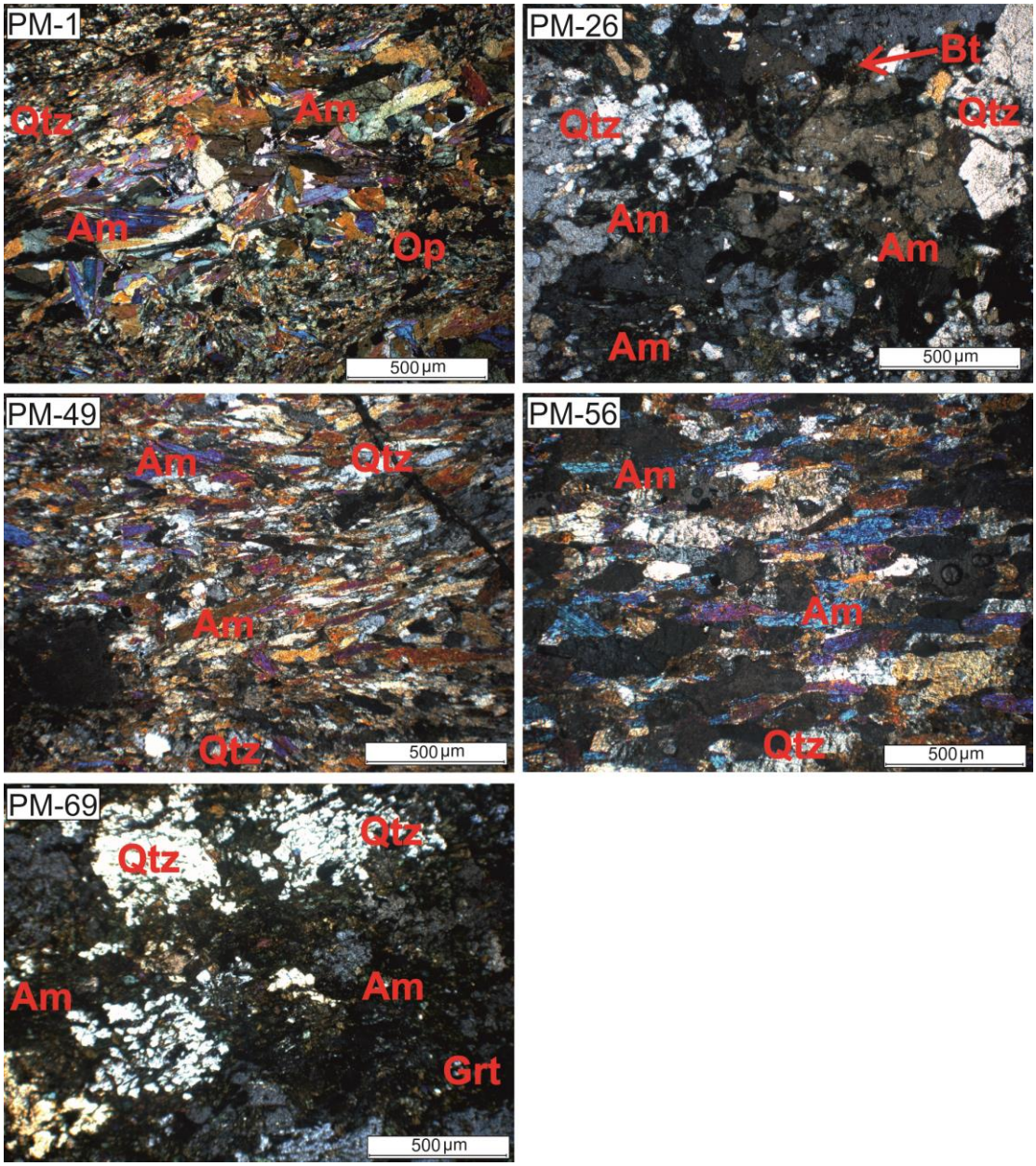
Pütürge Metamorfiklerine ait amfibol şistler Çanakcı köyü civarında gözlenmektedir (Şekil 4.51).

Pütürge Metamorfiklerine ait amfibol şistlerin mineralojik bileşimlerini amfibol, granat, kuvars, plajiyoklas, biyotit, klorit, serizit, zirkon, apatit, sfen ve opak mineraller oluşturmaktadır. Amfibol şistler nematoblastik doku göstermektedirler (Şekil 4.52). Amfibol mineralleri mikroskop altında mavi, sarı ve yeşil tonlarında polarizasyon renklerine sahip olup tek nikolde yeşilin tonlarında pleokroizma göstermektedir. Orta-büyük kristaller halinde olan amfibol mineralleri yarıözşekilli-özşekilli olarak gözlemlenmiştir. Bazı kesitlerde amfibol minerallerinde kloritleşmeler vardır (Şekil 4.52). Granat mineralleri kayaç içerisinde küçük-orta büyüklükte taneler halindedir. Siyah tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup rölyefi yüksektir. Klorit mineralleri mikroskop altında mavi, lacivert ve mor tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup tek

nikolde açık yeşil renkli pleokroizma göstermektedir. Kuvars mineralleri mikroskop altında açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte ve küçük-orta büyüklükte taneler halinde bulunmaktadır. Kuvars mineralleri özşekilsiz olup yer yer dalgalı sönme göstermektedir. Plajiyoklas mineralleri özşekilsiz olup, kaolenleşme ve serizitleşmeler gözlemlenmiştir. Biyotit mineralleri çok az ve küçük olup mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermektedir. Zirkon ve apatit mineralleri genellikle diğer mineraller içerinde küçük taneler halinde kapanım olarak bulunmaktadır. Bazı biyotit minerallerinde kloritleşmeler gözlemlenmiştir (Şekil 4.52).




Şekil 4.51. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibol şistlerin arazi görünümü



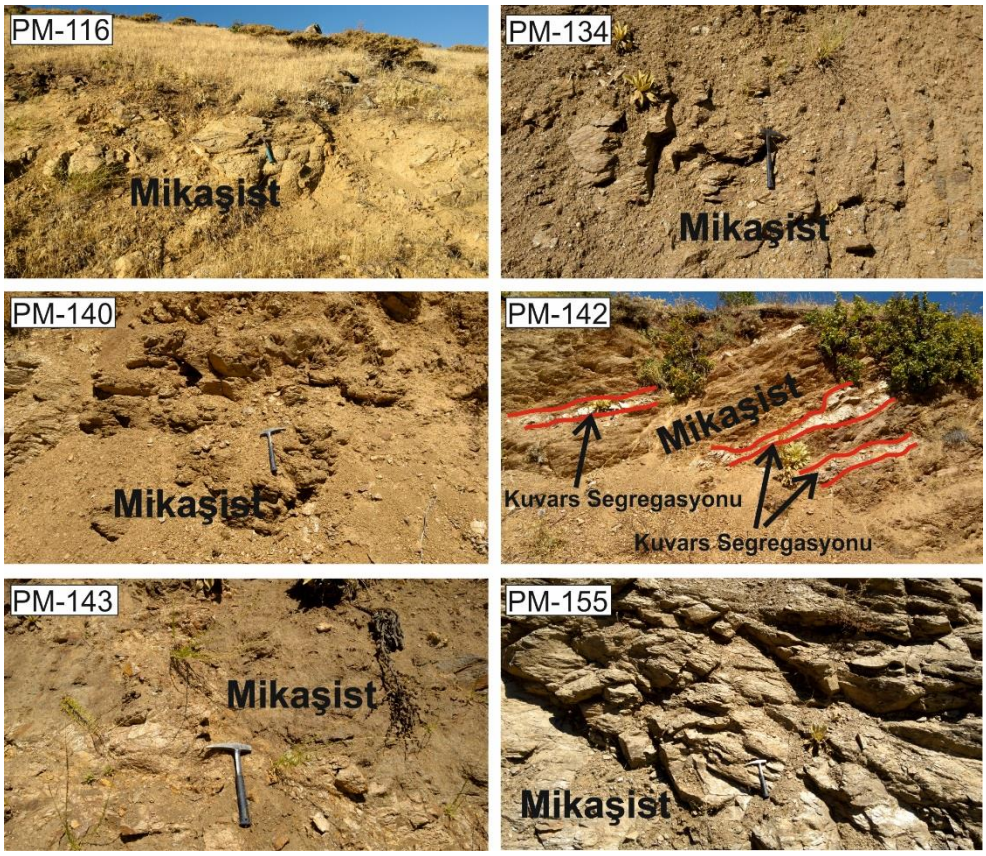

Şekil 4.52. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibol şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Am: Amfibol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Grt: Granat Op: Opak mineral)

***Mikaşistler***

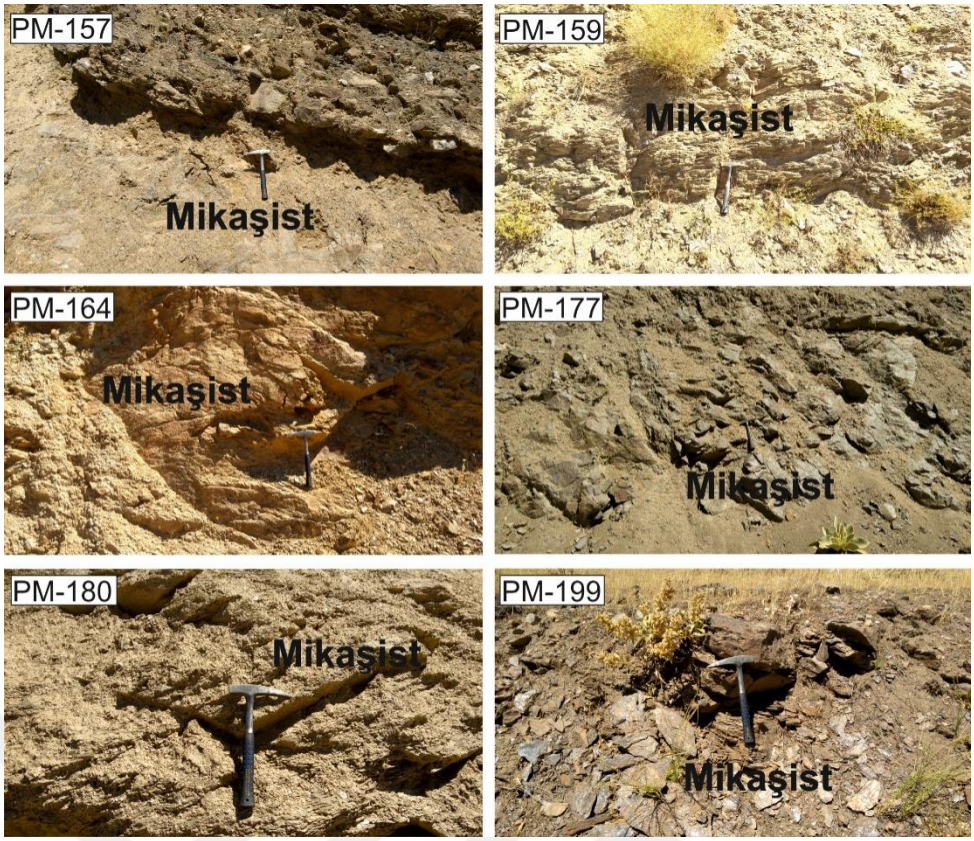
Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin Ciban, Köribo mahallesi, Hüsükuşağı köyü, Karlık, Topalan, Asma, Germik gediği, Köse Mustafa ve Ümik tepesi civarında yüzeylemeleri tespit edilmiştir (Şekil 4.53, 4.54).

Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin mineralojik bileşimlerini biyotit, muskovit, plajiyoklas, potasyumlu feldispat, kuvars, klorit, granat, epidot ve opak mineraller oluşturmaktadır. Mikaşist örneklerinin hepsi lepidoblastik doku göstermektedir (Şekil 4.55, 4.56). Biyotit mineralleri küçük-orta büyüklükte taneler halinde olup, özşekilsiz-yarı özşekilli olarak gözlemlenmiştir. Tek yönde dilinimleri fazla belirgin olmayıp mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermektedir. Muskovit mineralleri orta-büyük taneler halinde olup, yarı özşekilli-özşekilli olarak gözlemlenmiştir. Tek yönde muntazam dilinimlere

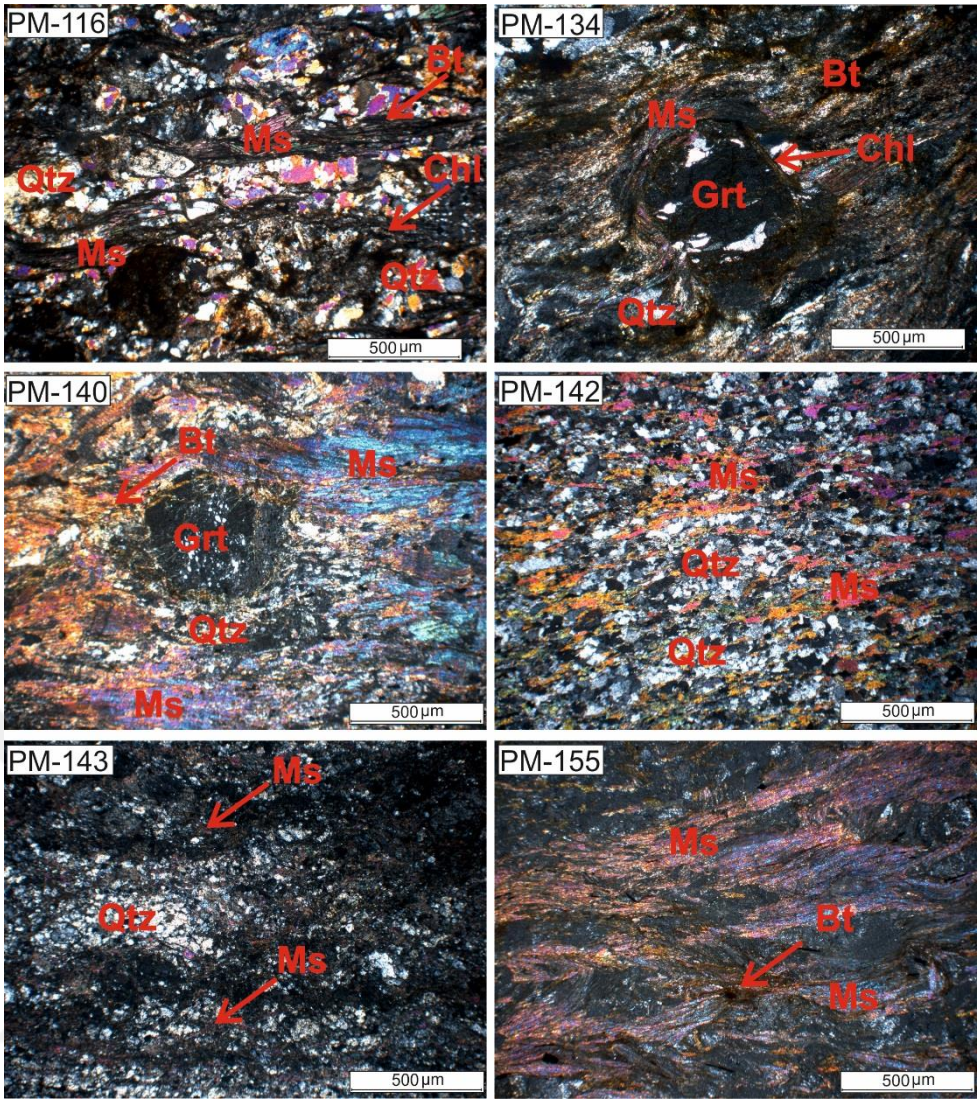
sahiptir ve mikroskop altında mavi, yeşil ve sarı tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Biyotit ve muskovit minerallerinde yer yer kloritleşmeler gözlemlenmiştir (Şekil 4.55, 4.56). Plajiyoklas ve potasyumlu feldispat mineralleri özşekilsiz olup, kaolenleşme ve serizitleşmeler gözlemlenmiştir. Klorit mineralleri mavi, mor ve lacivert tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup, tek nikolde yeşil renginde pleokroizma göstermektedir. Kuvars mineralleri orta-büyük taneler halinde olup özşekilsiz olarak gözlemlenmektedir. Kuvars mineralleri mikroskop altında açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Ciban mahallesi, Topalan ve Germik gediği tepesi civarından alınan mikaşist örneklerinde granat minerali gözlemlenmiştir. Granat minerali mikroskop altında siyahın tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup, rölyefi yüksektir. Bazı granat minerallerinin çeperleri boyunca kloritleşmeye maruz kaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.55, 4.56).



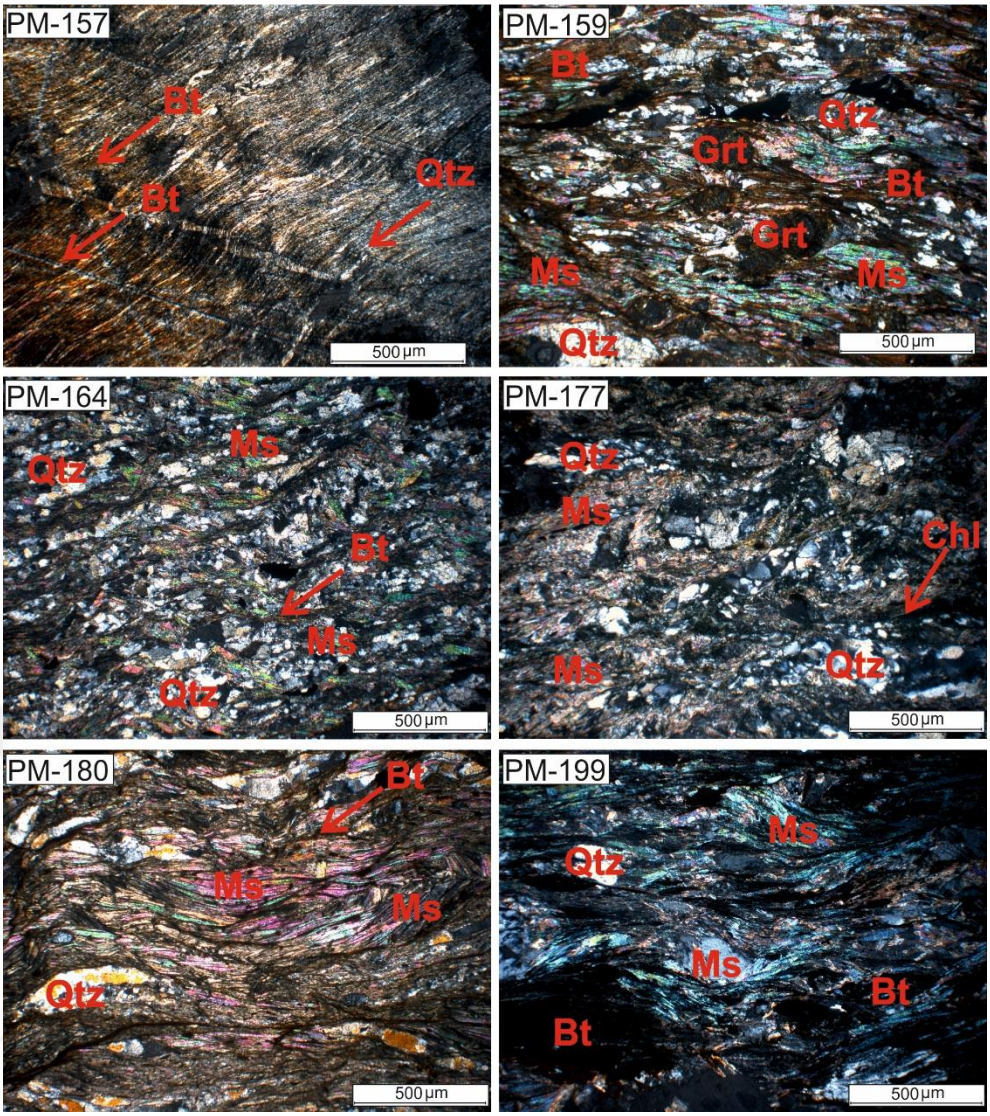
Şekil 4.53. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin arazi görünümü



Şekil 4.54. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin arazi görünümü




Şekil 4.55. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Chl: Klorit)



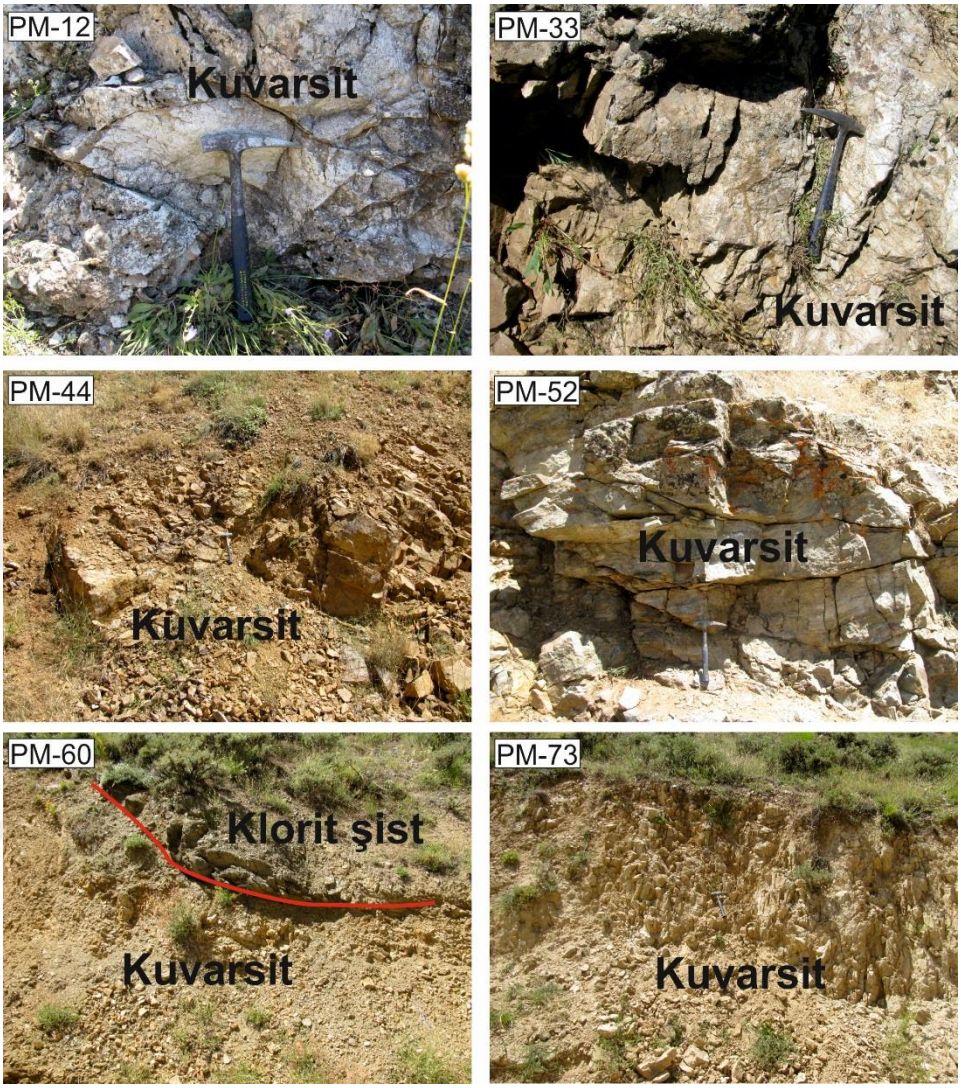

Şekil 4.56. Pütürge Metamorfiklerine ait mikaşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Chl: Klorit)

***Kuvarsitler***

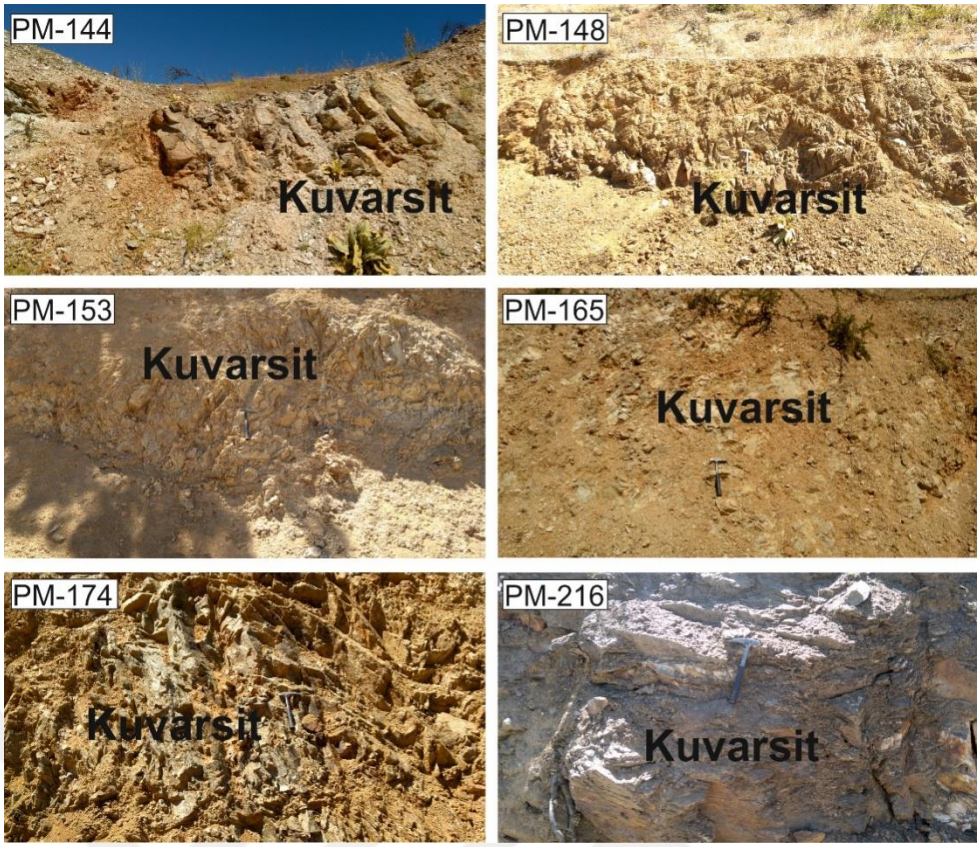
Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitler başlıca Çanakcı köyü, Nican, Badik, Gamiran mahallesi, Husgazikin, Sınık ve Ümik tepesi civarında gözlenmektedir (Şekil 4.57, 4.58).

Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsit örneklerinin mineralojik bileşimlerini kuvars, biyotit, muskovit, klorit, granat ve opak mineraller oluşturmaktadır. Kuvarsit örneklerinin tamamı granoblastik doku göstermektedir (Şekil 4.59, 4.60). Kuvars mineralleri özşekilsiz, orta-büyük taneler halinde olup mikroskop altında açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Husgazikin tepesi civarından alınan örnekte bulunan biyotit mineralleri küçük-orta taneli olup özşekilsiz-yarı özşekilli olarak gözlenmektedir. Diğer bölgelerden alınan örneklerde bulunan biyotit mineralleri ise özşekilsiz olup küçük taneler halindedir. Mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermektedir. Kuvarsit örneklerinde muskovit mineralleri çok az olup küçük, özşekilsiz taneler halinde gözlenmektedir. Biyotit ve muskovit minerallerinde kloritleşmeler meydana gelmiştir. Klorit mineralleri mikroskop altnda mavi, mor ve lacivert tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir (Şekil 4.59, 4.60). Ümik tepesi civarından alınan

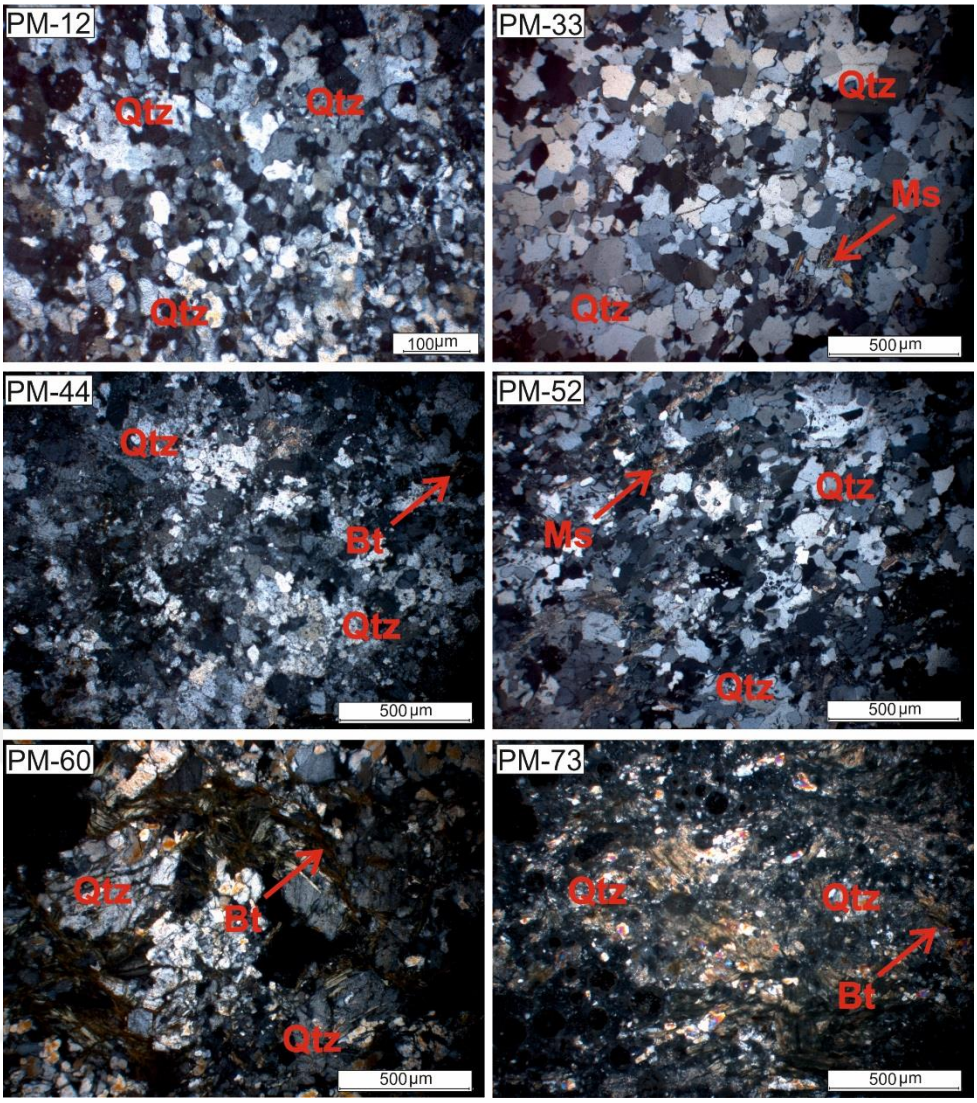
kuvarsit örneğinde bulunan granat minerali mikroskop altında siyah tonlarında polarizasyon renklerine sahip olup rölyefi yüksektir. Granat mineralinin kenar kısımlarında kloritleşmeler gözlemlenmiştir(Şekil 4.60).



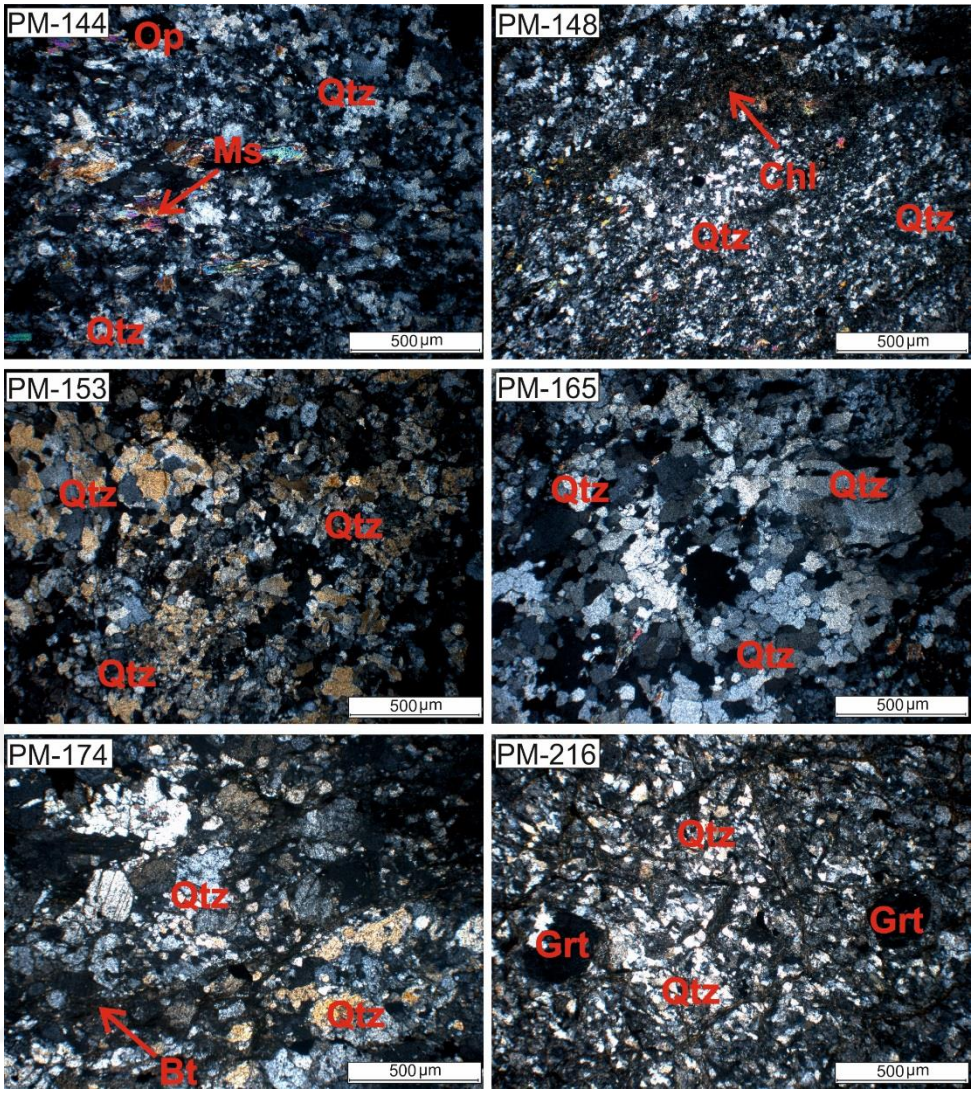

Şekil 4.57. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin arazi görünümü



Şekil 4.58. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin arazi görünümü




Şekil 4.59. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit)



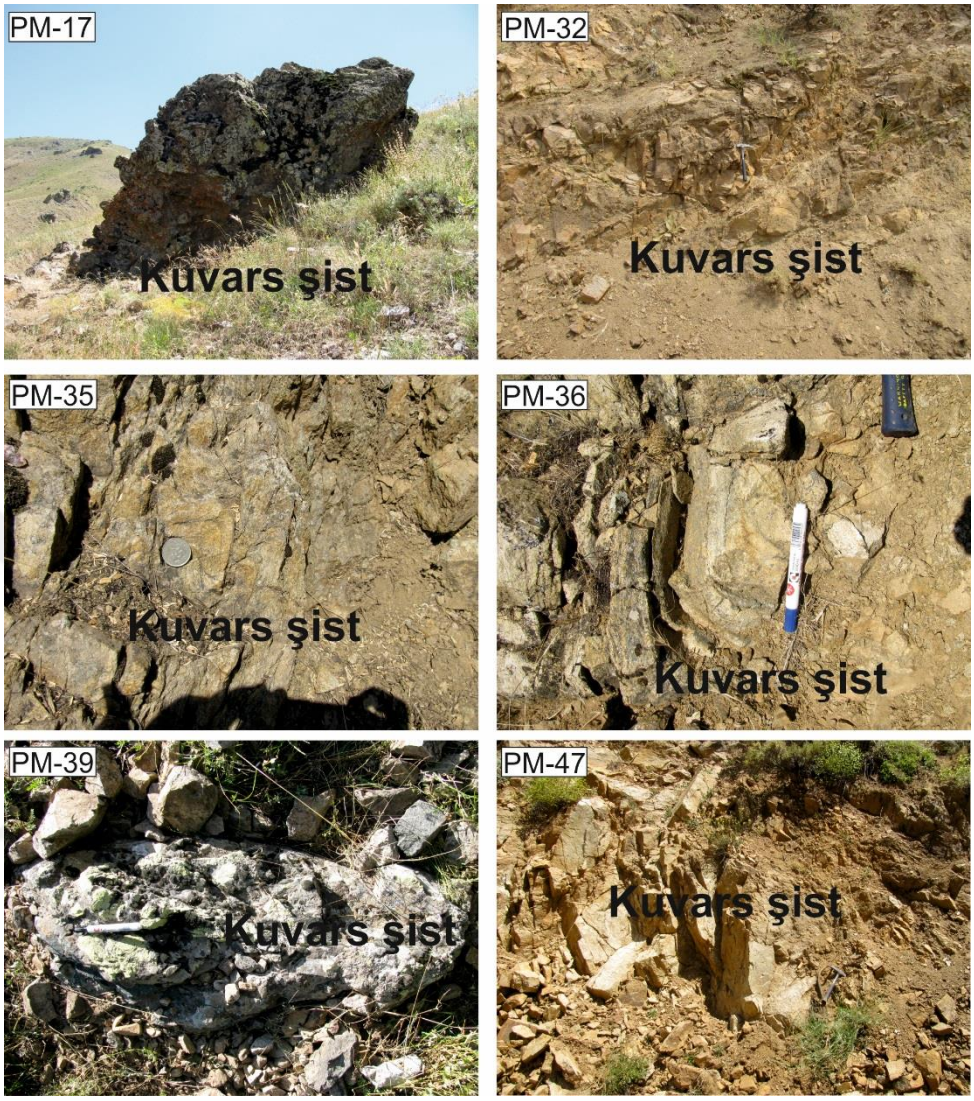

Şekil 4.60. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvarsitlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Grt: Granat, Chl: Klorit, Op: Opak mineral)

***Kuvars şistler***

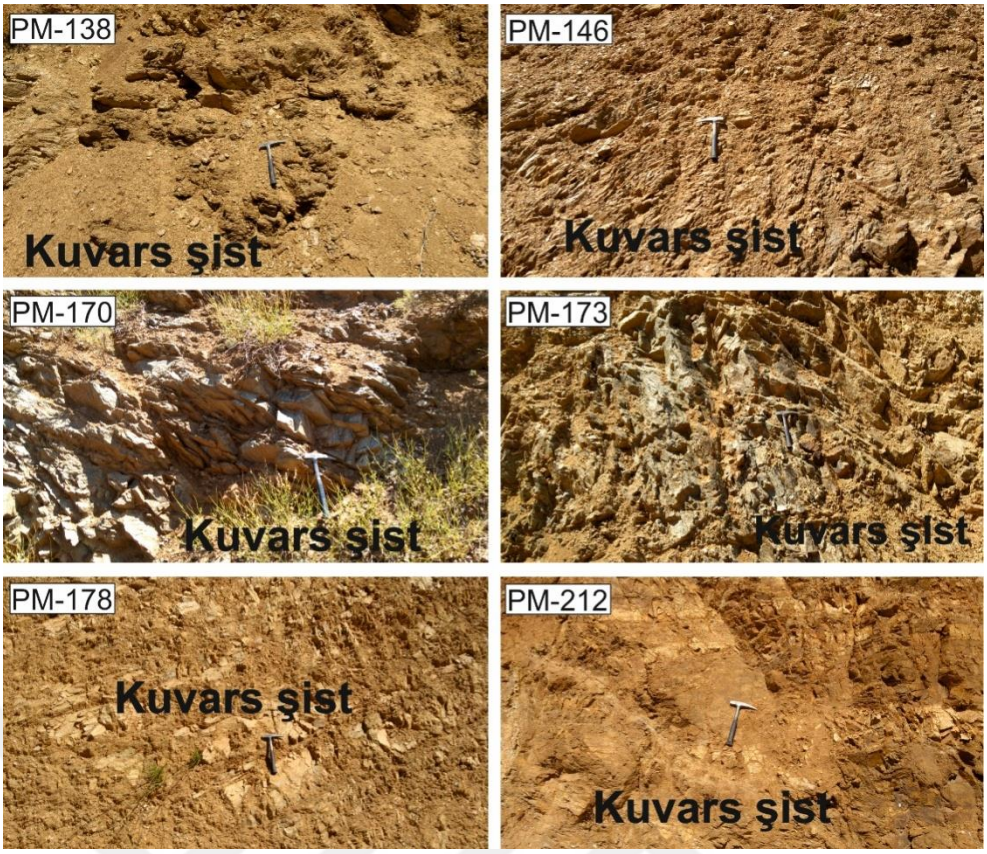
Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistler Çanakcı köyü, Düvenlik köyü, Gözlüce civarı, Nican mahallesi, Topalan, Sınık, Kesen ve Kaval tepesi civarında yüzeylemeler sunmaktadırlar (Şekil 4.61, 4.62, 4.63).

Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin mineralojik bileşimlerini kuvars, muskovit, biyotit, klorit ve opak mineraller oluşturmaktadır. Kuvars şist örnekleri granolepidoblastik doku göstermektedirler (Şekil 4.64, 4.65, 4.66). Kuvars mineralleri özşekilsiz, orta-büyük kristaller halinde olup mikroskop altında açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Muskovit mineralleri küçük-orta büyüklükte taneler halinde olup yarı özşekilli-özşekilli kristaller halindedir. Muskovit mineralleri mikroskop altında sarı, yeşil ve mavi tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup tek yönde muntazam dilinimlere sahiptir (Şekil 4.64, 4.65, 4.66). Biyotit mineralleri küçük-orta büyüklükte taneler halinde olup mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermektedir. Yarı özşekilli-özşekilli kristaller halinde gözlenmekte olup tek yönde gelişmiş dilinimlere sahiptir. Örneklerin genelinde biyotit ve muskovit minerallerinde

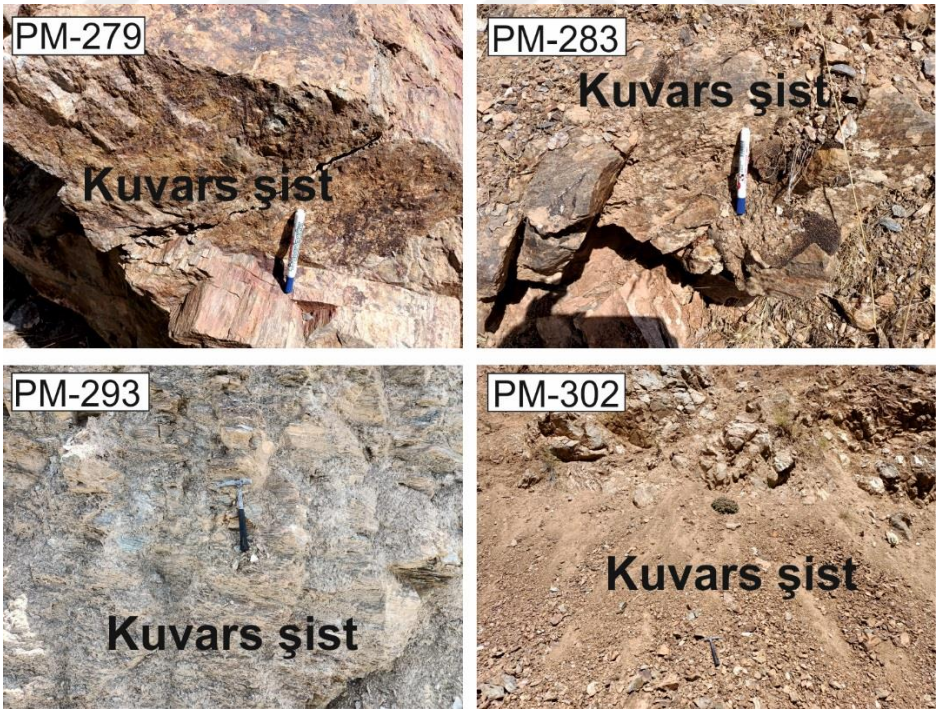
kloritleşmeler gözlemlenmiştir. Klorit mineralleri mikroskop altında mavi, lacivert ve mor renklerinde polarizasyon renklerine sahiptir. Küçük-orta büyüklükte olup, yarı özşekilli-özşekilli kristaller halindedir (Şekil 4.64, 4.65, 4.66).



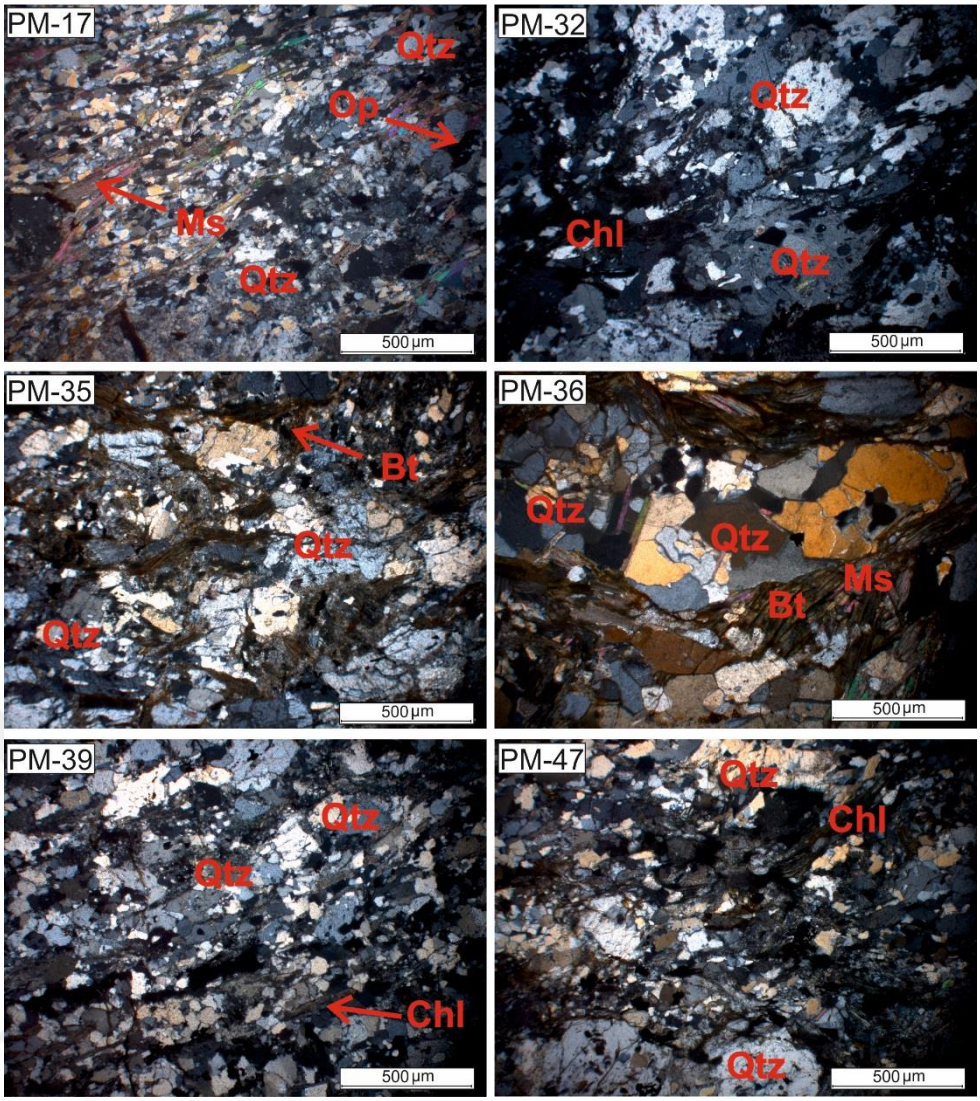

Şekil 4.61. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin arazi görünümü



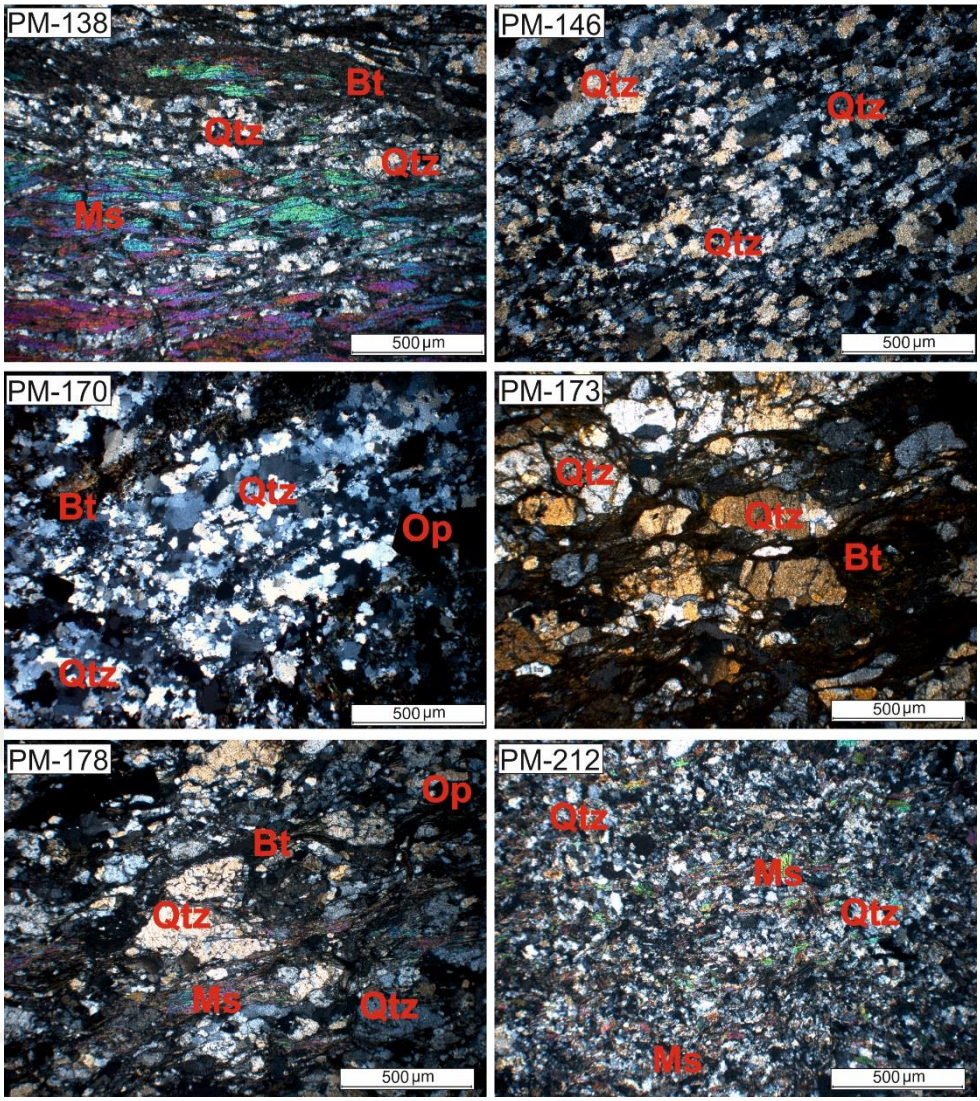
Şekil 4.62. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin arazi görünümü



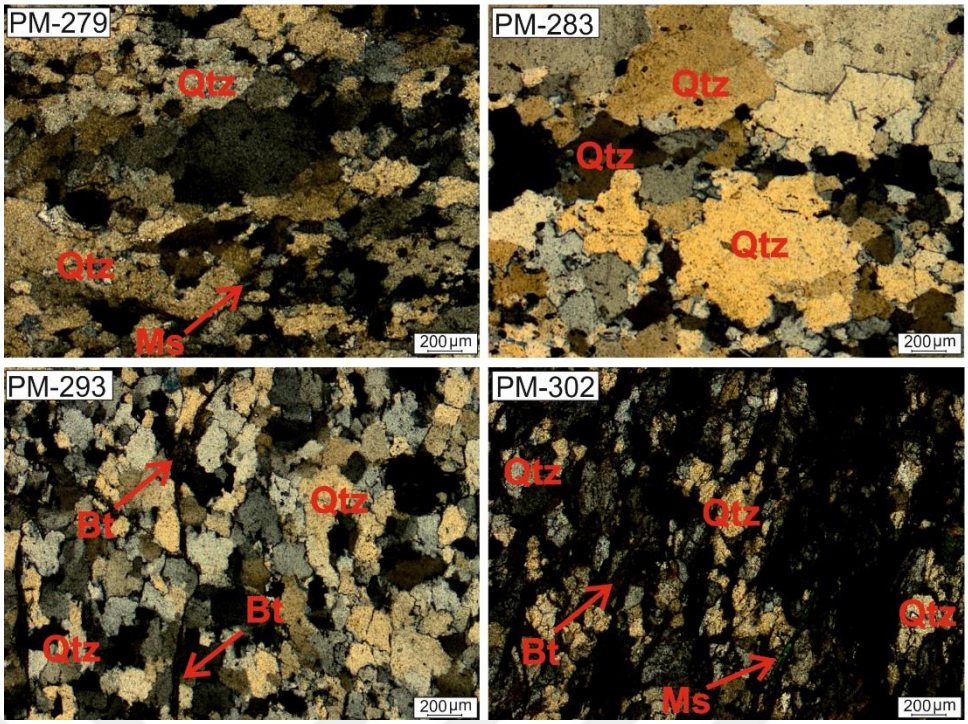
Şekil 4.63. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin arazi görünümü




Şekil 4.64. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit, Chl: Klorit, Op: Opak mineral)




Şekil 4.65. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit,Chl: Klorit, Op: Opak mineral)

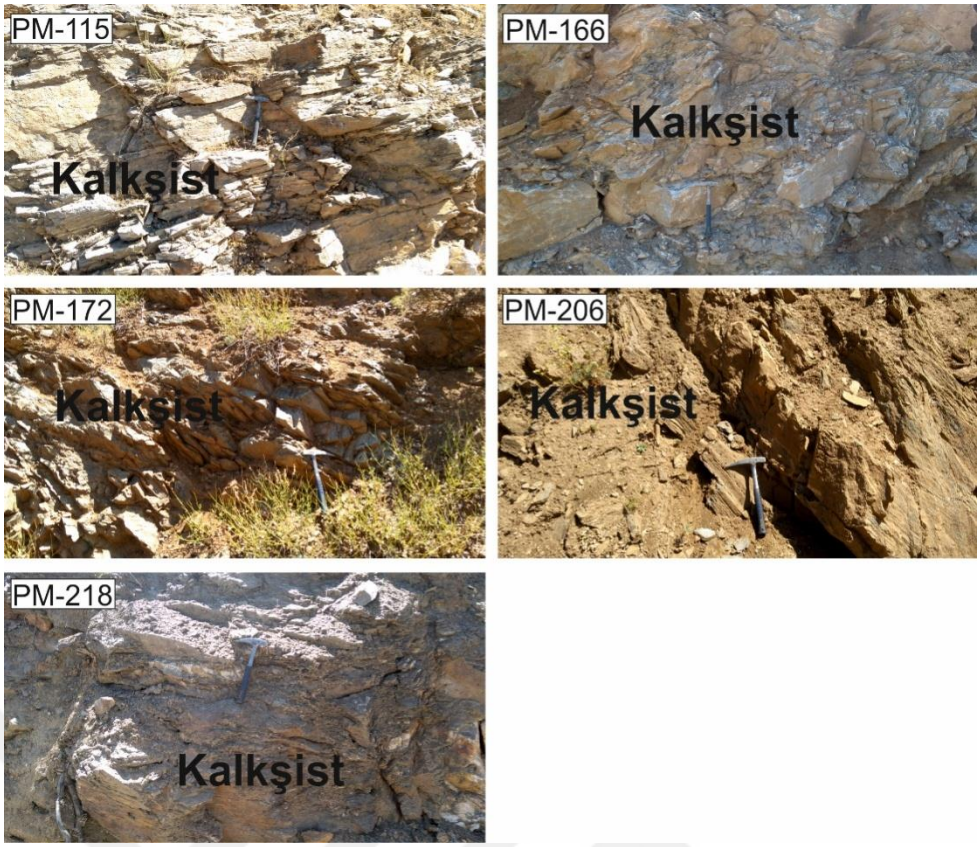


Şekil 4.66. Pütürge Metamorfiklerine ait kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Ms: Muskovit)

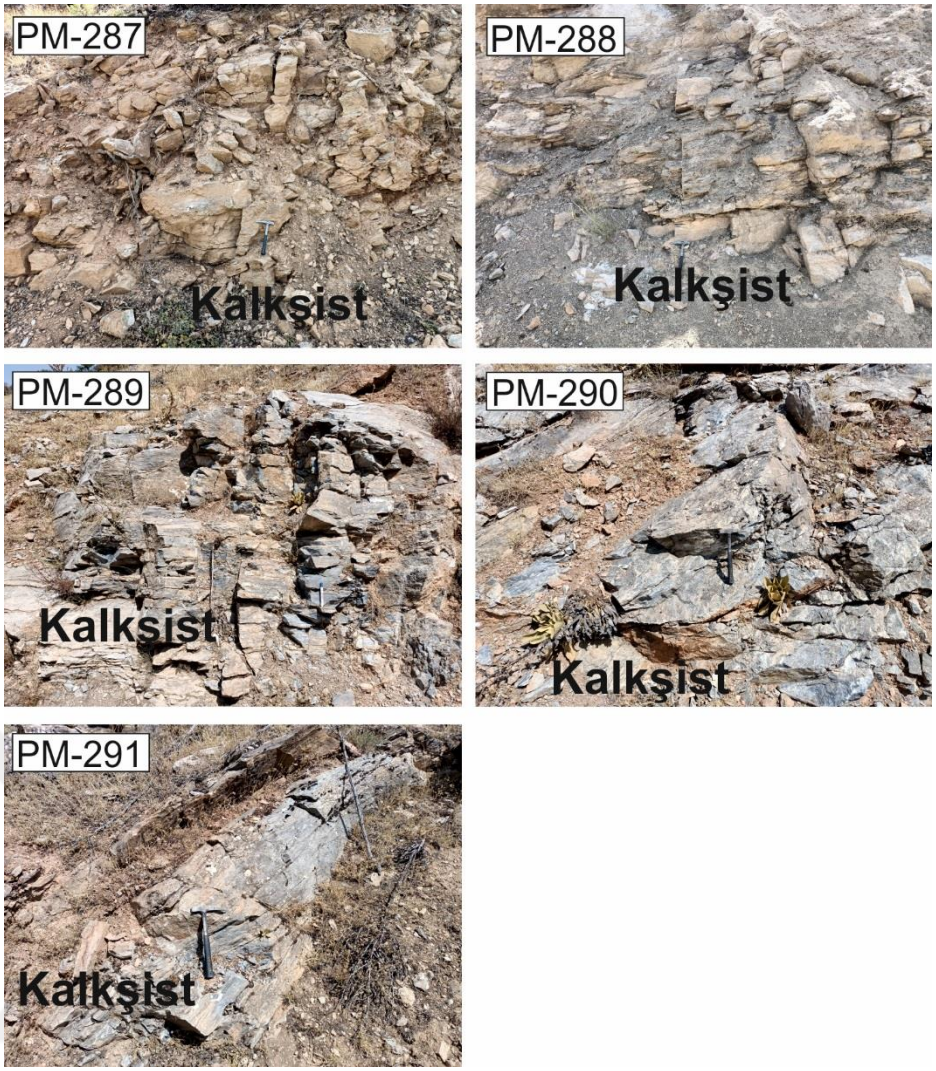
***Kalkşistler***

Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistler Düvenlik köyü, Palaklı, Kavak ve Kör tepe civarında yüzeylemeler sunmaktadır (Şekil 4.67, 4.68).

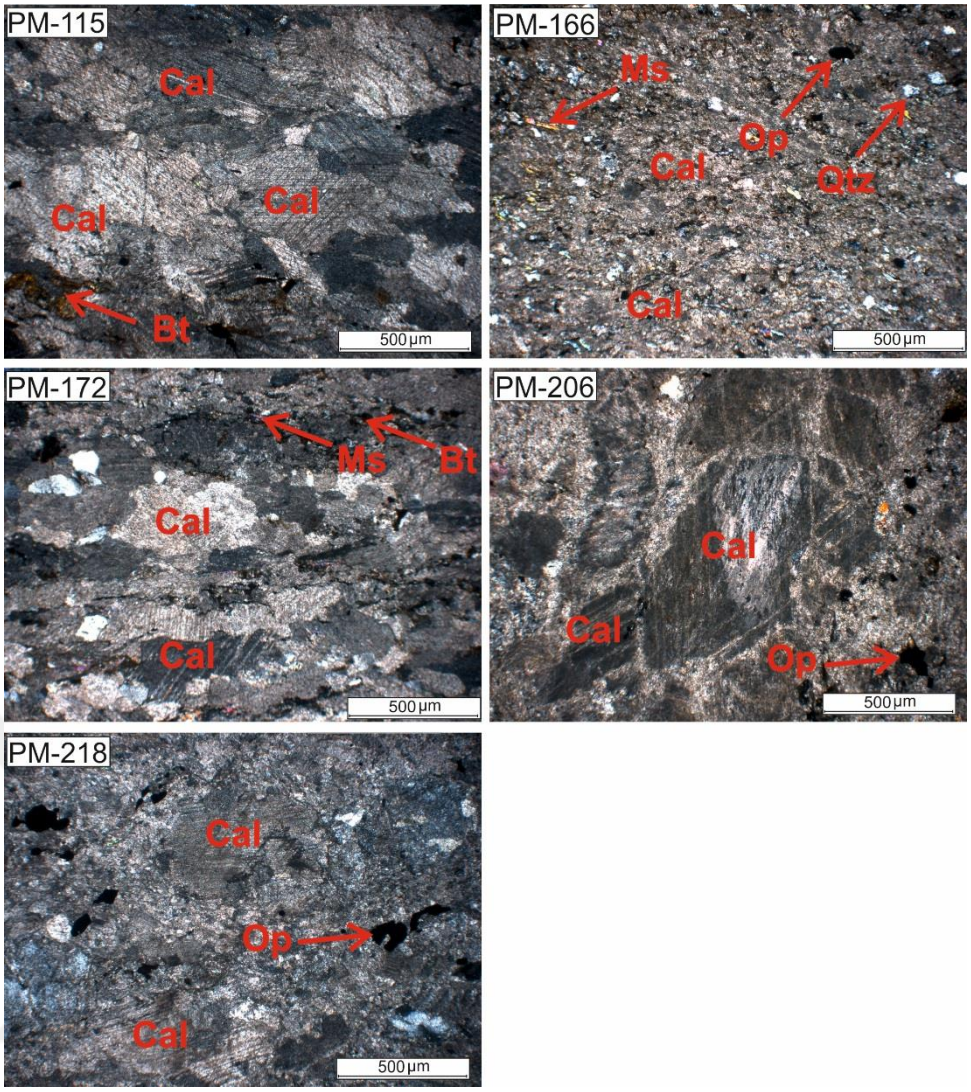
Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşist örnekleri grano-lepidoblastik doku sunmaktadır. Kalkşistlerin mineralojik bileşimlerini kalsit, muskovit, biyotit, kuvars ve opak mineraller oluşturmaktadır. Kalsit mineralleri orta-büyük kristaller halinde olup mikroskop altında soluk pembe ve yeşil tonlarında polarizasyon renklerine sahiptir. Kalsit minerallerinde polisentetik basınç ikizlenmeleri gözlemlenmiştir. Muskovit mineralleri çok az, küçük taneli, özşekilsiz ve mikroskop altında mavi, yeşil ve sarı tonlarında polarizasyon renklerine sahiptir. Biyotit mineralleri çok az, küçük taneli, özşekilsiz ve mikroskop altında tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermektedir. Kuvars mineralleri çok az, küçük taneli, özşekilsiz ve mikroskop altında açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir (Şekil 4.69, 4.70).



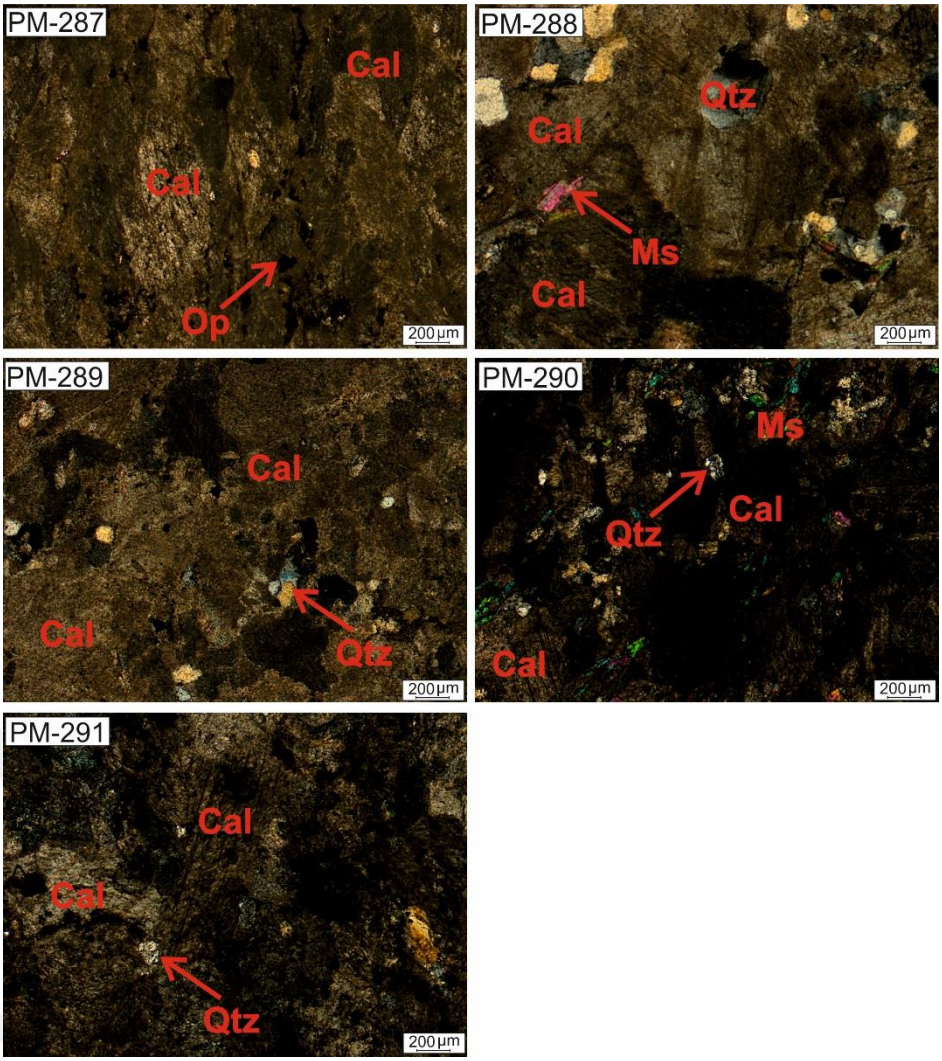

Şekil 4.67. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin arazi görünümü



Şekil 4.68. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin arazi görünümü




Şekil 4.69. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Cal: kalsit, Ms: Muskovit, Bt: Biyotit, Qtz: Kuvars, Op: Opak mineral)

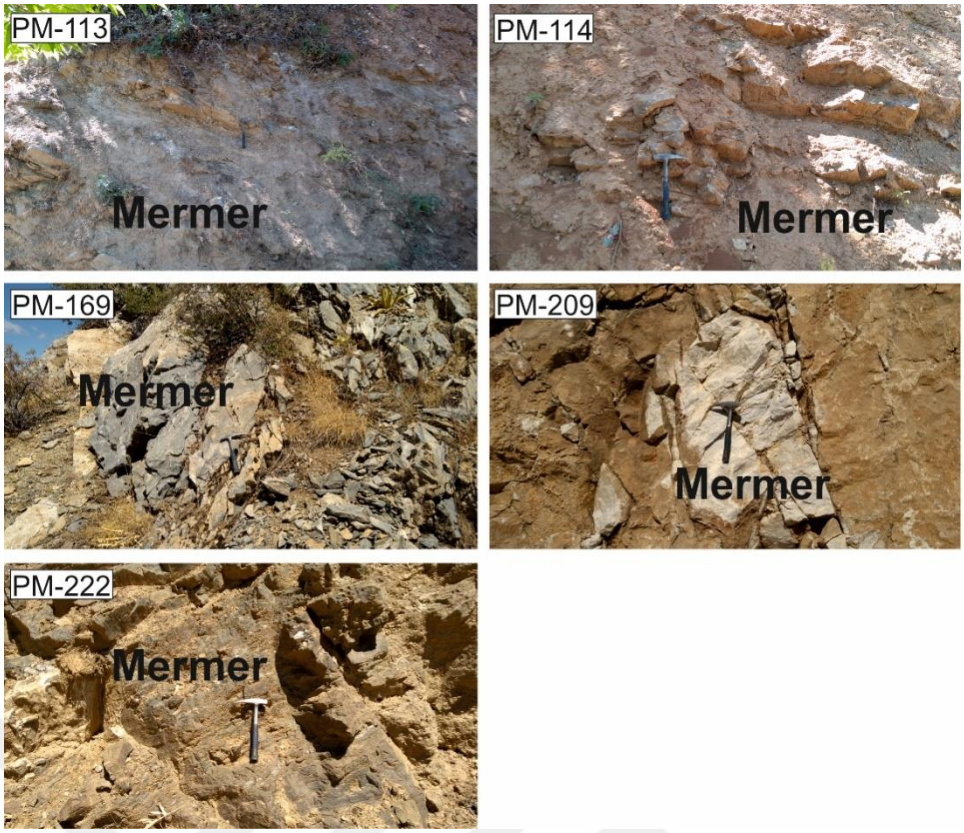



Şekil 4.70. Pütürge Metamorfiklerine ait kalkşistlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Cal: Kalsit, Ms: Muskovit, Qtz: Kuvars, Op: Opak mineral)

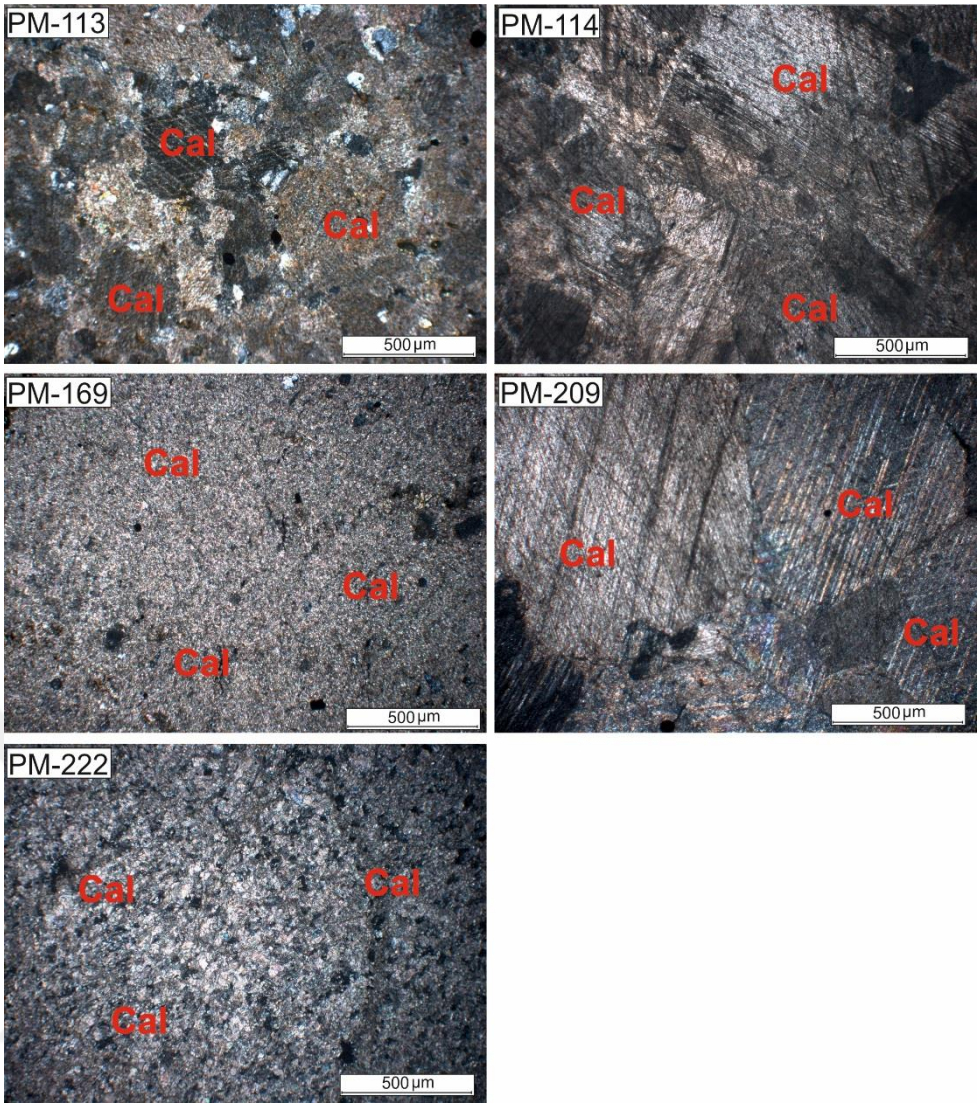
***Mermerler***

Pütürge Metamorfiklerine ait mermerler Kesen ve Kör tepe civarında yüzeylemeler sunmaktadır (Şekil 4.71).

Mermer örnekleri granoblastik doku göstermekte ve kalsit mineralinden oluşmaktadır. Kalsit mineralleri orta-büyük kristaller halinde olup mikroskop altında soluk pembe ve yeşil tonlarında polarizasyon renklerine sahiptir. Kalsit minerallerinde polisentetik basınç ikizlenmeleri gözlemlenmiştir(Şekil 4.72).




Şekil 4.71. Pütürge Metamorfiklerine ait mermerlerin arazi görünümü



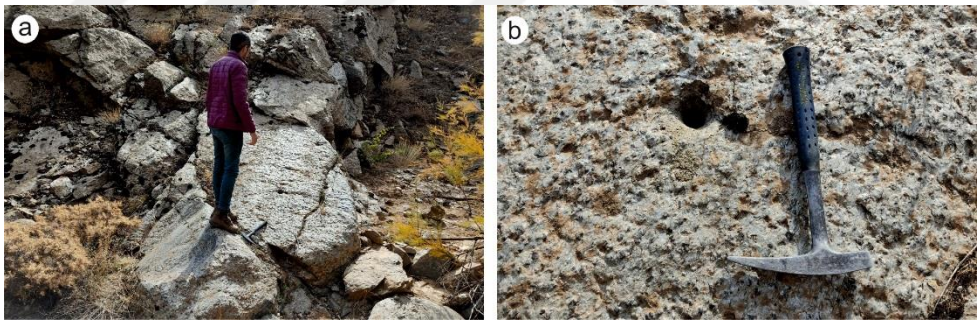

Şekil 4.72. Pütürge Metamorfiklerine ait mermerlerin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Cal: Kalsit)

***Disten-Granat-Stavrolit Kuvars Şistler ve Sillimanit-Granat-Biyotit-Plajiyoklas Kuvars Şist***

Pütürge Metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistler Ersek, Düvenlik köyü civarında ve Çelikhan çayı civarında yüzeylemeler sunmaktadırlar (Şekil 4.73 a,b, 4.74). Alınan örnekler granoblastik ve grano-lepidoblastik doku göstermektedir. Kayaçların mineralojik bileşimlerini kuvars, stavrolit, disten, sillimanit granat, plajiyoklas, muskovit, biyotit, klorit, serizit, rutil, ilmenit ve opak mineraller oluşturmaktadır. Kuvars mineralleri alınan örneklerde küçük-orta ve büyük kristaller halinde ve özşekilsiz olarak bulunmaktadır. Mikroskop altında kuvars mineralleri açık gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup yer yer tektonizmadan dolayı dalgalı sönme göstermektedir. Plajiyoklas mineralleri özşekilsiz olup, kaolenleşme ve serizitleşmeler gözlemlenmiştir Stavrolit mineralleri alınan örnekler içerisinde küçük-orta ve büyük kristaller halinde olup, yarıözşekilli-özşekilli formlarda gözlenmektedir. Mikroskop altında stavrolit minerallerinde dilinimlerle birlikte yer yer kırıklı çatlaklı yapılarda gözlemlenmiştir. Soluk sarı tonlarında pleokroizma göstermekte olan stavrolit minerallerinin rölyefi yüksektir. Disten mineralleri alınan örnekler içerisinde küçük-

orta ve büyük kristaller halinde olup, yarıözşekilli-özşekilli olarak gözlemlenmiştir. Disten minerallerinde mikroskop altında pleokroizma gözlenmemiş olup rölyefi yüksektir. Disten minerallerinde dilinim belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Bazı disten minerallerinde serizitleşme ve kloritleşmeler gözlemlenmiştir. Granat mineralleri alınan örnekler içerisinde küçük-orta ve büyük kristaller halinde olup, yarıözşekilli-özşekilli formlarda gözlemlenmiştir. Granat mineralleri mikroskop altında siyah tonlarda polarizasyon renkleri göstermekte olup rölyefi yüksektir. Bazı granat kristallerinde kırık ve çatlaklar gözlemlenmiş ve kenar çeperleri boyunca kloritleşmeler tespit edilmiştir.

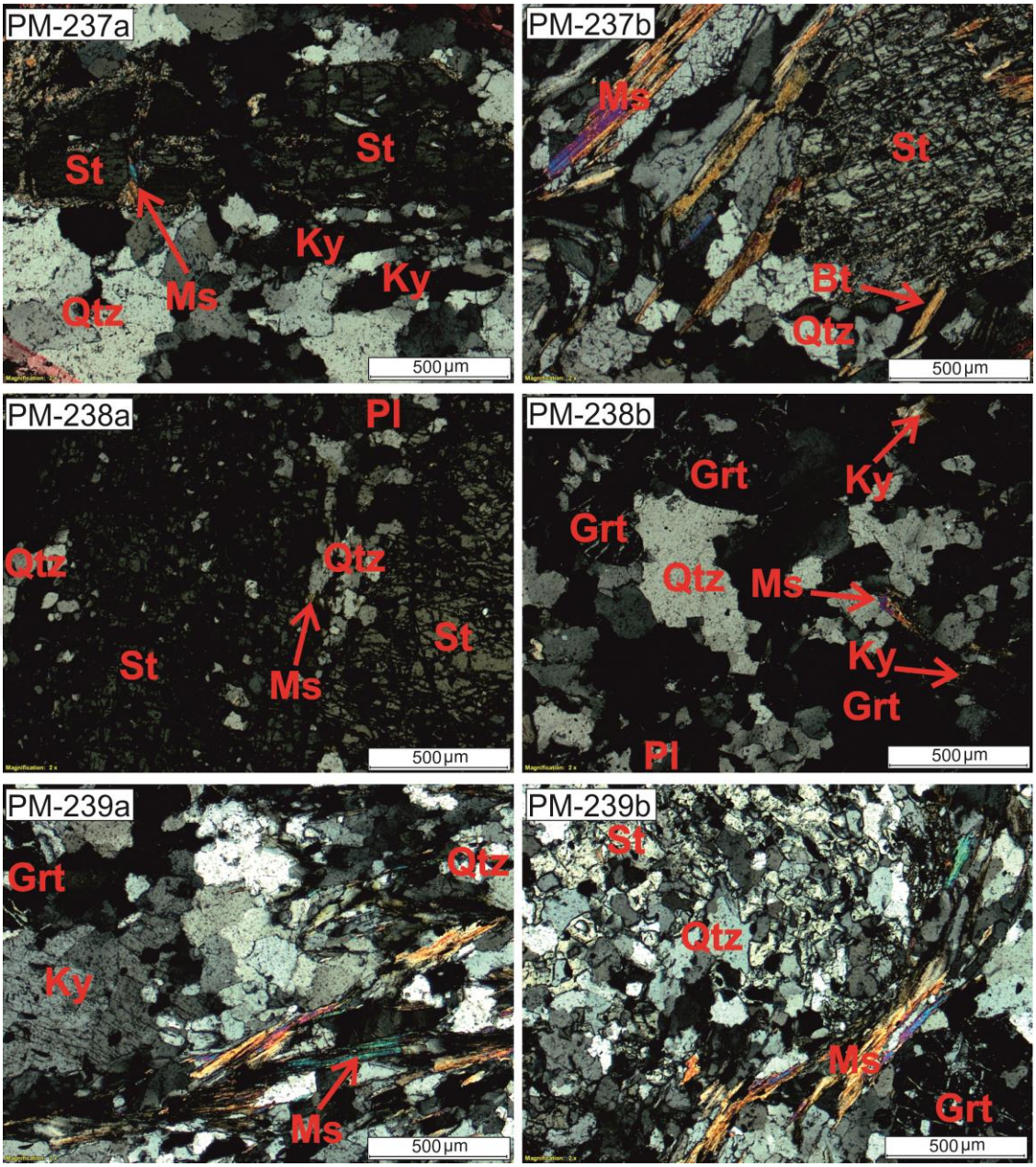
Sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist örneğinde granat mineralleri çok küçük ve ayrışmış olarak gözlenmektedir. Sillimanit mineralleri lifsi olarak gözlemlenmiştir. Mikroskop altında mavi, gri tonlarında polarizasyon renkleri göstermekte olup rölyefi yüksektir. Muskovit mineralleri alınan örnekler içerisinde küçük-orta ve büyük kristaller halinde olup yarı özşekilli-özşekilli olarak gözlemlenmiştir. Tek yönde dilinimleri belirgin olup mikroskop altında mavi, yeşil ve sarı tonlarında polarizasyon renkleri göstermektedir. Granat-stavrolit kuvars şist örneklerinde muskovit mineralleri yönlü seviyeler teşkil etmektedir. Biyotit mineralleri alınan örnekler içerisinde küçük taneler halindedir. Tek nikolde kahverengi tonlarında pleokroizma göstermekte olup özşekilsiz formlardadır. Bazı biyotit minerallerinde kloritleşmeler gözlemlenmiştir (Şekil 4.75, 4.76, 4.77).



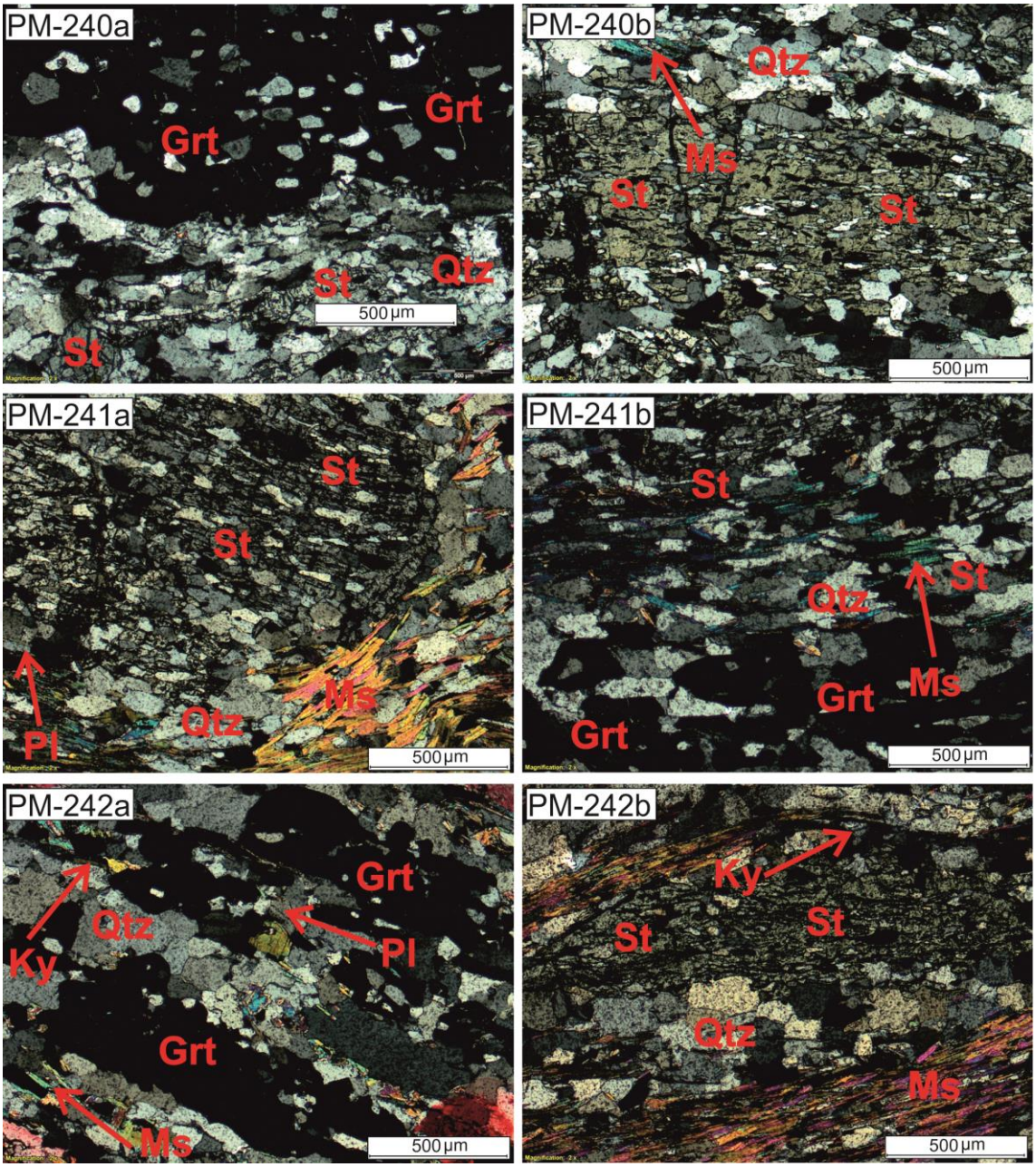

Şekil 4.73. Pütürge Metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerin arazi görünümleri



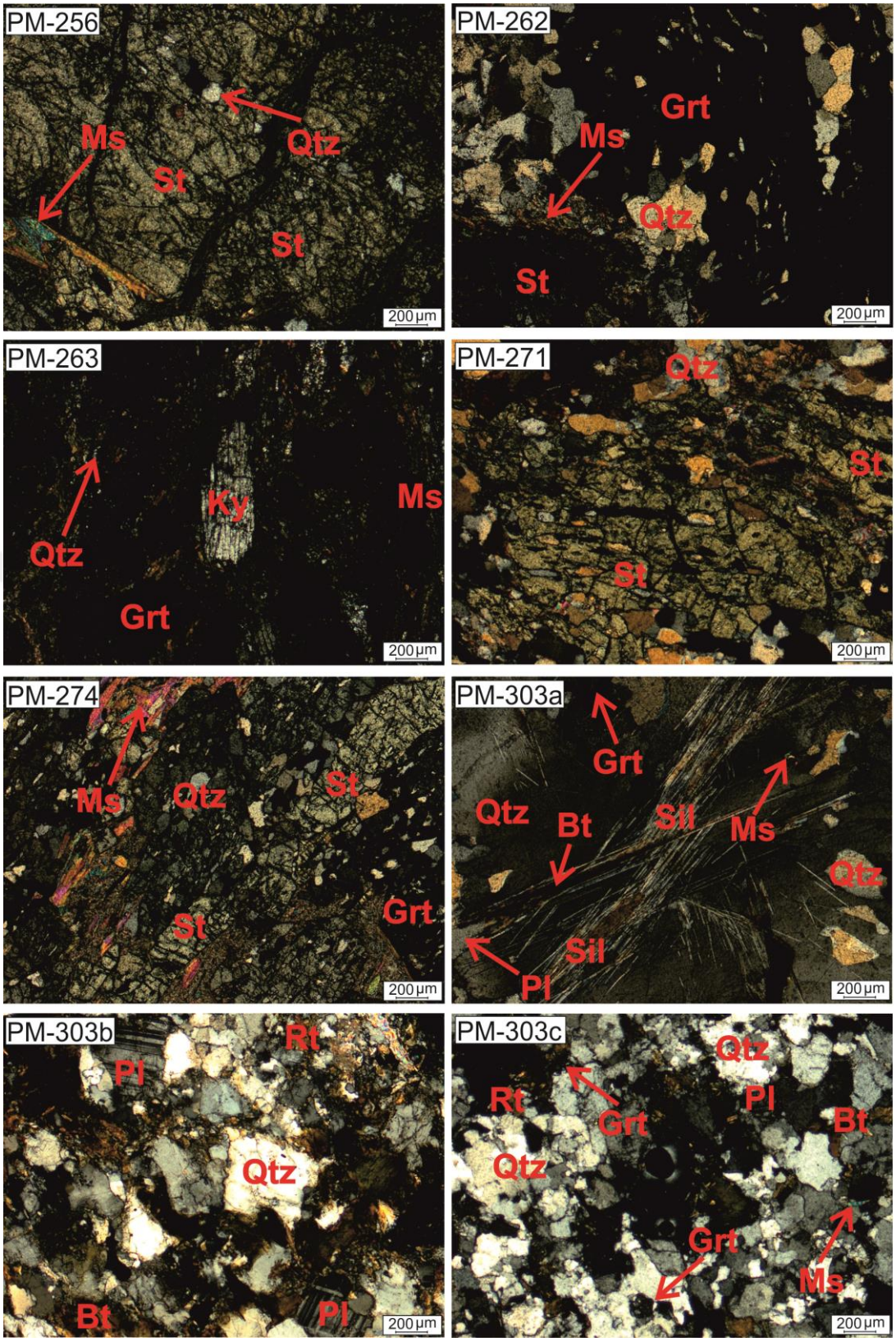
Şekil 4.74. Pütürge Metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerin arazi görünümleri




Şekil 4.75. Pütürge Metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şist örneklerinin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Bt:Biyotit, Ms:Muskovit, Grt: Granat, Ky: Disten, Pl: Plajiyoklas St: Stavrolit)




Şekil 4.76. Pütürge Metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Ms: Muskovit, Pl:Plajiyoklas, Ky:Disten Grt: Granat, St: Stavrolit)



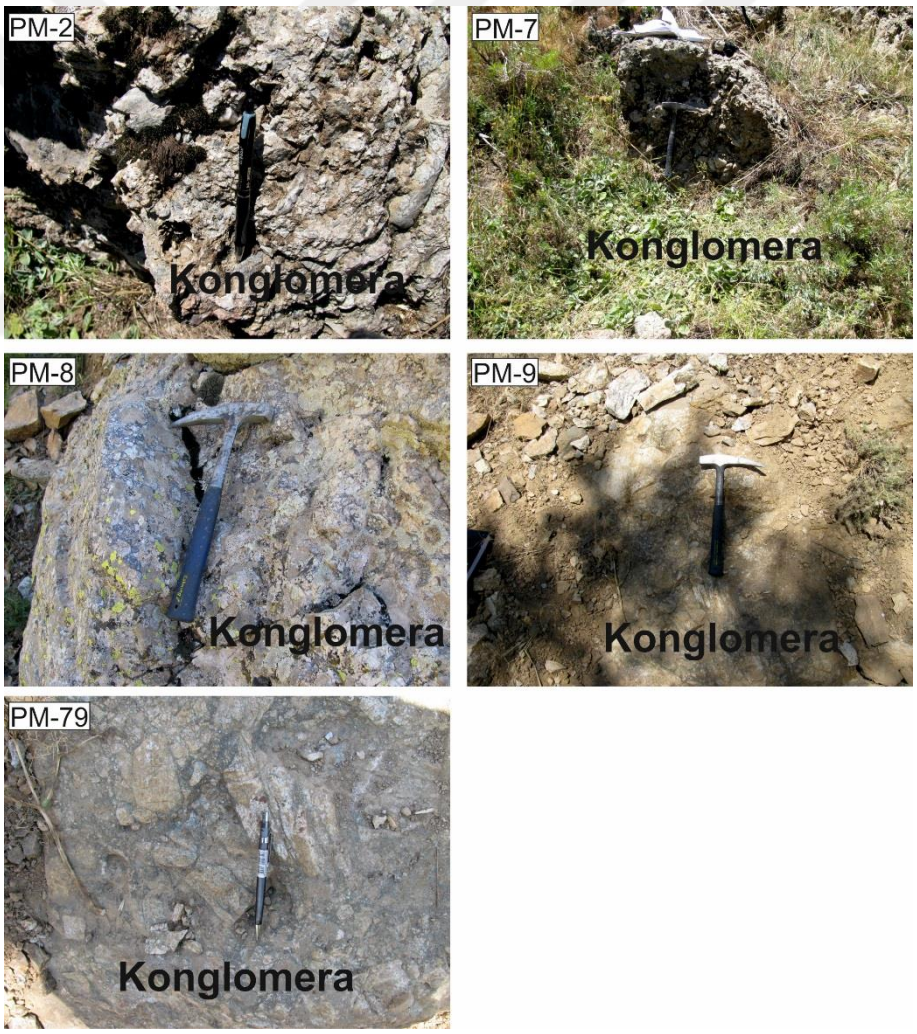

Şekil 4.77. Pütürge Metamorfiklerine ait disten-granat-stavrolit kuvars şitler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistin ince kesitte ÇN görünümleri (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Ms: Muskovit, Grt: Granat, St: Stavrolit, Pl: Plajiyoklas, Bt: Biyotit, Ky: Disten, Sil: Sillimanit, Rt: Rutil)

### 4.2.3. Maden Kompleksine Ait Kayaçların Petrografisi

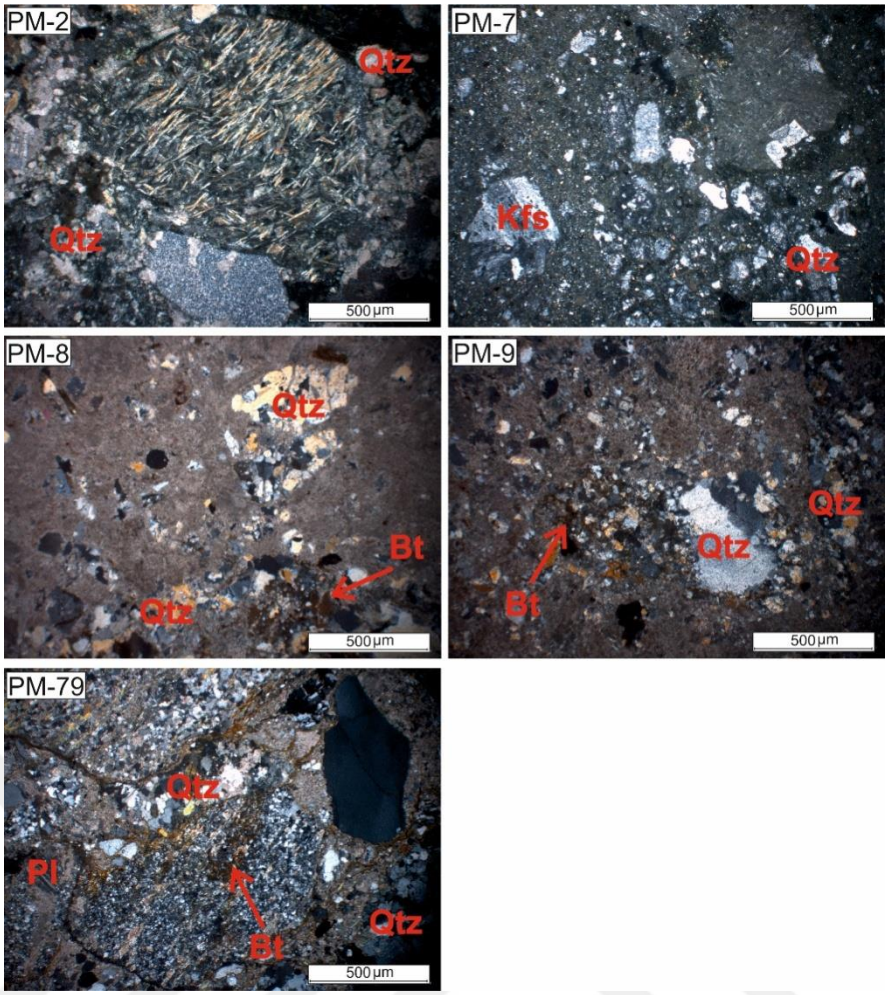
Maden Kompleksine ait kaya birimleri tabandan tavana doğru Ceffan, Arbo, Melefan ve Karadere olmak üzere dört formasyondan oluşmaktadır. Formasyonların litolojik özellikleri aşağıda detaylı olarak anlatılmaktadır.

***Ceffan Formasyonu***

Ceffan formasyonunu esas olarak taban konglomerası niteliğinde çakıltaşı biriminden oluşmaktadır (Şekil 4.78). Yarı yuvarlak-yarı köşeli çakıllardan oluşmaktadır. İçerisinde başlıca kayaçlardan türeme çakıllar, kuvars, biyotit, potasyumlu feldispat, plajiyoklas ve klorit mineralleri bulunmaktadır. Kayaç çakıllarının büyük çoğunluğunu mermer ve kuvarsit gibi metamorfik kayaçlar oluşturmakta olup az miktarda volkanik kayaç parçacıkları da bulunmaktadır. Bağlayıcı malzeme olarak kalsit çimento ve taneler arasındaki boşlukları dolduran kil matriks gözlenmektedir (Şekil 4.79).



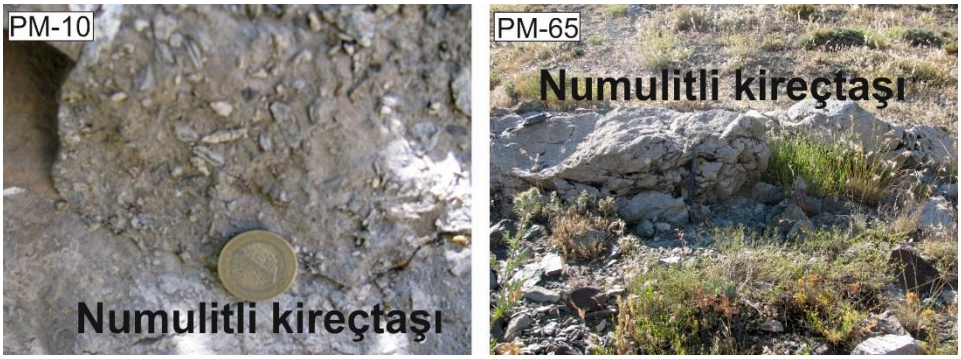

Şekil 4.78. Ceffan formasyonuna ait konglomeratik kayaların arazi görünümü



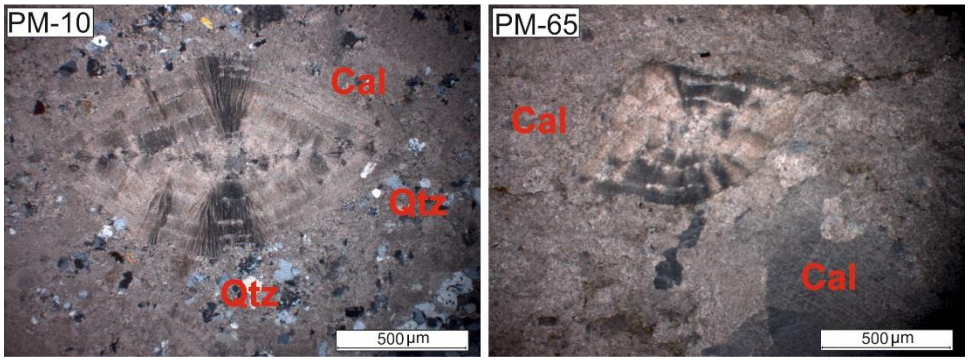

Şekil 4.79. Ceffan formasyonuna ait konlomera örneklerinin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Kfs: Potasyumlu feldispat, Bt: Biyotit, Pl: Plajiyoklas)

***Arbo Formasyonu***

Arbo formasyonu esas olarak *Numulitli* kireçtaşlarından olşmaktadır. (Şekil 4.80). Başlıca allokem olarak fosil (*Numulit*), kuvars ve Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardan türeme çakıllar bulunmaktadır. Bağlayıcı malzemeyi bu taneleri birbirlerine bağlayan sparitik ve mikritik kalsit çimento oluşturmaktadır(Şekil 4.81).



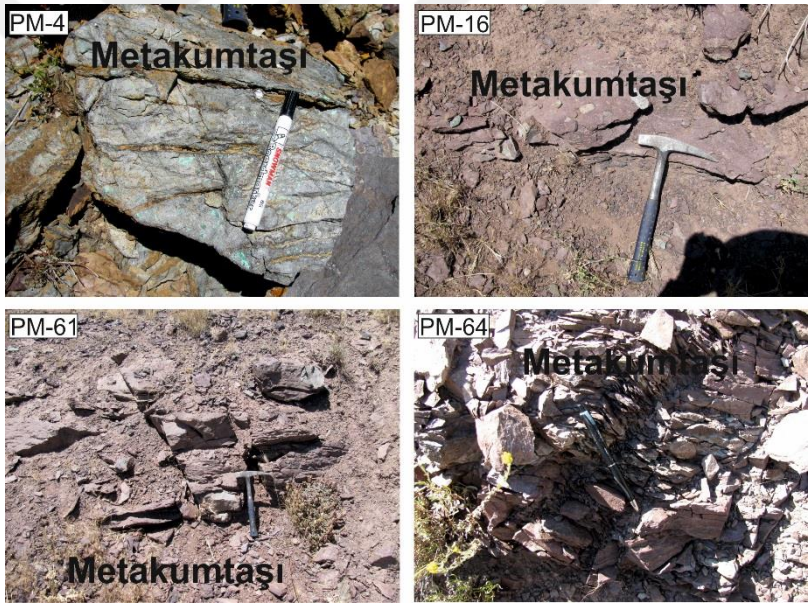

Şekil 4.80. Arbo formasyonuna ait *Numulitli* kireçtaşı örneklerinin arazi görünümü



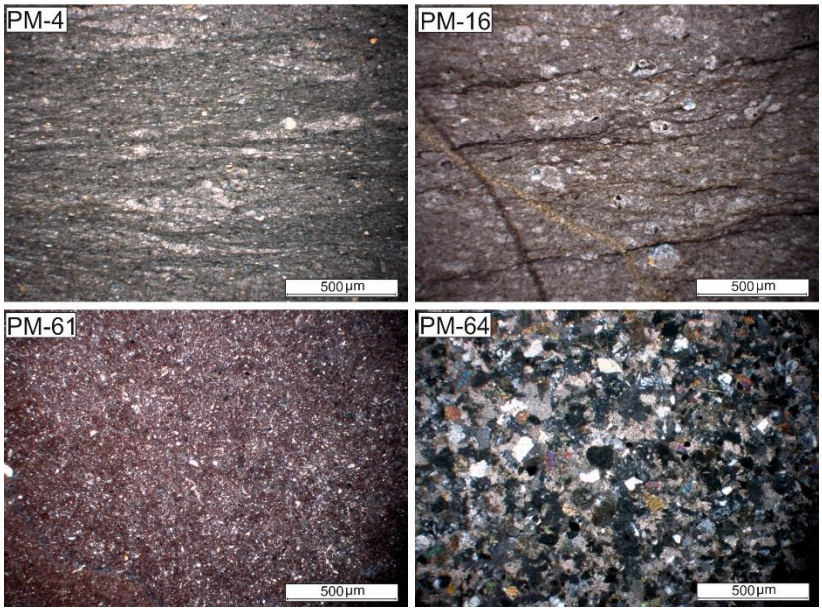
Şekil 4.81. Arbo formasyonunan ait *Numulitli* kireçtaşının ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Qtz: Kuvars, Cal: Kalsit)

***Melefan Formasyonu***

Melefan formasyonun başlıca metakumtaşı ve metaçamurtaşlarından meydana gelmektedir (Şekil 4.82). Metakumtaşları başlıca kuvars, muskovit ve kayaçlardan türeme çakıllardan ibarettir. Fazla belirgin olmayan bir yönlenme gelişmiştir. Bağlayıcı malzeme olarak taneleri birbirine bağlayan kalsit çimento ve taneler arasındaki boşlukları dolduran kil matriks bulunmaktadır (Şekil 4.83).



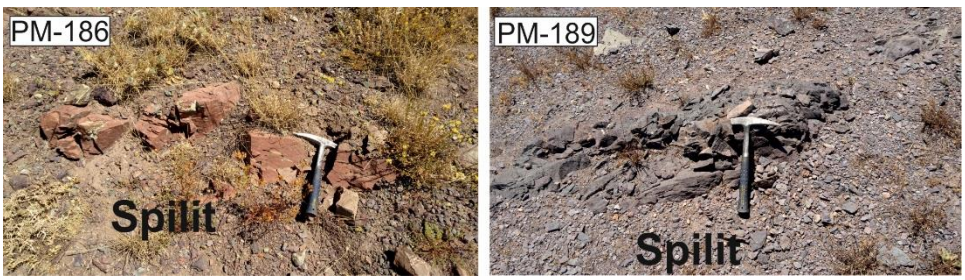
Şekil 4.82. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı örneklerinin arazi görünümü



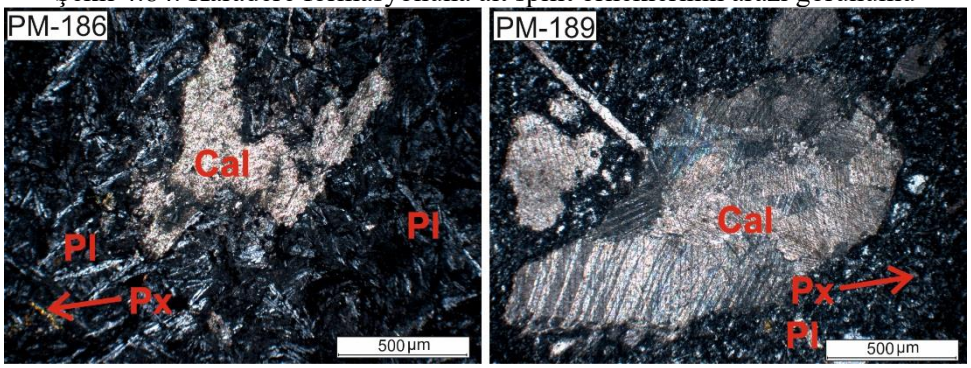
Şekil 4.83. Melefan formasyonuna ait metakumtaşı örneklerinin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol)

***Karadere Formasyonu***

Karadere formasyonu başlıca spilitik bazaltlardan oluşmaktadır (Şekil 4.84). Spilitik bazaltlarda amigdoloidal doku yayındır. Mineralojik olarak piroksen ve plajiyoklas bakımından zengindir. Kayaç içerisindeki gaz boşlukları ikincil mineral olarak kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur. Piroksen mineralleri oldukça küçük ve özşekilsizdir. Piroksen minerallerinde kloritleşmeler ve epidotlaşmalar gözlenmektedir. Plajiyoklas mineralleri küçük, özşekilsiz-yarı özşekilli olup polisentetik ikizlenmeler çok belirgin değildir. Bazı plajiyoklas minerallerinde kaolenleşmeler gözlenmektedir (Şekil 4.85).



Şekil 4.84. Karadere formasyonuna ait spilit örneklerinin arazi görünümü



Şekil 4.85. Karadere formasyonuna ait spilit örneklerinin ince kesitte ÇN görünümü (ÇN: Çift nikol, Px: Piroksen, Pl: Plajıyoklas, Cal: Kalsit)

### 4.3. Jeokimya

#### 4.3.1. Tüm Kayaç Jeokimyası

Doktora tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmaları aşamasında Pütürge Metamorfiklerini oluşturan birimlerden amfibol şist, gnays, metagranit, amfibolit, şistler, disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerden tüm kayaç jeokimyası analizleri için örneklemeler yapılmıştır. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçların jeokimyasal özelliklerini belirlemek, kökenleri ve oluştukları jeodinamik ortamı yorumlamak amacıyla tüm kayaç jeokimyası analizleri gerçekleştirilen örnekler Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Pütürge Metamoriklerine ait tüm kayaç jeokimyası analizi gerçekleştirilen örnekler

| Orto-amfibolit | Orto-amfibol şist | Para-amfibol şist | Orto-metagranit | Orto-gnays | Para-metagranit | Para-gnays |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PM-23 | PM-1 | PM-49 | PM-11 | PM-3 | PM-92 | PM-124 |
| PM-27 | PM-56 | PM-139 | PM-85 | PM-136 | PM-112 | PM-131 |
| PM-30 | PM-150 | PM-221 | PM-123 | PM-163 | PM-126 | PM-133 |
| PM-37 | | | PM-145 | PM-171 | PM-142 | PM-195 |
| PM-53 | | | PM-191 | PM-225 | PM-158 | PM-203 |
| PM-69 | | | PM-192 | | PM-160 | PM-230 |
| PM-70 | | | | | PM-198 | |
| PM-72 | | | | | PM-217 | |
| PM-76 | | | | | | |
| PM-88 | | | | | | |
| PM-118 | | | | | | |
| PM-183 | | | | | | |

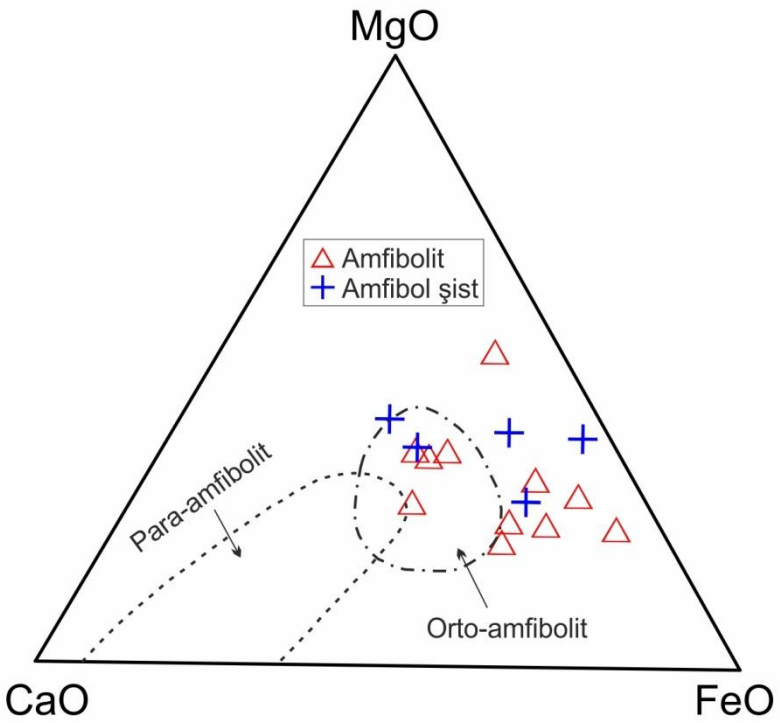
Çizelge 4.1. Pütürge Metamoriklerine ait tüm kayaç jeokimyası analizi gerçekleştirilen örnekler (devamı)

| Örnek No | Değerlendirmede Kullanılan Kaya Topluluklarının Genel İsimleri |
|---|---|
| PM-36 | **Para-şistler** |
| PM-50 | |
| PM-74 | |
| PM-98 | |
| PM-103 | |
| PM-108 | |
| PM-120 | |
| PM-129 | |
| PM-155 | |
| PM-168 | |
| PM-176 | |
| PM-177 | |
| PM-181 | |
| PM-200 | |
| PM-214 | |
| PM-228 | |
| PM-229 | |
| PM-263 | |
| PM-268 | |
| PM-269 | |
| PM-237 | **Para-disten-granat-stavrolit kuvars şist** |
| PM-238 | |
| PM-239 | |
| PM-240 | |
| PM-241 | |
| PM-242 | |
| PM-303 | **Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist** |

Ek-4'de verilen analizlerin ateşte kayıp (LOI=Loss On Ignition) değerleri amfibol şistler için % 1.6-22.2, gnayslar için % 1.2-5, metagranitler için % 0.5-17.6, amfibolitler için %1.4-5.9, şistler için %1.7-6.5, disten-granat-stavrolit kuvars şistler ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistler için % 0.4-2.5 arasında olduğu gözlenmektedir. Ateşte kayıp (LOI= Loss On Ignition) değerlerindeki bu değişiklikler kayaçların oluşumundan sonra maruz kaldıkları alterasyonu ve/veya ikincil sulu veya karbonatlı fazların gelşimimi işaret etmektedir (Rollinson, 1993). Kayaçlar oluştuktan sonra maruz kaldıkları alterasyon sonucunda ana ve bazı iz elementlerde (İKL-İri Katyonlu Litofil) hareketlilik gözlenebilmektedir (Hart ve ark., 1974; Humphris ve Thompson, 1978; Thompson, 1991).

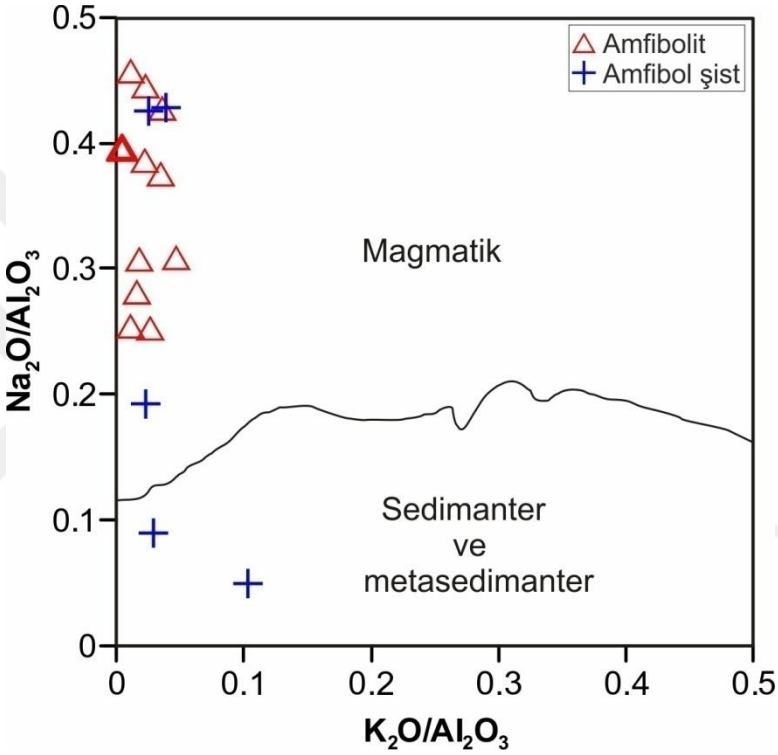
***Amfibolit ve Amfibol Şist***

Metabazik kayaçların köken kayaçlarına yaklaşımda bulunmak, sedimanter veya magmatik kökeni birbirinden ayırt etmek için kayaçların CaO, MgO, FeO bileşimlerinin önemi bilinmektedir (Walker ve ark., 1960). Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin CaO değerleri (% 0.46-8.23), MgO değerleri (% 2.50-10.13) ve FeO değerleri (% 1.88-14.82) arasında değişim göstermektedir. Amfibol şistlerin ise CaO değerleri (% 0.29-12.08), MgO değerleri (% 2.75-16.30) ve FeO değerleri (% 4.27-19.99) arasında değişim göstermektedir. Walker ve ark. (1960)' tarafından geliştirilen diyagram Şekil 4.86'da sunulmaktadır. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolit ve amfibol şistlerin para-amfibolit kökenden ziyade orto-amfibolit bölgesinde ve yakınında yer aldıkları gözlemlenmektedir (Şekil 4.86).




Şekil 4.86. Metabazik kayaçların köken kayaçlarını belirleyen CaO-MgO-FeO üçgen sınıflandırma diyagramı (Walker ve ark., 1960)

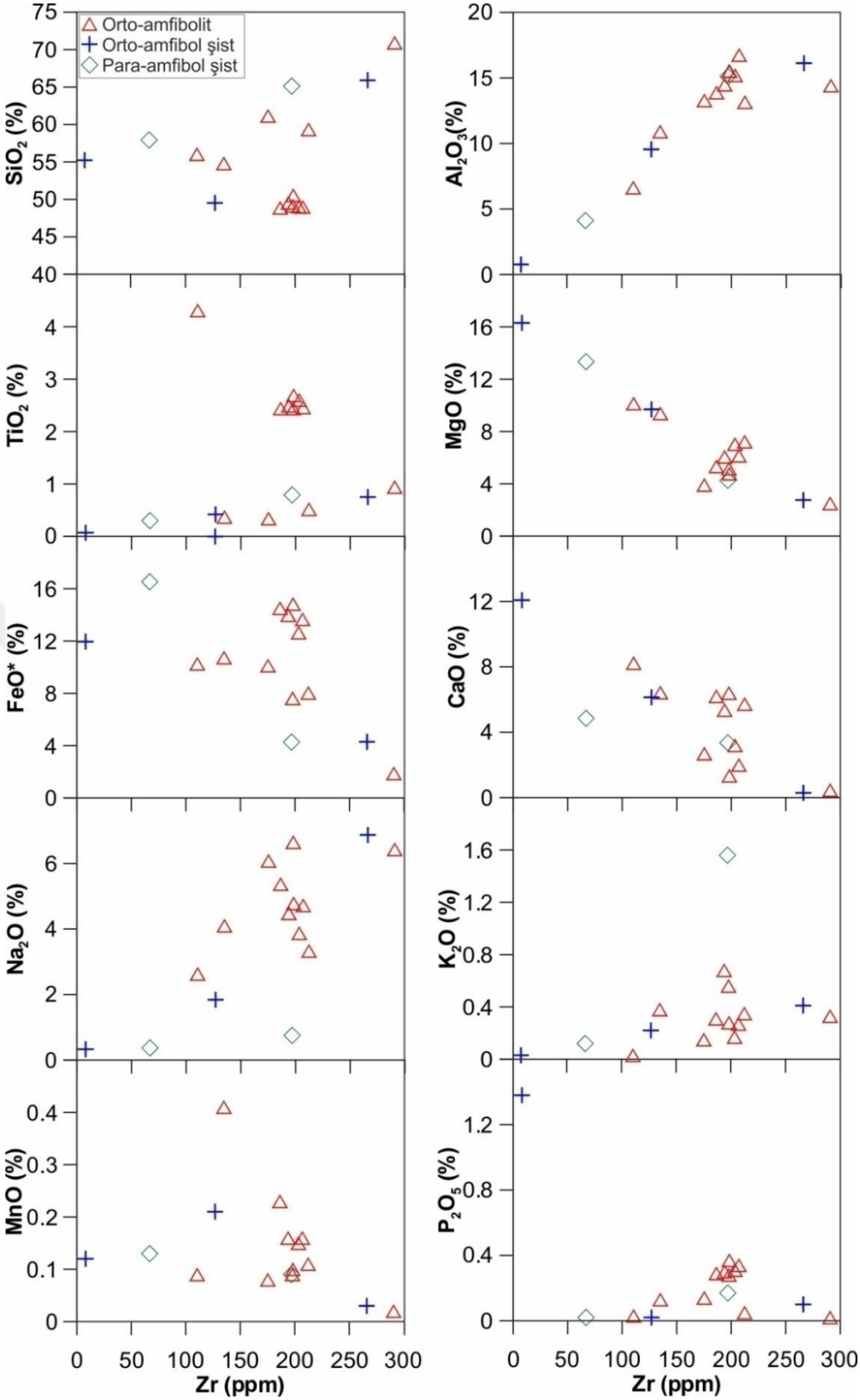
Bunu yanısıra Garrels ve McKenzie, (1971)' tarafından geliştirilen ($Na_2O/Al_2O_3$)-($K_2O/Al_2O_3$) diyagramı metamorfik kayaçların geliştiği köken kayaçlarının sınıflandırılmasında kullanılmaktadır (Şekil 4.87). Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerin $Na_2O/Al_2O_3$ değerleri (0.25-0.46) ve $K_2O/Al_2O_3$ değerleri (0.01-0.05) arasında, amfibol şistlerin $Na_2O/Al_2O_3$ değerleri (0.05-0.43) ve $K_2O/Al_2O_3$ değerleri ise (0.02-0.10) arasında değişim göstermektedir. Şekil 4.87' de verilen sınıflandırma diyagramı incelendiğinde amfibolitlerin magmatik kökenli (orto), amfibol şistlerin bir kısmının magmatik (orto) bir kısmının ise sedimanter ve metasedimanter (para) kökenli oldukları gözlemlenmektedir (Şekil 4.87). Orto ve para kökenli olarak sınıflandırılan amfibolitler ve amfibol şistlerin jeokimyasal özellikleri detaylı bir şekilde anlatılacaktır.



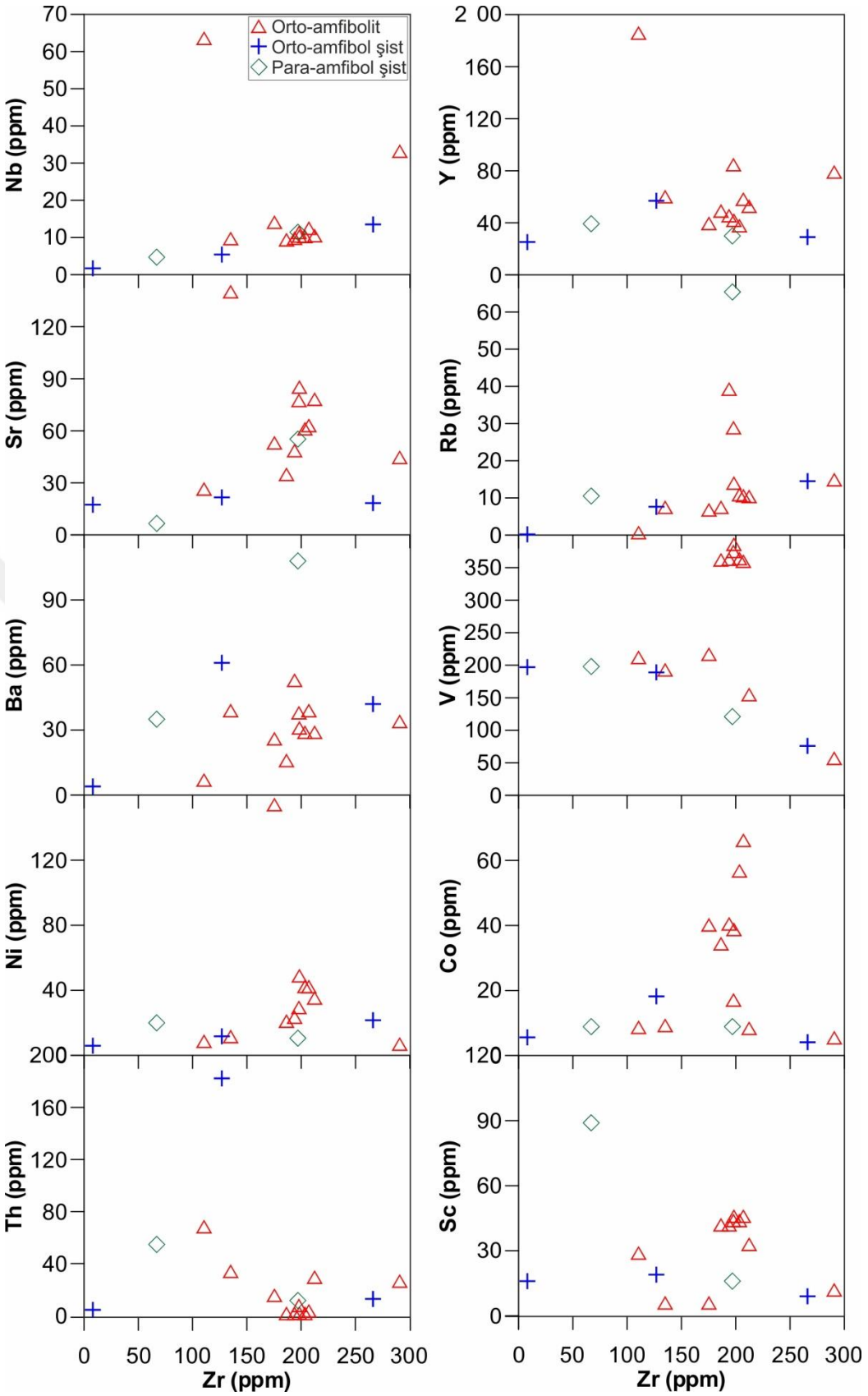

Şekil 4.87. Metamorfik kayaçların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı (Garrels ve McKenzie, 1971)

Şekil 4.88 ve 4.89 'de orto-amfibolit, orto-amfibol şist ve para-amfibol şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit ($SiO_2$, $TiO_2$, FeO, $Na_2O$, MnO, $P_2O_5$, $K_2O$, CaO, MgO, $Al_2O_3$) ve iz element (Nb, Y, Sr, Rb, Ba, V, Ni, Co, Th, Sc) harker diyagramları görülmektedir. Orto-amfibolitlerin $SiO_2$ içeriği (% 48.87-70.92); $TiO_2$ içeriği (% 0.34-4.31); FeO içeriği (% 1.88-14.82); $Na_2O$ içeriği (% 2.63-6.43); MnO içeriği (% 0.02-0.41); $P_2O_5$ içeriği (% 0.02-0.37); $K_2O$ içeriği (% 0.03-0.68); CaO içeriği (% 0.46-8.23); MgO içeriği (% 2.50-10.13); $Al_2O_3$ içeriği (% 6.63-16.75), Nb içeriği (9.4-63.6 ppm), Y içeriği (37.8-185.9 ppm); Sr içeriği (26.5-140.2 ppm); Rb içeriği (0.7-39.3 ppm); Ba içeriği (7-53 ppm); V içeriği (57-386 ppm); Ni içeriği (7-154.2 ppm); Co içeriği (5.5-66.2 ppm); Th içeriği (1.7-68.4 ppm); Sc içeriği (6-46 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Orto-amfibol şistlerin $SiO_2$ içeriği (% 49.52-65.91); $TiO_2$ içeriği (% 0.07-0.75); FeO içeriği (% 4.29-19.99); $Na_2O$ içeriği (% 0.33-6.87); MnO içeriği (% 0.03-0.21); $P_2O_5$ içeriği (%

0.02-1.38); $K_2O$ içeriği (% 0.03-0.41); CaO içeriği (% 0.29-12.08); MgO içeriği (% 2.75-16.30); $Al_2O_3$ içeriği (% 0.77-16.13), Nb içeriği (1.7-13.5 ppm), Y içeriği (25.2-56.9 ppm); Sr içeriği (17.4-21.6 ppm); Rb içeriği (0.2-14.5 ppm); Ba içeriği (4-61 ppm); V içeriği (76-197 ppm); Ni içeriği (5.9-21.6 ppm); Co içeriği (4.1-18.2 ppm); Th içeriği (4.4-182.3 ppm); Sc içeriği (9-19 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Para-amfibol şistlerin $SiO_2$ içeriği (% 57.93-65.12); $TiO_2$ içeriği (% 0.30-0.79); FeO içeriği (% 4.27-16.53); $Na_2O$ içeriği (% 0.37-0.75); MnO içeriği (% 0.09-0.13); $P_2O_5$ içeriği (% 0.02-017); $K_2O$ içeriği (% 0.12-1.56); CaO içeriği (% 3.36-4.85); MgO içeriği (% 4.26-13.34); $Al_2O_3$ içeriği (% 4.12-15.12), Nb içeriği (4.7-11.4 ppm), Y içeriği (29.9-39.3 ppm); Sr içeriği (6.66-55.2 ppm); Rb içeriği (10.5-65.4 ppm); Ba içeriği (35-108 ppm); V içeriği (121-198 ppm); Ni içeriği (10.6-20 ppm); Co içeriği (8.9 ppm); Th içeriği (11.6-54.7 ppm); Sc içeriği (16-89 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Harker diyagramları ana elementler bakımından incelendiğinde; Zirkon (Zr) elementine karşı $SiO_2$, $Al_2O_3$, $TiO_2$, $Na_2O$, $K_2O$ ve $P_2O_5$ elementlerinin pozitif bir korelasyon sergiledikleri görülmektedir. Buna karşın Zirkon (Zr) elementine karşı MgO, FeO, CaO ve MnO element içeriklerinin ise negatif bir korelasyon sundukları görülmektedir (Şekil 4.88). Harker diyagramları iz elementler bakımından incelendiğinde ise; Zirkon (Zr) elementine karşı Nb, Y, Sr, Rb ve Ba elementlerinin pozitif bir korelasyon sergiledikleri görülmektedir. Buna karşın V, Th elementleri bakımından bir negatif korelasyon görülmekte ve Ni, Co, Sc elementlerinde ise belirgin bir korelasyon izlenmemektedir (Şekil 4.89). Bazı elementlerde görülen saçınımlı dağılım metamorfizma etkilerine işaret edebilirler.



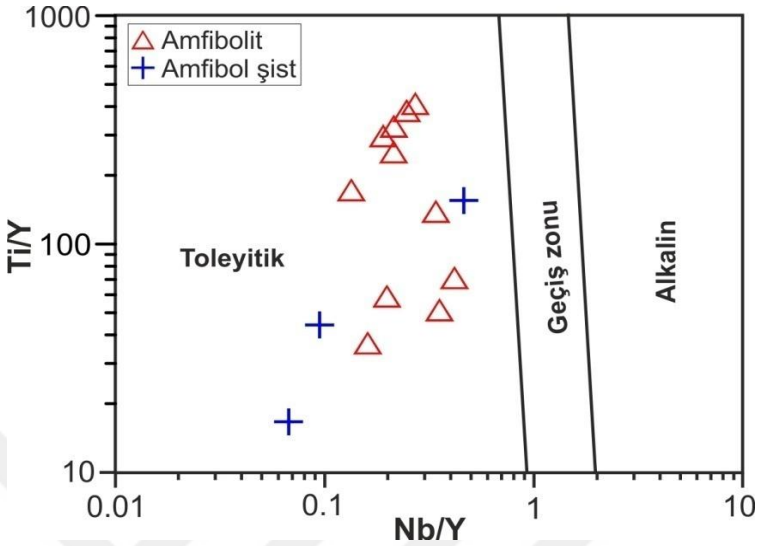

Şekil 4.88. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit, orto-amfibol şist ve para-amfibol şistlerin zirkona (Zr) karşı ana oksit harker diyagramları




Şekil 4.89. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit, orto-amfibol şist ve para-amfibol şistlerin zirkona (Zr) karşı iz element harker diyagramları

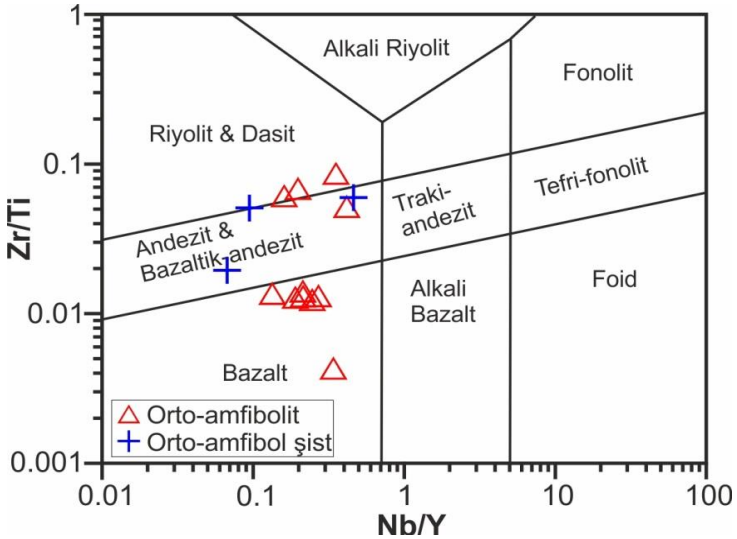
Winchester ve Floyd, (1977)' tarafından geliştirilen (Ti/Y)-(Nb/Y) oranlarına dayalı değişim diyagramı Şekil 4.90'da görülmektedir. Bu diyagram bazik ve metabazik kayaçların türediği magma tipine yaklaşımda bulunmaya olanak sağlamaktadır. Pütürge Metamorfiklerine ait

orto-amfibolitlerin Ti/Y değerleri (36.91-412.35) ve Nb/Y değerleri (0.13-0.42) arasında, orto-amfibol şistlerin Ti/Y değerleri (16.65-158.40) ve Nb/Y değerleri ise (0.07-0.47) arasında değişim sunmaktadır. Sınıflandırma diyagramı incelendiğinde orto-amfibolitlerin ve orto-amfibol şistlerin toleyitik magmadan itibaren geliştikleri görülebilmektedir (Şekil 4.90).




Şekil 4.90. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Ti/Y)-(Nb/Y) değişim diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977)

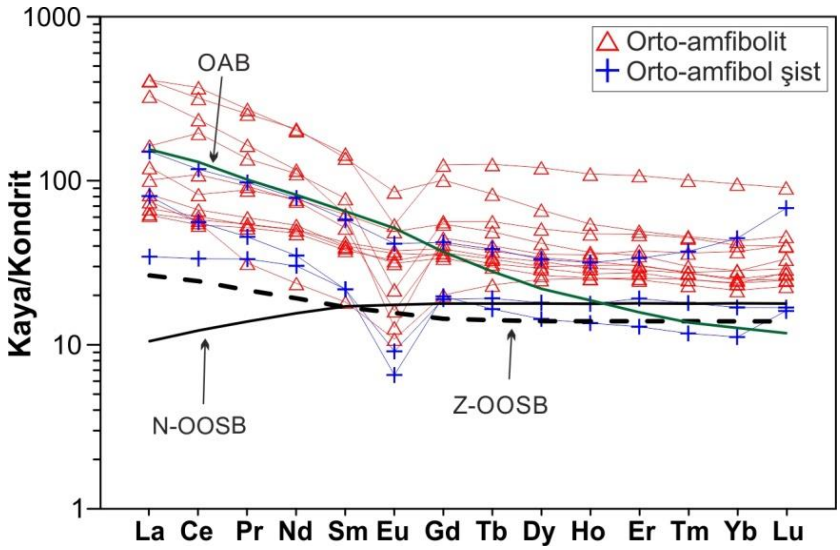
Pearce, (1996)' tarafından geliştirilen (Zr/Ti) ve (Nb/Y) oranlarına dayalı magmatik kayaçları sınıflandırma diyagramı Şekil 4.91'de verilmektedir. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolitlerin Zr/Ti değerleri (0.00-0.09) ve Nb/Y değerleri (0.13-0.42) arasında, orto-amfibol şistlerin Zr/Ti değerleri (0.02-0.06) ve Nb/Y değerleri (0.07-0.47) arasında değişim sunmaktadır. Kayaçları sınıflandırma diyagramı incelendiğinde; orto-amfibolitlerin çoğunlukla bazalt ve daha az oranda ise bazaltik-andezit ve riyolit-dasit alanlarına düştüğü görülmektedir. Bunun yanısıra orto-amfibol şistlerin ise bazaltik-andezit alanında yer aldıkları gözlemlenmektedir (Şekil 4.91).



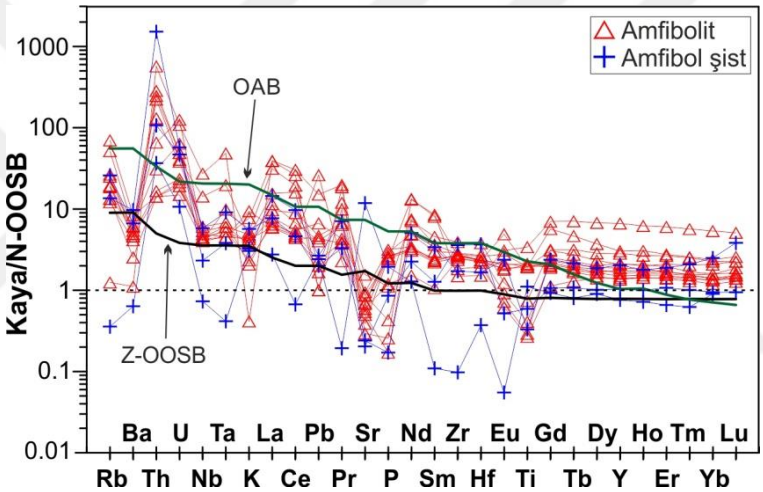

Şekil 4.91. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Zr/Ti)-(Nb/Y) oranlarına dayalı kayaç sınıflandırma diyagramı (Pearce, 1996)

Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı Şekil 4.92'de verilmektedir. Diyagramda karşılaştırma yapmak amacıyla normal okyanus ortası sırtı bazaltları (N-OOSB), zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları (Z-OOSB) ve okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait NTE desenleri de sunulmaktadır (Sun ve McDonough, 1989). Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin hafif nadir toprak elementleri (HNTE) bakımından zenginleşme gösterdikleri görülmektedir. Orto-amfibolitlerin $(La/Sm)_N$ değerleri (1.50-5.29) ve orto-amfibol şistlerin $(La/Sm)_N$ değerleri ise (1.58-3.71) arasında değişim sunmaktadır. Her iki kayaç grubunda da Eu elementi bakımından negatif bir anomali görülmektedir. Eu elementi feldispat minerali tarafından kontrol edilmekte olup Eu elementinde gözlemlenen fakirleşme feldispat fraksiyonuna işaret etmektedir (Rollinson, 1993). Tüm örneklerde ağır nadir toprak elementlerinde (ANTE) yatay ve yataya yakın bir desen gözlemlenmektedir. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şist kayaçlarının Z-OOSB ile OAB arasında değişen NTE desenleri sundukları görülmekte olup zenginleşmiş bir manto kaynağından türedikleri ileri sürülebilir.

Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin normal okyanus ortası sırtı bazaltlara (N-OOSB) göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı Şekil 4.93'da verilmektedir. Diyagramda karşılaştırma yapmak amacıyla zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları (Z-OOSB) ve okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait çoklu element desenleri de sunulmaktadır (Sun ve McDonough, 1989). Çoklu element diyagramı incelendiğinde; (a) iri katyonlu litofil (İKL) elementlerinden Rb, Ba, K ve Pb elementlerinde örneklerin genelinde zenginleşme, Sr elementlerinde ise fakirleşme görülmektedir. Sr elementi plajiyoklas tarafından kontrol edilmektedir. Sr elementindeki fakirleşme plajiyoklas fraksiyonunun göstergesidir (Rollinson, 1993). İri katyonlu litofil (İKL) elementlerdeki zenginleşme elementlerin dalan okyanusal kabuktan manto kamasına aktarılması ile ilişkilendirilmektedir (Arculus ve Powell, 1986; Yogodzinski ve ark., 1993; Wallin ve Metcalf, 1998). (b) Örneklerin tamamında Th elementinde bir zenginleşme gözlenmektedir. Th elementindeki zenginleşme kayaçların yitimle ilişkili bir ortamda oluştuklarını işaret etmektedir (Wood ve ark., 1979; Pearce, 1983). (c) Nb ve Ta elementlerinde bir negatif anomali gözlenmektedir. Bu durum kayaçların oluştuğu magmanın bir özelliği olarak değerlendirilmekte ve yitimle ilişkili bir ortamda oluşumu işaret etmektedir. (d) Kayaçların genelinde Ti ve P fakirleşmeside gözlenmekte olup Fe-Ti oksit ve apatit kristalizayonunu işaret etmektedir (Elthon, 1991). Kayaçların çoklu element diyagramında genel olarak Z-OOSB ve OAB arasında bir desene sahip oldukları ve NTE desenleri ile uyumluluk gösterdikleri ifade edilebilir. Tüm bu özellikler göz önüne alındığında; örneklerin köken kayaçlarının zenginleşmiş bir manto kaynağının değişik derecelerde kısmi ergimesine bağlı olarak yitimle ilişkili bir jeodinamik ortamda oluştukları söylenebilir.

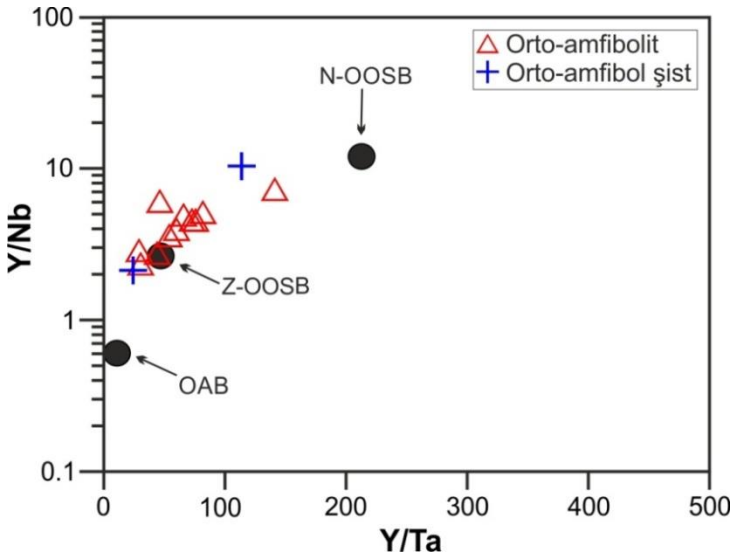



Şekil 4.92. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı [Kondrit değerleri, OAB, N-OOSB ve Z-OOSB değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır]



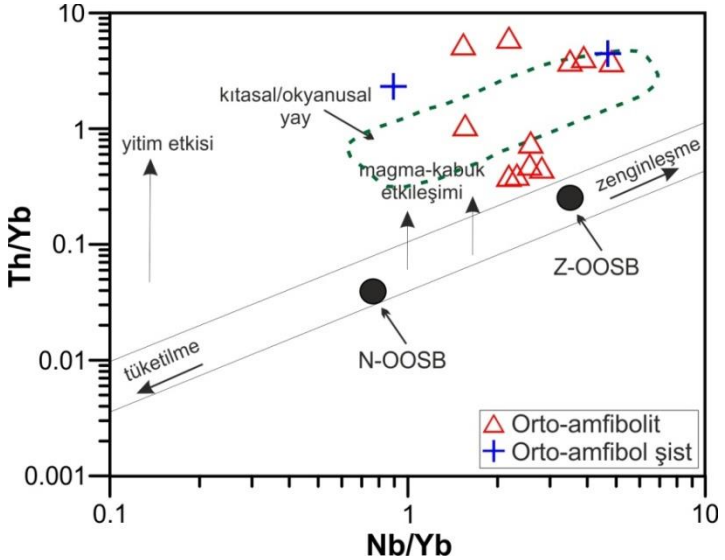

Şekil 4.93. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin N-OOSB'e göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı [N-OOSB, OAB ve Z-OOSB değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır]

Bazik magmatik kayaçların oluştuğu manto kaynak bölgelerinin ortaya çıkarılması için çeşitli iz element diyagramları kullanılmaktadır. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin köken kayaçlarının oluşumu sırasında beslendikleri manto kaynağını ortaya çıkarmak üzere (Y/Nb)-(Y/Ta) oranları kullanılarak Şekil 4.94'deki diyagram oluşturulmuştur. Normal okyanus ortası sırtı bazaltları (N-OOSB), zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltları (Z-OOSB) ve okyanus adası bazaltlarına (OAB) ait değerler de diyagramda gösterilmektedir (Sun ve McDonough, 1989). Orto-amfibolitlerin Y/Nb değerleri (2.38-7.43) ve Y/Ta değerleri (29.05-141.17) arasında; orto-amfibol şistlerin ise Y/Nb değerleri (2.15-14.82) ve Y/Ta değerleri (24.17-113.80) arasında değişim göstermektedir. Şekil 4.94'de orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Y/Nb)-(Y/Ta) sınıflandırma diyagramında genel olarak zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı (Z-OOSB) bölgesine yakın kısımlarda yer aldıkları gözlemlenmektedir (Şekil 4.94). Bunun yanısıra iki örneğin ise N-OOSB ve Z-OOSB arasına düştüğü görülmektedir(Şekil 4.94).




Şekil 4.94. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Y/Nb)-(Y/Ta) oranlarına göre manto kaynağı diyagramın [N-OOSB, OAB ve Z-OOSB değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır]

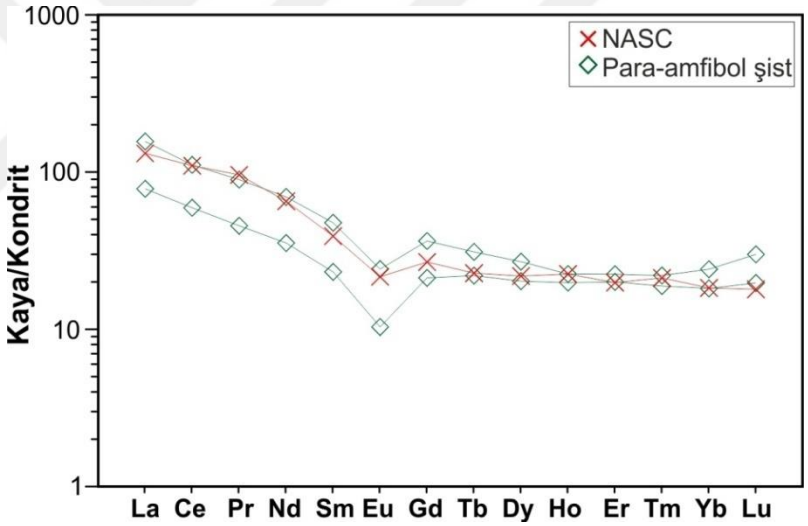
Pearce ve Peate (1995)' tarafından geliştirilen Nb/Yb ve Th/Yb diyagramı bazik kayaçların Nb zenginleşme veya fakirleşmesine göre manto kaynağının karakteri, Th element zenginleşmesi veya fakirleşmesine görede yitim bileşiminin olup olmadığına yaklaşımda bulunmayı amaçlamaktadır. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Th/Yb)-(Nb/Yb) değişim diyagramı verilmektedir. Orto-amfibolitlerin Th/Yb değerleri (0.39-6.15) ve Nb/Yb değerleri (1.53-4.82) arasında; orto-amfibol şistlerin Th/Yb değerleri (2.32-23.96) ve Nb/Yb değerleri ise (0.71-4.69) arasında değişim sunmaktadır. Diyagramda orto kökenli amfibolit ve amfibol şistlerin zenginleşmiş bir manto kaynağından beslendikleri ve oluşumları sırasında yitim süreçlerinden etkilendikleri söylenebilir. Ayrıca bu kayaçların oluşumları sırasında magma kabuk etkileşimine maruz kaldıkları da diyagramda görülmektedir (Şekil 4.95).



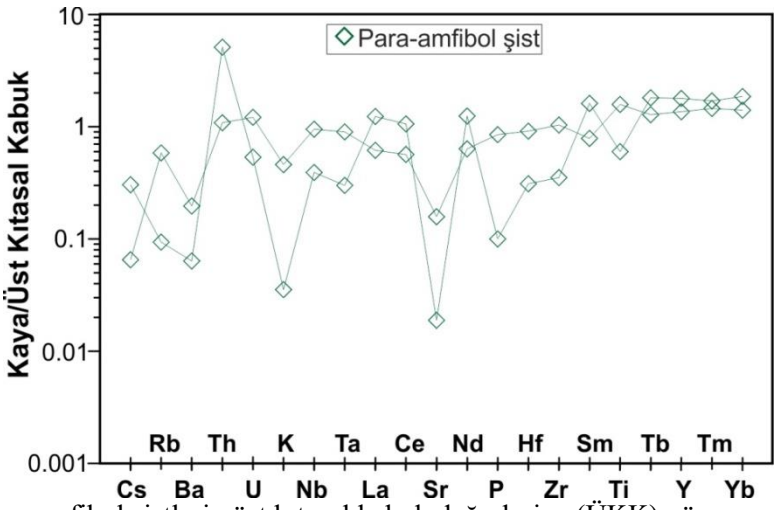

Şekil 4.95. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin (Th/Yb)-(Nb/Yb) değişim diyagramı (Pearce ve Peate, 1995)

Para-amfibol şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı Şekil 4.96'da verilmektedir. Karşılaştırma yapmak amacıyla Kuzey Amerika Şeyl Komposit (NASC) birimine ait NTE deseni de diyagramda sunulmaktadır. Para-amfibol şistlerin NTE desenlerine bakıldığında; (a) hafif nadir toprak elementleri (HNTE) bakımından bir zenginleşme görülmektedir [$(La/Sm)_N$=3.29-3.37]. (b) Bunun yanısıra para-amfibol şistler belirgin bir şekilde Eu elementi bakımından negatif anomali sundukları da gözlenmektedir. Eu elementi feldispat minerali tarafından kontrol edilmektedir. Eu elementinde gözlemlenen fakirleşme feldispat fraksiyonuna işaret etmektedir (Rollinson, 1993). Tüm örneklerde ağır nadir toprak elementlerinde (ANTE) yatay ve yataya yakın bir desen görülmektedir (Şekil 4.96). Para-amfibol şistlerin NASC örneği ile birebir benzerlik sunduğu oldukça açıktır (Şekil 4.96).

Para-amfibol şisterin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK)'e göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı Şekil 4.97'de verilmektedir. Çoklu element diyagramına bakıldığında; iri katyonlu litofil (İKL) elementler (Cs, Rb, Ba, K, Sr) bakımından bir fakirleşme, buna karşın yüksek alan gerilimli (YAG) elementlerin (Th, U, Ti, Y ve NTE ) ise üst kıtasal kabuğa benzer çoklu element deseni sundukları gözlenmektedir (Şekil 4.97).

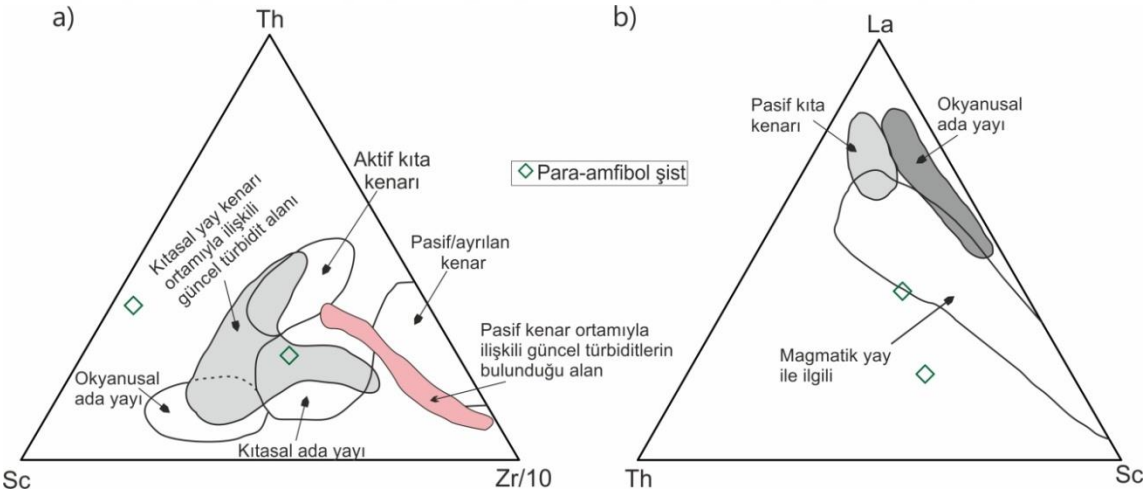



Şekil 4.96. Para-amfibol şistlere ait kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı [Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan ve NASC değerleri Gromet ve ark., (1984)'den alınmıştır ]




Şekil 4.97. Para-amfibol şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı [ÜKK değerleri Rudnick ve Gao (2003) ve Hu ve Gao (2008)'den alınmıştır]

Bhatia ve Crode (1986)' tarafından geliştirilen Sc-Th-Zr/10 ve Girty ve Barber (1993)' tarafından geliştirilen Th-La-Sc diyagramları, pasif ve aktif kıta kenarlarında çökelen kırıntılı sedimanter kayaçların tektonik ortamını belirlemede kullanılmaktadır. Para-amfibol şistlerin Sc değerleri (16-89 ppm), Th değerleri (11.6-54.7 ppm), La değerleri (18.5-37 ppm) ve Zr/10 değerleri (6.69-19.69) arasında değişim sunmaktadır. Para-amfibol şistlerin Sc-Th-Zr/10 ve Th-La-Sc sınıflandırma diyagramlarında genel olarak kıtasal yay kenarı ortamına veya yakınına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.98 a,b).

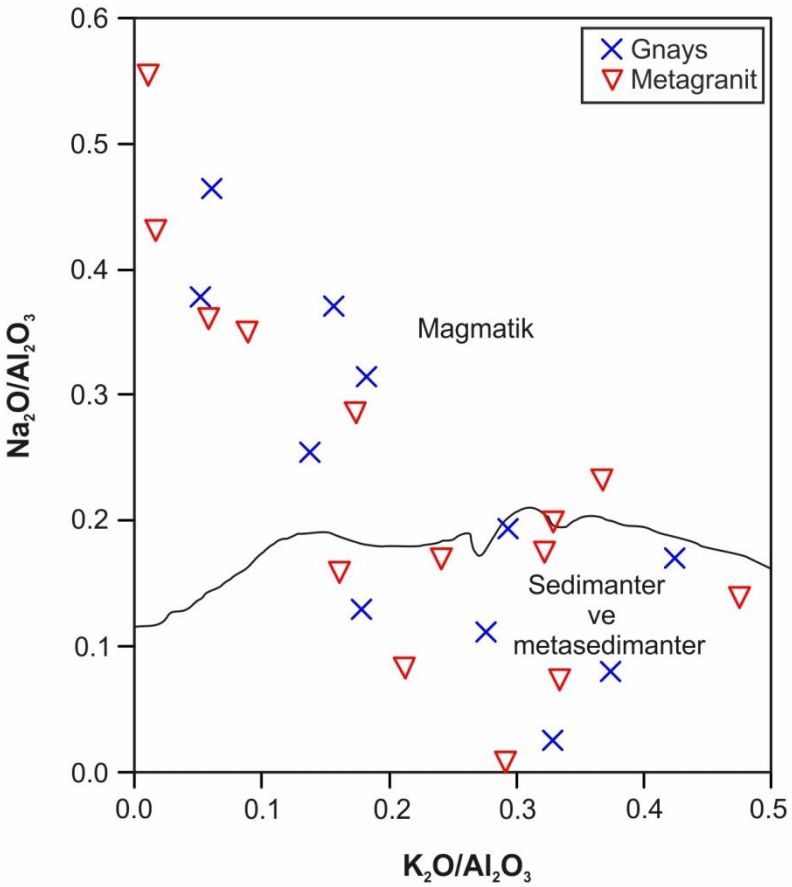



Şekil 4.98. Pütürge Metamorfiklerine ait para-amfibol şistlerin a) Sc-Th-Zr/10 (Bhatia ve Crode, 1986) b) Th-La-Sc (Girty ve Barber, 1993) uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları

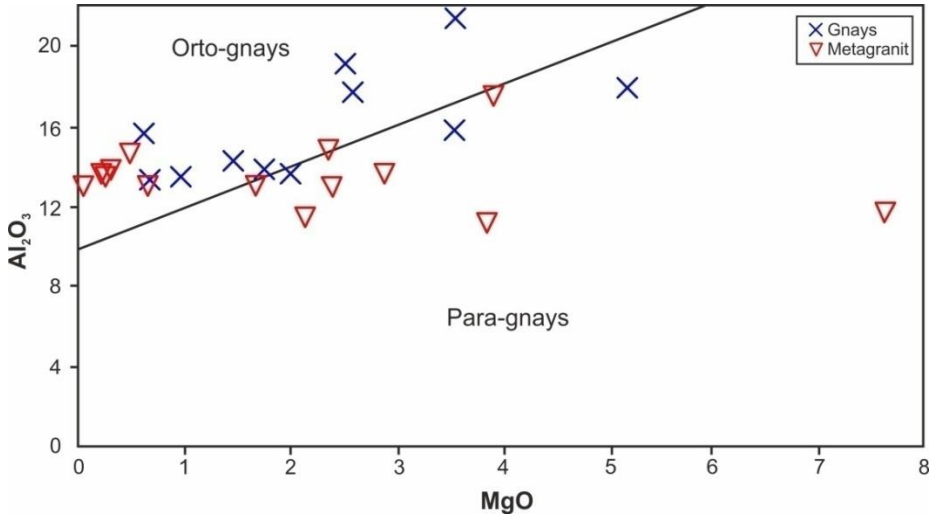
Sedimanter kökenli amfibol şistlerden elde edilen veriler, bu kayaçların yitimle ilişkili (yay/yay-ardı) bir ortamda gelişen bazik magmatizmaya eşlik eden sedimantasyona bağlı olarak gelişen kayaçlar olduğu sonucunu doğurmaktadır.

***Metagranit ve Gnays***

Metagranit ve gnays kayaçlarının köken kayaçlarına yaklaşımda bulunmak amacıyla Garrel ve Mckenzie (1971)' tarafından geliştirilen ($Na_2O/Al_2O_3$)-($K_2O/Al_2O_3$) oranlarına dayalı diyagram ve Marc (1992) tarafından geliştirilen ve $Al_2O_3$-MgO diyagramı kullanılmaktadır. Metagranitlerin $Na_2O/Al_2O_3$ değerleri 0.01-0.56 ve $K_2O/Al_2O_3$ değerleri 0.01-0.48 arasında değişmekte iken, gnaysların $Na_2O/Al_2O_3$ değerleri 0.02-0.46 ve $K_2O/Al_2O_3$ değerleri ise 0.05-0.42 arasında değişim sunmaktadır. Metagranitlerin $Al_2O_3$ değerleri % 11.29-14.89 ve MgO değerleri % 0.05-7.64 arasında; gnaysların $Al_2O_3$ değerleri % 13.39-21.36 ve MgO değerleri ise % 0.62-5.20 arasında değişim sunmaktadır. Metamorfik kayaçların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramları incelendiğinde metagranit ve gnaysların köken kayaçlarının magmatik (orto) ve sedimanter-metasedimanter (para) olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.99, 4.100). Aşağıdaki bölümlerde metagranit ve gnaysların jeokimyasal özellikleri orto ve para kökenli olarak sınıflandırılıp anlatılacaktır.



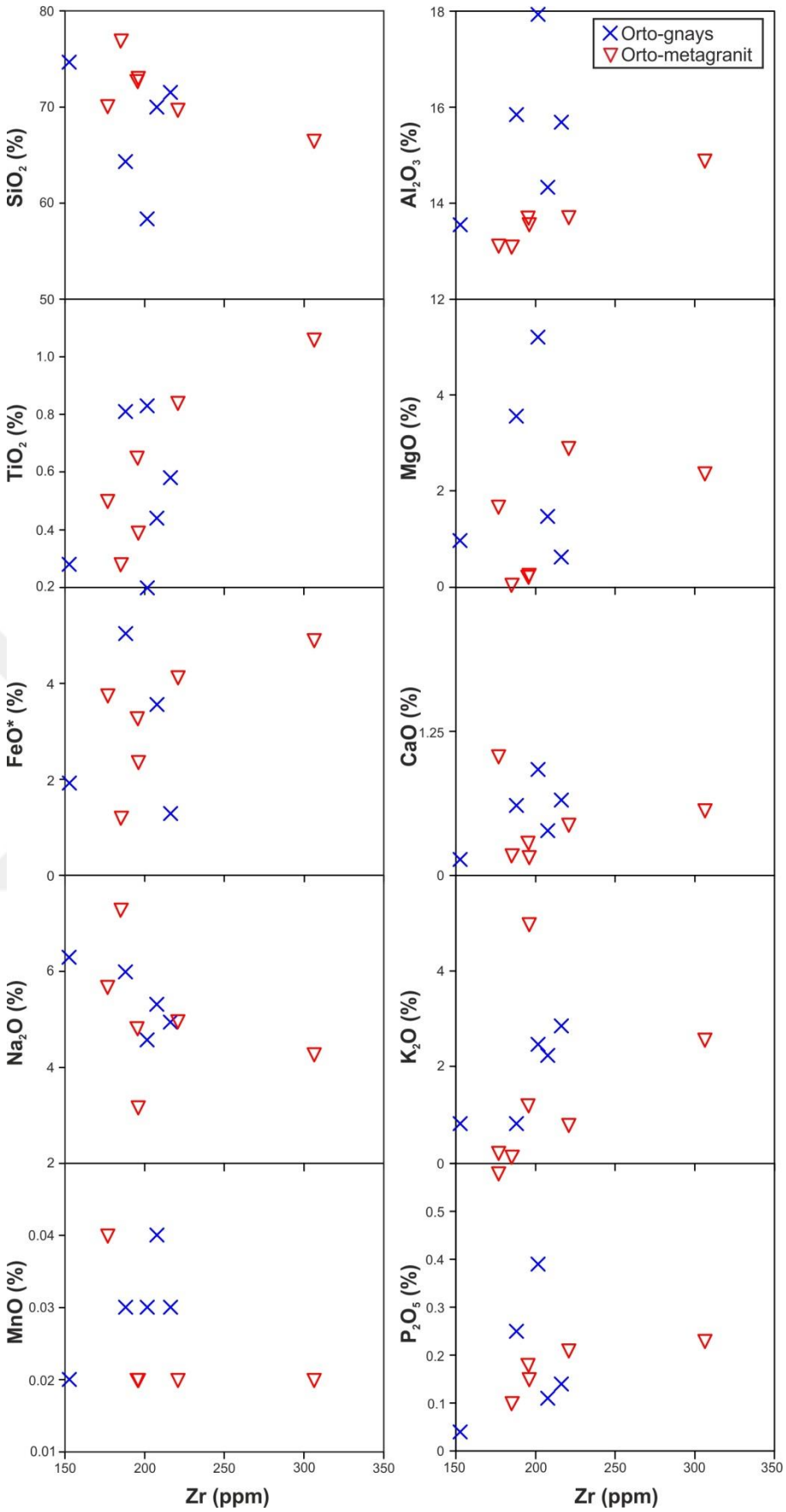

Şekil 4.99. Metagranit ve gnaysların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı (Garrels ve McKenzie, 1971)



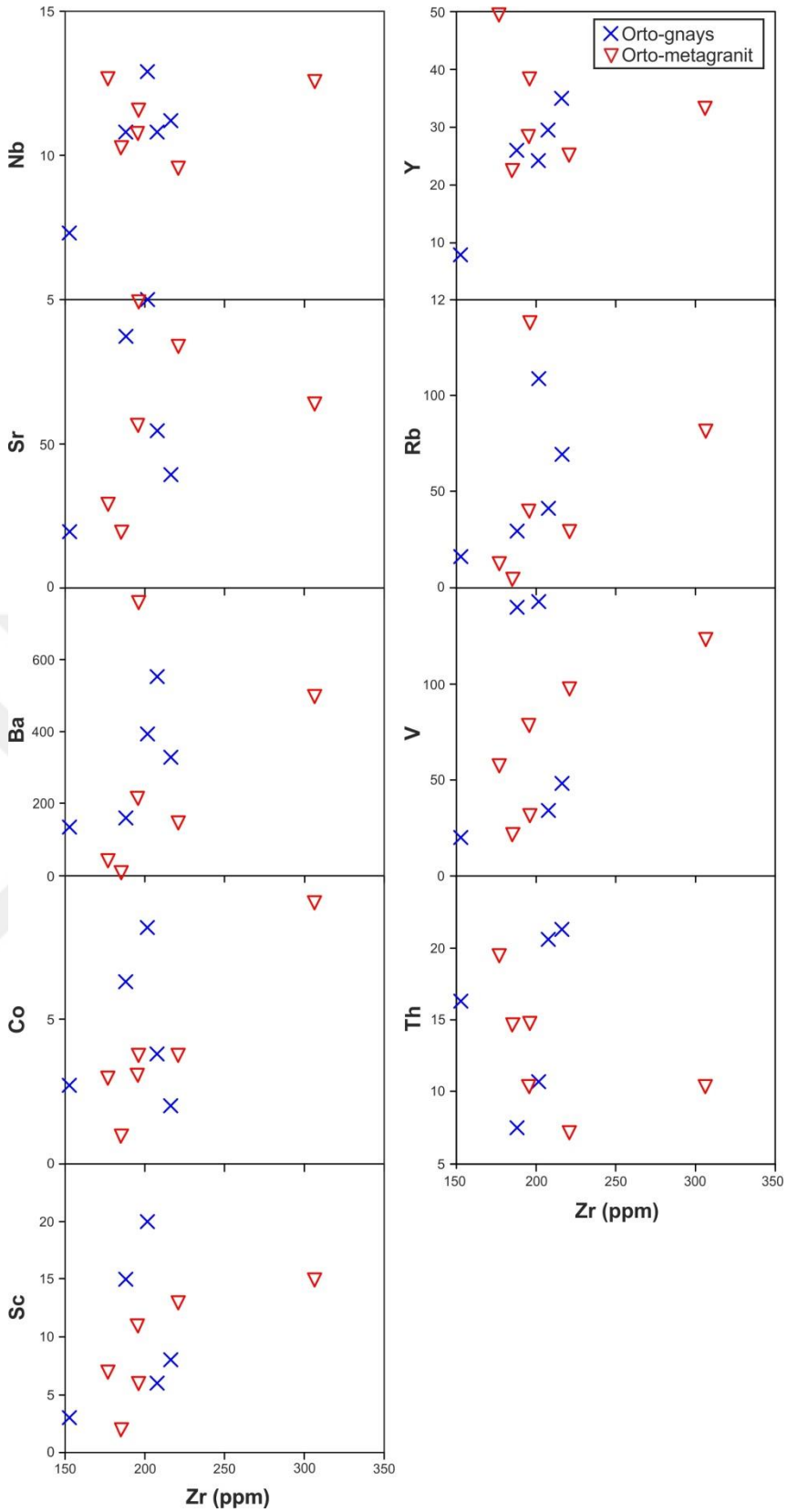
Şekil 4.100. Metagranit ve gnaysların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı (Marc, 1992)

***Orto-Metagranit ve Orto-Gnays***

Orto-metagranit ve orto-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit ($SiO_2$, $Al_2O_3$, $TiO_2$, MgO, FeO, CaO, $K_2O$, $P_2O_5$, MnO) element içerikleri ve iz element içeriklerine (Nb, Y, Sr, Rb, Ba, V, Co, Sc, Th) göre çizilen harker diyagramları Şekil 4.101, 4.102' de verilmektedir. Orto-metagranitlerin $SiO_2$ içeriği (% 66.61-76.98); $TiO_2$ içeriği (% 0.28-1.06); FeO içeriği (% 1.22-4.91); $Na_2O$ içeriği (% 3.18-7.29); MnO içeriği (% 0.02-0.04); $P_2O_5$ içeriği (% 0.1-0.58); $K_2O$ içeriği (% 14-4.98); CaO içeriği (% 0.19-1.13); MgO içeriği (% 0.05-2.90); $Al_2O_3$ içeriği (% 13.10-14.89), Nb içeriği (9.6-12.7 ppm), Y içeriği (22.6-49.6 ppm); Sr içeriği (19.9-99.9 ppm); Rb içeriği (4.2-138.5 ppm); Ba içeriği (8-762 ppm); V içeriği (22-124 ppm); Ni içeriği (21-31 ppm); Co içeriği (1-9.1 ppm); Th içeriği (7.2-19.5 ppm); Sc içeriği (2-15 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Orto-gnaysların $SiO_2$ içeriği (% 58.44-74.70); $TiO_2$ içeriği (% 0.28-0.83); FeO içeriği (% 1.29-5.99); $Na_2O$ içeriği (% 4.57-66.29); MnO içeriği (% 0.02-0.04); $P_2O_5$ içeriği (% 0.11-0.39); $K_2O$ içeriği (% 0.82-2.86); CaO içeriği (% 0.14-0.97); MgO içeriği (% 0.62-5.20); $Al_2O_3$ içeriği (% 13.54-17.93), Nb içeriği (7.3-12.9 ppm), Y içeriği (7.8-35 ppm); Sr içeriği (19.4-10.2 ppm); Rb içeriği (15.5-108.5 ppm); Ba içeriği (135-553 ppm); V içeriği (20-143 ppm); Ni içeriği (2.3-32.1 ppm); Co içeriği (2-8.2 ppm); Th içeriği (7.5-21.3 ppm); Sc içeriği (3-20 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Harker diyagramları incelendiğinde; zirkona karşı çizilen (Zr) ana oksit içeriklerine dayalı harker diyagramlarında örneklerin bir kısmında saçınımlı olmakla birlikte pozitif ve diğerlerinde ise negatif bir korelasyon gözlenmekle birlikte, jeokimyasal açıdan anlamlı bir değişim sunmamaktadır. Benzer bir durum iz element içeriklerine göre çizilen harker diyagramlarında da gözlenmektedir(Şekil 4.101, 4.102).

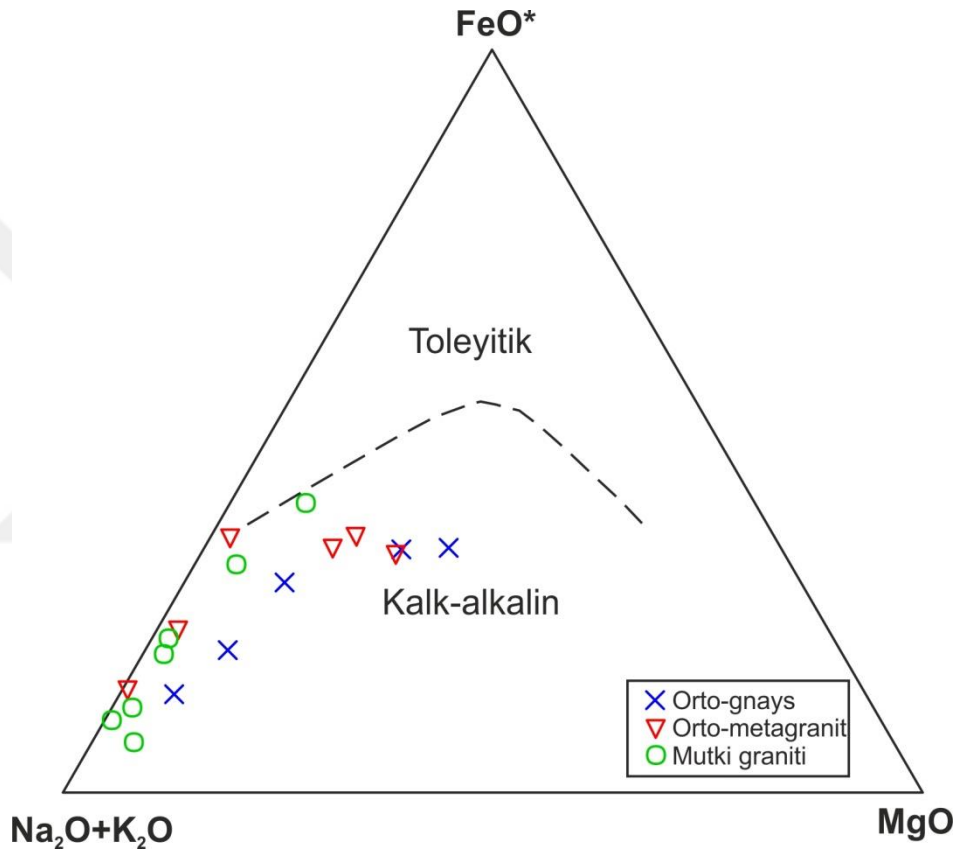



Şekil 4.101. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit element bileşimlerine dayalı harker diyagramları



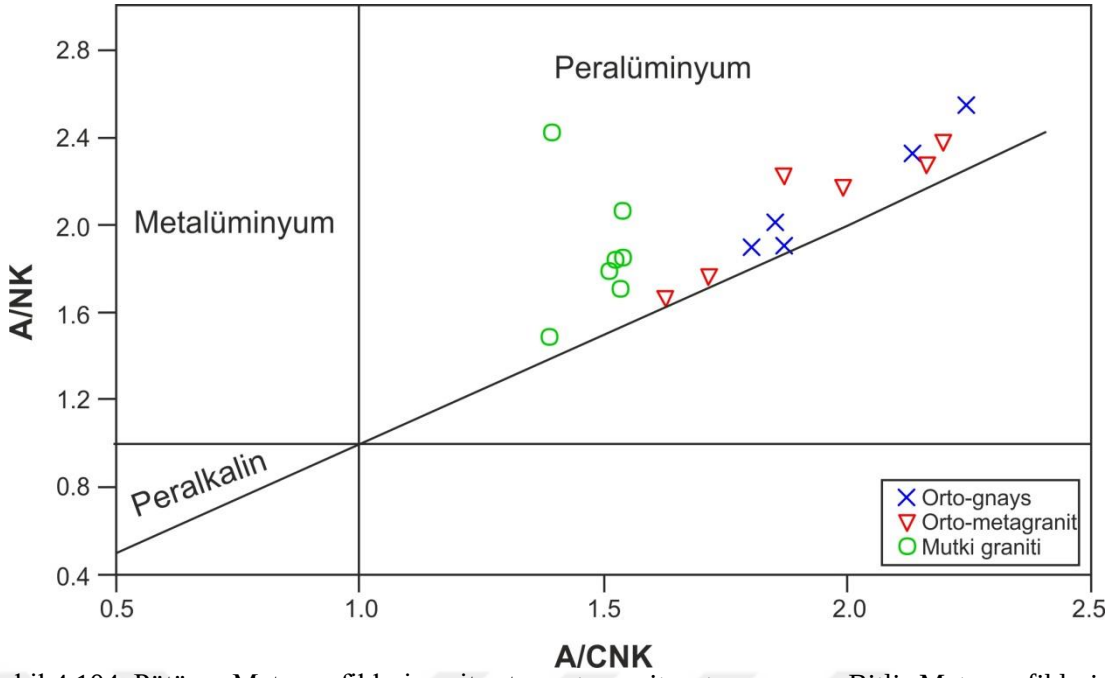

Şekil 4.102. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen iz elementlere dayalı harker diyagramları

Irvine ve Baragar, (1971)' tarafından geliştirilen oluşturulan ($Na_2O+K_2O$)-FeO*-MgO üçgen diyagramı, magmatik kayaçların türediği toleyitik ve kalkalkalen magma kaynaklarını ayırt etmekte kullanılmaktadır. Orto-metagranitlerin $Na_2O+K_2O$ değerleri (% 5.77-8.16), FeO* değerleri (% 1.22-4.91) ve MgO değerleri (% 0.05-2.90) arasında, orto-gnaysların $Na_2O+K_2O$ değerleri (% 6.81-7.80), FeO* değerleri (% 1.29-5.99) ve MgO değerleri (% 0.62-5.20) arasında değişmektedir. AFM diyagramı incelendiğinde orto-metagranit ve orto gnaysların köken kayaçlarının kalk-alkalen bir magmadan türedikleri açıkca görülmektedir. Bu diyagramda yer alan Mutki (Bitlis) granitlerine ait veriler Ustaömer ve ark. (2009)'dan alınmış olup çalışma alanındaki orto-metagranit ve orto-gnays kayaçları ile uyumluluk sunmaktadırlar (Şekil 4.103).



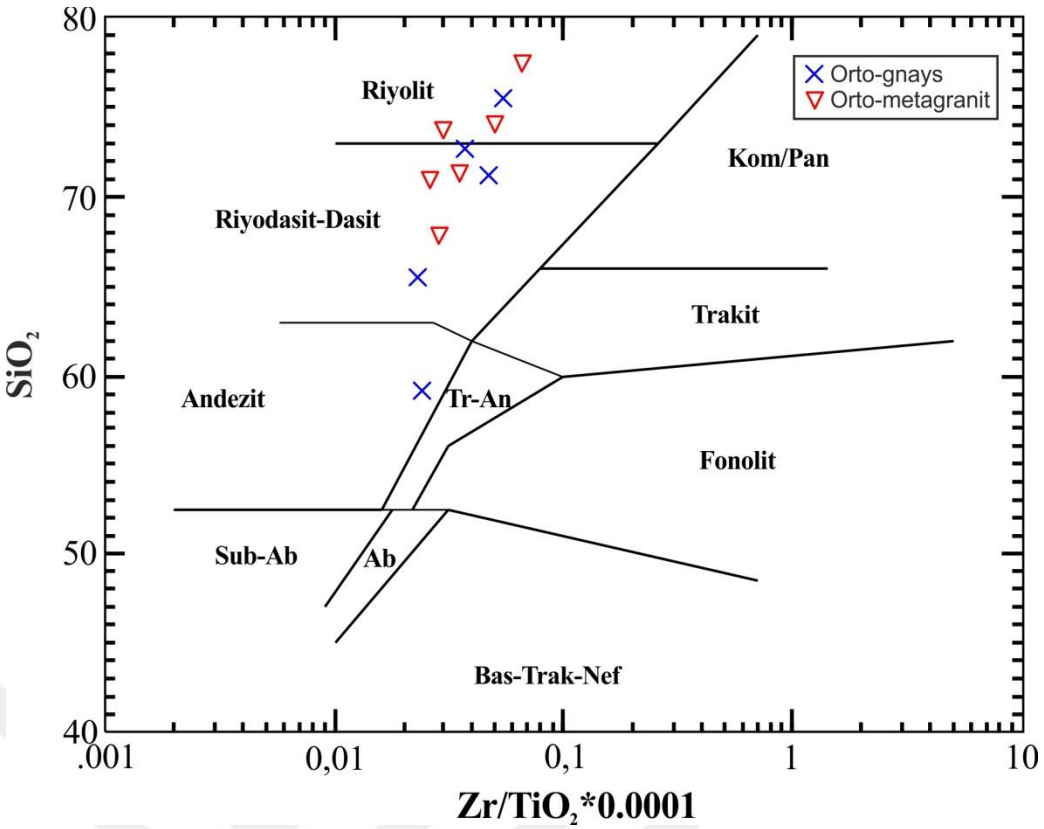

Şekil 4.103. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit, orto-gnays ve Bitlis Metamorfiklerini kesen Mutki granitlerinin AFM diyagramındaki konumları [Irvine ve Baragar, (1971) ve Mutki granitlerine ait veriler Ustaömer ve ark. (2009)'dan alınmıştır]

Maniar ve Piccolli, (1989)' tarafından geliştirilen (A/NK)-(A/CNK) oranlarına dayalı diyagram metalüminus, peralüminus ve peralkalen granitleri birbirinden ayırmada kullanılmaktadır. Orto-metagranitlerin A/NK değerleri (1.66-2.38) ve A/CNK değerleri (1.63-2.19) arasında; orto-gnaysların A/NK değerleri (1.90-2.55) ve A/CNK değerleri (1.80-2.24) arasında değişmektedir. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnaysları peralüminyum alanda konumlanmaktadır. Bitlis Masifi içerisinde gözlenen Mutki granitleri de benzer bir özellik sunmaktadır (Şekil 4.104).

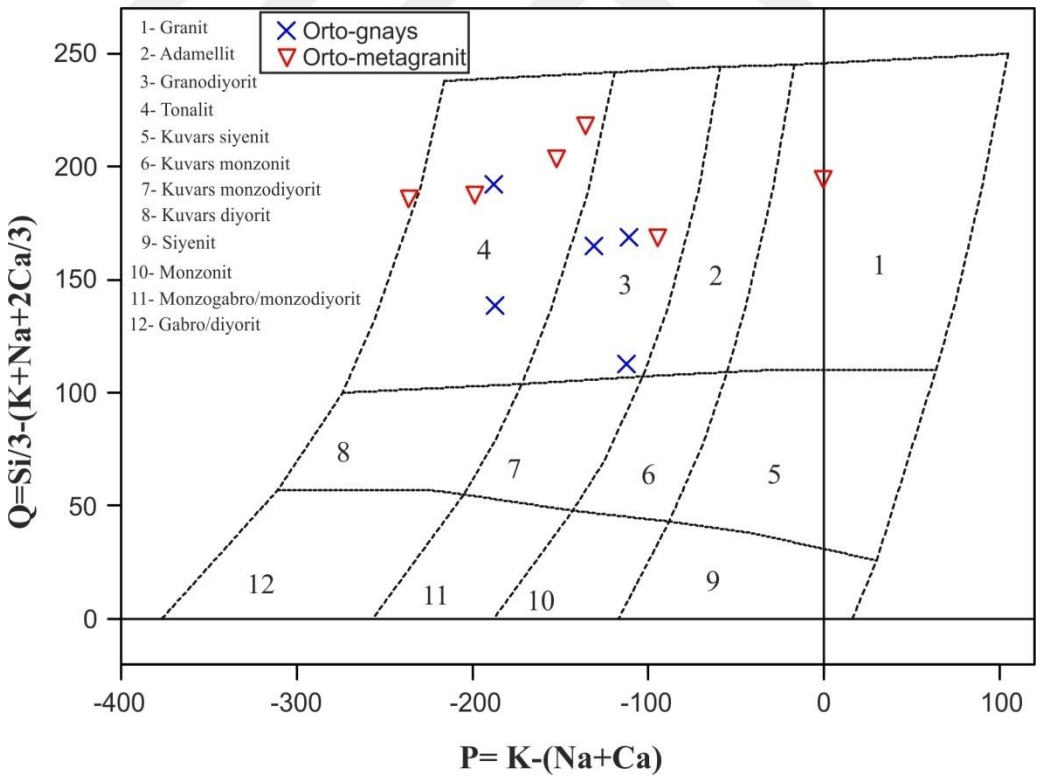



Şekil 4.104. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit, orto-gnays ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitlerinin (A/NK)-(A/CNK) sınıflandırma diyagramı [Maniar ve Piccolli, (1989), Mutki granitlerine ait veriler Ustaömer ve ark., (2009)'dan alınmıştır]

Winchester ve Floyd, (1977)' tarafından geliştirilen $SiO_2$-[$Zr/TiO_2$*0.0001] kayaç sınıflandırma diyagramında orto-metagranitlerin $SiO_2$ değerleri (% 66.61-76.98) ve $Zr/TiO_2$*0.0001 değerleri (0.03-0.07) arasında, orto-gnaysların $SiO_2$ değerleri (% 58.44-74.70) ve $Zr/TiO_2$*0.0001 değerleri ise (0.02-0.05) arasında değişim sunmaktadır. Diyagramda, orto-metagranitlerin riyolit, riyodasit bölgesinde, orto-gnaysların ise andezit, riyolit, riyodasit-dasit alanlarında yer aldıkları gözlenmektedir (Şekil 4.105). Debon ve Le Fort (1983)' tarafından geliştirilen [Q] ve -[P] parametrelerine dayandırılan kayaç sınıflandırma diyagramında orto-metagranitlerin Q değerleri (1669.13-218.70) ve P değerleri (-236.01)-(-0.27) arasında, orto-gnaysların Q değerleri (112.74-192.34) ve P değerleri ise (-110.81)-(-188.06) arasında değişim göstermektedir. [Q] ve -[P] diyagramı incelendiğinde orto-metagranitlerin tonalit, granit ve granodiyorit alanlarında, orto-gnaysların ise tonalit ve granodiyorit alanlarında yer aldıkları gözlemlenmektedir (Şekil 4.106).



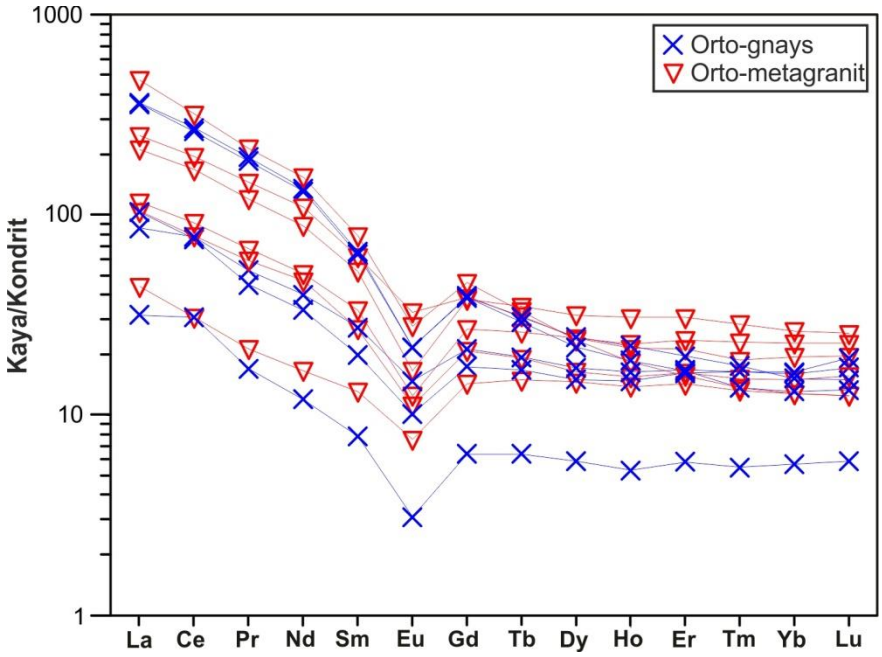

Şekil 4.105. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnays kayaçlarını sınıflandırma diyagramı [Winchester ve Floyd, (1977)'den alınmıştır]



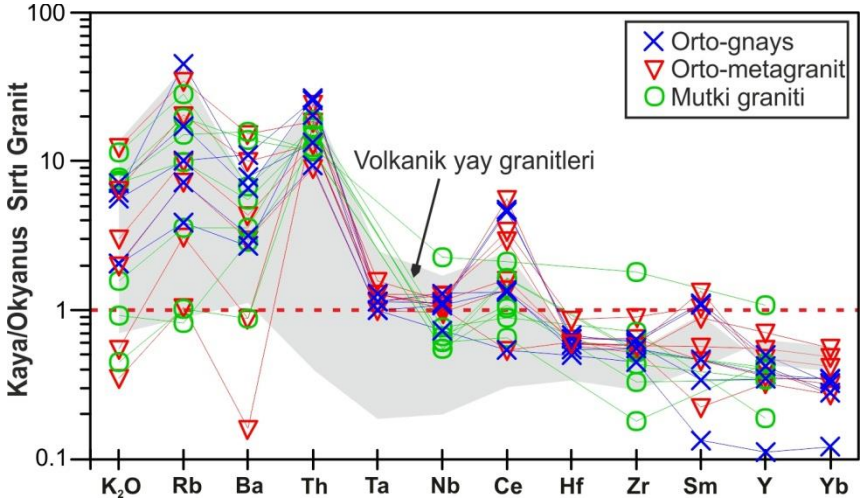

Şekil 4.106. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnays kayaçlarını sınıflandırma diyagramı [Debon ve Le Fort, (1983)'den alınmıştır]

Orto-metagranit ve orto-gnaysların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı Şekil 4.107'de verilmektedir. Her iki kayaç grubunun da hafif nadir toprak elementleri (HNTE) bakımından zenginleşme gösterdikleri gözlenmektedir. Orto-metagranitlerin $(La/Sm)_N$değerleri (3.34-6.02) arasında; orto-gnaysların $(La/Sm)_N$ değerleri ise (3.14-5.61) arasında değişim sunmaktadır. Orto-metagranit ve orto-gnaysların nadir toprak element desenleri incelendiğinde, tüm örneklerde Eu elementi bakımından fakirleşme görülmektedir. Eu elementi feldispat minerali tarafından kontrol edilmektedir. Eu elementinde gözlemlenen fakirleşme feldispat fraksiyonuna işaret etmektedir (Rollinson, 1993). Tüm örneklerde ağır nadir toprak elementlerinde (ANTE) yatay ve yataya yakın bir desen gözlemlenmektedir (Şekil 4.107).

Orto-metagranit ve orto-gnaysların okyanus ortası sırtı granit (OOSG)'e göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı Şekil 4.108'de verilmektedir. Diyagamda, Bitlis Masifi içerisinde gözlenen Mutki graniti ve volkanik yay ortamında oluşan granitlerin desenleri de karşılaştırma yapmak üzere gösterilmektedir. Çoklu element diyagramı incelendiğinde iri katyonlu litofil (İKL) elementlerinden Rb ve Ba elementlerinde örneklerin genelinde zenginleşme görülmektedir. Örneklerin tamamında Th elementinde bir zenginleşme gözlemlenmektedir. Yüksek alan gerilimli (YAG) elementlerden Ta, Hf, Nb elementleri bakımından örneklerin genelinde fakirleşme, Ce elementi bakımından ise zenginleşme gözlemlenmektedir. Sözü edilen element zenginleşmeleri ve fakirleşmeleri volkanik yay (kıtasal yay) ortamında oluşan granitler için oldukça karakteristiktir. Bu durum çoklu element diyagramında açıkca görülmekte olup volkanik yay granitleri ile karşılaştırıldığında (Pearce ve ark., 1984), orto-metagranit, orto-gnays ve Mutki granitlerinin volkanik yay granitlerine benzer bir desen sundukları gözlemlenmektedir (Şekil 4.108).

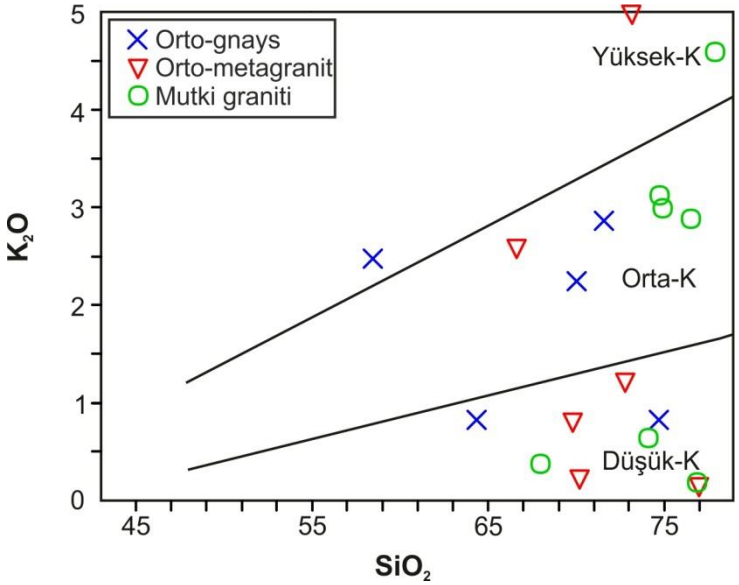



Şekil 4.107. Pütürge Metamorfiklerinde orto-metagranit ve orto-gnaysların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı [Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan alınmıştır]



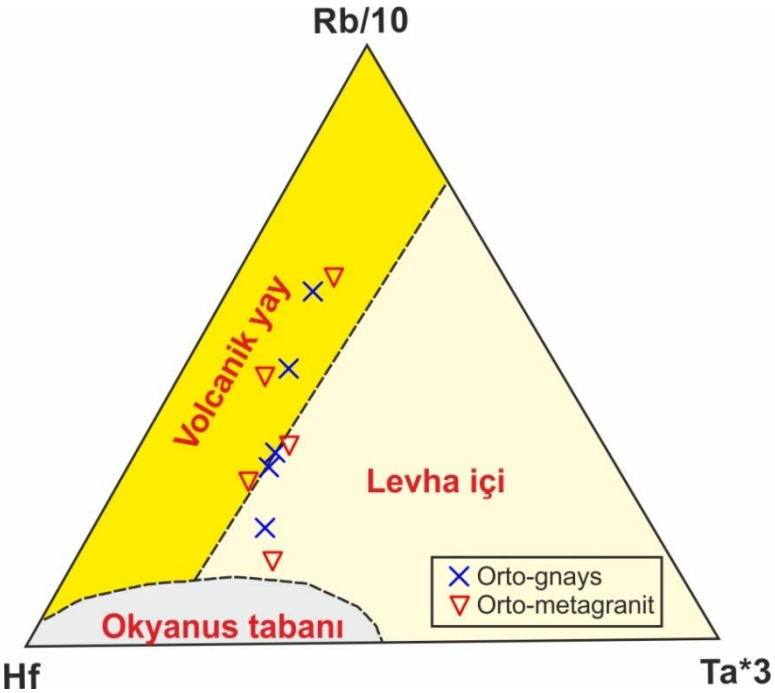

Şekil 4.108. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit, orto-gnays ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitlerinin okyanus sırtı granitlerine göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı [Okyanus sırtı granit değerleri Pearce ve ark. (1984)'den alınmıştır. Mutki granitlerine ait veriler Ustaömer ve ark. (2009)'dan alınmıştır]

Kalk-alkalen türü magmaların sınıflandırılmasında ise Peccerillo ve Taylor (1976)' tarafından önerilen $SiO_2$-$K_2O$ diyagramı kullanılmaktadır. Orto-metagranitlerin $K_2O$ değerleri (% 0.14-4.98) ve $SiO_2$ değerleri (% 66.61-76.98) arasında, orto-gnaysların ise $K_2O$ değerleri (% 0.82-2.86) ve $SiO_2$ değerleri (% 58.44-74.70) arasında değişim sunmaktadırlar. Bu diyagramda, orto-metagranitlerin 4 adedi düşük-K'lu, 1 adedi orta-K'lu ve 1 adedide yüksek-K'lu alandadır (Şekil 4.109). Orto-gnaysların 2'şer adedi düşük ve orta-K'lu alanda, 1 adedi ise yüksek-K'lu alandadır. Karşılaştırma yapmak amacıyla kullanılan Mutki (Bitlis) granitlerine ait veriler de düşük ve yüksek-K'lu alanlar arasında dağılım sunmaktadır (Şekil 4.109)

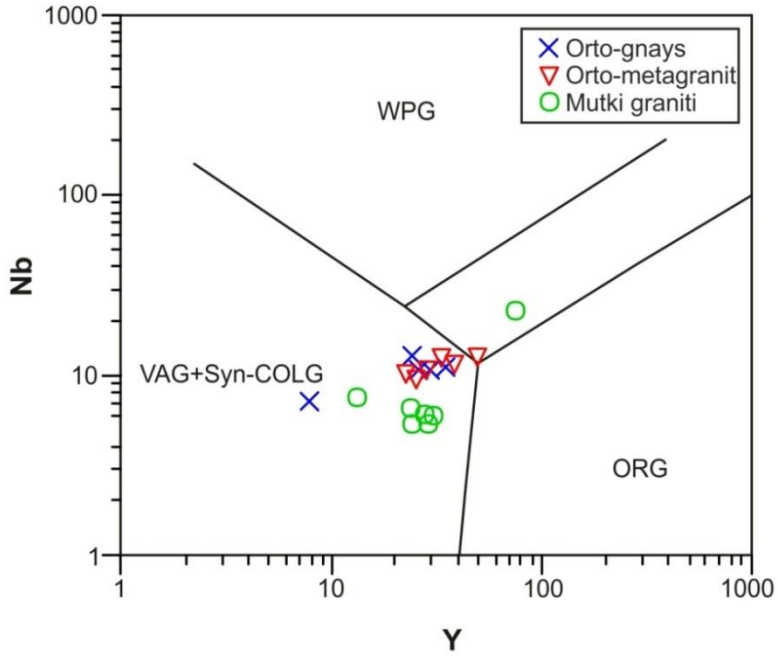



Şekil 4.109. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-gnays, orto-metagranit ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitlerinin $K_2O$-$SiO_2$ sınıflandırma diyagramı [Peccerillo ve Taylor (1976), Mutki granitlerine ait veriler Ustaömer ve ark. (2009)'dan alınmıştır]

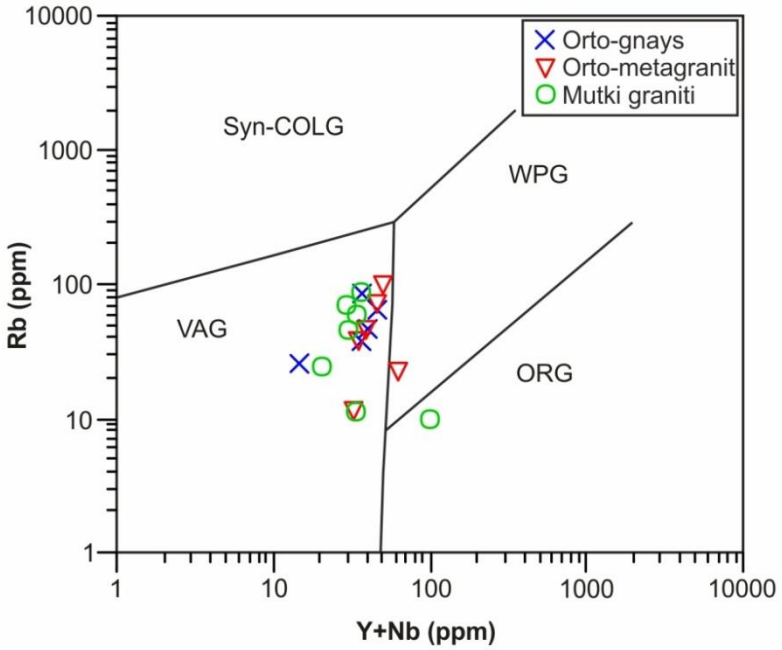
Harris ve ark. (1986)' tarafından geliştirilen Hf-(Rb/10)-Ta*3 üçgen diyagramı volkanik yay, levha içi ve okyanus ortası sırtı ortamında oluşan granitleri ayırt etmekte kullanılmaktadır. Orto-metagranitlerin Hf değerleri 5.2-7.8 ppm, Rb/10 değerleri 0.42-13.85 ppm ve Ta*3 değerleri 2.1-3.3 ppm arasındadır. Orto-gnaysların Hf değerleri 4.5-6.1 ppm, Rb/10 değerleri 1.55-10.89 ppm ve Ta*3 değerleri ise 2.1-2.7 ppm arasında değişmektedir. Diyagramda her iki kayaç grubunun da volkanik yay granitleri alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.110). Her iki kayaç grubundan birer örnek ise levha içi granit alanındadır. Pearce ve ark. 1984' tarafından geliştirilen Y-Nb sınıflandırma diyagramı yitim/çarpışma ile ilişkili granitler, levha içi granitler ve okyanus ortası sırtı granitleri birbirinden ayırmada kullanılmaktadır. Orto-metagranitlerin Y değerleri 22.6-49.6 ppm ve Nb değerleri 9.6-12.7 ppm, orto-gnaysların Y değerleri 7.8-35 ppm ve Nb değerleri 7.3-12.9 ppm arasında değişmektedir. Diyagramda, orto-metagranitler ve orto-gnaysların yitim/çarpışma granitleri alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.111). Mutki (Bitlis) bölgesindeki Kadomiyen granitlerinin de benzer tektonik ortama düştükleri gözlenmektedir. Pearce ve ark. (1984)' tarafından geliştirilen Rb-(Y+Nb) diyagramı ise yitim zonu granitleri ile kıtasal çarpışma zonu granitlerini biribirinden ayırmakta daha iyi sonuçlar vermektedir. Orto-metagranitlerin Rb değerleri 4.2-138.5 ppm ve Y+Nb değerleri 32.9-62.3 ppm arasında, orto-gnaysların Rb değerleri 15.5-108.5 ppm ve Y+Nb değerleri 15.1-466.2 ppm arasında değişmektedir. Rb-(Y+Nb) tektonik ortam sınıflandırma diyagramında orto-metagranit (bir örnek hariç) ve orto-gnaysların volkanik yay granitleri alanına düştükleri açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.112). Karşılaştırma yapmak amacıyla aynı diyagrama yerleştirilen Kadomiyen yaşlı Mutki (Bitlis) granitleride volkanik yay alanına düşmektedir.




Şekil 4.110. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-metagranit ve orto-gnaysların Hf-Rb/10-Ta*3 sınıflandırma diyagramı [Harris ve ark. (1986)' dan alınmıştır]



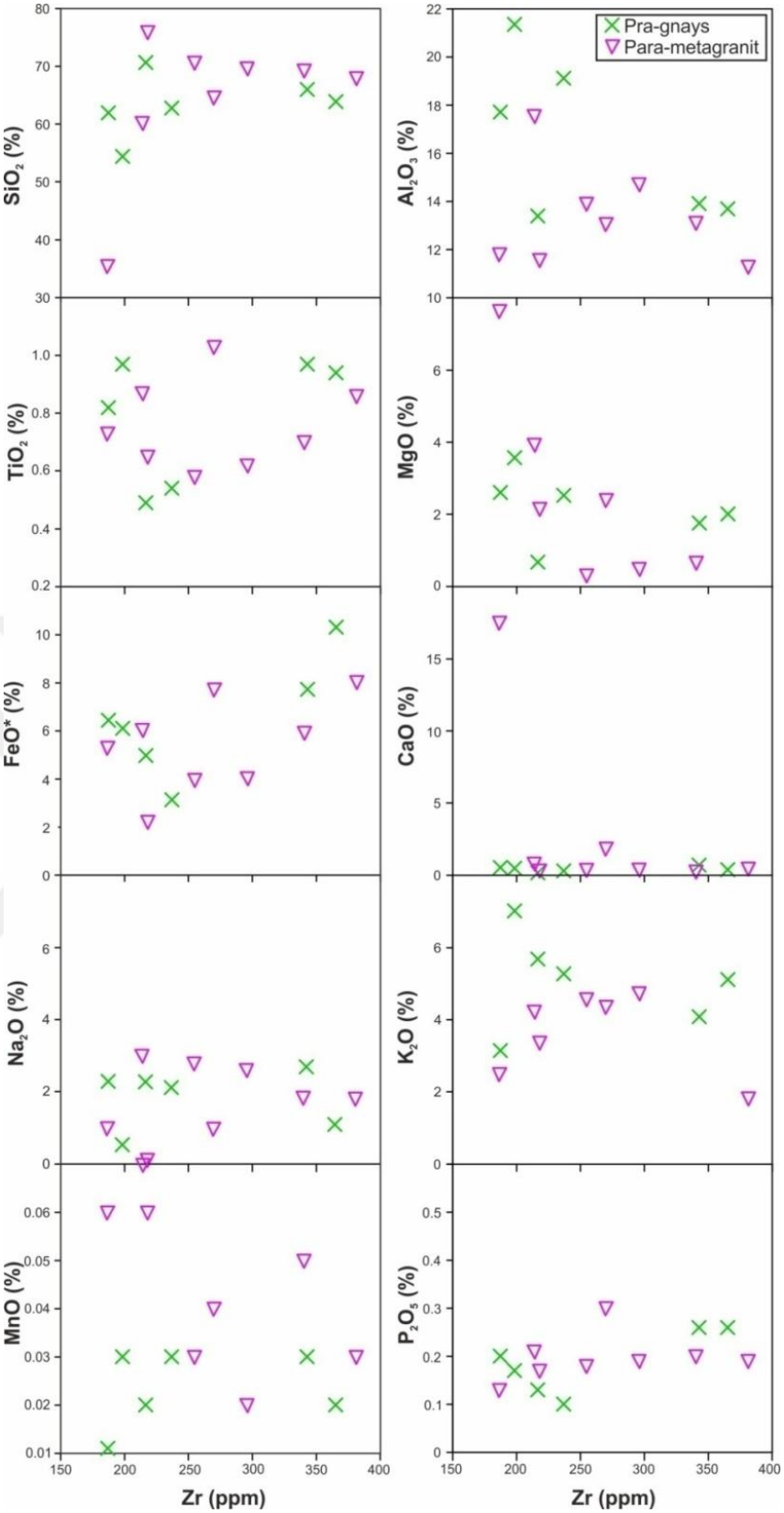

Şekil 4.111. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-gnays, orto-metagranit ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitinin Nb-Y sınıflandırma diyagramı [Pearce ve ark. (1984)' den alınmıştır. ORG: Okyanus sırtı granitleri, VAG: Volkanik yay granitleri, WPG: Levha içi granitleri, Syn-COLG: Çarpışmayla eş zamanlı granitler, Mutki granitlerine ait veriler Ustaömer ve ark. (2009)'dan alınmıştır]



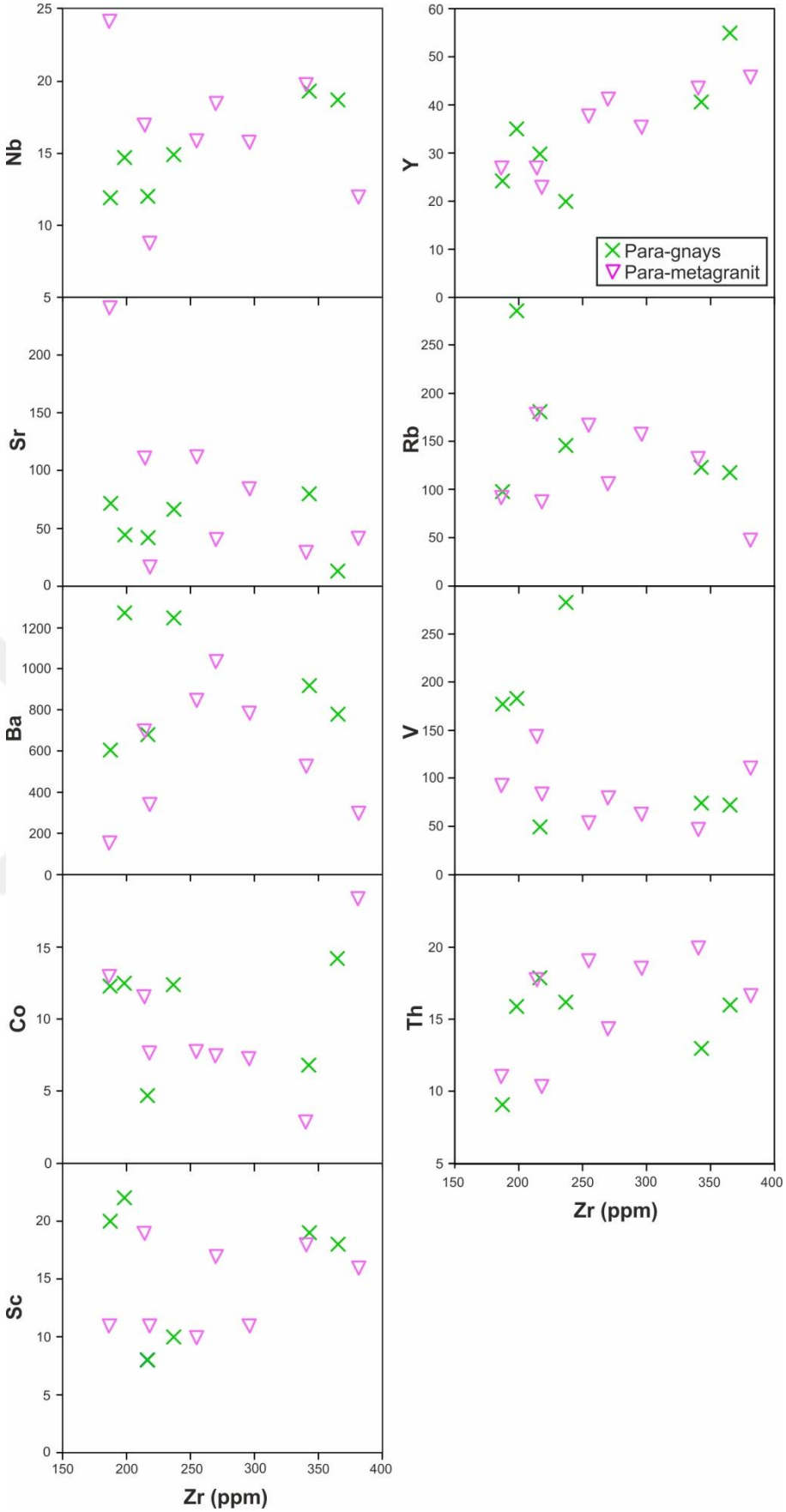

Şekil 4.112. Pütürge Metamorfiklerine ait orto-gnays, orto-metagranit ve Bitlis Metamorfiklerine ait Mutki granitinin Rb-Y+Nb sınıflandırma diyagramı [Pearce ve ark. (1984)'den alınmıştır. ORG: Okyanus sırtı granitleri, VAG: Volkanik yay granitleri, WPG: Levha içi granitleri, COLG: Çarpışmayla ilişkili granitler, Syn-COLG: Çarpışmayla eş zamanlı granitler, Mutki granitlerine ait veriler Ustaömer ve ark., (2009)'dan alınmıştır]

***Para-Metagranit ve Para-Gnays***

Para-metagranit ve para-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit ($SiO_2$, $Al_2O_3$, $TiO_2$, MgO, FeO, CaO, $K_2O$, $P_2O_5$, MnO) element içerikleri ve iz element içeriklerine (Nb, Y, Sr, Rb, Ba, V, Co, Sc, Th) göre çizilen harker diyagramları Şekil 4.113, 4.114'de verilmektedir. Para-metagranitlerin $SiO_2$ içeriği (% 35.46-75.95); $TiO_2$ içeriği (% 0.58-1.03); FeO içeriği (% 2.22-8.04); $Na_2O$ içeriği (% 0.11-3); MnO içeriği (% 0.02-0.07); $P_2O_5$ içeriği (% 0.13-0.30); $K_2O$ içeriği (%1.82-6.23); CaO içeriği (% 0.26-17.50); MgO içeriği (% 0.31-7.64); $Al_2O_3$ içeriği (% 11.29-17.55), Nb içeriği (8.8-24.2 ppm), Y içeriği (23-45.9 ppm); Sr içeriği (17-24.3 ppm); Rb içeriği (47.9-178.8 ppm); Ba içeriği (156-1039 ppm); V içeriği (47-144 ppm); Ni içeriği (23-30 ppm); Co içeriği (2.9-18.4 ppm); Th içeriği (10.4-20 ppm); Sc içeriği (10-19 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Para-gnaysların $SiO_2$ içeriği (% 54.41-70.69); $TiO_2$ içeriği (% 0.49-0.97); FeO içeriği (% 3.1-10.32); $Na_2O$ içeriği (% 0.53-2.69); MnO içeriği (% 0.01-0.03); $P_2O_5$ içeriği (% 0.10-0.26); $K_2O$ içeriği (% 3.15-7.02); CaO içeriği (% 0.18-0.69); MgO içeriği (% 0.68-3.57); $Al_2O_3$ içeriği (% 13.39-21.36), Nb içeriği (11.9-19.3 ppm), Y içeriği (19.9-54.9 ppm); Sr içeriği (12.7-79.6 ppm); Rb içeriği (97.6-286 ppm); Ba içeriği (605-1273 ppm); V içeriği (49-283 ppm); Ni içeriği (26-48 ppm); Co içeriği (4.7-14.2 ppm); Th içeriği (9.1-17.9 ppm); Sc içeriği (8-22 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Harker diyagramları incelendiğinde; zirkona karşı çizilen ana oksit içeriklerine dayalı harker diyagramlarında örneklerin bir kısmında saçınımlı olmakla birlikte pozitif ve diğerlerinde ise negatif bir korelasyon gözlenmekle birlikte, jeokimyasal açıdan anlamlı bir değişim sunmamaktadırlar. Benzer bir durum iz element içeriklerine göre çizilen harker diyagramlarında da gözlenmektedir(Şekil 4.113, 4.114).



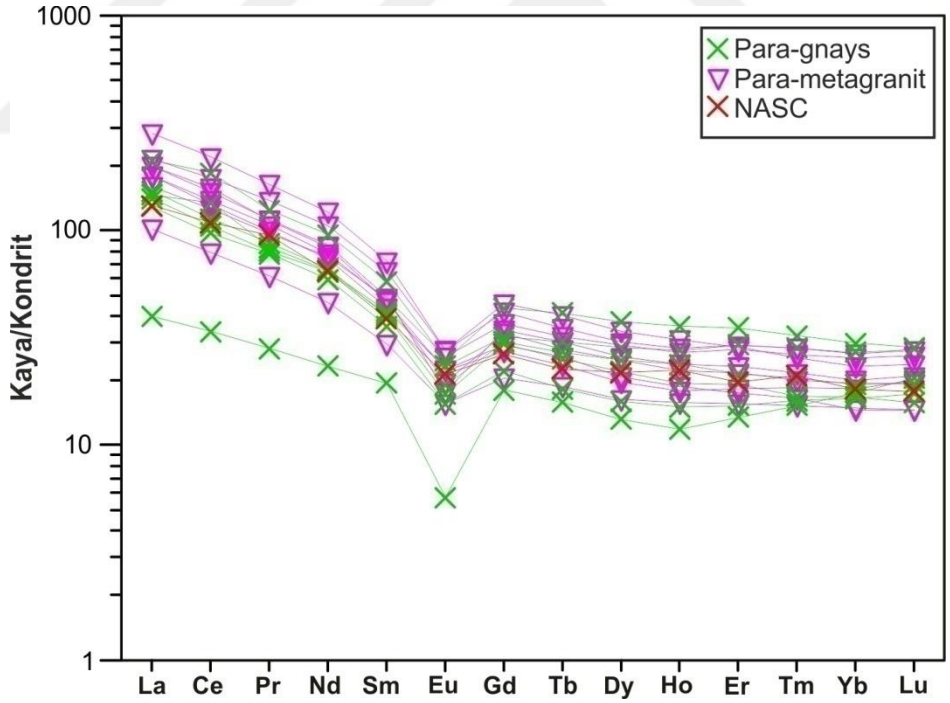

Şekil 4.113. Pütürge Metamorfiklerine ait para-metagranit ve para-gnaysların zirkona (Zr) karşı ana oksit element harker diyagramları



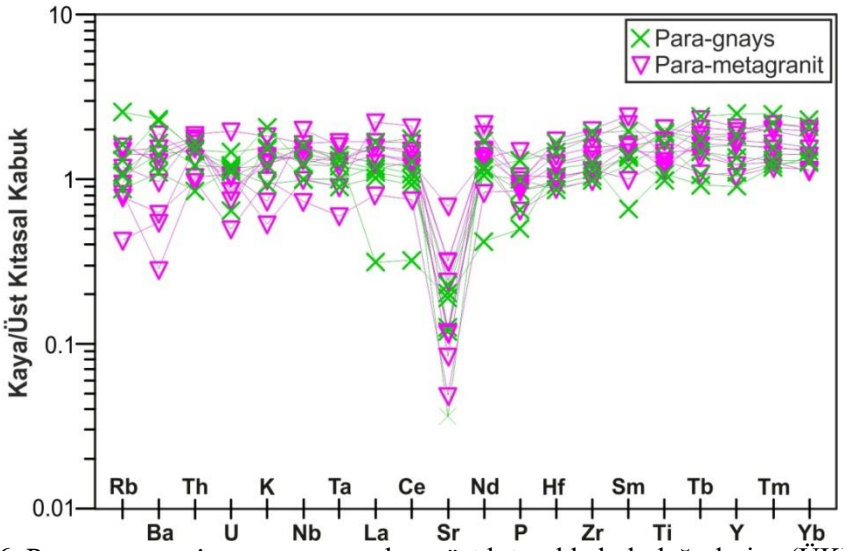

Şekil 4.114. Pütürge Metamorfiklerine ait para-metagranit ve para-gnaysların zirkona (Zr) karşı çizilen iz element harker diyagramları

Para-metagranit ve para-gnaysların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı Şekil 4.115'de verilmektedir. Karşılaştırma yapmak amacıyla Kuzey Amerika Şeyl Komposit (NASC) birimine ait NTE deseni de diyagramda sunulmaktadır. Para-metagranit ve para-gnaysların NTE desenlerine bakıldığında (a) hafif nadir toprak elementleri (HNTE) bakımından bir zenginleşme görülmektedir. Para-metagranitlerin $(La/Sm)_N$ değerleri (3.32-4.14) arasında, para-gnaysların $(La/Sm)_N$ değerleri ise (2.04-3.82) arasında değişim sunmaktadır. (b) Bunun yanısıra para-metagranitlerin ve para-gnaysların belirgin bir şekilde Eu elementi bakmından negatif anomali sundukları da gözlenmektedir. Eu elementi feldispat minerali tarafından kontrol edilmektedir. Eu elementinde gözlemlenen fakirleşme feldispat fraksiyonuna işaret etmektedir (Rollinson, 1993). Tüm örneklerde ağır nadir toprak elementlerinde (ANTE) yatay ve yataya yakın bir desen görülmektedir. Para-metagranit ve para-gnaysların NASC örneği ile birebir benzer bir desen sunduğu açık bir şekilde gözlemlenmektedir (Şekil 4.115).

Para-metagranit ve para-gnaysların üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK)'e göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı Şekil 4.116'da verilmektedir. Çoklu-element diyagramına bakıldığında; iri katyonlu litofil (İKL) elementler (Rb Ba, K, Sr) bakımından bir fakirleşme, buna karşın yüksek alan gerilimli (YAG) elementlerin (Th, U, Ti, Y ve NTE) ise üst kıtasal kabuğa benzer çoklu element deseni sundukları gözlenmektedir (Şekil 4.116).

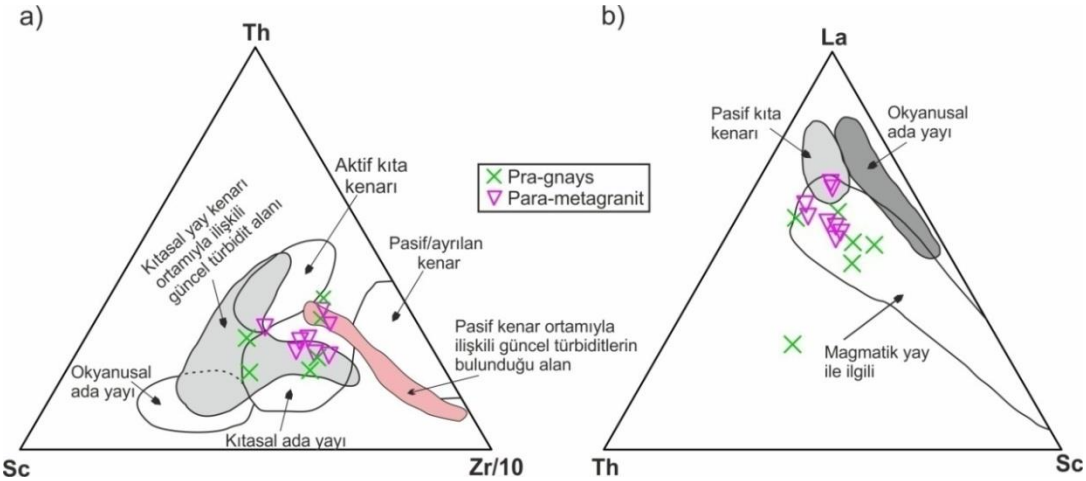



Şekil 4.115. Para-metagranit ve para-gnaysların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı [Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan ve NASC değerleri Gromet ve ark. (1984)'den alınmıştır]




Şekil 4.116. Para-metagranit ve para-gnaysların üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı [ÜKK değerleri Rudnick ve Gao (2003) ve Hu ve Gao (2008)'den alınmıştır]

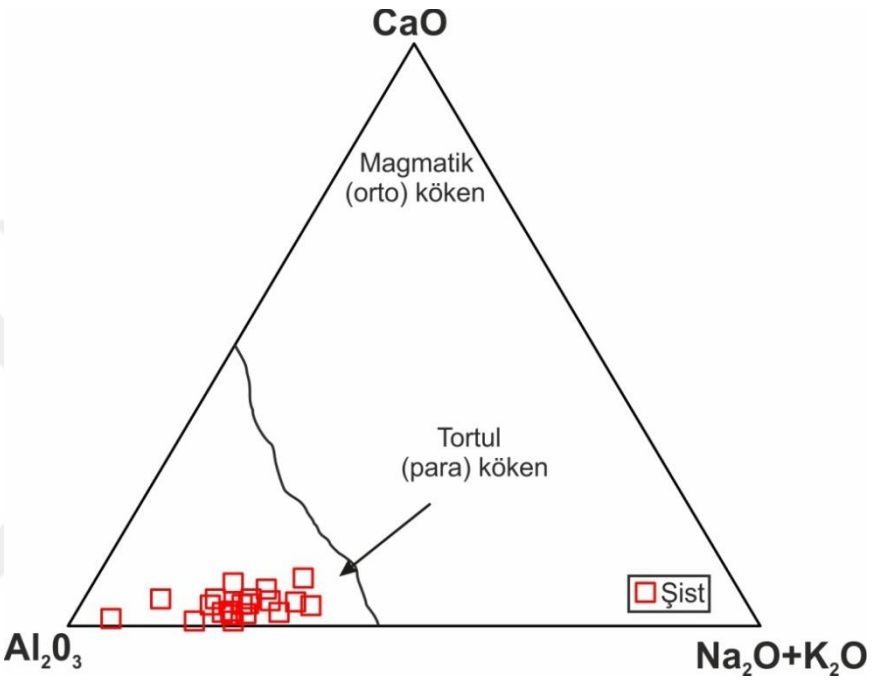
Bhatia ve Crode (1986)' tarafından geliştirilen Sc-Th-Zr/10 ve Girty ve Barber (1993)' tarafından geliştirilen Th-La-Sc diyagramları, pasif ve aktif kıta kenarlarında çökelen kırıntılı sedimanter kayaçların tektonik ortamını belirlemede kullanılmaktadır. Para-metagranitlerin Sc değerleri (10-19 ppm), Th değerleri (10.4-20 ppm), Zr/10 değerleri (18.67-38.13) ve La değerleri (24.1-66.8 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Para-gnaysların Sc değerleri (8-22 ppm), Th değerleri (9.1-17.9 ppm), Zr/10 değerleri (18.72-36.52) ve La değerleri (9.4-50.2 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Para-metagranit ve para-gnaysların Sc-Th-Zr/10 ve Th-La-Sc sınıflandırma diyagramlarında genel olarak kıtasal yay kenarı ortamına veya yakınına düştükleri gözlemlenmektedir (Şekil 4.117 a, b).




Şekil 4.117. Pütürge Metamorfiklerine ait para-metagranit ve para-gnaysların a) Sc-Th-Zr/10 (Bhatia ve Crode,1986) b) Th-La-Sc (Girty ve Barber, 1993) uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları

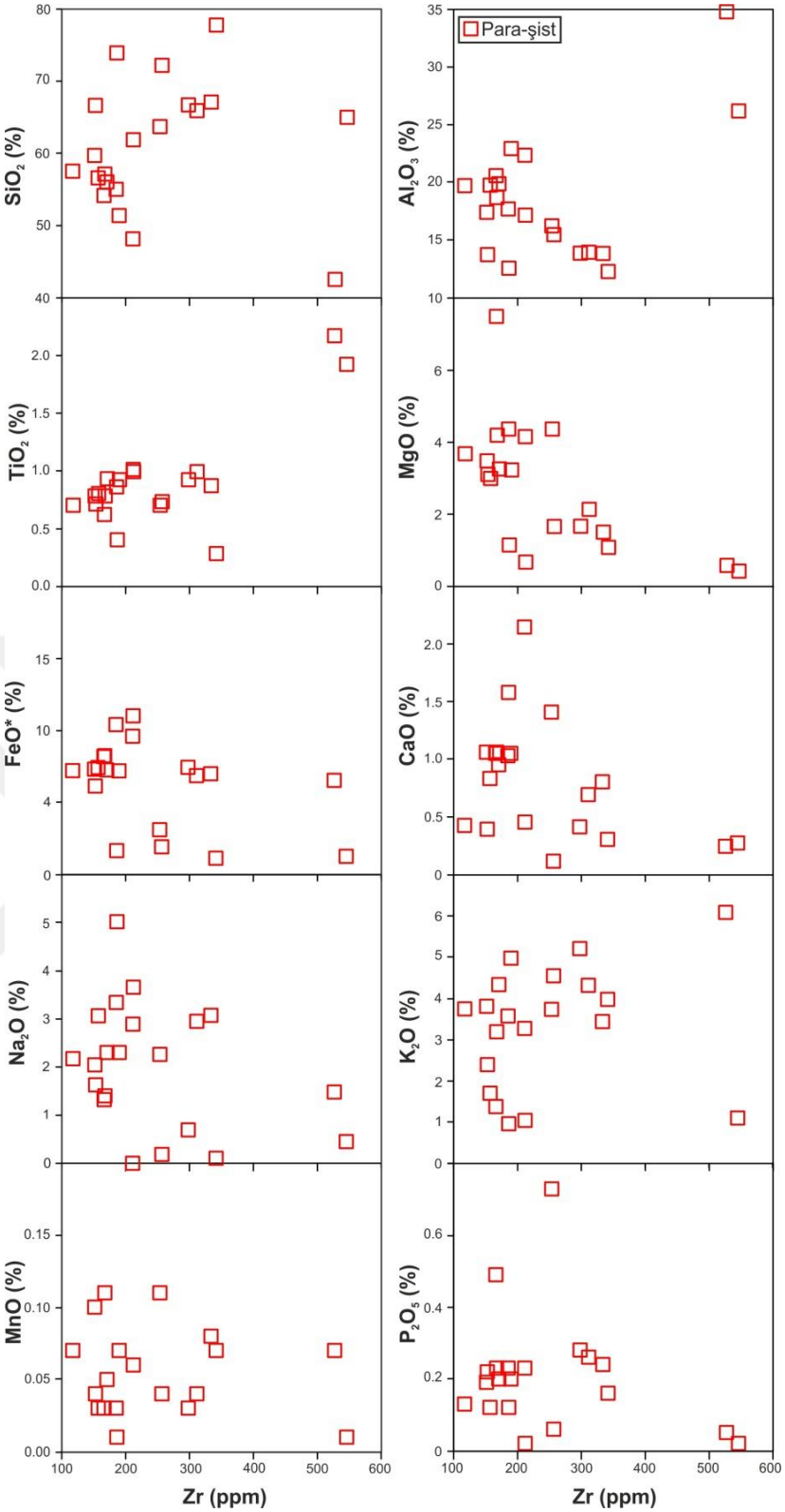
***Para-Şist***

Pütürge Metamorfiklerine ait şistlerin köken kayaçlarına yaklaşımda bulunmak amacıyla Ayan (1973)' tarafından geliştirilen $Al_20_3$-CaO-($Na_2O$+$K_2O$) bileşenlerine dayalı diyagram kullanılmaktadır. Para-şistlerin $Al_2O_3$ değerleri % 12.25-34.8, CaO değerleri % 0.11-2.15 ve $Na_2O$+$K_2O$ değerleri % 1.55-7.57 arasında değişim sunmaktadır. Metamorfik kayaçların köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı incelendiğinde şistlerin köken kayaçlarının sedimanter (para) olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.118). Aşağıdaki bölümde şistler para kökenli olarak sınıflandırılıp anlatılacaktır.

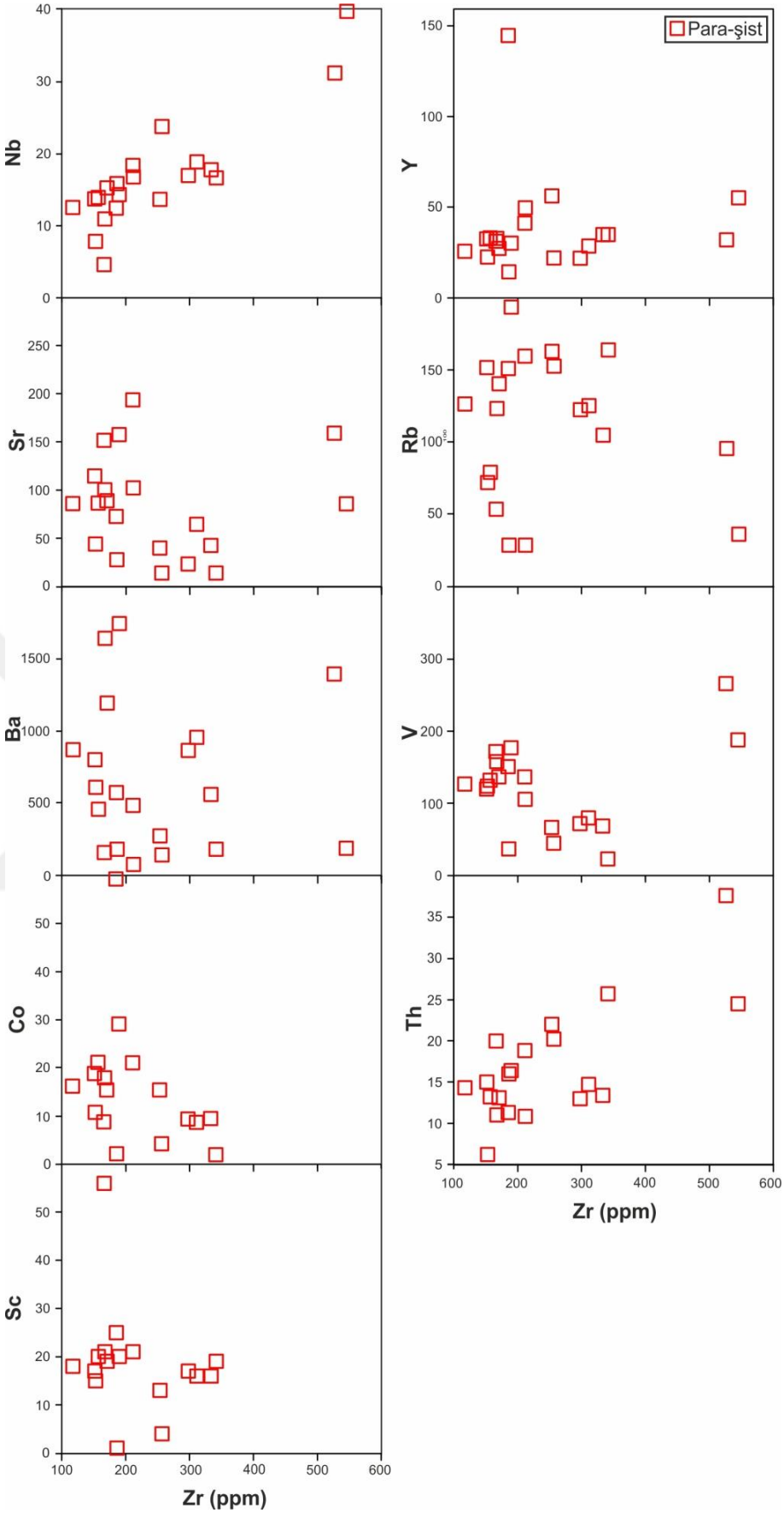



Şekil 4.118. Pütürge Metamorfiklerine ait para-şistlerin köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı (Ayan, 1973)

Para-şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit ($SiO_2$, $Al_2O_3$, $TiO_2$, MgO, FeO, CaO, $K_2O$, $P_2O_5$, MnO) ve iz element (Nb, Y, Sr, Rb, Ba, V, Co, Sc, Th) harker diyagramları Şekil 4.119, 4.120'de verilmektedir. Para-şistlerin $SiO_2$ içeriği (% 42.5-77.77); $TiO_2$ içeriği (% 0.28-2.17); FeO içeriği (% 1.22-10.39); $Na_2O$ içeriği (% 0.10-5.02); MnO içeriği (% 0.01-0.20); $P_2O_5$ içeriği (% 0.02-0.73); $K_2O$ içeriği (% 1.04-6.09); CaO içeriği (% 0.11-2.15); MgO içeriği (% 0.41-7.49); $Al_2O_3$ içeriği (% 12.25-34.8), Nb içeriği (4.6-40 ppm), Y içeriği (14.3-145.1 ppm); Sr içeriği (13.4-193.8 ppm); Rb içeriği (28.4-193.5 ppm); Ba içeriği (73.8-1744 ppm); V içeriği (23-266 ppm); Ni içeriği (2.2-56.7 ppm); Co içeriği (1.9-59.3 ppm); Th içeriği (6.2-37.6 ppm); Sc içeriği (1-56 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Harker diyagamları incelendiğinde; zirkona karşı çizilen ana oksit içeriklerine dayalı harker diyagramlarında örneklerin bir kısmında saçınımlı olmakla birlikte pozitif ve diğerlerinde ise negatif bir korelasyon gözlenmekle birlikte, jeokimyasal açıdan anlamlı bir değişim sunmamaktadırlar. Benzer bir durum iz element içeriklerine göre çizilen harker diyagramlarında da gözlenmektedir(Şekil 4.119, 4.120).



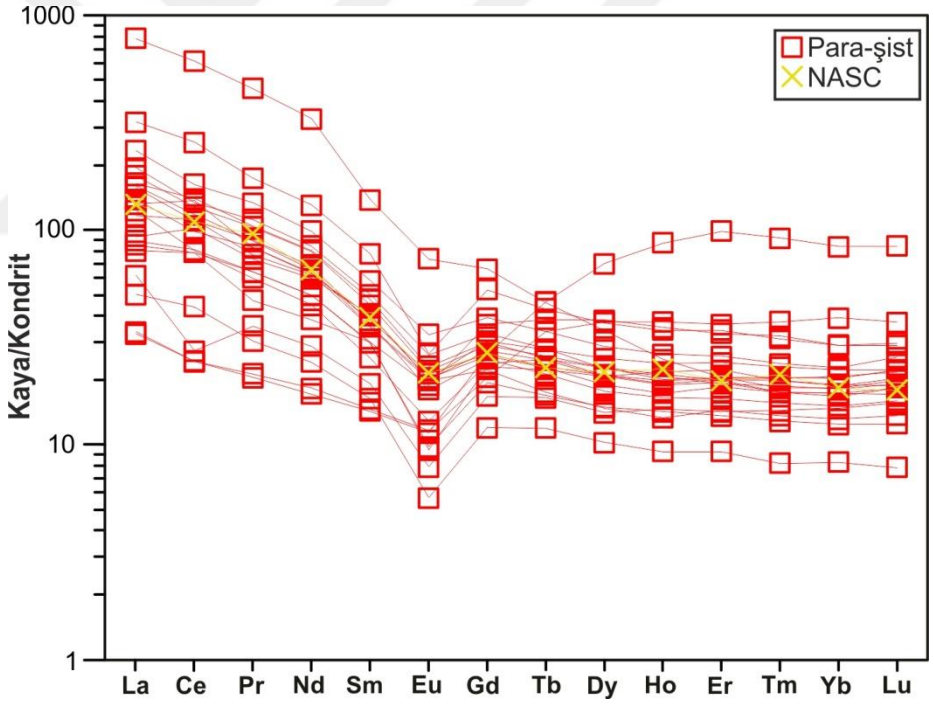

Şekil 4.119. Pütürge Metamorfiklerine ait para-şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit element harker diyagramları



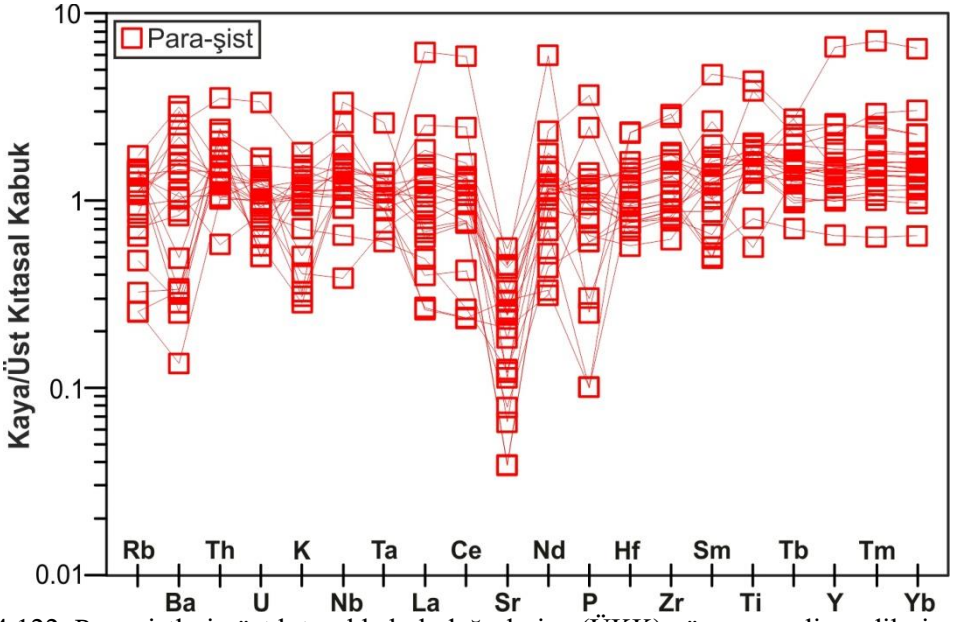

Şekil 4.120. Pütürge Metamorfiklerine ait para-şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen iz element harker diyagramları

Para-şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı Şekil 4.121'de verilmektedir. Para-şistlerin NTE deseni ile karşılaştırma yapmak için Kuzey Amerika Şeyl Komposit (NASC) birimine ait NTE deseni de diyagramda sunulmaktadır. Para-şistlerin NTE desenlerine bakıldığında; (a) hafif nadir toprak elementleri (HNTE) bakımından bir zenginleşme görülmektedir [$(La/Sm)_N$=2.24-5.65]. (b) Bununla birlikte para-şistlerin Eu elementi bakımından belirgin bir şekilde negatif bir anomali sundukları gözlemlenmektedir. Eu elementi feldispat minerali tarafından kontrol edilmektedir. Eu elementinde gözlemlenen fakirleşme feldispat fraksiyonuna işaret etmektedir (Rollinson, 1993). Tüm örneklerde ağır nadir toprak elementlerinde (ANTE) yatay ve yataya yakın bir desen görülmektedir (Şekil 4.121). Para-şistlerin NASC örneği ile birebir benzerlik sunduğu açık bir şekilde gözlemlenmektedir (Şekil 4.121).

Para-şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK)'e göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı Şekil 4.122'de verilmektedir. Çoklu-element diyagramına bakıldığında; iri katyonlu litofil (İKL) elementler (Rb, Ba, K, Sr) bakımından bir fakirleşme, buna karşın yüksek alan gerilimli (YAG) elementlerin (Th, U, Ti, Y ve NTE) ise üst kıtasal kabuğa benzer çoklu element deseni sundukları gözlenmektedir (Şekil 4.122).

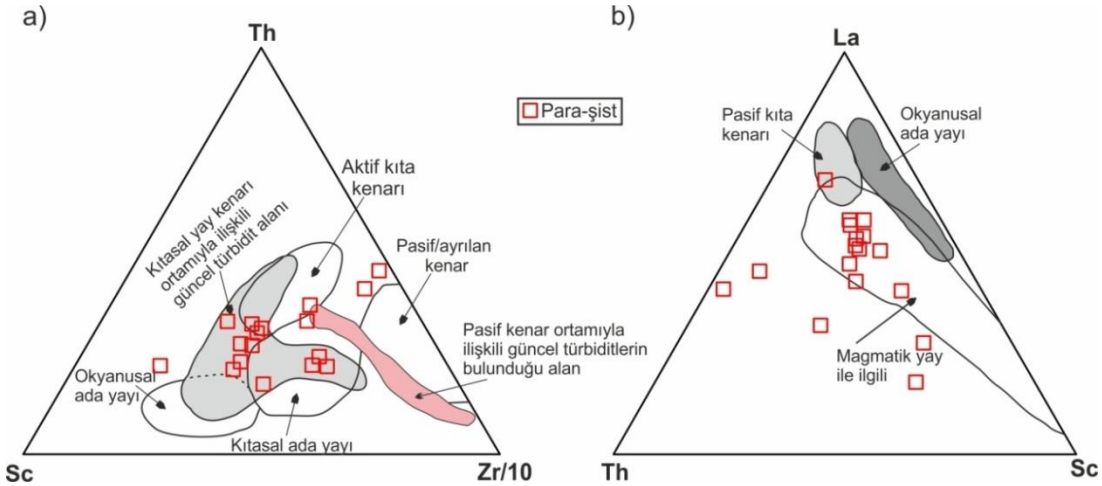



Şekil 4.121. Para-şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı [Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan ve NASC değerleri Gromet ve ark. (1984)'den alınmıştır]




Şekil 4.122. Para-şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı [ÜKK değerleri Rudnick ve Gao (2003) ve Hu ve Gao (2008)'den alınmıştır]

Bhatia ve Crode (1986)' tarafından geliştirilen Sc-Th-Zr/10 ve Girty ve Barber (1993)' tarafından geliştirilen Th-La-Sc diyagramları, pasif ve aktif kıta kenarlarında çökelen kırıntılı sedimanter kayaçların tektonik ortamını belirlemede kullanılmaktadır. Para-şistlerin Sc değerleri (1-56 ppm), Th değerleri (6.2-37.6 ppm), Zr/10 değerleri (11.71-54.6) ve La değerleri (7.8-185.5 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Para-şistlerin Sc-Th-Zr/10 ve Th-La-Sc sınıflandırma diyagramlarında kıtasal yay kenarı ortamına veya yakınına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.123 a,b).

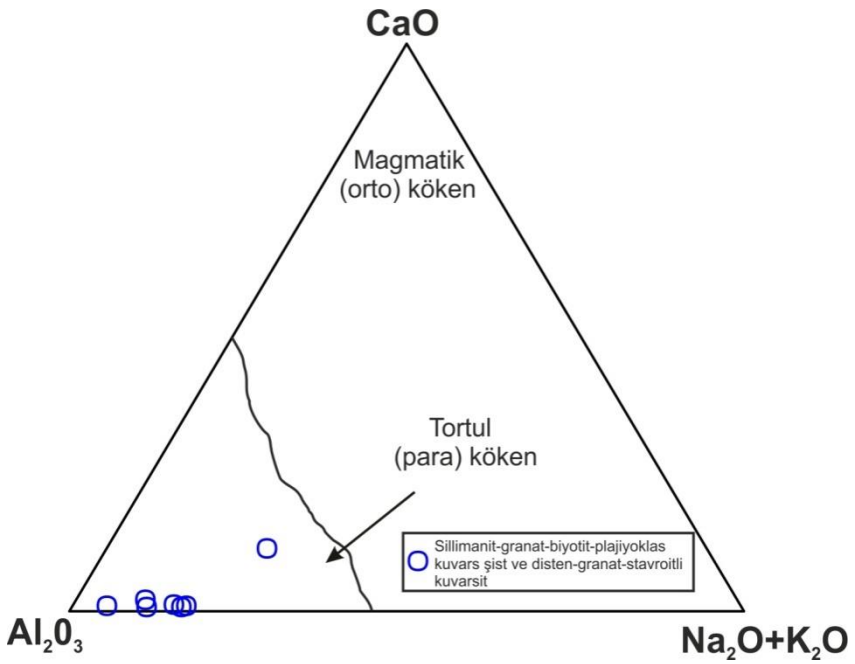



Şekil 4.123. Pütürge Metamorfiklerine ait para-şistlerin a) Sc-Th-Zr/10 (Bhatia ve Crode,1986) b) Th-La-Sc (Girty ve Barber, 1993) uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları

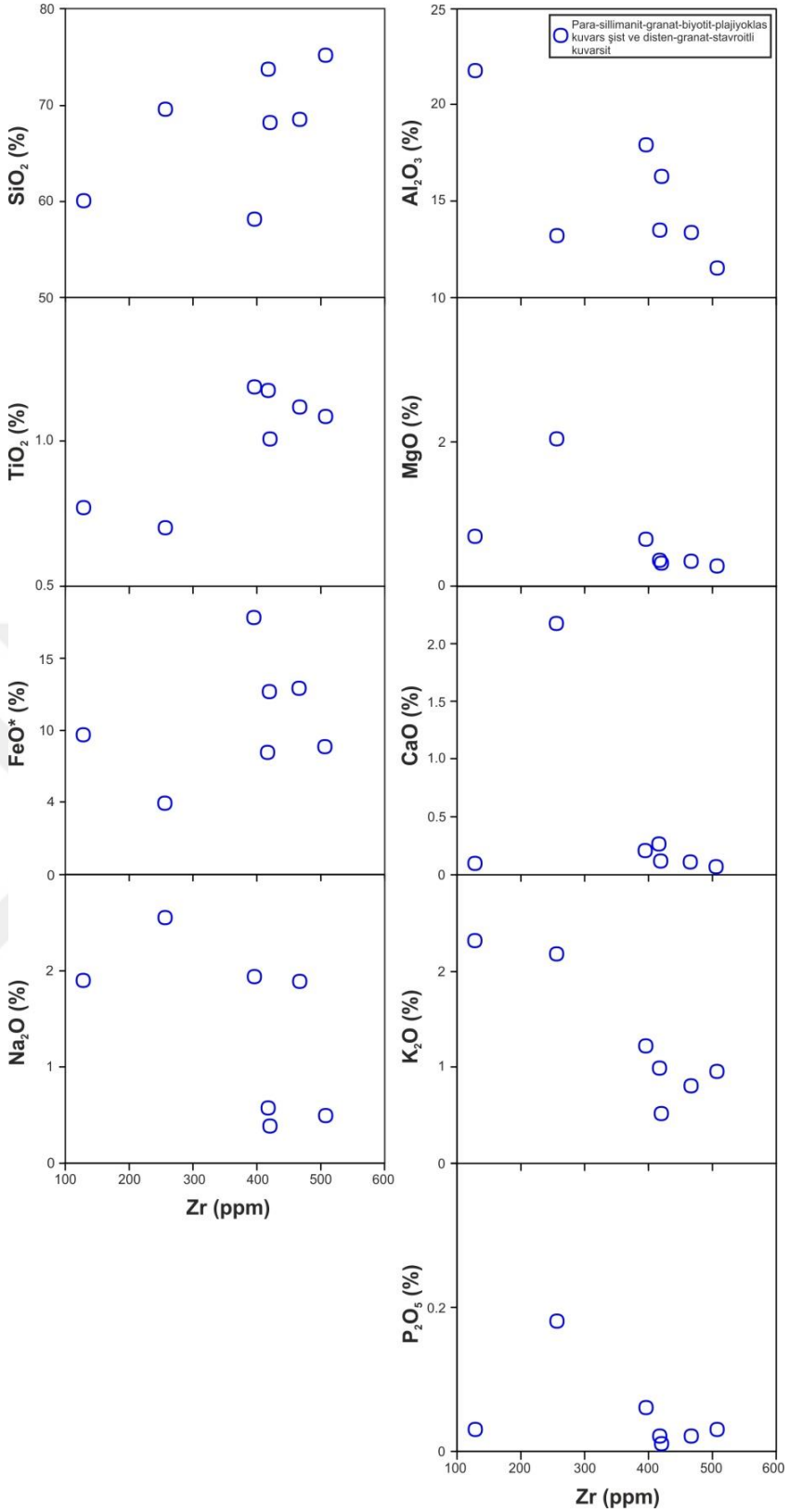
***Para-Sillimanit-Granat-Biyotit-Plajiyoklas Kuvars Şist ve Disten-Granat-Stavrolit Kuvars Şist***

Pütürge Metamorfiklerine ait sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin köken kayaçlarına yaklaşımda bulunmak amacıyla Ayan (1973)' tarafından geliştirilen $Al_20_3$-CaO-($Na_2O$+$K_2O$) bieşenlerine dayalı diyagram kullanılmaktadır. Sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavolit kuvars şistlerin $Al_2O_3$ değerleri % 11.47-21.78, CaO değerleri % 0.06-2.18 ve $Na_2O$+$K_2O$ değerleri % 0.89-4.73 arasında değişim sunmaktadır. Metamorfik kayaçların köken kayaçlarını sınflandırma diyagramı incelendiğinde örneklerin tamamının köken kayaçlarının sedimanter (para) olduğu gözlemlenmektedir. Aşağıdaki bölümde sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavolit kuvars şistler para kökenli olarak sınıflandırılıp anlatılacaktır (Şekil 4.124).

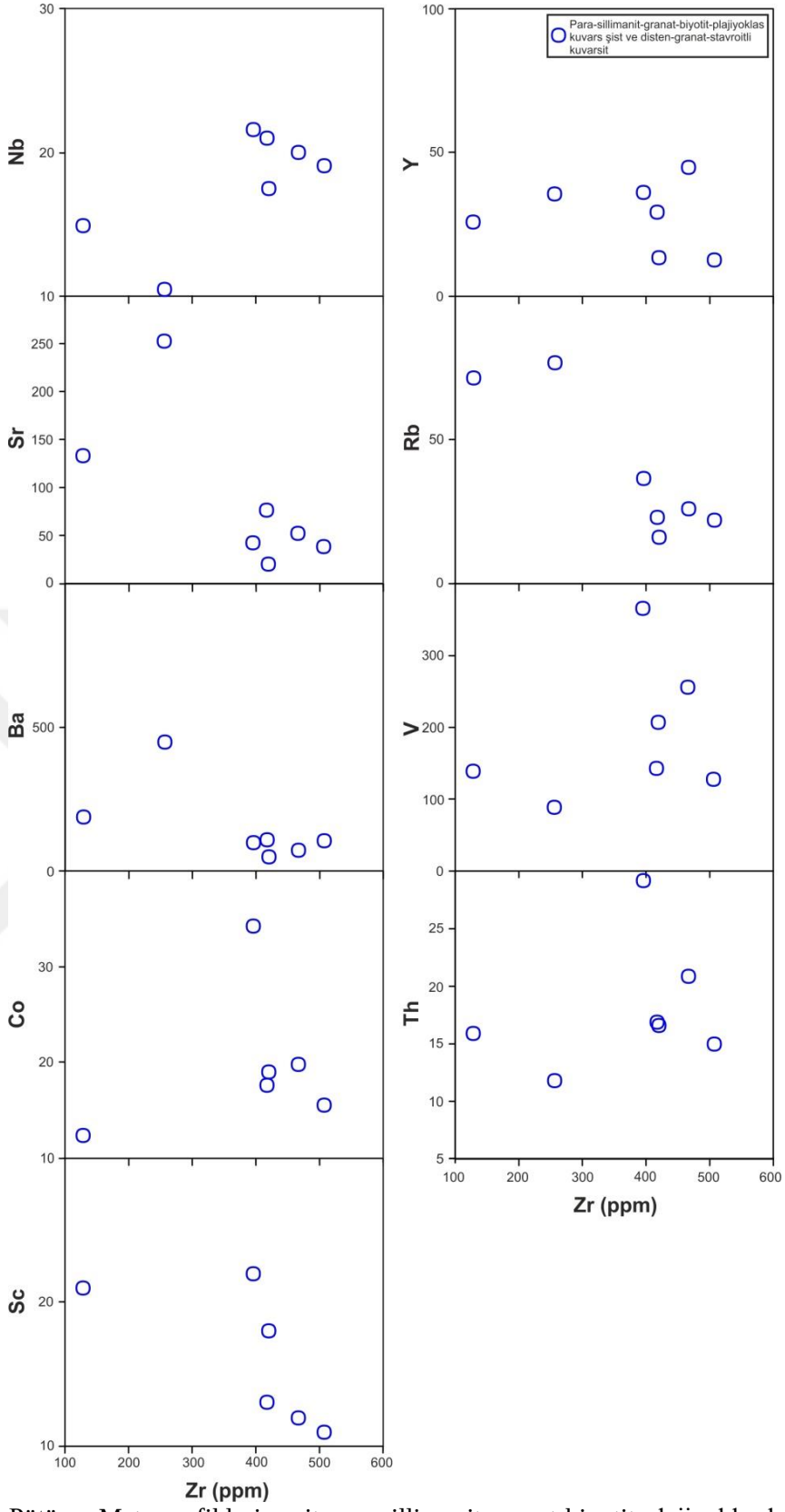
Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit ($SiO_2$, $Al_2O_3$, $TiO_2$, MgO, FeO, CaO, $K_2O$, $P_2O_5$,) ve iz element (Nb, Y, Sr, Rb, Ba, V, Co, Sc, Th) harker diyagramları Şekil 4.125, 4.126'de verilmektedir. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin $SiO_2$ içeriği (% 58.15-75.22); $TiO_2$ içeriği (% 0.7-1.19); FeO içeriği (% 4.92-17.84); $Na_2O$ içeriği (% 0.38-2.55); $P_2O_5$ içeriği (% 0.01-0.18); $K_2O$ içeriği (% 0.51-2.32); CaO içeriği (% 0.06-2.18); MgO içeriği (% 0.28-2.04); $Al_2O_3$ içeriği (% 11.47-21.78), Nb içeriği (10.45-21.6 ppm), Y içeriği (12.7-44.9 ppm); Sr içeriği (19.7-253 ppm); Rb içeriği (21.9-76.8 ppm); Ba içeriği (49-448 ppm); V içeriği (89-366 ppm); Co içeriği (12.3-34.3 ppm); Th içeriği (11.8-29.2 ppm); Sc içeriği (11-22 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Harker diyagramları incelendiğinde zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit içeriklerine dayalı harker diyagramlarında örneklerin bir kısmında saçınımlı olmakla birlikte pozitif ve diğerlerinde bir negatif korelasyon gözlenmekle birlikte, jeokimyasal açıdan anlamlı bir değişim sunmamaktadırlar. Benzer bir durum iz element içeriklerine göre çizilen harker diyagramlarında da gözlemlenmektedir(Şekil 4.125, 4.126).




Şekil 4.124. Pütürge Metamorfiklerine ait sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin köken kayaçlarını sınıflandırma diyagramı (Ayan, 1973)



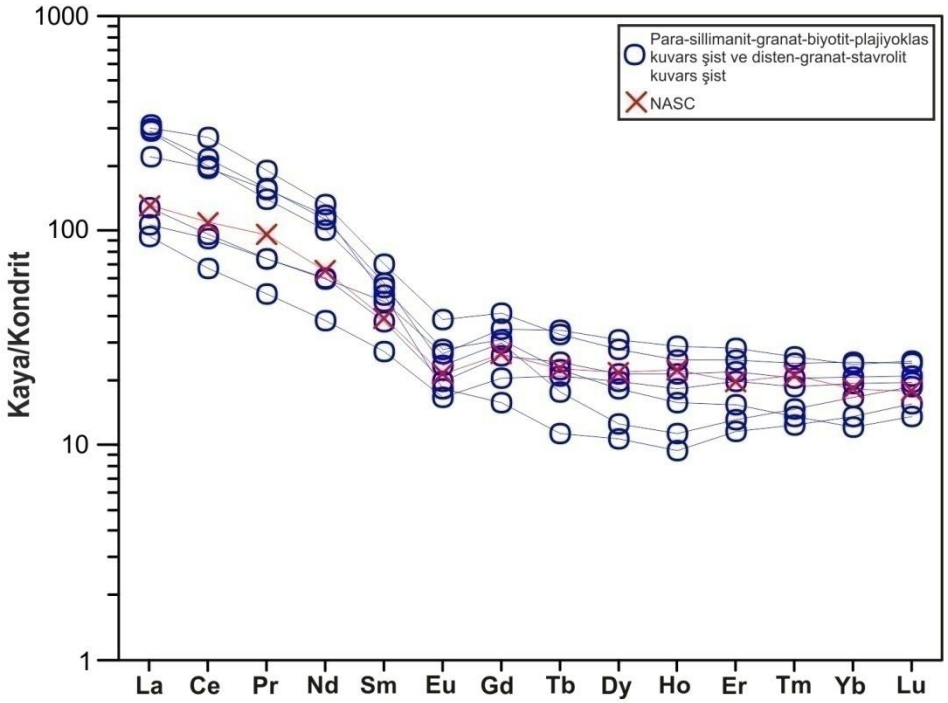

Şekil 4.125. Pütürge Metamorfiklerine ait para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen ana oksit element harker diyagramları



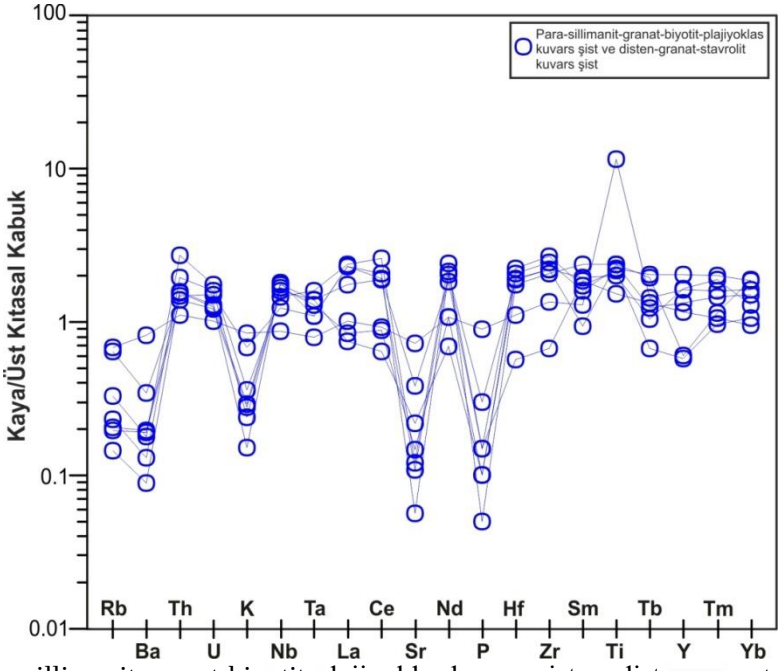

Şekil 4.126. Pütürge Metamorfiklerine ait para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin zirkona (Zr) karşı çizilen iz element harker diyagramları

Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı Şekil 4.127'de verilmektedir. Karşılaştırma yapmak amacıyla Kuzey Amerika Şeyl Komposit (NASC) birimine ait NTE deseni de diyagramda sunulmaktadır. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyojklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin NTE desenlerine bakıldığında (a) hafif nadir toprak elmentleri (HFNTE) bakımından bir zenginleşme görülmektedir [$(La/Sm)_N$=2.27-5.33]. (b) Bunun yanısıra para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şisterin Eu elementi bakımından negatif bir anomali sunduğu gözlenmektedir. Eu elementi feldispat minerali tarafından kontrol edilmektedir. Eu elementinde gözlemlenen fakirleşme feldispat fraksiyonuna işaret etmektedir (Rollinson, 1993). Tüm örneklerde ağır nadir toprak elementlerinde (ANTE) yatay ve yataya yakın bir desen görülmektedir. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin NASC örneği ile birebir benzerlik sunduğu açık bir şekilde gözlemlenmektedir (Şekil 4.127).

Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK)'e göre normalize edilmiş çoklu element diyagramı Şekil 4.128'de verilmektedir. Çoklu-element diyagramına bakıldığında; iri katyonlu litofil (İKL) elementler (Rb, Ba, K, Sr) bakımından bir fakirleşme, buma karşın yüksek alan gerilimli (YAG) elementlerin (Th, U, Ti, Y ve NTE) ise üst kıtasal kabuğa benzer çoklu element deseni sundukları görülmektedir (Şekil 4.128).

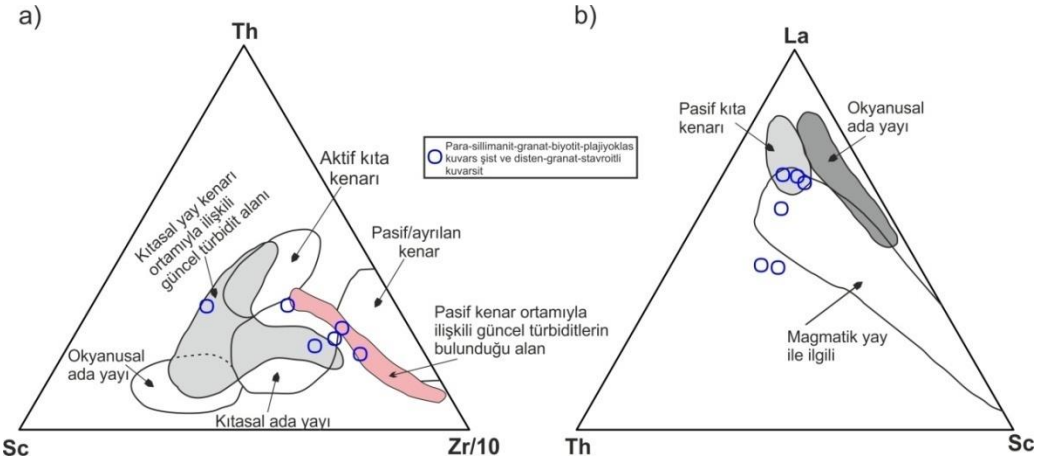



Şekil 4.127. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı [Kondrit değerleri Sun ve McDonough (1989)'dan ve NASC değerleri Gromet ve ark. (1984)'den alınmıştır]




Şekil 4.128. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin üst kıtasal kabuk değerlerine (ÜKK) göre normalize edilmiş çoklu-element diyagramı [ÜKK değerleri Rudnick ve Gao (2003) ve Hu ve Gao (2008)'den alınmıştır]

Bhatia ve Crode (1986)' tarafından geliştirilen Sc-Th-Zr/10 ve Girty ve Barber (1993)' tarafından geliştirilen Th-La-Sc diyagramları pasif ve aktif kıta kenarlarında çökelen kırıntılı sedimanter kayaçların tektonik ortamını belirlemede kullanılmaktadır. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin Sc değerleri (11-22 ppm), Th değerleri (11.8-29.2 ppm), Zr/10 değerleri (12.83-50.71 ppm) ve La değerleri (22.3-71.6 ppm) arasında değişim sunmaktadır. Para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin genel olarak kıtasal yay kenarı ortamına veya yakınına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.129 a, b).




Şekil 4.129. Pütürge Metamorfiklerine ait para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şistlerin a) Sc-Th-Zr/10 (Bhatia ve Crode,1986) b) Th-La-Sc (Girty ve Barber, 1993) uç bileşenlere sahip üçgen diyagramlardaki konumları

### 4.3.2. Mineral Kimyası

Doktora tezi kapsamında Pütürge Metamorfiklerine ait, metagranit (4 örnek), amfibol şist (2 örnek), amfibolit (1 örnek), granat-stavrolit kuvars şist (1 örnek), disten-granat-stavrolit kuvars şist (1 örnek), granat-stavrolitli kuvarsit (1 örnek), disten-granat-stavrolitli kuvarsit (1 örnek), disten-stavrolitli kuvarsit (1 örnek), disten-stavrolit-granatlı kuvarsit (1 örnek), biyotit-kuvars muskovit şist ( 1 örnek), kuvars-muskovit biyotit şist (1 örnek), disten-kuvars muskovit şist (2 örnek), disten-muskovit kuvars şist (1), disten-biyotit-muskovit kuvars şist (1), stavrolit-disten-biyotit-muskovit kuvars şist (1), stavrolit-granat-muskovit-biyotit kuvars şist (1), sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist (1) olmak üzere toplam 22 adet örnekte, amfibol, granat, stavrolit, plajiyoklas, potasyum feldispat, muskovit, biyotit, disten, sillimanit ve klorit mineral fazlarında gerçekleştirilen mineral kimyası analizleri Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma merkezi (YEBİM), Elektron Probe Mikro Analiz (EPMA) Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen örnekler ve mineral fazları ile ilgili özet bilgi Çizelge 4.2'de verilmektedir. Ayrıca, analiz sonuçları ile ilgili detaylı bilgiler Ek.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaç örneklerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilen örnekler ve analiz edilen mineral fazları (Am: Amfibol, Grt: Granat, Ms: Muskovit, Fsp: Feldispat, Bt: Biyotit, Ky: Disten, St: Stavrolit, Chl: Klorit, Sil: Sillimanit)

| Örnek No | Am | Grt | Ms | Fsp | Bt | Ky | St | Chl | Sil |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PM-49** | X | X | | | | | | | |
| **PM-56** | X | | | | | | | | |
| **PM-70** | X | X | | X | | | | X | |
| **PM-85** | | | | X | | | | | |
| **PM-98** | | | X | X | X | | | | |
| **PM-112** | | | X | X | X | | | | |
| **PM-128** | | | X | X | X | | | | |
| **PM-158** | | X | X | X | | | | | |
| **PM-159** | | X | X | X | X | | | | |
| **PM-237** | | | X | | | | X | X | |
| **PM-238** | | X | | | | | X | X | |
| **PM-239** | | X | | | | X | X | | |

Çizelge 4.2. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaç örneklerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilen örnekler ve analiz edilen mineral fazları (Am: Amfibol, Grt: Granat, Ms: Muskovit, Fsp: Feldispat, Bt: Biyotit, Ky: Disten, St: Stavrolit, Chl: Klorit, Sil: Sillimanit) (Devamı)

| Örnek No | Am | Grt | Ms | Fsp | Bt | Ky | St | Chl | Sil |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PM-240** | | X | | | | | X | X | |
| **PM-241** | | X | X | | | | X | X | |
| **PM-242** | | X | | | | | X | X | |
| **PM-259** | | | | | | X | | | |
| **PM-263** | | | | | | X | | | |
| **PM-264** | | | | | | X | | | |
| **PM-269** | | | | | | X | | | |
| **PM-278** | | | | | | | X | | |
| **PM-286** | | | | | | X | | | |
| **PM-303** | | | | | | | | | X |

***Amfibol***

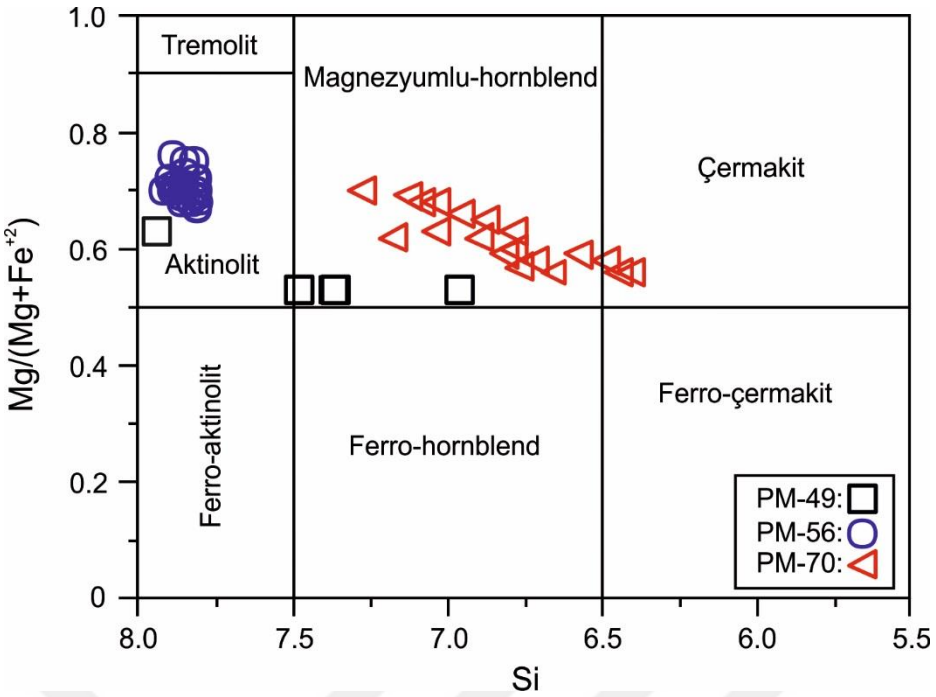
PM-49, PM-56, PM-70 nolu örneklerde amfibol minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.1, 3.2, 3.3). PM-49 ve PM-70 nolu örneklerdeki amfibol minerallerinin merkez ile kenar zonları arasında bir zonlanma gözlemlenmiş olup, PM-56 nolu örnekteki amfibol minerallerinde ise herhangi bir zonlanma gözlenmemiştir.

PM-49 nolu amfibol şist örneğindeki amfibollerin az bir kısmı aktinolit ve diğer kısmı ise magnezyumlu hornblendlerle temsil edildikleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.130).

PM-56 nolu amfibol şist örneğinde gözlenen amfibollerin tamamı aktinolit bileşimindedir (Şekil 4.130).

PM-70 nolu amfibolit örneğindeki amfibollerin büyük bir kısmı magnezyumlu hornblend ve az bir kısmı ise çermakitten meydana gelmektedir (Şekil 4.130).

Aktinolit ve hornblend mineralleri sırasıyla yeşilşist ve amfibolit fasiyesinin ana mineralleri olarak değerlendirilmektedir. Amfibol minerallerinin mineral kimyası analizleri sonucunda Mg# ($Mg/Mg+Fe^{+2}$) değerleri 0.53-0.75 aralığında değişim sunmakta olup, bu fazların aktinolit, magnezyumlu hornblend ve çermakit ile temsil edildikleri gözlemlenmiştir. Buradan hareketle amfibol mineralleri Pütürge Metamorfiklerinin amfibolit fasiyesinde ilerleyen ve yeşilşist fasiyesinde gerileyen metamorfizmaya maruz kaldığını destekler niteliktedir. Çünkü hornblend bileşimindeki amfibollerin, yeşil şist fasiyesindeki gerileyen metamorfizma etkisiyle bazı örneklerde tamamen ve bazı örneklerde kısmen aktinolit bileşimindeki amfibollere dönüştüğü gözlemlenmiştir.




Şekil 4.130. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki amfibol minerallerini sınıflandırma diyagramı (Leake ve ark., 1997)

***Granat***

PM-49, PM-70, PM-158, PM-159, PM-238, PM-239, PM-240, PM-241 ve PM-242 nolu örneklerde granat minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11). PM-49, PM-70, PM-159, PM-241 ve PM-242 nolu örneklerde granat minerallerinin merkez ve kenar kısımları arasında zonlanma gözlemlenmiştir.

PM-49 nolu amfibol şist örneğinde analiz edilen 16 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{69-74}$; $Grs_{18-23}$; $Pyp_{6-13}$) bileşimlidirler (Ek-3.4).

PM-70 nolu amfibolit örneğinde analiz edilen 10 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{62-68}$; $Grs_{19-29}$; $Pyp_{8-12}$; $Sps_{1-4}$) bileşimlidirler (Ek-3.5).

PM-158 nolu metagranit örneğinde analiz edilen 1 adet granat minerali Almandin ($Alm_{69}$; $Grs_{26}$; $Pyp_{5}$) bileşimlidir (Ek-3.5).

PM-159 nolu kuvars-muskovit biyotit şist örneğinde analiz edilen 9 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{74-83}$; $Grs_{6,18}$; $Pyp_{6-11}$; $Sps_{5-6}$) bileşimlidirler (Ek-3.6).

PM-238 nolu disten-granat-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 21 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{94-95}$; $Pyp_{5}$; $Grs_{0.3-0.6}$) bileşimlidirler (Ek-3.7).

PM-239 nolu disten-stavrolit-granatlı kuvarsit örneğinde analiz edilen 12 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{93-95}$; $Pyp_{5-6}$; $Grs_{0.1-1}$) bileşimlidirler (Ek-8).

PM-240 nolu granat-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 8 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{96}$; $Pyp_{3}$; $Grs_{1}$) bileşimlidirler (Ek-3.9).

PM-241 nolu granat-stavrolit kuvars şist örneğinde analiz edilen 13 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{92-94}$; $Pyp_{5-7}$; $Grs_{1}$) bileşimlidirler (Ek-3.10).

PM-242 nolu granat-stavrolit kuvars şist örneğinde analiz edilen 10 adet granat minerali baskın olarak Almandin ($Alm_{87-90}$; $Pyp_6$; $Grs_{4-7}$) bileşimlidirler (Ek-3.11).

Örneklerin tamamında almandin granat türü hakimdir. Almandin artan metamorfizma koşullarını işaret eder. Pelitik kayalarda Mg, Fe ve Mn'lı kloritin kuvarsla reaksiyonu (Klorit+Kuvars→Granat+$H_2O$) sonucunda granat mineralleri oluşmaya başlar. Klorit ve muskovitin reaksiyonu sonucunda ise (Klorit+Muskovit→Almandin+Biyotit+Kuvars+$H_2O$) (4 kbar-500 $^oC$, 5 kbar-600 $^oC$) almandin granat oluşur (Winkler, 1979; Yardley, 1989). Granat yeşilşist fasiyesinin üst koşullarını temsil etmektedir. Bazı reaksiyonlarda görüldüğü üzere (Muskovit+Biyotit+Kuvars→Almandin+K.Feldispat+$H_2O$) duraylılığını amfibolit fasiyesinin üst koşullarında da sürdürmektedir. Hornblend minerallerinin gelişimi 500 $^oC$ ve üzerindeki metamorfizma sıcaklığındadır (Winkler, 1979). Granatın ortaya çıkışı bu tür kayalarda yaklaşık olarak aynı metamorfizma koşullarında gerçekleşmektedir.

PM-238, PM-239, PM-240, PM-241, PM-242 örneklerinde FeO oranları diğer örneklere göre daha yüksektir. FeO oranındaki bu artış ilerleyen bir metamorfizmadan sonra gerçekleşen gerileyen bir metamorfizmayı işaret eder. Çünkü metamorfizma sıcaklığı en üst seviyelere ulaştığında granatın kristal kafesi tahrip olur. Bu sebeple sıcaklığın artışı ve akışkanların etkisiyle granatın çevresindeki minerallerle katyon alışverişi yapması kolaylaşır. Bu nedenle granat minerallerinde Fe elementinin miktarında bir değişim söz konusu olur. Almandin granatların var olması basınç artışından ziyade sıcaklık artışını temsil etmektedir (Miyashiro, 1972).

Basınç artışıyla birlikte CaO oranında bir artış meydana gelir (Busigny ve ark., 2003). PM-49, PM-70, PM-158, PM-159 nolu örneklerde CaO oranları diğer örneklere göre daha fazladır. CaO oranındaki bu artış basınç artışına işaret etmektedir.

PM-49, PM-70, PM-159 nolu örneklerde MgO oranları diğer örneklere göre daha fazladır. MgO oranındaki bu fazlalık yine ilerleyen bir metamorfizmadan sonra gerçekleşen gerileyen bir metamorfizmaya işaret eder. Çünkü gerileyen metamorfizma sırasında sıcaklığın azalmasıyla granatın kenar kısımlarında kısmen kloritleşmeler meydana gelmiş ve bu nedenden dolayı MgO oranlarında bir artış meydana gelmiştir.

***Stavrolit***

PM-237, PM-238, PM-239, PM-240, PM-241, PM-242 ve PM-278 nolu örneklerde stavrolit minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.40, 3.41, 3.42, 3.43, 3.44, 3.45, 3.46). Analiz edilen stavrolit minerallerinin merkez ve kenar kısımları arasında bir zonlanma gözlenmemiştir.

PM-237 nolu disten-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 23 adet stavrolit mineralinin kimyasal bileşimi %25.66-28.99 $SiO_2$; %54.18-55.08 $Al_2O_3$; %13.55-15.82 FeO; %0.53-0.95 MgO'ten oluşmaktadır (Ek-3.40).

PM-238 nolu disten-granat-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 13 adet stavrolit mineralinin kimyasal bileşimi %28.13-28.89 $SiO_2$; %54.01-54.96 $Al_2O_3$; %15.25-16.44 FeO;%0.34-0.57 MgO'ten oluşmaktadır (Ek-3.41).

PM-239 nolu disten-stavrolit-granatlı kuvarsit örneğinde analiz edilen 4 adet stavrolit mineralinin kimyasal bileşimi %28.01-28.27 $SiO_2$; %54.19-54.91 $Al_2O_3$; %15.61-15.90 FeO; %0.43-0.65 MgO'ten oluşmaktadır (Ek-3.42).

PM-240 nolu granat-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 20 adet stavrolit mineralinin kimyasal bileşimi %27.02-28.67 $SiO_2$; %54.06-57.95 $Al_2O_3$; %15.83-16.96 FeO; %0.48-0.70 MgO'ten oluşmaktadır (Ek-3.43).

PM-241 nolu granat-stavrolit kuvars şist örneğinde analiz edilen 8 adet stavrolit mineralinin kimyasal bileşimi %27.33-28.31 $SiO_2$; %54.14-54.68 $Al_2O_3$; %15.40-16.14 FeO; %0.77-0.91 MgO'ten oluşmaktadır (Ek-3.44).

PM-242 nolu granat-stavrolit kuvars şist örneğinde analiz edilen 13 adet stavrolit mineralinin kimyasal bileşimi %27.66-28.84 $SiO_2$; %53.03-54.96 $Al_2O_3$; %15.16-15.74 FeO; %0.50-1.04 MgO'ten oluşmaktadır (Ek-3.45).

PM-278 nolu stavrolit-granat-muskovit-biyotit kuvars şist örneğinde analiz edilen 12 adet stavrolit mineralinin kimyasal bileşimi %25.89-26.46 $SiO_2$; %53.56-54.48 $Al_2O_3$; %13.87-14.68 FeO; %0.34-0.40 MgO'ten oluşmaktadır (Ek-3.46).

MgO oranlarında gözlenen minimal orandaki düşüklük artan metamorfizma koşullarına işaret edebilir. Stavrolit mineralinin ortaya çıkışı pelitik kayaçlarda orta dereceli metamorfizmanın başlangıç sınırını işaret eder (Winkler, 1979). Stavrolit mineralinin bu tür kayaçlarda ilk ortaya çıkışı Barroviyen'in amfibolit fasiyesinin alt fasiyes koşullarını işaret etmektedir (Winkler, 1979).

***Feldispat***

PM-70, PM-85, PM-98, PM-112, PM-128, PM-158, PM-159 nolu örneklerde feldispat minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27, 3.28, 3.29). Analiz edilen feldispat minerallerinin merkez ve kenar kısımları arasında bir zonlanma gözlenmektedir.

PM-70 nolu amfibolit örneğindeki feldispatların $SiO_2$ içeriği % 61.09-62.22; $TiO_2$ içeriği % 0-0.01; $Al_2O_3$ içeriği % 24.06-24.59; MgO içeriği % 0-0.01; CaO içeriği % 3.82-4.37, $Na_2O$ içeriği % 9.08-9.53; $K_2O$ içeriği % 0.06-0.07 arasında değişmektedir (Ek-3.23). Feldispat mineralleri $An_{18-21}$; $Ab_{79-82}$; $Or_{0.32-0.40}$ uç bileşenlerine sahiptir (Ek-3.23). Sınıflandırma diyagramında feldispat minerallerinin oligoklaz bölgesi içerisinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.131). Oligoklaz türü feldispat minerali amfibolit fasiyesi koşullarını temsil eder ve bu koşullar altında duraylılığını korur. Anortit oranının artmış olması artan metamorfizma koşullarını işaret eder.

PM-85 nolu metagranit örneğindeki feldispatların $SiO_2$ içeriği % 60.07-66.24; $TiO_2$ içeriği % 0; $Al_2O_3$ içeriği % 14.46-20.71; MgO içeriği % 0-0.02; CaO içeriği % 0-13.40; $Na_2O$ içeriği % 0.29-12.54; $K_2O$ içeriği % 0.15-16.48 arasında değişmektedir (Ek-3.24). Feldispat mineralleri $An_{0-}$

$_{48}$; $Ab_{3-99}$; $Or_{0.70-96.83}$ uç bileşenlerine sahiptir (Ek-3.24). Sınıflandırma diyagramında feldispat minerallerinin albit, ortoz ve karışım aralığı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.131). Karışım aralığı içerisinde gözlemlenen feldispat pertitleşmeyi ifade etmektedir. Bu pertitik feldispat mineralinin anortit içeriği yüksektir. Anortit içeriğindeki bu artış amfibolit fasiyesinde artan metamorfizma koşullarını ifade eder. Ortoz yüksek sıcaklıklarda duraylılığını koruyabilir. Anortit içeriğinin artması, ortoz mineralinin bulunması amfibolit fasiyesinin üst sıcaklık seviyelerine ulaşıldığını işaret etmektedir. Albit minerali ise yeşilşist ve epidot-amfibolit fasiyeslerini karakterize eden minerallerden bir tanesidir.

PM-98 nolu biyotit-kuvars muskovit şist örneğindeki feldispatların $SiO_2$ içeriği % 66.08-68.59; $TiO_2$ içeriği % 0-0.09; $Al_2O_3$ içeriği % 19.73-20.96; MgO içeriği % 0-0.02; CaO içeriği % 0.05-0.69, $Na_2O$ içeriği % 11.97-12.97; $K_2O$ içeriği % 0.14-0.47 arasında değişmektedir (Ek-3.25). Feldispat mineralleri $An_{0.19-3.02}$; $Ab_{96-99}$; $Or_{0.72-2.50}$ uç bileşenlerine sahiptir (Ek-3.25). Sınıflandırma diyagramında feldispat minerallerinin albit bölgesi içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.131). Albit minerali yeşilşist ve epidot-amfibolit fasiyeslerini karakterize eden mineral fazlarından biridir.

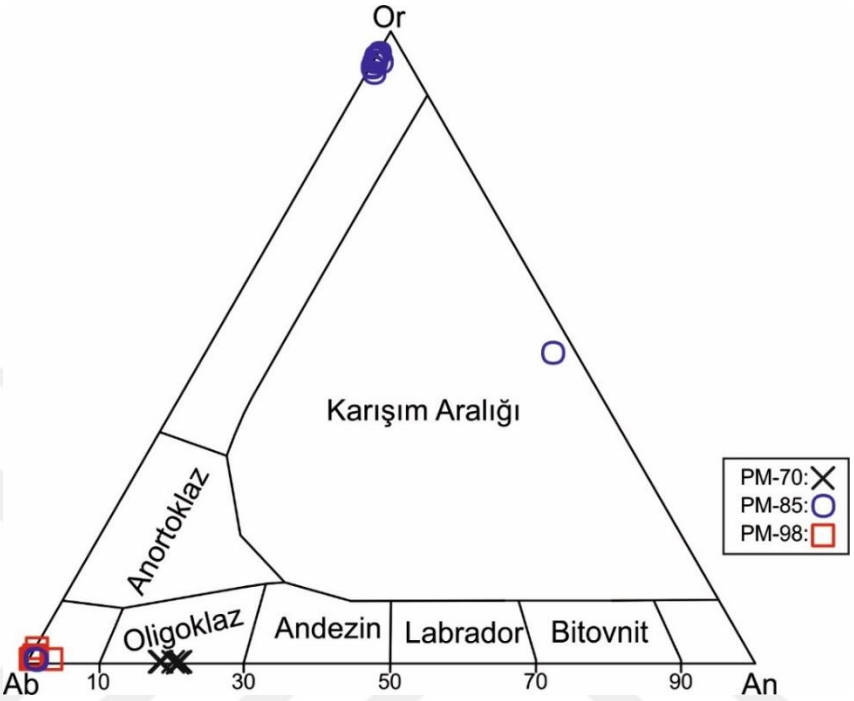
PM-112 nolu metagranit örneğindeki feldispatların $SiO_2$ içeriği % 64.59-66.97; $TiO_2$ içeriği % 0-0.02; $Al_2O_3$ içeriği % 19.64-20.53; MgO içeriği % 0-0.02; CaO içeriği % 0.07-0.25, $Na_2O$ içeriği % 11.86-12.88; $K_2O$ içeriği % 0.08-0.56 arasında değişmektedir (Ek-3.26). Feldispat mineralleri $An_{0.29-1.06}$; $Ab_{97-99}$; $Or_{0.38-2.99}$ uç bileşenlerine sahiptir (Ek-3.26). Sınıflandırma diyagramında feldispat minerallerinin albit bölgesi içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.132). Albit minerali yeşilşist ve epidot-amfibolit fasiyeslerini karakterize eden mineral fazlarından biridir.

PM-128 nolu metagranit örneğindeki feldispatların $SiO_2$ içeriği % 60.69-68.99; $TiO_2$ içeriği % 0-0.04; $Al_2O_3$ içeriği % 18.53-21.58; MgO içeriği % 0-0.05; CaO içeriği % 0.05-0.21, $Na_2O$ içeriği % 10.82-12.83; $K_2O$ içeriği % 0.09-0.27 arasında değişmektedir (Ek-3.27). Feldispat mineralleri $An_{0.21-0.91}$; $Ab_{98-99}$; $Or_{0.45-1.49}$ uç bileşenlerine sahiptir (Ek-3.27). Sınıflandırma diyagramında feldispat minerallerinin albit bölgesi içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.132). Albit minerali yeşilşist ve epidot-amfibolit fasiyeslerini karakterize eden mineral fazlarından biridir.

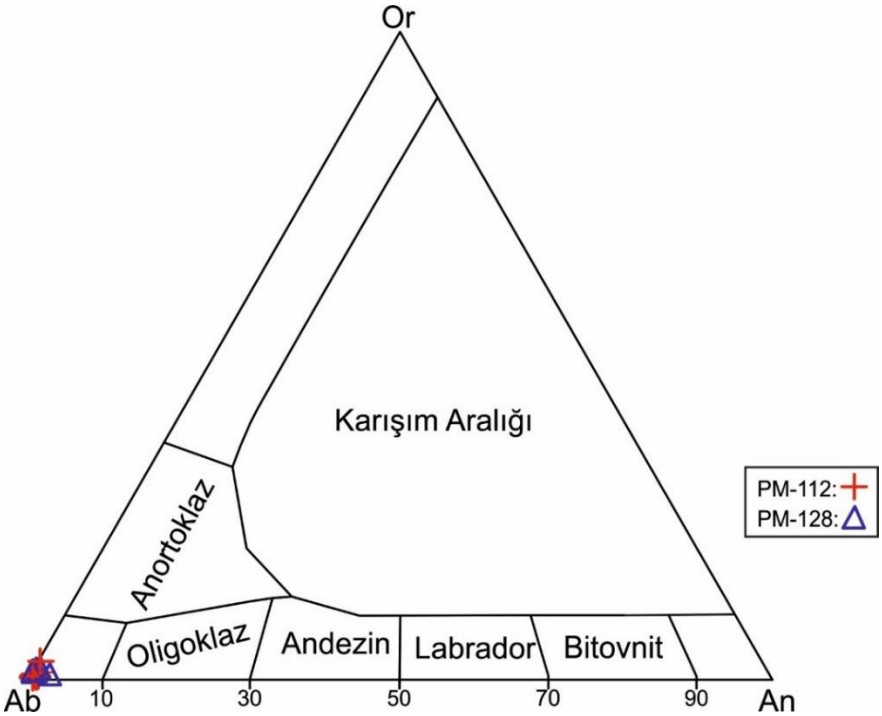
PM-158 nolu metagranit örneğindeki feldispatların $SiO_2$ içeriği % 60.75-66.88; $TiO_2$ içeriği % 0-0.01; $Al_2O_3$ içeriği % 19.07-26.43; MgO içeriği % 0-1.06; CaO içeriği % 0.15-1.91, $Na_2O$ içeriği % 7.16-12.64; $K_2O$ içeriği % 0.07-5.33 arasında değişmektedir (Ek-3.28). Feldispat mineralleri $An_{0.70-9.29}$; $Ab_{65-99}$; $Or_{0.36-31.66}$ uç bileşenlerine sahiptir (Ek-3.28). Sınıflandırma diyagramında feldispat minerallerinin albit ve anortoklaz bölgesi içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.133). Albit minerali yeşilşist ve epidot-amfibolit fasiyeslerini karakterize eden mineral fazlarından biridir.

PM-159 nolu kuvars-muskovit biyotit şist örneğindeki feldispatların $SiO_2$ içeriği % 65.69-67.42; $TiO_2$ içeriği % 0-0.1; $Al_2O_3$ içeriği % 19.86-21.05; MgO içeriği % 0-0.02; CaO içeriği %

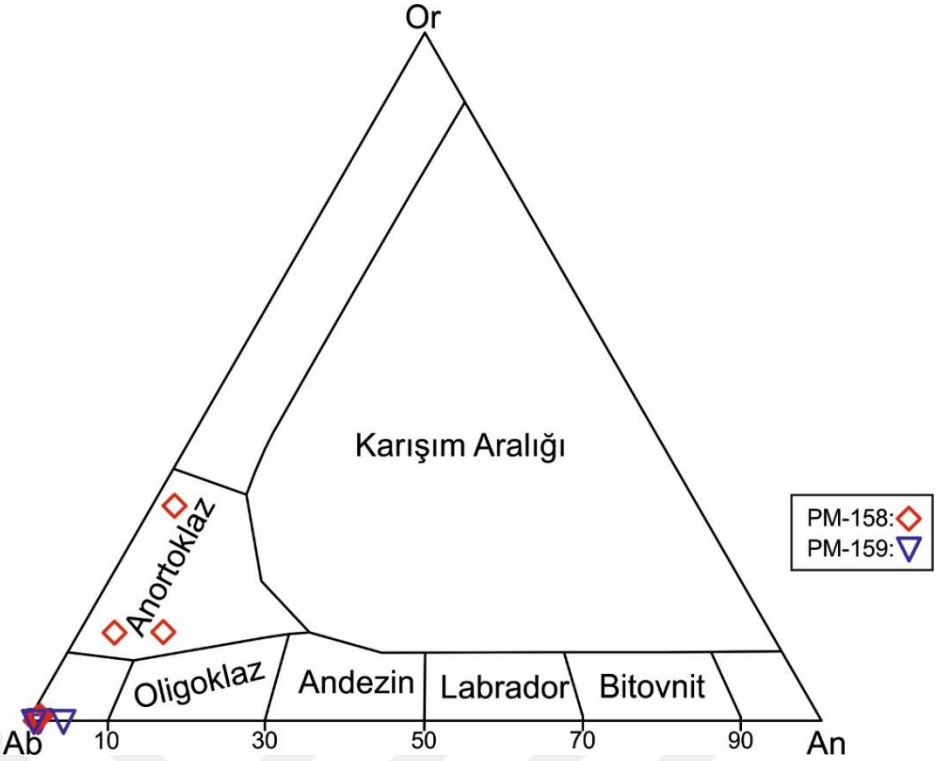
0.11-0.95, $Na_2O$ içeriği % 11.93-12.67; $K_2O$ içeriği % 0.07-0.1 arasında değişmektedir (Ek-3.29). Feldispat mineralleri $An_{0.46-4.22}$; $Ab_{95-99}$; $Or_{0.33-0.53}$ uç bileşenlerine sahiptir (Ek-3.29). Sınıflandırma diyagramında feldispat minerallerinin albit bölgesi içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.133). Albit minerali yeşilşist ve epidot-amfibolit fasiyeslerini karakterize eden mineral fazlarından biridir.




Şekil 4.131. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki feldispat minerallerini sınıflandırma diyagramı (Barth, 1962)




Şekil 4.132. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki feldispat minerallerini sınıflandırma diyagramı (Barth, 1962)



Şekil 4.133. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki feldispat minerallerini sınıflandırma diyagramı (Barth, 1962)

***Muskovit ve Biyotit***

PM-98, PM-112, PM-128, PM-158, PM-159, PM-237 ve PM-241 nolu örneklerde muskovit ve biyotit minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.30, 3.31, 3.32, 3.33). Analiz edilen muskovit ve biyotit minerallerinin merkez ve kenar kısımları arasında bir zonlanma gözlenmektedir.

PM-98 nolu biyotit-kuvars muskovit şist örneğinde analiz edilen 28 adet muskovit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 33.48-54.99; $TiO_2$ içeriği % 0.50-0.92; $Al_2O_3$ içeriği % 18.70-28.43; FeO içeriği % 5.91-7.21; MgO içeriği % 1.17-2.50; $K_2O$ içeriği % 8.72-11.25 arasında değişmektedir (Ek-3.12). Sınıflandırma diyagramında muskovit minerallerinin muskovit ve demirli muskovit alanları içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

Aynı örnekte analiz edilen 23 adet biyotit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 31.96-45.95; $TiO_2$ içeriği % 1.07-3.06; $Al_2O_3$ içeriği % 13.14-27.81; FeO içeriği % 6.96-26.46; MgO içeriği % 1.53-7.78; $K_2O$ içeriği % 7.80-11.12 arasında değişmektedir (Ek-3.30). Sınıflandırma diyagramında biyotit minerallerinin demirli biyotit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

PM-112 nolu metagranit örneğinde analiz edilen 5 adet muskovit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 44.53-51.00; $TiO_2$ içeriği % 0.43-0.53; $Al_2O_3$ içeriği % 24.47-29.08; FeO içeriği % 5.08-5.97; MgO içeriği % 1.58-2.84; $K_2O$ içeriği % 10.62-11.13 arasında değişmektedir (Ek-3.13). Sınıflandırma diyagramında muskovit minerallerinin muskovit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

Aynı örnekte analiz edilen biyotit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 32.18-35.81; $TiO_2$ içeriği % 1.97-2.37; $Al_2O_3$ içeriği % 15.67-17.39; FeO içeriği % 23.27-24.54; MgO içeriği % 7.31-8.64; $K_2O$

içeriği % 8.72-9.73 arasında değişmektedir (Ek-3.31). Sınıflandırma diyagramında biyotit minerallerinin demirli biyotit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

PM-128 nolu metagranit örneğinde analiz edilen 8 adet muskovit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 45.94-52.84; $TiO_2$ içeriği % 0.41-0.66; $Al_2O_3$ içeriği % 27.44-31.29; FeO içeriği % 4.09-4.91; MgO içeriği % 1.57-2.94; $K_2O$ içeriği % 5.45-11.21 arasında değişmektedir (Ek-3.14). Sınıflandırma diyagramında muskovit minerallerinin muskovit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

Aynı örnekte analiz edilen 21 adet biyotit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 32.61-36.35; $TiO_2$ içeriği % 1.85-2.61; $Al_2O_3$ içeriği % 14.74-17.25; FeO içeriği % 22.45-24.07; MgO içeriği % 7.64-9.13; $K_2O$ içeriği % 8.82-10.13 arasında değişmektedir (Ek-3.32). Sınıflandırma diyagramında biyotit minerallerinin demirli biyotit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

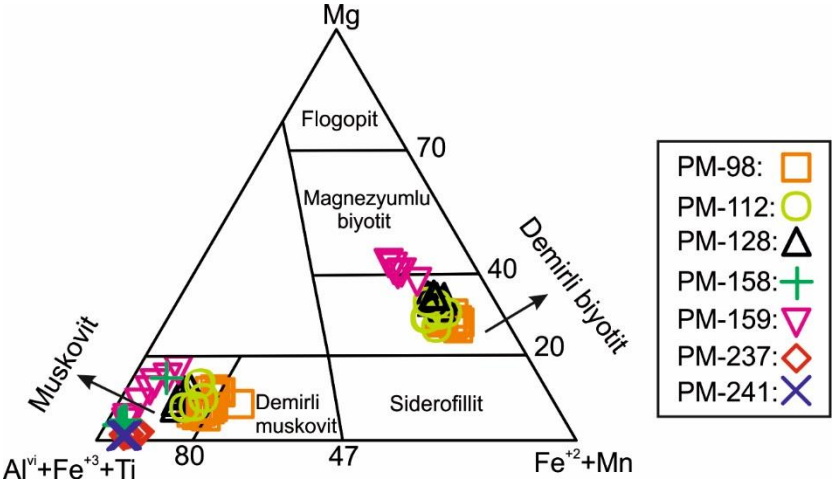
PM-158 nolu metagranit örneğinde analiz edilen 6 adet muskovit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 43.15-47.40; $TiO_2$ içeriği % 0.20-0.63; $Al_2O_3$ içeriği % 28.10-34.59; FeO içeriği % 0.99-2.51; MgO içeriği % 0.72-3.05; $K_2O$ içeriği % 8.95-9.80 arasında değişmektedir (Ek-3.15). Sınıflandırma diyagramında muskovit minerallerinin muskovit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

PM-159 nolu kuvars-muskovit biyotit şist örneğinde analiz edilen 7 adet muskovit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 44.12-51.06; $TiO_2$ içeriği % 0.24-0.53; $Al_2O_3$ içeriği % 26.65-33.91; FeO içeriği % 1.23-3.01; MgO içeriği % 0.96-3.64; $K_2O$ içeriği % 9.17-9.64 arasında değişmektedir (Ek-3.16). Sınıflandırma diyagramında muskovit minerallerinin muskovit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

Aynı örnekte analiz edilen 7 adet biyotit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 33.04-35.07; $TiO_2$ içeriği % 1.44-1.54; $Al_2O_3$ içeriği % 16.87-18.90; FeO içeriği % 17.08-20.91; MgO içeriği % 9.65-10.74; $K_2O$ içeriği % 5.66-6.28 arasında değişmektedir (Ek-3.33). Sınıflandırma diyagramında biyotit minerallerinin magnezyumlu biyotit ve demirli biyotit alanlarında yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

PM-237 nolu disten-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 11 adet muskovit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 37.54-44.71; $TiO_2$ içeriği % 0.18-0.33; $Al_2O_3$ içeriği % 30.35-37.48; FeO içeriği % 1.74-9,92; MgO içeriği % 0.23-1,37; $K_2O$ içeriği % 6.05-9.44 arasında değişmektedir (Ek-3.17). Sınıflandırma diyagramında muskovit minerallerinin muskovit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).

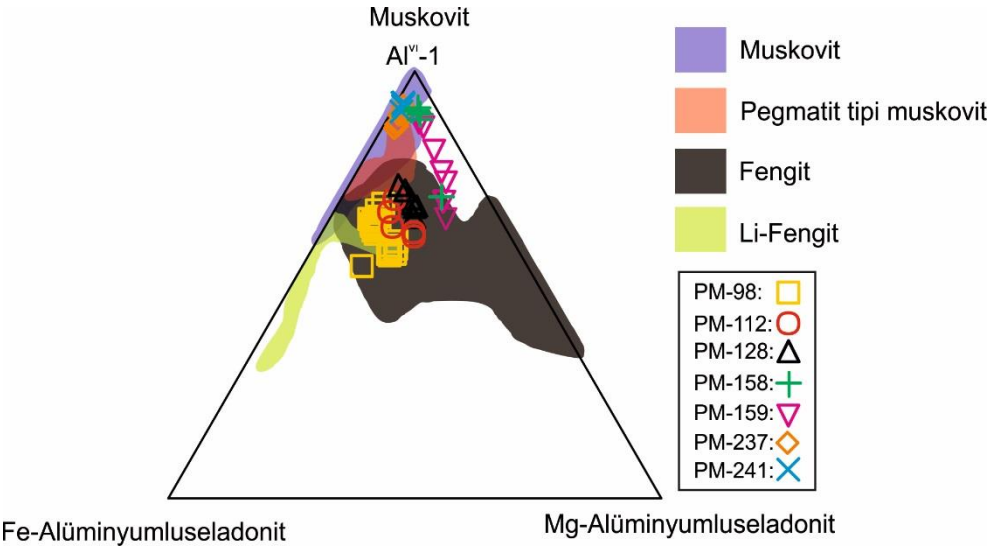
PM-241 nolu granat-stavrolit kuvars şist örneğinde analiz edilen 6 adet muskovit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 42.73-45.30; $TiO_2$ içeriği % 0.24-0.32; $Al_2O_3$ içeriği % 36.19-38.17; FeO içeriği % 1.60-2.00; MgO içeriği % 0.20-0.29; $K_2O$ içeriği % 7.93-8.49 arasında değişmektedir (Ek-3.18). Sınıflandırma diyagramında muskovit minerallerinin muskovit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.134).



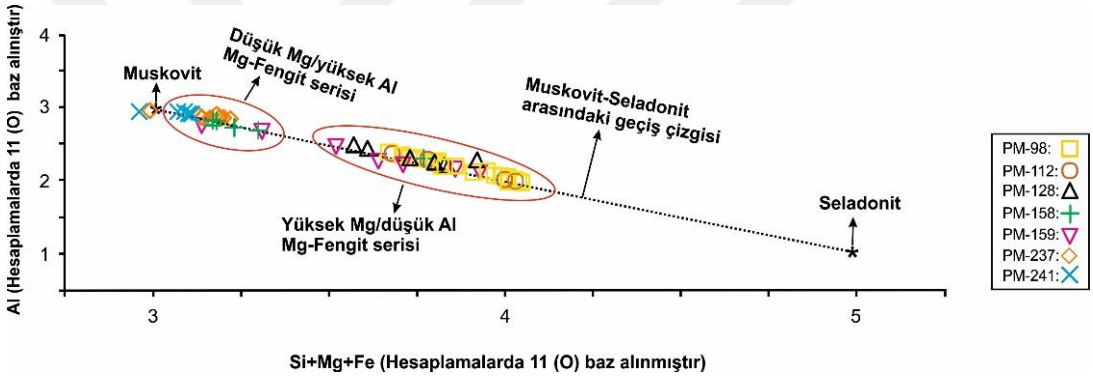

Şekil 4.134. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki mika minerallerini sınıflandırma diyagramı (Foster,1960)

Şekil 4.135' de muskovit minerallerinin sınıflandırma diyagramı görülmektedir. Diyagram incelendiğinde PM-98 nolu örneğin fengit ve Li-fengit alanına, PM-112 nolu örneğin ise yalnızca fengit alanına düştüğü gözlenmektedir. PM-128 nolu örneğin fengit ve az bir kısmının pegmatit tipi muskovit alanına, PM-158 nolu örneğin muskovit ve fengit alanına, PM-159 örneğin bir kısmının muskovit bir kısmının ise fengit alanına, PM-237 nolu örneğin muskovit ve pegmatit tipi muskovit alanına, PM-241 nolu örneğin muskovit ve pegmatit tipi muskovit alanına düştüğü gözlenmektedir. İlerleyen metamorfizma sırasında kayaçların mineral topluluğunda değişimler meydana gelmektedir. Fengit minerali klorit zonunun tipik minerallerinden biridir. Artan sıcaklık ve basınç koşullarında fengit minerali klorit ile tepkimeye girerek biyotit mineralini oluşturur (Powel ve Evans, 1983)

Şekil 4.136' de muskovit ve seladonit uç bileşenleri arasındaki fengit değişim diyagramı görülmektedir. Diyagram incelendiğinde PM-98, PM-112 ve PM-128 nolu örneklerin yüksek Mg/düşük Al-Mg-fengit serisi alanına, PM-158 ve PM-159 nolu örneklerin düşük-Mg/yüksek Al, yüksek Mg-/düşük Al-Mg-fengit serisi alanına, PM-241 nolu örneğin muskovit ve düşük-Mg-/yüksek Al-Mg-fengit alanına, PM-237 nolu örneğin ise düşük Mg-/yüksek Al-Mg-fengit alanına düştüğü gözlenmektedir. Fengit serisi muskovit ve seladonit arasında değişim gösteren bir katı çözeltidir. Diyagramın hazırlanmasında kullanılan parametrelere ait hesaplamalarda 11 (O) baz alınmıştır (Ek-3.19, 3.20, 3.21, 3.22).




Şekil 4.135.Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki muskovit minerallerini sınıflama diyagramı (Muskovit, pegmatit tipi muskovit, fengit ve Li-fengit alanları, Psyrillos ve ark., 1999; DiVincenzo ve ark., 2006; El Korh ve ark., 2009; Aoki ve ark., 2013; Tappert ve ark., 2013; Hulsbosch ve ark., 2014; Petrik ve ark., 2014; Deveaud ve ark., 2015; Gambino ve ark., 2019'dan alınmıştır)




Şekil 4.136. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki muskovit ve seladonit uç bileşenleri arasındaki fengit değişim diyagramı (Park ve ark., 2020)

***Disten***

PM-239, PM-259, PM-263, PM-264, PM-269 ve PM-286 nolu örneklerde disten minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.34, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39). Analizi yapılan disten minerallerinin merkez ve kenar kısımları arasında bir zonlanma gözlenmemektedir.

PM-239 nolu disten-stavrolit-granatlı kuvarsit örneğinde analiz edilen 9 adet disten mineralinin $SiO_2$ içeriği % 27.86-28.98; $TiO_2$ içeriği % 0.47-0.68; $Al_2O_3$ içeriği % 53.03-54.95; FeO içeriği % 16.06-16.54; MgO içeriği % 0.54-0.66 arasında değişmektedir (Ek-3.34).

PM-259 nolu disten-biyotit-muskovit kuvars şist örneğinde analiz edilen 12 adet disten mineralinin $SiO_2$ içeriği % 35.26-35.74; $TiO_2$ içeriği % 0.00-0.09; $Al_2O_3$ içeriği % 63.10-64.23; FeO içeriği % 0.05-0.09; MgO içeriği % 0.01-0.03 arasında değişmektedir (Ek-3.35).

PM-263 nolu disten-muskovit kuvars şist örneğinde analiz edilen 30 adet disten mineralinin $SiO_2$ içeriği % 35.02-38.90; $TiO_2$ içeriği % 0.00-0.05; $Al_2O_3$ içeriği % 60.13-64.22; FeO içeriği % 0.02-0.07; MgO içeriği % 0.00-0.02 arasında değişmektedir (Ek-3.36).

PM-264 nolu stavrolit-disten-biyotit-muskovit kuvars şist örneğinde analiz edilen 25 adet disten mineralinin $SiO_2$ içeriği % 35.25-37.61; $TiO_2$ içeriği % 0.00-0.06; $Al_2O_3$ içeriği % 61.47-63.72; FeO içeriği % 0.11-0.19; MgO içeriği % 0.00-0.02 arasında değişmektedir (Ek-3.37).

PM-269 nolu disten-kuvars muskovit şist örneğinde analiz edilen 38 adet disten mineralinin $SiO_2$ içeriği % 33.43-36.92; $TiO_2$ içeriği % 0.00-0.03; $Al_2O_3$ içeriği % 62.49-64.11; FeO içeriği % 0.10-0.24; MgO içeriği % 0.00-0.03 arasında değişmektedir (Ek-3.38).

PM-286 nolu disten-stavrolit-muskovit-biyotit kuvars şist örneğinde analiz edilen 48 adet disten mineralinin $SiO_2$ içeriği % 35.75-37.98; $TiO_2$ içeriği % 0.00-1.55; $Al_2O_3$ içeriği % 60.80-62.28; FeO içeriği % 0.37-0.81; MgO içeriği % 0.00-0.05 arasında değişmektedir (Ek-3.39).

Artan metamorfizma sıcaklıkları nedeniyle kristalden atılan akışkanlar, kayaç içerisindeki bileşim değişikliklerine sebebiyet verebilmektedir. Disten mineralinin oluşumuyla ilgili deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde disten mineralinin gelişiminin muskovit, stavrolit ve klorit mineralinin reaksiyonu (muskovit+stavrolit+klorit→Biyotit+Disten+Kuvars+$H_2O$) sonucunda meydana geldiğini göstermiştir (Winkler 1979, Yardley 1989). Stavrolit minerali metamorfizma sıcaklığının artmasıyla duraylılığını koruyamaz ve kuvars ile reaksiyona girerek (Stavrolit+Kuvars→Almandin+Disten+$H_2O$) disten mineralinin oluşumunu sağlar. PM-239 nolu örnekte analiz sonuçlarında disten mineralinde FeO oranının kısmen yüksek olduğu gözlenmektedir. FeO oranındaki bu yükseklik petrografi çalışmalarında da gözlendiği üzere disten minerallerindeki kloritleşmeden kaynaklanmaktadır. Kloritleşme neticesinde FeO oranı artmıştır. Ayrıca FeO oranındaki bu yükseklik köken kayaca bağlı olabileceği gibi, biyotit ve almandin granatın varlığı da bu orandaki fazlalığa sebebiyet vermektedir.

***Sillimanit***

PM-303 nolu örnekte sillimanit minerallerinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.49). Analizi yapılan sillimanit minerallerinin merkez ve kenar kısımları arasında bir zonlanma gözlenmemektedir.

PM-303 nolu sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist örneğinde analiz edilen 34 adet sillimanit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 34.42-36.72;$TiO_2$ içeriği % 0.00-0.56; $Al_2O_3$ içeriği % 61.31-65.11; FeO içeriği % 0.51-0.96; MgO içeriği % 0.00-0.14 arasında değişmektedir (Ek-3.49).

Farklı reaksiyonlar sonucunda metamorfik kayaçlarda sillimanit mineralleri gelişebilmektedir. Sillimanit minralleri yüksek sıcaklık koşullarını temsil eder. Sillimanit mineralleri genellikle biyotit ve kuvars ile birlikte gelişim gösterirler. Amfibolit fasiyesinin üst koşullarında iğnemsi olarak gözlemlenen sillimanit mineralleri granülit fasiyesinde iri prizmatik şekillerde gözlemlenir(Miyashiro 1972, Winkler 1979, Yardley 1989, Barker 1990, Kerrick 1990).

***Klorit***

PM-70, PM-237, PM-238, PM-240, PM-241 ve PM-242 nolu örneklerde klorit mineralinin mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir (Ek-3.47, 3.48).

PM-70 nolu amfibolit örneğinde analiz edilen 5 adet klorit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 25.74-26.29; $TiO_2$ içeriği % 0.07-0.08; $Al_2O_3$ içeriği % 20.18-21.23; FeO içeriği % 18.39-20.21; MgO içeriği % 18.77-20.21 arasında değişmektedir (Ek-3.47). Sınıflandırma diyagramında klorit minerallerinin ripidolit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.137).

PM-237 nolu disten-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 6 adet klorit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 19.86-22.11; $TiO_2$ içeriği % 0.03-0.08; $Al_2O_3$ içeriği % 21.46-23.49; FeO içeriği % 34.90-35.74; MgO içeriği % 5.93-6.88 arasında değişmektedir (Ek-3.47). Sınıflandırma diyagramında klorit minerallerinin psödotüringit ve ripidolit sınır bölgesi içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.137).

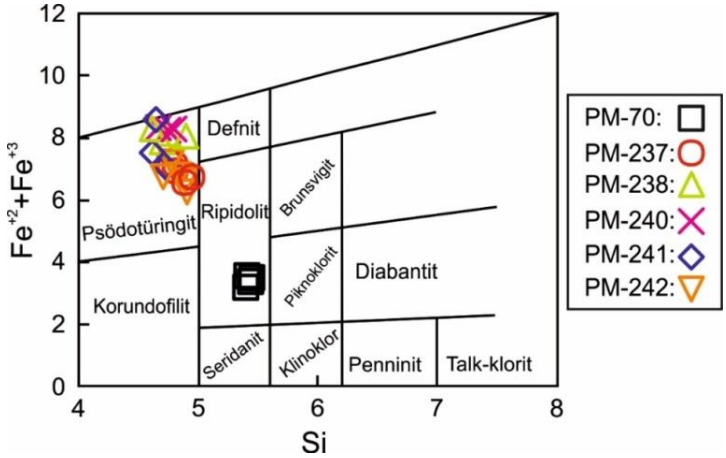
PM-238 nolu disten-granat-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 4 adet klorit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 19.29-20.88; $TiO_2$ içeriği % 0.04-0.1; $Al_2O_3$ içeriği % 21.53-23.52; FeO içeriği % 40.12-40.47; MgO içeriği % 2.84-3.18 arasında değişmektedir (Ek-3.48). Sınıflandırma diyagramında klorit minerallerinin psödotüringit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.137).

PM-240 nolu granat-stavrolitli kuvarsit örneğinde analiz edilen 3 adet klorit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 19.69-20.69; $TiO_2$ içeriği % 0.04-0.20; $Al_2O_3$ içeriği % 22.21-22.90; FeO içeriği % 41.33-42.60; MgO içeriği % 1.96-2.81 arasında değişmektedir (Ek-3.48). Sınıflandırma diyagramında klorit minerallerinin psödotüringit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.137).

PM-241 nolu granat-stavrolit kuvarsşist örneğinde analiz edilen 3 adet klorit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 18.06-21.17; $TiO_2$ içeriği % 0.07-0.35; $Al_2O_3$ içeriği % 19.22-24.99; FeO içeriği % 37.17-38.42; MgO içeriği % 3.26-4.75 arasında değişmektedir (Ek-3.48). Sınıflandırma diyagramında klorit minerallerinin psödotüringit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.137).

PM-242 nolu granat-stavrolit kuvarsşist örneğinde analiz edilen 5 adet klorit mineralinin $SiO_2$ içeriği % 19.26-21.46; $TiO_2$ içeriği % 0.07-0.24; $Al_2O_3$ içeriği % 20.57-23.04; FeO içeriği % 32.87-34.61; MgO içeriği % 5.75-7.64 arasında değişmektedir (Ek-3.48). Sınıflandırma diyagramında klorit minerallerinin psödotüringit alanı içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 4.137).

Klorit mineralleri Pütürge Metamorfiklerini etkileyen gerileyen metamorfizma sonucunda oluşmuştur. Demirli kloritler metamorfizma sıcaklığının artmasıyla yerini magnezyumlu kloritlere bırakır. Demirli kloritler metamorfizmanın düşük sıcaklık koşullarına işaret ederken, magnezyumlu kloritler ise metamorfizma sıcaklığının artmasına işaret eder (Yardley, 1989). Magnezyumlu kloritler ortamda akışkanların olması halinde duraylılıklarını yaklaşık 800 $^{o}$C sıcaklıklara kadar koruyabilmektedirler (Miyashiro, 1972).




Şekil 4.137. Pütürge Metamorfiklerine ait kayaçlardaki klorit minerallerini sınıflandırma diyagramı (Hey,1954)

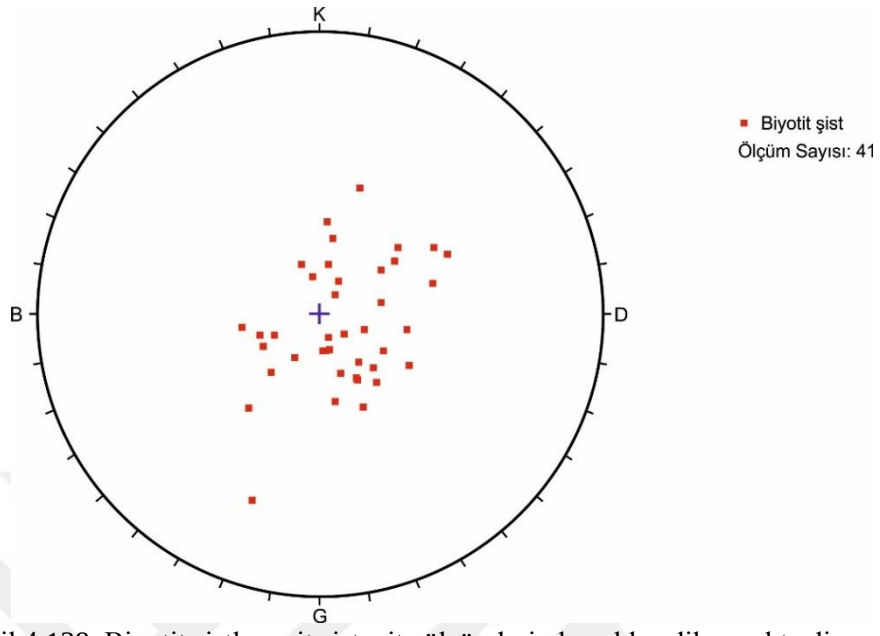
### 4.4. Tektonik

Çalışma alanı, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Nap Zonu içerisinde yer almakta olup tektonik olarak Üst Nap bölgesine aittir. Yerkabuğunun derinliklerinde farklı basınç-sıcaklık koşullarına maruz kalan kayaçların bölgesel metamorfizması sonucunda kayaçlarda foliasyon gelişmektedir. Bir kayacın el örneğinde ve/veya mostrada yaygın olarak görülen birbirine paralel ve düzlemsel yapılara foliasyon denir (Turner ve Weiss, 1963). Metamorfik foliasyonun bazı çeşitleri vardır bunlar; şistozite, sleyt klivajı, gnaysik foliasyon ve buruşma klivajıdır. Şistozite çalışma alanındaki kayaçlarda yaygın olarak gözlenmektedir. Çalışma alanında şistozite ve eklem düzlemlerinden ölçümler yapılmış olup aşağıdaki çizelgelerde sunulmaktadır(Çizelge 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10).

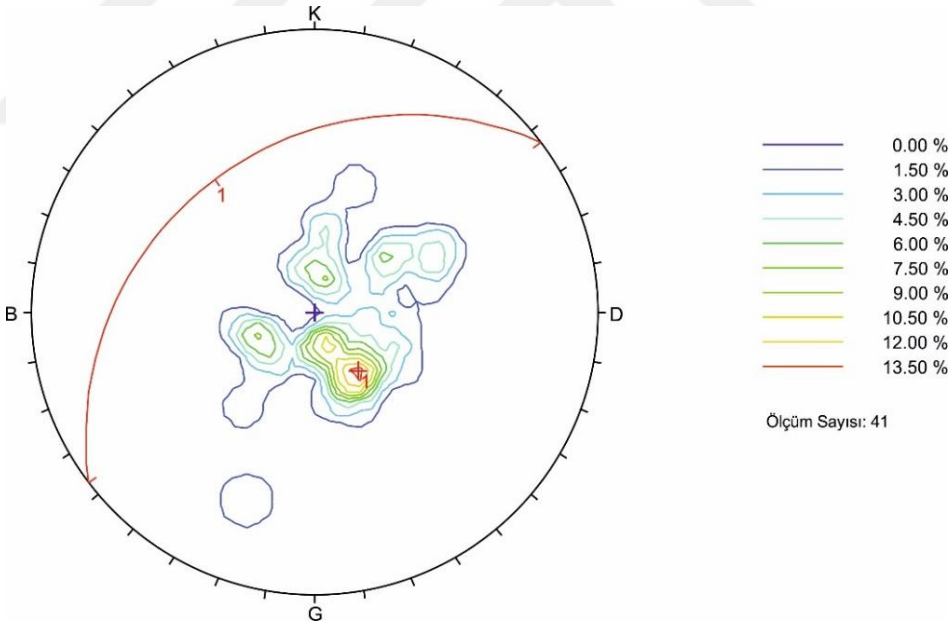
Çizelge 4.3. Çalışma alanındaki biyotit şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler

| | | |
|---|---|---|
| K50B/30KD ; 040/030 | K10B/25GB ; 260/025 | K50B/10GB ;220/010 |
| K20B/25KD ;070/025 | K40B/40GB ; 230/040 | K35B/30GB ;235/030 |
| K80D/35KB ;350/035 | K30B/50GB ; 240/050 | K85B/36GB ;185/036 |
| K10D/35KB ;280/035 | K70D/21GD ; 160/021 | K80B/20GB ;190/020 |
| K60D/30KB ; 330/030 | K60B/15GB ; 210/015 | K60D/30KB ;330/030 |
| K60D/29KB ; 330/029 | K15B/45GB ;255/045 | K85D/15KB ;355/015 |
| K30D/29KB ; 300/029 | K80D/15KB ;350/015 | K10B/31KD ;080/031 |
| K30D/40KB ; 300/040 | K70D/10KB ;340/010 | K75D/15KB ;345/015 |
| K80B/30GB ; 190/030 | K80D/15GD ;170/015 | K40D/13KB ;310/013 |
| K35B/36GB ; 235/036 | K20D/19KB ;290/019 | K50D/35KB ;320/035 |
| K25B/53GB ; 245/053 | K51D/25KB ;321/025 | K70D/25KB ;340/025 |
| K30B/26KD ; 060/026 | K60B/20KD ;030/020 | K70B/70KD ;020/070 |
| K26B/20KD ; 064/020 | K45D/30KB ;315/030 | K65D/40KB ;335/040 |
| K53B/45KD ; 037/045 | K72B/50GB ;198/050 | |

Biyotit şistlerden alınan şistozite ölçüm verileri nokta ve kontur diyagramlarına aktarılmıştır (Şekil 4.138, 4.139). Diyagramlar değerlendirildiğinde biyotit şistlerin genel olarak K53D/29KB konumlu oldukları görülmektedir (Şekil 4.138, 4.139).




Şekil 4.138. Biyotit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı

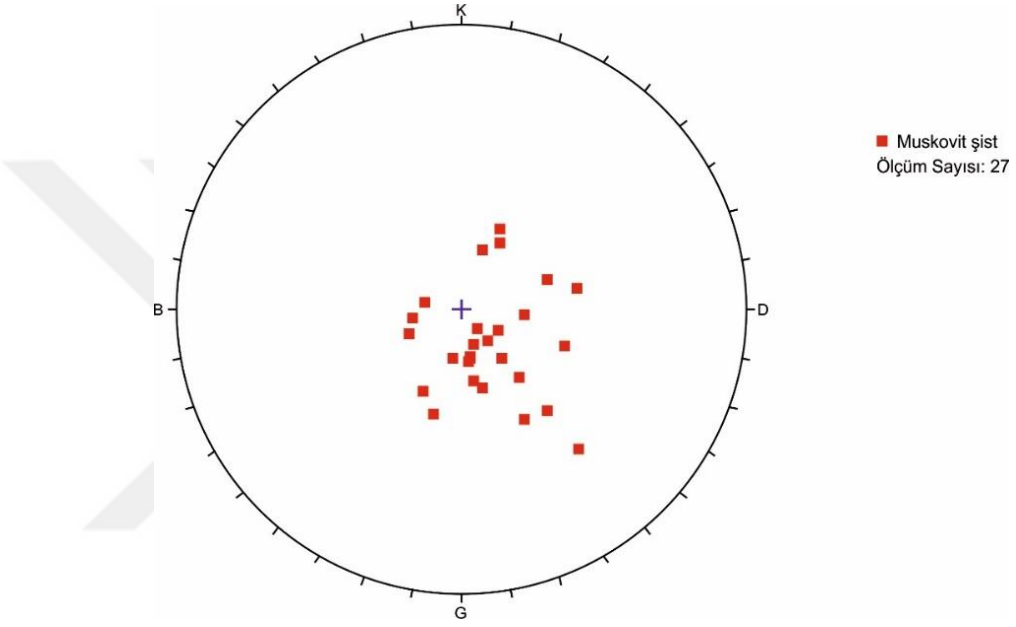



Şekil 4.139. Biyotit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı

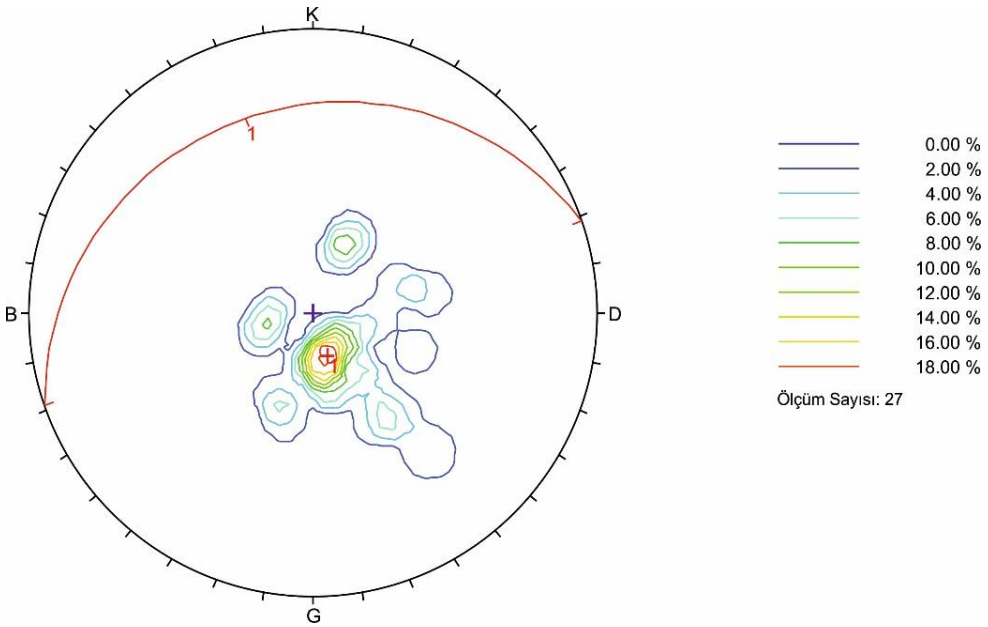
Muskovit şistlerden alınan şistozite ölçüm verileri nokta ve kontur diyagramlarına aktarılmıştır (Şekil 4.140, 4.141). Diyagramlar değerlendirildiğinde muskovit şistlerin K71D/18KB konumlu oldukları görülmektedir (Şekil 4.140, 4.141).

Çizelge 4.4. Çalışma alanındaki muskovit şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler

| | | |
|---|---|---|
| K50D/50KB ;320/050 | K80D/19KB ;350/019 | K05D/25KB ;275/025 |
| K50D/65KB ;320/065 | K25B/23KD ;065/023 | K65B/35KD ;025/035 |
| K50D/35KB ;320/035 | K75D/32KB ;345/032 | K80D/20KB ;350/020 |
| K60D/48KB ;330/048 | K80D/29KB ;350/029 | K60B/30GB ;210/030 |
| K19B/35GB ;251/035 | K75B/42KD ;015/042 | K50D/10KB ;320/010 |
| K70D/15KB ;340/015 | K50D/25KB ;320/025 | K10D/15GD ;100/015 |
| K10B/20KD ;080/020 | K30D/17KB ;300/017 | K80B/20KD ;010/020 |
| K65B/35GB ;205/035 | K82D/21KB ;352/021 | K70B/25GB ;200/025 |
| K50D/16KB ;320/016 | K20D/42KB ;290/042 | K10B/45GB ;260/045 |




Şekil 4.140. Muskovit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı

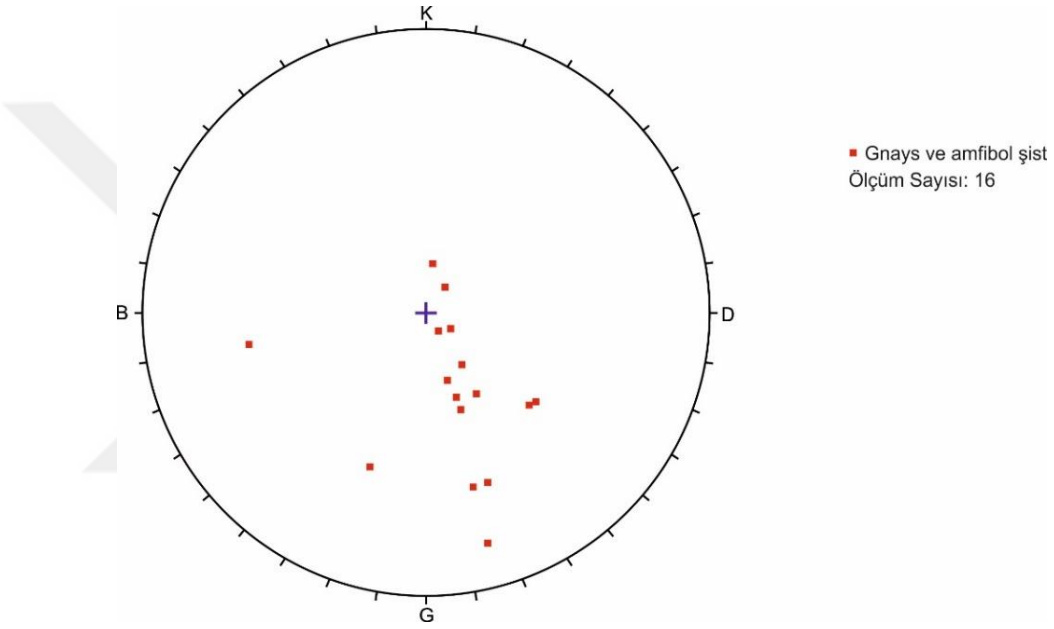



Şekil 4.141. Muskovit şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı

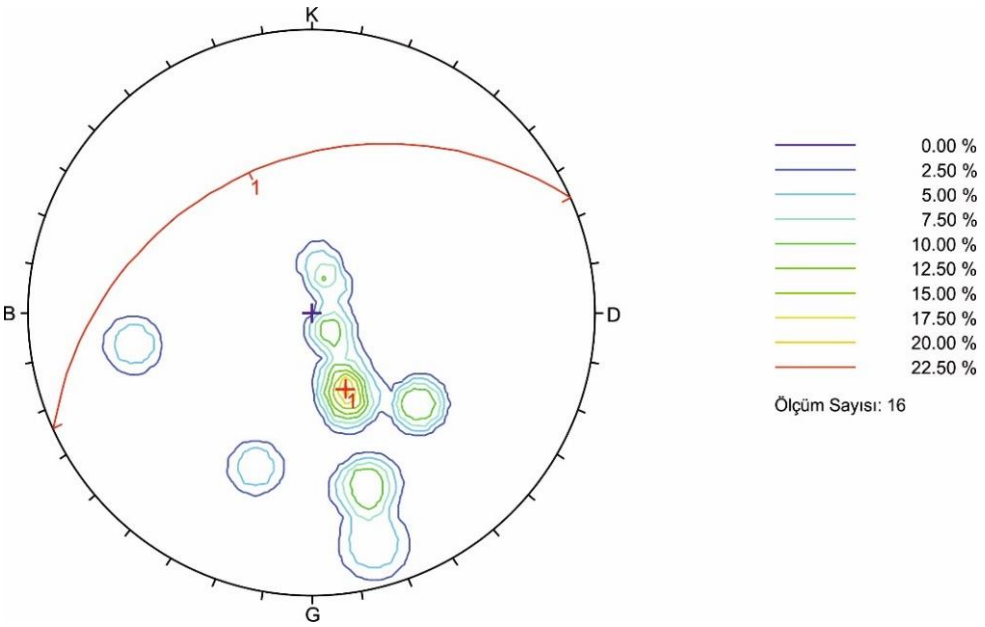
Çizelge 4.5. Çalışma alanındaki gnays ve amfibol şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler

| | | |
|---|---|---|
| K72D/28KB ;342/028 | K75D/65KB ;345/065 | K39D/53KB ;309/053 |
| K32D/12KB ;302/012 | K70D/40KB ;340/040 | K42D/52KB ;312/052 |
| K82B/20GB ;188/020 | K10B/65KD ;080/065 | K55D/25KB ;325/025 |
| K75D/80KB ;345/080 | K70D/35KB ;340/035 | K70B/60KD ;020/060 |
| K70D/65KB ;340/065 | K58D/37KB ;328/037 | |
| K55D/09KB ;325/009 | K53B/13GB ;217/013 | |

Gnays ve amfibol şistlerden alınan şistozite ölçüm verileri nokta ve kontur diyagramlarına aktarılmıştır (Şekil 4.142, 4.143). Diyagramlar değerlendirildiğinde gnays ve amfibol şistlerin K66D/33KB konumlu oldukları görülmektedir (Şekil 4.142, 4.143).




Şekil 4.142. Gnays ve amfibol şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı

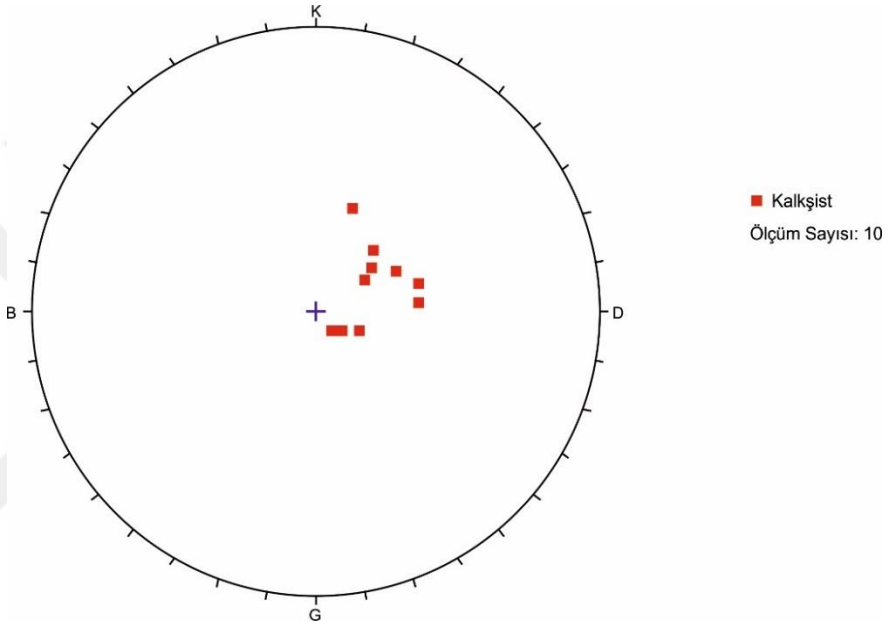



Şekil 4.143. Gnays ve amfibol şistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı

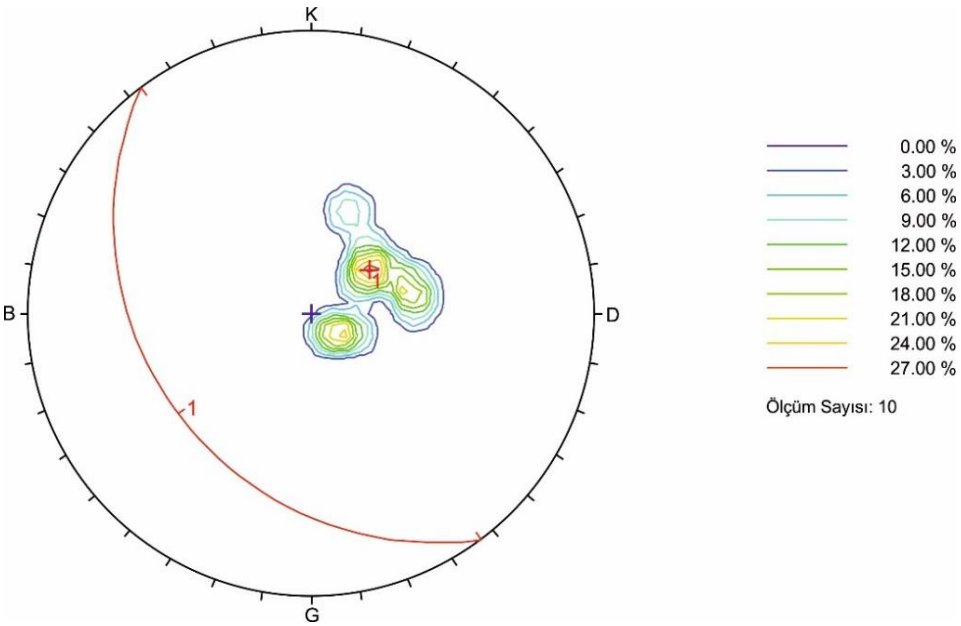
Çizelge 4.6. Çalışma alanındaki kalkşistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler

| | |
|---|---|
| K70B/42GB ;200/042 | K47B/33GB ;223/033 |
| K5B/40GB ;265/040 | K33B/23GB ;237/023 |
| K50D/10KB ;320/010 | K37D/13KB ;307/013 |
| K15B/41GB ;255/041 | K23D/19KB ;293/019 |
| K38B/28GB ;232/028 | K27B/35GB ;243/035 |

Kalkşistlerden alınan şistozite ölçüm verileri nokta ve kontur diyagramlarına aktarılmıştır (Şekil 4.144, 4.146). Diyagramlar değerlendirildiğinde kalkşistlerin K37B/29GB konumlu oldukları görülmektedir (Şekil 4.144, 4.145).




Şekil 4.144. Kalkşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı

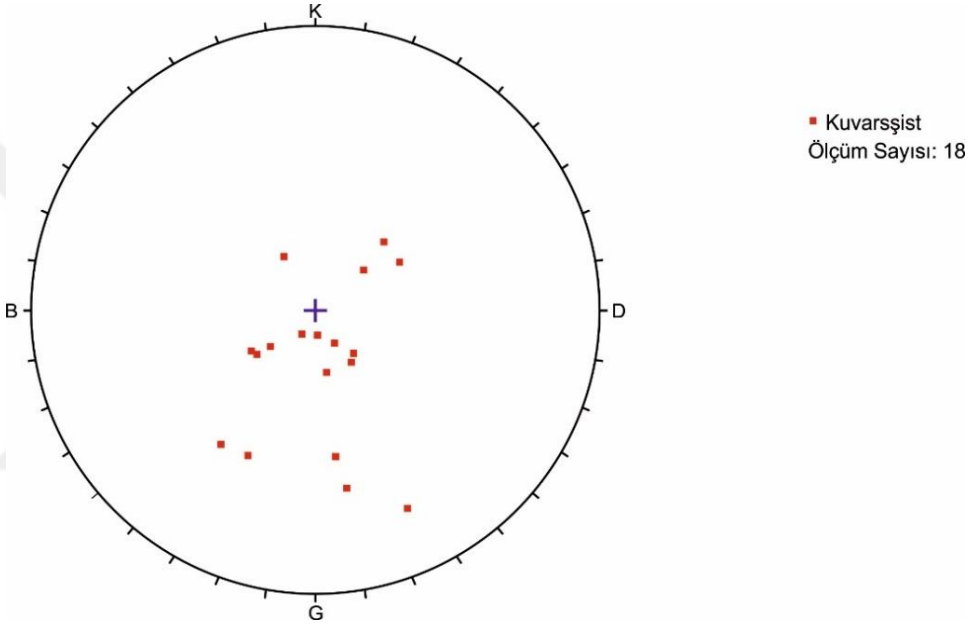



Şekil 4.145. Kalkşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı

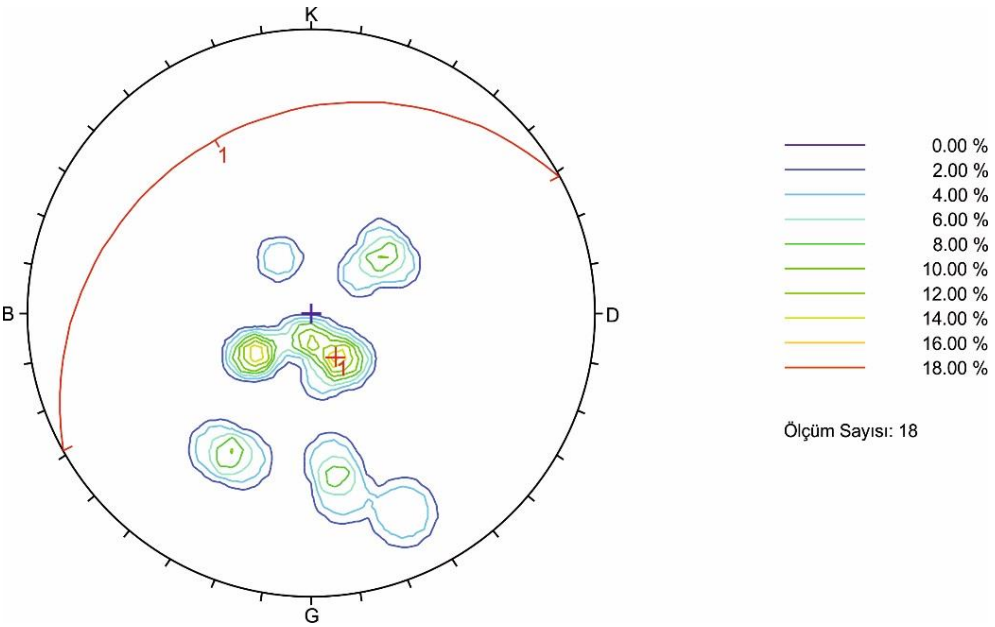
Çizelge 4.7. Çalışma alanındaki kuvars şistlere ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler

| | | |
|---|---|---|
| K82D/55KB ;352/055 | K60D/15KB ;330/015 | K40B/25GB ;230/025 |
| K80D/65KB ;350/065 | K65D/75KB ;335/075 | K60D/25GD ;150/025 |
| K39B/23KD ;051/023 | K60B/11KD ;030/011 | K30B/38GB ;240/038 |
| K85D/10KB ;355/010 | K55B/60KD ;035/060 | K32B/30KD ;058/030 |
| K65B/59KD ;025/059 | K80D/25KB ;350/025 | K48D/23KB ;318/023 |
| K55D/25KB ;325/025 | K45B/38GB ;225/038 | K37B/29KD ;053/029 |

Kuvars şistlerden alınan şistozite ölçüm verileri nokta ve kontur diyagramlarına aktarılmıştır (Şekil 4.146, 4.147). Diyagramlar değerlendirildiğinde kuvars şistlerin K61D/20KB konumlu oldukları görülmektedir (Şekil 4.146, 4.147).




Şekil 4.146. Kuvarsşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı

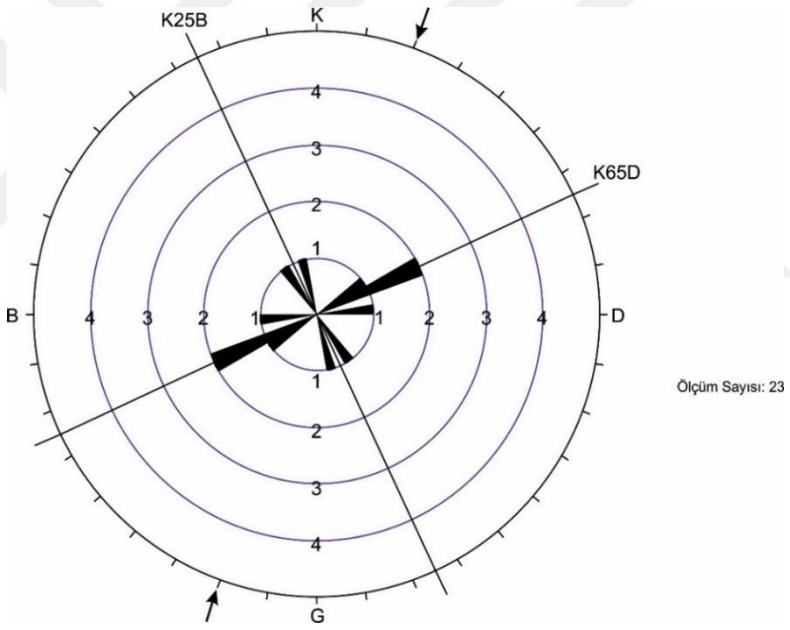



Şekil 4.147. Kuvarsşistlere ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı

Çizelge 4.8. Çalışma alanındaki kuvarsitlere ait eklem düzlemi ölçümleri

| | | |
|---|---|---|
| K80D/50GD ;170/050 | K55D/45KB ;325/045 | K23B/15KD ;067/015 |
| K80D/40KB ;350/040 | K40D/20KB ;310/020 | K32B/50KD ;058/050 |
| K85D/12KB ;355/012 | K70B/25GB ;200/025 | K35B/20KD ;055/020 |
| K20B/50KD ;070/050 | K53B/24KD ;037/024 | K30B/30GB ;240/030 |
| K75B/35KD ;015/035 | K27D/33KB ;297/033 | K15B/27KD ;075/027 |
| K57D/39KB ;327/039 | K60D/45KB ;330/045 | K25D/35KB ;295/035 |
| K72B/19KD ;018/019 | K47D/40KB ;317/040 | K73B/20KD ;017/020 |
| K25B/30KD ;065/030 | K60D/50KB ;330/050 | |

Kuvarsit birimlerindeki eklem yapılarına ait ölçüm verileri gül diyagramına aktarılmıştır (Şekil 4.148). Gül diyagramı değerlendirildiğinde eklem yapıları iki farklı doğrultuda yoğunluk kazanmıştır. Bu doğrultular K65D/G65B ve K25B/G25D'dur. Bu iki doğrultu arasındaki açının açıortayı K20D olup, bu doğrultu aynı zamanda eklemli yapının oluşmasına neden olan maksimum sıkışma yönünün doğrultusunu vermektedir (Şekil 4.148).

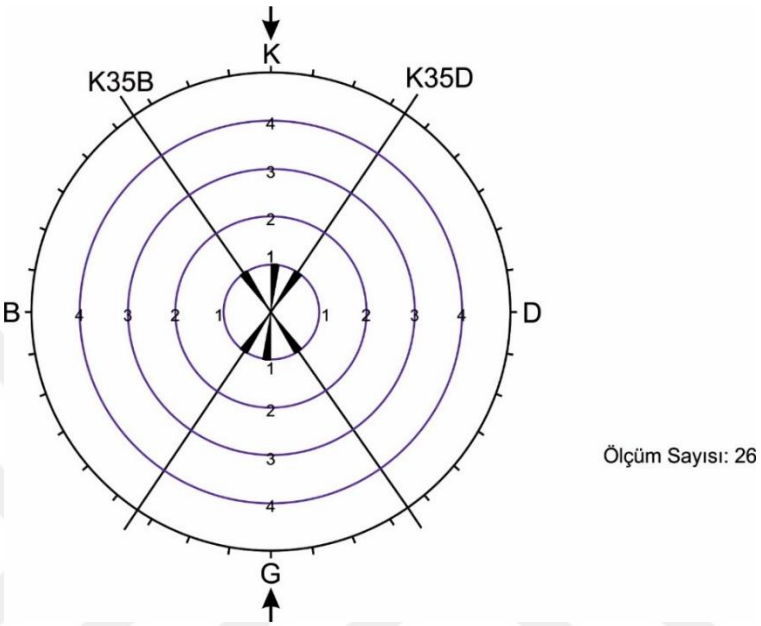



Şekil 4.148. Kuvarsit birimindeki eklemli yapılardan elde edilen ölçüm verilerine ait gül diyagramı

Çizelge 4.9. Çalışma alanındaki mermerlere ait eklem düzlemi ölçümleri

| | | |
|---|---|---|
| K20D/15GD ;110/015 | K05D/50GD ;095/050 | K45B/42GB ;225/042 |
| K30B/23GB ;240/023 | K40D/40GD ;130/040 | K07B/30GB ;263/030 |
| K10B/25GB ;260/025 | K35D/20KB ;305/020 | K27D/19KB ;297/019 |
| K19D/40GD ;109/040 | K50D/25KB ;320/025 | K40B/45GB ;230/045 |
| K08D/40KB ;278/040 | K40D/40GD ;130/040 | K72B/42GB ;198/042 |
| K10D/35GD ;190/035 | K15B/25GB ;255/025 | K50D/30GD ;140/030 |
| K20D/30KB ;290/030 | K12B/25GB ;258/025 | K45D/20KB ;315/020 |
| K30B/20GB ;240/020 | K10B/35KD ;080/035 | K35B/15KD ;055/015 |
| K31D/50GD ;121/050 | K35D/20GD ;125/020 | |

Mermer birimlerindeki eklem yapılarına ait ölçüm verileri gül diyagramına aktarılmıştır (Şekil 4.149). Gül diyagramı değerlendirildiğinde eklem yapıları iki farklı doğrultuda yoğunluk kazanmaktadır. Bu doğrultular K35D/G35B ve K35B/G35D'dur (Şekil 4.149). Bu iki doğrultu arasındaki açının açıortayı alındığında K-G doğrultulu olup, bu doğrultu aynı zamanda eklemli yapının oluşmasına neden olan maksimum sıkışma yönünün doğrultusunu vermektedir (Şekil 4.149).

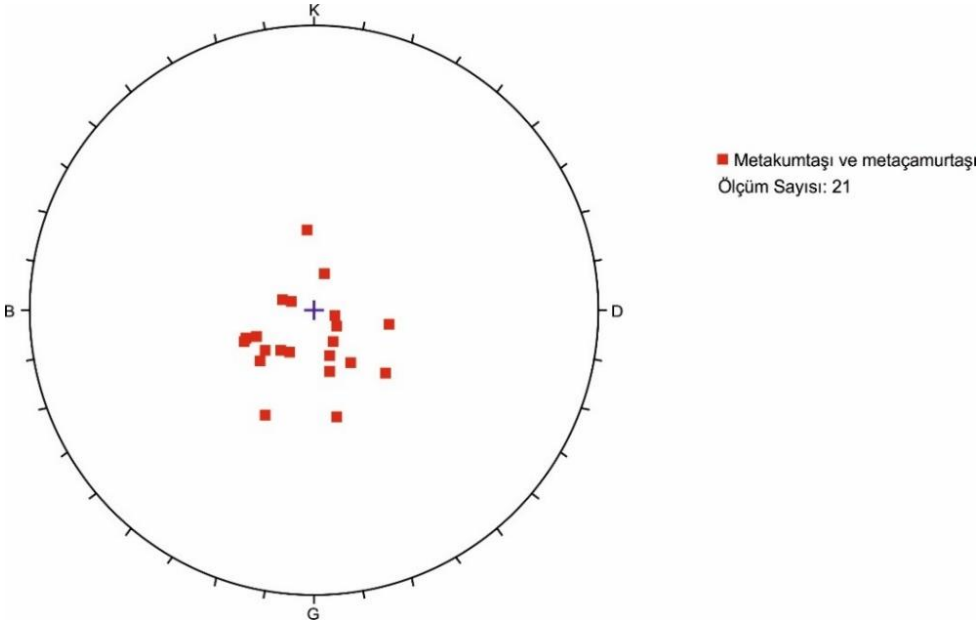



Şekil 4.149. Mermer birimindeki eklemli yapılardan elde edilen ölçüm verilerine ait gül diyagramı

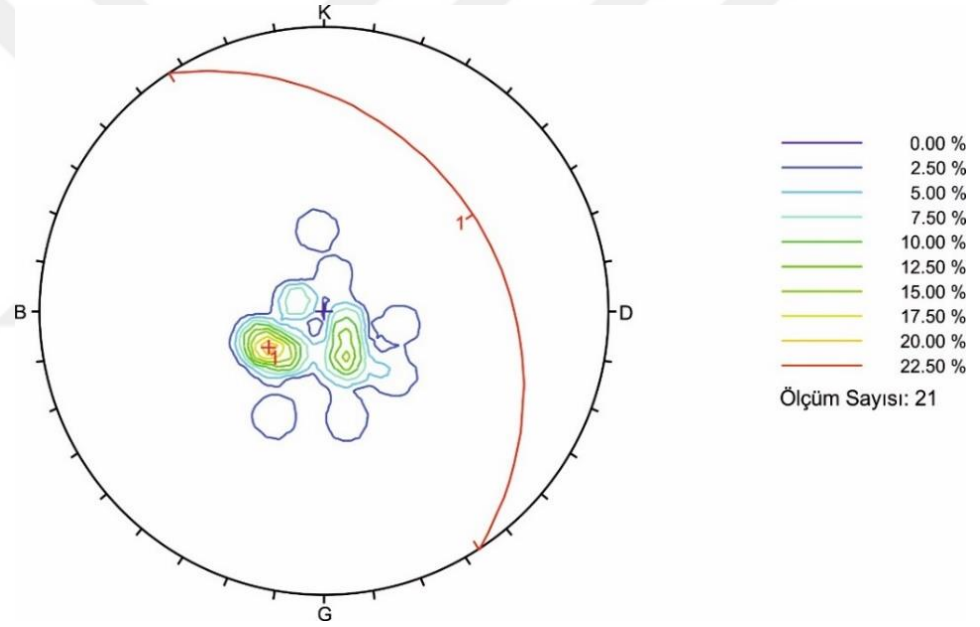
Çizelge 4.10. Çalışma alanındaki metakumtaşı ve metaçamurtaşına ait şistozite düzlemlerine ait ölçümler

| | | |
|---|---|---|
| K78D/42KB ;348/042 | K21D/10GD ;111/010 | K85D/32GD ;175/032 |
| K40B/25KD ;050/025 | K10D/30KB ;280/030 | K76D/25KB ;346/025 |
| K60B/19KD ;030/019 | K50B/21KD ;040/021 | K18D/13GD ;108/013 |
| K25B/25KD ;065/025 | K65B/44KD ;025/044 | K23B/29KD ;067/029 |
| K55D/25KB ;325/025 | K24B/30KD ;066/030 | K43B/29KD ;047/029 |
| K33D/11KB ;303/011 | K70D/19KB ;340/019 | K58D/15KB ;328/015 |
| K15D/09KB ;285/009 | K75B/15GB ;195/015 | K42D/37KB ;312/037 |

Metakumtaşı ve metaçamurtaşlarından alınan şistozite ölçüm verileri nokta ve kontur diyagramlarına aktarılmıştır (Şekil 4.150, 4.151). Diyagramlar değerlendirildiğinde metaçamurtaşı ve metakumtaşlarının K33B/26KD'ya eğimli oldukları gözlenmektedir (Şekil 4.150, 4.151).




Şekil 4.150. Metakumtaşı ve metaçamurtaşlarına ait şistozite ölçümlerinden elde edilen nokta diyagramı




Şekil 4.151. Metakumtaşı ve metaçamurtaşlarına ait şistozite ölçümlerinden elde edilen kontur diyagramı

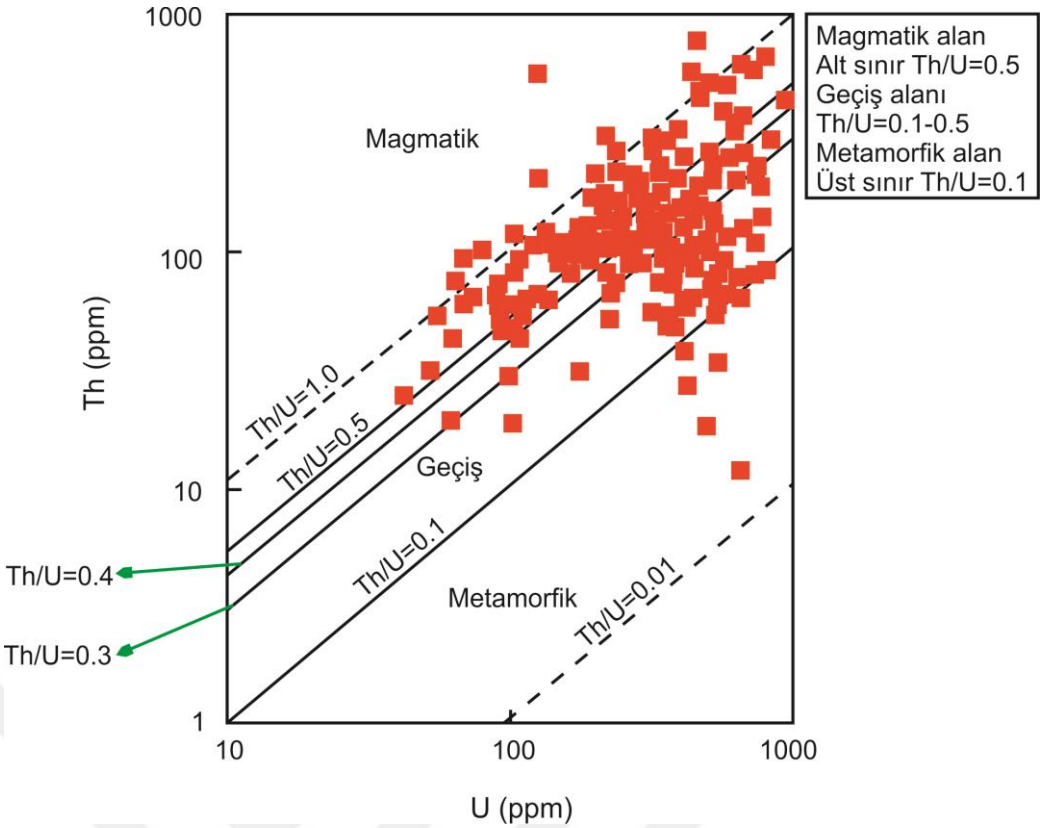
### 4.5. U-Pb Jeokronolojisi

Doktora tezi çalışması kapsamında Pütürge Metamorfiklerine ait 20 örnekte zirkon U-Pb, 7 örnekte ise rutil U-Pb yaşlandırması gerçekleştirilmiştir. Jeokronoloji çalışmalarında LA-ICP-MS yöntemi kullanılmış olup analizler İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında yapılmıştır. Tarihlendirme yapılan örnekler ile ilgili detay bilgiler Çizelge 4.11' da sunulmaktadır.

Çizelge 4.11. Zirkon ve rutil U-Pb analizleri yapılan Pütürge Metamorfiklerine ait örnekler

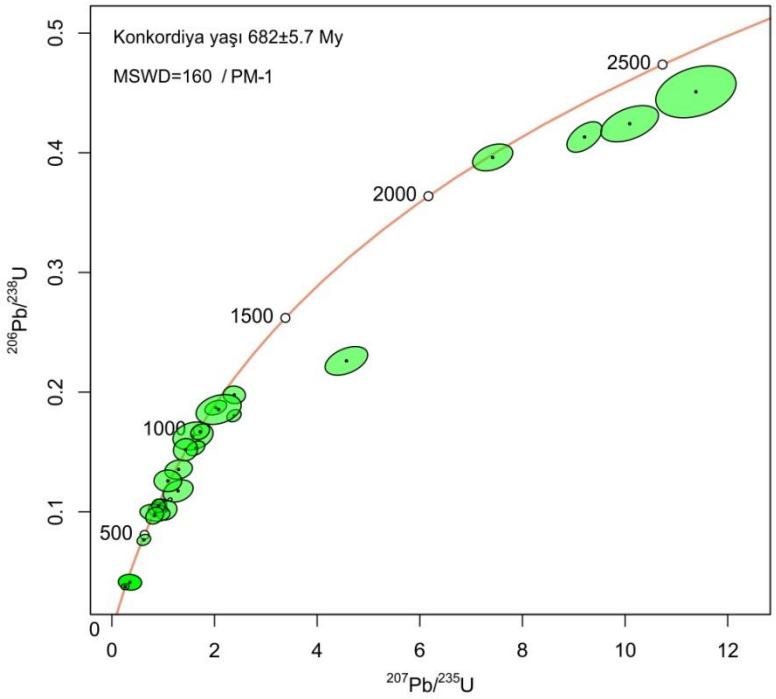
| Örnek No | Litoloji | Zirkon U-Pb | Rutil U-Pb |
|---|---|---|---|
| PM-1 | Biyotit-Kuvars-Muskovit şist | X | X |
| PM-2 | Biyotit-Kuvars-Muskovit şist | X | X |
| PM-3 | Amfibolit | X | |
| PM-4 | Amfibolit | X | X |
| PM-5 | Kuvars-Muskovit-Biyotit şist | X | |
| PM-6 | Metagranit | X | |
| PM-7 | Metagranit | X | X |
| PM-8 | Metagranit | X | X |
| PM-9 | Biyotit şist | X | |
| PM-10 | Metagranit | X | |
| PM-11 | Metagranit | X | |
| PM-12 | Metagranit | X | |
| PM-13 | Kuvars-Muskovit-Biyotit şist | X | |
| PM-14 | Kuvars-Muskovit-Biyotit şist | X | |
| PM-15 | Gnays | X | X |
| PM-16 | Gnays | X | |
| PM-17 | Kuvars-Muskovit şist | X | X |
| PM-18 | Metagranit | X | |
| PM-19 | Kuvars-Amfibol şist | X | |
| PM-20 | Amfibolit | X | |

Teipel ve ark. (2004) çalışmasında zirkon minerallerini Th-U içeriklerine göre magmatik (Th/U≥0.5) ve metamorfik (Th/U≤0.1) kökenli olmak üzere iki ana gruba ayırmışlardır. Bunun yanısıra, Th/U=0.5-0.1 arasındaki değerlerin ise orijinal magmatik zirkonun tavlanmasını/yeniden kristalleşmesini yansıttığı şeklinde yorumlamışlardır. Tez kapsamında tarihlendirilmesi gerçekleştirilen zirkon mineralleri Th-U içeriklerine göre oluşturulan diyagramda sunulmaktadır (Şekil 4.152). Şekilde birçok zirkon mineralinin geçiş bölgesinde konumlandığı görülmektedir. Pütürge Metamorfiklerinden elde edilen zirkonların metamorfizma geçirmiş olmasına rağmen tam bir dönüşüme maruz kalmadan magmatik kökenlerini korudukları elde edilen yaşlardan anlaşılmaktadır. Aşağıda tarihlendirmesi gerekleştirilen örneklerden elde edilen yaşlar sunularak değerlendirmeleri yapılacaktır.



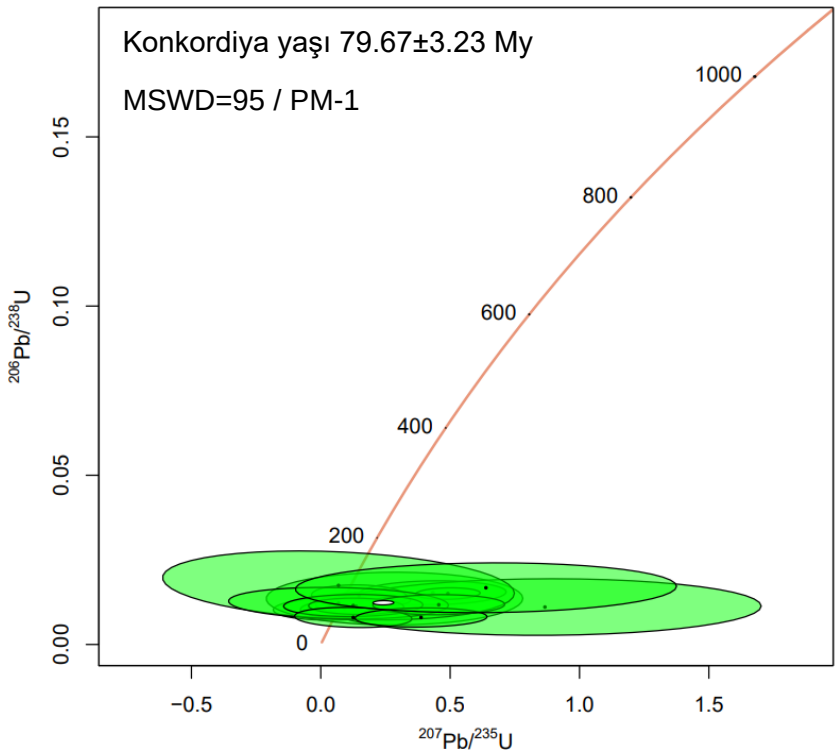

Şekil 4.152. Analiz edilen zirkon minerallerinin Th ve U içeriklerine göre kökensel sınıflandırma diyagramı (Teipel ve ark., 2004)

PM-1 nolu biyotit-kuvars muskovit şist örneğinden toplamda yirmi beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 20 ila 100 µm arasındadır. Kısa-küt ve bazı kristaller uzun-ince prizmatik şekillerde görünmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.29). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 3:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.11-0.94 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). Yirmi beş adet zirkon kristalinden 2280-2443 My [Paleo-proterozoyik (Riyakian)], 1105-1314 My [Meso-proterozoyik (Steniyan)], 917-765 My [Neo-proterozoyik (Toniyen)], 643-765 My [Neo-proterozoyik (Kriyojeniyen)], 595-627 My [Neo-proterozoyik(Ediyakaran)] ve 236-259 My [Üst Permiyen-Üst Triyas] yaş popülasyonları bulunmuştur. Birimin maksimum çökelme yaşı Üst Permiyen-Üst Triyas dönemi ve sonrası olmalıdır (Ek-2.2) (Şekil 4.153).




Şekil 4.153. PM-1 nolu şist örneğine ait kırıntılı zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiyadiyagramı

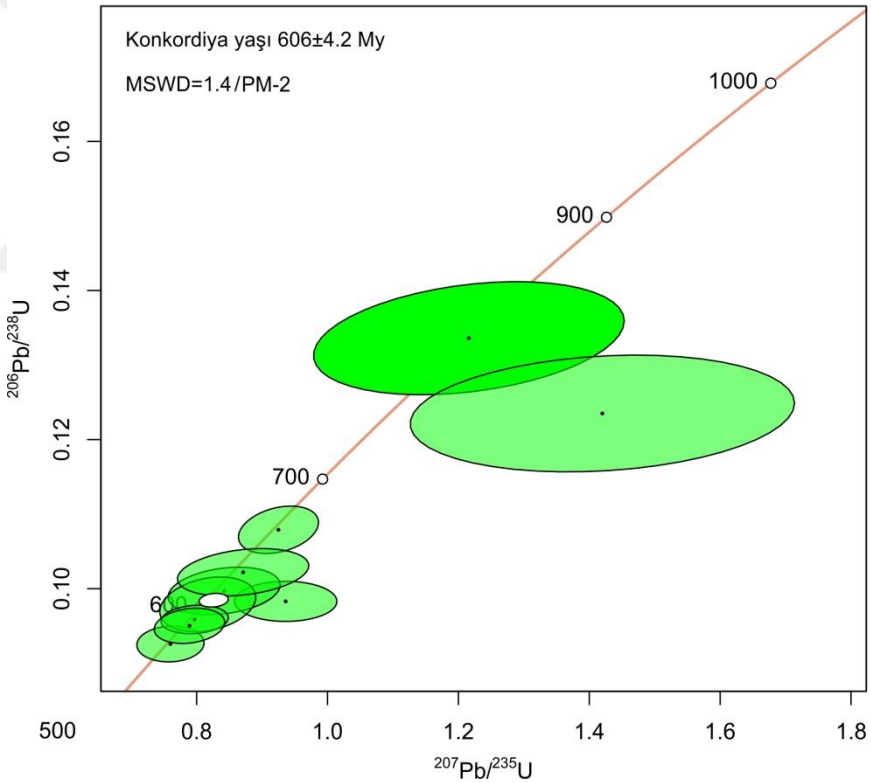
PM-1 nolu biyotit-kuvars muskovit şist örneğinden toplamda on sekiz adet rutil kristali analiz edilmiştir (Ek-2.30). Analiz sonucunda rutil kristallerine ait 79.67±3.23 My [Geç Kretase (Kampaniyen)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.154) (Ek 2.3).



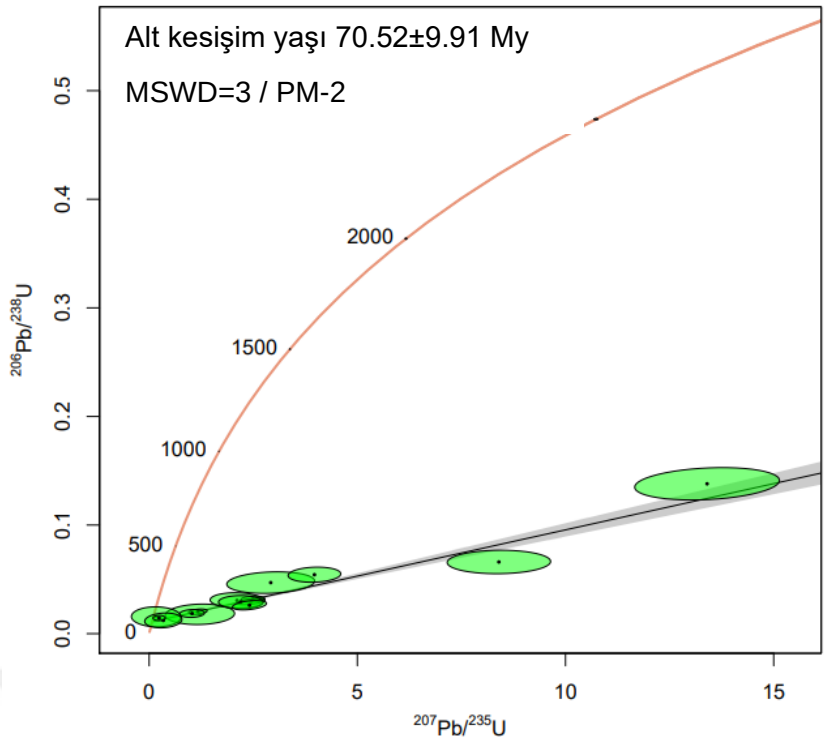

Şekil 4.154. PM-1 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı

PM-2 nolu biyotit-kuvars muskovit şist örneğinden toplamda on adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 15 ila 110 µm arasındadır. Kısa-küt ve bazı kristaller uzun-ince prizmatik şekillerde görünmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.31). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 3:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.11-2.22 arasında değişmekte olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On adet zirkon kristalinden 661-808 My [Neo-proterozoyik (Toniyen-Kriyojeniyen)], 571-585 My [Neo-proterozoyik (Ediyakaran)] yaş popülasyonları bulunmuştur. Birimin maksimum çökelme yaşı Ediyakaran dönemi ve sonrası olmalıdır(Şekil 4.155) (Ek-2.4).

PM-2 nolu biyotit-kuvars muskovit şist örneğinden toplamda on beş adet rutil kristali analiz edilmiştir (Ek-2.32). On beş adet rutil kristalinin analizinden 70.52±9.91 My [Geç Kretase (Maastrihtiyen)] alt kesişim yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.156) (Ek 2.5).

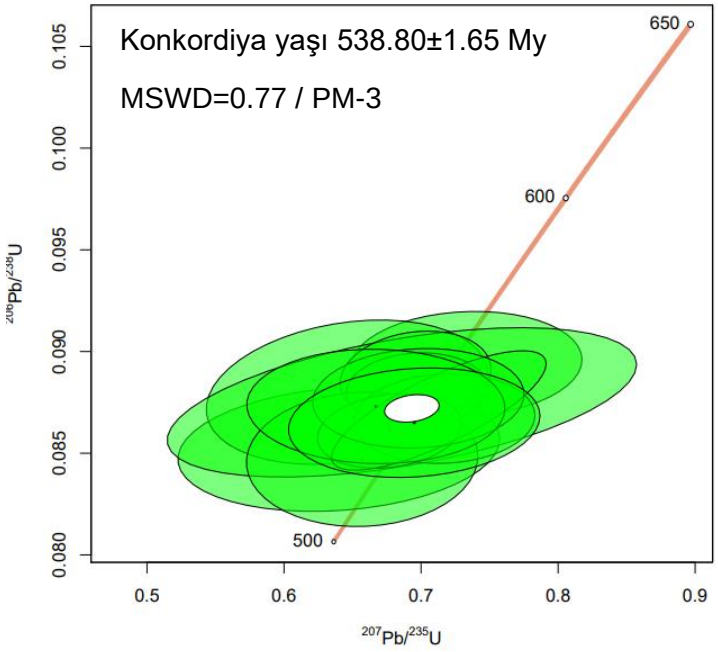



Şekil 4.155. PM-2 nolu şist örneğine ait kırıntılı zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya diyagramı

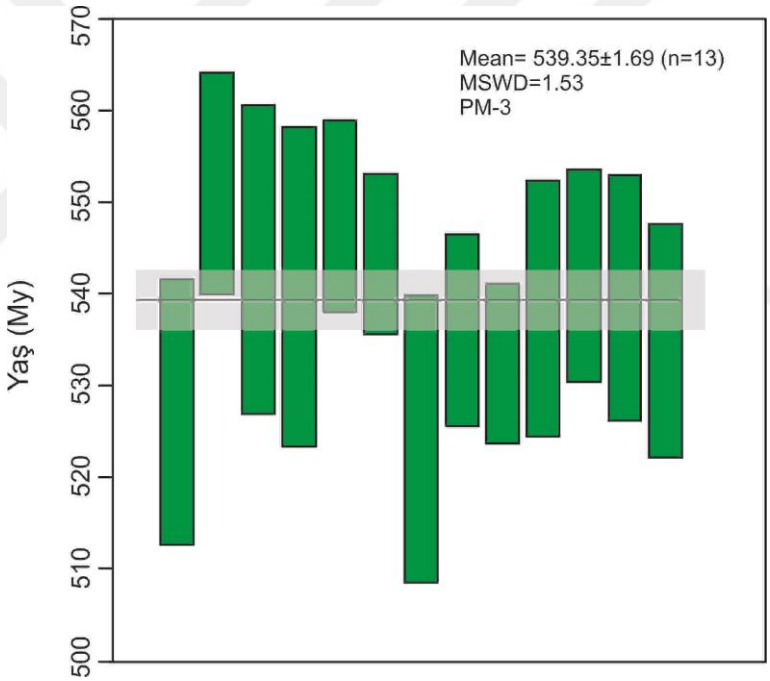



Şekil 4.156. PM-2 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı

PM-3 nolu amfibolit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100 ila 200 µm arasındadır. Çoğunlukla kristaller uzun prizmatik olarak görülmekte olup bazı kristaller kısa-küt olarak görülmektedir. Kristaller renksiz ve şeffaf olup yamalı, katmanlı ve iskeletimsi zonlanmalar göstermektedir (Ek-2.33). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-3:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.25-0.88 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On üç adet zirkon kristalinden 538.80±1.65 My [Kambriyen (Fortuniyen)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.157). On üç adet zirkon kristalinde 539.35±1.69 My [Kambriyen (Fortuniyen)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.158) (Ek-2.6)



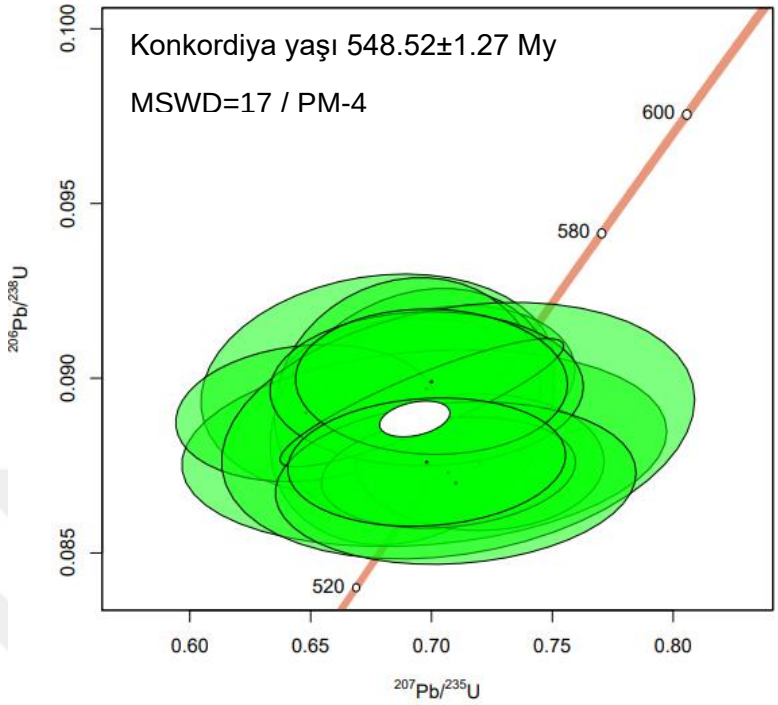

Şekil 4.157. PM-3 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı



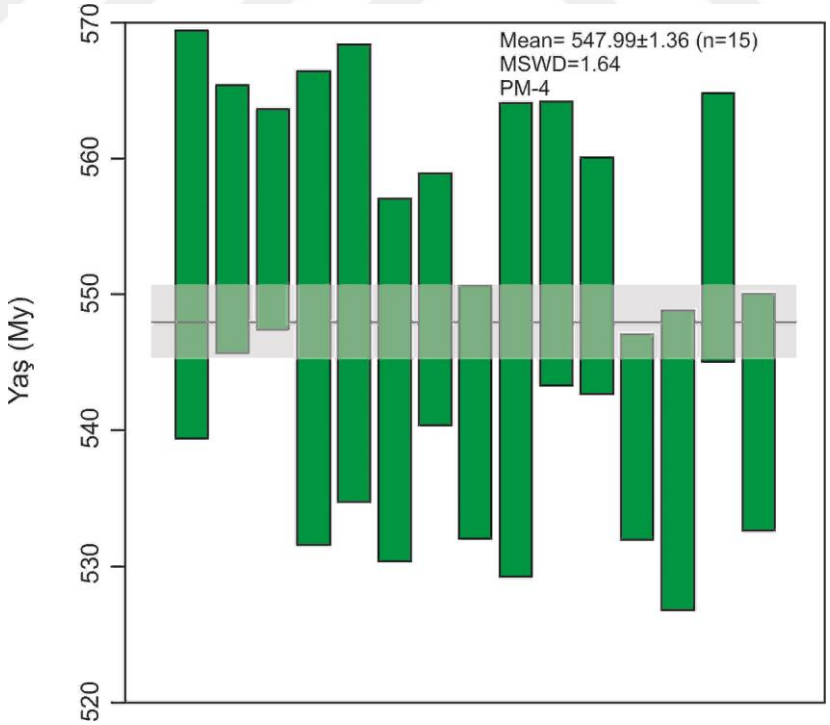

Şekil 4.158. PM-3 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

PM-4 nolu amfibolit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-250 µm arasındadır. Kristallerin genellikle uzun-prizmatik ve bazı kristaller kısa-küt olarak görülmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.34). Kristallerin uzunluk-genişlik oranları 4:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.29-0.93 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On beş adet zirkon kristalinden 548.52±1.27 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.159). On beş adet zirkon kristalinden 547.99±1.36 My [Neo-Proterozoyik

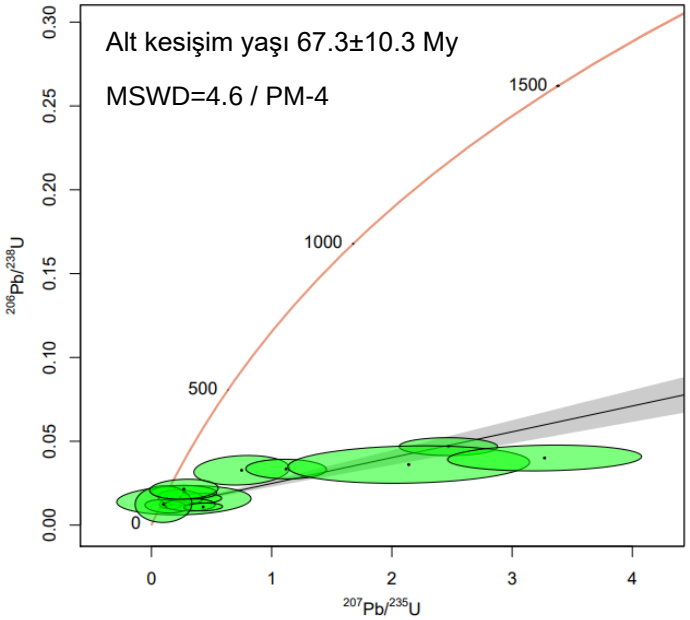
(Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.160) (Ek-2.7) PM-4 nolu örnekte on beş adet rutil kristalinden 67.3±10.3 My [Geç Kretase (Maastrihtiyen)] alt kesişim yaşı elde edilmiştir (Ek-2.35) (Şekil 4.161) (Ek 2.8).




Şekil 4.159. PM-4 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı

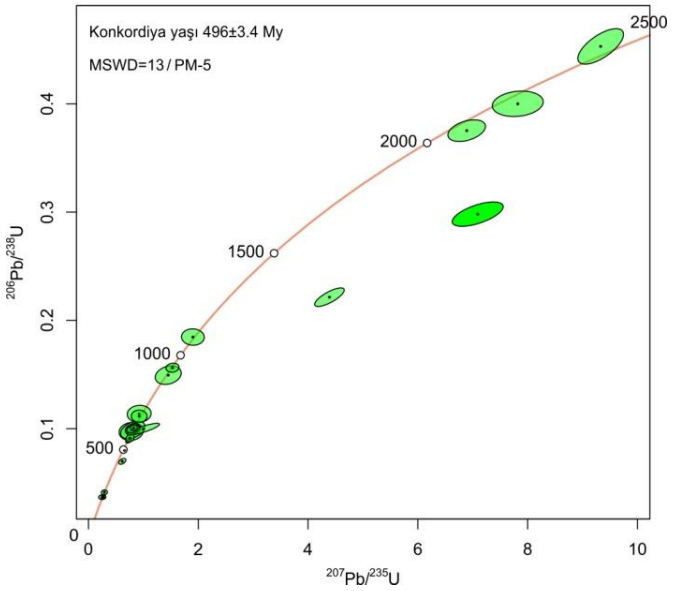



Şekil 4.160. PM-4 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı



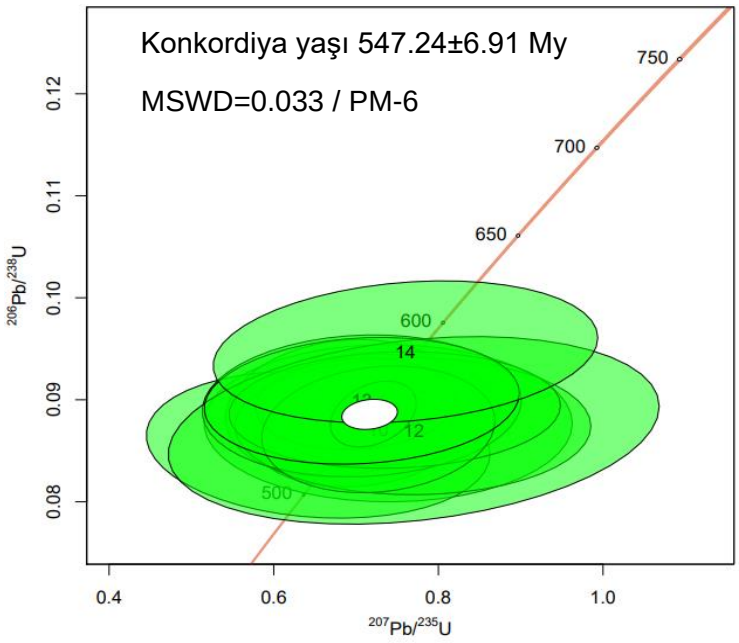

Şekil 4.161. PM-4 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı

PM-5 nolu kuvars-muskovit biyotit şist örneğinden toplamda yirmi beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristalleri 80-200 µm arasındaki boyutlara sahiptir. Zirkon kristalleri kısa-küt ve uzun-ince prizmatik şekillerde görünmektedir. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.36). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.06-1.60 arasında değişim sunmakta olup köken olarak zirkonların az bir kısmı metamorfik alanda, çoğunluğu ise magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). Yirmi beş adet zirkon kristalinden 1092-2500 My [(Paleo-proterozoyik)-(Meso-proterozoyik)], 750-1000 My [Neo-Proterozoyik (Toniyen)], 552-619 My [Neo-proterozoyik(Ediyakaran)] ve 226-232 My [Üst Permiyen-Üst Triyas] yaş popülasyonları bulunmuştur. Birimin maksimum çökelme yaşı Üst Permiyen-Üst Triyas dönemi ve sonrası olmalıdır (Şekil 4.162.) (Ek-2.9).

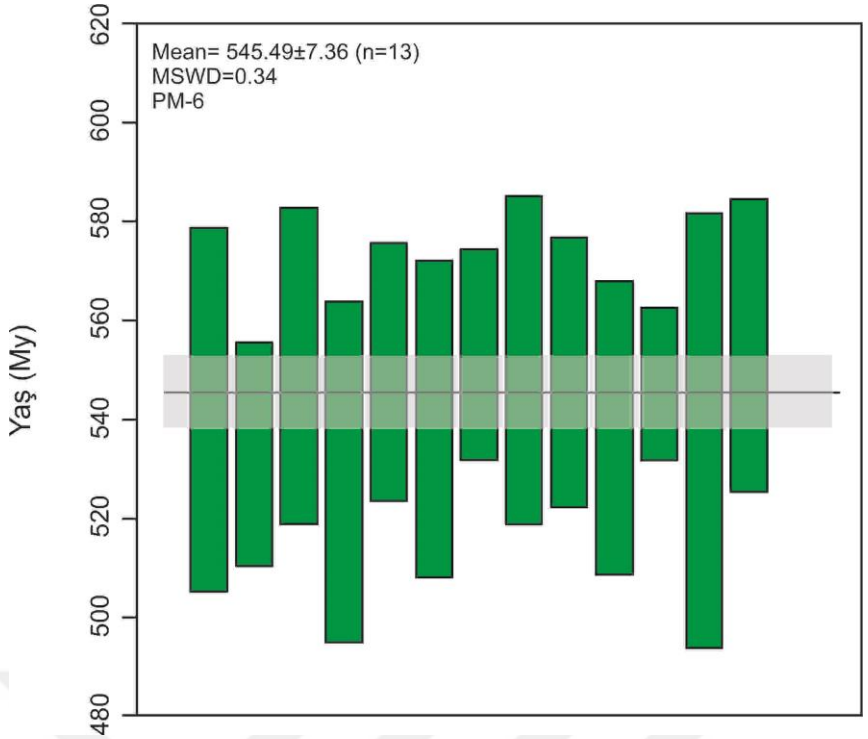



Şekil 4.162. PM-5 nolu şist örneğine ait kırıntılı zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya diyagramı

PM-6 nolu metagranit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-150 μm arasındadır. Kristaller kısa-küt ve uzun-ince prizmatik olarak görünmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.37). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.48-0.96 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On dört adet zirkon kristalinden 547.24±6.91 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.163). PM-6 nolu metagranit örneğinden on üç adet zirkon kristalinden 545.49±7.36 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.164) (Ek-2.10).

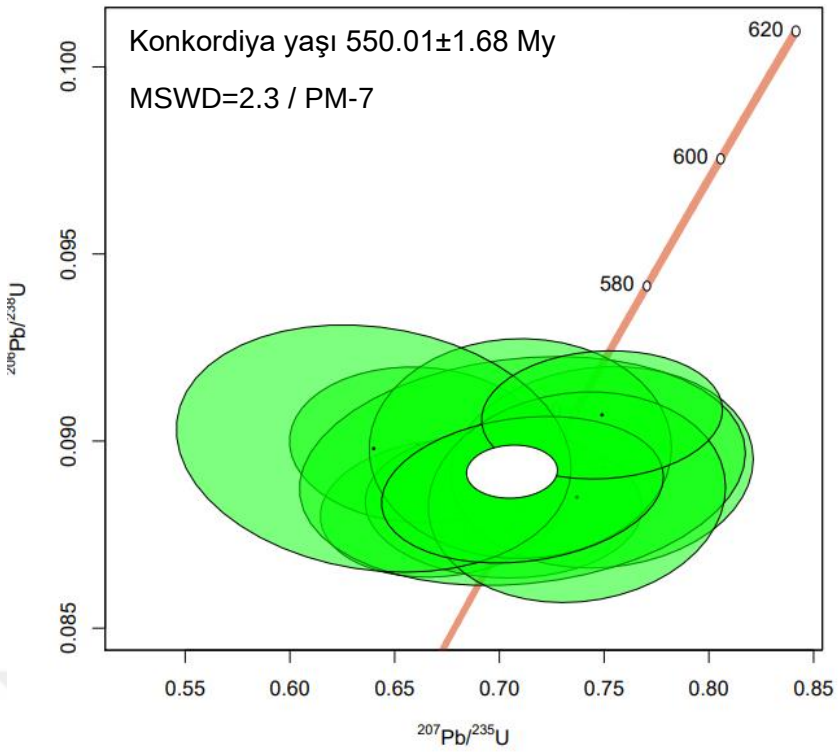



Şekil 4.163. PM-6 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı

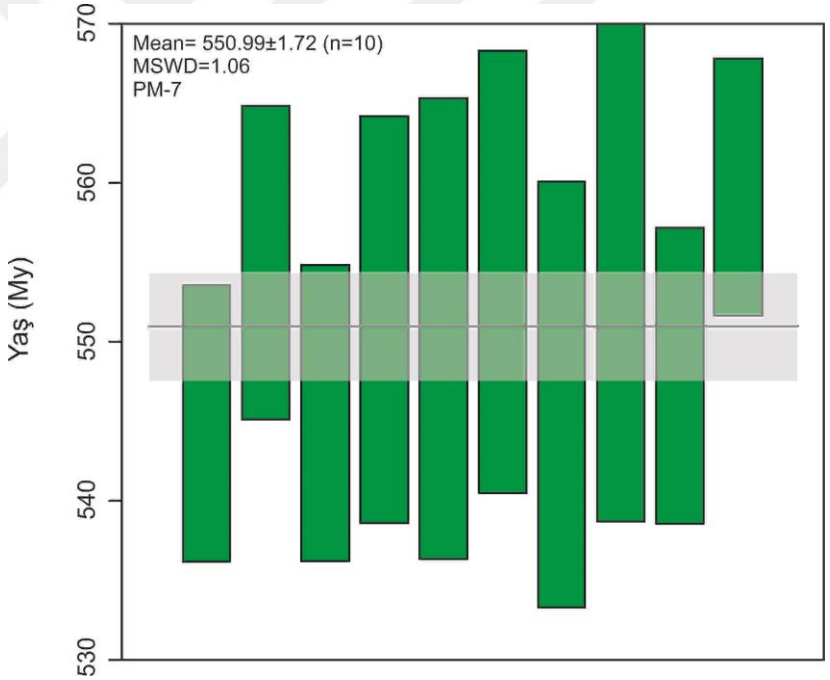



Şekil 4.164. PM-6 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

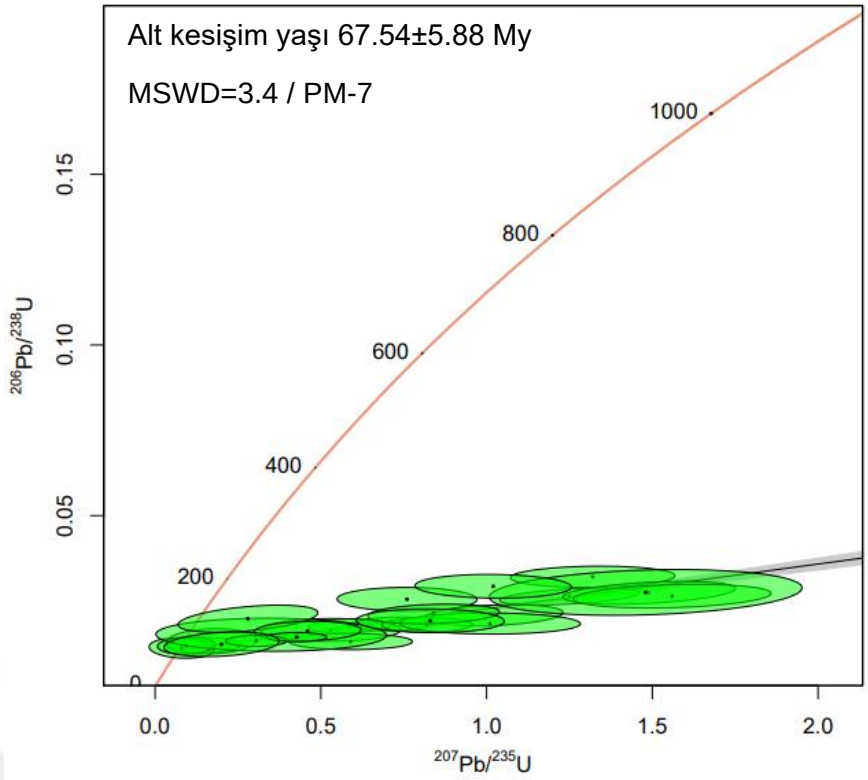
PM-7 nolu metagranit örneğinden toplamda on beş zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-250 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve uzun-ince prizmatik şekillerde görülmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı, iskeletimsi ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.38). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.14-0.68 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On adet zirkon kristalinde 550.01±1.68 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.165). On adet zirkon kristalinden 550.99±1.72 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.166) (Ek-2.11). PM-7 nolu metagranit örneğinden yirmi altı adet rutil kristalinden 67.54±5.88 My [Geç Kretase (Maastrihtiyen)] alt kesişim yaşı elde edilmiştir (Ek-2.39) (Ek 2.12) (Şekil 4.167).




Şekil 4.165. PM-7 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı

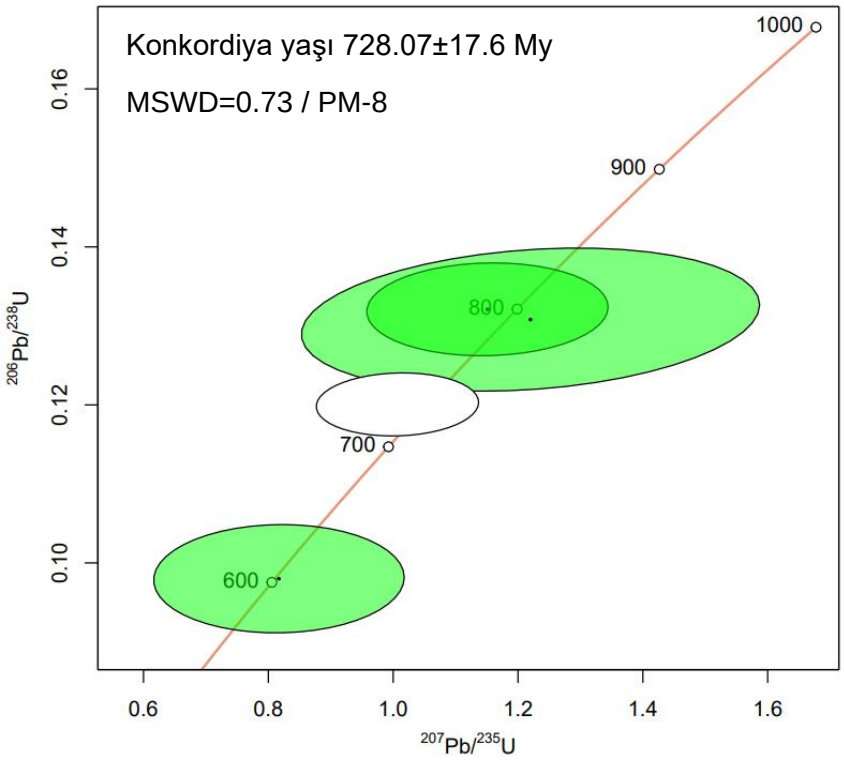



Şekil 4.166. PM-7 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

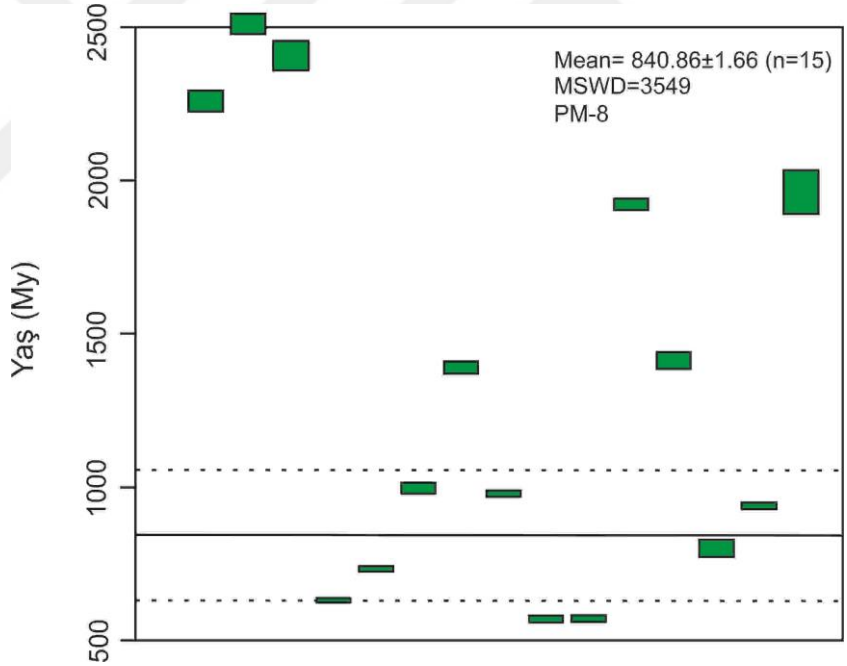



Şekil 4.167. PM-7 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı

PM-8 nolu metagranit örneğinden toplamda yirmi beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 50-150 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt olarak görülmektedir. Zirkon kristalleri renksiz ve şeffaf olup yamalı ve katmanlı zonlanma göstermektedir (Ek-2.40). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.08-0.97 arasında değişim sunmakta olup köken olarak zirkonların az bir kısmı metamorfik alanda, çoğunluğu ise magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). Üç adet zirkon kristalinden 728.7±17.6 My [Neo-Proterozoyik (Toniyen)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.168) (Ek-2.13) On beş adet zirkon kristalinden 840.86±1.66 My [Neo-Proterozoyik (Toniyen)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.169) (Ek-2.13).

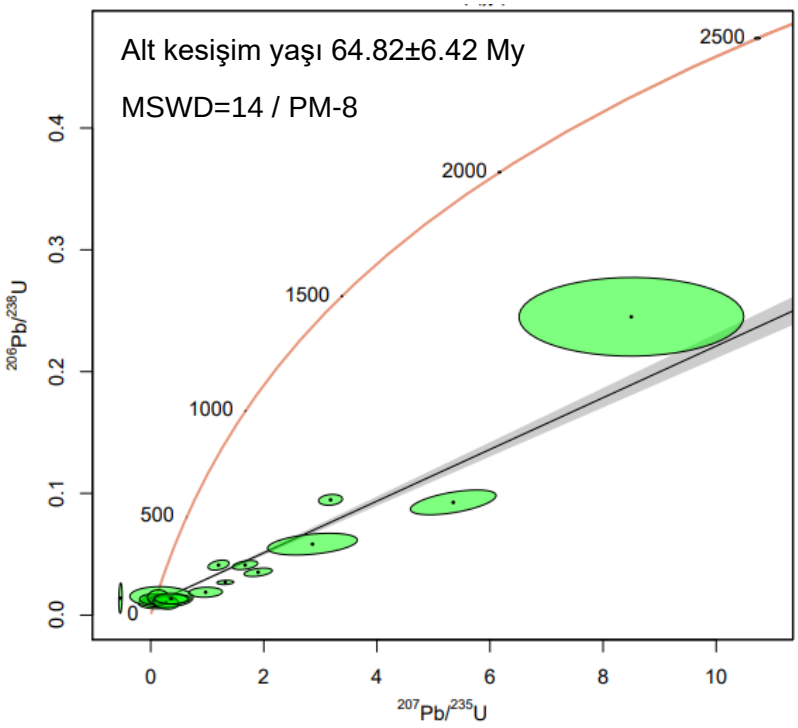



Şekil 4.168. PM-8 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı




Şekil 4.169. PM-8 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

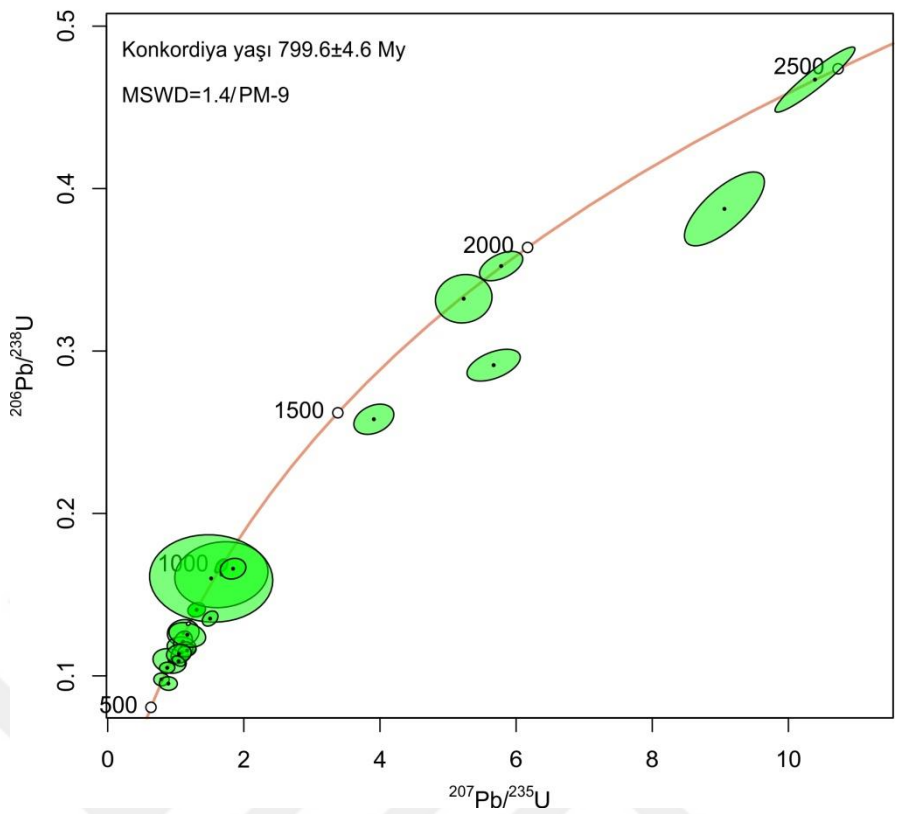
PM-8 nolu metagranit örneğinden toplamda yirmi iki adet rutil kristali analiz edilmiştir. Analiz edilen rutil kristallerinden 64.82±6.42 My [Geç Kretase (Maastrihtiyen)] alt kesişim yaşı elde edilmiştir (Ek-2.41) (Ek. 2.14) (Şekil 4.170).




Şekil 4.170. PM-8 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı

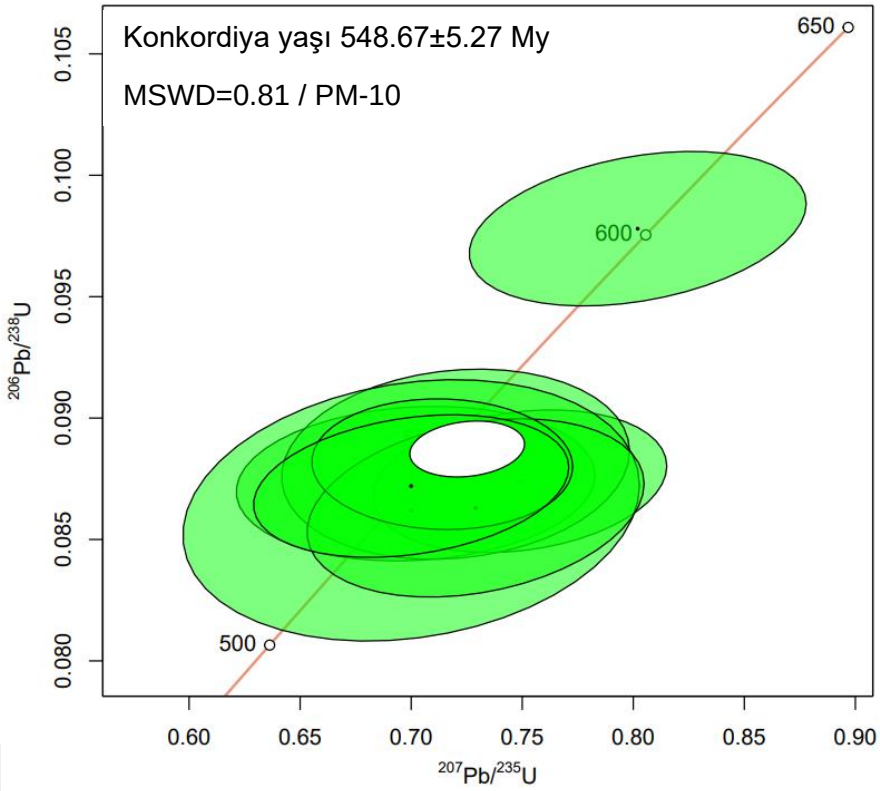
PM-9 nolu biyotit şist örneğinden toplamda yirmi beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-150 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve ince-uzun prizmatik olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde katmanlı ve yamalı zonlanma görülmektedir (Ek-2.42). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.12-1.58 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). Yirmi beş adet zirkon kristalinden 1500-2500 My [(Meso-proterozoyik)-(Paleo-proterozoyik)], 736-990 My [Neo-proterozoyik(Toniyen)], 643-698 My [Neo-proterozoyik (Kriyojeniyen)] ve 582-586 My [Neo-proterozoyik(Ediyakaran] yaş popülasyonları bulunmuştur. Birimin maksimum çökelme yaşı Ediyakaran dönemi ve sonrası olmalıdır (Şekil 4.171) (Ek-2.15).

PM-10 nolu metagranit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-150 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve ince-uzun prizmatik olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde katmanlı ve yamalı zonlanma görülmektedir (Ek-2.43). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.07-1.00 arasında değişim sunmakta olup köken olarak zirkonların az bir kısmı metamorfik alanda, çoğunluğu ise magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). Sekiz adet zirkon kristalinden 548.67±5.27 [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] My konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.172). PM-10 nolu metagranit örneğinden yedi adet zirkon kristalinden 540.02±6.04 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.173) (Ek-2.16).

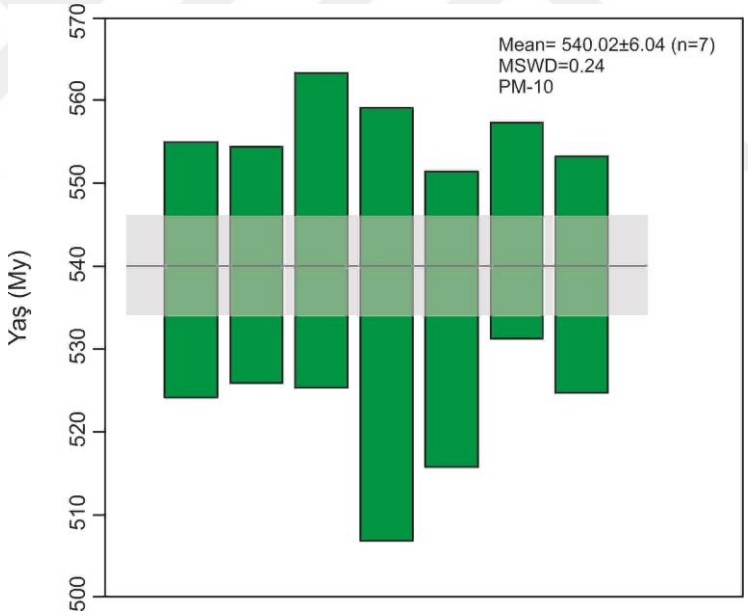



Şekil 4.171. PM-9 nolu şist örneğine ait kırıntılı zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya diyagramı

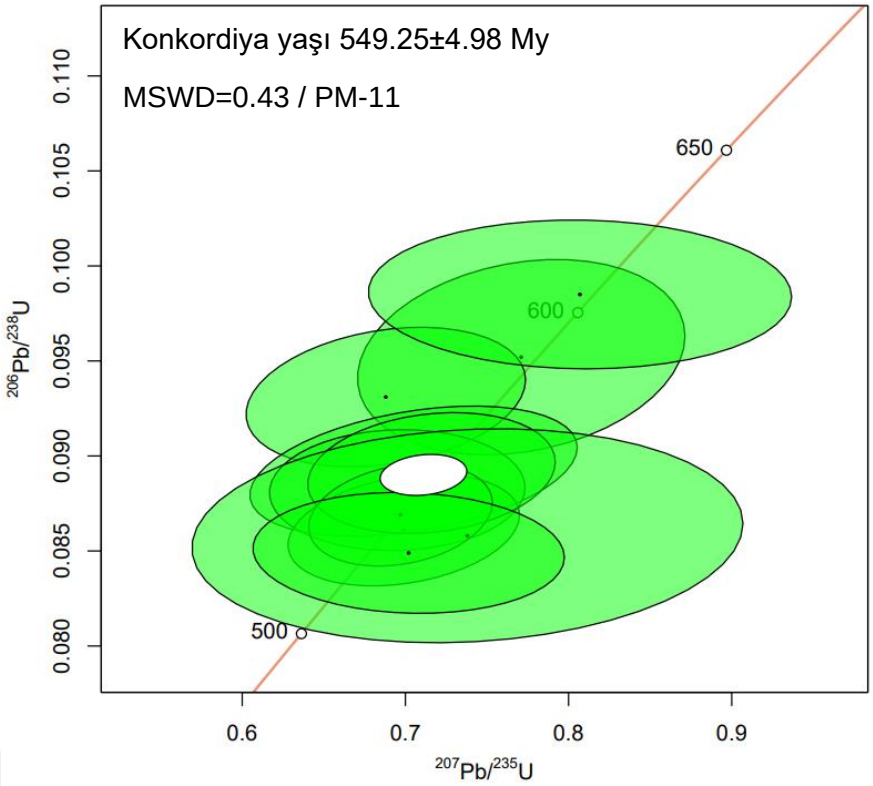
PM-11 nolu metagranit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-200 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve ince-uzun prizmatik olarak görülmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.44). Kristallerin uzunluk-genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.09-0.86 arasında değişim sunmakta olup köken olarak zirkonların az bir kısmı metamorfik alanda, çoğunluğu ise magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On adet zirkon kristalinden 549.25±4.98 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.174). PM-11 nolu metagranit örneğinden toplamda yedi adet zirkon kristalinde 539.12±5.93 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.175) (Ek-2.17).



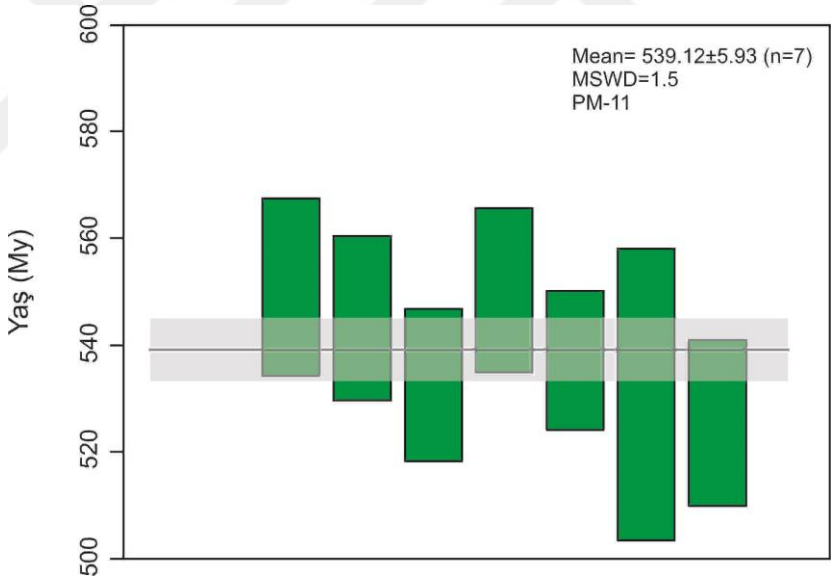

Şekil 4.172. PM-10 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı




Şekil 4.173. PM-10 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

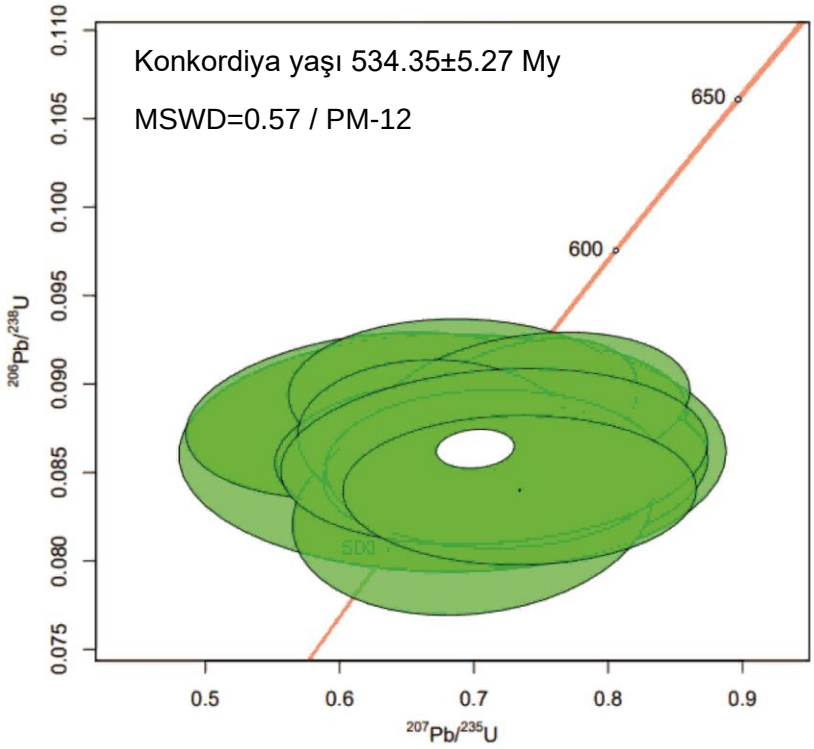



Şekil 4.174. PM-11 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı



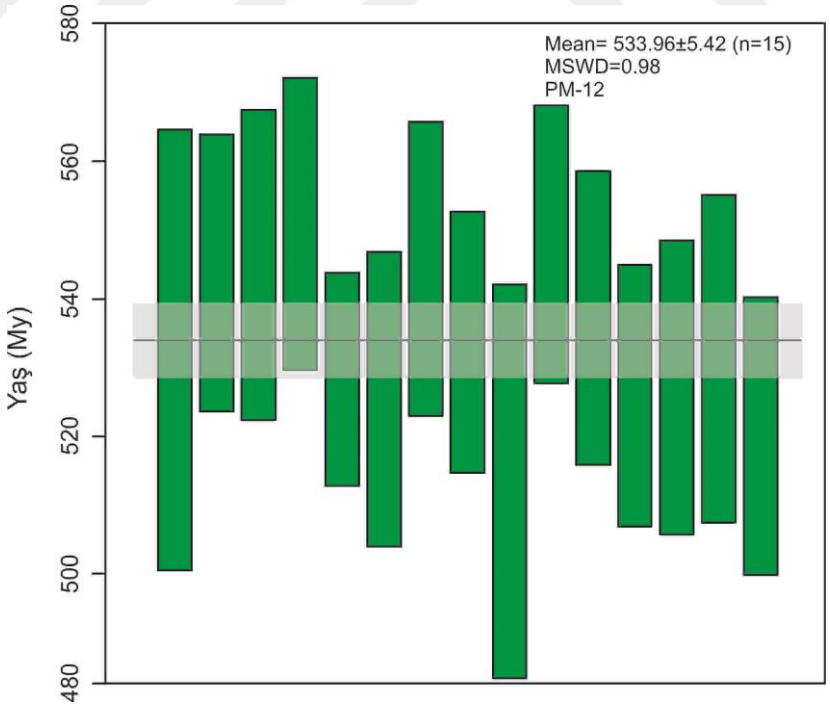

Şekil 4.175. PM-11 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

PM-12 nolu metagranit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 80-150 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve ince-uzun prizmatik olarak görünmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon minerallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.45). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişim göstermektedir. Th/U değerleri 0.46-4.46 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On beş adet zirkon kristalinden 534.35±5.27 My [Kambriyen (Fortuiyen)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.176) (Ek-2.18).




Şekil 4.176. PM-12 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı

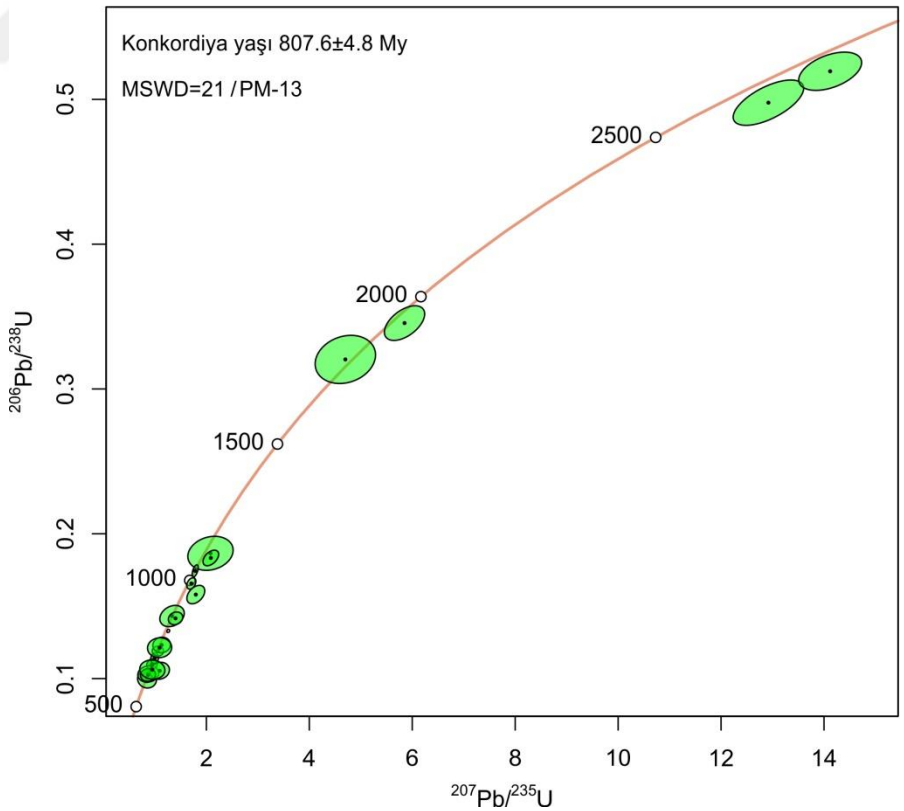
PM-12 nolu metagranit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristalinden 533.96±5.42 My [Kambriyen (Fortuniyen)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.177) (Ek-2.18).




Şekil 4.177. PM-12 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

PM-13 nolu kuvars-muskovit biyotit şist örneğinden toplamda yirmi beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-200 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve ince uzun prizmatik olarak görünmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.46). Kristallerin uzunluk-genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.09-1.37 arasında değişim sunmakta olup köken olarak zirkonların az bir kısmı metamorfik alanda, çoğunluğu ise magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). Yirmi beş adet zirkon kristalinden 1000-2000 My [(Meso-proterozoyik)-(Paleo-proterozoyik)],724-945 My [Neo-proterozoyik(Toniyen)], 619-645 My [Neo-proterozoyik(Ediyakaran] yaş popülasyonları bulunmuştur. Birimin maksimum çökelme yaşı Ediyakaran dönemi ve sonrası olmalıdır (Şekil 4.178) (Ek-2.19).

PM-14 nolu kuvars-muskovit biyotit şist örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 100-200 µm arasındadır. Kristaller genel olarak kısa-küt olarak görülmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı bir zonlanma göstermektedir (Ek-2.47). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 3:1-2:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.19-0.79 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On beş adet zirkon kristalinden 538-554 My [Neo-proterozoyik (Ediyakaran)] yaş popülasyonu elde edilmiştir. Birimin maksimum çökelme yaşı Ediyakaran dönemi ve sonrası olmalıdır (Şekil 4.179) (Ek-2.20).



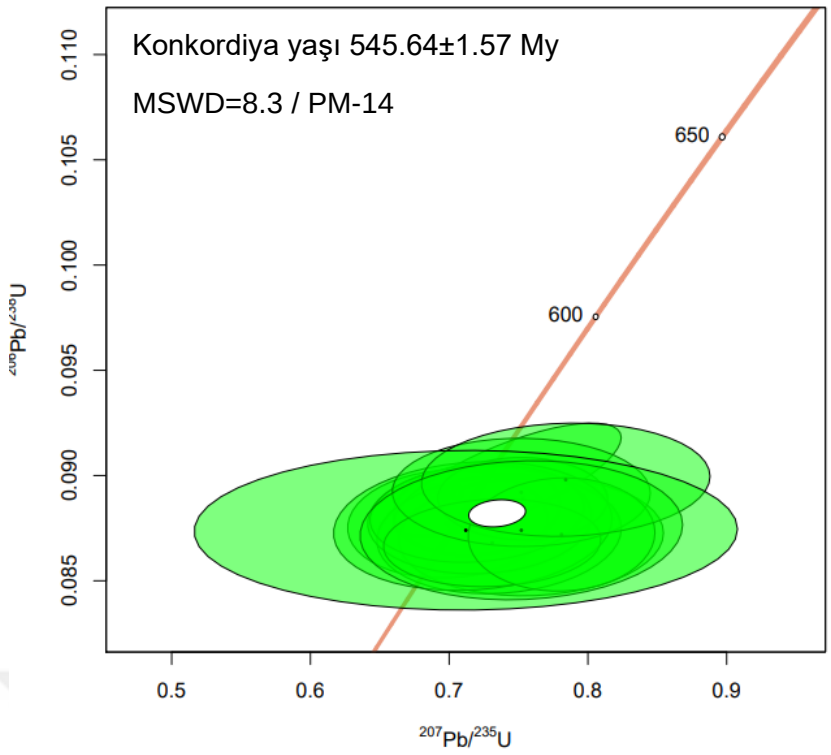

Şekil 4.178. PM-13 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı

PM-15 nolu gnays örneğinden toplamda on adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 50 ila 150 µm arasındadır. Kristaller kısa-küt ve ince-uzun prizmatik olarak görülmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.48). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 4:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.10-0.55 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On adet zirkon kristalinden 546.88±4.45 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.180). Ayrıca on adet zirkon kristaliden 546.88±4.45 My [(Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.181) (Ek-2.21).

PM-15 nolu gnays örneğinden toplamda yirmi dokuz adet rutil kristali analiz edilmiştir (Ek-2.49). Yirmi dokuz adet rutil kristalinin analizi sonucunda 67.13±3.27 My [Geç Kretase (Maastrihtiyen)] alt kesişim yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.182) (Ek 2.22).

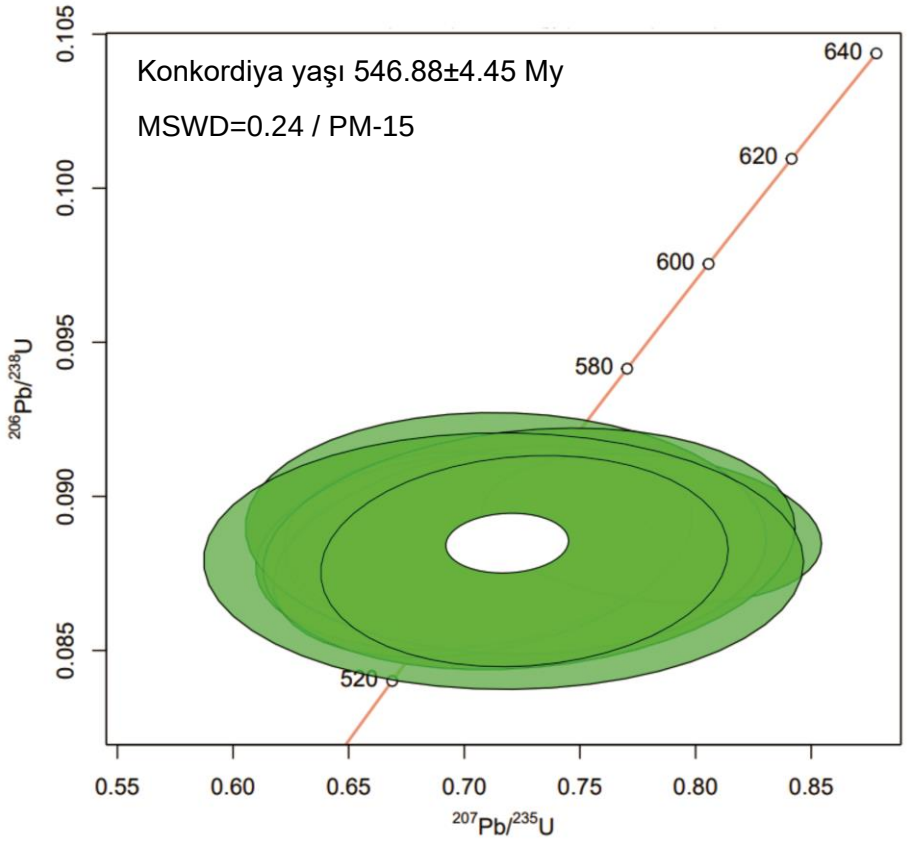
PM-16 nolu gnays örneğinden toplamda on adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 50 ila 100 µm arasındadır. Kristaller kısa-küt ve ince-uzun prizmatik olarak görülmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.50). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 3:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.02-0.35 arasında değişim sunmakta olup köken olarak zirkonların az bir kısmı metamorfik alanda, çoğunluğu ise geçiş alanında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). Dokuz adet zirkon kristalinden 553.52±5.73 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.183). Ayrıca dokuz adet zirkon kristalinden 553.52±5.73 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.184) (Ek-2.23).

PM-17 nolu kuvars muskovit şist örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 80 ila 200 µm arasındadır. Kristaller kısa-küt ve ince-uzun prizmatik olarak görülmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.51). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.11-1.67 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On beş adet zirkon kristalinden 1000-2500 My [(Meso-proterozoyik)-(Paleo-proterozoyik)], 824-998 My [Neo-proterozoyik (Toniyen)] ve600-616 My [Neo-proterozoyik(Ediyakaran) yaş populasyonları elde edilmiştir. Birimin maksimum çökelme yaşı Ediyakaran dönemi ve sonrası olmalıdır (Şekil 4.185) (Ek-2.24). PM-17 nolu örnekten otuz adet rutil kristali analiz edilmiş ve 66.35±5.01 My [Geç Kretase (Maastrihtiyen)] alt kesişim yaşı elde edilmiştir (Ek-2.52) (Ek 2.25) (Şekil 4.186).

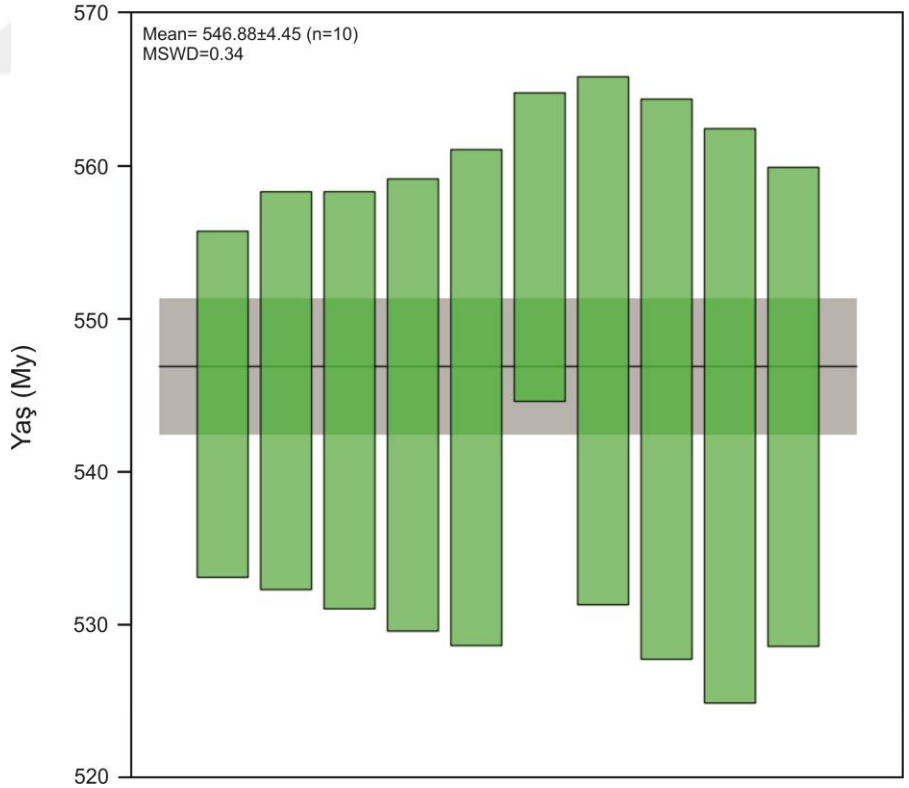



Şekil 4.179. PM-14 nolu şist örneğine ait kırıntılı zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya diyagramı

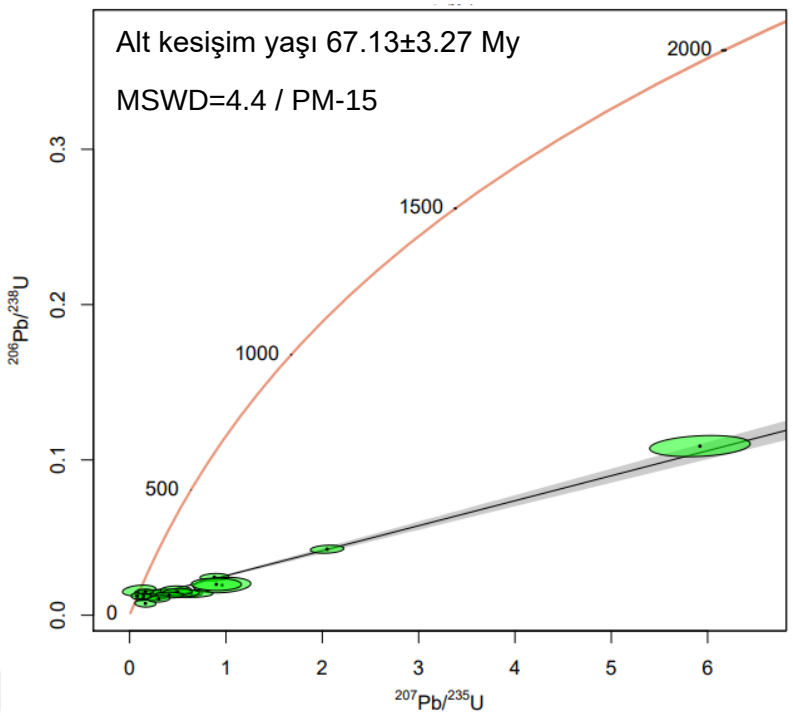
PM-18 nolu metagranit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 50-150 µm arasındadır. Zirkon krişstalleri kısa-küt ve ince-uzun prizmatik şekillerde görünmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.53). Kristallerin uzunluk genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.04-1.05 arasında değişim sunmakta olup köken olarak zirkonların az bir kısmı metamorfik alanda, çoğunluğu ise magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On üç adet zirkon kristalinden 543.56±5.67 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.187). PM-18 nolu metagranit örneğinden on üç adet zirkon kristalinden 545.22±6.06 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.188) (Ek-2.26).



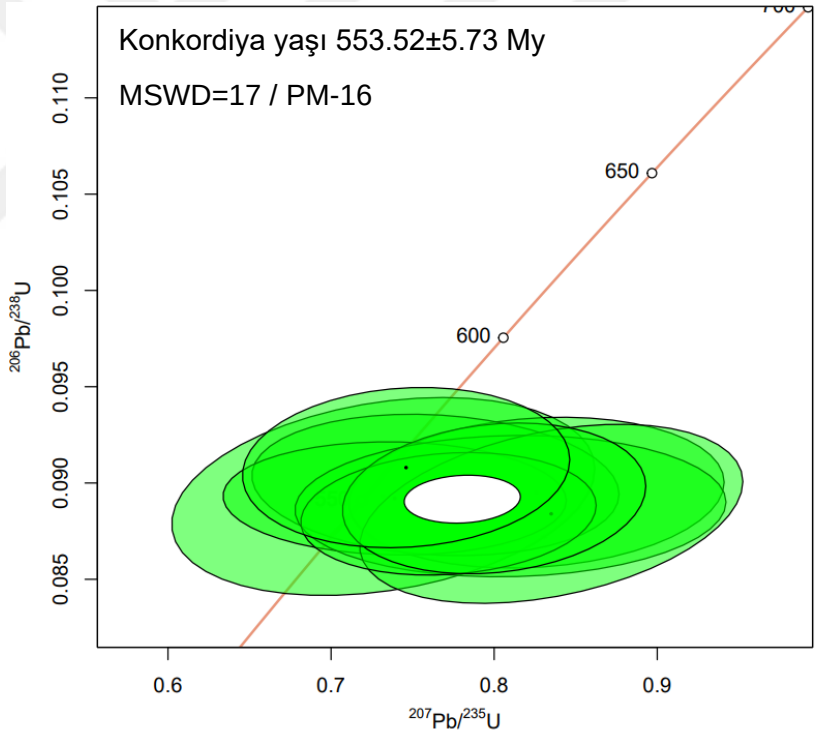

Şekil 4.180. PM-15 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı



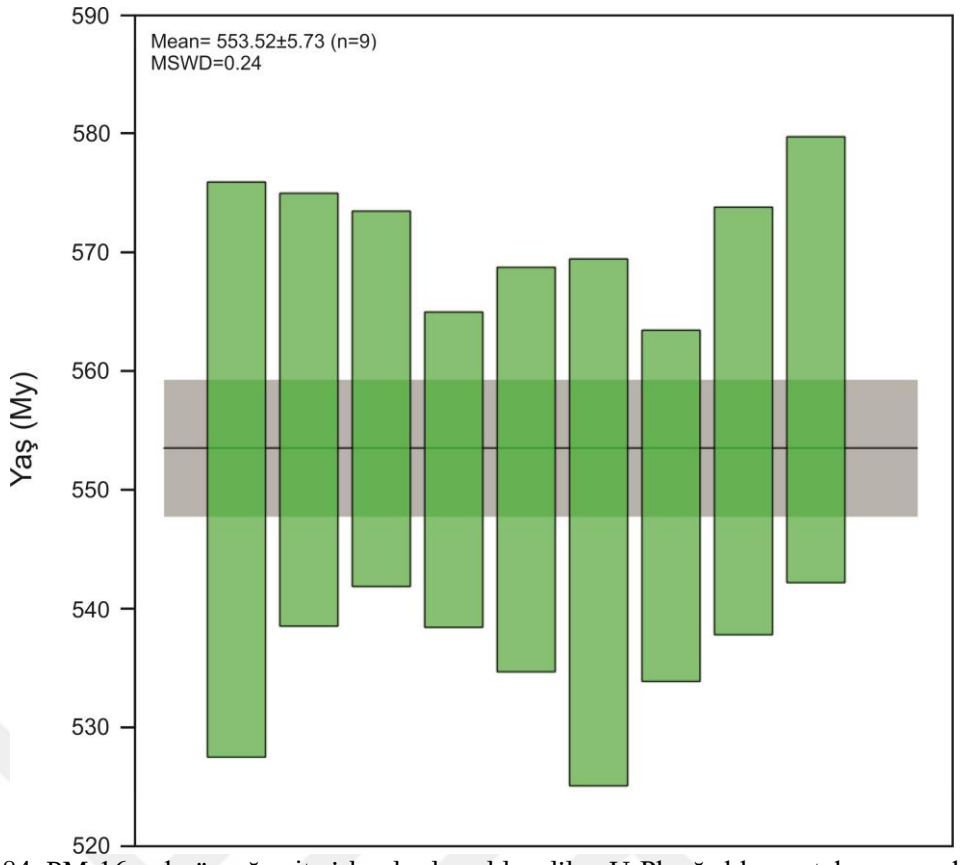

Şekil 4.181. PM-15 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı



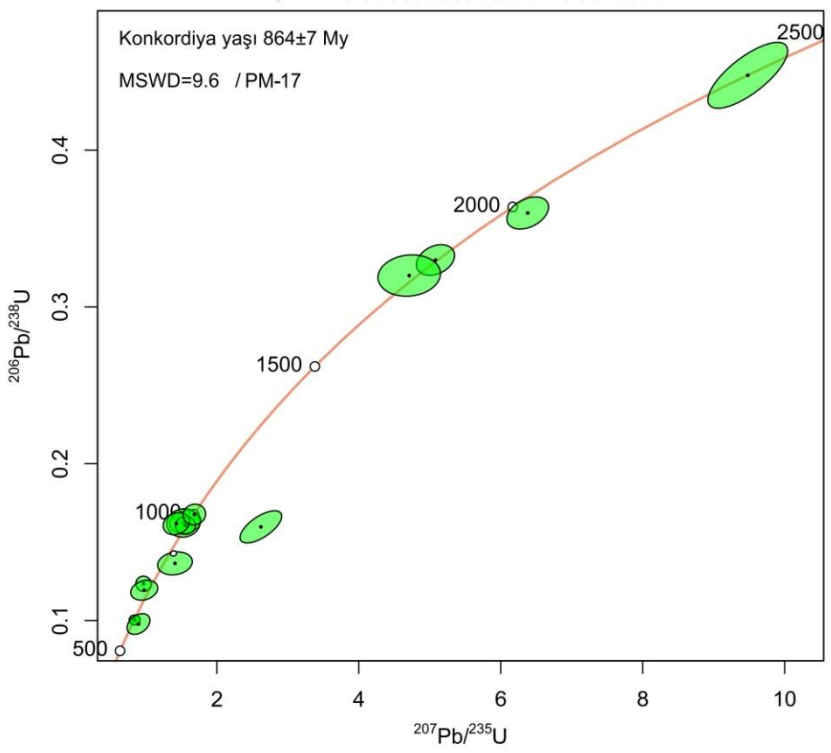

Şekil 4.182. PM-15 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı



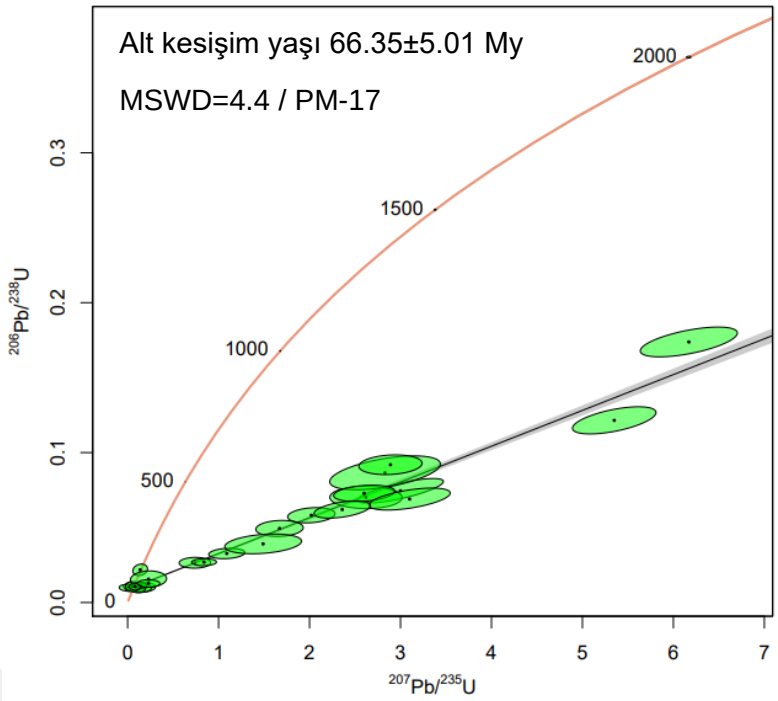

Şekil 4.183. PM-16 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı



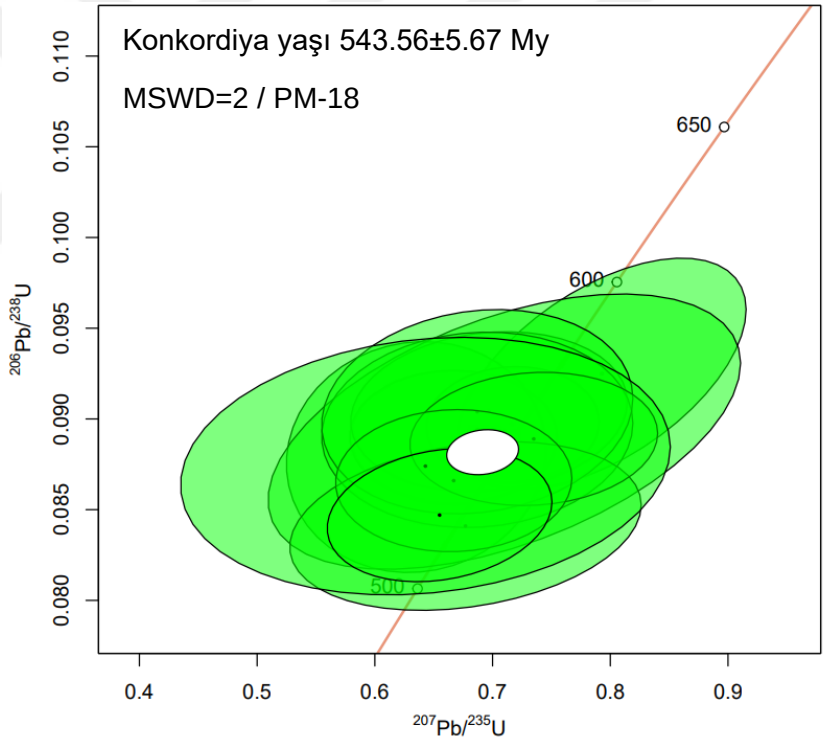

Şekil 4.184. PM-16 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı



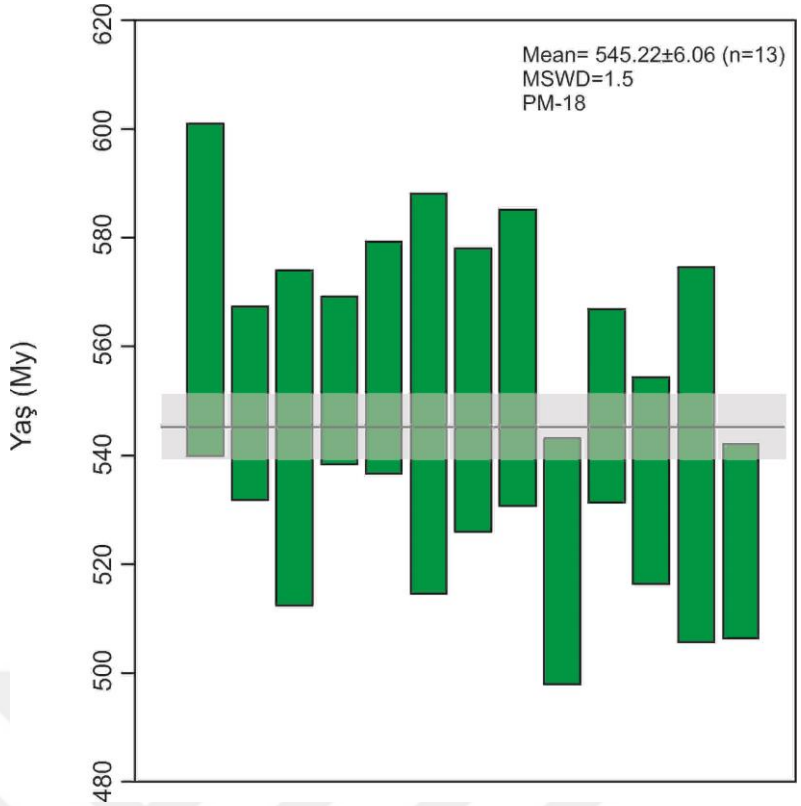

Şekil 4.185. PM-17 nolu şist örneğine ait kırıntılı zirkonlardan elde eilen U-Pb konkordiyadiyagramı




Şekil 4.186. PM-17 nolu örneğe ait rutillerden elde edilen U-Pb alt kesişim yaş diyagramı

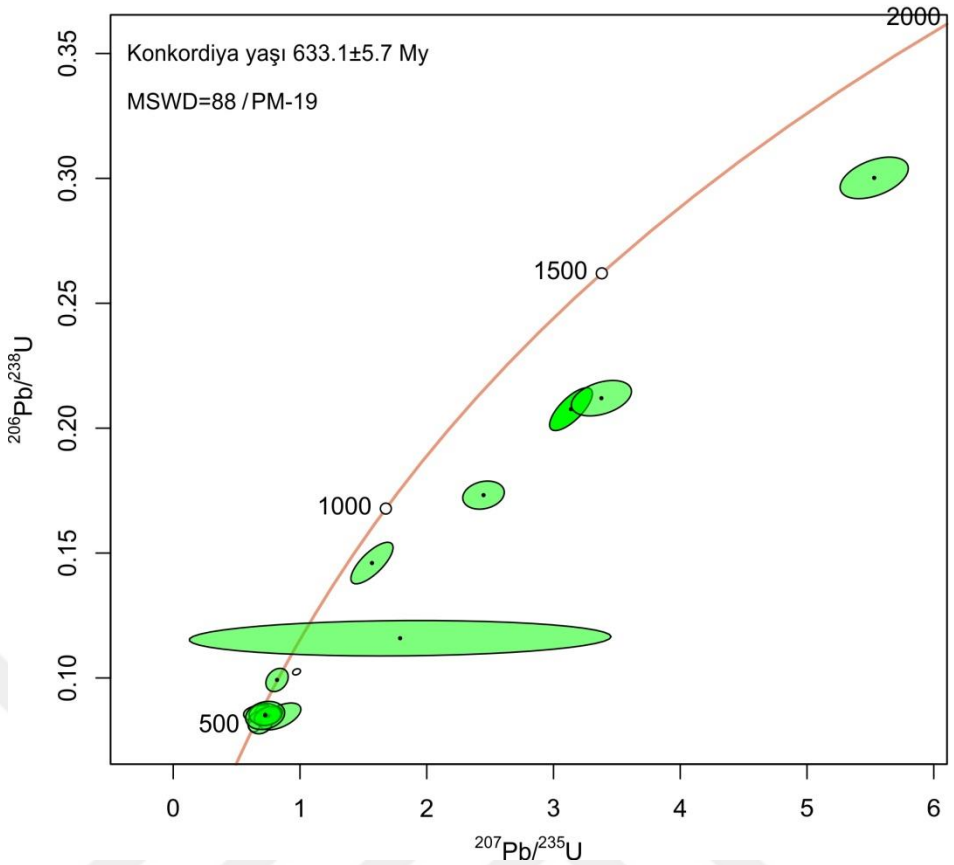



Şekil 4.187. PM-18 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı



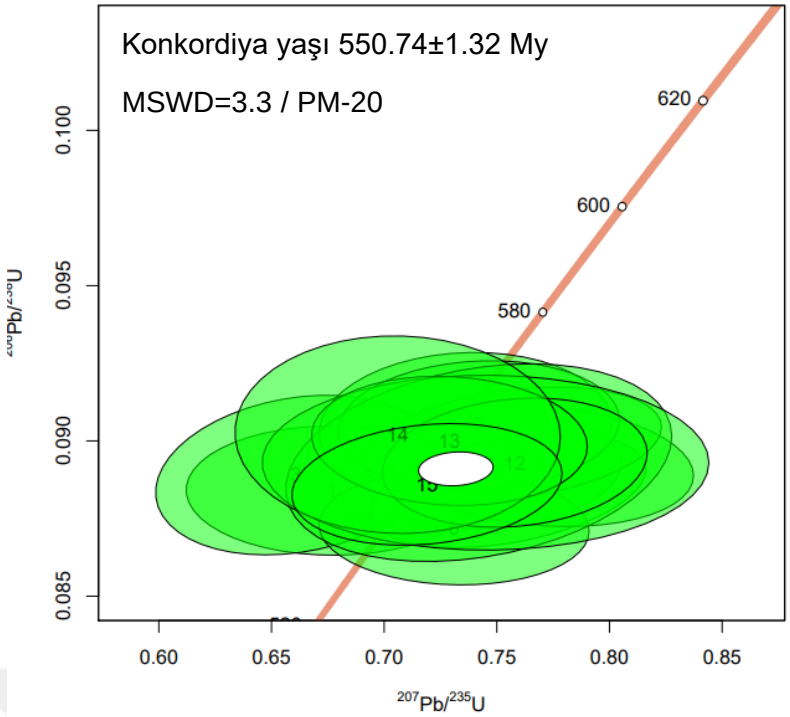

Şekil 4.188. PM-18 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

PM-19 nolu kuvars amfibol şist örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristali analiz edilmiştir. Zirkon kristallerinin boyutları 50-150 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve ince-uzun prizmatik şekillerde görünmekte olup renksiz ve şeffaftır (Ek-2.54). Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir. Kristallerin uzunluk-genişlik oranları 2:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.13-0.80 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On beş adet zirkon kristalinden 1029-2500 My [(Meso-proterozoyik)-(Paleo-proterozoyik)], 750-1000 My [Neo-proterozoyik (Toniyen)] ve 510-525 My [Neo-proterozoyik(Ediyakaran] yaş populasyonları elde edilmiştir.Birimin maksimum çökelme yaşı Ediyakaran dönemi ve sonrası olmalıdır(Şekil 4.189) (Ek-2.27).

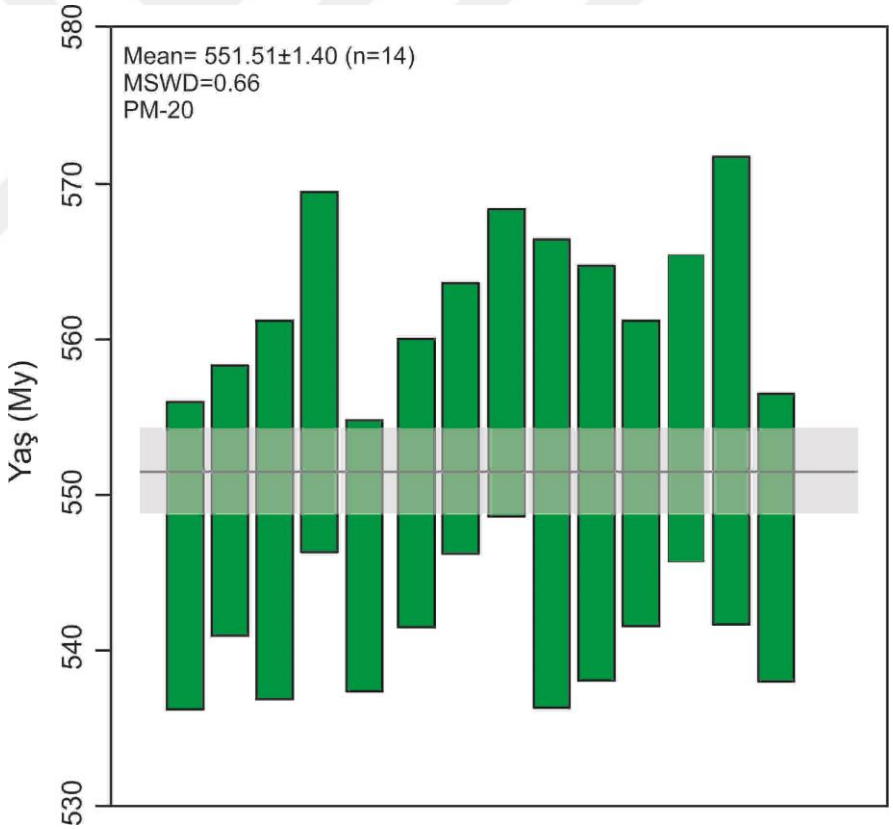



Şekil 4.189. PM-19 nolu şist örneğine ait kırıntılı zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya diyagramı

PM-20 nolu amfibolit örneğinden toplamda on beş adet zirkon kristsali analiz edilmiştir. Zirkon kristllerinin boyutları 50-200 µm arasındadır. Zirkon kristalleri kısa-küt ve ince-uzun prizmatik şekillerde görünmekte olup renksiz ve şeffaftır. Zirkon kristallerinde yamalı ve katmanlı zonlanma görülmektedir (Ek-2.55). Kristallerin uzunluk-genişlik oranları 3:1-1:1 aralığında değişmektedir. Th/U değerleri 0.15-0.81 arasında değişim sunmakta olup köken olarak magmatik ve geçiş alanlarında yer almaktadır (Şekil 4.152) (Teipel ve ark., 2004). On beş adet zirkon kristalinden 550.74±1.32 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] konkordiya yaşı elde edilmiştir (Şekil 4.190). PM-20 nolu amfibolit örneğinde on dört adet zirkon kristalinden 551.51±1.40 My [Neo-Proterozoyik (Ediyakaran)] ağırlıkça ortalama yaş elde edilmiştir (Şekil 4.191) (Ek-2.28).




Şekil 4.190. PM-20 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb konkordiya yaş diyagramı




Şekil 4.191 . PM-20 nolu örneğe ait zirkonlardan elde edilen U-Pb ağırlıkça ortalama yaş diyagramı

## 5. METAMORFİZMA

Çalışma alanı içerisinde Pütürge Metamorfikleri ve Maden Kompleksine ait kayaç birimleri yoğun olarak gözlenmektedir. Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksine ait birimlerin Pütürge Metamorfiklerini uyumsuz olarak üzerledikleri bir çok çalışmada ifade edilmektedir (Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996; Robertson ve ark., 2007). Bununla birlikte çalışma alanının bazı bölgelerinde yer yer Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişki tektonik olarak gözlenmektedir. Pütürge Metamorfiklerinde yapılan gözlemlerde birimin yoğun deformasyon (kıvrımlanma vb.) ve bölgesel metamorfizma etkilerine maruz kaldığı açık bir şekilde görülmektedir.Bölgede gerçekleştirilen arazi gözlemlerine göre; bölgesel metamorfizma izlerinin yaygın olarak görüldüğü Pütürge Metamorfiklerinin, metamorfizmadan etkilenmemiş Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksinin çökeliminden önce yüzeylemesi gerektiği düşünülmektedir. Metamorfik kayaçların petrolojik özelliklerinin belirlenmesinde mineralojik bileşim önemli bir rol oynamaktadır. Petrografik çalışmalardan elde ettiğimiz mineralojik verilere bağlı olarak Pütürge Metamorfiklerinin pelitik, pisammitik, bazik ve karbonat türü kayalardan meydana geldiğini söylemek mümkündür.

Metamorfik kayaçları oluşturan mineraller ve bir arada bulundukları mineral toplulukları metamorfik kayaçların oluştukları basınç ve sıcaklık ve/veya oluştukları ortamlar hakkında bilgi sunmaktadır (Miyashiro, 1972; Winkler, 1979; Yardley, 1989; Barker, 1990). Metamorfik kayaçları oluşturan mineraller incelendiğinde metamorfizma zonu ve fasiyesleri saptanabilmektedir. Bölgesel metamorfizma koşullarında çeşitli indeks mineraller meydana gelebilmektedir (Yardley, 1989). Klorit, biyotit, granat, stavrolit, disten, sillimanit indeks mineraller olarak tanımlanmaktadır. Bu indeks mineraller metamorfik kayaçların oluştukları sıcaklık ve basınç koşulları ile oluştukları ortam hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Winkler, 1979; Yardley, 1989). Metamorfik kayaçları oluşturan mineral birlikteliklerinin hangi sıcaklık ve basınç koşulları altında duraylılığını koruyabileceğini ortaya çıkarmak için birçok deneysel ve mineral kimyası kapsamında çalışmalar yapılmıştır. Metamorfik kayaçları oluşturan mineraller belirli bir denge halindedir. Minerallerin bu denge durumu göz önüne alınarak çeşitli kaya türlerine göre oluşturulan basınç-sıcaklık diyagramları, muhtemel mineral duraylılık alanlarını işaret etmektedir (Yardley, 1989). Bu minerallerin duraylılık alanları ile ilgili yapılan çalışmalarda en verimli sonuçlar pelitik kayalardan elde edilmiş olup, bu kayaçlar içerisindeki $AlSiO_5$ bileşimindeki minerallerin duraylılığı önem arz etmektedir. Bu minerallerin duraylılıklarında bazı belirsizlikler vardır ancak metamorfizma koşulları ve derinliğiyle ilgili veriler sunmaktadır (Grambling, 1981; Kerric, 1990).

Çalışma alanı içerisinde bulunan Pütürge Metamorfiklerinin oluştuğu metamorfizma şartlarını ortaya koymamızı sağlayan bölgesel metamorfizmanın Barroviyen zonunu temsil eden indeks mineraller bolca gözlemlenmiştir. Pütürge Metamorfiklerini oluşturan birimlerin petrografik, mineral kimyası incelemeleri ve tüm kayaç jeokimyasına bağlı olarak oluşturulan

yazılımsal metot yöntemiyle Pütürge Metamorfiklerinin oluşum koşulları ortaya konmaya çalışılmıştır.

Pütürge Metamorfiklerinin petrografik incelemeler sonucunda metagranit, gnays, amfibolit, amfibol şist, mikaşist, kuvarsit, kuvars şist, kalkşist, mermer, disten-granat-stavrolit kuvars şist ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistten oluştuğu ortaya konmuştur. Pütürge Metamorfiklerini oluşturan

- metagranitlerin (Kuvars + plajiyoklas + potasyumlu feldispat ± biyotit ± muskovit ± klorit ± granat ± serizit ± zirkon ± apatit ± opak),
- gnaysların (Kuvars + plajiyoklas + potasyumlu feldispat ± muskovit ± biyotit ± klorit ± serizit ± epidot ± apatit ± zirkon ± sfen ± opak),
- amfibolitlerin (amfibol + plajiyoklas ± granat ± biyotit ± klorit ± kuvars ± zirkon ± apatit ± sfen ±opak),
- amfibol şistlerin (amfibol + plajiyoklas ± granat ± biyotit ± klorit ± serizit ± zirkon ± apatit ± sfen ± opak),
- şistlerin (biyotit + muskovit ± plajiyoklas ± potasyumlu feldispat ± kuvars ± klorit ± granat ± epidot ± opak),
- kuvarsitlerin (kuvars ± biyotit ± muskovit ± klorit ± granat ± opak),
- kuvars şistlerin (kuvars + muskovit + biyotit ± klorit ± opak),
- kalkşistlerin (kalsit ± muskovit ± biyotit ± kuvars ± opak),
- mermerlerin (kalsit),
- disten-granat-stavrolit kuvars şist ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerin (kuvars+ plajiyoklas ± stavrolit ± disten ± granat ± sillimanit ± muskovit ± biyotit ± klorit ± serizit ± opak) mineral birlikteliklerinden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Metagranit, gnays, amfibolit, amfibol şist, mikaşist, kuvarsit, kuvars şist, kalkşist, mermer, disten-granat-stavrolit kuvars şist ve sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şistlerde gözlemlenen bu mineral birliktelikleri göz önüne alındığında, Pütürge Metamorfiklerinin bölgesel metamorfizma özelliklerini yaygın olarak taşıdığı söylenebilmektedir. Metamorfik kayaçların göstermiş oldukları petrografik özellikler, bölgede gözlenen birimlerin metamorfizma koşullarının alt ve üst olarak sınırlandırılmasını sağlamaktadır.

Sillimanit minerali amfibolit fasiyesinin üst koşullarını işaret etmekte olup, farklı reaksiyonlar sonucunda metamorfik kayaçlarda oluşabilmektedir (Miyashiro, 1972; Winkler, 1979; Yardley, 1989; Barker, 1990; Kerrick, 1990). Sillimanit minerali sillimanit zonu içerisinde tanımlanmaktadır. Sillimanit mineralinin oluşumu, disten mineralinin geçiş reaksiyonu sonucunda (Disten→Sillimanit) veya stavrolitin muskovit ve kuvars ile reaksiyona girmesi sonucunda kaybolmasıyla oluşabilmektedir (Stavrolit+Muskovit+Kuvars→Granat+Biyotit+Sillimanit+$H_2O$).

Bu reaksiyonlara göre sıcaklığın daha yüksek olduğu reaksiyonlarda da (Stavrolit+Kuvars→ Granat+Sillimanit+$H_2O$) sillimanit minerali oluşabilmektedir (Yardley, 1989; Barker, 1990). Muskovit ve kuvars mineralinin yüksek sıcaklık (620-725 $^0$C) ve düşük basınç (2-5 kbar) koşulları altında reaksiyona girmesi sonucunda da sillimanit minerali oluşabilmektedir (Muskovit+Kuvars+ K.-Feldispat+Sillimanit+$H_2O$) (Yardley, 1989; Barker, 1990). Sillimanit mineralleri iğnemsi şekillerde kuvars ve biyotit ile birlikte gelişim sunarlar. Pütürge Metamorfiklerindeki sillimanit mineralleri de iğnemsi olarak kuvars ve biyotit ile ilişkili olarak gözlemlenmiştir. Sillimanit mineralleri granülit fasiyesinde iri ve prizmatik olarak görülmektedir (Yardley, 1989; Barker, 1990). Çeşitli araştırmacılar yapmış oldukları çalışmalarda sünümlü makaslama bölgelerinde, iğnemsi şekillerde bulunan sillimanit minerallerinin, feldispat ve biyotit minerallerinde çözeltilerin oluşturduğu dealkalizasyon ile oluştuğunu ileri sürmüşlerdir (Wintsch ve Andrews 1988; Flöttmann, 1991). Pütürge Metamorfikleri içerisinde sillimanit mineralini gözlememiz, metamorfizma koşulları açısından yüksek sıcaklıklara ulaştığını işaret etmektedir.

Pütürge Metamorfiklerinde yaygın olarak gözlemlediğimiz minerallerden bir tanesi de disten mineralidir. Disten mineralinin duraylılığını koruduğu geniş bir sıcaklık aralığı vardır. Bu sebepten dolayı eklojit ve granülit gibi çok yüksek sıcaklıklı fasiyeslerde de duraylılığını koruyabilmektedir. Disten mineralinin duraylılığına etkisi olan etmenlerden bir tanesi basınçtır. Disten mineralinin oluşumuyla ilgili birçok deneysel çalışma yapılmıştır. Bu deneysel çalışmalar sonucunda disten mineralinin özellikle Muskovit+Stavrolit+Klorit→Biyotit+Disten+Kuvars+$H_2O$ reaksiyonu sonucunda oluştuğunu göstermektedir (Winkler, 1979; Yardley, 1989). Çeşitli reaksiyonlar sonucunda stavrolit mineralleri gelişebilmektedir (Winkler, 1979; Yardley, 1989; Barker, 1990; Kerric, 1990). Stavrolit minerallerinin gelişimi pelitik kayaçlarda orta dereceli metamorfizmanın başlamasına işaret etmektedir (Winkler, 1979). Bu kayaçlarda stavrolit minerallerinin ilk gelişimi Barroviyen'in amfibolit fasiyesinin alt fasiyes koşullarına işaret etmektedir (Winkler, 1979). Stavrolit minerali kloritoyid ile profillitin reaksiyonu ile oluşmaktadır (Kloritoyid+Pirofillit→Stavrolit+Kuvars+$H_2O$). Bu reaksiyon 4 kbar basınç ve 550 $^0$C ± 10 $^0$C sıcaklıkta meydana gelmektedir (Winkler, 1979). Stavrolit ayrıca kuvars ve kloritoyidin reaksiyonu sonucu da oluşmaktadır (Kloritoyid+Kuvars→Stavrolit+Almandin+$H_2O$). Stavrolit minerali sıcaklığın yükselmesiyle duraylılığını kaybeder ve kuvars minerali ile reaksiyona girerek disten mineralini oluşturur (Stavrolit+Kuvars→Almandin+Disten+$H_2O$). Stavrolit minerali kuvars ve muskovit mineralleriyle birlikte 2 kbar-540 $^0$C' de duraylılık alanını koruyabilir ancak 4 kbar-550 $^0$C ve 8 kbar - 560 $^0$C' de basınç yüksek ise duraylılığını koruyabilir (Winkler, 1979). Spesartin, almandin, pirop gibi granat grubu mineraller pisamitik ve pelitik kökenli kayaçlarda orta ve yüksek basınç şartlarında yaygın olarak gözlemlenebilen minerallerdir (Hsu, 1968; Miyashiro, 1972). Spesartin minerali düşük basınç ve sıcaklık koşullarında gelişim gösterir. Almandin minerali ise daha yüksek basınç-sıcaklık koşullarında gelişim gösterir. Mg, Fe ve Mn'lı klorit minerali kuvarsla reaksiyona girdiğinde pelitik kökenli kayaçlarda granat mineralleri gelişim göstermeye başlar (Klorit+Kuvars→Granat+$H_2O$). Almandin minerali granat zonunu temsil etmektedir ve muskovit

ve klorit minerallerinin 4 kbar-500 $^0$C, 5 kbar-600 $^0$C' deki koşullarda reaksiyonu sonucunda oluşur (Klorit+Muskovit→Granat+Biyotit+Kuvars+$H_2O$) (Winkler, 1979; Yardley, 1989). Granat minerali yeşilşist fasiyesinin üst koşullarına işaret etmektedir, fakat amfibolit fasiyesinin üst koşullarında da duraylılığını koruyabilmektedir (Winkler, 1979).

Metabazik kökenli kayaçlarda hornblend minerallerinin oluşumu 500 $^0$C ve daha üzerindeki koşullara işaret eder. Granat mineralinin metabazik kayaçlarda oluşumu yine hemen hemen aynı metamorfizma şartlarına işaret etmektedir (Winkler, 1979).

Pütürge Metamorfiklerine ait birimlerden derlenen örneklerin petrografik ve mineral kimyası analizleri sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında hornblend minerallerinin aktinolit ve tremolite, granat minerallerinin klorite, feldispat minerallerinde kaolenleşme biyotit ve disten minerallerinde kloritleşmeler gözlemlenmiştir. Bu daha düşük koşulları temsil eden minerallere dönüşüm olayı Pütürge Metamorfiklerinin gerileyen metamorfizmaya maruz kaldığını işaret etmektedir.

Theriak-Domino yazılımı günümüzde metamorfik kaçların maruz kaldığı metamorfizma koşullarını belirleyen ve toplam kayaç kimyasına dayanan yazılımsal bir metotdur. Bu metot ile belirli sıcaklık (T) ve basınç (P) şartlarında gelişebilecek mineral veya mineral topluluklarının denge alanları saptanabilmektedir (De Capitani ve Brown, 1987; De Capitani ve Petrakasis, 2010).P-T diyagramlarının çizilmesinde "JUN92.bs" veritabanı kullanılmıştır (Berman ve ark., 1985)

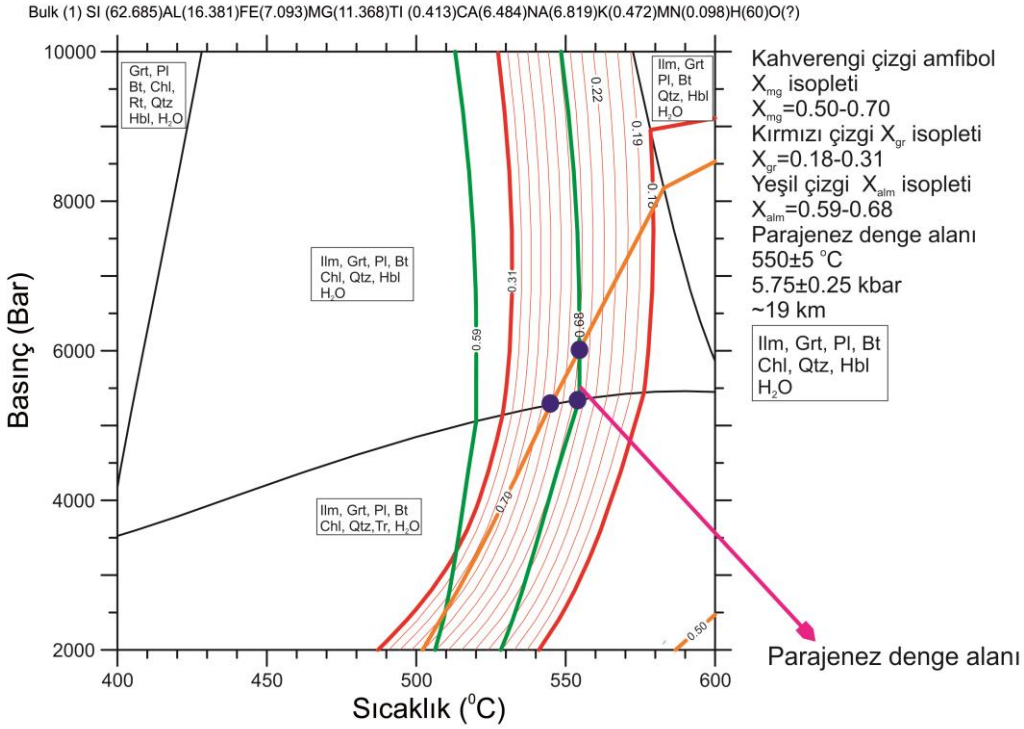
Bu metot kullanılarak PM-70 (Amfibolit), PM-158 (Metagranit), PM-238 (Disten-Granat-Stavrolitli Kuvarsit), PM-241 (Granat-Stavrolit Kuvars Şist), PM-242 (Disten-Granat-Stavrolit Kuvars Şist) ve PM-303 (Sillimanit-Granat-Biyotit-Plajiyoklas Kuvars Şist) nolu örneklerin parajenez denge diyagramları hazırlanarak Pütürge Metamorfiklerinin P-T koşulları belirlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 5.1. P-t diyagramları yapılan örneklerin tüm kayaç ana oksit element içerikleri

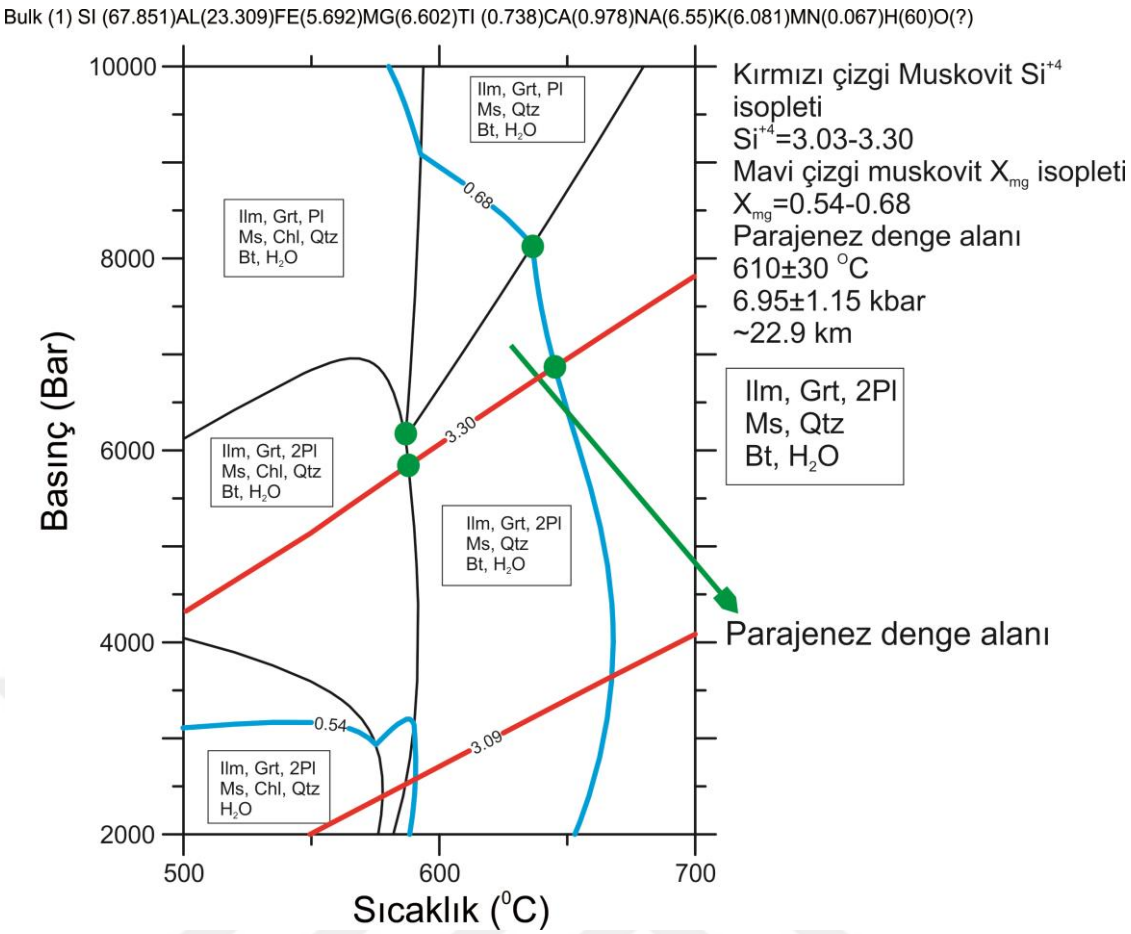
| Örnek No | PM-70 | PM-158 | PM-238 | PM-241 | PM-242 | PM-303 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 59,35 | 60,21 | 75,22 | 58,15 | 73,76 | 69,6 |
| $Al_2O_3$ | 13,16 | 17,55 | 11,47 | 17,93 | 13,44 | 13,15 |
| FeO* | 8,03 | 6,04 | 8,83 | 17,84 | 8,43 | 4,92 |
| MgO | 7,22 | 3,93 | 0,28 | 0,65 | 0,37 | 2,04 |
| CaO | 5,73 | 0,81 | 0,06 | 0,20 | 0,26 | 2,18 |
| $Na_2O$ | 3,33 | 3,00 | 0,49 | 1,94 | 0,57 | 2,55 |
| $K_2O$ | 0,35 | 4,23 | 0,95 | 1,22 | 0,99 | 2,18 |
| $TiO_2$ | 0,52 | 0,87 | 1,09 | 1,19 | 1,18 | 0,7 |
| $P_2O_5$ | 0,05 | 0,21 | 0,03 | 0,06 | 0,02 | 0,18 |
| MnO | 0,11 | 0,07 | <0.01 | <0,01 | 0,01 | 0,06 |
| $Cr_2O_3$ | 0,014 | 0,013 | 0,010 | 0,021 | 0,012 | 0,011 |
| Toplam | 99,87 | 99,80 | 99,87 | 99,82 | 99,89 | 99,6 |

PM-70 nolu amfibolit örneği bileşimsel olarak granat (%9), plajiyoklas (%16), biyotit (%4), klorit (%9), kuvars (%14), amfibol (%47) ve ilmenit ve opak mineraller (%1)'den oluşmaktadır. PM-70 nolu örneğin basınç-sıcaklık (P-T) diyagramı incelendiğinde; ilmenit-granat-plajiyoklas-biyotit-klorit-kuvars-hornblend-$H_2O$ parajenezi, amfibol $X_{mg}$=0.50-0.70, $X_{gr}$=0.18-0.31 ve $X_{alm}$=0.59-0.68 isopletleri ile sınırlandırılabilmiştir. Sınırlandırılan alanın basınç sıcaklık koşulları (P-T) 550±5 $^{O}$C sıcaklık, 5.75±0.25 kbar basınç koşullarını ifade etmekte olup bu koşullar yerkabuğunda ~19 km derinliğe karşılık gelmektedir. Bu basınç-sıcaklık (P-T) koşulları alt amfibolit fasiyesi koşullarını göstermektedir (Şekil 5.1).

PM-158 nolu metagranit örneği bileşimsel olarak granat (%10), feldispat (%38), biyotit (%10), kuvars (%31), muskovit (% 10) ve ilmenit ve opak mineraller (%1)'den oluşmaktadır. PM-158 nolu örneğin basınç-sıcaklık (P-T) diyagramı incelendiğinde; ilmenit-granat-feldispat (2Pl)-muskovit-kuvars-biyotit-$H_2O$ parajenezi, muskovit $Si^{+4}$=3.03-3.30 ve muskovit $X_{mg}$= 0.54-0.68 isopletleri ile sınırlandırılabilmiştir. Sınırlandırılan alanın basınç sıcaklık koşulları (P-T) 610±30$^{O}$C sıcaklık, 6.95±1.15 kbar basınç koşullarını ifade etmekte olup bu koşullar yerkabuğunda ~22.9 km derinliğe karşılık gelmektedir. Bu basınç-sıcaklık (P-T) koşulları orta amfibolit fasiyesi koşullarını göstermektedir (Şekil 5.2).

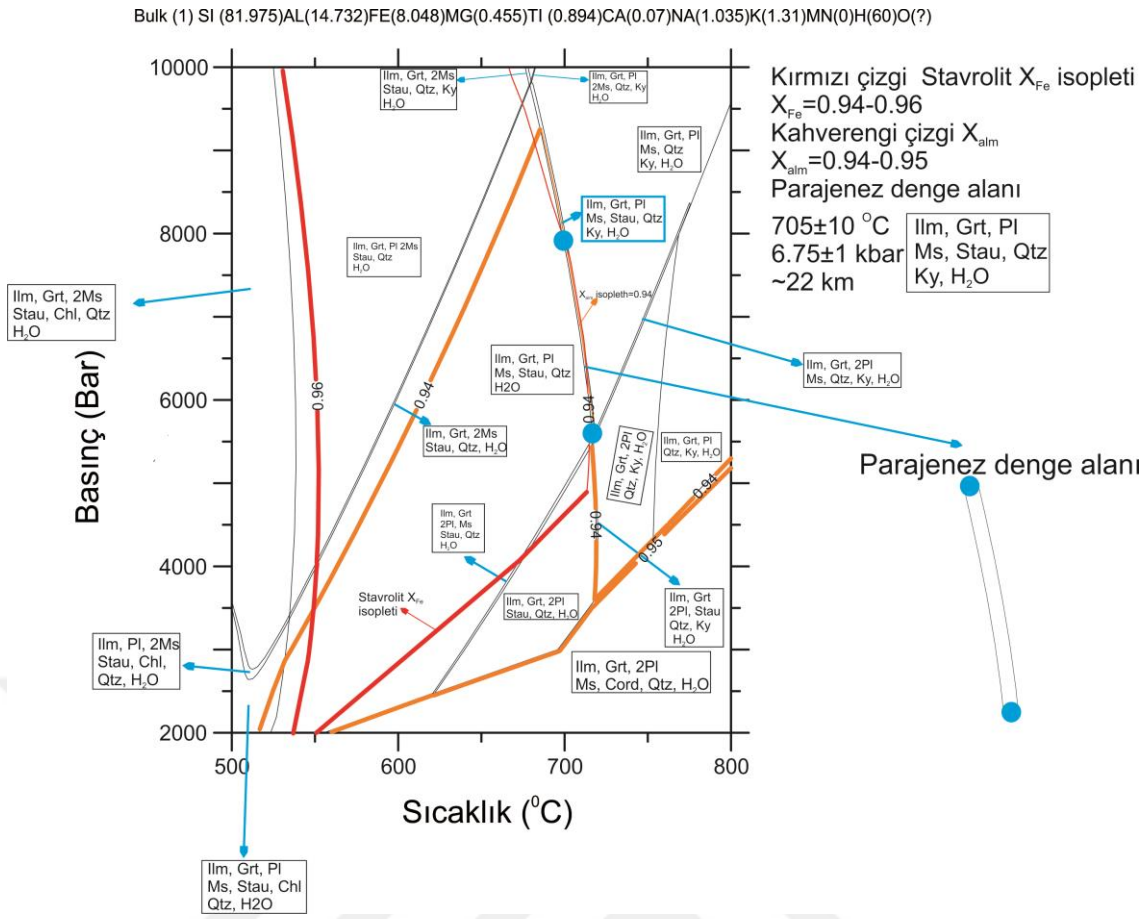



Şekil 5.1. PM-70 nolu amfibolit örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: Plajiyoklas, Chl: Klorit, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Hbl: Hornblend, Tr: Tremolit, Rt: Rutil, Ilm: İlmenit)



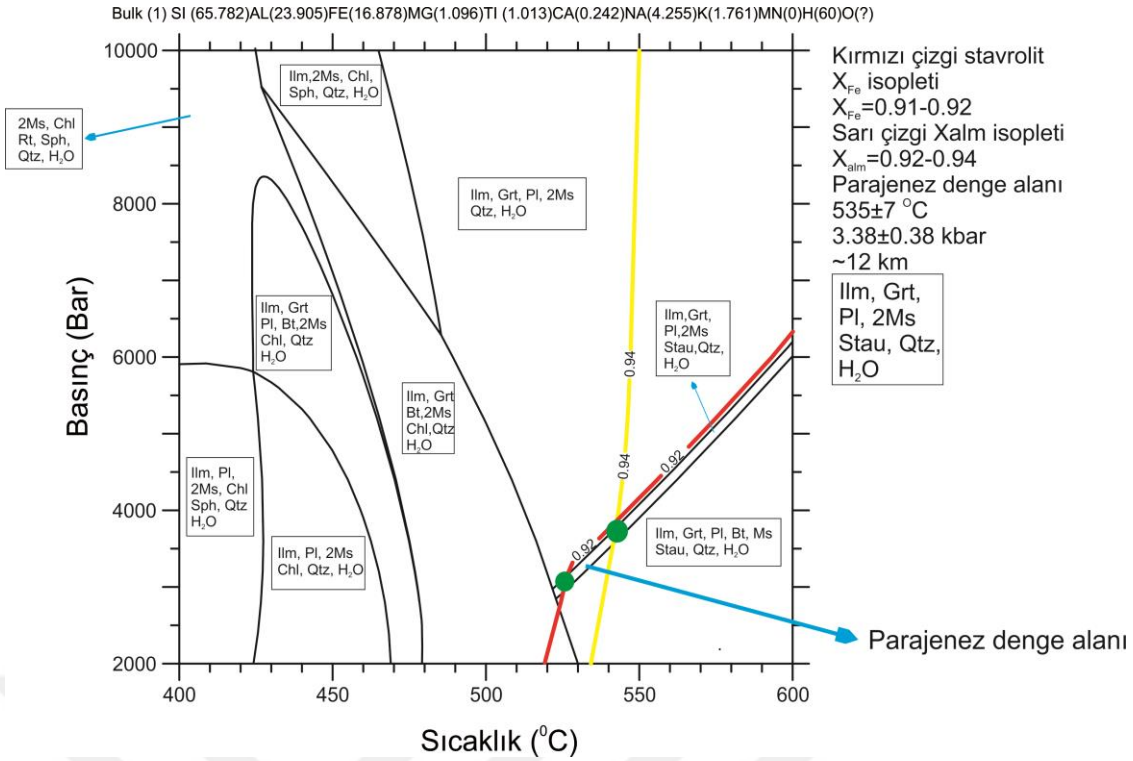

Şekil 5.2. PM-158 nolu metagranit örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, 2Pl: (Plajiyoklas+K. Feldispat), Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Qtz: Kuvars, Bt: Biyotit, Chl: Klorit, Ilm: İlmenit)

PM-238 nolu Disten-Granat-Stavrolitli Kuvarsit örneği bileşimsel olarak granat (%11), plajiyoklas (%4), kuvars (%60), muskovit (% 6), stavrolit (% 16), disten (% 2) ve ilmenit ve opak mineraller (%1)'den oluşmaktadır. PM-238 nolu örneğin basınç-sıcaklık (P-T) diyagramı incelendiğinde; ilmenit-granat-plajiyoklas-muskovit-stavrolit-kuvars-disten-$H_2O$ parajenezi, stavrolit $X_{Fe}$=0.94-0.96 ve $X_{alm}$=0.94-0.95 isopletleri ile sınırlandırılabilmiştir. Sınırlandırılan alanın basınç sıcaklık koşulları (P-T) 705±10$^{O}$C sıcaklık, 6.75±1 kbar basınç koşullarını ifade etmekte olup bu koşullar yerkabuğunda ~22 km derinliğe karşılık gelmektedir. Bu basınç-sıcaklık (P-T) koşulları üst amfibolit fasiyesi koşullarını göstermektedir (Şekil 5.3).




Şekil 5.3. PM-238 nolu Disten-Granat-Stavrolitli Kuvarsit örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Stau: Stavrolit, Qtz: Kuvars, Ky: Disten Chl:Klorit, Cord: Kordiyerit, Ilm: İlmenit)

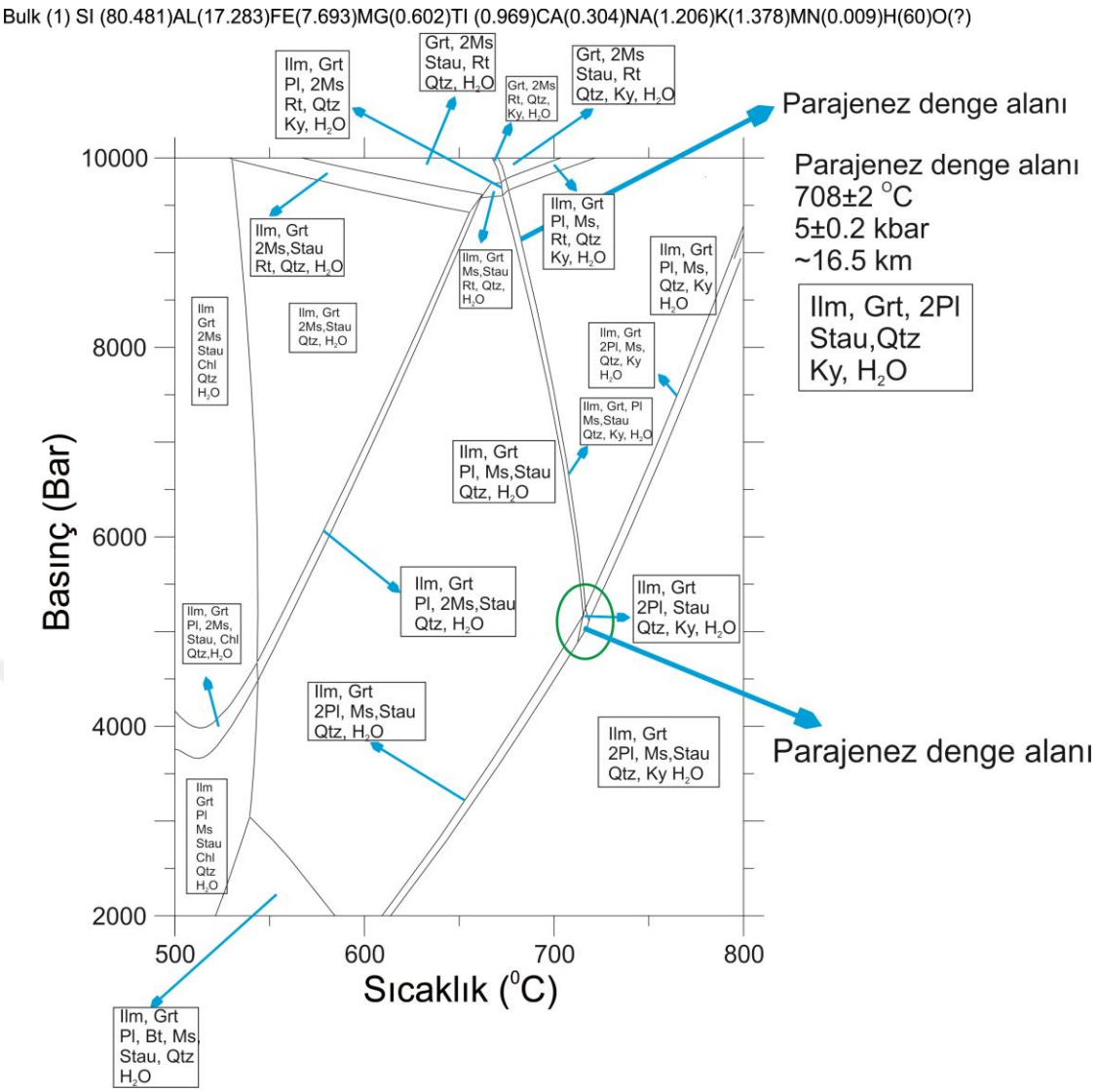
PM-241 nolu Granat-Stavrolit Kuvars şist örneği bileşimsel olarak granat (%11), plajiyoklas (%3), kuvars (%43), muskovit (% 27), stavrolit (% 15) ve ilmenit ve opak mineraller (%1)'den oluşmaktadır. PM-241 nolu örneğin basınç-sıcaklık (P-T) diyagramı incelendiğinde; ilmenit-granat-plajiyoklas-muskovit-stavrolit-kuvars-$H_2O$ parajenezi, stavrolit $X_{Fe}$=0.91-0.92 ve $X_{alm}$=0.92-0.94 isopletleri ile sınırlandırılabilmiştir. Sınırlandırılan alanın basınç sıcaklık koşulları (P-T) 535±7$^O$C sıcaklık, 3.38±0.38 kbar basınç koşullarını ifade etmekte olup bu koşullar yerkabuğunda ~12 km derinliğe karşılık gelmektedir. Bu basınç-sıcaklık (P-T) koşulları üst yeşilşist fasiyesi koşullarını göstermektedir (Şekil 5.4).



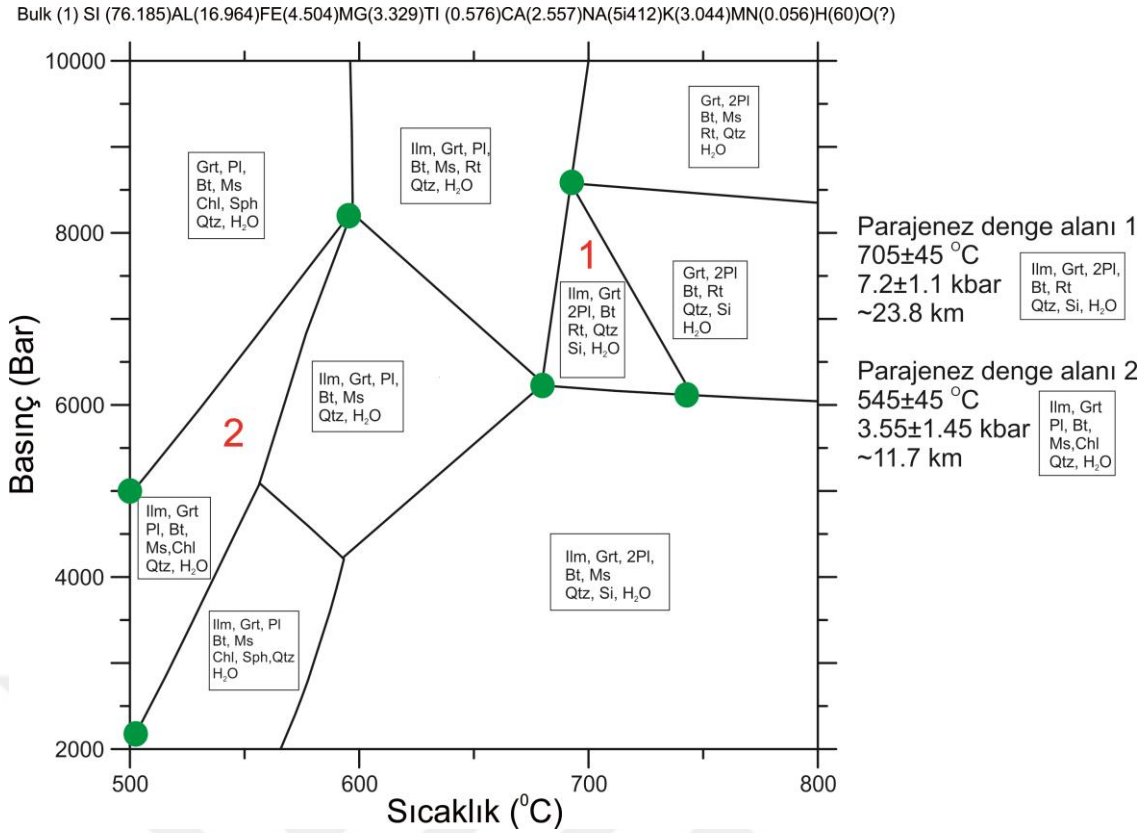

Şekil 5.4. PM-241 nolu Granat-Stavrolit Kuvars şist örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, Pl: plajiyoklas, Ms: Muskovit, Stau: Stavrolit, Qtz: Kuvars, Chl:Klorit, Sph: Sfen, Rt:Rutil, Ilm: İlmenit)

PM-242 nolu Disten-Granat-Stavrolit Kuvars şist örneği bileşimsel olarak granat (%11), plajiyoklas+feldispat (%12), kuvars (%55), stavrolit (% 17), disten (% 4) ve ilmenit ve opak mineraller (%1)'den oluşmaktadır. PM-242 nolu örneğin basınç-sıcaklık (P-T) diyagramı incelendiğinde;ilmenit-granat-(plajiyoklas+feldispat)-stavrolit-kuvars-disten-$H_2O$ parajenezi tespit edilmiştir. Parajenez denge alanının basınç sıcaklık koşulları (P-T) 708±2$^{O}$C sıcaklık, 5±0.2 kbar basınç koşullarını ifade etmekte olup bu koşullar yerkabuğunda ~16.5 km derinliğe karşılık gelmektedir. Bu basınç-sıcaklık (P-T) koşulları orta amfibolit fasiyesi koşullarını göstermektedir (Şekil 5.5).

PM-303 nolu Sillimanit-Granat-Biyotit-Plajiyoklas Kuvars şist örneği bileşimsel olarak granat (%6), (plajiyoklas+feldispat) (%23), kuvars (%46), muskovit (% 3), sillimanit (% 4), biyotit (% 16) ve ilmenit, klorit, rutil ve opak mineraller (%2)'den oluşmaktadır. PM-303 nolu örneğin basınç-sıcaklık (P-T) diyagramı incelendiğinde; ilmenit-granat-(plajiyoklas+feldispat)-biyotit-rutil-kuvars-sillimanit-$H_2O$ parajenez ''Denge Alanı-1''in basınç-sıcaklık (P-T) koşulları 712±32$^{O}$C sıcaklık ve 7.2±1.1 kbar basınç koşullarını ifade etmekte olup bu koşullar yerkabuğunda ~23.8 km derinliğe karşılık gelmektedir. İlmenit-Granat-plajiyoklas-biyotit-muskovit-klorit-kuvars-$H_2O$ parajenez ''Denge Alanı-2''nin basınç-sıcaklık (P-T) koşulları 545±45$^{O}$C sıcaklık ve 3.55±1.45 kbar basınç koşullarını ifade etmekte olup bu koşullar yerkabuğunda ~11.7 km derinliğe karşılık gelmektedir. Parajenez ''Denge Alanı-1'' üst amfibolit fasiyesi koşullarını, parajenez ''Denge Alanı-2'' ise yeşil şist fasiyesi koşullarını göstermektedir. (Şekil 5.6).




Şekil 5.5. PM-242 nolu Disten-Granat-Stavrolit Kuvars şist örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, 2Pl: (plajiyoklas+feldispat), Ms: Muskovit, Stau: Stavrolit, Qtz: Kuvars, Ky: Disten, Chl:Klorit, Rt:Rutil, Ilm: İlmenit)




Şekil 5.6. PM-303 nolu Sillimanit-Granat-Biyotit-Pajiyoklas Kuvars şist örneğine ait parajenez denge diyagramı (Grt: Granat, 2Pl: (plajiyoklas+feldispat), Ms: Muskovit, Bt: Biyotit, Si: Sillimanit: Qtz: Kuvars, Chl:Klorit, Rt:Rutil, Sph: Sfen, Ilm: İlmenit) [(Parajenez Denge Alanı-1 ve -2)

Basınç-sıcaklık (P-T) denge diyagramlarından elde edilen verilere bakıldığında; Pütürge Metamorfiklerinin bölgesel metamorfizmanın Barroviyen fasiyes serilerinden "üst amfibolit fasiyesi" koşullarında [ilmenit+granat+(plajiyoklas+feldispat)+biyotit+rutil+kuvars+sillimanit+$H_2O$ parajenezi] ilerleyen bir metamorfizmaya [712±32$^{O}$C (T) ve 7.2±1.1 kbar (P)] ve"yeşil şist fasiyesi" koşullarında [ilmenit+granat+plajiyoklas+biyotit+muskovit+klorit+kuvars+$H_2O$ parajenezi] ise gerileyen bir metamorfizmaya [545±45$^{O}$C (T) ve 3.55±1.45 kbar (P)] uğradığı belirlenmiştir.

## 6. TARTIŞMA

Avrasya (Kuzeyde) ve Gondwana (Güneyde) iki duraylı eski kıtadır. Türkiye anakarası jeolojik olarak bu iki kıtaya ait tektonik blokları içermektedir. Paleozoyik-Mesozoyik-Erken Tersiyer döneminde Avrasya ile Gondwana arasında yaklaşık olarak D-B uzanımlı Tetis okyanusu bulunmaktaydı. Tetis okyanusu bu dönemde pasif kıta kenarlarıyla çevrili tek bir okyanus karakteri sunmaktadır. Gondwana kıta kenarından Paleozoyik-Erken Mesozoyik dönemde ayrılan kıta parçaları kuzeyde bulunan Avrasya kıta kenarına eklenmiştir. Kıta parçalarının kuzeye doğru hareket etmesiyle birlikte gerisinde Tetis okyanusları açılmıştır. Tetis okyanusal basenlerinin progresif olarak Geç Paleosen-Erken/Orta Miyosen dönemlerinde kapanmasına bağlı olarak farklı kökenli kıta parçacıkları bir araya gelerek Türkiye anakarasını oluşmuştur(Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999; Okay, 2008). Jeolojik olarak Pontidler (Mesozoyik-Tersiyerde Avrasya aktif kıta kenarının bir parçası) Anatolid-Torid bloğu (Kırşehir Masifi dahil, Mesozoyikte etrafı pasif kıta kenarları ile çevrili, Tetis okyanusunun içinde küçük bir kıta halinde) ve Güneydoğu Anadolu (Arabistan levhasının kuzeye doğru devamı niteliğinde) olmak üzere Türkiye anakarası üç ana bölüme ayrılmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Tüysüz, 1999; Okay, 2008).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı Doğu Akdeniz içerisinde bulunmaktadır. Kenar kıvrım alanları ve Torid-Anatolid platformunu Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı kapsamaktadır. 400 km uzunlukta ve 70 km genişliğinde olan Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı Türkiye jeolojisi açısından Doğu Toros kuşağı ve Arap platformu kapsamında incelenmektedir. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının oluşumuyla ilgili farklı görüşler öne sürülse de Avrasya ve Arap/Afrika levhalarının Geç Kretase döneminden itibaren birbirlerine doğru yaklaşması ve çarpışmalarının sonucunda oluştuğu görüşü hakimdir (Hall, 1976; Perinçek, 1980; Özkaya, 1982; Şengör ve Yılmaz, 1981; Michard ve ark., 1984; Robertson ve Dixon, 1984; Ricoue ve ark., 1984; Yazgan, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991; Yılmaz ve ark., 1992).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde farklı kayaç toplulukları bulunmaktadır. Bu kayaç toplulukları içerisinde litoloji, metamorfizma, yaş ve konum itibariyle birbirleriyle korele edilebilen veya edilemeyen farklı metamorfik kayaçlar bulunmaktadır. Bu metamorfik kayaçlar doğudan batıya doğru Bitlis, Pütürge, Keban, Malatya, Engizek ve Binboğa Metamorfikleri olarak bilinmektedir. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı üç kısımdan oluşmakta olup bunlar güneyden kuzeye doğru, Arap platformu, Ekay zonu ve Nap alanıdır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz, 1993). Nap zonu alt nap ve üst nap olmak üzere ikiye ayrılır. Alt nap zonunda ofiyolitik kayaçlar ve Maden Kompleksine ait kayaçlar bulunmaktadır. Üst Nap zonunda ise Güneydoğu Anadolu bölgesindeki metamorfik birimler bulunmaktadır (Ketin, 1983). Çalışma alanı Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde yer almakta olup Üst Nap bölgesinde konumlanmıştır. Çalışma alanı bölgesinde tabandan tavana doğru şu birimler yer almaktadır; Pütürge Metamorfikleri, Maden Kompleksi, Kömürhan ofiyoliti, Baskil magmatikleri, alüvyon, molas ve travertendir.

Metamorfik kayaçlar Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının jeolojik evriminin anlaşılmasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Pütürge Metamorfiklerinin petrolojisi ve jeokronolojisi üzerine tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde elde edilen veriler aşağıdaki bölümlerde tartışılarak Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının ve dolayısıyla Türkiye jeolojisinin Neoproterozoyik-Erken Kambriyen ve Geç Kretase evriminin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlanacaktır.

### 6.1. Bitlis-Pütürge Metamorfik Birimlerinin Karşılaştırılması

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı boyunca gözlenen önemli metamorfik birimlerinden bir tanesi Bitlis Metamorfikleri'dir. Bitlis Metamorfikleri alt (çekirdek) ve üst (örtü) olmak üzere iki farklı ana bölüme ayrılmış ve birçok araştırmacı tarafından bu şekilde incelenmiştir (Yılmaz, 1975; Tolluoğlu, 1981; Şengün, 1984; Göncüoğlu ve Turhan, 1985). Eklojit, amfibolit, paragnays, migmatit seviyeleri ve bu kayaçları kesen volkanikler, granitik ve hololökokratik granitik kayaçlar alt (çekirdek) metamorfikleri, metapelitler ve bunları geçişli olarak örten metakarbonatlar ise üst (örtü) metamorfikleri oluşturmaktadır (Şengün, 1993). Bitlis Metamorfiklerini Mutki (Bitlis) bölgesinde I-tipi granitik kayaçlar kesmekte olup zirkon U-Pb yöntemi ile 545.5±6.1 ve 531.4±3.6 My yaşlar elde edilmiştir (Ustaömer ve ark., 2009). Yazarlar, Bitlis Masifinin daha batıdaki benzer yaştaki Sandıklı ve Menderes Masifi birimleriyle birlikte Erken Mesozoyik'e kadar Gondwana'nın bir parçası olarak kaldığını, diğer Kadomiyen birimlerinin ise (örneğin Kuzeybatı Türkiye'deki) Erken Paleozoyik'te Gondwana'dan uzağa dağıldığını ileri sürmüşlerdir. Bitlis, Sandıklı ve Menderes birimlerinin Triyas döneminde Gondwana'dan kopup, Neojen'den önce Gondwana'yla yeniden birleştiği ifade edilmektedir (Ustaömer ve ark., 2009). Bu birimlerin Geç Prekambriyen'de orijinal konumlarının birbirine yakın bir yerde olduğu varsayıldığında ise, Gondwana kıtasının tüm kuzey kenarı boyunca Kadomiyen döneminde yitim ile ilişkili bir magmatik yayın varlığı söz konusudur (Ustaömer ve ark., 2009). Bunun yanısıra, Bitlis Metamorfiklerinin Alpin dönemde (84-74 My) hem mavişist fasiyesinde (10-11 kbar/350-400$^{o}$C) hem de eklojit (19-24 kbar/480-540$^{o}$C) fasiyesinde yüksek basınç (YB)-düşük/orta sıcaklık (D/OS) metamorfizmasına maruz kaldığı bir çok çalışmada belirtilmektedir (Okay ve ark., 1985; Oberhansli ve ark., 2010, 2012, 2013). Bu durum, Geç Kretase döneminde Bitlis mikro kıtasının Neotetis okyanusunun kapanması sırasında yitim zonu metamorfizmasına maruz kaldığını işaret etmektedir.

Pütürge Metamorfikleri adı ilk kez Pütürge-Bitlis kenet zonunun kuzeyinde yer alan kayaçlar için kullanılmıştır (Yazgan ve ark., 1983). Pütürge Metamorfikleri Sivrice (Elazığ)-Çüngüs (Diyarbakır) arasında kalan bir alanda kuzeydoğu-güneybatı gidişli olup 140 km x 25 km boyutlarında bir mikro-kıtasal birim olarak gözlenmektedir. Pütürge Metamorfiklerini alt (çekirdek) ve üst (örtü) metamorfik birimler şeklinde sınıflayan çalışmalar bulunmaktadır (Yılmaz, 1971; Yazgan ve Chessex, 1991; Erdem ve Bingöl, 1995; Yılmaz ve ark., 1993). Alt (çekirdek) ve üst (örtü) metamorfik birimler bazında incelemelerde bulunan araştırmacılar bu iki birimin arasında bir uyumsuzluk olabileceğini ileri sürmüşlerdir (Bingöl, 1984; Yazgan, 1984). Erdem ve Bingöl

(1995) tarafından alt (çekirdek) metamorfik birimin tabanında gözlü gnaysların olduğu, bu birimin üzerine biyotit şist ve amfibol mikaşistlerin geldiğini ve bu birimlerin ise amfibolit-prazinit damarları içeren granitik gnayslar tarafından kesildiğini ifade etmişlerdir. Üst (Örtü) metamorfik birim muskovit, stavrolit, granat, disten içeren şistler ve bu birimlerin üzerine gelen manyetit arakatmanları içeren kalkşist ve mermer biriminden oluşmaktadır (Erdem ve Bingöl, 1995; Şahin, 2008).

Şahin ve Işık (2010) Çelikhan (Adıyaman) bölgesinde Pütürge Metamorfikleri üzerine yaptıkları çalışmada; (a) petrografik olarak mikaşist, mika gnays, granat mika şist, granat mika gnays, kalk-silikatik şist, kalksilikatik gnays, kuvarso-feldispatik mikagnays, kuvarsitik şist, kuvarsit, mermer ve amfibolit türü kayaçların yer aldığını, (b) Barroviyen zonunu temsil eden indeks minerallerden (granat, stavrolit, disten, sillimanit) biri veya birkaçının gözlendiğini, (c) bölgesel metamorfizma sırasında ilerleyen üst yeşilşist ve amfibolit fasiyesi metamorfizması sonucunda ~700 °C/9 kbar P-T koşullarında ~25 km kabuk derinliğine gömülmüş olabileceğini, (d) metamorfiklerin yüzeylemesi sırasında gerileyen metamorfizmaya da maruz kaldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, literatürde bahsedildiği üzere, çekirdek-örtü veya alt-üst birlik ayırdımını temsil eden yapısal bir stratigrafi bulunmadığı ileri sürülmektedir (Şahin ve Işık (2010).

Doktora tez çalışması kapsamında yapılan çalışmalarda Pütürge Metamorfiklerinin metagranit, gözlü gnays, gnays, amfibolit, amfibol şist, mikaşist, kuvarsit, kuvars şist, disten-granat-stavrolit kuvars şist, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist, kalkşist ve mermerden oluştuğu belirlenmiştir. Metamorfik çekirdek komplekslerinin temel yapısı metamorfik bir temel (çekirdek) katman ve düşük dereceli metamorfizmaya uğramış örtü kısmından oluşur. Temel ve örtü kısmını birbirinden ayıran arazideki yapısal unsur ise bir makaslama zonu veya sıyrılma fayıdır (Armstrong, 1982). Yapılar asimetrik olarak kubbe şeklindedir ve genellikle bölgede en yüksek topoğrafik kısımları oluşturur (Coney, 1980). Arazi çalışmaları sırasında Pütürge Metamorfiklerinin kendi içerisinde düzenli bir istif göstermediği ve ilksel dokanak izlerinin büyük oranda deformasyona maruz kaldığı ve belirgin olmadığı gözlemlenmiştir.Pütürge Metamorfiklerinde alt-üst birliklerine ait birimler belirlenmiştir. Pütürge Metamorfiklerinin alt birlik kayaçlarını metagranit, gnays, gözlü gnays, amfibolit, amfibolşist ve biyotit şistler oluşturmaktadır. Üst birlik kayaçlarını ise muskovitşist, kuvarsit, kalkşist, mermer, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şist oluşturmaktadır (Şekil 4.4). Arazi çalışmaları sırasında Pütürge Metamorfiklerinin genel olarak Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi tarafından uyumsuz olarak üzerlendiği görülmektedir. Ancak, Pütürge Metamorfikleri ile Maden Kompleksi arasındaki ilişki bazı bölgelerde nadirende olsa tektonik dokanak şeklinde gözlenmiştir. Pütürge Metamorfiklerini oluşturan kayaçlarda şistozite ve lineasyon oluşumları belirgin bir şekilde gözlenmekte olup, bu birimler içerisinde değişen ölçeklerde eklemli yapılar, kıvrımlanmalar ve kuvars segregasyonları gözlenmektedir.

Tez kapsamında Pütürge Metamorfikleri içerisinde yer alan I-tipi metagranitler ve amfibolitlerden elde edilen 534-601 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları Geç Neoproterozoyik (Ediyakaran)-Erken Kambriyen (Fortuniyen) dönemini işaret etmektedir. Elde edilen yaşlar, bu kıtasal birimin Bitlis Metamorfiklerinde olduğu gibi Kadomiyen magmatizmasına maruz kaldığını açıkça göstermektedir. Benzer şekilde, Pütürge Metamorfiklerine ait gözlü gnayslarda iki örnekte 551±5 My ile 544±4 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları gözlenmiş ve jeokimyasal açıdan köken kayaçlarının yitimle ilişkili bir ortamda oluştukları ifade edilmiştir (Beyarslan ve ark., 2016). Ayrıca, bir adet metagranit örneğinden (PM-8) elde edilen 728.07±17.6 My konkordiya yaşı, Pütürge Metamorfik biriminde Erken-Orta Neoproterozoyik (Toniyen-Kriyojeniyen) döneminde de magmatik faaliyetin olduğuna işaret etmektedir.

Bunun yanısıra, amfibolit, metagranit, gnays ve biyotit-kuvars muskovit şist kayaçlarından ayıklanan rutil mineral fazlarında ise ~80 My (Kampaniyen) konkordiya ve 70-65 My (Mastrihtiyen) alt kesişim yaşları elde edilmiştir. Elde edilen yaşlar Pütürge Metamorfiklerinin metamorfizma yaşı olarak değerlendirilmektedir. Pütürge Metamorfiklerine ait biyotit şistlerde Ar-Ar jeokronoloji çalışması ile 83.21±0.069 My metamorfizma yaşı elde edilmiştir (Ateş, 2013). Yazgan ve Chessex (1991) K-Ar yöntemi ile Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolitlerde (amfibol) 85-76 My, muskovit şistlerde (muskovit) 74-73 My ve gözlü gnayslarda (biyotit) 67-66 My yaşları elde ederek, metamorfizma etkisinin bölgesel ölçekteki ofiyolit yerleşimi ile ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bitlis Metamorfiklerinin de Geç Kretase (84-73 My) döneminde metamorfizmaya maruz kaldığı yukarıda belirtilmektedir. Ayrıca, daha önceki yıllarda da Bitlis Masifinin Alpin deformasyondan etkilendiği ileri sürülmüştür. Bitlis Masifi içerisinde Muş metagranitinden ayıklanan fengit minerallerinde K-Ar yöntemi ile Rb-Sr yöntemi ile 95±3.8 My ve 75±1.2 My yaşlar elde edilmiştir (Göncüoğlu ve Turhan, 1984; Göncüoğlu, 1998). Bu yaşlardan ilki (Alt Turoniyen) kıtasal kabuktaki içsel deformasyona bağlanmış, diğeri ise (Üst Kampaniyen) ofiyolit yerleşmesi ile ilişkilendirilmiştir.

Yukarıda açıklandığı üzere, Pütürge Metamorfik biriminin litolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik özellikleri bakımından Bitlis Metamorfiklerine büyük benzerlikler sunduğu görülmektedir. Her iki metamorfik birimin Güney Neotetis okyanusal baseninin kapanması sırasında maruz kaldıkları metamorfizma açısından faklılıklar sunduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bitlis Metamorfikleri Geç Kretase'de yüksek basınç-düşük/orta sıcaklık (YB-D/OS) (mavişist ve eklojit fasiyesleri) metamorfizmasına maruz kalırken, Pütürge Metamorfiklerinin ise orta basınç-yüksek sıcaklık (OB-YS) Barroviyen tipi metamorfizmaya maruz kalmıştır.

### 6.2. Pütürge Metamorfik Birimlerine Ait Kayaçların Oluşum Ortamı ve Jeodinamik Önemi

Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen metagranit ve gnaysların orto ve para kökenden geldikleri kayaçların $Al_2O_3$, $Na_2O$, $K_2O$ ve MgO içeriklerine göre tespit edilmiştir. Orto-metagranit/gnays kayaçlarının granit, granodiyorit ve tonalitlerle temsil edildikleri görülmektedir. Bu kayaçları oluşturan magmanın kalk-alkalen ve peralüminum bileşimli olduğu, gerek kondrite

göre normalize edilmiş NTE desenleri ve gerekse okyanus ortası sırtı granitlere göre normalize çoklu element desenlerinin volkanik yay granitleri ile benzerlik sundukları tespit edilmiştir. Tektonik ortam sınıflandırma diyagramlarında da örneklerin çoğunlukla yitimle ilişkili volkanik yay granitleri alanına düştükleri görülmektedir. Sedimanter kökenli para-granit/gnays kayaçlarının kondrite göre normalize edilmiş NTE desenleri ve üst kıtasal kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element desenleri ile tektonik diskriminasyon diyagramlarında aktif kıta kenarı magmatik yay veya kıtasal yay kenarı ortamıyla ilişkili türbidit alanına düştükleri görülmektedir.

Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen felsik içerikli para/orto kökenli granit ve gnays kayaçlarının esas olarak Kadomiyen orojenezi sırasında Gondwana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru olan yitime bağlı olarak gelişen kıtasal yay ortamındaki volkanik yay granitleri ve ilişkili sedimanlar oldukları değerlendirilmektedir (Şekil 6.1).

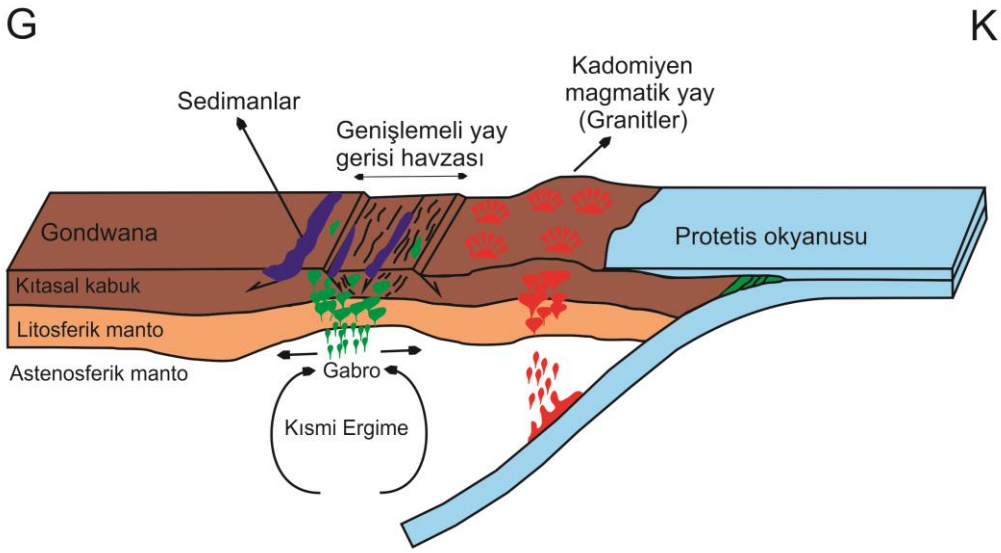
Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen amfibolitlerin orto kökenli ve amfibol şistlerin ise hem orto hem de para kökenli oldukları tespit edilmiştir. Orto-amfibolitlerin esas olarak bazalt-bazaltik andezit bileşimli oldukları ve az oranda da dasit-riyolit bileşimleri oldukları, orto-amfibol şistlerin ise bazaltik-andezitlerden oluştukları tespit edilmiştir. Her iki kayaç grubu da toleyitik kökenli bir magmadan türemişlerdir. Orto-amfibolit [$(La/Sm)_N$=1.50-5.29] ve orto-amfibol şistlerin [$(La/Sm)_N$=1.58-3.71] hafif nadir toprak elementleri (HNTE) bakımından zenginleşme gösterdikleri görülmektedir. Her iki kayaç grubuna ait nadir toprak element desenlerinin zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazalt (Z-OOSB) ve okyanus adası bazalt (OAB) kayaçlarına benzerlik sundukları görülmektedir. Benzer şekilde, normal okyanus ortası sırtı bazaltlara (N-OOSB) göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında da zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltlara (Z-OOSB) ve okyanus adası bazaltlara (OAB) benzerlik sunarlar. Bunun yanısıra, iri katyonlu litofil (İKL) elementler ve Th elementi bakımından zenginleşme ve Nb-Ta elementleri bakımından da bir negatif anomali gözlenmektedir. Ayrıca, iz element oranlarına (Y/Nb-Y/Ta) göre oluşturulan diyagramlarda zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltlara (Z-OOSB) jeokimyasal benzerlik sunmaktadırlar. Bunun yanısıra, bu kayaçların magma-kabuk etkileşiminin olduğu kıtasal yay alanlarına yakın bir ortamda oluştukları Th/Yb ve Nb/Yb diyagramında görülmektedir. Para-amfibol şistlerin kondrite göre normalize edilmiş NTE desenleri ve üst kıtasal kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element desenleri ile tektonik diskriminasyon diyagramlarında aktif kıta kenarı magmatik yay veya kıtasal yay kenarı ortamıyla ilişkili alanda yer aldıkları görülmektedir.

Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen orto-amfibolit ve orto-amfibol şist kayaçlarının Kadomiyen orojenezi sırasında Gondwana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru olan yitime bağlı olarak gelişen kıtasal yay gerisi bir ortamda (retro-arc) oluştukları sonucuna varılmıştır (Şekil 6.1). Para-amfibol şistlerin ise, bazik magmatizmanın kıtasal yay gerisi (retro-arc) ortamda gelişimi sırasında bunlarla ilişkili ortamlarda oluşan sedimanları temsil ettiği düşünülmektedir.

Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen para-şistler ile para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şist kayaçlarının birbirine benzer NTE ve çoklu element desenleri sundukları görülmektedir. Bu kayaçların büyük bir kısmı tektonik diskriminasyon diyagramlarında Kadomiyen orojenezi sırasında Gondwana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru olan yitime bağlı olarak gelişen kıtasal yay ortamında oluşan kayaçlardan itibaren gelişen sedimanlar oldukları sonucuna varılmıştır (Şekil 6.1).

Kadomiyen orojenezi ile ilgili temel birimleri Türkiye'de ve İran'da birçok bölgede yüzlekler sunmaktadır. Kadomiyen orojenezi ile ilişkili magmatik kayaçların büyük bir kısmının (>%70) yitimle ilişkili, kalkalkalin volkanik yay granitoyidleri olduğu ifade edilmektedir (Moghadam ve ark., 2021). İran'da Kadomiyenle ilgili mafik magmatik kayaçların oldukça seyrek olduğu ifade edilmektedir. Bunun yanında Kadomiyenle ilgili plaka içi granitlerin de az oranda görüldüğüne ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Badr ve ark., 2013; Balaghi ve ark., 2014; Rossetti ve ark., 2015). Kadomiyen orojenezi ile ilişkili okyanusal kabuk oluşumuna işaret eden mafik-felsik magmatizma KB Türkiye'de Armutlu Yarımadasında (İstanbul Zonu) rapor edilmiş olup boninitik gabro ve bunları kesen plajiyogranit oluşumundan bahsedilmektedir (Özbey ve ark., 2021).

Doktora tezi kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda kadomiyen orojenezi ile ilişkili felsik bileşimli metagranit ve gnaysik kayaçların İran ve Türkiye'de yaygın olarak gözlendiğini görmekteyiz. Bununla birlikte, toleyitik magmadan türeyen, zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazalt (Z-OOSB) jeokimyasal özelliği sunan ve yitim zonu üzerinde oluştuğu belirtilen kayaçların ise Türkiye'de ve İran'da rapor edilmediği görülmektedir.




Şekil 6.1. Pütürge Metamorfiklerini oluşturan birimlerin Kadomiyen orojenezine bağlı gelişimlerini gösteren jeodinamik diyagram (Sepidbar ve ark., 2020'den değiştirilmiştir)

### 6.3. Pütürge Metamorfiklerine ait Jeokronolojik Verilerinin Önemi

Doktora tez çalışması kapsamında Pütürge Metamorfiklerine ait amfibolit, metagranit, gnays, şist kayaçlarına ait 20 örnekte seçilen zirkon ve 7 örnekte seçilen rutil mineral fazlarında LA-ICP-MS U-Pb yaşlandırmaları yapılmıştır.

Teipel ve ark. (2004) tarafından önerilen Th-U diyagramında (Şekil 5.152), tarihlendirmesi gerçekleştirilen birçok zirkon mineralinin geçiş bölgesinde konumlandığı ve Pütürge Metamorfiklerinden elde edilen zirkonların Alpin dönemdeki metamorfizmadan etkilenmedikleri, genel olarak bir dönüşüme maruz kalmadan magmatik kökenlerini korudukları hem elde edilen yaşlardan hem de Th-U diyagramında anlaşılmaktadır.

Metagranitik kayaçlara ait 7 adet örneğin zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile elde edilen konkordiya yaşları iki farklı grupta toplanmaktadır. Birinci grupta altı örneğin oluşturduğu 550-534 My (Ediyakaran-Erken Kambriyen) yaş aralığı (PM-6: 547.24±6.91 My; PM-7: 550.01±1.68 My; PM-10: 548.67±5.27 My; PM-11: 549.25±4.98 My; PM-12: 534.35±5.27 My ve PM-18: 543.56±5.67 My) ve ikinci grupta bir örneğin oluşturduğu 728 My (Toniyen-Kriyojeniyen) yaşıdır (PM-8: 728.07±17.6 My). Gnaysik kayaçlara ait 2 örneğin zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile elde edilen konkordiya yaşları 553-546 My (Ediyakaran) arasındadır (PM-16: 553.52±5.73 My ve PM-15: 546.88±4.45 My). Amfibolitlere ait 3 örneğin zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile elde edilen konkordiya yaşları 550-538 My (Ediyakaran-Erken Kambriyen) yaş aralığındadır (PM-3: 538.80±1.65 My; PM-4: 548.52±1.27 My ve PM-20: 550.74±1.32 My). Şist birimlerine ait 8 örneğin zirkon U-Pb tarihlendirmesi ile elde edilen konkordiya diyagramları değerlendirilerek yaş popülasyonları göz önüne alınmış ve maksimum çökelim yaşları belirlenmeye çalışılmıştır. Birimlerin maksimum çökelim yaşları iki grupta toplanmaktadır. Birinci grupta beş örneğin (PM-2, PM-9, PM-14, PM-17, PM-19) oluşturduğu 629-510 My yaşları ile "Ediyakaran-Erken Kambriyen"dönemi ve sonrası maksimum çökelme zamanı olarak belirlenmiştir. İkinci grupta iki örneğin (PM-1, PM-5) oluşturduğu 233-259 My yaşları ile "Üst Permiyen-Üst Triyas"dönemi ve sonrası maksimum çökelme zamanı olarak belirlenmiştir.

Zirkon mineralinin U-Pb sistemi için kapanım sıcaklığı ≥ 900 $^{0}$C (Chernik ve Watson, 2001)'dir. Metagranit, gnays ve amfibolitlere ait magmatik kökenli zirkonlardan elde edilen (a) Ediyakaran-Erken Kambriyen (550-534 My), (b) Ediyakaran (546-533 My), (c) Toniyen-Kriyojeniyen (728 My) konkordiya yaşlarının magmatik kristallenme yaşları oldukları bu çalışma ile tespit edilmiştir. Linnemann ve ark. (2008) Kadomiyen orojenezi ile ilgili tektono/magmatik-metamorfik ve sedimanter süreçlerin Büyük Gondwana kıtasının kuzey kenarında Neoproterozoyik (~750 My; Toniyen-Kriyojeniyen)-Erken Kambriyen (~540-530 My) döneminde meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir. Bununla birlikte, Türkiye ve İran'ı da içine alan Gondwana kıtasının doğu kesimlerinde Kadomiyen orojeni ile ilgili faaliyetlerin kısa bir dönemde (~600-510 My) gerçekleştiği ifade edilmektedir (Moghadam ve ark., 2017b). Bunun yanısıra, İran ve Türkiye'de Geç Neoproterozoyik, Erken Paleozoyik ve Triyas yaşlı sedimanter kayaçlarda Kadomiyen ve Kriyojeniyen magmatizmasını gösteren kırıntılı zirkon yaşları elde edilmiş (Horton ve ark., 2008;

Abbo ve ark., 2015; Moghadam ve ark., 2017a; Ustaömer ve ark., 2020) ve kaynak alan olarak, İran ve Türkiye'de Kriyojeniyen kabuk nadir olduğu için, Arap-Nubiyen kalkanı gösterilmiştir (Moghadam ve ark., 2017b). Arap-Nubiyen kalkanında kırıntılı ve magmatik zirkonlarda yapılan çalışmalarda, yoğun olarak kabuksal ve manto kökenli Kadomiyen ve Kriyojeniyen magmatizmasının izleri rapor edilmiştir (Ali ve ark., 2010a,b; Morag ve ark., 2011 a,b; Avigad ve ark., 2015; Stern ve ark., 2016). Gondwana süper kıtasının kuzey kenarında yitim ve yitim zonu üzeri deniz tabanı yayılmasının zamansal gelişimi, baskın yaş aralığı düşünüldüğünde (~750-570 My; Toniyen-Kriyojeniyen-Ediyakaran), yaklaşık olarak ~180 My sürmüştür (Linnemann ve ark., 2004, 2014). Ayrıca, Moghadam ve ark. (2017 a,b) Zanjan-Takab (KB İran) bölgesinde Kadomiyen magmatik kayaçlarında Kriyojeniyen yaşlı kalıntı zirkonların varlığını ortaya koymuşlar ve magmatizmanın halihazırda Kriyojeniyen döneminde başladığını ileri sürmüşlerdir.

Tez çalışması kapsamında ortaya konulan Toniyen-Kriyojeniyen yaşlı metagranit (728 My) örneğinin varlığı Kadomiyen orojenezinden etkilenen Pütürge Metamorfikleri içerisindeki magmatik faaliyetlerin literatürde bilinenden daha eski dönemlerden itibaren başladığını göstermektedir. Bu veriler, Pütürge Metamorfikleri içerisinde Toniyen-Kriyojeniyen kabuğun varlığını ilk kez ortaya koymakta olup Gondwana kıtasının kuzey kenarının evriminin daha iyi anlaşılmasında Kadomiyen orojenezinin gelişimi oldukça önemlidir.

Amfibolit, metagranit, gnays ve şist kayaçlarına ait 7 örnekte seçilen rutil mineral fazlarında gerçekleştirilen tarihlendirmelerde hem konkordiya hem de alt kesişim yaşları elde edilmiştir. Rutil mineralinin U-Pb sistem için kapanım sıcaklığı 500-650 $^{O}$C dir (Cherniak, 2010). Şist birimine ait PM-1 örneğinde 79.67±3.23 My (Kampaniyen) konkordiya yaşı elde edilmiştir. Şist birimlerine ait diğer iki örnekte (PM-2 ve PM-17) ise sırasıyla 70.52±9.91 My ve 66.35±5.01 My (Mastrihtiyen) alt kesişim yaşları elde edilmiştir. Bir adet amfibolit (PM-4) örneğinde 67.3±10.3 My (Mastrihtiyen) alt kesişim yaşı elde edilmiştir. İki adet metagranit örneğinde (PM-7 ve PM-8) sırasıyla 67.54±5.88 My ve 64.82±6.42 My (Mastrihtiyen-Daniyen) alt kesişim yaşları elde edilmiştir. Bir adet gnays (PM-15) örneğinde 67.13±3.27 My (Mastrihtiyen) alt kesişim yaşı elde edilmiştir.

PM-1 şist biriminden elde edilen 79.67±3.23 My (Kampaniyen) konkordiya yaşı, Pütürge Metamorfik biriminin Geç Kretase döneminde Yüksekova ensimatik ada yayı ile çarpışmasına bağlı derin gömülme etkisi ile üst amfibolit fasiyesinde Barroviyen tipi metamorfizmaya maruz kaldığı zirve koşullarının oluşum yaşı olarak değerlendirilmektedir. Diğer şist birimleri (PM-2, PM-17), amfibolit (PM-4) ve metagranitlerden (PM-7 ve PM-8) elde edilen ve 70.52±9.91 – 64.82±6.42 My (Mastrihtiyen-Daniyen) arasında değişen alt kesişim yaşları, Pütürge Metamorfik biriminin üst amfibolit fasiyesinde Barrov tipi metamorfizmanın zirve koşullarını gördükten sonraki bir dönemde termal bir olaya maruz kalarak radyojenik saatin tekrar kurulduğunu işaret etmektedir. Sözü edilen termal olaylar, yitim zonunda dilimlenme, yeniden gömülme ve bindirme hareketlerine bağlı olabilir. Elde edilen en genç alt kesişim yaşının (64.82±6.42 My) hata payı göz önüne alındığında, Pütürge Metamorfiklerinin yüzeyleme döneminin en geç Üst Paleosen

(Tanetiyen)'de gerçekleşmiş olması gerekmektedir. Bölgede Pütürge Metamorfiklerini uyumsuz olarak üzerleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi (Yazgan ve Chessex, 1991; Robertson ve ark., 2006, 2007) bu durumu desteklemektedir.

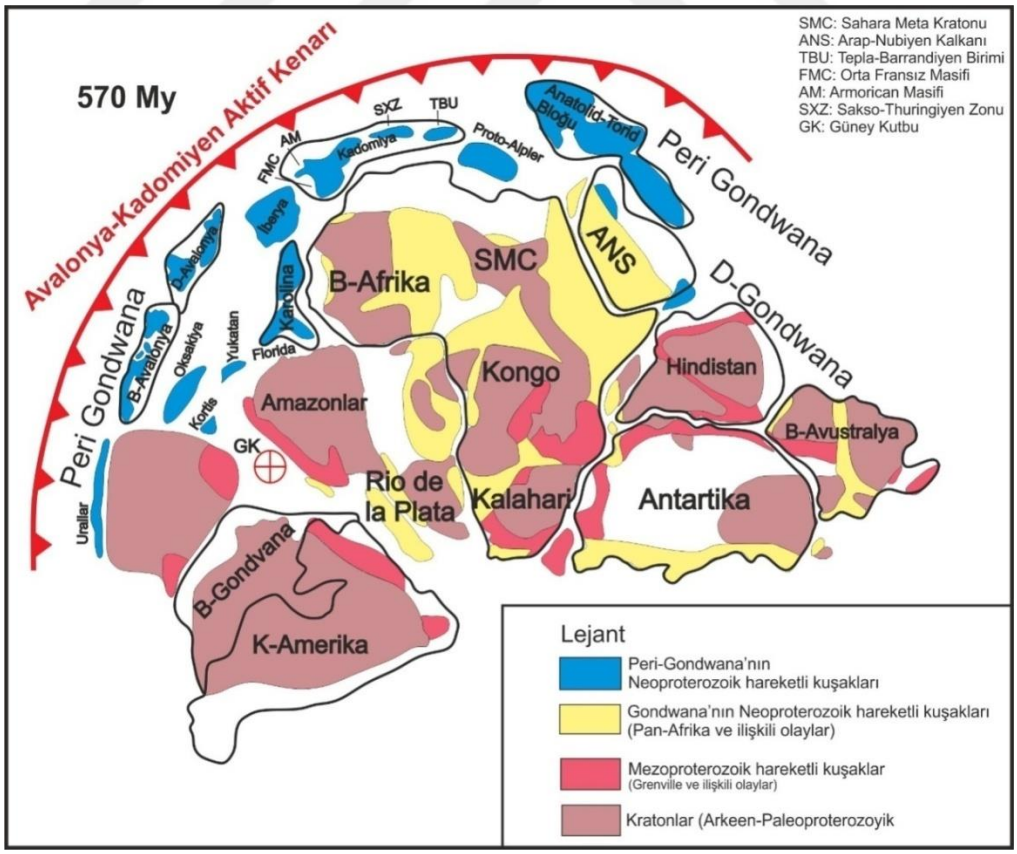
Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında, her ne kadar maruz kaldıkları metamorfizma koşulları farklılıklar sunsa da, Pütürge Metamorfik birimi ile deneştirilen Bitlis Metamorfik masifinde mavişist fasiyesi metamorfizmasının 79-74 My ve retrogresif yeşilşist fasiyesi metamorfizmasının ise 70-67 My arasında geliştiği ifade edilmiştir (Oberhansli ve ark., 2010, 2012). Görüldüğü üzere her iki metamorfik birim de benzer dönemlerde yitimle ilişkili metamorfizma süreçlerine maruz kalmışlardır.

### 6.4. Kadomiyen Orojenezi

Kadomiyen orojenezi Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya ve Türkiye üzerinden İran'a kadar uzanan bir kuşaktır (Şekil 6.2). Esas olarak,Neoproterozoyik (~750 My, Toniyen-Kriyojeniyen)-Erken Kambriyen(~540-530 My) döneminde Büyük Gondwana veya Pannotiya kıtasının kuzey kenarı boyunca gelişen aşınmış, başkalaşmış ve deforme olmuş magmatik yaylar ve yay arkası havzalarla karakterize edilmektedir (Murphy ve ark., 2002; Stern, 2008; Linnemann ve ark., 2008, 2014; Topuz ve ark., 2022).Bununla birlikte, Kadomiyen orojenezi ile ilgili faaliyetlerin Gondwana Büyük kıtasının Türkiye ve İran bölümünde ise daha kısa bir dönemi [(~600 My; Ediyakaran)-(~510 My; Erken-Orta Kambriyen)] kapsadığı da ifade edilmektedir (Ustaömer ve ark., 2009; Badr ve ark., 2013; Balaghi Einalou ve ark., 2014; Moghadam ve ark., 2015a, 2017; Rosetti ve ark., 2015).

Kadomiyen orojenezi ile ilgili birimler, Reyik (Rheic) ve Tetis okyanusal havzalarının açılması sırasında Gondwana'dan uzaklaşmış ve Kaledoniyen (Avalonya), Variskan ve Tetis ile ilgili orojenik olaylar sırasında Avrasya'nın güney kenarına ve Kuzey Amerika'nın doğusuna doğru birikmiştir. Bu nedenle, Kadomiyen orojenezine ait sonradan metamorfizmaya uğramış kıta parçalarını Avalonya, Variskan ve Tetis kuşakları boyunca görmek mümkündür (Topuz ve ark., 2022). Kadomiyen orojenezine ait kıta parçalarının Güney Avrupa ve Kuzey Amerika'nın doğusunun evrimine yönelik önemi iyi anlaşılmakla birlikte, Türkiye, İran ve komşu bölgelerin evrimindeki rolü daha az bilinmekle birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalarda birçok veri ortaya konmuştur. Türkiye ve İran anakarası, Tetis kuşağında yeralmakta olup eski okyanusal basenlerin kapanması sonucunda oluşan kenet kuşaklarını çevreleyen kıtasal bloklardan meydana gelmektedir (Bagheri ve Stampfli 2008; Şengör ve Yılmaz 1981; Alavi 1991; Okay ve Tüysüz, 1999; Ustaömer ve ark., 2009; Wilmsen ve ark., 2009 a,b; Okay ve Topuz, 2017). Söz konusu kıtasal blokların bir kısmı içerisinde Kadomiyen orojenezine ait tektono-magmatik/stratigrafik birimlerin olduğu bir çok çalışmada vurgulanmıştır (Ustaömer, 1999; Ustaömer ve ark., 2009; Yılmaz-Şahin ve ark., 2014; Beyarslan ve ark., 2016; Yılmaz ve ark., 2022; Moghadam ve ark., 2022; Moradi ve ark., 2022).

Kadomiyen orojenezine ait Geç Neoproterozoyik-Erken Paleozoyik yaşlı temel birimlerin Alplerden Türkiye'ye ve oradan da İran ve Hindistan'a kadar ulaştığı ileri sürülmektedir (Neubauer, 2002; Ustaömer ve ark. 2009). Bu kuşağın Avrupa'daki uzantısında İber Masifi'nde 590-510 My yaşlı Kadomiyen magmatik aktivitesi raporlanmıştır (Ochsner, 1993; Bandres ve ark., 2004). Alpin temel içinde yer alan Kadomiyen tektonik birimleri Helvetik, Penninik, Austro Alpin ve Güney Alpin tektonik birimleri içerisinde görülmektedir (Müller ve ark., 1995; Neubauer, 2002). Bu zondaki intrüzif kayaçların yaşları 520-570 My arasında değişiklik göstermektedir. Ayrıca, bu zonun kuzeyinde yer alan Erzgebirge'de Saksonya ve Bohemya Masifinde de sırasıyla 550 My, 555 My, 567 My ve 540-490 My magmatizma yaşları tarihlendirilmiştir (Kröner ve ark., 1995; Müller ve ark., 1995; Friedl ve ark., 2004; Linnemann ve ark., 2014). Güneyde Karpatlar-Balkanlar'da 567-563 My ve Sırbistan-Makedon Masifi'nde 545-568 My yaşlı magmatik sokulumlar tespit edilmiştir (Neubauer, 2002). Benzer şekilde, Polonya ve Çek Cumhuriyeti'nde de Kadomiyen orojenezi ile ilişkili 533 My, 540 My, 548 My yaşlı granitoyid sokulumlarının varlığı bilinmektedir (Zelazniewicz ve ark., 2004). Son yıllarda yapılan çalışmalarda Pelagoniyen Zonu'ndaki gnaysların sokulum yaşı 546 My olarak tarihlendirilmiştir (Andersen ve ark., 2007). Kadomiyen orojenezi ile ilişkili granitik kayalar, Gondwana kıtası kuzey kenarında güneye yitime bağlı olarak And-tipi aktif kıta kenarında oluşan kalk-alkalen bileşimli I-tipi magmatizmaya bağlı olarak oluşmuşlardır (Neubauer, 2002).




Şekil 6.2. Kadomiyen kuşağının Pan-Afrikan orojenezine göre konumunu gösteren paleocoğrafik rekonstrüksiyon (Linnemann ve ark., 2014 ve Topuz ve ark., 2021'den alınmıştır)

Kadomiyen orojenezi ile ilgili temel birimleri Türkiye'de bir çok bölgede yüzlekler sunmaktadır (Şekil 6.3, 6.4, 6.5, 6.7). Kuzeyde İstanbul Zonu içerisinde yer alan Bolu Masifi içerisinde Tüllükiriş ve Kapıkaya plütonları ile Çaşurtepe volkanikleri gözlenmektedir. Derinlik kayaçları genel olarak tonalit ve granodiyoritler ile temsil edilmektedirler. Bu kayaçlara ait tüm kayaç ve mineral kimyası analizleri, bu kayaçların kalk-alkalen magmadan türeyen volkanik yay granitleri olduklarını göstermiştir (Ustaömer, 1999). Kapıkaya plütonundan 565.3±1.9 My zirkon $^{238}U/^{206}Pb$ konkordiya ve Tüllükiriş plütonundan ise 576±6 My zirkon $^{207}Pb/^{206}Pb$ yaşı elde edilmiştir (Ustaömer ve ark., 2005). Bu verilere dayanarak yazarlar Bolu Masifinin Kadomiyen aktif kıta kenarını oluşturduğunu belirtmişlerdir. İstanbul Zonu içerisinde yer alan Karadere bölgesinde metagranitoyidlerde Pb-Pb ve U-Pb yöntemi ile zirkonlarda 590-560 My yaşlar elde edilerek, Geç Neoproterozoyik döneminde Gondwana kıta kenarındaki bir yay magmatizmasından bahsedilmektedir (Chen ve ark., 2002). İstanbul Zonunun batı kesiminde Armutlu Yarımadasında gözlenen Gemlik metagranitoyidinde 569.9±2.9 My ve 569.4±2.0 My zirkon U-Pb yaşları elde edilmiştir (Okay ve ark., 2008). Yazarlar, En geç Proterozoyik (~ 570 My) yaşlı granitoyidlerin, daha önce İstanbul Zonu'nun tabanında rapor edilenlerle benzer olduğunu ve Gondwana kıta kenarındaki yaygın Pan-Afrikan granitoyid plütonizmasının bir parçasını oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Armutlu Yarımadasında gözlenen Pamukova Metamorfiklerine ait metagranitoyid ve metagabro kayaçları zirkon U-Pb yöntemi ile tarihlendirilmiş ve sırasıyla 564±4.4 My ve 561±9.5 My konkordiya yaşları elde edilmiştir (Özbey ve ark., 2021). Sözü edilen mafik ve felsik kayaçların jeokimyasal özellikleri bakımından Kadomiyen döneminde yay-önü ortamda gelişmiş okyanusal kabuğa ait boninitik gabro ve bunlar içerisine yerleşen plajiyogranit intrüzyonundan ibaret oldukları ileri sürülmektedir (Özbey ve ark., 2021). Istranca Masifi içerisinde yer alan Vize, Çatalca, İhsaniye, Binkılıç ve Safaalan plütonları genel olarak monzogranit ve granodiyoritler ile temsil olmakla birlikte daha az oranda kuvarslı monzonit ve kuvarslı monzodiyoritler de görülmektedir (Yılmaz-Şahin ve ark., 2014; Natal'in ve ark., 2016; Yılmaz ve ark., 2022). Bu kayaçların değişik derecelerde metamorfizmaya maruz kaldıkları ve deformasyon geçirdikleri belirtilmiştir. Söz konusu kayaçların jeokimyasal açıdan kalk-alkalen magmadan türedikleri ve aktif kıta kenarında oluştukları ifade edilmiştir. Jeokronolojik çalışmalar sonucunda bu kayaçlardan 506.1±4.5 ile 548.7±2.3 My arasında değişen zirkon U-Pb konkordiya yaşları elde edilmiştir (Yılmaz-Şahin ve ark., 2014; Natal'in ve ark., 2016; Yılmaz ve ark., 2022). Bu verilere göre Istranca Masifinin temelinde Kadomiyen magmatizmasının ortaç ve felsik magmatizma ile karakterize olduğu yazarlarca belirtilmektedir. Sakarya Zonunda Biga Yarımadası'nda Jura öncesi yaşlı metamorfik kayalarda gerçekleştirilen çalışmalarda Kalabak Birliği'ne ait metasedimanter kayaların köken kayaçlarının maksimum çökelme yaşlarının 557±14 My ve 582±30 My aralığında olduğu, metasedimanter kayaçlarla ilksel ilişkili metabazik kayaçlardan elde edilen magmatik kristalizasyon yaşının ise zirkon U-Pb yöntemi ile 577±20 My olduğu ve bunun yanısıra, metasedimanter kayalar içerisinde tektonik dilimler halinde bulunan eklojitlerin köken kayaçlarının magmatik kristalizasyon yaşının ise zirkon U-Pb yöntemi ile 565±9

My olduğu rapor edilmiştir (Yiğitbaş ve Tunç, 2020).Yazarlar, bu tektonik birimlerin gelişiminin Geç Prekambriyen-Erken Paleozoyik döneminde Proto-Tetis okyanusuna ait litosferik levhanın güneye doğru Gondwana kıtasının altına dalması sırasında oluştuğunu ileri sürmüşlerdir.Sakarya Zonu'nun doğusunda Gümüşhane güneyinde Pulur Masifinin tabanında yer alan Kurtoğlu Metamorfikleri içerisinde Kadomiyen temele ait kırıntılı zirkon yaşları Dokuz ve ark. (2022) tarafından rapor edilmiştir. Masifin alt tektonik diliminde yer alan metasedimanter kayaçlarda Neo-arkeen (2073 My)'den Geç Neo-proterozoyik'e kadar değişen kırıntılı zirkon yaşları elde edilmiş, ana popülasyonu 610 ile 553 My arasında olmak koşuluyla 592 My'da bir zirve göstermesi, Sakarya Zonu'nun temelinin Kadomiyen orojenezi sırasında yay-gerisi bir havzada evrildiğini işaret etmektedir (Dokuz ve ark., 2022).

Anatolid-Torid Bloğunda Sandıklı (Afyon), Batı Toroslar ve Menderes Masifi'nde Kadomiyen orojenezine ait kayaçlar gözlenmiştir (Şekil 6.3, 6.4) (Kröner ve Şengör, 1990; Hetzel ve Reishmann, 1996; Gürsu ve ark., 2004; Gürsu ve Göncüoğlu, 2006; Abbo ve ark., 2015).Batı Toroslarda düşük dereceli metamorfikler içerisine sokulum yapan felsik magmatik kayaçlar Sandıklı (Afyon) bölgesinde yüzeylemeler sunmaktadır. Milonitik granitlere ait iki örnekte 543 ±7 My ile 1924 ±4 My arasında ve 543 ±7 My ile 2448 ±3 My arasında zirkon U-Pb yöntemi yaşlar elde edilmiştir (Kröner ve Şengör, 1990). Yazarlar, her iki örnekteki 543 My yaşları için granitlerin kristallenme yaşı, daha eski yaşların ise granitlerin türediği kabuksal kaynakların veya granitin kabuk içerisinde yükselimi sırasında içinden geçtiği yan kayaçlardan gelen ksenokristallerin yaşı değerlendirmesini yapmışlardır. Aynı bölgede yapılan çalışmalarda Gürsu ve ark. (2004) bu kayaçları meta-kuvars porfir olarak adlandırmakta ve bunları jeokimyasal olarak post orojenik ve I tipi granitler olarak tanımlamaktadır. Sözü edilen meta-kuvars porfirler de benzer şekilde tek zirkon buharlaştırma yöntemiyle 541.3±10.9 My yaşı elde edilmiştir (Gürsu ve Göncüoğlu, 2006). Yapılan değerlendirmelerde, Toros birimlerinin Erken Kambriyen felsik-mafik kayalarının Gondwana'nın kuzey kenarı boyunca, güneye doğru dalan okyanusal litosferin üzerindeki yay-ardı havzasında geliştiğini ve Gondvana kıtasının ayrılmasıyla sonuçlanan ilk riftleşmeyi temsil edebileceğini ifade etmişlerdir (Gürsu ve ve ark., 2004; Gürsu ve Göncüoğlu, 2005, 2006).Batı Toroslarda Isparta Açısının kuzeyinde Karacahisar bölgesinde gözlenen Neoproterozoyik sedimanlarında en genç populasyon yaşı zirkon U-Pb yöntemi ile 583±5 My ve temel kayaçları (Bozburun şistleri) içerisinde gözlenen dayklarda 544±4 My zirkon U-Pb kristallenme yaşı elde edilmiştir (Abbo ve ark., 2015). Karacahisar bölgesindeki temel kayaçların Toroslar, Menderes Masifi ve İran'daki Kadomiyen birimlerine benzerlik sunduğu yazarlarca ifade edilmiştir. Menderes Metamorfik Masifi içerisinde gözlenen asidik magmatizma başlıca (a) Pan-Afrikan (Geç Proterozoyik-Kambriyen), (b) Triyas ve (c) Tersiyer olmak üzere üç farklı dönemde görülmektedir (Koralay ve ark., 2011). Pan-Afrikan magmatizmaya yönelik olarak gerçekleştirilen jeokronolojik çalışmalar kuzeyden güneye doğru Demirci-Gördes, Ödemiş-Kiraz ve Çine alt masiflerinde yoğunlaşmaktadır. Demirci-Gördes alt masifinde gözlü gnayslarda elde edilen 541.4±2.5 My (Simav), 537±2.4 My (Demirci) ve 544.1±4.3 My (Demirköprü) zirkon U-Pb yaşları, köken

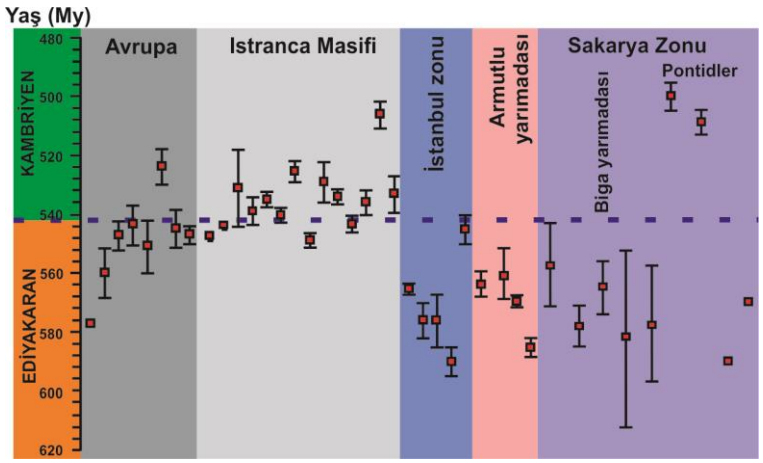
kayaçların intrüzyon yaşı olarak yorumlanmıştır (Dannat (1997). Bunun yanısıra, Dora ve ark. (2001) para-gnayslar içerisine intrüzyon yapan orto-gnayslarda 549.7±7.6 My (Kula) zirkon U-Pb yaşı elde etmiş ve bunu köken kayacın intrüzyon yaşı olarak değerlendirmiştir. Ödemiş-Kiraz alt masifinde gözlü gnayslarda elde edilen 528±4.3 My (Kuyucak), 528.1±1.6 My (Buldan) ve 538.1±1.6 My (Kiraz) zirkon U-Pb yaşları, benzer şekilde köken kayaçların (granit) intrüzyon yaşı olarak yorumlanmıştır (Dannat (1997). Alaşehir (Manisa) güneyinde gözlü gnayslardan 561.5±0.8 My ve 570.5±2.2 My zirkon U-Pb yaşları rapor edilmiştir (Koralay, 2001; Koralay ve ark., 2004). Çine alt masifinde gnayslardan elde edilen 546±1.6 My-546.4±0.8 My (Selimiye kuzeyi-Muğla) zirkon U-Pb yaşları elde edilerek köken kayaçların (granit) intrüzyon yaşı olarak yorumlanmıştır (Hetzel ve Reischmann, 1996). Selimiye (Muğla) güneyindeki gnayslardan 521±8 My ve 572±7 My zirkon U-Pb yaşları alınmış ve köken kayacının intrüzyon yaşı olarak değerlendirilmiştir (Loos ve Reischmann, 1999). Çine (Aydın) güneydoğusunda Gessner ve ark. (2001) orto-gnayslar içerisine intrüzyon yapan meta-granitlerden 547.2±1.0 My zirkon Pb-Pb kristalenme yaşı elde etmişlerdir. Daha sonraki yıllarda aynı bölgede 566±9 My ve 541±14 My zirkon U-Pb yaşları rapor edilmiştir (Gessner ve ark., 2004). Dora ve ark. (2005) Yatağan kuzeyinde 549±26 My ve 545.6±2.7 My zirkon Pb-Pb buharlaştırma metodu ile benzer yaşlar elde etmişlerdir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bitlis Masifinde Kadomiyen yay magmatizması ve sedimantasyonunun varlığı yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Şekil 6.5) (Ustaömer ve ark., 2009, 2012). Mutki (Bitlis) bölgesinde granitik plüton ve ilişkili granitik dayk kayaçlarında zirkon U-Pb yöntemi ile sırasıyla 545.5±6.1 My ve 531.4±3.6 My kristallenme yaşları elde edilmiştir (Ustaömer ve ark., 2009). Mutki bölgesindeki kayaçların metalüminus-peralüminus, kalkalkalen bir magmadan itibaren volkanik yay ortamında oluştukları yazarlarca ifade edilmiştir. Bir başka çalışma ile Bitlis Masifinde Pre-Devoniyen yaşlı gnays-amfibolit kayaçları içerisine intrüzyon yapan Doğruyol metagranitlerinde 572±4.8 My zirkon U-Pb kristallenme yaşı elde edilmiştir (Ustaömer ve ark., 2012). Ayrıca, paragnays yan kayaçlarından elde edilen Neo-proterozoyik yaşlar (992-627 My) ile paragnaysların sedimanter köken kayaçlarının 627 ile 572 My arasında depolandıkları ileri sürülmüştür. Her iki çalışmada da magmatik kayaçlar ve içerisine sokulum yaptıkları yan kayaçların Gondwana kıtasının kuzey ucunda (KD Afrika) yer alıp Kadomiyen magmatizması sırasında aktif kıta kenarını oluşturdukları ileri sürülmektedir (Ustaömer ve ark., 2009, 2012). Pütürge Metamorfiklerine ait gözlü gnayslarda iki örnekte551±5 My ile 544±4 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları gözlenmiş ve jeokimyasal açıdan yitimle ilişkili bir ortamda oluştukları ifade edilmiştir (Beyarslan ve ark., 2016). Bunun yanısıra, Arap platformunun kuzey ucunda Derik (Mardin) bölgesinde yitimle ilişkili ortaç magmatik kayaçlarda (andezit) 581.4±3.5 559.2±3.2 My ve felsik magmatik kayaçlarda (riyolit) 569.6±1.6 My, 571.6±1.9 My ve 575.4±4.3 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları elde edilmiştir (Gürsu ve ark., 2015). Her iki çalışmada da sözü edilen kayaçların aktif kıta kenarında volkanik yay ortamında oluştukları ifade edilmiştir. Dolayısıyla, hem Pütürge Metamorfikleri hem de Derik bölgesi volkanik kayaçları Gondwana

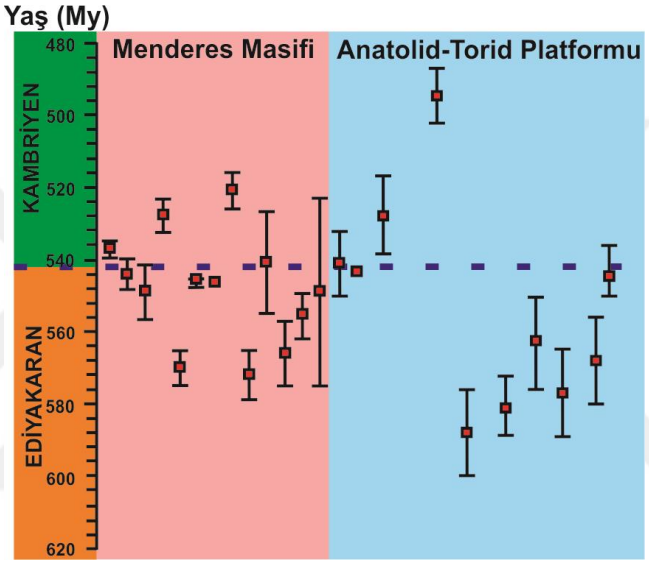
kıtasının kuzey kenarında Kadomiyen yay magmatizmasından etkilenmişlerdir (Beyarslan ve ark., 2016; Gürsu ve ark., 2015).

Kadomiyen orojenezine ait temel kayaları İran'da Bitlis-Zagros Kenet Zonu devamında güneydoğuya doğru Sanandaj-Sirjan kuşağında, kuzey İran'dan itibaren Küçük Kafkaslara doğru uzanan bir zonda ve Orta Iran bloğunda gözlenmektedir (Şekil 6.6) (Sepidbar ve ark., 2023). Temel kayaları genel olarak mafik-felsik magmatik kayaçlar ile bunların metamorfik eşdeğerleri ve bunlarla ilişkili sedimanter kayaçları içermektedir. Ana Kadomiyen temel yüzeylenmeleri literatürde birçok çalışmada sunulmaktadır. Batıda Golpayegan ve Azna-Dorud bölgelerinde granitli gnays, metagranit ve ortognays ile temsil edilen kayaçlarda sırasıyla 596 My-578 My ve 525 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları elde edilmiştir (Hassanzadeh ve ark., 2008; Shabanian ve ark., 2018).Kuzeybatıda Khoy-Salmas, Zanjan-Takab ve Soursat bölgelerinde granitik-diyoritik gnays, granitoyid, syenogranit, gözlü gnays ve migmatit ile temsil edilen kayaçlarda sırasıyla 599-537 My, 568-505 Myve 543-537 My zirkon U-Pb kristallenme yaşlarıelde edilmiştir (Azizi ve ark., 2011; Badr ve ark., 2013). İran kuzeydoğusunda Torud, Biarjmand, Taknar, Kariznou ve Birjand bölgelerinde gözlenen granitoyid, gabro, diyorit, riyolit, tüf, granitik gnays ve fillit kayaçlarında sırasıyla 561-522 My, 550-530 My, 556-531 My, 564-537 My ve 575-535 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları elde edilmiştir (Moghadam ve ark., 2015; Sepidbar ve ark., 2023). Kuzeyde Lahijan bölgesinde granit ve alkali granit kayaçlarında 572-552 Myzirkon U-Pb kristallenme yaşları (Hassanzadeh ve ark., 2008; Sepidbar ve ark., 2020), Orta İran bloğunda Saghand-Baft ve güneydoğuda Zarand ve Sirjan bölgelerinde granit, gabro, alkali granit, granodiyorit, riyolit, dasit kayaçlarında sırasıyla 575-525 My, 543-535 My ve 550 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları elde edilmiştir (Hassanzadeh ve ark., 2008; Rosetti ve ark., 2015; Ghazi ve ark., 2020; Sepidbar ve ark., 2020). İran'daki zirkon U-Pb magmatik kristallenme yaşları, Kadomiyen magmatizmasının genel olarak ~600-500 My arasında gerçekleştiğini ve bu verilerin kırıntılı zirkon verileri ile de uyum içinde olduğu yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir (Abbo ve ark., 2015; Avigad ve ark., 2015). Yukarıda da görüldüğü üzere, İran'da yüzeylemeler sunan Kadomiyen yayına ilişkin kabuksal kayalar oldukça heterojen bir yapıda olup farklı litolojik ve jeokimyasal özellikler segilemektedirler (Moghadam ve ark., 2021). Genellikle felsik plütonik kayaçlar gözlenmekte ve daha az oranda asidik volkaniklerden söz edilmektedir. Mafik magmatik kayaçların oldukça seyrek olduğu görülmektedir.İran''daki Kadomiyen felsik magmatik kayalarının çoğu volkanik yay graniti jeokimyasal özelliği sunmaktadırlar. Bunun yanında plaka içi granitler de az oranda görülmektedir (Badr ve ark., 2013; Balaghi ve ark., 2014; Rossetti ve ark., 2015). Bu kayaçlardaki Zirkon Hf izotop ve tüm kayaç Nd izotop bileşimleri bu kayaçları oluşturan magmaların, Prototetis okyanusunun Gondwana kıtasının altına dalması sırasında eski kıtasal kabuğun (Paleoproterozoyik-Arkeen) kısmi erimesi ile veya genç mantodan türeyen eriyikler ile eski kıtasal kabuğun karışımıyla oluştuğu ifade edilmektedir (Abbo ve ark., 2015; Moghadam ve ark., 2015, 2017).

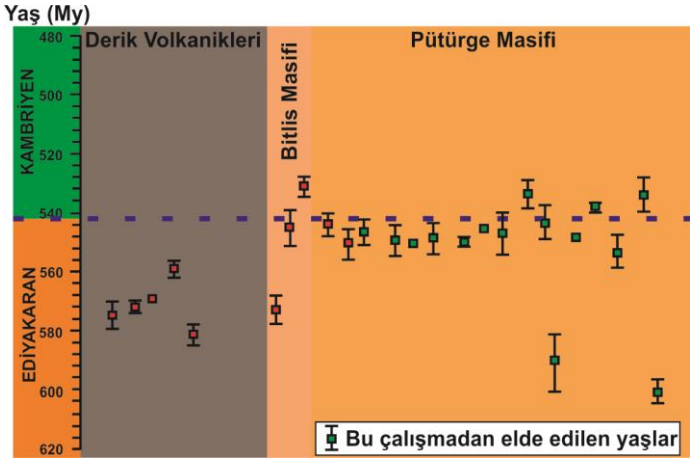
Alkali özellik sunan felsik (granit/riyolit) ve mafik kayaların ise yitim zonu üzerindeki levhanın riftleşme ve yay-gerisi havza gelişimine bağlı olarak oluştukları ileri sürülmektedir (Sepidbar ve ark., 2020).



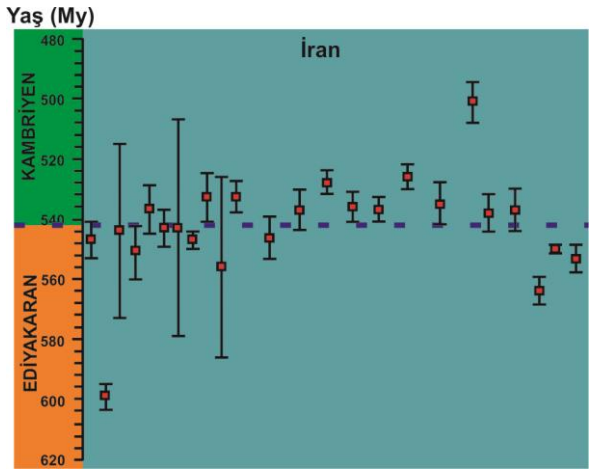

Şekil 6.3. Türkiye ve Avupada'ki Kadomiyen dönemine ait yaş verilerinin korelasyonu (Refeanslar metin içerisindedir)



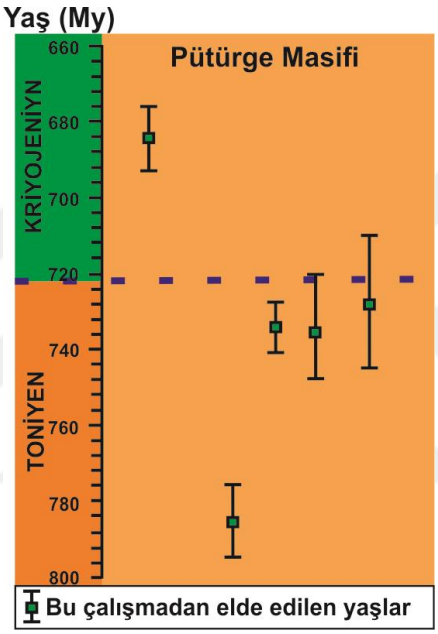

Şekil 6.4. Menderes masifi ve Anatolid-Torid platformunda'ki Kadomiyen dönemine ait yaş verilerinin korelasyonu (Refeanslar metin içerisindedir)




Şekil 6.5. Derik volkanikleri, Bitlis ve Pütürge Metamorfiklerine ait birimlerden elde edilen Kadomiyen dönemine ait yaş verilerinin korelasyonu (Gürsu ve ark., 2015; Ustaömer ve ark., 2009; Beyarslan ve ark., 2016)




Şekil 6.6. İran'a ait birimlerden elde edilen Kadomiyen dönemine ait yaşlar (Referanslar metin içerisindedir)




Şekil 6.7. Pütürge Metamorfiklerine ait birimlerden elde edilen Kriyojeniyen-Toniyen dönemlerine ait yaşlar

### 6.5. Pütürge Metamorfikleri ve Maden Kompleksine Ait Birimlerdeki Şistozite ve Eklem Yapılarına Ait Ölçüm Verilerinin Yorumlanması

Erdem (1994) tarafından Pütürge Metamorfiklerindeki düzlemsel yapılarda ölçümler yapılmış, ölçümlerin gül ve kontur diyagramlarında değerlendirilmesi neticesinde, Pütürge Metamorfiklerinin en az iki deformasyon sürecine maruz kaldığını, ikinci deformasyonun birinci süreçteki izleri kısmen sildiğini ifade etmiştir. Ayrıca bu sıkışma kuvvetlerinden birinin yaklaşık KKB-GGD doğrultulu, diğerinin KKD-GGB doğrultulu olduğunu belirtmiştir (Erdem, 1994).

Arazi çalışması sırasında Pütürge Metamorfiklerinde ve Maden Kompleksine ait kayaçlarda gözlemlediğimiz şistozite ve eklem yapılarına ait ölçümler yapılmıştır. Biyotit şistlerin K53D/29KB, muskovit şistlerin K71D/18KB, gnays ve amfibol şistlerin K66D/33KB, kalkşistlerin K37B/29GB, kuvars şistlerin ise K61D/20KB'ya eğimli oldukları belirlenmiştir. Kuvarsit birimlerinde eklem yapıları ölçülmüş ve bu ölçümler gül diyagramına aktarılmıştır. Gül diyagramı

incelendiğinde eklem yapıları iki farklı doğrultuda yoğunluk kazanmış olup bu doğrultular K65D/G65B ve K25B/G25D dur. Elde ettiğimiz bu iki doğrultunun arasındaki açının açıortayı alınmış ve K20D/G20B doğrultusu elde edilmiştir. Bu doğrultu aynı zamanda eklemin oluşmasına sebep olan maksimum sıkışma yönünün doğrultusudur. Mermerlerde gözlemlenen eklemlerin ölçümleri yapılmış ve gül diyagramında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda eklem yapıları iki farklı doğrultuda yoğunluk kazanmış olup, bu doğrultular K35D/G35B ve K35B/G35D' dur. Elde ettiğimiz bu iki doğrultu arasındaki açının açıortayı alınmış ve K-G doğrultusu elde edilmiştir. K-G doğrultusu aynı zamanda eklemin gelişmesine sebep olan maksimum sıkışma yönünün de doğrultusudur. Maden Kompleksine ait birimlerde şistozite ölçümleri yapılmış olup, nokta ve kontur diyagramları hazırlanmıştır. Diyagramlar incelendiğinde metaçamurtaşı ve metakumtaşlarının K33B/26KD konumlu oldukları tespit edilmiştir.

Pütürge Metamorfiklerine ait birimlerde ölçülen düzlemsel yapılardan elde edilen veriler genel olarak kuzey-doğu (KD) doğrultu ve değişik derecelerde kuzey-batıya (KB) eğimlidirler. Sadece bir birimde (kalkşistler) kuzey-batı (KB) doğrultusu ve güney-batıya eğimler gözlenmektedir. Ayrıca eklem düzlemlerinden elde edilen veriler K-KD ana sıkışma yönünü işaret etmektedir. Bu yapısal unsurlar topluca değerlendirildiğinde; Pütürge Metamorfiklerinin yaklaşık kuzey-güney (K-G) yönlü sıkışmaya bağlı olarak deformasyona uğradığı söylenebilir. Böylece Neotetis okyanusal baseninin kuzeye yitimine bağlı olarak pasif kıta kenarı özelliğindeki Pütürge kıtasal bloğunun yaklaşık olarak K-G yönlü bir deformasyona maruz kaldığı sonucuna varılmaktadır.

### 6.6. Pütürge Metamorfiklerinin Metamorfizma Koşulları ve Tektonik Önemi

Pütürge Metamorfiklerinde bölgesel metamorfizmanın Barroviyen zonunu temsil eden indeks mineraller (klorit, biyotit, granat, stavrolit, disten, sillimanit) yaygın bir şekilde gözlemlenmiştir. Gerek mineral kimyası sonuçları gerekse petrografik incelemelerde hornblend minerallerinin aktinolit ve tremolite, feldispatların kaolene, biyotit ve granat minerallerinin kenar kısımları boyunca klorite dönüşümü gözlenmektedir. Bu gözlemler Pütürge Metamorfiklerinin ilerleyen bir metamorfizma sonucunda gerileyen bir metamofizmaya maruz kaldığını desteklemektedir. Basınç-sıcaklık hesaplamaları için Domino-Theriak programı kullanılarak; PM-70 (amfibolit) örneğinde550±5$^{O}$C/5.75±0.25 kbar,PM-158 (metagranit) örneğinde 610±30$^{O}$C/6.95±1.15kbar,PM-238 (disten-granat-stavrolit kuvars şist) örneğinde 705±10$^{O}$C/6.75±1kbar,PM-241 (granat-stavrolit kuvars şist) örneğinde 535±7$^{O}$C/3.38±0.38 kbar,PM-242 (disten-granat-stavrolit kuvars şist) örneğinde 708±2$^{O}$C/5±0.2 kbar ve PM-303 (sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist) örneğinde 712±32 $^{O}$C/7.2±1.1 kbar ve 545±45 $^{O}$C/3.55±1.45kbar metamorfizma koşulları elde edilmiştir. Elde edilen sıcaklık-basınç koşulları değerlendirildiğinde; Pütürge Metamorfikleri ilmenit-granat-(plajiyoklas+feldispat)-biyotit-rutil-kuvars-sillimanit-$H_2O$ parajenezi ile tanımlanan Barroviyen fasiyes serilerinin "üst amfibolit fasiyesi" koşullarında ilerleyen bir metamorfizmaya (749.65±3.85$^{O}$C/7.4±0.04 kbar) ve

ilmenit+granat+plajiyoklas+biyotit+muskovit+klorit+kuvars+$H_2O$ parajenezi ile tanımlanan "yeşil şist fasiyesi" koşullarında ise gerileyen bir metamorfizmaya (545±45$^{O}$C/3.55±1.45 kbar) maruz kaldığı görülmektedir. Elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde; Pütürge Metamorfik biriminin Geç Kretase döneminde kıtasal kabuğun Yüksekova ensimatik ada yayı (yitim zonu üstü ofiyolitlerini de kapsayan) ile çarpışmasına bağlı derin gömülme etkisi ile üst amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya maruz kaldığı söylenebilir.

Britanya ve İrlanda'da gözlenen Kaledoniyen Orojeni, Kuzey Amerika'nın doğusundaki Appalaş Orojeni ile İskandinavya ve Doğu Grönland'ın Kaledonidleri arasında kilit bir konuma sahiptir. Bunlar dünyada en yoğun şekilde incelenen orojenik kuşaklardan biri olup bindirme tektoniği (örn. Peach ve ark., 1907), bölgesel metamorfizma (örn. Barrow, 1893) ve granitik magmaların kökeni ve yerleşimi (örn. Read, 1957) konularının çalışılması açısından doğal laboratuvar olarak kabul edilirler (Chew ve Strachan, 2014). Kaledoniyen orojenezi, Laurentiya ve Baltık kıtaları ile Avalonya mikro kıtasının çarpışması sonucu Iapetus Okyanusu'nun kapanması nedeniyle meydana gelmiştir (McKerrow ve ark., 2000; Chew ve Strachan, 2014).İskoç-İrlanda Kaledoniyen Orojeninde üç ana tektonik evre tanımlanmıştır. Bunlar; Grampiyen Orojenezi olarak adlandırılan Erken-Orta Ordovisiyen (475-465 My) evresi, Skandiyan Orojenezi olarak adlandırılan ve İskoçya'nın Kuzey Dağlık bölgesi ile sınırlı olan Silüriyen (435-425 My) evresive Akadiyen Orojenezi olarak adlandırılan Erken Devoniyen (395 My) evresidir.

Grampiyen Orojenezi, en Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen sırasında Laurentiya kıta kenarının bir okyanusal ada yayı ve ilişkili yitim zonu üsütü ofiyolitleri ile çarpışmasından kaynaklanmıştır. Grampiyen tektonik birimlerinin büyük bir kısmı, Laurentiyen kıtasının deforme olmuş örtü birimlerini temsil eden Dalradian süpergrup kayalarından oluşmaktadır (Chew ve Strachan, 2014).İskoçya'daki Dalradian mostraları, bölgesel metamorfizmanın incelenmesi için klasik alanlardan biridir. İskoçya'nın Güneydoğu Dağlık Bölgesi'nde çalışan Barrow (1893), pelitik kayalardaki farklı mineral topluluklarının farklı metamorfizma koşullarını yansıttığını gösteren ilk çalışmayı gerçekleştirmiştir.

Tez kapsamında çalışılan Pütürge Metamorfiklerinin, yukarıda özetlenen Barroviyen metamorfizmasının tip alanında gözlenen mineral fasiyeslerini içerdiği ve kıta kenarı-yitim zonu üstü ofiyolitlerini de içeren okyanusal yay çarpışmasına bağlı derin gömülme sonucu benzer bir metamorfik evrime sahip olduğunu desteklemektedir.

### 6.7. Pütürge Metamorfiklerinin BölgeJeodinamiği İçerisindeki Yeri

Saha çalışmalarını takiben gerçekleştirilen jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar, Pütürge Metamorfiklerinin evriminde Kadomiyen orojenezi ve Alpin orojenezinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Yukarıdaki bölümlerde, Gondwana kıtasının Bitlis Metamorfikleri ile birlikte kuzey kenarını oluşturan Pütürge Metamorfiklerine ait kıtasal birimlerin Kadomiyen orojenezi sırasındaki evrimleri zamansal ve mekânsal açıdan irdelenerek tartışılmıştır. Pütürge

Metamorfiklerinin Alpin orojenezi sırasında geçirdiği evrim, Bitlis Metamorfikleri ile birlikte aşağıda ele alınarak incelenecektir.

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı boyunca gözlenen Geç Kretase yaşlı ofiyolitik birimler Bitlis-Pütürge Metamorfiklerinin kuzeyinde ve güneyinde olmak üzere iki kuşak halinde yüzeylemeler sunmaktadırlar. Kuzey kuşakta yer alan ofiyolitler Anatolid-Torid platformu ile Bitlis-Pütürge Metamorfikleri arasında yer almaktadır. Ofiyolitler, Toros karbonat platformu tarafından tektonik olarak üzerlenmekte olup Geç Kretase'de And-tipi kıta kenarı gelişimine bağlı olarak I-tipi kalkalkalen volkanik yay granitoyidleri [(Baskil (Elazığ) ve Esence (Göksun, Kahramanmaraş)] tarafından kesilmişlerdir (Parlak, 2006; Rızaoğlu ve ark., 2009; Karaoğlan ve ark., 2016). Kuzey kuşakta yer alan ofiyolitler Göksun (Kahramanmaraş), İspendere (Malatya)ve Kömürhan-Guleman (Elazığ) ofiyolitleri ile temsil edilmektedirler (Parlak ve ark., 2004, 2009, 2013; Rızaoğlu ve ark., 2006). Kuzey kuşakta yer alan ofiyolitlerin üzerinde bir yay volkanizması gelişmiş olup, bazik ve asidik (bazalt-bazaltik andezit-andezit-dasit-riyolit) magma ürünü kayaçlar ofiyolitik istifin volkanik kaya grubunu oluşturmaktadır (Parlak ve ark., 2004; Rızaoğluve ark., 2006). Bu volkanik kayaçlar Yüksekova ensimatik yayı ile benzerlik sunmaktadırlar. Kuzey kuşak ofiyolitleri tektonik olarak Alt-Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadırlar (Perinçek ve Kozlu, 1984; Parlak ve ark.,2009). Kuzey kuşak içerisinde yüzeyleyen Berit (Kahramanmaraş) metaofiyoliti ise Erken Eosen (50-52 My)'de granülit fasiyesinde yüksek sıcaklık-yüksek basınç (YS/YB) metamorfizmasına uğramış ve sonrasında Toros karbonat platformu ile birlikte Erken-Orta Eosen döneminde Maden yay-gerisi baseninin açılması sırasında Doğanşehir (Malatya) granitoyidi tarafından kesilmiştir (Karaoğlan ve ark., 2013, 2016).Güney kuşakta yer alan ofiyolitler Bitlis-Pütürge Metamorfikleri ile Arap platformu arasında yer almaktadır. Ofiyolitler, Arap platformu üzerine Geç Kretase'de yerleşmiş olup Kızıldağ (Hatay), Koçali (Adıyaman), Amanos (Osmaniye) Meydan (Kahramanmaraş), Baer-Bassit (Suriye) ve Troodos (Güney Kıbrıs) ofiyolitlerini kapsamaktadır. Her iki kuşakta yer alan ofiyolitlerin Geç Kretase'de okyanus içi yitim zonu üzerinde (supra-subduction zone/SSZ) oluştukları bir çok çalışmada ifade edilmiştir (Bağcı ve ark., 2005,2008; Nurlu ve ark., 2016; Parlak ve ark., 2004, 2009, 2013; Rızaoğlu ve ark.,2006; Karaoğlan ve ark., 2012, 2013).

Kuzey ve güney kuşakta geniş alanlarda yüzeylemeler sunan ofiyolitlerin petrolojik ve jeokronolojik özellikleri ile tektonik ilişkileri (Anatolid-Torid platformu, Bitlis-Pütürge Metamorfikleri ve Arap platformu), bunların iki farklı okyanusal basende geliştiklerine yönelik güçlü kanıtlar sunmaktadırlar. Robertson ve ark. (2012, 2013) Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağındaki ofiyolitlerin Geç Kretase'de "Berit okyanusu" ve "Güney Neotetis okyanusu" olmak üzere iki farklı okyanusal basende oluştuklarını ileri sürmüşlerdir. Berit okyanusunun Anatolid-Torid platformu ile Bitlis-Pütürge Metamorfikleri arasında gelişim gösterdiği ve Paleosen-Erken Eosen döneminde Toros platformu ile Bitlis-Pütürge Metamorfiklerinin çarpışması sonucu tamamen kapandığı (Robertson ve ark., 2012, 2013) ve Güney Neotetis okyanusal baseninin ise

Oligo-Miyosen dönemindeToros platformu ile Arap platformunun çarpışması ile kapandığı ileri sürülmektedir(Okay ve ark., 2010; Karaoğlan ve ark., 2016).

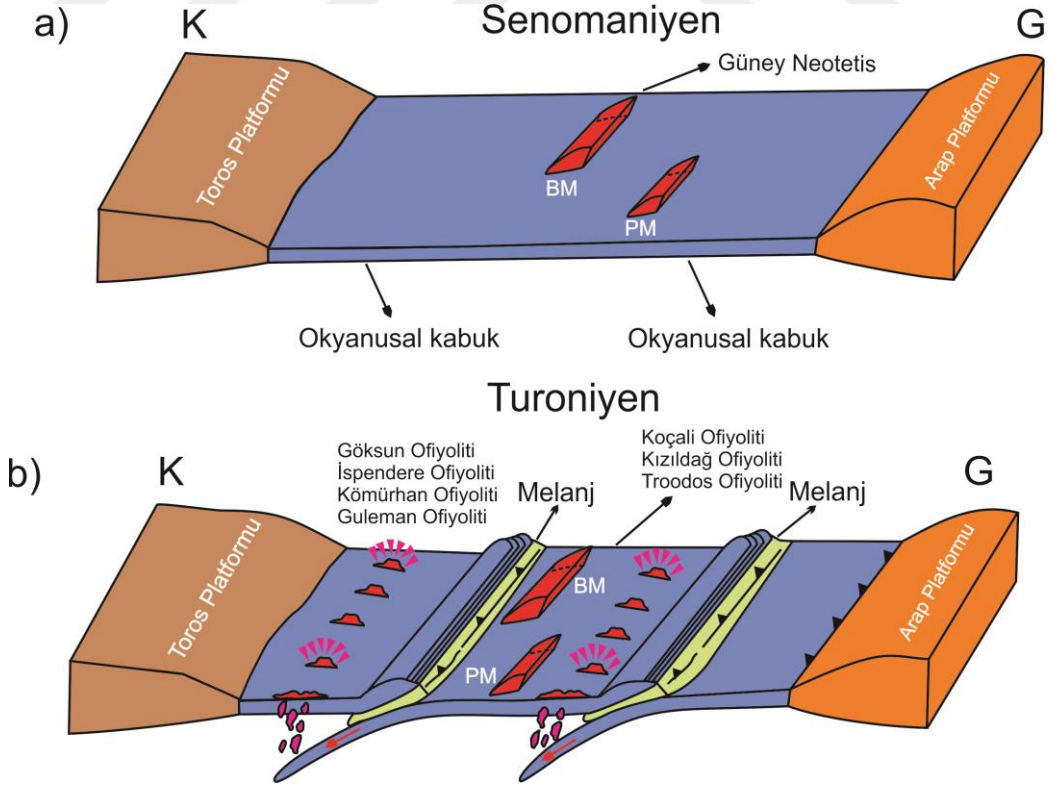
Benzer şekilde, Çetinkaplan ve ark. (2016) yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfizması ile karakterize edilen Bitlis Masifinin güneyde Arap platformu ile kuzeyde Anatolid-Torid platformu arasında ortaç bir konuma sahip olduğunu ve Güney Neotetis okyanusal basenini ikiye ayırdığını ileri sürmüşlerdir. Bitlis Masifinde gelişen YB-DS metamorfizmasının da kuzeydeki okyanusun kapanması sırasında Bitlis kıtasal bloğunun yitime bağlı olarak Anatolid-Torid platformunun güney kenarı boyunca gömülmesi ile meydana geldiğini belirtmişlerdir. Batıda gözlenen Alanya Masifinin de Bitlis Masifine benzer şekilde Torosların güneyinde kıtasal bir blok olarak yer aldığı ve kuzeyde olduğu düşünülen bir okyanusal basen [Güzelsu okyanusu; Robertson ve ark. (1991) veya Alanya okyanusu; Robertson ve Ustaömer (2011), Robertson ve ark. (2013)] ile Anatolid-Torid platformundan ayrıldığı ileri sürülmektedir (Özgül, 1983; Okay ve Özgül, 1984; Okay, 1989; Robertson, 2000; Robertson ve ark., 1991, 2013; Garfunkel, 2004; Çetinkaplan ve ark., 2009, 2016). Dolayısıyla, Anatolid-Torid platformunun güneyinde benzer metamorfik evrime sahip bu iki masifin tek bir kıtasal blok veya küçük kıtasal bloklar halinde deneştirilmesi fikri benimsenmiştir (Çetinkaplan ve ark., 2009, 2016). Sonuç olarak, Alanya ve Bitlis Metamorfik masiflerinin "Alanya-Bitlis Mikrokıtasının"batı ve doğu uzantılarını temsil ettiği ve büyük ihtimalle de Erken Jura döneminde Anatolid-Torid platformundan ayrıldıkları yazarlarca ileri sürülmüştür. Alanya-Bitlis Mikrokıtasının kuzeyinde yer alan okyanusal basen "Alanya-Bitlis Okyanusu" olarak tanımlanmış ve daha güneydeki Güney Neotetis okyanusundan ayrılmıştır (Çetinkaplan ve ark., 2016).

Bitlis-Pütürge Metamorfik birimleri ile bölgedeki ofiyolitler üzerine gerçekleştirilen saha gözlemleri ve laboratuvar çalışmaları ile elde edilen petrolojik ve jeokronolojik veriler bir arada düşünüldüğünde, Geç Kretase dönemine ait bir jeodinamik model aşağıda önerilmektedir.

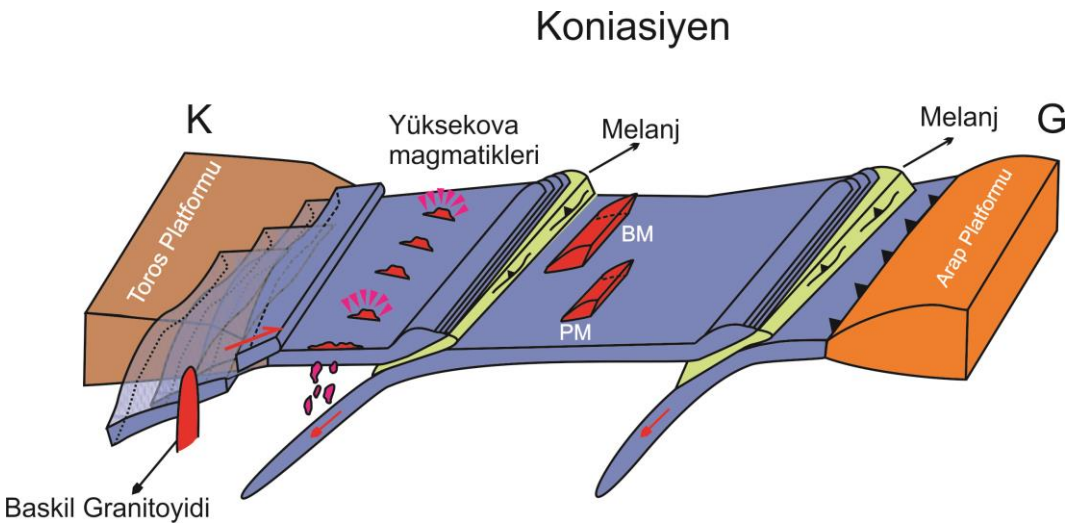
Güney Neotetis okyanusu veya Berit okyanusunda okyanus içi yitimin başlamasına yönelik doğrudan bir veri olmamakla birlikte, her iki okyanusal basende yitim zonu üstü ofiyolitlerin oluşumuna yönelik bir çok jeokronolojik veri bulunmaktadır. Berit okyanusundan türeyen Kömürhan (87.2±3.1 My), İspendere (84.5±3.9 My) ve Göksun (88-84 My) ofiyolitlerine ait kabuksal kayaçlardan benzer zirkon U-Pb kristallenme yaşlarıelde edilmiştir (Karaoğlan ve ark., 2012; Şimşek, 2018).Güney Neotetis okyanusundan türeyen Kızıldağ (Hatay) ve Trodoos ofiyolitlerine ait kabuksal kayaçlardan ise 93-94 My zirkon U-Pb kristallenme yaşları elde edilmiştir (Morag ve ark., 2020; Şimşek ve ark., 2023).

Senomaniyen döneminde Bitlis-Pütürge kıtasal birimlerinin bağımsız birer mikro kıta halinde olduğu düşünülmektedir (Şekil 6.8 a). Türoniyen-Koniasiyen döneminde biri Bitlis-Pütürge kıtasının kuzeyinde Berit okyanusu içinde ve diğeri ise Bitlis-Pütürge kıtasının güneyinde Güney Neotetis okyanusu içinde olmak üzere iki yitim zonunun oluştuğunu jeokronolojik verilere dayanarak söyleyebiliriz (Şekil 6.8 b). Berit okyanusu içinde Göksun-İspendere-Kömürhan ofiyolitleri ve Güney Neotetis okyanusu içinde ise Trodoos-Kızıldağ (Hatay) ofiyolitleri

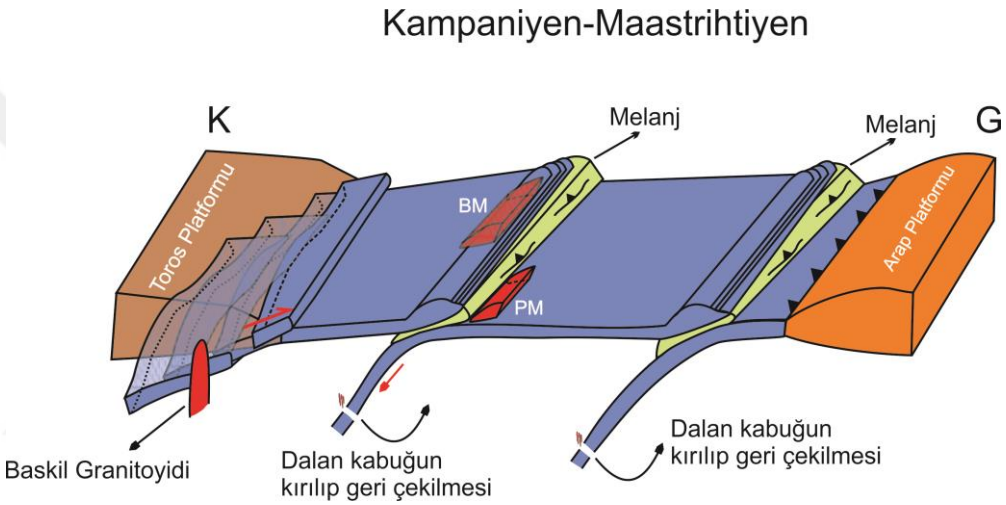
oluşmuştur. Aynı zamanda yitime bağlı olarak melanj/yığışım prizmalarının oluşumu da bu dönemde gerçekleşmektedir (Şekil 6.9). Berit okyanusu içinde ensimatik ada yayı (Yüksekova) oluşumu söz konusudur. Koniasiyen döneminde Berit okyanusunu kuzeyden sınırlayan Toros platformunun altına yitimle ilişkili okyanusal kabuğun dilimlenerek bindirmesi söz konusudur (Şekil 6.9). Aynı dönemde kuzeyde oluşan Toros aktif kıta kenarında (And-tipi) platformun ve okyanusal kabuğun I-tip kalkalkalen granitoyidler (87-82 My) tarafından kesilmesi söz konusudur (Karaoğlan ve ark., 2016). Kampaniyen-Mastrihtiyen döneminde Bitlis mikrokıtacığı yitim zonunda derin bir gömülmeye maruz kalarak yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfizmasına uğramıştır (Şekil 6.10). Bitlis Masifinin yüksek basınç metamorfizması 84-79 My'da gerçekleşmiş ve Mastrihtiyen (70-67 My) döneminde hızlı bir şekilde yüzeylemiştir (Oberhansli ve ark., 2010, 2012, 2013). Bitlis Metamorfikleri Kinzu formasyonu tarafından üzerlenmiştir (Meriç, 1973). Aynı dönemde, yitim zonu üzerinde oluşan okyanusal kabuk ve ensimatik ada yayının (Yüksekova) pasif kıta kenarı ile çarpışması (Pütürge kıtacığı) ve kıta kenarının derin gömülmesi ile Barroviyen tipi, üst amfibolit fasiyesinde metamorfizma (80-65 My) gelişimi söz konusudur. Pütürge Metamorfikleri yüzeyleme sırasında ise üst yeşilşist fasiyesinde gerileyen metamorfizmaya uğramıştır (Şekil 6.11). Pütürge Metamorfiklerinin yüzeyleme döneminin en geç Üst Paleosen (Tanetiyen)'de gerçekleşmiş olması gerekmektedir. Bölgede Pütürge Metamorfiklerini uyumsuz olarak üzerleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi (Yazgan ve Chessex, 1991; Robertson ve ark., 2006, 2007) bu durumu desteklemektedir.



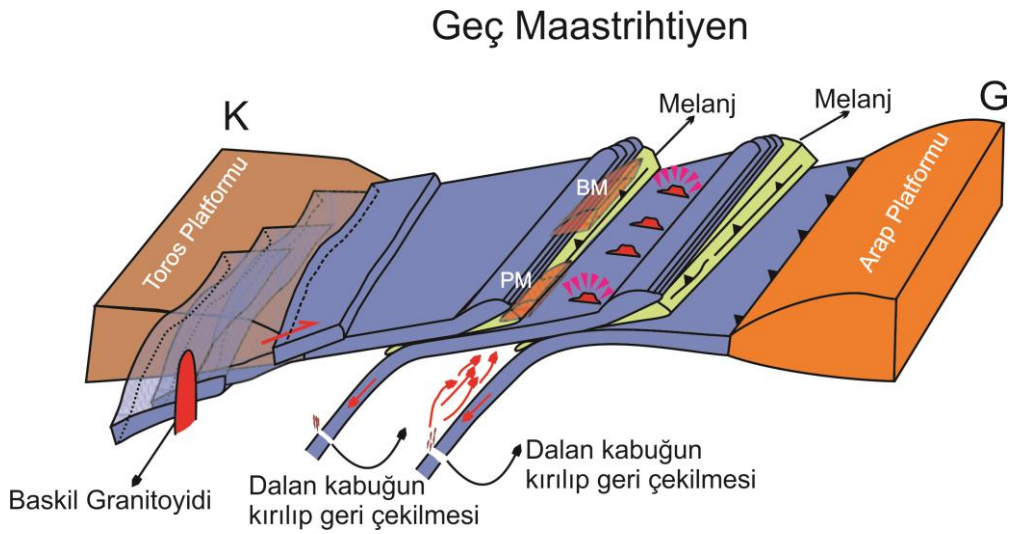

Şekil 6.8. Bitlis-Pütürge mikro kıtasının Senomaniyen (a) ve Turoniyen (b)' deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis Metamorfikleri, PM: Pütürge Metamorfikleri)




Şekil 6.9. Bitlis-Pütürge mikro kıtasının Koniasiyen'deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis Metamorfikleri, PM: Pütürge Metamorfikleri)




Şekil 6.10. Pütürge Metamorfiklerinin Kampaniyen-Maastrihtiyen'deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis Metamorfikleri, PM: Pütürge Metamorfikleri)




Şekil 6.11. Pütürge Metamorfiklerinin Geç Kampaniyen'deki Paleocoğrafyası (BM: Bitlis Metamorfikleri, PM: Pütürge Metamorfikleri)

## 7. SONUÇLAR

Doktora tezi kapsamında gerçekleştirilen arazi ve laboratuvar çalışmaları kapsamında elde edilen ana sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır.

1. Pütürge Metamorfik biriminin litolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik özellikleri bakımından Bitlis Metamorfiklerine büyük benzerlikler sunduğu görülmektedir. Her iki metamorfik birimin Berit okyanusal baseninin kapanması sırasında maruz kaldıkları metamorfizma açısından faklılıklar sunduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bitlis Metamorfikleri Geç Kretase'de yüksek basınç-düşük/orta sıcaklık (YB-D/OS) (mavişist ve eklojit fasiyesleri) metamorfizmasına maruz kalırken, Pütürge Metamorfiklerinin ise orta basınç-yüksek sıcaklık (OB-YS) Barroviyen zonunun üst amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya maruz kalmıştır.
2. Pütürge Metamorfiklerinin metagranit, gözlü gnays, gnays, amfibolit, amfibol şist, mikaşist, kuvarsit, kuvars şist, disten-granat-stavrolit kuvars şist, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist, kalkşist ve mermerden oluştuğu belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında Pütürge Metamorfiklerinin kendi içerisinde düzenli bir istif göstermediği ve ilksel dokanak izlerinin büyük oranda deformasyona maruz kaldığı ve belirgin olmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda Pütürge Metamorfiklerinde alt-üst birliklerine ait birimler belirlenmiştir. Pütürge Metamorfiklerinin alt birlik kayaçlarını metagranit, gnays, gözlü gnays, amfibolit, amfibolşist ve biyotit şistler oluşturmaktadır. Üst birlik kayaçlarını ise muskovit şist, kuvarsit, kalkşist, mermer, sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şist oluşturmaktadır.
3. Pütürge Metamorfikleri içerisinde metagranit, gnays ve amfibolitlere ait magmatik kökenli zirkonlardan elde edilen (a) Ediyakaran-Erken Kambriyen (550-534 My), (b) Ediyakaran (546-533 My) ve (c) Toniyen-Kriyojeniyen (728 My) konkordiya yaşlarının magmatik kristallenme yaşları oldukları bu çalışma ile ortaya konmuştur. Zirkonların Alpin dönemdeki metamorfizmadan etkilenmedikleri, genel olarak bir dönüşüme maruz kalmadan magmatik kökenlerini korudukları hem elde edilen yaşlardan hem de Th-U diyagramında anlaşılmaktadır. Elde edilen yaşlar, bu kıtasal birimin Kadomiyen magmatizmasına maruz kaldığını açıkça göstermektedir.
4. Tez çalışması kapsamında ortaya konulan Toniyen-Kriyojeniyen yaşlı metagranitlerin (728 My) varlığı Kadomiyen orojenezinden etkilenen Pütürge Metamorfikleri içerisindeki magmatik faaliyetlerin literatürde bilinenden daha eski dönemlerden itibaren başladığını göstermektedir. Bu veriler, Pütürge Metamorfikleri içerisinde Toniyen-Kriyojeniyen kabuğun varlığını ilk kez ortaya koymakta olup Gondwana kıtasının kuzey kenarının evriminin daha iyi anlaşılmasında Kadomiyen magmatizmasına ait yaş verilerinin önemini işaret etmektedir.

5. Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen metagranit ve gnaysların orto ve para kökenli oldukları tespit edilmiştir. Orto-metagranit/gnays kayaçlarının granit, granodiyorit ve tonalitlerle temsil edildikleri, bu kayaçları oluşturan magmanın kalk-alkalen ve peralüminum bileşimli olduğu, okyanus ortası sırtı (OOS) granitlere göre normalize çoklu element desenlerinin volkanik yay granitleri ile benzerlik sundukları tespit edilmiştir. Tektonik ortam sınıflandırma diyagramlarında da örneklerin çoğunlukla yitimle ilişkili volkanik yay granitleri alanına düştükleri görülmektedir. Para-granit/gnays kayaçlarının üst kııtasal kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element desenleri ile tektonik diskriminasyon diyagramlarında aktif kıta kenarı magmatik yay veya kıtasal yay kenarı ortamıyla ilişkili türbidit alanına düştükleri görülmektedir. Felsik içerikli para/orto kökenli granit ve gnays kayaçlarının esas olarak Kadomiyen orojenezi sırasında Gondwana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru olan yitime bağlı olarak gelişen kıtasal yay ortamındaki volkanik yay granitleri ve ilişkili sedimanlar oldukları sonucuna varılmıştır.
6. Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen amfibolitlerin orto kökenli ve amfibol şistlerin ise hem orto hem de para kökenli oldukları tespit edilmiştir. Orto-amfibolitlerin esas olarak bazalt-bazaltik andezit bileşimli oldukları ve az oranda da dasit-riyolit bileşimleri oldukları, orto-amfibol şistlerin ise bazaltik-andezitlerden oluştukları tespit edilmiştir. Her iki kayaç grubu da toleyitik kökenli bir magmadan türemişlerdir. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şistlerin çoklu element diyagramında zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltlara (Z-OOSB) ve okyanus adası bazaltlara (OAB), iz element oranlarına (Y/Nb–Y/Ta) göre oluşturulan diyagramlarda zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltlara (Z-OOSB) jeokimyasal benzerlik sundukları belirlenmiştir. Bunun yanısıra, bu kayaçların magma-kabuk etkileşiminin olduğu kıtasal yay alanlarına yakın bir ortamda oluştukları görülmektedir. Bunun yanısıra, Th elementi bakımından zenginleşme ve Nb-Ta elementleri bakımından da bir negatif anomali gözlenmektedir. Ayrıca, para-amfibol şistlerin üst kııtasal kabuğa göre normalize edilmiş çoklu element desenleri ile tektonik diskriminasyon diyagramlarında aktif kıta kenarı magmatik yay veya kıtasal yay kenarı ortamıyla ilişkili alanda yer aldıkları görülmektedir. Orto-amfibolit ve orto-amfibol şist kayaçlarının Kadomiyen orojenezi sırasında Gondwana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru olan yitime bağlı olarak gelişen kıtasal yay gerisi bir ortamda (retro-arc) oluştukları sonucuna varılmıştır. Para-amfibol şistlerin ise, bazik magmatizmanın kıtasal yay gerisi (retro-arc) ortamda gelişimi sırasında bunlarla ilişkili ortamlarda oluşan sedimanları temsil ettiği düşünülmektedir.
7. Pütürge Metamorfikleri içerisinde gözlenen para-şistler ile para-sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist ve disten-granat-stavrolit kuvars şist kayaçlarının birbirine benzer nadir toprak element ve çoklu element desenleri sundukları görülmektedir. Bu kayaçların büyük bir kısmı tektonik diskriminasyon diyagramlarında Kadomiyen orojenezi sırasında Gondwana kıtasının kuzey kenarı boyunca güneye doğru olan yitime bağlı olarak gelişen

kıtasal yay ortamında oluşan kayaçlardan itibaren gelişen sedimanlar oldukları sonucuna varılmıştır.

8. Pütürge Metamorfiklerinde amfibolit, metagranit, gnays ve şist kayaçlarına ait rutil mineral fazlarında gerçekleştirilen tarihlendirmelerde hem konkordiya hem de alt kesişim yaşları elde edilmiştir. Şist birimine ait (PM-1) örnekte elde edilen 79.67±3.23 My (Kampaniyen) konkordiya yaşı, Pütürge Metamorfik biriminin Geç Kretase döneminde Yüksekova ensimatik ada yayı ile çarpışmasına bağlı derin gömülme etkisi ile üst amfibolit fasiyesinde Barroviyen tipi metamorfizmaya maruz kaldığı zirve koşullarının oluşum yaşı olarak değerlendirilmektedir.
9. Diğer şist birimleri, amfibolit ve metagranitlerden elde edilen ve 70.52±9.91-64.82±6.42 My (Maastrihtiyen-Daniyen) arasında değişen alt kesişim yaşları, Pütürge Metamorfik biriminin üst amfibolit fasiyesinde Barroviyen tipi metamorfizmanın zirve koşullarını gördükten sonraki bir dönemde termal bir olaya maruz kalarak radyojenik saatin tekrar kurulduğunu işaret etmektedir. Sözü edilen termal olaylar, yitim zonunda dilimlenme, yeniden gömülme ve bindirme hareketlerine bağlı olabilir.
10. Elde edilen en genç alt kesişim yaşının (64.82±6.42 My) hata payı göz önüne alındığında, Pütürge Metamorfiklerinin yüzeyleme döneminin en geç Üst Paleosen (Tanetiyen)'de gerçekleşmiş olması gerekmektedir. Bölgede Pütürge Metamorfiklerini uyumsuz olarak üzerleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Maden Kompleksi bu durumu desteklemektedir.
11. Pütürge Metamorfiklerinde bölgesel metamorfizmanın Barroviyen zonunu temsil eden indeks mineraller (klorit, biyotit, granat, stavrolit, disten, sillimanit) yaygın bir şekilde gözlemlenmiştir. Gerek mineral kimyası sonuçları gerekse petrografik incelemelerde hornblend minerallerinin aktinolit ve tremolite, feldispatların kaolene, biyotit ve granat minerallerinin kenar kısımları boyunca klorite dönüşümü gözlenmektedir. Bu gözlemler Pütürge Metamorfiklerinin ilerleyen bir metamorfizma sonucunda gerileyen bir metamofizmaya maruz kaldığını desteklemektedir. Basınç-sıcaklık hesaplamaları için Domino-Theriak programı kullanılarak; PM-70 (amfibolit) örneğinde 550±5 $^{O}$C/5.75±0.25 kbar, PM-158 (metagranit) örneğinde 610±30$^{O}$C/6.95±1.15 kbar, PM-238 (disten-granat-stavrolit kuvars şist) örneğinde 705±10$^{O}$C/6.75±1 kbar, PM-241 (granat-stavrolit kuvars şist) örneğinde 535±7$^{O}$C/3.38±0.38 kbar, PM-242 (disten-granat-stavrolit kuvars şist) örneğinde 708±2$^{O}$C/5±0.2 kbar ve PM-303 (sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist) örneğinde 712±32$^{O}$C/7.2±1.1 kbar ve 545±45 $^{O}$C/3.55±1.45 kbar metamorfizma koşulları elde edilmiştir. Elde edilen sıcaklık-basınç koşulları değerlendirildiğinde; Pütürge Metamorfikleri ilmenit-granat-(plajiyoklas+feldispat)-biyotit-rutil-kuvars-sillimanit-$H_2O$ parajenezi ile tanımlanan Barroviyen fasiyes serilerinin "üst amfibolit" fasiyesi koşullarında ilerleyen bir metamorfizmaya (712±32$^{O}$C / 7.2±1.1 kbar)maruz kaldığı görülmektedir.

12. Pütürge Metamorfikleri, yüzeyleme sırasında ise ilmenit-granat-plajiyoklas-biyotit-muskovit-klorit-kuvars-$H_2O$ parajenezi ile tanımlanan "yeşil şist" fasiyesinde gerileyen bir metamorfizmaya (545±45 $^{O}$C/3.55±1.45 kbar)maruz kalmıştır.
13. Pütürge Metamorfiklerine ait birimlerde ölçülen düzlemsel yapılardan elde edilen veriler genel olarak kuzey-doğu (KD) doğrultu ve değişik derecelerde kuzey-batıya (KB) eğimlidirler. Sadece bir birimde (kalkşistler) kuzey-batı (KB) doğrultusu ve güney-batıya eğimler gözlenmektedir. Ayrıca eklem düzlemlerinden elde edilen veriler K-KD ana sıkışma yönünü işaret etmektedir. Bu yapısal unsurlar topluca değerlendirildiğinde; Pütürge Metamorfiklerinin yaklaşık kuzey-güney (K-G) yönlü sıkışmaya bağlı olarak deformasyona uğradığı söylenebilir.
14. Elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde; Pütürge Metamorfik biriminin Güney Neotetis okyanusunun Geç Kretase'de kapanması sırasında kıtasal kabuğun Yüksekova ensimatik ada yayı (yitim zonu üstü ofiyolitlerini de kapsayan) ile çarpışmasına bağlı olarak derin gömülme etkisi ile Barrov fasiyes serilerinin üst amfibolit fasiyesinde maksimum metamorfizma koşullarına ulaştığı belirlenmiştir.

**KAYNAKLAR**


Abbo, A., Avigad, D., Gerdes, A., Güngör, T., 2015. Cadomian basement and Paleozoic to Triassic siliciclastics of the Taurides (Karacahisar dome, South-central Turkey): Paleogeographic constraints from U-Pb -Hf in zircons, Lithos, 227, 122-139.

Abbo, A., Avigad, D., and Gerdes, A., 2019. Crustal evolution of peri-Gondwana crust into present-day Europe: The Serbo-Macedonian and Rhodope Massifs as a case study: Lithos, p.v. 356-357. doi:10.1016/j.lithos.2019.105295.

Açıkbaş, D., Baştuğ, C., 1975. V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloji raporu ve petrol olanakları. Yayınlanmamış rapor, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO); 917, Ankara, Türkiye.

Akgül, B., 1987. Keban Yöresi metamorfik kayaçların petrografik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi.

Akgül, B., 1993. Piran köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniv. Fen Bil. Enst. 125s.

Aksoy, E., 1993. Elazığ batı ve güneyinin genel jeolojik özellikleri. Tür Yerbil. Derg. 1,1, 113-123.

Aktaş, G., and Robertson, A.H.F., 1984. The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan continental margin. In: Dixon JE, Robertson AHF (eds.). The Geological evolution of the eastern Mediterranean. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 17: 375-402.

Aktaş, G., Robertson, A.H.F., 1985. The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan active margin. In: Dixon JH, Robertson AHF (eds) The geological evolution of the eastern Mediterranean. Geol. Soc. Spec. Publ. Lond. 17:375-402.

Aktaş, G., Robertson, A.H.F., 1990. Tectonic evolution of the Tethys suture zone in SE Turkey: evidence from the petrology and geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocen extrusive, In Ophiolites oceanic crustal analogues, (Edited by Moores, E.M., Panayiotou, A and Xenophontos), Proceeding of the International Symposium 'Trodos 1987', Nicosia, Cyprus, Cyprus Geological Survey Department, 311-328.

Aktaş, G., Robertson, A.H.F., 1991. Tectonic evolution of theTethys suture zone in SE Turkey: evidence from the petrology and geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocene extrusives. In: Malpas J. et. al.(eds). Ophiolites oceanic crustal analogues. Proceedings of the Symp 'Troodos 1987'. Geological Survey Department, Ministry of Agricultureand Natural Resources, Nicosia, Cyprus, pp: 311-328.

Alavi M 1991. Sedimentary and structural characteristics of the PaleoTethys remnants in northeastern Iran. GSA Bull 103(8):983-992. https://doi.org/10.1130/0016-7606 103%3c0983:SASCOT% 3e2.3.CO;2.

Ali, K.A., Azer, M.K., Gahlan, H.A., Wilde, S.A., Samuel, M.D., Stern, R.J., 2010a. Age constraints on the formation and emplacement of Neoproterozoic ophiolites along the Allaqi–Heiani Suture, South Eastern Desert of Egypt. Gondwana Research 18, 583-595.

Ali, K.A., Stern, R.J., Manton, W.I., Kimura, J.I., Whitehouse, M.J., Mukherjee, S.K., Johnson, P.R., Griffin, W.R., 2010b. Geochemical, U-Pb zircon, and Nd isotope investigations of the Neoproterozoic Ghawjah Metavolcanic rocks, Northwestern SaudiArabia. Lithos 120, 379-392.

Altunbey, M. ve Sağıroğlu, A., 1995. Koçkale-Elazığ manganez cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni. MTA Dergisi, 117, 139-148.

Andersen, T., Griffin, W.L., Sylvester, A.G., 2007. Sveconorwegian crustal underplating in southwestern Fennoscandia: LAM-ICPMS U-Pb and Lu-Hf isotope evidence from granites and gneisses in Telemark, southern Norway. Lithos 93, 273-287.

Aoki, K., Windley, B.F., Sato, K., Sawaki, Y., Kawai, T., Shibuya, T., Kumagai, H., Suzuki, K., Maruyama, S., 2013. Chemical composition and K-Ar age of phengite from Barrovian metapelites, LochLeven, Scotland. J. Geol. Soc. Jpn. 6, 437-442.

Arculus, R.J., Powell R., 1986. Source component mixing in the regions of arc magma generation. The Journal of Geophysical Research, 91: 5913-5926.

Armstrong, R.L., 1982. Cordilleran Metamorphic core complexes from Arizona to Southern Canada, Annu. Rev. Earth Planet, Sci. 10, 129-154.

Arni, P., 1937. Keban Madeni Jeolojisi Hakkında Muvakkat Rapor: MTA Rap. 564, Ankara, (yayınlanmamış).

Aslaner, M., 1973. İskenderun-Kırıkhan Bölgesindeki Ofiyolitlerin Jeolojisi ve Petrografisi. Publication of Mineral Research and Exploration Institute, vol. 150. 71 pp

Asutay, H.J., 1985. Baskil (Elazığ) Çevresinin Jeoloji ve Petrografik İncelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara, (yayınlanmamış).

Asutay, H.J., 1986. Geology of the Baskil (Elazığ) Area and the Petrology of Baskil Magmatics. Bulletin of the Mineral Researchand Exploration, 107: 51-69.

Asutay, H.J., 1988. Baskil Elazığ çevresinin jeolojisi ve Baskil magmatitlerinin petrolojisi. MTA Dergisi, 107, 49-72, Ankara.

Ateş, C., 2013. Metamorfik kayaçlardaki zirkon mineralinin kristal yapısı ve metamorfizma koşullarının etkisi: Pütürge Metamorfiti Örneği. F.Ü. Fenbilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 88.

Avigad, D., Weissbrod, T., Gerdes, A., Zlatkin, O., Ireland, T.R., Morag, N., 2015. The detrital zircon U-Pb-Hf fingerprint of the northern Arabian–Nubian Shield as reflected by a Late Ediacaran arkosic wedge (Zenifim Formation; subsurface Israel). Precambrian Res. 266, 1-11.

Avşar, N., 1983. Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve mikropaleontolojik araştırmalar. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Elazığ (yayınlanmamış).

Ayan, M.,1973. Gördes Migmatitleri. MTA Derg. 81, 132-155.

Azizi, H., Chung, S.L., Tanaka, T., and Asahara, Y., 2011. Isotopic dating of the Khoy metamorphic complex (KMC), Northwestern Iran: A significant revision of the formation

age and magma source: Precambrian Research, v.185, p.87-94. doi:10.1016/j.precamres.2010.12.004.

Badr, M.J., Collins, A.S., Masoudi, F., Cox, G., and Mohajjel, M., 2013. The U-Pb age, geochemistry and tectonic significance of granitoids in the Soursat Complex, Northwest Iran: Turkish Journal of Earth Sciences, v.22, p.1-31.

Bagheri S, Stampfi GM 2008. The Anarak, Jandaq and Posht-eBadam metamorphic complexes in central Iran: New geological data, relationships and tectonic implications. Tectonophysics 451(1):123-155. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.11.047.

Bağcı, U., Parlak, O., Höck, V., 2005. Whole rock and mineral chemistry of cumulates from the Kızıldağ (Hatay) ophiolite (Turkey): clues for multiple magma generation during crustal accretion in the sourhern Neotethyan ocean. Mineralogical Magazine 69, 53-76.

Bağcı, U., Parlak, O., Höck, V., 2008. Geochemistry and tectonic environment of diverse magma generations forming the crustal units of the Kızıldağ (Hatay) ophiolite southern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 17, 43-71.

Balaghi Einalou, M., Sadeghian, M., Zhai, M., Ghasemi, H., Mohajjel, M., 2014. Zircon U-Pb ages, Hf isotopes and geochemistry of the schists, gneisses and granites in Delbar Metamorphic-Igneous Complex, SE of Shahrood (Iran): Implications for Neoproterozoic geodynamic evolutions of Central Iran. J. Asian Earth Sci. 92, 92-124.

Balintoni, I., Balica, C., Ducea, M.N., and Hann, H.P., 2014. PeriGondwanan terranes in the Romanian Carpathians: A review of their spatial distribution, origin, provenance, and evolution: Geoscience Frontiers, v.5, p.395-411. doi:10.1016/j.gsf.2013.09.002.

Bandr´es, A., Eguíluz, L., Pin, C., Paquette, J.L., Ordo´nez, ˜ B., Le F`evre, B., Ortega, L.A., Gil Ibarguchi, J.I., 2004. The northern Ossa-Morena Cadomian batholith (Iberian Massif): magmatic arc origin and early evolution. Int J Earth Sci (Geol Rundsch) 93, 860-885. https://doi.org/10.1007/s00531-004-0423-6.

Barker, A.J., 1990. Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures. Blackie and Son Limited, New York, 170 p.

Barrow, G., 1983. On an intrusion of Muscovite-biotite Gneiss in the South Eastern Highlands of Scotland, and its accompanying metamorhism. Quarterly Journal of the Geological Society, doi: 10.1144/GSL.JGS.1893.049.01-04.52 v.49; p 330-358.

Barth, T. F. W., 1962. Theoretical Petrology. John Wiley and Sons, New York.

Baykal, F., ve Erentöz, C., 1966. '1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Sivas Paftası İzahatnamesi'. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Enstitüsü Yayınları, Ankara, Türkiye.

Bedi, Y., Şenel, M., Usta, D., Özkan, M.K., ve Beyazpirinç, M., 2004. Binboğa Dağları'nın Jeolojik Özellikleri ve Bunların Batı-Orta Toroslar'daki benzer birimlerle deneştirilmesi. 57. TJK Bildiri Özleri, 271s., Ankara.

Bedi, Y., Usta, D., Özkan, M.K., Beyazpirinç, M., Yıldız, H., ve Yusufoğlu, H., 2005. Doğu Toroslarda (Göksun-Sarız-Elbistan) Allokton İstiflerin Tektono Stratigrafik Özellikleri. 58. TJK Bildiri Özleri, 262 s. Ankara.

Berman R.G., Brown T.H., Greenwood H.J. 1985. An internally consistent thermodynamic database for minerals in the system Na2O-K2O-CaO-MgO-FeO-Fe2O3-Al2O3-SiO2-TiO2-H2O-CO2. Atomic Energy of Canada Ltd. Technical Report 377,62p.

Beyarslan, M., ve Bingöl, A.F., 1991. Petrograpgical Features of the İspendere Ophiolite Kale-Malatya, Turkiye. Yerbilimleri, Geosound, 19, 59-67.

Beyarslan, M., Bingöl, A.F., 1996. The geochemistry and petrology of Elazığ magmatics. 30th Annual Symposium Proceedings. Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey, pp. 208-224.

Beyarslan, M., Bingöl, A.F., 2000. Petrology of a supra-subduction zone ophiolite (Elazığ, Turkey). Canadian Journal of Earth Sciences 37, 1411-1424.

Beyarslan, M., and Bingöl, A.F., 2001. Origin of Verlitic Intrusions in the İspendere (Malatya) and Kömürhan (Elazığ) Ophiolitic Complex (EasternTaurus-Turkey). Geosound, 38-39-47.

Beyarslan, M., Lin, Y.C., Bingöl, A.F., and Chung, S.L., 2016. Zircon U-Pb age and geochemical constraints on the origin and tectonic implication of Cadomian (Ediacaran-Early Cambrian) magmatism in SE Turkey: Journal of Asian Earth Sciences, v.130, p.223-238. doi:10.1016/j.jseaes.2016.08.006.

Beyazpirinç, M., 2005. Keypez-Nişanıt-Domuzdere-Kitiz (Afşin-Kahramanmaraş) dolayının jeolojisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Bhatia, M., and Crook, K., 1986. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimantery basins. Contributions to Mineralogy and Petology, 92, 181-193.

Bingöl, A.F., 1982. Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrolojisi: Fırat Üniv. Fen Fak. Derg. 1, 9-21.

Bingöl, A.F., 1984. Geology of the Elazığ Area in the Eastern Taurus Region: in the Geology of the Taurus Belt; International Symposium Proceedings, O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (eds.), 209-216, MTA, Ankara.

Bingöl, A.F., 1986a. New findings on the structural setting on the chromites in the Guleman Ophiolitic massive (Eastern Taurus-Turkey). Journal of Fırat University, Science and Technology, Elazığ, 1, 37-46.

Bingöl, A.F., 1986b. Petrographic and petrologigue caracteristic of intrusive rocks of Guleman ophiolite (EasternTaurus-Turkey). Geosound, 13/14, 41-57.

Bingöl, A.F., 1988. Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey). Journ. of Fırat Univ. 3/2, 1-17.

Bingöl, A.F., 1993. Çermik-Çüngüş ve Dicle yöresi magmatik kayaçlarının petrografik özellikleri. F.Ü. Fen ve Müh. Bil. Derg. 5/1, 1-11.

Boray, A., 1973. The structure and metamorphism of the Bitlis area, south-east Turkey: Londra Univ. İngiltere, 233 s, doktora tezi (yayınlanmamış).

Boray, A., 1975. Bitlis Dolayının Yapısı ve Metaorfizması , TJK Bülteni, 18; 81-84.

Boulton, S.J, Robertson, A.H.F., Unlugenç, U.C., 2006. Tectonic and sedimentary evolution of the Cenezoic Hatay Graben, southern Turkey: a two-phase model for graben formation. Special Publications, vol. 260. Geological Society, London, pp. 613–634.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H., Başıbüyük, Z., 2003. Pütürge (Malatya) bölgesindeki profillit oluşumlarının mineralojisi (Rapor no: M-200), Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, 63s. (yayımlanmamış).

Bozkurt, E., and Oberhänsli, R., 2001. Menderes Massif (western Turkey): Structural, magmatic, and metamorphic evolution: International Journal of Earth Sciences, v.89, p.697-708.

Bozkaya, Ö., Yalçın, H., Dündar, M.K., 2006. Maden Grubu (Malatya-Pütürge) kayaçlarında diyajenez/metamorfizma ve jeotektonik konum arasındaki ilişkiler. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri (2006) 23 (1-2): 1-24.

Bölücek, C., Akgül, M., Türkmen, İ., 2004. Volcanism, sedimentation and massive sulfide mineralization in a Late Cretaceous arc-related basin, Eastern Taurides, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences 24, 349-360.

Bucher, K., Grapes, R.H., Winkler, H.G.F., 2011. Petrogenesis of metamorphic rocks, 8th ed. Springer, Heidelberg ; New York.

Busigny, V., Cartigny, P., Philippot, P., Ader, M., Javoy, M., 2003. Massive recycling of nitrogen and other fluid-mobile elements (K, Rb, Cs, H) in a cold slab environment: evidence from HP to UHP oceanic metasediments of the Schistes Lustres nappe (western Alps, Europe). Earth Planet, Sci. Lett. 215, 27-42.

Cacas, J.M., Castiñeiras, P., Liesa, M., Aguilar, C., Carreras, J., Hofmann, M., Gärtner, A., and Linnemann, U., 2014. The late neoproterozoic magmatism in the Ediacaran series of the Eastern Pyrenees: New ages and isotope geochemistry: International Journal of Earth Sciences, v.104, p.909-925. doi:10.1007/s00531-014-1127-1.

Candan, O., 1995. Menderes masifinde kalıntı granülit fasiyesi metamorfizması (in Turkish with English abstract) Turkish J. Earth Sci. 4, 35-55.

Candan, O., Koralay, O.E., Akalın, C., Kaya, O., Oberhanslı, R., Dora, O.Ö., Konak, N., and Chen, F., 2011. Supra-pan-African unconformity between core and cover series of the Menderes Massif/Turkey and its geological implications: Precambrian Research, v.184, p.1-23. doi:10.1016/j. precamres.2010.09.010.

Candan, O., Koralay, O.E., Topuz, G., Oberhänsli, R., Fritz, H.I., Collins, A.S., and Chen, F., 2016. Late Neoproterozoic gabbro emplacement followed by early Cambrian eclogite-facies metamorphism in the Menderes Massif (W. Turkey): Implications on the final assembly of Gondwana: Gondwana Research, v.34, p.158-173. doi:10.1016/j. gr.2015.02.015.

Candan, O., Korolay, O.E., Topuz, G., Oberhansli, R., Fritz, H., Colins, A.S., Chen, F., 2016.

Late Neoprpterozoic gabro emplacements followed by early Cambrian eclogite facies metamorphism in the Menderes Massif (W. Turkey): Implications on the final assembly of Gondwana, Gondwana Research, 34, 158-173.

Candan, O., Dora, O.Ö., Oberhansli, R., Çetinkaplan, M., Partzsch, J., Workus, F., Durr, S., 2001. Pan-African high pressure metamorphism in the Precambrian basement of the Menderes masif, western Anatolia, Turkey, Int. Jour. Earth. Sci. 89, 793-807.

Chen, F., Siebel, W., Satır, M., Terzioğlu, N., and Saka, K., 2002. Geochronology of the Karadere basement (NW Turkey) and Implications for the geological evolution of the İstanbul Zone: International Journal of Earth Sciences, v.91, p.469-481. doi:10.1007/s00531-001-0239-6.

Cherniak, D.J., 1993. Lead diffusion in titanite and preliminary result on the effects of radition damage on Pb transport, Chemical Geology, 110, 177-194.

Cherniak, D.J., 2010. Diffusion in Accessory Minerals: Zircon, Titanite, Apatite, Monazite and Xenotime. Reviews in Mineralogy&Geochemistry, 72, 827-869.

Cherniak, D.J., Watson, E.B., 2001. Pb Diffusion in zircon, ChemicalvGeology, 172, 5-24.

Chew, D.M., and Strachan, R.A.,2014. The Laurentian Caledonides of Scotland and Ireland. Geological Society, London, Special Publications390, 45-91.

Coney, P.J., 1980. Cordilleran metamorphic core complexes, In: Crittenden, M.D., Coney, P.J., and Davis, G.H., (Eds.), Cordilleran Metamorphic Core complexes GSA Memoir 153, Geological Society of America, Boulder, 7-34.

Coulon, C., Megartsi, M., Fourcade, S., Maury, R.C., Bellon, H., Louni-Hacini, A., Cotten, J., Coutelle, A., Hermitte, D., 2002. Post collisional transition from calcalkaline to alkaline volcanism during the Neogene in Oranie (Algeria): magmatic expression of a slab break off. Lithos 62, 87-110.

Çağlayan, M.A., İnal, R.N., Şengün, M., Yurtsever, A., 1984. Structural setting of The Bitlis Masif. In: Tekeli, O., ve Göncüoğlu, M.C., (eds). Proceedings of the International Symposium on the Geology of the Taurus Belt. 26-29 September 1983, Ankara, 245-254.

Çelik, H., 2003. Mastar Dağı (Elazığ GD'su) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (yayınlanmamış).

Çetinkaplan, M., Candan, O., Okay, A.I., Oberhänsli, R., Koralay, E. ve Kozlu, H. 2009. Alanya Masifi'nin Tektonostratigrafisi ve Çoklu Metamorfik Evrimi. TJK Bildiri Özleri Kitabı, 26-27.

Çetinkaplan, M., Pourteau, A., Candan, O., Koralay, O. E., Oberhänsli, R., Okay, A.I., Chen, F., Kozlu, H. ve Şengün, F., 2016. P-T-t evolution of eclogite/blueschist facies metamorphism in Alanya Massif: time and space relations with HP events in Bitlis Massif, Turkey. International journal of Earth Science, 105(1), 247-281.

Çortuk, R.M., Çelik, Ö.F., Özkan, M., Marzoli, A., Halton, A., Sherlock, S., 2023. Late Cretaceous-Paleogene tectono thermal evolution of the Akdağ Massif in the central

Anatolian crystalline complex (Northern Kayseri, central Turkey), Journal of Asia Earth Sciences, 255, 105775.

Dannat, C., 1997. Geochemie, geochronologie und Nd-Sm Isotopie der granitoiden Kerngneiss des Menderes Massivs, SW-Turkey, PhD thesis, Johannes Gutenberg Universitat Mainz.

Debon, F., and Le Fort, P., 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and association. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Scienes, 73, 135-149.

De Capitani, C., and Brown, T.H., 1987. The computation of chemical equilibrium in complex systems containing non-ideal solutions. Geochim. Cosmochim. Acta, 51, 2639-2652.

De Capitani, C., and Petrakakis, K., 2010. The computation of equilibrium assemblage diagrams with Theriak/Domino software. American Mineralogist, 95, 1006-1016.

Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1992. An Introduction to the Rock forming Minerals (2nd Edition). London: Longman.

Delaloye, M., Wagner, J.J., 1984. Ophiolites and Volcanic Activity Near the Western Edge of the Arabian Plate. Special Publications, vol. 17. Geological Society, London, pp. 225-233.

Deveaud, S., Millot, R., Villaros, A., 2015. The genesis of LCT-type granitic pegmatites, as illustrated by lithium isotopes in micas. Chem. Geol. 411, 97-111.

Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F., and Bonnin, J., 1973. Platetectonic sand the evolution of the Alpine system. Geological Society of America Bulletin, 84, 3137-3180.

Dickey, J.S., 1975, Ahypo thesis of origin for podiform chromite deposit. Geochim. Cosma. Acta. V. 39, p. 1061-1074. Edvards, R., and Atkinson, K., 1986, Ore Deposit Geology, Champman and Hall, 443, Newyork.

Dilek, Y., Thy, P., 1998. Structure, Petrology and Seafloor Spreading Tectonics of the Kızıldağ Ophiolite, Turkey. Special Publications, vol. 148. Geological Society, London, pp. 43-69.

DiVincenzo, G., Tonarini, S., Lombardo, B., Catelli, D., Ottolini, L., 2006. Comparison of $^{40}Ar/^{39}Ar$ and Rb-Sr data phengites from the UHP Brossaco-Isascaunit (Dora Maira Massif, Italy): Implication for dating White mica. J. Petrol. 47, 1439-1465.

Dokuz, A., Gücer, M.A., Karslı, O., Yi, K., 2022. From Cadomian back-arc basin to Rheic Ocean closure: the geochronological records of the Kurtoğlu Massif, eastern Sakarya zone, Turkey. International Journal of Earth Sciences, 111 (4): 1333-1355, DOI: 10.1007/S00531-02-02183-4.

Dora, O.Ö., Kun, N., Candan, O., 1992. Menderes Masifinin Metamorfik tarihçesi ve jeotektonik konumu, Türkiye Jeoloji Bülteni, 35, 1-14.

Dora, O.Ö., Kaya, O., Koralay, E. Dürr, S., 2001. Revision of the so-called "leptite-gneisses" in the Menderes Massif: A supracrustal metasedimentary origin, International Journal Earth Science (Geologische Rundschau), 89/4, 836-851.

Dora, O.Ö., Candan, O., Kaya, O., Koralay, E., Akal, C., 2005. Menderes Masifi Çine Asmasifindeki Koçarlı-Bafa-Yatağan-Karacasu arasında uzanan gnays/şist dokanağının

niteliği: Jeolojik, tektonik, petrografik ve jeokronolojik bir yaklaşım", YDABÇAG-101 Y 132 nolu (TÜBİTAK) projesi, 197s (yayımlanmamış).

El Korh, A., Schmidt, S.T., Ulianov, A., Potel, S., 2009. Trace element partitioning in HP-LT metamorphic assemblages during subduction-related metamorphism, Ile de Groix, France: Adetailed LA-ICP-MS study. J. Petrol. 50, 1107-1148.

Elmas, A., 1994. An example of the active continental margin volcanism in the Late Lutetian–Late Oligocene interval in southeast Anatolia: Gövelek volcanics (Van-Erçek). Turkish Journal of Earth Sciences 3, 43-54

Elmas, A., Yılmaz, Y., 2003. Development of an oblique subduction zone–tectonic evolution of the Tethys suture zone in southeast Turkey. International Geology Review 45, 827-840.

Elthon, D. 1991. Experimental phase petrology of mid-ocean ridge basalts. In Oceanic basalts (pp. 94-115). Boston, MA: Springer US.

Erdem, E., 1994. Pütürge (Malatya) metamorfitlerinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Doktora Tezi, 119s.

Erdem, E., Beyarslan, M., ve Kılıç, D., 2005. Maden karmaşığına ait volkanitlerin petrografik ve petrolojik özellikleri. Geosound/Yerbilimleri Dergisi, 107-123 pp.

Erdem, E., ve Bingöl, A.F., 1995. Pütürge (Malatya) metamorfitlerinin petrografik özellikleri (Petrographical features of the Pütürge (Malatya) metamorphics). Journal of Engineering Faculty, Fırat University (Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi), 7, 73-85.

Erdem, E., ve Bingöl, A.F., 1997. Pütürge (Malatya) masifindeki gnaysların petrografik ve petrolojik özellikleri. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu, 217-227.

Erdoğan, B., 1977. Geology, geochemistry and genesis of the sulphide deposits of Ergani-Maden region, SE Turkey: Unpubl. Phd. Thesis, Univ. Of New Brunswick, 288 p.

Erdoğan, B., 1982. Bitlis masifinin Avnik (Bingöl) yöresinde jeolojisi ve yapısal özellikleri: Ege Üniv. Yerbil. Fak. 106 s, Doçentlik tezi (yayınlanmamış).

Erdoğan, B., 1982. Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit kuşağının jeolojisi ve volkanik kayaçları, TJK Bülteni, 25, 49-60. Evans, A.M., 1980, An introduction to ore geology. Blackwell Scientific Publ. 213p, Oxford.

Erdoğan, T., 1975. Gölbaşı yöresinin jeolojisi, TPAO Raporu, Arşiv No, 229, 18s.

Erdoğan, B., ve Dora, O. Ö., 1983. Bitlis masifi apatitli demir yataklarının Jeolojisi ve oluşumu, TJK Bülteni, 26; 133-144.

Erendil, M., 1984. Petrology and structure of the upper crustal units of the Kızıldağ ophiolite. In: Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C. (Eds.), Proceeding of International Symposium on the Geology of the Tauride belt, Ankara, Turkey, pp. 269-284.

Ertürk, M., A., Sar, A., Rizeli, M., E., 2022. Petrology, zircon U Pb geochronology and tectonic implications of the A1-type intrusions: Keban region, eastern Turkey. Geochemistry, 82 (2):125882 DOI:10.1016/j.chemer.2022.125882.

Fernández- Suárez, J., Gutiérrez-Alonso, G., Cox, R., and Jenner, G.A., 2002. Assembly of the Armorica microplate: A strike-slip terrane delivery? Evidence from U-Pb ages of detrital zircons: Journal of Geology, v.1, p.619-626. doi:10.1086/341760.

Fiannacca, P., Williams, I.S., Cirrincione, R., and Pezzino, A., 2013. The augen gneisses of the Peloritani Mountains (NE Sicily): Granitoid magma production during rapid evolution of the northern Gondwana margin at the end of the Precambrian: Gondwana Research, v.23, p.782-796. doi:10.1016/j.gr.2012.05.019.

Flöttmann, T., 1991. Fibrolitic sillimanite in retrograd shear zones of the Central Schwarzwald basement (Southwest Germany): Deformation-dehydration interaction: microstructural implications. Journal of Metamorphic Geology, 9, 162-175.

Foster, M. D., 1960. Interpretation of the Composition of Trioctahedral Micas. United States Geological Survey Professional paper 354-B. United States Goverment Printing Office, Washington DC. 11-49.

Friedl, G., Finger, F., Paquette, J. L., Von Quad, A., Mcnaughton, N. J. & Fletcher, I. R. 2004. Pre-Variscan geological events in the Austrian part of the Bohemian Massif deduced from U-Pb zircon ages. International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau), 93, 802-823.

Gambino, F., Borghi, A., d'Atri, A., Martire, L., Cavllo, M., Appolonia, L., Croveri, P., 2019. Minero-petrographic characterization pfChianocco Marble employed for Palozzo Madama Façade in Turin (Nortwest Italy). Sustainability, 11, 4229.

Garfunkel, Z., 2004. Origin of the Eastern Mediterranean basin: a reevaluation. Tectonophysics 391, 11-34.

Garrel, R.M., and Mekenzie, F. T., 1971. Evolution of Sedimentary Rocks. W.W. Norton and Co. Int. New York. 394p.

Gessner, K., Ring, U., Johnson, C., Hetzel, R., Passchier, C. W., Güngör T. 2001. An active bivergent rollinghinge detachment system: central Menderes metamorphic core complex in western Turkey. Geology 29(7), 611-614.

Gessner, K., Collins, A.S., Ring, U., Güngör, T., 2004. Structural and thermal history of poly-orogenic basement: U-Pb geochronology of granite rocks in the southern Menderes Massif, Western Turkey. J. Geol. Soc. 161, 93-101.

Ghazi, J.M., Moazzen, M., Rahgoshay, M., Wilde, S.A., 2020. Zircon U-Pb-Hf isotopes and whole rock geocheistry of magmatic rocks from the Posht-e-Badam Block: A key to tectonomagmatic evolution of Central Iran. Gonwana Research, 87, 162-187.

Genç, S., 1977. Geological evolution of the southern margin of the Bitlis massif, Licce-Kulp district, SE Turkey: Wales Univ. İngiltere, 281 s, doktora tezi (yayınlanmamış).

Genç, S., 1990. Bitlis Masifi, Çökekyazı-Gökay (Hizan-Bitlis) Yöresi Metamorfitlerinin Petrografisi, Metamorfizması ve Kökeni, TJK Bülteni, 33;1-14.

Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y., 1993. Berit metaofiyolitinin jeolojisi. In: Kazancı, N. (Ed.), Proceedings of Suat Erk Geology Symposium, Ankara University Geology Department, Ankara, pp. 37-52.

Geyh, M.A., and Schleicher, H., 1990. Absolute Age Determination. 503 pp., Heidelberg, Springer.

Ghienne, J.F., Monod, O., Kozlu, H., ve Dean W.T., 2010. Cambrian-Ordovician depositional sequences in the Middle East: A respective from Turkey. Eart-Science Rewiews, doi: 10.1016/jearscirev.2010.04.004.

Girty, G.H., and Barber, R.W. 1993. REE, Th and Sc evidence fort he depositional setting and source rock characteristics of the Quartz Hill chert. In: Johnsson, M.J. and Basu, A. (eds) Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments. Geological Society of America, Special Papers, 284, 109-119.

Göncüoğlu, M.C., and Turhan, N., 1984. Geology of the Bitlis Metamorphic Belt. In Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C. (Editors), Int. Symp. On the Geology of the Taurus Belt, Proceedings, 237-244.

Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Kozlu, H., 1997. Pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terane map of Turkey. Annales Geologique Pays Hellenique, 37, 515-536.

Göncüoğlu, M.C. 1998. "Characteristics and Alpine Deformation of Late Paleozoic Granitoids and Related Rocks from the Bitlis Metamorphic Belt, SE Turkey", Geol. Soc. Greece, Spec. Publ., 3, 112-121.

Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., 1983. Bitlis metamorfitlerinde yeni yaş bulguları: MTA Derg. 95/96, 41-48.

Göncüoğlu, M.C., ve Turhan, N., 1985. Bitlis Metamorfik kuşağının orta bölümünün temel jeolojisi. MTA Rapor No. 7707 (yayımlanmamış).

Göncüoğlu, M.C., ve Kozlu, H., 2000. Early Paleozoic evolution of NW Gondwanaland: data from southern Turkey and surrounding regions, Gondwana Research, 3, 315-323.

Görür N., Oktay FY., Seymen İ., Şengör AMC. 1984. Palaeotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethyan closure. In: Dixon J.E., Robertson A.H.F. (eds) The geological evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society, London, Special Publications 17: 467-482.

Gözübol, A.M., ve Önal, M., 1986. Çat Barajı İsale Tünelinin mühendislik jeolojisi ve kaya mekaniğinin incelenmesi ve Malatya Çelikhan alanının jeolojisi. Tübitak Projesi, TBAG-647. 9. http/1: www.googleearth.com.tr.

Grambling, J.A., 1981. Kyanite, andalusite, sillimanite and related mineral assemblages in the Truchas Peaks region, New Mexico. American Mineralogist, 66, 702-722.

Gromet, L.P., Dymek, R.F., Haskin, L.A., Koroteu, RL., 1984. The 'North American Shale Composite' its compilation, majo and trace element characteristic. Geochim. Cosmochim. Acta 48, 2469-2482.

Güngör, T., 2013. Kinematics of the Central Taurides during Neotethys closure and collision, the nappes in the Sultan Mountains, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 102 (5), 1381-1402.

Güngör, F., 2016. Gözlüce-Düvenlik-Koçköy (Malatya) arasındaki distenli kuvarsitlerde kimyasal jeodinamik oluşumların mineralojik ve izojeotermik metodla incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Gürsu, S., Göncüoğlu, M.C., and Bayhan, H., 2004. Geology and geochemistry of the pre-Early Cambrian rocks in Sandıklı area: Implications for the Pan-African evolution in NW Gondwanaland: Gondwana Research, v.7, p.923-935. doi:10.1016/S1342-937X(05)71075-3.

Gürsu, S., Göncüoğlu, M.C., 2005. Early Cambrian back-arc volcanism in the western Taurides, Turkey: implications for rifting along the northern Gondwanan margin. Geol. Mag. 142 (5), 617-631. http://dx.doi.org/10.1017/ S0016756805000919.

Gürsu, S., and Göncüoğlu, M.C., 2006. Petrogenesis and tectonic setting of Cadomian felsic igneous rocks, Sandıklı area of the western Taurides, Turkey: International Journal of Earth Sciences, v.95, p.741-757. doi:10.1007/s00531-005- 0064-4.

Gürsu, S., Möller, A., Göncüoğlu, M.C., Köksal, S., Demircan, H., Toksoy, K.F., Kozlu, H., Sunal, G., 2015. Neoproterozoic continental arc volcanism at the northern edge of the Arabian Plate, SE Turkey, Precambrian Research, 258, 208-233.

Hall, R., 1976. Ophiolite emplacement an devolution of theTaurus suture zone, Southeastern Turkey. Geological Society of America Bulletin, 87, 1078-1088.

Harangi, S., Downes, H., Seghedi, I., 2006. Tertiary-Quaternary subduction processes and related magmatism in the Alpine-Mediterranean region. In: Gee, D., Stephenson, R., (eds). European Lithosphere Dynamics. 32. Geological Society, London, Memoirs pp., 167-190.

Harris, N.B.W., Pearce, J.A., Tindle, A.G., 1986. Geochemical characteristics of collision zone magmatism, In: Coward, M.P., Rles, A.C. (eds.), Collision Tectonics. Geological Society, London, Special Publications vol. 19, pp. 67-81.

Hart, S.R., Erlank, A.J., Kable, E.J.D., 1974. 'Seafloor basalt alteration some chemical and Srisotopic affects' Contributions to mineralogy and Petrology, 44, 219-230.

Hassanzadeh, J., Stockli, D.F., Horton, B.K., Axen, G.J., Stockli, L. D., Grove, M., Schmitt, A.K., and Walker, J.D., 2008. U-Pb zircon geochronology of late Neoproterozoic-Early Cambrian granitoids in Iran: Implications for paleogeography, magmatism, and exhumation history of Iranian basement: Tectonophysics, v.451, p.71-96. doi:10.1016/j. tecto.2007.11.062.

Hellstrom, J., Paton, C., Woodhead, J.D., Hergt, J.M., 2008. Iolite: software for spatiallyre solved LA-(quadand MC) ICPMS analysis. In Laser Ablation ICPMS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues (P. Sylvester, ed.). Mineralogical Association of Canada Short Course series 40, p. 343-348.

Helvacı, C., 1983. Bitlis masifi Avnik (Bingöl) bölgesi metamorfik kayalarının petrojenezi. Türkiye Jeo. Kur. Bült. 26, 177-182.

Helvacı, C., Griffin, W.L., 1983. Rb-Sr geochronology of the Bitlis massif, Avnik (Bingöl) area, SE Turkey: Spec. Publ. Geol. Soc. London, 13, 255-265.

Helvacı, C., and Griffin, W.L., 1984. Rb-Sr Geochronology of the Bitlis Massif, Avnik (Bingöl) Area, SE Turkey. In: Dixon J.E., and Robertson, A.H.F., (eds). Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Special Publication of the Geological Society of London, 17; 403-413.

Hempton, M.R., 1984. Result of detailed mapping near lake Hazar (Eastern Taurus Mountains): Tekeli, O., ve Göncüoğlu, M.C., ed. Geology of the Taurus Belt proceedings, 223-228.

Hempton, M.R., 1985. Structure and deformation history of Bitlis suture near lake Hazar, Southeastern Turkey. Geol. Soc. Amer. Bull. 96, 233-243.

Hempton, M.R., Savcı, G., 1982. Elazığ volkanik karmaşığının petrolojik ve yapısal özellikleri: Türkiye Jeol. Kur. Bült. 25, 2, 143-151.

Herece, E., Akay, E., Küçümen, Ö., Sarıaslan, M., 1992. Elazığ-Sivrice-Palu dolaylarının Jeolojisi. MTA Raporu, Rapor No: 9634 (Yayınlanmamış).

Hetzel, R., and Reischmann, T., 1996. Intrusion age of Pan-African augen gneisses in the southern Menderes Massif and the age of cooling after Alpine ductile extensional deformation: Geological Magazine, v.133, p.565-572. doi:10.1017/S0016756800007846.

Hey, M.H., 1954. A new review of chlorites. Mineralogical Magazine 30:44-58.

Hobbs, B.E., Means, W.D., Wüliams, P.F., 1976. An outline of structural geology, 571 s, John Wiley and Sons, New York.

Horton, B.K., Hassanzadeh, J., Stockli, D.F., Axen, G.J., Gillis, R.J., Guest, B., Amini, A., Fakllari, M.D., Zamanzadeh, S.M., Grove, M., 2008. Detrital zircon provenance of Neoproterozoic to Cenozoic deposits in Iran: Implications for chronostratigraphy and collisional tectonics. Tectonophysics 451, 97-122.

Hozatlıoğlu, D., 2021. Göksun-Afşin ve Ekinözü (Kahramanmaraş, Türkiye) Metamorfitlerindeki Fillosilikatların Jeokimyasal Özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 64, 41-74.

Hsu, L.C., 1968. Selected phase relationships in the system Al-Mn-Fe-Si-O; a model for garnet equilibria. Journal of Petrology, 9, 40-83.

Hu, Z., Gao, S., 2008. Upper crustal abundances of trace elements: a revision and update. Chem Geol 253:205-221

Hulsbosch, N., Hertogen, J., Dewaele, S., Andre, L., Muchez, P., 2014. Alkali metal and rare earth element evolution of rock-forming minerals from the Gatumba area pegmatites (Rwanda): Quantitative assesment of crystal–melt fractionation in the regional zonation of pegmatite groups. Geochim. Cosmochim. Acta, 132, 349-374.

Humpris, S.E., Thompson, G., 1978. Trace element obility during hydrothermal alteration of oceanic basalts. Geochimica et Cosmochimica Acta, 42, 127-136.

Ilnicki, S., Szczepański, J., and Pin, C., 2013. From back-arc to rifted margin: Geochemical and Nd isotopic records in Neoproterozoic?-Cambrian metabasites of the Bystrzyckie and Orlickie Mountains (Sudetes, SW Poland): Gondwana Research, v.23, p.1104-1121. doi:10.1016/j.gr.2012.06.017.

Irwine, T.N., and Baragar, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common rocks. Can. J. Earth. Sci. 8, 523-548.

Jenner, G.A., Longerıch, H.P., Jackson, S.E., and Fryer, B.J., 1990. ICP-MS a powerful tool for high precision trace element analysis in earth sciences: evidence from analysis of selected USGS reference samples. Chemical Geology, Volume 83, pages 133-148.

Karaman, T., 1993. Malatya Doğu ve Güneydoğu'sunun Jeolojisi ve Petrografisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens. 198s. (Yayınlanmamış).

Karaoğlan, F., 2005. Günedoğru-Beğre (Doğanşehir-Malatya) arasında yüzeyleyen tektonomagmatik birimlerin petrografisi ve jeokimyası. MSc Thesis, Çukurova University, Adana, Turkey.

Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Thöni, M., Koller, F., 2012. U-Pb and SmNd Geochronology of the Ophiolites from the SE Turkey: Implications for the Neotethyan Evolution. Geodinamica acta, vol. 25, pp. 146-161.

Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Thöni, M., Koller, F., 2013. U-Pb and Sm- Nd Geochronology of the Kizildağ (Hatay, Turkey) Ophiolite: Implications for the timing and duration of suprasubduction zone type oceanic crust formation in the southern neotethys. Geological magazine, vol. 150, pp. 283-299

Karaoğlan, F., Parlak, O., Hejl, E., Neubaver, F., Kloetzli, U., 2016. The temporal evolution of the active margin along the Southeast Anatolian Orogenic Belt (SE Turkey) : Evidence from U-Pb, Ar-Ar and fission track chronology. Gondwana Research, vol. 33, pp. 190-208

Kounov, A., Graf, J., Quadt, A., Bernoulli, D., Burg, J.P., Seward, D., Ivanov, Z., and Fanning, M., 2012. Evidence for a "Cadomian" ophiolite and magmatic-arc complex in SW Bulgaria: Precambrian Research, v.212-213, p.275-295. doi:10.1016/j.precamres.

Kaya A. 2001. Keban (Elazığ) Civarındaki Metamorfitlerin Yapısal Analizi ve Tektonik Evrimi. Fırat Üniversitesi, Doktora Tezi, Elazığ, Türkiye.

Kaya, A., 2016. Keban metamorfitlerinin stratigrafisine ilişkin yeni yaş bulguları. Pamukkale Üniveristesi Müh. Bilim Derg., 22(3), 189-199.

Kaya, H., 2015. Pütürge metamorfitleri içerisindeki zonlu granatların incelenmesi. F.Ü. Yüksek Lisans Tezi, 49 sayfa.

Kaya, H., ve Kılıç, A.D., 2018. Pütürge metamorfitlerindeki Amfibolit fasiyesi granatların mineralojisi ve Sm-Nd izotop jeokimyası, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11, 3, 499-508.

Kerrick, D.M., 1990. The $Al_2SiO_5$ polymorphs. Mineralogical Society of America Reviews in Mineralogy, 22, 406 s.

Ketin, E., 1966. Anadolunun tektonik birlikleri. M.T.A Dergisi, 6, 20-34.

Ketin, İ., 1966. Anadolunun tektonik birlikleri. MTA Enst. Derg. 71, 129-134.

Ketin, İ.,1966a. Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA. Enst. Derg. 71, 129-134. Ankara.

Ketin, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine genel bir bakış. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 595, İstanbul.

Kılıç, A.D., 2005. Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst. Elazığ, 102s.

Kılıç, A.D., Ateş, C. 2015. Geochronology of the Late Cretaceous magmatism and metamorphism, Pütürge massif. Turkey, Acta Petrologica Sinica, 31 (5).

Kineş, T., 1971. The Geology and ore Mineralization in the Keban Area, E Turkey. Phd Tehesis, Durkham Univ. 231p. (unpublished), England.

Kipman, E., 1976. Keban'ın jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi: Phd Thesis (unpublished), İst. Univ. Fen Fak. İstanbul, Turkey.

Kipman, E., 1981. Keban'ın jeolojisi ve Keban şaryajı. İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi, 1(1-2), 75-81.

Kipman, E., 1982. Keban Volkanitlerinin Petrolojisi. İstanbul Yerbilimleri Mecmuası, 2, 203-230.

Koçak, K., Leake, B.E., 1994. The Petrology of the Ortaköy district and its ophiolite at the western edge of the Middle Anatolian Massif, Turkey Journal of African Earth Sciences, 18, 163-174.

Koralay, O. E., Satır, M., Dora, O.Ö., 2001. Geochemical and geochronological evidence for Early Triassic calc-alkaline magmatism in the Menderes Massif, western Turkey. Int. J. Earth Sci., 89 (4), pp. 822-835.

Koralay, O.E., Dora, O.O., Chen, F., Satir, M., Candan, O., 2004. Geochemistry and geochronology of orthogneisses in the Derbent (Alasehir) area, eastern part of the Odemis-Kiraz submassif, Menderes Massif: Pan-African magmatic activity, Turkish Journal of Earth Sciences 13, 37-61.

Koralay, O. E., Candan, O., Akal, C., Dora, O. Ö., Chen, F., Satır, M., Oberhanslı, R., 2011. Menderes Masifindeki Pan Afrikan ve Triyas Yaşlı Metagranitoyidlerin Jeolojisi ve Jeokronolojisi, Batı Anadolu, Türkiye (In Turkish), MTA Dergisi 142, 2011, 69-121.

Kröner, A., and Şengör, A.M.C., 1990. Archean and Proterozoic ancestry in the Late Precambrian to Early Paleozoic crustal 2474 İ. Yılmaz et. al. elements of southern Turkey as revealed by single zircon dating: Geology, v.18, p.1186–1190. doi:10.1130/0091-7613-(1990)0182.3.CO;2.

Kröner. A. and Jaeckel, P. 1995. Dating the peak of hightemperature regional metamorphism by using metamorphic zircons. EOS, Supplement 76. F703-704.

Kumbasar, L., 1964. Keban Bölgesindeki cevherleşmelerin petrografik ve metalojenik etüdü İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Doktora Tezi.

Kürüm, S., 1987. Keban ilçe merkezi çevresinin tektonik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye.

Leake, B. E., Woolley, A. R., Arps, C. E. S., Brıch, W. D., Gılbert, M. C., Grıce, J. D., Hawthorne, F. C., Kato, A., Kısch, H. J., Krıvovıchev, V. G., Lınthout, K., Laird, J., Mandarıno, J. A., Maresh, W. V., Nickel, E. H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smıth, D. C., Stephenson, N. C. C., Ungarettı, L., Whıttaker, E. J. W., and Youzhı, G., 1997. Nomenclature of Amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Mineralsand Mineral Names. Can Mineral, 35: 219-246.

Linnemann, U., McNaughton, N.J., Romer, R.L., Gehmlich, M., Drost, K., Tonk, C., 2004. West African provenance for Saxo-Thuringia (Bohemian Massif): did Armorica ever leave pre-Pangean Gondwana? U/Pb-SHRIMP zircon evidence and the Nd-isotopic record. Int. J. Earth Sci. (Geologische Rundschau) 93, 683-705.

Linnemann, U., Drost, K., Gerdes, A., Jeffries, T., and Romer, R.L., 2008. The Bohemian Massif (Chapter 3: "The Cadomian Orogeny"), in McCann, T., ed., The geology of Central Europe: London, The Geological Society of London, 121-147.

Linnemann, U., Gerdes, A., Hofmann, M., and Marko, L., 2014. The Cadomian Orogen: Neoproterozoic to Early Cambrian crustal growth and orogenic zoning along the periphery of the West African Craton-constraints from U-Pb zircon ages and Hf isotopes (Schwarzburg Antiform, Germany): Precambrian Research, v.244, p.236-278. doi:10.1016/j. precamres.2013.08.007.

Linnemann, U., and Romer, R.L., 2002. The Cadomian Orogeny in Saxo-Thuringia, Germany: Geochemical and Nd-Sr-Pb isotopic characterization of marginal basins with constraints to geotectonic setting and provenance: Tectonophysics, v.352, p.33-64. doi:10.1016/S0040-1951(02)00188-9.

Liu, Y., Hu, Z., Gao, S., Günther, D., Xu, J., Gao, C., Chen, H. 2008. Insitu analysis of major and trace elements of anhydrous mineralsby LA-ICP-MS without applying an internal standard. Chemical Geology, 257 (1-2), 34-43.

Loos, S., Reischmann, T., 1999. The evolution of the southern Menderes Massif in SW Turkey as revealed by zircon dating. J. Geol. Soc. 156, 1021-1030.

Maniar, P.D., Piccolli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Bull. Geol. Soc. Am. 101:636-643.

Marc, D. 1992. Granites and rhyolites from the northwestern USA: temporal variation in magmatic processes and relations to tectonic setting. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences 83, 51-64.

Mason, R., 1975. Bitlis masifinin tektonik durumu: Cumhuriyet 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Kitabı, 31-41.

Mason, P.R.D., Downes, H., Thirlwall, M.F., Seghedi, I., Szakacs, A., Lowry, D., Mattey, D., 1996. Crustal assimilation as a major petrogenetic process in the East Carpathian Neogen and Quaternary continental magrin arc. Romania, Journal of Petrology 37 (4), 927-959.

Maucher, A., 1937. Keban maden zuhuratı hakkında mineralojik rapor. MTA Derleme no. 406 Ankara.

Meriç, E., 1973. Sur la presence d'un affleurement du Maestrichtien Superieurau S de Mutki (Bitlis-Turquie): Rev. . Fac. Sci. Univ. İst., B, tome 38, fasc. 1-4, 49-51.

McKerrow, W. S., MacNiocaill, C. & Dewey, J. F. 2000. The Caledonian Orogeny redefined. Journal of the Geological Society, London, 157, 1149-1154.

Mezger, K., Hanson, G.N., Bohlen, S.R., 1989. High precision U-Pb ages of metamorphic rutile: application to the cooling history of high-grade terranes. Earth and Planetary Science Letters, 96, 106-118.

Michard, A., Whitechurch, H., Ricou, L.E., Montigny, R., and Yazgan, E., 1985. Tauric subduction (Malatya-Elazığ Provinces) and its bearing on the tectonics of the Tethyan realm in Turkey. In: Dixon, JE., Robertson AHF., (eds). The geological evolution of the eastern Mediterranean Geol. Soc. Publ. Lond. 361-373.

Michard, A., Whitechurch, H., Ricou, L.E., Montigny, R., and Yazgan, E., 1984. Tauric Subduction (Malatya-Elazığ Provinces) and Its Bearing on Tectonics of the Tethyan Realm in Turkey. In: Dixon J.E., Robertson, A.H.F., (eds.), The Geological Evolution of The Eastern Mediterranean, Geological Society of London, Special Publication, 17; 361-374.

Miyashiro, A., 1972. Metamorphism and Metamorphic Belts. George Allen&Unwin, London, 492p.

Moghadam, H.S., Khademi, M., Hu, Z., Stern, R.J., Santos, J.F., and Wu, Y., 2015. Cadomian (Ediacaran-Cambrian) arc magmatism in the ChahJam–Biarjmand metamorphic complex (Iran): Magmatism along the northern active margin of Gondwana: Gondwana Research, v. 27, no. 1, p. 439-452. doi:10.1016/j.gr.2013.10.014.

Moghadam, H.S., Khademi, M., Hu, Z.C., Stern, R.J., Santos, J.F., and Wu, Y.B., 2015a. Cadomian (Ediacaran-Cambrian) Arc Magmatism in the Chah-Jam-Biairmand metamorphic complex (Iran): Magmatism along the northern active margin of Gondwana: Gondwana Research, v.27, p.439-452. doi:10.1016/j.gr.2013.10.014.

Moghadam, H.S., Li, X.-H., Griffin, W.L., Stern, R.J., Thomsen, T.B., Meinhold, G., Aharipour, R., and O'Reilly, S.Y., 2017. Early Paleozoic tectonic reconstruction of Iran: Tales from detrital zircon geochronology: Lithos, v. 268, p. 87-101. doi:10.1016/ j.lithos.2016.09.008.

Moghadam, H.S., Griffin, W.L., Li, X.H., Santos, J.F., Karsli, O., Stern, R.J., Ghorbani, G., Gain, S., Murphy, R., O'Reilly, S.Y., 2017a. Crustal Evolution of NW Iran: Cadomian Arcs, Archean Fragments and the Cenozoic Magmatic Flare-Up. Journal of Petrology 58, 2143-2190.

Moghadam HS, Li X-H, Santos JF, Stern RJ, Grifn WL, Ghorbani G, Sarebani N 2017b. Neoproterozoic magmatic fare-up along the N margin of Gondwana: The Taknar complex, NE Iran. Earth Planet Sci Lett 474:83-96.

Moghadam, H.S., Li, Q.L., Griffin, W.L., Stern, R.J., Santos, J.F., Lucci, F., Beyarslan, M., Ghorbani, G., Ravankhah, A., Tilhac, R., O'Reilly, S.Y., 2021. Prolonged magmatism and growth of the Iran-Anatolia Cadomian continental arc segment in Northern Gondwana. Lithos 384-385, 105940. https://doi.org/10.1016/j. lithos.2020.105940.

Moghadam, H.S., Li, Q.-L., Griffin, W.L., Chiaradia, M., Hoernle, K., O'Reilly, S.Y., and Esmaeili, R., 2022. The Middle-Late Cretaceous Zagros ophiolites, Iran: Linking of a 3000 km swath of subduction initiation forearc lithosphere from Troodos to Oman: GSA Bulletin, v. 134, no. 5-6, p. 1414-1442. doi:10.1130/B36041.1.

Moradi, A., Shabanian, N., Davoudian, A.R., Azizi, H., Santos, J.F., Asahara, Y., 2022. Geochronology and petrogenesis of the Late Neoproterozoic granitic gneisses of Golpayegan metamorphic complex: a new respect for Cadomian crust in the Sanandaj-Sirjan zone. Iran Int Geol Rev, 64(10):1450-1473.

Morag, N., Avigad, D., Gerdes, A., Belousova, E., Harlavan, Y., 2011a. Crustal evolution and recycling in the northern Arabian-Nubian Shield: new perspectives from zircon Lu-Hf and U-Pb systematics. Precambrian Research 186, 101-116.

Morag, N., Avigad, D., Gerdes, A., Belousova, E., Harlavan, Y., 2011b. Detrital zircon Hf isotopic composition indicates long-distance transport of North Gondwana Cambrian– Ordovician sandstones. Geology 39, 955-958.

Morag, N., Golan, T., Katzir, Y., Coble, M.A., Kitajima, K., Valley, J.W., 2020. The origin of plagiogranites: Coupled SIMS O isotope ratios, U-Pb dating and trace element composition of zircon from the Troodos Ophiolite, Cyprus. J. Petrol. 61, 5. doi:10. 1093/petrology/egaa057.

MTA, 1986. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası serisi Malatya L-41 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Murphy, J.B., and Nance, R.D., 1989. Model for the evolution of the Avalonian-Cadomian belt: Geology, v.17, p.735-738. doi:10.1130/0091-7613(1989)0172.3.CO;2.

Murphy, J.B., Eguiliz, L., Zulauf, G., 2002. Cadomian Orogens, peri-Gondwanan correlatives and Laurentia-Baltica connections. Tectonophysics 352, 1-9.

Murphy, J.B., Pisarevsky, S.A., Nance, R.D., and Keppie, J.D., 2004. Neoproterozoic-Early Paleozoic evolution of periGondwanan terranes: Implications for Laurentia-Gondwana connections: International Journal of Earth Sciences, v.93, p.659-682. doi:10.1007/s00531-004-0412-9.

Müller, A., 2011. Potential of rare earth element an Zr-Be-, U-, Th (W-) mineralisations in central and northern Nordland-Part 2. Norges Geoogiske Undersokelse Rapport 2011.021.

Müller B, Klötzli US, Flisch M 1995. U-Pb and Pb-Pb zircon dating of the older orthogneiss suite in the Silvretta nappe, eastern Alps: Cadomian magmatism in the upper Austro-Alpine realm. Geol Rundsch 84:457-465.

Nance, R.D., Murphy, J.B., Strachan, R.A., Keppie, J.D., GutiérrezAlonso, G., Fernández-Suárez, J., Quesada, C., Linnemann, U., D'Lemos, R., and Pisarevsky, S.A., 2008. Neoproterozoic– early Paleozoic tectonostratigraphy and palaeogeography of the peri-Gondwanan terranes: Amazonian v. West African connection, in Ennih, N., and Liégeois, J.-P., eds., The Boundaries of the West African Craton: Geological Society of London Special Publication, Vol. 297, p.345-383.

Nance, R.D., Gutierez Alonso, G., Keppie, J.D., Linnemann, U., Murphy, J.B., Quesada, C., Strachan, R.A., and Woodcock, N., 2010. Evolution of the Rheic Ocean: Gondwana Research, v.17, p.194-222. doi:10.1016/j.gr.2009.08.001.

Natal'in, B.A., Sunal, G., Gün, E., Wang, B., and Zhiqing, Y., 2016. Precambrian to Early Cretaceous rocks of the Strandja Massif (northwestern Turkey): Evolution of a long lasting magmatic arc: Canadian Journal of Earth Sciences, v.53, p.1312-1335. doi:10.1139/cjes-2016-0026.

Naz, H., 1979. Elazığ-Palu dolayının jeolojisi. TPAO Rap. No. 1360, (yayınlanmamış).

Neubauer, F., 2002. Evolution of late Neoproterozoic to Early Palaeozoic tectonic elements in Central and Southeast European Alpine mountain belts: Review and synthesis: Tectonophysics, v.352, p.87-103. doi:10.1016/S0040- 1951(02)00190-7.

Nurlu, N., Parlak, O., Robertson, A.H.F., Quadt, A.V., 2016. Implications of Late cretaceous U-Pb zircon ages of granitic intrusions cutting ophiolitic and volcanogenic rocks for the assembly of the Tauride allochthon in SE Anatolia (Helete area, Kahramanmaraş Region, SE Turkey). Int. J. Earth. Sci. (Geol. Rundsch) 105:283-314. DOI 10.1007/s 00531-015-1211-1.

Oberhänsli, R., Candan, O., Bousquet, R., Rimmele, G., Okay, A., Goff, J., 2010. Alpine HP evolution of the eastern Bitlis complex, SE Turkey. In: Sosson, M., Kaymakci, N., Stephanson, R., Bergarat, F., Storatchenoko, V. (Eds.), Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform, vol. 340. Geological Society of London Special Publication, pp. 461-483.

Oberhansli, R., Bousquet, R., Candan, O., Okay, A., 2012. Dating Subduction Events in East Anatolian, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences. 21:1-17.

Oberhansli, R., Pourteau, A., Candan, O., Çetinkaplan, M., 2013. Tectonic structure and evolution of Eastern Anatolia-insights from new petrologic data and possible lateral correlations. Geophysical Research Abstracts Vol. 15, EGU 2013-12943

Oberhansli, R., Korolay, E., Candan, O., Pourteau, A., Bousquet, R., 2014. Late Cretaceous eclogitic high-pressure relics in the Bitlis Massif. Geodinamica Acta, 26 (3-4), 175-190.

Ochsner, A., 1993. U-Pb Geochronology of the upper Proterozoic-lower Paleozoic geodynamic evolution in the Ossa-Morena zone (SW Iberia): Constraints on the timing of the Cadomian orogeny Ph.D. dissert.: Zürich, Switzerland, Eidgenössische Technische Hochschule, v. 10392, 430 p

Oelsner, K., 1938. Keban madeni hakkında rapor. Etibank Maden Arama Müse. Kütüphanesi Ankara.

Okay, A.I., 1984. Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists. In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (ed. J.E. Dixon & A.H.F. Robertson), Geological Society Special Publication No. 17, 455-466.

Okay, A.I., Monod, O.&Monié, P., 2002. Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction. Lithos, 64, 155-178.

Okay, A.I., 2008. Geology of Turkey: A synopsis. Anschnitt, Zeitschriftfür Kunstund Kultur im Bergbau, Beiheft 21, 19-42. Veröffentlichungenaus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 157.

Okay, A.I., Bozkurt, E., Satır, M., Yiğitbaş, E., Crowley, Q.G., and Shang, C.K., 2008. Defining the southern margin of Avalonia in Pontides: Geochronological data from the Late Proterozoic and Ordovician granitoids from NW Turkey: Tectonophysics, v.461, p.252-264. doi:10.1016/j. tecto.2008.02.004.

Okay, A., and Özgül, N., 1984. HP/LT metamorphism and the structure of the Alanya Massif, Southern Turkey : an allocthonous composite tectonic sheet. The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. A.H.F. Robertson and T.E. Dixon (eds.), Geological Society of London, Special Publication, 14, 429-439.

Okay, A., 1989. An exotic eclogite/blueschist slice in a Barrovian-style metamorphic terrain, Alanya Nappes, Southern Turkey. Journal of Petrology, 30, 107-132.

Okay, A.I., Arman, M.B. and Göncüoğlu, M.C. 1985. Petrology and phase relations of the kyanite eclogites from eastern Turkey. Contrib. Mineral. Petrol., 91, 196-204.

Okay, A.I., Harris, N.B.W., Kelley, S.P., 1998. Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey, Tectonophysics 285, 275-299.

Okay, A.I.&Monié, P., 1997. Early Mesozoic subduction in the Eastern Mediterranean: Evidence from Triassic eclogite in northwest Turkey. Geology, 25, 595-598.

Okay, A.I., ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In the Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen (In B., Durand, L., Jolivet, F., Horvathand M., Seranneeds), Geological Society of London, Special Publication no. 156. 475-515.

Okay, A. I., and Whitney, D. L., 2010. Blueschists, eclogites, ophiolites and suture zones in northwest Turkey: a review and a field excursion guide. Ofioliti, vol.35.2, pp. 131-172.

Okay, A.I., 2014. The Relation Between the İstanbul Zone and the Strandja Massif in the Çatalca Region: New Data: Geology of İstanbul Symposium-IV, December 2014, Istanbul, Turkey, p. 170-172.

Okay, A.İ., Topuz, G., 2017. Variscan orogeny in the Black Sea region. International Journal of Earth Sciences, 106, 569-592.

Önal, M., 1995. Malatya Graben Havzası kuzeyinin stratigrafisi, kömür potansiyeli ve Neotektoniği, Doğu Anadolu. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8, 159-175.

Önal, A., 2000. Alihan-Pütürge (Malatya) demirli manganez cevherleşmesinin jeokimyası. Yük. Lis. Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst. Elazığ, 56 s.

Özbey, Z., Karslıoğlu, Ö., Aysal,N., 2021. First evidence for the subdction initiation and boninitic magmatism from the Armutlu Peninsula (NW Turkey): geodynamic significance for the Cadomian magmatic arc system of the Gondwanan margin, International Geology Review, volume 64.2022-Issue 18, pp. 2497-2521.

Özçelik, M., 1982. The petrology and geochemistry of volcanic rocks and associated sulphide deposits of the S-E Anatolian ophiolite belt, near Malatya, Turkey: Yayımlanmamış doktora tezi, Durham Univ. İngiltere, 453s.

Özçelik, M., 1985. Malatya Güneydoğusundaki Maden magmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal bir yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 28, 19-34.

Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni 19, 65-78.

Özgül, N., 1981. Munzur dağının jeolojisi, MTA Rap. 6995 (yayınlanmamış), Ankara.

Özgül, N., Turkuca, A., Özyardımcı, N., Bingöl, I., Şenol, M., Uysal, S., 1981. Munzurların Temel Jeoloji Özellikleri. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, Unpublished Report No 6995.

Özgül, N., 1983. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt. O.Tekeli ve M.C.Göncüoğlu(eds.), 77-90.

Özgül, N., ve Turşucu, A., 1984. Stratigraphy of the Mesozoic carbonate sequence of the Munzur Mountains (EasternTaurus). In: Tekeli, O., ve Göncüoğlu, M.C., eds., Geology of the Taurus Belt. Ankara, 223-228.

Özkan, Y.Z., Öztunalı, O., 1984. Petrology of magmatic rocks of Guleman Ophiolite: Proc Int Symp, Geology of Taurus Belt, MTA, Ankara,Turkey, pp. 285-294.

Özkaya, İ., 1974. Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresi stratigrafisi. T.J.K. Bült. 17, 1, 51-71.

Özkaya, İ., 1982. Upper Cretaceous plate rupture and devolopment of leaky transcurrent fault ophiolites in SE Turkey. Tectonophysics, 88, 103-116.

Park, C., Kim, N., Choi, S.J., Song, Y., 2020. Mg-Phengite in Carbonate Rock Syngenetically formed from Hydrothermal fluid: Micro-Textural Evindence and Mineral Chemistry. Minerals. 10, 668.

Parlak, O., Delaloye, M., Bingöl, E., 1996. Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey). Geologische Rundschau 85, 647-661.

Parlak, O., Höck, V., Delaloye, M., 2000. Suprasubduction Zone Origin of the Pozanti-Karsanti Ophiolite (southern Turkey) Deduced from Whole-Rock and Mineral Chemistry of the Gabbroic Cumulates. Special Publications, vol. 173. Geological Society, London, pp. 219-234.

Parlak, O., Höck, V., Delaloye, M., 2002a. The suprasubduction zone Pozantı–Karsantı ophiolite, southern Turkey: evidence for high-pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates. Lithos 65, 205-224.

Parlak, O., Önal, A., Höck, V., Kürüm, S., Delaloye, M., Bağcı, U., Rızaoğlu, T., 2002b. Inverted metamorphic zonation beneath the Yüksekova ophiolite in SE Anatolia. 1st International Symposium of the Faculty of Mines (ITU) on Earth Science and Engineering, 16-18 May 2002, Istanbul-Turkey, p. 133.

Parlak, O., Höck, V., Kozlu, H., Delaloye, M., 2004. Oceanic crust generation in an island arc tectonic setting, SE Anatolian Orogenic Belt (Turkey). Geological Magazine 141, 583-603.

Parlak, O., 2006. Geodynamic significance of granitoid magmatism in the southeast Anatolian Orogen: geochemical and geochronogical evidence from Göksun-Afşin (Kahramanmaraş, Turkey) Region. International Journal of Earth Sciences 95, 609-627.

Parlak, O., Rızaoğlu, T., Bağcı, V., Karaoğlan, F. and Höck, V., 2009. Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. Tectonophysics, Volume 473, Issues 1-2, 20 July 2009, Pages 173-187.

Parlak O., 2016. The Tauride ophiolites of Anatolia (Turkey): a review. J Earth Sci 27:901-934.

Parlak, O., Karaoğlan, F., Rızaoğlu, T.,Nurlu, N., Bağcı, U., Höck, V., Önal, A., Kürüm, S., Topak, Y., 2013. Petrology of the İspendere ophiolite from the Southeast Anatolia: implications for the Late Mesozoic evolution of the southern Neotethyan ocean. In: Robertson, A.H.F., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., (eds) Geological development of Anatolia and the easternmost Mediterranean region. Geology Society, London, Special Publucition 372:219-249.

Parrot, J.F., 1980. The Baer-Bassit (Nortwestern Syria) ophiolitic area. Ofioliti 2, 279-295.

Peach, B.N., Horne, J., Gunn, W., Clough, C.T., Hinxman, L.W., and Teall, J.J.H. 1907. The Geological Structure of the North-West Highlands of Scotland. H.M. Stationery Office, J. Hedderwick & Sons, Ltd.

Pearce, J.A. 1983. Role of the Sub-Continental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins. In: Hawkesworth, C.J. and Norry, M.J., Eds., Continental Basalts and Mantle Xenoliths, Shiva Cheshire, UK, 230-249.

Pearce, J.A., 1984. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, in Howkes worth, C.J., and Norry, M.J., eds., Continental basalts and mantle xenolithes. Shiva Geology Series: Nantwich Shiva Publishing Limited, p. 230-249.

Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petrol 25: 956-983.

Pearce, J.A., Peate, D.W., 1995. Tectonic implications of the compositon of volcanic arc magmas. Annu. Rev.Earth Planet Sci. 23, 251-285.

Pearce, J.A., 1996. A users guide to basalt discrimination diagrams, p. 79-113. Trace-element geochemistry of volcanic rocks: applications for massive sulphide exploration. Editor: Wyman, D.A., Geochemistry Short Course Notes. Geological Association of Canada 12.

Perinçek, D., 1978. Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman ili) alanının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Doktora Tezi.

Perinçek, D., 1979. The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya region. Guide Book, TJK Yayını, 3-33.

Perinçek, D., 1979. The Geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya Area. Guide Book, Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını, 33s.

Perinçek, D., 1979a. Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları: TPAO Arşiv Rap. 1361.

Perinçek, D., 1979b. Interrelations of the Arap and Anatolian Plates: Guide Book for excursion B, First Geological Congress on Middle East.

Perinçek, D., 1980. Bitlis metamorfiklerinde volkanitli Triyas. TJK Bült. 23, 201-211.

Perinçek, D., 1980. Bitlis metamorfitlerinde volkanitli Triyas: Türkiye Jeo. Kur. Bült. 23,201-212.

Perinçek, D., 1990. Stratigraphy of the Hakkari province, Southeast Turkey. TAPG Bull (in Turkish with English abstract) 2 (1): 21-68.

Perinçek, D., Kozlu, H., 1984. Stratigraphy and Structural Relations Of The Units In The Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region (EasternTaurus). Proceedings of International Symposium, Geology of Taurus Belt, MTA, Ankara-Turkey, 181-198.

Perinçek, D., Özkaya, İ., 1981. Arabistan kıtası kuzey kenarının tektonik evrimi. Yerbilimleri, 8, 91-101.

Perinçek, D., ve Özkaya, I., 1981. Tectonic evolution of the Northern margin of the Arabian plate. Yerbilimleri, Bulletin of the Institute of Earth Sciences of Hacettepe University, 8, 91-101.

Petrik, I., Cik, S., Miglierini, M., Vaculovic, T., Dianiska, I., Ozdın, D., 2014. Alpine oxidation of lithium micas in Permian S-type granites (Gemericunit, Western Carpathians, Slovakia). Mineral. Mag. 78, 507-533.

Pişkin, Ö., 1972. Etude mineralogique de la region situee a L'Est de Çelikhan (Taurusori-Adıyaman-Türkiye). Geol. Soc. Turkey, Bull. V. 21/2, pp. 107-111.

Pişkin, Ö., Delaloye, M., 1981. Petrologie et geochronologiedes ophiolites de Çelikhan (Taurusoriental, Turquie). Schweizer Mineralogischeund Petrographische Mitteilungen 61,133-145.

Pişkin, Ö., Delaloye, M., Moritz, R., Wagner, J.J., 1990. Geochemistry and geothermometry of the Hatay complex Turkey: implication for genesis of the ophiolite sequence. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A., Xenophontos, C. (Eds.), Proceeding of Troodos Ophiolite Symposium, Geological Survey, Cyprus, pp. 329-337.

Powell R, Evans Ja 1983. A new goebarometer for the assemblage biotite-muscovite-chlorite-quartz. J Metam Geol 1,331-336

Poyraz, N., 1988. İspendere-Kömürhan (Malatya) Ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., 151s. (yayımlanmamış), Ankara.

Psyrillos, A., Howe, J.H., Manning, D.A.C., Burley, S.D., 1999. Geological controls on kaolin particle shape and consequences for mineral processing. Clay Miner. 34, 193-208.

Ramazani, J., and Tucker, R.D., 2003. The Saghand region, central Iran: U-Pb geochronology, petrogenesis and implications for Gondwana tectonics: American Journal of Science, v.303, p.622-665. doi:10.2475/ajs.303.7.622.

Read, H. H., 1957. The Granite ControversyLondon: Murby,Google Scholar.

Rızaoğlu, T., Parlak, O., İşler, F., 2005. Geochemistry and tectonic significance of Esence granitoid (Göksun-Kahramanmaraş), SE Turkey. Yerbilimleri 26, 1-13.

Rızaoğlu, T., 2006. Baskil-Sivrice (Elazığ) yüzeyleyen tektonomagmatik birimlerin petrografisi ve jeokimyası. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 218s.

Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., İşler, F., 2006. Nature and significance of Late Cretaceous ophiolitic rocks and its relation to the Baskil granitoid in Elazığ region, SE Turkey. Special Publications, vol. 260. Geological Society, London, pp. 327-350.

Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., Koller, F., Hames, W. E., Billor, Z. 2009. Andean type active margin formation in the Eastern Taurides: Geochemical and geochronological evidence from the Baskil Granitoid, SE Turkey. Tectono-physics, 473, 188-207.

Ricoue, L.E., Marcoux, J., and Whitechurch, H., 1984. The Mesozoic organization of the Taurides: one or several oceanic basins. In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F., (eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Special Publication of theGeological Society of London, 17, 349-360.

Rigo de Righi, M., ve Cortesini, A., 1964. Gravity tectonics in foothills structure belt of Southeast Turkey. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol. V. 48, pp. 1911-1937.

Rimmele, G.L., Joliuet, R., Oberhansli R., Goffee, B., 2003. Deformation history of the high-pressure Lycian Nappes and implications for the tectonic evolution of SW Turkey, Tectonics, 22 (2), 1007, doi:10.1029/2001JC90104.

Robertson, A.H.F., and Dixon, J.E., 1984. Intruduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Special Publication of the Geological Society of London, 17, 1-74.

Robertson, A.H.F., Clift, P.D., Degnan, P.J. & Jones, G. 1991. Palaeogeographic and palaeotectonic evolution of the Eastern Mediterranean Neotethys. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 87 (1-4), 289-343.

Robertson, A.H.F. 2000. Mesozoic-Tertiary tectonic- sedimentary evolution of a south Tethyan oceanic basin and its margins in southern Turkey. Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper,

J.D.A. (Ed.). Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society of London Special Publication 173, 97-138.

Robertson, A.H.F., Parlak, O., Rızaoğlu, T., Ünlügenç, Ü., İnan, N., Taslı, K., Ustaömer, T., 2007. Tectonic evolution of the South Tethyan ocean: evidence from the Eastern Taurus Mountain (Elazığ region, Se Turkey), In: Ries, A.C., Butler, R.W.H., and Graham, R.H., (Eds), Deformation of the Continental Crust: The Legacy of Mike Coward, Geological Society, London, Special Publications, 272, 231-270.

Robertson, A.H.F., Ustaömer, T., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., Taslı, K., İnan, N., 2006. The Berit Transect of the Tauride Thrust Belt, S. Turkey: Late Cretaceous-Early Cenozoic Accretionary/Collisional Processes Related to Closure of the Southern Neotethys. Journal of Asian Earth Sciences, 27, 108-145.

Robertson, A.H.F., Ünlügenç, U.C., Inan, N., Taşlı, K., 2004. The Misis-Andırın complex: a mid-tertiary melange related to late-stage subduction of the southern Neotethys in S Turkey. J. Asian Earth Sci. 22: 413-453.

Robertson, A.H.F, Parlak, O., Ustaömer, T., 2009. Melange genesis and ophiolite emplacement related to subduction of the Northern magrin of the Tauride–Anatolide continent, central and Western Turkey. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 311 (1), 9-66.

Robertson, A. H. F and Ustaömer, T., 2011. Role of tectonic-sedimentary melange and Permian-Triassic cover units, central southern Turkey in Tethyan continental margin evolution. Journal of Asian Earth Sciences, 40, 98-120.

Robertson, A.H.F. O. Parlak, T. Ustaömer 2012. Overview of the Palaeozoic-Neogene evolution of Neotethys in the Eastern Mediterranean region (southern Turkey, Cyprus, Syria) Pet. Geosci. 18, pp. 381-404.

Robertson AHF, Parlak O, Ustaömer T 2013. Late Palaeozoic-early Cenozoic tectonic development of southern Turkey and eastern-most Mediterranean region: evidence from the interrelations of continental and oceanic units. In: Robertson, AHF, Parlak O,

Ünlügenç UC (eds) Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region, J Geol Soc London Special Publication 372: 9-48.

Rollinson, H.R., 1993. Using geochemical data: Evaluation presentation, interpretation. New York, John Wiley&Sons.

Romer, R.L., Kjøsnes, B., Korneliussen, A., Lindahl, I., Skyseth, T., Stendal, M. & Sundvoll, B. 1992. The Archaean-Proterozoic boundary beneath the Caledonides of northern Norway and Sweden: U-Pb, Rb-Sr and Nd isotope data from the Rombak-Tysfjord area. Norges Geologiske Undersøkelse Report 91.225, 67 p.

Roser, B.P., and Korsch, R.J., 1988. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determine during discriminant functions analysis of major element data, Chemical Geology, 67, 119-139.

Rossetti, F., Nozaem, R., Lucci, F., Vignaroli, G., Gerdes, A., Nasrabadi, M., and Theye, T., 2015. Tectonic setting and geochronology of the Cadomian (Ediacaran-Cambrian) magmatism in Central Iran, Kuh-e-Sarhangi region (NW Lut Block): Journal of Asian Earth Sciences, v.102, p.24-44. doi:10.1016/j.jseaes.2014.07.034.

Rudnick, RL., Gao, S., 2003. Composition of the continental crust. In: Holland HD, Turekian KK (eds) Treatise on geochemistry, vol 3. Elsevier-Pergamon, Oxford, pp 1-64.

Sepidbar, F., Moghadam, H.S., Li, C., Stern, R.J., Jiantang, P., and Vesali, Y., 2020. Cadomian Magmatic Rocks from Zarand (SE Iran) Formed in a Retro-Arc Basin: Lithos, p.366–367. doi:10.1016/j.lithos.2020.105569105569.

Sepidbar, F., Homam, S.M., Ghaemi, F., Stern, R.J., Jun, H., Karsli, O., Gholami, M., 2023. Cadomian tectonic evolution of Iran: records of an unusually hot and broad extensional convergent magrin on the northern magrin of Gondwana, International Geology Review, DOI: 10.1080/00206814.2023.2238219.

Selçuk, H., 1981. Etude geologique de la partiemeridionaledu Hatay (Turquie). (Doktora Tezi) Theseno. 1977, Dept. of Mineralogy, University of Geneva, 116 sayfa.

Shabanian, N., Davoudian, A.R., Dong, Y., Liu, X., 2018. U-Pb zircon dating, geochmistry and Sr-Nd-Pb isotopic ratios from Anna-Dorud Cadomian metagranites, Sanadaj-Sirjan Zone of western Iran. Precambrian Research, 306, 41-60.

Shervais, J.W., 1982. Ti-V plotsand the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. Earth Planet. Sci. Lett. 59 (1): 101-118.

Soejono, I., Janoušek, V., Žáčková, E., Sláma, J., Konopásek, J., Machek, M., and Hanžl, P., 2016. Long-lasting Cadomian magmatic activity along an active northern Gondwana margin: U-Pb zircon and Sr-Nd isotopic evidence from the Brunovistulian Domain, eastern Bohemian Massif: International Journal of Earth Sciences, v.106, p.2109-2129. doi:10.1007/s00531-016-1416-y.

Stern, J.R. 2008. Neoproterozoic crustal growth: the solid Earth system during a critical episode of Earth history. Gondwana Research, 14: 33-50. doi:10.1016/ j.gr.2007.08.006.

Stern, R.J., Ali, K.A., Ren, M., Jarrar, G.H., Romer, R.L., Leybourne, M.I., Whitehouse, M.J., Ibrahim, K.M., 2016. Cadomian (∼560 Ma) crust buried beneath the northern Arabian Peninsula: mineral, chemical, geochronological, and isotopic constraints from NE Jordan xenoliths. Earth and Planetary Science Letters 436, 31-42.

Sun, S.S., McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. pp. 313-347. Magmatism in the ocean basins. Editors: Saunders, A.D., Norry, M.J., London: Geological Society Special Publications 42.

Sungurlu, O., 1975. VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi: TPAO Rap. No. 817, (yayınlanmamış).

Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dulger, S., Çelikdemir, E., Naz, H., 1985. Elazığ-Hazar-Palu Alanının jeolojisi. Türkiye Petrolleri A.O. Mart 1985 (yayınlanmamış).

Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., ve Naz, H., 1985. Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisi. Petrol İşl. Gn. Müd. Derg. 29,83-191.

Susam, C. C., 2018. Budaklı-Bölükyazı (Hizan-Bitlis) arasındaki metamorfitlerin petrolojisi ve jeokimyasal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Şahin, M.B., Erkan, Y., 1999. Akdağmağdeni Masifi Metamorfitleri Evciler-Çatköy (Çayıralan-Yozgat) Kesiminde Belirlenen İndeks Mineralleri ve Mineral Toplulukları, Maden Tetkik Arama Dergisi, 12, 251-269.

Şahin, Ö., 2008. Çelikhan (Adıyaman) Kuzeydoğusundaki Tektono-Metamorfik birimlerin metamorfik ve yapısal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Şahin, Ö., ve Işık, V., 2010. Petrology of Metamorphic and Magmatic Rocks in The Vicinity of Çelikhan (Adıyaman), Turkey. Geological Bulletin of Turkey, vol. 53, 2-3p.

Şengör, A.M.C., ve Yılmaz, Y., 1983. Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. TJK Yerbilimleri özel dizisi, no:1, Ankara.

Şengör, A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey, a platetectonic approach: Tectonophysics, v. 75, p. 181-241.

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A platetectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.

Şengör, A.M.C. Yılmaz, Y., Sungurlu, O., 1984. Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Paleo-Tethys, The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F., (eds)., Geological Society, London, Special Publications, 17, 77-112.

Şengün, M., 1984. Bitlis Masifi Tatvan güneyinin jeolojik/petrografik incelenmesi. Doktora Tezi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara (yayımlanmamış).

Şengün, M., 1993. Bitlis Masifi'nin metamorfizması ve örtü çekirdek ilişkisi. MTA Dergisi, 115 (1), 1-13.

Şengün, M., Asutay, H.J., Ercan, T., Metin, S., 1990. Maden formation: sedimentation and volcanism on a synorogenic passive margin (Bitlis/Pütürge), SE Turkey. IESCA-Intern Earth Sci. Conf. on Aegean Regions, 1-6 October, pp. 126-127.

Şimşek, E., 2017. Kızıldağ ofiyolitini oluşturan farklı magmatik kayaların U-Pb yöntemi ile yaşlandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Şimşek, G., 2018. Göksun ofiyoliti ve esence granitoyidi (Kahramanmaraş)'ni oluşturan farklı kayaların U-Pb yöntemiyle yaşlandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Şimşek, E., Parlak, O., Robertson, A.H.F., 2023. Ion-probe (SIMS) U-Pb geochronology and geochemistry of the Upper Cretaceous Kızıldağ˘ (Hatay) ophiolite: Implications for supra-

subduction zone spreading in the Southern Neotethys. Geosyst. Geoenviron. 100165. doi:10.1016/j.geogeo.2022.100165.

Tappert, M.C., Rivard, B., Giles, D., Tappert, R., Mauger, A., 2013. The mineral chemistry, near-infrared, and mid-infrared reflectance spectroscopy of phengite from the Olympic dam IOCG deposit, South Australia.Ore Geol. Rev. 53, 26-38.

Tarhan, N., 1984. Göksun-Afşin-Elbistan dolayının Jeolojisi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi (Dergipark), 8, 1, 3-10.

Tarhan, N., 1986. Doğu Toroslarda Neotetis'in kapanımına ilişkin granitoyid magmalarının evrimi ve kökeni. MTA Dergisi 107, 95-11.

Teipel, U., Eichhon, R., Loth, G., Rohemüller, J., Holl, R., and Kennedy, A., 2004. U-Pb SHRIMP and Nd isotope data from the western Bohemian Massif (Bayerscher Wald, Germany): Implications for Upper Vendian and Lower Ordovician magmatism, International Journal of Earth Sciences 93, 782-801.

Tekeli, O., Whitechurch, H., Erendil, M., 1983. The Kızıldağ ophiolite: autochtons, paraautochtons and ophiolites of the eastern Taurus and Amanos mountains, excursion guide. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, Turkey.

Thompson, M., and Walsh, J.N., 1983. A hand book of inductively coupled plasma spectrometry, p. 16-36.

Thompson, G., 1991. Metamorphic and hydrothermal processes: basalt-seawater interactions. p. 148-173. Oceanic basalts, Editor: Floyd, P.F., London: Blackie.

Tinkler, C., Wagner, J.J., Delaloye, M., Selçuk, H., 1981. Tectonic history of the Hatay ophiolites (south Turkey) and their interpretation with the Dead Sea rift. Tectonophysics 72, 23-41.

Toker, R., 1985. Çat barajı (Malatya) sulama temelinin jeolojisi ve mühendisik jeolojisi incelemesi. İstanbul Üniv. Yüksek Lisans Tezi, 64s.

Tolluoğlu, A.Ü., 1981. Mutki (Bitlis) yöresi metamorfiklerinin petrografisi/petrolojisi. Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara (yayınlanmamış).

Tolun, N., 1955. Elazığ, Keban, Çemişgezek ve Pertek Bölgesinin Jeolojik Etüdü. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Ankara, Türkiye, 2227.

Topuz, G., Azizi, H., Burg, J., 2022. Cadomian custal evlution of Turkey, Iran and environs. International geology review cilt. 64, sa.17, ss. 2385-2388.

Topuz, G., Candan, O., Wang, J., Li, Q., Wu, F., & Yılmaz, A., 2021. Silurian A-type metaquartz-syenite to-granite in the Eastern Anatolia: Implications for Late Ordovician-Silurian rifting at the northern margin of Gondwana. Gondwana Research, vol.91, 1-17.

Torsvik, T.H., and Cocks, L.R.M., 2013. Gondwana from top to base in space and time: Gondwana Research, v.24, p.999-1030.

Tuna, E., 1979, Elazığ-Palu-Pertek bölgesinin jeolojisi: TPAO Arşiv Rap. 1363.

Turan, M., 1984. Baskil-Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 185s.

Turan, M., Bingöl, A.F., 1989. Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektonostratigrafik özellikleri. Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, Çukurova Üniversitesi, Adana, pp. 213-227.

Turan, M., Bingöl, A.F., 1991. Kovancılar-Baskil (Elazığ) Arası Bölgenin Tektonostratigrafik Özellikleri. Ç.Ü. Ahmet ACAR Jeoloji Sempozyumu, Tebligler, 213-227.

Turan, M., Aksoy, E., Bingöl, A.F., 1993. Doğu Torosların Jeodinamik Evriminin Elazığ Civarındaki Özellikleri. H.Ü. Yerbilimleri'nin 25. Yılı Sempozyumu, 15-18 Kasım, Ankara.

Turan, M., Aksoy, E., ve Bingöl, A.F., 1993. Doğu Toroslar'ın evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimlerinin 25. Yılı Symp.

Turan, M., Aksoy, E., ve Bingöl, A.F., 1995. Doğu Torosların Jeodinamik Evriminin Elazığ Civarındaki Özellikleri. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7/2, 177-200.

Turner, F.J., ve Weiss, L.E., 1963. Structural analysis of metamorphic tectonites, Newyork, McGraw-Hill.

Turner, S.P., Platt, J.P., George, R.M.M., Kelley, S.P., Pearson, D.G., Novel, G.M., 1999. Magmatism associated with orogenic collapse of the Betic-Alboran domain SE Spain. Journal of Petrology 40, 1011-1036.

Ustaömer, P.A., 1999. Pre-Early Ordovician Cadomian arc-type granitoids, the Bolu Massif, West Pontides, northern Turkey: geochemical evidence. International Journal of Earth Sciences, 88 (1), 2-12.

Ustaömer, P.A., Mundil, R., and Renne, P.R., 2005. U/Pb and Pb/ Pb zircon ages for arc-related intrusions of the Bolu Massif (W Pontides, NW Turkey): Evidence for Late Precambrian (Cadomian) age: Terra Nova, v.17, p.215–223. doi:10.1111/ j.1365-3121.2005.00594.x.

Ustaömer P.A., Ustaömer T, Collins AS, Robertson AHF 2009. Cadomian (Ediacaran-Cambrian) arc magmatism in the Bitlis Massif, SE Turkey: Magmatism along the developing northern margin of Gondwana. Tectonophysics doi:10.1016/j.tecto. 2008.06.010

Ustaömer, P.A., Ustaömer, T., Gerdes, A., Robertson, A.H.F., Collins, A.S., 2012. Evidence of Precambrian Sedimentation/Magmatism and Cambrian Metamorphism in Bitlis Massif SE Turkey Utulising Whole Rock Geochemistry and U-Pb LA-ICP-MS Zircon Dating, Gondwana Research. 21:1001-1018.

Ustaömer, T., Ustaömer, P.A., Robertson, A.H.F., Gerdes, A., 2020. U-Pb-Hf isotopic data from detrital zircons in Late Carboniferous and Mid-Late Triassic Sandstones, and also Carboniferous granites from the Tauride and Anotolide continent a units in S Turkey: implications for Tethyan palaeogeography, International Geology Review, 62, 9, 1159-1186.

Vermeesch, P., 2006a. Tectonic discrimination diagrams revisited. Geochemistry, Geophysics, Geosystem, 7, Q06017, doi: 10, 1029/2005GEO01092.

Walker, K. R., Joplin, G. A., Lovering, J. F., and Green, R. 1960. Metamorphic and metasomatic convergence of basic igneous rocks and lime-magnesia sediments of the precambrian of North-western Queensland, Journal of the Geological Society of Australia, 6(2), 149-177.

Wallin, E. T., and Metcalf, R. V., 1998. Supra-subduction Zone Ophiolites Formed in an Extensional Forearc: Trinity Terrane, Klamath Mountains, California. Journal of Geology, 106:591-608.

Whitney, D.,L., Dilek, Y., 1998. Metamorphism during crustal thickening extension in central Anatolia: the Niğde metamorphic core complex, Journal of Petrology 39, 1385-1403.

Whitney, D.L., Dilek, Y., 2000. Andalusite-sillimanite-quartz veins as indicators of low pressure high temparatur deformation during late stage unroofing of a metamorphic core complex, Turkey, Journal of Metamorphic Geology, 18, 59-66.

Whitney, D.L., Teyssier, C., Dilek, Y., Fayon, A.K., 2001. Influence of orogen normal collision vs. warench–dominated tectonics on metamorphic, P-T-t paths, Central Anatolia Crystalline Complex, Turkey. Journal of Metamorphic Geology.

Whitney, D.L., Teyssier, C., Fayon, A.K., Hamilton, M.A., Heizler, M., 2003. Tectonic controls on metamorphism partial melting and ıntrusion,: timing and duration of regional metamorphism and magmatism in the Niğde Massif, Turkey, 376, 37-60.

Wilmsen, M., Fürsich, F. T., Seyed-Emami, K., Majidifard, M. R., Taheri, J., 2009a. The Cimmerian orogeny in northern Iran: tectono-stratigraphic evidence from the foreland. Terra Nova 21:211-218.

Wilmsen, M., Fürsich, F. T., Taheri, J., 2009b. The Shemshak Group (Lower-Middle Jurassic) of the Binalud Mountains, NE Iran: Stratigraphy, depositional environments and geodynamic implications. In: Brunet MF, Wilmsen M, Granath JW (eds) South Caspian to Central Iran Basins, vol 312. Geological Society London, Special Publications, pp 175-18.

Winchester, J.A., and Floyd, P.A., 1977. Geochemical Discrimination of Different Magma Series and their Differentation Products Using Immobile Elements. Chemical Geology, 20:325-43.

Winkler, H. G.F., 1967. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 2nd edition. Springer-Verlag, New York 237p. http://doi.org/10.1007/978-3-662-00866-9.

Winkler, H.G.F., 1979. Petrogenesis of Metamorphic Rock. 4 th ed., Springer-Verlag, New York, 348p.

Wintsch R.H., and Andrews, M.S., 1988. Deformation induced growth of sillimanite: ‘stress’ minerals revisited. Journal of Geology, 96, 143-161.

Wood, D. A., Joron, J. L., and Treuil, M., 1979. A Reappraisal of the Use of Trace Elements to Classify and Discriminate Between Magma Series Erupted in Different Tectonic Settings. Earth and Planetary Science Letters, 45: 326-36.

Yardley, B.W.D., 1989. An Introduction to Metamorphic Petrology. Longman Scientific&Technical, New York, 248p.

Yalçın, N., 1980. Amonasların Litolojik karakterleri ve Güneydoğu Anadolunun Tektonik Evrimindeki Anlamı, Türkiye Jeoloji Kurumu, 23, 21-30.

Yazgan, E., 1972. Etude geologique et petrographique du complexe ophioltique de la region situeeau Sud-Est. de Malatya (Taurusoriental, Turguie). Univ. Geneve, no:4, Doktora Tezi, 236 s.

Yazgan, E., 1981. Doğu Toroslarda etkin bir paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase Orta Eosen), Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu. Yerbilimleri, 7, 83-104.

Yazgan, E., 1983. A geotravers between the Arabia Platform and the Munzur Nappes, Int. Symp. On the Geology of theTaurus Belt. Field Guide Book, 199-208, Ankara.

Yazgan, E., 1983. A geotraverse between the Arabian platform and the Munzur nappes. Int. Symp. On the Geology of theTaurus Belt, Field Guide Book, Excursion, Ankara.

Yazgan, E., 1984. Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 199-208.

Yazgan, E., Asutay, H.J., 1981. Definition of structural units located between Arabian platform and Munzur Mountain sand their significance in the geodynamic evolution of the area: 35$^{th}$ Congress of the Geological Society of Turkey, Abstracts, 44-45.

Yazgan, E., Asutay, J., Gültekin, M.C., Poyraz, N., Sirel, E., Yıldırım, H., 1987. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Torosların jeodinamik evrimi. MTA Raporu, No: 2268, 178s.

Yazgan, E., Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. Türkiye Petr. Jeo. Der., 3, 1, 1-41, Ankara.

Yazgan, E., Michard, D., White, A., Whitechurch, H., Montigny, R., 1983. Le Taurus De Malatya (Turquie Orientale), Element De La Suture Sud-Tethysienne, Bul. Soc. Geol. France. 1:59-69.

Yazgan, E., Michard, D., White, A., Whitechurch, H., Montigny, R., 1983. LeTaurus De Malatya (Turquie Orientale), Element De La SutureSud- Tethysienne. Bul. Soc. Geol. France. 1:59-69.

Yazgan, E., ve Asutay, H.J., 1987. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Toroslar'ın Jeodinamik Evrimi. MTA Enst. Rap. No: 297, Ankara.

Yazgan, E., ve Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. Turkish Association of Petroleum Geologists Bulletin, 3 (1), 1-42.

Yıldırım, E., 2010. Çelikhan-Sincik Arasında Yüzeyleyen Magmatik Kayaçların Petrografisi ve Petrolojisi. Doktora Tezi, Fırat Uni. Fen Bilimleri Ens.

Yıldırım, M., Yılmaz, Y., 1991. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının Ekaylı Zonu, TPJD Bülteni, C:3/I: 57-73.

Yılmaz, H., 1992. Doğanşehir-Sürgü-Gözene (Malatya) Yöresinin Jeolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon, 141s.

Yılmaz, O., 1971. Etude petrographique et geochronologique de la region de Cacas. Phd thesis, Univerite de Groneble.

Yılmaz, O., 1971. Etude petrographique et geochronologique de la region de Cacas (partiemeridionale de massif de Bitlis, Turquie): Univ. Sci. Et Medical, Grenoble, 230 s, doktora tezi (yayınlanmamış).

Yılmaz, O., 1975. Cacas bölgesi (Bitlis Masifi) kayaçlarının petrografik ve stratigrafik incelenmesi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 18 (1), 33-41.

Yılmaz, O., Michel, R., Vialette, Y., Bonhomme, M.G., 1981. Reinterpretation des donnee isotopiques Rb-Srobteneues sur les metamorphites de la partiemeridionaledu massif de Bitlis (Turquie): Sci. Geol; Bull. Strasburg, 34, 59-73.

Yılmaz, Y., 1991. Allochthonous Terranes in the Tethyan Middle East: Anatolia and the Surrounding Region. In: Dewey, J.F., Gass, I.G., Curry, G.B., Harris, N.B.W., Şengör, A.M.C., (eds), Allochthonous Terranes, Cambridge Univ. 155-168.

Yılmaz, H., 1992. Doğanşehir-Sürgü-Gözene (Malatya) yöresinin jeolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Trabzon, Doktora Tezi, 141s (yayımlanmamış)

Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the Southeast Anatolian orogen. Geol. Soc. Of Amer. Bull. 105, 251-271.

Yılmaz, Y., and Yiğitbaş, E., 1991. The different ophiolitic-metamorphic assemblages of S.E. Anatolia and their significance in the geological evolution of the region: 8th Petroleum Congress of Turkey, Geology Proceedings, Ankara, Turkey, 128-140.

Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Kozlu, H., Gül, M.A., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş.C., Keskin, M., 1987. Maraş kuzeyinin jeolojsi (Andırın-Berit-Engizek-Nurhak-Binboğa dağları). TPAO Rap. No: 2028, Ankara.

Yılmaz Şahin, S., Aysal, N., Güngör, Y., Peytcheva, I., and Neubauer, F., 2014. Geochemistry and U–Pb zircon geochronology of metagranites in Istranca (Strandja) Zone, NW Pontides, Turkey: Implications for the geodynamic evolution of Cadomian orogeny: Gondwana Research, v.26, p.755-771. doi:10.1016/j.gr.2013.07.011.

Yılmaz, Y., Yıldırım, M., 1996. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında nap alanının (metamorfik masiflerin) jeolojisi ve evrimi. Turkish Journal of Earth Sciences, 5 (Turkish Issue), 21-38.

Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, S.C., 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of South-East Anatolia and their signifacance in the geological evolution of the orogenic belt. Publication of Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, 12, 1280-1297.

Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş.C., 1992. Güneydoğu Anadolu metamorfik masiflerinin kökeni. Tür. 9. Petrol Kong. Bild. Ankara, 296-306.

Yılmaz, İ., Yılmaz, Şahin S., Aysal, N., Güngör, Y., Akgündüz, A., & Can, Bayhan, U., 2022. Geochronology, geochemistry and tectonic setting of the Cadomian (Ediacaran-Cambrian) magmatism in the Istranca (Strandja) Massif: new insights into magmatism along the

northern margin of Gondwana in NW Turkey, International Geology Review, 64:17, 2456-2477, DOI: 10.1080/00206814.2021.1901249.

Yiğitbaş, E., 1989. Engizek Dağı (K. Maraş) Dolayındaki Tektonik Birliklerin Petrolojik İncelenmesi. Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul, (yayınlanmamış).

Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Yılmaz, Y., 1991. Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağında Maden Grubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi. A.Ü. Fen Fak. A. Suat Erk jeoloji sempozyumu, bildiriler, 251-264.

Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Yılmaz, Y., 1991. Tectonic setting and geological significance of the Maden complex, SE Anatolia; TERRA-Abstracts, v. 3, n. 1, March 1991, EUGVI, Strasbourg, p. 255.

Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Yılmaz, Y., 1993. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Maden Grubu'nun Tektonik Konumu ve Jeolojik Önemi. A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu. Bildiriler kitabı, 251-264, 2-5 Eylül 1993, Ankara.

Yiğitbaş, E., ve Yılmaz, Y., 1996. New evidence and solution to the Maden complex controversy of the Southeast Anatolian orogenic belt (Turkey): Geol. Rundsch., v. 85, p. 250-263.

Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y. ve Genç, S.C., 1992. Günaydoğu Anadolu orojenik kuşağında Eosen nap yerleşmesi: Türkiye 9. Petrol Kong. Bild. Ankara, 307-318.

Yigitbas, E.,Tunç, İ., 2020. Biga Yarımadası'nda Sakarya Zonunun Prekambriyen Metamorfik Kayaları; Geç Ediyakaran Gondwanaland Aktif Kıta Kenarı. Türkiye Jeoloji Bülteni, 63, ss.277-302. 10.25288/tjb.589144.

Yogodzinski, G. M., Volynets, O. N., Koloskov, A. V., Seliverstov, N. I., and Matvenkov, V. V., 1993. Magnesian Andesites and the Subduction Component in Strongly Calc-alkaline Series at Piip Volcano, Far Western Aleutians. Journal of Petrology, 35: 163-204.

Zack, K., Foley, S., Rivers, T. 2002. Equilibrium and disequilibrium trace element partitioning in hydrous eclogites (Trescolmen, Central Alps). Journal of Petrology, 43, 947-974.

Zakariadze, G.S., Dilek, Y., Adamia, S.A., Oberhänsli, R.E., Karpenko, S.F., Bazylev, B.A., and Soloveva, N., 2007. Geochemistry and geochronology of the Neoproterozoic Pan-African Transcaucasian Massif (Republic of Georgia) and implications for island arc evolution of the late Precambrian Arabian-Nubian Shield: Gondwana Research, v.11, p.92-108. doi:10.1016/j.gr.2006.05.012.

Zlatkin, O., Avigad, D., Gerdes, A., 2013. Evolution and provenance of Neoproterozoic basement and Lower Paleozoic siliciclastic cover of the Menderes Massif (Western Taurides): Coupled U-Pb-Hf zircon isotope geochemistry, Gondwana Research, 23, 682-700.

Zelazniewicz, A., Dorr, W., Bylina, P., Franke, W., Haak, U., Heinisch, H., Schastok, J., Grandmontagne, K., and Kulicki, C., 2004. The eastern continuation of the Cadomian Orogen: U-Pb zircon evidence from Saxothuringian granitoids in south-western Poland and the northern: Czech Republic: International Journal of Earth Sciences, v.93, p.773-781. doi:10.1007/s00531-004-0418-3.

## ÖZGEÇMİŞ

Emrah ŞİMŞEK, ilk, orta ve lise eğitimini Adana'da tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2010 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünde çift anadal öğrenimine başladı. 2013 yılı Haziran ayında aynı fakülteden "Fakülte Üçüncüsü" derecesi ileçift anadal programlarını (Jeoloji Mühendisi ve Çevre Mühendisi) tamamlayarak mezun oldu. 2014 Yılının Şubat ayında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Mineraloji-Petrografi Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 9 Eylül 2014 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü kadrosunda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Prof. Dr. Osman PARLAK danışmanlığında "Kızıldağ (Hatay) Ofiyolitini Oluşturan Farklı Magmatik Kayaların U-Pb Yöntemi ile Yaşlandırılması" adlı bir yüksek lisans tezi hazırladı ve 2017 yılının Ocak ayında yüksek lisansını tamamladı. 2017 yılının Şubat ayında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Mineraloji-Petrografi Ana Bilim Dalında doktora öğrenimine başladı. Prof. Dr. Osman PARLAK danışmanlığında ‘‘Kale-Pütürge (Malatya) Bölgesinde Yüzeyleyen Kayaçların Jeokimyası, Jeokronolojisi ve Tektonik Önemi’’ adlı bir doktora tezi hazırladı.

# EKLER

**EKLER**

Ek-1. Pütürge Metamorfiklerine ve Maden Kompleksine ait örnekler

Ek-2. Jeokronoloji analiz sonuçları ve zirkon, rutil minerallerinin katodolüminessans (CL) fotoğrafları

Ek-3. Mineral kimyası analiz sonuçları

Ek-4. Tüm kayaç jeokimyası analiz sonuçları

Ek.5. Pütürge ve çevresinin jeoloji haritası (L41b4, MTA'dan değiştirilmiştir)

Ek.6. Pütürge ve çevresinin jeoloji haritası (L41c1, MTA'dan değiştirilmiştir

Ek.7. Pütürge ve çevresinin jeoloji haritası (L41c2, MTA'dan değiştirilmiştir)

Ek-1.1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler

| Pütürge Metamorfikleri | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Örnek No** | **Litoloji** | **Zon** | **X (Kordinatı)** | **Y (Kordinatı)** |
| PM-1 | Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0479472 | 4241213 |
| PM-3 | Gözlü Gnays | 37S | 0482862 | 4223820 |
| PM-11 | Metagranit | 37S | 0478512 | 4241588 |
| PM-12 | Kuvarsit | 37S | 0478513 | 4241590 |
| PM-13 | Kuvarsit | 37S | 0478513 | 4241591 |
| PM-14 | Kuvarsit | 37S | 0478653 | 4241461 |
| PM-15 | Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0478613 | 4241477 |
| PM-17 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0478695 | 4241336 |
| PM-18 | Kuvarsit | 37S | 0478660 | 4241329 |
| PM-19 | Kuvarsit | 37S | 0478810 | 4241346 |
| PM-20 | Disten-Kuvars-Biyotit Şist | 37S | 0478810 | 4241346 |
| PM-21 | Kuvarsit | 37S | 0478810 | 4241346 |
| PM-22 | Kuvarsit | 37S | 0478810 | 4241346 |
| PM-23 | Amfibolit | 37S | 0478810 | 4241346 |
| PM-24 | Kuvarsit | 37S | 0478810 | 4241346 |
| PM-25 | Kuvarsit | 37S | 0478812 | 4241338 |
| PM-26 | Biyotit-Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0478812 | 4241338 |
| PM-27 | Amfibolit | 37S | 0478818 | 4241285 |
| PM-28 | Kuvarsit | 37S | 0478819 | 4241171 |
| PM-29 | Kuvarsit | 37S | 0478811 | 4241174 |
| PM-30 | Amfibolit | 37S | 0478825 | 4241166 |
| PM-31 | Kuvarsit | 37S | 0478825 | 4241166 |
| PM-32 | Amfibol-Kuvars Şist | 37S | 0478860 | 4241145 |
| PM-33 | Kuvarsit | 37S | 0478903 | 4241138 |
| PM-34 | Kuvarsit | 37S | 0478919 | 4241138 |
| PM-35 | Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0478919 | 4241138 |
| PM-36 | Amfibol-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0478934 | 4241101 |
| PM-37 | Amfibolit | 37S | 0478909 | 4241088 |
| PM-38 | Kuvarsit | 37S | 0478909 | 4241088 |
| PM-39 | Muskovit-Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0478896 | 4241044 |
| PM-40 | Kuvarsit | 37S | 0479041 | 4240943 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-41 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0479083 | 4240868 |
| PM-42 | Kuvarsit | 37S | 0479083 | 4240868 |
| PM-43 | Kuvarsit | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-44 | Kuvarsit | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-45 | Amfibolit | 37S | 4779218 | 4240812 |
| PM-46 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-47 | Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-48 | Kuvarsit | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-49 | Amfibol Şist | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-50 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-51 | Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0479218 | 4240812 |
| PM-52 | Kuvarsit | 37S | 0479229 | 4240783 |
| PM-53 | Amfibolit | 37S | 0479231 | 4240783 |
| PM-54 | Klorit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0479237 | 4240370 |
| PM-55 | Kuvarsit | 37S | 0479237 | 4240737 |
| PM-56 | Amfibol Şist | 37S | 0479237 | 4240737 |
| PM-57 | Kuvarsit | 37S | 0479233 | 4240219 |
| PM-58 | Kuvarsit | 37S | 0479301 | 4240543 |
| PM-59 | Kuvarsit | 37S | 0479301 | 4240543 |
| PM-60 | Kuvarsit | 37S | 0479249 | 4240476 |
| PM-62 | Kuvars-Biyotit-Klorit-Muskovit Şist | 37S | 0480014 | 4237043 |
| PM-63 | Klorit Şist | 37S | 0479930 | 4237039 |
| PM-67 | Biyotit-Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0479291 | 4240450 |
| PM-68 | Kuvars-Klorit Şist | 37S | 0479291 | 4240450 |
| PM-69 | Amfibolit | 37S | 0479295 | 4240425 |
| PM-70 | Amfibolit | 37S | 0479295 | 4240425 |
| PM-71 | Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0479295 | 4240425 |
| PM-72 | Amfibolit | 37S | 0479293 | 4240403 |
| PM-73 | Kuvarsit | 37S | 0479261 | 4240312 |
| PM-74 | Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0479133 | 4240282 |
| PM-75 | Kuvarsit | 37S | 0479103 | 4240287 |
| PM-76 | Amfibolit | 37S | 0479104 | 4240453 |
| PM-77 | Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0479003 | 4240361 |
| PM-80 | Kuvars-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0480353 | 4236211 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-81 | Kuvars-Biyotit Şist | 37S | 0480385 | 4236291 |
| PM-82 | Kuvars Şist | 37S | 0480406 | 4236245 |
| PM-83 | Kuvarsit | 37S | 0480406 | 4236245 |
| PM-84 | Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0480564 | 4236084 |
| PM-85 | Metagranit | 37S | 0480590 | 4236056 |
| PM-86 | Biyotit-Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0480515 | 4236001 |
| PM-87 | Kuvars-Muskovit-Klorit Şist | 37S | 0480260 | 4235795 |
| PM-88 | Amfibolit | 37S | 0479301 | 4240732 |
| PM-89 | Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0479302 | 4240727 |
| PM-90 | Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0480402 | 4235896 |
| PM-91 | Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0480359 | 4235881 |
| PM-92 | Metagranit | 37S | 0480332 | 4235807 |
| PM-93 | Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0480310 | 4235710 |
| PM-94 | Mikaşist | 37S | 0480280 | 4235699 |
| PM-95 | Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0480255 | 4235613 |
| PM-96 | Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0480095 | 4235495 |
| PM-97 | Kuvarsit | 37S | 0480106 | 4235280 |
| PM-98 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0480274 | 4234762 |
| PM-99 | Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0480413 | 4234778 |
| PM-100 | Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0480469 | 4234770 |
| PM-101 | Kuvars Şist | 37S | 0480469 | 4234770 |
| PM-102 | Biyotit-Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0480458 | 4234620 |
| PM-103 | Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0480397 | 4234477 |
| PM-104 | Kuvarsit | 37S | 0480397 | 4234477 |
| PM-105 | Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0480216 | 4234370 |
| PM-106 | Mikaşist | 37S | 0479989 | 4234555 |
| PM-107 | Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0479579 | 4234467 |
| PM-108 | Metagranit (Granatlı) | 37S | 0479536 | 4234479 |
| PM-109 | Klorit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0479535 | 4234482 |
| PM-111 | Kuvarsit | 37S | 0480576 | 4235617 |
| PM-112 | Metagranit | 37S | 0480376 | 4235189 |
| PM-113 | Mermer | 37S | 0489676 | 4228603 |
| PM-114 | Mermer | 37S | 0489676 | 4228603 |
| PM-115 | Kalkşist | 37S | 0489763 | 4228791 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-116 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0488785 | 4230316 |
| PM117 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0487869 | 4230486 |
| PM-118 | Amfibolit | 37S | 0479296 | 4240730 |
| PM-119 | Amfibolit | 37S | 0479259 | 4240775 |
| PM-120 | Kuvars-Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0481624 | 4234348 |
| PM-121 | Metagranit | 37S | 0481457 | 4235250 |
| PM-122 | Metagranit | 37S | 0479238 | 4240730 |
| PM-123 | Metagranit | 37S | 0480485 | 4236086 |
| PM-124 | Gnays | 37S | 0480566 | 4236083 |
| PM-125 | Metagranit | 37S | 0480336 | 4235808 |
| PM-126 | Metagranit | 37S | 0480096 | 4235580 |
| PM-127 | Metagranit | 37S | 0480364 | 4235346 |
| PM-128 | Metagranit | 37S | 0480136 | 4234426 |
| PM-129 | Kuvars-Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0480266 | 4234184 |
| PM-130 | Biyotit Şist | 37S | 0480141 | 4234314 |
| PM-131 | Gnays | 37S | 0480259 | 4234196 |
| PM-132 | Kuvars-Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0480319 | 4234180 |
| PM-133 | Gnays | 37S | 0480458 | 4234310 |
| PM-134 | Biyotit-Kuvars-Muskovit-Klorit Şist(Granatlı) | 37S | 0480889 | 4234163 |
| PM-135 | Gnays | 37S | 0486613 | 4223289 |
| PM-136 | Gözlü gnays | 37S | 0485473 | 4222798 |
| PM-137 | Metagranit | 37S | 0486180 | 4223554 |
| PM-138 | Biyotit-Klorit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0486194 | 4223608 |
| PM-139 | Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0486095 | 4223593 |
| PM-140 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0486069 | 4223691 |
| PM-141 | Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0485975 | 4223897 |
| PM-142 | Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0486243 | 4224330 |
| PM-143 | Kuvars-Muskovit-Klorit Şist | 37S | 0486210 | 4224373 |
| PM-144 | Kuvarsit | 37S | 0487915 | 4225616 |
| PM-145 | Metagranit | 37S | 0487827 | 4225701 |
| PM-146 | Kuvars Şist | 37S | 0486826 | 4226208 |
| PM-147 | Metagranit | 37S | 0486337 | 4226513 |
| PM-148 | Kuvarsit | 37S | 0486251 | 4226668 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-149 | Metagranit | 37S | 0486251 | 4226668 |
| PM-150 | Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0486324 | 4226755 |
| PM-151 | Kuvarsit | 37S | 0486324 | 4226755 |
| PM-152 | Kuvars-Biyotit Şist | 37S | 0486324 | 4226755 |
| PM-153 | Kuvarsit | 37S | 0486318 | 4226820 |
| PM-154 | Kuvars-Klorit Şist | 37S | 0486367 | 4227108 |
| PM-155 | Kuvars-Biyotit-Klorit-Muskovit Şist | 37S | 0481640 | 4233872 |
| PM-156 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0482236 | 4233733 |
| PM-157 | Serizit Şist | 37S | 0482685 | 4233510 |
| PM-158 | Metagranit (Granatlı) | 37S | 0480883 | 4240526 |
| PM-159 | Kuvars-Muskovit-Biyotit Şist(Granatlı) | 37S | 0481154 | 4240436 |
| PM-160 | Metagranit | 37S | 0481141 | 4240256 |
| PM-161 | Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0480992 | 4240089 |
| PM-162 | Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0480993 | 4240058 |
| PM-163 | Gnays | 37S | 0481087 | 4240091 |
| PM-164 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0483059 | 4226019 |
| PM-165 | Kuvarsit | 37S | 0486265 | 4227028 |
| PM-166 | Kalkşist | 37S | 0486657 | 4227104 |
| PM-167 | Kuvarsit | 37S | 0492914 | 4223392 |
| PM-168 | Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0491320 | 4224341 |
| PM-169 | Mermer | 37S | 0489662 | 4225064 |
| PM-170 | Klorit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0489828 | 4225204 |
| PM-171 | Gnays | 37S | 0489857 | 4225367 |
| PM-172 | Kalkşist | 37S | 0489725 | 4225720 |
| PM-173 | Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0487822 | 4225720 |
| PM-174 | Kuvarsit | 37S | 0487822 | 4225720 |
| PM-175 | Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0487965 | 4226666 |
| PM-176 | Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0487969 | 4226663 |
| PM-177 | Kuvars-Muskovit-Klorit Şist | 37S | 0488512 | 4226678 |
| PM-178 | Biyotit-Klorit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0488573 | 4226870 |
| PM-179 | Kuvarsit | 37S | 0492710 | 4221975 |
| PM-180 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0492598 | 4222368 |
| PM-181 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0492598 | 4222368 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-182 | Kuvarsit | 37S | 0493668 | 4224010 |
| PM-183 | Amfibolit | 37S | 0493394 | 4223942 |
| PM-184 | Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493342 | 4223810 |
| PM-191 | Metagranit | 37S | 0481393 | 4240034 |
| PM-192 | Metagranit | 37S | 0481794 | 4239920 |
| PM-193 | Metagranit | 37S | 0482027 | 4239757 |
| PM-194 | Metagranit | 37S | 0482454 | 4239285 |
| PM-195 | Gnays | 37S | 0482820 | 4238777 |
| PM-196 | Gnays | 37S | 0482820 | 4238777 |
| PM-197 | Gnays | 37S | 0482803 | 4238806 |
| PM-198 | Metagranit | 37S | 0483092 | 4238382 |
| PM-199 | Kuvars-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0483550 | 4238150 |
| PM-200 | Kuvars-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0482818 | 4237835 |
| PM-201 | Kuvarsit | 37S | 0493651 | 4223961 |
| PM-202 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493651 | 4223961 |
| PM-203 | Gnays | 37S | 0494361 | 4224127 |
| PM-204 | Klorit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0494361 | 4224127 |
| PM-205 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0494032 | 4224926 |
| PM-206 | Kalkşist | 37S | 0493922 | 4225048 |
| PM-207 | Kuvars-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0494025 | 4225890 |
| PM-208 | Kuvars-Biyotit-Muskovit-Klorit Şist | 37S | 0493494 | 4225921 |
| PM-209 | Mermer | 37S | 0491765 | 4227414 |
| PM-210 | Kuvarsit | 37S | 0487737 | 4227996 |
| PM-211 | Kuvarsit | 37S | 0487737 | 4227996 |
| PM-212 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0487456 | 4227703 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-213 | Klorit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0487322 | 4227760 |
| PM-214 | Mikaşist | 37S | 0487266 | 4227482 |
| PM-215 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist(granatlı) | 37S | 0497530 | 4224225 |
| PM-216 | Kuvarsit (granatlı) | 37S | 0497530 | 4224225 |
| PM-217 | Metagranit | 37S | 0497113 | 4223929 |
| PM-218 | Kalkşist | 37S | 0497113 | 4223929 |
| PM-219 | Klorit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0496745 | 4224024 |
| PM-220 | Klorit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0496745 | 4224024 |
| PM-221 | Biyotit-Kuvars-Muskovit-Amfibol Şist | 37S | 0496745 | 4224024 |
| PM-222 | Mermer | 37S | 0496745 | 4224024 |
| PM-223 | Mermer | 37S | 0496745 | 4224024 |
| PM-224 | Gnays | 37S | 0496233 | 4224090 |
| PM-225 | Gnays | 37S | 0496233 | 4224090 |
| PM-226 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0495976 | 4224180 |
| PM-227 | Kuvars-Klorit-Muskovit Şist | 37S | 0495766 | 4224271 |
| PM-228 | Muskovit-Kuvars-Biyotit Şist | 37S | 0495766 | 4224271 |
| PM-229 | Kuvars-Biyotit-Muskovit-Klorit Şist | 37S | 0495306 | 4224020 |
| PM-230 | Gnays | 37S | 0495016 | 4223790 |
| PM-231 | Kalkşist | 37S | 0493390 | 4226142 |
| PM-232 | Kuvars-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0493390 | 4226142 |
| PM-233 | Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0493390 | 4226142 |
| PM-234 | Kalkşist | 37S | 0493492 | 4225747 |
| PM-235 | Kalkşist | 37S | 0493492 | 4225747 |
| PM-236 | Kuvarsit | 37S | 0493492 | 4225747 |
| PM-237 | Disten-Stavrolitli Kuvarsit | 37S | 0493672 | 4229791 |
| PM-238 | Disten-Granat-Stavrolitli Kuvarsit | 37S | 0493672 | 4229791 |
| PM-239 | Disten-Stavrolit-Granatlı Kuvarsit | 37S | 0493815 | 4229796 |
| PM-240 | Granat-Stavrolitli Kuvarsit | 37S | 0493815 | 4229796 |
| PM-241 | Granat-Stavrolit Kuvars Şist | 37S | 0493815 | 4229796 |
| PM-242 | Disten-Granat-Stavrolit Kuvars Şist | 37S | 0493815 | 4229796 |
| PM-243 | Granat-Muskovit-Biyotit Kuvars Şist | 37S | 0493678 | 4229784 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-244 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493678 | 4229784 |
| PM-245 | Stavrolit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493650 | 4229781 |
| PM-246 | Granat-Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493681 | 4229780 |
| PM-247 | Granat-Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493681 | 4229780 |
| PM-248 | Biyotit-Muskovit-Klorit-Kuvars Şist | 37S | 0493687 | 4229769 |
| PM-249 | Stavrolit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493687 | 4229769 |
| PM-250 | Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493650 | 4229783 |
| PM-251 | Granatlı kuvarsit | 37S | 0493650 | 4229783 |
| PM-252 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493650 | 4229783 |
| PM-253 | Biyotit-Muskovit-Stavrolit-Granatlı Kuvarsit | 37S | 0493673 | 4229753 |
| PM-254 | Kuvars-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0493673 | 4229753 |
| PM-255 | Stavrolit-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0493673 | 4229753 |
| PM-256 | Stavrolit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493673 | 4229753 |
| PM-257 | Biyotit-Muskovit-Stavrolit-Muskovit Şist | 37S | 0493673 | 4229753 |
| PM-258 | Stavrolit-Granat-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493683 | 4229750 |
| PM-259 | Disten-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493683 | 4229750 |
| PM-260 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493683 | 4229750 |
| PM-261 | Stavrolit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493683 | 4229750 |
| PM-262 | Stavrolit-Granat-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493683 | 4229750 |
| PM-263 | Disten-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493683 | 4229750 |
| PM-264 | Stavrolit-Granat-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493670 | 4229763 |
| PM-265 | Granat-Stavrolit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şişt | 37S | 0493670 | 4229763 |
| PM-266 | Stavrolit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493670 | 4229763 |
| PM-267 | Kuvarsit | 37S | 0493670 | 4229763 |
| PM-268 | Granat-Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493670 | 4229763 |
| PM-269 | Disten-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0493673 | 4229720 |
| PM-270 | Stavrolit-Kuvars-Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0493673 | 4229722 |
| PM-271 | Stavrolit-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şit | 37S | 0493673 | 4229730 |
| PM-272 | Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493673 | 4229714 |
| PM-273 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493673 | 4229720 |
| PM-274 | Stavrolit-Granat-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493669 | 4229710 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-275 | Granat-Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şişt | 37S | 0493669 | 4229710 |
| PM-276 | Disten-Stavrolit-Granat-Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493669 | 4229710 |
| PM-277 | Stavrolit-Granat-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493660 | 4229680 |
| PM-278 | Stavrolit-Granat-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493665 | 4229710 |
| PM-279 | Kuvarsit | 37S | 0493669 | 4229710 |
| PM-280 | Stavrolit-Granat-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493663 | 4229680 |
| PM-281 | Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493669 | 4229730 |
| PM-282 | Stavrolit-Kuvars-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493669 | 4229730 |
| PM-283 | Kuvarsit | 37S | 0493655 | 4229695 |
| PM-284 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0493655 | 4229695 |
| PM-285 | Biyotit-Muskovit Şist | 37S | 0493614 | 4229613 |
| PM-286 | Disten-Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0493614 | 4229613 |
| PM-287 | Kalkşist | 37S | 0493229 | 4230956 |
| PM-288 | Kalkşist | 37S | 0493152 | 4230924 |
| PM-289 | Kalkşist | 37S | 0494182 | 4232821 |
| PM-290 | Kalkşist | 37S | 0494080 | 4232875 |
| PM-291 | Kalkşist | 37S | 0494042 | 4232909 |
| PM-292 | Kakşist | 37S | 0493559 | 4232830 |
| PM-293 | Kuvarsit | 37S | 0493559 | 4232830 |
| PM-294 | Kalkşist | 37S | 0493542 | 4232636 |
| PM-295 | Kalkşist | 37S | 0493864 | 4232614 |

Ek-1. 1. Pütürge Metamorfiklerine Ait Örnekler (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PM-296 | Kalkşist | 37S | 0493927 | 4232149 |
| PM-297 | Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0494188 | 4231620 |
| PM-298 | Kalkşist | 37S | 0494188 | 4231620 |
| PM-299 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0493724 | 4231797 |
| PM-300 | Kuvarsit | 37S | 0493716 | 4231797 |
| PM-301 | Granat-Stavrolit-Muskovit-Biyotit-Kuvars Şist | 37S | 0436028 | 4210366 |
| PM-302 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0437010 | 4210389 |
| PM-303 | Sillimanit-Granat-Biyotit-Plajiyoklas-Kuvars Şist | 37S | 0436500 | 4210600 |
| PM-304 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0436500 | 4210600 |
| PM-305 | Kuvarsit | 37S | 0436457 | 4210400 |
| PM-306 | Kuvarsit | 37S | 0436457 | 4210400 |
| PM-307 | Biyotit-Muskovit-Kuvars Şist | 37S | 0436012 | 4210270 |
| PM-308 | Kuvarsit | 37S | 0436012 | 4210270 |
| PM-309 | Kuvarsit | 37S | 0435787 | 4210357 |
| PM-310 | Kuvarsit | 37S | 0435787 | 4210357 |

Ek-1. 2. Maden Kompleksine Ait Örnekler

| Maden Kompleksi | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ceffan Formasyonu** | | **Zon** | **X (Kordinatı)** | **Y (Kordinatı)** |
| **Örnek No** | **Litoloji** | | | |
| PM-2 | Konglomera | 37S | 0479414 | 4241225 |
| PM-7 | Konglomera | 37S | 0478818 | 4241868 |
| PM-8 | Konglomera | 37S | 0478434 | 4241665 |
| PM-9 | Konglomera | 37S | 0478434 | 4241665 |
| PM-66 | Konglomera | 37S | 0479291 | 4240450 |
| PM-79 | Konglomera | 37S | 0480383 | 4236505 |
| **Arbo Formasyonu** | | **Zon** | **X (Kordinatı)** | **Y (Kordinatı)** |
| **Örnek No** | **Litoloji** | | | |
| PM-5 | Kumlu kireçtaşı | 37S | 0479748 | 4241549 |
| PM-6 | Kireçtaşı | 37S | 0480105 | 4241364 |
| PM-10 | *Numulitli* Kireçtaşı | 37S | 0478447 | 4241650 |
| PM-65 | *Numulitli* Kireçtaşı | 37S | 0479067 | 4237150 |
| **Melefan Formasyonu** | | **Zon** | **X (Kordinatı)** | **Y (Kordinatı)** |
| **Örnek No** | **Litoloji** | | | |
| PM-4 | Metakumtaşı | 37S | 0479653 | 4241562 |
| PM-16 | Metakumtaşı | 37S | 0478644 | 4241338 |
| PM-61 | Metakumtaşı | 37S | 0480327 | 4236531 |
| PM-64 | Metakumtaşı | 37S | 0479218 | 4237112 |
| PM-78 | Metakumtaşı | 37S | 0478979 | 4239732 |
| PM-110 | Metaçamurtaşı | 37S | 0479370 | 4233814 |
| PM-185 | Metaçamurtaşı | 37S | 0483281 | 4241665 |
| PM-187 | Metaçamurtaşı | 37S | 0482963 | 4241262 |
| **Karadere Formasyonu** | | **Zon** | **X (Kordinatı)** | **Y (Kordinatı)** |
| **Örnek No** | **Litoloji** | | | |
| PM-186 | Spilit | 37S | 0483337 | 4241685 |
| PM-188 | Metadiyabaz | 37S | 0481802 | 4241181 |
| PM-189 | Spilit | 37S | 0480476 | 4242601 |
| PM-190 | Metadiyabaz | 37S | 0479980 | 4242807 |

Ek-2.1. Pütürge metamorfiklerine ait birimlerden jeokronoloji analizi yapılan örnekler

| Örnek No | Arazi Tanımlaması | Zon | X (Kordinatı) | Y (Kordinatı) |
|---|---|---|---|---|
| PM-1 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0489676 | 4228603 |
| PM-2 | Biyotit-Kuvars-Muskovit Şist | 37S | 0487869 | 4230486 |
| PM-3 | Amfibolit | 37S | 0479296 | 4240730 |
| PM-4 | Amfibolit | 37S | 0478100 | 4241800 |
| PM-5 | Kuvars-Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0481624 | 4234348 |
| PM-6 | Metagranit | 37S | 0481457 | 4235250 |
| PM-7 | Metagranit | 37S | 0479238 | 4240730 |
| PM-8 | Metagranit | 37S | 0480485 | 4236086 |
| PM-9 | Biyotit Şist | 37S | 0480566 | 4236083 |
| PM-10 | Metagranit | 37S | 0480336 | 4235808 |
| PM-11 | Metagranit | 37S | 0480096 | 4235580 |
| PM-12 | Metagranit | 37S | 0480364 | 4235346 |
| PM-13 | Kuvars-Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0480136 | 4234426 |
| PM-14 | Kuvars-Muskovit-Biyotit Şist | 37S | 0480266 | 4234184 |
| PM-15 | Gnays | 37S | 0486613 | 4223289 |
| PM-16 | Gnays | 37S | 0486315 | 4221950 |
| PM-17 | Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0486095 | 4223593 |
| PM-18 | Metagranit | 37S | 0487827 | 4225701 |
| PM-19 | Kuvars-Amfibol Şist | 37S | 0486324 | 4226755 |
| PM-20 | Amfibolit | 37S | 0493394 | 4223942 |

Ek-2.2. Pütürge metamorfiklerine ait PM-1 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_1_1 | 22049_006 | 0,947 | 0,05 | 0,1061 | 0,0019 | 0,086587 | 9,425071 | 0,1687807 | 0,0636 | 0,0035 |
| PM_1_2 | 22049_007 | 1,063 | 0,084 | 0,1011 | 0,0033 | 0,16613 | 9,891197 | 0,3228581 | 0,0727 | 0,0052 |
| PM_1_3 | 22049_008 | 1,63 | 0,074 | 0,153 | 0,0025 | 0,34601 | 6,535948 | 0,1067965 | 0,075 | 0,0032 |
| PM_1_4 | 22049_009 | 0,84 | 0,12 | 0,0992 | 0,0029 | -0,11361 | 10,08065 | 0,2946963 | 0,0621 | 0,0093 |
| PM_1_5 | 22049_010 | 1,72 | 0,075 | 0,1669 | 0,0027 | 0,25896 | 5,991612 | 0,09692841 | 0,072 | 0,0029 |
| PM_1_6 | 22049_011 | 0,907 | 0,053 | 0,105 | 0,0023 | 0,021768 | 9,52381 | 0,2086168 | 0,0623 | 0,0037 |
| PM_1_7 | 22049_012 | 1,434 | 0,096 | 0,1519 | 0,0038 | 0,061421 | 6,583278 | 0,1646903 | 0,0678 | 0,005 |
| PM_1_8 | 22049_013 | 4,57 | 0,17 | 0,2261 | 0,0049 | 0,4245 | 4,422822 | 0,09585063 | 0,1447 | 0,005 |
| PM_1_9 | 22049_014 | 0,624 | 0,054 | 0,0765 | 0,0019 | 0,23578 | 13,0719 | 0,3246615 | 0,0578 | 0,0048 |
| PM_1_10 | 22049_015 | 0,833 | 0,071 | 0,0968 | 0,0029 | 0,22563 | 10,33058 | 0,3094905 | 0,0624 | 0,0053 |
| PM_1_11 | 22049_016 | 2,385 | 0,089 | 0,1977 | 0,003 | -0,046389 | 5,058169 | 0,07675522 | 0,086 | 0,0038 |
| PM_1_12 | 22049_017 | 2,024 | 0,087 | 0,187 | 0,0025 | 0,33572 | 5,347594 | 0,07149189 | 0,0782 | 0,0031 |
| PM_1_13 | 22049_018 | 0,259 | 0,031 | 0,0374 | 0,001 | 0,11252 | 26,73797 | 0,7149189 | 0,0498 | 0,006 |
| PM_1_14 | 22049_019 | 2,08 | 0,18 | 0,1855 | 0,0051 | 0,27626 | 5,390836 | 0,1482117 | 0,0784 | 0,0063 |
| PM_1_15 | 22049_020 | 10,09 | 0,23 | 0,4243 | 0,0062 | 0,45126 | 2,356823 | 0,03443861 | 0,1726 | 0,0034 |



Ek-2.2. Pütürge metamorfiklerine ait PM-1 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_1_1 | 22049_006 | 0,28052 | 0,0318 | 0,0014 | 676,5 | 13 | 650,06 | 5,54 | 631 |
| PM_1_2 | 22049_007 | 0,14286 | 0,0289 | 0,0018 | 735,3 | 20,7 | 620,85 | 9,66 | 576 |
| PM_1_3 | 22049_008 | 0,085804 | 0,05 | 0,0017 | 981,9 | 14,3 | 917,76 | 6,99 | 985 |
| PM_1_4 | 22049_009 | 0,31969 | 0,029 | 0,0035 | 619,1 | 33,1 | 609,72 | 8,5 | 574 |
| PM_1_5 | 22049_010 | 0,12945 | 0,0492 | 0,0019 | 1016 | 14 | 995,01 | 7,46 | 969 |
| PM_1_6 | 22049_011 | 0,30336 | 0,0318 | 0,0018 | 655,5 | 14,1 | 643,64 | 6,71 | 631 |
| PM_1_7 | 22049_012 | 0,36115 | 0,0518 | 0,0033 | 903,2 | 20 | 911,6 | 10,6 | 1017 |
| PM_1_8 | 22049_013 | 0,12342 | 0,1232 | 0,0057 | 1743,8 | 15,5 | 1314 | 12,9 | 2340 |
| PM_1_9 | 22049_014 | 0,1009 | 0,0156 | 0,0033 | 492,4 | 16,9 | 475,2 | 5,69 | 309 |
| PM_1_10 | 22049_015 | 0,09132 | 0,0279 | 0,0051 | 615,3 | 19,7 | 595,63 | 8,52 | 560 |
| PM_1_11 | 22049_016 | 0,41732 | 0,0642 | 0,0035 | 1238,1 | 13,3 | 1162,95 | 8,07 | 1255 |
| PM_1_12 | 22049_017 | 0,00039992 | 0,0613 | 0,0023 | 1123,6 | 14,6 | 1105,1 | 6,79 | 1201 |
| PM_1_13 | 22049_018 | 0,064294 | 0,01288 | 0,00099 | 233,9 | 12,5 | 236,7 | 3,11 | 258 |
| PM_1_14 | 22049_019 | 0,0038953 | 0,0659 | 0,006 | 1142,2 | 29,7 | 1097 | 13,9 | 1280 |
| PM_1_15 | 22049_020 | 0,16085 | 0,1253 | 0,0042 | 2443,1 | 10,5 | 2280 | 14 | 2381 |

Ek-2.2. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-1 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_1_1 | 22049_006 | 28 | 680 | 120 | 253 | 8,7 | 167,5 | 4,6 | 47,9 | 2,1 | 1,52 | 0,021 | 96,09 | 95,60 |
| PM_1_2 | 22049_007 | 36 | 930 | 150 | 389 | 29 | 342 | 36 | 89,1 | 7,9 | 1,148 | 0,043 | 84,43 | 66,76 |
| PM_1_3 | 22049_008 | 32 | 1062 | 87 | 411 | 14 | 326 | 13 | 143,4 | 6,3 | 1,264 | 0,02 | 93,47 | 86,42 |
| PM_1_4 | 22049_009 | 68 | 380 | 280 | 54,1 | 2,2 | 34,6 | 1,9 | 8,8 | 1 | 1,578 | 0,044 | 98,48 | 160,45 |
| PM_1_5 | 22049_010 | 36 | 987 | 85 | 235 | 14 | 135,9 | 8,4 | 61,4 | 4 | 1,78 | 0,021 | 97,93 | 100,81 |
| PM_1_6 | 22049_011 | 36 | 610 | 120 | 195,2 | 8,8 | 94,6 | 5,8 | 27,4 | 2 | 2,103 | 0,035 | 98,19 | 105,51 |
| PM_1_7 | 22049_012 | 63 | 790 | 150 | 108,4 | 2,5 | 69,3 | 2,4 | 32,6 | 2,2 | 1,562 | 0,04 | 100,93 | 115,39 |
| PM_1_8 | 22049_013 | 100 | 2260 | 60 | 223,5 | 6 | 82,1 | 4,8 | 91,2 | 6,2 | 2,84 | 0,12 | 75,35 | 58,14 |
| PM_1_9 | 22049_014 | 66 | 500 | 160 | 172,9 | 6,6 | 26,5 | 1,5 | 3,61 | 0,81 | 6,79 | 0,37 | 96,51 | 95,04 |
| PM_1_10 | 22049_015 | 100 | 550 | 170 | 131,6 | 4,7 | 19,05 | 0,59 | 4,72 | 0,83 | 6,74 | 0,28 | 96,80 | 108,30 |
| PM_1_11 | 22049_016 | 67 | 1332 | 86 | 168 | 3,9 | 48 | 0,9 | 27,7 | 1,6 | 3,478 | 0,066 | 93,93 | 87,31 |
| PM_1_12 | 22049_017 | 44 | 1143 | 78 | 207 | 6,4 | 187 | 4,3 | 104,6 | 4,6 | 1,108 | 0,014 | 98,35 | 96,68 |
| PM_1_13 | 22049_018 | 20 | 90 | 210 | 257,1 | 6,9 | 219,1 | 4,5 | 25 | 2 | 1,193 | 0,017 | 101,20 | 263,00 |
| PM_1_14 | 22049_019 | 110 | 1070 | 160 | 122,4 | 3,3 | 68,2 | 2,2 | 39,2 | 3,9 | 1,784 | 0,04 | 96,04 | 102,52 |
| PM_1_15 | 22049_020 | 76 | 2582 | 33 | 218,9 | 5,4 | 183,8 | 4,5 | 207,9 | 9,3 | 1,238 | 0,033 | 93,32 | 88,30 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.2. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-1 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM1_1 | Zr_23-32_042 | 0.353 | 0.093 | 0.0411 | 0.0027 | -0,062025 | 24,3309 | 1,59838 | 0.060 |
| PM1_2 | Zr_23-32_043 | 1.30 | 0.11 | 0.1353 | 0.0033 | 0,16162 | 7,390983 | 0,1802679 | 0.0695 |
| PM1_3 | Zr_23-32_044 | 11.38 | 0.32 | 0.4510 | 0.0089 | 0,31092 | 2,217295 | 0,04375593 | 0.1789 |
| PM1_4 | Zr_23-32_045 | 0.895 | 0.075 | 0.1021 | 0.0024 | 0,057421 | 9,794319 | 0,2302289 | 0.0609 |
| PM1_5 | Zr_23-32_046 | 7.42 | 0.16 | 0.3961 | 0.0046 | 0,35104 | 2,524615 | 0,02931893 | 0.1346 |
| PM1_6 | Zr_23-32_047 | 1.29 | 0.12 | 0.1174 | 0.0038 | 0,26044 | 8,517888 | 0,2757068 | 0.0781 |
| PM1_7 | Zr_23-32_048 | 1.09 | 0.11 | 0.1258 | 0.0037 | -0,0028655 | 7,949126 | 0,2337978 | 0.0637 |
| PM1_8 | Zr_23-32_049 | 9.21 | 0.14 | 0.4132 | 0.0052 | 0,50406 | 2,420136 | 0,03045669 | 0.1591 |
| PM1_9 | Zr_23-32_050 | 1.58 | 0.16 | 0.1633 | 0.0048 | 0,20376 | 6,123699 | 0,1799985 | 0.0690 |
| PM1_10 | Zr_23-32_051 | 2.380 | 0.057 | 0.1803 | 0.0021 | 0,25954 | 5,546312 | 0,0645993 | 0.0945 |

Ek-2.2. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-1 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM1_1 | Zr_23-32_042 | 0.016 | 0,35475 | 0.0161 | 0.0029 | 264 | 66 | 259 | 17 |
| PM1_2 | Zr_23-32_043 | 0.0056 | 0,24035 | 0.0502 | 0.0024 | 835 | 48 | 818 | 19 |
| PM1_3 | Zr_23-32_044 | 0.0056 | 0,26891 | 0.1468 | 0.0050 | 2559 | 26 | 2398 | 39 |
| PM1_4 | Zr_23-32_045 | 0.0053 | 0,24558 | 0.0312 | 0.0030 | 647 | 39 | 627 | 14 |
| PM1_5 | Zr_23-32_046 | 0.0028 | 0,34944 | 0.1160 | 0.0033 | 2161 | 19 | 2150 | 21 |
| PM1_6 | Zr_23-32_047 | 0.0073 | 0,15115 | 0.0634 | 0.0078 | 832 | 56 | 715 | 22 |
| PM1_7 | Zr_23-32_048 | 0.0065 | 0,26967 | 0.0390 | 0.0026 | 773 | 47 | 765 | 21 |
| PM1_8 | Zr_23-32_049 | 0.0021 | 0,27677 | 0.1192 | 0.0046 | 2357 | 15 | 2230 | 24 |
| PM1_9 | Zr_23-32_050 | 0.0068 | 0,13811 | 0.0471 | 0.0041 | 962 | 62 | 974 | 27 |
| PM1_10 | Zr_23-32_051 | 0.0023 | 0,23111 | 0.0688 | 0.0020 | 1234 | 17 | 1068 | 12 |

Ek-2.2. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-1 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM1_1 | Zr_23-32_042 | 321 | 57 | 240 | 450 | 52,1 | 1,3 | 31,46 | 0,84 | 4,52 | 0,81 | 1.642 | 0.035 | 98,11 | 107,92 |
| PM1_2 | Zr_23-32_043 | 989 | 47 | 860 | 170 | 320,2 | 8 | 302 | 9,4 | 138,5 | 8,4 | 1.054 | 0.028 | 97,96 | 95,12 |
| PM1_3 | Zr_23-32_044 | 2767 | 89 | 2639 | 50 | 353 | 11 | 206,1 | 6,4 | 274 | 12 | 1.701 | 0.028 | 93,71 | 90,87 |
| PM1_4 | Zr_23-32_045 | 617 | 59 | 590 | 160 | 108,5 | 1,5 | 43,05 | 0,75 | 12 | 1,1 | 2.518 | 0.046 | 96,91 | 106,27 |
| PM1_5 | Zr_23-32_046 | 2215 | 61 | 2151 | 36 | 254,8 | 2,7 | 101,2 | 1,9 | 108,1 | 4 | 2.510 | 0.058 | 99,49 | 99,95 |
| PM1_6 | Zr_23-32_047 | 1230 | 150 | 1040 | 200 | 102,5 | 2 | 18,86 | 0,6 | 10,8 | 1,4 | 5.39 | 0.15 | 85,94 | 68,75 |
| PM1_7 | Zr_23-32_048 | 771 | 51 | 560 | 200 | 64,1 | 3,8 | 75 | 4,6 | 26,6 | 2,1 | 0.877 | 0.014 | 98,97 | 136,61 |
| PM1_8 | Zr_23-32_049 | 2269 | 82 | 2443 | 22 | 741 | 13 | 80,1 | 5,9 | 93,7 | 6,3 | 8.57 | 0.34 | 94,61 | 91,28 |
| PM1_9 | Zr_23-32_050 | 927 | 80 | 840 | 200 | 73,9 | 2,1 | 64 | 2 | 28,5 | 2,5 | 1.139 | 0.026 | 101,25 | 115,95 |
| PM1_10 | Zr_23-32_051 | 1344 | 37 | 1516 | 46 | 525,1 | 6,2 | 199,1 | 3,3 | 125,2 | 3,7 | 2.636 | 0.029 | 86,55 | 70,45 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-2.3. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-1 nolu örneğin rutil U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM1_Rutil_1 | 22054_007 | 0,057 | 0,1938 | 0,010602 | 0,002736 | 0,10948 | -0,07 | -0,0798 | 56,29 | 186,17 | 67,99 | 17,45 |
| PM1_Rutil_2 | 22054_008 | 0,285 | 0,399 | 0,013566 | 0,00627 | 0,0049204 | -0,08 | -0,0912 | 254,62 | 315,28 | 86,86 | 39,88 |
| PM1_Rutil_3 | 22054_009 | 0,1368 | 0,1254 | 0,012426 | 0,002394 | 0,20612 | 0,235 | 0,2679 | 130,19 | 112,01 | 79,61 | 15,24 |
| PM1_Rutil_4 | 22054_010 | 0,4332 | 0,228 | 0,015276 | 0,00285 | 0,073438 | 0,06 | 0,0684 | 365,45 | 161,53 | 97,73 | 18,10 |
| PM1_Rutil_5 | 22054_015 | 0,8664 | 0,6726 | 0,011058 | 0,006726 | 0,034375 | 0,841 | 0,95874 | 633,61 | 365,92 | 70,89 | 42,88 |
| PM1_Rutil_7 | 22054_017 | 0,15504 | 0,09006 | 0,012654 | 0,001824 | -0,070148 | 0,164 | 0,18696 | 146,35 | 79,17 | 81,06 | 11,61 |
| PM1_Rutil_8 | 22054_018 | 0,0912 | 0,1368 | 0,010602 | 0,002166 | 0,095411 | 0,33 | 0,3762 | 88,62 | 127,30 | 67,99 | 13,82 |
| PM1_Rutil_9 | 22054_019 | 0,1482 | 0,1482 | 0,014364 | 0,002622 | -0,080897 | 0,14 | 0,1596 | 140,32 | 131,06 | 91,94 | 16,66 |
| PM1_Rutil_10 | 22054_020 | 0,49134 | 0,10032 | 0,015048 | 0,001368 | 0,10029 | 0,281 | 0,32034 | 405,82 | 68,30 | 96,28 | 8,69 |
| PM1_Rutil_11 | 22054_021 | 0,0684 | 0,5472 | 0,017442 | 0,008208 | -0,22535 | 0,37 | 0,4218 | 67,18 | 520,05 | 111,47 | 52,01 |
| PM1_Rutil_12 | 22054_028 | 3,3402 | 0,285 | 0,036252 | 0,002622 | 0,2653 | 0,756 | 0,86184 | 1490,50 | 66,68 | 229,56 | 16,31 |
| PM1_Rutil_13 | 22054_029 | 0,27588 | 0,057 | 0,012825 | 0,0009462 | 0,1265 | 0,22 | 0,2508 | 247,38 | 45,36 | 82,15 | 6,02 |
| PM1_Rutil_14 | 22054_030 | 0,0684 | 0,342 | 0,012198 | 0,003762 | -0,13103 | 0,01 | 0,0114 | 67,18 | 325,03 | 78,16 | 23,96 |
| PM1_Rutil_15 | 22054_031 | 9,348 | 0,798 | 0,081396 | 0,005814 | 0,18855 | 1,08 | 1,2312 | 2372,74 | 78,30 | 504,45 | 34,66 |
| PM1_Rutil_16 | 22054_032 | 0,1368 | 0,1482 | 0,011286 | 0,001938 | -0,061123 | -0,16 | -0,1824 | 130,19 | 132,37 | 72,35 | 12,35 |
| PM1_Rutil_17 | 22054_033 | 0,1254 | 0,2166 | 0,011514 | 0,002622 | 0,061885 | -0,06 | -0,0684 | 119,96 | 195,43 | 73,80 | 16,71 |
| PM1_Rutil_18 | 22054_034 | 0,456 | 0,2052 | 0,011742 | 0,002394 | 0,039724 | -0,15 | -0,171 | 381,47 | 143,10 | 75,25 | 15,25 |
| PM1_Rutil_19 | 22054_035 | 6,6348 | 0,5928 | 0,06327 | 0,005016 | 0,37264 | 0,835 | 0,9519 | 2063,99 | 78,84 | 395,48 | 30,41 |
| PM1_Rutil_20 | 22054_036 | 0,1254 | 0,1824 | 0,00798 | 0,002394 | -0,13195 | -0,24 | -0,2736 | 119,96 | 164,57 | 51,24 | 15,31 |
| PM1_Rutil_22 | 22054_038 | 0,3876 | 0,2052 | 0,00798 | 0,00228 | 0,074241 | 0,4 | 0,456 | 332,61 | 150,16 | 51,24 | 14,58 |
| PM1_Rutil_23 | 22054_040 | 55,062 | 1,824 | 0,48678 | 0,0171 | 0,54353 | 0,828 | 0,94392 | 4088,40 | 33,04 | 2556,73 | 74,14 |
| PM1_Rutil_24 | 22054_041 | 0,6384 | 0,5928 | 0,016758 | 0,005928 | 0,059885 | 0,62 | 0,7068 | 501,32 | 367,38 | 107,13 | 37,58 |
| PM1_Rutil_25 | 22054_042 | 0 | 0,1254 | 0,010602 | 0,002052 | -0,048225 | 0,36 | 0,4104 | 0,00 | 127,33 | 67,99 | 13,09 |

Ek-2.4. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-2 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM2_1 | Zr_23-32_006 | 1.216 | 0.097 | 0.1336 | 0.0031 | 0,30655 | 7,48503 | 0,1736796 | 0.0664 | 0.0051 | 0,046652 |
| PM2_2 | Zr_23-32_007 | 0.936 | 0.032 | 0.0983 | 0.0011 | -0,00017865 | 10,17294 | 0,1138376 | 0.0700 | 0.0025 | 0,30261 |
| PM2_3 | Zr_23-32_008 | 0.925 | 0.025 | 0.1079 | 0.0013 | 0,3083 | 9,267841 | 0,1116607 | 0.0626 | 0.0016 | 0,12577 |
| PM2_4 | Zr_23-32_009 | 1.42 | 0.12 | 0.1235 | 0.0032 | 0,17759 | 8,097166 | 0,2098051 | 0.0836 | 0.0071 | 0,18903 |
| PM2_5 | Zr_23-32_010 | 0.760 | 0.021 | 0.09258 | 0.00098 | 0,0567 | 10,80147 | 0,1143383 | 0.0594 | 0.0018 | 0,28413 |
| PM2_6 | Zr_23-32_011 | 0.842 | 0.035 | 0.0997 | 0.0013 | 0,25581 | 10,03009 | 0,1307835 | 0.0608 | 0.0025 | 0,075957 |
| PM2_7 | Zr_23-32_012 | 0.817 | 0.030 | 0.0979 | 0.0015 | 0,26517 | 10,2145 | 0,1565042 | 0.0602 | 0.0020 | 0,15062 |
| PM2_8 | Zr_23-32_013 | 0.797 | 0.021 | 0.09587 | 0.00078 | 0,12685 | 10,43079 | 0,0848651 | 0.0598 | 0.0016 | 0,14717 |
| PM2_9 | Zr_23-32_014 | 0.871 | 0.041 | 0.1022 | 0.0013 | 0,28037 | 9,784736 | 0,1244634 | 0.0610 | 0.0027 | 0,061882 |
| PM2_10 | Zr_23-32_015 | 0.789 | 0.022 | 0.09502 | 0.00096 | 0,19837 | 10,5241 | 0,1063264 | 0.0602 | 0.0016 | 0,23168 |

Ek-2.4. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-2 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM2_1 | Zr_23-32_006 | 0.0408 | 0.0021 | 806 | 44 | 808 | 18 | 808 | 41 | 770 | 160 | 322 |
| PM2_2 | Zr_23-32_007 | 0.03266 | 0.00068 | 669 | 17 | 604.6 | 6.4 | 649 | 13 | 904 | 73 | 696 |
| PM2_3 | Zr_23-32_008 | 0.0352 | 0.0010 | 663 | 13 | 660.5 | 7.3 | 700 | 20 | 685 | 56 | 1532 |
| PM2_4 | Zr_23-32_009 | 0.0501 | 0.0055 | 893 | 50 | 751 | 18 | 990 | 110 | 1240 | 170 | 350 |
| PM2_5 | Zr_23-32_010 | 0.0287 | 0.0010 | 573 | 13 | 571.2 | 5.7 | 571 | 20 | 574 | 66 | 847 |
| PM2_6 | Zr_23-32_011 | 0.03085 | 0.00078 | 618 | 20 | 612.4 | 7.5 | 616 | 15 | 613 | 89 | 441,7 |
| PM2_7 | Zr_23-32_012 | 0.0333 | 0.0017 | 603 | 17 | 602.0 | 8.7 | 662 | 33 | 587 | 73 | 951 |
| PM2_8 | Zr_23-32_013 | 0.03003 | 0.00042 | 597 | 11 | 590.1 | 4.6 | 598.1 | 8.2 | 594 | 56 | 1153 |
| PM2_9 | Zr_23-32_014 | 0.0311 | 0.0020 | 639 | 22 | 627.4 | 7.9 | 627 | 39 | 600 | 99 | 449,5 |
| PM2_10 | Zr_23-32_015 | 0.0306 | 0.0014 | 588 | 12 | 585.1 | 5.6 | 611 | 28 | 571 | 59 | 1240 |

Ek-2.4. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-2 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM2_1 | Zr_23-32_006 | 10 | 264 | 15 | 101,2 | 6,4 | 1.222 | 0.044 | 100,25 | 104,94 |
| PM2_2 | Zr_23-32_007 | 10 | 1214 | 40 | 371 | 12 | 0.579 | 0.012 | 90,37 | 66,88 |
| PM2_3 | Zr_23-32_008 | 55 | 500 | 26 | 165 | 10 | 3.092 | 0.065 | 99,62 | 96,42 |
| PM2_4 | Zr_23-32_009 | 27 | 93,5 | 9,6 | 38,1 | 6 | 3.72 | 0.15 | 84,10 | 60,56 |
| PM2_5 | Zr_23-32_010 | 12 | 294,6 | 7,5 | 79,6 | 3,5 | 2.923 | 0.055 | 996,86 | 995,12 |
| PM2_6 | Zr_23-32_011 | 6,8 | 571 | 15 | 164,4 | 5,9 | 0.785 | 0.017 | 99,03 | 99,84 |
| PM2_7 | Zr_23-32_012 | 20 | 435 | 57 | 135 | 13 | 2.43 | 0.19 | 99,83 | 102,56 |
| PM2_8 | Zr_23-32_013 | 33 | 2560 | 130 | 713 | 34 | 0.455 | 0.013 | 98,83 | 99,33 |
| PM2_9 | Zr_23-32_014 | 7,7 | 106,4 | 2 | 31,6 | 2 | 4.194 | 0.042 | 98,12 | 104,50 |
| PM2_10 | Zr_23-32_015 | 29 | 134,8 | 3,6 | 38,3 | 1,9 | 9.119 | 0.083 | 99,49 | 102,45 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | |

Ek-2.5. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-2 nolu örneğin rutil U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM2_2 | 22055_008 | 1,22 | 0,67 | 0,0178 | 0,0076 | 0,08569 | -0,13 | 0,44 | 390 | 540 | 112 | 48 |
| PM2_3 | 22055_009 | 2,92 | 0,85 | 0,047 | 0,008 | 0,14604 | 0,58 | 0,21 | 1040 | 310 | 294 | 49 |
| PM2_5 | 22055_011 | 2,11 | 0,52 | 0,0306 | 0,0057 | -0,06612 | 0,56 | 0,25 | 820 | 270 | 192 | 36 |
| PM2_8 | 22055_015 | 0,17 | 0,48 | 0,0155 | 0,0074 | -0,027472 | 0,21 | 0,32 | -420 | 300 | 97 | 47 |
| PM2_9 | 22055_016 | 0,34 | 0,36 | 0,0122 | 0,0055 | 0,13008 | 0,43 | 0,19 | 60 | 270 | 77 | 35 |
| PM2_11 | 22055_019 | 2,49 | 0,23 | 0,0318 | 0,0023 | 0,17727 | 0,77 | 0,11 | 1309 | 65 | 201 | 15 |
| PM2_12 | 22055_020 | 2,45 | 0,27 | 0,0296 | 0,0024 | 0,5144 | 0,701 | 0,098 | 1109 | 97 | 187 | 15 |
| PM2_13 | 22055_021 | 2,2 | 0,43 | 0,029 | 0,0049 | -0,0068848 | 0,51 | 0,26 | 1130 | 160 | 183 | 31 |
| PM2_14 | 22055_028 | 8,4 | 1 | 0,066 | 0,0087 | 0,044187 | 1 | 0,3 | 2200 | 120 | 406 | 52 |
| PM2_16 | 22055_030 | 1,17 | 0,18 | 0,0202 | 0,002 | 0,3488 | 0,506 | 0,095 | 720 | 94 | 128 | 13 |
| PM2_17 | 22055_031 | 13,4 | 1,4 | 0,138 | 0,012 | 0,21027 | 0,78 | 0,11 | 2660 | 120 | 825 | 69 |
| PM2_21 | 22055_035 | 0,24 | 0,12 | 0,0144 | 0,0019 | 0,018064 | 0,1 | 0,18 | 74 | 95 | 91 | 12 |
| PM2_22 | 22055_036 | 1,03 | 0,24 | 0,0186 | 0,0029 | 0,11495 | 0,232 | 0,076 | 500 | 110 | 118 | 18 |
| PM2_24 | 22055_039 | 2,41 | 0,33 | 0,0262 | 0,0035 | 0,3833 | 0,46 | 0,21 | 1070 | 120 | 165 | 22 |
| PM2_25 | 22055_040 | 3,97 | 0,51 | 0,0543 | 0,0056 | 0,11483 | 0,13 | 0,33 | 1400 | 160 | 337 | 34 |

Ek-2.6. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-3 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_3_1 | 20050_024 | 0,64 | 0,096 | 0,0852 | 0,0025 | 0,16223 | 11,73709 | 0,3443982 | 0,057 | 0,0085 | 0,10804 |
| PM_3_4 | 20050_027 | 0,733 | 0,069 | 0,0894 | 0,0021 | 0,077842 | 11,18568 | 0,2627509 | 0,0582 | 0,0054 | 0,10283 |
| PM_3_5 | 20050_028 | 0,646 | 0,084 | 0,088 | 0,0029 | 0,23703 | 11,36364 | 0,3744835 | 0,0699 | 0,0071 | 0,17945 |
| PM_3_6 | 20050_029 | 0,686 | 0,14 | 0,0875 | 0,003 | 0,50727 | 11,42857 | 0,3918367 | 0,079 | 0,01 | -0,29571 |
| PM_3_7 | 20050_030 | 0,696 | 0,045 | 0,0888 | 0,0018 | 0,15829 | 11,26126 | 0,2282688 | 0,0524 | 0,0037 | 0,14633 |
| PM_3_8 | 20050_031 | 0,697 | 0,042 | 0,0881 | 0,0015 | 0,0709 | 11,35074 | 0,1932589 | 0,0517 | 0,0035 | 0,23012 |
| PM_3_9 | 20050_032 | 0,657 | 0,069 | 0,0847 | 0,0027 | 0,045781 | 11,80638 | 0,3763544 | 0,0573 | 0,006 | 0,22136 |
| PM_3_10 | 20050_033 | 0,717 | 0,054 | 0,0867 | 0,0018 | 0,07184 | 11,53403 | 0,2394607 | 0,0607 | 0,0047 | 0,2055 |
| PM_3_11 | 20050_034 | 0,677 | 0,043 | 0,0861 | 0,0015 | 0,19131 | 11,6144 | 0,2023415 | 0,0566 | 0,0035 | 0,077996 |
| PM_3_12 | 20050_035 | 0,713 | 0,064 | 0,0871 | 0,0024 | 0,78304 | 11,48106 | 0,3163552 | 0,0615 | 0,0058 | -0,31793 |
| PM_3_13 | 20050_036 | 0,698 | 0,063 | 0,0877 | 0,002 | 0,081468 | 11,40251 | 0,2600344 | 0,0583 | 0,0052 | 0,11918 |
| PM_3_14 | 20050_037 | 0,667 | 0,077 | 0,0873 | 0,0023 | -0,028528 | 11,45475 | 0,3017862 | 0,0585 | 0,0069 | 0,28189 |
| PM_3_15 | 20050_038 | 0,695 | 0,075 | 0,0865 | 0,0022 | 0,12603 | 11,56069 | 0,2940292 | 0,0561 | 0,0065 | 0,13958 |
| PM_3_2 | 20050_025 | 1,509 | 0,093 | 0,1596 | 0,0041 | 0,19783 | 6,265664 | 0,16096 | 0,0688 | 0,0043 | 0,18468 |
| PM_3_3 | 20050_026 | 1,571 | 0,058 | 0,1595 | 0,0023 | 0,39799 | 6,269592 | 0,09040792 | 0,0708 | 0,0024 | -0,11918 |

Ek-2.6. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-3 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_3_1 | 20050_024 | 0,0312 | 0,0029 | 502,3 | 29,7 | 527,09 | 7,43 | 617 | 58 | 210 |
| PM_3_4 | 20050_027 | 0,0264 | 0,0022 | 558,3 | 20,2 | 551,99 | 6,21 | 526 | 42 | 550 |
| PM_3_5 | 20050_028 | 0,0298 | 0,0035 | 506 | 25,9 | 543,7 | 8,59 | 591 | 68 | 840 |
| PM_3_6 | 20050_029 | 0,0339 | 0,004 | 530,4 | 42,2 | 540,73 | 8,89 | 672 | 78 | 1040 |
| PM_3_7 | 20050_030 | 0,0275 | 0,0019 | 536,4 | 13,5 | 548,44 | 5,33 | 547 | 38 | 290 |
| PM_3_8 | 20050_031 | 0,0281 | 0,0013 | 537 | 12,6 | 544,29 | 4,44 | 559 | 26 | 260 |
| PM_3_9 | 20050_032 | 0,0274 | 0,0023 | 512,8 | 21,1 | 524,12 | 8,02 | 546 | 46 | 490 |
| PM_3_10 | 20050_033 | 0,0239 | 0,0021 | 548,9 | 16 | 535,99 | 5,34 | 476 | 42 | 520 |
| PM_3_11 | 20050_034 | 0,0268 | 0,0023 | 525 | 13 | 532,43 | 4,45 | 546 | 43 | 480 |
| PM_3_12 | 20050_035 | 0,0269 | 0,0033 | 546,5 | 19 | 538,36 | 7,12 | 534 | 64 | 490 |
| PM_3_13 | 20050_036 | 0,0291 | 0,0023 | 537,6 | 18,8 | 541,92 | 5,93 | 578 | 46 | 530 |
| PM_3_14 | 20050_037 | 0,0272 | 0,0023 | 518,9 | 23,5 | 539,55 | 6,82 | 547 | 47 | 430 |
| PM_3_15 | 20050_038 | 0,0305 | 0,0024 | 535,8 | 22,5 | 534,8 | 6,53 | 606 | 47 | 380 |
| PM_3_2 | 20050_025 | 0,0432 | 0,0035 | 934 | 18,8 | 954,6 | 11,4 | 868 | 69 | 800 |
| PM_3_3 | 20050_026 | 0,0478 | 0,0012 | 958,8 | 11,5 | 954 | 6,39 | 943 | 24 | 896 |

Ek-2.6. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-3 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_3_1 | 20050_024 | 260 | 102,1 | 4 | 59,6 | 2,7 | 17,3 | 1,5 | 1,712 | 0,033 | 104,94 | 251,00 |
| PM_3_4 | 20050_027 | 170 | 164,9 | 3,8 | 80,7 | 1,9 | 20,5 | 1,7 | 2,027 | 0,068 | 98,87 | 100,36 |
| PM_3_5 | 20050_028 | 200 | 220,7 | 8 | 81,3 | 3,3 | 21 | 2,7 | 2,687 | 0,073 | 107,45 | 64,73 |
| PM_3_6 | 20050_029 | 250 | 290 | 17 | 198,4 | 9,4 | 60,8 | 5,9 | 1,458 | 0,033 | 101,95 | 51,99 |
| PM_3_7 | 20050_030 | 140 | 323,8 | 6,4 | 120,9 | 2,2 | 30,2 | 2,1 | 2,648 | 0,046 | 102,24 | 189,12 |
| PM_3_8 | 20050_031 | 130 | 339 | 12 | 215,4 | 5 | 54 | 2,6 | 1,546 | 0,027 | 101,36 | 209,34 |
| PM_3_9 | 20050_032 | 210 | 368 | 6,2 | 158,1 | 3,2 | 40,8 | 3,5 | 2,272 | 0,065 | 102,21 | 106,96 |
| PM_3_10 | 20050_033 | 160 | 245,5 | 6,6 | 70,2 | 1,6 | 15,9 | 1,4 | 3,53 | 0,13 | 97,65 | 103,08 |
| PM_3_11 | 20050_034 | 120 | 359,6 | 3,3 | 89,9 | 1,4 | 23 | 2 | 3,948 | 0,065 | 101,42 | 110,92 |
| PM_3_12 | 20050_035 | 180 | 296,3 | 7,5 | 88,9 | 2,1 | 22,7 | 2,7 | 3,323 | 0,074 | 98,51 | 109,87 |
| PM_3_13 | 20050_036 | 170 | 175,3 | 6,1 | 97,1 | 1,5 | 26,4 | 2,1 | 1,79 | 0,05 | 100,80 | 102,25 |
| PM_3_14 | 20050_037 | 220 | 225,6 | 6,8 | 144,4 | 3 | 37,2 | 3,1 | 1,549 | 0,035 | 103,98 | 125,48 |
| PM_3_15 | 20050_038 | 220 | 175,7 | 4,3 | 126,2 | 3,4 | 36,8 | 2,9 | 1,385 | 0,023 | 99,81 | 140,74 |
| PM_3_2 | 20050_025 | 130 | 121,3 | 2,6 | 61,7 | 1,2 | 24,1 | 1,9 | 1,943 | 0,057 | 102,21 | 119,33 |
| PM_3_3 | 20050_026 | 67 | 696 | 29 | 612 | 28 | 266 | 11 | 1,143 | 0,017 | 99,50 | 106,47 |

%Conc1=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{235}U$ age)*100, %Conc2=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{206}Pb$ age)*100

Ek-2.7. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-4 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_4_1 | 20050_042 | 0,678 | 0,06 | 0,0898 | 0,0026 | 0,14983 | 11,13586 | 0,322419 | 0,0513 | 0,005 | 0,16105 |
| PM_4_2 | 20050_043 | 0,708 | 0,042 | 0,09 | 0,0017 | 0,11263 | 11,11111 | 0,2098765 | 0,0571 | 0,0034 | 0,16238 |
| PM_4_3 | 20050_044 | 0,69 | 0,043 | 0,09 | 0,0014 | 0,10921 | 11,11111 | 0,1728395 | 0,0549 | 0,0034 | 0,13954 |
| PM_4_4 | 20050_045 | 0,692 | 0,048 | 0,0889 | 0,003 | 0,22051 | 11,24859 | 0,3795926 | 0,0566 | 0,0041 | 0,32645 |
| PM_4_5 | 20050_046 | 0,69 | 0,045 | 0,08933 | 0,0029 | 0,10233 | 10,71811 | 0,3331461 | 0,0977 | 0,0098 | 0,28859 |
| PM_4_6 | 20050_047 | 0,697 | 0,082 | 0,088 | 0,0023 | 0,16883 | 11,36364 | 0,2970041 | 0,059 | 0,0069 | 0,094484 |
| PM_4_7 | 20050_048 | 0,648 | 0,044 | 0,089 | 0,0016 | 0,13602 | 11,23596 | 0,2019947 | 0,0542 | 0,0037 | 0,030712 |
| PM_4_8 | 20050_049 | 0,72 | 0,042 | 0,0876 | 0,0016 | 0,010833 | 11,41553 | 0,2085027 | 0,0596 | 0,0035 | 0,26169 |
| PM_4_9 | 20050_050 | 0,711 | 0,08 | 0,0885 | 0,003 | 0,24049 | 11,29944 | 0,3830317 | 0,0583 | 0,0061 | -0,025 |
| PM_4_10 | 20050_051 | 0,698 | 0,053 | 0,0897 | 0,0018 | 0,030008 | 11,14827 | 0,2237111 | 0,0581 | 0,0047 | 0,21963 |
| PM_4_11 | 20050_052 | 0,696 | 0,048 | 0,0893 | 0,0015 | 0,88543 | 11,58749 | 0,6042142 | 0,0691 | 0,0048 | -0,49075 |
| PM_4_12 | 20050_053 | 0,707 | 0,043 | 0,0873 | 0,0013 | 0,18567 | 11,45475 | 0,1705748 | 0,0601 | 0,0037 | 0,030334 |
| PM_4_13 | 20050_054 | 0,71 | 0,061 | 0,087 | 0,0019 | 0,1245 | 11,49425 | 0,2510239 | 0,0602 | 0,0052 | 0,10075 |
| PM_4_14 | 20050_055 | 0,7 | 0,046 | 0,0899 | 0,0017 | -0,034279 | 11,12347 | 0,2103437 | 0,0593 | 0,0041 | 0,21431 |
| PM_4_15 | 20050_056 | 0,698 | 0,047 | 0,0876 | 0,0015 | 0,10781 | 11,41553 | 0,1954713 | 0,0586 | 0,004 | 0,063526 |

Ek-2.7. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-4 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_4_1 | 20050_042 | 0,0273 | 0,002 | 525,6 | 18,2 | 554,35 | 7,69 | 542 | 39 | 190 |
| PM_4_2 | 20050_043 | 0,0256 | 0,0014 | 543,6 | 12,5 | 555,54 | 5,03 | 510 | 27 | 430 |
| PM_4_3 | 20050_044 | 0,027 | 0,0017 | 532,8 | 12,9 | 555,54 | 4,14 | 539 | 33 | 410 |
| PM_4_4 | 20050_045 | 0,0276 | 0,0029 | 534 | 14,4 | 549,03 | 8,88 | 550 | 58 | 540 |
| PM_4_5 | 20050_046 | 0,0473 | 0,0041 | 532,8 | 13,5 | 551,57 | 8,58 | 931 | 79 | 1450 |
| PM_4_6 | 20050_047 | 0,024 | 0,0021 | 537 | 24,5 | 543,7 | 6,81 | 478 | 41 | 410 |
| PM_4_7 | 20050_048 | 0,0268 | 0,0015 | 507,2 | 13,6 | 549,62 | 4,74 | 533 | 30 | 320 |
| PM_4_8 | 20050_049 | 0,0278 | 0,0018 | 550,7 | 12,4 | 541,33 | 4,74 | 553 | 35 | 550 |
| PM_4_9 | 20050_050 | 0,0269 | 0,0034 | 545,3 | 23,7 | 546,66 | 8,88 | 535 | 66 | 530 |
| PM_4_10 | 20050_051 | 0,0263 | 0,0019 | 537,6 | 15,8 | 553,76 | 5,32 | 523 | 38 | 400 |
| PM_4_11 | 20050_052 | 0,038 | 0,0037 | 536,4 | 14,4 | 551,4 | 4,44 | 750 | 72 | 790 |
| PM_4_12 | 20050_053 | 0,0279 | 0,0019 | 543 | 12,8 | 539,55 | 3,85 | 559 | 37 | 530 |
| PM_4_13 | 20050_054 | 0,0253 | 0,0021 | 544,7 | 18,1 | 537,77 | 5,63 | 504 | 41 | 570 |
| PM_4_14 | 20050_055 | 0,028 | 0,0025 | 538,8 | 13,7 | 554,95 | 5,03 | 556 | 49 | 520 |
| PM_4_15 | 20050_056 | 0,0272 | 0,002 | 537,6 | 14,1 | 541,33 | 4,45 | 541 | 39 | 460 |

Ek-2.7. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-4 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_4_1 | 20050_042 | 180 | 149,1 | 2,8 | 92,1 | 1,6 | 22,3 | 1,8 | 1,621 | 0,031 | 105,47 | 291,76 |
| PM_4_2 | 20050_043 | 120 | 358,8 | 9,2 | 182,8 | 2,1 | 41,9 | 2,2 | 1,965 | 0,04 | 102,20 | 129,20 |
| PM_4_3 | 20050_044 | 120 | 449,7 | 5 | 135,4 | 2 | 33,8 | 2,2 | 3,316 | 0,052 | 104,27 | 135,50 |
| PM_4_4 | 20050_045 | 150 | 471,2 | 8,4 | 156,1 | 4,7 | 39 | 4,1 | 3,015 | 0,094 | 102,81 | 101,67 |
| PM_4_5 | 20050_046 | 210 | 227,6 | 6 | 112,5 | 3,4 | 49,2 | 3,9 | 2,056 | 0,038 | 103,52 | 38,04 |
| PM_4_6 | 20050_047 | 220 | 154,5 | 2,5 | 108,7 | 2,6 | 24,1 | 2,1 | 1,436 | 0,026 | 101,25 | 132,61 |
| PM_4_7 | 20050_048 | 130 | 308 | 12 | 180,5 | 4 | 44,5 | 2,6 | 1,703 | 0,042 | 108,36 | 171,76 |
| PM_4_8 | 20050_049 | 120 | 351,1 | 9,8 | 120,2 | 2,3 | 31,6 | 2 | 2,917 | 0,057 | 98,30 | 98,42 |
| PM_4_9 | 20050_050 | 210 | 264,4 | 8 | 86,8 | 2,4 | 21,6 | 2,7 | 3,062 | 0,094 | 100,25 | 103,14 |
| PM_4_10 | 20050_051 | 160 | 261 | 12 | 141,5 | 2,6 | 34,2 | 2,4 | 1,828 | 0,059 | 103,01 | 138,44 |
| PM_4_11 | 20050_052 | 140 | 475,2 | 9,4 | 444 | 20 | 151 | 11 | 1,1 | 0,036 | 102,80 | 69,80 |
| PM_4_12 | 20050_053 | 130 | 363,9 | 7,4 | 145 | 1,6 | 38,2 | 2,6 | 2,534 | 0,059 | 99,36 | 101,80 |
| PM_4_13 | 20050_054 | 170 | 209,4 | 6,1 | 109,5 | 3,8 | 28 | 2,5 | 1,933 | 0,049 | 98,73 | 94,35 |
| PM_4_14 | 20050_055 | 140 | 346,8 | 4,2 | 99,9 | 1,7 | 26 | 2,2 | 3,455 | 0,049 | 103,00 | 106,72 |
| PM_4_15 | 20050_056 | 140 | 332,3 | 5,1 | 105,2 | 3,5 | 24,2 | 1,9 | 3,134 | 0,098 | 100,69 | 117,68 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.8. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-4 nolu örneğin rutil U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM4_2 | 22055_098 | 0,75 | 0,32 | 0,0327 | 0,0071 | 0,13326 | 0,091 | 0,052 | 360 | 150 | 205 | 44 |
| PM4_4 | 22055_100 | 2,47 | 0,33 | 0,0468 | 0,0043 | -0,014728 | 0,451 | 0,078 | 1070 | 110 | 293 | 26 |
| PM4_5 | 22055_101 | 1,12 | 0,27 | 0,0334 | 0,0047 | -0,040158 | 0,34 | 0,11 | 620 | 140 | 211 | 29 |
| PM4_10 | 22055_106 | 0,27 | 0,45 | 0,0148 | 0,007 | 0,11664 | 0,12 | 0,2 | -80 | 300 | 94 | 44 |
| PM4_11 | 22055_107 | 0,161 | 0,077 | 0,0125 | 0,0023 | 0,024111 | 0,115 | 0,06 | 118 | 56 | 80 | 14 |
| PM4_13 | 22055_109 | 2,14 | 0,81 | 0,0361 | 0,009 | 0,12734 | 0,32 | 0,15 | 820 | 290 | 226 | 56 |
| PM4_14 | 22055_110 | 0,41 | 0,14 | 0,016 | 0,0024 | 0,011048 | 0,14 | 0,061 | 238 | 80 | 102 | 15 |
| PM4_16 | 22055_119 | 0,24 | 0,15 | 0,0164 | 0,0036 | -0,11475 | 0,015 | 0,022 | 91 | 71 | 104 | 23 |
| PM4_18 | 22055_121 | 0,27 | 0,22 | 0,0195 | 0,0034 | -0,026458 | -0,18 | 0,28 | -170 | 140 | 123 | 22 |
| PM4_20 | 22055_123 | 0,12 | 0,14 | 0,0112 | 0,0032 | -0,18818 | 0,058 | 0,085 | 77 | 86 | 72 | 21 |
| PM4_21 | 22055_124 | 0,32 | 0,17 | 0,0121 | 0,003 | 0,029236 | 0,099 | 0,069 | 89 | 65 | 79 | 19 |
| PM4_23 | 22055_126 | 0,43 | 0,13 | 0,0108 | 0,0019 | 0,12455 | 0,155 | 0,056 | 237 | 69 | 69 | 12 |
| PM4_25 | 22055_128 | 0,1 | 0,19 | 0,0125 | 0,0088 | 0,02056 | 0,059 | 0,088 | 0 | 1 | 78 | 55 |
| PM4_26 | 22055_130 | 0,27 | 0,23 | 0,0214 | 0,0048 | 0,11286 | 0,055 | 0,069 | 140 | 160 | 143 | 32 |
| PM4_27 | 22055_131 | 3,27 | 0,65 | 0,04 | 0,0062 | 0,11396 | 0,45 | 0,27 | 1220 | 200 | 251 | 38 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| PM4_1 | 22055_097 | 0,72 | 0,16 | 0,0619 | 0,007 | 0,12472 | 0,093 | 0,023 | 496 | 97 | 385 | 42 |
| PM4_3 | 22055_099 | 1,7 | 0,79 | 0,108 | 0,022 | 0,23679 | 0,122 | 0,063 | 780 | 320 | 680 | 120 |
| PM4_9 | 22055_105 | 0,38 | 0,25 | 0,0132 | 0,0035 | 0,081867 | -0,13 | 0,37 | 90 | 160 | 84 | 22 |
| PM4_6 | 22055_102 | 0,55 | 0,17 | 0,0555 | 0,0091 | 0,58042 | 0,086 | 0,031 | 325 | 97 | 343 | 53 |
| PM4_12 | 22055_108 | 0,64 | 0,18 | 0,059 | 0,0066 | 0,12448 | 0,104 | 0,034 | 369 | 95 | 366 | 40 |
| PM4_17 | 22055_120 | 0,72 | 0,16 | 0,044 | 0,0063 | 0,36122 | 0,076 | 0,023 | 388 | 82 | 273 | 38 |
| PM4_19 | 22055_122 | 0,87 | 0,71 | 0,06 | 0,016 | 0,11949 | 0,12 | 0,13 | 150 | 410 | 373 | 95 |
| PM4_22 | 22055_125 | 2,29 | 0,47 | 0,0639 | 0,007 | 0,2546 | 0,285 | 0,065 | 1000 | 200 | 402 | 42 |
| PM4_24 | 22055_127 | 1,14 | 0,27 | 0,0582 | 0,0081 | 0,19432 | 0,124 | 0,035 | 610 | 130 | 352 | 46 |

Ek-2.9. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-5 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_5_1 | 22049_024 | 0,848 | 0,025 | 0,1007 | 0,0011 | 0,01366 | 9,930487 | 0,108476 | 0,061 | 0,0018 | 0,32058 |
| PM_5_2 | 22049_025 | 0,756 | 0,031 | 0,0912 | 0,0015 | 0,2737 | 10,96491 | 0,180344 | 0,0611 | 0,0028 | 0,033066 |
| PM_5_3 | 22049_026 | 0,25 | 0,027 | 0,03674 | 0,00087 | 0,039578 | 27,21829 | 0,6445268 | 0,0486 | 0,0054 | 0,23011 |
| PM_5_4 | 22049_027 | 0,273 | 0,018 | 0,03668 | 0,00072 | 0,1815 | 27,26281 | 0,5351479 | 0,0545 | 0,0036 | 0,11942 |
| PM_5_5 | 22049_028 | 0,809 | 0,057 | 0,0994 | 0,0021 | 0,23811 | 10,06036 | 0,2125429 | 0,0598 | 0,0045 | -0,12657 |
| PM_5_6 | 22049_029 | 0,807 | 0,047 | 0,0997 | 0,0016 | 0,086707 | 10,03009 | 0,1609643 | 0,0591 | 0,0035 | 0,25783 |
| PM_5_7 | 22049_030 | 7,82 | 0,19 | 0,4 | 0,0048 | 0,15691 | 2,5 | 0,03 | 0,1424 | 0,0041 | 0,26725 |
| PM_5_8 | 22049_031 | 0,82 | 0,046 | 0,1002 | 0,0019 | 0,20492 | 9,98004 | 0,1892423 | 0,0583 | 0,0035 | 0,058954 |
| PM_5_9 | 22049_032 | 1,902 | 0,085 | 0,1846 | 0,0031 | -0,027239 | 5,417118 | 0,09097002 | 0,0761 | 0,0037 | 0,44491 |
| PM_5_10 | 22049_033 | 0,616 | 0,027 | 0,0698 | 0,0011 | 0,47107 | 14,32665 | 0,2257781 | 0,0647 | 0,0023 | -0,23013 |
| PM_5_11 | 22049_034 | 1 | 0,12 | 0,0995 | 0,0022 | 0,84048 | 10,05025 | 0,2222166 | 0,0702 | 0,0062 | -0,70431 |
| PM_5_12 | 22049_035 | 0,29 | 0,023 | 0,04123 | 0,00091 | 0,066733 | 24,25418 | 0,5353215 | 0,0513 | 0,0041 | 0,2201 |
| PM_5_13 | 22049_036 | 0,809 | 0,048 | 0,0997 | 0,0015 | 0,43759 | 10,03009 | 0,1509041 | 0,0597 | 0,0033 | -0,24474 |
| PM_5_14 | 22049_037 | 6,89 | 0,14 | 0,3752 | 0,0041 | 0,39799 | 2,665245 | 0,02912448 | 0,1364 | 0,0028 | 0,16059 |
| PM_5_15 | 22049_038 | 0,825 | 0,026 | 0,1008 | 0,0011 | 0,11432 | 9,920635 | 0,1082609 | 0,0606 | 0,0019 | 0,17101 |

Ek-2.9. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-5 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_5_1 | 22049_024 | 0,0326 | 0,001 | 623,55 | 6,87 | 618,51 | 3,22 | 647 | 20 | 632 |
| PM_5_2 | 22049_025 | 0,0287 | 0,0013 | 571,7 | 8,96 | 562,63 | 4,43 | 572 | 26 | 650 |
| PM_5_3 | 22049_026 | 0,01153 | 0,00085 | 226,6 | 11 | 232,59 | 2,7 | 231 | 17 | 130 |
| PM_5_4 | 22049_027 | 0,0312 | 0,0014 | 245,09 | 7,18 | 232,22 | 2,24 | 620 | 27 | 390 |
| PM_5_5 | 22049_028 | 0,0321 | 0,0014 | 601,9 | 16 | 610,89 | 6,16 | 639 | 28 | 520 |
| PM_5_6 | 22049_029 | 0,0318 | 0,0014 | 600,8 | 13,2 | 612,65 | 4,69 | 632 | 27 | 540 |
| PM_5_7 | 22049_030 | 0,1155 | 0,0031 | 2210,5 | 10,9 | 2169 | 11,1 | 2207 | 56 | 2245 |
| PM_5_8 | 22049_031 | 0,0313 | 0,0019 | 608 | 12,8 | 615,58 | 5,57 | 630 | 37 | 540 |
| PM_5_9 | 22049_032 | 0,0592 | 0,0022 | 1081,8 | 14,9 | 1092,06 | 8,43 | 1161 | 43 | 1030 |
| PM_5_10 | 22049_033 | 0,0351 | 0,0024 | 487,34 | 8,48 | 434,95 | 3,31 | 696 | 46 | 706 |
| PM_5_11 | 22049_034 | 0,0395 | 0,0034 | 703,8 | 30,5 | 611,48 | 6,45 | 782 | 64 | 820 |
| PM_5_12 | 22049_035 | 0,0142 | 0,0015 | 258,56 | 9,05 | 260,45 | 2,82 | 285 | 30 | 230 |
| PM_5_13 | 22049_036 | 0,0361 | 0,0014 | 601,9 | 13,5 | 612,65 | 4,4 | 716 | 27 | 550 |
| PM_5_14 | 22049_037 | 0,1263 | 0,004 | 2097,37 | 9,01 | 2053,82 | 9,61 | 2399 | 72 | 2175 |
| PM_5_15 | 22049_038 | 0,035 | 0,0014 | 610,83 | 7,23 | 619,1 | 3,22 | 695 | 26 | 617 |

Ek-2.9. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-5 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | Final_U_Th_Ratio | Final_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_5_1 | 22049_024 | 0,0018 | 0,320758 | 0,0326 | 0,001 | 623,55 | 6,87 | 618,51 | 3,22 | 647 | 20 | 632 | 66 | 1164 | 15 | 308,5 | 3,8 | 92,1 | 2,9 | 3,758 | 0,044 | 99,19 | 97,87 |
| PM_5_2 | 22049_025 | 0,0028 | 0,033066 | 0,0287 | 0,0013 | 571,7 | 8,96 | 562,63 | 4,43 | 572 | 26 | 650 | 93 | 2403 | 72 | 518 | 29 | 138,6 | 8,3 | 4,66 | 0,18 | 98,41 | 86,56 |
| PM_5_3 | 22049_026 | 0,0054 | 0,23011 | 0,01153 | 0,00085 | 226,6 | 11 | 232,59 | 2,7 | 231 | 17 | 130 | 200 | 280,8 | 6,9 | 205,2 | 7,7 | 22 | 1,7 | 1,375 | 0,02 | 102,64 | 178,92 |
| PM_5_4 | 22049_027 | 0,0036 | 0,11942 | 0,0312 | 0,0014 | 245,09 | 7,18 | 232,22 | 2,24 | 620 | 27 | 390 | 130 | 498 | 34 | 207 | 25 | 57,8 | 6,2 | 2,81 | 0,15 | 94,75 | 59,54 |
| PM_5_5 | 22049_028 | 0,0045 | -0,12657 | 0,0321 | 0,0014 | 601,9 | 16 | 610,89 | 6,16 | 639 | 28 | 520 | 150 | 391 | 14 | 408 | 14 | 118,6 | 7,1 | 0,942 | 0,015 | 101,49 | 117,48 |
| PM_5_6 | 22049_029 | 0,0035 | 0,25783 | 0,0318 | 0,0014 | 600,8 | 13,2 | 612,65 | 4,69 | 632 | 27 | 540 | 120 | 349 | 22 | 346 | 34 | 96,5 | 9,5 | 1,148 | 0,055 | 101,97 | 113,45 |
| PM_5_7 | 22049_030 | 0,0041 | 0,26725 | 0,1155 | 0,0031 | 2210,5 | 10,9 | 2169 | 11,1 | 2207 | 56 | 2245 | 48 | 177 | 11 | 272,4 | 6,8 | 285,2 | 9 | 0,624 | 0,022 | 98,12 | 96,61 |
| PM_5_8 | 22049_031 | 0,0035 | 0,058954 | 0,0313 | 0,0019 | 608 | 12,8 | 615,58 | 5,57 | 630 | 37 | 540 | 120 | 195,6 | 4,9 | 112,2 | 3,4 | 32,6 | 2,2 | 1,762 | 0,048 | 101,25 | 114,00 |
| PM_5_9 | 22049_032 | 0,0037 | 0,44491 | 0,0592 | 0,0022 | 1081,8 | 14,9 | 1092,06 | 8,43 | 1161 | 43 | 1030 | 100 | 162,5 | 5,7 | 172,1 | 6,3 | 93,4 | 4,1 | 0,939 | 0,015 | 100,95 | 106,03 |
| PM_5_10 | 22049_033 | 0,0023 | -0,23013 | 0,0351 | 0,0024 | 487,34 | 8,49 | 434,95 | 3,31 | 696 | 46 | 706 | 65 | 2552 | 70 | 556 | 18 | 166,7 | 7,6 | 4,446 | 0,063 | 89,25 | 61,61 |
| PM_5_11 | 22049_034 | 0,0062 | -0,70431 | 0,0395 | 0,0034 | 703,8 | 30,5 | 611,48 | 6,45 | 782 | 64 | 820 | 150 | 1106 | 15 | 677 | 16 | 249 | 28 | 1,618 | 0,035 | 86,88 | 74,57 |
| PM_5_12 | 22049_035 | 0,0041 | 0,2201 | 0,0142 | 0,0015 | 258,56 | 9,05 | 260,45 | 2,82 | 285 | 30 | 230 | 150 | 425 | 34 | 98,6 | 6,1 | 12,4 | 1,4 | 4,114 | 0,099 | 100,73 | 113,24 |
| PM_5_13 | 22049_036 | 0,0033 | -0,24474 | 0,0361 | 0,0014 | 601,9 | 13,5 | 612,65 | 4,4 | 716 | 27 | 550 | 110 | 708 | 16 | 370,6 | 8,2 | 118,5 | 5,5 | 1,894 | 0,022 | 101,79 | 111,39 |
| PM_5_14 | 22049_037 | 0,0028 | 0,16059 | 0,1263 | 0,004 | 2097,37 | 9,01 | 2053,82 | 9,61 | 2399 | 72 | 2175 | 35 | 397,8 | 8,3 | 125,9 | 2,2 | 144,1 | 5 | 3,151 | 0,062 | 97,92 | 94,43 |
| PM_5_15 | 22049_038 | 0,0019 | 0,17101 | 0,035 | 0,0014 | 610,83 | 7,23 | 619,1 | 3,22 | 695 | 26 | 617 | 68 | 1013 | 36 | 532 | 24 | 164,8 | 7,2 | 1,909 | 0,048 | 101,35 | 100,34 |

%Conc1=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{235}U$ age)*100, %Conc2=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{206}Pb$ age)*100

Ek-2.9. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-5 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Column1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM5_1 | Zr_23-32_052 | 7.09 | 0.19 | 0.2981 | 0.0046 | 0,61699 | 3,354579 | 0,05176472 | 0.1716 | 0.0033 | -0,13719 | PM5_1 |
| PM5_2 | Zr_23-32_053 | 0.732 | 0.022 | 0.0894 | 0.0011 | 0,40085 | 11,18568 | 0,1376314 | 0.0589 | 0.0016 | 0,098218 | PM5_2 |
| PM5_3 | Zr_23-32_054 | 4.39 | 0.11 | 0.2214 | 0.0035 | 0,76735 | 4,516712 | 0,0714024 | 0.1410 | 0.0022 | -0,2136 | PM5_3 |
| PM5_4 | Zr_23-32_055 | 9.33 | 0.17 | 0.4530 | 0.0067 | 0,67845 | 2,207506 | 0,03264964 | 0.1467 | 0.0020 | 0,16443 | PM5_4 |
| PM5_5 | Zr_23-32_056 | 0.778 | 0.090 | 0.0974 | 0.0034 | 0,083614 | 10,26694 | 0,3583942 | 0.0593 | 0.0070 | 0,27327 | PM5_5 |
| PM5_6 | Zr_23-32_060 | 1.453 | 0.097 | 0.1494 | 0.0035 | 0,23718 | 6,69344 | 0,1568075 | 0.0705 | 0.0045 | 0,16239 | PM5_6 |
| PM5_7 | Zr_23-32_061 | 1.531 | 0.049 | 0.1563 | 0.0017 | 0,11604 | 6,397953 | 0,06958746 | 0.0697 | 0.0023 | 0,24316 | PM5_7 |
| PM5_8 | Zr_23-32_062 | 0.807 | 0.091 | 0.0988 | 0.0033 | 0,13984 | 10,12146 | 0,3380649 | 0.0585 | 0.0067 | 0,15613 | PM5_8 |
| PM5_9 | Zr_23-32_063 | 0.924 | 0.089 | 0.1137 | 0.0032 | 0,058565 | 8,795075 | 0,2475307 | 0.0588 | 0.0057 | 0,40887 | PM5_9 |
| PM5_10 | Zr_23-32_064 | 0.924 | 0.059 | 0.1115 | 0.0023 | -0,013961 | 8,96861 | 0,1850027 | 0.0599 | 0.0040 | 0,31255 | PM5_10 |

Ek-2.9. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-5 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zr_23-32_052 | 0.0611 | 0.0031 | 2119 | 23 | 1681 | 23 | 1196 | 60 | 2565 | 32 |
| Zr_23-32_053 | 0.02913 | 0.00098 | 557 | 13 | 552.1 | 6.7 | 580 | 19 | 541 | 58 |
| Zr_23-32_054 | 0.0693 | 0.0013 | 1707 | 20 | 1289 | 18 | 1354 | 24 | 2237 | 27 |
| Zr_23-32_055 | 0.1207 | 0.0026 | 2368 | 17 | 2407 | 30 | 2303 | 48 | 2308 | 22 |
| Zr_23-32_056 | 0.0270 | 0.0019 | 601 | 55 | 599 | 20 | 537 | 37 | 520 | 250 |
| Zr_23-32_060 | 0.0462 | 0.0024 | 912 | 41 | 898 | 20 | 915 | 46 | 920 | 140 |
| Zr_23-32_061 | 0.0503 | 0.0045 | 938 | 20 | 936.1 | 9.2 | 995 | 88 | 933 | 67 |
| Zr_23-32_062 | 0.0299 | 0.0022 | 605 | 49 | 609 | 19 | 595 | 44 | 510 | 210 |
| Zr_23-32_063 | 0.0352 | 0.0026 | 676 | 43 | 693 | 18 | 702 | 51 | 590 | 170 |
| Zr_23-32_064 | 0.0347 | 0.0018 | 657 | 31 | 681 | 13 | 688 | 36 | 510 | 130 |

Ek-2.9. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-5 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | ox_Pb | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM5_1 | Zr_23-32_052 | 674 | 14 | 373 | 13 | 213 | 16 | 1.790 | 0.046 | 79,33 | 65,54 |
| PM5_2 | Zr_23-32_053 | 1612 | 34 | 525 | 17 | 138,3 | 5,3 | 3.096 | 0.044 | 99,10 | 102,03 |
| PM5_3 | Zr_23-32_054 | 1001 | 14 | 549 | 14 | 355 | 13 | 1.854 | 0.038 | 75,51 | 57,62 |
| PM5_4 | Zr_23-32_055 | 1492 | 49 | 719 | 20 | 805 | 27 | 2.105 | 0.064 | 101,65 | 104,29 |
| PM5_5 | Zr_23-32_056 | 126,4 | 2,4 | 202,6 | 4,1 | 51,1 | 3,7 | 0.622 | 0.013 | 99,67 | 115,19 |
| PM5_6 | Zr_23-32_060 | 121,1 | 7 | 106 | 10 | 44,8 | 3,8 | 1.270 | 0.047 | 98,46 | 97,61 |
| PM5_7 | Zr_23-32_061 | 427,1 | 7,8 | 27,1 | 1,5 | 12,7 | 1,2 | 16.39 | 0.67 | 99,79 | 100,32 |
| PM5_8 | Zr_23-32_062 | 79,7 | 1,5 | 101,4 | 2,1 | 28,3 | 2 | 0.790 | 0.014 | 100,66 | 119,41 |
| PM5_9 | Zr_23-32_063 | 92,3 | 2,3 | 51,5 | 1,6 | 17,1 | 1,2 | 1.810 | 0.035 | 102,51 | 117,46 |
| PM5_10 | Zr_23-32_064 | 165,1 | 4,2 | 116 | 2,8 | 37,6 | 2 | 1.430 | 0.019 | 103,65 | 133,53 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | | |

Ek-2.10. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-6 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM6_1 | 22051_006 | 0,739 | 0,09 | 0,0877 | 0,0031 | -0,0033684 | 11,40251 | 0,4030533 | 0,0634 | 0,0081 |
| PM6_2 | 22051_007 | 0,699 | 0,049 | 0,0862 | 0,0019 | 0,10159 | 11,60093 | 0,2557049 | 0,0589 | 0,0042 |
| PM6_3 | 22051_008 | 0,683 | 0,057 | 0,0892 | 0,0027 | 0,15127 | 11,21076 | 0,3393392 | 0,0577 | 0,0049 |
| PM6_4 | 22051_009 | 0,654 | 0,084 | 0,0856 | 0,0029 | -0,12521 | 11,68224 | 0,3957769 | 0,0546 | 0,0073 |
| PM6_5 | 22051_010 | 0,729 | 0,058 | 0,089 | 0,0022 | 0,011872 | 11,23596 | 0,2777427 | 0,0612 | 0,0053 |
| PM6_6 | 22051_011 | 0,769 | 0,087 | 0,0874 | 0,0027 | 0,0012069 | 11,44165 | 0,3534605 | 0,0629 | 0,0072 |
| PM6_7 | 22051_012 | 0,7 | 0,049 | 0,0896 | 0,0018 | 0,09662 | 11,16071 | 0,2242108 | 0,0573 | 0,0042 |
| PM6_8 | 22051_013 | 0,707 | 0,078 | 0,0894 | 0,0028 | 0,077303 | 11,18568 | 0,3503346 | 0,0585 | 0,0068 |
| PM6_9 | 22051_014 | 0,747 | 0,081 | 0,089 | 0,0023 | 0,076561 | 11,23596 | 0,2903674 | 0,0607 | 0,0067 |
| PM6_10 | 22051_015 | 0,404 | 0,065 | 0,0501 | 0,0018 | 0,18496 | 19,96008 | 0,7171286 | 0,0597 | 0,0091 |
| PM6_11 | 22051_016 | 0,727 | 0,057 | 0,0871 | 0,0025 | 0,13729 | 11,48106 | 0,3295366 | 0,0603 | 0,005 |
| PM6_12 | 22051_017 | 0,721 | 0,021 | 0,0886 | 0,0013 | 0,32548 | 11,28668 | 0,1656059 | 0,0591 | 0,0016 |
| PM6_13 | 22051_018 | 0,77 | 0,12 | 0,087 | 0,0037 | 0,25498 | 11,49425 | 0,488836 | 0,068 | 0,011 |
| PM6_14 | 22051_019 | 0,707 | 0,077 | 0,0899 | 0,0025 | 0,12067 | 11,12347 | 0,309329 | 0,0577 | 0,0062 |
| PM6_15 | 22051_020 | 0,76 | 0,094 | 0,0947 | 0,0028 | 0,19866 | 10,55966 | 0,3122181 | 0,0555 | 0,0068 |

Ek-2.10. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-6 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM6_1 | 22051_006 | 0,29232 | 0,0285 | 0,0034 | 530 | 57 | 541 | 18 | 564 | 66 | 490 |
| PM6_2 | 22051_007 | 0,149 | 0,0269 | 0,0017 | 529 | 30 | 533 | 11 | 536 | 34 | 500 |
| PM6_3 | 22051_008 | 0,18535 | 0,0226 | 0,0019 | 520 | 35 | 551 | 16 | 452 | 38 | 490 |
| PM6_4 | 22051_009 | 0,32132 | 0,0293 | 0,0026 | 498 | 52 | 532 | 18 | 583 | 52 | 320 |
| PM6_5 | 22051_010 | 0,30794 | 0,0251 | 0,0017 | 553 | 36 | 551 | 13 | 499 | 34 | 530 |
| PM6_6 | 22051_011 | 0,34 | 0,0268 | 0,0022 | 582 | 50 | 540 | 16 | 534 | 44 | 590 |
| PM6_7 | 22051_012 | 0,17339 | 0,026 | 0,0012 | 535 | 30 | 553 | 10 | 518 | 24 | 430 |
| PM6_8 | 22051_013 | 0,22283 | 0,0225 | 0,0022 | 552 | 47 | 552 | 16 | 449 | 44 | 440 |
| PM6_9 | 22051_014 | 0,14674 | 0,0244 | 0,0019 | 545 | 49 | 551 | 14 | 485 | 37 | 440 |
| PM6_10 | 22051_015 | 0,067444 | 0,0272 | 0,0028 | 357 | 50 | 315 | 11 | 541 | 56 | 510 |
| PM6_11 | 22051_016 | 0,11275 | 0,0264 | 0,0016 | 546 | 34 | 540 | 15 | 527 | 31 | 570 |
| PM6_12 | 22051_017 | 0,10833 | 0,0278 | 0,0012 | 551 | 12 | 546,9 | 7,6 | 554 | 24 | 550 |
| PM6_13 | 22051_018 | -0,063121 | 0,0265 | 0,0032 | 557 | 76 | 537 | 22 | 527 | 63 | 680 |
| PM6_14 | 22051_019 | 0,14056 | 0,0232 | 0,0019 | 555 | 42 | 555 | 15 | 463 | 38 | 550 |
| PM6_15 | 22051_020 | -0,0061153 | 0,0253 | 0,0025 | 587 | 49 | 583 | 17 | 504 | 50 | 500 |

Ek-2.10. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-6 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM6_1 | 22051_006 | 250 | 41,8 | 1,1 | 24,68 | 0,89 | 6,77 | 0,79 | 1,69 | 0,043 | 102,08 | 110,41 |
| PM6_2 | 22051_007 | 140 | 170,9 | 3,3 | 106,3 | 2,3 | 26,9 | 1,7 | 1,601 | 0,027 | 100,76 | 106,60 |
| PM6_3 | 22051_008 | 180 | 218,7 | 9,3 | 134,2 | 2,6 | 29,3 | 2,3 | 1,613 | 0,066 | 105,96 | 112,45 |
| PM6_4 | 22051_009 | 250 | 91 | 3,4 | 59,1 | 2,6 | 14,6 | 1,5 | 1,577 | 0,045 | 106,83 | 166,25 |
| PM6_5 | 22051_010 | 170 | 108,2 | 1,6 | 92,8 | 1,8 | 22,5 | 1,5 | 1,184 | 0,022 | 99,64 | 103,96 |
| PM6_6 | 22051_011 | 230 | 158,7 | 6,7 | 108,7 | 4,2 | 27,1 | 2,5 | 1,441 | 0,031 | 92,78 | 91,53 |
| PM6_7 | 22051_012 | 150 | 277,6 | 9,8 | 213,8 | 7,6 | 50 | 2,6 | 1,3 | 0,022 | 103,36 | 128,60 |
| PM6_8 | 22051_013 | 220 | 86,7 | 1,5 | 54,1 | 1,2 | 10,7 | 1,1 | 1,591 | 0,034 | 100,00 | 125,45 |
| PM6_9 | 22051_014 | 210 | 79,1 | 1,7 | 60,9 | 1,3 | 13,6 | 1 | 1,29 | 0,023 | 101,10 | 125,23 |
| PM6_10 | 22051_015 | 300 | 163,4 | 4,7 | 78,1 | 2,7 | 18,9 | 1,9 | 2,142 | 0,061 | 88,24 | 61,76 |
| PM6_11 | 22051_016 | 160 | 239,4 | 3,8 | 216,7 | 3,3 | 51,5 | 3,2 | 1,106 | 0,02 | 98,90 | 94,74 |
| PM6_12 | 22051_017 | 58 | 1416 | 30 | 1362 | 46 | 357 | 13 | 1,032 | 0,025 | 99,26 | 99,44 |
| PM6_13 | 22051_018 | 300 | 62,6 | 1,5 | 42,81 | 0,99 | 10,8 | 1,3 | 1,445 | 0,044 | 96,41 | 78,97 |
| PM6_14 | 22051_019 | 190 | 95,5 | 3,9 | 77,2 | 3 | 17 | 1,5 | 1,247 | 0,024 | 100,00 | 100,91 |
| PM6_15 | 22051_020 | 210 | 89,4 | 1,8 | 65,3 | 2 | 15,1 | 1,5 | 1,36 | 0,03 | 99,32 | 116,60 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.11. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-7 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_7_1 | 20050_060 | 0,672 | 0,047 | 0,0882 | 0,0015 | 0,11073 | 11,33787 | 0,1928209 | 0,0553 | 0,0042 |
| PM_7_2 | 20050_061 | 0,661 | 0,05 | 0,0899 | 0,0017 | -0,044296 | 11,12347 | 0,2103437 | 0,0541 | 0,0042 |
| PM_7_3 | 20050_062 | 0,702 | 0,054 | 0,0883 | 0,0016 | -0,036926 | 11,32503 | 0,20521 | 0,0564 | 0,0045 |
| PM_7_4 | 20050_063 | 0,749 | 0,059 | 0,0893 | 0,0022 | 0,079407 | 11,19821 | 0,2758797 | 0,0596 | 0,005 |
| PM_7_5 | 20050_064 | 7,83 | 0,2 | 0,3506 | 0,0045 | 0,66622 | 2,852253 | 0,03660907 | 0,164 | 0,003 |
| PM_7_6 | 20050_065 | 13,3 | 1,4 | 0,446 | 0,028 | 0,96083 | 2,242152 | 0,1407629 | 0,215 | 0,011 |
| PM_7_7 | 20050_066 | 0,711 | 0,087 | 0,0892 | 0,0025 | 0,15602 | 11,21076 | 0,314203 | 0,0572 | 0,0069 |
| PM_7_8 | 20050_067 | 0,957 | 0,073 | 0,111 | 0,0024 | 0,20438 | 9,009009 | 0,1947894 | 0,0637 | 0,0047 |
| PM_7_9 | 20050_068 | 0,71 | 0,059 | 0,0898 | 0,0024 | 0,00605 | 11,13586 | 0,2976176 | 0,0588 | 0,005 |
| PM_7_10 | 20050_069 | 12,81 | 0,46 | 0,519 | 0,015 | 0,62223 | 1,926782 | 0,05568735 | 0,1808 | 0,0032 |
| PM_7_11 | 20050_070 | 0,737 | 0,058 | 0,0885 | 0,0023 | 0,093007 | 11,29944 | 0,2936576 | 0,0612 | 0,0047 |
| PM_7_12 | 20050_071 | 0,64 | 0,077 | 0,0898 | 0,0027 | -0,15549 | 11,13586 | 0,3348198 | 0,0499 | 0,0061 |
| PM_7_13 | 20050_072 | 1,314 | 0,042 | 0,1428 | 0,0017 | 0,065903 | 7,002801 | 0,08336668 | 0,0668 | 0,0023 |
| PM_7_14 | 20050_073 | 0,711 | 0,055 | 0,0887 | 0,0016 | 0,17883 | 11,27396 | 0,2033634 | 0,0576 | 0,0044 |
| PM_7_15 | 20050_074 | 0,749 | 0,047 | 0,0907 | 0,0014 | 0,07712 | 11,02536 | 0,1701819 | 0,0608 | 0,0039 |

Ek-2.11. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-7 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_7_1 | 20050_060 | 0,16654 | 0,0271 | 0,0016 | 521,9 | 14,3 | 544,88 | 4,44 | 542 | 31 | 350 |
| PM_7_2 | 20050_061 | 0,25935 | 0,0279 | 0,0022 | 515,2 | 15,3 | 554,95 | 5,03 | 556 | 42 | 280 |
| PM_7_3 | 20050_062 | 0,28047 | 0,026 | 0,0016 | 540 | 16,1 | 545,48 | 4,74 | 519 | 32 | 420 |
| PM_7_4 | 20050_063 | 0,24589 | 0,0269 | 0,0021 | 567,6 | 17,1 | 551,4 | 6,51 | 535 | 42 | 550 |
| PM_7_5 | 20050_064 | -0,10818 | 0,0891 | 0,0057 | 2211,7 | 11,5 | 1937,5 | 10,7 | 1720 | 110 | 2491 |
| PM_7_6 | 20050_065 | -0,82734 | 0,105 | 0,01 | 2701,2 | 49,7 | 2377,4 | 62,4 | 1990 | 190 | 2874 |
| PM_7_7 | 20050_066 | 0,078333 | 0,0283 | 0,0027 | 545,3 | 25,8 | 550,8 | 7,4 | 570 | 54 | 390 |
| PM_7_8 | 20050_067 | 0,027943 | 0,0371 | 0,0048 | 681,7 | 18,9 | 678,55 | 6,96 | 729 | 93 | 660 |
| PM_7_9 | 20050_068 | 0,28389 | 0,028 | 0,002 | 544,7 | 17,5 | 554,35 | 7,1 | 557 | 38 | 470 |
| PM_7_10 | 20050_069 | -0,01538 | 0,1444 | 0,0063 | 2665,8 | 16,9 | 2694,9 | 31,8 | 2700 | 100 | 2651 |
| PM_7_11 | 20050_070 | 0,23316 | 0,0516 | 0,0056 | 560,7 | 17 | 546,66 | 6,81 | 1010 | 110 | 610 |
| PM_7_12 | 20050_071 | 0,37565 | 0,0267 | 0,0028 | 502,3 | 23,8 | 554,35 | 7,99 | 538 | 56 | 150 |
| PM_7_13 | 20050_072 | 0,25636 | 0,0443 | 0,0021 | 851,88 | 9,21 | 860,48 | 4,79 | 875 | 41 | 831 |
| PM_7_14 | 20050_073 | 0,061691 | 0,0266 | 0,0021 | 545,3 | 16,3 | 547,84 | 4,74 | 530 | 41 | 440 |
| PM_7_15 | 20050_074 | 0,20014 | 0,0311 | 0,0019 | 567,6 | 13,6 | 559,68 | 4,14 | 622 | 36 | 580 |

Ek-2.11. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-7 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_7_1 | 20050_060 | 140 | 302 | 13 | 143,4 | 2,7 | 34,8 | 2 | 2,049 | 0,057 | 104,40 | 155,68 |
| PM_7_2 | 20050_061 | 150 | 300 | 10 | 108,4 | 1,4 | 27,7 | 2,2 | 2,76 | 0,11 | 107,72 | 198,20 |
| PM_7_3 | 20050_062 | 160 | 252,4 | 2,5 | 139,3 | 2,8 | 32,9 | 2 | 1,783 | 0,033 | 101,01 | 129,88 |
| PM_7_4 | 20050_063 | 160 | 193 | 12 | 110,1 | 8,3 | 28,2 | 2,8 | 1,71 | 0,036 | 97,15 | 100,25 |
| PM_7_5 | 20050_064 | 31 | 529 | 11 | 76,5 | 2,3 | 60 | 3,7 | 7,08 | 0,28 | 87,60 | 77,78 |
| PM_7_6 | 20050_065 | 94 | 554 | 30 | 139,9 | 6 | 142 | 18 | 4,03 | 0,32 | 88,01 | 82,72 |
| PM_7_7 | 20050_066 | 230 | 198 | 12 | 106,7 | 4,9 | 26,7 | 2,7 | 1,848 | 0,05 | 101,01 | 141,23 |
| PM_7_8 | 20050_067 | 150 | 177,2 | 6,4 | 31,17 | 0,94 | 10,9 | 1,4 | 5,47 | 0,14 | 99,54 | 102,81 |
| PM_7_9 | 20050_068 | 170 | 244,7 | 7,2 | 165,2 | 3,3 | 40,4 | 2,8 | 1,47 | 0,03 | 101,77 | 117,95 |
| PM_7_10 | 20050_069 | 29 | 424 | 15 | 243,8 | 5,1 | 328 | 20 | 1,756 | 0,071 | 101,09 | 101,66 |
| PM_7_11 | 20050_070 | 160 | 367,6 | 6 | 86,1 | 2,6 | 39,5 | 4,7 | 4,2 | 0,1 | 97,50 | 89,62 |
| PM_7_12 | 20050_071 | 220 | 193 | 3,6 | 91,8 | 2,1 | 20,4 | 2,2 | 2,085 | 0,041 | 110,36 | 369,57 |
| PM_7_13 | 20050_072 | 70 | 779 | 32 | 187,2 | 6,6 | 72,8 | 3,7 | 4,097 | 0,056 | 101,01 | 103,55 |
| PM_7_14 | 20050_073 | 150 | 304 | 18 | 127,9 | 3,8 | 30,5 | 2,4 | 2,244 | 0,073 | 100,47 | 124,51 |
| PM_7_15 | 20050_074 | 130 | 404,7 | 5,4 | 152,8 | 2,8 | 39,6 | 2,9 | 2,598 | 0,052 | 98,60 | 96,50 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | | | |

Ek-2.12. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-7 nolu örneğin rutil U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM7_1 | 22055_139 | 0,586 | 0,099 | 0,0177 | 0,0017 | 0,16742 | 0,32 | 0,073 | 402 | 62 | 113 | 11 |
| PM7_2 | 22055_140 | 1,25 | 0,17 | 0,0263 | 0,002 | 0,45269 | 0,354 | 0,046 | 731 | 78 | 167 | 13 |
| PM7_3 | 22055_141 | 0,145 | 0,092 | 0,0121 | 0,0018 | 0,050774 | 0,238 | 0,066 | 35 | 63 | 77 | 12 |
| PM7_4 | 22055_142 | 0,72 | 0,1 | 0,0183 | 0,0016 | 0,15094 | 0,426 | 0,082 | 485 | 63 | 116 | 10 |
| PM7_5 | 22055_143 | 1,32 | 0,2 | 0,0321 | 0,0025 | 0,092505 | 0,292 | 0,051 | 674 | 93 | 203 | 16 |
| PM7_6 | 22055_144 | 1,49 | 0,21 | 0,0274 | 0,0027 | 0,38276 | 0,394 | 0,059 | 804 | 91 | 173 | 17 |
| PM7_7 | 22055_145 | 0,17 | 0,11 | 0,0132 | 0,003 | 0,11324 | 0,11 | 0,072 | 81 | 59 | 84 | 19 |
| PM7_8 | 22055_146 | 1,02 | 0,17 | 0,0208 | 0,0025 | 0,25988 | 0,343 | 0,064 | 624 | 88 | 132 | 16 |
| PM7_10 | 22055_148 | 0,08 | 0,079 | 0,0112 | 0,0024 | -0,12893 | 0 | 1 | 11 | 22 | 72 | 15 |
| PM7_12 | 22055_150 | 0,53 | 0,17 | 0,0165 | 0,0027 | 0,024313 | 0,189 | 0,07 | 263 | 82 | 105 | 17 |
| PM7_14 | 22055_152 | 0,59 | 0,15 | 0,0131 | 0,0019 | -0,0057093 | 0,196 | 0,065 | 317 | 79 | 84 | 12 |
| PM7_15 | 22055_153 | 0,094 | 0,07 | 0,0119 | 0,002 | 0,083263 | 0,091 | 0,049 | 7 | 15 | 76 | 13 |
| PM7_16 | 22055_160 | 0,35 | 0,28 | 0,0151 | 0,0039 | -0,028796 | 0,18 | 0,13 | 100 | 170 | 96 | 25 |
| PM7_17 | 22055_161 | 0,82 | 0,11 | 0,018 | 0,0017 | 0,044163 | 0,374 | 0,059 | 540 | 64 | 114 | 11 |
| PM7_18 | 22055_162 | 0,28 | 0,17 | 0,0198 | 0,0032 | 0,43897 | 0,04 | 0,043 | 140 | 120 | 126 | 20 |
| PM7_19 | 22055_163 | 0,46 | 0,13 | 0,0162 | 0,0023 | 0,099582 | 0,211 | 0,075 | 255 | 72 | 103 | 14 |
| PM7_20 | 22055_165 | 1,56 | 0,24 | 0,0264 | 0,0028 | 0,23803 | 0,53 | 0,12 | 790 | 100 | 167 | 18 |
| PM7_21 | 22055_166 | 0,305 | 0,075 | 0,0133 | 0,0013 | 0,031705 | 0,179 | 0,051 | 208 | 50 | 85,2 | 8,5 |
| PM7_22 | 22055_167 | 0,76 | 0,17 | 0,0255 | 0,0028 | -0,017331 | 0,204 | 0,058 | 416 | 90 | 161 | 18 |
| PM7_23 | 22055_168 | 1,01 | 0,22 | 0,0184 | 0,0025 | -0,026196 | 0,369 | 0,096 | 520 | 100 | 117 | 16 |
| PM7_24 | 22055_169 | 0,84 | 0,16 | 0,0212 | 0,0023 | 0,20355 | 0,273 | 0,061 | 512 | 88 | 135 | 15 |
| PM7_25 | 22055_170 | 0,427 | 0,073 | 0,0144 | 0,0011 | 0,022076 | 0,243 | 0,048 | 330 | 52 | 91,8 | 7,1 |
| PM7_26 | 22055_171 | 0,2 | 0,14 | 0,0123 | 0,0029 | 0,25701 | 0,049 | 0,043 | 86 | 68 | 78 | 18 |
| PM7_27 | 22055_172 | 1,48 | 0,38 | 0,0275 | 0,0054 | 0,20277 | 0,51 | 0,2 | 760 | 190 | 174 | 34 |
| PM7_28 | 22055_173 | 1,02 | 0,19 | 0,0293 | 0,0028 | -0,062741 | 0,257 | 0,054 | 565 | 93 | 185 | 17 |
| PM7_29 | 22055_174 | 0,83 | 0,18 | 0,0192 | 0,0028 | -0,038217 | 0,33 | 0,1 | 456 | 91 | 119 | 17 |

Ek-2.13. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_8_1 | 22049_042 | 10,16 | 0,26 | 0,4197 | 0,0075 | 0,58271 | 2,382654 | 0,04257781 | 0,1716 | 0,0036 | 0,084493 |
| PM_8_2 | 22049_043 | 11,14 | 0,39 | 0,4768 | 0,0078 | 0,42326 | 2,097315 | 0,03431011 | 0,1697 | 0,0054 | 0,094771 |
| PM_8_3 | 22049_044 | 10,61 | 0,4 | 0,453 | 0,011 | 0,43037 | 2,207506 | 0,05360389 | 0,1642 | 0,0048 | 0,15115 |
| PM_8_4 | 22049_045 | 0,877 | 0,017 | 0,1028 | 0,0011 | 0,20952 | 9,727626 | 0,1040894 | 0,0609 | 0,0012 | 0,29558 |
| PM_8_5 | 22049_046 | 1,12 | 0,023 | 0,1206 | 0,0014 | 0,43744 | 8,291874 | 0,09625724 | 0,0661 | 0,0012 | 0,062466 |
| PM_8_6 | 22049_047 | 1,703 | 0,091 | 0,1674 | 0,0032 | 0,086346 | 5,973716 | 0,1141929 | 0,072 | 0,004 | 0,27678 |
| PM_8_7 | 22049_048 | 3,28 | 0,11 | 0,2407 | 0,004 | 0,48904 | 4,154549 | 0,06904112 | 0,0961 | 0,0027 | 0,06263 |
| PM_8_8 | 22049_049 | 1,713 | 0,045 | 0,1639 | 0,0017 | 0,36918 | 6,101281 | 0,06328358 | 0,0742 | 0,0019 | 0,082841 |
| PM_8_9 | 22049_050 | 0,777 | 0,044 | 0,0923 | 0,0018 | 0,0268 | 10,83424 | 0,2112852 | 0,0612 | 0,0037 | 0,35032 |
| PM_8_10 | 22049_051 | 0,775 | 0,03 | 0,0925 | 0,0019 | 0,41328 | 10,81081 | 0,2220599 | 0,0599 | 0,0021 | 0,097884 |
| PM_8_11 | 22049_052 | 8,03 | 0,15 | 0,3473 | 0,0041 | 0,51386 | 2,879355 | 0,03399181 | 0,1637 | 0,0026 | 0,19002 |
| PM_8_12 | 22049_053 | 5,37 | 0,17 | 0,2451 | 0,0056 | 0,87418 | 4,079967 | 0,09321835 | 0,155 | 0,0024 | -0,20771 |
| PM_8_13 | 22049_054 | 1,332 | 0,071 | 0,1321 | 0,0049 | 0,68506 | 7,570023 | 0,2807957 | 0,0731 | 0,0022 | -0,028607 |
| PM_8_14 | 22049_055 | 1,69 | 0,047 | 0,1569 | 0,0018 | 0,24999 | 6,373486 | 0,07311839 | 0,0766 | 0,0021 | 0,14879 |
| PM_8_15 | 22049_056 | 8,15 | 0,45 | 0,356 | 0,015 | 0,86077 | 2,808989 | 0,1183563 | 0,161 | 0,0039 | -0,4074 |

Ek-2.13. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_8_1 | 22049_042 | 0,1265 | 0,0024 | 2449,4 | 11,8 | 2259,1 | 17 | 2406 | 42 | 2569 | 34 |
| PM_8_2 | 22049_043 | 0,1265 | 0,007 | 2534,9 | 16,3 | 2513,3 | 17 | 2400 | 130 | 2546 | 55 |
| PM_8_3 | 22049_044 | 0,1365 | 0,0089 | 2489,6 | 17,5 | 2408,6 | 24,4 | 2580 | 160 | 2495 | 49 |
| PM_8_4 | 22049_045 | 0,03091 | 0,00091 | 639,36 | 4,6 | 630,8 | 3,22 | 615 | 18 | 631 | 43 |
| PM_8_5 | 22049_046 | 0,03555 | 0,00071 | 762,98 | 5,51 | 734,02 | 4,03 | 706 | 14 | 808 | 37 |
| PM_8_6 | 22049_047 | 0,0546 | 0,0026 | 1009,7 | 17,1 | 997,77 | 8,84 | 1074 | 49 | 980 | 120 |
| PM_8_7 | 22049_048 | 0,078 | 0,0049 | 1476,3 | 13 | 1390,3 | 10,4 | 1519 | 91 | 1552 | 52 |
| PM_8_8 | 22049_049 | 0,0487 | 0,0028 | 1013,41 | 8,42 | 978,41 | 4,71 | 958 | 54 | 1050 | 52 |
| PM_8_9 | 22049_050 | 0,02683 | 0,00097 | 583,8 | 12,6 | 569,13 | 5,31 | 535 | 19 | 620 | 120 |
| PM_8_10 | 22049_051 | 0,02918 | 0,00077 | 582,63 | 8,58 | 570,31 | 5,61 | 581 | 15 | 570 | 77 |
| PM_8_11 | 22049_052 | 0,1066 | 0,0034 | 2234,4 | 8,43 | 1921,69 | 9,81 | 2045 | 61 | 2499 | 27 |
| PM_8_12 | 22049_053 | 0,1041 | 0,0027 | 1880,1 | 13,5 | 1413,2 | 14,5 | 2000 | 49 | 2400 | 27 |
| PM_8_13 | 22049_054 | 0,0409 | 0,0022 | 859,8 | 15,5 | 799,8 | 14 | 813 | 44 | 1012 | 62 |
| PM_8_14 | 22049_055 | 0,0472 | 0,0022 | 1004,76 | 8,87 | 939,53 | 5,01 | 931 | 42 | 1106 | 56 |
| PM_8_15 | 22049_056 | 0,1129 | 0,0045 | 2247,8 | 25 | 1963,2 | 35,7 | 2158 | 81 | 2475 | 41 |

Ek-2.13. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_8_1 | 22049_042 | 213,8 | 6,1 | 217 | 4,2 | 258,7 | 6,3 | 0,987 | 0,02 | 92,23 | 87,94 |
| PM_8_2 | 22049_043 | 112,1 | 2,5 | 80,4 | 1,6 | 91,9 | 5 | 1,416 | 0,03 | 99,15 | 98,72 |
| PM_8_3 | 22049_044 | 293 | 13 | 74,5 | 3,1 | 93,2 | 8,2 | 3,92 | 0,1 | 96,75 | 96,54 |
| PM_8_4 | 22049_045 | 3109 | 59 | 731 | 12 | 210,6 | 6,7 | 4,267 | 0,039 | 98,66 | 99,97 |
| PM_8_5 | 22049_046 | 2233 | 61 | 3720 | 170 | 1222 | 44 | 0,61 | 0,011 | 96,20 | 90,84 |
| PM_8_6 | 22049_047 | 258 | 11 | 142,8 | 3,5 | 74,6 | 3,1 | 1,773 | 0,049 | 98,82 | 101,81 |
| PM_8_7 | 22049_048 | 295,9 | 7,5 | 40,67 | 0,88 | 29,7 | 1,7 | 7,18 | 0,15 | 94,17 | 89,58 |
| PM_8_8 | 22049_049 | 822 | 23 | 89,5 | 2,8 | 41,5 | 2,4 | 9,23 | 0,12 | 96,55 | 93,18 |
| PM_8_9 | 22049_050 | 799 | 15 | 1345 | 21 | 331 | 12 | 0,5986 | 0,0098 | 97,49 | 91,80 |
| PM_8_10 | 22049_051 | 1440 | 65 | 2461 | 98 | 658 | 16 | 0,5829 | 0,008 | 97,89 | 100,05 |
| PM_8_11 | 22049_052 | 400,3 | 9,1 | 184,9 | 3,4 | 185,5 | 5 | 2,188 | 0,03 | 86,00 | 76,90 |
| PM_8_12 | 22049_053 | 911 | 56 | 325 | 12 | 310 | 12 | 2,802 | 0,088 | 75,17 | 58,88 |
| PM_8_13 | 22049_054 | 705 | 55 | 223 | 18 | 84,5 | 4 | 3,241 | 0,046 | 93,02 | 79,03 |
| PM_8_14 | 22049_055 | 685 | 11 | 109,6 | 1,6 | 48,5 | 2,2 | 6,38 | 0,12 | 93,51 | 84,95 |
| PM_8_15 | 22049_056 | 470 | 19 | 133,1 | 5,7 | 145 | 10 | 3,524 | 0,045 | 87,34 | 79,32 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | | |



Ek-2.13. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM8_1 | Zr_23-32_065 | 1.151 | 0.079 | 0.1321 | 0.0024 | 0,047898 | 7,570023 | 0,1375326 | 0.0632 | 0.0043 | 0,25026 |
| PM8_2 | Zr_23-32_066 | 0.817 | 0.082 | 0.0980 | 0.0028 | 0,025392 | 10,20408 | 0,2915452 | 0.0621 | 0.0064 | 0,2624 |
| PM8_3 | Zr_23-32_067 | 10.93 | 0.25 | 0.4786 | 0.0074 | 0,67093 | 2,089427 | 0,03230623 | 0.1686 | 0.0027 | 0,12395 |
| PM8_4 | Zr_23-32_068 | 10.73 | 0.11 | 0.4780 | 0.0038 | 0,66827 | 2,09205 | 0,01663136 | 0.1647 | 0.0014 | 0,14734 |
| PM8_5 | Zr_23-32_069 | 2.990 | 0.062 | 0.2261 | 0.0022 | 0,47502 | 4,422822 | 0,04303498 | 0.0969 | 0.0018 | 0,0056978 |
| PM8_6 | Zr_23-32_070 | 10.88 | 0.14 | 0.4784 | 0.0048 | 0,6051 | 2,090301 | 0,02097292 | 0.1658 | 0.0020 | 0,13299 |
| PM8_7 | Zr_23-32_071 | 13.71 | 0.56 | 0.536 | 0.020 | 0,89095 | 1,865672 | 0,06961461 | 0.1878 | 0.0028 | -0,054671 |
| PM8_8 | Zr_23-32_072 | 19.24 | 0.96 | 0.497 | 0.024 | 0,96198 | 2,012072 | 0,09716245 | 0.2840 | 0.0031 | -0,1887 |
| PM8_9 | Zr_23-32_073 | 16.22 | 0.86 | 0.474 | 0.022 | 0,94375 | 2,109705 | 0,09791878 | 0.2543 | 0.0037 | -0,24398 |
| PM8_10 | Zr_23-32_074 | 1.22 | 0.15 | 0.1308 | 0.0037 | 0,20663 | 7,64526 | 0,216265 | 0.0707 | 0.0085 | 0,088405 |

Ek-2.13. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM8_1 | Zr_23-32_065 | 0.0425 | 0.0018 | 773 | 37 | 801 | 14 | 841 | 34 | 660 | 140 |
| PM8_2 | Zr_23-32_066 | 0.0325 | 0.0024 | 582 | 50 | 602 | 17 | 644 | 46 | 560 | 210 |
| PM8_3 | Zr_23-32_067 | 0.1352 | 0.0034 | 2519 | 22 | 2520 | 32 | 2561 | 60 | 2539 | 27 |
| PM8_4 | Zr_23-32_068 | 0.1368 | 0.0032 | 2500 | 10 | 2518 | 17 | 2589 | 58 | 2508 | 14 |
| PM8_5 | Zr_23-32_069 | 0.0735 | 0.0034 | 1401 | 16 | 1314 | 12 | 1431 | 64 | 1563 | 34 |
| PM8_6 | Zr_23-32_070 | 0.1380 | 0.0039 | 2511 | 13 | 2519 | 21 | 2621 | 70 | 2517 | 20 |
| PM8_7 | Zr_23-32_071 | 0.1687 | 0.0078 | 2713 | 38 | 2747 | 81 | 3150 | 130 | 2721 | 24 |
| PM8_8 | Zr_23-32_072 | 0.1780 | 0.0057 | 3008 | 54 | 2570 | 100 | 3313 | 99 | 3385 | 17 |
| PM8_9 | Zr_23-32_073 | 0.1279 | 0.0092 | 2846 | 48 | 2451 | 86 | 2380 | 150 | 3207 | 23 |
| PM8_10 | Zr_23-32_074 | 0.0389 | 0.0030 | 734 | 71 | 793 | 21 | 769 | 58 | 610 | 240 |

Ek-2.13. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM8_1 | Zr_23-32_065 | 134,2 | 5,7 | 120,4 | 5,7 | 45,4 | 2,7 | 1.142 | 0.018 | 103,62 | 121,36 |
| PM8_2 | Zr_23-32_066 | 68,6 | 3,1 | 59,9 | 1,2 | 17,7 | 1,3 | 1.158 | 0.059 | 103,44 | 107,50 |
| PM8_3 | Zr_23-32_067 | 573,2 | 8,4 | 389,4 | 6,6 | 479 | 17 | 1.503 | 0.028 | 100,04 | 99,25 |
| PM8_4 | Zr_23-32_068 | 1085 | 19 | 196,7 | 3,9 | 246,5 | 6,8 | 5.540 | 0.052 | 100,72 | 100,40 |
| PM8_5 | Zr_23-32_069 | 643,6 | 8 | 77,6 | 2,1 | 53,2 | 2,8 | 8.38 | 0.16 | 93,79 | 84,07 |
| PM8_6 | Zr_23-32_070 | 675,5 | 8,5 | 124,8 | 3,9 | 158,4 | 4,2 | 5.57 | 0.23 | 100,32 | 100,08 |
| PM8_7 | Zr_23-32_071 | 660 | 40 | 207 | 16 | 346 | 32 | 3.45 | 0.14 | 101,25 | 100,96 |
| PM8_8 | Zr_23-32_072 | 438 | 19 | 94,4 | 4,3 | 150,7 | 7,8 | 4.84 | 0.13 | 85,44 | 75,92 |
| PM8_9 | Zr_23-32_073 | 1642 | 62 | 130,3 | 7,6 | 140 | 10 | 12.71 | 0.33 | 86,12 | 76,43 |
| PM8_10 | Zr_23-32_074 | 55,2 | 2,3 | 53,4 | 3,1 | 19,2 | 1,8 | 1.057 | 0.026 | 108,04 | 130,00 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | | |

Ek-2.14. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örneğin rutil U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM8_Rutil_1 | 22054_049 | 0,13 | 0,28 | 0,0099 | 0,0037 | 0,065977 | -0,07 | 0,31 | -370 | 200 | 59 | 23 |
| PM8_Rutil_2 | 22054_051 | 0,17 | 0,24 | 0,0126 | 0,003 | -0,14384 | 0,012 | 0,09 | -200 | 180 | 80 | 19 |
| PM8_Rutil_3 | 22054_052 | 1,32 | 0,12 | 0,0269 | 0,0014 | 0,16356 | 0,429 | 0,057 | 863 | 50 | 171 | 8,6 |
| PM8_Rutil_4 | 22054_053 | 0,19 | 0,45 | 0,015 | 0,0068 | -0,051636 | 0 | 0,4 | -410 | 300 | 94 | 43 |
| PM8_Rutil_5 | 22054_054 | 0,145 | 0,09 | 0,0103 | 0,0017 | -0,023266 | 0,284 | 0,082 | 39 | 67 | 66 | 11 |
| PM8_Rutil_6 | 22054_055 | -0,535 | 0,024 | 0,014 | 0,01 | 0,15949 | 0,49 | 0,23 | -784 | 54 | 90 | 66 |
| PM8_Rutil_7 | 22054_056 | 0,42 | 0,23 | 0,0131 | 0,0029 | 0,19723 | 0,41 | 0,1 | 110 | 130 | 83 | 18 |
| PM8_Rutil_9 | 22054_058 | 0,04 | 0,19 | 0,013 | 0,0034 | -0,036213 | 0,4 | 0,15 | -160 | 150 | 83 | 22 |
| PM8_Rutil_10 | 22054_060 | 0,09 | 0,1 | 0,0124 | 0,0022 | -0,09624 | 0,238 | 0,076 | -63 | 78 | 79 | 14 |
| PM8_Rutil_11 | 22054_061 | 0,092 | 0,078 | 0,0129 | 0,0019 | 0,078018 | 0,217 | 0,074 | 29 | 61 | 82 | 12 |
| PM8_Rutil_13 | 22054_063 | 0,97 | 0,24 | 0,0188 | 0,0033 | 0,09824 | 0,317 | 0,097 | 480 | 110 | 121 | 21 |
| PM8_Rutil_14 | 22054_070 | 1,2 | 0,15 | 0,0411 | 0,0033 | 0,37701 | 0,241 | 0,031 | 712 | 76 | 258 | 20 |
| PM8_Rutil_15 | 22054_071 | 0,082 | 0,039 | 0,0125 | 0,0012 | 0,26972 | 0,062 | 0,03 | 63 | 33 | 79,9 | 7,9 |
| PM8_Rutil_16 | 22054_072 | 8,5 | 1,6 | 0,245 | 0,026 | 0,0069794 | 0,239 | 0,047 | 2210 | 180 | 1400 | 130 |
| PM8_Rutil_19 | 22054_075 | 0,13 | 0,15 | 0,0145 | 0,005 | 0,018659 | 0,095 | 0,08 | 53 | 74 | 92 | 32 |
| PM8_Rutil_21 | 22054_077 | 1,9 | 0,2 | 0,0352 | 0,0028 | 0,41007 | 0,404 | 0,043 | 978 | 71 | 222 | 17 |
| PM8_Rutil_22 | 22054_078 | 3,18 | 0,17 | 0,0947 | 0,0036 | 0,16679 | 0,254 | 0,015 | 1451 | 41 | 582 | 21 |
| PM8_Rutil_23 | 22054_079 | 1,67 | 0,18 | 0,0411 | 0,003 | 0,4117 | 0,298 | 0,028 | 914 | 70 | 259 | 18 |
| PM8_Rutil_24 | 22054_080 | 0,27 | 0,18 | 0,0104 | 0,0044 | -0,14583 | 0,055 | 0,056 | 94 | 81 | 66 | 28 |
| PM8_Rutil_25 | 22054_081 | 2,86 | 0,64 | 0,0583 | 0,0072 | 0,37728 | 0,339 | 0,081 | 850 | 220 | 360 | 44 |
| PM8_Rutil_27 | 22054_083 | 5,35 | 0,61 | 0,0926 | 0,0082 | 0,55177 | 0,469 | 0,055 | 1780 | 100 | 567 | 48 |
| PM8_Rutil_28 | 22054_084 | 0,36 | 0,24 | 0,0135 | 0,0035 | -0,065865 | 0,15 | 0,2 | 120 | 140 | 89 | 23 |

Ek-2.15. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-9 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_9_1 | 22049_060 | 1,084 | 0,086 | 0,1181 | 0,0024 | -0,053934 | 8,467401 | 0,1720725 | 0,0694 | 0,0057 | 0,33709 |
| PM_9_2 | 22049_061 | 1,67 | 0,28 | 0,1623 | 0,0083 | 0,093846 | 6,161429 | 0,3150947 | 0,081 | 0,013 | 0,22522 |
| PM_9_3 | 22049_062 | 1,52 | 0,37 | 0,16 | 0,011 | -0,044653 | 6,25 | 0,4296875 | 0,079 | 0,021 | 0,18906 |
| PM_9_4 | 22049_063 | 1,505 | 0,047 | 0,1353 | 0,0019 | 0,30448 | 7,390983 | 0,1037906 | 0,0817 | 0,0026 | 0,17924 |
| PM_9_5 | 22049_064 | 1,107 | 0,056 | 0,121 | 0,0027 | 0,18635 | 8,264463 | 0,1844136 | 0,0669 | 0,0035 | 0,22872 |
| PM_9_6 | 22049_065 | 1,09 | 0,065 | 0,1144 | 0,0027 | 0,39516 | 8,741259 | 0,2063059 | 0,0693 | 0,0041 | 0,051074 |
| PM_9_7 | 22049_066 | 1,167 | 0,054 | 0,1156 | 0,0016 | 0,23618 | 8,650519 | 0,1197304 | 0,0737 | 0,0035 | 0,14166 |
| PM_9_8 | 22049_067 | 5,67 | 0,16 | 0,2913 | 0,004 | 0,496 | 3,432887 | 0,04713885 | 0,1414 | 0,0035 | -0,02926 |
| PM_9_9 | 22049_068 | 9,06 | 0,24 | 0,3875 | 0,0093 | 0,72874 | 2,580645 | 0,06193548 | 0,1715 | 0,0032 | 0,021378 |
| PM_9_10 | 22049_069 | 1,17 | 0,11 | 0,1253 | 0,0031 | -0,21159 | 7,980846 | 0,1974511 | 0,0696 | 0,0063 | 0,26388 |
| PM_9_11 | 22049_070 | 1,046 | 0,074 | 0,1136 | 0,0024 | 0,11036 | 8,802817 | 0,185975 | 0,0644 | 0,0042 | 0,15219 |
| PM_9_12 | 22049_071 | 3,91 | 0,12 | 0,258 | 0,0038 | 0,31994 | 3,875969 | 0,05708792 | 0,1105 | 0,0033 | 0,23066 |
| PM_9_13 | 22049_072 | 1,043 | 0,039 | 0,1091 | 0,0013 | -0,35107 | 9,165903 | 0,1092179 | 0,0681 | 0,0029 | 0,66869 |
| PM_9_14 | 22049_073 | 0,891 | 0,054 | 0,0953 | 0,0017 | -0,012242 | 10,49318 | 0,1871816 | 0,0675 | 0,0042 | 0,36989 |
| PM_9_15 | 22049_074 | 1,842 | 0,077 | 0,166 | 0,0026 | 0,14529 | 6,024096 | 0,09435332 | 0,0805 | 0,0035 | 0,24613 |

Ek-2.15. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-9 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_9_1 | 22049_060 | 0,0383 | 0,0019 | 745,6 | 21 | 719,62 | 6,92 | 759 | 37 | 700 |
| PM_9_2 | 22049_061 | 0,063 | 0,016 | 997,2 | 53,2 | 969,5 | 23 | 1120 | 260 | 680 |
| PM_9_3 | 22049_062 | 0,016 | 0,016 | 938,5 | 74,5 | 956,8 | 30,6 | 280 | 320 | 480 |
| PM_9_4 | 22049_063 | 0,0397 | 0,0024 | 932,41 | 9,53 | 818,03 | 5,39 | 790 | 48 | 1233 |
| PM_9_5 | 22049_064 | 0,041 | 0,0016 | 756,7 | 13,5 | 736,32 | 7,76 | 812 | 31 | 830 |
| PM_9_6 | 22049_065 | 0,0394 | 0,0018 | 748,5 | 15,8 | 698,25 | 7,81 | 781 | 36 | 900 |
| PM_9_7 | 22049_066 | 0,038 | 0,0022 | 785,2 | 12,7 | 705,19 | 4,62 | 752 | 42 | 1006 |
| PM_9_8 | 22049_067 | 0,0896 | 0,0023 | 1926,8 | 12,2 | 1648,02 | 9,98 | 1732 | 43 | 2228 |
| PM_9_9 | 22049_068 | 0,1125 | 0,0039 | 2344,1 | 12,1 | 2111,2 | 21,6 | 2151 | 72 | 2570 |
| PM_9_10 | 22049_069 | 0,0358 | 0,0025 | 786,6 | 25,7 | 761 | 8,88 | 710 | 49 | 820 |
| PM_9_11 | 22049_070 | 0,0527 | 0,0079 | 726,9 | 18,4 | 693,62 | 6,95 | 1030 | 150 | 750 |
| PM_9_12 | 22049_071 | 0,0849 | 0,0024 | 1615,8 | 12,4 | 1479,6 | 9,74 | 1644 | 45 | 1811 |
| PM_9_13 | 22049_072 | 0,0366 | 0,0017 | 725,41 | 9,69 | 667,52 | 3,78 | 725 | 33 | 860 |
| PM_9_14 | 22049_073 | 0,0315 | 0,0026 | 646,9 | 14,5 | 586,81 | 5 | 630 | 51 | 760 |
| PM_9_15 | 22049_074 | 0,053 | 0,0023 | 1060,6 | 13,8 | 990,03 | 7,19 | 1047 | 45 | 1201 |

Ek-2.15. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-9 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_9_1 | 22049_060 | 170 | 134,5 | 2,9 | 139,9 | 3,7 | 47,2 | 2,7 | 0,948 | 0,015 | 96,52 | 102,80 |
| PM_9_2 | 22049_061 | 330 | 22,9 | 1,5 | 7,16 | 0,72 | 3,56 | 0,71 | 3,68 | 0,25 | 97,22 | 142,57 |
| PM_9_3 | 22049_062 | 480 | 17,43 | 0,85 | 3,79 | 0,2 | 0,96 | 0,61 | 4,71 | 0,35 | 101,95 | 199,33 |
| PM_9_4 | 22049_063 | 61 | 580 | 14 | 177,7 | 6,3 | 65,3 | 3,3 | 3,32 | 0,14 | 87,73 | 66,34 |
| PM_9_5 | 22049_064 | 100 | 514 | 26 | 515 | 26 | 190 | 11 | 1,009 | 0,013 | 97,31 | 88,71 |
| PM_9_6 | 22049_065 | 120 | 723 | 48 | 914 | 82 | 330 | 22 | 0,79 | 0,024 | 93,29 | 77,58 |
| PM_9_7 | 22049_066 | 95 | 339,4 | 8,6 | 135 | 2,4 | 45,6 | 2,5 | 2,477 | 0,041 | 89,81 | 70,10 |
| PM_9_8 | 22049_067 | 44 | 356 | 6,9 | 297,5 | 6,2 | 237,3 | 6,9 | 1,197 | 0,018 | 85,53 | 73,97 |
| PM_9_9 | 22049_068 | 31 | 333,2 | 8,5 | 362 | 21 | 359,2 | 8,7 | 0,949 | 0,023 | 90,06 | 82,15 |
| PM_9_10 | 22049_069 | 190 | 481 | 15 | 215,2 | 5,5 | 69,7 | 4,3 | 2,21 | 0,097 | 96,75 | 92,80 |
| PM_9_11 | 22049_070 | 140 | 416 | 16 | 30,3 | 2,1 | 13,7 | 1,8 | 12,62 | 0,66 | 95,42 | 92,48 |
| PM_9_12 | 22049_071 | 53 | 311,3 | 8,2 | 324 | 16 | 244 | 11 | 0,988 | 0,029 | 91,57 | 81,70 |
| PM_9_13 | 22049_072 | 82 | 606 | 42 | 301 | 30 | 105 | 12 | 2,093 | 0,091 | 92,02 | 77,62 |
| PM_9_14 | 22049_073 | 120 | 259,5 | 5,8 | 70,7 | 1,5 | 19,1 | 1,7 | 3,622 | 0,076 | 90,71 | 77,21 |
| PM_9_15 | 22049_074 | 85 | 261 | 3,7 | 158,2 | 2,5 | 78,9 | 3,2 | 1,65 | 0,021 | 93,35 | 82,43 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.15. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-9 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM9_1 | Zr_23-32_078 | 1.307 | 0.053 | 0.1407 | 0.0018 | 0,12081 | 7,107321 | 0,09092521 | 0.0666 | 0.0026 | 0,20765 |
| PM9_2 | Zr_23-32_079 | 1.666 | 0.038 | 0.1674 | 0.0016 | 0,71565 | 5,973716 | 0,05709645 | 0.0714 | 0.0015 | -0,20016 |
| PM9_3 | Zr_23-32_080 | 0.91 | 0.10 | 0.1092 | 0.0031 | -0,15019 | 9,157509 | 0,2599659 | 0.0632 | 0.0074 | 0,3534 |
| PM9_4 | Zr_23-32_081 | 5.23 | 0.17 | 0.3322 | 0.0061 | 0,070178 | 3,010235 | 0,05527523 | 0.1157 | 0.0044 | 0,4535 |
| PM9_5 | Zr_23-32_082 | 5.78 | 0.13 | 0.3523 | 0.0037 | 0,49176 | 2,83849 | 0,02981099 | 0.1186 | 0.0022 | 0,0099871 |
| PM9_6 | Zr_23-32_083 | 1.110 | 0.095 | 0.1266 | 0.0033 | 0,08375 | 7,898894 | 0,2058953 | 0.0612 | 0.0053 | 0,22246 |
| PM9_7 | Zr_23-32_084 | 0.874 | 0.046 | 0.1050 | 0.0014 | 0,047637 | 9,52381 | 0,1269841 | 0.0611 | 0.0033 | 0,19878 |
| PM9_8 | Zr_23-32_085 | 1.673 | 0.036 | 0.1678 | 0.0017 | 0,42144 | 5,959476 | 0,06037609 | 0.0715 | 0.0013 | 0,075139 |
| PM9_9 | Zr_23-32_086 | 0.790 | 0.046 | 0.0978 | 0.0016 | -0,019896 | 10,22495 | 0,1672793 | 0.0585 | 0.0036 | 0,2976 |
| PM9_10 | Zr_23-32_087 | 10.39 | 0.24 | 0.4671 | 0.0082 | 0,93894 | 2,140869 | 0,03758323 | 0.1626 | 0.0018 | -0,26607 |

Ek-2.15. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-9 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM9_1 | Zr_23-32_078 | 0.0423 | 0.0020 | 846 | 24 | 848.5 | 9.9 | 836 | 39 | 817 |
| PM9_2 | Zr_23-32_079 | 0.04823 | 0.00068 | 992 | 14 | 997.8 | 9.1 | 952 | 13 | 955 |
| PM9_3 | Zr_23-32_080 | 0.0323 | 0.0044 | 610 | 55 | 667 | 18 | 637 | 85 | 450 |
| PM9_4 | Zr_23-32_081 | 0.0951 | 0.0030 | 1855 | 28 | 1852 | 29 | 1839 | 55 | 1878 |
| PM9_5 | Zr_23-32_082 | 0.0961 | 0.0045 | 1941 | 19 | 1945 | 18 | 1849 | 83 | 1933 |
| PM9_6 | Zr_23-32_083 | 0.0360 | 0.0025 | 743 | 46 | 767 | 19 | 718 | 50 | 600 |
| PM9_7 | Zr_23-32_084 | 0.0316 | 0.0014 | 633 | 25 | 643.6 | 8.4 | 629 | 27 | 590 |
| PM9_8 | Zr_23-32_085 | 0.0512 | 0.0013 | 1001 | 13 | 999.8 | 9.4 | 1009 | 25 | 963 |
| PM9_9 | Zr_23-32_086 | 0.0303 | 0.0021 | 582 | 27 | 602.1 | 9.5 | 602 | 42 | 480 |
| PM9_10 | Zr_23-32_087 | 0.1260 | 0.0067 | 2466 | 20 | 2469 | 36 | 2390 | 120 | 2483 |

Ek-2.15. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-9 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | Final_U_Th_Ratio | Final_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM9_1 | Zr_23-32_078 | 0,0026 | 0,20765 | 0,0423 | 0,0020 | 846 | 24 | 848 | 9,9 | 836 | 39 | 817 | 84 | 405 | 12 | 127,3 | 3,1 | 47,1 | 2,2 | 3,110 | 0,044 | 100,24 | 103,79 |
| PM9_2 | Zr_23-32_079 | 0,0015 | -0,20016 | 0,04823 | 0,00068 | 992 | 14 | 997 | 9,1 | 952 | 13 | 955 | 41 | 1099 | 34 | 1737 | 96 | 779 | 45 | 0,617 | 0,017 | 100,50 | 104,40 |
| PM9_3 | Zr_23-32_080 | 0,0074 | 0,3534 | 0,0323 | 0,0044 | 610 | 55 | 667 | 18 | 637 | 85 | 450 | 210 | 61,7 | 2,5 | 19,36 | 0,83 | 5,82 | 0,76 | 3,218 | 0,067 | 109,34 | 148,22 |
| PM9_4 | Zr_23-32_081 | 0,0044 | 0,4535 | 0,0951 | 0,0030 | 1855 | 28 | 1852 | 29 | 1839 | 55 | 1878 | 68 | 103,7 | 1,7 | 118,5 | 1,7 | 103,4 | 3,1 | 0,876 | 0,012 | 99,84 | 98,62 |
| PM9_5 | Zr_23-32_082 | 0,0022 | 0,0099871 | 0,0961 | 0,0045 | 1941 | 19 | 1945 | 18 | 1849 | 83 | 1933 | 33 | 386,9 | 5,6 | 47,9 | 0,81 | 42,4 | 2,1 | 8,02 | 0,11 | 100,21 | 100,62 |
| PM9_6 | Zr_23-32_083 | 0,0053 | 0,22246 | 0,0360 | 0,0025 | 743 | 46 | 767 | 19 | 718 | 50 | 600 | 170 | 9,1 | 2,1 | 72,7 | 1,7 | 24,4 | 1,8 | 1,243 | 0,019 | 103,23 | 127,83 |
| PM9_7 | Zr_23-32_084 | 0,0033 | 0,19878 | 0,0316 | 0,0014 | 633 | 25 | 643 | 8,4 | 629 | 27 | 590 | 110 | 345,2 | 6,9 | 177,5 | 3,8 | 52,6 | 2,3 | 1,946 | 0,020 | 101,58 | 108,98 |
| PM9_8 | Zr_23-32_085 | 0,0013 | 0,075139 | 0,0512 | 0,0013 | 1001 | 13 | 999 | 9,4 | 1009 | 25 | 963 | 38 | 1283 | 39 | 383,9 | 9,9 | 182,5 | 6,4 | 3,30 | 0,12 | 99,80 | 103,74 |
| PM9_9 | Zr_23-32_086 | 0,0036 | 0,2976 | 0,0303 | 0,0021 | 582 | 27 | 602 | 9,5 | 602 | 42 | 480 | 130 | 228,4 | 6,7 | 66,7 | 3,3 | 18,5 | 1,4 | 3,493 | 0,079 | 103,44 | 125,42 |
| PM9_10 | Zr_23-32_087 | 0,0018 | -0,26607 | 0,1260 | 0,0067 | 2466 | 20 | 2469 | 36 | 2390 | 120 | 2483 | 18 | 2697 | 35 | 830 | 170 | 950 | 170 | 9,7 | 1,9 | 100,12 | 99,44 |

%Conc1=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{235}U$ age)*100, %Conc2=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{206}Pb$ age)*100

Ek-2.16. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-10 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM10_1 | 22051_024 | 0,947 | 0,024 | 0,1025 | 0,0011 | 0,36048 | 9,756098 | 0,1046996 | 0,0661 | 0,0016 | 0,13292 |
| PM10_2 | 22051_025 | 0,868 | 0,043 | 0,0959 | 0,0021 | 0,25828 | 10,42753 | 0,22834 | 0,065 | 0,0035 | 0,19926 |
| PM10_3 | 22051_026 | 11,01 | 0,18 | 0,4305 | 0,0053 | 0,57586 | 2,32288 | 0,0285976 | 0,1852 | 0,0024 | 0,38595 |
| PM10_4 | 22051_027 | 8,87 | 0,18 | 0,3808 | 0,0047 | 0,69216 | 2,62605 | 0,03241186 | 0,1666 | 0,0021 | 0,15089 |
| PM10_5 | 22051_028 | 0,702 | 0,033 | 0,0873 | 0,0013 | 0,10668 | 11,45475 | 0,1705748 | 0,058 | 0,0027 | 0,21523 |
| PM10_6 | 22051_029 | 0,749 | 0,027 | 0,0874 | 0,0012 | 0,21305 | 11,44165 | 0,1570936 | 0,0615 | 0,0023 | 0,20017 |
| PM10_7 | 22051_030 | 4,37 | 0,16 | 0,2334 | 0,0053 | 0,85017 | 4,28449 | 0,09729134 | 0,1332 | 0,0024 | -0,42402 |
| PM10_8 | 22051_031 | 0,874 | 0,051 | 0,086 | 0,0015 | 0,37979 | 11,62791 | 0,2028123 | 0,072 | 0,0037 | -0,096157 |
| PM10_9 | 22051_032 | 0,72 | 0,032 | 0,0881 | 0,0016 | 0,13477 | 11,35074 | 0,2061428 | 0,0583 | 0,0027 | 0,24936 |
| PM10_10 | 22051_033 | 0,7 | 0,042 | 0,0862 | 0,0022 | 0,19017 | 11,60093 | 0,2960794 | 0,0585 | 0,0039 | 0,24341 |
| PM10_11 | 22051_034 | 0,802 | 0,031 | 0,0978 | 0,0013 | 0,32205 | 10,22495 | 0,1359145 | 0,0595 | 0,0023 | 0,10865 |
| PM10_12 | 22051_035 | 5,59 | 0,15 | 0,276 | 0,0043 | 0,69287 | 3,623188 | 0,05644823 | 0,1445 | 0,0024 | 0,041854 |
| PM10_13 | 22051_036 | 0,729 | 0,031 | 0,0863 | 0,0015 | 0,27162 | 11,58749 | 0,2014047 | 0,0608 | 0,0026 | 0,10648 |
| PM10_14 | 22051_037 | 0,714 | 0,024 | 0,0881 | 0,0011 | -0,037626 | 11,35074 | 0,1417232 | 0,0575 | 0,002 | 0,41843 |
| PM10_15 | 22051_038 | 0,7 | 0,029 | 0,0872 | 0,0012 | 0,26326 | 11,46789 | 0,157815 | 0,0569 | 0,0022 | 0,14526 |

Ek-2.16. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-10 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM10_1 | 22051_024 | 0,0301 | 0,0018 | 675 | 12 | 629 | 6,5 | 598 | 36 | 805 |
| PM10_2 | 22051_025 | 0,0252 | 0,0028 | 633 | 23 | 590 | 12 | 501 | 54 | 770 |
| PM10_3 | 22051_026 | 0,1169 | 0,003 | 2524 | 15 | 2306 | 24 | 2233 | 54 | 2700 |
| PM10_4 | 22051_027 | 0,1052 | 0,0028 | 2324 | 18 | 2081 | 21 | 2019 | 52 | 2526 |
| PM10_5 | 22051_028 | 0,0263 | 0,0021 | 543 | 21 | 539,6 | 7,6 | 527 | 40 | 500 |
| PM10_6 | 22051_029 | 0,0268 | 0,0013 | 571 | 16 | 539,7 | 7,3 | 534 | 26 | 652 |
| PM10_7 | 22051_030 | 0,07 | 0,0026 | 1696 | 30 | 1350 | 28 | 1370 | 50 | 2135 |
| PM10_8 | 22051_031 | 0,031 | 0,0014 | 626 | 27 | 531,4 | 9,2 | 617 | 28 | 900 |
| PM10_9 | 22051_032 | 0,025 | 0,0019 | 548 | 19 | 544 | 9,3 | 499 | 38 | 501 |
| PM10_10 | 22051_033 | 0,0272 | 0,0024 | 536 | 26 | 533 | 13 | 541 | 48 | 510 |
| PM10_11 | 22051_034 | 0,03001 | 0,00088 | 605 | 18 | 601,1 | 7,8 | 597 | 17 | 573 |
| PM10_12 | 22051_035 | 0,0677 | 0,003 | 1918 | 23 | 1570 | 22 | 1321 | 57 | 2279 |
| PM10_13 | 22051_036 | 0,027 | 0,0012 | 552 | 18 | 533,3 | 9 | 539 | 23 | 622 |
| PM10_14 | 22051_037 | 0,02702 | 0,00095 | 546 | 14 | 543,9 | 6,5 | 539 | 19 | 524 |
| PM10_15 | 22051_038 | 0,0275 | 0,001 | 535 | 17 | 538,8 | 7,2 | 550 | 20 | 466 |

Ek-2.16. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-10 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | U_Th_R | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM10_1 | 22051_024 | 51 | 1258 | 52 | 81,8 | 2,9 | 23,2 | 1,6 | 15,76 | 0,99 | 93,19 | 78,14 |
| PM10_2 | 22051_025 | 110 | 537 | 56 | 54 | 1,8 | 12,8 | 1,5 | 9,51 | 0,83 | 93,21 | 76,62 |
| PM10_3 | 22051_026 | 21 | 748 | 12 | 210,1 | 4,4 | 226,4 | 5,8 | 3,609 | 0,044 | 91,36 | 85,41 |
| PM10_4 | 22051_027 | 22 | 638,4 | 9,5 | 200,2 | 2,7 | 193 | 5,2 | 3,203 | 0,045 | 89,54 | 82,38 |
| PM10_5 | 22051_028 | 100 | 413,6 | 6,8 | 62,5 | 2,5 | 14,5 | 1,2 | 6,71 | 0,29 | 99,37 | 107,92 |
| PM10_6 | 22051_029 | 76 | 493,9 | 8,4 | 117,5 | 4,6 | 29,4 | 1,9 | 4,22 | 0,15 | 94,52 | 82,78 |
| PM10_7 | 22051_030 | 32 | 774 | 25 | 232,6 | 6,3 | 153,9 | 5,6 | 3,26 | 0,17 | 79,60 | 63,23 |
| PM10_8 | 22051_031 | 110 | 342 | 14 | 230 | 12 | 65,3 | 3 | 1,519 | 0,029 | 84,89 | 59,04 |
| PM10_9 | 22051_032 | 99 | 447 | 11 | 63,4 | 1,3 | 14,5 | 1,1 | 7,14 | 0,16 | 99,27 | 108,58 |
| PM10_10 | 22051_033 | 150 | 1221 | 41 | 149,9 | 5,3 | 38,8 | 3,9 | 8,21 | 0,2 | 99,44 | 104,51 |
| PM10_11 | 22051_034 | 81 | 472 | 18 | 474 | 35 | 131 | 11 | 1,1 | 0,053 | 99,36 | 104,90 |
| PM10_12 | 22051_035 | 29 | 390 | 12 | 73,7 | 2 | 43,8 | 2 | 5,3 | 0,24 | 81,86 | 68,89 |
| PM10_13 | 22051_036 | 88 | 601,9 | 9,3 | 247,6 | 6,4 | 60,9 | 2,8 | 2,431 | 0,058 | 96,61 | 85,74 |
| PM10_14 | 22051_037 | 75 | 679 | 9 | 260,3 | 3,5 | 64,9 | 2,4 | 2,624 | 0,03 | 99,62 | 103,80 |
| PM10_15 | 22051_038 | 81 | 512 | 12 | 261,8 | 3,9 | 64,9 | 2,4 | 1,989 | 0,053 | 100,71 | 115,62 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.17. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-11 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM11_1 | 22051_042 | 0,771 | 0,041 | 0,0952 | 0,0021 | 0,21609 | 10,5042 | 0,2317103 | 0,0572 | 0,0029 | 0,023916 |
| PM11_2 | 22051_043 | 0,688 | 0,035 | 0,0931 | 0,0015 | 0,24793 | 10,74114 | 0,1730581 | 0,0536 | 0,0027 | 0,066423 |
| PM11_3 | 22051_044 | 0,705 | 0,041 | 0,0892 | 0,0014 | 0,36487 | 11,21076 | 0,1759537 | 0,0578 | 0,003 | -0,091114 |
| PM11_4 | 22051_045 | 1,407 | 0,058 | 0,1502 | 0,0024 | 0,1622 | 6,65779 | 0,1063828 | 0,0676 | 0,0029 | 0,18943 |
| PM11_5 | 22051_046 | 0,807 | 0,053 | 0,0985 | 0,0016 | -0,032087 | 10,15228 | 0,1649102 | 0,0597 | 0,0041 | 0,27791 |
| PM11_6 | 22051_047 | 0,695 | 0,032 | 0,0882 | 0,0013 | 0,042369 | 11,33787 | 0,1671114 | 0,0574 | 0,0027 | 0,28976 |
| PM11_7 | 22051_048 | 0,699 | 0,029 | 0,0861 | 0,0012 | 0,26905 | 11,6144 | 0,1618732 | 0,0601 | 0,0024 | 0,093116 |
| PM11_8 | 22051_049 | 1,074 | 0,054 | 0,1234 | 0,002 | 0,12459 | 8,103728 | 0,1313408 | 0,064 | 0,0033 | 0,22469 |
| PM11_9 | 22051_050 | 0,716 | 0,031 | 0,0891 | 0,0013 | 0,18399 | 11,22334 | 0,1637525 | 0,0588 | 0,0027 | 0,13235 |
| PM11_10 | 22051_051 | 1,662 | 0,098 | 0,1437 | 0,0041 | 0,57508 | 6,958942 | 0,1985502 | 0,0854 | 0,0041 | -0,12429 |
| PM11_11 | 22051_052 | 1,378 | 0,062 | 0,1159 | 0,0025 | 0,62634 | 8,628128 | 0,1861115 | 0,0885 | 0,003 | -0,23593 |
| PM11_12 | 22051_053 | 0,697 | 0,023 | 0,0869 | 0,0011 | 0,24025 | 11,50748 | 0,1456643 | 0,0597 | 0,002 | 0,16115 |
| PM11_13 | 22051_054 | 0,928 | 0,041 | 0,1059 | 0,0015 | 0,046441 | 9,442871 | 0,1337517 | 0,0643 | 0,0028 | 0,27409 |
| PM11_14 | 22051_055 | 0,738 | 0,069 | 0,0858 | 0,0023 | 0,1141 | 11,65501 | 0,3124304 | 0,0655 | 0,0061 | 0,15647 |
| PM11_15 | 22051_056 | 0,702 | 0,039 | 0,0849 | 0,0013 | -0,074959 | 11,77856 | 0,1803549 | 0,0616 | 0,0037 | 0,3986 |

Ek-2.17. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-11 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM11_1 | 22051_042 | 0,0283 | 0,0031 | 577 | 24 | 586 | 12 | 564 | 60 | 500 |
| PM11_2 | 22051_043 | 0,0293 | 0,0034 | 531 | 21 | 574,7 | 8,8 | 582 | 67 | 360 |
| PM11_3 | 22051_044 | 0,0266 | 0,0013 | 544 | 26 | 550,6 | 8,2 | 530 | 26 | 510 |
| PM11_4 | 22051_045 | 0,0364 | 0,0034 | 889 | 25 | 902 | 13 | 721 | 67 | 870 |
| PM11_5 | 22051_046 | 0,0289 | 0,002 | 606 | 29 | 606,3 | 9,5 | 575 | 39 | 560 |
| PM11_6 | 22051_047 | 0,025 | 0,0021 | 529 | 20 | 544,5 | 7,7 | 498 | 42 | 476 |
| PM11_7 | 22051_048 | 0,0277 | 0,0018 | 540 | 17 | 532,3 | 7,2 | 552 | 35 | 597 |
| PM11_8 | 22051_049 | 0,0336 | 0,0017 | 742 | 27 | 750 | 11 | 670 | 32 | 710 |
| PM11_9 | 22051_050 | 0,0256 | 0,0014 | 546 | 19 | 550,3 | 7,8 | 513 | 28 | 541 |
| PM11_10 | 22051_051 | 0,0477 | 0,0027 | 978 | 37 | 864 | 23 | 940 | 52 | 1278 |
| PM11_11 | 22051_052 | 0,0477 | 0,0059 | 877 | 27 | 706 | 15 | 930 | 110 | 1391 |
| PM11_12 | 22051_053 | 0,0265 | 0,0018 | 535 | 14 | 536,9 | 6,4 | 527 | 35 | 555 |
| PM11_13 | 22051_054 | 0,0317 | 0,0013 | 665 | 21 | 648,7 | 8,6 | 632 | 25 | 737 |
| PM11_14 | 22051_055 | 0,0235 | 0,0024 | 561 | 40 | 530 | 14 | 467 | 48 | 680 |
| PM11_15 | 22051_056 | 0,0245 | 0,002 | 533 | 23 | 525 | 8 | 488 | 39 | 580 |

Ek-2.17. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-11 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM11_1 | 22051_042 | 120 | 1122 | 98 | 100,7 | 8,4 | 23,8 | 3,6 | 11,03 | 0,36 | 101,56 | 117,20 |
| PM11_2 | 22051_043 | 110 | 417 | 17 | 37,9 | 1,3 | 9,9 | 1,1 | 11,02 | 0,23 | 108,23 | 159,64 |
| PM11_3 | 22051_044 | 120 | 810 | 11 | 662 | 19 | 165,6 | 9,5 | 1,225 | 0,032 | 101,21 | 107,96 |
| PM11_4 | 22051_045 | 100 | 787 | 13 | 140 | 11 | 47,5 | 4,7 | 5,78 | 0,41 | 101,46 | 103,68 |
| PM11_5 | 22051_046 | 130 | 172,9 | 3,2 | 77,4 | 2,3 | 21,1 | 1,6 | 2,22 | 0,048 | 100,05 | 108,27 |
| PM11_6 | 22051_047 | 99 | 368,4 | 7,6 | 53,7 | 1,4 | 12,9 | 1,1 | 6,86 | 0,11 | 102,93 | 114,39 |
| PM11_7 | 22051_048 | 82 | 379,4 | 6,8 | 82,9 | 2 | 21,6 | 1,5 | 4,539 | 0,072 | 98,57 | 89,16 |
| PM11_8 | 22051_049 | 110 | 195,4 | 2,9 | 168,5 | 2,6 | 53,7 | 2,7 | 1,152 | 0,027 | 101,08 | 105,63 |
| PM11_9 | 22051_050 | 96 | 413 | 13 | 131,1 | 4,3 | 32,3 | 1,9 | 3,106 | 0,041 | 100,79 | 101,72 |
| PM11_10 | 22051_051 | 94 | 225,2 | 9 | 67,5 | 1,5 | 29,4 | 1,8 | 3,227 | 0,087 | 88,34 | 67,61 |
| PM11_11 | 22051_052 | 66 | 549 | 14 | 34 | 2,6 | 13,2 | 1,2 | 18,1 | 1,2 | 80,50 | 50,75 |
| PM11_12 | 22051_053 | 69 | 816 | 30 | 83,2 | 2,1 | 20,2 | 1,4 | 9,82 | 0,24 | 100,36 | 96,74 |
| PM11_13 | 22051_054 | 91 | 394 | 26 | 203 | 13 | 59,4 | 4,1 | 1,89 | 0,026 | 97,55 | 88,02 |
| PM11_14 | 22051_055 | 180 | 105,1 | 2,7 | 45,5 | 1,3 | 9,92 | 0,99 | 2,295 | 0,044 | 94,47 | 77,94 |
| PM11_15 | 22051_056 | 120 | 318,7 | 8,5 | 55,4 | 3 | 12,7 | 1,2 | 5,69 | 0,29 | 98,50 | 90,52 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | | | |

Ek-2.18. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-12 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM12_1 | 22051_060 | 0,684 | 0,082 | 0,0861 | 0,0027 | 0,013337 | 11,6144 | 0,3642147 | 0,0583 | 0,0071 | 0,27818 |
| PM12_2 | 22051_061 | 0,742 | 0,047 | 0,088 | 0,0017 | 0,096955 | 11,36364 | 0,2195248 | 0,0613 | 0,004 | 0,26793 |
| PM12_3 | 22051_062 | 0,627 | 0,057 | 0,0882 | 0,0019 | 0,21071 | 11,33787 | 0,2442398 | 0,0503 | 0,0045 | 0,032688 |
| PM12_4 | 22051_063 | 0,691 | 0,052 | 0,0892 | 0,0018 | -0,034546 | 11,21076 | 0,2262261 | 0,0577 | 0,0044 | 0,22798 |
| PM12_5 | 22051_064 | 0,671 | 0,028 | 0,0854 | 0,0013 | 0,16098 | 11,7096 | 0,1782492 | 0,0565 | 0,0023 | 0,21095 |
| PM12_6 | 22051_065 | 0,75 | 0,05 | 0,0849 | 0,0018 | 0,19775 | 11,77856 | 0,2497222 | 0,0633 | 0,0048 | 0,098467 |
| PM12_7 | 22051_066 | 0,73 | 0,037 | 0,0881 | 0,0018 | 0,37547 | 11,35074 | 0,2319106 | 0,0597 | 0,0029 | 0,096284 |
| PM12_8 | 22051_067 | 0,671 | 0,048 | 0,0863 | 0,0016 | 0,19367 | 11,58749 | 0,2148317 | 0,0555 | 0,0039 | 0,11448 |
| PM12_9 | 22051_068 | 0,699 | 0,054 | 0,0829 | 0,0024 | 0,1429 | 12,06273 | 0,3492225 | 0,0606 | 0,0047 | 0,22502 |
| PM12_10 | 22051_069 | 0,744 | 0,047 | 0,0887 | 0,0017 | 0,22017 | 11,27396 | 0,2160736 | 0,0604 | 0,0036 | 0,092418 |
| PM12_11 | 22051_070 | 0,673 | 0,042 | 0,0869 | 0,0018 | -0,039124 | 11,50748 | 0,2383598 | 0,0554 | 0,0036 | 0,31502 |
| PM12_12 | 22051_071 | 0,707 | 0,048 | 0,085 | 0,0016 | 0,10964 | 11,76471 | 0,2214533 | 0,0596 | 0,0039 | 0,17192 |
| PM12_13 | 22051_072 | 0,716 | 0,051 | 0,0852 | 0,0018 | 0,0014726 | 11,73709 | 0,2479667 | 0,0605 | 0,0044 | 0,20198 |
| PM12_14 | 22051_073 | 0,715 | 0,064 | 0,0859 | 0,002 | 0,15927 | 11,64144 | 0,2710464 | 0,0606 | 0,0055 | 0,074521 |
| PM12_15 | 22051_074 | 0,734 | 0,053 | 0,084 | 0,0017 | 0,01571 | 11,90476 | 0,2409297 | 0,0623 | 0,0047 | 0,34918 |

Ek-2.18. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-12 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM12_1 | 22051_060 | 0,012 | 0,0022 | 532 | 50 | 532 | 16 | 240 | 44 |
| PM12_2 | 22051_061 | 0,0294 | 0,0013 | 567 | 27 | 543,4 | 9,8 | 586 | 25 |
| PM12_3 | 22051_062 | 0,0262 | 0,0018 | 490 | 35 | 544 | 11 | 522 | 35 |
| PM12_4 | 22051_063 | 0,0266 | 0,0014 | 540 | 32 | 551 | 11 | 530 | 28 |
| PM12_5 | 22051_064 | 0,02475 | 0,00084 | 518 | 17 | 528,7 | 7,9 | 496 | 16 |
| PM12_6 | 22051_065 | 0,0235 | 0,0014 | 561 | 29 | 525 | 11 | 470 | 28 |
| PM12_7 | 22051_066 | 0,0273 | 0,0012 | 554 | 21 | 544 | 10 | 544 | 23 |
| PM12_8 | 22051_067 | 0,0268 | 0,0013 | 515 | 29 | 533,5 | 9,8 | 534 | 26 |
| PM12_9 | 22051_068 | 0,026 | 0,0018 | 531 | 32 | 517 | 15 | 519 | 35 |
| PM12_10 | 22051_069 | 0,0254 | 0,0013 | 560 | 27 | 548,8 | 9,9 | 507 | 27 |
| PM12_11 | 22051_070 | 0,0244 | 0,0013 | 521 | 25 | 537 | 11 | 487 | 25 |
| PM12_12 | 22051_071 | 0,0264 | 0,0013 | 540 | 28 | 525,6 | 9,8 | 528 | 26 |
| PM12_13 | 22051_072 | 0,023 | 0,0016 | 539 | 31 | 527 | 11 | 458 | 33 |
| PM12_14 | 22051_073 | 0,0269 | 0,0021 | 546 | 37 | 531 | 12 | 542 | 41 |
| PM12_15 | 22051_074 | 0,0233 | 0,0014 | 550 | 31 | 519 | 10 | 465 | 27 |

Ek-2.18. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-12 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM12_1 | 22051_060 | 410 | 220 | 125,5 | 3,4 | 560 | 120 | 24,6 | 2,1 | 0,6 | 0,11 | 100,00 | 129,76 |
| PM12_2 | 22051_061 | 610 | 130 | 356 | 15 | 214,6 | 8,2 | 60,2 | 3,5 | 1,653 | 0,027 | 95,84 | 89,08 |
| PM12_3 | 22051_062 | 230 | 160 | 144,7 | 3,7 | 108,8 | 3,3 | 26,1 | 1,9 | 1,336 | 0,02 | 111,02 | 236,52 |
| PM12_4 | 22051_063 | 430 | 150 | 193,4 | 4,8 | 124,4 | 2,8 | 30,6 | 1,8 | 1,523 | 0,032 | 102,04 | 128,14 |
| PM12_5 | 22051_064 | 433 | 84 | 663 | 23 | 616 | 27 | 145,3 | 6,6 | 1,088 | 0,018 | 102,07 | 122,10 |
| PM12_6 | 22051_065 | 640 | 160 | 391,7 | 4,9 | 238,9 | 8,1 | 52,3 | 3,3 | 1,627 | 0,055 | 93,58 | 82,03 |
| PM12_7 | 22051_066 | 570 | 100 | 544,8 | 9,8 | 497 | 12 | 131,2 | 6,3 | 1,088 | 0,02 | 98,19 | 95,44 |
| PM12_8 | 22051_067 | 390 | 140 | 214,5 | 3,9 | 156,3 | 5,3 | 38,3 | 2,3 | 1,349 | 0,032 | 103,59 | 136,79 |
| PM12_9 | 22051_068 | 580 | 160 | 277 | 18 | 213 | 22 | 52,3 | 5,5 | 1,285 | 0,046 | 97,36 | 89,14 |
| PM12_10 | 22051_069 | 550 | 120 | 271,9 | 5,3 | 190,9 | 3,6 | 44,3 | 2,2 | 1,416 | 0,021 | 98,00 | 99,78 |
| PM12_11 | 22051_070 | 380 | 130 | 273,9 | 8,2 | 211,3 | 8,1 | 48,3 | 3 | 1,3 | 0,022 | 103,07 | 141,32 |
| PM12_12 | 22051_071 | 570 | 130 | 247,4 | 3,8 | 122,1 | 2,1 | 30,1 | 1,5 | 2,021 | 0,036 | 97,33 | 92,21 |
| PM12_13 | 22051_072 | 520 | 150 | 149,3 | 5,8 | 89,4 | 5 | 19,6 | 1,7 | 1,692 | 0,038 | 97,77 | 101,35 |
| PM12_14 | 22051_073 | 570 | 170 | 137 | 3,7 | 62,6 | 1,2 | 15,6 | 1,2 | 2,158 | 0,059 | 97,25 | 93,16 |
| PM12_15 | 22051_074 | 550 | 150 | 189,5 | 3 | 128,9 | 2,8 | 28,2 | 1,7 | 1,449 | 0,024 | 94,36 | 94,36 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.19. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-13 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_13_1 | 22049_078 | no value | NAN | no value | NAN | NaN | | | no value | NAN | NaN |
| PM_13_2 | 22049_079 | 4,7 | 0,24 | 0,3204 | 0,0068 | 0,18807 | 3,121099 | 0,06624055 | 0,1039 | 0,0052 | 0,18491 |
| PM_13_3 | 22049_080 | 1,058 | 0,045 | 0,119 | 0,0014 | -0,012716 | 8,403361 | 0,09886307 | 0,0637 | 0,0029 | 0,2973 |
| PM_13_4 | 22049_081 | 1,094 | 0,077 | 0,1054 | 0,0024 | 0,11285 | 9,487666 | 0,2160379 | 0,075 | 0,0055 | 0,20649 |
| PM_13_5 | 22049_082 | 0,866 | 0,06 | 0,1025 | 0,0018 | 0,06399 | 9,756098 | 0,1713266 | 0,0598 | 0,004 | 0,16704 |
| PM_13_6 | 22049_083 | 1,131 | 0,07 | 0,1232 | 0,0022 | 0,054596 | 8,116883 | 0,1449443 | 0,0658 | 0,0041 | 0,20699 |
| PM_13_7 | 22049_084 | 1,091 | 0,096 | 0,1213 | 0,0028 | 0,037484 | 8,244023 | 0,190299 | 0,065 | 0,0059 | 0,25206 |
| PM_13_8 | 22049_085 | 1,708 | 0,036 | 0,1657 | 0,0016 | 0,36008 | 6,035003 | 0,05827402 | 0,0742 | 0,0014 | 0,13967 |
| PM_13_9 | 22049_086 | 0,95 | 0,1 | 0,1062 | 0,0027 | -0,062665 | 9,416196 | 0,2393948 | 0,0672 | 0,0076 | 0,28192 |
| PM_13_10 | 22049_087 | 12,92 | 0,28 | 0,4977 | 0,0064 | 0,6364 | 2,009243 | 0,02583716 | 0,1826 | 0,0031 | -0,07882 |
| PM_13_11 | 22049_088 | 1,795 | 0,071 | 0,158 | 0,0026 | 0,40653 | 6,329114 | 0,10415 | 0,081 | 0,0028 | 0,0045332 |
| PM_13_12 | 22049_089 | 2,087 | 0,062 | 0,1833 | 0,0022 | 0,4658 | 5,455537 | 0,06547835 | 0,0822 | 0,0021 | 0,16836 |
| PM_13_13 | 22049_090 | 14,12 | 0,25 | 0,5194 | 0,0054 | 0,45476 | 1,925298 | 0,02001658 | 0,1906 | 0,0028 | 0,25787 |
| PM_13_14 | 22049_091 | 5,85 | 0,16 | 0,3455 | 0,0049 | 0,5238 | 2,894356 | 0,04104875 | 0,1182 | 0,0027 | 0,15815 |
| PM_13_15 | 22049_092 | 1,401 | 0,057 | 0,1416 | 0,0018 | 0,16409 | 7,062147 | 0,08977305 | 0,0698 | 0,0028 | 0,19089 |

Ek-2.19. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-13 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | alAge208_ | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_13_1 | 22049_078 | no value | NAN | no value | NAN | no value | NAN | no value | NAN | no value |
| PM_13_2 | 22049_079 | 0,0965 | 0,0045 | 1767,2 | 21,4 | 1791,7 | 16,6 | 1882 | 83 | 1668 |
| PM_13_3 | 22049_080 | 0,0372 | 0,0016 | 732,8 | 11,1 | 724,81 | 4,03 | 737 | 32 | 704 |
| PM_13_4 | 22049_081 | 0,0376 | 0,002 | 750,4 | 18,7 | 645,98 | 7 | 746 | 39 | 990 |
| PM_13_5 | 22049_082 | 0,0316 | 0,0016 | 633,4 | 16,3 | 629,04 | 5,26 | 628 | 31 | 540 |
| PM_13_6 | 22049_083 | 0,0382 | 0,0012 | 768,2 | 16,7 | 748,96 | 6,31 | 757 | 23 | 730 |
| PM_13_7 | 22049_084 | 0,0373 | 0,0016 | 749 | 23,3 | 738,04 | 8,05 | 746 | 30 | 670 |
| PM_13_8 | 22049_085 | 0,0505 | 0,0019 | 1011,54 | 6,75 | 988,38 | 4,42 | 995 | 36 | 1047 |
| PM_13_9 | 22049_086 | 0,0258 | 0,004 | 678,1 | 26 | 650,64 | 7,87 | 510 | 79 | 690 |
| PM_13_10 | 22049_087 | 0,1394 | 0,0046 | 2673,8 | 10,2 | 2603,9 | 13,8 | 2633 | 82 | 2674 |
| PM_13_11 | 22049_088 | 0,0908 | 0,0051 | 1043,6 | 12,9 | 945,65 | 7,24 | 1750 | 94 | 1187 |
| PM_13_12 | 22049_089 | 0,0586 | 0,0049 | 1144,5 | 10,2 | 1084,98 | 5,99 | 1155 | 95 | 1238 |
| PM_13_13 | 22049_090 | 0,1437 | 0,0036 | 2757,8 | 8,39 | 2696,6 | 11,5 | 2711 | 63 | 2746 |
| PM_13_14 | 22049_091 | 0,0982 | 0,0054 | 1953,8 | 11,9 | 1913,1 | 11,7 | 1885 | 99 | 1928 |
| PM_13_15 | 22049_092 | 0,0439 | 0,002 | 889,4 | 12,1 | 853,7 | 5,08 | 872 | 39 | 918 |

Ek-2.19. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-13 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | Final_U_Th_Ratio | Final_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_13_1 | 22049_078 | NAN | NaN | no value | NAN | no value | NAN | no value | NAN | no value | NAN | no value | NAN | 0,32 | 0,21 | 0,06 | 0,042 | 5,2 | 3 | no value | NAN | | |
| PM_13_2 | 22049_079 | 0,0052 | 0,18491 | 0,0965 | 0,0045 | 1767,2 | 21,4 | 1791,7 | 16,6 | 1882 | 83 | 1668 | 95 | 134,3 | 2 | 117,7 | 1,7 | 106,3 | 5,2 | 1,134 | 0,021 | 101,39 | 107,42 |
| PM_13_3 | 22049_080 | 0,0029 | 0,2973 | 0,0372 | 0,0016 | 732,8 | 11,1 | 724,81 | 4,03 | 737 | 32 | 704 | 98 | 475,4 | 6,7 | 218,4 | 3,3 | 75 | 3,6 | 2,192 | 0,026 | 98,91 | 102,96 |
| PM_13_4 | 22049_081 | 0,0055 | 0,20649 | 0,0376 | 0,002 | 750,4 | 18,7 | 645,98 | 7 | 746 | 39 | 990 | 150 | 139,7 | 3,6 | 127,2 | 3,3 | 44,2 | 2,2 | 1,093 | 0,019 | 86,08 | 65,25 |
| PM_13_5 | 22049_082 | 0,004 | 0,16704 | 0,0316 | 0,0016 | 633,4 | 16,3 | 629,04 | 5,26 | 628 | 31 | 540 | 140 | 203 | 2,6 | 256,6 | 4,3 | 73,1 | 4,2 | 0,786 | 0,011 | 99,31 | 116,49 |
| PM_13_6 | 22049_083 | 0,0041 | 0,20699 | 0,0382 | 0,0012 | 768,2 | 16,7 | 748,96 | 6,31 | 757 | 23 | 730 | 130 | 259,2 | 3,6 | 721,4 | 8,9 | 255,8 | 8,5 | 0,3539 | 0,0051 | 97,50 | 102,60 |
| PM_13_7 | 22049_084 | 0,0059 | 0,25206 | 0,0373 | 0,0016 | 749 | 23,3 | 738,04 | 8,05 | 746 | 30 | 670 | 180 | 127 | 1,8 | 192,8 | 1,9 | 66,5 | 2,7 | 0,657 | 0,009 | 98,54 | 110,16 |
| PM_13_8 | 22049_085 | 0,0014 | 0,13967 | 0,0505 | 0,0019 | 1011,54 | 6,75 | 988,38 | 4,42 | 995 | 36 | 1047 | 37 | 1683 | 37 | 215,9 | 2,8 | 100,8 | 3,4 | 7,8 | 0,13 | 97,71 | 94,40 |
| PM_13_9 | 22049_086 | 0,0076 | 0,28192 | 0,0258 | 0,004 | 678,1 | 26 | 650,64 | 7,87 | 510 | 79 | 690 | 210 | 104,8 | 3,4 | 31,53 | 0,94 | 7,7 | 1,2 | 3,271 | 0,069 | 95,95 | 94,30 |
| PM_13_10 | 22049_087 | 0,0031 | -0,07882 | 0,1394 | 0,0046 | 2673,8 | 10,2 | 2603,9 | 13,8 | 2633 | 82 | 2674 | 28 | 278,3 | 8,5 | 111,8 | 4 | 143,4 | 5,6 | 2,452 | 0,047 | 97,39 | 97,38 |
| PM_13_11 | 22049_088 | 0,0028 | 0,0045332 | 0,0908 | 0,0051 | 1043,6 | 12,9 | 945,65 | 7,24 | 1750 | 94 | 1187 | 68 | 402 | 9,7 | 58,3 | 1,9 | 49,3 | 3 | 7,27 | 0,37 | 90,61 | 79,67 |
| PM_13_12 | 22049_089 | 0,0021 | 0,16836 | 0,0586 | 0,0049 | 1144,5 | 10,2 | 1084,98 | 5,99 | 1155 | 95 | 1238 | 50 | 721,8 | 8,4 | 35,2 | 1,1 | 19,5 | 1,6 | 20,49 | 0,58 | 94,80 | 87,64 |
| PM_13_13 | 22049_090 | 0,0028 | 0,25787 | 0,1437 | 0,0036 | 2757,8 | 8,39 | 2696,6 | 11,5 | 2711 | 63 | 2746 | 24 | 397,4 | 7 | 197,2 | 2,6 | 264,9 | 6,5 | 2,002 | 0,027 | 97,78 | 98,20 |
| PM_13_14 | 22049_091 | 0,0027 | 0,15815 | 0,0982 | 0,0054 | 1953,8 | 11,9 | 1913,1 | 11,7 | 1885 | 99 | 1928 | 42 | 349,3 | 7,4 | 62,2 | 1,3 | 55,3 | 3 | 5,56 | 0,16 | 97,92 | 99,23 |
| PM_13_15 | 22049_092 | 0,0028 | 0,19089 | 0,0439 | 0,002 | 889,4 | 12,1 | 853,7 | 5,08 | 872 | 39 | 918 | 84 | 406,7 | 4 | 174,6 | 2,3 | 71,9 | 3,4 | 2,306 | 0,032 | 95,99 | 93,00 |

%Conc1=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{235}U$ age)*100, %Conc2=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{206}Pb$ age)*100

Ek-2.19. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-13 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM13_1 | Zr_23-32_088 | 11.12 | 0.22 | 0.490 | 0.011 | 0,32642 | 2,040816 | 0,04581424 | 0.1679 | 0.0045 | 0,60107 |
| PM13_2 | Zr_23-32_089 | 13.87 | 0.42 | 0.5253 | 0.0085 | 0,32882 | 1,903674 | 0,03080379 | 0.1917 | 0.0056 | 0,21929 |
| PM13_3 | Zr_23-32_090 | 0.944 | 0.042 | 0.1098 | 0.0016 | 0,14726 | 9,107468 | 0,1327136 | 0.0624 | 0.0028 | 0,14781 |
| PM13_4 | Zr_23-32_091 | 0.847 | 0.075 | 0.0996 | 0.0025 | -0,05531 | 10,04016 | 0,2520121 | 0.0616 | 0.0058 | 0,30144 |
| PM13_5 | Zr_23-32_092 | 0.844 | 0.040 | 0.1008 | 0.0014 | 0,019638 | 9,920635 | 0,1377866 | 0.0610 | 0.0030 | 0,279 |
| PM13_6 | Zr_23-32_096 | 2.08 | 0.18 | 0.1865 | 0.0048 | 0,1828 | 5,36193 | 0,1380014 | 0.0810 | 0.0069 | 0,078522 |
| PM13_7 | Zr_23-32_097 | 1.783 | 0.024 | 0.1744 | 0.0017 | 0,54506 | 5,733945 | 0,05589281 | 0.07407 | 0.00085 | 0,25122 |
| PM13_8 | Zr_23-32_098 | 1.333 | 0.097 | 0.1432 | 0.0030 | 0,26495 | 6,98324 | 0,1462969 | 0.0685 | 0.0048 | 0,084433 |
| PM13_9 | Zr_23-32_099 | 0.871 | 0.083 | 0.1032 | 0.0023 | 0,10133 | 9,689922 | 0,2159576 | 0.0602 | 0.0059 | 0,13522 |
| PM13_10 | Zr_23-32_100 | 0.994 | 0.036 | 0.1140 | 0.0015 | 0,1067 | 8,77193 | 0,1154201 | 0.0633 | 0.0023 | 0,26185 |

Ek-2.19. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-13 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM13_1 | Zr_23-32_088 | 0.1240 | 0.0068 | 2532 | 19 | 2568 | 46 | 2360 | 120 | 2558 |
| PM13_2 | Zr_23-32_089 | 0.1422 | 0.0048 | 2736 | 28 | 2718 | 36 | 2682 | 85 | 2751 |
| PM13_3 | Zr_23-32_090 | 0.0332 | 0.0018 | 671 | 22 | 671.7 | 9.0 | 659 | 36 | 651 |
| PM13_4 | Zr_23-32_091 | 0.0368 | 0.0039 | 620 | 39 | 611 | 15 | 725 | 77 | 610 |
| PM13_5 | Zr_23-32_092 | 0.0310 | 0.0012 | 619 | 22 | 618.7 | 8.0 | 616 | 23 | 600 |
| PM13_6 | Zr_23-32_096 | 0.0594 | 0.0054 | 1121 | 60 | 1102 | 26 | 1160 | 100 | 1100 |
| PM13_7 | Zr_23-32_097 | 0.0657 | 0.0050 | 1038.6 | 8.8 | 1035.8 | 9.3 | 1279 | 95 | 1039 |
| PM13_8 | Zr_23-32_098 | 0.0430 | 0.0026 | 851 | 43 | 862 | 17 | 854 | 50 | 760 |
| PM13_9 | Zr_23-32_099 | 0.0301 | 0.0021 | 659 | 42 | 633 | 13 | 599 | 41 | 460 |
| PM13_10 | Zr_23-32_100 | 0.0350 | 0.0014 | 697 | 18 | 696.3 | 8.4 | 695 | 27 | 697 |

Ek-2.19. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-13 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | Final_U_Th_Ratio | Final_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM13_1 | Zr_23-32_088 | 0.0045 | 0,60107 | 0.1240 | 0.0068 | 2532 | 19 | 2568 | 46 | 2360 | 120 | 2558 | 42 | 1076 | 26 | 100,1 | 3,3 | 117,9 | 6,9 | 10.87 | 0.29 | 101,42 | 100,39 |
| PM13_2 | Zr_23-32_089 | 0.0056 | 0,21929 | 0.1422 | 0.0048 | 2736 | 28 | 2718 | 36 | 2682 | 85 | 2751 | 49 | 68,4 | 1,3 | 93,5 | 2,3 | 123,1 | 3,8 | 0.735 | 0.010 | 99,34 | 98,80 |
| PM13_3 | Zr_23-32_090 | 0.0028 | 0,14781 | 0.0332 | 0.0018 | 671 | 22 | 671 | 9.0 | 659 | 36 | 651 | 98 | 373,6 | 3,6 | 104,4 | 1,8 | 31,8 | 1,8 | 3.623 | 0.059 | 100,00 | 103,07 |
| PM13_4 | Zr_23-32_091 | 0.0058 | 0,30144 | 0.0368 | 0.0039 | 620 | 39 | 611 | 15 | 725 | 77 | 610 | 170 | 99 | 3,7 | 29,8 | 1,5 | 10,2 | 1 | 3.306 | 0.084 | 98,55 | 100,16 |
| PM13_5 | Zr_23-32_092 | 0.0030 | 0,279 | 0.0310 | 0.0012 | 619 | 22 | 618 | 8.0 | 616 | 23 | 600 | 110 | 416 | 12 | 250,4 | 7,3 | 70,7 | 3,9 | 1.652 | 0.018 | 99,84 | 103,00 |
| PM13_6 | Zr_23-32_096 | 0.0069 | 0,078522 | 0.0594 | 0.0054 | 1121 | 60 | 1102 | 26 | 1160 | 100 | 1100 | 170 | 110,4 | 3,3 | 45,7 | 1,7 | 25,3 | 2,5 | 2.442 | 0.061 | 98,31 | 100,18 |
| PM13_7 | Zr_23-32_097 | 0.00085 | 0,25122 | 0.0657 | 0.0050 | 1038 | 8.8 | 1035 | 9.3 | 1279 | 95 | 1039 | 24 | 2665 | 83 | 44,28 | 0,95 | 26,3 | 2,3 | 59.8 | 1.9 | 99,71 | 99,62 |
| PM13_8 | Zr_23-32_098 | 0.0048 | 0,084433 | 0.0430 | 0.0026 | 851 | 43 | 862 | 17 | 854 | 50 | 760 | 140 | 112,7 | 1,4 | 60,56 | 0,92 | 24,9 | 1,5 | 1.868 | 0.027 | 101,29 | 113,42 |
| PM13_9 | Zr_23-32_099 | 0.0059 | 0,13522 | 0.0301 | 0.0021 | 659 | 42 | 633 | 13 | 599 | 41 | 460 | 190 | 103,7 | 1,5 | 81,2 | 1,1 | 23,4 | 1,6 | 1.265 | 0.019 | 96,05 | 137,61 |
| PM13_10 | Zr_23-32_100 | 0.0045 | 0,042772583 | 0.1240 | 0.0068 | 2532 | 19 | 2868 | 26 | 2360 | 120 | 2558 | 42 | 628,14 | 20,15 | 66,76 | 1,12 | -5,31 | 0,68 | 10.88 | 0.29 | 113,27 | 112,12 |

%Conc1=(206Pb/238U age)/(207Pb/235U age)*100, %Conc2=(206Pb/238U age)/(207Pb/206Pb age)*100

Ek-2.20. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-14 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_14_1 | 22049_096 | 0,72 | 0,049 | 0,0884 | 0,0018 | 0,11698 | 11,31222 | 0,2303393 | 0,0597 | 0,0041 |
| PM_14_2 | 22049_097 | 0,699 | 0,059 | 0,0877 | 0,0021 | 0,071609 | 11,40251 | 0,2730361 | 0,0596 | 0,0052 |
| PM_14_3 | 22049_098 | 0,742 | 0,067 | 0,0898 | 0,0022 | 0,74372 | 11,13586 | 0,2728161 | 0,0603 | 0,0056 |
| PM_14_4 | 22049_099 | 0,759 | 0,078 | 0,0871 | 0,0023 | 0,060079 | 11,48106 | 0,3031737 | 0,0612 | 0,0063 |
| PM_14_5 | 22049_100 | 0,736 | 0,072 | 0,0872 | 0,0023 | 0,1016 | 11,46789 | 0,3024787 | 0,06 | 0,0061 |
| PM_14_6 | 22049_101 | 0,722 | 0,066 | 0,0879 | 0,0021 | 0,066242 | 11,37656 | 0,2717951 | 0,0581 | 0,0054 |
| PM_14_7 | 22049_102 | 0,72 | 0,063 | 0,0882 | 0,0019 | 0,13285 | 11,33787 | 0,2442398 | 0,0591 | 0,0051 |
| PM_14_8 | 22049_103 | 0,753 | 0,05 | 0,0889 | 0,0016 | -0,016545 | 11,24859 | 0,2024494 | 0,0617 | 0,0043 |
| PM_14_9 | 22049_104 | 0,717 | 0,082 | 0,0876 | 0,0025 | 0,11299 | 11,41553 | 0,3257855 | 0,0602 | 0,007 |
| PM_14_10 | 22049_105 | 0,731 | 0,064 | 0,0868 | 0,0017 | 0,083613 | 11,52074 | 0,2256366 | 0,0575 | 0,005 |
| PM_14_11 | 22049_106 | 0,752 | 0,076 | 0,0892 | 0,0021 | -0,013195 | 11,21076 | 0,2639305 | 0,0585 | 0,0065 |
| PM_14_12 | 22049_107 | 0,781 | 0,055 | 0,0872 | 0,0022 | 0,035398 | 11,46789 | 0,2893275 | 0,0614 | 0,0044 |
| PM_14_13 | 22049_108 | 0,784 | 0,085 | 0,0898 | 0,0022 | 0,059928 | 11,13586 | 0,2728161 | 0,0659 | 0,0068 |
| PM_14_14 | 22049_109 | 0,752 | 0,095 | 0,0874 | 0,0027 | 0,078909 | 11,44165 | 0,3534605 | 0,0624 | 0,0083 |
| PM_14_15 | 22049_110 | 0,712 | 0,16 | 0,0874 | 0,0031 | 0,014456 | 11,44165 | 0,405825 | 0,093 | 0,014 |

Ek-2.20. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-14 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_14_1 | 22049_096 | 0,21509 | 0,0272 | 0,0014 | 550,7 | 14,5 | 546,07 | 5,33 | 543 | 28 | 520 |
| PM_14_2 | 22049_097 | 0,15195 | 0,025 | 0,002 | 538,2 | 17,6 | 541,92 | 6,22 | 502 | 41 | 520 |
| PM_14_3 | 22049_098 | -0,21142 | 0,0299 | 0,0023 | 563,6 | 19,5 | 554,35 | 6,51 | 593 | 44 | 400 |
| PM_14_4 | 22049_099 | 0,23427 | 0,0261 | 0,0025 | 573,4 | 22,5 | 538,36 | 6,82 | 520 | 49 | 510 |
| PM_14_5 | 22049_100 | 0,27006 | 0,0286 | 0,0026 | 560,1 | 21,1 | 538,96 | 6,82 | 568 | 52 | 570 |
| PM_14_6 | 22049_101 | 0,22732 | 0,0265 | 0,0018 | 551,8 | 19,5 | 543,11 | 6,22 | 528 | 35 | 450 |
| PM_14_7 | 22049_102 | 0,13689 | 0,0275 | 0,0014 | 550,7 | 18,6 | 544,88 | 5,63 | 548 | 28 | 480 |
| PM_14_8 | 22049_103 | 0,3495 | 0,0284 | 0,0022 | 570 | 14,5 | 549,03 | 4,74 | 564 | 42 | 580 |
| PM_14_9 | 22049_104 | 0,12747 | 0,0284 | 0,0027 | 548,9 | 24,2 | 541,33 | 7,41 | 563 | 54 | 380 |
| PM_14_10 | 22049_105 | 0,18032 | 0,0279 | 0,0019 | 557,1 | 18,8 | 536,58 | 5,04 | 555 | 38 | 540 |
| PM_14_11 | 22049_106 | 0,28118 | 0,027 | 0,0021 | 569,4 | 22 | 550,8 | 6,21 | 538 | 41 | 520 |
| PM_14_12 | 22049_107 | 0,343 | 0,0062 | 0,0023 | 586,1 | 15,7 | 538,96 | 6,52 | 136 | 40 | 590 |
| PM_14_13 | 22049_108 | 0,23381 | 0,0282 | 0,0023 | 587,8 | 24,2 | 554,35 | 6,51 | 560 | 45 | 710 |
| PM_14_14 | 22049_109 | 0,22051 | 0,0267 | 0,0024 | 569,4 | 27,5 | 540,14 | 8 | 532 | 46 | 690 |
| PM_14_15 | 22049_110 | 0,28005 | 0,0448 | 0,0057 | 545,9 | 47,4 | 540,14 | 9,19 | 880 | 110 | 1470 |

Ek-2.20. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-14 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_14_1 | 22049_096 | 140 | 243,1 | 5,9 | 163,5 | 2,4 | 42,8 | 2,3 | 1,488 | 0,05 | 99,16 | 105,01 |
| PM_14_2 | 22049_097 | 160 | 147,2 | 2,3 | 98,2 | 2,1 | 23,8 | 2,1 | 1,48 | 0,023 | 100,69 | 104,22 |
| PM_14_3 | 22049_098 | 180 | 160,9 | 3 | 97,9 | 1,6 | 27,1 | 2 | 1,626 | 0,025 | 98,36 | 138,59 |
| PM_14_4 | 22049_099 | 210 | 125,6 | 1,6 | 66 | 1,1 | 15,9 | 1,5 | 1,872 | 0,031 | 93,89 | 105,56 |
| PM_14_5 | 22049_100 | 190 | 114,7 | 3,5 | 63 | 2,1 | 16,5 | 1,5 | 1,816 | 0,028 | 96,23 | 94,55 |
| PM_14_6 | 22049_101 | 170 | 168,3 | 2,7 | 116,1 | 2,9 | 28,6 | 2 | 1,437 | 0,025 | 98,43 | 120,69 |
| PM_14_7 | 22049_102 | 170 | 261,9 | 9,7 | 207,7 | 8,2 | 54 | 3 | 1,256 | 0,016 | 98,94 | 113,52 |
| PM_14_8 | 22049_103 | 140 | 378,6 | 7,1 | 72,6 | 1,2 | 19,4 | 1,5 | 5,26 | 0,13 | 96,32 | 94,66 |
| PM_14_9 | 22049_104 | 220 | 103,2 | 2,6 | 47,5 | 1,8 | 12,3 | 1,3 | 2,189 | 0,059 | 98,62 | 142,46 |
| PM_14_10 | 22049_105 | 170 | 180,7 | 3,3 | 98,4 | 1,9 | 25,6 | 1,7 | 1,845 | 0,027 | 96,32 | 99,37 |
| PM_14_11 | 22049_106 | 190 | 174,1 | 2,8 | 111,7 | 2,5 | 28,7 | 2,2 | 1,565 | 0,029 | 96,73 | 105,92 |
| PM_14_12 | 22049_107 | 150 | 591 | 42 | 115 | 12 | 9 | 1,9 | 4,94 | 0,18 | 91,96 | 91,35 |
| PM_14_13 | 22049_108 | 200 | 140,9 | 3,6 | 107,3 | 3,8 | 27,7 | 2,3 | 1,341 | 0,031 | 94,31 | 78,08 |
| PM_14_14 | 22049_109 | 240 | 167,7 | 8,4 | 112 | 8,4 | 27,4 | 3,3 | 1,535 | 0,056 | 94,86 | 78,28 |
| PM_14_15 | 22049_110 | 250 | 93,5 | 3,1 | 46,3 | 1,7 | 18,3 | 2,4 | 2,009 | 0,053 | 98,94 | 36,74 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.21. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-15 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM15_1 | Zr_23-32_016 | 0.689 | 0.027 | 0.0883 | 0.0010 | 0,14344 | 11,32503 | 0,1282563 | 0.0558 | 0.0022 | 0,099921 |
| PM15_2 | Zr_23-32_017 | 0.696 | 0.030 | 0.0885 | 0.0012 | 0,016812 | 11,29944 | 0,1532127 | 0.0572 | 0.0026 | 0,2351 |
| PM15_3 | Zr_23-32_018 | 0.717 | 0.030 | 0.0881 | 0.0012 | 0,19155 | 11,35074 | 0,1546071 | 0.0581 | 0.0025 | 0,11731 |
| PM15_4 | Zr_23-32_019 | 0.698 | 0.036 | 0.0882 | 0.0013 | 0,15722 | 11,33787 | 0,1671114 | 0.0560 | 0.0028 | 0,14826 |
| PM15_5 | Zr_23-32_020 | 0.708 | 0.037 | 0.0882 | 0.0014 | 0,31086 | 11,33787 | 0,1799662 | 0.0581 | 0.0028 | 0,013152 |
| PM15_6 | Zr_23-32_024 | 0.781 | 0.030 | 0.08896 | 0.00099 | -0,20285 | 11,24101 | 0,1250966 | 0.0628 | 0.0028 | 0,41492 |
| PM15_7 | Zr_23-32_025 | 0.718 | 0.046 | 0.0888 | 0.0016 | -0,04812 | 11,26126 | 0,2029056 | 0.0602 | 0.0042 | 0,29367 |
| PM15_8 | Zr_23-32_026 | 0.728 | 0.047 | 0.0883 | 0.0016 | 0,17015 | 11,32503 | 0,20521 | 0.0600 | 0.0039 | 0,1201 |
| PM15_9 | Zr_23-32_027 | 0.717 | 0.053 | 0.0879 | 0.0017 | -0,0053137 | 11,37656 | 0,2200246 | 0.0583 | 0.0044 | 0,22536 |
| PM15_10 | Zr_23-32_028 | 0.726 | 0.036 | 0.0879 | 0.0014 | 0,10817 | 11,37656 | 0,1811967 | 0.0604 | 0.0030 | 0,25523 |

Ek-2.21. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-15 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM15_1 | Zr_23-32_016 | 0.0270 | 0.0021 | 531 | 17 | 545.4 | 6.0 | 538 | 40 | 413 |
| PM15_2 | Zr_23-32_017 | 0.0293 | 0.0024 | 533 | 18 | 546.7 | 7.2 | 583 | 47 | 448 |
| PM15_3 | Zr_23-32_018 | 0.02757 | 0.00097 | 545 | 18 | 544.1 | 6.9 | 549 | 19 | 497 |
| PM15_4 | Zr_23-32_019 | 0.0276 | 0.0026 | 536 | 21 | 544.5 | 7.8 | 549 | 50 | 440 |
| PM15_5 | Zr_23-32_020 | 0.0277 | 0.0030 | 542 | 21 | 545.8 | 8.6 | 551 | 59 | 510 |
| PM15_6 | Zr_23-32_024 | 0.0293 | 0.0018 | 581 | 18 | 549.3 | 5.9 | 584 | 35 | 655 |
| PM15_7 | Zr_23-32_025 | 0.0258 | 0.0023 | 546 | 28 | 548.2 | 9.2 | 519 | 45 | 540 |
| PM15_8 | Zr_23-32_026 | 0.0269 | 0.0021 | 556 | 29 | 545.5 | 9.3 | 537 | 42 | 540 |
| PM15_9 | Zr_23-32_027 | 0.0295 | 0.0023 | 549 | 31 | 544 | 10 | 586 | 44 | 540 |
| PM15_10 | Zr_23-32_028 | 0.0302 | 0.0019 | 558 | 21 | 543.2 | 8.5 | 600 | 37 | 630 |

Ek-2.21. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-15 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM15_1 | Zr_23-32_016 | 84 | 591 | 19 | 65,8 | 1,4 | 15,4 | 1,2 | 8.78 | 0.16 | 102,64 | 131,96 |
| PM15_2 | Zr_23-32_017 | 97 | 520 | 11 | 69,4 | 1,5 | 18,2 | 1,6 | 7.42 | 0.11 | 102,44 | 121,88 |
| PM15_3 | Zr_23-32_018 | 94 | 630 | 16 | 349,1 | 7 | 89,9 | 3,4 | 1.781 | 0.021 | 99,82 | 109,46 |
| PM15_4 | Zr_23-32_019 | 100 | 361 | 11 | 48,3 | 0,99 | 11,3 | 1,1 | 7.29 | 0.26 | 101,49 | 123,64 |
| PM15_5 | Zr_23-32_020 | 100 | 662 | 21 | 63,8 | 2,6 | 16,1 | 1,8 | 10.26 | 0.17 | 100,55 | 106,86 |
| PM15_6 | Zr_23-32_024 | 89 | 503 | 9,4 | 111 | 1,9 | 30 | 1,9 | 4.518 | 0.050 | 94,49 | 83,82 |
| PM15_7 | Zr_23-32_025 | 140 | 500,7 | 9,7 | 98 | 1,6 | 23,9 | 2,2 | 5.186 | 0.088 | 100,37 | 101,48 |
| PM15_8 | Zr_23-32_026 | 140 | 414 | 17 | 125,8 | 2,9 | 31,7 | 2,8 | 3.42 | 0.17 | 98,02 | 100,93 |
| PM15_9 | Zr_23-32_027 | 160 | 332,9 | 6,4 | 94,2 | 6,5 | 27,8 | 3,1 | 3.68 | 0.25 | 99,09 | 100,74 |
| PM15_10 | Zr_23-32_028 | 100 | 453 | 13 | 84,8 | 1,6 | 24,3 | 1,5 | 5.28 | 0.12 | 97,31 | 86,19 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.22. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-15 nolu örneğin rutil U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM15_Rutil_1 | 22054_133 | 0,1 | 0,14 | 0,0159 | 0,0028 | 0,23883 | 0,073 | 0,077 | -20 | 100 | 101 |
| PM15_Rutil_2 | 22054_134 | 0,88 | 0,12 | 0,0245 | 0,0019 | 0,13011 | 0,303 | 0,046 | 558 | 68 | 156 |
| PM15_Rutil_3 | 22054_135 | 2,05 | 0,14 | 0,0425 | 0,0021 | 0,18561 | 0,364 | 0,027 | 1130 | 48 | 269 |
| PM15_Rutil_4 | 22054_136 | 0,28 | 0,089 | 0,0137 | 0,0019 | 0,014447 | 0,149 | 0,058 | 178 | 57 | 87 |
| PM15_Rutil_5 | 22054_137 | 0,128 | 0,053 | 0,0112 | 0,0015 | 0,1112 | 0,047 | 0,025 | 72 | 33 | 71,2 |
| PM15_Rutil_6 | 22054_138 | 0,279 | 0,077 | 0,0142 | 0,0017 | -0,016557 | 0,196 | 0,06 | 204 | 55 | 91 |
| PM15_Rutil_7 | 22054_139 | 0,212 | 0,044 | 0,0141 | 0,0011 | 0,10829 | 0,119 | 0,026 | 167 | 34 | 89,9 |
| PM15_Rutil_8 | 22054_140 | 0,24 | 0,14 | 0,0129 | 0,0027 | 0,036435 | 0,027 | 0,03 | 107 | 68 | 82 |
| PM15_Rutil_9 | 22054_141 | 0,201 | 0,054 | 0,0132 | 0,0013 | 0,027794 | 0,078 | 0,026 | 148 | 39 | 84,1 |
| PM15_Rutil_10 | 22054_142 | 0,96 | 0,24 | 0,0194 | 0,004 | 0,19846 | -0,6 | 0,41 | 450 | 110 | 122 |
| PM15_Rutil_11 | 22054_143 | 0,148 | 0,07 | 0,0134 | 0,0018 | -0,14616 | 0,039 | 0,024 | 88 | 44 | 85 |
| PM15_Rutil_12 | 22054_144 | 0,57 | 0,15 | 0,0142 | 0,0018 | -0,057492 | 0,33 | 0,11 | 329 | 79 | 90 |
| PM15_Rutil_13 | 22054_145 | 0,3 | 0,11 | 0,0144 | 0,0016 | 0,045828 | 0,162 | 0,062 | 244 | 87 | 92 |
| PM15_Rutil_14 | 22054_146 | 0,64 | 0,18 | 0,0139 | 0,0019 | -0,0061835 | 0,28 | 0,099 | 287 | 76 | 89 |
| PM15_Rutil_15 | 22054_147 | 0,55 | 0,14 | 0,0141 | 0,0019 | 0,15536 | 0,3 | 0,099 | 358 | 85 | 90 |
| PM15_Rutil_16 | 22054_154 | 0,34 | 0,11 | 0,014 | 0,0023 | 0,18632 | 0,173 | 0,062 | 234 | 71 | 90 |
| PM15_Rutil_17 | 22054_155 | 0,137 | 0,067 | 0,0144 | 0,0015 | -0,048548 | 0,078 | 0,045 | 74 | 55 | 91,9 |
| PM15_Rutil_18 | 22054_156 | 5,92 | 0,42 | 0,1089 | 0,0055 | 0,22162 | 0,408 | 0,034 | 1938 | 65 | 663 |
| PM15_Rutil_19 | 22054_157 | 0,48 | 0,13 | 0,0161 | 0,0022 | 0,055842 | 0,282 | 0,095 | 370 | 87 | 103 |
| PM15_Rutil_20 | 22054_158 | 0,5 | 0,12 | 0,015 | 0,0018 | 0,11377 | 0,232 | 0,064 | 360 | 81 | 96 |
| PM15_Rutil_21 | 22054_159 | 0,41 | 0,12 | 0,013 | 0,0015 | -0,027699 | 0,08 | 0,16 | 208 | 53 | 81,9 |
| PM15_Rutil_22 | 22054_160 | 0,143 | 0,047 | 0,012 | 0,0012 | -0,068029 | 0,132 | 0,053 | 102 | 34 | 76,6 |
| PM15_Rutil_23 | 22054_161 | 0,166 | 0,067 | 0,0152 | 0,0013 | 0,031564 | 0,1 | 0,04 | 102 | 50 | 97,2 |
| PM15_Rutil_24 | 22054_162 | 0,215 | 0,066 | 0,0117 | 0,0015 | -0,014373 | 0,095 | 0,04 | 147 | 45 | 74,8 |
| PM15_Rutil_25 | 22054_163 | 0,164 | 0,088 | 0,0076 | 0,0019 | -0,04189 | 0,092 | 0,048 | 41 | 33 | 48 |
| PM15_Rutil_26 | 22054_165 | 0,302 | 0,093 | 0,0106 | 0,0017 | 0,1376 | 0,185 | 0,064 | 187 | 57 | 68 |
| PM15_Rutil_27 | 22054_166 | 0,9 | 0,21 | 0,0199 | 0,0032 | -0,021392 | -0,11 | 0,32 | 570 | 120 | 126 |
| PM15_Rutil_28 | 22054_167 | 0,144 | 0,064 | 0,0122 | 0,0014 | 0,06398 | 0,068 | 0,034 | 111 | 49 | 78 |
| PM15_Rutil_29 | 22054_168 | 0,08 | 0,051 | 0,0123 | 0,0016 | -0,059515 | 0,085 | 0,05 | 63 | 45 | 78,8 |

Ek-2.23. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-16 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| Column1 | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM16_1 | Zr_23-32_029 | 0.732 | 0.053 | 0.0893 | 0.0021 | 0,27902 | 11,19821 | 0,2633397 | 0.0596 | 0.0042 | 0,051974 |
| PM16_2 | Zr_23-32_030 | 0.826 | 0.047 | 0.0895 | 0.0016 | 0,13653 | 11,17318 | 0,1997441 | 0.0660 | 0.0038 | 0,20822 |
| PM16_3 | Zr_23-32_031 | 0.764 | 0.046 | 0.0899 | 0.0015 | -0,13032 | 11,12347 | 0,1855974 | 0.0614 | 0.0039 | 0,43309 |
| PM16_4 | Zr_23-32_032 | 2.84 | 0.14 | 0.1937 | 0.0053 | 0,18713 | 5,162623 | 0,1412592 | 0.1053 | 0.0054 | 0,36168 |
| PM16_5 | Zr_23-32_033 | 0.739 | 0.043 | 0.0892 | 0.0012 | -0,04043 | 11,21076 | 0,1508174 | 0.0598 | 0.0034 | 0,26024 |
| PM16_6 | Zr_23-32_034 | 0.810 | 0.054 | 0.0888 | 0.0015 | 0,056111 | 11,26126 | 0,190224 | 0.0662 | 0.0046 | 0,21616 |
| PM16_7 | Zr_23-32_035 | 0.835 | 0.048 | 0.0884 | 0.0019 | 0,35911 | 11,31222 | 0,2431359 | 0.0673 | 0.0036 | 0,047317 |
| PM16_8 | Zr_23-32_036 | 0.772 | 0.037 | 0.0884 | 0.0013 | 0,13683 | 11,31222 | 0,1663561 | 0.0627 | 0.0031 | 0,13514 |
| PM16_9 | Zr_23-32_037 | 0.800 | 0.038 | 0.0892 | 0.0016 | 0,16126 | 11,21076 | 0,2010899 | 0.0654 | 0.0030 | 0,22123 |
| PM16_10 | Zr_23-32_038 | 0.746 | 0.041 | 0.0908 | 0.0017 | 0,098704 | 11,01322 | 0,2061946 | 0.0603 | 0.0035 | 0,20042 |

Ek-2.23. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-16 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| Column1 | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM16_1 | Zr_23-32_029 | 0.0224 | 0.0081 | 564 | 31 | 551 | 13 | 440 | 160 | 560 |
| PM16_2 | Zr_23-32_030 | 0.0290 | 0.0019 | 604 | 25 | 552.5 | 9.5 | 577 | 38 | 750 |
| PM16_3 | Zr_23-32_031 | 0.0290 | 0.0025 | 576 | 26 | 554.9 | 8.8 | 576 | 49 | 600 |
| PM16_4 | Zr_23-32_032 | 0.0715 | 0.0062 | 1360 | 37 | 1141 | 29 | 1390 | 120 | 1695 |
| PM16_5 | Zr_23-32_033 | 0.0263 | 0.0020 | 561 | 24 | 550.4 | 7.2 | 526 | 40 | 560 |
| PM16_6 | Zr_23-32_034 | 0.0304 | 0.0033 | 600 | 31 | 548.2 | 8.8 | 612 | 66 | 760 |
| PM16_7 | Zr_23-32_035 | 0.0268 | 0.0033 | 619 | 27 | 546 | 12 | 533 | 64 | 860 |
| PM16_8 | Zr_23-32_036 | 0.0295 | 0.0019 | 581 | 21 | 545.7 | 7.4 | 587 | 37 | 680 |
| PM16_9 | Zr_23-32_037 | 0.0281 | 0.0019 | 593 | 21 | 550.3 | 9.4 | 559 | 38 | 724 |
| PM16_10 | Zr_23-32_038 | 0.0274 | 0.0026 | 561 | 24 | 560 | 10 | 544 | 51 | 570 |

Ek-2.23. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-16 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | _U_PPM | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM16_1 | Zr_23-32_029 | 13 | 440 | 160 | 560 | 140 | 659,7 | 7,5 | 11,8 | 1,8 | 2,35 | 0,83 | 65.0 | 9.0 | 97,70 | 98,39 |
| PM16_2 | Zr_23-32_030 | 9.5 | 577 | 38 | 750 | 120 | 265,2 | 8,6 | 88,1 | 1,3 | 23,5 | 1,6 | 2.988 | 0.085 | 91,39 | 73,60 |
| PM16_3 | Zr_23-32_031 | 8.8 | 576 | 49 | 600 | 130 | 424,3 | 5,4 | 58,2 | 1,1 | 15,3 | 1,4 | 7.25 | 0.10 | 96,18 | 92,33 |
| PM16_4 | Zr_23-32_032 | 29 | 1390 | 120 | 1695 | 95 | 321,8 | 7,1 | 111,9 | 2,7 | 75,5 | 6,3 | 2.888 | 0.065 | 83,90 | 67,32 |
| PM16_5 | Zr_23-32_033 | 7.2 | 526 | 40 | 560 | 120 | 356 | 15 | 97 | 16 | 23,6 | 4,1 | 5.82 | 0.52 | 98,04 | 98,21 |
| PM16_6 | Zr_23-32_034 | 8.8 | 612 | 66 | 760 | 140 | 389,2 | 9 | 70,9 | 1,7 | 20,9 | 2,3 | 5.402 | 0.097 | 91,33 | 72,11 |
| PM16_7 | Zr_23-32_035 | 12 | 533 | 64 | 860 | 110 | 397 | 12 | 55,8 | 1,9 | 13,5 | 1,7 | 7.19 | 0.12 | 88,21 | 63,49 |
| PM16_8 | Zr_23-32_036 | 7.4 | 587 | 37 | 680 | 100 | 405 | 14 | 98,8 | 5,7 | 25,6 | 1,9 | 4.21 | 0.10 | 93,80 | 80,15 |
| PM16_9 | Zr_23-32_037 | 9.4 | 559 | 38 | 724 | 99 | 350 | 13 | 76 | 1,2 | 19,5 | 1,4 | 4.54 | 0.20 | 92,75 | 75,97 |
| PM16_10 | Zr_23-32_038 | 10 | 544 | 51 | 570 | 120 | 526 | 16 | 75,9 | 2,8 | 19,6 | 1,9 | 6.93 | 0.12 | 99,82 | 98,25 |
| %Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-2.24. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-17 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_17_1 | 20050_078 | 0,842 | 0,032 | 0,1003 | 0,0013 | 0,0062748 | 9,97009 | 0,1292235 | 0,0595 | 0,0024 | 0,31769 |
| PM_17_2 | 20050_079 | 1,41 | 0,1 | 0,1364 | 0,003 | 0,1557 | 7,331378 | 0,1612473 | 0,0739 | 0,005 | 0,15222 |
| PM_17_3 | 20050_080 | 0,896 | 0,066 | 0,0977 | 0,0027 | 0,35791 | 10,23541 | 0,282862 | 0,0667 | 0,0051 | 0,17068 |
| PM_17_4 | 20050_081 | 1,554 | 0,09 | 0,1628 | 0,003 | 0,1335 | 6,142506 | 0,1131911 | 0,0683 | 0,0041 | 0,24972 |
| PM_17_5 | 20050_082 | 6,38 | 0,12 | 0,3599 | 0,0042 | 0,36713 | 2,77855 | 0,03242542 | 0,1265 | 0,0022 | 0,22562 |
| PM_17_6 | 20050_083 | 1,529 | 0,096 | 0,1622 | 0,0037 | 0,056504 | 6,165228 | 0,1406371 | 0,0682 | 0,0046 | 0,29357 |
| PM_17_7 | 20050_084 | 5,08 | 0,11 | 0,3299 | 0,004 | 0,29978 | 3,031222 | 0,03675322 | 0,109 | 0,0023 | 0,1991 |
| PM_17_8 | 20050_085 | 1,558 | 0,058 | 0,1606 | 0,0023 | 0,026373 | 6,22665 | 0,08917369 | 0,068 | 0,0025 | 0,31092 |
| PM_17_9 | 20050_086 | 4,71 | 0,18 | 0,32 | 0,0054 | 0,092297 | 3,125 | 0,05273438 | 0,1033 | 0,0042 | 0,31862 |
| PM_17_10 | 20050_087 | 2,62 | 0,12 | 0,1597 | 0,0042 | 0,66009 | 6,261741 | 0,1646795 | 0,1153 | 0,0042 | -0,068557 |
| PM_17_11 | 20050_088 | 9,48 | 0,23 | 0,4477 | 0,0086 | 0,74636 | 2,233639 | 0,04290662 | 0,1524 | 0,0025 | 0,06861 |
| PM_17_12 | 20050_089 | 1,429 | 0,076 | 0,1618 | 0,0029 | 0,19271 | 6,18047 | 0,1107748 | 0,0627 | 0,0034 | 0,13494 |
| PM_17_13 | 20050_090 | 0,966 | 0,044 | 0,1234 | 0,002 | -0,010669 | 8,103728 | 0,1313408 | 0,0555 | 0,0025 | 0,31856 |
| PM_17_14 | 20050_091 | 1,683 | 0,065 | 0,1676 | 0,0027 | 0,062007 | 5,966587 | 0,09612044 | 0,0705 | 0,0029 | 0,30378 |
| PM_17_15 | 20050_092 | 0,977 | 0,078 | 0,1193 | 0,0026 | 0,22003 | 8,38223 | 0,1826806 | 0,0567 | 0,0043 | 0,12338 |

Ek-2.24. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-17 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_17_1 | 20050_078 | 0,02985 | 0,00095 | 620,25 | 8,82 | 616,17 | 3,81 | 594 | 19 | 548 |
| PM_17_2 | 20050_079 | 0,0431 | 0,0031 | 893,2 | 21,1 | 824,27 | 8,51 | 850 | 60 | 900 |
| PM_17_3 | 20050_080 | 0,034 | 0,0018 | 649,6 | 17,7 | 600,92 | 7,93 | 674 | 35 | 780 |
| PM_17_4 | 20050_081 | 0,0515 | 0,0017 | 952,1 | 17,9 | 972,32 | 8,32 | 1015 | 33 | 820 |
| PM_17_5 | 20050_082 | 0,1069 | 0,0021 | 2029,52 | 8,26 | 1981,7 | 9,95 | 2052 | 39 | 2044 |
| PM_17_6 | 20050_083 | 0,0469 | 0,0036 | 942,1 | 19,3 | 969 | 10,3 | 924 | 69 | 830 |
| PM_17_7 | 20050_084 | 0,1016 | 0,0039 | 1832,77 | 9,19 | 1837,9 | 9,69 | 1965 | 72 | 1794 |
| PM_17_8 | 20050_085 | 0,0493 | 0,0012 | 953,7 | 11,5 | 960,11 | 6,39 | 972 | 23 | 845 |
| PM_17_9 | 20050_086 | 0,0937 | 0,0046 | 1769 | 16 | 1789,7 | 13,2 | 1804 | 84 | 1675 |
| PM_17_10 | 20050_087 | 0,0552 | 0,0035 | 1306,3 | 16,8 | 955,1 | 11,7 | 1085 | 66 | 1874 |
| PM_17_11 | 20050_088 | 0,1286 | 0,0043 | 2385,6 | 11,1 | 2385 | 19,1 | 2441 | 77 | 2375 |
| PM_17_12 | 20050_089 | 0,056 | 0,006 | 901,1 | 15,9 | 966,77 | 8,05 | 1100 | 110 | 660 |
| PM_17_13 | 20050_090 | 0,0399 | 0,0016 | 686,4 | 11,4 | 750,1 | 5,74 | 790 | 31 | 411 |
| PM_17_14 | 20050_091 | 0,0501 | 0,0018 | 1002,1 | 12,3 | 998,87 | 7,45 | 990 | 34 | 913 |
| PM_17_15 | 20050_092 | 0,0388 | 0,0036 | 692,1 | 20 | 726,53 | 7,49 | 765 | 71 | 450 |

Ek-2.24. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-17 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | 208_232_I | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | Age208 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | Final_U_Th_Ratio | Final_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_17_1 | 20050_078 | 0,0024 | 0,31769 | 0,02985 | 0,00095 | 620,25 | 8,82 | 616,17 | 3,81 | 594 | 19 | 548 | 85 | 1025 | 11 | 742 | 52 | 211 | 17 | 1,53 | 0,14 | 99,34 | 112,44 |
| PM_17_2 | 20050_079 | 0,005 | 0,15222 | 0,0431 | 0,0031 | 893,2 | 21,1 | 824,27 | 8,51 | 850 | 60 | 900 | 150 | 186,8 | 5 | 91 | 2,4 | 34,8 | 2,6 | 2,069 | 0,033 | 92,28 | 91,59 |
| PM_17_3 | 20050_080 | 0,0051 | 0,17068 | 0,034 | 0,0018 | 649,6 | 17,7 | 600,92 | 7,93 | 674 | 35 | 780 | 150 | 239 | 16 | 265 | 18 | 81,4 | 5,3 | 0,909 | 0,014 | 92,51 | 77,04 |
| PM_17_4 | 20050_081 | 0,0041 | 0,24972 | 0,0515 | 0,0017 | 952,1 | 17,9 | 972,32 | 8,32 | 1015 | 33 | 820 | 120 | 219,2 | 9,5 | 306 | 10 | 148,2 | 5,6 | 0,702 | 0,012 | 102,12 | 118,58 |
| PM_17_5 | 20050_082 | 0,0022 | 0,22562 | 0,1069 | 0,0021 | 2029,52 | 8,26 | 1981,7 | 9,95 | 2052 | 39 | 2044 | 31 | 591 | 16 | 502 | 14 | 513 | 18 | 1,167 | 0,015 | 97,64 | 96,95 |
| PM_17_6 | 20050_083 | 0,0046 | 0,29357 | 0,0469 | 0,0036 | 942,1 | 19,3 | 969 | 10,3 | 924 | 69 | 830 | 140 | 250 | 11 | 103,9 | 3,6 | 45,7 | 3,5 | 2,4 | 0,06 | 102,86 | 116,75 |
| PM_17_7 | 20050_084 | 0,0023 | 0,1991 | 0,1016 | 0,0039 | 1832,77 | 9,19 | 1837,9 | 9,69 | 1965 | 72 | 1794 | 38 | 434,6 | 4 | 165,9 | 3 | 158,3 | 5,2 | 2,622 | 0,048 | 100,28 | 102,45 |
| PM_17_8 | 20050_085 | 0,0025 | 0,31092 | 0,0493 | 0,0012 | 953,7 | 11,5 | 960,11 | 6,39 | 972 | 23 | 845 | 80 | 461,9 | 6,4 | 772 | 26 | 355 | 15 | 0,586 | 0,014 | 100,67 | 113,62 |
| PM_17_9 | 20050_086 | 0,0042 | 0,31862 | 0,0937 | 0,0046 | 1769 | 16 | 1789,7 | 13,2 | 1804 | 84 | 1675 | 78 | 171,5 | 4,1 | 92,3 | 2 | 81,2 | 3,7 | 1,843 | 0,028 | 101,17 | 106,85 |
| PM_17_10 | 20050_087 | 0,0042 | -0,068557 | 0,0552 | 0,0035 | 1306,3 | 16,8 | 955,1 | 11,7 | 1085 | 66 | 1874 | 67 | 1076 | 24 | 359,4 | 7,2 | 186 | 10 | 3,018 | 0,054 | 73,11 | 50,97 |
| PM_17_11 | 20050_088 | 0,0025 | 0,06861 | 0,1286 | 0,0043 | 2385,6 | 11,1 | 2385 | 19,1 | 2441 | 77 | 2375 | 28 | 512 | 37 | 514 | 34 | 625 | 35 | 0,981 | 0,018 | 99,97 | 100,42 |
| PM_17_12 | 20050_089 | 0,0034 | 0,13494 | 0,056 | 0,006 | 901,1 | 15,9 | 966,77 | 8,05 | 1100 | 110 | 660 | 120 | 547 | 22 | 59,6 | 1,5 | 31 | 3,2 | 9,19 | 0,57 | 107,29 | 146,48 |
| PM_17_13 | 20050_090 | 0,0025 | 0,31856 | 0,0399 | 0,0016 | 686,4 | 11,4 | 750,1 | 5,74 | 790 | 31 | 411 | 96 | 494 | 14 | 268,2 | 4,9 | 97,6 | 4,4 | 1,829 | 0,05 | 109,28 | 182,51 |
| PM_17_14 | 20050_091 | 0,0029 | 0,30378 | 0,0501 | 0,0018 | 1002,1 | 12,3 | 998,87 | 7,45 | 990 | 34 | 913 | 88 | 396,6 | 5,5 | 328 | 18 | 161,8 | 9,4 | 1,136 | 0,058 | 99,68 | 109,41 |
| PM_17_15 | 20050_092 | 0,0043 | 0,12338 | 0,0388 | 0,0036 | 692,1 | 20 | 726,53 | 7,49 | 765 | 71 | 450 | 140 | 226 | 21 | 51,7 | 1,2 | 18,4 | 1,7 | 4,31 | 0,41 | 104,97 | 161,45 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.25. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-17 nolu örneğin rutil U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM17_1 | 22055_181 | 0,068 | 0,047 | 0,0108 | 0,0016 | 0,15826 | 0,04 | 0,025 | 23 | 23 | 69 | 10 |
| PM17_2 | 22055_182 | 6,17 | 0,43 | 0,1738 | 0,008 | 0,60245 | 0,26 | 0,017 | 1984 | 66 | 1031 | 43 |
| PM17_3 | 22055_183 | 0,068 | 0,093 | 0,0108 | 0,0021 | 0,038531 | 0,088 | 0,077 | 20 | 75 | 69 | 14 |
| PM17_4 | 22055_184 | 1,09 | 0,16 | 0,0327 | 0,0028 | 0,17767 | 0,26 | 0,042 | 651 | 81 | 207 | 17 |
| PM17_5 | 22055_185 | 0,17 | 0,11 | 0,0102 | 0,0026 | 0,072043 | 0,036 | 0,032 | 64 | 51 | 65 | 17 |
| PM17_6 | 22055_186 | 3 | 0,38 | 0,0745 | 0,0066 | 0,76364 | 0,309 | 0,035 | 1240 | 100 | 447 | 36 |
| PM17_7 | 22055_187 | 2,62 | 0,32 | 0,0701 | 0,006 | -0,013733 | 0,291 | 0,039 | 1325 | 84 | 434 | 36 |
| PM17_8 | 22055_188 | 0,138 | 0,065 | 0,0218 | 0,0031 | 0,18385 | 0,035 | 0,02 | 104 | 48 | 138 | 19 |
| PM17_9 | 22055_189 | 0,144 | 0,055 | 0,0116 | 0,0017 | -0,024212 | 0,11 | 0,045 | 88 | 36 | 74 | 11 |
| PM17_10 | 22055_190 | -0,016 | 0,061 | 0,0098 | 0,0017 | -0,11004 | -0,013 | 0,046 | -52 | 51 | 64 | 11 |
| PM17_11 | 22055_191 | 2,02 | 0,21 | 0,0582 | 0,0041 | 0,21157 | 0,279 | 0,034 | 1019 | 83 | 363 | 25 |
| PM17_12 | 22055_192 | 0,015 | 0,031 | 0,0105 | 0,0025 | 0,10791 | 0,016 | 0,023 | 0 | 1 | 67 | 16 |
| PM17_13 | 22055_193 | 1,67 | 0,21 | 0,0494 | 0,0043 | 0,10329 | 0,255 | 0,044 | 1037 | 67 | 310 | 26 |
| PM17_14 | 22055_194 | 2,83 | 0,49 | 0,0865 | 0,0091 | 0,52509 | 0,227 | 0,039 | 1230 | 150 | 532 | 54 |
| PM17_15 | 22055_195 | 2,6 | 0,27 | 0,0728 | 0,0044 | 0,26956 | 0,279 | 0,032 | 1186 | 89 | 451 | 26 |
| PM17_16 | 22055_202 | 0,74 | 0,14 | 0,0265 | 0,0029 | 0,033058 | 0,185 | 0,043 | 454 | 78 | 168 | 18 |
| PM17_17 | 22055_203 | 0,112 | 0,082 | 0,0104 | 0,0022 | 0,070426 | 0,019 | 0,018 | 74 | 54 | 67 | 14 |
| PM17_18 | 22055_204 | 0,14 | 0,1 | 0,0097 | 0,0024 | 0,047975 | 0,011 | 0,022 | 68 | 58 | 62 | 15 |
| PM17_19 | 22055_205 | 0,111 | 0,068 | 0,0095 | 0,0024 | -0,049949 | 0,043 | 0,032 | 65 | 42 | 61 | 15 |
| PM17_20 | 22055_206 | 1,49 | 0,34 | 0,0391 | 0,0053 | 0,2808 | 0,26 | 0,061 | 770 | 150 | 246 | 33 |
| PM17_21 | 22055_207 | 2,89 | 0,28 | 0,0919 | 0,0053 | 0,1559 | 0,257 | 0,029 | 1440 | 71 | 566 | 31 |
| PM17_22 | 22055_208 | 0,055 | 0,063 | 0,0106 | 0,0027 | 0,030652 | 0,007 | 0,014 | 11 | 23 | 68 | 17 |
| PM17_23 | 22055_209 | 0,23 | 0,16 | 0,0156 | 0,0044 | 0,069107 | 0,033 | 0,037 | 99 | 85 | 99 | 28 |
| PM17_24 | 22055_210 | 3,1 | 0,36 | 0,069 | 0,0059 | 0,5494 | 0,378 | 0,055 | 1300 | 110 | 427 | 35 |
| PM17_25 | 22055_211 | 0,141 | 0,054 | 0,0114 | 0,0015 | -0,047636 | 0,029 | 0,018 | 64 | 31 | 73,8 | 9,7 |
| PM17_26 | 22055_212 | 0,081 | 0,05 | 0,0106 | 0,0018 | -0,026067 | 0,012 | 0,014 | 15 | 17 | 68 | 11 |
| PM17_27 | 22055_213 | 5,35 | 0,37 | 0,1215 | 0,0073 | 0,57967 | 0,329 | 0,021 | 1833 | 64 | 733 | 42 |
| PM17_28 | 22055_214 | 0,23 | 0,1 | 0,0127 | 0,002 | -0,01199 | 0,026 | 0,022 | 77 | 45 | 81 | 13 |
| PM17_29 | 22055_215 | 0,84 | 0,11 | 0,0269 | 0,0019 | 0,054679 | 0,23 | 0,037 | 554 | 66 | 171 | 12 |
| PM17_30 | 22055_216 | 2,36 | 0,25 | 0,062 | 0,0046 | 0,46357 | 0,274 | 0,029 | 1218 | 71 | 385 | 28 |

Ek-2.26. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-18 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM18_1 | 22051_078 | 1,243 | 0,059 | 0,1375 | 0,0025 | 0,22235 | 7,272727 | 0,1322314 | 0,0622 | 0,0029 | 0,11789 |
| PM18_2 | 22051_079 | 0,793 | 0,05 | 0,0925 | 0,0026 | 0,55498 | 10,81081 | 0,3038714 | 0,0597 | 0,0028 | -0,086158 |
| PM18_3 | 22051_080 | 0,667 | 0,036 | 0,089 | 0,0015 | -0,0021117 | 11,23596 | 0,18937 | 0,0548 | 0,0032 | 0,35103 |
| PM18_4 | 22051_081 | 0,635 | 0,045 | 0,0879 | 0,0026 | 0,060662 | 11,37656 | 0,3365082 | 0,0542 | 0,0036 | 0,30186 |
| PM18_5 | 22051_082 | 0,717 | 0,03 | 0,0897 | 0,0013 | 0,041838 | 11,14827 | 0,1615692 | 0,0567 | 0,0024 | 0,33778 |
| PM18_6 | 22051_083 | 0,697 | 0,048 | 0,0904 | 0,0018 | 0,12351 | 11,06195 | 0,22026 | 0,0549 | 0,0038 | 0,13542 |
| PM18_7 | 22051_084 | 0,71 | 0,082 | 0,0893 | 0,0031 | 0,49756 | 11,19821 | 0,3887396 | 0,0577 | 0,0057 | -0,017384 |
| PM18_8 | 22051_085 | 0,687 | 0,054 | 0,0894 | 0,0022 | 0,067766 | 11,18568 | 0,2752629 | 0,0562 | 0,0045 | 0,17006 |
| PM18_9 | 22051_086 | 0,687 | 0,054 | 0,0904 | 0,0023 | 0,13102 | 11,06195 | 0,2814433 | 0,0544 | 0,0044 | 0,20552 |
| PM18_10 | 22051_087 | 0,677 | 0,061 | 0,0841 | 0,0019 | 0,24975 | 11,89061 | 0,2686344 | 0,0568 | 0,0051 | 0,15121 |
| PM18_11 | 22051_088 | 0,735 | 0,043 | 0,0889 | 0,0015 | 0,083768 | 11,24859 | 0,1897963 | 0,059 | 0,0035 | 0,20174 |
| PM18_12 | 22051_089 | 0,667 | 0,041 | 0,0866 | 0,0016 | 0,031797 | 11,54734 | 0,2133458 | 0,0554 | 0,0036 | 0,2605 |
| PM18_13 | 22051_090 | 2,314 | 0,073 | 0,1921 | 0,003 | 0,38383 | 5,205622 | 0,0812955 | 0,0851 | 0,0024 | 0,15751 |
| PM18_14 | 22051_091 | 0,643 | 0,085 | 0,0874 | 0,0029 | 0,14836 | 11,44165 | 0,3796428 | 0,053 | 0,0068 | 0,052404 |
| PM18_15 | 22051_092 | 0,655 | 0,039 | 0,0847 | 0,0015 | 0,19763 | 11,80638 | 0,2090858 | 0,0545 | 0,003 | 0,13445 |

Ek-2.26. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-18 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM18_1 | 22051_078 | 0,0431 | 0,0042 | 815 | 27 | 830 | 14 | 851 | 81 | 670 |
| PM18_2 | 22051_079 | 0,0375 | 0,0019 | 596 | 27 | 570 | 15 | 745 | 36 | 590 |
| PM18_3 | 22051_080 | 0,0268 | 0,0021 | 513 | 22 | 549,4 | 8,6 | 533 | 41 | 340 |
| PM18_4 | 22051_081 | 0,0289 | 0,0034 | 504 | 29 | 543 | 15 | 585 | 64 | 340 |
| PM18_5 | 22051_082 | 0,0272 | 0,0018 | 547 | 18 | 553,5 | 7,8 | 540 | 36 | 439 |
| PM18_6 | 22051_083 | 0,0282 | 0,0028 | 533 | 28 | 558 | 11 | 561 | 55 | 370 |
| PM18_7 | 22051_084 | 0,035 | 0,0041 | 545 | 48 | 551 | 18 | 693 | 80 | 440 |
| PM18_8 | 22051_085 | 0,0268 | 0,0014 | 532 | 32 | 552 | 13 | 533 | 28 | 410 |
| PM18_9 | 22051_086 | 0,0287 | 0,0023 | 544 | 32 | 558 | 13 | 570 | 45 | 420 |
| PM18_10 | 22051_087 | 0,0308 | 0,0028 | 527 | 37 | 520 | 11 | 612 | 54 | 440 |
| PM18_11 | 22051_088 | 0,0292 | 0,0013 | 558 | 24 | 548,8 | 9 | 582 | 25 | 550 |
| PM18_12 | 22051_089 | 0,0268 | 0,0015 | 520 | 25 | 535 | 9,3 | 533 | 29 | 390 |
| PM18_13 | 22051_090 | 0,124 | 0,012 | 1217 | 22 | 1132 | 16 | 2330 | 220 | 1321 |
| PM18_14 | 22051_091 | 0,0274 | 0,0034 | 470 | 53 | 541 | 17 | 543 | 67 | 210 |
| PM18_15 | 22051_092 | 0,0271 | 0,0018 | 509 | 23 | 523,9 | 8,7 | 540 | 35 | 360 |

Ek-2.26. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-18 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM18_1 | 22051_078 | 100 | 577 | 14 | 92 | 3,2 | 33,6 | 3,6 | 6,2 | 0,16 | 101,84 | 123,88 |
| PM18_2 | 22051_079 | 110 | 1371 | 34 | 791 | 18 | 277 | 14 | 1,704 | 0,044 | 95,64 | 96,61 |
| PM18_3 | 22051_080 | 110 | 382 | 6 | 91,1 | 1,7 | 22,3 | 1,7 | 4,134 | 0,058 | 107,10 | 161,59 |
| PM18_4 | 22051_081 | 140 | 525 | 14 | 113,8 | 2,8 | 30,1 | 3,7 | 4,61 | 0,14 | 107,74 | 159,71 |
| PM18_5 | 22051_082 | 86 | 514 | 11 | 99,8 | 2 | 25,3 | 1,6 | 5,119 | 0,084 | 101,19 | 126,08 |
| PM18_6 | 22051_083 | 140 | 377,3 | 5,7 | 94,6 | 2,3 | 24,4 | 2,4 | 3,94 | 0,077 | 104,69 | 150,81 |
| PM18_7 | 22051_084 | 200 | 222,7 | 3,4 | 102,8 | 2,2 | 33,6 | 4,1 | 2,162 | 0,043 | 101,10 | 125,23 |
| PM18_8 | 22051_085 | 150 | 201 | 12 | 212 | 14 | 52,5 | 4,4 | 0,955 | 0,018 | 103,76 | 134,63 |
| PM18_9 | 22051_086 | 150 | 238 | 5,9 | 73,6 | 1,4 | 19,3 | 1,5 | 3,296 | 0,085 | 102,57 | 132,86 |
| PM18_10 | 22051_087 | 170 | 280 | 13 | 112,5 | 3,7 | 31 | 3 | 2,431 | 0,061 | 98,67 | 118,18 |
| PM18_11 | 22051_088 | 130 | 734 | 75 | 580 | 88 | 157 | 24 | 1,332 | 0,065 | 98,35 | 99,78 |
| PM18_12 | 22051_089 | 130 | 355,5 | 7,3 | 139 | 2 | 33 | 1,7 | 2,564 | 0,061 | 102,88 | 137,18 |
| PM18_13 | 22051_090 | 54 | 499,2 | 8,2 | 18,33 | 0,51 | 21,2 | 2,1 | 27,13 | 0,93 | 93,02 | 85,69 |
| PM18_14 | 22051_091 | 230 | 110,9 | 1,8 | 53,5 | 1,2 | 13,5 | 1,7 | 2,095 | 0,045 | 115,11 | 257,62 |
| PM18_15 | 22051_092 | 110 | 502 | 13 | 112,3 | 2,1 | 26,4 | 1,8 | 4,39 | 0,1 | 102,93 | 145,53 |

%Conc1=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{235}U$ age)*100, %Conc2=($^{206}Pb/^{238}U$ age)/($^{207}Pb/^{206}Pb$ age)*100

Ek-2.27. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-19 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM19_1 | 22051_096 | 3,138 | 0,069 | 0,2076 | 0,0035 | 0,73087 | 4,816956 | 0,08121072 | 0,1085 | 0,0017 | 0,19243 |
| PM19_2 | 22051_097 | 2,448 | 0,067 | 0,1732 | 0,0023 | 0,19833 | 5,773672 | 0,07667116 | 0,1012 | 0,0027 | 0,26504 |
| PM19_3 | 22051_098 | 3,378 | 0,097 | 0,212 | 0,0029 | 0,38215 | 4,716981 | 0,06452474 | 0,1152 | 0,0031 | 0,10978 |
| PM19_4 | 22051_099 | 5,53 | 0,11 | 0,3002 | 0,0034 | 0,45317 | 3,331113 | 0,03772746 | 0,1319 | 0,0022 | 0,14969 |
| PM19_5 | 22051_100 | 0,819 | 0,036 | 0,0992 | 0,0019 | 0,26977 | 10,08065 | 0,1930769 | 0,0611 | 0,0025 | 0,24064 |
| PM19_6 | 22051_101 | 0,708 | 0,027 | 0,0861 | 0,0014 | 0,19083 | 11,6144 | 0,1888521 | 0,0592 | 0,0024 | 0,22884 |
| PM19_7 | 22051_102 | 0,687 | 0,054 | 0,0856 | 0,0014 | 0,055351 | 11,68224 | 0,1910647 | 0,0581 | 0,0046 | 0,16662 |
| PM19_8 | 22051_103 | 1,79 | 0,68 | 0,1159 | 0,0029 | 0,089599 | 8,628128 | 0,2158893 | 0,105 | 0,043 | -0,11481 |
| PM19_9 | 22051_104 | 1,568 | 0,068 | 0,146 | 0,0034 | 0,74643 | 6,849315 | 0,1595046 | 0,0766 | 0,0021 | -0,24777 |
| PM19_10 | 22051_105 | 0,843 | 0,067 | 0,0846 | 0,0022 | 0,53571 | 11,82033 | 0,3073845 | 0,0709 | 0,0052 | -0,1057 |
| PM19_11 | 22051_106 | 0,687 | 0,04 | 0,0823 | 0,0019 | 0,122 | 12,15067 | 0,2805136 | 0,0616 | 0,0036 | 0,24013 |
| PM19_12 | 22051_107 | 0,743 | 0,041 | 0,0848 | 0,0015 | 0,21218 | 11,79245 | 0,2085929 | 0,0631 | 0,0035 | 0,14152 |
| PM19_13 | 22051_108 | 0,75 | 0,046 | 0,0848 | 0,0016 | 0,38016 | 11,79245 | 0,2224991 | 0,0631 | 0,0037 | -0,023978 |
| PM19_14 | 22051_109 | 0,726 | 0,052 | 0,0854 | 0,0018 | 0,037801 | 11,7096 | 0,2468066 | 0,0609 | 0,0045 | 0,22012 |
| PM19_15 | 22051_110 | 0,725 | 0,063 | 0,085 | 0,0023 | 0,18999 | 11,76471 | 0,3183391 | 0,0637 | 0,0058 | 0,039096 |

Ek-2.27. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-19 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM19_1 | 22051_096 | 0,0544 | 0,0029 | 1441 | 17 | 1216 | 19 | 1068 | 56 | 1778 |
| PM19_2 | 22051_097 | 0,038 | 0,0029 | 1258 | 20 | 1029 | 13 | 752 | 56 | 1646 |
| PM19_3 | 22051_098 | 0,0659 | 0,0037 | 1496 | 22 | 1241 | 15 | 1293 | 70 | 1856 |
| PM19_4 | 22051_099 | 0,0915 | 0,0028 | 1902 | 17 | 1692 | 17 | 1768 | 53 | 2119 |
| PM19_5 | 22051_100 | 0,0285 | 0,0012 | 608 | 21 | 610 | 11 | 568 | 23 | 619 |
| PM19_6 | 22051_101 | 0,0249 | 0,0021 | 543 | 17 | 532,3 | 8,4 | 517 | 40 | 561 |
| PM19_7 | 22051_102 | 0,0255 | 0,0017 | 525 | 33 | 529,3 | 8,2 | 508 | 33 | 460 |
| PM19_8 | 22051_103 | 0,044 | 0,011 | 746 | 44 | 706 | 17 | 830 | 170 | 890 |
| PM19_9 | 22051_104 | 0,0471 | 0,0017 | 952 | 27 | 878 | 19 | 929 | 33 | 1090 |
| PM19_10 | 22051_105 | 0,0306 | 0,0021 | 602 | 36 | 523 | 13 | 607 | 41 | 850 |
| PM19_11 | 22051_106 | 0,0255 | 0,0013 | 528 | 24 | 510 | 11 | 509 | 26 | 590 |
| PM19_12 | 22051_107 | 0,0274 | 0,0021 | 569 | 23 | 524,9 | 8,7 | 546 | 42 | 690 |
| PM19_13 | 22051_108 | 0,0254 | 0,0017 | 559 | 27 | 524,6 | 9,5 | 506 | 34 | 640 |
| PM19_14 | 22051_109 | 0,0253 | 0,0021 | 548 | 30 | 528 | 11 | 504 | 42 | 580 |
| PM19_15 | 22051_110 | 0,024 | 0,0031 | 551 | 39 | 528 | 14 | 478 | 61 | 660 |

Ek-2.27. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-19 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | Age208 | 8208_232 | Age207 | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | Final_U_Th_Ratio | Final_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM19_1 | 22051_096 | 0,0017 | 0,19243 | 0,0544 | 0,0029 | 1441 | 17 | 1216 | 19 | 1068 | 56 | 1778 | 29 | 1870 | 130 | 242 | 19 | 112,6 | 7,5 | 8,76 | 0,45 | 84,3858 | 68,3915 |
| PM19_2 | 22051_097 | 0,0027 | 0,26504 | 0,038 | 0,0029 | 1258 | 20 | 1029 | 13 | 752 | 56 | 1646 | 50 | 541 | 27 | 85,5 | 3,7 | 28,2 | 2,2 | 6,32 | 0,13 | 81,7965 | 62,5152 |
| PM19_3 | 22051_098 | 0,0031 | 0,10978 | 0,0659 | 0,0037 | 1496 | 22 | 1241 | 15 | 1293 | 70 | 1856 | 50 | 381 | 15 | 79,5 | 3,3 | 47,3 | 2,6 | 4,792 | 0,08 | 82,9545 | 66,8642 |
| PM19_4 | 22051_099 | 0,0022 | 0,14969 | 0,0915 | 0,0028 | 1902 | 17 | 1692 | 17 | 1768 | 53 | 2119 | 30 | 532 | 25 | 131,2 | 5,3 | 107,9 | 5,4 | 4,014 | 0,064 | 88,959 | 79,849 |
| PM19_5 | 22051_100 | 0,0025 | 0,24064 | 0,0285 | 0,0012 | 608 | 21 | 610 | 11 | 568 | 23 | 619 | 92 | 1028 | 17 | 668,5 | 9,2 | 172,5 | 6,3 | 1,552 | 0,026 | 100,329 | 98,546 |
| PM19_6 | 22051_101 | 0,0024 | 0,22884 | 0,0249 | 0,0021 | 543 | 17 | 532,3 | 8,4 | 517 | 40 | 561 | 83 | 550,3 | 6,6 | 80,8 | 1,8 | 18,6 | 1,5 | 6,84 | 0,14 | 98,0295 | 94,8841 |
| PM19_7 | 22051_102 | 0,0046 | 0,16662 | 0,0255 | 0,0017 | 525 | 33 | 529,3 | 8,2 | 508 | 33 | 460 | 160 | 334,1 | 4,2 | 134,2 | 2,5 | 31,2 | 2,1 | 2,486 | 0,047 | 100,819 | 115,065 |
| PM19_8 | 22051_103 | 0,043 | -0,11481 | 0,044 | 0,011 | 746 | 44 | 706 | 17 | 830 | 170 | 890 | 210 | 217,9 | 3,6 | 174,9 | 3,8 | 67 | 13 | 1,246 | 0,028 | 94,6381 | 79,3258 |
| PM19_9 | 22051_104 | 0,0021 | -0,24777 | 0,0471 | 0,0017 | 952 | 27 | 878 | 19 | 929 | 33 | 1090 | 57 | 629,1 | 9,6 | 322,1 | 5 | 139,3 | 4,5 | 1,967 | 0,034 | 92,2269 | 80,5505 |
| PM19_10 | 22051_105 | 0,0052 | -0,1057 | 0,0306 | 0,0021 | 602 | 36 | 523 | 13 | 607 | 41 | 850 | 150 | 253,6 | 3,8 | 148,6 | 2,6 | 41,5 | 2,8 | 1,704 | 0,026 | 86,8771 | 61,5294 |
| PM19_11 | 22051_106 | 0,0036 | 0,24013 | 0,0255 | 0,0013 | 528 | 24 | 510 | 11 | 509 | 26 | 590 | 120 | 527 | 15 | 233 | 16 | 54,7 | 4,4 | 2,39 | 0,11 | 96,5909 | 86,4407 |
| PM19_12 | 22051_107 | 0,0035 | 0,14152 | 0,0274 | 0,0021 | 569 | 23 | 524,9 | 8,7 | 546 | 42 | 690 | 110 | 526 | 6,5 | 148,3 | 4 | 37,4 | 3 | 3,606 | 0,096 | 92,2496 | 76,0725 |
| PM19_13 | 22051_108 | 0,0037 | -0,023978 | 0,0254 | 0,0017 | 559 | 27 | 524,6 | 9,5 | 506 | 34 | 640 | 120 | 387 | 19 | 147 | 12 | 34,9 | 3,6 | 2,89 | 0,17 | 93,8462 | 81,9688 |
| PM19_14 | 22051_109 | 0,0045 | 0,22012 | 0,0253 | 0,0021 | 548 | 30 | 528 | 11 | 504 | 42 | 580 | 140 | 275,2 | 9,3 | 103,8 | 2,6 | 24,5 | 2 | 2,634 | 0,059 | 96,3504 | 91,0345 |
| PM19_15 | 22051_110 | 0,0058 | 0,039096 | 0,024 | 0,0031 | 551 | 39 | 528 | 14 | 478 | 61 | 660 | 190 | 355,5 | 9,5 | 73,3 | 2 | 17,8 | 2,3 | 4,82 | 0,2 | 95,8258 | 80 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

Ek-2.28. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-20 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları

| | Source file | Final207_235 | Final207_235_Int2SE | Final206_238 | Final206_238_Int2SE | ErrorCorrelation_6_38vs7_35 | Final238_206 | Final238_206_Int2SE | Final207_206 | Final207_206_Int2SE | ErrorCorrelation_38_6vs7_6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_20_1 | 20050_096 | 0,677 | 0,053 | 0,0884 | 0,0017 | -0,0083266 | 11,84834 | 0,2386514 | 0,0581 | 0,0046 | 0,30451 |
| PM_20_2 | 20050_097 | 0,749 | 0,046 | 0,089 | 0,0015 | 0,16538 | 11,23596 | 0,18937 | 0,0606 | 0,0037 | 0,11109 |
| PM_20_3 | 20050_098 | 0,661 | 0,051 | 0,0889 | 0,0021 | 0,21803 | 12,06273 | 0,3055697 | 0,0565 | 0,0045 | 0,066753 |
| PM_20_4 | 20050_099 | 0,736 | 0,053 | 0,0904 | 0,002 | 0,064498 | 11,06195 | 0,2447333 | 0,0591 | 0,0044 | 0,25083 |
| PM_20_5 | 20050_100 | 0,755 | 0,05 | 0,0884 | 0,0015 | 0,37604 | 11,31222 | 0,1919494 | 0,0616 | 0,004 | -0,038873 |
| PM_20_6 | 20050_101 | 0,731 | 0,049 | 0,0872 | 0,0015 | -0,056558 | 11,46789 | 0,1972687 | 0,0615 | 0,0042 | 0,28417 |
| PM_20_7 | 20050_102 | 0,77 | 0,055 | 0,0892 | 0,0016 | -0,16374 | 11,21076 | 0,2010899 | 0,0636 | 0,0048 | 0,36508 |
| PM_20_8 | 20050_103 | 0,757 | 0,054 | 0,0899 | 0,0015 | 0,29797 | 11,12347 | 0,1855974 | 0,0595 | 0,0041 | 0,16347 |
| PM_20_9 | 20050_104 | 0,742 | 0,051 | 0,0905 | 0,0017 | 0,087851 | 11,04972 | 0,2075639 | 0,0583 | 0,0041 | 0,22821 |
| PM_20_10 | 20050_105 | 0,742 | 0,07 | 0,0893 | 0,0026 | 0,26724 | 11,19821 | 0,3260397 | 0,058 | 0,0052 | -0,014896 |
| PM_20_11 | 20050_106 | 0,745 | 0,081 | 0,0893 | 0,0023 | -0,00034049 | 11,19821 | 0,2884197 | 0,0582 | 0,0066 | 0,33518 |
| PM_20_12 | 20050_107 | 0,758 | 0,048 | 0,0893 | 0,0017 | 0,14968 | 11,19821 | 0,2131798 | 0,062 | 0,0039 | 0,12662 |
| PM_20_13 | 20050_108 | 0,729 | 0,05 | 0,09 | 0,0017 | -0,087097 | 11,11111 | 0,2098765 | 0,0588 | 0,0041 | 0,3325 |
| PM_20_14 | 20050_109 | 0,706 | 0,059 | 0,0902 | 0,0026 | -0,02261 | 11,08647 | 0,3195658 | 0,0551 | 0,0049 | 0,32958 |
| PM_20_15 | 20050_110 | 0,719 | 0,049 | 0,0886 | 0,0016 | 0,17688 | 11,68224 | 0,2183597 | 0,0606 | 0,0042 | 0,092401 |

Ek-2.28. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-20 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

| | Source file | Final208_232 | Final208_232_Int2SE | FinalAge207_235 | FinalAge207_235_Int2SE | FinalAge206_238 | FinalAge206_238_Int2SE | FinalAge208_232 | FinalAge208_232_Int2SE | FinalAge207_206 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_20_1 | 20050_096 | 0,0239 | 0,0017 | 525 | 16 | 546,07 | 5,03 | 476 | 33 | 480 |
| PM_20_2 | 20050_097 | 0,0271 | 0,0024 | 567,6 | 13,4 | 549,62 | 4,44 | 538 | 47 | 540 |
| PM_20_3 | 20050_098 | 0,0231 | 0,0028 | 515,2 | 15,6 | 549,03 | 6,22 | 460 | 55 | 450 |
| PM_20_4 | 20050_099 | 0,0292 | 0,0017 | 560,1 | 15,5 | 557,9 | 5,91 | 581 | 33 | 520 |
| PM_20_5 | 20050_100 | 0,0299 | 0,0027 | 571,1 | 14,5 | 546,07 | 4,44 | 593 | 52 | 600 |
| PM_20_6 | 20050_101 | 0,0265 | 0,0027 | 557,1 | 14,4 | 538,96 | 4,45 | 527 | 52 | 510 |
| PM_20_7 | 20050_102 | 0,0246 | 0,0025 | 579,8 | 15,8 | 550,8 | 4,73 | 490 | 49 | 640 |
| PM_20_8 | 20050_103 | 0,0262 | 0,0019 | 572,3 | 15,6 | 554,95 | 4,44 | 522 | 37 | 580 |
| PM_20_9 | 20050_104 | 0,0254 | 0,0023 | 563,6 | 14,9 | 558,49 | 5,02 | 505 | 44 | 490 |
| PM_20_10 | 20050_105 | 0,0256 | 0,0023 | 563,6 | 20,4 | 551,4 | 7,69 | 510 | 45 | 470 |
| PM_20_11 | 20050_106 | 0,0232 | 0,0024 | 565,3 | 23,6 | 551,4 | 6,81 | 463 | 47 | 410 |
| PM_20_12 | 20050_107 | 0,0332 | 0,0031 | 572,9 | 13,9 | 551,4 | 5,03 | 658 | 61 | 620 |
| PM_20_13 | 20050_108 | 0,0274 | 0,0026 | 556 | 14,7 | 555,54 | 5,03 | 545 | 50 | 490 |
| PM_20_14 | 20050_109 | 0,0291 | 0,0019 | 542,4 | 17,6 | 556,72 | 7,69 | 579 | 38 | 400 |
| PM_20_15 | 20050_110 | 0,0254 | 0,0019 | 550,1 | 14,5 | 547,25 | 4,74 | 506 | 38 | 550 |

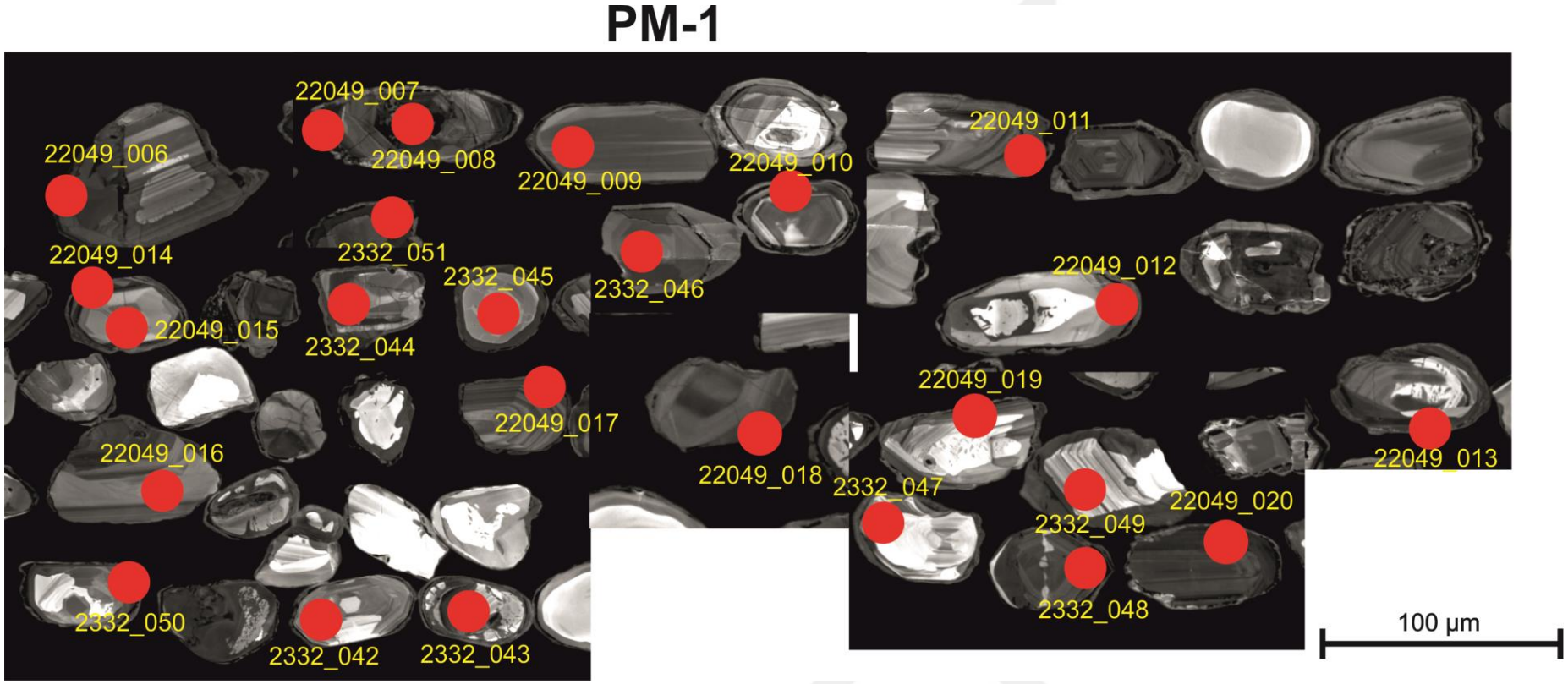


Ek-2.28. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-20 nolu örneğin zirkon U-Pb analiz sonuçları (devamı)

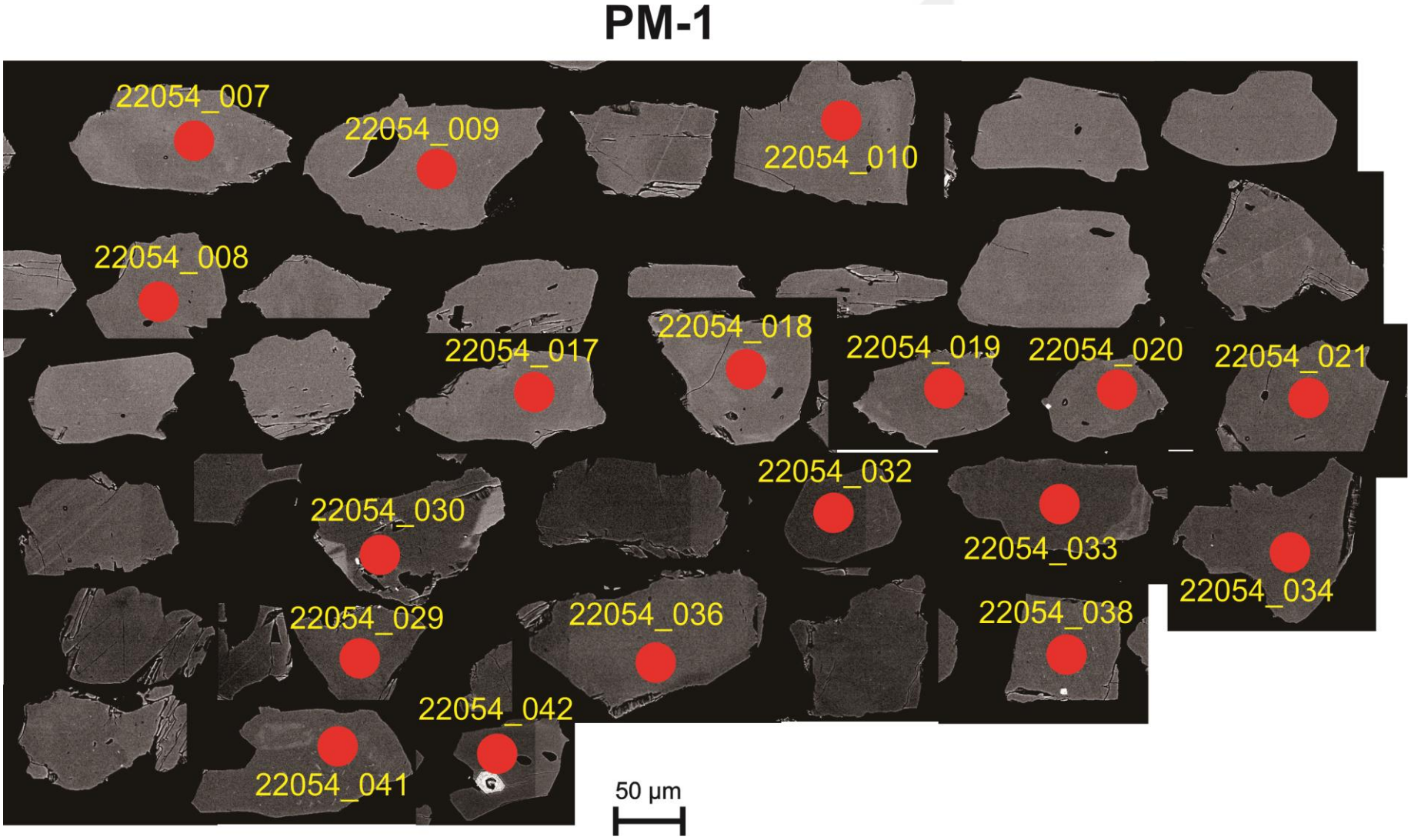
| | Source file | FinalAge207_206_Int2SE | Approx_U_PPM | Approx_U_PPM_Int2SE | Approx_Th_PPM | Approx_Th_PPM_Int2SE | Approx_Pb_PPM | Approx_Pb_PPM_Int2SE | FInal_U_Th_Ratio | FInal_U_Th_Ratio_Int2SE | Conc1% | Conc2% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PM_20_1 | 20050_096 | 160 | 467,6 | 5,2 | 188,9 | 5,9 | 42,8 | 2,8 | 2,5 | 0,078 | 104,01 | 113,76 |
| PM_20_2 | 20050_097 | 120 | 476 | 10 | 108,1 | 2,9 | 26,9 | 2,4 | 4,34 | 0,11 | 96,83 | 101,78 |
| PM_20_3 | 20050_098 | 170 | 757 | 21 | 228,7 | 7,6 | 50,1 | 6,2 | 3,332 | 0,079 | 106,57 | 122,01 |
| PM_20_4 | 20050_099 | 150 | 284,7 | 8,7 | 167 | 4,6 | 45,2 | 3 | 1,752 | 0,067 | 99,61 | 107,29 |
| PM_20_5 | 20050_100 | 120 | 419 | 12 | 90,8 | 1,6 | 25,7 | 2,4 | 4,62 | 0,13 | 95,62 | 91,01 |
| PM_20_6 | 20050_101 | 130 | 383 | 12 | 88,4 | 3,3 | 22,8 | 2,4 | 4,288 | 0,073 | 96,74 | 105,68 |
| PM_20_7 | 20050_102 | 150 | 387 | 7,3 | 88,8 | 1,5 | 21,2 | 2,2 | 4,362 | 0,095 | 95,00 | 86,06 |
| PM_20_8 | 20050_103 | 130 | 317,7 | 7,6 | 161,8 | 3,7 | 37,1 | 2,9 | 1,904 | 0,062 | 96,97 | 95,68 |
| PM_20_9 | 20050_104 | 140 | 310 | 7,2 | 86,1 | 3,8 | 21,7 | 2,2 | 3,66 | 0,13 | 99,09 | 113,98 |
| PM_20_10 | 20050_105 | 180 | 260 | 11 | 157,1 | 3,6 | 37,7 | 3,3 | 1,677 | 0,043 | 97,84 | 117,32 |
| PM_20_11 | 20050_106 | 210 | 315,9 | 9,8 | 107,4 | 2,5 | 23,6 | 2,4 | 2,92 | 0,076 | 97,54 | 134,49 |
| PM_20_12 | 20050_107 | 130 | 745 | 31 | 108,5 | 2,5 | 34,1 | 3,2 | 6,77 | 0,19 | 96,25 | 88,94 |
| PM_20_13 | 20050_108 | 140 | 339,2 | 3,3 | 73,9 | 1 | 19,2 | 1,8 | 4,537 | 0,072 | 99,92 | 113,38 |
| PM_20_14 | 20050_109 | 170 | 361 | 7,5 | 293,3 | 7,8 | 77,6 | 5,8 | 1,216 | 0,021 | 102,64 | 139,18 |
| PM_20_15 | 20050_110 | 150 | 436 | 15 | 160,9 | 5,6 | 37,4 | 3,3 | 2,85 | 0,18 | 99,48 | 99,50 |

%Conc1=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{235}$U age)*100, %Conc2=($^{206}$Pb/$^{238}$U age)/($^{207}$Pb/$^{206}$Pb age)*100

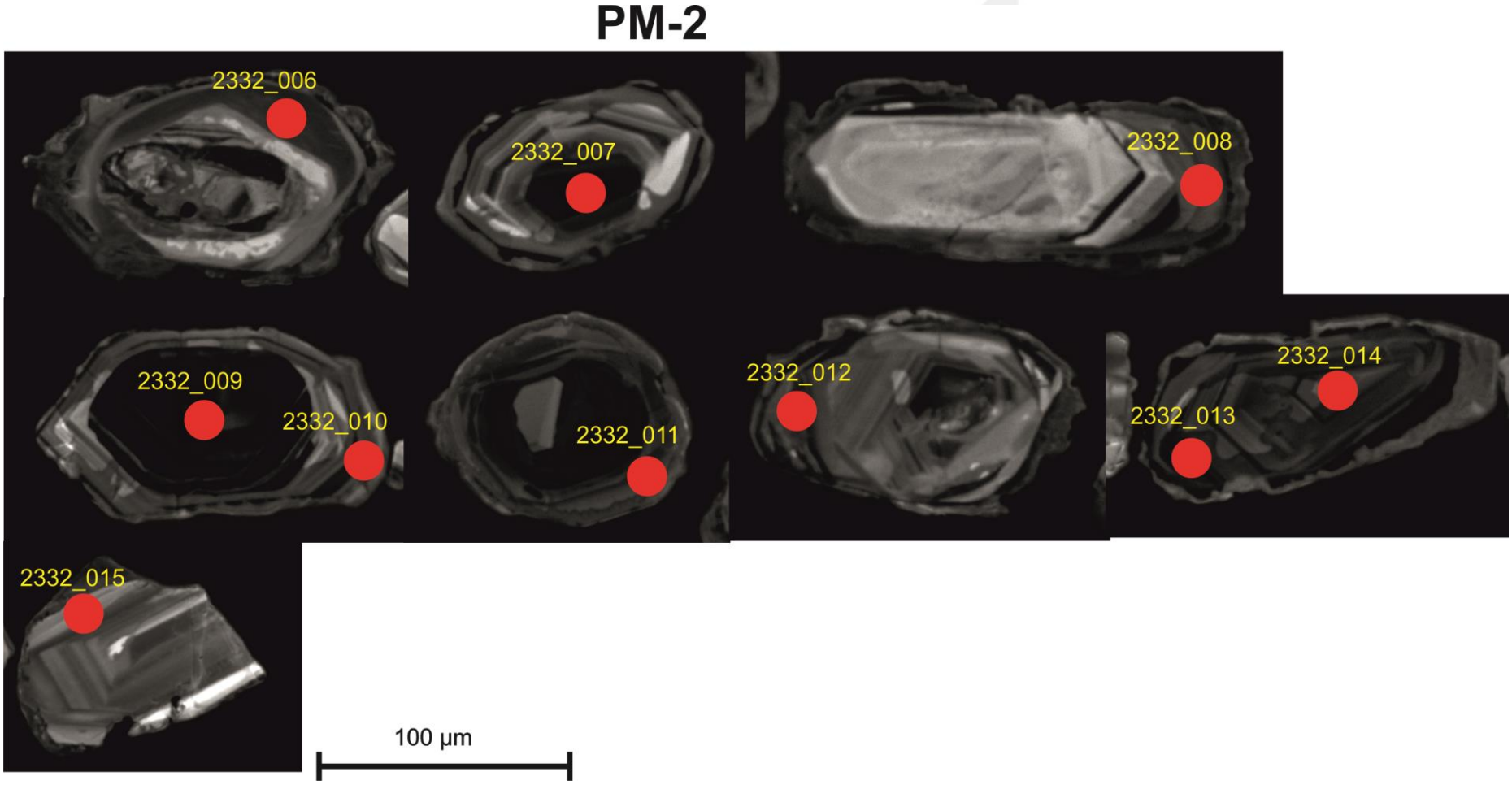
Ek-2.29. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-1 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



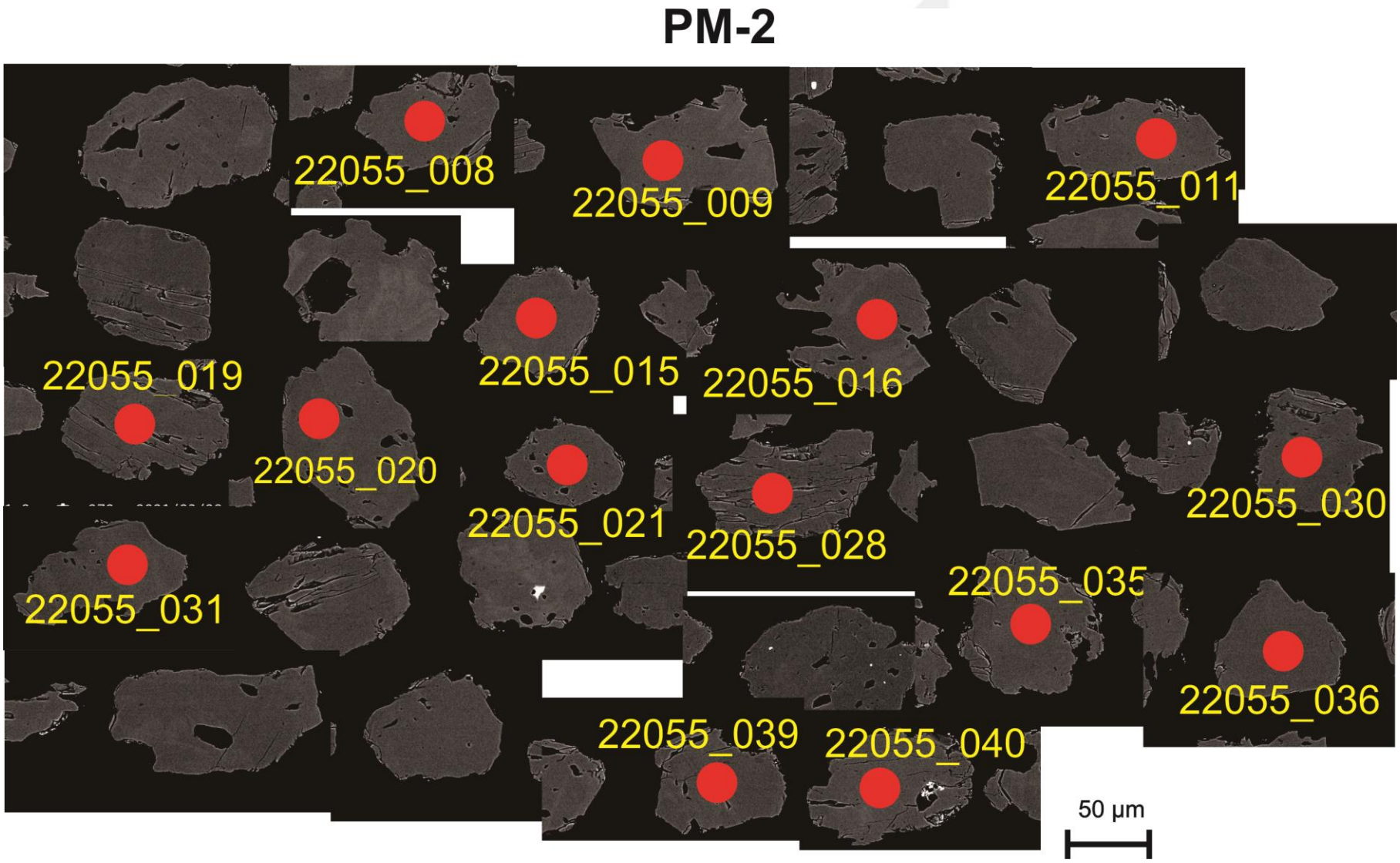
Ek-2.30. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-1 nolu örnekteki rutillerin CL (Katodolüminessans) görüntüleri



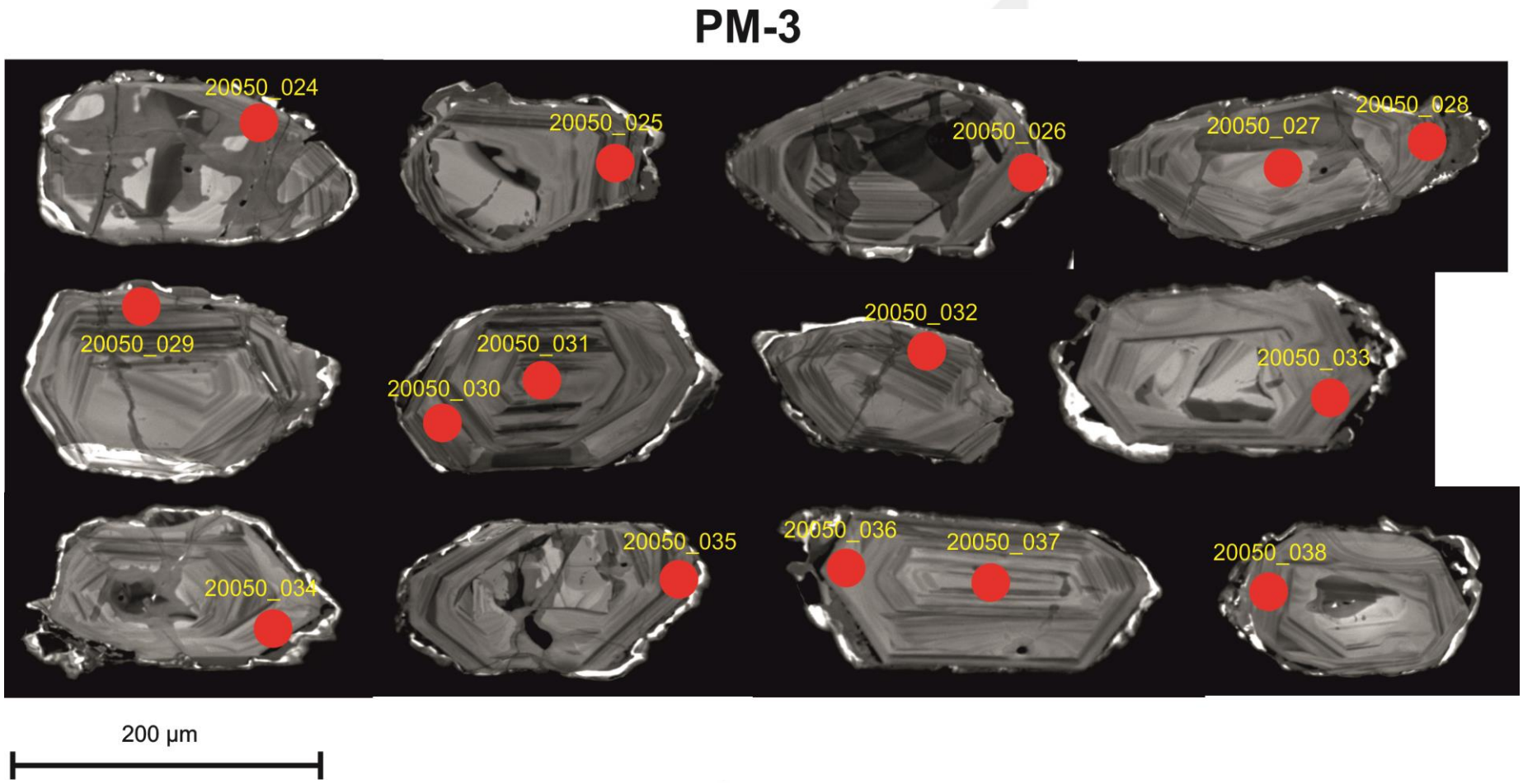
Ek-2.31. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-2 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



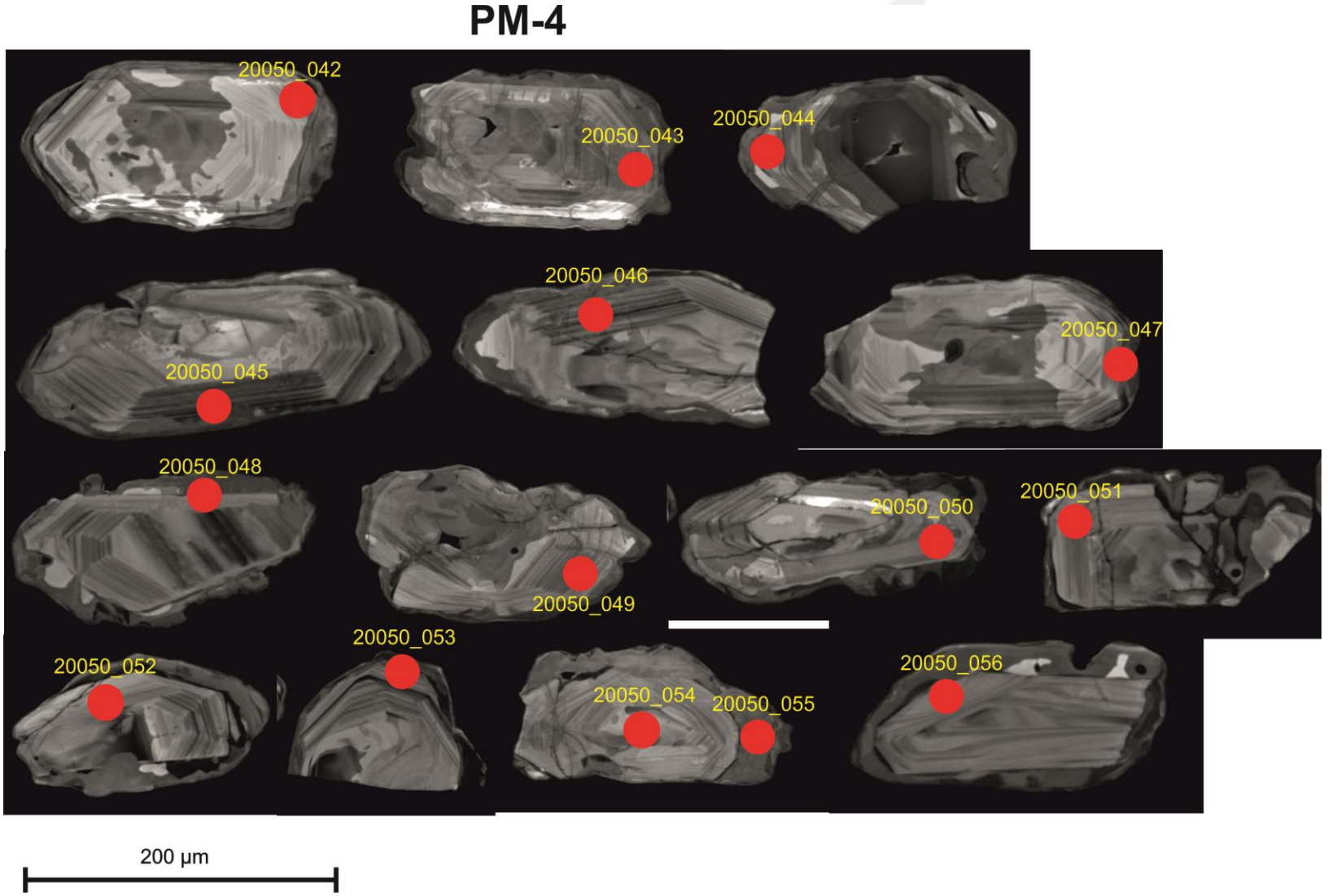
Ek-2.32. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-2 nolu örnekteki rutillerin CL (Katodolüminessans) görüntüleri



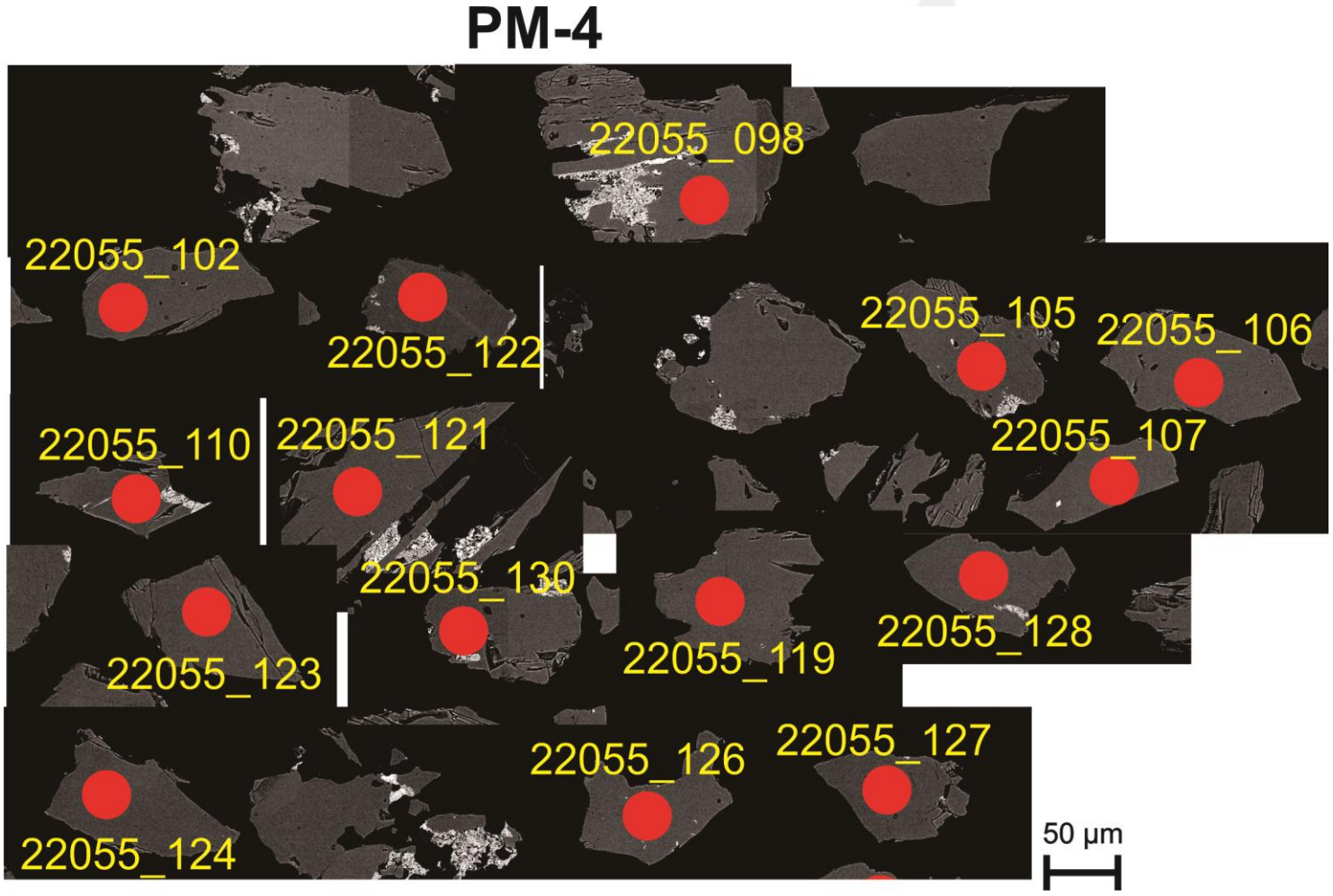
Ek-2.33. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-3 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



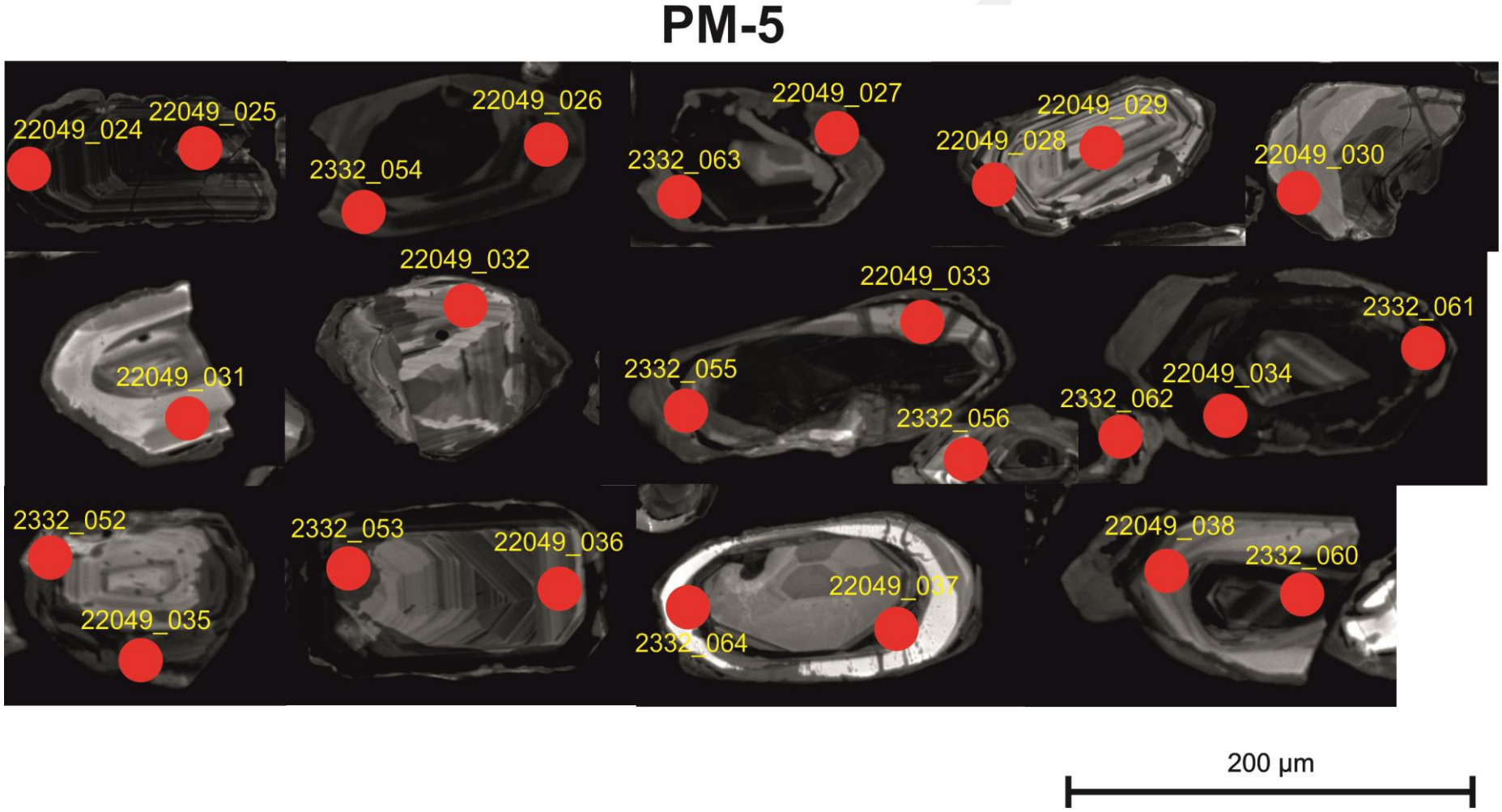
Ek-2.34. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-4 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



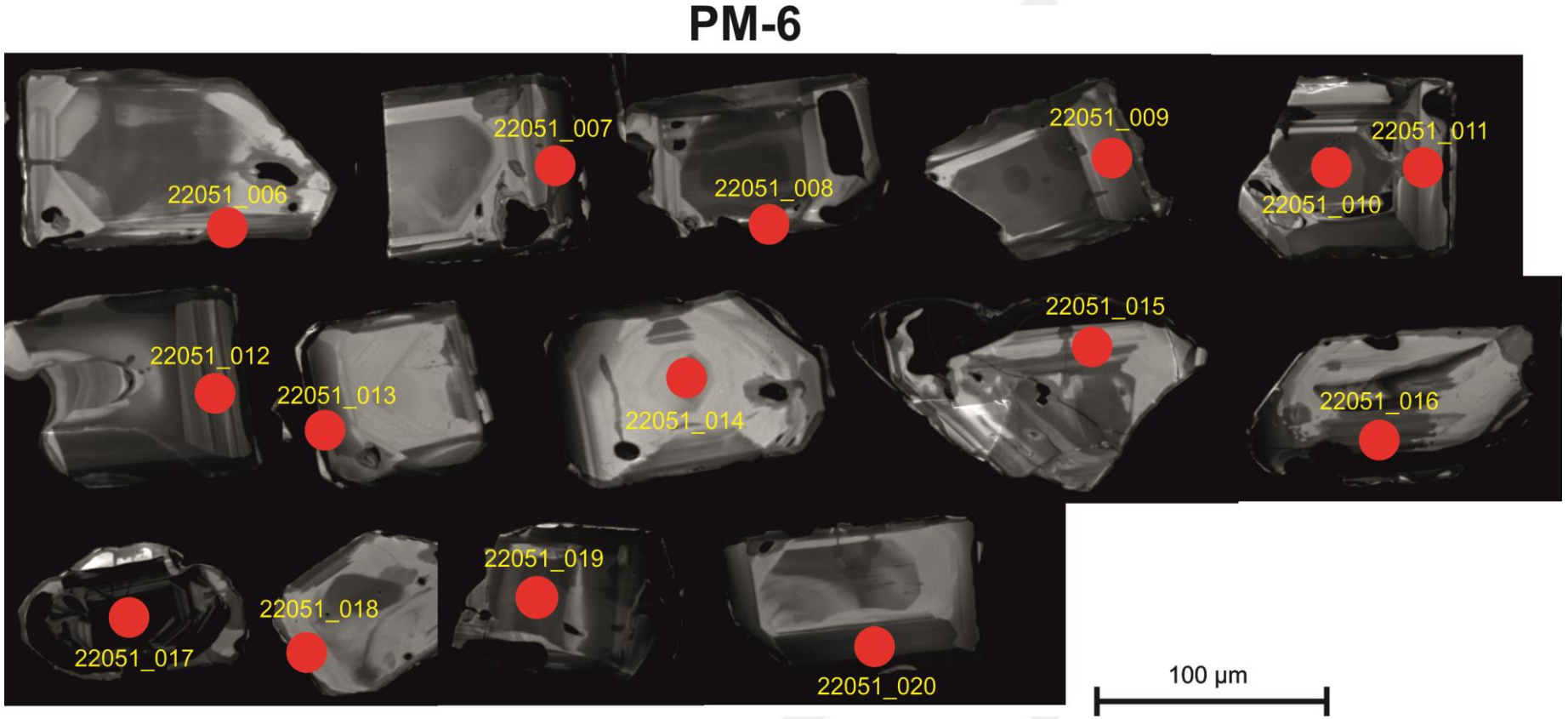
Ek-2.35. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-4 nolu örnekteki rutillerin CL (Katodolüminessans) görüntüleri



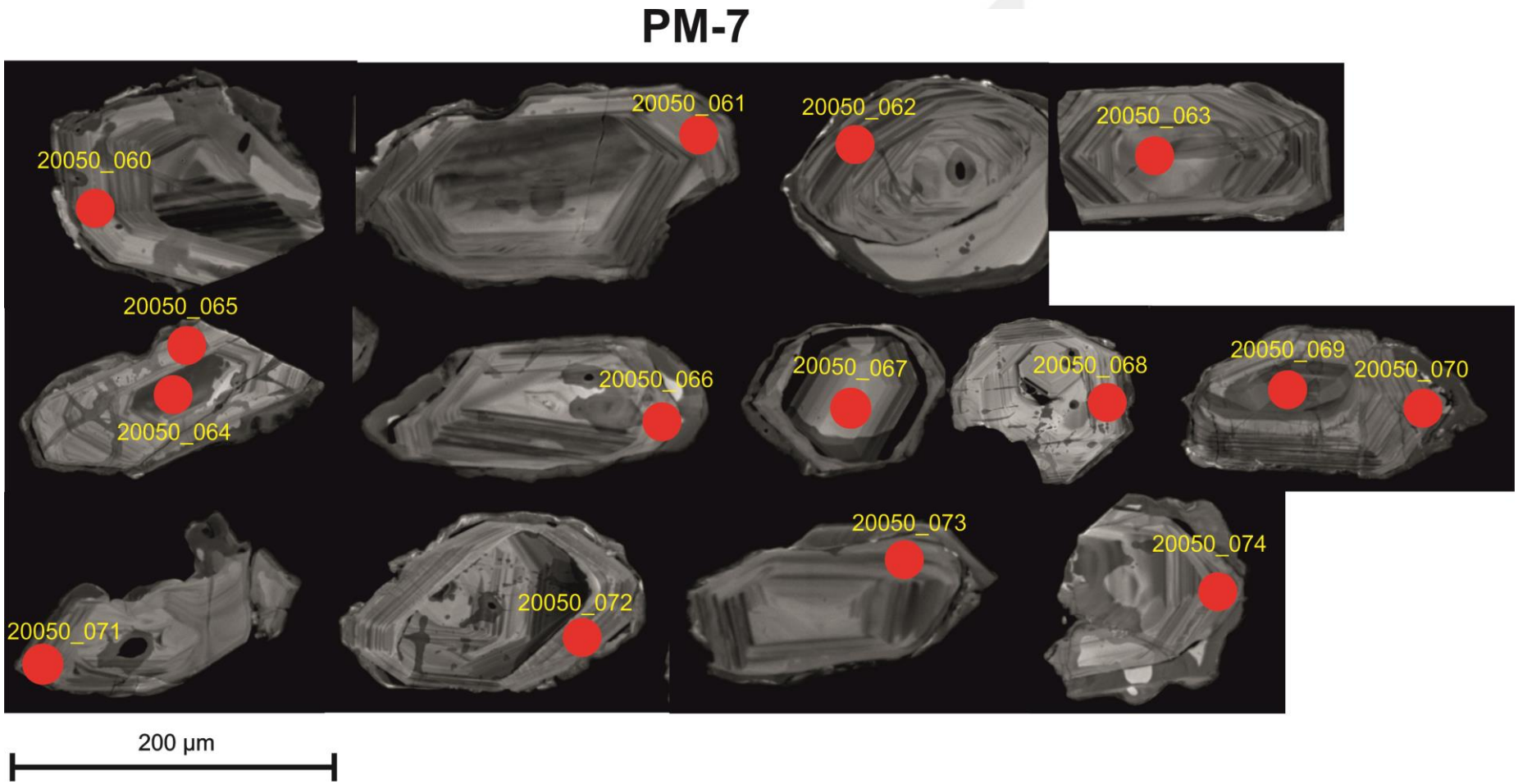
Ek-2.36. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-5 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



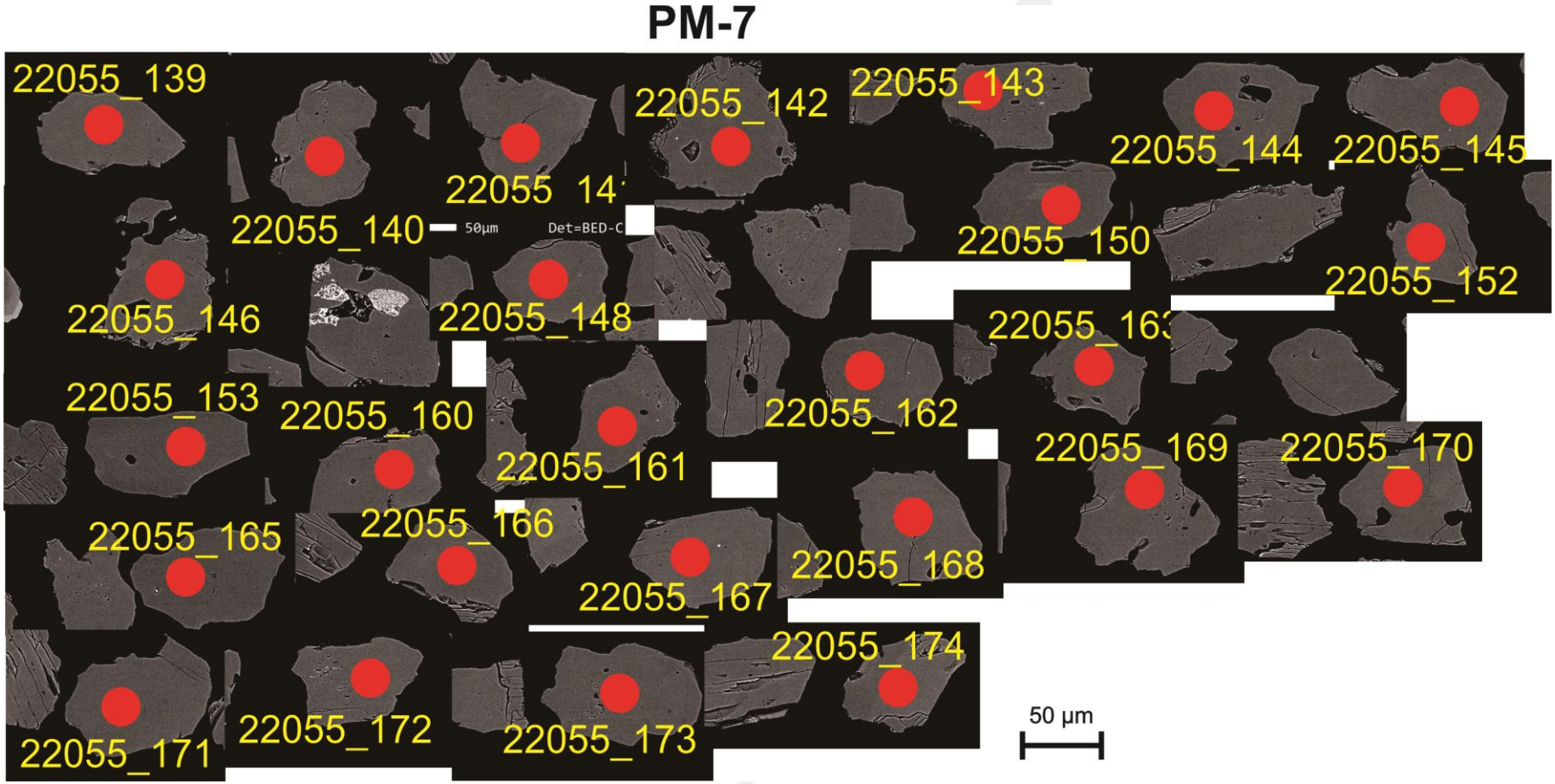
Ek-2.37. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-6 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



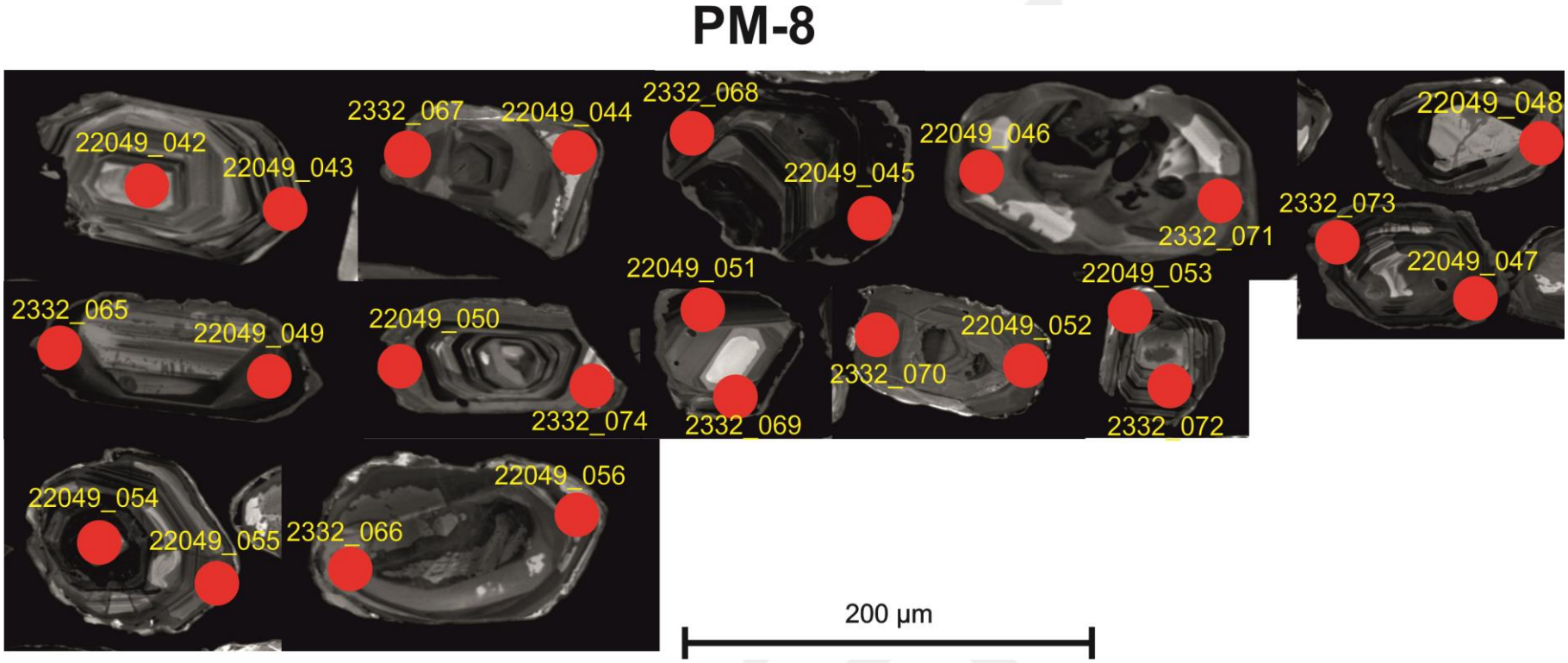
Ek-2.38. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-7 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



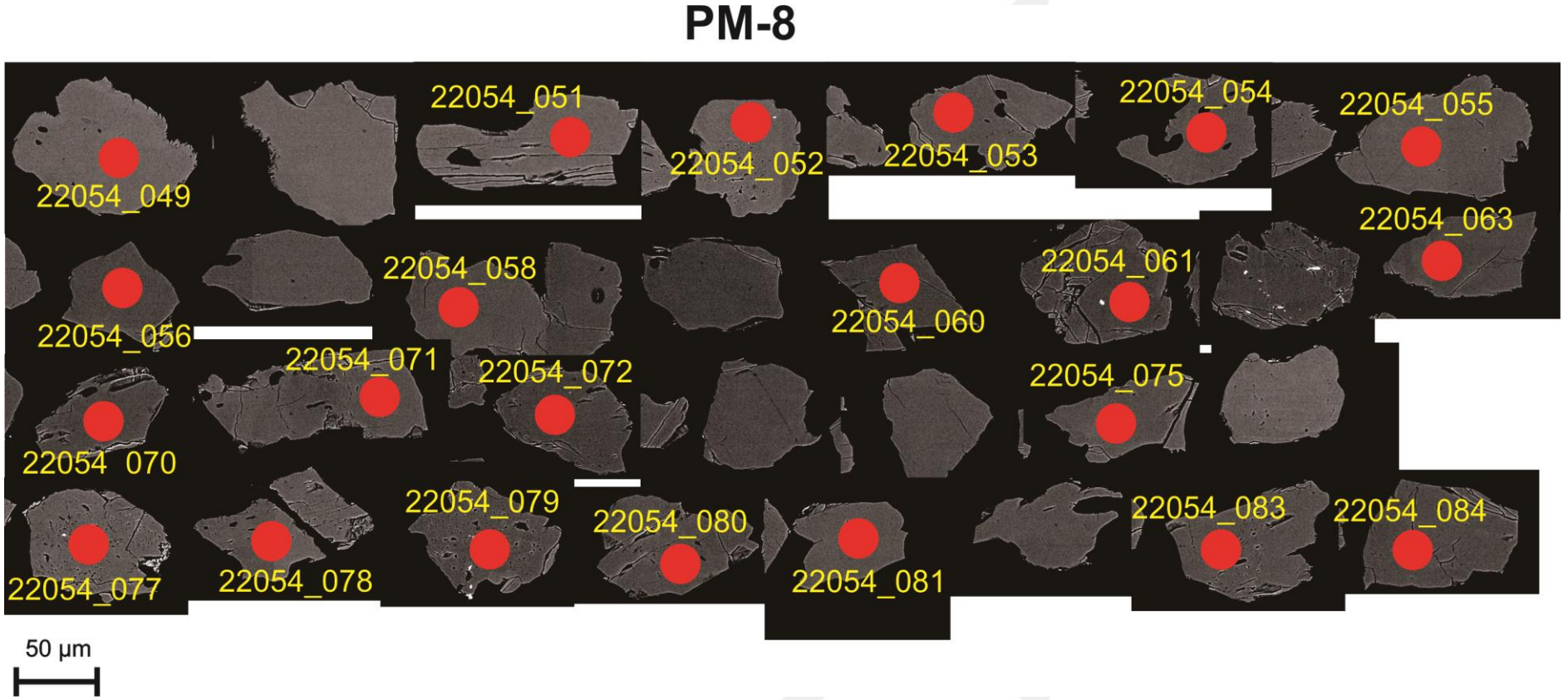
Ek-2.39. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-7 nolu örnekteki rutillerin CL (Katodolüminessans) görüntüleri



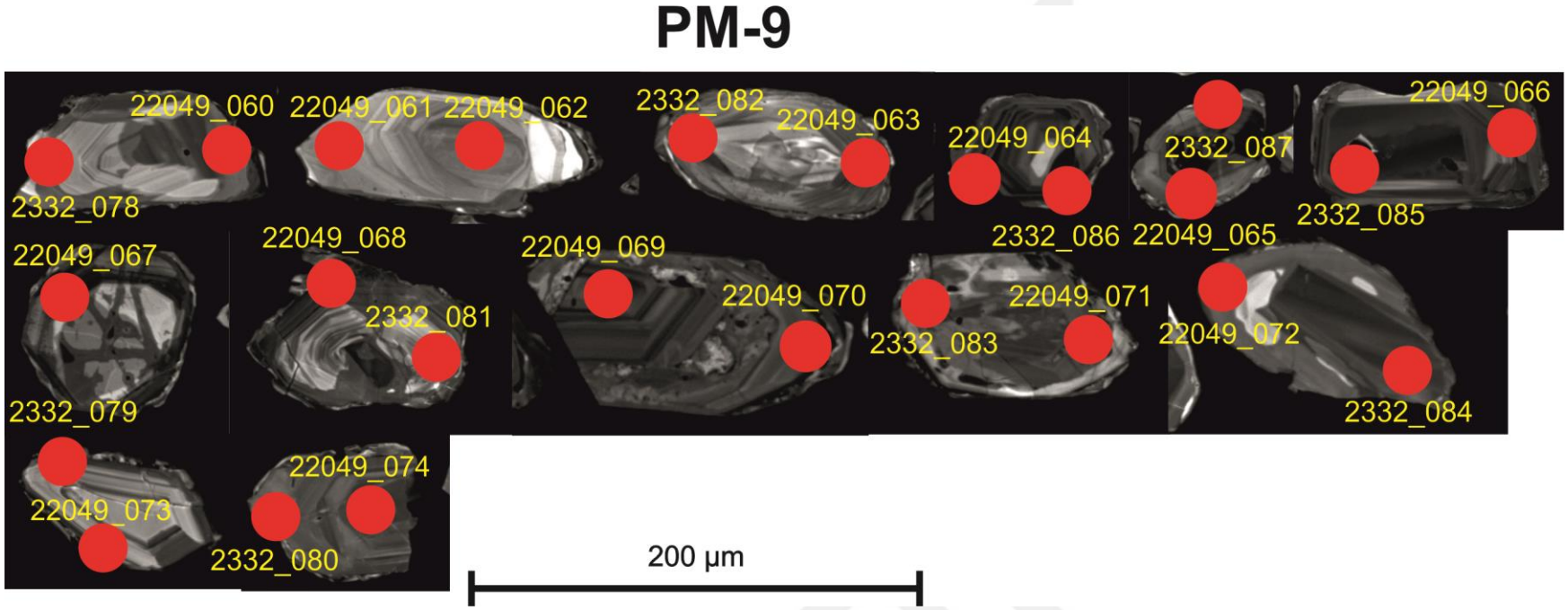
Ek-2.40. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



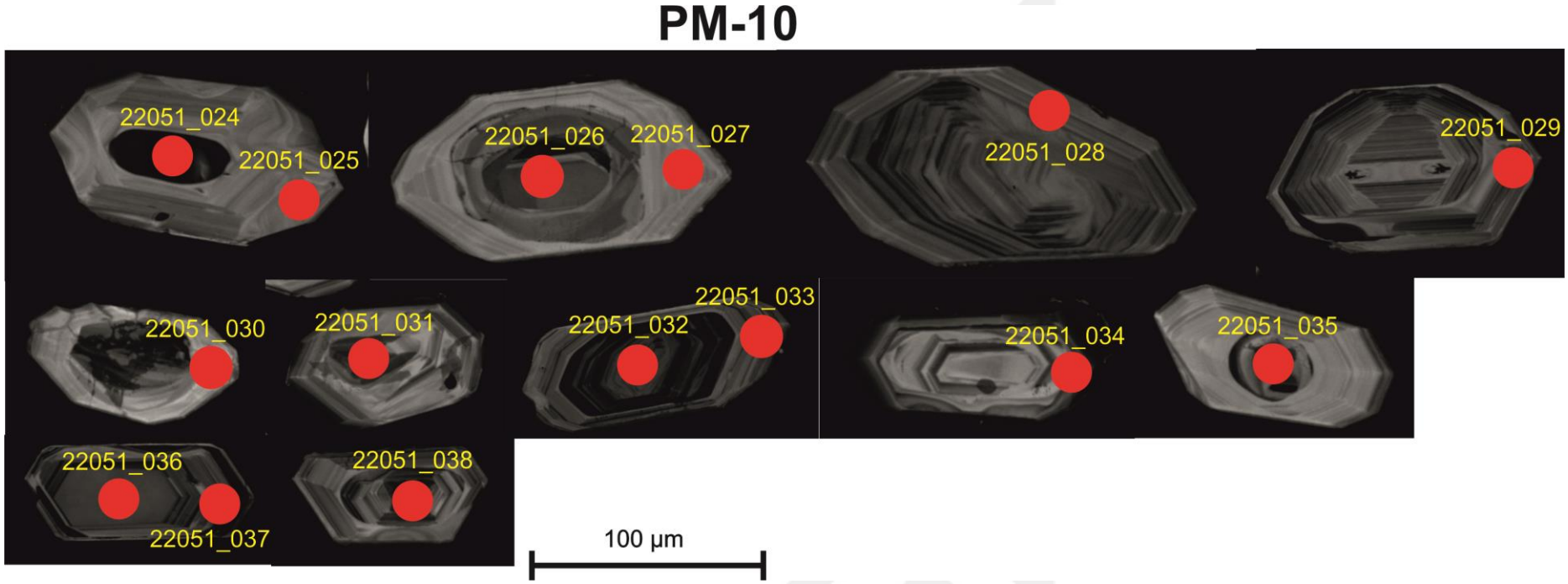
Ek-2.41. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-8 nolu örnekteki rutillerin CL (Katodolüminessans) görüntüleri



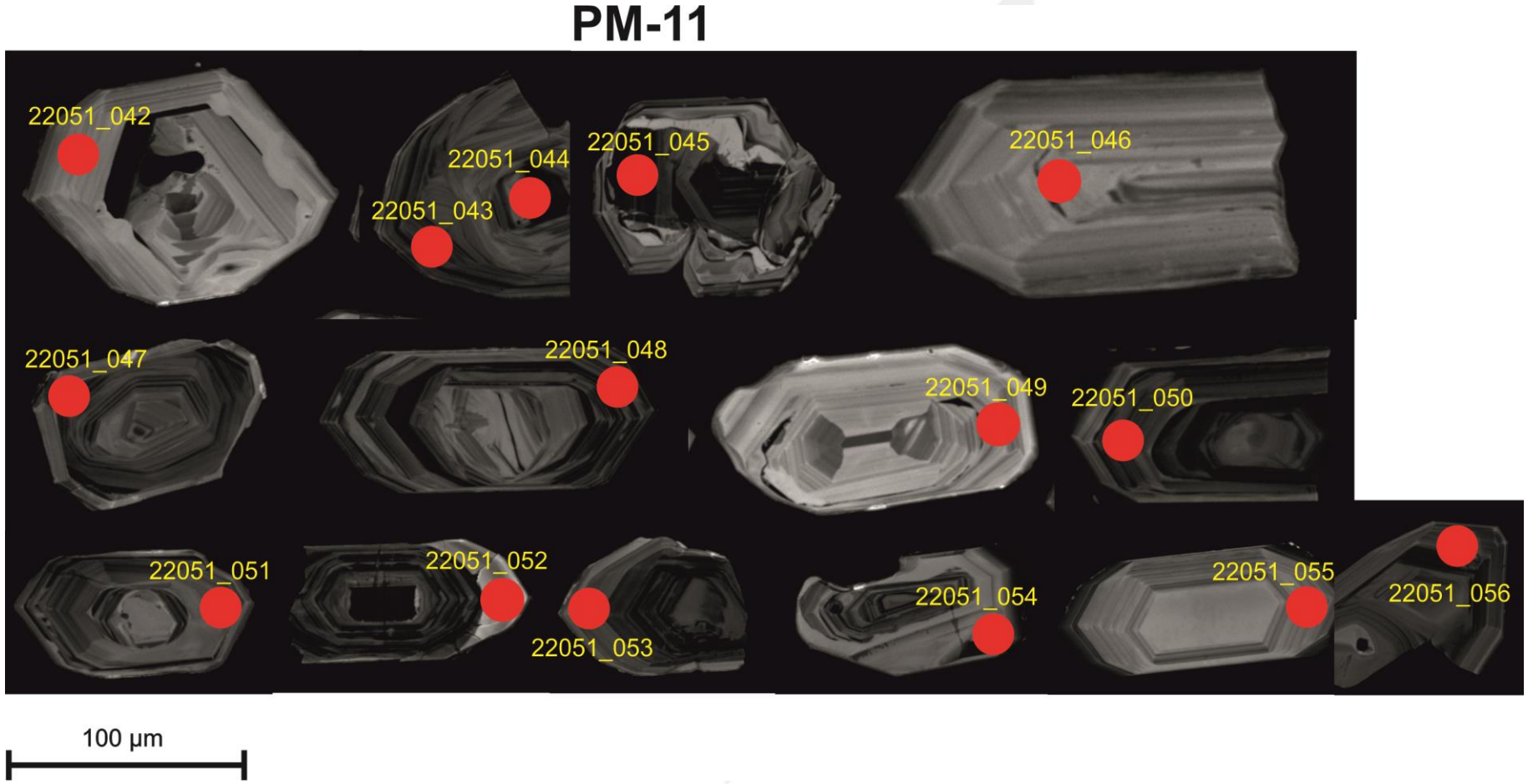
Ek-2.42. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-9 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



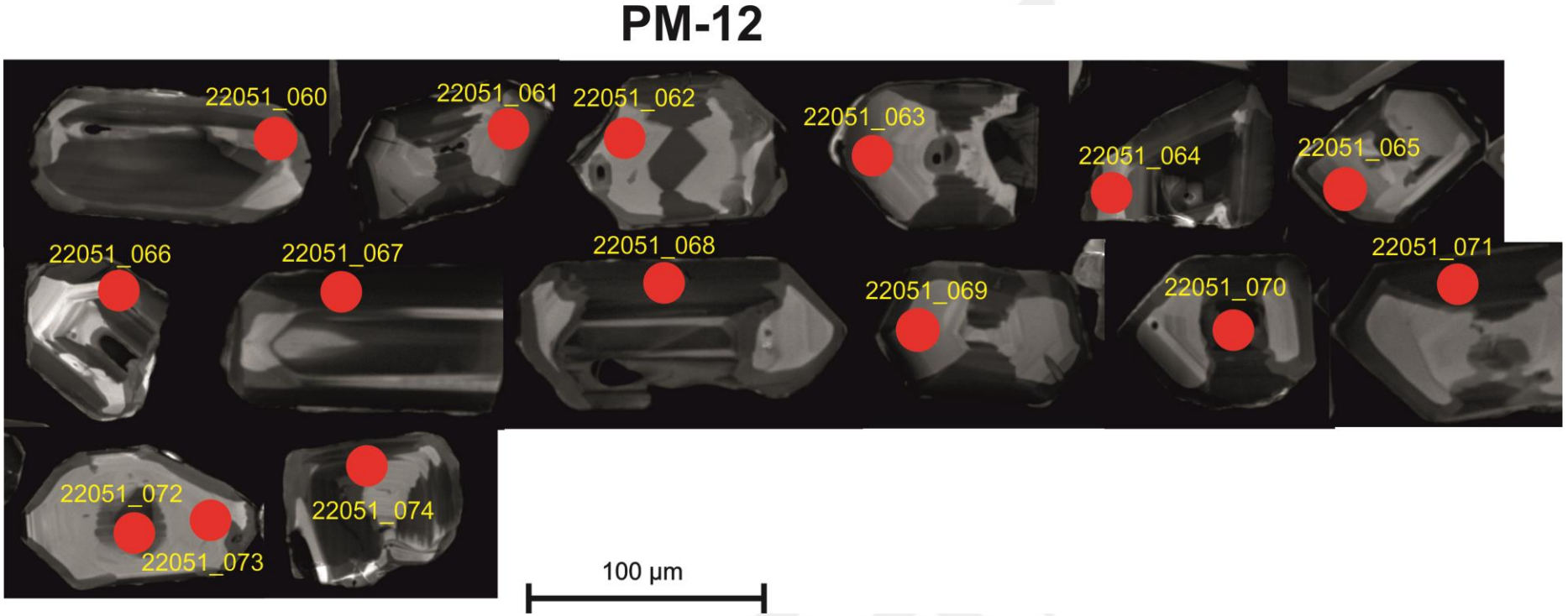
Ek-2.43. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-10 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



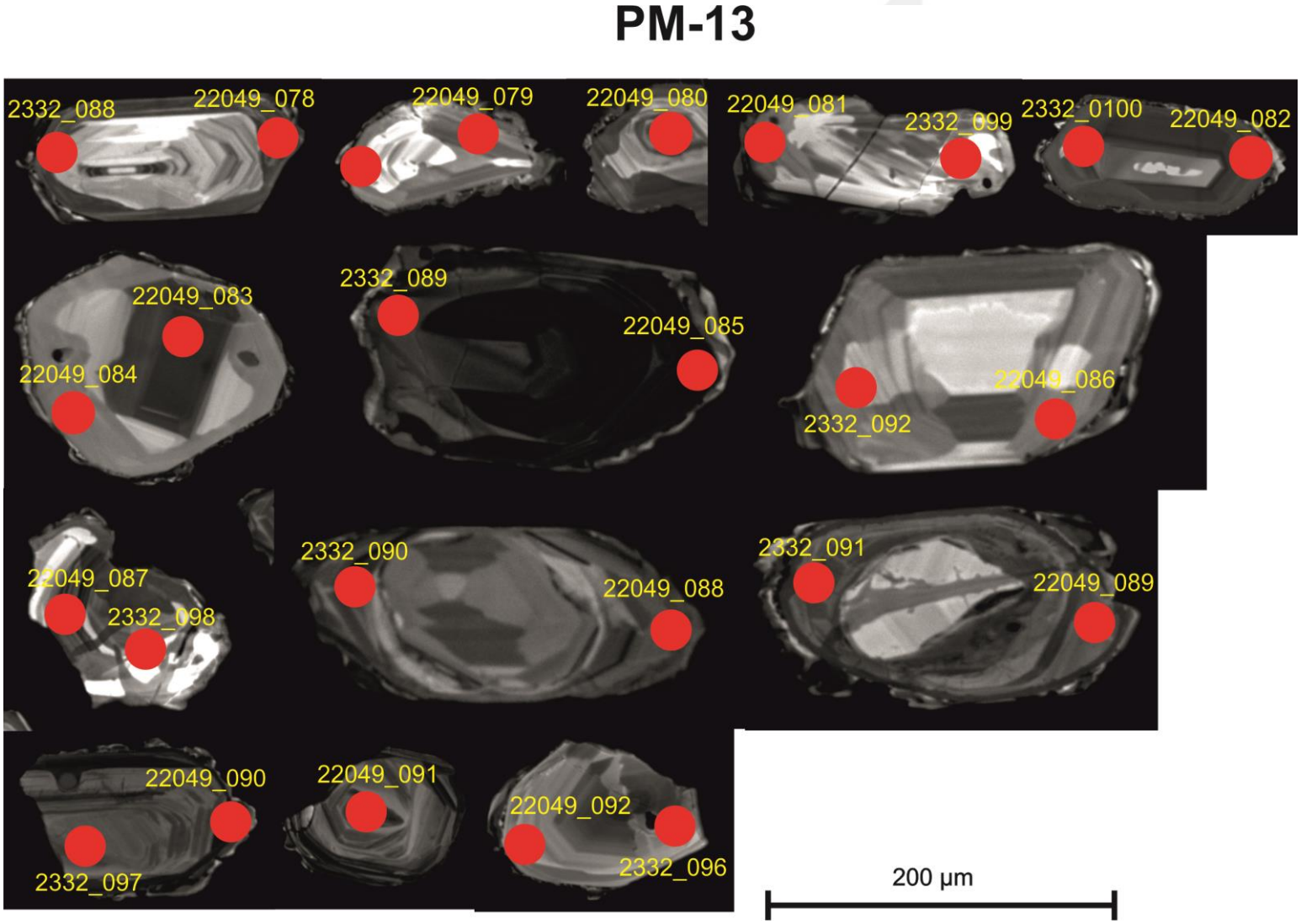
Ek-2.44. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-11 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



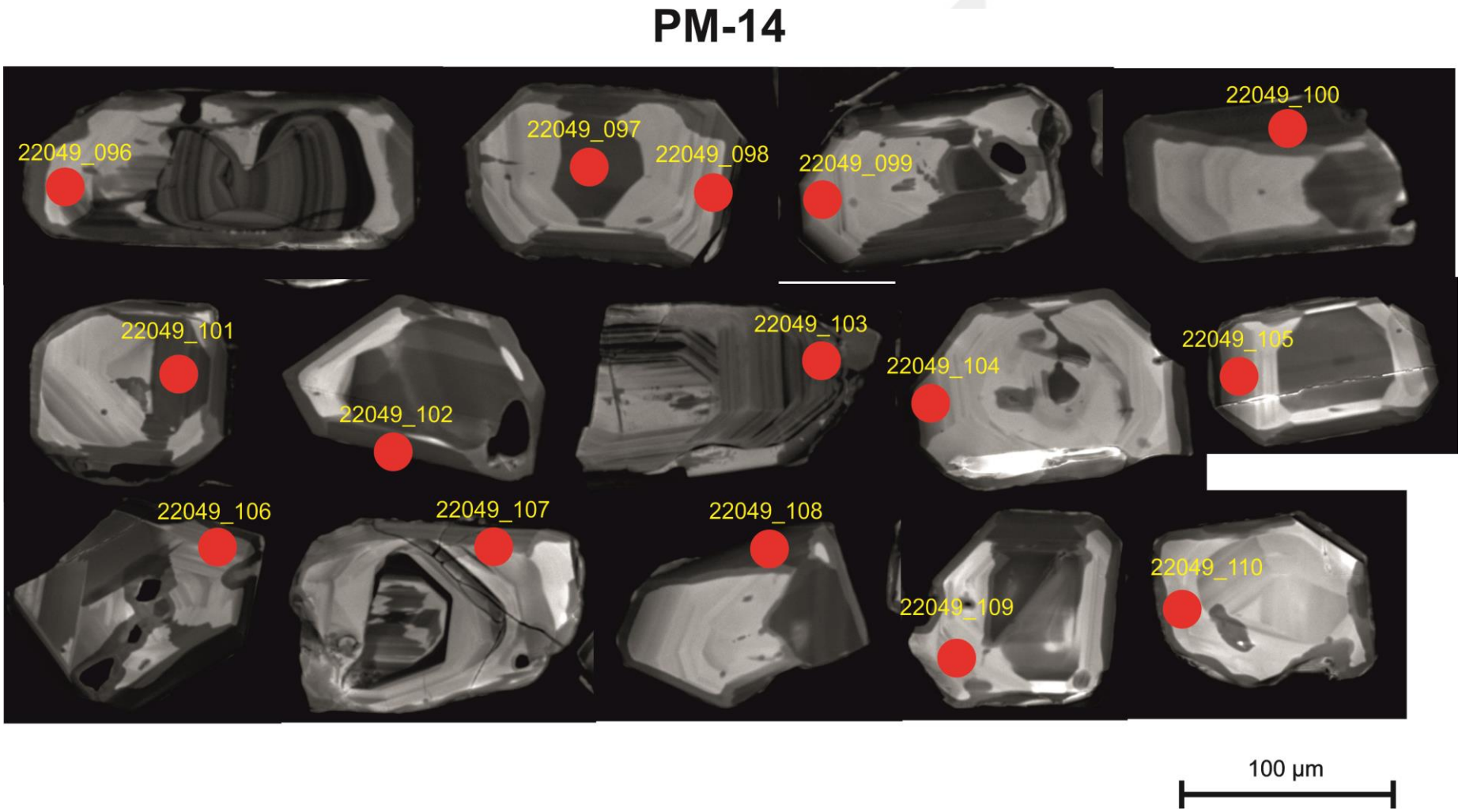
Ek-2.45. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-12 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



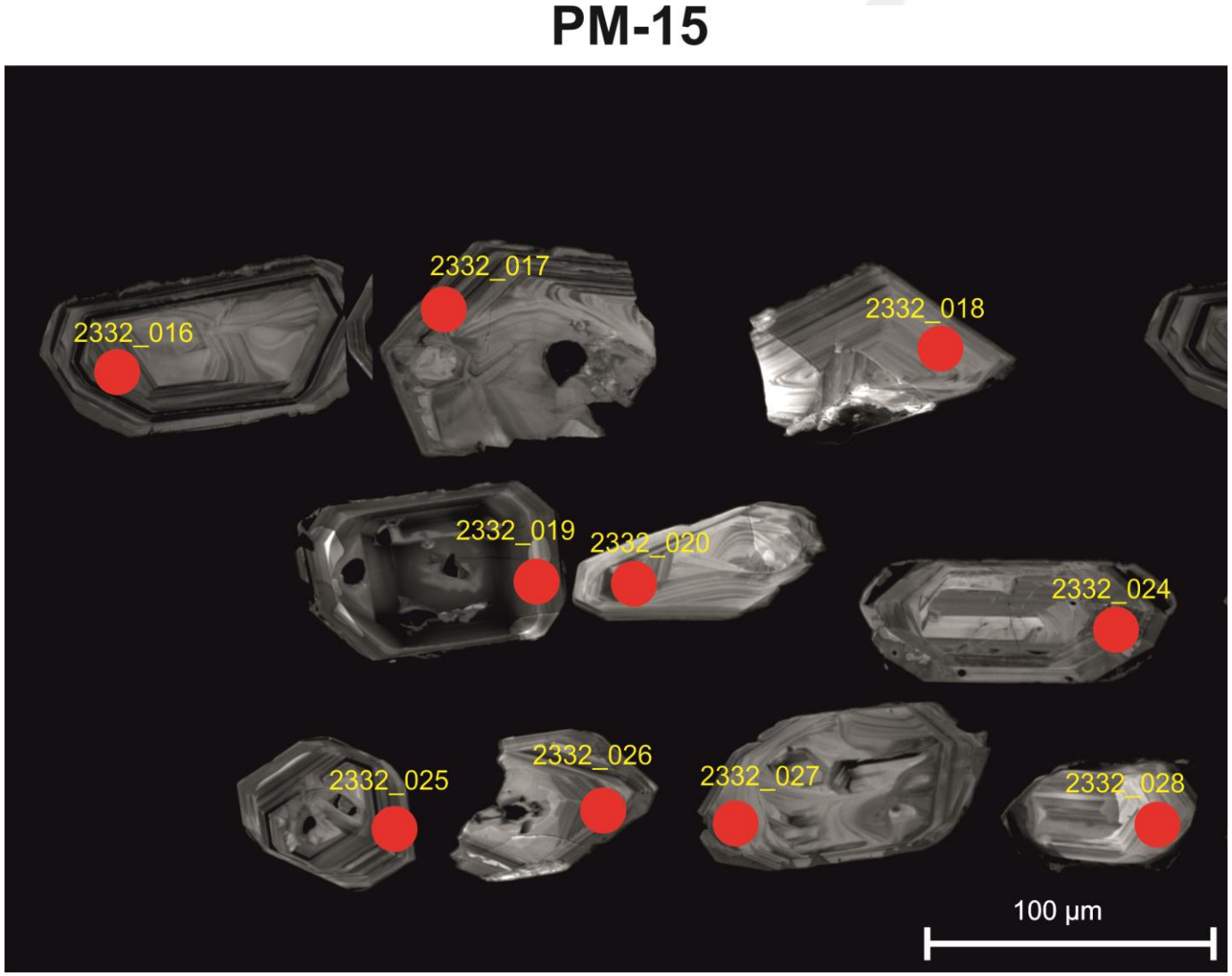
Ek-2.46. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-13 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



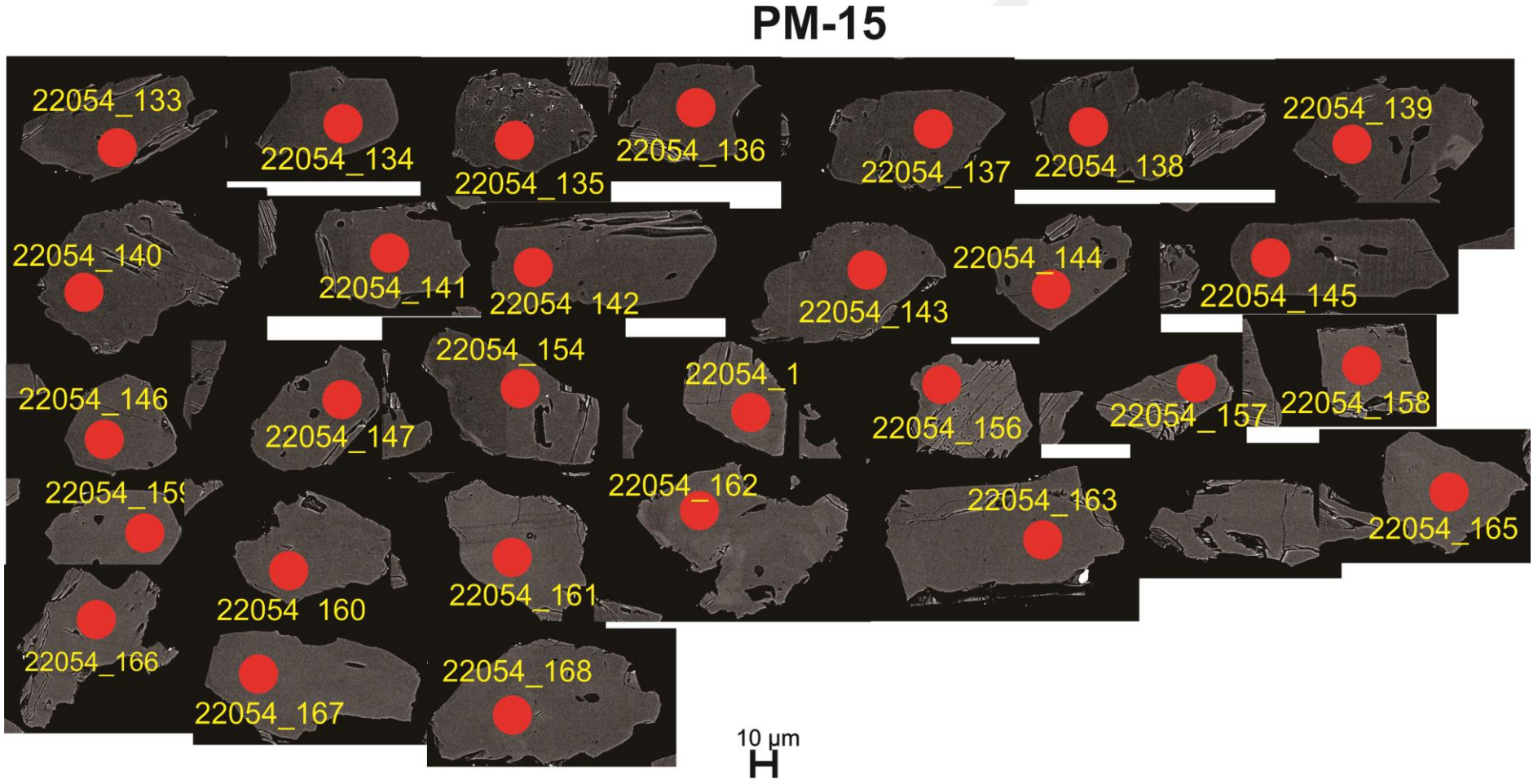
Ek-2.47. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-14 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



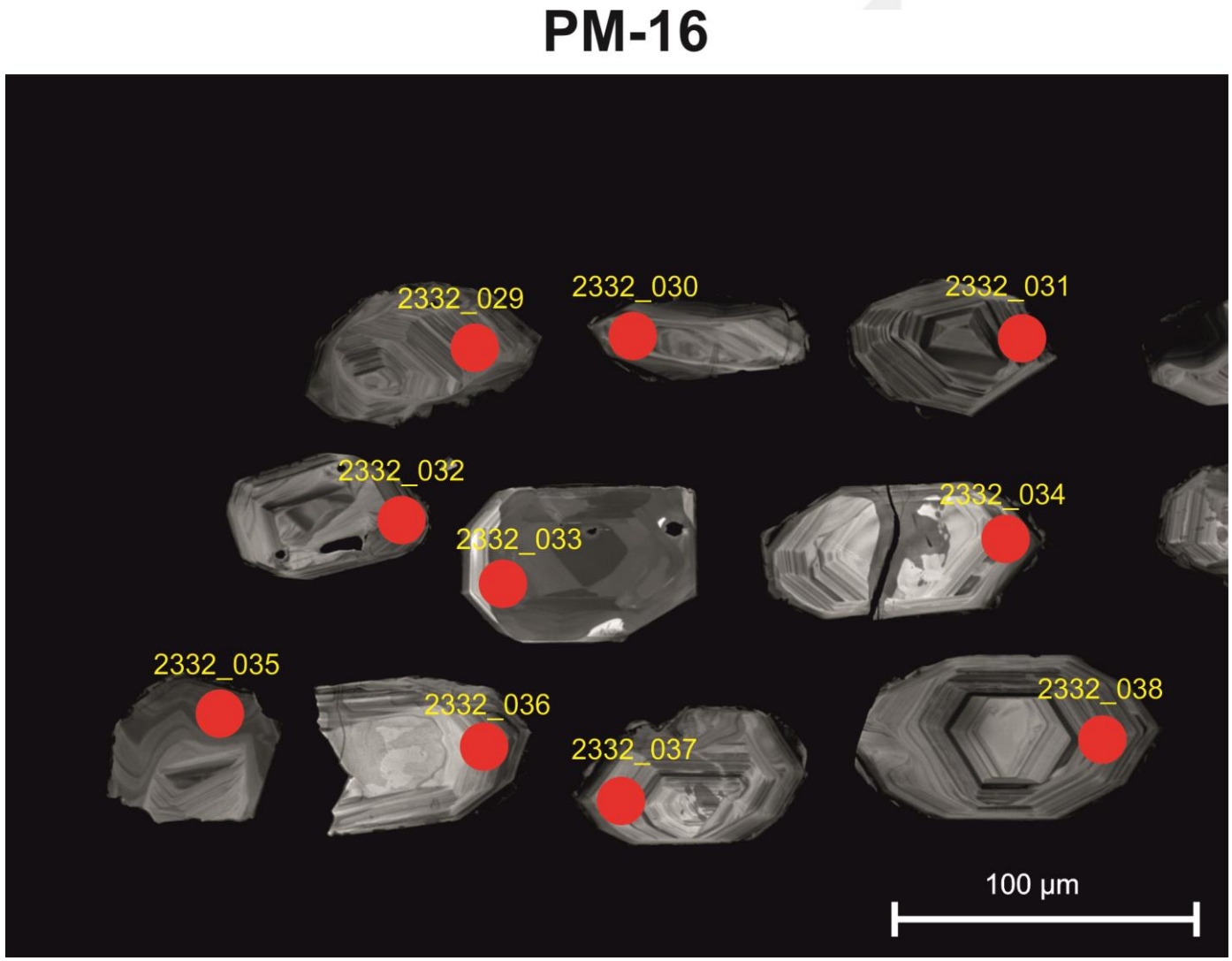
Ek-2.48. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-15 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüler



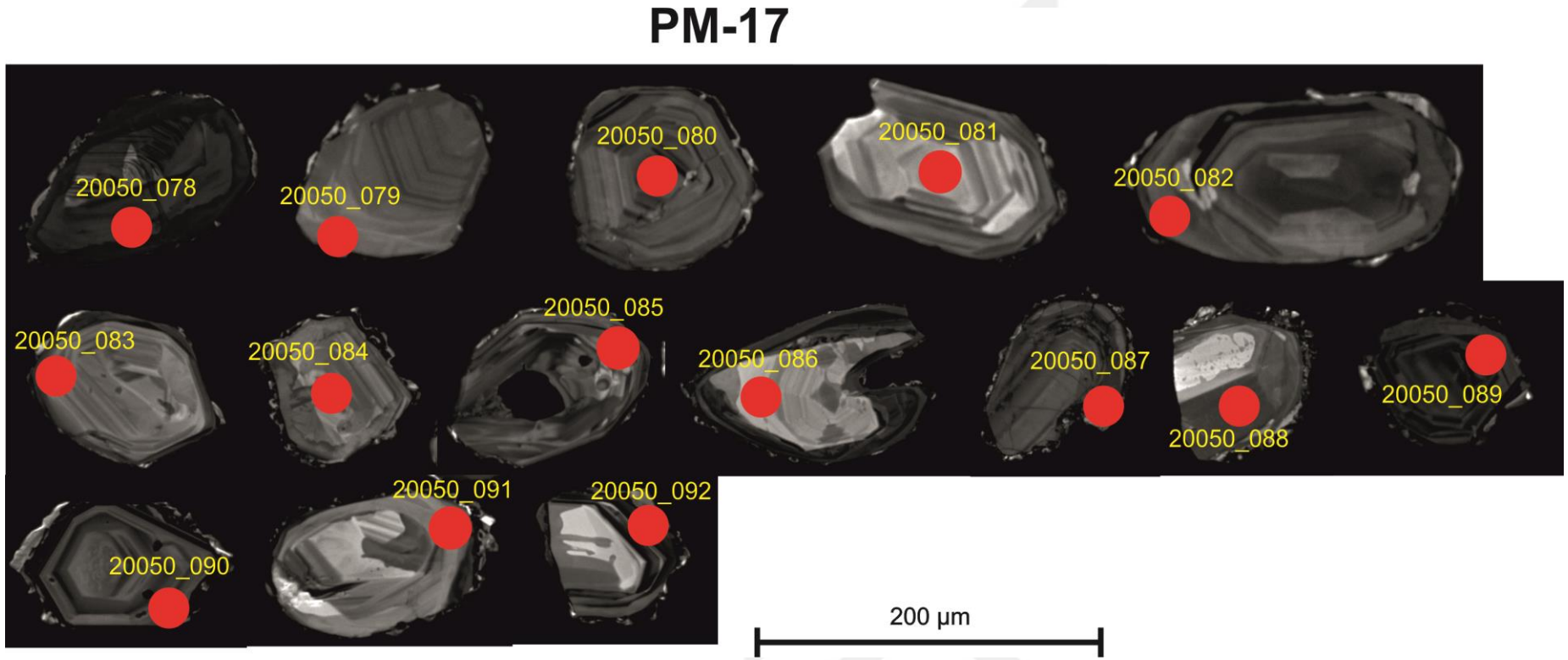
Ek-2.49. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-15 nolu örnekteki rutillerin CL (Katodolüminessans) görüntüler



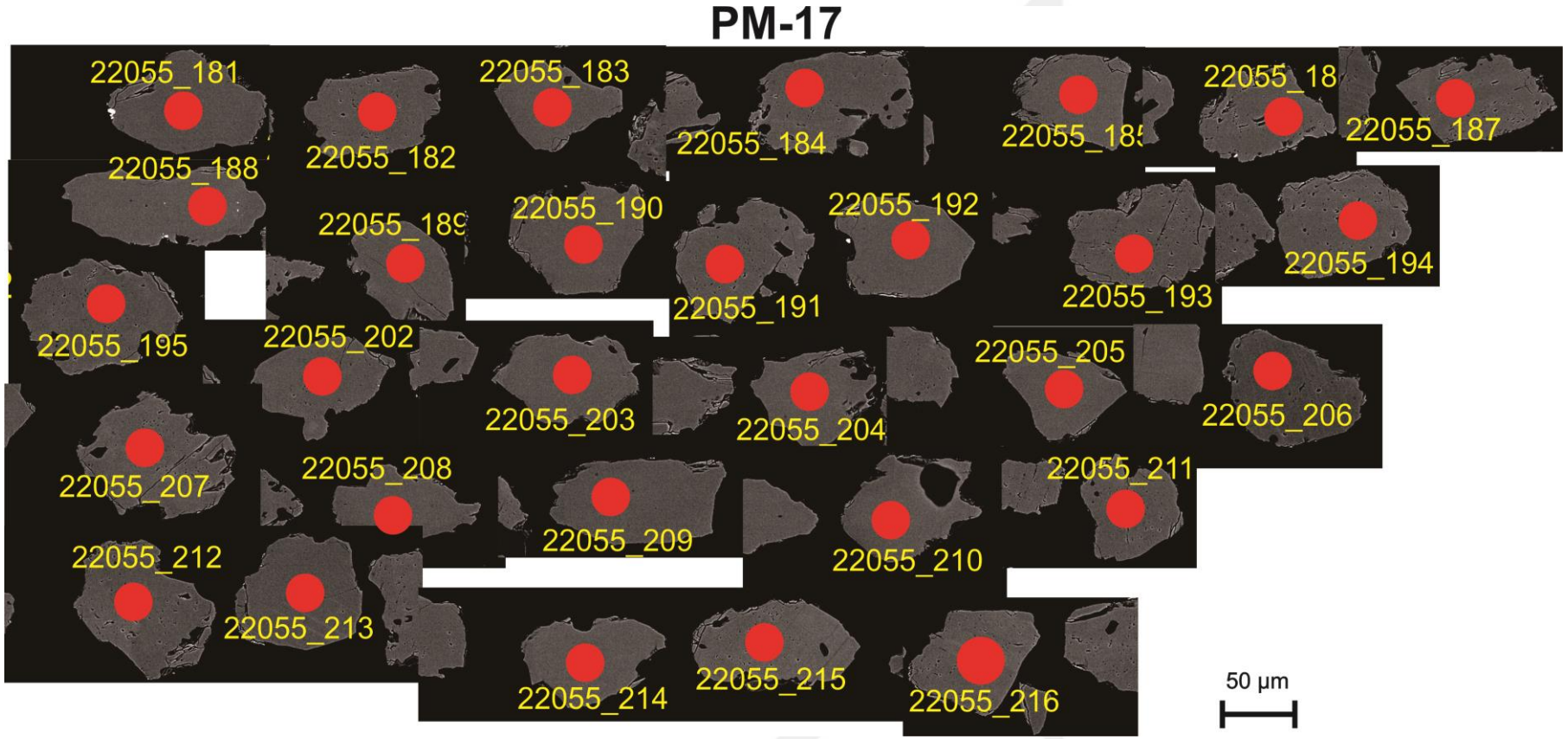
Ek-2.50. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-16 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüler



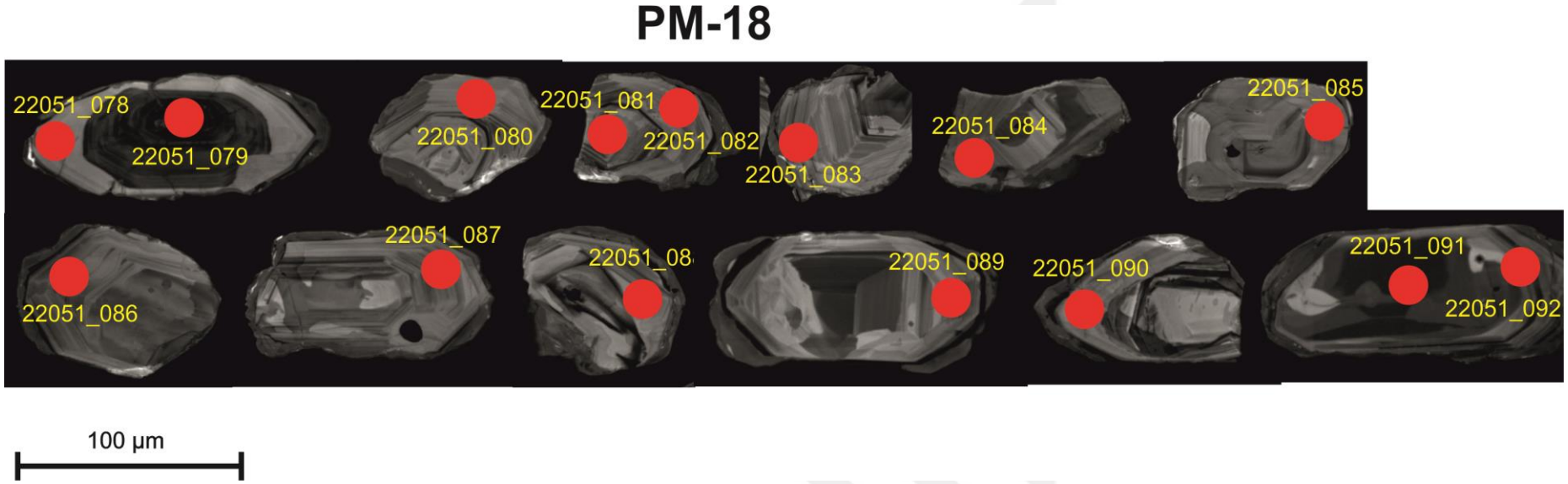
Ek-2.51. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-17 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



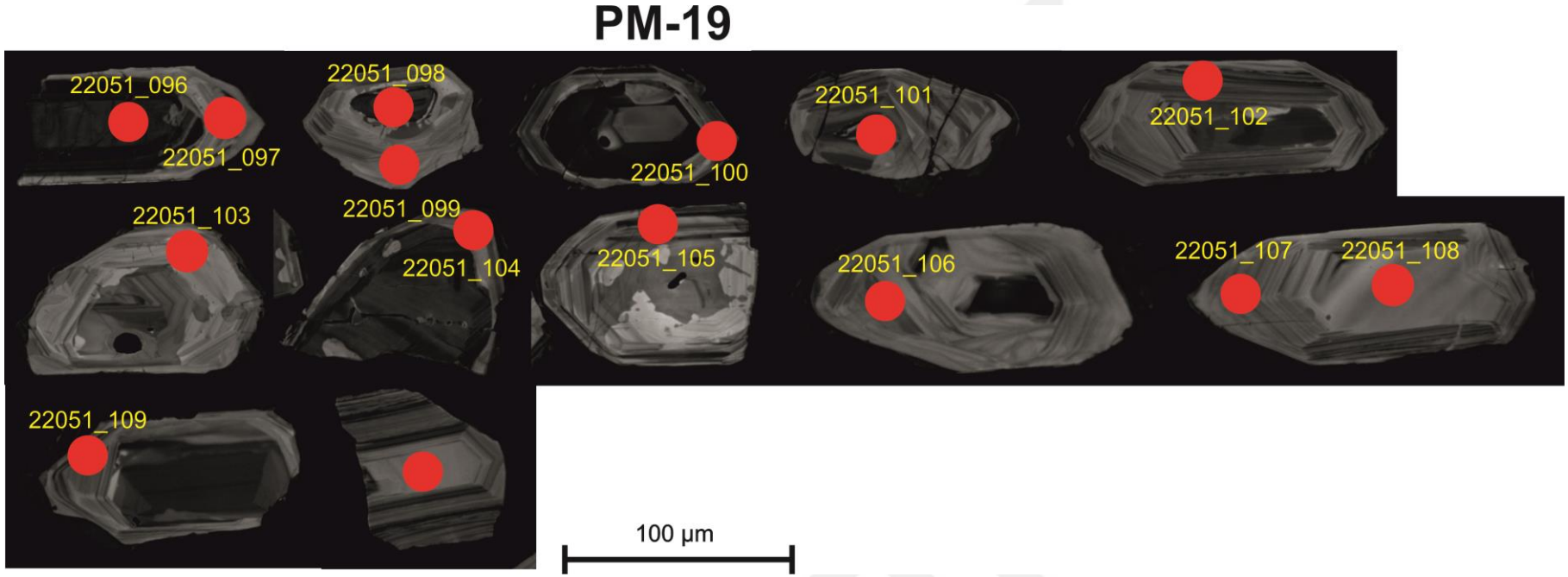
Ek-2.52. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-17 nolu örnekteki rutillerin CL (Katodolüminessans) görüntüleri



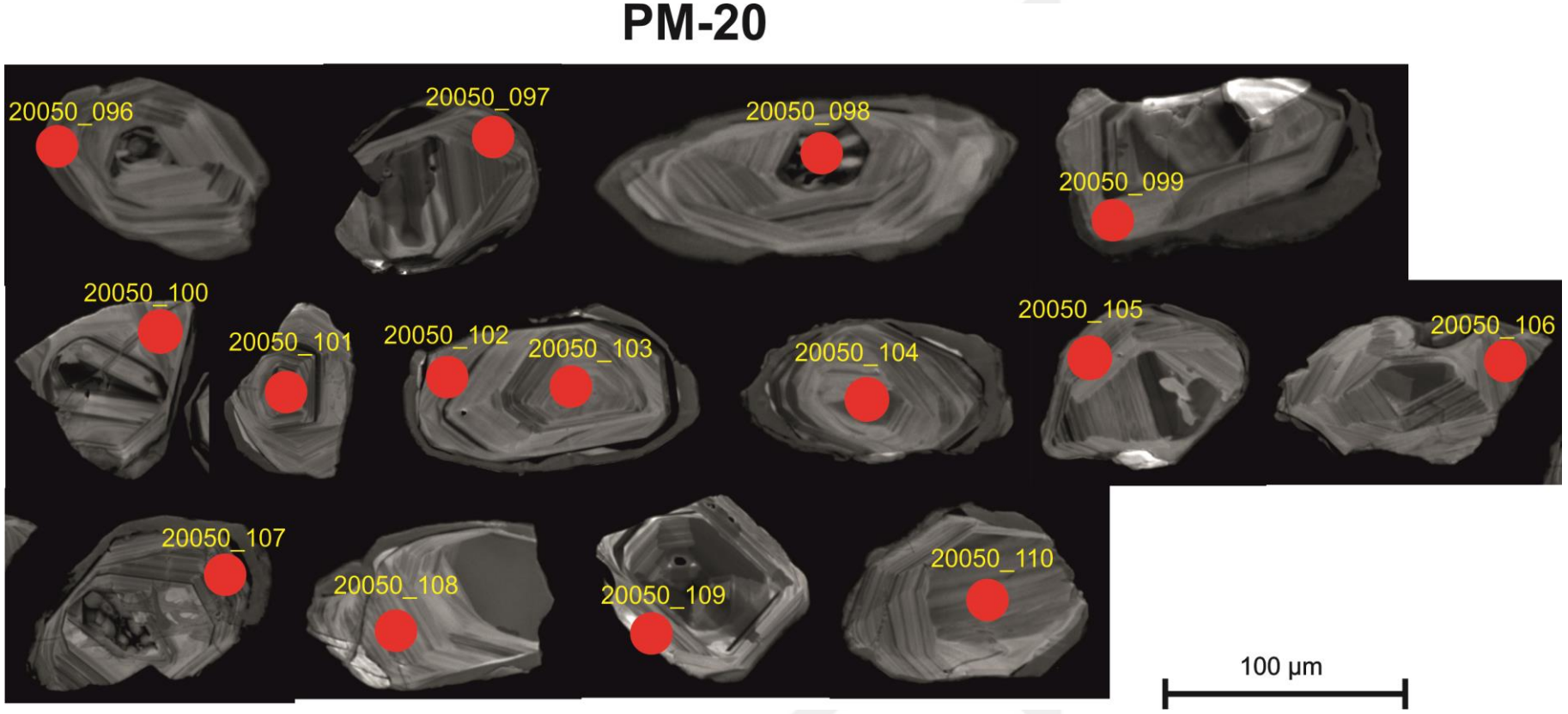
Ek-2.53. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-18 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



Ek-2.54. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-19 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



Ek-2.55. Pütürge Metamorfiklerine ait PM-20 nolu örnekteki zirkonların CL (Katodolüminessans) görüntüleri



Ek-3.1. PM-49 nolu örnekteki amfibol minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-49-17 | PM-49-18 | PM-49-19 | PM-49-20 | PM-49-21 | PM-49-22 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 50,62 | 48,38 | 49,48 | 49,66 | 55,17 | 55,17 |
| TiO2 | 0,14 | 0,14 | 0,17 | 0,18 | 0,00 | 0,05 |
| Al2O3 | 8,06 | 12,90 | 8,92 | 8,86 | 0,34 | 2,97 |
| FeO* | 19,00 | 17,61 | 18,58 | 18,80 | 23,92 | 16,14 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 12,25 | 10,96 | 11,69 | 11,86 | 16,08 | 15,55 |
| CaO | 4,65 | 6,77 | 5,07 | 4,97 | 0,60 | 6,53 |
| Na2O | 0,82 | 1,81 | 1,00 | 1,00 | 0,12 | 0,28 |
| K2O | 0,15 | 0,19 | 0,14 | 0,19 | 0,02 | 0,20 |
| Total | 95,69 | 98,76 | 95,05 | 95,52 | 96,25 | 96,89 |
| | | | | | | |
| Si | 7,48 | 6,96 | 7,37 | 7,37 | 8,15 | 7,94 |
| Ti | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,01 |
| Al | 1,40 | 2,19 | 1,57 | 1,55 | 0,06 | 0,50 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 2,35 | 2,12 | 2,31 | 2,33 | 2,96 | 1,94 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 2,70 | 2,35 | 2,60 | 2,62 | 3,54 | 3,34 |
| Ca | 0,74 | 1,04 | 0,81 | 0,79 | 0,09 | 1,01 |
| Na | 0,23 | 0,50 | 0,29 | 0,29 | 0,03 | 0,08 |
| K | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | 0,04 |
| Total | 14,94 | 15,21 | 14,99 | 15,00 | 14,84 | 14,86 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | |

Ek-3.2. PM-56 nolu örnekteki amfibol minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-56-1 | PM-56-2 | PM-56-3 | PM-56-4 | PM-56-5 | PM-56-6 | PM-56-7 | PM-56-8 | PM-56-9 | PM-56-10 | PM-56-11 | PM-56-12 | PM-56-13 | PM-56-14 | PM-56-15 | PM-56-16 | PM-56-17 | PM-56-18 | PM-56-19 | PM-56-20 | PM-56-21 | PM-56-22 | PM-56-23 | PM-56-24 | PM-56-25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 53,34 | 53,52 | 53,85 | 53,01 | 53,15 | 53,21 | 52,22 | 53,06 | 53,11 | 53,71 | 53,33 | 53,42 | 53,15 | 53,42 | 53,59 | 53,40 | 53,45 | 53,11 | 53,09 | 52,44 | 53,15 | 53,36 | 51,88 | 52,64 | 52,62 |
| TiO2 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,03 |
| Al2O3 | 0,51 | 0,45 | 0,52 | 1,06 | 1,02 | 0,94 | 1,01 | 0,88 | 0,79 | 0,74 | 0,72 | 0,60 | 0,64 | 0,65 | 0,78 | 0,60 | 0,46 | 0,51 | 0,49 | 1,03 | 0,91 | 1,12 | 1,02 | 0,98 | 0,92 |
| FeO | 12,54 | 12,43 | 12,45 | 13,71 | 13,06 | 12,87 | 13,17 | 11,91 | 12,72 | 12,63 | 12,59 | 12,48 | 12,51 | 12,42 | 12,69 | 12,91 | 12,72 | 12,82 | 12,73 | 13,87 | 11,92 | 12,97 | 12,81 | 12,88 | 12,81 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 16,36 | 16,52 | 16,73 | 16,34 | 16,23 | 16,27 | 15,97 | 17,09 | 16,53 | 16,57 | 16,50 | 16,53 | 16,55 | 16,55 | 16,33 | 16,60 | 16,63 | 16,63 | 16,53 | 16,33 | 16,82 | 16,83 | 16,08 | 16,34 | 16,37 |
| CaO | 11,54 | 11,75 | 11,63 | 10,59 | 11,08 | 11,33 | 11,03 | 11,71 | 11,46 | 11,57 | 11,72 | 11,74 | 11,76 | 11,76 | 11,51 | 11,53 | 11,67 | 11,61 | 11,57 | 10,84 | 11,64 | 11,21 | 11,16 | 11,22 | 11,15 |
| Na2O | 0,56 | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,56 | 0,56 | 0,53 | 0,43 | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 0,46 | 0,47 | 0,46 | 0,60 | 0,38 | 0,33 | 0,33 | 0,28 | 0,43 | 0,41 | 0,51 | 0,59 | 0,60 | 0,63 |
| K2O | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,02 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,05 |
| Total | 94,91 | 95,17 | 95,69 | 95,27 | 95,19 | 95,25 | 94,02 | 95,16 | 95,16 | 95,73 | 95,39 | 95,27 | 95,12 | 95,31 | 95,57 | 95,50 | 95,34 | 95,07 | 94,77 | 95,01 | 94,90 | 96,09 | 93,63 | 94,76 | 94,58 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 7,89 | 7,89 | 7,89 | 7,84 | 7,85 | 7,85 | 7,83 | 7,81 | 7,85 | 7,87 | 7,86 | 7,87 | 7,85 | 7,87 | 7,88 | 7,86 | 7,88 | 7,86 | 7,88 | 7,80 | 7,84 | 7,81 | 7,81 | 7,82 | 7,83 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,18 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,14 | 0,10 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,18 | 0,16 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,16 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,55 | 1,53 | 1,53 | 1,69 | 1,61 | 1,59 | 1,65 | 1,47 | 1,57 | 1,55 | 1,55 | 1,54 | 1,55 | 1,53 | 1,56 | 1,59 | 1,57 | 1,59 | 1,58 | 1,72 | 1,47 | 1,59 | 1,61 | 1,60 | 1,59 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 3,61 | 3,63 | 3,66 | 3,60 | 3,57 | 3,58 | 3,57 | 3,75 | 3,64 | 3,62 | 3,62 | 3,63 | 3,65 | 3,63 | 3,58 | 3,64 | 3,66 | 3,67 | 3,65 | 3,62 | 3,70 | 3,67 | 3,61 | 3,62 | 3,63 |
| Ca | 1,83 | 1,86 | 1,83 | 1,68 | 1,75 | 1,79 | 1,77 | 1,85 | 1,81 | 1,82 | 1,85 | 1,85 | 1,86 | 1,86 | 1,81 | 1,82 | 1,84 | 1,84 | 1,84 | 1,73 | 1,84 | 1,76 | 1,80 | 1,79 | 1,78 |
| Na | 0,16 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,17 | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,17 | 0,17 | 0,18 |
| K | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Total | 15,15 | 15,13 | 15,13 | 15,15 | 15,14 | 15,15 | 15,17 | 15,17 | 15,15 | 15,13 | 15,15 | 15,14 | 15,16 | 15,14 | 15,14 | 15,14 | 15,13 | 15,15 | 15,13 | 15,18 | 15,14 | 15,17 | 15,19 | 15,18 | 15,18 |

Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir

Ek-3.2. PM-56 nolu örnekteki amfibol minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-56-26 | PM-56-27 | PM-56-28 | PM-56-29 | PM-56-30 | PM-56-31 | PM-56-32 | PM-56-33 | PM-56-34 | PM-56-35 | PM-56-36 | PM-56-37 | PM-56-38 | PM-56-39 | PM-56-40 | PM-56-41 | PM-56-42 | PM-56-43 | PM-56-44 | PM-56-45 | PM-56-46 | PM-56-47 | PM-56-48 | PM-56-49 | PM-56-50 | PM-56-51 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 52,98 | 52,93 | 52,90 | 52,45 | 52,85 | 52,17 | 53,03 | 52,99 | 53,35 | 53,38 | 53,04 | 53,12 | 52,72 | 53,17 | 52,43 | 52,55 | 52,40 | 53,15 | 53,34 | 52,70 | 52,74 | 52,70 | 52,80 | 52,04 | 52,24 | 52,67 |
| TiO2 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Al2O3 | 0,94 | 0,90 | 0,90 | 1,06 | 0,99 | 0,99 | 0,91 | 0,90 | 0,96 | 0,89 | 1,19 | 0,62 | 0,92 | 0,58 | 0,85 | 0,93 | 0,62 | 0,82 | 0,67 | 0,53 | 0,62 | 0,55 | 0,54 | 0,95 | 0,98 | 0,74 |
| FeO | 12,95 | 12,93 | 12,86 | 13,65 | 13,43 | 12,89 | 11,98 | 13,09 | 12,96 | 9,73 | 12,80 | 12,79 | 12,76 | 10,51 | 13,35 | 12,95 | 12,77 | 13,20 | 13,05 | 13,47 | 12,96 | 13,23 | 13,07 | 13,87 | 13,97 | 12,74 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 16,45 | 16,39 | 16,38 | 15,85 | 16,23 | 16,26 | 17,06 | 16,47 | 16,63 | 17,45 | 16,64 | 16,21 | 16,33 | 17,80 | 16,70 | 16,63 | 16,69 | 16,25 | 16,22 | 16,09 | 16,29 | 16,22 | 16,27 | 15,56 | 15,60 | 16,65 |
| CaO | 11,14 | 11,06 | 11,08 | 11,17 | 11,11 | 11,28 | 11,59 | 11,07 | 11,03 | 11,79 | 11,24 | 11,49 | 10,96 | 11,96 | 10,79 | 11,11 | 11,52 | 11,36 | 11,45 | 11,26 | 11,17 | 11,22 | 11,41 | 11,38 | 11,43 | 11,19 |
| Na2O | 0,71 | 0,64 | 0,63 | 0,50 | 0,51 | 0,43 | 0,36 | 0,57 | 0,61 | 0,36 | 0,53 | 0,47 | 0,60 | 0,20 | 0,35 | 0,51 | 0,29 | 0,55 | 0,56 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 0,41 | 0,29 |
| K2O | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,10 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,12 | 0,06 | 0,07 | 0,12 | 0,14 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,06 |
| Total | 95,27 | 94,96 | 94,84 | 94,76 | 95,18 | 94,09 | 94,99 | 95,17 | 95,63 | 93,73 | 95,53 | 94,77 | 94,38 | 94,29 | 94,56 | 94,77 | 94,36 | 95,45 | 95,36 | 94,58 | 94,39 | 94,58 | 94,64 | 94,36 | 94,71 | 94,36 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 7,83 | 7,84 | 7,84 | 7,82 | 7,83 | 7,81 | 7,82 | 7,83 | 7,84 | 7,89 | 7,80 | 7,88 | 7,85 | 7,85 | 7,81 | 7,81 | 7,82 | 7,85 | 7,87 | 7,86 | 7,87 | 7,86 | 7,86 | 7,81 | 7,81 | 7,84 |
| Ti | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,19 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,15 | 0,21 | 0,11 | 0,16 | 0,10 | 0,15 | 0,16 | 0,11 | 0,14 | 0,12 | 0,09 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,17 | 0,17 | 0,13 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,60 | 1,60 | 1,59 | 1,70 | 1,66 | 1,61 | 1,48 | 1,62 | 1,59 | 1,20 | 1,57 | 1,59 | 1,59 | 1,30 | 1,66 | 1,61 | 1,59 | 1,63 | 1,61 | 1,68 | 1,62 | 1,65 | 1,63 | 1,74 | 1,75 | 1,59 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 3,62 | 3,62 | 3,62 | 3,52 | 3,58 | 3,63 | 3,75 | 3,63 | 3,64 | 3,85 | 3,65 | 3,59 | 3,62 | 3,92 | 3,71 | 3,68 | 3,71 | 3,58 | 3,57 | 3,58 | 3,62 | 3,61 | 3,61 | 3,48 | 3,48 | 3,70 |
| Ca | 1,76 | 1,75 | 1,76 | 1,78 | 1,76 | 1,81 | 1,83 | 1,75 | 1,74 | 1,87 | 1,77 | 1,83 | 1,75 | 1,89 | 1,72 | 1,77 | 1,84 | 1,80 | 1,81 | 1,80 | 1,79 | 1,79 | 1,82 | 1,83 | 1,83 | 1,78 |
| Na | 0,20 | 0,18 | 0,18 | 0,14 | 0,15 | 0,13 | 0,10 | 0,16 | 0,17 | 0,10 | 0,15 | 0,14 | 0,17 | 0,06 | 0,10 | 0,15 | 0,08 | 0,16 | 0,16 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,08 |
| K | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Total | 15,19 | 15,17 | 15,17 | 15,16 | 15,16 | 15,17 | 15,15 | 15,17 | 15,17 | 15,09 | 15,17 | 15,14 | 15,16 | 15,13 | 15,17 | 15,19 | 15,17 | 15,17 | 15,15 | 15,16 | 15,16 | 15,18 | 15,16 | 15,18 | 15,17 | 15,14 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.2. PM-56 nolu örnekteki amfibol minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-56-52 | PM-56-53 | PM-56-54 | PM-56-55 | PM-56-56 | PM-56-57 | PM-56-58 | PM-56-59 | PM-56-60 | PM-56-61 | PM-56-62 | PM-56-63 | PM-56-64 | PM-56-65 | PM-56-66 | PM-56-67 | PM-56-68 | PM-56-69 | PM-56-70 | PM-56-71 | PM-56-72 | PM-56-73 | PM-56-74 | PM-56-75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 54,96 | 54,40 | 54,04 | 54,39 | 53,86 | 53,89 | 53,66 | 53,23 | 53,94 | 54,81 | 52,75 | 54,08 | 54,73 | 54,78 | 53,62 | 53,71 | 53,56 | 53,83 | 54,16 | 53,57 | 55,14 | 53,49 | 53,42 | 53,87 |
| TiO2 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Al2O3 | 0,91 | 0,55 | 0,63 | 0,52 | 0,52 | 0,43 | 0,81 | 0,77 | 0,90 | 0,55 | 0,93 | 0,49 | 0,51 | 0,53 | 1,19 | 0,48 | 0,73 | 0,58 | 0,95 | 0,79 | 0,50 | 1,04 | 0,83 | 0,83 |
| FeO* | 12,51 | 12,62 | 13,13 | 12,87 | 12,55 | 12,39 | 12,21 | 12,23 | 11,78 | 12,77 | 12,28 | 12,64 | 12,36 | 13,06 | 10,44 | 12,71 | 13,29 | 12,66 | 12,98 | 12,79 | 12,88 | 12,82 | 12,57 | 12,38 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 17,54 | 17,35 | 17,13 | 16,99 | 16,90 | 16,90 | 17,15 | 16,94 | 17,69 | 17,52 | 16,77 | 16,99 | 17,48 | 17,20 | 17,79 | 16,79 | 16,67 | 16,92 | 17,28 | 16,58 | 17,14 | 16,61 | 16,69 | 16,91 |
| CaO | 11,12 | 11,39 | 10,86 | 11,35 | 11,41 | 11,54 | 11,15 | 11,31 | 11,13 | 11,24 | 10,95 | 11,40 | 11,24 | 11,25 | 11,83 | 11,39 | 11,18 | 11,36 | 10,70 | 11,13 | 11,22 | 10,94 | 11,17 | 11,08 |
| Na2O | 0,39 | 0,29 | 0,37 | 0,38 | 0,49 | 0,43 | 0,57 | 0,39 | 0,32 | 0,29 | 0,39 | 0,37 | 0,41 | 0,37 | 0,31 | 0,42 | 0,40 | 0,36 | 0,42 | 0,47 | 0,54 | 0,76 | 0,60 | 0,59 |
| K2O | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,05 |
| Total | 97,50 | 96,68 | 96,25 | 96,57 | 95,80 | 95,65 | 95,62 | 94,92 | 95,85 | 97,25 | 94,14 | 96,03 | 96,81 | 97,26 | 95,28 | 95,56 | 95,90 | 95,78 | 96,57 | 95,39 | 97,48 | 95,74 | 95,35 | 95,73 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 7,88 | 7,88 | 7,88 | 7,90 | 7,89 | 7,90 | 7,86 | 7,86 | 7,85 | 7,89 | 7,85 | 7,90 | 7,90 | 7,90 | 7,82 | 7,89 | 7,86 | 7,88 | 7,86 | 7,88 | 7,92 | 7,85 | 7,86 | 7,88 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 0,15 | 0,09 | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,14 | 0,13 | 0,15 | 0,09 | 0,16 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,21 | 0,08 | 0,13 | 0,10 | 0,16 | 0,14 | 0,08 | 0,18 | 0,14 | 0,14 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,50 | 1,53 | 1,60 | 1,56 | 1,54 | 1,52 | 1,50 | 1,51 | 1,43 | 1,54 | 1,53 | 1,54 | 1,49 | 1,57 | 1,27 | 1,56 | 1,63 | 1,55 | 1,58 | 1,57 | 1,55 | 1,57 | 1,55 | 1,51 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 3,75 | 3,75 | 3,72 | 3,68 | 3,69 | 3,69 | 3,74 | 3,73 | 3,84 | 3,76 | 3,72 | 3,70 | 3,76 | 3,70 | 3,87 | 3,68 | 3,65 | 3,69 | 3,74 | 3,64 | 3,67 | 3,63 | 3,66 | 3,69 |
| Ca | 1,71 | 1,77 | 1,70 | 1,77 | 1,79 | 1,81 | 1,75 | 1,79 | 1,74 | 1,73 | 1,75 | 1,78 | 1,74 | 1,74 | 1,85 | 1,79 | 1,76 | 1,78 | 1,66 | 1,75 | 1,73 | 1,72 | 1,76 | 1,74 |
| Na | 0,11 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,12 | 0,16 | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,11 | 0,10 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,21 | 0,17 | 0,17 |
| K | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Total | 15,11 | 15,12 | 15,12 | 15,12 | 15,14 | 15,13 | 15,16 | 15,14 | 15,12 | 15,11 | 15,13 | 15,12 | 15,12 | 15,11 | 15,12 | 15,13 | 15,14 | 15,12 | 15,12 | 15,12 | 15,12 | 15,18 | 15,16 | 15,14 |

Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir

Ek-3.3. PM-70 nolu örnekteki amfibol minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-70-16 | PM-70-17 | PM-70-18 | PM-70-19 | PM-70-20 | PM-70-21 | PM-70-22 | PM-70-23 | PM-70-24 | PM-70-25 | PM-70-26 | PM-70-27 | PM-70-28 | PM-70-29 | PM-70-30 | PM-70-31 | PM-70-32 | PM-70-33 | PM-70-34 | PM-70-35 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 40,21 | 44,39 | 42,88 | 42,91 | 43,76 | 43,34 | 48,70 | 45,40 | 49,36 | 48,22 | 47,27 | 45,56 | 46,58 | 45,96 | 46,06 | 48,12 | 45,36 | 45,38 | 47,19 | 45,65 |
| TiO2 | 0,20 | 0,32 | 0,30 | 0,28 | 0,30 | 0,33 | 0,15 | 0,36 | 0,21 | 0,32 | 0,34 | 0,37 | 0,42 | 0,36 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,18 | 0,35 | 0,27 |
| Al2O3 | 16,98 | 13,22 | 14,67 | 14,21 | 13,34 | 14,36 | 9,53 | 10,56 | 6,14 | 7,87 | 8,19 | 11,36 | 8,97 | 9,40 | 9,32 | 7,43 | 10,00 | 10,95 | 8,09 | 10,02 |
| FeO* | 16,34 | 15,55 | 15,26 | 15,21 | 14,54 | 14,74 | 14,43 | 16,98 | 11,91 | 12,31 | 12,34 | 14,85 | 12,71 | 13,22 | 14,93 | 12,07 | 13,78 | 15,67 | 13,94 | 15,15 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 9,15 | 11,26 | 11,01 | 10,99 | 11,52 | 11,21 | 13,41 | 12,78 | 15,54 | 14,77 | 14,41 | 12,68 | 13,85 | 13,58 | 13,52 | 14,94 | 13,05 | 12,20 | 13,37 | 12,36 |
| CaO | 10,60 | 8,68 | 9,97 | 10,00 | 9,59 | 9,30 | 7,63 | 9,03 | 11,48 | 11,42 | 11,36 | 9,23 | 11,15 | 11,26 | 9,89 | 11,35 | 11,56 | 11,43 | 11,59 | 11,43 |
| Na2O | 2,06 | 1,76 | 2,03 | 2,00 | 1,92 | 2,11 | 1,48 | 1,48 | 0,88 | 1,14 | 1,19 | 1,45 | 1,32 | 1,42 | 1,44 | 1,10 | 1,50 | 1,58 | 1,11 | 1,43 |
| K2O | 0,26 | 0,27 | 0,22 | 0,22 | 0,19 | 0,22 | 0,20 | 0,15 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,20 | 0,11 | 0,15 | 0,12 | 0,09 | 0,17 | 0,19 | 0,14 | 1,16 |
| Total | 95,80 | 95,45 | 96,34 | 95,82 | 95,16 | 95,61 | 95,53 | 96,74 | 95,59 | 96,15 | 95,23 | 95,70 | 95,11 | 95,35 | 95,60 | 95,40 | 95,71 | 97,58 | 95,78 | 97,47 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6,10 | 6,65 | 6,40 | 6,44 | 6,57 | 6,48 | 7,17 | 6,76 | 7,27 | 7,08 | 7,03 | 6,78 | 6,95 | 6,87 | 6,89 | 7,12 | 6,78 | 6,71 | 7,03 | 6,81 |
| Ti | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 |
| Al | 3,04 | 2,33 | 2,58 | 2,51 | 2,36 | 2,53 | 1,65 | 1,85 | 1,07 | 1,36 | 1,44 | 1,99 | 1,58 | 1,65 | 1,64 | 1,29 | 1,76 | 1,91 | 1,42 | 1,76 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 2,07 | 1,95 | 1,90 | 1,91 | 1,83 | 1,84 | 1,78 | 2,11 | 1,47 | 1,51 | 1,53 | 1,85 | 1,59 | 1,65 | 1,87 | 1,49 | 1,72 | 1,94 | 1,74 | 1,89 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 2,07 | 2,51 | 2,45 | 2,46 | 2,58 | 2,50 | 2,94 | 2,84 | 3,41 | 3,24 | 3,19 | 2,81 | 3,08 | 3,03 | 3,01 | 3,29 | 2,91 | 2,69 | 2,97 | 2,75 |
| Ca | 1,72 | 1,39 | 1,59 | 1,61 | 1,54 | 1,49 | 1,20 | 1,44 | 1,81 | 1,80 | 1,81 | 1,47 | 1,78 | 1,80 | 1,58 | 1,80 | 1,85 | 1,81 | 1,85 | 1,83 |
| Na | 0,61 | 0,51 | 0,59 | 0,58 | 0,56 | 0,61 | 0,42 | 0,43 | 0,25 | 0,32 | 0,34 | 0,42 | 0,38 | 0,41 | 0,42 | 0,32 | 0,44 | 0,45 | 0,32 | 0,41 |
| K | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Total | 15,68 | 15,43 | 15,59 | 15,58 | 15,51 | 15,54 | 15,22 | 15,50 | 15,31 | 15,37 | 15,40 | 15,41 | 15,42 | 15,48 | 15,47 | 15,37 | 15,53 | 15,56 | 15,39 | 15,51 |
| Xmg | 0,50 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,59 | 0,58 | 0,62 | 0,57 | 0,70 | 0,68 | 0,68 | 0,60 | 0,66 | 0,65 | 0,62 | 0,69 | 0,63 | 0,58 | 0,63 | 0,59 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir, Xmg=Mg/($Fe^{+2}$+Mg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.4. PM-49 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-49-1 | PM-49-2 | PM-49-3 | PM-49-4 | PM-49-5 | PM-49-6 | PM-49-7 | PM-49-8 | PM-49-9 | PM-49-10 | PM-49-11 | PM-49-12 | PM-49-13 | PM-49-14 | PM-49-15 | PM-49-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 34,44 | 39,32 | 39,62 | 39,06 | 39,62 | 39,86 | 39,76 | 39,09 | 38,87 | 39,54 | 40,61 | 40,53 | 40,27 | 41,08 | 40,83 | 40,92 |
| TiO2 | 0,10 | 0,09 | 0,05 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | 0,14 | 0,12 | 0,14 | 0,20 | 0,18 |
| Al2O3 | 22,45 | 22,23 | 22,45 | 22,14 | 22,17 | 22,20 | 21,66 | 21,6 | 19,77 | 19,61 | 19,61 | 19,96 | 19,60 | 19,28 | 19,53 | 19,46 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO | 28,00 | 29,64 | 26,78 | 29,31 | 29,18 | 29,34 | 27,41 | 30,47 | 30,78 | 30,53 | 30,68 | 30,28 | 30,21 | 29,48 | 29,68 | 29,79 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 2,08 | 1,72 | 2,06 | 1,43 | 1,50 | 1,50 | 1,72 | 1,58 | 1,70 | 1,61 | 1,70 | 1,63 | 1,46 | 1,37 | 1,51 | 1,55 |
| CaO | 5,77 | 6,50 | 5,25 | 7,29 | 7,12 | 6,89 | 6,27 | 6,35 | 7,49 | 7,22 | 6,95 | 6,58 | 6,88 | 6,84 | 7,14 | 6,90 |
| Total | 92,84 | 99,50 | 96,21 | 99,40 | 99,74 | 99,92 | 96,95 | 99,21 | 98,75 | 98,62 | 99,66 | 99,12 | 98,54 | 98,19 | 98,89 | 98,80 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,91 | 3,15 | 3,26 | 3,13 | 3,17 | 3,18 | 3,26 | 3,15 | 3,15 | 3,21 | 3,27 | 3,28 | 3,28 | 3,36 | 3,31 | 3,32 |
| Ti | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Al | 2,23 | 2,10 | 2,18 | 2,09 | 2,09 | 2,09 | 2,09 | 2,05 | 1,89 | 1,88 | 1,86 | 1,90 | 1,88 | 1,86 | 1,87 | 1,86 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,98 | 1,99 | 1,84 | 1,97 | 1,95 | 1,96 | 1,88 | 2,05 | 2,09 | 2,08 | 2,06 | 2,05 | 2,06 | 2,01 | 2,01 | 2,02 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,36 | 0,21 | 0,25 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,21 | 0,19 | 0,21 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,18 | 0,19 |
| Ca | 0,52 | 0,56 | 0,46 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,55 | 0,55 | 0,65 | 0,63 | 0,60 | 0,57 | 0,60 | 0,60 | 0,62 | 0,60 |
| Total | 8,01 | 8,02 | 7,99 | 8,00 | 8,01 | 8,01 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,01 | 8,00 | 8,01 | 8,01 | 8,01 | 8,00 | 8,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almandin | 69,21 | 72,24 | 72,06 | 71,15 | 71,23 | 71,84 | 71,19 | 73,56 | 70,92 | 71,58 | 72,00 | 72,78 | 72,59 | 72,45 | 71,48 | 71,98 |
| Grossüler | 18,27 | 20,28 | 18,08 | 22,66 | 22,27 | 21,62 | 20,86 | 19,65 | 22,10 | 21,69 | 20,89 | 20,26 | 21,17 | 21,54 | 22,04 | 21,35 |
| Pirop | 12,52 | 7,48 | 9,86 | 6,20 | 6,50 | 6,54 | 7,95 | 6,79 | 6,97 | 6,73 | 7,12 | 6,97 | 6,24 | 6,01 | 6,48 | 6,67 |
| Spessartin | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.5. PM-70 ve PM-158 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-70-1 | PM-70-2 | PM-70-3 | PM-70-4 | PM-70-5 | PM-70-6 | PM-70-7 | PM-70-8 | PM-70-9 | PM-70-10 | PM-158-1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 38,83 | 38,57 | 38,02 | 38,13 | 36,30 | 36,13 | 36,16 | 36,94 | 36,22 | 35,83 | 35,24 |
| TiO2 | 0,08 | 0,10 | 0,09 | 0,12 | 0,07 | 0,10 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,08 | 0,14 |
| Al2O3 | 20,00 | 19,89 | 19,45 | 19,42 | 20,13 | 20,03 | 20,08 | 20,65 | 20,64 | 20,27 | 21,33 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| FeO | 28,21 | 28,94 | 28,17 | 28,79 | 31,46 | 30,63 | 30,96 | 29,81 | 29,19 | 30,70 | 28,65 |
| MnO | 0,57 | 1,00 | 0,95 | 1,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 2,84 | 2,53 | 2,62 | 2,20 | 2,17 | 1,99 | 2,19 | 2,56 | 2,40 | 2,39 | 1,19 |
| CaO | 6,69 | 6,16 | 6,43 | 6,12 | 8,59 | 9,09 | 9,29 | 9,97 | 10,51 | 9,04 | 8,59 |
| Total | 97,22 | 97,20 | 95,75 | 96,50 | 98,72 | 97,97 | 98,77 | 100,01 | 99,03 | 98,31 | 95,14 |
| | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,17 | 3,16 | 3,16 | 3,16 | 2,94 | 2,95 | 2,92 | 2,93 | 2,90 | 2,90 | 2,95 |
| Ti | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Al | 1,92 | 1,92 | 1,91 | 1,90 | 1,92 | 1,92 | 1,91 | 1,93 | 1,95 | 1,94 | 2,11 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,17 | 0,23 | 0,19 | 0,24 | 0,25 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,93 | 1,99 | 1,96 | 2,00 | 1,94 | 1,92 | 1,86 | 1,79 | 1,72 | 1,84 | 2,01 |
| Mn | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,35 | 0,31 | 0,33 | 0,27 | 0,26 | 0,24 | 0,26 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,15 |
| Ca | 0,59 | 0,54 | 0,57 | 0,54 | 0,75 | 0,79 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,79 | 0,77 |
| Total | 8,00 | 8,00 | 8,01 | 7,99 | 8,00 | 8,00 | 7,98 | 7,99 | 8,00 | 8,01 | 8,00 |
| | | | | | | | | | | | |
| Almandin | 66,50 | 68,33 | 67,00 | 68,25 | 67,91 | 66,84 | 66,20 | 63,23 | 62,20 | 65,96 | 68,58 |
| Grossüler | 20,21 | 18,63 | 19,60 | 18,59 | 23,76 | 25,42 | 25,44 | 27,10 | 28,68 | 24,89 | 26,33 |
| Pirop | 11,94 | 10,64 | 11,13 | 9,31 | 8,33 | 7,74 | 8,36 | 9,67 | 9,12 | 9,15 | 5,10 |
| Spessartin | 1,36 | 2,39 | 2,28 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Uvarovit | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Andradit | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| $X_{alm}$ | 0,66 | 0,68 | 0,67 | 0,68 | 0,66 | 0,65 | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,63 | |
| $X_{mg}$ | 0,15 | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | |
| $X_{gr}$ | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,25 | 0,27 | 0,27 | 0,29 | 0,31 | 0,27 | |
| Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir, $X_{mg}=Mg/(Fe^{+2}+Mg)$, $X_{gr}=Ca/(Ca+Mn+Fe^{+2}+Mg)$, $X_{alm}=Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mn+Ca+Mg)$ | | | | | | | | | | | |

Ek-3.6. PM-159 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-159-1 | PM-159-2 | PM-159-3 | PM-159-4 | PM-159-5 | PM-159-6 | PM-159-7 | PM-159-8 | PM-159-9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,87 | 37,84 | 36,82 | 36,96 | 36,60 | 35,74 | 37,61 | 38,10 | 37,99 |
| TiO2 | 0,05 | 0,10 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,08 | 0,07 |
| Al2O3 | 20,86 | 20,69 | 20,95 | 20,66 | 21,28 | 21,38 | 19,58 | 19,79 | 19,61 |
| Cr2O3 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,03 |
| FeO* | 37,41 | 34,05 | 35,03 | 35,85 | 37,91 | 36,78 | 34,05 | 32,27 | 32,89 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,27 | 2,12 | 2,77 |
| MgO | 2,61 | 1,51 | 1,59 | 1,63 | 2,88 | 2,17 | 2,06 | 1,79 | 1,85 |
| CaO | 2,44 | 5,98 | 4,40 | 4,28 | 2,08 | 3,87 | 3,76 | 4,54 | 3,37 |
| Total | 100,25 | 100,19 | 98,89 | 99,46 | 100,80 | 100,03 | 99,4 | 98,69 | 98,58 |
| | | | | | | | | | |
| Si | 2,97 | 3,04 | 3,01 | 3,01 | 2,93 | 2,88 | 3,06 | 3,12 | 3,12 |
| Ti | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,98 | 1,96 | 2,02 | 1,98 | 2,01 | 2,03 | 1,88 | 1,91 | 1,90 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 2,45 | 2,29 | 2,39 | 2,44 | 2,41 | 2,29 | 2,32 | 2,21 | 2,26 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,15 | 0,19 |
| Mg | 0,31 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,34 | 0,26 | 0,25 | 0,22 | 0,23 |
| Ca | 0,21 | 0,52 | 0,38 | 0,37 | 0,18 | 0,33 | 0,33 | 0,40 | 0,30 |
| Total | 7,99 | 8,00 | 7,99 | 8,00 | 8,00 | 7,98 | 8,00 | 8,01 | 8,00 |
| | | | | | | | | | |
| Almandin | 82,77 | 76,67 | 80,51 | 81,04 | 82,94 | 80,67 | 75,96 | 74,33 | 75,95 |
| Pirop | 10,30 | 6,07 | 6,53 | 6,57 | 11,23 | 8,47 | 8,18 | 7,33 | 7,61 |
| Grossüler | 6,93 | 17,26 | 12,96 | 12,39 | 5,83 | 10,86 | 10,74 | 13,41 | 9,96 |
| Spessartin | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,12 | 4,94 | 6,48 |
| Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | |

Ek-3.7. PM-238 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-238-1 | PM-238-2 | PM-238-3 | PM-238-4 | PM-238-5 | PM-238-6 | PM-238-7 | PM-238-8 | PM-238-9 | PM-238-10 | PM-238-11 | PM-238-12 | PM-238-13 | PM-238-14 | PM-238-15 | PM-238-16 | PM-238-17 | PM-238-18 | PM-238-19 | PM-238-20 | PM-238-21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 37,21 | 37,07 | 36,82 | 36,96 | 36,96 | 37,9 | 36,46 | 34,52 | 36,75 | 36,28 | 35,99 | 37,12 | 36,74 | 37,04 | 37,03 | 37,84 | 36,59 | 37,62 | 36,65 | 36,86 | 37,42 |
| TiO2 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,07 | 0,05 | 0,01 | 0,18 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,02 |
| Al2O3 | 19,59 | 19,48 | 19,43 | 19,59 | 19,48 | 19,31 | 19,68 | 20,17 | 19,65 | 19,79 | 19,84 | 19,87 | 19,43 | 19,60 | 19,70 | 19,72 | 19,62 | 19,57 | 19,58 | 19,72 | 18,57 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,02 |
| FeO* | 41,62 | 41,78 | 41,98 | 41,9 | 41,92 | 41,87 | 42,51 | 42,92 | 41,63 | 41,82 | 41,78 | 41,79 | 41,84 | 41,95 | 42,16 | 42,00 | 41,95 | 41,90 | 41,94 | 41,88 | 41,48 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,27 | 1,21 | 1,21 | 1,24 | 1,23 | 1,18 | 1,23 | 1,25 | 1,21 | 1,24 | 1,22 | 1,19 | 1,21 | 1,24 | 1,20 | 1,23 | 1,21 | 1,17 | 1,24 | 1,21 | 1,11 |
| CaO | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,13 | 0,12 | 0,20 | 0,14 | 0,10 | 0,16 | 0,18 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,14 | 0,14 |
| Total | 99,86 | 99,69 | 99,58 | 99,82 | 99,73 | 100,41 | 100,05 | 99,08 | 99,49 | 99,29 | 99,13 | 100,18 | 99,44 | 99,99 | 100,23 | 100,93 | 99,48 | 100,40 | 99,55 | 99,89 | 98,76 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,06 | 3,06 | 3,04 | 3,05 | 3,05 | 3,11 | 3,00 | 2,87 | 3,04 | 3,00 | 2,99 | 3,05 | 3,04 | 3,05 | 3,04 | 3,08 | 3,03 | 3,08 | 3,03 | 3,04 | 3,12 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,90 | 1,89 | 1,89 | 1,90 | 1,89 | 1,87 | 1,91 | 1,98 | 1,91 | 1,93 | 1,94 | 1,92 | 1,90 | 1,90 | 1,91 | 1,89 | 1,91 | 1,89 | 1,91 | 1,91 | 1,83 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,28 | 0,00 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,00 |
| Fe2+ | 2,87 | 2,88 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,87 | 2,84 | 2,71 | 2,88 | 2,84 | 2,84 | 2,87 | 2,88 | 2,88 | 2,89 | 2,86 | 2,87 | 2,87 | 2,87 | 2,88 | 2,90 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,14 |
| Ca | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Total | 8,00 | 7,99 | 7,99 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almandin | 94,58 | 94,82 | 94,85 | 94,75 | 94,77 | 94,99 | 94,74 | 94,76 | 94,55 | 94,59 | 94,78 | 94,74 | 94,63 | 94,61 | 94,87 | 94,75 | 94,80 | 94,96 | 94,72 | 94,23 | 95,05 |
| Pirop | 5,13 | 4,88 | 4,87 | 4,98 | 4,97 | 4,75 | 4,89 | 4,90 | 4,86 | 4,99 | 4,93 | 4,81 | 4,85 | 4,99 | 4,80 | 4,93 | 4,87 | 4,74 | 4,98 | 4,87 | 4,55 |
| Grossüler | 0,29 | 0,30 | 0,27 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,37 | 0,35 | 0,58 | 0,42 | 0,28 | 0,45 | 0,52 | 0,40 | 0,33 | 0,32 | 0,33 | 0,30 | 0,30 | 0,40 | 0,40 |
| Spessartin | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| $X_{alm}$ | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| $X_{py}$ | 0.053 | 0.049 | 0.049 | 0.049 | 0.049 | 0.046 | 0.050 | 0.052 | 0.049 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.049 | 0.049 | 0.049 | 0.050 | 0.050 | 0.046 | 0.050 | 0.049 | 0.046 |
| $X_{gr}$ | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.007 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.007 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 |
| Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $X_{alm}=Fe^{+2/}(Fe^{+2}+Mn+Ca+Mg)$, $X_{py}=Mg/(Fe^{+2}+Mn+Ca+Mg)$, $X_{gr}=Ca/(Fe^{+2}+Mn+Ca+Mg)$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.8. PM-239 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-239-1 | PM-239-2 | PM-239-3 | PM-239-4 | PM-239-5 | PM-239-6 | PM-239-7 | PM-239-8 | PM-239-9 | PM-239-10 | PM-239-11 | PM-239-12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,29 | 36,51 | 36,51 | 36,43 | 36,42 | 36,64 | 35,24 | 35,70 | 36,62 | 36,03 | 36,75 | 36,33 |
| TiO2 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Al2O3 | 19,38 | 19,42 | 19,38 | 19,43 | 19,26 | 19,44 | 19,62 | 19,26 | 19,85 | 20,64 | 19,89 | 19,72 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,01 |
| FeO* | 42,28 | 42,05 | 42,03 | 42,04 | 42,13 | 41,72 | 42,11 | 41,78 | 41,61 | 41,56 | 41,72 | 42,15 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,22 | 1,29 | 1,29 | 1,32 | 1,23 | 1,36 | 1,33 | 1,38 | 1,39 | 1,50 | 1,41 | 1,20 |
| CaO | 0,24 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,29 | 0,24 | 0,33 | 0,32 | 0,35 | 0,36 | 0,21 |
| Total | 99,44 | 99,69 | 99,7 | 99,67 | 99,47 | 99,49 | 98,56 | 98,52 | 99,82 | 100,12 | 100,18 | 99,64 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,01 | 3,03 | 2,94 | 2,98 | 3,01 | 2,95 | 3,01 | 3,00 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,88 | 1,89 | 1,93 | 1,90 | 1,92 | 1,99 | 1,92 | 1,92 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,09 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,08 | 0,05 | 0,18 | 0,14 | 0,05 | 0,11 | 0,05 | 0,07 |
| Fe2+ | 2,83 | 2,83 | 2,83 | 2,82 | 2,83 | 2,84 | 2,76 | 2,78 | 2,81 | 2,74 | 2,81 | 2,84 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,17 | 0,15 |
| Ca | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| Total | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Almandin | 94,44 | 93,91 | 93,87 | 93,73 | 94,06 | 93,72 | 94,01 | 93,54 | 93,52 | 93,01 | 93,35 | 94,61 |
| Pirop | 4,87 | 5,15 | 5,12 | 5,23 | 4,91 | 5,46 | 5,29 | 5,51 | 5,55 | 5,99 | 5,63 | 4,79 |
| Grossüler | 0,70 | 0,94 | 1,01 | 1,04 | 1,03 | 0,82 | 0,70 | 0,95 | 0,92 | 0,10 | 1,02 | 0,60 |
| Spessartin | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.9. PM-240 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-240-1 | PM-240-2 | PM-240-3 | PM-240-4 | PM-240-5 | PM-240-6 | PM-240-7 | PM-240-8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,97 | 35,44 | 36,21 | 36,05 | 35,51 | 35,28 | 35,19 | 36,29 |
| TiO2 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Al2O3 | 20,21 | 20,33 | 19,90 | 19,76 | 20,42 | 20,47 | 20,66 | 19,96 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| FeO* | 42,79 | 42,64 | 42,56 | 42,76 | 42,77 | 42,87 | 42,7 | 42,37 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,76 | 0,80 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,75 | 0,73 | 0,69 |
| CaO | 0,39 | 0,33 | 0,41 | 0,46 | 0,41 | 0,42 | 0,39 | 0,46 |
| Total | 100,18 | 99,56 | 99,9 | 99,82 | 99,87 | 99,8 | 99,68 | 99,77 |
| | | | | | | | | |
| Si | 2,96 | 2,93 | 2,99 | 2,98 | 2,93 | 2,91 | 2,91 | 3,00 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,96 | 1,98 | 1,94 | 1,93 | 1,99 | 1,99 | 2,01 | 1,94 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,11 | 0,14 | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,18 | 0,17 | 0,05 |
| Fe2+ | 2,84 | 2,81 | 2,86 | 2,85 | 2,81 | 2,79 | 2,78 | 2,87 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 |
| Ca | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| Total | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| | | | | | | | | |
| Almandin | 95,84 | 95,88 | 95,69 | 95,66 | 95,87 | 95,81 | 95,93 | 95,88 |
| Pirop | 3,05 | 3,19 | 3,13 | 3,03 | 2,95 | 3,00 | 2,94 | 2,78 |
| Grossüler | 1,11 | 0,94 | 1,18 | 1,32 | 1,18 | 1,19 | 1,13 | 1,34 |
| Spessartin | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | |

Ek-3.10. PM-241 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-241-1 | PM-241-2 | PM-241-3 | PM-241-4 | PM-241-5 | PM-241-6 | PM-241-7 | PM-241-8 | PM-241-9 | PM-241-10 | PM-241-11 | PM-241-12 | PM-241-13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,14 | 36,50 | 36,12 | 36,10 | 36,07 | 36,82 | 36,05 | 36,09 | 35,98 | 36,92 | 35,17 | 35,38 | 36,58 |
| TiO2 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,01 |
| Al2O3 | 20,28 | 19,94 | 20,07 | 20,15 | 19,97 | 19,65 | 20,16 | 20,09 | 20,41 | 20,10 | 20,67 | 21,02 | 20,04 |
| Cr2O3 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,00 |
| FeO | 41,24 | 41,35 | 41,28 | 41,07 | 41,12 | 41,42 | 41,43 | 41,29 | 41,31 | 40,73 | 40,85 | 41,32 | 41,57 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,60 | 1,61 | 1,66 | 1,67 | 1,67 | 1,59 | 1,55 | 1,52 | 1,31 | 1,32 | 1,30 | 1,42 | 1,23 |
| CaO | 0,42 | 0,41 | 0,39 | 0,40 | 0,40 | 0,34 | 0,34 | 0,36 | 0,27 | 0,29 | 0,29 | 0,36 | 0,25 |
| Total | 99,69 | 99,83 | 99,56 | 99,45 | 99,25 | 99,86 | 99,55 | 99,35 | 99,34 | 99,45 | 98,37 | 99,55 | 99,68 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,97 | 3,00 | 2,97 | 2,97 | 2,98 | 3,02 | 2,97 | 2,98 | 2,97 | 3,04 | 2,94 | 2,91 | 3,01 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,96 | 1,93 | 1,95 | 1,96 | 1,94 | 1,90 | 1,96 | 1,95 | 1,99 | 1,95 | 2,04 | 2,04 | 1,95 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,10 | 0,07 | 0,11 | 0,09 | 0,10 | 0,04 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,00 | 0,08 | 0,14 | 0,02 |
| Fe2+ | 2,74 | 2,76 | 2,74 | 2,74 | 2,74 | 2,80 | 2,75 | 2,76 | 2,79 | 2,81 | 2,75 | 2,71 | 2,84 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,15 |
| Ca | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| Total | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Almandin | 92,40 | 92,42 | 92,28 | 92,19 | 92,20 | 92,68 | 92,83 | 92,86 | 93,91 | 93,72 | 93,77 | 93,25 | 94,32 |
| Pirop | 6,41 | 6,40 | 6,60 | 6,67 | 6,65 | 6,33 | 6,19 | 6,11 | 5,32 | 5,43 | 5,36 | 5,70 | 4,96 |
| Grossüler | 1,20 | 1,17 | 1,12 | 1,14 | 1,15 | 0,99 | 0,99 | 1,03 | 0,77 | 0,85 | 0,87 | 1,04 | 0,72 |
| Spessartin | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Uvarovit | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Andradit | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Xmg | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| Xalm | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.93 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0,93 | 0,94 |

Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir, Xmg=Mg/($Fe^{+2}$+Mg), Xalm= $Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Ca+Mg)

Ek-3.11. PM-242 nolu örnekteki granat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-242-1 | PM-242-2 | PM-242-3 | PM-242-4 | PM-242-5 | PM-242-6 | PM-242-7 | PM-242-8 | PM-242-9 | PM-242-10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,85 | 34,67 | 35,44 | 34,50 | 33,79 | 34,60 | 34,41 | 34,18 | 34,7 | 35,33 |
| TiO2 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,01 | 0,09 | 0,03 | 0,07 | 0,06 |
| Al2O3 | 22,50 | 20,69 | 21,10 | 20,12 | 19,74 | 20,10 | 19,64 | 19,76 | 19,88 | 20,24 |
| Cr2O3 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| FeO* | 40,74 | 40,67 | 40,49 | 40,87 | 40,68 | 40,71 | 39,82 | 40,45 | 40,09 | 39,96 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,53 | 1,48 | 1,51 | 1,50 | 1,45 | 1,52 | 1,46 | 1,49 | 1,44 | 1,46 |
| CaO | 1,63 | 1,62 | 1,82 | 1,46 | 1,82 | 1,36 | 2,52 | 1,65 | 2,28 | 2,24 |
| Total | 102,32 | 99,21 | 100,45 | 98,54 | 97,54 | 98,32 | 97,95 | 97,59 | 98,47 | 99,30 |
| | | | | | | | | | | |
| Si | 2,85 | 2,86 | 2,88 | 2,87 | 2,84 | 2,88 | 2,87 | 2,87 | 2,88 | 2,91 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 2,11 | 2,01 | 2,02 | 1,97 | 1,95 | 1,97 | 1,93 | 1,95 | 1,95 | 1,96 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,18 | 0,27 | 0,21 | 0,29 | 0,36 | 0,26 | 0,31 | 0,30 | 0,28 | 0,22 |
| Fe2+ | 2,54 | 2,54 | 2,54 | 2,56 | 2,50 | 2,57 | 2,47 | 2,54 | 2,51 | 2,53 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,18 |
| Ca | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,13 | 0,16 | 0,12 | 0,23 | 0,15 | 0,20 | 0,20 |
| Total | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| | | | | | | | | | | |
| Almandin | 89,42 | 89,61 | 88,95 | 90,00 | 89,23 | 90,15 | 87,23 | 89,47 | 87,98 | 87,94 |
| Pirop | 5,98 | 5,83 | 5,93 | 5,87 | 5,65 | 5,99 | 5,70 | 5,86 | 5,63 | 5,74 |
| Grossüler | 4,60 | 4,56 | 5,12 | 4,13 | 5,12 | 3,86 | 7,08 | 4,66 | 6,40 | 6,32 |
| Spessartin | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| $X_{alm}$ | 0.89 | 0.89 | 0.88 | 0.89 | 0.88 | 0.90 | 0.86 | 0.88 | 0.87 | 0.87 |
| $X_{py}$ | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 |
| Hesaplamalarda 12 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | |
| $X_{alm}=Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Mn+Ca+Mg)$, $X_{py}=Mg/(Fe^{+2}+Mn+Ca+Mg)$ | | | | | | | | | | |

Ek-3.12. PM-98 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-98-1 | PM-98-2 | PM-98-3 | PM-98-4 | PM-98-5 | PM-98-6 | PM-98-7 | PM-98-8 | PM-98-9 | PM-98-18 | PM-98-19 | PM-98-20 | PM-98-21 | PM-98-23 | PM-98-24 | PM-98-29 | PM-98-30 | PM-98-31 | PM-98-32 | PM-98-33 | PM-98-34 | PM-98-35 | PM-98-36 | PM-98-37 | PM-98-38 | PM-98-39 | PM-98-40 | PM-98-41 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 37,18 | 54,99 | 51,79 | 50,26 | 50,75 | 47,97 | 49,66 | 49,05 | 48,31 | 46,09 | 45,18 | 46,74 | 47,16 | 41,64 | 45,42 | 43,17 | 45,73 | 45,84 | 45,88 | 45,10 | 44,50 | 33,48 | 46,86 | 47,83 | 47,86 | 50,32 | 48,16 | 48,06 |
| TiO2 | 0,53 | 0,55 | 0,60 | 0,75 | 0,79 | 0,55 | 0,59 | 0,55 | 0,55 | 0,86 | 0,70 | 0,72 | 0,65 | 0,79 | 0,92 | 0,84 | 0,79 | 0,77 | 0,79 | 0,86 | 0,84 | 0,50 | 0,55 | 0,57 | 0,59 | 0,63 | 0,56 | 0,62 |
| Al2O3 | 22,27 | 26,14 | 27,43 | 28,43 | 28,37 | 23,83 | 25,23 | 23,98 | 25,34 | 28,26 | 27,66 | 27,53 | 26,92 | 26,37 | 28,04 | 28,05 | 27,11 | 27,02 | 28,39 | 27,34 | 27,48 | 18,70 | 24,55 | 25,14 | 24,67 | 25,92 | 25,02 | 24,26 |
| FeO* | 5,91 | 6,14 | 6,86 | 6,85 | 6,70 | 6,64 | 7,02 | 6,43 | 6,33 | 6,90 | 7,04 | 7,12 | 7,21 | 6,65 | 7,08 | 6,90 | 7,10 | 6,98 | 6,93 | 6,91 | 6,95 | 6,61 | 7,00 | 6,98 | 6,96 | 7,21 | 6,88 | 7,11 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,25 | 1,41 | 1,64 | 1,47 | 1,31 | 2,50 | 2,46 | 2,50 | 2,43 | 1,42 | 1,58 | 1,66 | 1,67 | 1,30 | 1,34 | 1,17 | 1,54 | 1,51 | 1,35 | 1,41 | 1,32 | 1,32 | 2,42 | 2,40 | 2,38 | 2,44 | 2,30 | 2,34 |
| CaO | 0,10 | 0,07 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,02 |
| Na2O | 0,21 | 0,42 | 0,36 | 0,36 | 0,31 | 0,36 | 0,37 | 0,30 | 0,26 | 0,37 | 0,46 | 0,42 | 0,39 | 0,29 | 0,29 | 0,31 | 0,44 | 0,39 | 0,32 | 0,34 | 0,28 | 0,18 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,27 | 0,32 |
| K2O | 8,72 | 9,60 | 10,87 | 11,25 | 11,08 | 11,02 | 10,73 | 11,01 | 11,09 | 10,99 | 11,15 | 10,90 | 11,09 | 10,54 | 11,20 | 11,04 | 10,98 | 11,01 | 11,19 | 11,24 | 11,15 | 8,59 | 11,09 | 11,13 | 11,12 | 10,97 | 10,21 | 11,07 |
| Total | 76,17 | 99,32 | 99,58 | 99,38 | 99,34 | 92,91 | 96,08 | 93,86 | 94,34 | 94,95 | 93,81 | 95,12 | 95,11 | 87,64 | 94,31 | 91,53 | 93,72 | 93,55 | 94,87 | 93,22 | 92,56 | 69,44 | 92,83 | 94,42 | 93,95 | 97,86 | 93,43 | 93,80 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6,43 | 7,08 | 6,76 | 6,61 | 6,65 | 6,78 | 6,76 | 6,84 | 6,70 | 6,39 | 6,36 | 6,47 | 6,53 | 6,29 | 6,36 | 6,24 | 6,44 | 6,46 | 6,37 | 6,39 | 6,36 | 6,46 | 6,66 | 6,67 | 6,71 | 6,73 | 6,73 | 6,74 |
| Ti | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Al iv | 1,57 | 0,92 | 1,24 | 1,39 | 1,35 | 1,22 | 1,24 | 1,16 | 1,30 | 1,61 | 1,64 | 1,53 | 1,47 | 1,71 | 1,64 | 1,76 | 1,56 | 1,54 | 1,63 | 1,61 | 1,64 | 1,54 | 1,34 | 1,33 | 1,29 | 1,27 | 1,27 | 1,26 |
| Al vi | 2,97 | 3,05 | 2,99 | 3,01 | 3,04 | 2,75 | 2,81 | 2,78 | 2,85 | 3,00 | 2,96 | 2,95 | 2,92 | 2,98 | 2,98 | 3,03 | 2,94 | 2,95 | 3,02 | 2,96 | 2,98 | 2,72 | 2,77 | 2,80 | 2,78 | 2,82 | 2,85 | 2,76 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,86 | 0,66 | 0,75 | 0,75 | 0,73 | 0,78 | 0,80 | 0,75 | 0,73 | 0,80 | 0,83 | 0,82 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,82 | 0,83 | 1,07 | 0,83 | 0,81 | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 0,83 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,32 | 0,27 | 0,32 | 0,29 | 0,26 | 0,53 | 0,50 | 0,52 | 0,50 | 0,29 | 0,33 | 0,34 | 0,34 | 0,29 | 0,28 | 0,25 | 0,32 | 0,32 | 0,28 | 0,30 | 0,28 | 0,38 | 0,51 | 0,50 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,49 |
| Ca | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,07 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,09 |
| K | 1,92 | 1,58 | 1,81 | 1,89 | 1,85 | 1,99 | 1,86 | 1,96 | 1,96 | 1,94 | 2,00 | 1,92 | 1,96 | 2,03 | 2,00 | 2,04 | 1,97 | 1,98 | 1,98 | 2,03 | 2,03 | 2,11 | 2,01 | 1,98 | 1,99 | 1,87 | 1,82 | 1,98 |
| Total | 14,23 | 13,72 | 14,02 | 14,11 | 14,04 | 14,22 | 14,13 | 14,15 | 14,18 | 14,24 | 14,33 | 14,23 | 14,24 | 14,33 | 14,27 | 14,33 | 14,27 | 14,26 | 14,26 | 14,30 | 14,30 | 14,43 | 14,28 | 14,24 | 14,24 | 14,14 | 14,10 | 14,22 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.13. PM-112 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-112-2 | PM-112-3 | PM-112-4 | PM-112-5 | PM-112-6 |
|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 45,56 | 44,53 | 49,88 | 44,77 | 51,00 |
| TiO2 | 0,51 | 0,53 | 0,43 | 0,47 | 0,53 |
| Al2O3 | 29,08 | 28,15 | 24,47 | 27,12 | 25,40 |
| FeO* | 5,08 | 5,65 | 5,22 | 5,97 | 5,15 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,58 | 1,62 | 2,81 | 2,01 | 2,84 |
| CaO | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,01 |
| Na2O | 0,48 | 0,63 | 0,35 | 0,38 | 0,39 |
| K2O | 11,13 | 10,79 | 10,62 | 10,87 | 10,72 |
| Total | 93,43 | 91,92 | 93,78 | 91,63 | 96,04 |
| | | | | | |
| Si | 6,37 | 6,35 | 6,89 | 6,42 | 6,86 |
| Ti | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| Al iv | 1,63 | 1,65 | 1,11 | 1,58 | 1,14 |
| Al vi | 3,15 | 3,08 | 2,87 | 3,00 | 2,89 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,59 | 0,67 | 0,60 | 0,72 | 0,58 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,33 | 0,34 | 0,58 | 0,43 | 0,57 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Na | 0,13 | 0,18 | 0,09 | 0,10 | 0,10 |
| K | 1,98 | 1,96 | 1,87 | 1,99 | 1,84 |
| Total | 14,24 | 14,30 | 14,06 | 14,29 | 14,04 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | |

Ek-3.14. PM-128 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-128-10 | PM-128-11 | PM-128-12 | PM-128-13 | PM-128-16 | PM-128-17 | PM-128-18 | PM-128-19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 52,84 | 46,62 | 49,12 | 45,94 | 49,93 | 48,24 | 45,96 | 49,39 |
| TiO2 | 0,47 | 0,66 | 0,45 | 0,47 | 0,41 | 0,41 | 0,49 | 0,42 |
| Al2O3 | 30,14 | 31,29 | 28,91 | 27,53 | 28,94 | 27,44 | 30,01 | 27,68 |
| FeO* | 4,91 | 4,56 | 4,46 | 4,09 | 4,54 | 4,76 | 4,32 | 4,77 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 2,94 | 1,57 | 2,37 | 2,06 | 2,52 | 2,53 | 1,83 | 2,63 |
| CaO | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| Na2O | 0,07 | 0,37 | 0,30 | 0,30 | 0,27 | 0,27 | 0,33 | 0,27 |
| K2O | 5,45 | 10,73 | 10,87 | 10,42 | 11,09 | 11,21 | 10,92 | 11,19 |
| Total | 96,84 | 95,83 | 96,50 | 90,84 | 97,73 | 94,88 | 93,90 | 96,37 |
| | | | | | | | | |
| Si | 6,77 | 6,29 | 6,57 | 6,53 | 6,60 | 6,60 | 6,34 | 6,64 |
| Ti | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| Al iv | 1,23 | 1,71 | 1,43 | 1,47 | 1,40 | 1,40 | 1,66 | 1,36 |
| Al vi | 3,32 | 3,27 | 3,12 | 3,15 | 3,10 | 3,02 | 3,23 | 3,02 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,53 | 0,52 | 0,50 | 0,49 | 0,50 | 0,54 | 0,50 | 0,54 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,56 | 0,32 | 0,47 | 0,44 | 0,50 | 0,52 | 0,38 | 0,53 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Na | 0,02 | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,07 |
| K | 0,89 | 1,85 | 1,85 | 1,89 | 1,87 | 1,96 | 1,92 | 1,92 |
| Total | 13,36 | 14,12 | 14,07 | 14,10 | 14,08 | 14,16 | 14,17 | 14,12 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | |

Ek-3.15. PM-158 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-158-2 | PM-158-3 | PM-158-4 | PM-158-5 | PM-158-6 | PM-158-7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 47,40 | 43,58 | 44,04 | 43,94 | 43,95 | 43,15 |
| TiO2 | 0,25 | 0,32 | 0,26 | 0,20 | 0,27 | 0,63 |
| Al2O3 | 28,10 | 34,59 | 34,59 | 33,35 | 32,12 | 32,48 |
| FeO | 2,51 | 1,11 | 0,99 | 1,31 | 1,20 | 1,04 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 3,05 | 0,74 | 0,72 | 0,92 | 0,96 | 0,83 |
| CaO | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,02 |
| Na2O | 0,44 | 1,38 | 1,57 | 1,41 | 1,18 | 1,55 |
| K2O | 9,80 | 9,43 | 8,97 | 8,97 | 9,39 | 8,95 |
| Total | 91,56 | 91,17 | 91,16 | 90,15 | 89,10 | 88,65 |
| | | | | | | |
| Si | 6,59 | 6,06 | 6,10 | 6,17 | 6,25 | 6,16 |
| Ti | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,07 |
| Al iv | 1,41 | 1,94 | 1,90 | 1,83 | 1,75 | 1,84 |
| Al vi | 3,20 | 3,73 | 3,75 | 3,68 | 3,63 | 3,63 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,29 | 0,13 | 0,11 | 0,15 | 0,14 | 0,12 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,63 | 0,15 | 0,15 | 0,19 | 0,20 | 0,18 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,12 | 0,37 | 0,42 | 0,38 | 0,33 | 0,43 |
| K | 1,74 | 1,67 | 1,59 | 1,61 | 1,70 | 1,63 |
| Total | 14,01 | 14,09 | 14,05 | 14,05 | 14,04 | 14,07 |
| $X_{mg}$ | 0,68 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,59 | 0,6 |
| $Si^{+4}$ | 3,30 | 3,03 | 3,05 | 3,09 | 3,13 | 3,08 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir, Xmg=Mg/($Fe^{+2}$+Mg) | | | | | | |

Ek-3.16. PM-159 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-159-17 | PM-159-18 | PM-159-19 | PM-159-20 | PM-159-21 | PM-159-22 | PM-159-23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 47,81 | 49,42 | 50,73 | 45,26 | 51,06 | 50,53 | 44,12 |
| TiO2 | 0,37 | 0,27 | 0,25 | 0,44 | 0,30 | 0,24 | 0,53 |
| Al2O3 | 30,85 | 26,65 | 26,82 | 32,92 | 29,12 | 27,92 | 33,91 |
| FeO* | 1,44 | 2,46 | 3,01 | 1,23 | 1,72 | 1,75 | 1,34 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,92 | 3,11 | 3,64 | 1,17 | 2,57 | 2,89 | 0,96 |
| CaO | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Na2O | 1,05 | 0,68 | 0,68 | 1,35 | 0,83 | 0,70 | 1,85 |
| K2O | 9,43 | 9,64 | 9,44 | 9,30 | 9,55 | 9,36 | 9,17 |
| Total | 92,90 | 92,25 | 94,59 | 91,70 | 95,16 | 93,40 | 91,88 |
| | | | | | | | |
| Si | 6,50 | 6,80 | 6,81 | 6,25 | 6,76 | 6,81 | 6,10 |
| Ti | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,06 |
| Al iv | 1,50 | 1,20 | 1,19 | 1,75 | 1,24 | 1,19 | 1,90 |
| Al vi | 3,44 | 3,12 | 3,05 | 3,60 | 3,30 | 3,25 | 3,62 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,16 | 0,28 | 0,34 | 0,14 | 0,19 | 0,20 | 0,15 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,39 | 0,64 | 0,73 | 0,24 | 0,51 | 0,58 | 0,20 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,28 | 0,18 | 0,18 | 0,36 | 0,21 | 0,18 | 0,50 |
| K | 1,64 | 1,69 | 1,62 | 1,64 | 1,61 | 1,61 | 1,62 |
| Total | 13,95 | 13,95 | 13,94 | 14,03 | 13,85 | 13,84 | 14,14 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | |

Ek-3.17. PM-237 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-237-7 | PM-237-8 | PM-237-9 | PM-237-10 | PM-237-11 | PM-237-12 | PM-237-13 | PM-237-14 | PM-237-15 | PM-237-16 | PM-237-17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 43,08 | 44,24 | 41,40 | 43,25 | 43,72 | 38,81 | 37,54 | 38,18 | 37,81 | 38,02 | 38,41 |
| TiO2 | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,33 | 0,31 | 0,26 | 0,24 | 0,25 | 0,28 | 0,25 | 0,23 |
| Al2O3 | 36,42 | 35,78 | 34,29 | 35,35 | 35,56 | 32,16 | 30,80 | 31,22 | 30,35 | 30,84 | 31,14 |
| FeO* | 1,74 | 2,15 | 2,19 | 2,14 | 2,02 | 2,44 | 2,47 | 2,44 | 2,35 | 2,44 | 2,32 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,23 | 0,30 | 0,26 | 0,28 | 0,28 | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,38 | 0,34 | 0,33 |
| CaO | 0,07 | 0,05 | 0,21 | 0,05 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Na2O | 1,56 | 1,59 | 1,34 | 1,63 | 1,83 | 1,66 | 2,61 | 1,81 | 1,59 | 1,72 | 1,78 |
| K2O | 9,44 | 9,24 | 9,34 | 9,10 | 9,27 | 6,84 | 6,91 | 6,86 | 6,91 | 6,73 | 6,74 |
| Total | 92,74 | 93,55 | 89,22 | 92,13 | 93,16 | 82,55 | 80,93 | 81,13 | 79,69 | 80,35 | 80,96 |
| | | | | | | | | | | | |
| Si | 5,91 | 6,02 | 5,94 | 5,98 | 5,98 | 5,95 | 5,91 | 5,97 | 6,02 | 6,00 | 6,01 |
| Ti | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Al iv | 2,09 | 1,98 | 2,06 | 2,02 | 2,02 | 2,05 | 2,09 | 2,03 | 1,98 | 2,00 | 1,99 |
| Al vi | 3,81 | 3,75 | 3,73 | 3,74 | 3,72 | 3,77 | 3,65 | 3,73 | 3,71 | 3,73 | 3,75 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,20 | 0,24 | 0,26 | 0,25 | 0,23 | 0,31 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,32 | 0,30 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 |
| Ca | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,42 | 0,42 | 0,37 | 0,44 | 0,48 | 0,49 | 0,80 | 0,55 | 0,49 | 0,53 | 0,54 |
| K | 1,65 | 1,60 | 1,71 | 1,61 | 1,62 | 1,34 | 1,39 | 1,37 | 1,40 | 1,35 | 1,34 |
| Total | 14,15 | 14,11 | 14,19 | 14,13 | 14,17 | 14,03 | 14,29 | 14,08 | 14,05 | 14,05 | 14,04 |

Ek-3.18. PM-241 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-241-17 | PM-241-18 | PM-241-19 | PM-241-20 | PM-241-21 | PM-241-22 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 43,59 | 42,73 | 43,40 | 43,96 | 45,30 | 44,01 |
| TiO2 | 0,28 | 0,32 | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,28 |
| Al2O3 | 36,38 | 36,19 | 36,79 | 36,65 | 38,17 | 36,97 |
| FeO* | 1,87 | 1,60 | 1,71 | 2,00 | 1,73 | 1,70 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,23 | 0,20 | 0,22 | 0,29 | 0,26 | 0,22 |
| CaO | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| Na2O | 2,53 | 2,05 | 2,25 | 2,33 | 2,38 | 2,31 |
| K2O | 7,93 | 8,47 | 8,49 | 8,17 | 8,41 | 8,34 |
| Total | 92,85 | 91,62 | 93,15 | 93,66 | 96,52 | 93,86 |
| | | | | | | |
| Si | 5,94 | 5,91 | 5,91 | 5,95 | 5,93 | 5,93 |
| Ti | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Al iv | 2,06 | 2,09 | 2,09 | 2,05 | 2,07 | 2,07 |
| Al vi | 3,79 | 3,81 | 3,81 | 3,79 | 3,83 | 3,81 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,21 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,19 | 0,19 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,04 |
| Ca | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,67 | 0,55 | 0,59 | 0,61 | 0,60 | 0,60 |
| K | 1,38 | 1,50 | 1,47 | 1,41 | 1,40 | 1,43 |
| Total | 14,13 | 14,13 | 14,15 | 14,12 | 14,10 | 14,12 |
| $X_{mg}$ | 0.19 | 0.18 | 0.20 | 0.21 | 0.21 | 0.17 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | |
| $X_{mg}=Mg/(Fe^{+2}+Mg)$ | | | | | | |

Ek-3.19. PM-98 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri 11 (O)

| Örnek No | PM-98-1 | PM-98-2 | PM-98-3 | PM-98-4 | PM-98-5 | PM-98-6 | PM-98-7 | PM-98-8 | PM-98-9 | PM-98-18 | PM-98-19 | PM-98-20 | PM-98-21 | PM-98-23 | PM-98-24 | PM-98-29 | PM-98-30 | PM-98-31 | PM-98-32 | PM-98-33 | PM-98-34 | PM-98-35 | PM-98-36 | PM-98-37 | PM-98-38 | PM-98-39 | PM-98-40 | PM-98-41 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 37,18 | 54,99 | 51,79 | 50,26 | 50,75 | 47,97 | 49,66 | 49,05 | 48,31 | 46,09 | 45,18 | 46,74 | 47,16 | 41,64 | 45,42 | 43,17 | 45,73 | 45,84 | 45,88 | 45,10 | 44,50 | 33,48 | 46,86 | 47,83 | 47,86 | 50,32 | 48,16 | 48,06 |
| TiO2 | 0,53 | 0,55 | 0,60 | 0,75 | 0,79 | 0,55 | 0,59 | 0,55 | 0,55 | 0,86 | 0,70 | 0,72 | 0,65 | 0,79 | 0,92 | 0,84 | 0,79 | 0,77 | 0,79 | 0,86 | 0,84 | 0,50 | 0,55 | 0,57 | 0,59 | 0,63 | 0,56 | 0,62 |
| Al2O3 | 22,27 | 26,14 | 27,43 | 28,43 | 28,37 | 23,83 | 25,23 | 23,98 | 25,34 | 28,26 | 27,66 | 27,53 | 26,92 | 26,37 | 28,04 | 28,05 | 27,11 | 27,02 | 28,39 | 27,34 | 27,48 | 18,70 | 24,55 | 25,14 | 24,67 | 25,92 | 25,02 | 24,26 |
| FeO* | 5,91 | 6,14 | 6,86 | 6,85 | 6,70 | 6,64 | 7,02 | 6,43 | 6,33 | 6,90 | 7,04 | 7,12 | 7,21 | 6,65 | 7,08 | 6,90 | 7,10 | 6,98 | 6,93 | 6,91 | 6,95 | 6,61 | 7,00 | 6,98 | 6,96 | 7,21 | 6,88 | 7,11 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,25 | 1,41 | 1,64 | 1,47 | 1,31 | 2,50 | 2,46 | 2,50 | 2,43 | 1,42 | 1,58 | 1,66 | 1,67 | 1,30 | 1,34 | 1,17 | 1,54 | 1,51 | 1,35 | 1,41 | 1,32 | 1,32 | 2,42 | 2,40 | 2,38 | 2,44 | 2,30 | 2,34 |
| CaO | 0,10 | 0,07 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,02 |
| Na2O | 0,21 | 0,42 | 0,36 | 0,36 | 0,31 | 0,36 | 0,37 | 0,30 | 0,26 | 0,37 | 0,46 | 0,42 | 0,39 | 0,29 | 0,29 | 0,31 | 0,44 | 0,39 | 0,32 | 0,34 | 0,28 | 0,18 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,27 | 0,32 |
| K2O | 8,72 | 9,60 | 10,87 | 11,25 | 11,08 | 11,02 | 10,73 | 11,01 | 11,09 | 10,99 | 11,15 | 10,90 | 11,09 | 10,54 | 11,20 | 11,04 | 10,98 | 11,01 | 11,19 | 11,24 | 11,15 | 8,59 | 11,09 | 11,13 | 11,12 | 10,97 | 10,21 | 11,07 |
| Total | 76,17 | 99,32 | 99,58 | 99,38 | 99,34 | 92,91 | 96,08 | 93,86 | 94,34 | 94,95 | 93,81 | 95,12 | 95,11 | 87,64 | 94,31 | 91,53 | 93,72 | 93,55 | 94,87 | 93,22 | 92,56 | 69,44 | 92,83 | 94,42 | 93,95 | 97,86 | 93,43 | 93,80 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,22 | 3,54 | 3,38 | 3,3 | 3,33 | 3,39 | 3,38 | 3,42 | 3,35 | 3,19 | 3,18 | 3,23 | 3,27 | 3,14 | 3,18 | 3,12 | 3,22 | 3,23 | 3,19 | 3,2 | 3,18 | 3,23 | 3,33 | 3,33 | 3,35 | 3,37 | 3,37 | 3,37 |
| Ti | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,45 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,32 | 0,03 | 0,03 |
| Al | 2,27 | 1,98 | 2,11 | 2,2 | 2,19 | 1,99 | 2,02 | 1,97 | 2,07 | 2,31 | 2,3 | 2,24 | 2,2 | 2,35 | 2,31 | 2,39 | 2,25 | 2,24 | 2,32 | 2,29 | 2,31 | 2,13 | 2,06 | 2,06 | 2,04 | 2,04 | 2,06 | 2 |
| Fe3+ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fe2+ | 0,43 | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,37 | 0,39 | 0,4 | 0,37 | 0,37 | 0,4 | 0,41 | 0,41 | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,4 | 0,41 | 0,42 | 0,53 | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,4 | 0,4 | 0,42 |
| Mn | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mg | 0,16 | 0,14 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,26 | 0,25 | 0,26 | 0,25 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,16 | 0,16 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,19 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| Ca | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| K | 0,96 | 0,79 | 0,91 | 0,94 | 0,93 | 0,99 | 0,93 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 1 | 0,96 | 0,98 | 1,02 | 1 | 1,02 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 1 | 1,02 | 1,06 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,94 | 0,91 | 0,99 |
| Total | 4,18 | 4,33 | 4,29 | 4,24 | 4,26 | 4,38 | 4,31 | 4,4 | 4,33 | 4,16 | 4,18 | 4,19 | 4,25 | 4,16 | 4,18 | 4,14 | 4,21 | 4,22 | 4,18 | 4,2 | 4,2 | 4,29 | 4,33 | 4,32 | 4,34 | 4,31 | 4,28 | 4,36 |
| Hesaplamalarda 11 (0) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.20. PM-112 ve PM-128 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri 11 (O)

| Örnek No | PM-112-2 | PM-112-3 | PM-112-4 | PM-112-5 | PM-112-6 | PM-128-10 | PM-128-11 | PM-128-12 | PM-128-13 | PM-128-16 | PM-128-17 | PM-128-18 | PM-128-19 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 45,56 | 44,53 | 49,88 | 44,77 | 51,00 | 52,84 | 46,62 | 49,12 | 45,94 | 49,93 | 48,24 | 45,96 | 49,39 |
| TiO2 | 0,51 | 0,53 | 0,43 | 0,47 | 0,53 | 0,47 | 0,66 | 0,45 | 0,47 | 0,41 | 0,41 | 0,49 | 0,42 |
| Al2O3 | 29,08 | 28,15 | 24,47 | 27,12 | 25,40 | 30,14 | 31,29 | 28,91 | 27,53 | 28,94 | 27,44 | 30,01 | 27,68 |
| FeO* | 5,08 | 5,65 | 5,22 | 5,97 | 5,15 | 4,91 | 4,56 | 4,46 | 4,09 | 4,54 | 4,76 | 4,32 | 4,77 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 1,58 | 1,62 | 2,81 | 2,01 | 2,84 | 2,94 | 1,57 | 2,37 | 2,06 | 2,52 | 2,53 | 1,83 | 2,63 |
| CaO | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| Na2O | 0,48 | 0,63 | 0,35 | 0,38 | 0,39 | 0,07 | 0,37 | 0,30 | 0,30 | 0,27 | 0,27 | 0,33 | 0,27 |
| K2O | 11,13 | 10,79 | 10,62 | 10,87 | 10,72 | 5,45 | 10,73 | 10,87 | 10,42 | 11,09 | 11,21 | 10,92 | 11,19 |
| Total | 93,43 | 91,92 | 93,78 | 91,63 | 96,04 | 96,84 | 95,83 | 96,50 | 90,84 | 97,73 | 94,88 | 93,90 | 96,37 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,18 | 3,17 | 3,44 | 3,21 | 3,43 | 3,38 | 3,15 | 3,28 | 3,27 | 3,3 | 3,3 | 3,17 | 3,31 |
| Ti | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Al | 2,39 | 2,37 | 1,99 | 2,29 | 2,01 | 2,28 | 2,49 | 2,78 | 2,31 | 2,25 | 2,21 | 2,44 | 2,19 |
| Fe3+ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fe2+ | 2,3 | 0,34 | 0,3 | 0,36 | 0,29 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,25 | 0,27 | 0,25 | 0,27 |
| Mn | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mg | 0,16 | 0,17 | 0,29 | 0,21 | 0,28 | 0,28 | 0,16 | 0,24 | 0,22 | 0,25 | 0,26 | 0,19 | 0,26 |
| Ca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na | 0,07 | 0,09 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| K | 0,99 | 0,98 | 0,94 | 0,99 | 0,92 | 0,45 | 0,92 | 0,93 | 0,95 | 0,93 | 0,98 | 0,96 | 0,96 |
| Total | 4,17 | 4,15 | 4,38 | 4,2 | 4,35 | 3,83 | 4,07 | 4,21 | 4,22 | 4,23 | 4,28 | 4,13 | 4,27 |
| Hesaplamalarda 11 (0) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.21. PM-158 ve PM-159 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri 11 (O)

| Örnek No | PM-158-2 | PM-158-3 | PM-158-4 | PM-158-5 | PM-158-6 | PM-158-7 | PM-159-17 | PM-159-18 | PM-159-19 | PM-159-20 | PM-159-21 | PM-159-22 | PM-159-23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 47,40 | 43,58 | 44,04 | 43,94 | 43,95 | 43,15 | 47,81 | 49,42 | 50,73 | 45,26 | 51,06 | 50,53 | 44,12 |
| TiO2 | 0,25 | 0,32 | 0,26 | 0,20 | 0,27 | 0,63 | 0,37 | 0,27 | 0,25 | 0,44 | 0,30 | 0,24 | 0,53 |
| Al2O3 | 28,10 | 34,59 | 34,59 | 33,35 | 32,12 | 32,48 | 30,85 | 26,65 | 26,82 | 32,92 | 29,12 | 27,92 | 33,91 |
| FeO* | 2,51 | 1,11 | 0,99 | 1,31 | 1,20 | 1,04 | 1,44 | 2,46 | 3,01 | 1,23 | 1,72 | 1,75 | 1,34 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 3,05 | 0,74 | 0,72 | 0,92 | 0,96 | 0,83 | 1,92 | 3,11 | 3,64 | 1,17 | 2,57 | 2,89 | 0,96 |
| CaO | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Na2O | 0,44 | 1,38 | 1,57 | 1,41 | 1,18 | 1,55 | 1,05 | 0,68 | 0,68 | 1,35 | 0,83 | 0,70 | 1,85 |
| K2O | 9,80 | 9,43 | 8,97 | 8,97 | 9,39 | 8,95 | 9,43 | 9,64 | 9,44 | 9,30 | 9,55 | 9,36 | 9,17 |
| Total | 91,56 | 91,17 | 91,16 | 90,15 | 89,10 | 88,65 | 92,90 | 92,25 | 94,59 | 91,70 | 95,16 | 93,40 | 91,88 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,3 | 3,03 | 3,05 | 3,08 | 3,13 | 3,08 | 3,25 | 3,4 | 3,4 | 3,12 | 3,38 | 3,41 | 3,05 |
| Ti | 0,01 | 0,02 | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 |
| Al | 2,3 | 2,83 | 2,82 | 2,76 | 2,69 | 2,73 | 2,47 | 2,16 | 2,12 | 2,68 | 2,27 | 2,22 | 2,76 |
| Fe3+ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fe2+ | 0,15 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,08 | 0,14 | 0,17 | 0,07 | 0,01 | 0,01 | 0,08 |
| Mn | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mg | 0,32 | 0,08 | 0,07 | 0,01 | 0,1 | 0,09 | 0,19 | 0,32 | 0,36 | 0,12 | 0,25 | 0,29 | 0,01 |
| Ca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na | 0,06 | 0,19 | 0,21 | 0,19 | 0,16 | 0,21 | 0,14 | 0,09 | 0,09 | 0,18 | 0,11 | 0,09 | 0,25 |
| K | 0,87 | 0,84 | 0,79 | 0,8 | 0,85 | 0,82 | 0,82 | 0,85 | 0,81 | 0,82 | 0,81 | 0,8 | 0,81 |
| Total | 4,17 | 3,87 | 3,84 | 3,88 | 3,98 | 3,9 | 4,07 | 4,25 | 4,21 | 3,94 | 4,19 | 4,21 | 3,86 |
| $X_{mg}$ | 0.68 | 0.54 | 0.58 | 0.56 | 0.59 | 0.60 | | | | | | | |
| Hesaplamalarda 11 (0) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |
| $X_{mg}=Mg/(Mg+Fe^{+2})$ | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.22. PM-237 ve PM-241 nolu örnekteki muskovit minerallerinin ana element analizleri 11 (O)

| Örnek No | PM-237-7 | PM-237-8 | PM-237-9 | PM-237-10 | PM-237-11 | PM-237-12 | PM-237-13 | PM-237-14 | PM-237-15 | PM-237-16 | PM-237-17 | PM-241-17 | PM-241-18 | PM-241-19 | PM-241-20 | PM-241-21 | PM-241-22 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 43,08 | 44,24 | 41,40 | 43,25 | 43,72 | 38,81 | 37,54 | 38,18 | 37,81 | 38,02 | 38,41 | 43,59 | 42,73 | 43,40 | 43,96 | 45,30 | 44,01 |
| TiO2 | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,33 | 0,31 | 0,26 | 0,24 | 0,25 | 0,28 | 0,25 | 0,23 | 0,28 | 0,32 | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,28 |
| Al2O3 | 36,42 | 35,78 | 34,29 | 35,35 | 35,56 | 32,16 | 30,80 | 31,22 | 30,35 | 30,84 | 31,14 | 36,38 | 36,19 | 36,79 | 36,65 | 38,17 | 36,97 |
| FeO* | 1,74 | 2,15 | 2,19 | 2,14 | 2,02 | 2,44 | 2,47 | 2,44 | 2,35 | 2,44 | 2,32 | 1,87 | 1,60 | 1,71 | 2,00 | 1,73 | 1,70 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,23 | 0,30 | 0,26 | 0,28 | 0,28 | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,38 | 0,34 | 0,33 | 0,23 | 0,20 | 0,22 | 0,29 | 0,26 | 0,22 |
| CaO | 0,07 | 0,05 | 0,21 | 0,05 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| Na2O | 1,56 | 1,59 | 1,34 | 1,63 | 1,83 | 1,66 | 2,61 | 1,81 | 1,59 | 1,72 | 1,78 | 2,53 | 2,05 | 2,25 | 2,33 | 2,38 | 2,31 |
| K2O | 9,44 | 9,24 | 9,34 | 9,10 | 9,27 | 6,84 | 6,91 | 6,86 | 6,91 | 6,73 | 6,74 | 7,93 | 8,47 | 8,49 | 8,17 | 8,41 | 8,34 |
| Total | 92,74 | 93,55 | 89,22 | 92,13 | 93,16 | 82,55 | 80,93 | 81,13 | 79,69 | 80,35 | 80,96 | 92,85 | 91,62 | 93,15 | 93,66 | 96,52 | 93,86 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,96 | 3,01 | 2,97 | 2,99 | 2,99 | 2,98 | 2,96 | 2,99 | 3,01 | 3 | 3 | 2,97 | 2,96 | 2,95 | 2,97 | 2,97 | 2,97 |
| Ti | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Al | 2,95 | 2,87 | 2,9 | 2,88 | 2,87 | 2,91 | 2,86 | 2,88 | 2,85 | 2,87 | 2,87 | 2,92 | 2,95 | 2,95 | 2,92 | 2,95 | 2,94 |
| Fe3+ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fe2+ | 0,01 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,11 | 0,09 | 0,01 | 0,11 | 0,09 | 0,1 |
| Mn | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mg | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| Ca | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Na | 0,21 | 0,21 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,4 | 0,27 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,33 | 0,27 | 0,3 | 0,31 | 0,3 | 0,3 |
| K | 0,83 | 0,8 | 0,85 | 0,8 | 0,81 | 0,67 | 0,7 | 0,68 | 0,7 | 0,68 | 0,67 | 0,7 | 0,75 | 0,74 | 0,7 | 0,7 | 0,72 |
| $X_{mg}$ | | | | | | | | | | | | 0,15 | 0.18 | 0 | 0,21 | 0,25 | 0,17 |
| Total | 3,79 | 3,81 | 3,82 | 3,79 | 3,8 | 3,65 | 3,66 | 3,67 | 3,71 | 3,68 | 3,67 | 3,67 | 3,71 | 3,69 | 3,67 | 3,67 | 3,69 |
| Hesaplamalarda 11 (0) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $X_{mg}$=Mg/(Fe+2+Mg) | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.23. PM-70 nolu örnekteki feldispat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-70-36 | PM-70-37 | PM-70-38 | PM-70-39 | PM-70-40 |
|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 61,82 | 62,22 | 61,68 | 61,63 | 61,09 |
| TiO2 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Al2O3 | 24,06 | 24,15 | 24,43 | 24,59 | 24,47 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO* | 0,09 | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,09 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| CaO | 3,83 | 3,82 | 4,22 | 4,30 | 4,37 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 9,38 | 9,53 | 9,37 | 9,13 | 9,08 |
| K2O | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 |
| Total | 99,25 | 99,87 | 99,79 | 99,78 | 99,17 |
| | | | | | |
| Si | 2,74 | 2,74 | 2,72 | 2,73 | 2,72 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,26 | 1,25 | 1,27 | 1,28 | 1,28 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,18 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,21 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,81 | 0,81 | 0,80 | 0,78 | 0,78 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | | | | | |
| An | 18,35 | 18,06 | 19,86 | 20,58 | 20,94 |
| Ab | 81,29 | 81,57 | 79,75 | 79,10 | 78,69 |
| Or | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,32 | 0,37 |
| $X_{ab}$ | 0,82 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 |
| Hesaplamalarda 8 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | |
| $X_{ab}$=Na/(Na+Ca+K) | | | | | |

Ek-3.24. PM-85 nolu örnekteki feldispat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-85-1 | PM-85-2 | PM-85-3 | PM-85-4 | PM-85-5 | PM-85-6 | PM-85-7 | PM-85-8 | PM-85-9 | PM-85-10 | PM-85-11 | PM-85-12 | PM-85-13 | PM-85-14 | PM-85-15 | PM-85-16 | PM-85-17 | PM-85-18 | PM-85-19 | PM-85-20 | PM-85-21 | PM-85-22 | PM-85-23 | PM-85-24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 65,83 | 64,51 | 63,95 | 66,14 | 64,93 | 64,51 | 64,42 | 65,65 | 64,15 | 64,02 | 64,00 | 63,72 | 64,31 | 60,07 | 64,22 | 63,78 | 64,12 | 65,42 | 64,58 | 64,31 | 64,44 | 65,20 | 66,24 | 64,72 |
| TiO2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al2O3 | 20,28 | 18,92 | 18,64 | 20,23 | 18,12 | 18,63 | 19,07 | 20,71 | 18,99 | 18,70 | 18,74 | 19,51 | 18,89 | 14,46 | 18,48 | 18,58 | 18,02 | 17,78 | 18,08 | 18,53 | 18,79 | 18,16 | 18,66 | 18,57 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO* | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| CaO | 0,18 | 0,00 | 0,02 | 0,16 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,25 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,19 | 13,40 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,17 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 12,03 | 0,50 | 0,41 | 12,43 | 0,33 | 0,46 | 0,36 | 12,54 | 0,48 | 0,41 | 0,50 | 0,55 | 0,41 | 0,48 | 0,60 | 0,47 | 0,49 | 0,43 | 0,45 | 0,63 | 0,50 | 0,41 | 0,29 | 0,43 |
| K2O | 0,17 | 16,48 | 16,19 | 0,16 | 16,30 | 16,39 | 16,12 | 0,15 | 16,35 | 16,04 | 15,77 | 15,73 | 15,65 | 11,58 | 16,13 | 16,34 | 16,21 | 16,12 | 16,29 | 16,07 | 16,24 | 16,12 | 13,70 | 16,18 |
| Total | 98,50 | 100,41 | 99,23 | 99,14 | 99,72 | 100,04 | 100,05 | 99,31 | 100,00 | 99,21 | 99,06 | 99,54 | 99,48 | 100,08 | 99,51 | 99,23 | 98,90 | 99,77 | 99,43 | 99,73 | 100,02 | 99,91 | 98,93 | 99,93 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,90 | 2,96 | 2,98 | 2,89 | 3,01 | 2,98 | 2,98 | 2,86 | 2,96 | 2,98 | 2,98 | 2,95 | 2,99 | 2,80 | 2,98 | 2,97 | 2,99 | 3,03 | 3,00 | 2,98 | 2,97 | 3,02 | 3,12 | 2,99 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,05 | 1,02 | 1,02 | 1,04 | 0,99 | 1,01 | 1,04 | 1,06 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,07 | 1,03 | 0,79 | 1,01 | 1,02 | 0,99 | 0,97 | 0,99 | 1,01 | 1,02 | 0,99 | 1,03 | 1,01 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 1,03 | 0,04 | 0,04 | 1,05 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 1,06 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| K | 0,01 | 0,97 | 0,96 | 0,01 | 0,96 | 0,97 | 0,95 | 0,01 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,69 | 0,95 | 0,97 | 0,97 | 0,95 | 0,97 | 0,95 | 0,96 | 0,95 | 0,82 | 0,95 |
| Total | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| An | 0,83 | 0,00 | 0,10 | 0,69 | 0,17 | 0,18 | 0,16 | 1,08 | 0,09 | 0,16 | 0,21 | 0,17 | 0,98 | 47,76 | 0,27 | 0,15 | 0,32 | 0,08 | 0,09 | 0,83 | 0,24 | 0,01 | 0,04 | 0,05 |
| Ab | 98,47 | 4,39 | 3,66 | 98,50 | 3,01 | 4,06 | 3,29 | 98,14 | 4,23 | 3,73 | 4,62 | 5,05 | 3,77 | 3,07 | 5,33 | 4,15 | 4,40 | 3,85 | 4,01 | 5,60 | 4,42 | 3,69 | 3,13 | 3,91 |
| Or | 0,70 | 95,61 | 96,24 | 0,81 | 96,82 | 95,76 | 96,54 | 0,78 | 95,67 | 96,12 | 95,17 | 94,79 | 95,25 | 49,17 | 94,41 | 95,70 | 95,29 | 96,07 | 95,90 | 93,57 | 95,34 | 96,30 | 96,83 | 96,04 |
| Hesaplamalarda 8 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.25. PM-98 nolu örnekteki feldispat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-98-52 | PM-98-53 | PM-98-54 | PM-98-55 | PM-98-56 | PM-98-57 | PM-98-58 | PM-98-59 | PM-98-60 | PM-98-61 | PM-98-62 | PM-98-63 | PM-98-64 | PM-98-65 | PM-98-66 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 66,08 | 68,54 | 67,41 | 68,12 | 66,83 | 67,45 | 67,18 | 68,59 | 66,99 | 66,32 | 67,29 | 66,70 | 67,01 | 67,85 | 66,83 |
| TiO2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,09 |
| Al2O3 | 20,96 | 20,43 | 20,39 | 20,11 | 20,17 | 20,15 | 20,32 | 20,63 | 20,06 | 19,86 | 20,32 | 20,02 | 19,77 | 20,40 | 19,73 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO* | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,09 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| CaO | 0,69 | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,05 | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,10 | 0,05 | 0,12 | 0,08 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 12,10 | 12,97 | 12,73 | 12,59 | 12,42 | 12,61 | 12,32 | 12,92 | 12,80 | 12,42 | 12,93 | 12,67 | 12,07 | 12,77 | 11,97 |
| K2O | 0,16 | 0,21 | 0,21 | 0,19 | 0,14 | 0,14 | 0,20 | 0,22 | 0,27 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,47 | 0,22 | 0,17 |
| Total | 100,06 | 102,26 | 100,83 | 101,16 | 99,64 | 100,48 | 100,17 | 102,48 | 100,24 | 98,90 | 100,88 | 99,77 | 99,43 | 101,41 | 98,96 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,87 | 2,90 | 2,89 | 2,92 | 2,91 | 2,91 | 2,91 | 2,90 | 2,89 | 2,90 | 2,88 | 2,89 | 2,93 | 2,90 | 2,94 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,07 | 1,02 | 1,03 | 1,02 | 1,03 | 1,02 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,03 | 1,02 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 1,02 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,03 | 1,06 | 1,07 | 1,05 | 1,07 | 1,07 | 1,02 | 1,06 | 1,02 |
| K | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Total | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| An | 3,02 | 0,22 | 0,19 | 0,44 | 0,23 | 0,46 | 0,40 | 0,38 | 0,33 | 0,27 | 0,31 | 0,44 | 0,20 | 0,49 | 0,36 |
| Ab | 96,17 | 98,71 | 98,76 | 98,61 | 99,05 | 98,79 | 98,57 | 98,50 | 98,30 | 98,61 | 98,64 | 98,45 | 97,30 | 98,42 | 98,72 |
| Or | 0,81 | 1,07 | 1,05 | 0,95 | 0,72 | 0,74 | 1,03 | 1,12 | 1,36 | 1,12 | 1,05 | 1,11 | 2,50 | 1,09 | 0,92 |
| Hesaplamalarda 8 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.26. PM-112 nolu örnekteki feldispat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-112-14 | PM-112-15 | PM-112-16 | PM-112-17 | PM-112-18 | PM-112-19 | PM-112-20 | PM-112-21 | PM-112-22 | PM-112-23 | PM-112-24 | PM-112-25 | PM-112-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 66,84 | 66,97 | 66,08 | 66,56 | 65,04 | 66,78 | 65,96 | 64,59 | 65,41 | 65,35 | 64,81 | 64,78 | 66,13 |
| TiO2 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al2O3 | 20,50 | 20,53 | 20,49 | 20,41 | 19,78 | 20,22 | 20,05 | 19,84 | 19,64 | 20,03 | 19,79 | 19,82 | 20,13 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO* | 0,06 | 0,08 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,04 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| CaO | 0,19 | 0,12 | 0,17 | 0,11 | 0,14 | 0,13 | 0,24 | 0,25 | 0,07 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,15 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 12,51 | 12,88 | 12,52 | 12,75 | 12,09 | 12,78 | 12,33 | 12,02 | 11,86 | 12,76 | 12,39 | 12,34 | 12,70 |
| K2O | 0,10 | 0,08 | 0,13 | 0,13 | 0,09 | 0,10 | 0,24 | 0,14 | 0,56 | 0,08 | 0,15 | 0,17 | 0,14 |
| Total | 100,23 | 100,68 | 99,42 | 99,98 | 97,17 | 100,05 | 98,87 | 96,88 | 97,56 | 98,36 | 97,30 | 97,26 | 99,30 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,89 | 2,88 | 2,88 | 2,88 | 2,90 | 2,89 | 2,89 | 2,89 | 2,91 | 2,87 | 2,88 | 2,88 | 2,88 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,04 | 1,04 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,04 | 1,05 | 1,03 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 1,05 | 1,07 | 1,06 | 1,07 | 1,05 | 1,07 | 1,05 | 1,04 | 1,02 | 1,09 | 1,07 | 1,06 | 1,07 |
| K | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Total | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| An | 0,84 | 0,51 | 0,75 | 0,45 | 0,65 | 0,55 | 1,06 | 1,12 | 0,29 | 0,44 | 0,46 | 0,51 | 0,66 |
| Ab | 98,64 | 99,10 | 98,59 | 98,89 | 98,86 | 98,95 | 97,66 | 98,14 | 96,71 | 99,18 | 98,77 | 98,59 | 98,62 |
| Or | 0,51 | 0,39 | 0,66 | 0,65 | 0,49 | 0,50 | 1,27 | 0,74 | 2,99 | 0,38 | 0,77 | 0,90 | 0,72 |
| Hesaplamalarda 8 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.27. PM-128 nolu örnekteki feldispat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-128-30 | PM-128-31 | PM-128-32 | PM-128-33 | PM-128-34 | PM-128-35 | PM-128-36 | PM-128-37 | PM-128-38 | PM-128-39 | PM-128-40 | PM-128-41 | PM-128-42 | PM-128-43 | PM-128-44 | PM-128-45 | PM-128-46 | PM-128-47 | PM-128-48 | PM-128-49 | PM-128-50 | PM-128-51 | PM-128-52 | PM-128-53 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 66,26 | 66,21 | 66,31 | 66,45 | 65,96 | 66,97 | 66,73 | 66,50 | 67,46 | 66,52 | 66,12 | 66,38 | 66,47 | 65,56 | 66,78 | 66,82 | 67,59 | 64,17 | 66,04 | 65,76 | 65,07 | 60,69 | 68,99 | 65,71 |
| TiO2 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al2O3 | 20,14 | 20,09 | 20,21 | 19,95 | 20,15 | 20,21 | 20,26 | 20,36 | 20,48 | 20,22 | 19,95 | 20,53 | 20,32 | 20,01 | 20,36 | 20,50 | 20,64 | 19,42 | 19,97 | 19,96 | 19,93 | 18,53 | 21,58 | 20,11 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO* | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,01 |
| CaO | 0,11 | 0,12 | 0,08 | 0,12 | 0,12 | 0,09 | 0,21 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,05 | 0,13 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,16 | 0,09 | 0,11 | 0,08 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,07 | 0,05 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 12,06 | 12,64 | 12,47 | 12,31 | 12,16 | 12,29 | 12,38 | 12,54 | 12,83 | 12,23 | 12,14 | 12,77 | 12,48 | 11,94 | 12,60 | 12,69 | 12,15 | 11,08 | 12,02 | 12,34 | 11,81 | 10,82 | 12,81 | 11,57 |
| K2O | 0,10 | 0,10 | 0,14 | 0,16 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,14 | 0,16 | 0,13 | 0,19 | 0,16 | 0,15 | 0,09 | 0,20 | 0,25 | 0,22 | 0,27 | 0,21 | 0,25 | 0,17 | 0,18 |
| Total | 98,73 | 99,19 | 99,24 | 99,02 | 98,50 | 99,73 | 99,80 | 99,72 | 101,06 | 99,28 | 98,46 | 99,96 | 99,58 | 97,82 | 100,04 | 100,31 | 100,71 | 95,09 | 98,35 | 98,50 | 97,18 | 90,53 | 103,66 | 97,63 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,91 | 2,89 | 2,89 | 2,91 | 2,90 | 2,91 | 2,90 | 2,89 | 2,89 | 2,91 | 2,91 | 2,87 | 2,89 | 2,91 | 2,89 | 2,88 | 2,92 | 2,94 | 2,92 | 2,89 | 2,91 | 2,92 | 2,88 | 2,93 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,04 | 1,03 | 1,04 | 1,03 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,04 | 1,04 | 1,05 | 1,04 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,05 | 1,05 | 1,06 | 1,06 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 1,03 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,06 | 1,06 | 1,04 | 1,04 | 1,07 | 1,05 | 1,03 | 1,06 | 1,06 | 1,02 | 0,98 | 1,03 | 1,05 | 1,02 | 1,01 | 1,04 | 1,00 |
| K | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Total | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| An | 0,48 | 0,50 | 0,36 | 0,52 | 0,52 | 0,39 | 0,91 | 0,43 | 0,44 | 0,47 | 0,23 | 0,57 | 0,41 | 0,44 | 0,37 | 0,68 | 0,40 | 0,54 | 0,37 | 0,54 | 0,66 | 0,81 | 0,32 | 0,21 |
| Ab | 98,98 | 98,97 | 98,94 | 98,61 | 99,02 | 98,97 | 98,34 | 98,83 | 98,76 | 98,77 | 98,94 | 98,76 | 98,61 | 98,69 | 98,84 | 98,88 | 98,54 | 98,01 | 98,44 | 98,05 | 98,17 | 97,69 | 98,83 | 98,77 |
| Or | 0,53 | 0,53 | 0,70 | 0,86 | 0,46 | 0,65 | 0,75 | 0,74 | 0,80 | 0,76 | 0,83 | 0,67 | 0,98 | 0,87 | 0,79 | 0,45 | 1,06 | 1,45 | 1,19 | 1,41 | 1,17 | 1,49 | 0,86 | 1,02 |
| Hesaplamalarda 8 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.28. PM-158 nolu örnekteki feldispat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-158-8 | PM-158-9 | PM-158-10 | PM-158-11 | PM-158-12 | PM-158-13 | PM-158-14 | PM-158-15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 66,88 | 62,73 | 60,75 | 64,55 | 66,28 | 65,14 | 65,48 | 66,09 |
| TiO2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Al2O3 | 19,71 | 22,62 | 26,43 | 21,91 | 19,69 | 19,07 | 19,41 | 19,65 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO* | 0,02 | 1,33 | 1,80 | 0,89 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,73 | 1,06 | 0,60 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| CaO | 0,20 | 1,91 | 0,75 | 0,89 | 0,26 | 0,15 | 0,19 | 0,17 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 11,94 | 8,79 | 7,16 | 9,25 | 11,92 | 12,01 | 12,55 | 12,64 |
| K2O | 0,11 | 2,33 | 5,33 | 2,20 | 0,12 | 0,08 | 0,07 | 0,09 |
| Total | 98,86 | 100,44 | 103,28 | 100,30 | 98,28 | 96,46 | 97,74 | 98,66 |
| | | | | | | | | |
| Si | 2,94 | 2,76 | 2,61 | 2,84 | 2,93 | 2,93 | 2,90 | 2,90 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,02 | 1,17 | 1,34 | 1,14 | 1,03 | 1,01 | 1,01 | 1,02 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,05 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,01 | 0,09 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 1,02 | 0,75 | 0,60 | 0,79 | 1,02 | 1,05 | 1,08 | 1,07 |
| K | 0,01 | 0,13 | 0,29 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Total | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | | | | | | | | |
| An | 0,93 | 9,29 | 3,72 | 4,41 | 1,17 | 0,70 | 0,81 | 0,75 |
| Ab | 98,49 | 77,27 | 64,62 | 82,63 | 98,15 | 98,87 | 98,83 | 98,79 |
| Or | 0,58 | 13,44 | 31,66 | 12,96 | 0,67 | 0,43 | 0,36 | 0,46 |
| $X_{an}$ | 0.01 | 0.09 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Hesaplamalarda 8 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | |
| $X_{an}$=Ca/(Ca+Na+K) | | | | | | | | |

Ek-3.29. PM-159 nolu örnekteki feldispat minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-159-24 | PM-159-25 | PM-159-26 | PM-159-27 | PM-159-28 | PM-159-29 | PM-159-30 | PM-159-31 | PM-159-32 | PM-159-33 | PM-159-34 | PM-159-35 | PM-159-36 | PM-159-37 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 67,42 | 66,46 | 66,84 | 66,84 | 66,58 | 66,26 | 66,03 | 66,82 | 66,85 | 66,54 | 66,22 | 65,80 | 67,00 | 65,69 |
| TiO2 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,10 | 0,08 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Al2O3 | 19,86 | 20,18 | 19,94 | 19,94 | 20,05 | 20,46 | 20,32 | 20,45 | 20,04 | 20,54 | 20,75 | 20,73 | 20,24 | 21,05 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FeO* | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,03 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| CaO | 0,11 | 0,21 | 0,20 | 0,15 | 0,11 | 0,12 | 0,20 | 0,29 | 0,21 | 0,26 | 0,23 | 0,18 | 0,18 | 0,95 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 12,22 | 12,47 | 12,67 | 12,66 | 12,67 | 12,47 | 12,55 | 12,49 | 12,35 | 12,32 | 12,45 | 12,35 | 12,13 | 11,93 |
| K2O | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,07 |
| Total | 99,70 | 99,43 | 99,78 | 99,78 | 99,58 | 99,39 | 99,25 | 100,15 | 99,54 | 99,75 | 99,76 | 99,16 | 99,67 | 99,73 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2,94 | 2,89 | 2,90 | 2,90 | 2,89 | 2,89 | 2,88 | 2,89 | 2,91 | 2,89 | 2,87 | 2,87 | 2,92 | 2,86 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 1,02 | 1,04 | 1,02 | 1,02 | 1,03 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,05 | 1,06 | 1,07 | 1,04 | 1,08 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 1,03 | 1,05 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,05 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,05 | 1,05 | 1,03 | 1,01 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| An | 0,49 | 0,90 | 0,88 | 0,64 | 0,46 | 0,53 | 0,86 | 1,24 | 0,92 | 1,13 | 1,02 | 0,80 | 0,79 | 4,22 |
| Ab | 99,11 | 98,71 | 98,66 | 99,02 | 99,16 | 99,14 | 98,61 | 98,28 | 98,71 | 98,43 | 98,52 | 98,75 | 98,78 | 95,41 |
| Or | 0,40 | 0,39 | 0,47 | 0,34 | 0,39 | 0,33 | 0,53 | 0,47 | 0,37 | 0,44 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,38 |
| Hesaplamalarda 8 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.30. PM-98 nolu örnekteki biyotit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-98-10 | PM-98-11 | PM-98-12 | PM-98-13 | PM-98-14 | PM-98-15 | PM-98-16 | PM-98-17 | PM-98-22 | PM-98-25 | PM-98-26 | PM-98-27 | PM-98-28 | PM-98-42 | PM-98-43 | PM-98-44 | PM-98-45 | PM-98-46 | PM-98-47 | PM-98-48 | PM-98-49 | PM-98-50 | PM-98-51 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 32,06 | 35,34 | 34,68 | 35,00 | 31,96 | 35,30 | 32,75 | 33,02 | 45,95 | 35,32 | 33,61 | 33,83 | 32,89 | 34,11 | 33,12 | 35,96 | 32,26 | 35,39 | 34,83 | 35,02 | 34,85 | 33,88 | 35,22 |
| TiO2 | 2,82 | 2,87 | 2,68 | 2,77 | 2,52 | 2,70 | 2,51 | 2,59 | 1,07 | 3,05 | 3,04 | 2,94 | 2,98 | 2,75 | 2,98 | 2,52 | 2,37 | 3,06 | 2,95 | 2,93 | 2,97 | 3,00 | 3,01 |
| Al2O3 | 13,79 | 14,70 | 14,14 | 14,72 | 13,14 | 14,85 | 13,21 | 13,52 | 27,81 | 15,41 | 14,51 | 15,11 | 14,68 | 14,68 | 13,87 | 15,41 | 13,47 | 15,54 | 14,86 | 15,35 | 15,52 | 14,88 | 15,30 |
| FeO* | 24,01 | 24,30 | 23,60 | 24,15 | 23,98 | 24,41 | 23,89 | 24,71 | 6,96 | 26,11 | 25,48 | 25,36 | 25,13 | 26,46 | 24,96 | 24,72 | 23,61 | 24,39 | 23,83 | 23,85 | 24,32 | 24,15 | 24,69 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 6,55 | 7,31 | 7,10 | 7,17 | 6,54 | 6,54 | 6,02 | 6,15 | 1,53 | 7,23 | 6,78 | 7,00 | 6,61 | 6,97 | 6,62 | 7,78 | 6,93 | 7,29 | 6,74 | 7,18 | 7,02 | 6,82 | 7,02 |
| CaO | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,29 | 0,26 | 0,23 | 0,21 | 0,02 | 0,12 | 0,24 | 0,19 | 0,25 | 0,11 | 0,20 | 0,05 | 0,04 | 0,12 | 0,18 | 0,15 | 0,17 | 0,16 | 0,17 |
| Na2O | 0,11 | 0,10 | 0,20 | 0,16 | 0,19 | 0,21 | 0,24 | 0,19 | 0,31 | 0,19 | 0,18 | 0,13 | 0,15 | 0,12 | 0,19 | 0,24 | 0,16 | 0,09 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,13 | 0,12 |
| K2O | 9,24 | 9,30 | 8,94 | 9,13 | 7,80 | 8,54 | 8,64 | 8,96 | 11,12 | 9,66 | 8,73 | 9,31 | 9,04 | 9,36 | 8,42 | 10,01 | 9,19 | 9,34 | 8,87 | 9,09 | 9,07 | 9,17 | 8,91 |
| Total | 88,69 | 94,04 | 91,48 | 93,26 | 86,42 | 92,81 | 87,49 | 89,35 | 94,77 | 97,09 | 92,57 | 93,87 | 91,73 | 94,56 | 90,36 | 96,69 | 88,03 | 95,22 | 92,35 | 93,69 | 94,08 | 92,19 | 94,44 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5,48 | 5,62 | 5,66 | 5,61 | 5,57 | 5,67 | 5,65 | 5,60 | 6,39 | 5,49 | 5,48 | 5,45 | 5,43 | 5,48 | 5,53 | 5,58 | 5,54 | 5,55 | 5,62 | 5,57 | 5,54 | 5,52 | 5,57 |
| Ti | 0,36 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,11 | 0,36 | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,33 | 0,37 | 0,29 | 0,31 | 0,36 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,37 | 0,36 |
| Aliv | 2,52 | 2,38 | 2,34 | 2,39 | 2,43 | 2,33 | 2,35 | 2,40 | 1,61 | 2,51 | 2,52 | 2,55 | 2,57 | 2,52 | 2,47 | 2,42 | 2,46 | 2,45 | 2,38 | 2,43 | 2,46 | 2,48 | 2,43 |
| Alvi | 0,26 | 0,38 | 0,38 | 0,39 | 0,27 | 0,48 | 0,33 | 0,30 | 2,95 | 0,31 | 0,27 | 0,31 | 0,29 | 0,25 | 0,26 | 0,39 | 0,27 | 0,42 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,37 | 0,42 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 3,43 | 3,23 | 3,22 | 3,24 | 3,50 | 3,28 | 3,45 | 3,50 | 0,81 | 3,39 | 3,48 | 3,41 | 3,47 | 3,55 | 3,49 | 3,21 | 3,39 | 3,20 | 3,22 | 3,17 | 3,23 | 3,29 | 3,27 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 1,67 | 1,73 | 1,73 | 1,71 | 1,70 | 1,56 | 1,55 | 1,55 | 0,32 | 1,67 | 1,65 | 1,68 | 1,63 | 1,67 | 1,65 | 1,80 | 1,78 | 1,70 | 1,62 | 1,70 | 1,66 | 1,66 | 1,66 |
| Ca | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Na | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| K | 2,02 | 1,89 | 1,86 | 1,87 | 1,73 | 1,75 | 1,90 | 1,94 | 1,97 | 1,92 | 1,82 | 1,91 | 1,90 | 1,92 | 1,79 | 1,98 | 2,01 | 1,87 | 1,83 | 1,84 | 1,84 | 1,90 | 1,80 |
| Total | 15,79 | 15,62 | 15,61 | 15,62 | 15,65 | 15,51 | 15,67 | 15,72 | 14,25 | 15,73 | 15,69 | 15,74 | 15,75 | 15,78 | 15,66 | 15,75 | 15,82 | 15,60 | 15,53 | 15,58 | 15,60 | 15,66 | 15,56 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak hesaplanmıştır | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.31. PM-112 nolu örnekteki biyotit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-112-1 | PM-112-7 | PM-112-8 | PM-112-9 | PM-112-10 | PM-112-11 | PM-112-12 | PM-112-13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,81 | 34,23 | 32,72 | 33,65 | 35,81 | 34,22 | 32,18 | 35,19 |
| TiO2 | 2,07 | 2,37 | 1,97 | 2,24 | 2,29 | 2,26 | 2,32 | 2,03 |
| Al2O3 | 17,03 | 16,51 | 16,39 | 16,92 | 17,39 | 16,82 | 15,67 | 16,94 |
| FeO* | 23,47 | 24,54 | 23,27 | 24,38 | 23,88 | 24,31 | 24,34 | 23,61 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 7,31 | 7,70 | 6,33 | 7,49 | 8,64 | 8,32 | 7,44 | 7,37 |
| CaO | 0,03 | 0,10 | 0,09 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,03 |
| Na2O | 0,08 | 0,18 | 0,09 | 0,18 | 0,24 | 0,19 | 0,12 | 0,14 |
| K2O | 8,91 | 9,66 | 9,73 | 9,73 | 9,13 | 8,72 | 9,08 | 8,98 |
| Total | 94,71 | 95,29 | 90,59 | 94,63 | 97,45 | 94,93 | 91,24 | 94,29 |
| | | | | | | | | |
| Si | 5,58 | 5,39 | 5,43 | 5,34 | 5,44 | 5,37 | 5,32 | 5,53 |
| Ti | 0,24 | 0,28 | 0,25 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,29 | 0,24 |
| Al iv | 2,42 | 2,61 | 2,57 | 2,66 | 2,56 | 2,63 | 2,68 | 2,47 |
| Al vi | 0,71 | 0,46 | 0,63 | 0,51 | 0,56 | 0,48 | 0,38 | 0,67 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 3,06 | 3,23 | 3,23 | 3,24 | 3,03 | 3,19 | 3,37 | 3,10 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 1,70 | 1,81 | 1,57 | 1,77 | 1,96 | 1,95 | 1,83 | 1,73 |
| Ca | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,00 |
| Na | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,04 |
| K | 1,77 | 1,94 | 2,06 | 1,97 | 1,77 | 1,75 | 1,92 | 1,80 |
| Total | 15,51 | 15,79 | 15,77 | 15,82 | 15,66 | 15,71 | 15,84 | 15,58 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak hesaplanmıştır | | | | | | | | |

Ek-3.32. PM-128 nolu örnekteki biyotit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-128-1 | PM-128-2 | PM-128-3 | PM-128-4 | PM-128-5 | PM-128-6 | PM-128-7 | PM-128-8 | PM-128-9 | PM-128-14 | PM-128-15 | PM-128-20 | PM-128-21 | PM-128-22 | PM-128-23 | PM-128-24 | PM-128-25 | PM-128-26 | PM-128-27 | PM-128-28 | PM-128-29 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 33,21 | 33,95 | 34,59 | 34,49 | 32,89 | 35,93 | 34,76 | 33,38 | 34,73 | 33,58 | 33,45 | 33,33 | 35,16 | 32,98 | 35,26 | 32,61 | 33,55 | 36,35 | 34,55 | 34,46 | 35,31 |
| TiO2 | 2,49 | 2,43 | 2,52 | 2,52 | 2,38 | 2,61 | 2,45 | 2,55 | 2,36 | 2,49 | 2,44 | 2,16 | 2,52 | 2,41 | 2,03 | 2,16 | 2,02 | 1,95 | 1,85 | 2,27 | 2,57 |
| Al2O3 | 15,69 | 16,30 | 16,40 | 16,82 | 15,00 | 16,47 | 16,37 | 15,96 | 16,88 | 14,74 | 15,31 | 15,95 | 15,70 | 14,75 | 16,62 | 15,50 | 16,24 | 17,25 | 16,51 | 17,00 | 15,85 |
| FeO* | 23,62 | 23,38 | 22,61 | 23,39 | 22,87 | 24,07 | 23,81 | 24,00 | 23,54 | 23,48 | 23,60 | 22,45 | 23,46 | 22,62 | 23,47 | 23,22 | 22,71 | 23,93 | 23,56 | 23,23 | 22,55 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 7,92 | 8,01 | 8,20 | 8,28 | 7,79 | 8,63 | 8,19 | 7,77 | 8,32 | 7,65 | 7,64 | 8,36 | 8,57 | 8,03 | 8,67 | 8,01 | 7,99 | 9,13 | 8,47 | 8,37 | 8,63 |
| CaO | 0,07 | 0,10 | 0,12 | 0,08 | 0,12 | 0,05 | 0,04 | 0,09 | 0,09 | 0,17 | 0,22 | 0,26 | 0,09 | 0,38 | 0,13 | 0,13 | 0,21 | 0,08 | 0,11 | 0,13 | 0,22 |
| Na2O | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,15 | 0,11 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,14 | 0,10 | 0,12 | 0,39 | 0,16 | 0,35 | 0,20 | 0,14 | 0,10 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,12 |
| K2O | 9,92 | 9,77 | 9,27 | 9,86 | 9,23 | 9,85 | 10,13 | 9,65 | 9,94 | 8,88 | 8,82 | 9,13 | 9,76 | 9,65 | 9,14 | 9,66 | 8,94 | 9,84 | 9,89 | 9,55 | 8,98 |
| Total | 93,05 | 94,08 | 93,83 | 95,59 | 90,39 | 97,77 | 95,92 | 93,57 | 96,00 | 91,09 | 91,60 | 92,03 | 95,42 | 91,17 | 95,52 | 91,43 | 91,76 | 98,68 | 95,09 | 95,13 | 94,23 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5,37 | 5,40 | 5,47 | 5,38 | 5,45 | 5,47 | 5,43 | 5,36 | 5,40 | 5,52 | 5,46 | 5,40 | 5,50 | 5,44 | 5,48 | 5,37 | 5,44 | 5,47 | 5,43 | 5,39 | 5,54 |
| Ti | 0,30 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,31 | 0,28 | 0,31 | 0,30 | 0,26 | 0,30 | 0,30 | 0,24 | 0,27 | 0,25 | 0,22 | 0,22 | 0,27 | 0,30 |
| Al iv | 2,63 | 2,60 | 2,53 | 2,62 | 2,55 | 2,53 | 2,57 | 2,64 | 2,60 | 2,48 | 2,54 | 2,60 | 2,50 | 2,56 | 2,52 | 2,63 | 2,56 | 2,53 | 2,57 | 2,61 | 2,46 |
| Al vi | 0,36 | 0,45 | 0,52 | 0,48 | 0,38 | 0,43 | 0,44 | 0,39 | 0,49 | 0,37 | 0,41 | 0,44 | 0,39 | 0,30 | 0,52 | 0,38 | 0,54 | 0,53 | 0,49 | 0,53 | 0,47 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 3,20 | 3,11 | 2,99 | 3,05 | 3,17 | 3,07 | 3,11 | 3,23 | 3,06 | 3,23 | 3,22 | 3,04 | 3,07 | 3,12 | 3,05 | 3,20 | 3,08 | 3,01 | 3,10 | 3,04 | 2,96 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 1,91 | 1,90 | 1,93 | 1,93 | 1,92 | 1,96 | 1,91 | 1,86 | 1,93 | 1,87 | 1,86 | 2,02 | 2,00 | 1,97 | 2,01 | 1,96 | 1,93 | 2,05 | 1,98 | 1,95 | 2,02 |
| Ca | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Na | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,12 | 0,05 | 0,11 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| K | 2,05 | 1,98 | 1,87 | 1,96 | 1,95 | 1,91 | 2,02 | 1,98 | 1,97 | 1,86 | 1,84 | 1,89 | 1,95 | 2,03 | 1,81 | 2,03 | 1,85 | 1,89 | 1,98 | 1,90 | 1,80 |
| Total | 15,87 | 15,79 | 15,66 | 15,78 | 15,78 | 15,73 | 15,82 | 15,83 | 15,78 | 15,70 | 15,70 | 15,82 | 15,76 | 15,90 | 15,70 | 15,90 | 15,71 | 15,75 | 15,84 | 15,75 | 15,61 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak hesaplanmıştır | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.33. PM-159 nolu örnekteki biyotit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-159-10 | PM-159-11 | PM-159-12 | PM-159-13 | PM-159-14 | PM-159-15 | PM-159-16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 34,07 | 33,04 | 35,07 | 34,55 | 34,91 | 34,59 | 35,02 |
| TiO2 | 1,51 | 1,54 | 1,54 | 1,52 | 1,47 | 1,44 | 1,50 |
| Al2O3 | 17,84 | 16,87 | 17,52 | 18,14 | 17,91 | 18,73 | 18,90 |
| FeO* | 19,27 | 20,91 | 17,08 | 18,29 | 18,03 | 19,33 | 19,47 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 10,39 | 9,65 | 10,71 | 10,28 | 10,74 | 10,67 | 10,64 |
| CaO | 0,62 | 0,59 | 0,95 | 0,80 | 0,64 | 0,66 | 0,64 |
| Na2O | 0,24 | 0,28 | 0,47 | 0,37 | 0,40 | 0,36 | 0,32 |
| K2O | 6,28 | 6,21 | 5,72 | 5,88 | 6,11 | 5,66 | 5,70 |
| Total | 90,22 | 89,09 | 89,06 | 89,83 | 90,21 | 91,44 | 92,19 |
| | | | | | | | |
| Si | 5,41 | 5,39 | 5,56 | 5,47 | 5,50 | 5,39 | 5,41 |
| Ti | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| Al iv | 2,59 | 2,61 | 2,44 | 2,53 | 2,50 | 2,61 | 2,59 |
| Al vi | 0,76 | 0,63 | 0,83 | 0,85 | 0,82 | 0,83 | 0,85 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 2,56 | 2,85 | 2,26 | 2,42 | 2,37 | 2,52 | 2,51 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 2,46 | 2,35 | 2,53 | 2,43 | 2,52 | 2,48 | 2,45 |
| Ca | 0,10 | 0,10 | 0,16 | 0,13 | 0,10 | 0,11 | 0,10 |
| Na | 0,07 | 0,09 | 0,15 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,10 |
| K | 1,27 | 1,29 | 1,16 | 1,19 | 1,23 | 1,13 | 1,12 |
| Total | 15,41 | 15,49 | 15,27 | 15,31 | 15,34 | 15,34 | 15,31 |
| Hesaplamalarda 22 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak hesaplanmıştır | | | | | | | |

Ek-3.34. PM-239 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-239-17 | PM-239-18 | PM-239-19 | PM-239-20 | PM-239-21 | PM-239-22 | PM-239-23 | PM-239-24 | PM-239-25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 27,97 | 27,86 | 28,72 | 28,04 | 28,79 | 28,89 | 28,98 | 28,43 | 28,90 |
| TiO2 | 0,47 | 0,56 | 0,62 | 0,59 | 0,58 | 0,58 | 0,56 | 0,56 | 0,68 |
| Al2O3 | 54,53 | 54,95 | 54,64 | 54,65 | 54,14 | 54,38 | 53,03 | 54,07 | 54,32 |
| FeO* | 16,54 | 16,14 | 16,11 | 16,18 | 16,20 | 16,13 | 16,21 | 16,20 | 16,06 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,57 | 0,66 | 0,61 | 0,56 | 0,62 | 0,60 | 0,61 | 0,60 | 0,54 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,06 |
| Total | 100,14 | 100,28 | 100,78 | 100,11 | 100,39 | 100,67 | 99,47 | 99,96 | 100,56 |
| | | | | | | | | | |
| Si | 3,33 | 3,31 | 3,39 | 3,34 | 3,41 | 3,42 | 3,47 | 3,39 | 3,42 |
| Ti | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 |
| Al | 7,66 | 7,70 | 7,60 | 7,67 | 7,57 | 7,58 | 7,48 | 7,60 | 7,57 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,65 | 1,60 | 1,59 | 1,61 | 1,61 | 1,59 | 1,62 | 1,61 | 1,59 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,10 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,09 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,79 | 12,79 | 12,75 | 12,78 | 12,75 | 12,75 | 12,74 | 12,76 | 12,74 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | |

Ek-3.35. PM-259 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-259-1 | PM-259-2 | PM-259-3 | PM-259-4 | PM-259-5 | PM-259-6 | PM-259-7 | PM-259-8 | PM-259-9 | PM-259-10 | PM-259-11 | PM-259-12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,26 | 35,74 | 35,64 | 35,64 | 35,49 | 35,44 | 35,45 | 35,43 | 35,37 | 35,43 | 35,39 | 35,57 |
| TiO2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,09 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Al2O3 | 64,03 | 63,70 | 63,60 | 63,19 | 63,70 | 63,56 | 63,10 | 63,33 | 63,33 | 64,16 | 64,23 | 63,95 |
| FeO* | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,08 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,03 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |
| K2O | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 99,44 | 99,56 | 99,35 | 98,95 | 99,41 | 99,13 | 99,25 | 98,88 | 98,85 | 99,77 | 99,79 | 99,70 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,84 | 3,88 | 3,88 | 3,89 | 3,86 | 3,87 | 3,86 | 3,87 | 3,87 | 3,84 | 3,84 | 3,86 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,21 | 8,15 | 8,16 | 8,14 | 8,17 | 8,17 | 8,18 | 8,16 | 8,64 | 8,20 | 8,21 | 8,18 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,06 | 12,04 | 12,05 | 12,04 | 12,05 | 12,05 | 12,05 | 12,05 | 12,05 | 12,06 | 12,06 | 12,05 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.36. PM-263 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-263-1 | PM-263-2 | PM-263-3 | PM-263-4 | PM-263-5 | PM-263-6 | PM-263-7 | PM-263-8 | PM-263-9 | PM-263-10 | PM-263-11 | PM-263-12 | PM-263-13 | PM-263-14 | PM-263-15 | PM-263-16 | PM-263-17 | PM-263-18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,13 | 36,15 | 36,30 | 36,95 | 36,12 | 36,01 | 38,06 | 37,86 | 38,56 | 38,90 | 38,27 | 37,39 | 35,96 | 38,08 | 37,67 | 36,23 | 35,84 | 35,24 |
| TiO2 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Al2O3 | 63,73 | 63,70 | 63,61 | 63,04 | 63,34 | 63,35 | 61,31 | 60,99 | 60,72 | 60,13 | 60,74 | 62,06 | 63,59 | 60,99 | 61,74 | 63,60 | 63,73 | 63,80 |
| FeO* | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,02 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,00 | 0,03 | 0,05 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,31 | 0,30 | 0,34 | 0,39 | 0,25 | 0,14 | 0,03 | 0,01 | 0,32 | 0,02 | 0,06 | 0,04 |
| Total | 99,91 | 99,95 | 99,99 | 100,06 | 99,56 | 99,50 | 99,81 | 99,21 | 99,72 | 99,53 | 99,36 | 99,68 | 99,64 | 99,14 | 99,79 | 99,92 | 99,69 | 99,15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,91 | 3,91 | 3,92 | 3,99 | 3,92 | 3,91 | 4,12 | 4,12 | 4,18 | 4,22 | 4,16 | 4,05 | 3,90 | 4,14 | 4,08 | 3,92 | 3,89 | 3,84 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,12 | 8,12 | 8,10 | 8,01 | 8,10 | 8,11 | 7,82 | 7,83 | 7,75 | 7,69 | 7,78 | 7,92 | 8,13 | 7,81 | 7,88 | 8,10 | 8,15 | 8,20 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,03 | 12,03 | 12,03 | 12,01 | 12,03 | 12,04 | 11,96 | 11,95 | 11,94 | 11,92 | 11,95 | 11,98 | 12,03 | 11,96 | 11,97 | 12,03 | 12,04 | 12,06 |

Ek-3.36. PM-263 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-263-19 | PM-263-20 | PM-263-21 | PM-263-22 | PM-263-23 | PM-263-24 | PM-263-25 | PM-263-26 | PM-263-27 | PM-263-28 | PM-263-29 | PM-263-30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,19 | 35,91 | 35,95 | 35,02 | 35,41 | 37,90 | 37,75 | 38,88 | 36,01 | 35,53 | 36,16 | 36,42 |
| TiO2 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| Al2O3 | 64,22 | 63,81 | 63,84 | 63,87 | 63,72 | 61,59 | 61,25 | 60,80 | 63,11 | 63,37 | 63,24 | 63,04 |
| FeO* | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,05 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,18 | 0,22 | 0,21 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Total | 99,51 | 99,90 | 99,89 | 99,03 | 99,29 | 99,83 | 99,31 | 99,96 | 99,24 | 99,01 | 99,52 | 99,60 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,83 | 3,89 | 3,89 | 3,83 | 3,86 | 4,10 | 4,10 | 4,19 | 3,92 | 3,88 | 3,93 | 3,95 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,23 | 8,14 | 8,14 | 8,22 | 8,18 | 7,85 | 7,85 | 7,73 | 8,10 | 8,15 | 8,09 | 8,06 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,06 | 12,04 | 12,04 | 12,06 | 12,05 | 11,97 | 11,96 | 11,94 | 12,03 | 12,04 | 12,03 | 12,02 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.37. PM-264 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-264-1 | PM-264-2 | PM-264-3 | PM-264-4 | PM-264-5 | PM-264-6 | PM-264-7 | PM-264-8 | PM-264-9 | PM-264-10 | PM-264-11 | PM-264-12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,25 | 36,43 | 35,71 | 36,48 | 36,31 | 35,53 | 36,39 | 36,40 | 35,65 | 36,49 | 36,61 | 35,33 |
| TiO2 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Al2O3 | 63,72 | 63,31 | 63,49 | 62,89 | 63,33 | 63,36 | 63,21 | 63,25 | 63,16 | 63,23 | 63,19 | 63,55 |
| FeO* | 0,19 | 0,15 | 0,17 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,15 | 0,13 | 0,13 | 0,11 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| CaO | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| Total | 99,28 | 99,99 | 99,44 | 99,64 | 99,79 | 99,12 | 99,87 | 99,84 | 99,03 | 99,92 | 100,00 | 99,07 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,84 | 3,94 | 3,89 | 3,96 | 3,94 | 3,88 | 3,94 | 3,94 | 3,89 | 3,95 | 3,96 | 3,86 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,19 | 8,07 | 8,14 | 8,04 | 8,08 | 8,15 | 8,06 | 8,07 | 8,13 | 8,06 | 8,05 | 8,18 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,06 | 12,02 | 12,04 | 12,02 | 12,02 | 12,04 | 12,02 | 12,02 | 12,04 | 12,02 | 12,02 | 12,05 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.38. PM-264 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-264-13 | PM-264-14 | PM-264-15 | PM-264-16 | PM-264-17 | PM-264-18 | PM-264-19 | PM-264-20 | PM-264-21 | PM-264-22 | PM-264-23 | PM-264-24 | PM-264-25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,63 | 35,69 | 36,55 | 36,64 | 36,43 | 35,83 | 35,78 | 35,52 | 37,38 | 37,61 | 36,55 | 36,39 | 36,49 |
| TiO2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Al2O3 | 63,13 | 63,33 | 62,35 | 62,78 | 62,83 | 63,40 | 63,22 | 63,37 | 61,47 | 61,61 | 62,89 | 62,94 | 62,76 |
| FeO* | 0,11 | 0,14 | 0,16 | 0,13 | 0,18 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,19 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,17 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| CaO | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,14 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,06 | 0,02 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 |
| Total | 99,92 | 99,23 | 99,22 | 99,59 | 99,50 | 99,42 | 99,25 | 99,17 | 99,12 | 99,43 | 99,64 | 99,76 | 99,51 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,96 | 3,89 | 3,98 | 3,97 | 3,96 | 3,90 | 3,90 | 3,88 | 4,07 | 4,08 | 3,96 | 3,95 | 3,96 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,04 | 8,14 | 8,01 | 8,03 | 8,04 | 8,13 | 8,12 | 8,15 | 7,89 | 7,88 | 8,04 | 8,04 | 8,03 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,02 | 12,04 | 12,02 | 12,01 | 12,02 | 12,04 | 12,04 | 12,05 | 11,98 | 11,98 | 12,02 | 12,04 | 12,02 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.38. PM-269 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-269-1 | PM-269-2 | PM-269-3 | PM-269-4 | PM-269-5 | PM-269-6 | PM-269-7 | PM-269-8 | PM-269-9 | PM-269-10 | PM-269-11 | PM-269-12 | PM-269-13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,70 | 35,13 | 35,29 | 35,06 | 35,07 | 34,76 | 34,71 | 34,71 | 34,55 | 34,55 | 34,36 | 34,23 | 33,91 |
| TiO2 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al2O3 | 64,11 | 63,83 | 63,72 | 63,65 | 63,87 | 63,69 | 63,61 | 63,92 | 64,05 | 63,94 | 63,77 | 63,38 | 63,70 |
| FeO* | 0,10 | 0,14 | 0,12 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | 0,16 | 0,14 | 0,17 | 0,15 | 0,16 | 0,13 | 0,16 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K2O | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 |
| Total | 100,02 | 99,19 | 99,20 | 98,90 | 99,12 | 98,62 | 98,55 | 98,84 | 98,85 | 98,69 | 98,33 | 97,79 | 97,84 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,86 | 3,83 | 3,85 | 3,84 | 3,83 | 3,82 | 3,81 | 3,80 | 3,79 | 3,79 | 3,78 | 3,79 | 3,76 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,17 | 8,21 | 8,19 | 8,21 | 8,22 | 8,24 | 8,24 | 8,25 | 8,27 | 8,27 | 8,28 | 8,27 | 8,31 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,05 | 12,06 | 12,05 | 12,06 | 12,06 | 12,07 | 12,07 | 12,07 | 12,08 | 12,08 | 12,08 | 12,07 | 12,09 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.38. PM-269 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-269-14 | PM-269-15 | PM-269-16 | PM-269-17 | PM-269-18 | PM-269-19 | PM-269-20 | PM-269-21 | PM-269-22 | PM-269-23 | PM-269-24 | PM-269-25 | PM-269-26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 34,13 | 34,07 | 33,70 | 33,56 | 33,43 | 35,08 | 35,97 | 35,78 | 35,69 | 35,68 | 35,71 | 36,45 | 36,62 |
| TiO2 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Al2O3 | 63,60 | 63,35 | 63,17 | 63,38 | 63,34 | 63,79 | 63,45 | 63,19 | 63,16 | 63,28 | 63,09 | 62,90 | 63,10 |
| FeO | 0,13 | 0,18 | 0,20 | 0,18 | 0,18 | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,13 | 0,14 | 0,20 | 0,17 | 0,15 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| K2O | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| Total | 97,96 | 97,65 | 97,12 | 97,18 | 97,03 | 99,08 | 99,66 | 99,18 | 99,01 | 99,15 | 99,05 | 99,58 | 99,94 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,77 | 3,78 | 3,76 | 3,74 | 3,73 | 3,83 | 3,90 | 3,90 | 3,90 | 3,89 | 3,90 | 3,96 | 3,96 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,29 | 8,28 | 8,31 | 8,33 | 8,34 | 8,21 | 8,11 | 8,12 | 8,13 | 8,13 | 8,12 | 8,05 | 8,04 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,08 | 12,08 | 12,09 | 12,09 | 12,10 | 12,06 | 12,04 | 12,04 | 12,04 | 12,04 | 12,04 | 12,02 | 12,02 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.38. PM-269 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-269-27 | PM-269-28 | PM-269-29 | PM-269-30 | PM-269-31 | PM-269-32 | PM-269-33 | PM-269-34 | PM-269-35 | PM-269-36 | PM-269-37 | PM-269-38 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,81 | 36,29 | 35,94 | 36,14 | 36,17 | 36,09 | 36,92 | 35,91 | 35,63 | 36,71 | 36,46 | 35,45 |
| TiO2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 |
| Al2O3 | 62,80 | 62,49 | 63,29 | 63,05 | 63,09 | 62,84 | 63,06 | 62,83 | 63,19 | 62,76 | 62,82 | 63,34 |
| FeO* | 0,17 | 0,24 | 0,18 | 0,21 | 0,21 | 0,16 | 0,19 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,18 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,00 |
| CaO | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 |
| K2O | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,00 |
| Total | 99,83 | 99,53 | 99,51 | 99,47 | 99,53 | 99,15 | 100,26 | 98,96 | 99,05 | 99,72 | 99,51 | 99,02 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,98 | 3,95 | 3,91 | 3,93 | 3,93 | 3,93 | 3,98 | 3,92 | 3,89 | 3,98 | 3,96 | 3,87 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,01 | 8,02 | 8,11 | 8,08 | 8,08 | 8,07 | 8,01 | 8,09 | 8,13 | 8,02 | 8,04 | 8,15 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,01 | 12,06 | 12,04 | 12,03 | 12,03 | 12,03 | 12,02 | 12,03 | 12,04 | 12,02 | 12,02 | 12,05 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.39. PM-286 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-286-1 | PM-286-2 | PM-286-3 | PM-286-4 | PM-286-5 | PM-286-6 | PM-286-7 | PM-286-8 | PM-286-9 | PM-286-10 | PM-286-11 | PM-286-12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,85 | 37,53 | 37,20 | 37,04 | 37,51 | 37,09 | 37,59 | 37,51 | 37,57 | 37,52 | 37,65 | 37,01 |
| TiO2 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,07 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,22 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Al2O3 | 62,28 | 61,78 | 61,67 | 61,13 | 61,26 | 62,18 | 61,08 | 61,20 | 61,12 | 61,37 | 60,99 | 61,65 |
| FeO | 0,42 | 0,39 | 0,47 | 0,49 | 0,58 | 0,49 | 0,63 | 0,60 | 0,56 | 0,68 | 0,58 | 0,43 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| K2O | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 99,56 | 99,77 | 99,39 | 98,76 | 99,38 | 99,79 | 99,33 | 99,32 | 99,48 | 99,63 | 99,30 | 99,14 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 4,00 | 4,07 | 4,05 | 4,06 | 4,08 | 4,02 | 4,09 | 4,08 | 4,08 | 4,08 | 4,10 | 4,04 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 7,97 | 7,89 | 7,91 | 7,89 | 7,86 | 7,94 | 7,84 | 7,85 | 7,83 | 7,86 | 7,83 | 7,92 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,04 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,01 | 11,99 | 12,00 | 12,00 | 11,99 | 12,01 | 11,99 | 11,99 | 11,98 | 12,00 | 11,99 | 12,00 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.39. PM-286 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-286-13 | PM-286-14 | PM-286-15 | PM-286-16 | PM-286-17 | PM-286-18 | PM-286-19 | PM-286-20 | PM-286-21 | PM-286-22 | PM-286-23 | PM-286-24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 37,30 | 37,52 | 37,42 | 37,59 | 37,59 | 37,47 | 37,48 | 37,48 | 37,42 | 37,76 | 37,90 | 37,35 |
| TiO2 | 0,08 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 |
| Al2O3 | 60,80 | 60,94 | 60,80 | 61,23 | 60,94 | 61,53 | 61,12 | 61,06 | 61,27 | 61,31 | 61,11 | 61,81 |
| FeO* | 0,59 | 0,57 | 0,60 | 0,47 | 0,81 | 0,63 | 0,60 | 0,52 | 0,43 | 0,45 | 0,50 | 0,67 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| CaO | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,03 |
| Total | 98,80 | 99,07 | 98,88 | 99,33 | 99,55 | 99,68 | 99,23 | 99,06 | 99,14 | 99,57 | 99,53 | 99,93 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 4,08 | 4,09 | 4,09 | 4,09 | 4,09 | 4,07 | 4,08 | 4,09 | 4,08 | 4,10 | 4,11 | 4,05 |
| Ti | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 7,84 | 7,84 | 7,84 | 7,85 | 7,82 | 7,87 | 7,85 | 7,85 | 7,87 | 7,84 | 7,82 | 7,89 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,06 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,98 | 12,00 | 12,00 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 11,98 | 11,98 | 12,00 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.39. PM-286 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-286-25 | PM-286-26 | PM-286-27 | PM-286-28 | PM-286-29 | PM-286-30 | PM-286-31 | PM-286-32 | PM-286-33 | PM-286-34 | PM-286-35 | PM-286-36 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,23 | 36,82 | 35,75 | 37,63 | 37,83 | 37,53 | 36,85 | 36,76 | 37,60 | 37,55 | 37,83 | 37,64 |
| TiO2 | 1,55 | 0,01 | 1,02 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Al2O3 | 61,24 | 62,04 | 61,83 | 61,46 | 61,28 | 61,36 | 61,78 | 61,43 | 61,56 | 60,95 | 61,26 | 61,51 |
| FeO* | 0,54 | 0,47 | 0,46 | 0,57 | 0,65 | 0,62 | 0,63 | 0,48 | 0,58 | 0,64 | 0,60 | 0,66 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| CaO | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,03 |
| Total | 99,62 | 99,40 | 99,09 | 99,89 | 99,82 | 99,58 | 99,30 | 99,20 | 99,76 | 99,20 | 99,75 | 99,86 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,95 | 4,01 | 3,91 | 4,07 | 4,10 | 4,08 | 4,02 | 4,01 | 4,08 | 4,09 | 4,10 | 4,08 |
| Ti | 0,13 | 0,00 | 0,08 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 7,87 | 7,96 | 7,97 | 7,84 | 7,83 | 7,86 | 7,94 | 7,90 | 7,86 | 7,83 | 7,83 | 7,85 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,06 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 11,99 | 12,01 | 12,02 | 11,99 | 11,99 | 11,99 | 12,02 | 12,00 | 11,99 | 11,99 | 11,98 | 12,00 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.39. PM-286 nolu örnekteki disten minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-286-37 | PM-286-38 | PM-286-39 | PM-286-40 | PM-286-41 | PM-286-42 | PM-286-43 | PM-286-44 | PM-286-45 | PM-286-46 | PM-286-47 | PM-286-48 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 37,63 | 37,67 | 37,06 | 37,85 | 37,66 | 36,80 | 37,04 | 37,01 | 37,04 | 37,67 | 37,98 | 37,63 |
| TiO2 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | 0,03 | 0,54 | 0,28 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,01 | 0,18 |
| Al2O3 | 61,48 | 60,99 | 61,64 | 61,45 | 60,97 | 61,31 | 61,33 | 61,49 | 61,47 | 61,11 | 61,31 | 61,49 |
| FeO* | 0,58 | 0,59 | 0,53 | 0,50 | 0,37 | 0,61 | 0,57 | 0,73 | 0,54 | 0,47 | 0,65 | 0,50 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Cr2O3 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 99,76 | 99,31 | 99,24 | 99,84 | 99,61 | 99,08 | 99,00 | 99,26 | 99,11 | 99,39 | 99,98 | 99,82 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 4,08 | 4,10 | 4,04 | 4,10 | 4,09 | 4,02 | 4,05 | 4,04 | 4,04 | 4,10 | 4,11 | 4,08 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |
| Al | 7,86 | 7,82 | 7,92 | 7,84 | 7,80 | 7,90 | 7,90 | 7,91 | 7,91 | 7,83 | 7,82 | 7,85 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 11,99 | 11,99 | 12,00 | 11,98 | 11,97 | 12,01 | 12,00 | 12,01 | 12,00 | 11,98 | 11,98 | 11,99 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.40. PM-237 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-237-18 | PM-237-19 | PM-237-20 | PM-237-21 | PM-237-22 | PM-237-23 | PM-237-24 | PM-237-25 | PM-237-26 | PM-237-27 | PM-237-28 | PM-237-29 | PM-237-30 | PM-237-31 | PM-237-32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 28,50 | 28,44 | 28,39 | 28,54 | 27,76 | 27,94 | 27,65 | 27,86 | 28,65 | 28,41 | 28,44 | 28,00 | 28,99 | 28,55 | 28,71 |
| TiO2 | 0,50 | 0,51 | 0,53 | 0,52 | 0,55 | 0,60 | 0,54 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,49 | 0,54 | 0,53 | 0,53 | 0,49 |
| Al2O3 | 54,63 | 54,50 | 54,18 | 54,54 | 54,63 | 54,76 | 54,98 | 54,89 | 54,43 | 54,85 | 55,01 | 55,08 | 54,18 | 54,45 | 54,72 |
| Cr2O3 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,06 |
| FeO* | 15,80 | 15,67 | 15,55 | 15,45 | 15,46 | 15,49 | 15,42 | 15,49 | 15,82 | 15,66 | 15,48 | 15,39 | 15,40 | 15,57 | 15,46 |
| MnO | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| MgO | 0,75 | 0,72 | 0,70 | 0,68 | 0,62 | 0,58 | 0,67 | 0,57 | 0,57 | 0,53 | 0,55 | 0,57 | 0,55 | 0,56 | 0,57 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Na2O | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,19 | 99,87 | 99,41 | 99,79 | 99,08 | 99,43 | 99,34 | 99,45 | 100,07 | 100,03 | 99,99 | 99,69 | 99,78 | 99,74 | 100,04 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,89 | 3,89 | 3,90 | 3,90 | 3,83 | 3,84 | 3,80 | 3,83 | 3,91 | 3,88 | 3,88 | 3,83 | 3,96 | 3,91 | 3,91 |
| Ti | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Al | 8,78 | 8,78 | 8,77 | 8,79 | 8,88 | 8,86 | 8,91 | 8,88 | 8,76 | 8,82 | 8,84 | 8,89 | 8,72 | 8,78 | 8,79 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Fe2+ | 1,80 | 1,79 | 1,79 | 1,77 | 1,78 | 1,78 | 1,77 | 1,78 | 1,81 | 1,79 | 1,77 | 1,76 | 1,76 | 1,78 | 1,76 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,67 | 14,67 | 14,66 | 14,65 | 14,68 | 14,67 | 14,69 | 14,68 | 14,65 | 14,65 | 14,65 | 14,67 | 14,62 | 14,65 | 14,64 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| XFe | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 |
| XMg | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.40. PM-237 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-237-43 | PM-237-44 | PM-237-45 | PM-237-46 | PM-237-47 | PM-237-48 | PM-237-49 | PM-237-50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 26,01 | 25,66 | 25,96 | 26,02 | 26,11 | 25,84 | 25,94 | 25,82 |
| TiO2 | 0,48 | 0,49 | 0,53 | 0,51 | 0,53 | 0,53 | 0,56 | 0,51 |
| Al2O3 | 54,72 | 54,63 | 54,49 | 54,52 | 54,19 | 54,23 | 54,35 | 54,25 |
| Cr2O3 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| FeO* | 13,55 | 13,71 | 13,72 | 13,56 | 13,67 | 13,87 | 13,79 | 13,63 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,75 | 0,79 | 0,72 | 0,95 | 0,70 | 0,59 | 0,55 | 0,54 |
| CaO | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 95,56 | 95,29 | 95,46 | 95,61 | 95,24 | 95,07 | 95,25 | 94,82 |
| | | | | | | | | |
| Si | 3,69 | 3,66 | 3,69 | 3,69 | 3,72 | 3,69 | 3,70 | 3,70 |
| Ti | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Al | 9,16 | 9,18 | 9,14 | 9,12 | 9,11 | 9,14 | 9,14 | 9,16 |
| Cr | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,61 | 1,64 | 1,63 | 1,61 | 1,63 | 1,66 | 1,65 | 1,63 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,20 | 0,15 | 0,13 | 0,12 | 0,12 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,67 | 14,69 | 14,68 | 14,69 | 14,67 | 14,68 | 14,67 | 14,67 |
| | | | | | | | | |
| XFe | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,89 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 0,93 |
| XMg | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.41. PM-238 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-238-26 | PM-238-27 | PM-238-28 | PM-238-29 | PM-238-30 | PM-238-31 | PM-238-32 | PM-238-33 | PM-238-34 | PM-238-35 | PM-238-36 | PM-238-37 | PM-238-38 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 28,15 | 28,32 | 28,76 | 28,50 | 28,74 | 28,89 | 28,23 | 28,62 | 28,40 | 28,44 | 28,13 | 28,61 | 28,67 |
| TiO2 | 0,66 | 0,61 | 0,63 | 0,64 | 0,60 | 0,58 | 0,65 | 0,29 | 0,43 | 0,59 | 0,54 | 0,55 | 0,65 |
| Al2O3 | 54,88 | 54,84 | 54,30 | 54,97 | 54,71 | 54,61 | 54,65 | 54,56 | 54,14 | 54,90 | 54,01 | 54,96 | 54,88 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,17 | 0,19 |
| FeO* | 15,57 | 15,61 | 15,52 | 15,46 | 15,28 | 16,44 | 15,54 | 15,57 | 15,65 | 15,25 | 15,71 | 15,42 | 15,57 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,56 | 0,52 | 0,54 | 0,54 | 0,55 | 0,57 | 0,51 | 0,40 | 0,43 | 0,54 | 0,41 | 0,34 | 0,41 |
| CaO | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Na2O | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 99,86 | 99,95 | 99,81 | 100,14 | 99,94 | 101,17 | 99,62 | 99,50 | 99,09 | 99,79 | 98,85 | 100,06 | 100,39 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,85 | 3,87 | 3,93 | 3,88 | 3,92 | 3,91 | 3,87 | 3,92 | 3,91 | 3,88 | 3,89 | 3,90 | 3,90 |
| Ti | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Al | 8,84 | 8,83 | 8,74 | 8,82 | 8,79 | 8,71 | 8,83 | 8,81 | 8,79 | 8,83 | 8,80 | 8,82 | 8,79 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Fe2+ | 1,78 | 1,78 | 1,77 | 1,76 | 1,74 | 1,86 | 1,78 | 1,78 | 1,80 | 1,74 | 1,82 | 1,76 | 1,77 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,09 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,66 | 14,65 | 14,63 | 14,64 | 14,63 | 14,67 | 14,65 | 14,64 | 14,65 | 14,64 | 14,65 | 14,63 | 14,63 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| XFe | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| XMg | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.42. PM-239 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-239-13 | PM-239-14 | PM-239-15 | PM-239-16 |
|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 28,19 | 28,27 | 28,07 | 28,01 |
| TiO2 | 0,45 | 0,54 | 0,53 | 0,48 |
| Al2O3 | 54,86 | 54,19 | 54,30 | 54,91 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| FeO* | 15,61 | 15,90 | 15,85 | 15,63 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,54 | 0,54 | 0,65 | 0,43 |
| CaO | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| Na2O | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,01 |
| K2O | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 99,71 | 99,48 | 99,55 | 99,54 |
| | | | | |
| Si | 3,86 | 3,89 | 3,86 | 3,84 |
| Ti | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 |
| Al | 8,85 | 8,78 | 8,80 | 8,88 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Fe2+ | 1,79 | 1,83 | 1,82 | 1,79 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,11 | 0,11 | 0,13 | 0,09 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,67 | 14,67 | 14,69 | 14,67 |
| | | | | |
| XFe | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,95 |
| XMg | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,05 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.43. PM-240 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-240-12 | PM-240-13 | PM-240-14 | PM-240-15 | PM-240-16 | PM-240-17 | PM-240-18 | PM-240-19 | PM-240-20 | PM-240-21 | PM-240-22 | PM-240-23 | PM-240-24 | PM-240-25 | PM-240-26 | PM-240-27 | PM-240-28 | PM-240-29 | PM-240-30 | PM-240-31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 27,49 | 27,47 | 27,02 | 27,85 | 27,39 | 28,06 | 27,81 | 26,85 | 27,54 | 27,94 | 28,34 | 28,07 | 27,28 | 27,73 | 28,04 | 28,64 | 27,97 | 28,48 | 28,17 | 28,67 |
| TiO2 | 0,54 | 0,53 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,52 | 0,60 | 0,60 | 0,55 | 0,54 | 0,52 | 0,51 | 0,58 | 0,53 | 0,53 | 0,60 | 0,57 | 0,51 | 0,48 |
| Al2O3 | 55,71 | 57,95 | 54,11 | 57,00 | 54,93 | 54,24 | 54,45 | 54,61 | 54,58 | 54,39 | 54,52 | 54,24 | 54,77 | 54,46 | 54,26 | 54,06 | 54,29 | 54,55 | 54,41 | 54,48 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,01 |
| FeO* | 16,96 | 16,68 | 16,92 | 16,40 | 16,19 | 16,40 | 16,39 | 15,83 | 16,06 | 16,31 | 16,24 | 16,20 | 16,22 | 16,26 | 16,24 | 16,09 | 16,09 | 16,10 | 16,27 | 16,04 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,61 | 0,62 | 0,52 | 0,70 | 0,65 | 0,61 | 0,61 | 0,55 | 0,51 | 0,49 | 0,59 | 0,65 | 0,70 | 0,65 | 0,56 | 0,59 | 0,52 | 0,55 | 0,48 | 0,49 |
| CaO | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,01 |
| Na2O | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,55 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 101,38 | 103,30 | 99,17 | 102,60 | 99,77 | 99,91 | 99,85 | 99,01 | 99,33 | 99,73 | 100,28 | 99,70 | 99,54 | 99,76 | 99,66 | 99,96 | 99,52 | 100,32 | 99,92 | 100,20 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,73 | 3,65 | 3,75 | 3,72 | 3,77 | 3,85 | 3,82 | 3,74 | 3,80 | 3,84 | 3,87 | 3,86 | 3,76 | 3,81 | 3,86 | 3,92 | 3,85 | 3,89 | 3,86 | 3,91 |
| Ti | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 |
| Al | 8,91 | 9,07 | 8,86 | 8,98 | 8,90 | 8,78 | 8,82 | 8,96 | 8,87 | 8,81 | 8,78 | 8,79 | 8,90 | 8,83 | 8,79 | 8,72 | 8,81 | 8,77 | 8,79 | 8,76 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,92 | 1,85 | 1,97 | 1,83 | 1,86 | 1,88 | 1,88 | 1,84 | 1,85 | 1,88 | 1,86 | 1,86 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,84 | 1,85 | 1,84 | 1,87 | 1,83 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,76 | 14,76 | 14,76 | 14,74 | 14,72 | 14,70 | 14,71 | 14,72 | 14,70 | 14,69 | 14,69 | 14,69 | 14,74 | 14,72 | 14,69 | 14,66 | 14,68 | 14,67 | 14,69 | 14,66 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XFe | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,94 | 0,95 | 0,95 |
| XMg | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.44. PM-241 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-241-23 | PM-241-24 | PM-241-25 | PM-241-26 | PM-241-27 | PM-241-28 | PM-241-29 | PM-241-30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 27,90 | 27,41 | 27,33 | 27,43 | 28,00 | 27,90 | 28,31 | 27,83 |
| TiO2 | 0,47 | 0,57 | 0,60 | 0,59 | 0,57 | 0,58 | 0,57 | 0,65 |
| Al2O3 | 54,17 | 54,68 | 54,44 | 54,16 | 54,56 | 54,14 | 54,53 | 54,30 |
| Cr2O3 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 |
| FeO* | 15,87 | 16,03 | 16,14 | 16,01 | 15,78 | 15,96 | 15,40 | 15,85 |
| MnO | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 |
| MgO | 0,91 | 0,87 | 0,80 | 0,78 | 0,77 | 0,85 | 0,82 | 0,80 |
| CaO | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| Na2O | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 99,39 | 99,61 | 99,42 | 99,02 | 99,73 | 99,47 | 99,69 | 99,49 |
| | | | | | | | | |
| Si | 3,84 | 3,77 | 3,77 | 3,80 | 3,84 | 3,84 | 3,87 | 3,83 |
| Ti | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Al | 8,79 | 8,87 | 8,86 | 8,84 | 8,82 | 8,79 | 8,80 | 8,81 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,83 | 1,84 | 1,86 | 1,85 | 1,81 | 1,84 | 1,76 | 1,82 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,16 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,71 | 14,73 | 14,74 | 14,72 | 14,69 | 14,71 | 14,67 | 14,70 |
| | | | | | | | | |
| XFe | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,92 |
| XMg | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.45. PM-242 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-242-16 | PM-242-17 | PM-242-18 | PM-242-19 | PM-242-20 | PM-242-21 | PM-242-22 | PM-242-23 | PM-242-24 | PM-242-25 | PM-242-26 | PM-242-27 | PM-242-28 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 28,36 | 28,40 | 28,21 | 28,48 | 28,13 | 28,84 | 28,38 | 28,40 | 27,66 | 28,25 | 27,95 | 28,04 | 28,71 |
| TiO2 | 0,61 | 0,55 | 0,68 | 0,60 | 0,62 | 0,57 | 0,63 | 0,47 | 0,58 | 0,46 | 0,71 | 0,68 | 0,62 |
| Al2O3 | 54,78 | 54,64 | 53,39 | 53,80 | 54,89 | 53,03 | 54,21 | 54,38 | 54,89 | 54,04 | 54,84 | 54,96 | 54,43 |
| Cr2O3 | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| FeO* | 15,32 | 15,74 | 15,40 | 15,45 | 15,57 | 15,50 | 15,67 | 15,56 | 15,44 | 15,60 | 15,19 | 15,25 | 15,16 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,96 | 0,66 | 0,60 | 0,63 | 0,53 | 0,50 | 0,69 | 0,63 | 0,71 | 0,63 | 0,89 | 0,99 | 1,04 |
| CaO | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Na2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 100,10 | 100,03 | 98,34 | 99,02 | 99,78 | 98,51 | 99,64 | 99,47 | 99,29 | 99,00 | 99,63 | 99,98 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,86 | 3,88 | 3,92 | 3,92 | 3,85 | 3,99 | 3,89 | 3,90 | 3,80 | 3,90 | 3,83 | 3,83 | 3,91 |
| Ti | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| Al | 8,80 | 8,79 | 8,74 | 8,74 | 8,85 | 8,66 | 8,76 | 8,79 | 8,90 | 8,79 | 8,85 | 8,84 | 8,74 |
| Cr | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 1,75 | 1,80 | 1,79 | 1,78 | 1,78 | 1,80 | 1,80 | 1,79 | 1,78 | 1,80 | 1,74 | 1,74 | 1,73 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,19 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,18 | 0,20 | 0,21 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,67 | 14,67 | 14,64 | 14,64 | 14,66 | 14,62 | 14,66 | 14,66 | 14,69 | 14,66 | 14,68 | 14,68 | 14,65 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| XFe | 0,90 | 0,93 | 0,94 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,93 | 0,91 | 0,90 | 0,89 |
| XMg | 0,10 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,11 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.46. PM-278 nolu örnekteki stavrolit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-278-1 | PM-278-2 | PM-278-3 | PM-278-4 | PM-278-5 | PM-278-6 | PM-278-7 | PM-278-8 | PM-278-9 | PM-278-10 | PM-278-11 | PM-278-12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 25,98 | 26,16 | 26,19 | 25,89 | 26,36 | 26,44 | 26,32 | 26,22 | 25,92 | 26,43 | 26,44 | 26,46 |
| TiO2 | 0,70 | 0,67 | 0,68 | 0,66 | 0,70 | 0,67 | 0,68 | 0,68 | 0,62 | 0,68 | 0,70 | 0,63 |
| Al2O3 | 54,34 | 53,90 | 54,18 | 53,56 | 53,79 | 54,04 | 53,57 | 53,59 | 54,48 | 53,60 | 54,03 | 54,44 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 |
| FeO* | 14,68 | 14,45 | 14,26 | 14,26 | 14,08 | 14,14 | 13,91 | 13,99 | 14,00 | 14,18 | 14,09 | 13,87 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,34 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,34 | 0,35 | 0,37 | 0,40 | 0,35 |
| CaO | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Na2O | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,00 |
| K2O | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 96,07 | 95,60 | 95,73 | 94,81 | 95,34 | 95,72 | 94,90 | 94,89 | 95,44 | 95,32 | 95,71 | 95,80 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,69 | 3,73 | 3,73 | 3,72 | 3,76 | 3,76 | 3,77 | 3,76 | 3,69 | 3,77 | 3,76 | 3,75 |
| Ti | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,07 |
| Al | 9,10 | 9,06 | 9,08 | 9,07 | 9,04 | 9,05 | 9,04 | 9,05 | 9,15 | 9,02 | 9,05 | 9,09 |
| Cr | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Fe2+ | 1,74 | 1,72 | 1,70 | 1,71 | 1,68 | 1,68 | 1,67 | 1,68 | 1,67 | 1,69 | 1,67 | 1,64 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 14,68 | 14,67 | 14,66 | 14,67 | 14,65 | 14,65 | 14,64 | 14,64 | 14,67 | 14,64 | 14,65 | 14,63 |
| | | | | | | | | | | | | |
| XFe | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,96 |
| XMg | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 |
| XZn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hesaplamalarda 23 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

XFe=($Fe^{+2}$/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XMg=(Mg/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn), XZn=(Zn/($Fe^{+2}$+Mn+Mg+Zn)

Ek-3.47. PM-70 ve PM-237 nolu örneklerdeki klorit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-70-11 | PM-70-12 | PM-70-13 | PM-70-14 | PM-70-15 | PM-237-1 | PM-237-2 | PM-237-3 | PM-237-4 | PM-237-5 | PM-237-6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 26,06 | 26,03 | 26,29 | 25,74 | 25,87 | 21,73 | 20,69 | 21,26 | 20,46 | 19,86 | 22,11 |
| TiO2 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,08 |
| Al2O3 | 21,18 | 21,23 | 20,60 | 20,18 | 20,88 | 22,30 | 22,69 | 22,12 | 21,88 | 21,46 | 23,49 |
| FeO* | 18,49 | 18,39 | 19,30 | 19,60 | 20,21 | 35,18 | 35,42 | 35,11 | 35,74 | 35,15 | 34,90 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 19,98 | 20,21 | 19,86 | 19,08 | 18,77 | 6,88 | 5,93 | 6,77 | 6,03 | 5,98 | 6,14 |
| CaO | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,43 |
| Na2O | 0,03 | 0,00 | 0,11 | 0,05 | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,50 |
| K2O | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,13 | 0,52 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rb2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cs2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CI | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| NiO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 85,90 | 86,00 | 86,36 | 84,85 | 86,07 | 86,31 | 84,94 | 85,48 | 84,33 | 82,74 | 88,18 |
| | | | | | | | | | | | |
| Si | 5,40 | 5,39 | 5,43 | 5,44 | 5,40 | 4,94 | 4,80 | 4,89 | 4,80 | 4,75 | 4,88 |
| Al iv | 2,60 | 2,61 | 2,57 | 2,56 | 2,60 | 3,06 | 3,20 | 3,11 | 3,20 | 3,25 | 3,12 |
| Al vi | 2,58 | 2,56 | 2,47 | 2,48 | 2,54 | 2,94 | 3,04 | 2,90 | 2,88 | 2,84 | 3,05 |
| Ti | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Cr | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 3,20 | 3,19 | 3,38 | 3,50 | 3,56 | 6,75 | 6,95 | 6,84 | 7,16 | 7,22 | 6,58 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 6,17 | 6,23 | 6,12 | 6,01 | 5,84 | 2,33 | 2,05 | 2,32 | 2,11 | 2,13 | 2,02 |
| Ni | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,10 |
| Na | 0,03 | 0,00 | 0,09 | 0,04 | 0,08 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,04 | 0,42 |
| K | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 0,29 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rb | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cl | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 20,01 | 20,02 | 20,11 | 20,07 | 20,08 | 20,11 | 20,13 | 20,16 | 20,26 | 20,34 | 20,48 |
| Hesaplamalarda 28 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | |

Ek-3.48. PM-238,PM-240, PM-241 ve PM-242 nolu örneklerdeki klorit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-238-22 | PM-238-23 | PM-238-24 | PM-238-25 | PM-240-9 | PM-240-10 | PM-240-11 | PM-241-14 | PM-241-15 | PM-241-16 | PM-242-11 | PM-242-12 | PM-242-13 | PM-242-14 | PM-242-15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 19,29 | 20,88 | 19,98 | 20,39 | 20,17 | 20,69 | 19,69 | 19,43 | 18,06 | 21,17 | 20,32 | 19,75 | 19,26 | 21,46 | 21,24 |
| TiO2 | 0,06 | 0,04 | 0,08 | 0,10 | 0,04 | 0,08 | 0,20 | 0,35 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,24 |
| Al2O3 | 21,84 | 21,53 | 21,84 | 23,52 | 22,21 | 22,90 | 22,69 | 22,32 | 19,22 | 24,99 | 21,90 | 21,69 | 20,57 | 23,00 | 23,04 |
| FeO* | 40,12 | 40,47 | 40,27 | 40,37 | 41,33 | 42,60 | 41,55 | 37,17 | 38,42 | 37,98 | 33,93 | 32,87 | 34,24 | 32,91 | 34,61 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 2,84 | 3,18 | 3,15 | 3,08 | 2,81 | 1,96 | 1,99 | 4,75 | 3,26 | 4,56 | 6,13 | 6,74 | 5,75 | 7,64 | 5,87 |
| CaO | 0,13 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,09 | 0,14 | 0,09 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,09 |
| Na2O | 0,35 | 0,18 | 0,12 | 0,20 | 0,03 | 0,01 | 0,10 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,20 | 0,50 | 0,06 | 0,00 | 0,02 |
| K2O | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rb2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cs2O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ZnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CI | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,02 |
| NiO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 84,66 | 86,38 | 85,51 | 87,76 | 86,61 | 88,29 | 86,274 | 84,21 | 79,31 | 88,94 | 82,61 | 81,70 | 80,04 | 85,12 | 85,15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 4,61 | 4,89 | 4,74 | 4,69 | 4,74 | 4,79 | 4,66 | 4,61 | 4,64 | 4,72 | 4,83 | 4,70 | 4,77 | 4,90 | 4,89 |
| Al iv | 3,39 | 3,11 | 3,26 | 3,31 | 3,26 | 3,21 | 3,34 | 3,39 | 3,36 | 3,28 | 3,17 | 3,30 | 3,23 | 3,10 | 3,11 |
| Al vi | 2,85 | 2,88 | 2,89 | 3,09 | 2,93 | 3,06 | 3,03 | 2,90 | 2,55 | 3,30 | 2,99 | 2,87 | 2,81 | 3,09 | 3,15 |
| Ti | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,06 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,06 |
| Fe2+ | 8,30 | 8,06 | 8,15 | 7,87 | 8,27 | 8,31 | 8,35 | 7,54 | 8,61 | 7,07 | 6,84 | 6,79 | 7,27 | 6,28 | 6,60 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 1,01 | 1,11 | 1,11 | 1,06 | 0,99 | 0,68 | 0,70 | 1,68 | 1,25 | 1,52 | 2,17 | 2,39 | 2,12 | 2,60 | 2,01 |
| Ni | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Zn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |
| Na | 0,32 | 0,16 | 0,11 | 0,18 | 0,03 | 0,01 | 0,09 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,18 | 0,46 | 0,06 | 0,00 | 0,02 |
| K | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rb | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cl | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 20,54 | 20,25 | 20,29 | 20,24 | 20,22 | 20,08 | 20,22 | 20,26 | 20,55 | 19,99 | 20,21 | 20,55 | 20,29 | 19,99 | 19,93 |
| Hesaplamalarda 28 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.49. PM-303 nolu örnekteki sillimanit minerallerinin ana element analizleri

| Örnek No | PM-303-1 | PM-303-2 | PM-303-3 | PM-303-4 | PM-303-5 | PM-303-6 | PM-303-7 | PM-303-8 | PM-303-9 | PM-303-10 | PM-303-11 | PM-303-12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 35,45 | 34,93 | 34,59 | 34,84 | 34,66 | 34,44 | 34,65 | 34,85 | 34,57 | 34,49 | 34,78 | 34,55 |
| TiO2 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Al2O3 | 62,10 | 63,29 | 63,95 | 63,70 | 63,14 | 63,82 | 62,22 | 61,35 | 61,93 | 62,72 | 61,31 | 62,28 |
| FeO* | 0,57 | 0,58 | 0,62 | 0,57 | 0,57 | 0,58 | 0,58 | 0,96 | 0,60 | 0,60 | 0,55 | 0,65 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,14 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| CaO | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,08 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| K2O | 0,10 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,11 | 0,08 | 0,04 | 0,26 | 0,05 | 0,05 | 0,15 | 0,07 |
| Cr2O3 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,05 |
| Total | 98,26 | 98,91 | 99,67 | 99,29 | 98,55 | 99,02 | 97,55 | 97,68 | 97,26 | 97,92 | 96,89 | 97,64 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,91 | 3,83 | 3,81 | 3,81 | 3,82 | 3,78 | 3,85 | 3,88 | 3,86 | 3,82 | 3,89 | 3,84 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,08 | 8,18 | 8,21 | 8,21 | 8,20 | 8,25 | 8,15 | 8,06 | 8,14 | 8,19 | 8,09 | 8,16 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,06 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| K | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,06 | 12,08 | 12,09 | 12,09 | 12,09 | 12,10 | 12,07 | 12,10 | 12,08 | 12,08 | 12,08 | 12,08 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.49. PM-303 nolu örnekteki sillimanit minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-303-13 | PM-303-14 | PM-303-15 | PM-303-16 | PM-303-17 | PM-303-18 | PM-303-19 | PM-303-20 | PM-303-21 | PM-303-22 | PM-303-23 | PM-303-24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 34,63 | 34,51 | 35,27 | 36,51 | 34,90 | 34,95 | 35,94 | 36,69 | 36,58 | 36,53 | 35,97 | 36,72 |
| TiO2 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,56 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| Al2O3 | 63,03 | 63,05 | 63,70 | 65,11 | 62,54 | 63,40 | 62,49 | 62,52 | 63,55 | 62,39 | 62,47 | 62,29 |
| FeO* | 0,57 | 0,60 | 0,76 | 0,55 | 0,57 | 0,63 | 0,57 | 0,57 | 0,67 | 0,61 | 0,58 | 0,62 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| CaO | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| K2O | 0,06 | 0,11 | 0,09 | 0,25 | 0,09 | 0,10 | 0,03 | 0,02 | 0,13 | 0,09 | 0,09 | 0,04 |
| Cr2O3 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,03 |
| Total | 98,36 | 98,32 | 99,91 | 103,16 | 98,15 | 99,13 | 99,09 | 99,86 | 101,31 | 99,65 | 99,18 | 99,74 |
| | | | | | | | | | | | | |
| Si | 3,82 | 3,81 | 3,84 | 3,85 | 3,86 | 3,83 | 3,93 | 3,98 | 3,92 | 3,97 | 3,93 | 3,99 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,20 | 8,21 | 8,16 | 8,09 | 8,15 | 8,18 | 8,05 | 7,99 | 8,03 | 7,99 | 8,05 | 7,97 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,06 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,08 | 12,09 | 12,09 | 12,08 | 12,08 | 12,09 | 12,05 | 12,03 | 12,08 | 12,04 | 12,05 | 12,03 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | |

Ek-3.49. PM-303 nolu örnekteki sillimanit minerallerinin ana element analizleri (devamı)

| Örnek No | PM-303-25 | PM-303-26 | PM-303-27 | PM-303-28 | PM-303-29 | PM-303-30 | PM-303-31 | PM-303-32 | PM-303-33 | PM-303-34 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiO2 | 36,16 | 34,94 | 34,62 | 34,50 | 35,40 | 34,72 | 34,98 | 34,65 | 34,74 | 34,42 |
| TiO2 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Al2O3 | 62,40 | 62,89 | 62,80 | 62,83 | 63,02 | 62,33 | 62,64 | 62,78 | 62,90 | 62,35 |
| FeO | 0,51 | 0,76 | 0,77 | 0,73 | 0,66 | 0,61 | 0,63 | 0,61 | 0,61 | 0,64 |
| MnO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| CaO | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| BaO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na2O | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K2O | 0,02 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,05 |
| Cr2O3 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 99,13 | 98,76 | 98,35 | 98,18 | 99,15 | 97,72 | 98,33 | 98,10 | 98,34 | 97,51 |
| | | | | | | | | | | |
| Si | 3,95 | 3,84 | 3,82 | 3,82 | 3,87 | 3,85 | 3,86 | 3,83 | 3,83 | 3,83 |
| Ti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Al | 8,03 | 8,15 | 8,18 | 8,19 | 8,13 | 8,15 | 8,14 | 8,18 | 8,18 | 8,18 |
| Fe3+ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe2+ | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Mn | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mg | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ca | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Na | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| K | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Cr | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 12,04 | 12,09 | 12,09 | 12,09 | 12,07 | 12,07 | 12,07 | 12,08 | 12,08 | 12,08 |
| Hesaplamalarda 20 (O) baz alınmıştır. Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | |

Ek-4.1. Ek-4.4'te verilen şistlerin tüm kaya ana-iz ve nadir toprak element içeriklerine sahip örneklerin genel topluluk isimleri

| Örnek No | Değerlendirmede Kullanılan Kaya Topluluklarının Genel İsimleri |
|---|---|
| PM-36 | Şistler |
| PM-50 | |
| PM-74 | |
| PM-98 | |
| PM-103 | |
| PM-108 | |
| PM-120 | |
| PM-129 | |
| PM-155 | |
| PM-168 | |
| PM-176 | |
| PM-177 | |
| PM-181 | |
| PM-200 | |
| PM-214 | |
| PM-228 | |
| PM-229 | |
| PM-263 | |
| PM-268 | |
| PM-269 | |
| PM-237 | Disten-granat-stavrolit kuvars şist |
| PM-238 | |
| PM-239 | |
| PM-240 | |
| PM-241 | |
| PM-242 | |
| PM-303 | Sillimanit-granat-biyotit-plajiyoklas kuvars şist |

Ek-4.2. Pütürge Metamorfiklerine ait amfibol şist ve gnaysların tüm kaya ana-iz ve nadir toprak element içerikleri

| Birim | Amfibol Şist | | | | | | Gnays | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Örnek No | PM-1 | PM-49 | PM-56 | PM-139 | PM-150 | PM-221 | PM-3 | PM-124 | PM-131 | PM-133 | PM-136 | PM-163 | PM-171 | PM-195 | PM-203 | PM-225 | PM-230 |
| SiO2 | 49,52 | 57,93 | 55,23 | 65,12 | 65,91 | 31,28 | 71,58 | 61,99 | 66,01 | 63,92 | 70,03 | 58,44 | 74,70 | 70,69 | 54,41 | 64,34 | 62,78 |
| Al2O3 | 9,55 | 4,12 | 0,77 | 15,12 | 16,13 | 10,32 | 15,68 | 17,71 | 13,91 | 13,69 | 14,32 | 17,93 | 13,54 | 13,39 | 21,36 | 15,84 | 19,12 |
| FeO* | 19,99 | 16,53 | 11,95 | 4,27 | 4,29 | 3,61 | 1,29 | 6,44 | 7,74 | 10,32 | 3,56 | 5,99 | 1,92 | 4,98 | 6,11 | 5,04 | 3,14 |
| MgO | 9,69 | 13,34 | 16,30 | 4,26 | 2,75 | 1,76 | 0,62 | 2,60 | 1,76 | 2,01 | 1,47 | 5,20 | 0,97 | 0,68 | 3,57 | 3,56 | 2,53 |
| CaO | 6,14 | 4,85 | 12,08 | 3,36 | 0,29 | 26,97 | 0,68 | 0,53 | 0,69 | 0,38 | 0,40 | 0,97 | 0,14 | 0,18 | 0,48 | 0,63 | 0,29 |
| Na2O | 1,84 | 0,37 | 0,33 | 0,75 | 6,87 | 0,61 | 4,94 | 2,29 | 2,69 | 1,09 | 5,31 | 4,57 | 6,29 | 2,27 | 0,53 | 5,99 | 2,12 |
| K2O | 0,22 | 0,12 | 0,03 | 1,56 | 0,41 | 2,38 | 2,86 | 3,15 | 4,08 | 5,12 | 2,24 | 2,47 | 0,82 | 5,68 | 7,02 | 0,82 | 5,27 |
| TiO2 | 0,42 | 0,30 | 0,07 | 0,79 | 0,75 | 0,46 | 0,58 | 0,82 | 0,97 | 0,94 | 0,44 | 0,83 | 0,28 | 0,49 | 0,97 | 0,81 | 0,54 |
| P2O5 | 0,02 | 0,02 | 1,38 | 0,17 | 0,10 | 0,08 | 0,14 | 0,20 | 0,26 | 0,26 | 0,11 | 0,39 | 0,04 | 0,13 | 0,17 | 0,25 | 0,10 |
| MnO | 0,21 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Cr2O3 | 0,011 | 0,024 | 0,006 | 0,017 | 0,009 | 0,006 | 0,005 | 0,014 | 0,004 | 0,003 | 0,004 | 0,015 | <0.002 | 0,004 | 0,020 | 0,011 | 0,021 |
| Ba | 61 | 35 | 4 | 108 | 42 | 324 | 329 | 605 | 918 | 780 | 553 | 393 | 135 | 681 | 1273 | 159 | 1248 |
| Ni | <20 | 43 | 46 | 58 | 21 | 21 | <20 | 42 | <20 | <20 | <20 | 27 | <20 | <20 | 48 | 32 | 26 |
| Sc | 19 | 89 | 16 | 16 | 9 | 9 | 8 | 20 | 19 | 18 | 6 | 20 | 3 | 8 | 22 | 15 | 10 |
| LOI | 2,2 | 2,1 | 1,6 | 4,3 | 2,3 | 22,2 | 1,4 | 4,0 | 1,6 | 2,0 | 1,9 | 3,0 | 1,2 | 1,3 | 5,0 | 2,6 | 3,8 |
| Sum | 99,85 | 99,87 | 99,92 | 99,84 | 99,83 | 99,74 | 99,86 | 99,86 | 99,85 | 99,85 | 99,88 | 99,87 | 99,90 | 99,89 | 99,87 | 99,88 | 99,84 |
| Be | 1 | 3 | <1 | 1 | <1 | 2 | 2 | 4 | 2 | <1 | 1 | 2 | <1 | 5 | 4 | <1 | 5 |
| Co | 18,2 | 8,9 | 5,6 | 8,9 | 4,1 | 7,6 | 2,0 | 12,3 | 6,8 | 14,2 | 3,8 | 8,2 | 2,7 | 4,7 | 12,5 | 6,3 | 12,4 |
| Cs | 2,0 | 1,4 | <0.1 | 0,3 | 0,3 | 2,9 | 0,3 | 1,8 | 2,8 | 1,3 | 0,1 | 2,6 | 0,2 | 2,9 | 2,6 | 0,5 | 1,1 |
| Ga | 28,9 | 13,4 | 5,0 | 22,3 | 19,1 | 12,4 | 16,5 | 22,2 | 19,2 | 18,9 | 14,9 | 21,8 | 16,2 | 13,9 | 29,1 | 16,8 | 16,3 |
| Hf | 3,4 | 1,8 | 0,2 | 5,3 | 7,5 | 2,5 | 5,8 | 5,0 | 8,5 | 9,6 | 6,1 | 5,3 | 4,5 | 6,0 | 5,4 | 4,9 | 6,7 |
| Nb | 5,4 | 4,7 | 1,7 | 11,4 | 13,5 | 10,7 | 11,2 | 11,9 | 19,3 | 18,7 | 10,8 | 12,9 | 7,3 | 12,0 | 14,7 | 10,8 | 14,9 |
| Rb | 7,6 | 10,5 | 0,2 | 65,4 | 14,5 | 80,4 | 68,9 | 97,6 | 123,0 | 117,4 | 40,5 | 108,5 | 15,5 | 181,1 | 286,0 | 28,8 | 145,8 |
| Sn | 17 | 17 | 5 | 5 | 1 | 2 | 9 | 3 | 4 | 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| Sr | 21,6 | 6,6 | 17,4 | 55,2 | 18,3 | 1373,3 | 39,2 | 71,4 | 79,6 | 12,7 | 54,7 | 100,2 | 19,4 | 41,7 | 44,1 | 87,4 | 66,3 |
| Ta | 0,5 | 0,3 | <0.1 | 0,9 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,3 | 1,3 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 0,7 | 1,4 |
| Th | 182,3 | 54,7 | 4,4 | 11,6 | 12,8 | 8,8 | 21,3 | 9,1 | 13,0 | 16,0 | 20,6 | 10,7 | 16,3 | 17,9 | 15,9 | 7,5 | 16,2 |
| U | 2,7 | 1,5 | 0,5 | 3,4 | 2,2 | 2,7 | 2,6 | 3,2 | 3,3 | 3,1 | 2,9 | 1,7 | 1,5 | 1,8 | 3,4 | 1,8 | 4,1 |
| V | 189 | 198 | 197 | 121 | 76 | 56 | 48 | 177 | 74 | 72 | 34 | 143 | 20 | 49 | 183 | 140 | 283 |
| W | 5,3 | <0.5 | <0.5 | 7,2 | 3,8 | 1,7 | 6,6 | 1,9 | 3,4 | 2,4 | 1,2 | 1,3 | 0,6 | 2,5 | 1,8 | 1,0 | 1,6 |
| Zr | 126,9 | 66,9 | 8,1 | 196,9 | 266,1 | 88,4 | 216,1 | 187,2 | 342,8 | 365,2 | 207,6 | 201,5 | 152,6 | 216,5 | 198,4 | 187,9 | 236,8 |
| Y | 56,9 | 39,3 | 25,2 | 29,9 | 29,0 | 18,4 | 35,0 | 24,2 | 40,6 | 54,9 | 29,5 | 24,2 | 7,8 | 29,8 | 35,0 | 26,0 | 19,9 |
| La | 36,0 | 37,0 | 8,2 | 18,5 | 19,2 | 28,2 | 86,1 | 30,6 | 34,6 | 50,2 | 84,7 | 24,5 | 7,5 | 36,0 | 33,2 | 20,4 | 9,4 |
| Ce | 72,4 | 67,8 | 20,6 | 36,2 | 34,4 | 51,5 | 166,4 | 59,3 | 82,0 | 113,1 | 160,3 | 46,4 | 18,9 | 69,3 | 64,0 | 47,6 | 20,6 |
| Pr | 9,33 | 8,49 | 3,18 | 4,32 | 4,34 | 6,29 | 18,46 | 7,35 | 7,88 | 11,77 | 17,67 | 4,25 | 1,62 | 8,24 | 7,59 | 5,03 | 2,67 |
| Nd | 36,9 | 32,4 | 14,2 | 16,5 | 16,4 | 23,4 | 63,2 | 27,5 | 30,4 | 44,5 | 61,2 | 15,7 | 5,6 | 31,1 | 29,8 | 18,7 | 10,9 |
| Sm | 8,91 | 7,27 | 3,35 | 3,54 | 3,34 | 4,17 | 10,04 | 5,46 | 6,43 | 8,83 | 9,74 | 3,06 | 1,20 | 6,09 | 6,22 | 4,20 | 2,97 |
| Eu | 2,41 | 1,40 | 0,38 | 0,60 | 0,53 | 0,81 | 1,27 | 0,90 | 1,35 | 1,44 | 1,27 | 0,59 | 0,18 | 1,00 | 1,10 | 0,86 | 0,33 |
| Gd | 8,71 | 7,48 | 4,07 | 4,36 | 3,91 | 3,74 | 8,08 | 4,55 | 6,54 | 8,91 | 7,93 | 3,60 | 1,32 | 6,06 | 6,23 | 4,40 | 3,69 |
| Tb | 1,44 | 1,16 | 0,62 | 0,82 | 0,72 | 0,57 | 1,16 | 0,68 | 1,13 | 1,54 | 1,09 | 0,63 | 0,24 | 0,94 | 1,01 | 0,73 | 0,59 |
| Dy | 8,48 | 6,83 | 3,66 | 5,13 | 4,60 | 3,38 | 6,24 | 4,05 | 7,23 | 9,51 | 5,55 | 3,84 | 1,50 | 5,58 | 6,29 | 4,38 | 3,34 |
| Ho | 1,80 | 1,27 | 0,77 | 1,12 | 1,01 | 0,67 | 1,26 | 0,85 | 1,56 | 2,02 | 1,06 | 0,84 | 0,30 | 1,10 | 1,34 | 0,93 | 0,67 |
| Er | 5,61 | 3,70 | 2,14 | 3,31 | 3,18 | 1,85 | 3,26 | 2,53 | 4,84 | 5,80 | 2,75 | 2,69 | 0,97 | 3,17 | 3,55 | 2,79 | 2,23 |
| Tm | 0,95 | 0,56 | 0,30 | 0,48 | 0,46 | 0,26 | 0,45 | 0,41 | 0,72 | 0,82 | 0,35 | 0,42 | 0,14 | 0,43 | 0,52 | 0,42 | 0,39 |
| Yb | 7,61 | 4,09 | 1,90 | 3,09 | 2,88 | 1,74 | 2,59 | 2,79 | 4,60 | 5,06 | 2,24 | 2,79 | 0,97 | 2,85 | 3,25 | 2,75 | 2,98 |
| Lu | 1,74 | 0,76 | 0,41 | 0,50 | 0,43 | 0,25 | 0,38 | 0,44 | 0,71 | 0,72 | 0,34 | 0,49 | 0,15 | 0,40 | 0,49 | 0,44 | 0,52 |
| Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | |

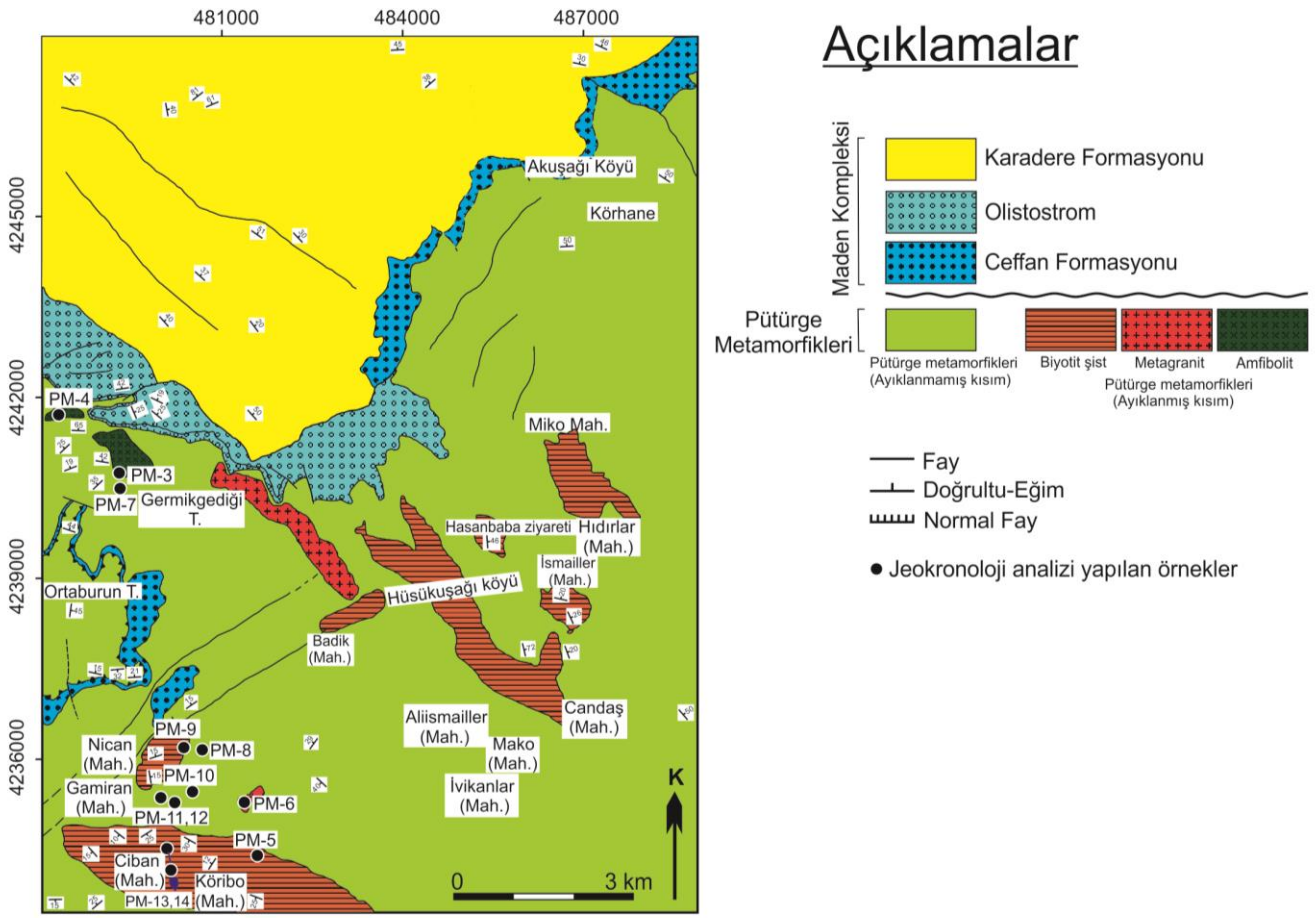
Ek-4.3. Pütürge Metamorfiklerine ait metagranit ve amfibolitlerin tüm kaya ana-iz ve nadir toprak element içerikleri

| Birim | Metagranit | | | | | | | | | | | | | | Amfibolit | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Örnek No | PM-11 | PM-85 | PM-92 | PM-112 | PM-123 | PM-126 | PM-145 | PM-147 | PM-158 | PM-160 | PM-191 | PM-192 | PM-198 | PM-217 | PM-23 | PM-27 | PM-30 | PM-37 | PM-53 | PM-69 | PM-70 | PM-72 | PM-76 | PM-88 | PM-118 | PM-183 |
| SiO2 | 76,98 | 73,13 | 69,70 | 64,66 | 72,78 | 70,69 | 70,19 | 75,95 | 60,21 | 68,00 | 66,61 | 69,80 | 69,29 | 35,46 | 61,15 | 18,97 | 50,55 | 48,99 | 49,03 | 48,87 | 59,35 | 49,15 | 56,04 | 49,54 | 70,92 | 54,80 |
| Al2O3 | 13,10 | 13,57 | 14,72 | 13,06 | 13,71 | 13,91 | 13,12 | 11,56 | 17,55 | 11,29 | 14,89 | 13,72 | 13,11 | 11,80 | 13,28 | 0,86 | 15,52 | 16,75 | 15,20 | 13,89 | 13,16 | 15,53 | 6,63 | 14,49 | 14,42 | 10,91 |
| FeO* | 1,22 | 2,38 | 4,03 | 7,73 | 3,29 | 3,96 | 3,76 | 2,22 | 6,04 | 8,04 | 4,91 | 4,14 | 5,93 | 5,30 | 10,12 | 4,01 | 14,82 | 13,66 | 12,64 | 14,51 | 8,03 | 7,62 | 10,26 | 13,98 | 1,88 | 10,73 |
| MgO | 0,05 | 0,26 | 0,49 | 2,40 | 0,22 | 0,31 | 1,68 | 2,15 | 3,93 | 3,87 | 2,37 | 2,90 | 0,66 | 7,64 | 3,91 | 3,84 | 4,77 | 6,14 | 7,03 | 5,33 | 7,22 | 5,15 | 10,13 | 6,06 | 2,50 | 9,38 |
| CaO | 0,21 | 0,19 | 0,39 | 1,84 | 0,32 | 0,38 | 1,13 | 0,32 | 0,81 | 0,46 | 0,63 | 0,49 | 0,26 | 17,50 | 2,69 | 40,36 | 1,34 | 2,00 | 3,20 | 6,20 | 5,73 | 6,40 | 8,23 | 5,36 | 0,46 | 6,43 |
| Na2O | 7,29 | 3,18 | 2,60 | 0,98 | 4,82 | 2,79 | 5,68 | 0,11 | 3,00 | 1,81 | 4,28 | 4,97 | 1,84 | 0,99 | 6,08 | 0,16 | 4,78 | 4,72 | 3,87 | 5,37 | 3,33 | 6,65 | 2,63 | 4,48 | 6,43 | 4,10 |
| K2O | 0,14 | 4,98 | 4,74 | 4,36 | 1,21 | 4,57 | 0,22 | 3,37 | 4,23 | 1,82 | 2,58 | 0,80 | 6,23 | 2,50 | 0,15 | 0,04 | 0,28 | 0,27 | 0,17 | 0,31 | 0,35 | 0,56 | 0,03 | 0,68 | 0,33 | 0,38 |
| TiO2 | 0,28 | 0,39 | 0,62 | 1,03 | 0,65 | 0,58 | 0,50 | 0,65 | 0,87 | 0,86 | 1,06 | 0,84 | 0,70 | 0,73 | 0,34 | 0,21 | 2,69 | 2,46 | 2,60 | 2,44 | 0,52 | 2,44 | 4,31 | 2,49 | 0,94 | 0,37 |
| P2O5 | 0,10 | 0,15 | 0,19 | 0,30 | 0,18 | 0,18 | 0,58 | 0,17 | 0,21 | 0,19 | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,13 | 0,14 | 30,17 | 0,37 | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,05 | 0,28 | 0,03 | 0,30 | 0,02 | 0,13 |
| MnO | <0.01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,04 | 0,10 | 0,16 | 0,15 | 0,23 | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,16 | 0,02 | 0,41 |
| Cr2O3 | <0.002 | 0,003 | 0,005 | 0,003 | 0,010 | 0,004 | 0,003 | 0,009 | 0,013 | 0,014 | 0,015 | 0,011 | <0.002 | 0,009 | 0,003 | 0,004 | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 0,013 | 0,014 | 0,018 | 0,017 | 0,015 | 0,008 | 0,003 |
| Ba | 8 | 762 | 787 | 1039 | 217 | 850 | 44 | 343 | 701 | 301 | 501 | 149 | 530 | 156 | 26 | 4 | 31 | 39 | 29 | 16 | 29 | 38 | 7 | 53 | 34 | 39 |
| Ni | <20 | <20 | <20 | <20 | 21 | <20 | <20 | 23 | 28 | 25 | 31 | 23 | <20 | 30 | 169 | <20 | 41 | 36 | 37 | 33 | 46 | 35 | 31 | 33 | <20 | 57 |
| Sc | 2 | 6 | 11 | 17 | 11 | 10 | 7 | 11 | 19 | 16 | 15 | 13 | 18 | 11 | 6 | 3 | 46 | 46 | 44 | 42 | 33 | 44 | 29 | 42 | 12 | 6 |
| LOI | 0,5 | 1,6 | 2,3 | 3,3 | 2,7 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 2,8 | 3,4 | 2,2 | 2,0 | 1,6 | 17,6 | 1,9 | 0,7 | 4,6 | 4,3 | 5,6 | 2,4 | 2,0 | 5,9 | 1,4 | 2,3 | 1,9 | 1,8 |
| Sum | 99,92 | 99,90 | 99,87 | 99,81 | 99,89 | 99,88 | 99,90 | 99,88 | 99,80 | 99,80 | 99,83 | 99,87 | 99,88 | 99,75 | 99,85 | 99,39 | 99,82 | 99,84 | 99,84 | 99,86 | 99,87 | 99,81 | 99,79 | 99,85 | 99,86 | 99,40 |
| Be | 2 | <1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 2 | 4 | <1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | <1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 |
| Co | 1,0 | 3,8 | 7,3 | 7,5 | 3,1 | 7,8 | 3,0 | 7,7 | 11,6 | 18,4 | 9,1 | 3,8 | 2,9 | 13,0 | 40,2 | 4,1 | 38,8 | 66,2 | 56,8 | 34,4 | 8,4 | 17,1 | 8,7 | 40,5 | 5,5 | 9,3 |
| Cs | 0,2 | 1,7 | 3,3 | 2,1 | 0,4 | 3,2 | 0,2 | 1,1 | 2,9 | 0,9 | 1,6 | 0,6 | 1,5 | 3,2 | 1,5 | <0.1 | 1,2 | 0,3 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 1,3 | <0.1 | 1,9 | 0,5 | 0,2 |
| Ga | 12,0 | 14,2 | 18,2 | 18,3 | 16,5 | 21,0 | 17,2 | 13,8 | 20,3 | 16,8 | 17,0 | 14,9 | 21,0 | 16,0 | 17,5 | 4,1 | 19,4 | 20,4 | 19,0 | 16,9 | 19,1 | 19,2 | 12,1 | 18,6 | 19,5 | 30,2 |
| Hf | 5,5 | 5,5 | 8,1 | 7,3 | 5,4 | 7,1 | 5,2 | 5,7 | 6,0 | 10,1 | 7,8 | 5,8 | 9,2 | 5,1 | 4,8 | 0,1 | 4,8 | 5,3 | 4,8 | 4,5 | 5,5 | 4,8 | 3,1 | 4,8 | 7,8 | 4,0 |
| Nb | 10,3 | 11,6 | 15,8 | 18,5 | 10,8 | 15,9 | 12,7 | 8,8 | 17,0 | 12,0 | 12,6 | 9,6 | 19,8 | 24,2 | 14,1 | 6,8 | 10,4 | 12,5 | 10,3 | 9,4 | 10,5 | 11,4 | 63,6 | 9,8 | 33,2 | 9,7 |
| Rb | 4,2 | 138,5 | 158,2 | 106,6 | 39,9 | 167,6 | 12,5 | 87,6 | 178,8 | 47,9 | 81,7 | 29,2 | 132,9 | 92,2 | 6,8 | 0,2 | 14,0 | 10,6 | 10,9 | 7,5 | 10,4 | 28,9 | 0,7 | 39,3 | 14,9 | 7,5 |
| Sn | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 20 | 8 | 3 | 3 | 2 | 2 | 7 | 7 | 17 | 3 | 15 | 2 |
| Sr | 19,9 | 99,9 | 84,7 | 40,6 | 57,1 | 112,4 | 29,5 | 17,0 | 111,3 | 41,7 | 64,3 | 84,5 | 29,5 | 241,3 | 53,1 | 237,2 | 85,2 | 63,1 | 61,2 | 34,9 | 78,2 | 77,5 | 26,5 | 48,6 | 44,7 | 140,2 |
| Ta | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 0,9 | 1,3 | 0,9 | 0,6 | 1,3 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 1,7 | 1,6 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 6,4 | 0,6 | 2,6 | 1,3 |
| Th | 14,7 | 14,8 | 18,6 | 14,4 | 10,4 | 19,1 | 19,5 | 10,4 | 17,8 | 16,7 | 10,4 | 7,2 | 20,0 | 11,1 | 15,7 | 75,8 | 2,0 | 3,7 | 1,7 | 1,7 | 29,6 | 7,9 | 68,4 | 1,7 | 26,6 | 34,1 |
| U | 1,4 | 2,2 | 2,1 | 2,9 | 2,4 | 2,4 | 1,3 | 1,4 | 2,4 | 2,9 | 2,2 | 1,9 | 5,5 | 3,0 | 1,8 | 7,9 | 1,1 | 3,0 | 0,9 | 0,7 | 2,3 | 5,9 | 5,1 | 1,0 | 1,9 | 2,3 |
| V | 22 | 32 | 63 | 80 | 79 | 54 | 58 | 84 | 144 | 111 | 124 | 98 | 47 | 93 | 217 | 373 | 386 | 360 | 364 | 362 | 155 | 375 | 212 | 363 | 57 | 193 |
| W | 3,1 | 1,8 | 1,7 | 2,8 | 0,6 | 3,3 | 0,7 | 2,0 | 1,2 | 0,8 | 1,9 | 1,4 | 2,2 | 0,8 | <0.5 | 2,6 | 4,3 | 1,2 | 0,5 | 1,0 | <0.5 | 1,2 | 0,7 | 1,1 | 0,6 | 0,5 |
| Zr | 185,3 | 196,0 | 295,7 | 270,1 | 195,2 | 254,7 | 176,7 | 218,0 | 213,7 | 381,3 | 306,4 | 220,8 | 340,4 | 186,7 | 175,3 | 7,1 | 198,3 | 207,0 | 203,4 | 186,4 | 212,3 | 197,9 | 110,5 | 193,9 | 290,7 | 135,0 |
| Y | 22,6 | 38,5 | 35,5 | 41,3 | 28,5 | 37,8 | 49,6 | 23,0 | 27,0 | 45,9 | 33,4 | 25,3 | 43,6 | 27,0 | 39,6 | 451,1 | 42,0 | 58,2 | 37,8 | 49,1 | 52,7 | 84,7 | 185,9 | 45,5 | 79,1 | 60,1 |
| La | 10,4 | 27,4 | 42,2 | 37,9 | 112,2 | 47,1 | 50,5 | 24,1 | 47,1 | 66,8 | 58,9 | 24,7 | 50,9 | 42,5 | 17,8 | 1062,5 | 19,7 | 28,8 | 16,1 | 14,7 | 24,1 | 97,2 | 98,2 | 15,0 | 38,9 | 78,4 |
| Ce | 18,9 | 56,1 | 84,5 | 76,5 | 195,3 | 92,0 | 103,0 | 48,0 | 96,4 | 133,8 | 119,6 | 48,2 | 107,0 | 80,8 | 34,3 | 1686,4 | 40,9 | 50,8 | 37,2 | 33,1 | 67,1 | 196,4 | 228,1 | 35,5 | 120,2 | 145,8 |
| Pr | 2,04 | 6,41 | 10,01 | 9,19 | 20,51 | 10,64 | 11,42 | 5,80 | 10,55 | 15,57 | 13,81 | 5,65 | 13,03 | 9,43 | 3,00 | 156,48 | 5,69 | 8,41 | 5,15 | 4,94 | 8,86 | 24,45 | 26,10 | 5,19 | 13,03 | 15,77 |
| Nd | 7,8 | 23,8 | 36,3 | 35,1 | 72,2 | 39,6 | 41,3 | 21,6 | 39,0 | 56,9 | 51,1 | 21,9 | 49,1 | 34,2 | 11,1 | 507,0 | 25,1 | 36,3 | 23,5 | 22,4 | 35,4 | 97,2 | 95,2 | 23,6 | 52,0 | 54,6 |
| Sm | 2,01 | 5,13 | 7,23 | 7,37 | 12,03 | 7,43 | 8,01 | 4,50 | 7,12 | 10,94 | 9,47 | 4,14 | 9,85 | 6,63 | 2,80 | 76,01 | 6,15 | 9,58 | 6,03 | 5,80 | 7,92 | 21,16 | 22,41 | 6,47 | 12,00 | 9,56 |
| Eu | 0,44 | 0,73 | 1,13 | 1,49 | 1,62 | 1,02 | 0,97 | 0,90 | 1,29 | 1,60 | 1,90 | 0,65 | 1,59 | 1,30 | 0,63 | 10,99 | 2,10 | 2,86 | 1,83 | 1,90 | 0,94 | 4,99 | 3,14 | 2,18 | 1,26 | 0,74 |
| Gd | 2,96 | 5,54 | 6,82 | 7,55 | 9,46 | 7,07 | 7,77 | 4,22 | 5,61 | 9,34 | 7,94 | 4,32 | 8,56 | 5,97 | 4,15 | 76,94 | 7,26 | 11,25 | 6,97 | 7,51 | 8,48 | 20,87 | 25,83 | 7,93 | 11,65 | 9,23 |
| Tb | 0,56 | 0,97 | 1,04 | 1,20 | 1,24 | 1,13 | 1,31 | 0,70 | 0,88 | 1,50 | 1,17 | 0,72 | 1,31 | 0,96 | 0,87 | 11,07 | 1,17 | 1,84 | 1,12 | 1,25 | 1,40 | 3,12 | 4,74 | 1,29 | 2,12 | 1,51 |
| Dy | 3,72 | 6,17 | 6,34 | 7,41 | 6,03 | 6,51 | 8,06 | 4,13 | 4,98 | 8,61 | 6,15 | 4,20 | 7,63 | 5,27 | 6,37 | 64,65 | 7,45 | 10,60 | 6,77 | 7,66 | 8,67 | 16,94 | 30,72 | 8,21 | 12,99 | 9,11 |
| Ho | 0,79 | 1,29 | 1,25 | 1,53 | 1,04 | 1,35 | 1,74 | 0,89 | 1,01 | 1,75 | 1,22 | 0,88 | 1,60 | 1,06 | 1,44 | 13,78 | 1,54 | 2,08 | 1,45 | 1,73 | 1,83 | 3,10 | 6,26 | 1,66 | 2,70 | 2,01 |
| Er | 2,37 | 3,94 | 3,57 | 4,59 | 2,61 | 3,83 | 5,09 | 2,57 | 3,02 | 4,72 | 3,55 | 2,71 | 4,80 | 2,90 | 4,23 | 40,18 | 4,56 | 5,82 | 4,13 | 5,09 | 5,02 | 8,21 | 17,92 | 4,74 | 7,84 | 6,21 |
| Tm | 0,34 | 0,59 | 0,51 | 0,67 | 0,35 | 0,55 | 0,73 | 0,39 | 0,47 | 0,65 | 0,48 | 0,39 | 0,72 | 0,42 | 0,64 | 5,33 | 0,64 | 0,77 | 0,59 | 0,70 | 0,71 | 1,17 | 2,59 | 0,70 | 1,15 | 0,93 |
| Yb | 2,18 | 3,89 | 3,30 | 4,32 | 2,18 | 3,42 | 4,48 | 2,53 | 3,10 | 3,95 | 3,34 | 2,55 | 4,51 | 2,48 | 4,03 | 30,57 | 4,06 | 4,84 | 3,66 | 4,31 | 4,81 | 7,32 | 16,35 | 4,22 | 6,89 | 6,32 |
| Lu | 0,32 | 0,58 | 0,49 | 0,66 | 0,32 | 0,53 | 0,65 | 0,37 | 0,51 | 0,60 | 0,50 | 0,40 | 0,70 | 0,37 | 0,70 | 4,62 | 0,63 | 0,74 | 0,58 | 0,69 | 0,85 | 1,17 | 2,32 | 0,64 | 1,02 | 1,03 |
| Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

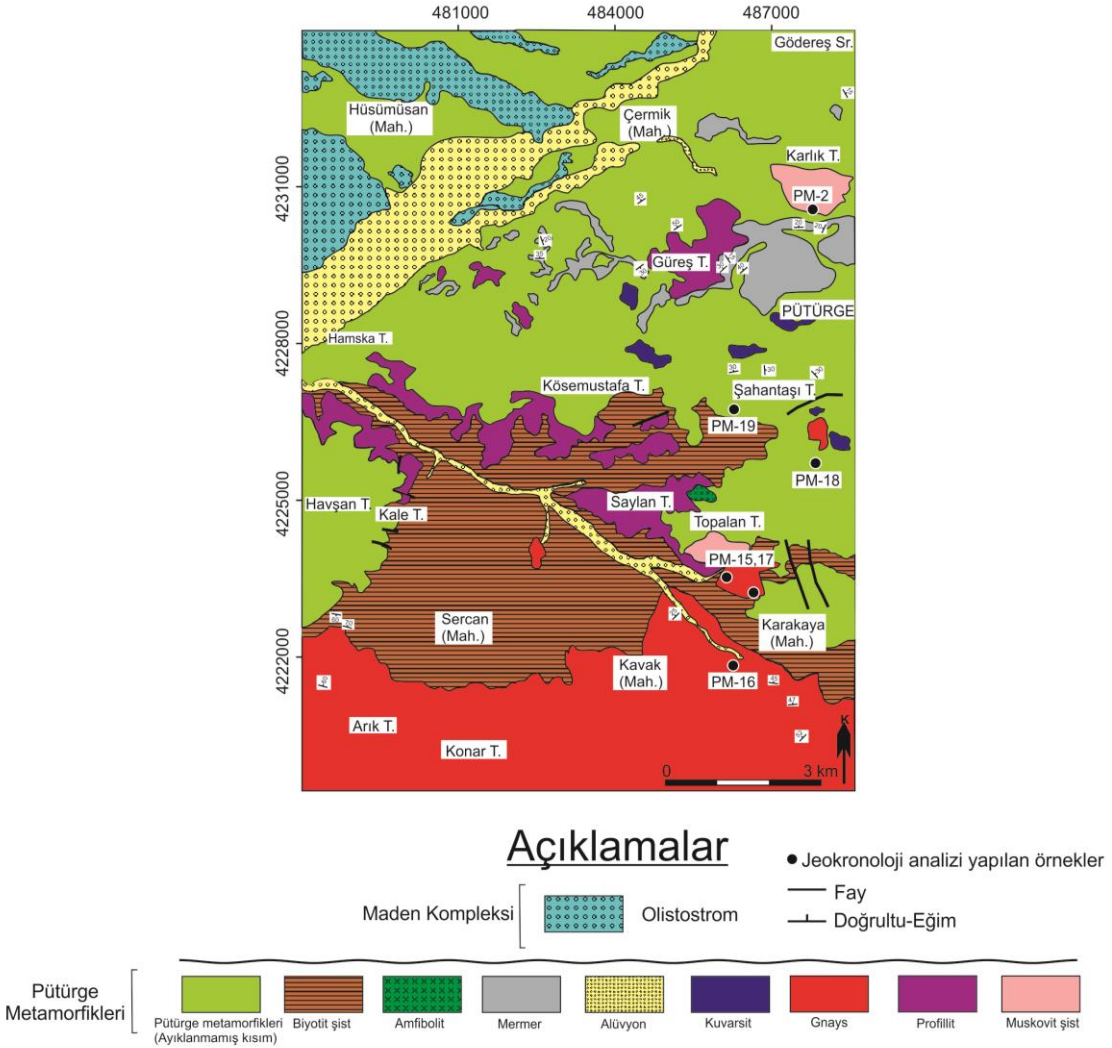
Ek-4.4. Pütürge Metamorfiklerine ait şistlerin tüm kaya ana-iz ve nadir toprak element içerikleri

| Birim | Şist | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Örnek No | PM-50 | PM-74 | PM-36 | PM-98 | PM-103 | PM-108 | PM-120 | PM-129 | PM-155 | PM-168 | PM-176 | PM-177 | PM-181 | PM-200 | PM-214 | PM-228 | PM-229 | PM263 | PM268 | PM269 | PM-237 | PM-238 | PM-239 | PM-240 | PM-242 | PM-303 |
| SiO2 | 63,69 | 72,17 | 73,88 | 66,70 | 67,10 | 55,02 | 51,38 | 65,92 | 57,10 | 56,60 | 48,14 | 57,53 | 77,77 | 56,03 | 59,69 | 54,17 | 66,62 | 65 | 61,9 | 42,5 | 60,04 | 75,22 | 68,55 | 68,17 | 73,76 | 69,6 |
| Al2O3 | 16,22 | 15,44 | 12,54 | 13,83 | 13,82 | 17,68 | 22,93 | 13,92 | 18,66 | 19,75 | 22,34 | 19,72 | 12,25 | 19,87 | 17,39 | 20,59 | 13,71 | 26,2 | 17,15 | 34,8 | 21,78 | 11,47 | 13,32 | 16,24 | 13,44 | 13,15 |
| FeO* | 3,08 | 1,89 | 1,61 | 7,42 | 6,97 | 10,39 | 7,16 | 6,83 | 8,23 | 7,41 | 9,59 | 7,19 | 1,08 | 7,23 | 7,29 | 8,16 | 6,11 | 1,22 | 11 | 6,51 | 9,68 | 8,83 | 12,89 | 12,68 | 8,43 | 4,92 |
| MgO | 4,36 | 1,65 | 1,14 | 1,66 | 1,49 | 4,36 | 3,23 | 2,13 | 4,19 | 2,99 | 4,15 | 3,68 | 1,07 | 3,25 | 3,48 | 7,49 | 3,10 | 0,41 | 0,66 | 0,57 | 0,69 | 0,28 | 0,35 | 0,33 | 0,37 | 2,04 |
| CaO | 1,41 | 0,11 | 1,58 | 0,41 | 0,80 | 1,03 | 1,05 | 0,69 | 1,06 | 0,83 | 2,15 | 0,42 | 0,30 | 0,95 | 1,06 | 1,05 | 0,39 | 0,27 | 0,45 | 0,24 | 0,09 | 0,06 | 0,10 | 0,11 | 0,26 | 2,18 |
| Na2O | 2,26 | 0,18 | 5,02 | 0,69 | 3,07 | 3,34 | 2,30 | 2,95 | 1,40 | 3,06 | 2,89 | 2,17 | 0,10 | 2,30 | 2,04 | 1,32 | 1,63 | 0,45 | 3,66 | 1,48 | 1,90 | 0,49 | 1,89 | 0,38 | 0,57 | 2,55 |
| K2O | 3,74 | 4,55 | 0,96 | 5,21 | 3,44 | 3,57 | 4,98 | 4,32 | 3,19 | 1,70 | 3,27 | 3,75 | 3,98 | 4,34 | 3,81 | 1,38 | 2,39 | 1,1 | 1,04 | 6,09 | 2,32 | 0,95 | 0,81 | 0,51 | 0,99 | 2,18 |
| TiO2 | 0,70 | 0,73 | 0,40 | 0,92 | 0,87 | 0,86 | 0,92 | 0,99 | 0,78 | 0,80 | 1,01 | 0,70 | 0,28 | 0,93 | 0,78 | 0,62 | 0,71 | 1,92 | 0,99 | 2,17 | 0,77 | 1,09 | 1,12 | 1,01 | 1,18 | 0,7 |
| P2O5 | 0,73 | 0,06 | 0,12 | 0,28 | 0,24 | 0,23 | 0,20 | 0,26 | 0,23 | 0,12 | 0,23 | 0,13 | 0,16 | 0,20 | 0,19 | 0,49 | 0,22 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,18 |
| MnO | 0,11 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,11 | 0,03 | 0,20 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,10 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,06 | 0,07 | <0,01 | <0.01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | 0,06 |
| Cr2O3 | 0,007 | 0,006 | 0,003 | 0,003 | 0,004 | 0,016 | 0,020 | 0,003 | 0,016 | 0,015 | 0,017 | 0,014 | <0.002 | 0,017 | 0,012 | 0,014 | 0,010 | 0,026 | 0,013 | 0,031 | 0,013 | 0,010 | 0,015 | 0,014 | 0,012 | 0,011 |
| Ba | 270 | 138 | 179 | 864 | 558 | 573 | 1744 | 956 | 1643 | 457 | 482 | 870 | 178 | 1193 | 799 | 156 | 609 | 184,5 | 73,8 | 1395 | 188 | 105 | 71 | 49 | 107 | 448 |
| Ni | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 40 | 59,00 | <20 | 45,00 | 56 | 43,00 | 47 | <20 | 59,00 | 52,00 | 24,00 | 36,00 | | | | 32,00 | 28,00 | 36,00 | 48,00 | 27,00 | |
| Sc | 13 | 4 | 1 | 17 | 16 | 25 | 20 | 16 | 21 | 20 | 21 | 18 | 19 | 19 | 17 | 56 | 15 | | | | 21 | 11 | 12 | 18 | 13 | |
| LOI | 3,5 | 3,1 | 2,6 | 2,6 | 1,9 | 3,3 | 5,3 | 1,7 | 4,7 | 6,5 | 5,7 | 4,3 | 2,8 | 4,5 | 3,9 | 4,5 | 4,9 | 3,15 | 1,34 | 3,85 | 2,5 | 1,4 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 1,95 |
| Sum | 99,85 | 99,89 | 99,91 | 99,87 | 99,88 | 99,86 | 99,78 | 99,85 | 99,80 | 99,85 | 99,77 | 99,82 | 99,90 | 99,83 | 99,82 | 99,77 | 99,88 | 99,81 | 98,3 | 98,54 | 99,89 | 99,87 | 99,86 | 99,87 | 99,89 | 99,6 |
| Be | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 2 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 1 | 3 | | | | 6 | <1 | 1 | 2 | 1 | |
| Co | 15,4 | 4,2 | 2,1 | 9,3 | 9,4 | 59,3 | 29,1 | 8,6 | 17,9 | 21,1 | 21,0 | 16,2 | 1,9 | 15,4 | 18,8 | 8,7 | 10,7 | | | | 12,3 | 15,5 | 19,8 | 19,0 | 17,6 | |
| Cs | 5,1 | 2,5 | 0,7 | 1,4 | 2,1 | 4,7 | 5,7 | 3,2 | 4,6 | 3,4 | 7,4 | 3,0 | 1,9 | 4,6 | 7,6 | 0,6 | 0,4 | 1 | 0,56 | 1,18 | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 2,74 |
| Ga | 18,8 | 16,1 | 13,2 | 17,9 | 18,2 | 21,3 | 33,8 | 22,0 | 23,7 | 25,9 | 27,7 | 25,5 | 16,1 | 25,5 | 21,7 | 27,7 | 16,4 | 38,1 | 18,3 | 44,1 | 29,5 | 14,1 | 17,6 | 20,2 | 17,0 | 19 |
| Hf | 6,7 | 7,0 | 5,1 | 7,7 | 8,6 | 5,1 | 5,4 | 8,1 | 4,4 | 4,4 | 5,7 | 3,3 | 9,3 | 4,7 | 4,4 | 4,4 | 4,0 | 13,3 | 5,52 | 13,4 | 3,3 | 13,0 | 12,0 | 11,0 | 11,1 | 6,48 |
| Nb | 13,6 | 23,7 | 15,8 | 16,9 | 17,7 | 12,4 | 14,3 | 18,8 | 10,9 | 13,9 | 18,3 | 12,5 | 16,6 | 15,2 | 13,7 | 4,6 | 7,8 | 40 | 16,7 | 31,1 | 14,9 | 19,1 | 20,0 | 17,5 | 21,0 | 10,45 |
| Rb | 162,9 | 152,7 | 28,4 | 122,4 | 104,8 | 151,1 | 193,5 | 125,2 | 123,3 | 79,1 | 159,5 | 126,4 | 163,8 | 140,4 | 151,7 | 53,4 | 71,9 | 36 | 28,5 | 95,5 | 71,5 | 21,9 | 26,0 | 16,2 | 23,0 | 76,8 |
| Sn | 10 | 4 | 6 | 6 | 4 | 1 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 5 | 2,6 | 9,2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5,4 |
| Sr | 39,4 | 13,4 | 27,4 | 22,8 | 42,1 | 72,5 | 157,6 | 64,2 | 100,1 | 86,4 | 193,8 | 85,7 | 13,5 | 88,7 | 114,7 | 151,5 | 43,5 | 85,5 | 102 | 159 | 133,0 | 38,0 | 51,6 | 19,7 | 75,9 | 253 |
| Ta | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 0,9 | 0,9 | 1,3 | 1,0 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 0,7 | 0,6 | 2,6 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 1,4 | 0,8 |
| Th | 22,0 | 20,2 | 16,0 | 13,0 | 13,4 | 11,3 | 16,4 | 14,7 | 11,0 | 13,2 | 18,8 | 14,3 | 25,7 | 13,1 | 15,0 | 20,0 | 6,2 | 24,5 | 10,85 | 37,6 | 15,9 | 15,0 | 20,9 | 16,6 | 16,9 | 11,8 |
| U | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,7 | 2,7 | 4,3 | 3,3 | 3,6 | 3,5 | 3,2 | 2,7 | 2,2 | 2,6 | 3,4 | 2,5 | 2,4 | 4,7 | 2,82 | 9,37 | 4,2 | 3,4 | 4,5 | 3,5 | 3,6 | 2,86 |
| V | 67 | 45 | 37 | 72 | 69 | 151 | 177 | 80 | 158 | 132 | 137 | 127 | 23 | 137 | 120 | 172 | 124 | 188 | 106 | 266 | 139 | 128 | 256 | 207 | 143 | 89 |
| W | 0,7 | 1,8 | 0,8 | 3,7 | 1,4 | 2,3 | 2,2 | 3,7 | 1,3 | 1,7 | 2,3 | 2,1 | 0,6 | 1,9 | 2,4 | 0,6 | 1,8 | 9,1 | 0,8 | 9,3 | 1,5 | <0,5 | 0,9 | 0,7 | 1,2 | 2 |
| Zr | 253,6 | 256,8 | 186,2 | 297,9 | 333,5 | 185,1 | 189,7 | 311,2 | 167,3 | 156,9 | 211,1 | 117,1 | 341,6 | 170,7 | 151,4 | 166,1 | 152,7 | 546 | 212 | 527 | 128,3 | 507,1 | 466,8 | 420,0 | 417,4 | 256 |
| Y | 56,4 | 21,9 | 14,3 | 21,8 | 34,9 | 145,1 | 30,2 | 28,5 | 32,7 | 33,0 | 41,2 | 25,7 | 34,9 | 27,2 | 32,6 | 31,2 | 22,5 | 55,2 | 49,8 | 32 | 25,7 | 12,7 | 44,9 | 13,3 | 29,3 | 35,6 |
| La | 75,6 | 20,3 | 11,9 | 31,4 | 22,2 | 8,0 | 39,3 | 27,7 | 33,0 | 46,3 | 55,8 | 37,5 | 21,2 | 38,2 | 42,6 | 29,3 | 14,6 | 19 | 7,8 | 185,5 | 68,8 | 52,9 | 25,3 | 69,5 | 22,3 | 30,4 |
| Ce | 157,4 | 48,4 | 27,0 | 83,9 | 62,5 | 15,1 | 85,8 | 68,6 | 60,8 | 82,8 | 100,5 | 67,9 | 49,7 | 72,4 | 78,6 | 49,2 | 16,8 | 48,3 | 15 | 376 | 122,7 | 120,3 | 56,5 | 133,3 | 40,9 | 59,4 |
| Pr | 16,63 | 6,08 | 2,90 | 7,93 | 6,98 | 1,96 | 9,91 | 7,34 | 7,89 | 10,67 | 12,74 | 8,62 | 6,09 | 8,43 | 9,87 | 5,70 | 3,41 | 4,48 | 2,04 | 43,5 | 13,44 | 14,81 | 7,06 | 14,94 | 4,83 | 7,1 |
| Nd | 61,1 | 23,4 | 11,4 | 29,4 | 27,8 | 8,1 | 37,4 | 28,9 | 29,7 | 39,5 | 46,4 | 31,7 | 23,3 | 30,5 | 37,2 | 20,9 | 13,5 | 18 | 8,6 | 154,5 | 47,4 | 55,4 | 28,0 | 53,2 | 17,9 | 28,2 |
| Sm | 11,91 | 4,57 | 2,52 | 5,44 | 6,23 | 2,21 | 7,30 | 6,14 | 5,84 | 7,68 | 8,91 | 5,64 | 4,61 | 5,49 | 6,86 | 3,91 | 2,96 | 4,61 | 2,25 | 21,2 | 8,33 | 7,72 | 7,19 | 8,71 | 4,23 | 5,78 |
| Eu | 1,54 | 0,57 | 0,33 | 1,16 | 1,18 | 0,66 | 1,35 | 1,18 | 1,25 | 1,53 | 1,90 | 1,05 | 0,55 | 1,19 | 1,29 | 0,75 | 0,46 | 1,1 | 0,68 | 4,28 | 1,64 | 1,07 | 1,56 | 1,38 | 0,98 | 1,16 |
| Gd | 10,87 | 4,02 | 2,48 | 4,62 | 6,27 | 5,46 | 6,19 | 5,67 | 5,45 | 6,77 | 8,05 | 5,18 | 4,76 | 5,32 | 5,97 | 4,93 | 3,47 | 7,51 | 4,26 | 13,6 | 6,39 | 3,26 | 7,19 | 6,19 | 4,25 | 5,41 |
| Tb | 1,61 | 0,64 | 0,45 | 0,66 | 1,04 | 1,74 | 0,95 | 0,93 | 0,87 | 1,05 | 1,27 | 0,80 | 0,84 | 0,86 | 0,97 | 0,94 | 0,62 | 1,44 | 1,26 | 1,73 | 0,85 | 0,43 | 1,30 | 0,67 | 0,79 | 0,92 |
| Dy | 9,45 | 3,83 | 2,61 | 3,79 | 6,44 | 17,79 | 5,38 | 5,30 | 5,40 | 5,73 | 7,29 | 4,53 | 5,30 | 4,83 | 5,80 | 5,85 | 3,60 | 9,72 | 9,49 | 8,68 | 4,68 | 2,73 | 7,95 | 3,23 | 5,06 | 5,53 |
| Ho | 1,94 | 0,81 | 0,53 | 0,76 | 1,36 | 4,96 | 1,10 | 1,08 | 1,13 | 1,19 | 1,50 | 0,94 | 1,24 | 0,99 | 1,14 | 1,21 | 0,83 | 2 | 2,12 | 1,42 | 0,90 | 0,54 | 1,66 | 0,65 | 1,05 | 1,23 |
| Er | 5,69 | 2,27 | 1,55 | 2,40 | 4,01 | 16,41 | 3,35 | 3,24 | 3,40 | 3,20 | 4,30 | 2,72 | 3,70 | 3,08 | 3,43 | 3,30 | 2,37 | 5,49 | 6,05 | 3,44 | 2,59 | 1,93 | 4,70 | 2,20 | 3,32 | 3,66 |
| Tm | 0,80 | 0,33 | 0,21 | 0,35 | 0,59 | 2,35 | 0,51 | 0,45 | 0,52 | 0,48 | 0,61 | 0,40 | 0,51 | 0,45 | 0,53 | 0,45 | 0,37 | 0,82 | 0,96 | 0,47 | 0,35 | 0,32 | 0,66 | 0,38 | 0,48 | 0,53 |
| Yb | 4,97 | 2,12 | 1,42 | 2,25 | 3,83 | 14,25 | 3,22 | 2,96 | 3,55 | 3,11 | 3,91 | 2,60 | 3,26 | 2,88 | 3,49 | 2,96 | 2,52 | 4,95 | 6,65 | 3,15 | 2,09 | 2,34 | 4,08 | 2,86 | 3,32 | 3,57 |
| Lu | 0,76 | 0,32 | 0,20 | 0,35 | 0,57 | 2,15 | 0,52 | 0,44 | 0,56 | 0,49 | 0,65 | 0,41 | 0,48 | 0,47 | 0,57 | 0,47 | 0,40 | 0,74 | 0,95 | 0,51 | 0,35 | 0,40 | 0,63 | 0,48 | 0,50 | 0,54 |
| Toplam Fe, FeO* olarak gösterilmiştir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ek.5. Pütürge ve çevresinin jeoloi haritası [L41 b4, MTA (1986)'dan değiştirilmiştir]



Ek.6. Pütürge ve çevresinin jeoloji haritası [L41 c1, MTA (1986)'dan değiştirilmiştir]



Ek.7. Pütürge ve çevresinin jeoloji haritası [L41 c2, MTA (1986)'dan değiştirilmiştir]

