ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

İlkay KAYDU

MALATYA VE ÇEVRESİNDEKİ SÜSTAŞI OLUŞUMLARININ MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL İNCELEMESİ VE GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2014

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MALATYA VE ÇEVRESİNDEKİ SÜSTAŞI OLUŞUMLARININ MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL İNCELEMESİ VE GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

İlkay KAYDU

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 03 / 01 /2014 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

…….	…….	……..
Prof. Dr. Fikret İŞLER	Doç. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL	Prof. Dr. Fevzi ÖNER
DANIŞMAN	İKİNCİ DANIŞMAN	ÜYE

……	…….
Prof. Dr. Osman PARLAK	Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ
ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: MMF2011D9

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.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

MALATYA VE ÇEVRESİNDEKİ SÜSTAŞI OLUŞUMLARININ MİNERALOJİK, JEOKİMYASAL İNCELEMESİ VE GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

İlkay KAYDU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Fikret İŞLER
İkinci Danışman : Doç. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL
Yıl: 2014, Sayfa: 135
Jüri : Prof. Dr. Fikret İŞLER
: Prof. Dr. Osman PARLAK
: Prof. Dr. Fevzi ÖNER
: Doç. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL
: Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Bu çalışmada Malatya iline bağlı Doğanşehir ve Arguvan bölgelerinde gözlenen süstaşları mineralojik, jeokimyasal ve gemolojik olarak incelenmiştir. Çalışmada süstaşı özelliği taşıma olasılığı bulunan minerallerin tespit edilmesi, oluşum mekanizmalarının ve yan kayaç ilişkilerinin belirlenmesi ve gemolojik olarak değerlendirilebilirliğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma alanımızın bir bölümünü oluşturan Doğanşehir bölgesi civarında gözlenen Eosen yaşlı Berit Metaofiyolitleri içerisinde Korund (yakut ve safir) minerallerinin, Malatya metomorfitleri ile Doğanşehir Granitoyidinin dokanak kısmında ise kahverengi granatların varlığı tespit edilmiştir. Korundlar metamorfik kayaçlar içerisinde saf mineral şeklinde gelişirken Granatlar granitik sokulumlar ve kireçtaşlarının dokanaklarında metazomatik olarak gelişmişlerdir. Korund grubu mineraller renk, sertlik, işlenebilirlik açısından süstaşı özelliği taşırken granatlar bu özelliği taşımamaktadır.

Çalışma alanımızın diğer kısmını oluşturan Arguvan bölgesi civarında da Üst Miyosen yaşlı Yamadağ Volkanitleri içerisinde yer alan yer yer bazaltik yer yer andezitik aglomeralarda yumrular halinde değişik renklerde opallere ve mavimsi yeşil renkli Krizokol mineraline rastlanmıştır. Bu bölgede rastlanan örneklerin de renk, sertlik, işlenebilirlik gibi özelliklere sahip olmalarından dolayı süstaşı özelliği taşıdıkları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gemoloji, Mineral Kimyası, Korund, Krizokol, Süstaşı Ekonomisi.

ABSTRACT

PhD THESIS

MINERALOGICAL, GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS AND GEMOLOGICAL PROPERTIES OF GEMSTONES OCCURRENCES AROUND MALATYA

İlkay KAYDU

DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Fikret İŞLER
Second Supervisor : Doç. Dr. Ayten ÖNAL
Year: 2014, Page: 135
Jury : Prof. Dr. Fikret İŞLER
: Prof. Dr. Osman PARLAK
: Prof. Dr. Fevzi ÖNER
: Assoc. Prof. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL
: Asst. Prof. Dr. Mustafa AKYILDIZ

In this study, gemstones were examined mineralogical, geochemical and gemological observed in Doğansehir and Arguvan in the province of Malatya region and the aim is found the possibility of gemstones feature of minerals in the detection, formation mechanisms and the determination of rock relations as well as gemological measurable nature and is intended to be determined.

Part of our work in Doğansehir observed Corundum (ruby and sapphire) minerals, Malatya within metamorphic were also detect the presence of brown garnet near the Eocene aged Berit Metaophiolite. Corundum and garnet develops in the form of pure mineral within metamorphic rocks and limestone at the contact metasomatic granitic intrusions are developed. Corundum group minerals color, hardness, workability in terms of moving garnet gemstone feature does not carry this feature. Other areas forming part of our work around Arguvan located within the Upper Miocene volcanics Yamadağ places basaltic andesitic agglomerates places in different colors in the form of lumps and bluish green chrysocolla mineral opals were found. The gems which is found this region, color of the samples, hardness, workability as they have such properties have been found to have the characteristics of gemstone.

Keywords: Gemology, Mineral Chemistry, Corundum, chrysocolla, Gemstone Economics.

TEŞEKKÜR

Bu doktora tez çalışmasının her safhasında yardımlarını esirgemeyen ve çalışmanın tamamlanmasında büyük pay sahibi olan danışman hocam Prof. Dr. Fikret İŞLER'e ve ikinci danışman hocam Doç. Dr. Ayten ÖZTÜFEKÇİ ÖNAL'a teşekkürü borç bilirim.

Jüride yer alarak tezimi okuyan ve yapıcı eleştirileriyle tezin şekillenmesini sağlayan Ç.Ü Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Osman PARLAK'a, ME.Ü Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Fevzi ÖNER'e ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen hocalarım ME.Ü'nden Öğr. Gör. Dr. Meltem GÜRBÜZ, Devrim GÜRBÜZ, ve Ç.Ü'nden Öğr. Gör. Dr. Fatih KARAOĞLAN'a teşekkür ederim.

Jeokimyasal analizler sırasında yardımlarını gördüğüm Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Ve Uygulama Merkezi'nden Aynur GÜRBÜZ'e, İnönü Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden Yrd. Doç. Dr. Yunus ÖNAL'a, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliğinden Yrd. Doç. Dr. Evren ÇUBUKÇU'ya teşekkür ederim.

Çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Ç.Ü Jeoloji Bölümü'nden Arş. Gör. Burcu GÖREN, Arş. Gör. Nusret NURLU ve Yüksek Lisans Öğrencisi Senem TEKİN'e ayrı ayrı teşekkür ederim.

Çalışmanın her aşamasında beni maddi ve manevi yönde destekleyen aileme teşekkür ederim.

Bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne de (Proje No: MMF2011D6) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışma Alanı 2
1.2. Bölgesel Jeoloji 2
1.2.1. Doğanşehir Jeolojisi 5
1.2.2. Arguvan Bölgesinin Jeolojisi 8
1.2.2.1. Yamadağ Volkaniti 8
1.3. Gemoloji 11
1.3.1. Süstaşlarının Oluşumu ve Bulunuşu 12
1.3.2. Türkiye'de Değerli Taş 13
1.3.3. Korund Hakkında Genel Bilgiler 15
1.3.4. Krizokol Hakkında Genel Bilgiler 18
1.3.5. Opal Hakkında Genel Bilgiler 19
1.3.6. Disten Hakkında Genel Bilgiler 20
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 23
3. MATERYAL VE METOD 37
3.1. Materyal 37
3.2. Metot 37
3.2.1. İnce Kesit Çalışmaları 37
3.2.2. Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) Analizleri 40
3.2.3. Dalga Boyu Dağılımlı X-Işınları Floresans Spektrometresi (WD-XRF) Analizleri 42
3.2.4. Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometresi (FT-IR) Analizleri 45

3.2.5. İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) Analizleri 47
3.2.6. X-Ray Diffraction (XRD) Analizleri 48
3.2.7. Elektron Mikroprop Analizleri 49
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 51
4.1. Malatya Metamorfitleri-Doğanşehir Granitoyidi Skarn Zonunun Sahasal ve Petrografik Özellikleri 51
4.1.1. Kuvarsit 52
4.1.2. Kuvars Şist 53
4.1.3. Mermer 55
4.1.4. Mermer (Kuvars ve Piroksen İçerikli) 56
4.2. Berit Metaofiyolitine Ait Korund İçeren Birimlerin Sahasal ve Petrografik Özellikleri 57
4.2.1. Granatlı Metagabro 62
4.2.2. Amfibol Şist (Bantlı Amfibolit) 71
4.2.3. Granatlı Amfibolit 72
4.2.4. Granulit 73
4.2.5. Orto Piroksenit 74
4.2.6. Harzburjit 75
4.2.7. Serpantinize Dünit 76
4.2.8. Diyorit 77
4.2.9. Amfibolit 78
4.2.10. Milonitik Amfibolit 80
4.2.11. Piroksenit 80
4.2.12. Milonitik Piroksenit 82
4.3. Arguvan Bölgesinin Sahasal ve Petrografik Özellikleri 83
4.3.1. Olivinli Altere Bazalt 87
4.3.2. Radyolarit (Silisifiye Kayaç) 88
4.3.3. Çört 89
4.4. Jeokimya 90
4.4.1. ICP-MS Analiz Sonuçları 90

4.4.2. FE-SEM Analiz Sonuçları 93
4.4.3. WD-XRF Analiz Sonuçları 100
4.4.4. Mineral Kimyası Sonuçları 105
4.4.5. FT-IR Analiz Sonuçları 114
4.4.6. XRD Analiz Sonuçları 116
4.5. Süstaşı Çalışmaları 117
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 123
KAYNAKLAR 127
ÖZGEÇMİŞ 135

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Değerli ve Yarı Değerli Taşlar (Babalık, 2009)..... 12
Çizelge 1.2. Yakut ve safirin kimyasal bileşimi (Bauer, 1968)..... 17
Çizelge 1.3. Korundun renk çeşitleri (Bauer, 1968)..... 18
Çizelge 4.1. Amfibolit örneklerine ait XRF analizi ana oksit sonuçları..... 101
Çizelge 4.2. Amfibolit örneklerine ait XRF analizi iz element sonuçları..... 101
Çizelge 4.3. Amfibol Şist/Granatlı Amfibolit/ Milonitik Amfibolit örneklerinin XRF analizi ana oksit sonuçları..... 102
Çizelge 4.4. Amfibol Şist/Granatlı Amfibolit/ Milonitik Amfibolit örneklerinin XRF analizi iz element sonuçları 102
Çizelge 4.5. Granatlı metagabro örneklerine ait XRF analizi ana oksit Sonuçları..... 103
Çizelge 4.6. Granatlı metagabro örneklerine ait XRF analizi iz element Sonuçları..... 103
Çizelge 4.7. Proksenit /Harzburjit/Serpantinize Dünit örneklerinin XRF analizi ana oksit sonuçları..... 104
Çizelge 4.8. Proksenit /Harzburjit/Serpantinize Dünit örneklerinin XRF analizi iz element sonuçları..... 104
Çizelge 4.9. Kuvars şist/Kuvarsit/Opal örneklerinin XRF analizi ana oksit Sonuçları..... 105
Çizelge 4.10. Kuvars şist/Kuvarsit/Opal örneklerinin XRF analizi iz element Sonuçları..... 105
Çizelge 4.11. Çalışma alanından alınan örneklerin elektron mikroprop analizi ana oksit sonuçları (%) 106
Çizelge 4.12. Çalışma alanından alınan örneklerin elektron mikroprop analizi element dağılım sonuçları (%) 107
Çizelge 4.13. Ss-2 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları (%) 108
Çizelge 4.14. Çizelge 4.14. Kl-7 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları (%)..... 109
Çizelge 4.15. İm-24 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları..... 111

Çizelge 4.16. Kl-1 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları..... 112

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (www.yandex.com/haritalar). 1
Şekil 1.2. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşakları (Yılmaz, 1993'ten alınmıştır). 4
Şekil 1.3. Torosların coğrafik ayrımı (Özgül, 1984'ten alınmıştır).....4
Şekil 1.4. Doğanşehir civarının jeoloji haritası (Önal ve Bingöl, 1997; Karaoğlan, 2012'den alınmıştır) 6
Şekil 1.5. Doğanşehir civarının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz) (Önal, 1995 ve Karaoğlan, 2012'den alınmıştır).....7
Şekil 1.6. Arguvan kuzeyinin jeolojik haritası (Alpaslan ve Terzioğlu, 1996'dan alınmıştır) 9
Şekil 1.7. Arguvan bölgesinin stratigrafik dikme kesiti (Ekici, 2003'ten alınmıştır) 10
Şekil 1.8. Türkiye'de Bulunan Değerli Taşlar (Hatipoğlu, 2007)..... 14
Şekil 1.9. Korundun kristal şekilleri (a-d, yakut; e-i, safir) (Bauer, 1968) 15
Şekil 1.10. Kırmızımsı pembe yakutun ham ve işlenmiş hali..... 15
Şekil 1.11. Asterizm özelliği gösteren yakut ve safirin görüntüsü..... 16
Şekil 1.12. Farklı renklerdeki safirlerin doğal hali..... 17
Şekil 1.13. Mavi safirin takıda kullanılışı..... 17
Şekil 1.14. Krizokol'ün ham ve süstaşı olarak işlenmiş hali 19
Şekil 1.15. Farklı renklerdeki opallerin ham ve işlenmiş halleri..... 20
Şekil 1.16. Disten mineralinin ham ve işlenmiş halleri 21
Şekil 2.1. İnceleme alanı ve çevresindeki tektonik birliklerin dağılımını gösteren şematik harita (Perinçek ve Kozlu, 1984'ten alınmıştır)..... 25
Şekil 2.2. Süstaşı olarak keşfedilmesi hedeflenen Korund depolarının sınıflaması (Simonet, Fritsch and Lasnier, 2008) 34
Şekil 3.1. Doğanşehir'den (Savaklı ve Sarıdanış civarı) toplanan örneklerin ince kesit yapılmak üzere dilim alınmış halleri. 37
Şekil 3.2. Doğanşehir bölgesine ait örnek alım yerlerini gösteren harita 38
Şekil 3.3. Arguvan bölgesindeki örnek alım yerlerini gösteren harita 39
Şekil 3.4. Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu..... 40

Şekil 3.5. Arguvan (Gökağaç-Kuyudere civarı) bölgesinden alınan el örneği ve FESEM analizi için bu örnekten 10 kuruş ebatında hazırlanan kesitin (B) görüntüsü 41
Şekil 3.6. Doğanşehir (Savaklı-Sarıdanış) ve Arguvan (Gökağaç-Kuyudere civarı) bölgelerinden FESEM analizi için hazırlanmış örnekler 41
Şekil 3.7. Dalga boyu dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi..... 42
Şekil 3.8. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan G-2 no'lu örneğin (solda) ve Doğanşehir (Savaklı-Sarıdanış) bölgesinden alınan SS-5 no'lu örneğin (sağda) çekiçle parçalanmış hallerinin görüntüsü 43
Şekil 3.9. Örnekleri öğütmek için kullanılan havanlı öğütücünün görüntüsü..... 43
Şekil 3.10. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan G-2 no'lu örneğin (solda) ve Doğanşehir (Savaklı-Sarıdanış)'den alınan SS-5 no'lu örneğin (sağda) havanlı öğütücüde öğütülmüş hallerinin görüntüsü..... 44
Şekil 3.11. XRF analizi için örnek hazırlamada kullanılan hassas terazi (A), yapıştıcı malzeme (B) ve sert plastikten el havanının (C) görüntüsü .. 44
Şekil 3.12. Pelet basımında kullanılan manuel presin görüntüsü..... 44
Şekil 3.13. Manuel preste basılan peletlerin görüntüsü 45
Şekil 3.14. Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometresi (FT-IR)..... 45
Şekil 3.15. FT-IR cihazının çalışma sistemi 46
Şekil 3.16. İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS)47
Şekil 3.17. ICP-MS için çözelti hazırlarken kullanılan çeker ocak (A) ve hotplate'in (B) görüntüsü 48
Şekil 3.18. ICP-MS analizi için hazırlanan çözelti örnekler..... 48
Şekil 3.19. X-Ray Diffraction (XRD) cihazı 49
Şekil 3.20. Elektron mikroprop cihazı 50
Şekil 4.1. Çavuşlu (Doğanşehir) Bölgesindeki kahverengi Granatların görüntüsü....51
Şekil 4.2. Malatya metamorfiklerine ait kireçtaşı+skarn (Granat, epidot) dokanağının görüntüsü (Çavuşlu köyü) 52
Şekil 4.3. Küçük kuvars kristallerinin mikroskop görüntüleri 53
Şekil 4.4. Orta boy kuvars kristallerinin mikroskop görüntüleri..... 53
Şekil 4.5. Hornblend ve kuvarsların dizilimlerinin görüntüsü 54

Şekil 4.6. Hornblend ve kuvarsların genel görüntüsü..... 54
Şekil 4.7. Kuvarsların dizilimlerinin görüntüsü 55
Şekil 4.8. İri kalsit tanelerinin dilinim izlerinin (polisentetik ikizlerin) görüntüsü....55
Şekil 4.9. Kalsit, olivin ve opak minerallerin görüntüsü 56
Şekil 4.10. Piroksen ve kuvarsların genel görünümü 57
Şekil 4.11. Berit metaofiyolitine ait korund içeren birimler 57
Şekil 4.12. Doğanşehir bölgesinde bulunan metaofiyolitik kayaçlar içerisinde korundca zengin birimlerin saçınımlı görüntüsü (Savaklı batısı). 58
Şekil 4.13. Doğanşehir bölgesinde tektonizmadan etkilenmiş birimlerin görüntüsü 58
Şekil 4.14. Berit meratofiyolitine ait ultramafik kayaçların arazi görünümü 59
Şekil 4.15. Berit metaofiyolitine ait kayaçlarda hematitleşme..... 59
Şekil 4.16. Keleştepe'de (Savaklı Köyü batısı) gözlenen örneklerde dağınık haldeki korund (solda) ve muntazam kenarlara sahip hegzagonal korund örneğinin(sağda) görünümü 60
Şekil 4.17. Söğüt-Sarıdanış civarında tespit edilen korund örneklerinin saçınımlı görüntüsü 60
Şekil 4.18. Savaklı köyü batısında granulitler içerisinde gözlenen kırmızımsı pembe renkli korundların görünümü 61
Şekil 4.19. Granat içeren seviyeler (Kalecik Mah'nin batısı) 61
Şekil 4.20. Eklojitlerin genel görünümü (Granat+ omfasit) 62
Şekil 4.21. Orta taneli ve birbirine iyi kenetlenmiş halde bulunan piroksenlerin Görüntüleri..... 63
Şekil 4.22. Düzgün kenarlı piroksenin görüntüsü 63
Şekil 4.23. Klinopiroksenlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Cpx: Klinopiroksen) 64
Şekil 4.24. Piroksen ve onu saran granatların görüntüsü..... 64
Şekil 4.25. Uralitleşmiş piroksenlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen) 65
Şekil 4.26. Birbirine dik dilinim izi gösteren piroksenlerin görüntüsü 65
Şekil 4.27. Granatın tek nikoldeki renksiz ve çift nikoldeki sönük görüntüsü 66

Şekil 4.28. Granat çatlaklarına dolan amfibolün görüntüsü..... 66
Şekil 4.29. Granat çatlağını doldurmuş kloritin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, grt: Granat, Chl: klorit)…..... 67
Şekil 4.30. Pösilitik yapının görüntüsü (Grt: granat, Hbl: hornblend, Op: opak).. 67
Şekil 4.31. Uvarovitin tek nikolde yeşil ve çift nikoldeki karanlık görüntüsü 68
Şekil 4.32. Simplektik doku gösteren amfbollerin görüntüsü..... 68
Şekil 4.33. Otomorf amfibollerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: amfibol) 69
Şekil 4.34. Damar şeklinde gelişmiş amfibolün görüntüsü (Am: amfibol, Grt: granat) 69
Şekil 4.35. Damar şeklinde gelişmiş amfibolün görüntüsü (Am: amfibol, Grt: granat) 70
Şekil 4.36. Sfenin tek ve çift nikoldeki kahverengi görüntüsü (Grt: granat, Px: piroksen, Sph: sfen)..... 70
Şekil 4.37. Hornblendlerin simplektik dokusunun görüntüsü (Grt: granat, Hbl: hornblend)..... 71
Şekil 4.38. Hornblendlerin lepidoblastik (çubuksu) dokusunun görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, Hbl: hornblend, Pl: plajiyoklas)..... 71
Şekil 4.39. Bantlı yapı gösteren hornblendlerin görüntüsü (Hbl: hornblend)..... 72
Şekil 4.40. Bantlı yapı gösteren hornblendlerin görüntüsü (Hbl: Hornblend)..... 72
Şekil 4.41. Granatlı amfibolitlerin genel görünümü (Amfibol, Grt: Granat)..... 73
Şekil 4.42. Hornblendin tek ve çift nikoldeki yeşil renkli görüntüsü (Hrn: hornblend, Ep: epidot)..... 74
Şekil 4.43. Bükülmüş ortopiroksenin görüntüsü (Opx: Ortopiroksen)..... 74
Şekil 4.44. Bastitleşmiş ortopiroksenin görüntüsü (Opx: Ortopiroksen, Ol: olivin) 75
Şekil 4.45. Olivinlerin kırıklı yapısının görüntüsü (Opx: Ortopiroksen, Ol: olivin) 75
Şekil 4.46. Olivinlerin kırıklı yapısının görüntüsü (Ol: olivin)..... 76
Şekil 4.47. Küçük olivin tanelerinin görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Ol: olivin).... 77
Şekil 4.48. Otomorf hornblendlerin ve albit ikizi gösteren plajiyoklasların

görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hbl: Hornblend, Pl: Plajiyoklas)..... 77
Şekil 4.49. Korund, piroksen ve amfibollerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: Amfibol, Px: Piroksen, Crn: Korund) 79
Şekil 4.50. Korundların kırıklı yapısı (Am: Amfibol, Crn: Korund) 79
Şekil 4.51. Plajiyoklasların polisentetik ikizlenmelerinin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: Amfibol, Pl: Plajiyoklas) 79
Şekil 4.52. Korundların yüksek rölyeflerinin görüntüsü (Crn. Korund) 80
Şekil 4.53. Çubuksu formdaki korund mineralinin tek ve çift nikoldeki görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Crn: Korund Px: Piroksen) 81
Şekil 4.54. İri taneli piroksenlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: Piroksen)... 81
Şekil 4.55. Piroksendeki milonitik yapının tek ve çift nikoldeki görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen Crn: korund) 82
Şekil 4.56. Korund mineralinin yüksek rölyefinin ve kırıklı yapısının tek ve çift nikol görüntüsü (Px: piroksen Crn: korund) 82
Şekil 4.57. Korund mineralinin tek nikoldeki pembemsi pleokroizması ve çift nikoldeki görünümü (Px: piroksen Crn: korund) 83
Şekil 4.58. Arguvan bölgesindeki bazaltik yastık debili lav akıntları 83
Şekil 4.59. Değişik tane boylarından oluşmuş Yamadağ Volkanitlerinden çakıllar içeren yamaç moluzunun görünümü (Arguvan girişi) 84
Şekil 4.60. Arguvan bölgesindeki sedimanter kayaçlarda ara katkı olarak kömür seviyelerinin görünümü 84
Şekil 4.61. Sedimanter kayalarda tabakalanmaya paralel halde oluşmuş çört örneği 85
Şekil 4.62. Boşluklu bazaltlarda yumru şekilde oluşmuş yeşil opallerin sahadaki Görünümü 86
Şekil 4.63. Arguvan (Gökağaç Tepe) Bölgesinde tespit edilen süstaşı oluşumlarının sahadaki görünümleri 86
Şekil 4.64. Boşluklu bazaltların silis ile sıvanmış halleri 87
Şekil 4.65. Plajiyoklaslardaki mikrolitik porfirik dokunun görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Pl: Plajiyoklas, Ol: Olivin) 87
Şekil 4.66. Olivinlerin iddingsitleşmesinin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N,

Pl: Plajiyoklas, Ol: Olivin) 88
Şekil 4.67. Radyolaritin genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N)..... 88
Şekil 4.68. Radyolaritin genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N)..... 89
Şekil 4.69. Çörtün genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N) 89
Şekil 4.70. Çörtün genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N) 89
Şekil 4.71. Çalışma alanından alınan örneklerin AFM diyagramında sınıflandırılması (Irvine ve Baragar, 1971) 90
Şekil 4.72. Çalışma alanımızdan alınan örneklerinin örümcek diyagramı (Sun ve ark.,1980)..... 91
Şekil 4.73. Çalışma alanından alınan örneklerinin toplam alkalilere (Na_2O+K_2O) karşı SiO_2 diyagramında sınıflandırılması (Middlemost, 1985)..... 92
Şekil 4.74. Çalışma alanından alınan örneklerin toplam alkaliler-silika (TAS) diyagramında sınıflandırılması (Cox ve ark., 1979) 93
Şekil 4.75. Granatlı metagabro Örneklerinin (Ss-2b, Ek-1a, Ek-2 ve Ss-2) SEM görüntüleri ve element dağılımları..... 94
Şekil 4.76. Granatlı metagabro örneklerinin (Ek-4, Ek-7, Ek-5, Kl-4, Ss-1) SEM görüntüleri ve element dağılımları..... 95
Şekil 4.77. Milonitik amfibolit (Kl-1) örneğinin SEM görüntüsü ve element Dağılımları..... 96
Şekil 4.78. Kuvarsşist (Ss-5) ve Kuvarsit (Ek-10) örneklerinin SEM görüntüleri ve element dağılımları..... 97
Şekil 4.79. Krizokol (G-Y) örneğinin SEM görüntüsü ve element Dağılımları..... 98
Şekil 4.80. Opal (G-3), Çört (G-5) ve Radyolarit (Ar-6) örneklerinin Sem görüntüleri ve element dağılımları 99
Şekil 4.81. Korund içeriği fazla granulit örneğinin (X-a) SEM görüntüsü ve element dağılımı 100
Şekil 4.82. Ss-2 no'lu granatlı metagabro örneğinin mikroprop görüntüsü..... 108
Şekil 4.83. Ss-2 no'lu granatlı metagabro örneğinin mikroprop görüntüsü (Grt: granat, Ep: epidot, Am: amfibol)..... 109

Şekil 4.84. Kl-7 no' lu harzburjit örneğinin elektron mikropropta görüntüsü (Opx: ortopiroksen, Cu: bakır, Cr-Sp: krom) 110
Şekil 4.85. Kl-7 no' lu harzburjit örneğinin elektron mikropropta görüntüsü (Opx: ortopiroksen, Cu: bakır, Cr-Sp: krom) 110
Şekil 4.86. Kl-1 no'lu örnekteki Korund ve amfibol minerallerinin elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol) 111
Şekil 4.87. Kl-1 no'lu örnekteki amfibol mineralinin elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol) 112
Şekil 4.88. İm-24 no'lu amfibolit örneğindeki Korundların elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol) 113
Şekil 4.89. İm-24 no'lu amfibolit örneğindeki Korundların elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol) 113
Şekil 4.90. Opal (G-2) örneğine ait FT-IR analiz sonucu 114
Şekil 4.91. Çört (Ar-3) örneğine ait FT-IR analiz sonucu 115
Şekil 4.92. Krizokol (G-Y) örneğine ait FT-IR analiz sonucu 115
Şekil 4.93. Amfibolit (aktinolit) (Kl-2) örneğine ait FT-IR analiz sonucu 116
Şekil 4.94. M1 örneğine ait XRD analizi sonucunda korund mineralinin standard XRD değerleri ile karşılaştırması 116
Şekil 4.95. Doğanşehir bölgesinden alınan örneklerdeki Korund kristalleri 117
Şekil 4.96. Söğüt-Sarıdanış bölgesinden alınan granulit örneğindeki yakut (pembe) ve distenlerin (mavi) saçınımlı görüntüsü 118
Şekil 4.97. Süs taşı ve süs objesi olarak işlenmiş zoisitli korund örnekleri 119
Şekil 4.98. Keleştepe ve Tavşan Tepe'den alınan korund içerikli örneklerin süstaşı olarak işlenmiş halleri 119
Şekil 4.99. Keleştepe ve Tavşan Tepe'den alınan korund içerikli örneklerin süstaşı olarak işlenmiş halleri 120
Şekil 4.100. Savaklı kuzeyinden alınan korund içerikli örneklerin Takıda kullanılmış halleri 120
Şekil 4.101. Arguvan çevresinde (Gökağaç-Kuyudere civarı) tespit edilen farklı renkteki opallerin ve krizokollerin ham hali 121
Şekil 4.102. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan krizokol'ün süstaşı

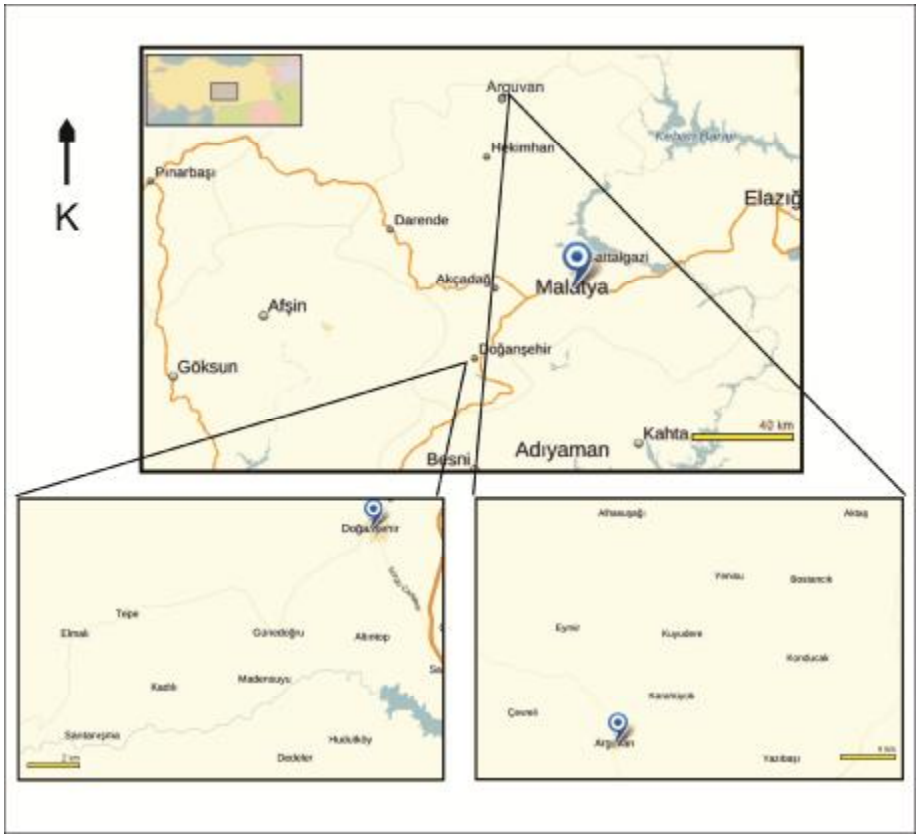
olarak işlenmiş ve takıda kullanılmış hali 121
Şekil 4.103. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan krizokol'ün süstaşı
olarak İşlenmiş ve takıda kullanılmış hali 122

1. GİRİŞ

Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yukarı Fırat olarak bilinen bölümde, Malatya iline bağlı Doğanşehir ve Arguvan yörelerini konu alan inceleme alanı, yaklaşık 300 km^2'lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1.1). Bu alan L39c3-L39c4-K40b1-K40b4 paftalarını kapsamaktadır.

Bu doktora tez çalışmasının amacı, Malatya Doğanşehir ve Arguvan bölgelerinde rastlanan süstaşı olabilecek mineralleri tanımlamak, oluşum mekanizmalarını araştırmak, yan kayaç ilişkilerini ve kökenlerini belirlemek ve süs taşı olarak değerlendirebilirliğini tespit etmektir.

Türkiye'de süstaşı konusunda yapılan çalışmalar sayılı olup, Batı Anadolu, Orta Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri'nde yoğunlaşmaktadır. Bu çalışma, gemolojik olarak Doğu Anadolu da yapılan ilk incelemelerden olması açısından önemlidir.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (www.yandex.com/haritalar).

1.1. Çalışma Alanı

Doğanşehir, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Malatya İli'ne bağlı bir ilçedir. Malatya'ya 58 km uzaklıkta, deniz seviyesinden yüksekliği 1290 metre, yüzölçümü 1.290 km2 olup, ova ve dağlık bir kısımda kurulmuştur, İlçenin doğusunda Adıyamanilinin Çelikhan ilçesi, güneyinde Adıyaman ili Besni ve Gölbaşı ilçeleri, batısında Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesi, kuzey doğusunda Akçadağ ve Yeşilyurt ilçeleri bulunur (http://tr.wikipedia.org/wiki/Do%C4%9Fan %C5%9Fehir, 2013). İlçedeki yerleşim alanları, Sürgü, Söğüt, Savaklı, Kadılı, Elmalı, Kelhalil, Koçdere, Polat, Reşadiye, Örencik, Altıntop, Beğre, Çavuşlu, Dedeyazı, Erkenek, Fındık köy, Eskiköy, Günedoğru, Güzelköy, Karanlıkdere, Kapıdere, Hudutköy, Kurucaova, Örenköy, Yuvalı ve Topraktepe'dir (http://www.tarimziraat.com/koyler/malatya_ koyleri/dogansehir_ koyleri/, 2013).

Arguvan ilçesi ise Malatya'ya 71 km uzaklıktadır. Doğusunda Elazığ ili Baskil ilçesi ve Malatya'nın Arapkir ilçesi, kuzeyinde Arapkir ile Sivas ili Divriği ilçesi, batısında Hekimhan ilçesi ve güneyinde Yazıhan ilçesi ile çevrilidir. İlçenin rakımı 1150 metredir. Yüzey şekilleri açısından genellikle engebeli olup, ilçenin kuzeyi dağlık arazi, güneyi ise kuzeye göre düz ova özelliği göstermektedir (http://tr.wikipedia.org/wiki/Arguvan, 2013). İlçedeki yerleşim alanları, Akören, Armutlu, Asar, Bahçeli, Bozan, Çobandere, Karahüyük, Kuyudere, Gökağaç, Koçak, Koyuncu, Çayırlı, Eymir, İsaköy, Güngören, Hakverdi, İçmece, Karababa, Kışla, Gümüşlü, Çakmak, Asmaca, Çiftlik, Yeniköy ve Yoncalı'dır (http://www.arguvanhaber.com/arguvan-koyleri-s5.html, 2013).

Çalışma alanında yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçen tipik Karasal iklim hüküm sürmektedir.

1.2. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanında genel jeoloji çalışması ve jeoloji haritası yapılmamış olup çalışmanın esas konusunu oluşturan süstaşlarının bulunduğu lokasyonlar araştırılmış ve

bunların bulunduğu lokasyonlardan ayrıntılı örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Önceki çalışmalardan yola çıkarak çalışma alanının bölgesel jeolojisi aşağıda verilmiştir.

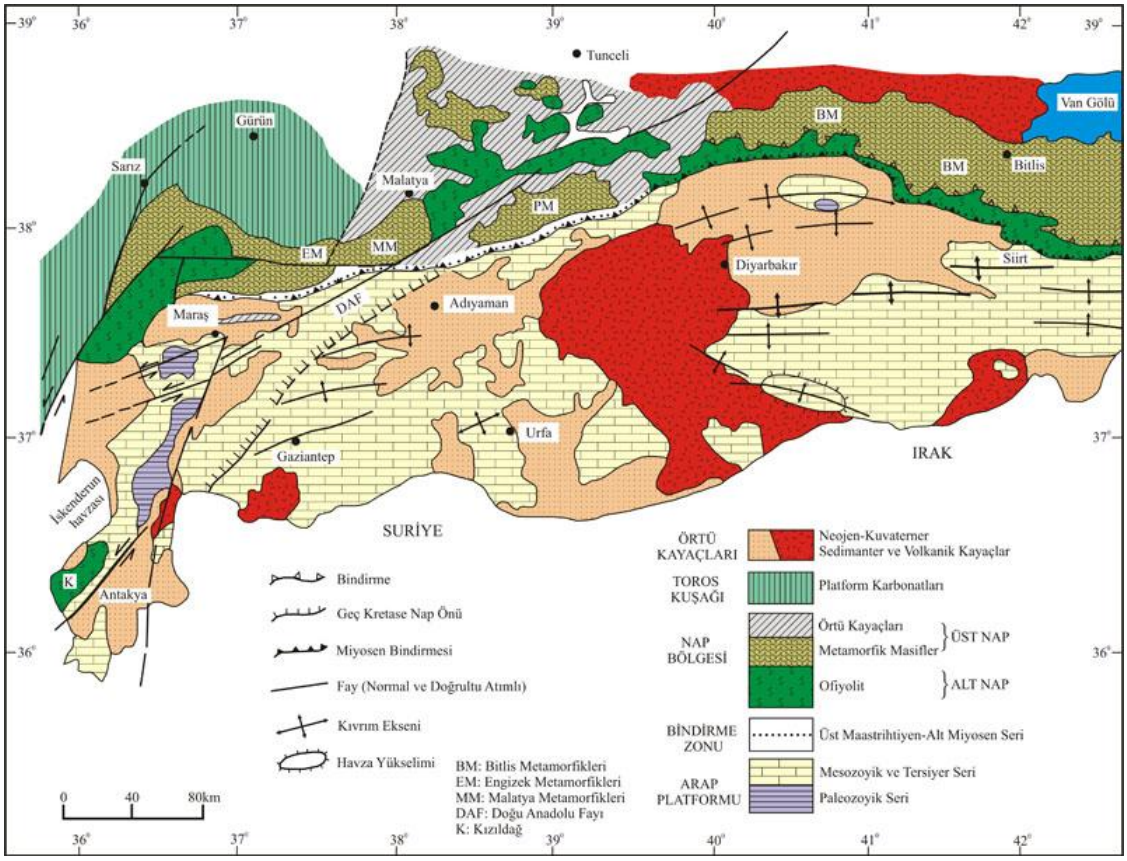
Çalışma alanının (Doğanşehir ve Arguvan, MALATYA) yer aldığı Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı, güneyden kuzeye doğru, Arap Platformu, Yığışım Prizması Zonu ve Nap bölgesi olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (Yılmaz, 1993) (Şekil 1.2).

Arap Platformu Erken Kambriyen'den Orta Miyosen'e kadar çökelmiş çoğun denizel olan sedimanter birimlerden oluşmaktadır (Yılmaz, 1993).

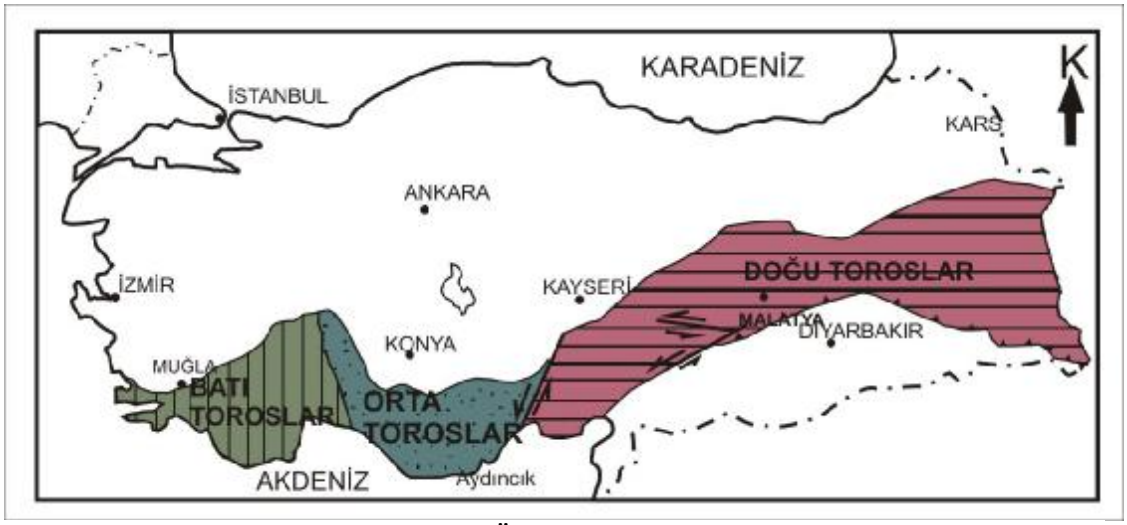
Yığışım Prizması zonu doğu batı uzanımlı dar bir kuşak halinde güneyden Arap Platformu, kuzeyden nap zonu ile sınırlanmıştır. Yığışım Prizması zonu diğer iki bölgeden bindirme zonu ile ayrılmıştır. Yığışım Prizması Zonu Geç Kretase-Orta Miyosen aralığında değişik kaya birimlerini içeren tektonik dilimlerden oluşur (Yılmaz, 1993).

Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Yığışım Prizması Zonu'nun kuzeyinde kuşağın en yüksek topografyasına sahip iki büyük tektonik birlikten oluşan nap zonu bulunmaktadır (Yılmaz, 1993). Alt nap metamorfizma geçirmiş iki farklı ofiyolitik kaya topluluğu ve çalışma arazisinde güney sınırında yüzlek veren Maden grubunu içerir. Üst nap ise Güneydoğu Anadolu metamorfik masiflerinden (Ketin, 1983) oluşmaktadır. Üst nap, alt napın üzerinde düşük açılı ve kıvrımlı bir bindirme ile oturmaktadır (Yılmaz, 1991, 1993).

Asidik ve bazik mağmatik kayaçların da gözlendiği Malatya ve yakın çevresi (Dumanlılar ve ark., 1999; Önal, 1995; Önal ve Bingöl, 2000; Yazgan ve Chessex, 1991; Yılmaz, 1992) Doğu Toros kuşağında yer almaktadır (Yıldırım ve Yılmaz, 1991) (Şekil 1.3).



Şekil 1.2. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşakları (Yılmaz, 1993'ten alınmıştır).



Şekil 1.3. Torosların coğrafik ayrımı (Özgül, 1984'ten alınmıştır).

1.2.1. Doğanşehir Jeolojisi

Çalışma alanında (Doğanşehir) genel olarak, Paleozoik-Mesozoik yaşlı çeşitli şistler, rekristalize kireçtaşı, ve mermer içeren **Malatya Metamorfikleri,** Eosen yaşlı asidik intrüzyonlar tarafından kesilmiş granat içeren ultramafik ve mafik kümülatlar, gabro, amfibolit ve volkanikler içeren **Berit Metaofiyoliti,** diyorit, tonolit, granodiyorit ile bunları kesen mafik ve felsik daykları içeren **Doğanşehir Granitoyidi,** Orta Eosen yaşlı diyabaz, andezit dasit daykları, mikritik ve nummulitik kireçtaşı blokları ve bazik volkanikleri içeren **Maden karmaşığı** yer almaktadır. (Önal, 1995; Önal, ve Bingöl, 1996, 1997; Önal, ve Altunbey, 1999; Önal and Bingöl, 2000, 2001; Önal ve Beyarslan, Uygun ve Solakoğlu, 2002; Yılmaz, 1992, 1999; Karaoğlan, 2012) (Şekil 1.4 ve Şekil 1.5).

Karaoğlan, 2005'e göre Doğanşehir (Malatya) bölgesindeki magmatik derinlik kayaçları kalkalkalen, I-tipi granitoyid özelliğine sahiptir; Bu granitoyid kayaçlar volkanik yay ortamında oluşurken, ofiyolitler ise Geç Kretase'de Neotetisin güney kolu içinde oluşmuştur ve sonrasında metamorfizmaya uğramıştır.

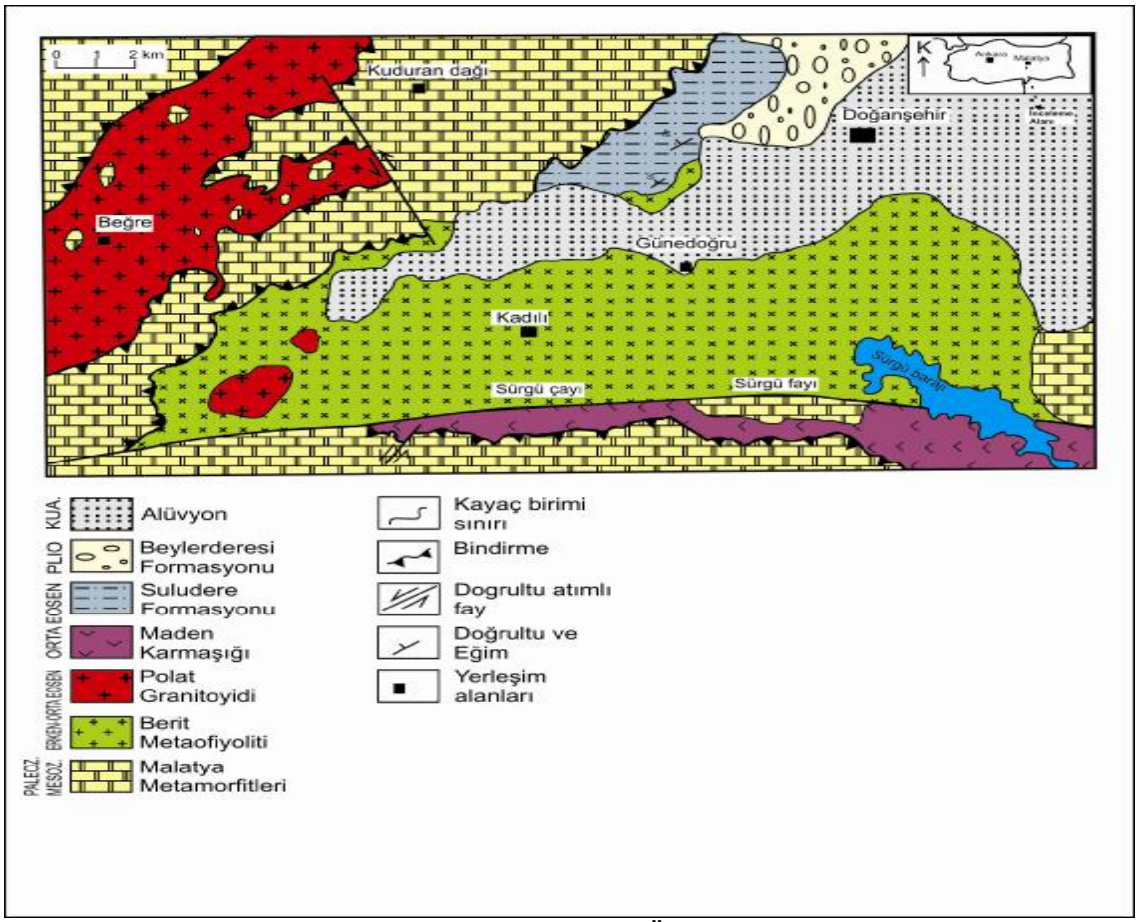
Bölgede yapılan önceki çalışmalara göre, Malatya ve çevresinde yüzlek veren yer yer felsik ve mafik olan granitoid sokulumları, Geç Kretase yaşlı bir intrüzyon olup Güneydoğu Anadolu bölgesinde Neotetis'in güney kolunun kapanımı ile ilişkilidir. Söz konusu bu granitoyidler, Berit Metaofiyoliti ve Malatya Metamorfitlerine ait karbonat platformunu kesmektedirler.

Önal ve Altunbey, 1999'a göre bu Karbonat platformu ile Granitoyid dokanağı boyunca izlenen skarn oluşumlar, endoskarn ve ekzoskarn şeklinde gelişmiştir. Skarn kayaçlarının mineral topluluğu; **granat** (andradit, grossular), **epidot, piroksen** (diyopsit, ferrosalit, hedenberjit), **plajiyoklas, K-feldispat** (ortoklas), **amfibol** (hornblend), skapolit (menyonit), **kalsit, kuvars, klorit, manyetit** ve **sfenden** oluşmaktadır.

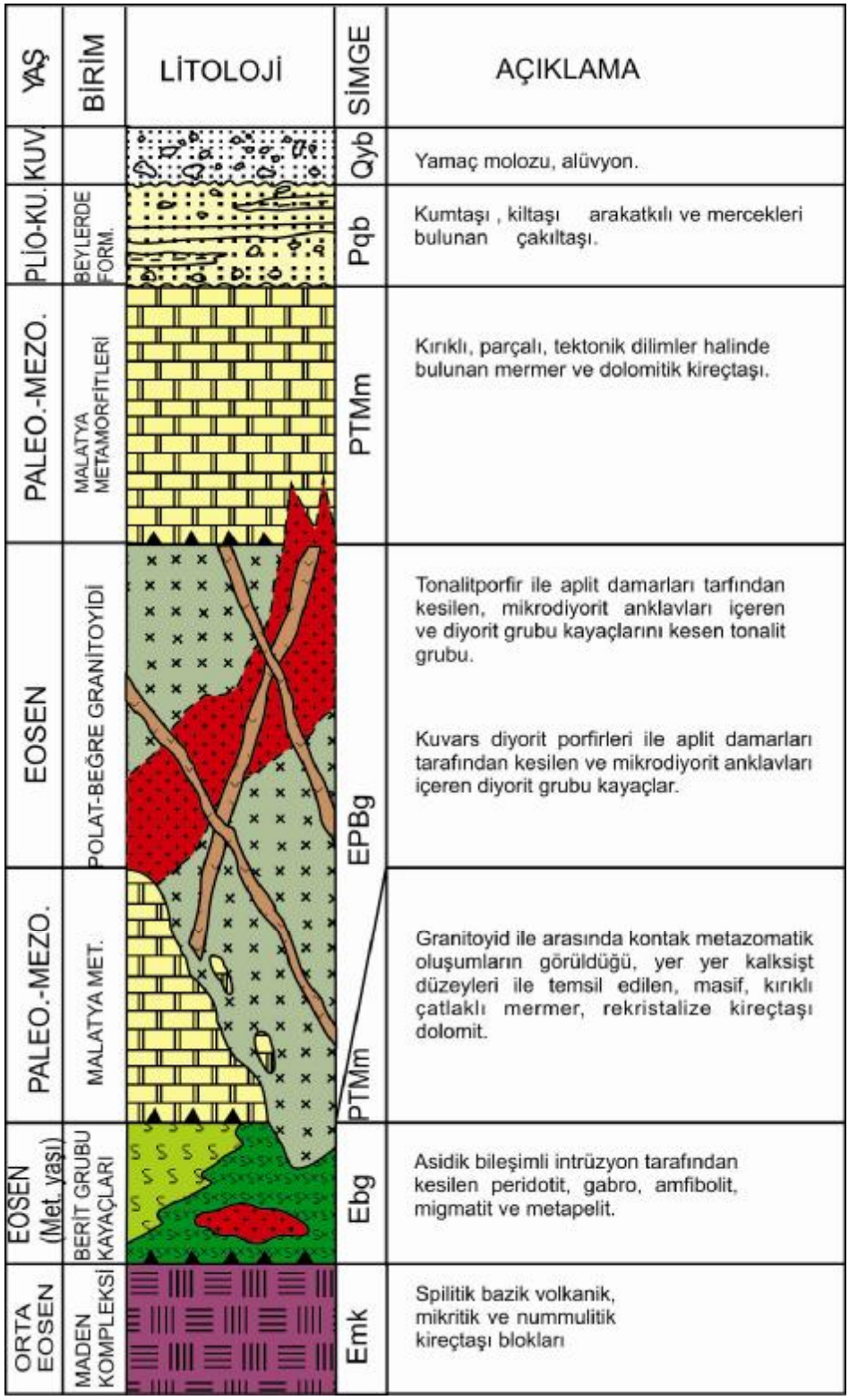
Berit Metaofiyoliti, Maden Karmaşığını tektonik dokanakla üzerlemektedir. Malatya metamorfiklerine ait birimler de Berit Metaofiyolitini tektonik dokanakla üzerlemektedir (Genç ve ark., 1993; Yılmaz,1993; Yılmaz ve ark., 1993 Yiğitbaş ve ark., 1993; Parlak, 2006; Robertson ve ark.,2007; Karaoğlan, 2012). Çalışma

alanında Berit Metaofiyoliti Doğanşehir (Malatya) ilçesinin hemen güneyinden başlayarak Sürgü – Gövdeli arasında, çoğunlukla Sürgü fayının kuzeyinde yaklaşık D-B doğrultusunda yüzlekler vermektedir (Karaoğlan, 2012).

Doğanşehir granitoyidi, Malatya ili Doğanşehir ilçesi batısında Kapıdere-Gövdeli bölgesinden başlayarak yaklaşık kuzeydoğu yönüne uzanımlı devam edip Polat beldesinin kuzeydoğusunda sonlanan genişliği ~5-7 km uzunluğu ~30-35 km olan bir sokulum şeklindedir. Birimin güney dokanağı Sürgü fayı ile sınırlandırılmıştır. Doğanşehir granitoyidi bölgede dokanak ilişkisinde olduğu en yaşlı birim olan Malatya metamorfikleri ile tektonik ve intruzif ilişkilidir. Çalışma alanında Berit metaofiyoliti ile intruzif dokanak ilişkisi gözlenirken, Eosen çökelleri ile tektonik dokanaklı olarak gözlenmektedir (Perinçek ve Kozlu, 1984; Önal, 1995; Karaoğlan, 2005; Karaoğlan, 2012).



Şekil 1.4. Doğanşehir civarının jeoloji haritası (Önal ve Bingöl, 1997; Karaoğlan, 2012'den alınmıştır).



Şekil 1.5. Doğanşehir civarının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz) (Önal, 1995 ve Karaoğlan, 2012'den alınmıştır).

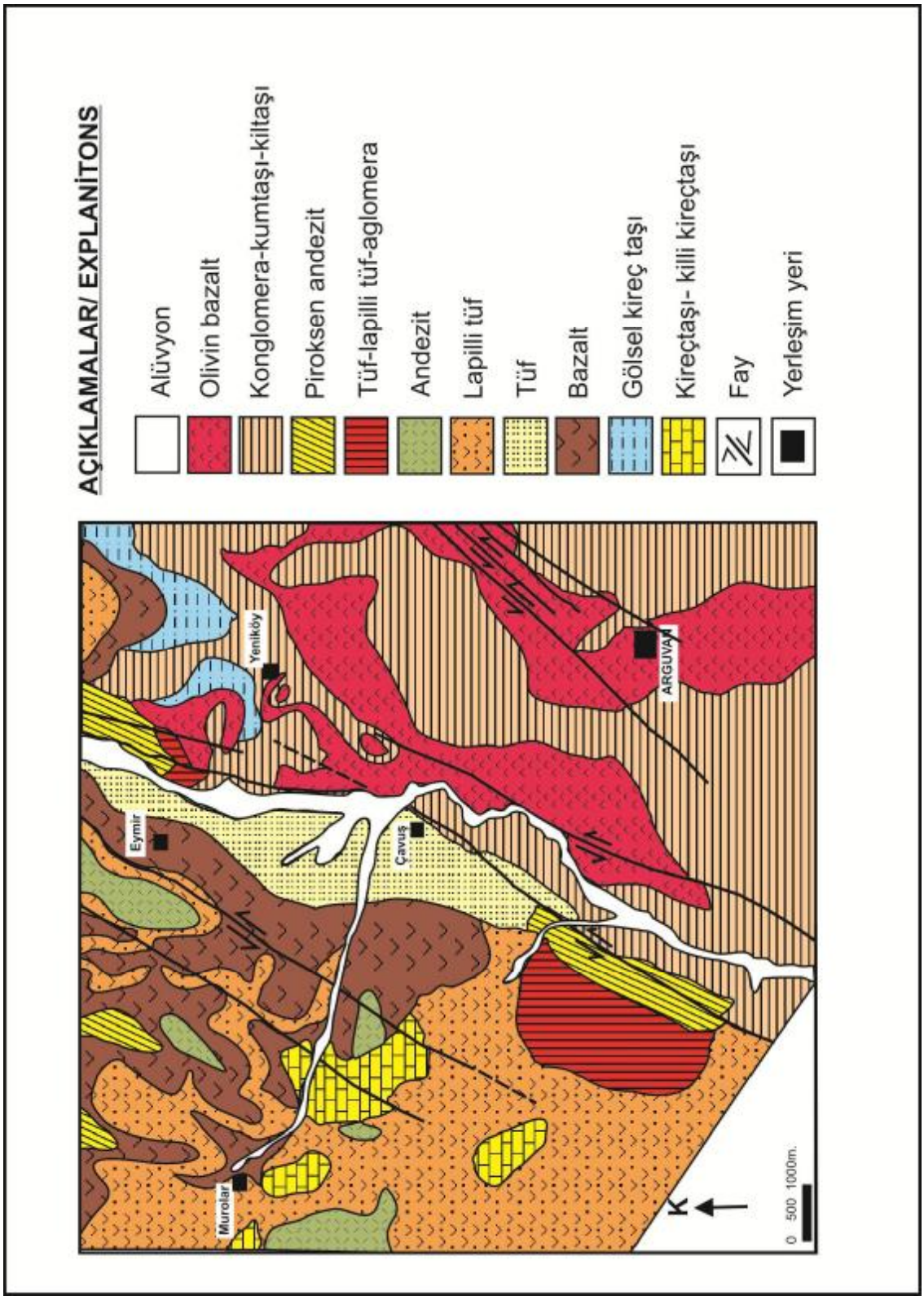
1.2.2. Arguvan Bölgesinin Jeolojisi

Ekici, (2003), Arguvan civarında gözlenen birimleri yaşlıdan gence doğru Alt Miyosen yaşlı **Daraphane Formasyonu**, Üst Miyosen yaşlı **Murolar Formasyonu,** Üst Miyosen yaşlı **Yamadağ Volkaniti,** Pliyosen yaşlı **Boztepe Formasyonu** ve Kuvaterner yaşlı **alüvyonlar** olarak belirlemiştir. Araştırmacı Alt Miyosen yaşlı **Daraphane Formasyonu**'nu, kırmızı renkli çakıltaşları, gri renkli marn ve kiltaşları, grimsi beyaz renkli kireçtaşları; Üst Miyosen yaşlı **Murolar Formasyonu**'nu, kırmızı renkli kaba çakıltaşları, sarımsı beyaz kireçtaşları; Üst Miyosen yaşlı **Yamadağ Volkaniti**'ni açık gri renkli andezitik aglomeralar, kahverengi ve siyah renkli bazaltik aglomeralar, beyaz ve koyu gri bazaltlar ve beyazımsı gri andezitler; Pliyosen yaşlı **Boztepe Formasyonu'**nu ise siyahımsı ve gaz boşluklu bazaltlar, kiltaşı ve silttaşının oluşturduğunu söylemiştir (Şekil 1.6 ve Şekil 1.7).

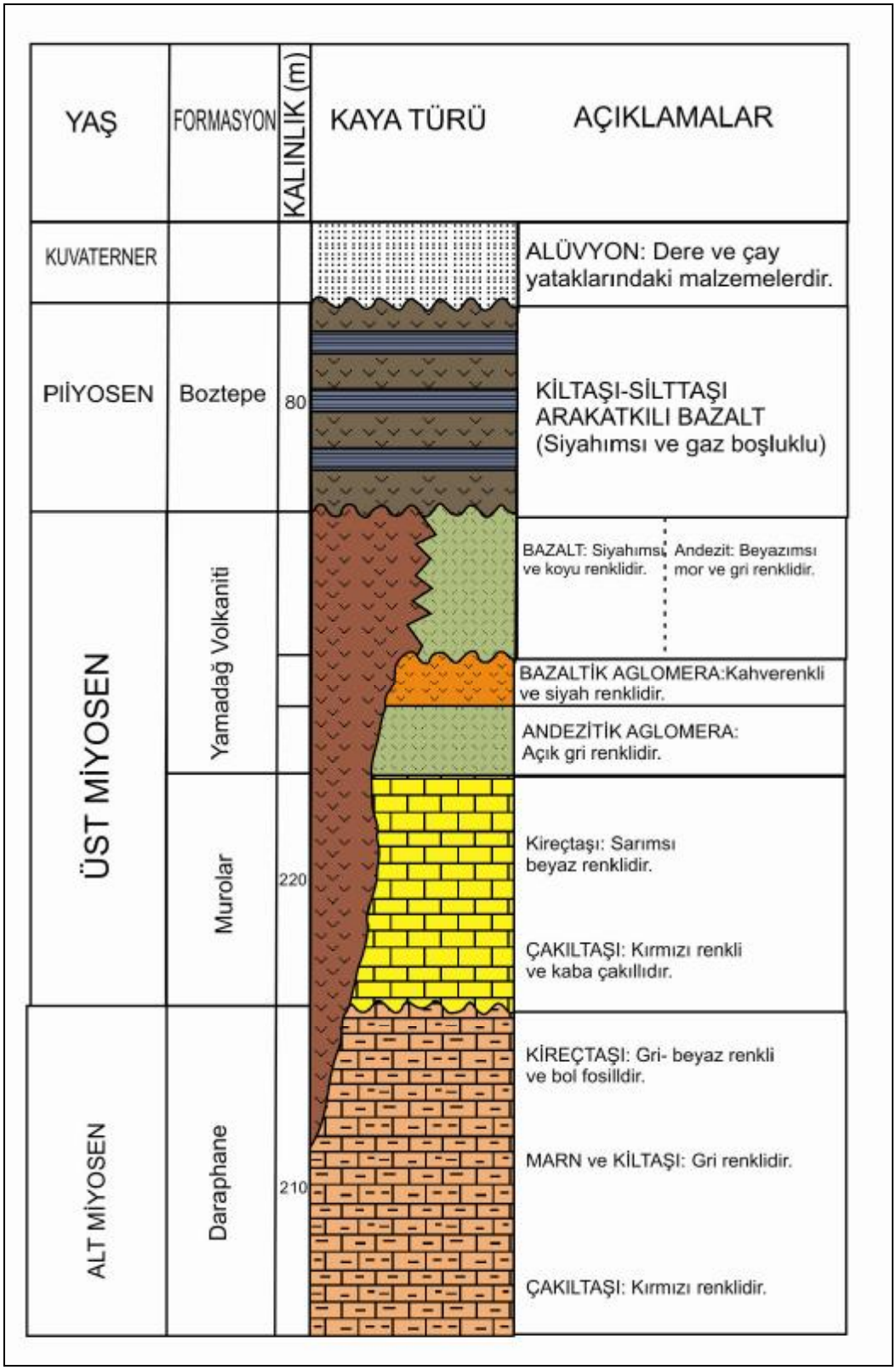
Arguvan bölgesinde süstaşı olarak değerlendirilebilecek birimlere Yamadağ Volkanitleri içerisinde rastlandığı için sadece bu formasyonun jeolojisinden bahsedilecektir.

1.2.2.1. Yamadağ Volkaniti

Üst Miyosen'den Pliyosene kadar değişen yaşlı birimlerden oluşan Yamadağ Volkanitleri bazaltik ve andezitik aglomeralarla başlayıp bazaltik andezit ve andezit lavları ile devam etmektedir.



Şekil 1.6. Arguvan kuzeyinin jeolojik haritası (Alpaslan ve Terzioğlu, 1996'dan alınmıştır).



Şekil 1.7. Arguvan bölgesinin stratigrafik dikme kesiti (Ekici, 2003'ten alınmıştır).

1.3. Gemoloji

Süstaşı bilimi, yani 'Gemoloji', renk derinliği, saydamlık ve parlaklık gibi nitelikleri ile kendini gösteren; güzellik, dayanıklılık, nadirlik, taşınabilirlik özelliklerine sahip olan, süs ve kişisel ziynet eşyası olarak veya koleksiyon amacı ile kullanılabilen süstaşlarını incelemektedir. Gemoloji; fizik, kimya ve jeolojinin sentezidir (Gözüpek, 1996). Keza gemoloji, taş kesimi (lapidary) ve mücevher yapımı (kuyumculuk) ile çok yakından ilgilidir (Türeli, 2001).

Ülkemizin jeolojik yapısı gemolojinin gelecekte önemli ekonomik boyutlar kazanacağını açıkça göstermektedir. Anadolu'da onbin yılı aşkın süredir gemolojik çalışmaların sürmüş olması, tarih öncesi ve tarihi çağlarda birçok Anadolu uygarlığının uluslararası ün kazanması da bu jeolojik verilerin sonucudur (Canbazoğlu, 1986).

Süstaşı, yerkabuğundan çıkarılıp işlenen ve insanlar tarafından süs ve ziynet eşyası olarak kullanılan değişik renkli mineral, taş ve organik malzemelere denir (Eşme, 1994). Süs taşları doğada yaygın olarak bulunan oksijen, karbon, alüminyum, silisyum, kalsiyum ve magnezyum gibi elementler tarafından oluşturulur (Vieil ve Ark., 2002).

Bir malzemenin kıymetli-yarı kıymetli taş (süs taşı) sayılabilmesi için bazı temel kriterlere sahip olması gerekir (Çizelge 1.1). Bunlar;

Dayanıklılık; Bu kavram sertlik, kırılganlık, darbelere ve dış etkenlere dayanım gibi özelliklerle açıklanır.

Güzellik; Her ne kadar göreceli bir kavram olsa da taşın temiz, şeffaf, çekici renkli ve işlenebilir boyutlarda olması gibi bazı özellikleri içerir (Türeli, 2001). Bu özelliklerin yanı sıra pleokroizma, dispersiyon, irizasyon, asterizm ve opalesans özellikleri de güzelliği etkiler (Çalışkan, 1992).

Nadir bulunma; Bir objeyi değerli kılan onun az rastlanır olmasıdır. Örneğin binlerce karatlık elmas üretimi içerisinde sadece bir kaç yüz karatı pembe elmastır. Dolayısıyla bir pembe elmasın değeri sıradan bir elmasın binlerce katıdır (Türeli, 2001).

Bu temel kriterlerin dışında; taşınabilirlik, kesilebilme, parlatılabilme, ışık yansıtma, ışık kırma, bünyesinde safsızlıklar içerme gibi bazı özellikler de taşların değerlerini belirleyen ve artıran diğer unsurlardır (Türeli, 2001).

Çizelge 1.1. Değerli ve Yarı Değerli Taşlar (Hatipoğlu, 2007; Babalık, 2009).

DEĞERLİ TAŞLAR	YARI DEĞERLİ TAŞLAR	
Elmas	Kaplangözü	Kalsedon
Yakut	Kuvars	Agat
Safir	Krizoberil	Kristal Kuvars
Zümrüt	Spinel	Opal
Akuvamarin	Almandin	Krizopras
Aleksandrit	Pirop	Yeşim
Kıymetli Opal	Spessartit	Olivin
Ateş Opali	Grosular	Lapis Lazulli
İnci	Demantoid	Jasper
Topaz	Zirkon	Mercan
	Turmalin	Rodonit
	Hidenit	Kunzit
	Ametist	Dumanlı Kuvars
	Sitrin	Gül Kuvars
	Avanturin	Kedigözü Kuvars
	Karnelyen	Şahingözü Kuvars
	Jade	Turkuvaz
	Peridot	Tanzanit

1.3.1. Süstaşlarının Oluşumu ve Bulunuşu:

Süstaşları;

- Yüksek sıcaklıklı mağmadan silikatların kristalleşmesiyle,
- Metamorfizma, yani yüksek sıcaklık ve basınç koşulları altında kristalleşme veya yeniden kistalleşmeyle,
- Sulu çözeltilerden çökelmeyle,
- Organik faaliyetlerle,

Veya tüm bu etkenlerin çeşitli şekillerde birleşmesiyle oluşabilmektedir (Türeli, 2001).

Her mineralin yakından ilişkili olduğu bir taş tipi vardır. Bu tiplerin saptanması yarı kıymetli minerallerin aranmasını kolaylaştırır. Örneğin Olivin (Zebercet) Peridotitlerde bulunur. Pegmatitlerde Turmalin, Beril, Topaz, Zümrüt gibi mineraller bulunurken; Yakut ve Kuvars kristalleri başkalaşım kayaçları içinde gözlenirler. Elmas, Kimberlit bacalarında saçılmış olarak yer alır. Agat (Akik), Kalsedon, Opal gibi mineraller de asit karakterli volkanik taşlarla yakından ilişkili, Krizopraz Serpantinit, Yeşim ise başkalaşım Piroksenitler ile yakın ilişkilidirler (Arzoğulları, 2007)

1.3.2. Türkiye'de Değerli Taş

Türkiye'de doğal taş potansiyeli içerisinde henüz ekonomik getirisi yeterince fark edilmemiş birçok kaynak vardır. Doğal taş sektörü için alternatif olabilecek önemli bir potansiyel de süstaşlarıdır. (Hatipoğlu, 2003).

Türkiye, değerli taş kaynakları bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahip bulunmaktadır (Şekil 1.8). Anadolu'da 38 adet değerli taş rezervi bulunmaktadır. Türkiye böylesine zengin kaynaklara sahip olmasına rağmen, dünya değerli taş ticaretinden hemen hemen hiç pay alamamaktadır. Oysaki dünyanın en önemli değerli taş pazarı, Türkiye'nin hemen yakınındaki Avrupa'dır (Babalık, 2009).

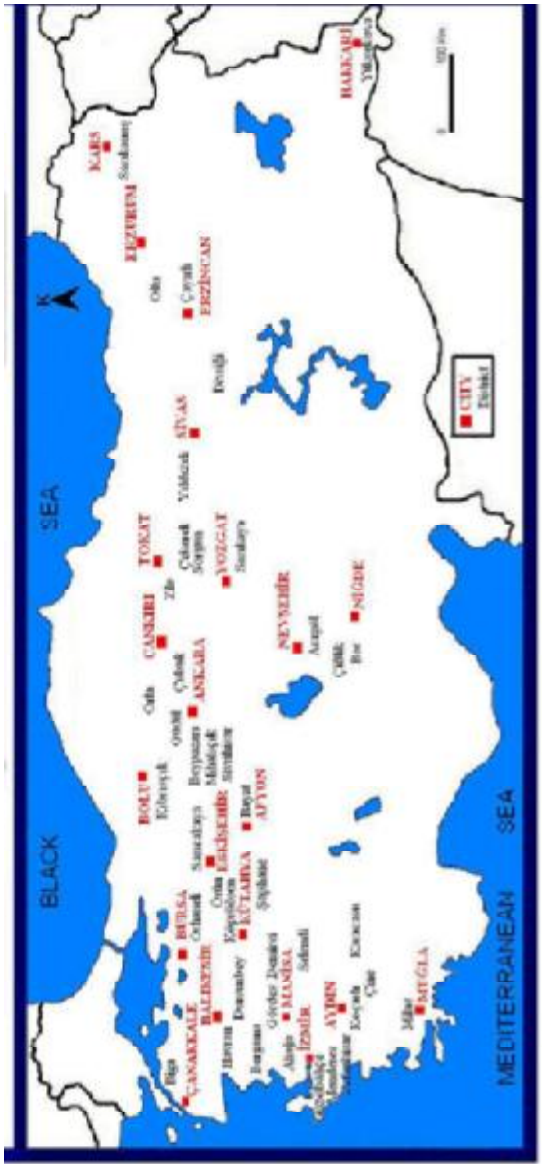
Pazara yakınlık avantajına rağmen Türkiye'nin bu ticaretten pay alamaması düşündürücüdür. Türkiye'de böylesine yüksek düzeyde değerli taş potansiyeli olmasına rağmen bu değerli taşları işleyecek olan işletmelerin yeterli düzeyde olmamalarının ana nedeni pazarlama sorunlarıdır (Babalık, 2009).

İngiltere'den Ural Dağlarına kadar Avrupa kıtası ve İran'dan Fas'a kadar Ortadoğu ve kuzey Afrika göz önüne alındığında, hem birden fazla türde hem de tenör ve rezervce zengin değerli taş yataklarının bulunduğu tek yer Türkiye'dir.

Yıllık yaklaşık 50 milyar $'lık global ham değerli taş ticaretinde dünya üzerinde en zengin değerli taş yataklarına sahip 25-30 ülke arasında en düşük geliri

elde eden ülkedir. Bilinçli ve geniş çaplı bir değerli taş madenciliğinin yapılması durumunda, ülkemizin yıllık yaklaşık 1 milyar $'lık ham değerli taş geliri elde etmesi oldukça muhtemeldir (Babalık, 2009).

Ülkemizdeki süstaşı niteliğindeki hammaddeler, genellikle SiO_2 bileşimli minerallerden ve özellikle de agat ve opal cinsi yarı kıymetli süstaşlarından oluşmaktadır. Bu süstaşlarının yataklandığı bölgeler çoğunlukla Türkiye'nin batısında yoğunlaşmıştır (Şekil 1.8). Türkiye'de yarı kıymetli süstaşı madenciliği, metalik madencilikten çok daha eskilere dayanmaktadır (Arzoğulları, 2007).

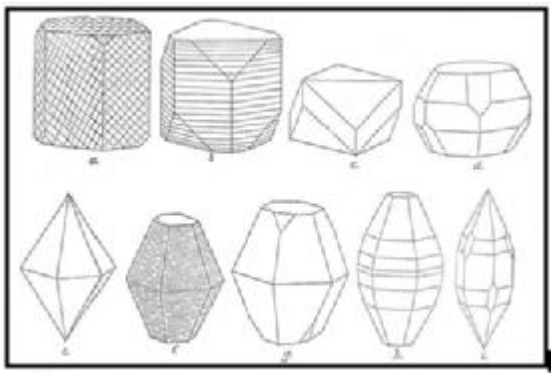


Şekil 1. 8. Türkiye'de Bulunan Değerli Taşlar (Hatipoğlu, 2007; Babalık, 2009).

1.3.3. Korund Hakkında Genel Bilgiler

Kimyasal Formülü: Al_2O_3
Kristal Sistemi: Hegzagonal – rhombohedral (Şekil 1.3).
Kırılma İndisi: 1.766-1.774
X-ışınlarındaki önemli pikleri: 2.54(6), 2.08(9), 1.74(5), 1.60(10), 1.37(7) (Çelik ve Karakaya, 1998; Read, 1999).

Korund grubunu, önemli süs taşlarından olan yakut ve safir oluşturur. Farklı renklerde tanımlanan korund gurubuna ait bu iki mineralin kimyasal ve fiziksel özellikleri benzerdir, sadece içerdikleri elementlerin kirliliğinin miktarında ve çeşidinde fark vardır. Dolayısı ile bu kirlilik onların değerini belirler (Bauer, 1968) (Şekil 1.10).



Şekil 1.9. Korundun kristal şekilleri (a-d, yakut; e-i, safir) (Bauer, 1968).



Şekil 1.10. Kırmızımsı pembe yakutun ham ve işlenmiş hali (www.google.com.tr/ korund).

Saf korund renksizdir ve bileşimde iki hafif element olan alüminyum ve oksijen bulundurmasına rağmen sıkı paketlenme ve atomların güçlü bağlanması nedeniyle yüksek sertlik (9) ve özgül ağırlığa (3,94 - 4,02) sahiptir (Çelik ve Karakaya, 1998; Mumme, 1988). Korundlar rutil inklüzyonları bulundurduklarında kesilip parlatıldıkları zaman asterizm özelliği (yıldız görünümü) gösterirler (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Asterizm özelliği gösteren yakut ve safirin görüntüsü (www.google.com.tr/korund).

Sertlik bakımından sadece elmas tarafından geçilir. Bu yüzden her yıl tonlarca çıkarılır ve aşındırıcı olarak kullanılır. Yüksek sertlik bu mineralin aşındırıcı olarak kullanılmasını sağladığı gibi şeffaf, yarı şeffaf ve iri kristallerinin süs taşı olarak değerlendirilmesine büyük katkıda bulunmaktadır. Yakutun rengi kristal yapısındaki alüminyumun yerini alan az miktardaki krom nedeniyledir. Kromla birlikte az miktarda demir kahvemsi kırmızı renk verir. Mavi safirin rengi az miktardaki demir ve titanyumun varlığına bağlıdır (Çizelge 1.2). Yabancı maddeler bazen % 10 veya daha büyük oranlarda bulunabilmekte, bu durumda olan bir taş bulutumsu renk almakta ve estetik değerini yitirmektedir. (Bauer, 1968) (Şekil 1.12 ve Şekil 1.13).



Şekil 1.12. Farklı renklerdeki safirlerin doğal hali (www.google.com.tr/korund).



Şekil 1.13. Mavi safirin takıda kullanılışı (https://www.google.com.tr/korund).

Çizelge 1.2. Yakut ve safirin kimyasal bileşimi (Bauer, 1968).

	YAKUT(%)	SAFİR (%)
Alumina (Al_2O_3)	97,32	97,51
Demir oksit (Fe_2O_3)	1,09	1,89
Silika (SiO_2)	1,21	0,80
	99,62	100,20

Çizelge 1.3. Korundun renk çeşitleri (Bauer, 1968).

Çeşit	***Renk***
Rubi (" Oryantal rubi ")	Kırmızı
Safir (" Oryantal safir ")	Mavi
Ak Safir	Renksiz
" Oryantal akuamarine "	Açık mavimsi-yeşil
" Oryantal zümrüt "	Yeşil
" Oryantal chrysoberyl "	Sarımsı-yeşil
" Oryantal topaz "	Sarı
" Oryantal hycinth (Zirkon)	Şafak Kırmızısı
" Oryantal ametist "	Menekşe

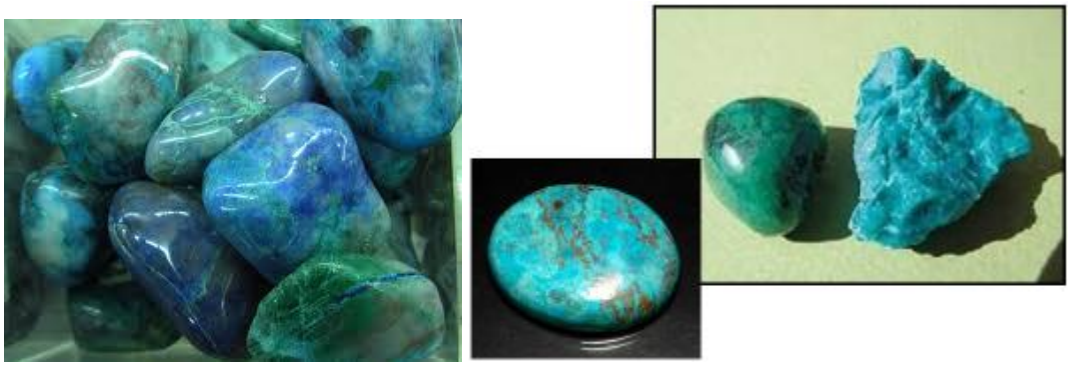
Korund kristalin kireçtaşı, mika-şist, gnays gibi bazı metamorfik kayaçlarda yaygın olarak bulunan bir tali mineraldir. Bölgesel ve termal metamorfizmaya uğramış boksit yataklarında oluşur. Büyük ölçüdeki korundlar nefelin siyenitlerle birlikte bulunan pegmatitlerde oluşur. Dünyada Burma, Kamboçya, Tayland, Seylan, Kaşmir, Avustralya'da bulunmuştur. Adi korund ise Güney Afrika ve ABD'de bulunmuştur (Çelik ve Karakaya, 1998; Webster, 1970).

1.3.4. Krizokol Hakkında Genel Bilgiler

Kimyasal Formülü: $(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)4{\cdot}nH_2O$
X-ışınlarındaki önemli pikleri: 17.9(8), 7.9(6), 4.07(6), 2.90(8), 2.56(7), 1.60(4), 1.48(10).

Genellikle kriptokristalin ve kısmen amorftur. Çok ince lifsel ve masif, bazen toprağımsıdır. Sertlik 2 ila 4 arasındadır, konkoidal kırıklı ve gevrektir. Yoğunluğu 2 ila 2.3 arasındadır. Parlaklığı çoğunlukla mumsudur rengi ise mavi veya yeşildir (Şekil 1.14). Kimyasal bileşimi değişkendir; % 45.2 CuO, %34.3 SiO_2 ve % 20.5 H_2O içerebilir. Bileşiminde genellikle % 17 kadar Al_2O_3, %7 Fe_2O_3 ve %7-9 P_2O_5 bulunabilir.

Bakır damarlarının oksidasyon zonunda ikincil olarak bulunan bir mineraldir. Malahit, azurit, kuprit, nabit bakır mineralleri ile birlikte bulunur. Dissemine bakır yatakları için önemli bir belirteç mineraldir. Dünyada Urallar, Bogoslowsk, Arizona (ABD), New Mexico ve Zaire'de bulunmuştur (Çelik ve Karakaya, 1998).



Şekil 1.14. Krizokol'ün ham ve süstaşı olarak işlenmiş hali (www.google.com.tr/krizokol).

1.3.5. Opal Hakkında Genel Bilgiler

Kimyasal Formülü: $SiO_2.nH_2O$

Sertlik: 5.5 - 6

Grubu: Çerçeve silikat

Özgül Ağırlığı: 2 – 2.25

Bulunduğu yerler: Avustralya, Meksika, Brezilya, Endonezya.

Opalin jeolojik olarak oluşması için Si gereklidir. Opal çözeltide evaporasyonla oluşabilir. Opalin sedimanter veya volkanik ortamlarda oluşmasında Si konsantrasyonunun 100-200 ppm olması gerekir. Volkanik kayaçlarda silikatların hidrotermal alterasyonundan da türeyebilir. Genellikle amorftur; masif, böbreğimsi, dikit-sarkıt görünümlü olabilir. Renksiz, sarı, beyaz, kırmızı, yeşil, ve mavinin açık tonlarında olabilir (Çelik ve Karakaya, 1998) (Şekil 1.15). Bileşiminde % 3 ile % 13 su bulunur. Görünümü yağsı veya camsıdır, kırık yüzeyleri kavkıya benzer. Birçok çeşidi vardır,

bunlar arasında en tanınmışı asil opaldır. Çok güzel yanar-döner parıltılar verdiğinden mücevhercilikte değerli taş olarak kullanılır (http://tr.wikipedia.org/wiki/Opal).



Şekil 1.15. Farklı renklerdeki opallerin ham ve işlenmiş halleri (www.google.com.tr /opal).

1.3.6. Disten Hakkında Genel Bilgiler

Kimyasal Formülü: Bileşimi: Al_2SiO_5
Sertlik: 5 – 6
Özgül Ağırlığı: 3.67
Kristal Sistemi: Triklinik sistem
Bulunduğu yerler: İsviçre, İtalya, ABD, Rusya.

Distenin bileşiminde az miktarda Cr ve Ti bulunabilir. Az miktarlarda su absorbe halde çoğunlukla lifsi kristaller arasında yer alabilir. Ditsen hidrotermal koşullarda ince pulsu serisite, retrograd metamorfizmada paragonit, margarit, ve serisitten ibaret bir topluluğa dönüşür (Çelik ve Karakaya, 1998).

Disten c-ekseni doğrultusunda uzamış yassı kristaller halindedir. Açık mavi, yeşil, beyaz, gri renklerde olabilir (Şekil 1.16). Parlaklık camsıdır. Saydam ya da yarı saydam olabilir. Ditsen hemen hemen alüminyumca zengin yüksek basınç metamorfizması geçirmiş tüm pelitik kayaçlarda granat, stavrolit ve mikalarla birlikte bulunur (Çelik ve Karakaya, 1998).



Şekil 1.16. Disten mineralinin ham ve işlenmiş halleri (www.google.com.tr /disten).

Disten ayrıca bazı eklojitlerde ve disten amfibolitlerde de bulunabilir. Bazı pegmatitik damarlarda, muhtemelen kuvars-disten segregasyon damarlarında gözlenebilir. Sedimanter kayaçlarda detritik mineral olarak bulunur (Çelik ve Karakaya, 1998).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanındaki magmatik kayaçların, Doğu Torosların jeodinamik evriminin açıklanmasında büyük öneme sahip olması, birçok baraj ve tünelin varlığı, Doğu Anadolu Fayı (DAF)'ın bu bölgeden geçmesi ve ekonomik değere sahip maden yataklarının bulunması yerbilimcilerin bu bölgeye olan ilgisini arttırmıştır. Bölgede ve çevresinde jeolojik amaçlı birçok çalışma mevcuttur. Ancak doğrudan bölgedeki korund oluşumları bilimsel olarak incelenmemiş, oluşum biçimi ortaya konmamış ve korundların gemolojik özellikleri konusunda herhangi bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Bu doktora tezinin konusu ile ilgili çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Ketin, (1966), tarafından yapılan çalışmada inceleme alanının Torid kuşağı içerisinde yer aldığı belirtilmiştir.

Bauer, (1968), ve Hurlbut ve Switzer, (1979), çalışmalarında korundun farklı renkteki çeşitlerinin (yakut ve safir), granit veya gnays gibi yaşlı, kristalli ana kaya içerisinde gömülmüş kristaller ve tanecikler şeklinde oluştuğunu, süs taşı çeşitlerinin sıklıkla kireçtaşı ile magmatik kayaların kontağında ikincil mineraller şeklinde oluştuğunu saptamışlardır.

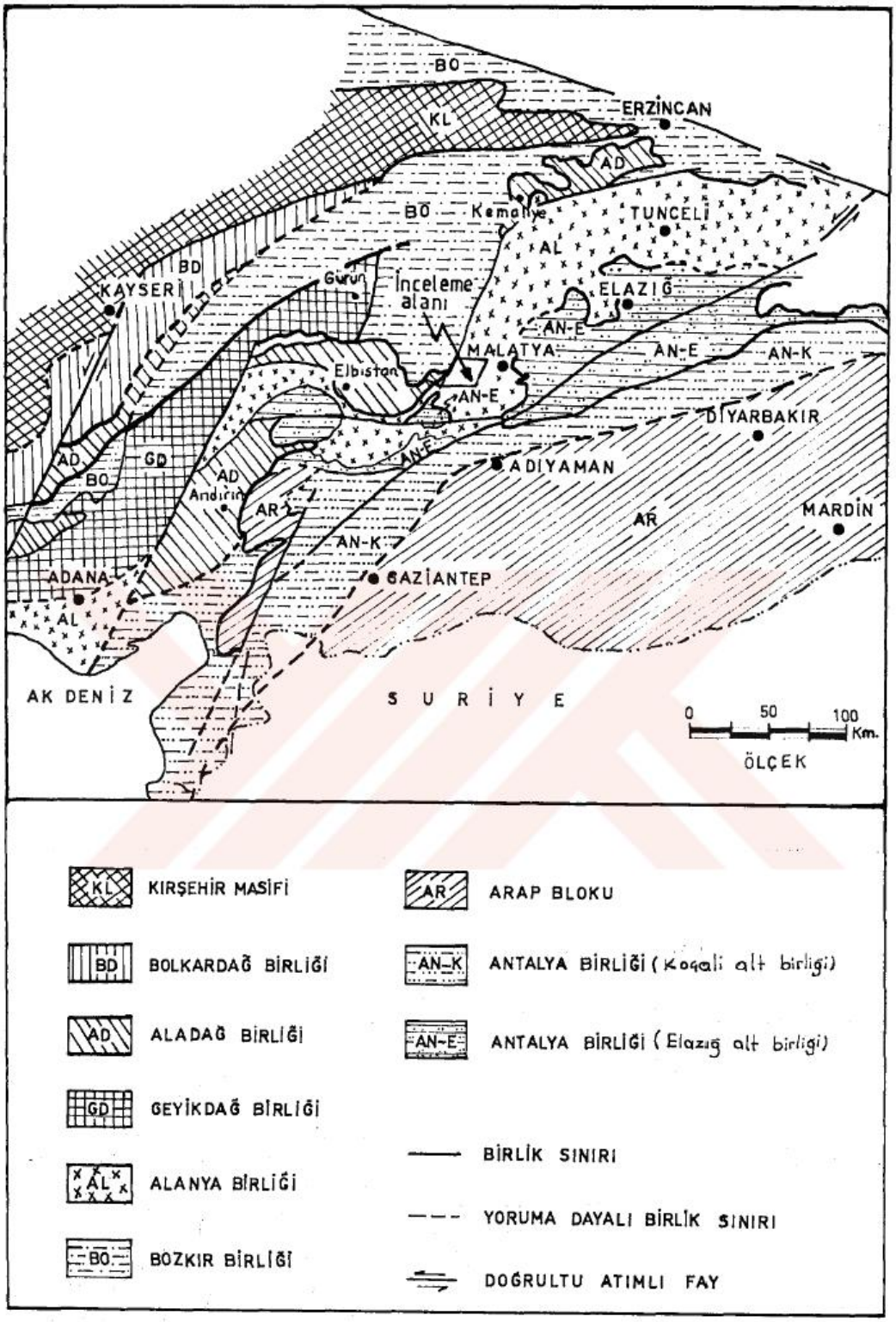
Ketin ve Canıtez, (1972), tarafından yapılan çalışmaya göre ise inceleme alanı İranid'ler içerisinde bulunmaktadır.

Arpat ve Şaroğlu, (1972, 1975), tarafından yapılan çalışmada inceleme alanının Güneydoğu Anadolu Fay zonu üzerinde olduğu ve bu zona bağlı Sürgü yakınlarından geçen aktif bir fayın varlığı belirtilmiştir.

Yazgan, (1972), Malatya GD'sunda Pütürge metamorfitleri ve üzerinde gelişen Maden volkano-tortul karmaşığının petrografik ve jeokimyasal özelliklerini araştırmış ve karmaşığa ait volkanitleri, kalkalkalen eğilimli toleyitik bir volkanizmaya bağlamış ve bununla birlikte Malatya ve çevresindeki yer yer felsik ve mafik granitoid sokulumlarının Geç Kretase yaşlı bir intrüzyon olup Güneydoğu Anadolu bölgesinde Neotetis'in güney kolunun kapanımı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Araştırıcı bu granitoyidlerin, metaofiyolitleri ve karbonat platformunu kestiğini de savunmuştur.

Yazgan, (1981, 1983, 1984), Elazığ-Malatya çevresinde yaptığı araştırmalarda, kuzeyden güneye doğru Kretase yaşlı Yüksekova karmaşığı ve Eosen yaşlı Maden karmaşığının genç ve kalın olmayan bir kıta kabuğu üzerine yerleşmiş "etkin kıta kenarı" ürünleri olduğunu ileri sürmüştür. Ayrıca Yüksekova karmaşığı içerisinde yer alan derinlik kayaçlarının tespit edilen yaşının Kampaniyen (74-80 my) olduğunu ve alkaliye eğimli kalkalkali karekterde olduğunu açıklamıştır.

Perinçek ve Kozlu, (1984), Afşin-Elbistan-Doğanşehir üçgeni içerisinde çalışmışlar ve yüzeylenen metapelit, peridotit, gabro, diyabaz, amfibolit, serpantinit ve granitik kayaçların Mesozoyik yaşta olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanısıra granit ve granodiyoritlerin adayayı magmatizmasındaki farklılaşmanın son evresini temsil ettiklerini ve Yüksekova kompleksindeki asidik kayaçlar ile aynı yaşta olduklarını ileri sürerek, inceleme alanının Özgül (1976) tarafından ayrımlanan Alanya birliği içerisinde yer aldığını açıklamışlardır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. İnceleme alanı ve çevresindeki tektonik birliklerin dağılımını gösteren şematik harita (Perinçek ve Kozlu, 1984'ten alınmıştır).

Bozkaya, (1991), bu çalışmada, Malatya iline bağlı Hekimhan ilçesinin güneyinde geniş yayılım gösteren ve Jura'dan Miyosen'e kadar değişen yaşlara sahip sedimanter birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik istifini, yanal ve düşey yöndeki mineralojik ve jeokimyasal değişimlerini belirlemiş, kil, zeolit ve karbonat minerallerinin oluşumlarına, diyajenetik evrimlerine ve dağılımlarına açıklık getirmiş, bu minerallerin ana ve iz element içeriklerini incelemiş, sonuçta tüm sedimanter havzanın jeolojik evrim ve paleocoğrafik gelişimini ortaya koymuştur.

Yılmaz, (1992), ve Karaoğlan, (2005) ise çalışmalarında benzer bir yaklaşımla Doğanşehir (Malatya) bölgesindeki kayaçların kalkalkalen, I-tipi granitoyid özelliğine sahip olduğunu ve volkanik yay ortamında oluştuğunu, bölgedeki ofiyolitlerin ise Geç Kretase'de Neotetisin güney kolu içinde oluşmuş ve sonrasında metamorfizmaya uğramış olduğunu söylemişlerdir.

Özçelik, ve Altunsoy, (1993), Çalışmalarında, Levent (Akçadağ-Malatya)'in kuzeybatısındaki Üst Kretase yaşlı Ulupınar formasyonunun çakıltaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşı birimlerinden oluştuğunu saptamışlardır. Egemen birim olan kumtaşlarının klastik petrofasiyeslerini incelemişlerdir. Bunlarda piroksen, amfibol, muskovit,- biyotit, klorit ve opak minerallerden meydana gelen ağır mineralleri belirlerken; Kil mineralleri olarak da illit, klorit ve kaoliniti belirlemişlerdir. Ulupınar formasyonu kumtaşlarını oluşturan kırıntıların rösiklik orojen provenansı ile karışık provenanstan türemiş olduğunu, geçiş provenanslarının ise; rösiklik geçiş ve rösiklik kayaç parçaları olduğunu belirtmişlerdir.

Önal, (1995), yaptığı çalışmada bölgedeki magmatik kayaçları mineralojik ve petrografik özelliklerini dikkate alarak diyorit ve tonalit gurubu olarak iki alt gruba ayırarak incelemiş ve aynı mineralojik bileşimlere sahip porfirler ve daykları ise yarı derinlik kayaçları olarak ele almıştır.

Yamık ve ark., (1995), Malatya ili Hekimhan ve Darende ilçeleri sınırları içinde yer alan Kuluncak fluorit yatağı ile ilgili yaptıkları çalışmada; yatakta fluorit-apatit-karbonatitlerin dayklar halinde görüldüklerini, bu karbonatit dayklarına paralel olarak ekonomik fluorit damarlarının da geliştiklerini, yörede saptanan karbonatitlerin; fluorit apatit-karbonatit türünde olup siyenitleri kestiklerini, yatakta fluorit ile beraber apatit, ejirin, ortoklas, kalsit ve dolomitin bulunduğunu tespit

etmişlerdir. Bununla beraber ekonomik olarak ana mineral fluoritin yanında, toryum, uranyum ve yitriyum minerallerine de rastlamışlardır.

Alpaslan ve Terzioğlu, (1996), Arguvan yöresinde yüzeyleyen Üst Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkaniklerin jeokimyasal özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemişler ve petrojenez mekanizmalarını tartışmışlardır. Ana element verilerinin, Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin geçiş ve subalkalin karakterde, Pliyosen yaşlı volkaniklerin ise geçiş ve alkalin karakterde olduğunu belirtmişler; iz element verilerine dayalı değerlendirmelerin de Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin geçiş karakterinde, Pliyosen yaşlı volkaniklerin ise alkalin karakterde olduğunu kaydetmişlerdir. Ana ve iz element jeokimyası verilerine dayanarak Doğu Anadolu'nun çarpışma sonrası tektonik evrimi birlikte değerlendirildiğinde; Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin manto kökenli eriyiğin kalınlaşan kıtasal kabuk tarafından kontaminasyona uğratıldığını, Pliyosen volkaniklerin ise kabuksal bulaşmaya az veya hiç uğramadan yüzeye çıktığını söylemişlerdir.

Önal ve Bingöl, (1996), çalışmalarında Malatya'nın batısında Doğu Toros Kuşağı'nda yer alan Polat-Beğre Granitoyidi'ni mineralojik ve petrografik olarak incelemişlerdir. Polat-Beğre Granitoyidi'nin Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlar ve Alt-Orta Eosen yaşlı birimler ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Polat-Beğre Granitoyidi'nin Orta Miyosen yaşlı çakıltaşı tarafından örtüldüğünü belirtmişlerdir.

Önal ve Altunbey, (1997), Malatya ili Doğanşehir İlçesi'nin yaklaşık 4 km K-KB'sında bulunan alanda yaptıkları çalışmada, yaşlıdan gence doğru Permo-Triyas yaşlı Malatya Metamorfitlerini, Üst Kretase yaşlı Berit Grubunu, Üst Kretase yaşlı Polat Granitoyidini ve Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığını haritalamışlardır. Ayrıca bu birimlerin Plio-Kuvaterner yaşlı Beylerderesi Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlarla örtüldüğünü söylemişlerdir. Polat Granitoyidi'ne ait plütonik kayaçların (tonalit, diyorit), Malatya Metamorfitleri'ni (mermer, kristalize kireçtaşı) etkilediği dokanaklarda kontakt-metasomatik olarak skarn kayaçlarının ve Fe cevherleşmelerinin oluştuğunu saptamışlardır.

Önal ve Bingöl, (1997), yaptıkları çalışmada inceleme alanında, yaşlıdan gence doğru Malatya Metamorfitleri (Permo-Triyas), Berit Grubu (Üst Kretase),

Polat granitoyidi (Üst Kretase?), Maden Karmaşığı (Alt-Orta Eosen) ve Beylerderesi Formasyonu'nu (Orta Miyosen) ayırtlamışlardır.

Uçurum, (1998), Bu çalışma ile Divriği ve Hekimhan bölgelerindeki üç farklı listvenit mostrasından alınan örneklerin Co, Ni, As, Ag ve Au konsantrasyonları arasındaki olası iliskiyi araştırmıştır. Cürek-Divriği, Sivas-Güvenç ve Karakuz-Hekimhan, Malatya bölgelerinde yer alan Divriği ve Kuluncak ofiyolitik mélanjları içerisindeki serpantinitlerin düşük dereceli hidrotermal çözeltiler ile alterasyona uğramaları sonucu iki farklı tipte lisvenitin oluştuğunu saptamıştır. Saptamasına göre; I. Tip lisvenit silika-karbonat lisvenittir ve ana mineraller silika+kalsit+dolomit+ankerit±manyezit iken, II. Tip lisvenit kütlesi karbonat lisvenittir ve önemli silika getirimi olmaksızın kalsit+dolomit+ankerit±manyezit tarafından karekterize edilmektedir.

Dumanlılar ve ark., (1999), tarafından Kızmehmet mahallesi (İspendere-Malatya) bakır-pirit cevherleşmesi ve yakın çevresinin jeolojisi, mineralojisi, petrografisi, jeokimyası, yan kayaç alterasyonu, cevher yan kayaç ilişkileri ve cevherin mikro yapı-doku ilişkileri incelenmiştir. İncelenen alandaki Harabe tepe magmatitlerinin bu alandaki alterasyon ve cevherleşmelerin nedeni olduğu açıklanmıştır.

Mercierl ve ark., (1999), Güneydoğu Madagaskar'daki Yakut Mineralizasyonu üzerine çalışmış ve yakut yataklarının Doğu Afrika yataklarıyla benzerlikler gösterdiğini, özellikle Tanzanya ile yakut mineralizasyonunun benzer jeolojik içerikte olduğunu, birincil yakut yataklarının amfibolit ve anortozit damarlarında oluştuğunu ve yakut içeren kayaların 9-11.5 kbar ve 750-850^{o}C durumundaki alt granulit fasiyeslerinde kristallendiğini öne sürmüşlerdir.

Mercier ve ark., (1999), Kenyadaki mangari bölgesinde bulunan yakut yataklarının kökenini çalışmışlar ve Proterozoyik Mozambik Kuşağının çok sayıda birincil korund yataklarını içerdiğini ve bunların ultrabazik oluşumları ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, laboratuar çalışmaları ve petrografik karşılaştırmalar sonucu yakut içeren kayaların 700-750^{o}C ve 8-10,5 kbar'lık granulit fasiyesi koşullarında kristalize olduğunu, buna karşılık, çevredeki gnaysların maksimum 650^{o}C civarında sıcaklık ve 7 kbar'ı geçmeyen basınçlardaki amfibolit

fasiyesi metamorfizmasını gösterdiğini belirtmişlerdir. Sonuçta bölgedeki birincil yakut yataklarının ultrabazik birlikler ile yakından ilişkili olduğunu, Mozambik Kuşağında sadece granulit fasiyesi koşullarında oluştuğunu, yatakların bazılarının düşük dereceli metamorfik kayaların içine tektonik olarak sonradan yerleştiğini tespit etmişlerdir.

Önal ve Altunbey, (1999), çalışmalarında Karbonat platformu ile Granitoyid dokanağı boyunca endoskarn ve ekzoskarn şeklinde gelişmiş skarn oluşumları bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu skarnların mineral topluluklarını, granat (andradit, grossular), epidot, piroksen (diyopsit, ferrosalit, hedenberjit), plajioklas, K-feldispat (ortoklas), amfibol (hornblend), skapolit (menyonit), kalsit, kuvars, klorit, manyetit ve sfenin oluşturduğunu saptamışlardır.

Yılmaz, (1999), çalışmasında Doğu Toros Kuşağı'nda Sürgü yöresinde tektonik konum yönüyle en altta, Arap-Afrika levhasına ait Pütürge Metamorfitleri'nin Prekambriyen-Alt Palezoyik yaşlı granitik gnays, gnays şist, meta-tüf ve kuvars şistlerden oluşan bölümün gözlendiğini belirtmiştir. Pütürge Metamorfitlerinin almandin-amfibolit ve yeşilşist fasiyesinde bir metamorfizmanın ürünleri olduğunu tespit etmiştir. Yazar, bu temel üzerine Orta Eosen öncesinde yer yer Esence Granitoyidleri'nce kesilmiş Göksun Ofiyolitlerinin ilerlemiş olduğunu; Göksun Ofiyolitlerinin peridotit, gabro, eklojit (?), granulit ve amfibolitten oluştuğunu ifade etmiştir.

Önal ve Beyarslan, (2001), çalışmalarında Doğanşehir (Malatya) civarındaki ofiyolitik kayaçların jeolojik ve petrografik özelliklerini incelemişlerdir. Berit Ofiyoliti'nin ultrabazik kayaçlar, gabrolar ve bunları kesen verlitik kayaçlardan oluştuğunu vurgulamışlardır.

Garnier ve ark., (2002), çalışmalarında Flogopit içeren mermerlerde gelişen yakutu, 40 Ar/39Ar lazer aşamalı ısıtma tekniğini kullanarak dolaylı şekilde yaşlandırmışlardır. Yazarlar, flogopitlerin verdiği 23.2 ve 24.4 my arasındaki Miyosen soğuma yaşları, magmatik ve metamorfik kayalar üzerinde aynı yaşlandırma yöntemi kullanarak yapılmış ve önceden yayınlanmış yaşlarla aynı olduğunu, bütün yakutların 40 ila 35 my' lık periyod boyunca oluştuğunu, Flogopit ve biyotit örneklerinin Miyosen soğuma yaşlarının minimum 21 ve 22.5 My arasında

olduğunu ve bu yaşların yakut oluşumu için minimum yaşları ifade ettiğini belirtmişleridr. Vietnam'daki yakut oluşumlarını, İç ve Güneydoğu Asya'daki diğer mermer içerikli yakut yatakları gibi Asya ve Avrasya plakaları arasındaki kıtasal çarpışmadan kaynaklanan Senozoik tektoniklerle ilişkilendirmişlerdir.

Uygun ve Solakoğlu., (2002), çalışmalarında, Pütürge masifindeki yüksek alüminalı, serisitli, yüksek ve düşük silis modüllü ve düşük alkali içerikli olarak belirledikleri beş ayrı tip pirofillit oluşumunun mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini tanımlamışlardır. Pütürge masifindeki pirofillit zuhurlarının düşük demir ve krom içerikleri nedeniyle giderek artan miktarlarda beyaz çimento üretiminde kullanıldığını, Pütürge güneyinde yaklaşık 15 km uzunluğunda bir kuşakta 25 dolayında pirofillit zuhuru saptandığını ve 10 adet ocak açıldığını, bazı kesimlerde yüksek alüminalı distenli pirofillitlerin varlığının, pirofillitlerin masifin geçirdiği yeşilşist fasiyesindeki ikinci "gerileyen" metamorfizma evresinde distenlerden dönüştüğünü ifade etmişlerdir.

Bozkaya ve ark., (2003), Pütürge (Malatya) güneyinde KD-GB yönlü pirofillit-kaolin yataklarını mineralojik ve petrografik açıdan incelemişlerdir. Yatakların çevre kayaçlarını altta milonitik granitik gnayslar ve üstte metabazik şist mercekli distenli metamorfik kayaçların (muskovit gnays, kuvarsit) oluşturduğunu, bu kayaçların çubuksu turmalin ve levhamsı hematit içeren silis damarları ile kesildiğini, pirofillit oluşumlarına granitik gnaysların hemen üstündeki disten içeren gnayslardan itibaren geçildiğini ifade etmişlerdir.

Ekici, (2003), yaptığı doktora tez çalışmasında Arguvan-Arapgir arasında Malatya fayı boyunca gözlenen volkanitleri petrolojik açıdan incelemiştir. İnceleme alanında Alt-Miyosenden Plio Kuvaternere kadar değişen yaş aralıklarında oluşmuş litolojilerin bulunduğunu belirtmiştir. Yaş ilişkilerine göre iki farklı birim olan Üst Miyosen yaşlı Yamadağ volkanitlerini ve Pliosen yaşlı lavları ayırtlamıştır. Yamadağ volkanitlerinin lavlar, aglomeralar, lapilli ve tüflerden oluştuğunu, lav akıntılarının ise bazaltik andezitten dasite kadar değişik aralıklarda olduğunu gözlemlemiştir.

Giuliania ve ark., (2003), Kuzey Vietnam, Luc Yen bölgesinde mermer barındıran yataklardaki yakutlarda bulunan CO_2–H_2S–COS–S_8–AlO(OH) içerikli sıvı kapanımları çalışmışlardır ve yakut içeren mermerlerin kapalı bir sistem gibi

hareket ettiğini ve alüminyumun yüksek P-T' de CO_2' çe zengin sıvılarda taşınabildiğini göstermişlerdir.

Santoshl ve Collins, (2003), Güney Hindistan'daki Madurai Granülit Bloğunun kuzey kenarının yakınında Palghat-Cauvery makaslama zonu sisteminde bir dizi yarı değerli süstaşlarının oluşumunu incelemişlerdir. Bu kuşakta korundun farklı çeşitlerinin (yıldız yakut, safir), kordiyeritin (Iolite), feldispatın (aytaşı ve çeşitli tonlarda güneştaşı), beril (zümrüt, akuamarin), Krizoberil (alexandrite), Kornerüpin, topaz, spinel, kristal kuvars ve ametistin varlığından sözetmişlerdir. Bu kuşaktaki yakut mineralizasyonunu Malagasy Betsimisaraka kenet kuşağı ve güney Hindistan'da Palghat-Cauvery makaslama zonu sistemi arasındaki bir ilişkiyi destekleyen, doğu Madagaskardaki benzer oluşumlarla ilişkilendirmişlerdir.

Birinci, ve Sarıkaya, (2004), çalışmada Malatya-Pütürge yöresi düşük tenörlü profillit cevherinin aşındırmalı yıkama yöntemi ile zenginleştirilme olanaklarını araştırmışlardır. Profillit, kuvars ve kaolinitin başlıca mineraller olarak bulunduğu cevher numunesinin % 13,90 $A1_20_3$ ve %79 $Si0_2$ içerdiğini tespit etmişlerdir.

Simonet ve ark., (2004), Merkezi Kenya'da bulunan Dusi safir yatağının, benzersiz bir volkanik süstaşı-korund yatağı olduğunu ve mavi ve sarı safirlerin 4-5 m kalınlığında, birkaç kilometre boyunca uzanan bir N-S dikey monzonit daykından elde edildiğini belirtmişlerdir. Plajiyoklaz (An3-9), ortoklaz (Or82-96), korund, zirkon ve Fe-mikadan oluşan kayanın mineralojik ve kimyasal özelliklerinin benzersiz olduğunu öne süren yazarlar Sr-Nd izotop verilerinin, kayanın bir kabuk bileşeninin az veya hiç katılımıyla, manto kökenli olduğunu gösterdiğini söylemişlerdir. Ayrıca birçok bakımdan benzer bir kristalizasyon ortamı nedeniyle, Dusi korund kristallerinin alkali bazalt sahalarından kaynaklanan korund ksenokristalleriyle karşılaştırılabileceğini belirtmişlerdir.

Yui ve ark., (2006), Tayland, Chanthaburi-Trat alkali bazaltik süstaşı sahasındaki, plaser safir ve yakut üzerine yaptıkları Oksijen izotop çalışmalarında yakutlar +1,3 x'ten +4,2 x'e kadar olan aralıkta O-izotop bileşimlerine sahipken, safirlerin +5.1 x'ten 6,2 x'e kadar olan aralıkta O-izotop bileşimlerine sahip olmalarından ötürü plaser safirler ve yakutlar için farklı bir birincil oluşum olması gerektiğini ortaya koymuşlardır. Safirin başlangıçta alt kabuk / üst manto

derinliklerinde evrimleşmiş manto magmalarından kristalize olduğunu, yakutların ise deniz kara etkileşimi olmadan önce başlangıçta üst manto koşullarında mafik metamorfitlerde oluştuğunu vurgulayan yazarlar bu plaser korundları için birincil kaynak olarak alt-kıta mantoda granatlı piroksenitli bir geçiş olabileceğini önermişlerdir.

Garnier ve ark., (2008), Orta ve Güneydoğu Asya'daki Mermer barındıran yakut yataklanmalarında yeni bir genetik modelden söz etmişlerdir ve bu yatakların Hint plakasının Avrasya plakasıyla Tersiyerde çarpışması sırasında gelişmiş olan Himalaya dağ kuşağında yer aldığını söylemişlerdir. Bu yatakların ayrıca Granitoyid intrüzyonlar ile mekansal olarak bağlantılı ve yüksek dereceli metamorfizma geçirmiş olan platform karbonatları serisinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Tüm oluşumları Himalayalar'daki sütür zonlarında doğrudan Himalaya dağ oluşumları sırasında oluşan büyük tektonik olaylarla ve Güney Doğu Asya'da çarpışmadan sonra makaslama zonlarıyla ilişkilendirmişlerdir. Metamorfik sıvı sisteminin karbonatların oluşumundan kaynaklanan CO_2'çe ve erimiş tuz (NaCI, KCl, $CaSO_4$) tarafından yayılan florin, klorin ve bor'ca da zengin olduğunu saptamışlardır. Evaporitlerin bu yatakların oluşumunu açıklayan anahtar kelime olduğunu belirten yazarlar aynı zamanda mermerlerde bulunan ve yakut kristalleşmesine yol açan Al ve metal geçiş elementlerinin erimiş tuzlar tarafından taşındığını belirtmişlerdir.

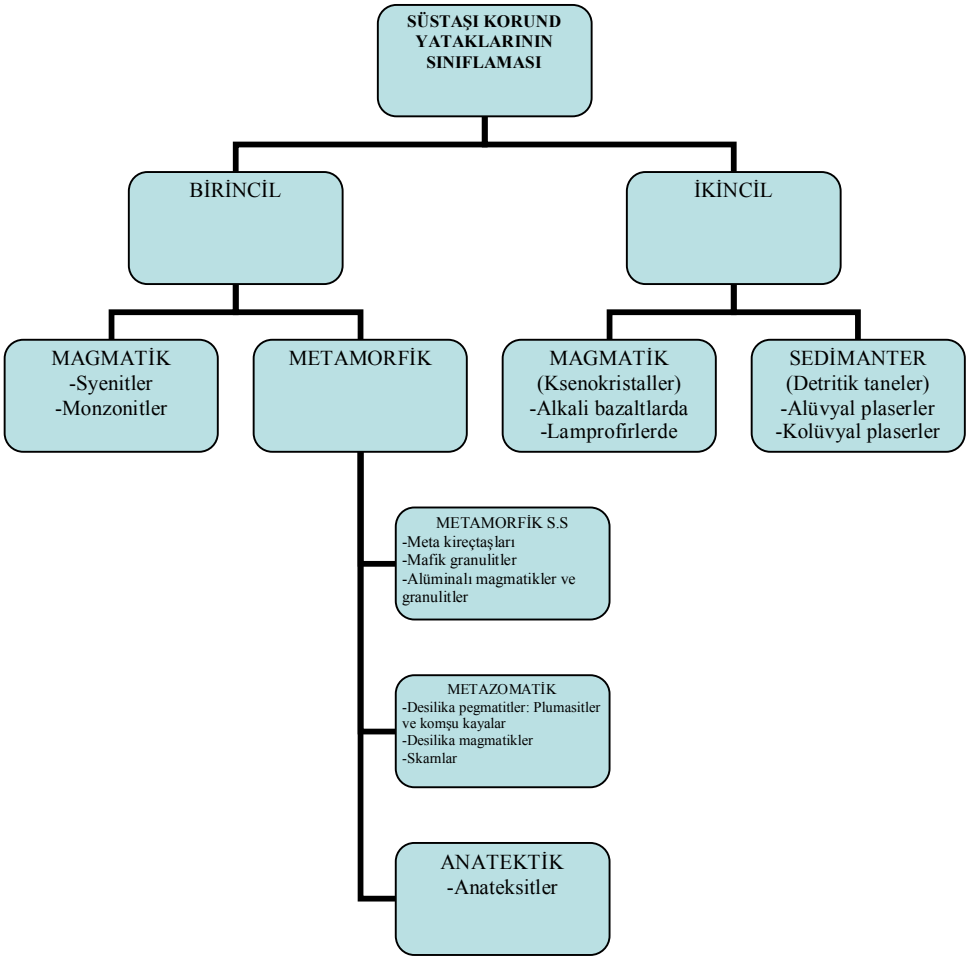
Graham ve ark., (2008), Batı Pasifik kıta kenarı plaka içi bazaltik alanlardaki süstaşı korund yatakları ile ilgili çalışmalarında süstaşı safir-yakut-zirkon yataklarının bazalttan türediğini, bazı kıta içi bazaltik alanlarda, korund içeren ksenolitlerin 790 C ve 0.85 GPa' dan 1100- 1200^{o}C' ye ve 2.5 GPa' ya kadar bir aralıkta PT oluşum durumları gösterdiğini belirlemişlerdir. Birçok magmatik safirin zirkon, spinel ve rutil sinjenetik inklüzyonları içermesine rağmen, bazılarının ek olarak nefelin ve K-feldispar bulundurmalarının doymamış alkali magmadan kristalizasyonu düşündürdüğünü, en azından daha fraksiyonlu 'granitik-tipi' magmalarla bazı etkileşimleri olduğunu belirtmişlerdir. Metamorfik- metazomatik korundlar Avrasya Plakası ile Hint Plakasının çarpışmasıyla bağlantılı transpressional rejimde kristallendiğinden söz etmektedirler. Magmatik korundlardaki ergiyik inklüzyon çalışmalarında: bu korundların 1000-1200^{o}C ye

kadar ki T durumlarının aralığı altındaki siyenitik ergiyikten CO_2'çe zengin çevrede oluştuğunu belirtmişlerdir. Oksijen izotop çalışmaları tipik magmatik korundların 0/00 +4.4 ten 6.9'a kadar değer alırken, aynı bazaltik ana kayadaki metamorfik korundların 0/00 + 1.3'ten 4.2'ye kadar gibi daha düşük değerler aldığını ortaya çıkarmışlardır.

Rakotondrazafy ve ark., (2008), Madagaskar'daki Süstaşı korund yatakları üzerine yaptıkları incelemede bu yatakların, jeolojik evrim açısından dört farklı düzende oluştuğundan bahsetmektedirler. Bunlardan ilkinin volkano-sedimanter serisinde oluştuğunu ikincisinin metamorfik granulitik levhacıklarından gelen kırıntılı seride, üçüncüsünün alkali bazaltlar içinde gabroik ve klinopiroksenit ksenolitlerde, dördüncü serinin ise alüvyal, elüviyal içinde oluştuğunu tespit etmişlerdir

Sunkar ve ark., (2008), çalışmalarında Kurucaova ve yakın çevresini (Malatya) jeomorfolojik olarak incelemişlerdir. Kurucaova'nın Türkiye'nin genç tektonik yapılarından Güneydoğu Anadolu Bindirmesi, Doğu Anadolu ve Sürgü fayları üzerinde yer aldığını ve kuzeyde Sürgü Fayı, güneyde Doğu Anadolu Fayı'nın zıt yönde hareketine bağlı oluşmuş *"fay kaması havzası"* (Fault-wedge basin) tipinde tektono-karstik bir havza olduğunu belirtmişlerdir. Sürgü Fayı'nın sağ yanal, Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF) sol yanal hareketi sonucu gerilme rejimi etkisinde oluşan havzanın, tabandaki mermerlere bağlı olarak karstlaşmaya uğradığını saptamışlardır.

Simonet ve ark., (2008), Süstaşı olarak keşfedilmesi hedeflenen Korund depolarının sınıflaması adlı yayınlarında korund depolarını birincil ve ikincil depolar olarak sınıflandırmıştır. Birincil depoların magmatik ve metamorfik depoları içerdiğini belirtmişlerdir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Süstaşı olarak keşfedilmesi hedeflenen Korund depolarının sınıflaması (Simonet, Fritsch and Lasnier, 2008)

Yazarlara göre magmatik korund depoları nadirdir ve Kenya'daki Safir barındıran siyenitleri içermektedir. Vurgu metamorfik depolara yapılmıştır ve bunlar metamorfik, metazomatik ve anatektik depolar olarak ayrılmıştır, pekçok korund depoları metazomatik oluşumlardan kaynaklanmaktadır, küçük ölçekli metazomatizma çoğunlukla, silika alüminalı kayalar (pegmatitler, magmatikler, vs.) ve silikaca fakir kayalar (ultramafikler, metakarbonatlar) arasındaki desilikatlaşma reaksiyonlarını kapsamaktadır. Yazarlar ayrıca Metamorfik depolarda, süstaşı korundun alüminyumca zengin ve/veya silisyumca fakir protolitin değişiminden kaynaklandığını, böyle depoların yakut içerikli mafik granulitleri, yakut içerikli meta kireç taşlarını ve yakut/safir içerikli magmatikleri ve granulitleri içerdiğini de belirtmişlerdir.

Yui ve ark., (2008), Myanmar, Mogok Yakutunda yapılan duraylı izotop ön çalışmalarında Kuzey Myanmar'da Mogok bölgesindeki birincil yakut oluşumu, spinel-forsterit içerikli mermer ve flogopit- grafit mermer boyunca özellikle mermer içerisinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu mermer birlikteliklerinin biyotit-garnet-sillimanit-oligoklas bantlı gnayslarda kuşatıldığını, Spinel–forsterit içerikli mermerin kökensel olarak CO_2'çe fakir akışkan-kaya alışverişiyle bağlantılı iken, yakut oluşumunun ise CO_2'çe zengin akışkan-kaya alışverişinden kaynaklanıyor olabileceğini belirtmişlerdir. Yakut içerikli mermer için tahmini sıcaklığın 607^oC'den daha düşük olduğunu, spinel-forsterit içerikli mermer içinse 710^oC'den düşük oduğunu ve yakut-spinel/forsterit için tahmin edilen oluşum sıcaklıklarının da ana akışkanlar, magmatik sokulumlar ve/veya metamorfik ürünlerle yakından bağlantılı olduğunu vurgulamışlardır.

Gürbüz ve Kaydu, (2011), yaptıkları çalışmada Korund mineralinin, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yukarı Fırat olarak bilinen bölümde, Malatya şehrinin Doğanşehir ilçesi ve çevresinde tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Karaoğlan, (2012), doktora tez çalışmasında, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı boyunca gözlenen mağmatik/metamorfik birimlerin oluşum, soğuma ve yüzeyleme yaşlarını jeotermokronoloji yöntemleriyle hesaplamıştır.Doğanşehir Granitotoyidinin orta eosende çok fazlı oluşum sürecini takiben Berit metaofiyolitini ve napları kestiğini belirtmiştir.

Karaoğlan ve ark., (2013), yaptıkları çalışmada Güneydoğu Anadolu-Doğanşehir bölgesindeki yüksek sıcaklık/yüksek basınç metamorfizması ürünü olan ofiyolitik kayaların ve Neotetisin dalma batma süreçleriyle ilişkili olan granitoyid intrüzyonlarının eosen yaşlı olduklarını kanıtlamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

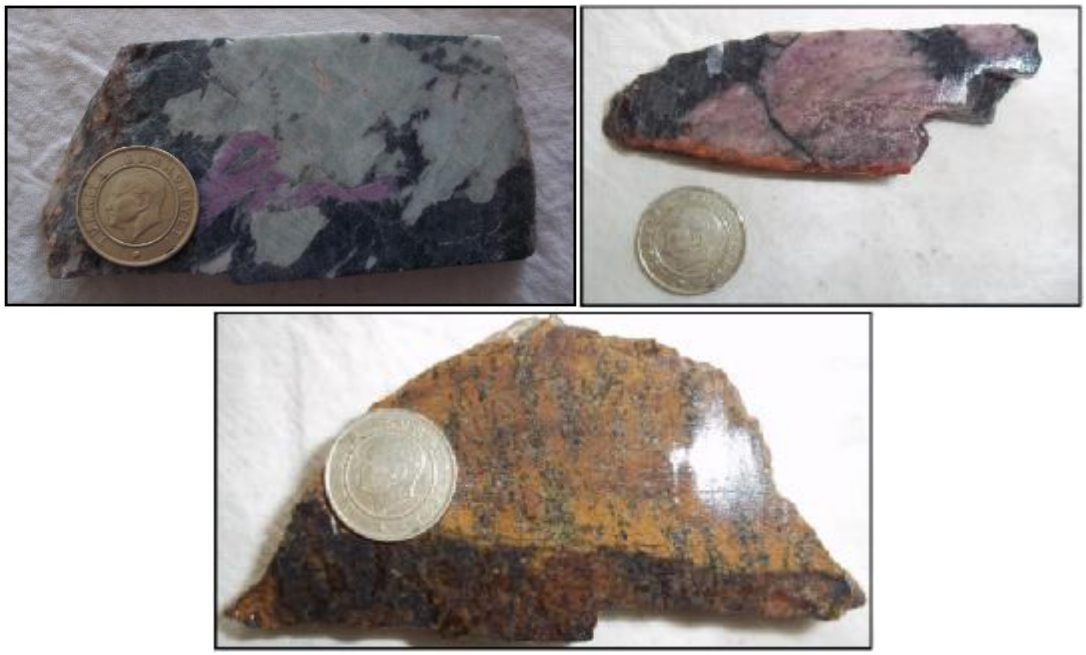
3.1. Materyal

2011-2012 döneminde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında Çavuşlu, Kalecik, Savaklı (Doğanşehir-Malatya) ve Kuyudere, Gökağaç (Arguvan-Malatya) bölgelerinden ince kesitler, kimyasal analizler ve süstaşı işlemeleri yapılmak üzere Jeolog çekici ve GPS kullanılarak sistematik örnek alımı gerçekleştirilmiştir ve 1/25000'lik harita üzerine işlenmiştir.

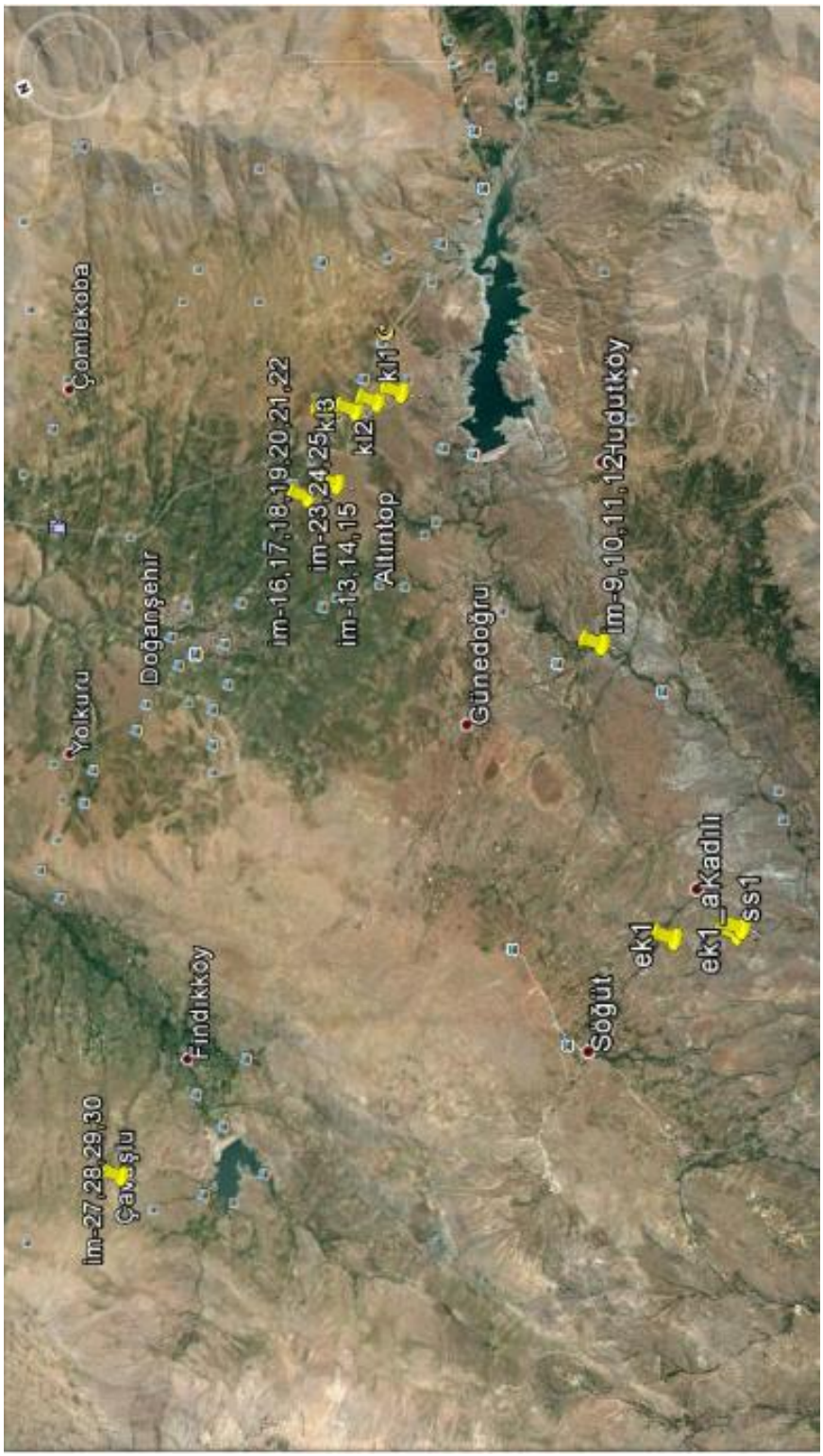
3.2. Metot

3.2.1. İnce Kesit Çalışmaları

Doğanşehir ve Arguvan bölgelerinden alınan süstaşı minerallerinden ve yan kayaçlardan ÇÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ince kesit laboratuarında 80 numuneden ince kesit yapılmak üzere dilimler alınmıştır (Şekil 3.1, ölçek: 10 kuruş).



Şekil 3.1. Doğanşehir'den (Savaklı ve Sarıdanış civarı) toplanan örneklerin ince kesit yapılmak üzere dilim alınmış halleri.



Şekil 3.2. Doğanşehir bölgesine ait örnek alım yerlerini gösteren harita (http:// www.google.com/earth/).

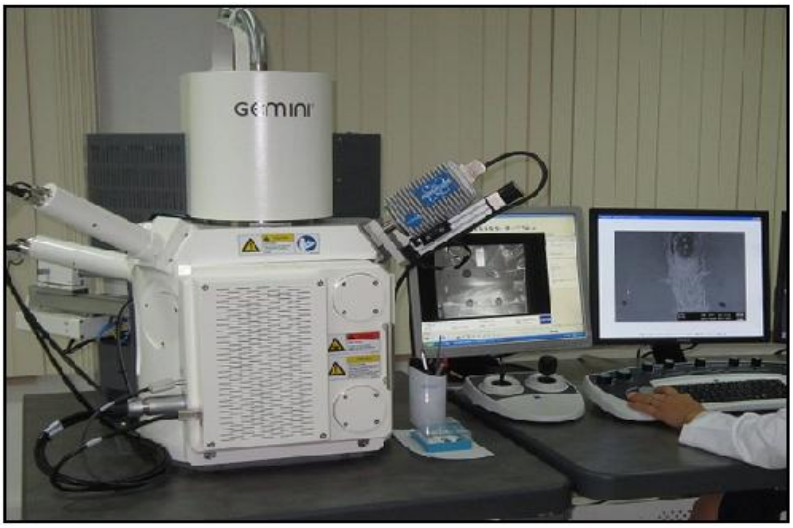


Şekil 3.3. Arguvan bölgesindeki örnek alım yerlerini gösteren harita (http:// www.google.com/earth/).

Hazırlanan ince kesitler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskopta incelenerek ayrıntılı petrografik determinasyonları yapılmıştır. Gerekli görülen kesitlerden fotoğraflar çekilmiştir.

3.2.2. Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) Analizleri

FE-SEM (Şekil 3.4) ile seramik, metal, polimer, ince film, jeolojik malzemeler ve biyolojik numunelerin topografi, morfoloji, şekil, boyut, bileşim ve kristallografik yapıları hakkında bilgi elde edilir. Cihazda bulunan ikincil elektron görüntü (SE), in-lens SE, geri yansıyan elektron görüntü (BSE) ve katodolüminesans (CL) dedektörleri ile yüksek çözünürlükte görüntü elde edilmektedir. Cihazla beraber EDS sistemi ile belirlenmiş bir nokta, çizgi ve alan taraması ve seçilmiş alan X-ışın haritalanması yapılmakta ve bu bölgelerde kalitatif ve kantitatif analizler yapılabilmektedir. Yalıtkan numunelerin analizi için numune hazırlamada kullanılmak üzere yüksek vakum sputter platin kaplama cihazı ve karbon kaplama ataçmanı mevcuttur. Ayrıca biyolojik örnekler için kritik nokta kurutucusu mevcuttur. Bu sayede, dokularda fizyolojik veya patolojik olarak ya da deneysel yöntemlerle ortaya çıkan morfolojik değişikliklerin analizi yapılarak yorumlanabilmektedir.

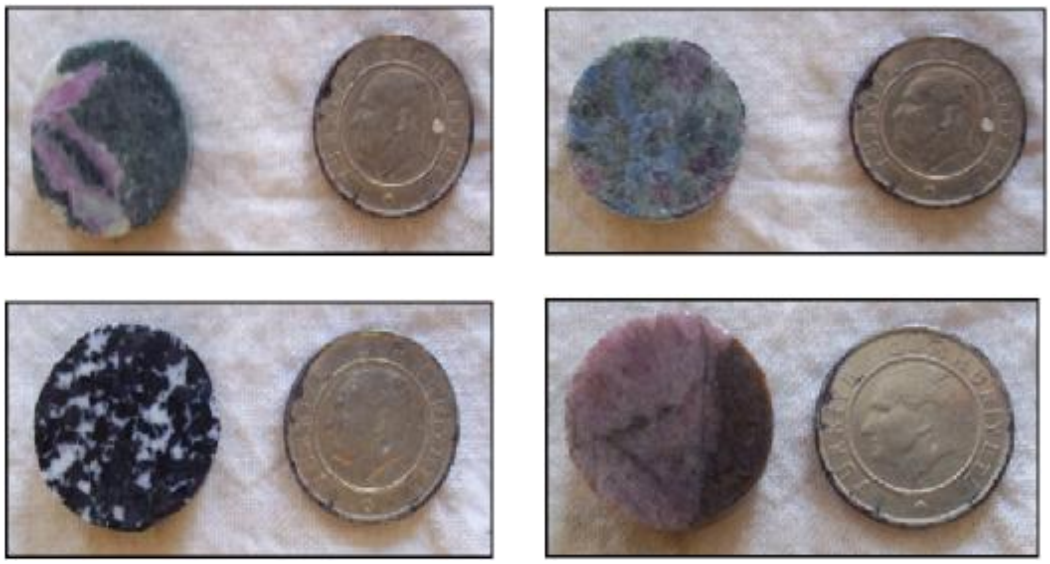


Şekil 3.4. Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) (Markası ve Modeli: Zeiss / Supra 55)

Doğanşehir ve Arguvan (Malatya) bölgelerinde yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerin 36 tanesinden kesitler (10 kuruş ebatlarında) alınarak (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6) MEÜ İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma Ve Uygulama Merkezinde Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) ile analiz yapılmıştır.



Şekil 3.5. Arguvan (Gökağaç-Kuyudere civarı) bölgesinden alınan el örneği (A) ve FESEM analizi için bu örnekten 10 kuruş ebatında hazırlanan kesitin (B) görüntüsü.



Şekil 3.6. Doğanşehir (Savaklı-Sarıdanış) ve Arguvan (Gökağaç-Kuyudere civarı) bölgelerinden FESEM analizi için hazırlanmış örnekler.

3.2.3. Dalga Boyu Dağılımlı X-Işınları Floresans Spektrometresi (WDXRF) Analizi

X-Işınları Floresan (XRF) spektroskopisi (Şekil 3.7) çok çeşitli malzemelerin kimyasal analizleri amacıyla kullanılan bir yöntemdir. X-ışınına maruz kalan numuneler yörüngelerinden elektron kaybederek iyonize olurlar. Elektron boşlukları üst yörüngede bulunan elektron tarafından doldurulduğunda yörüngeler arası enerji farklılığından dolayı her element karakteristik dalga boyuna sahip X-ışını yayar. Bu yöntemle malzemenin kimyasal bileşimi hakkında elementel, oksit ve özel bileşik olarak bilgi alınır. Hafif elementler kolay ve net bir şekilde tespit edilmektedir. Numune için standartlar elde edilemediğinde, yarı kantitatif analiz programı (SQX) kullanılmaktadır. XRF cihazı ile katı ve sıvı malzemelerin kalitatif, yarı kantitatif ve standart numuneleri olması koşuluyla tam kantitatif analizleri yapılabilir.

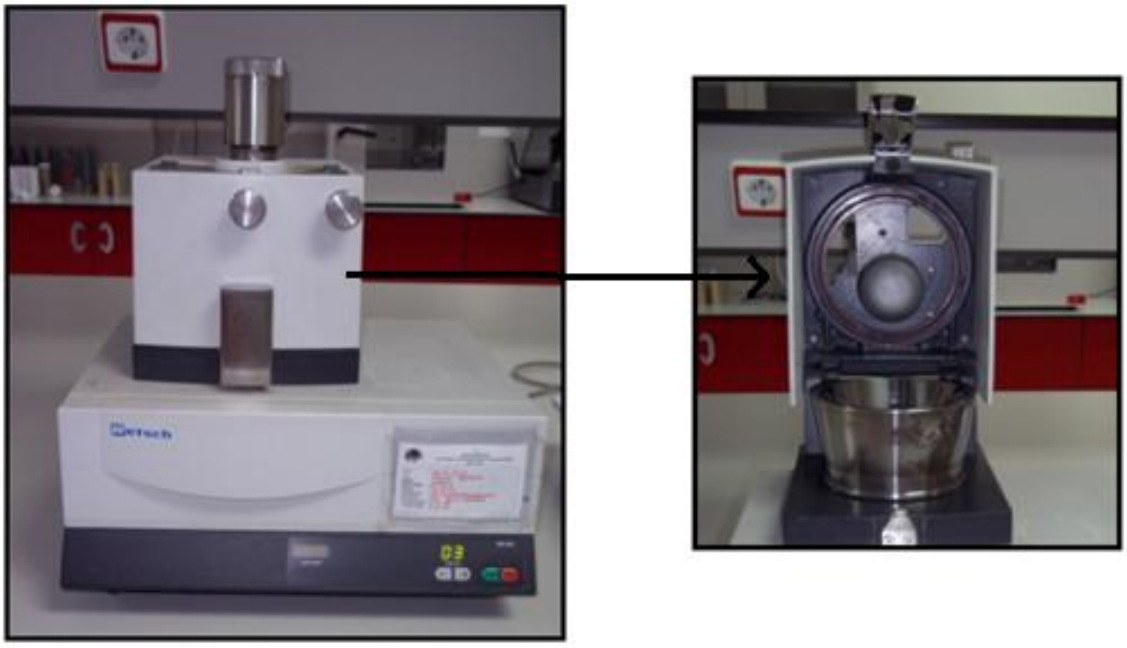


Şekil 3.7. Dalga boyu dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (WDXRF). Marka: Rigaku. Model: ZSX Primus II

2011-2012 döneminde Doğanşehir ve Arguvan (Malatya) bölgelerinde yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerin 33 tanesinden MEÜ İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma Ve Uygulama Merkezinde XRF analizi yapmak üzere numuneler hazırlanmıştır. Bunun için öncelikle numuneler jeolog çekici ile küçük parçalara ayrılmıştır (Şekil 3.8). Daha sonra havanlı öğütücüde (Şekil 3.9) ortalama 7 dk öğütülerek mikron boyutuna düşürülmüştür (Şekil 3.10).



Şekil 3.8. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan G-2 no'lu örneğin (solda) ve Doğanşehir (Savaklı-Sarıdanış) bölgesinden alınan SS-5 no'lu örneğin (sağda) çekiçle parçalanmış hallerinin görüntüsü.

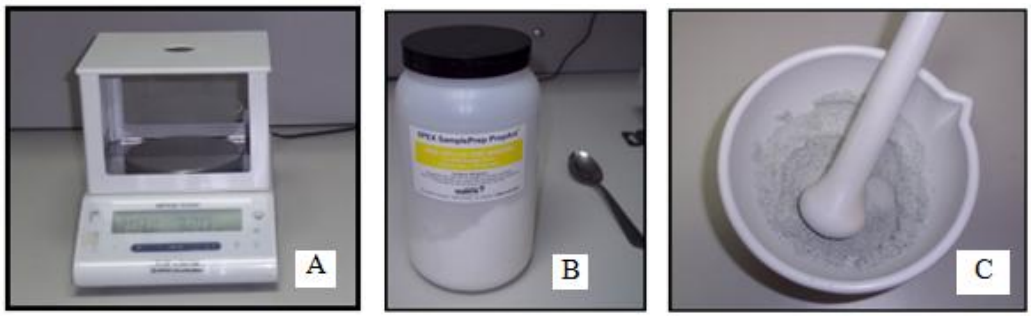


Şekil 3.9. Örnekleri öğütmek için kullanılan havanlı öğütücünün görüntüsü.

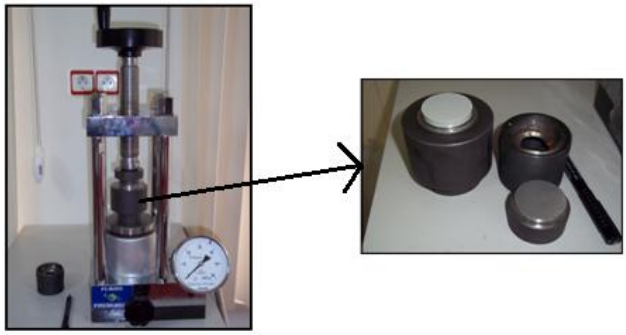


Şekil 3.10. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan G-2 no'lu örneğin (solda) ve Doğanşehir (Savaklı-Sarıdanış)'den alınan SS-5 no'lu örneğin (sağda) havanlı öğütücüde öğütülmüş hallerinin görüntüsü.

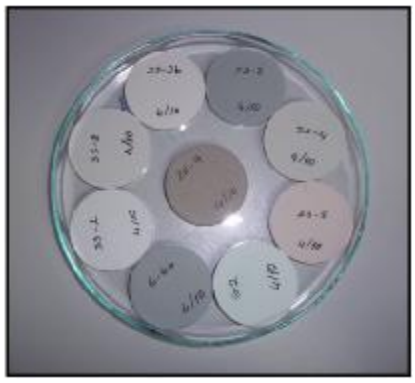
Öğütülen numuneden hassas terazide 10 gr tartılarak sert plastik malzemeden yapılmış el havanına konulup 4 gram SPEX marka silikon yapıştırıcı ile homojen bir karışım haline getirilir (Şekil 3.11). Bu karışım kalıba aktarılarak manuel preste (Şekil 3.12) pelet basımı gerçekleştirilir (Şekil 3.13). Hazırlanan peletler XRF cihazına yerleştirilir ve okumalar yapılır.



Şekil 3.11. XRF analizi için örnek hazırlamada kullanılan hassas terazi (A), yapıştıcı malzeme (B) ve sert plastikten el havanının (C) görüntüsü.



Şekil 3.12. Pelet basımında kullanılan manuel presin görüntüsü.



Şekil 3.13. Manuel preste basılan peletlerin görüntüsü.

3.2.4. Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometresi (FT-IR) Analizleri

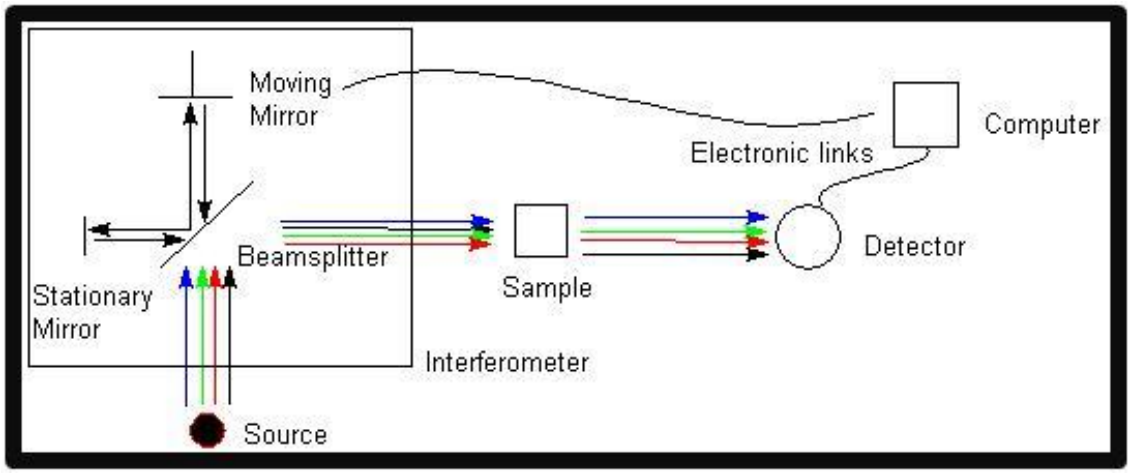
Kızılötesi (IR) absorbsiyon spektroskopisi bir tür titreşim spektroskopisidir (Şekil 3.14); IR ışınları molekülün titreşim hareketleri tarafından soğurulmaktadır. Matematiksel Fourier dönüşümü spektroskopisinde ışıma şiddeti, zamanın bir fonksiyonu olarak alınır. Her dalga boyunu ayrı ayrı tarama gerekmeksizin hızlı ve yüksek çözünürlükte spektrumlar elde edilebilir (http://biyokure.org/fourier-transform).



Şekil 3.14. Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometresi (FT-IR) (Marka: PerkinElmer Model: FT-IR/FIR/NIR Spectrometer Frontier, ATR).

Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometresi (FT-IR); kimya, eczacılık,

biyoloji, gıda, jeoloji ve çevre gibi birçok alanda yapılan çalışmalarda kullanılan bir cihazdır. Polimer filmler, fiberler, su, proteinler, düşük molekül kütleli hidrokarbonlar, tarım, gıda ve petrol ürünleri gibi birçok maddenin analizinde kullanılır. FT-IR molekül yapı ve etkileşimlerinin incelenmesinde de kullanılmaktadır.



Şekil 3.15. FT-IR cihazının çalışma sistemi (http://biyokure.org/fourier-transform).

Işık kaynağından ayrıldıktan sonra bir Işın Ayırıcı'ya (beamsplitter) gelir. Burada ışın hem sabit aynaya hem de hareketli ayna gönderilir. Daha sonra ışınlar aynadan yansıyarak Işın Ayırıcıya geri gelir. Buradan da örneğin bulunduğu yere gider. Örnek ile etkileşen ışın heterokromatik yapıdadır. IR spektroskopisinde monokromatörden geçirilen bu ışın tek dalga boyuna indirilir, yani ışın monokromatik yapıdadır. Işın örnek ile etkileştikten sonra algılayıcılar tarafından algılanır ve bilgisayar ile ölçülebilecek anlamlı sinyallere dönüştürülür (http://biyokure.org/fourier-transform).

Doğanşehir ve Arguvan (Malatya) bölgelerinde yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerin 13 tanesi öğütülerek MEÜ İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma Ve Uygulama Merkezinde Fourier Dönüşümlü İnfrared Spektrometresi (FT-IR) ile molekül yapı ve etkileşimlerinin incelenmesi amacıyla analiz yapılmıştır.

3.2.5. İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) Analizleri

ICP-MS (Şekil 3.16) direk olarak çözeltide eser (iz) element derişimlerinin belirlenmesinde kullanılır. Birçok element için gözlenebilme sınırı µg/L'nin (ppb) altındadır. Sistem, hidrür oluşturma, elektrotermal ısıtma ve lazerle parçalama gibi diğer tekniklerle de kombine halde kullanılabilir. ICP-MS ile su, gıda, yakıt, kan, idrar ve kayaç analizleri yapılabilmektedir.

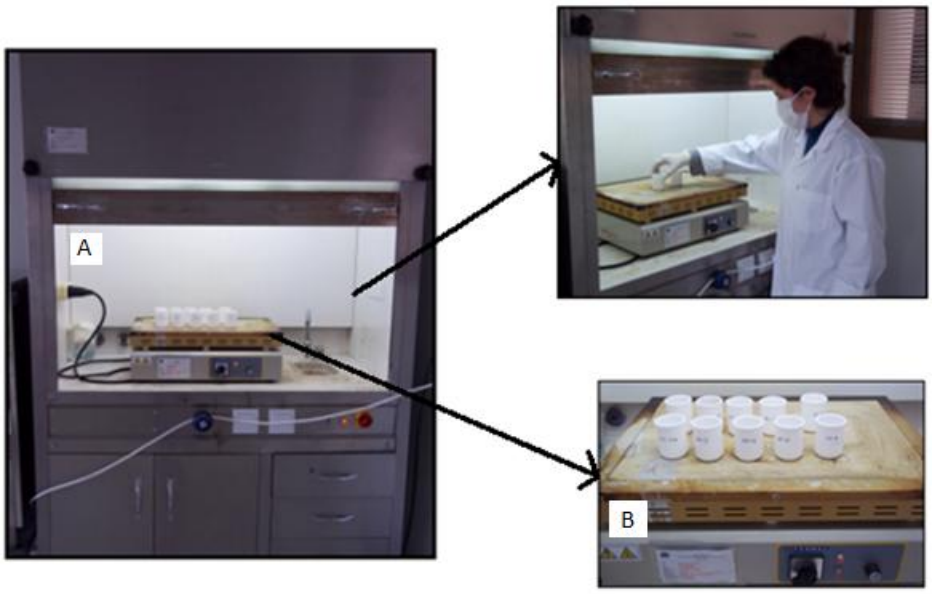


Şekil 3.16. İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) (Markası ve Modeli: Agilent 7500ce)

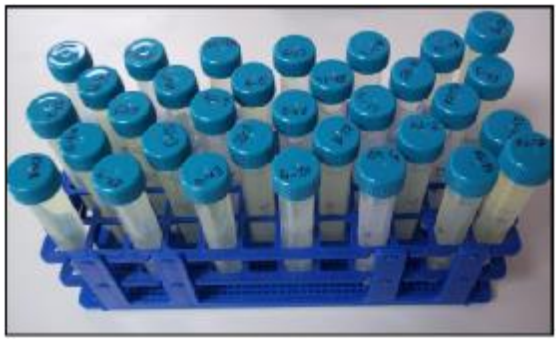
2011-2012 döneminde Doğanşehir ve Arguvan (Malatya) bölgelerinde yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerin 15 tanesinden Acme Analitik Laboratuvarlarında ICP-MS analizi yaptırılmıştır. ICP-MS analizi için örnek hazırlama aşamalarından aşağıda söz edilmiştir.

ICP-MS analizi için örnek hazırlanırken toz haline getirilmiş olan numunelerden hassas terazide 0.25 gr tartılarak ısıya dayanıklı teflon krozelere konulur. Krozedeki toz numuneye önce 2.5 ml hidroflorik asit (HF) konularak iyice karıştırılmış ve hotplate'de 270^{o}C'de HF buharlaştırılır (Şekil 3.17). HF numunedeki

silikatların parçalanması için kullanılır. Sonra 6 ml Hidroklorik asit (HCl) ve 2.5 ml nitrik asit (HNO3) eklenerek hotplate'de ısıtma işlemine devam ediltir. Numunede kırmızımsı buhar çıkışı gerçekleşir. Bu buhar çıkışı en aza inince çözünen malzeme tekrar çökmeye başlamadan çözelti tüplere alınır (Şekil 3.18). Çözelti seviyesi 15 ml oluncaya kadar ultra saf su eklenir.



Şekil 3.17. ICP-MS için çözelti hazırlarken kullanılan çeker ocak (A) ve hotplate'in (B) görüntüsü.



Şekil 3.18. ICP-MS analizi için hazırlanan çözelti örnekler.

3.2.6. X-Ray Difraction (XRD) Analizleri

X ışını Kırınım yöntemi (XRD), her bir kristal fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak, X ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması

esasına dayanır. Her bir kristalin faz için bu kırınım profilleri bir nevi parmak izi gibi o kristali tanımlar (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. X-Ray Diffraction (XRD) cihazı.

X-Işını Kırınım analiz metodu, analiz sırasında numuneyi tahrip etmez ve çok az miktardaki numunelerin dahi analizlerinin yapılmasını sağlar. X- ışınları kristalin üzerine geldiğinde elektronlar tarafından soğurulur ve elektronlar salınım yapmaya başlar. Salınan bu elektronlar bir X ışını kaynağı gibi davranarak her yöne X ışınları fotonları yayar. Kristalin farklı bölümlerinden saçılan bu fotonlar toplanarak ölçülebilir bir X ışını şiddeti oluştururlar.

2011-2012 döneminde Doğanşehir ve Arguvan (Malatya) bölgelerinde yapılan arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerin 7 tanesi öğütülerek İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi'nde (İBTAM) X-Ray Difraction (XRD) analizi yaptırılmıştır.

3.2.7. Elektron Mikroprop Analizleri

Elektron mikroprob (EMP), elektron probe mikroanalizör (EPMA) olarak da bilinen bir X-ışını yayıcıdır (Şekil 3.20). Elektron mikroprob yönteminde örnek

yüzeyi üzerine dar bir elektron demeti gönderilerek yüzeyde X-ışını emitlenir. Çıkan X-ışını algılanır ve dalga boyu veya enerji ayırmalı bir spektrometrede analiz edilir.

Araziden alınan örneklerin dört tanesi ince kesit olarak hazırlanmış ve Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği'nde elektron mikroprop analizleri yaptırılmıştır.

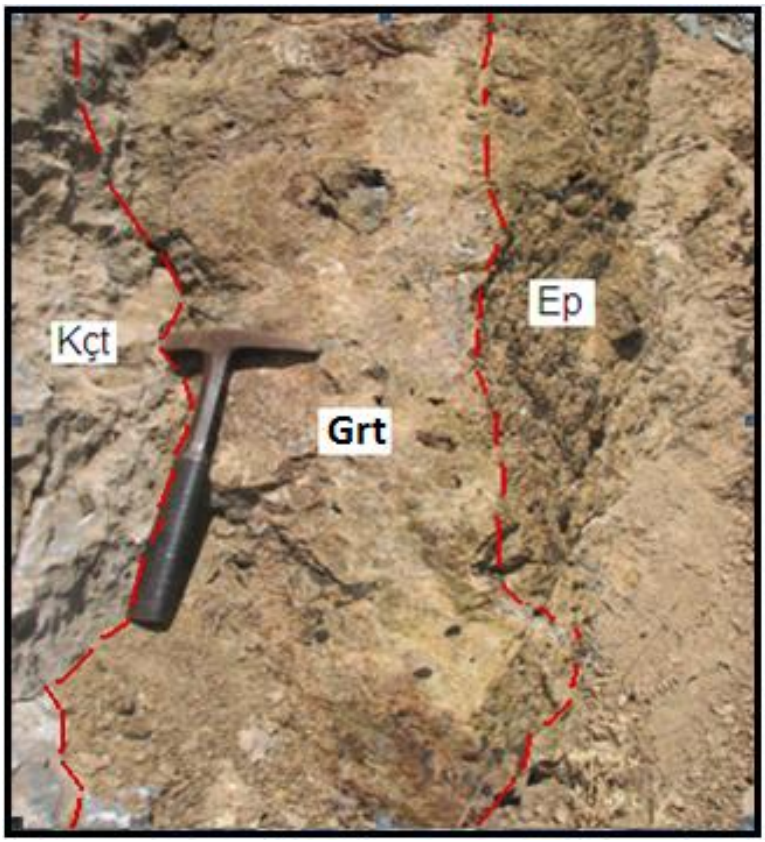


Şekil 3.20. Elektron mikroprop cihazı.

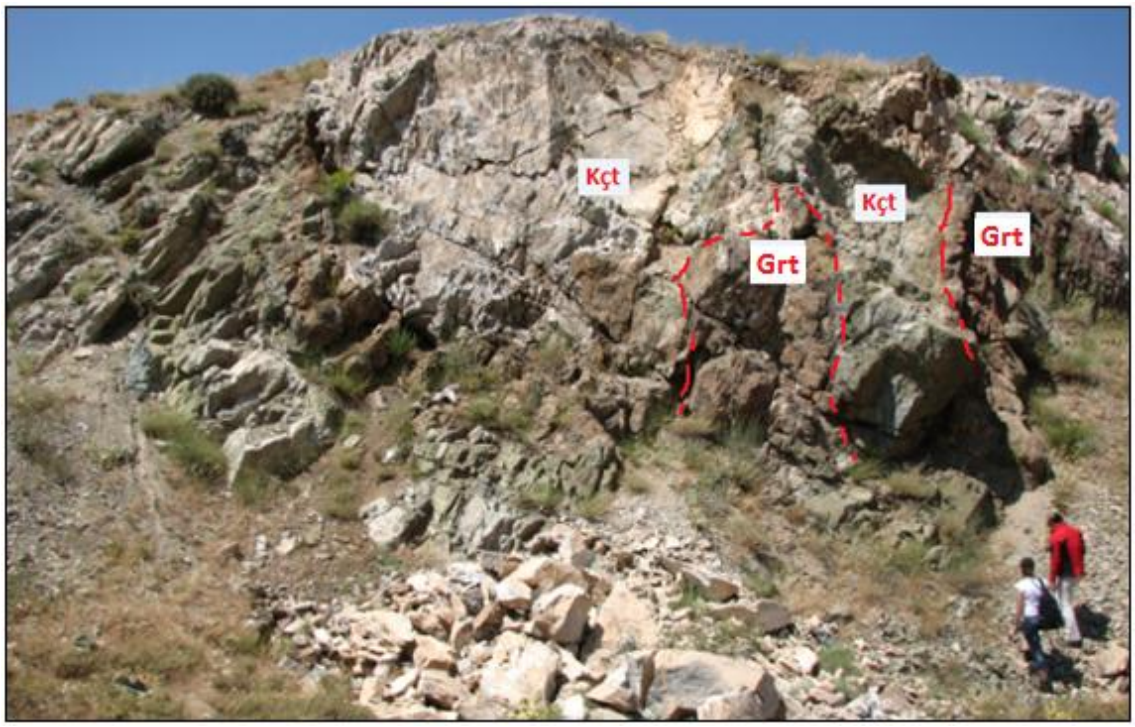
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Malatya Metamorfitleri – Doğanşehir Granitoyidi Skarn Zonunun Sahasal ve Petrografik Özellikleri

Çalışma kapsamında Çavuşlu köyü (Doğanşehir) sınırlarında yer alan granat-epidot skarn zonunda oluşan granatların süstaşı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Skarn zonu Doğanşehir granitoyidinin Malatya metamorfitlerine sokulum yapması sonucu gelişmiştir. Granitoyid – kireçtaşı dokanağının hemen her yerinde gözlenen skarnlaşma bu bölgede oldukça gelişmiştir. Skarnlaşmaların kontakta epidot+hematit+granat parajenezini oluşturduğu gözlenmektedir. Skarn zonu kontaktan başlayıp yan kayaç (kireçtaşı) içerisine doğru gelişmektedir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Çavuşlu (Doğanşehir) Bölgesindeki kahverengi Granatların görüntüsü (Kçt: Kireçtaşı, Grt: Granat, Ep: Epidot).



Şekil 4.2. Malatya metamorfiklerine ait kireçtaşı+skarn (Granat, epidot) dokanağının görüntüsü (Çavuşlu köyü) (Kçt: Kireçtaşı, Grt: Granat).

Malatya Metamorfitleri – Doğanşehir Granitoyidi Skarn Zonundan alınan örneklerde yapılan petrografik incelemede kuvarsit, kuvars şist ve mermerler ayırtlanmıştır. Bu petrografik inceleme aşağıda verilmiştir.

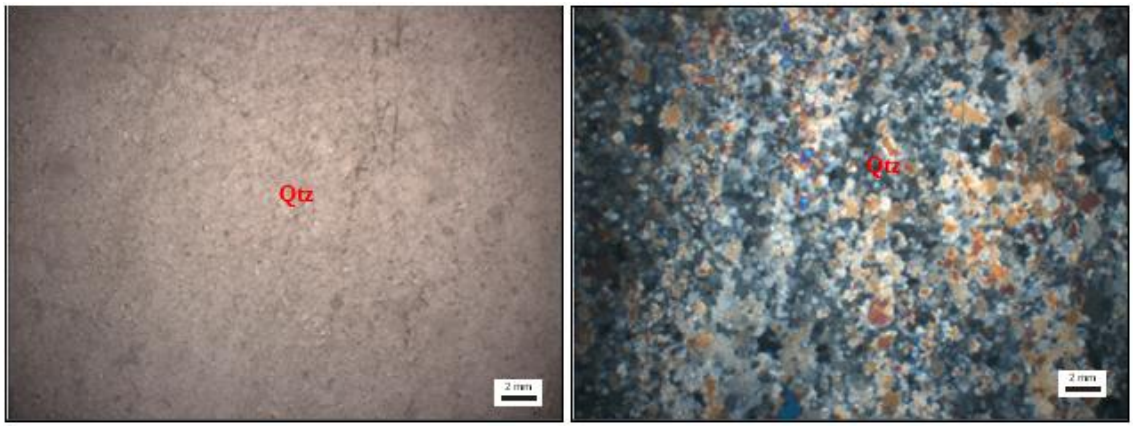
4.1.1. Kuvarsit

Doku: Mozaik doku, Granoblastik doku.

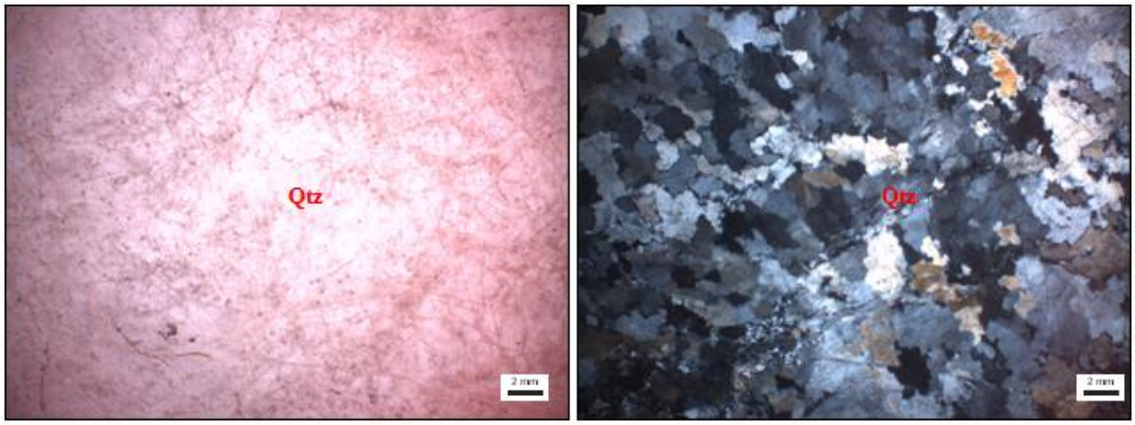
İçindeki Mineraller:

Kuvars: Bazı örneklerde birbirine eş, küçük taneler şeklinde birbirine iyi kenetlenmiş durumda bulunurken (Şekil 4.3) bazı örneklerde ise orta ve daha büyük boy taneler şeklinde bulunurlar. Çok kırıklı yapısı vardır. Bazı kırıklar demir oksit (kahverengi) ile dolmuştur. (Şekil 4.4). İri taneli kesitlerdekilerin hemen hepsinde dalgalı sönme gözlenmektedir. Bazıları belli yönde uzanım kazanmıştır.

Opak mineral: Kuvarsların kırıklı çatlaklı kısımlarında çok küçük taneler şeklinde yer alırlar.



Şekil 4.3. Küçük kuvars kristallerinin mikroskop görüntüleri (Sol T.N, Sağ Ç.N, Qtz: Kuvars)



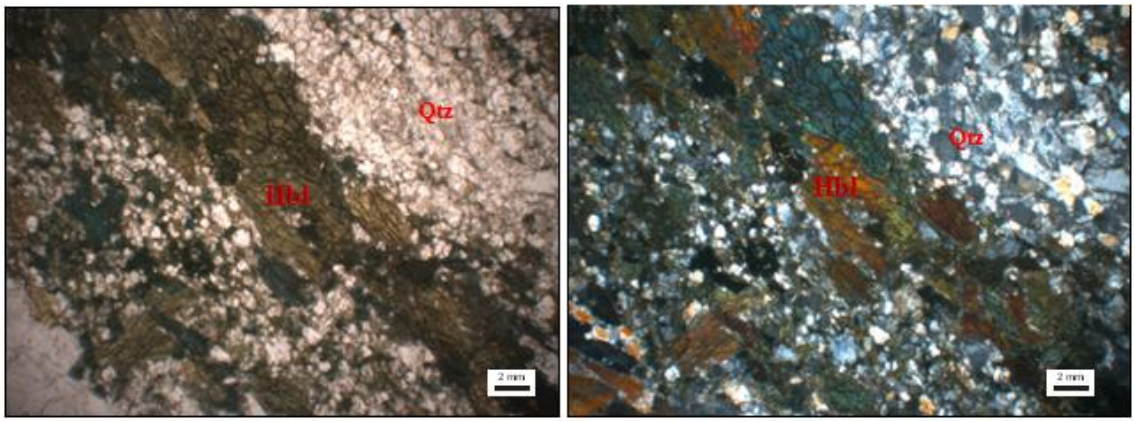
Şekil 4.4. Orta boy kuvars kristallerinin mikroskop görüntüleri (Sol T.N, Sağ Ç.N, Qtz: Kuvars)

4.1.2. Kuvars Şist

Doku: Bantlı ve doku.

İçindeki mineraller

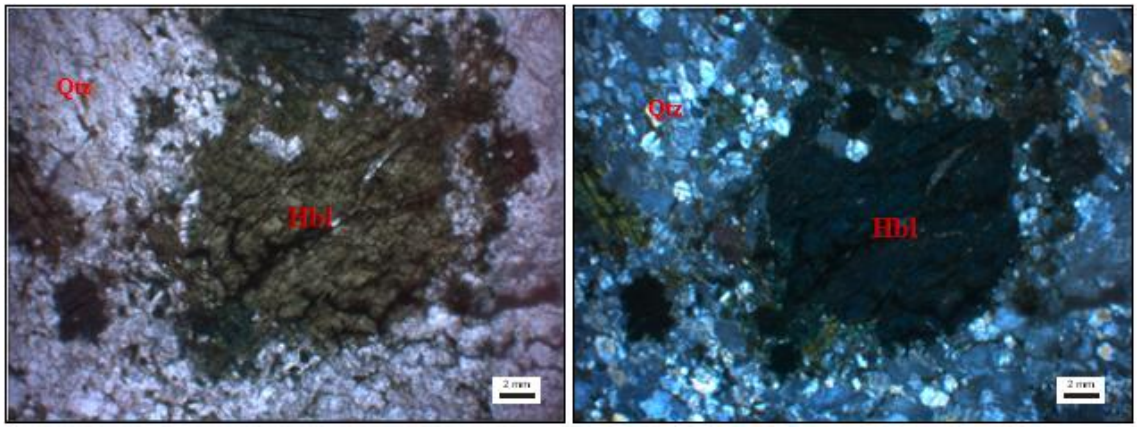
Kuvars: Belli yönde uzanım kazanmış olup dalgalı sönme gözlenmiştir. Kesitin kenarından ortasına doğru kalın bir bant şeklinde kuvars şist görünümü izlenirken kalın bandın dışında arada bir hornblendin yoğun olduğu banttan sonra daha ince kuvars bantları görülmektedir. Üstlere doğru bu bantların devamı görülmemektedir (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).



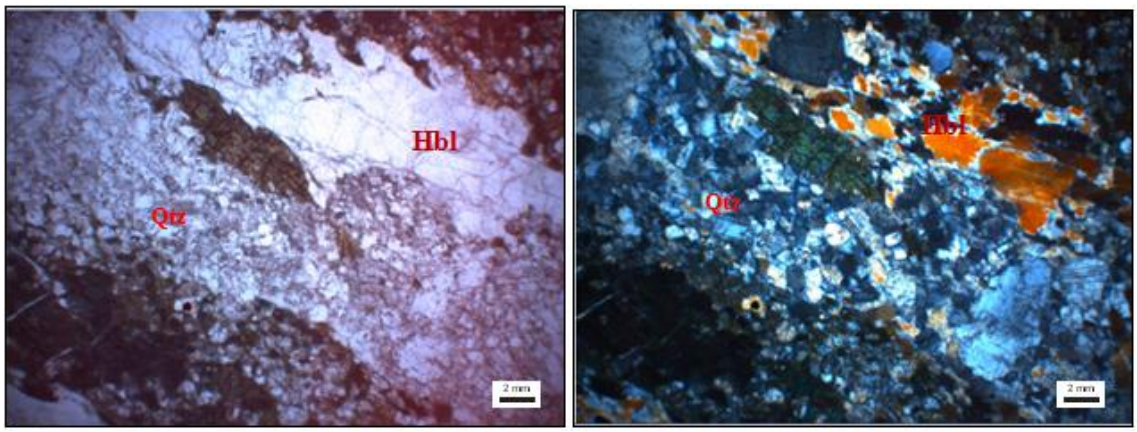
Şekil 4.5. Hornblend ve kuvarsların dizilimlerinin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hbl: hornblend, Qtz: kuvars)

Hornblend: Kırıklı bir yapısı vardır. İri fenokristaller şeklinde izlenmektedir. Koyu yeşil – açık yeşil renklerde belirgin pleokrizma gözlenmiştir. Bir kısmında baklava dilimi şeklinde dilinim izleri bulunmaktadır (Şekil 4.5).

Plajioklas: Bol miktarda ve genellikle orta boy taneler şeklinde izlenmektedirler. Tane boyları ise yaklaşık olarak birbirine eşittir. Bir kısmında albit ikizleri net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.6. Hornblend ve kuvarsların genel görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hbl: hornblend, Qtz: kuvars)



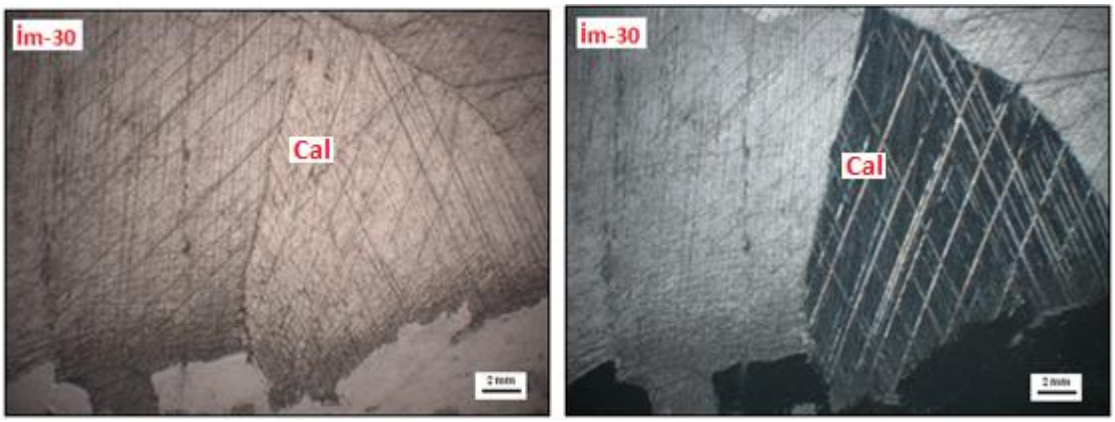
Şekil 4.7. Kuvarsların dizilimlerinin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hbl: hornblend, Qtz: kuvars)

4.1.3. Mermer

Doku: Granoblastik doku.

İçindeki Mineraller:

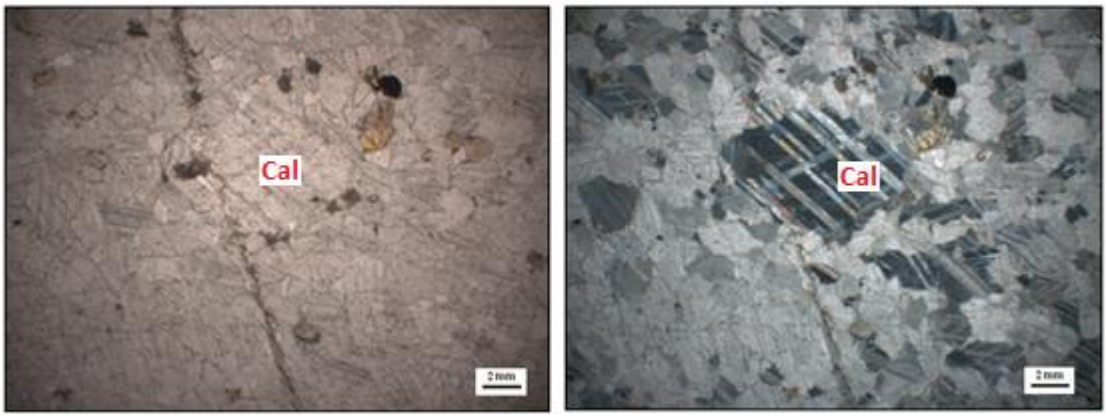
Kalsit: Bazı kesitlerde çok küçük ve birbirine eş boyda taneler şeklindedir. İçlerinde herhangi bir yabancı malzeme yoktur. Bazı kesitlerde ise çok iri taneler şeklinde birbirine kenetlenmiş olarak görülürler. Belirgin baklava dilimi şeklinde dilinim izleri ve polisentetik ikizlenmeler gözlenir (Şekil 4.8). Bazıları tektonizma etkisi ile bükülme ve kırılma gösterir.



Şekil 4.8. İri kalsit tanelerinin dilinim izlerinin (polisentetik ikizlerin) görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Cal: Kalsit).

Olivin: Bazen kümeler halinde bazen de dağınık olarak taneler şeklinde % 2 civarında bulunur. Genellikle ayrışmış ve serpantin minerallerine dönüşmüşlerdir. Kırıklı yapıları ve yüksek rölyefleriyle kalsitler içerinde tanınırlar.

Opak mineral (manyetit): Orta boy taneler şeklinde görülür. Manyetit oldukları tahmin edilmektedir.



Şekil 4.9. Kalsit, olivin ve opak minerallerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Cal: Kalsit.)

4.1.4. Mermer (Kuvars ve Piroksen İçerikli)

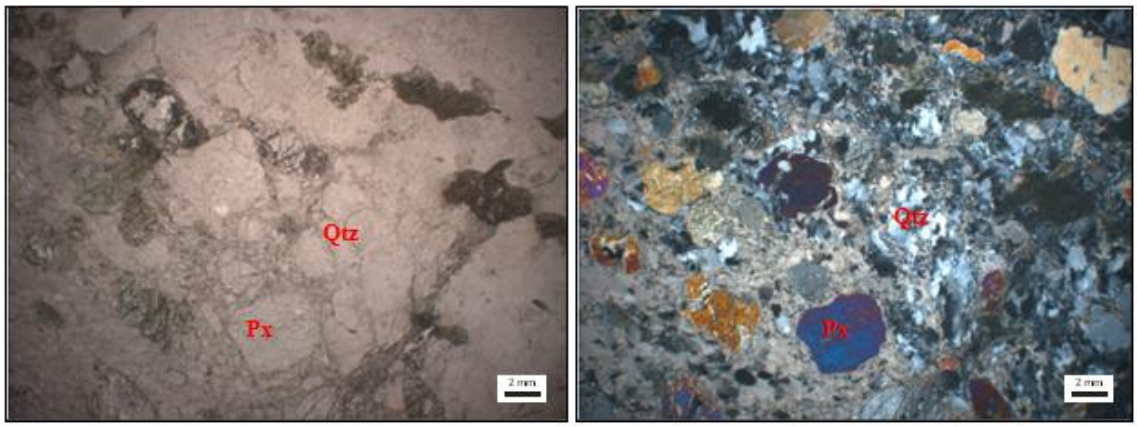
İçindeki Mineraller:

Kalsit: Kesitin %70-80'ini oluşturmaktadırlar. Genellikle küçük taneli bazı kısımlarda ise orta ve iri taneli şekilde gözlenmektedirler. Aralarında kuvars, piroksen, amfibol gibi başka mineraller yer alır.

Kuvars: Kalsit taneleri arasında tek tek görüldüğü gibi daha yoğun olarak bireşik (topluca) bazen damar ya da mercek şeklinde görüntü verir. Çoğunlukla dalgalı sönme görülür (Şekil 4.10).

Piroksen: Yüksek rölyefleriyle ve çift nikoldeki ikinci sıra renkleriyle dikkat çekicidirler. Bunlar da genellikle iri taneler şeklinde çok az kısmı daha küçük taneler şeklinde görülürler. Kırıklı yapı hakimdir. Yer yer birbirine dik dilinim izleri görülür. Piroksenlerin neredeyse tamamında uralitleşme vardır.

Sfen: Çok seyrek ve orta boy taneler şeklinde izlenirler.



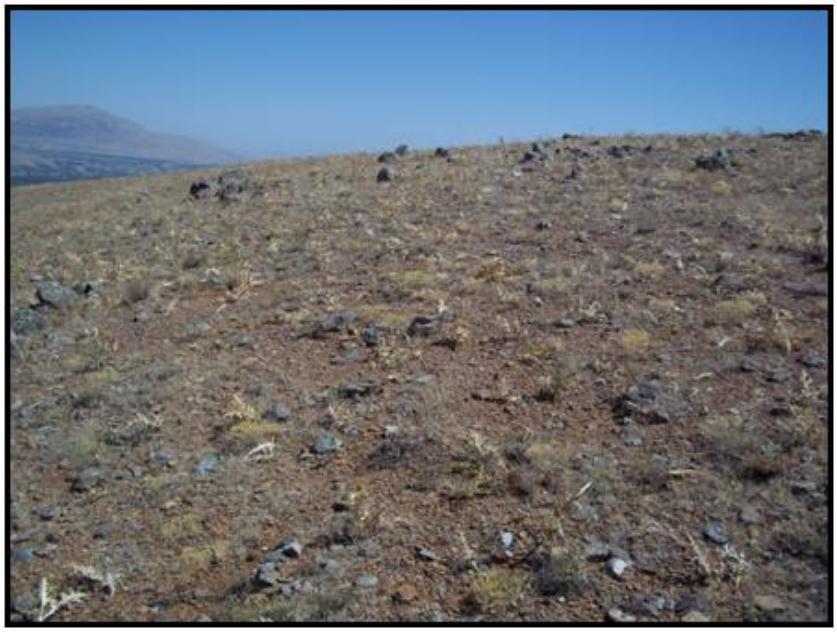
Şekil 4.10. Piroksen ve kuvarsların genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen, Qtz: kuvars)

4.2. Berit Metaofiyolitine Ait Korund İçeren Birimlerin Sahasal ve Petrografik Özellikleri

Çalışma alanında süstaşı niteliği taşıyan korundlar, Berit Metaofiyolitine ait piroksenitler, amfibolitler ve peridotitlerle birlikte görülmektedir. Alanda Granatlı Metagabro, Granulit, Amfibolit, Milonitik Amfibolit, Granatlı Amfibolit, Amfibol şist, Piroksenit, Milonitik Piroksenit, Ortopiroksenit, Harzburjit, Serpantinize dünit, diyorit birimleri bulunmaktadır (Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 15).



Şekil 4.11. Berit metaofiyolitine ait korund içeren birimler (Keleştepe ve Tavşantepe bölgeleri, Savaklı köyü batısı).



Şekil 4.12. Doğanşehir bölgesinde bulunan metaofiyolitik kayaçlar içerisinde korundca zengin birimlerin saçınımlı görüntüsü (Savaklı batısı).

Arazide korund içeren kayaçlar çıkıntılar halinde gözlenmiştir. Bununla birlikte bu kayaçlarda aşırı alterasyon söz konusudur ve çok kırıklı yapıya sahiptirler (Şekil 4.18, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20).



Şekil 4.13. Doğanşehir bölgesinde tektonizmadan etkilenmiş birimlerin görüntüsü (Keleştepe).



Sekil 4.14. Berit meratofiyolitine ait ultramafik kayaçların arazi görünümü.



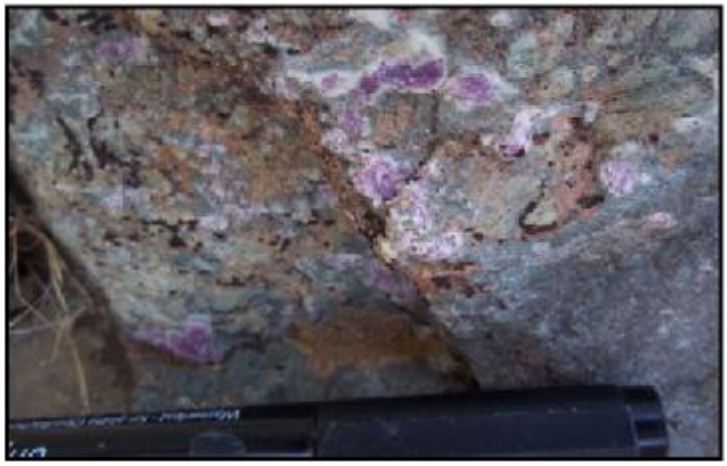
Şekil 4.15. Berit metaofiyolitine ait kayaçlarda hematitleşme.

Karaoğlan, (2012) doktora tez çalışmasında Berit metaofiyolitine ait

örneklerin 13.2-17,5 kbar basınç ve 690-941^{0}C sıcaklık aralığında granülit fasiyesi ile eklojit fasiyesinin alt sınırında metamorfizmaya uğradığını belirtmiştir. Bu sıcaklık ve basınç değerleri literatürde yakut kristallenmesi için verilen basınç ve sıcaklık değerleri ile örtüşmektedir.

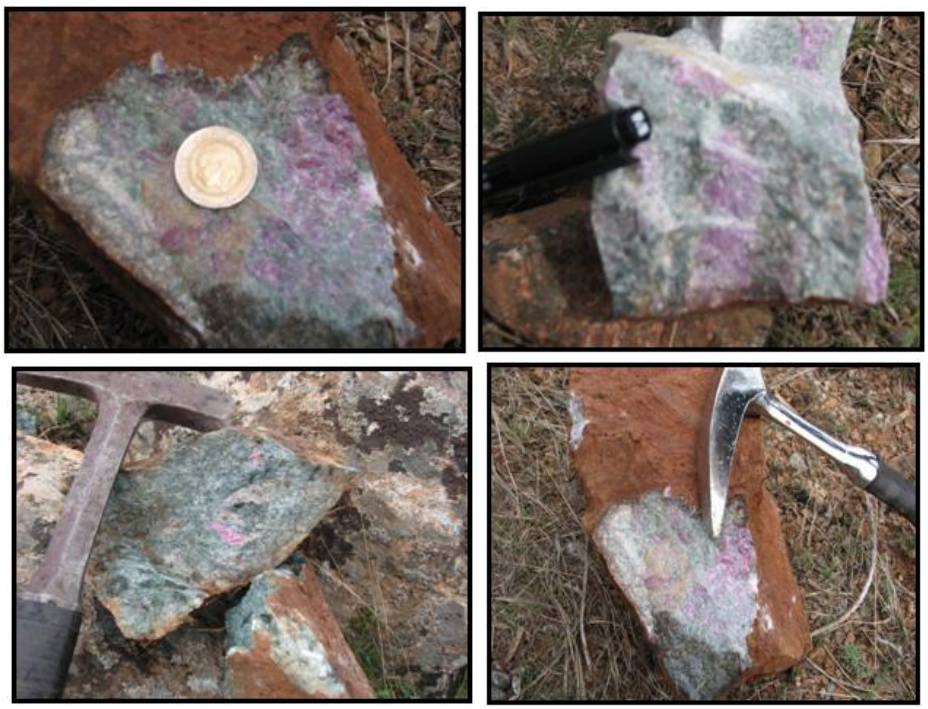


Şekil 4.16. Keleştepe'de (Savaklı Köyü batısı) gözlenen örneklerde dağınık haldeki korund (solda) ve muntazam kenarlara sahip hegzagonal korund örneğinin(sağda) görünümü.



Şekil 4.17. Söğüt-Sarıdanış civarında tespit edilen korund örneklerinin saçınımlı görüntüsü.

Savaklı köyü batısından alınan örneklerden yapılan ince kesitte korund minerali tek nikolde yüksek rölyefe sahip olup pleokroizma göstermemektedir, çift nikolde ise açık pembe - beyaz renklerde olup çift yönde bölünme izi ve paralel sönme gözlenmektedir. Yan kayacında ise piroksen+amfibol+granat+plajiyoklas mineral parajenezi bulunmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Savaklı köyü batısında granulitler içerisinde gözlenen kırmızımsı pembe renkli korundların görünümü.

Berit Metaofiyolitinde korund dışında granatların da süstaşı özelliklerini taşıyıp taşımadığı araştırılmıştır. Bölgede granatlar Kalecik bölgesinde gözlenmiştir. Kalecik köyünde tespit edilen granatlar metamorfitler içerisinde dağınık halde bulunmaktadır (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Granat içeren seviyeler (Kalecik Mah'nin batısı).



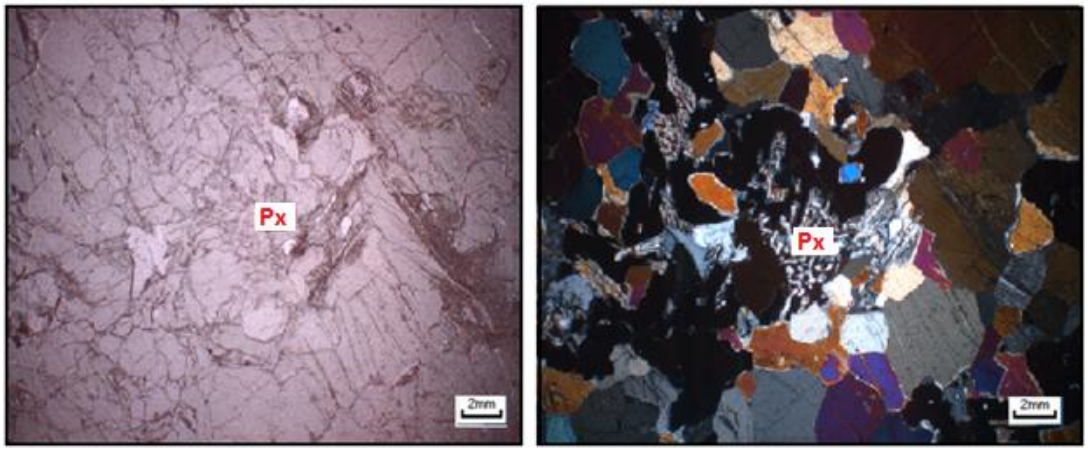
Şekil 4.20. Granatlı birimlerin genel görünümü.

4.2.1. Granatlı Metagabro

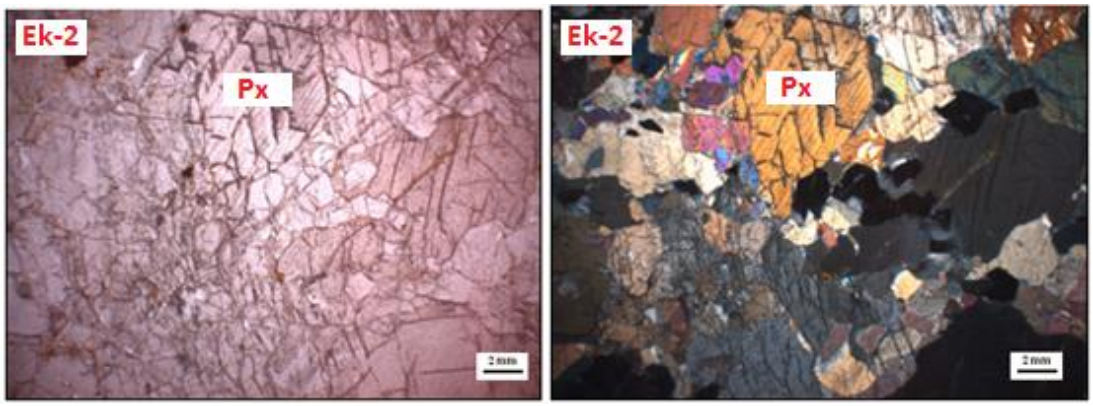
Doku: Simplektik, granoblastik, lepidoblastik (çubuksu) doku.

İçindeki Mineraller

Piroksen: Bazı örneklerde % 70 civarında yer alıp hakim minerali oluştururken bazı örneklerde daha az miktarlarda (%40-50 civarında) bulunarak ikinci hakim mineral konumunda da gözlenebilmektedir. Bazılarında bir yönde muntazam dilinimler gözlenmektedir. Yapılan ölçüm sonucunda ortopiroksen oldukları belirlenmiştir. Dik sönme gözlenmekte olup tektonizma sonucunda kırıklı bir yapı kazanmışlardır. Bu kırıkların bir kısmı daha da genişlemiş ve bu kısımlarda farklı mineraller gelişmişlerdir. Bazı örneklerdeki piroksenler orta taneli ve birbirine iyi kenetlenmiş şekilde bulunmaktadırlar ve bunların bir kısmında grafik doku görülmektedir (Şekil 4.21).

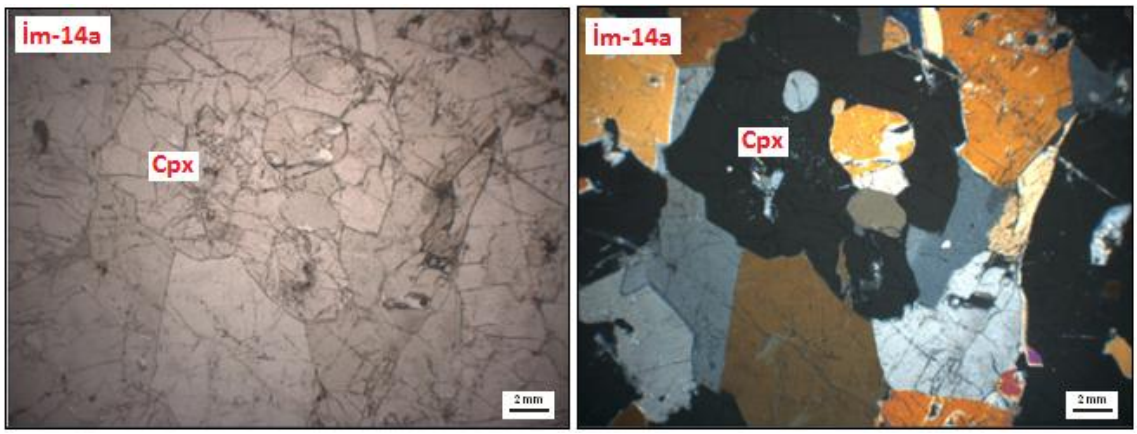


Şekil 4.21. Orta taneli ve birbirine iyi kenetlenmiş halde bulunan piroksenlerin görüntüleri (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: Piroksen).



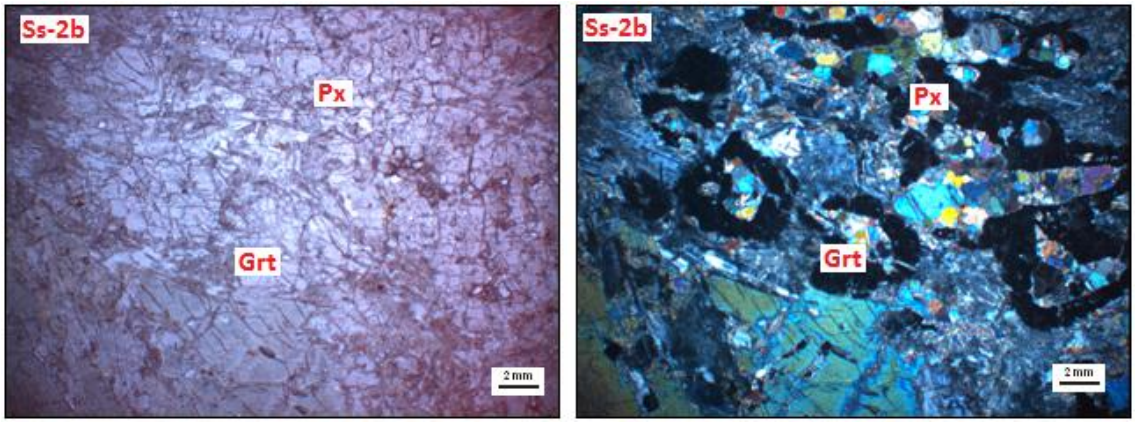
Şekil 4.22. Düzgün kenarlı piroksenin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen).

Bazı örneklerde de iri fenoblastlar şeklinde bazıları daha küçük fenoblastlar şeklinde klinopiroksenlere rastlanmıştır. Bunlar birinci sıranın gri renginden ikinci sıranın canlı renklerine kadar değişik renklerde (sarı, mavi, turuncu) görülürler (Şekil 4.23).



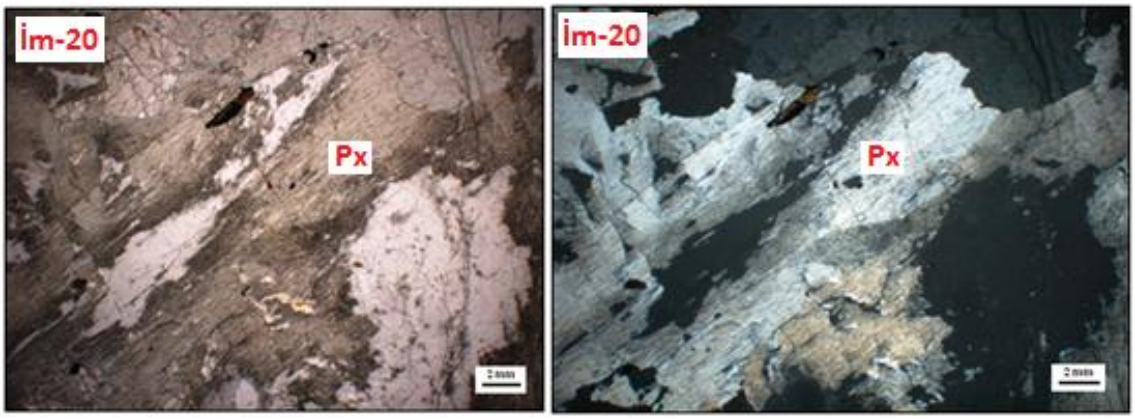
Şekil 4.23. Klinopiroksenlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Cpx: Klinopiroksen)

Bazı örneklerde genellikle büyük kristaller şeklinde ve daha az olarak da küçük kristaller şeklindepiroksenlere rastlanmıştır. Tek nikolde soluk yeşilimsi renkleriyle ve yüksek rölyefleriyle karakteristiktirler (Şekil 4.24).



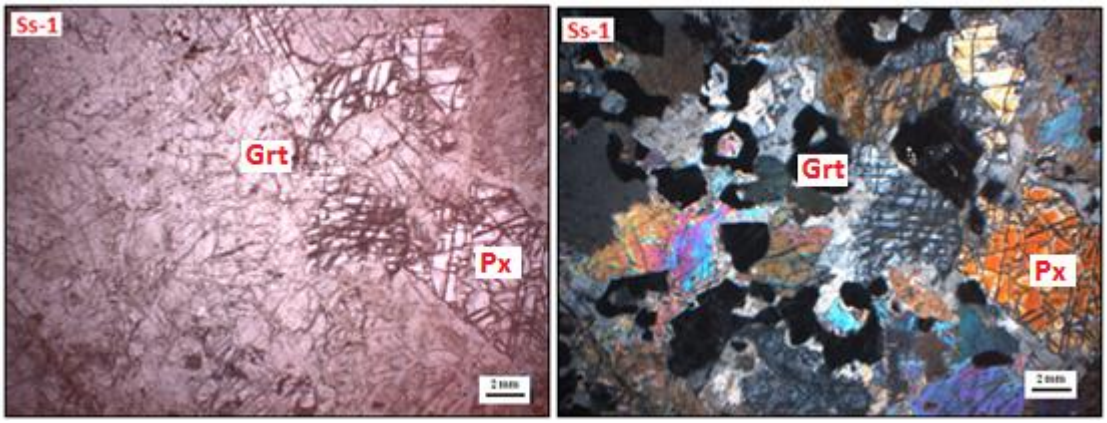
Şekil 4.24. Piroksen ve onu saran granatların görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: Granat, Px: Piroksen).

Bazı örneklerde piroksenlerin bir kısmı uralitleşmiştir. Tek nikoldeki hafif pleokroizmaları ile ayırt edilirler (Şekil 4.25)



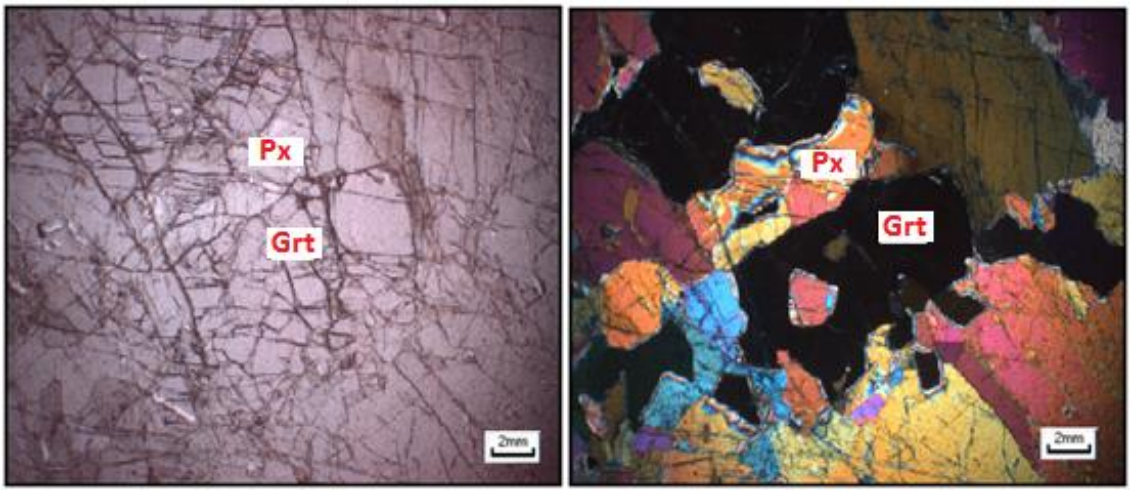
Şekil 4.25. Uralitleşmiş piroksenlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen).

Piroksenler daha yüksek rölyef ve yaklaşık birbirine dik dilinimleriyle amfibollerden ayrılırlar. (Şekil 4.26).

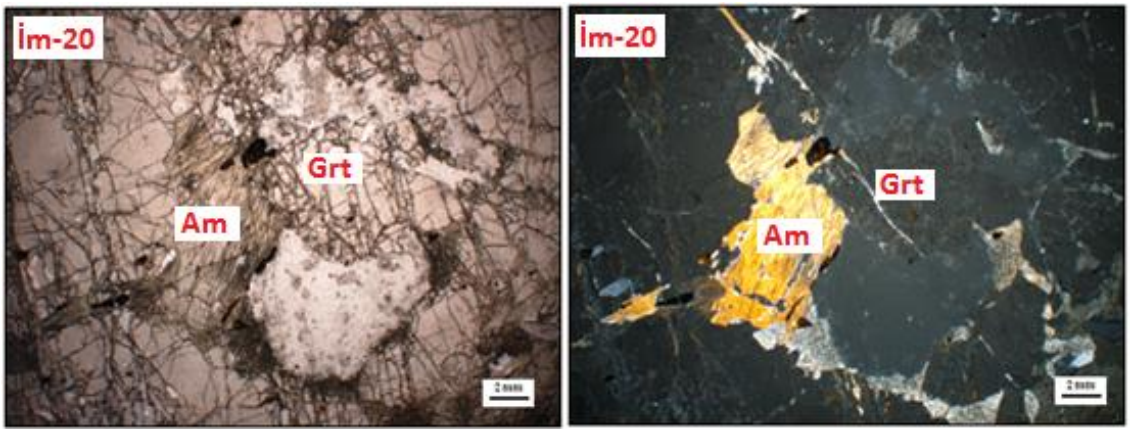


Şekil 4.26 Birbirine dik dilinim izi gösteren piroksenlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen, Grt: granat).

Granat: Kayaçta hemen hemen birbirine eş bazen çok iri bazen de orta boy taneler şeklinde izlenmektedirler. Bazı kesitlerde yaklaşık % 20 civarında yer tutup ikinci hakim mineral durumunda iken (şekil 4.27) bazı kesitlerde de daha fazla miktarlarda bulunup birinci hakim mineral durumunda olabilmektedirler (Şekil 4.28). Bunlar da piroksenler gibi tektonizmadan etkilenmiş olup farklı yönlerde kırıklıklar barındırmaktadırlar. Tek nikolde yüksek rölyefli ve renksizdirler. Çift nikolde sönük görüntüleri ile piroksenlerden kolaylıkla ayırt edilmektedirler. Kırıklar ikincil minerallerle (amfibol) doldurulmuştur.

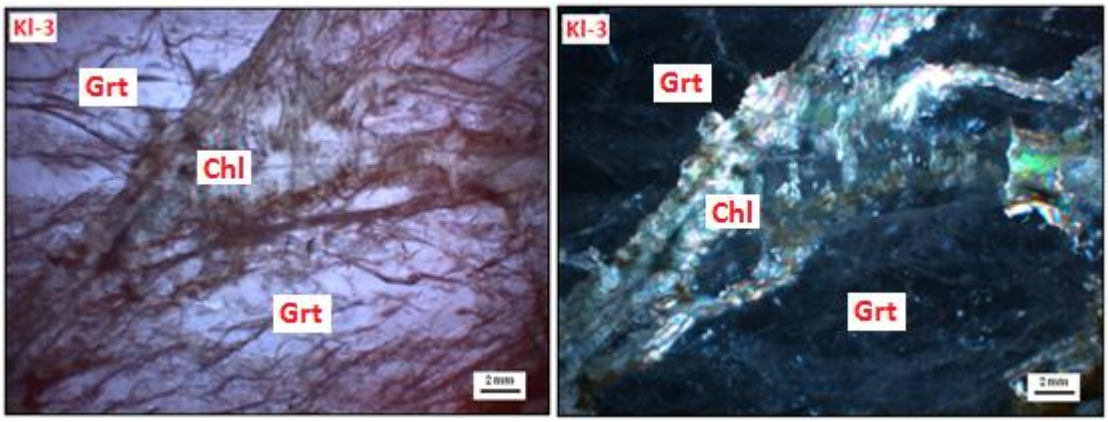


Şekil 4.27. Granatın tek nikoldeki renksiz ve çift nikoldeki sönük görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, Px: piroksen).



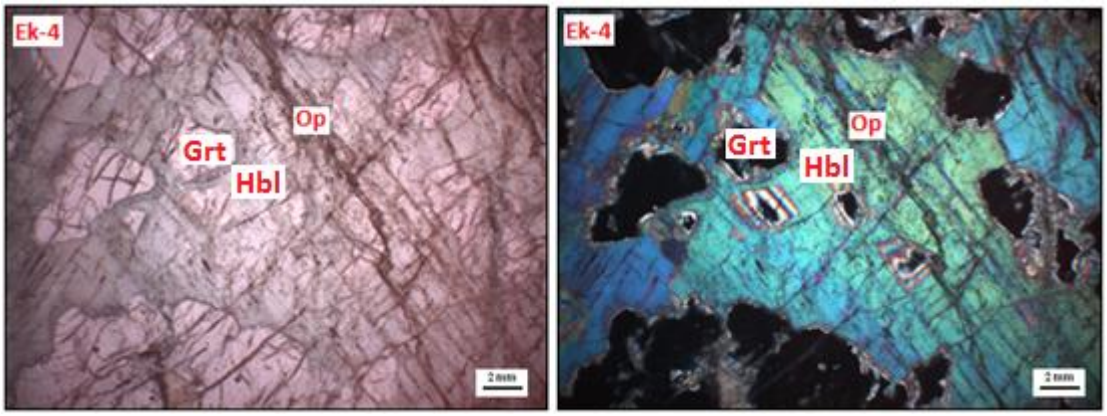
Şekil 4.28. Granat çatlaklarına dolan amfibolün görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, Am: amfibol).

Bazı kesitlerde granatlar tektonizmadan etkilendikleri için kırıklı yapıya sahiptirler. Bu kırıklara ikincil mineraller (klorit) dolmuştur. Çift nikolde siyah, el örneğinde açık pembe renklidir (Şekil 4.29).



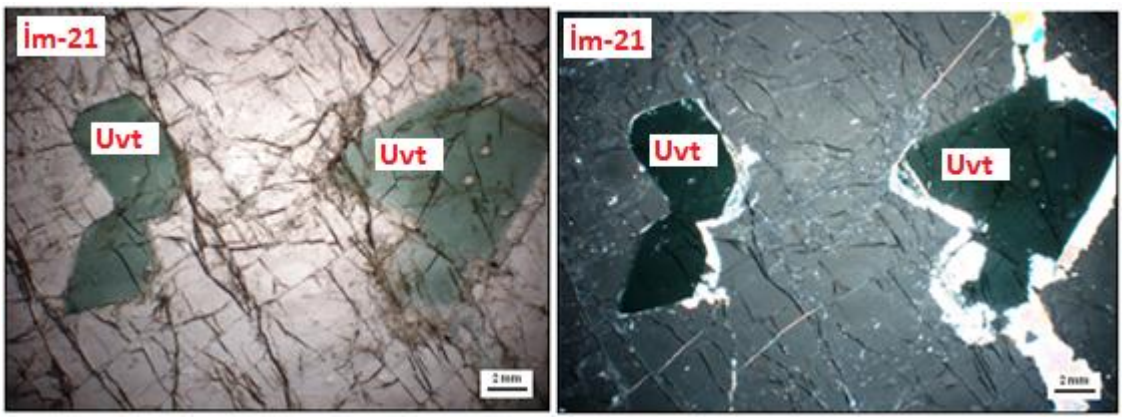
Şekil 4.29. Granat çatlağını doldurmuş kloritin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, grt: Granat, Chl: klorit)

Bazı durumlarda granatlar hornblendler içerisinde pösilitik olarak yer alırlar (Şekil 4.30).



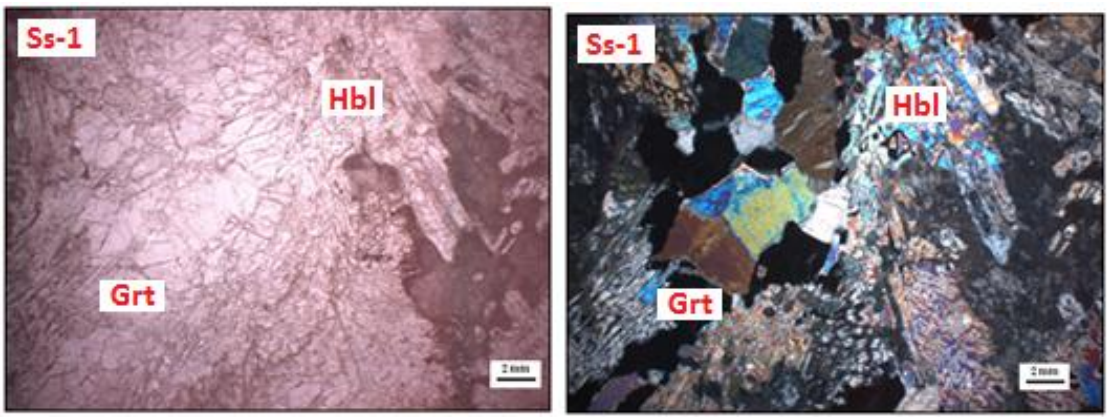
Şekil 4.30. Pösilitik yapının görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, Hbl: hornblend, Op: opak).

Uvarovit: tek nikolde zümrüt yeşili renkleriyle çok dikkat çekicidir. Çift nikolde diğer granatlar gibi sönük görülürler. Yer yer iri taneler şeklinde granatlarla birlikte görülürler (Şekil 4.31). Genellikle çevrelerinde ikinci bir mineral şeklinde gelişmiş ve mineralin çevresini sarar şekilde gelişmiş mineraller yer alır. Tek nikolde renksiz ve hafif yeşilimsi pleokrizma görülür. Bunların amfibol oldukları düşünülmektedir.



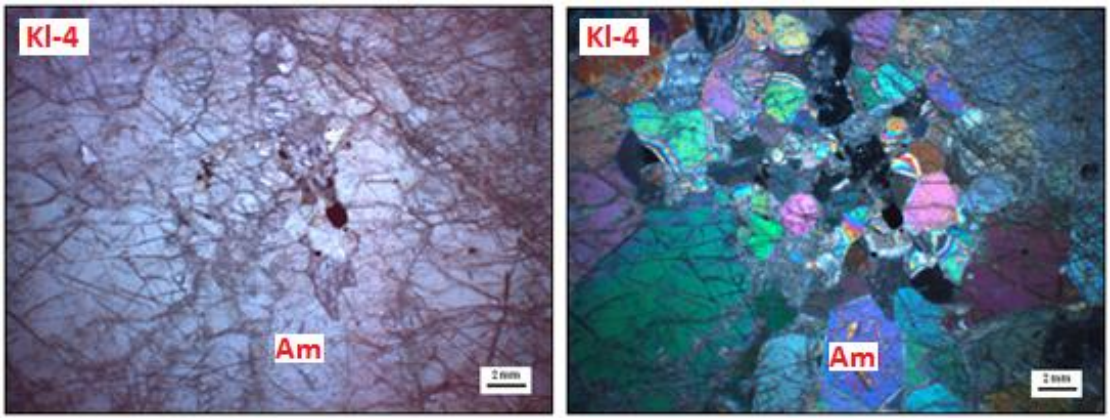
Şekil 4.31. Uvarovitin tek nikolde yeşil ve çift nikoldeki karanlık görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Uvt: Uvarovit).

Amfibol (hornblend): Bazı kesitlerde % 60 civarında bulunarak hakim mineral konumundadır. Genellikle simplektik doku göstermeleri nedeniyle çubuksu ve ışınsal (lepidoblastik) yapıda gözlenmişlerdir. simplektik doku göstermeyen amfiboller ise orta boy taneler şeklinde bulunurlar (Şekil 4.32). Uzantıya paralel kesitlerde sönme açısı 19^{o} olarak ölçülmüştür.



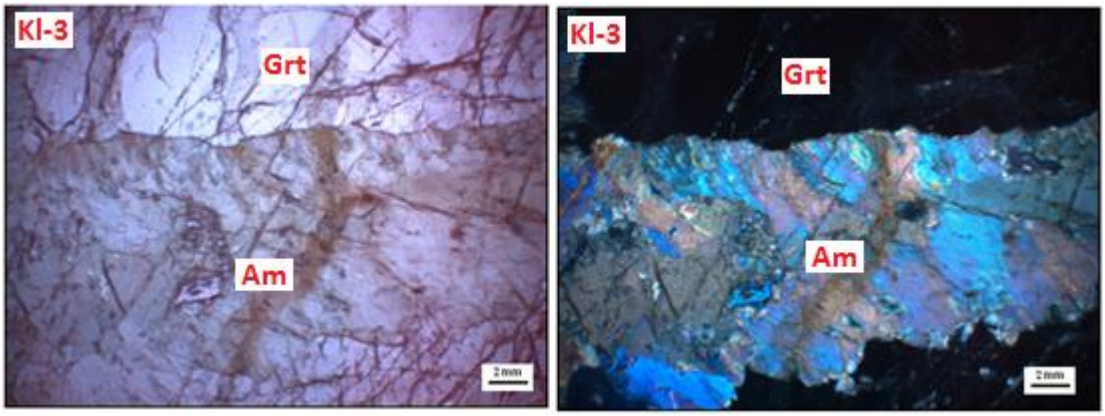
Şekil 4.32. Simplektik doku gösteren amfbollerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, hbl: hornblend).

Diğer bazı örneklerdeki amfiboller genellikle kırıklı yapıya sahiptirler. İkinci sıranın canlı renkleri görülür. Bazı örneklerde otomorf altı kenarlı görünümleriyle dikkat çekicidirler. Tek nikolde açık yeşil tonlarında pleokroizmaları vardır (Şekil 4.33).



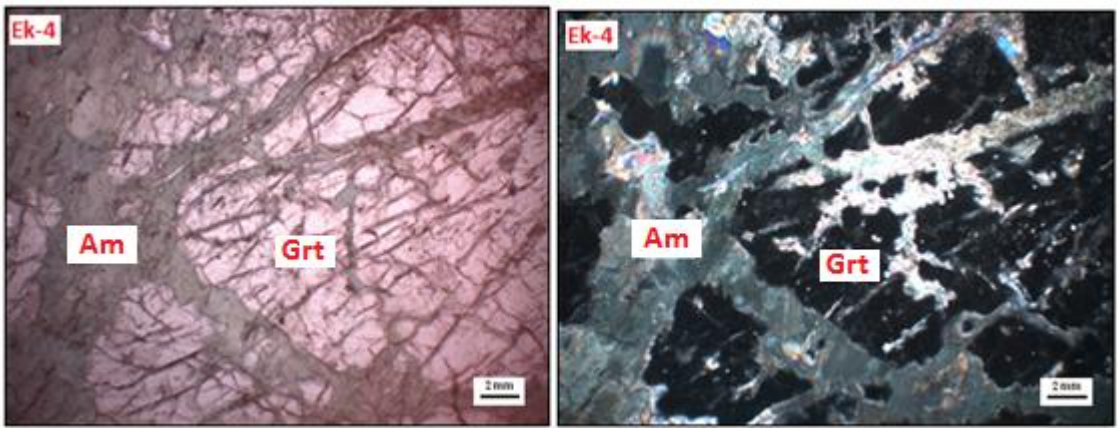
Şekil 4.33. Otomorf amfibollerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: amfibol).

Bazı örneklerde ise daha az miktarda görülür. Damarlar şeklinde gelişmiştir. Çift nikolde ikinci sıranın canlı renkleri görülür. Tek nikolde yeşilin tonlarında pleokroizma gözlenir (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. Damar şeklinde gelişmiş amfibolün görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: amfibol, Grt: granat).

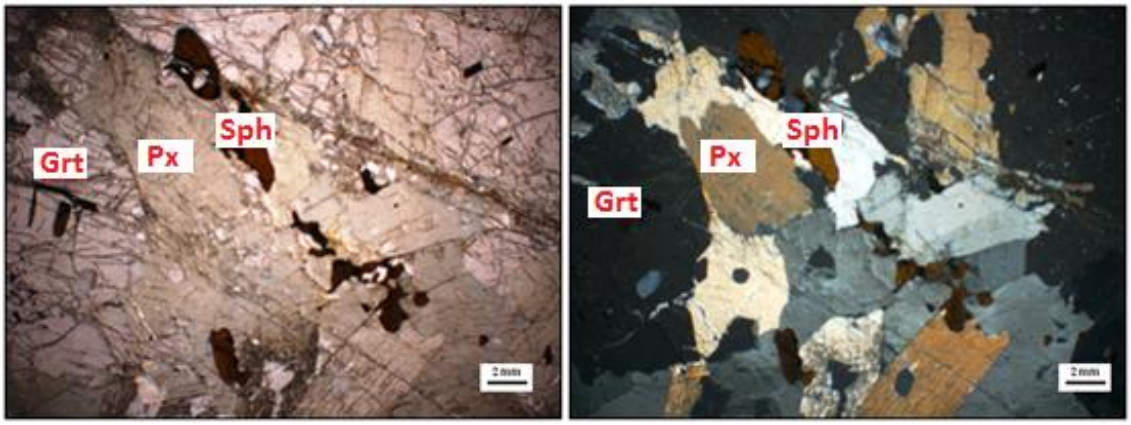
Bazen granatlar arasında ince uzun damar görünümünde de olabilmektedirler (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Damar şeklinde gelişmiş amfibolün görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: amfibol, Grt: granat).

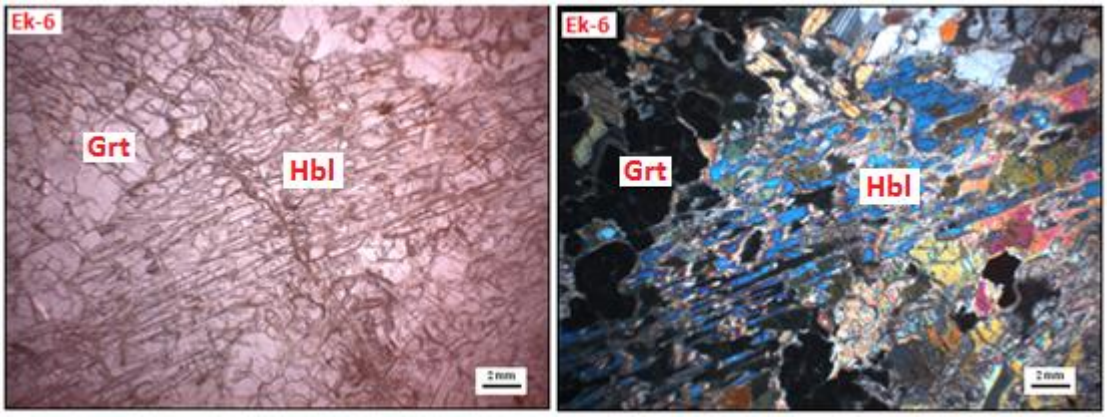
Diğer bazı kesitlerde ise piroksenlere göre daha az bulunurlar. Rölyeflerinin daha az olması ve 15-20^{o}'lik sönme açıları ve bazılarında baklava dilimi şeklinde dilinim izleri bulunmasıyla piroksenlerden ayırt edilmiştir.

Sfen: Küçük taneler şeklinde yer yer izlenirler. Tek nikolde ve çift nikolde kahverengi görülürler. Düzensiz çatlaklı yapıları vardır (Şekil 4.36).

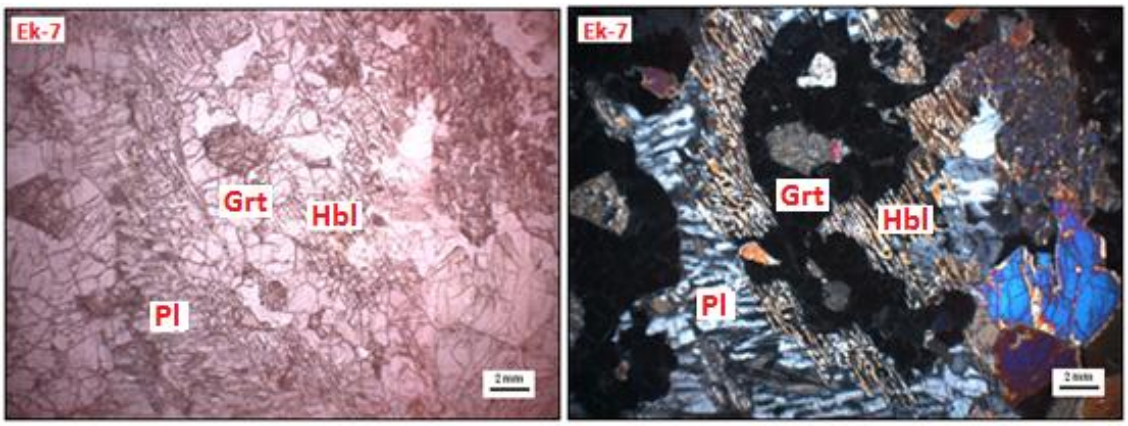


Şekil 4.36. Sfenin tek ve çift nikoldeki kahverengi görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, Px: piroksen, Sph: sfen).

Plajiyoklas: Bazı örneklerde % 10-15 civarında bazılarında ise daha az miktarda gözlenmiştir. Dilinimleri boyunca serizitleşme ve kalsitleşme gözlenmiştir. Bazı yerlerde kümeler oluşturacak şekilde küçük taneler halinde gözlenmiştir. Hornblendlerle birlikte simplektik dokusu oluştururlar. Bir kısmında albit ikizi net olarak görülür.



Şekil 4.37. Hornblendlerin simplektik dokusunun görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, Hbl: hornblend).



Şekil 4.38. Hornblendlerin lepidoblastik (çubuksu) dokusunun görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Grt: granat, Hbl: hornblend, Pl: plajiyoklas).

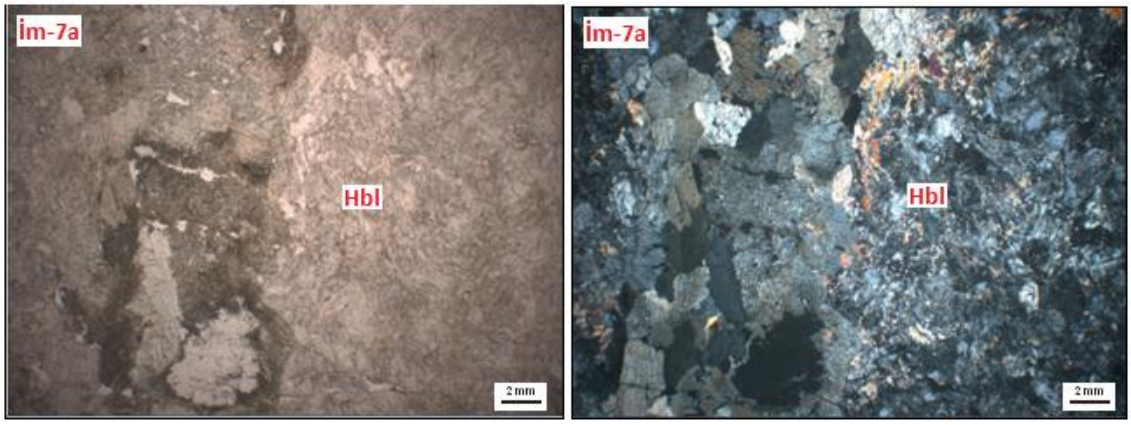
Opak mineral: Çok az miktarda saçınımlı olarak yer yer demir oksit minerallerine rastlanmıştır. Oksitlenme nedeniyle bazı yerlerinde pas rengi izleri görülmektedir.

4.2.2. Amfibol Şist (Bantlı Amfibolit)

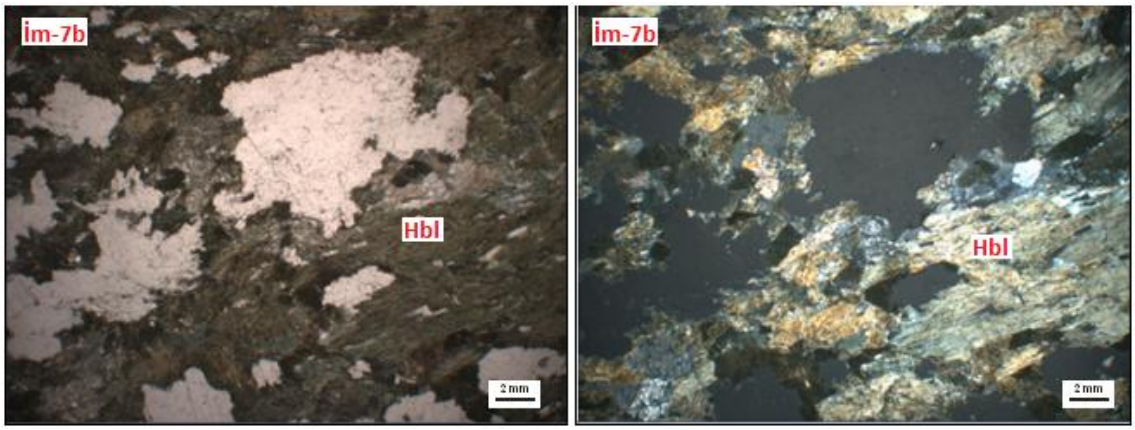
Amfibol (Hornblend): Kesitin yaklaşık % 60-70 civarında oluşturur. Çoğunlukla orta boy taneler halinde bir kısmı ise daha iri taneler şeklinde izlenmiştir. Iri taneli amfiboller bantlar şeklinde gelişmişlerdir. Yapılan ölçüm sonucunda sönmeleri 16-21^{o} arasındadır. Genelde birbirine parallel ince dilinim izleri vardır. Diğer bir kısmı da baklava dilimi şeklinde dilinim izine sahiptir. Tek nikolde bazı kesitlerde çok açık

bazılarında daha belirgin yeşilin tonlarında pleokroizma gözlenmiştir (Şekil 4.39 ve Şekil 4.40).

Granat: Çift nikolde siyah tek nikolde yüksek rölyefli olmaları ile amfibollerden ayırt edilirler. Kesitte % 5-10 arasında bulunurlar. Kırıklı yapı gözlenir ve orta ya da iri tane boylarına sahiptirler.



Şekil 4.39. Bantlı yapı gösteren hornblendlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hbl: hornblend).



Şekil 4.40. Bantlı yapı gösteren hornblendlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hbl: Hornblend).

4.2.3. Granatlı Amfibolit

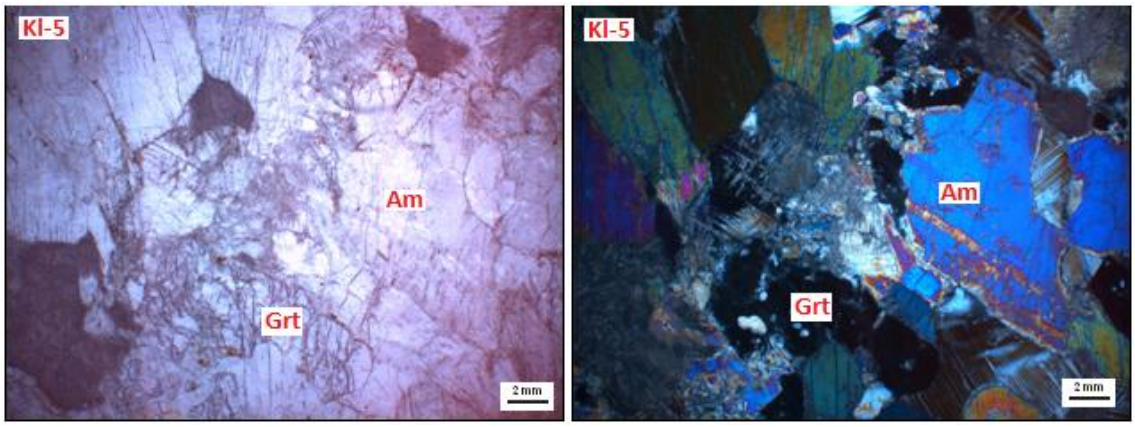
Doku: Granoblastik doku.

İçindeki Mineraller:

Amfibol: İri taneler şeklinde % 70-80 civarında yer tutar. Çift nikolde ikinci sıranın canlı renkleri görülür. Tek nikolde soluk yeşil pleokrizma vardır (Şekil 4.41).

Granat: Kesitte % 15 civarında buunmaktadır. Yuvarlağımsı ve düzgün kenarlı şekillerdedir. Tek nikolde yüksek rölyef ve düzensiz kırıklı yapıya rastlanır.

Plajioklas: Yer yer görülürler. Bazıları net polisentetik ikizler gösterirler.bir kısmında kalsitleşme, serizitleşme, kaolenleşme görülür.



Şekil 4.41. Granatlı amfibolitlerin genel görünümü (Sol.T.N, Sağ Ç.N, Am: Amfibol, Grt: Granat).

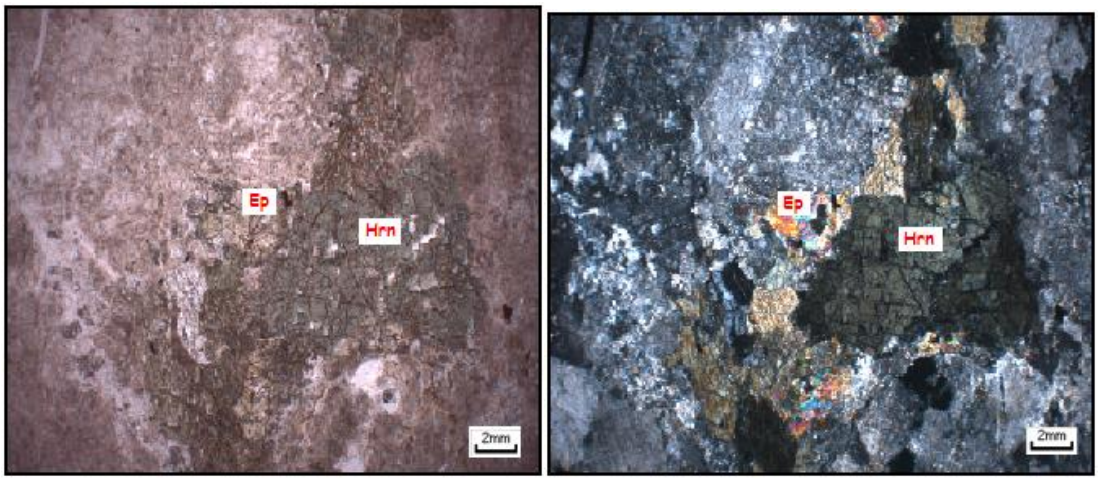
4.2.4. Granülit

İçindeki Mineraller

Plajiyoklas: Kesitin yaklaşık % 75'ini oluşturmaktadırlar. Genellikle ayrışmaya maruz kalmışlardır. Kaolenleşme ve serizitleşme yaygın olarak gözlenmektedir. Serizitleşme genellikle plajiyoklasların albit ikizleri boyunca ve çatlaklarında görülmektedir. Bazı örneklerde Plajiyoklaslar aşırı derecede kaolenleşmeye uğramış ve tanınmaz hale gelmişlerdir.

Amfibol (Hornblend): Kesitte plajiyoklastan sonra ikinci hakim mineral durumundadır. Tek nikolde yeşil renkli pleokroizmaları ile karakteristiktirler (Şekil 4.42). Bunlarda da tektonizma sonucu düzensiz kırıklı bir yapı oluşmuştur.

Epidot: Kesitte oluşan kırıklıklarda dolgu şeklinde, bazı plajiyoklas veya amfibollerin ayrışması sonucunda gelişme göstermişlerdir. Dik sönme gözlenmiş ve zoizit oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.42. Hornblendin tek ve çift nikoldeki yeşil renkli görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hrn: hornblend, Ep: epidot).

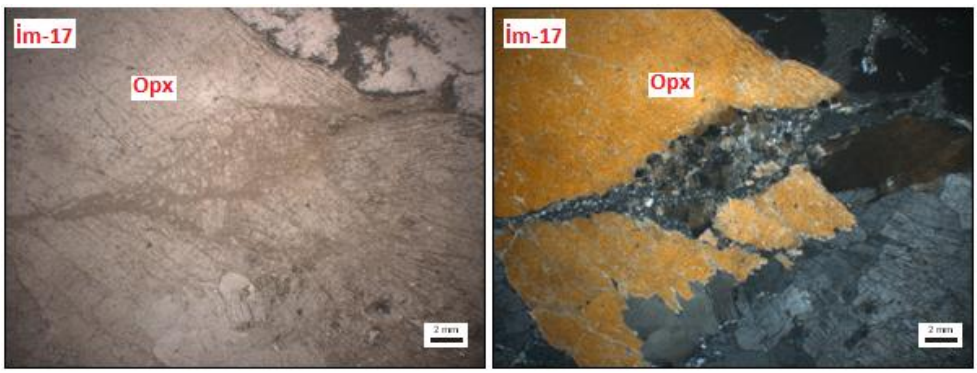
Opak mineral: Düzensiz kenarlı ve farklı büyüklüklerde, orta ve iri boy taneler şeklinde yer yer görülmektedirler. Manyetit oldukları tahmin edilmektedir.

4.2.5. Orto piroksenit

Doku: Granoblastik doku

İçindeki Mineraller:

Piroksen: Kesitin hemen hemen tamamını oluşturur. Bir yönde birbirine parallel muntazam dilinimleri vardır. Dik sönme gözlenmiş ve hemen hepsinde değişik yönlerde kırıklı yapı gelişmiştir. Birçoğunda kristal kenarlarında bükülmeler ve ufalanmalar görülür (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Bükülmüş ortopiroksenin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Opx: Ortopiroksen).

4.2.6. Harzburjit

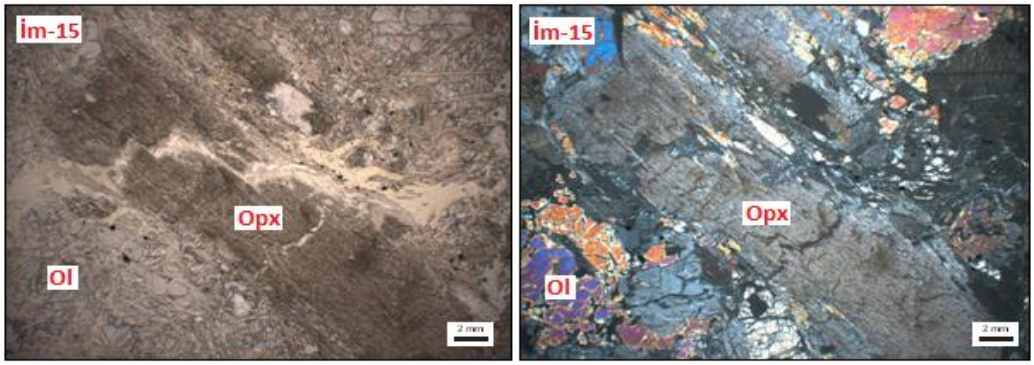
Doku: Taneli doku

İçindeki Mineraller:

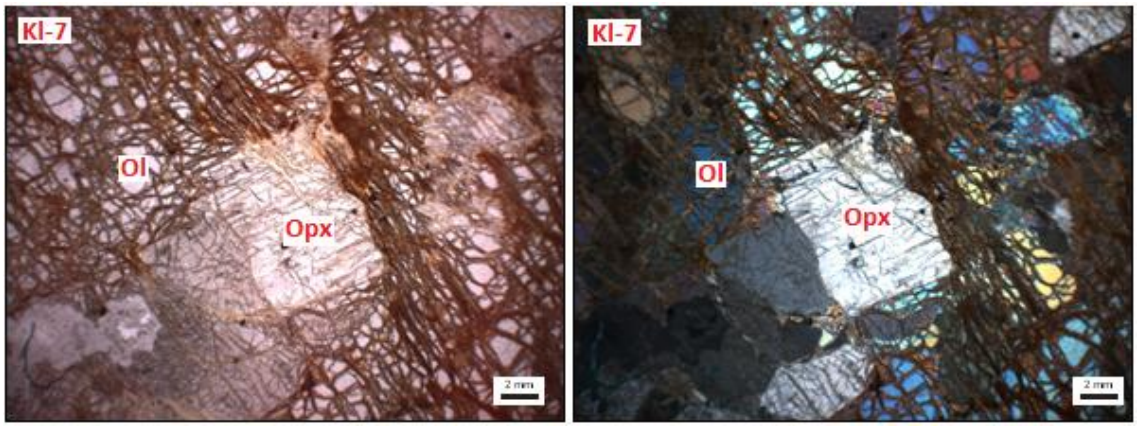
Olivin: Kesitin % 80-90'ını oluşturur. Çift nikolde ikinci sıranın canlı renklerinde görülürler. Hemen hepsi düzensiz kırıklı yapıdadır. Kırıkları boyunca serpantinleşme gözlenir (Şekil 4.44) .

Piroksen (Ortopiroksen): Kesitte % 15-20 civarında bulunur. Bir yönde birbirine paralel muntazam dilinim izleri vardır. Bunlar da düzensiz kırıklı yapıya sahiptir. Bir kısmı bastitleşmiştir (bastit lameline dönüşmüştür) (Şekil 4.45). Bazı piroksenler de birbirine dik dilinim izleri net olarak görülür.

Opak mineral (krom): Orta boy taneler şeklinde dağınık olarak görülürler.



Şekil 4.44. Bastitleşmiş ortopiroksenin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Opx: Ortopiroksen, Ol: olivin)



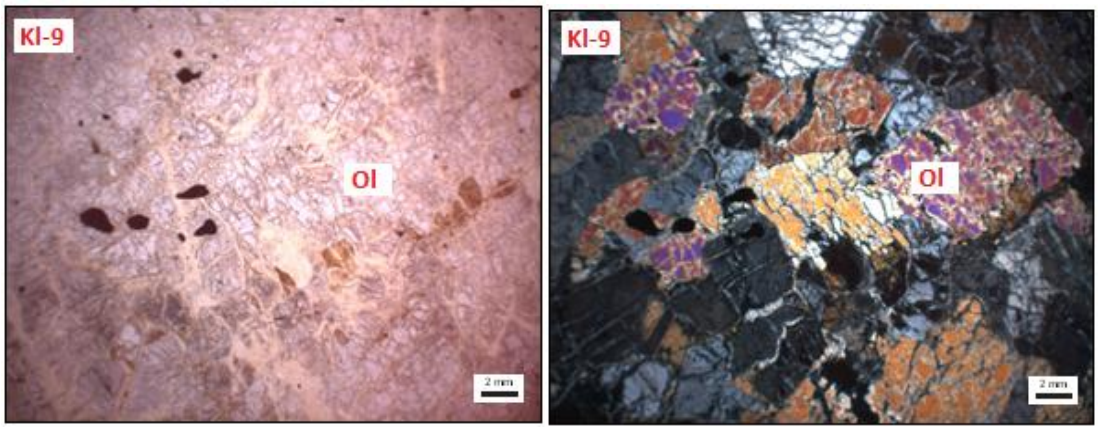
Şekil 4.45. Olivinlerin kırıklı yapısının görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Opx: Ortopiroksen, Ol: olivin)

4.2.7. Serpantinize Dünit

Doku: Taneli doku ve Elek dokusu .

İçindeki Mineraller:

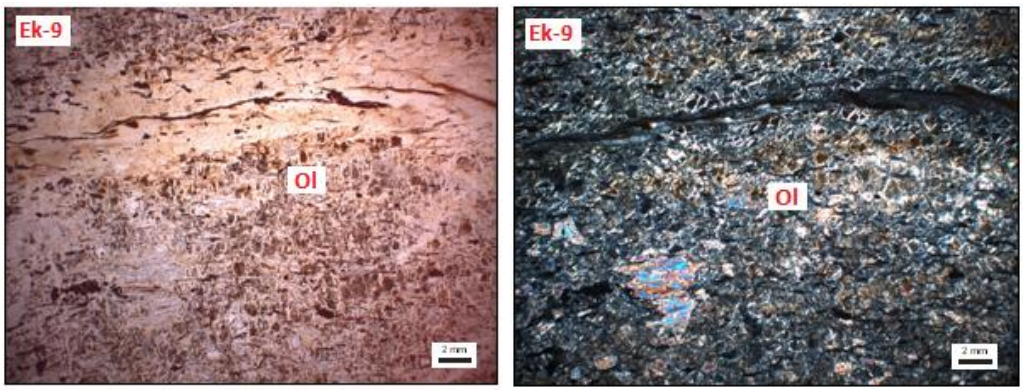
Olivin: Kesitin hemen hemen tamamını, % 90-95'ini oluşturur. Serpantinli ayrışma başlamış olup kırıklarından itibaren serpantinleşme görülmektedir (Şekil 4.46). Birbirine eş iri taneler halinde gözlenirler. Çift nikolde ikinci sıranın canlı renkleri izlenir.



Şekil 4.46. Olivinlerin kırıklı yapısının görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Ol: olivin)

Ortopiroksen: Seyrek olarak izlenir. % 5'in altında yer işgal ederler. Bazı örneklerde birbirine paralel dilinim izleri vardır ve paralel sönme gözlenir. Hafif ayrışma gözlenmiştir. Çift nikolde ikinci sıra renkleri gözlenir.

Opak mineral: Olivinlerin ayrışmasıyla açığa çıkan manyetit mineralleri vardır. Diğer demir mineralleri ise oksidasyona uğrayıp renk değiştirmişlerdir. Bazı örneklerde de orta boy taneler şeklinde dağınık olarak kromlar yer alır. Tek nikolde açık kahverengimsi renktedir.



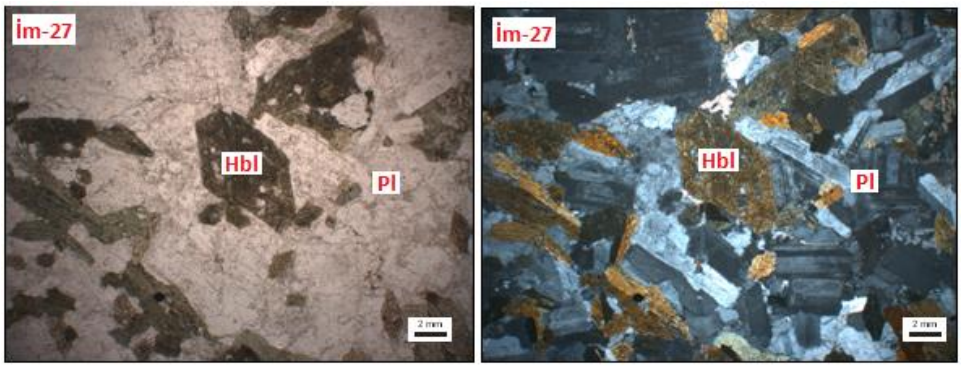
Şekil 4.47. Küçük olivin tanelerinin görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Ol: olivin)

4.2.8. Diyorit

Doku: Taneli doku.

İçindeki Mineraller:

Plajiyoklas: Kesitte % 70 civarında bulunmaktadır. Genellikle albit ikizi görünümlü, bazıları ayrışmış olup kalsitleşme ve kaolenleşmiştir. Çok az kısmında zonlanma tespit edilmiştir. Yapılan ölçüm sonucunda % 30-40 arasında anortit içeren andezin oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. Otomorf hornblendlerin ve albit ikizi gösteren plajiyoklasların görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Hbl: Hornblend, Pl: Plajiyoklas).

Hornblend: İkinci hakim minerali oluşturur. Birçoğu otomorf görünüşlü olup altı kenarlı ve baklava dilimi şekilleriyle dikkat çekerler. Tek nikolde yeşilin tonlarında canlı pleokroizma verirler. Ayrışma tespit edilmemiştir. Taze görünüşlüdürler. Bazı

büyük hornblendler içerisinde plajiyoklas taneleri görülür. Pösilitik dokuyu oluştururlar.

Kalsit: Bazı plajioklasların aleyhine gelişmişlerdir. Çok seyrek olarak izlenirler.

Sfen: seyrek olarak izlenirler. Genelde kırıklı bir yapısı vardır. Çift nikolde pembe renkleri tek nikolde bal sarısı rengi ve yüksek rölyefiyle dikkat çekicidir. % 1 oranında bulunur.

4.2.9. Amfibolit

Doku: Granoblastik doku.

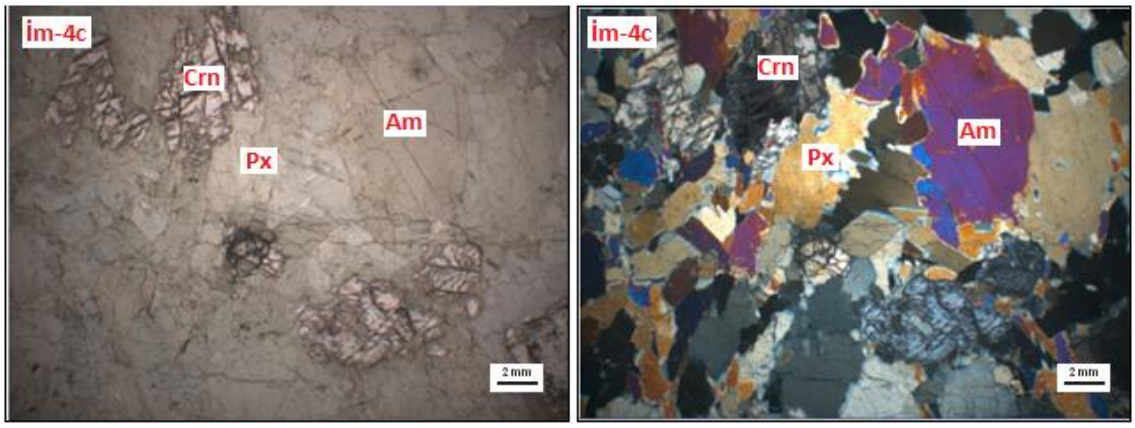
İçindeki Mineraller:

Amfibol: Kesitte % 70-80 civarında bulunur. Genellikle iri taneler şeklinde gözlenir. Bazıları belli yönde uzanım göstermektedir. Fakat bu uzanımları değişik yönlerdedir. Sönmeleri yapılan ölçüm sonucu 16-21^{o} bulunmuştur. Tek nikolde çok açık yeşil renkte pleokrizma görülmektedir. Çok seyrek olarak baklava dilimi şeklinde dilinim izlerine rastlanmıştır.

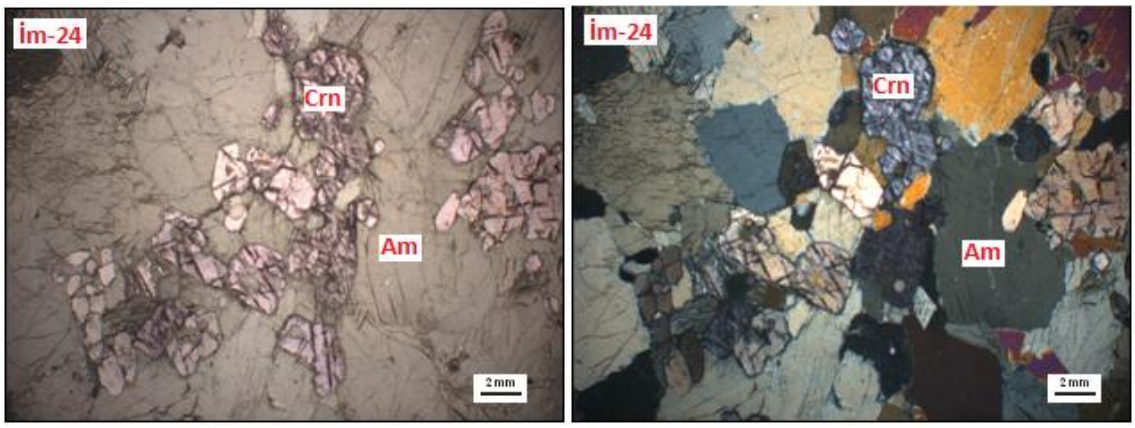
Korund: İri taneler şeklinde yaklaşık % 8-10 civarında yer tutmaktadırlar. Yüksek kırılma indisleri ve kırıklı yapılarıyla tek nikoldeki açık pembe pleokrizma renkleriyle diğer minerallerden ayırt edilirler. Bazıları tek nikolde renksize yaklaşırken bazıları ise canlı pembe renge sahiptir (Şekil 4.49ve Şekil 4.50).

Plajiyoklas: % 10 civarında bulunur. Albit ikizleri göstermeleriyle ve kırılma indislerinin düşük olmalarıyla amfibollerden ayrılırlar. Yapılan ölçüm sonucunda % 55 anortit içeren Labrador olduğu tespit edilmiştir. Hemen hepsi albit ve polisentetik ikizlenme gösterir. Dilinimleri boyunca yer yer kalsitleşme gelişmiştir. (Şekil 4.51).

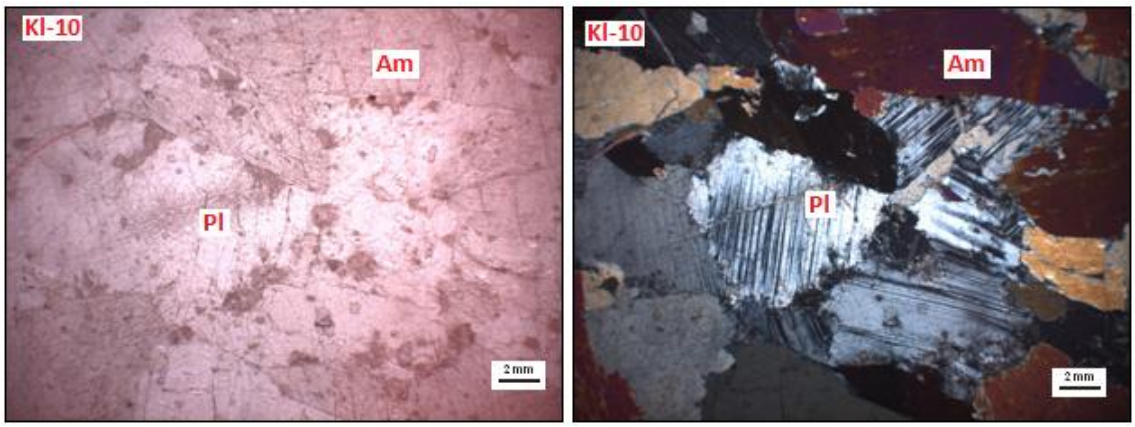
Piroksen: Az miktarda bulunur. Birbirine dik dilinim izleri, tek nikolde pleokroizma vermemeleri ile amfibollerden ayrılırlar.



Şekil 4.49. Korund, piroksen ve amfibollerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: Amfibol, Px: Piroksen, Crn: Korund).



Şekil 4.50. Korundların kırıklı yapısı (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: Amfibol, Crn: Korund).



Şekil 4.51. Plajiyoklasların polisentetik ikizlenmelerinin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Am: Amfibol, Pl: Plajiyoklas).

4.2.10. Milonitik amfibolit

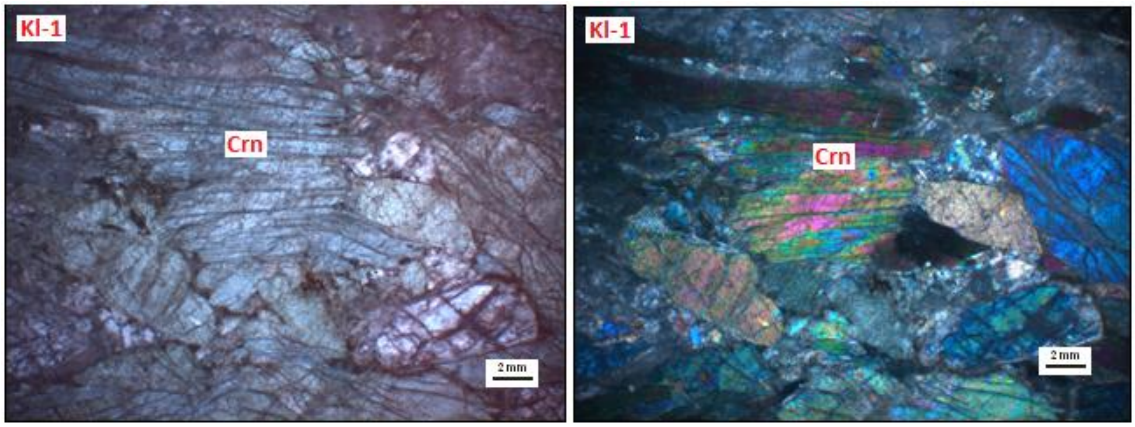
Doku: Granoblastik doku.

İçindeki Mineraller:

Amfibol: Kesitin % 80'ini oluşturur. Iri taneler şeklindedir. Çift nikolde ikinci sıra renklerini mavi sarı kırmızı renklerdedir. Tek nikolde açık yeşil tonlarında pleokroizma vardır.

Plajioklas: Ggenellikle ufalanmış kırılmış şekilde kırık ve dolgu görünüşlüdür. Büyük kısmında albit ve polisentetik ikiz görülür.

Korund: :Yer yer gözlenmektedir. Tek nikolde yüksek rölyefe sahiptir. Çift nikolde bazıları gri bazıları açık mavi ve açık kırmızı renklerdedir (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Korundların yüksek rölyeflerinin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Crn. Korund).

4.2.11. Piroksenit

Doku: Granoblastik doku

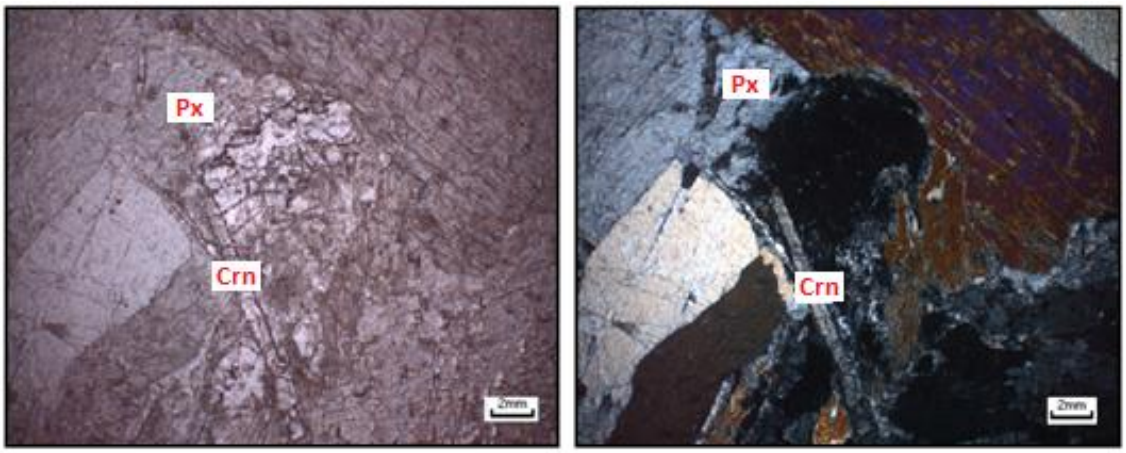
İçindeki Mineraller:

Piroksen: Kesitin yaşlaşık % 90'ını oluşturan hakim mineraldir. İri ve birbirine eş boyda taneler şeklinde, birbirine iyi kenetlenmiş yapıda görülürler. Hidrotermal alterasyondan etkilenmiş ve oluşan kırıklarda ikincil mineraller olarak kloritler ve serizitler gelişmişlerdir. Büyük çoğunluğu dik sönme gösteren ortopiroksendir. Diğerleri 37-39^{o} sönmeleriyle klinopiroksen oldukları tespit edilmiştir.

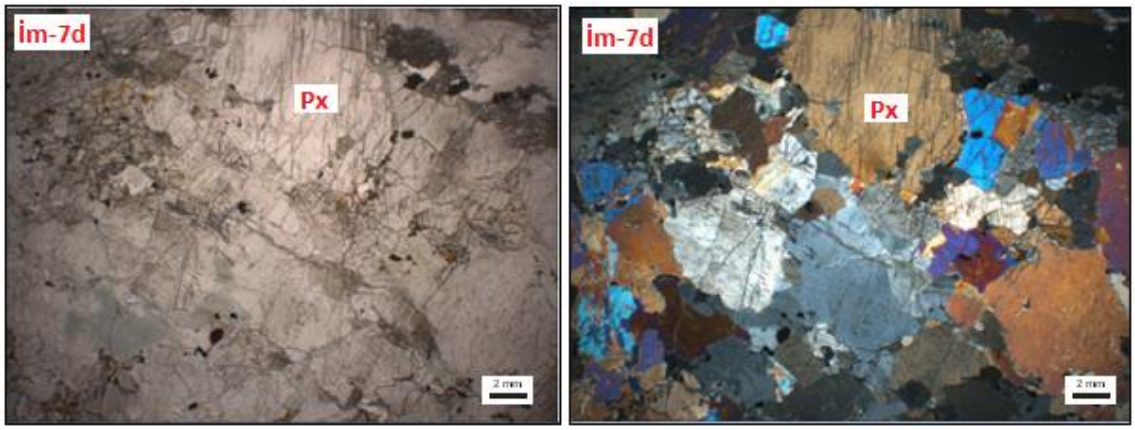
Hornblend: Kesitte yaklaşık % 10 civarında bulunur. Tek nikolde tanınmaları mümkün değildir. Çift nikolde ikinci sıra renkleriyle piroksenlerle benzerdir. Ölçümler sonucunda 16-20^{o} sönme açısı gözlenmiştir. Tek nikolde açık yeşil pleokroizma gözlenmiştir.

Opak mineral: Kesitte % 2 civarında yer tutarlar. Genellikle küçük ve orta boy taneler şeklinde minerallerin kırıkları boyunca bulunmaktadır.

Korund: Kesitte ince uzun çubuksu yapılar halinde yer yer izlenmektedirler ve dik sönme göstermektedirler (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Çubuksu formdaki korund mineralinin tek ve çift nikoldeki görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Crn: Korund Px: Piroksen).



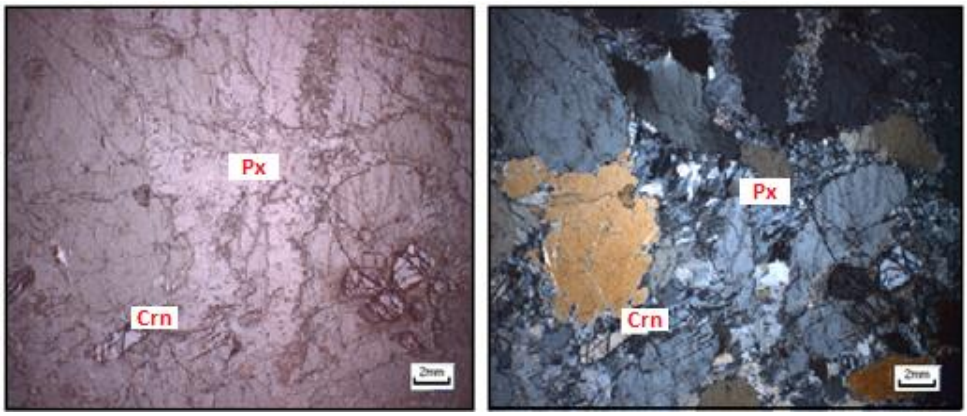
Şekil 4.54. İri taneli piroksenlerin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: Piroksen)

4.2.12. Milonitik Piroksenit

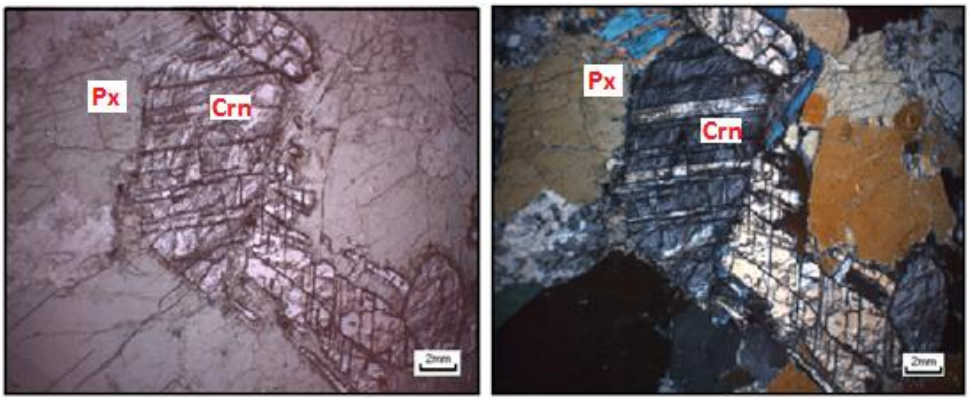
İçindeki Mineraller:

Piroksen: Kesitte hakim minerali oluşturmaktadırlar. Tektonizmadan fazlaca etkilenmiş olup kırıklı ve parçalanmış yapıda izlenmektedirler (Şekil 4.55). Kırık boşluklarında albit ikizi gösteren plajiyoklaslar gelişmiştir. Ayrıca serizitleşme ve hafif derecede uralitleşme de görülmektedir.

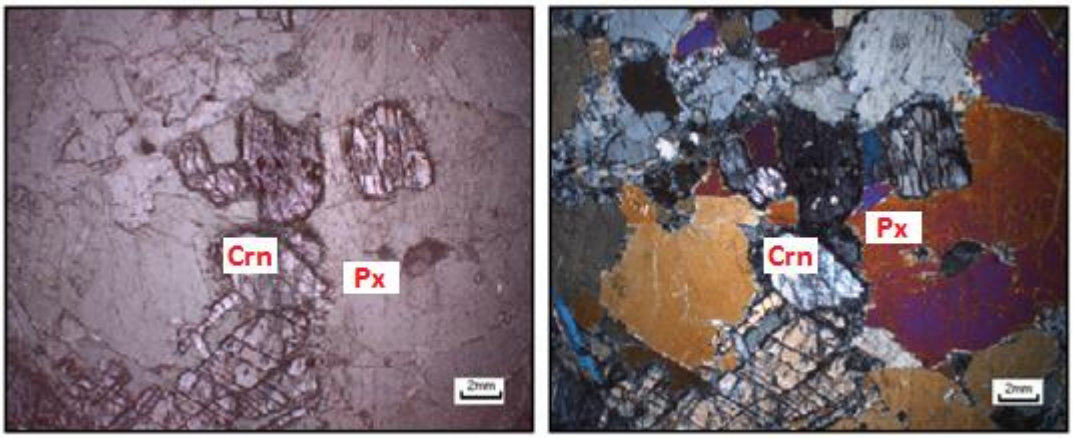
Korund: Kesitte bol miktarda ve iri taneler şeklinde gözlenmektedirler. Yüksek rölyefleri ve kırılma indisleri ile dikkat çekmektedirler (Şekil 4.56). Çok kırıklı bir yapıya sahiptirler ve bu kırıklar yaklaşık olarak birbirine dik durumdadırlar. Tek nikolde renksiz ve pembemsi paleokrizma gösterirken çift nikolde gri, sarı ve renksiz olarak izlenmektedirler (Şekil 4.57).



Şekil 4.55. Piroksendeki milonitik yapının tek ve çift nikoldeki görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen Crn: korund)



Şekil 4.56. Korund mineralinin yüksek rölyefinin ve kırıklı yapısının tek ve çift nikol görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen Crn: korund)



Şekil 4.57. Korund mineralinin tek nikoldeki pembemsi pleokroizması ve çift nikoldeki görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Px: piroksen Crn: korund)

4.3. Arguvan Bölgesinin Sahasal ve Petrografik Özellikleri

Arguvan'ın kuzeyinde tespit edilen süstaşı oluşumları önceki araştırmacılar tarafından Yamadağ Volkanikleri olarak adlandırılan birimler içerisinde yer almaktadırlar. Çalışma alanında Yamadağ volkanikleri içerisinde bazaltlar, çörtler, opaller ve krizokoller ayırt edilmiştir (Şekil 58).



Şekil 4.58. Arguvan bölgesindeki bazaltik yastık debili lav akıntları.



Şekil 4.59. Değişik tane boylarından oluşmuş Yamadağ Volkanitlerinden çakıllar içeren yamaç moluzunun görünümü (Arguvan girişi).



Şekil 4.60. Arguvan bölgesindeki sedimanter kayaçlarda ara katkı olarak kömür seviyelerinin görünümü.

Arguvan bölgesinde Yamadağ Volkaniti olarak anılan birimler içerisinde Kuyudere köyü ve Gökağaç mezrası civarlarında siyah renkli çörtlerin; mavi-yeşil, yeşil, sarı, beyaz, kırmızımsı renkli opallerin ve mavi-yeşil renkli krizokollerin varlığı tespit edilmiştir. Krizokoller ve mavimsi yeşil opaller boşluklu bazaltlarda ya yumrular halinde ya bazaltların boşluklarını doldurur şekilde ya da bazaltlar içinde doğu batı yönünde uzanan damarlar şeklinde oluşumlar göstermektedirler (Şekil 4.61, Şekil 4.62, Şekil 4.63 ve Şekil 4.64).

Çörtler ve diğer bazı opaller de killi marnlı seviyelerin tabakaları arasında yaklaşık 10 cm'lik kalınlıkta ve tabakalara paralel şekilde oluşumlar göstermektedir.



Şekil 4.61. Sedimanter kayalarda tabakalanmaya paralel halde oluşmuş çört örneği.



Şekil 4.62. Boşluklu bazaltlarda yumru şekilde oluşmuş yeşil opallerin sahadaki görünümü.



Şekil 4.63. Arguvan (Gökağaç Tepe) Bölgesinde tespit edilen süstaşı oluşumlarının sahadaki görünümleri.



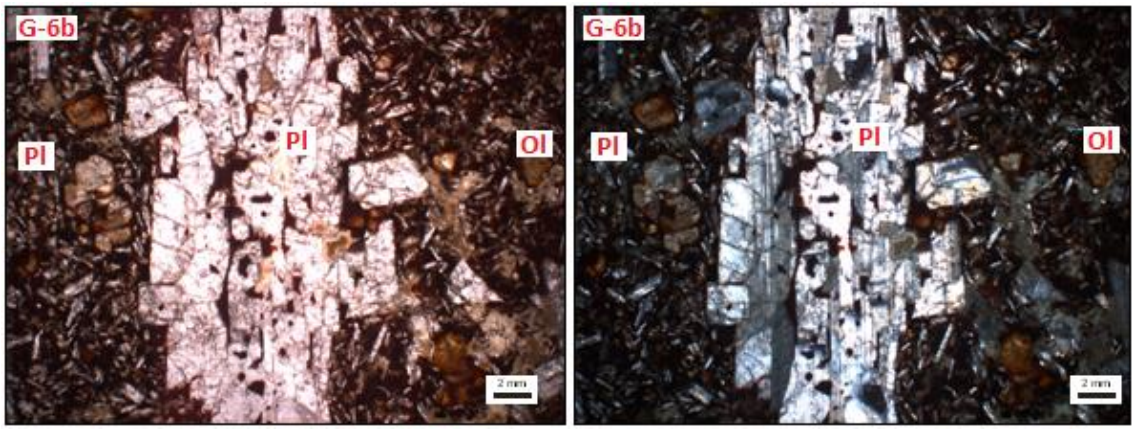
Şekil 4.64. Boşluklu bazaltların silis ile sıvanmış halleri.

4.3.1. Olivinli Altere Bazalt

Doku: Mikrolitik porfirik doku.

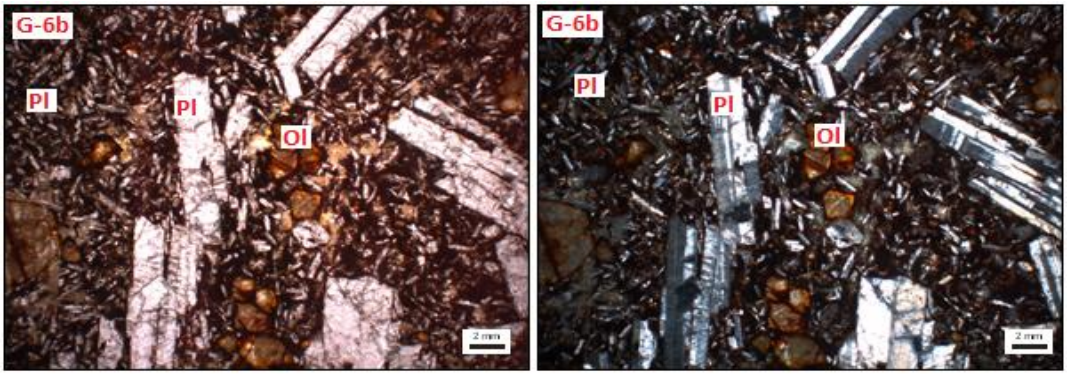
İçindeki Mineraller:

Plajioklas: Büyük çoğunluğu mikrolitler şeklindedir. Küçük kibrit çöpü görünümündedirler. Diğer bir kısmı fenokristaller şeklinde iri prizmatik latalar halinde gözlenir. Genellikle albit ikizleri görülür. Çok kırıklı bir yapıları vardır. Bazı kırıklara demir oksit mineralleri yerleşmiştir (Şekil 4.65).



Şekil 4.65. Plajiyoklaslardaki mikrolitik porfirik dokunun görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Pl: Plajiyoklas, Ol: Olivin).

Olivin: Küçük ve orta boy taneler şeklinde ikinci hakim minerali oluştururlar. Hemen hepsi ayrışmış ve iddingsit (demir) mineralleri gelişmiştir. Çok kırıklı yapıları vardır. Iddingsitleşme olivinlerin kırıkları ve kenarları boyunca gelişmiştir (Şekil 4.66).

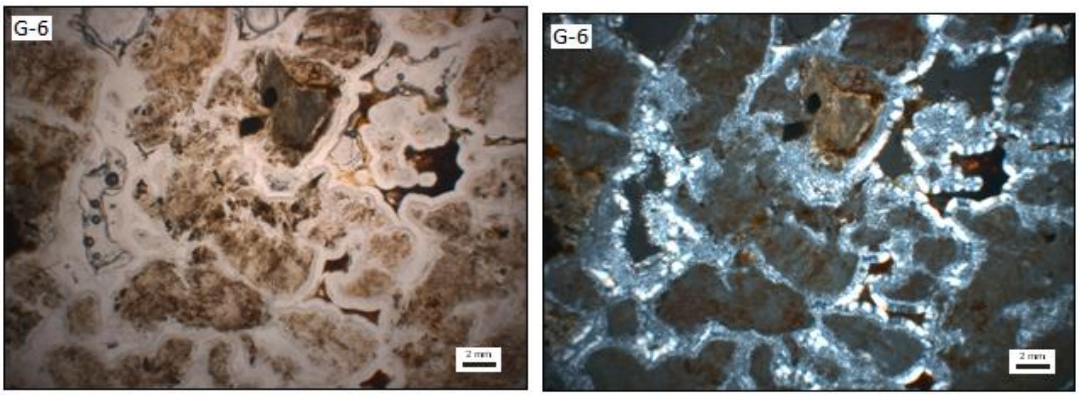


Şekil 4.66. Olivinlerin iddingsitleşmesinin görüntüsü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Pl: Plajiyoklas, Ol: Olivin).

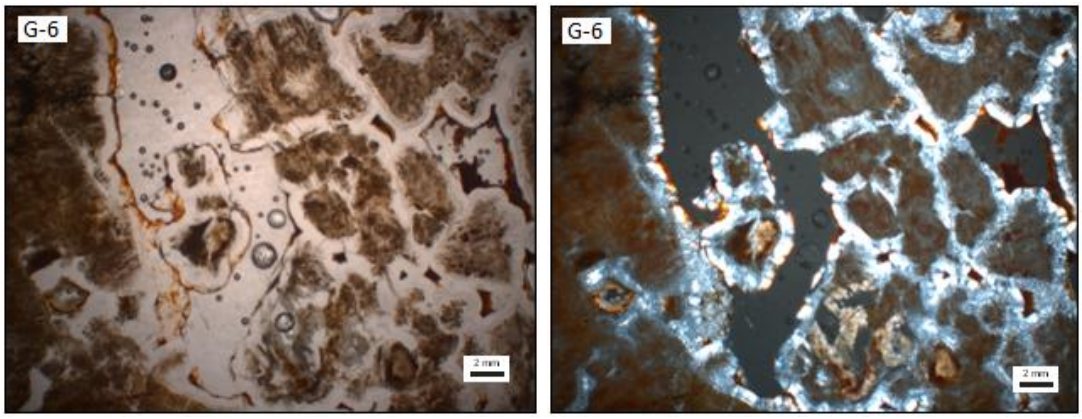
Opak mineral (demir oksit): Hamuru büyük bir kısmı oksitlenmiş demir tarafından işgal edilmiştir. Plajioklaslar bu hamur içerisinde yer almaktadırlar.

4.3.2. Radyolarit (silisifiye kayaç)

Kayaç tamamen silisifiye olmuştur. Çok kırıklı bir yapıya sahiptir. Bu kırıklar zeolit (prehnit) tarafından doldurulmuştur. Zeolitler kesitte % 30-40 civarında bulunur. Yelpaze görünümü (ışınsal) dik sönmeleriyle oluşan şekillerle dikkat çekicidir (Şekil 4.67 ve Şekil 4.68).



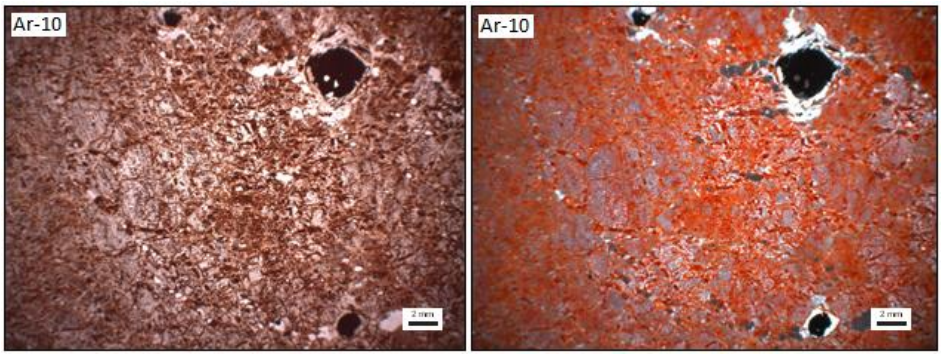
Şekil 4.67. Radyolaritin genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N)



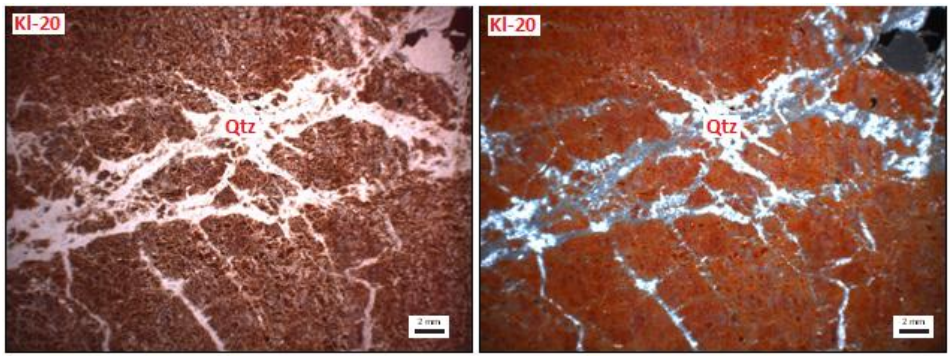
Şekil 4.68. Radyolaritin genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N)

4.3.3. Çört

Kesitin tamamını oluşturur. Düzensiz kırıklı yapıya sahiptir. Kırıklar içerisinde de silis (ikincil kuvars) yerleşmiştir. Bazı yerlerde orta boy taneler şeklinde manyetitler gözlenmiştir (Şekil 4.69 ve Şekil 4.70).



Şekil 4.69. Çörtün genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N)



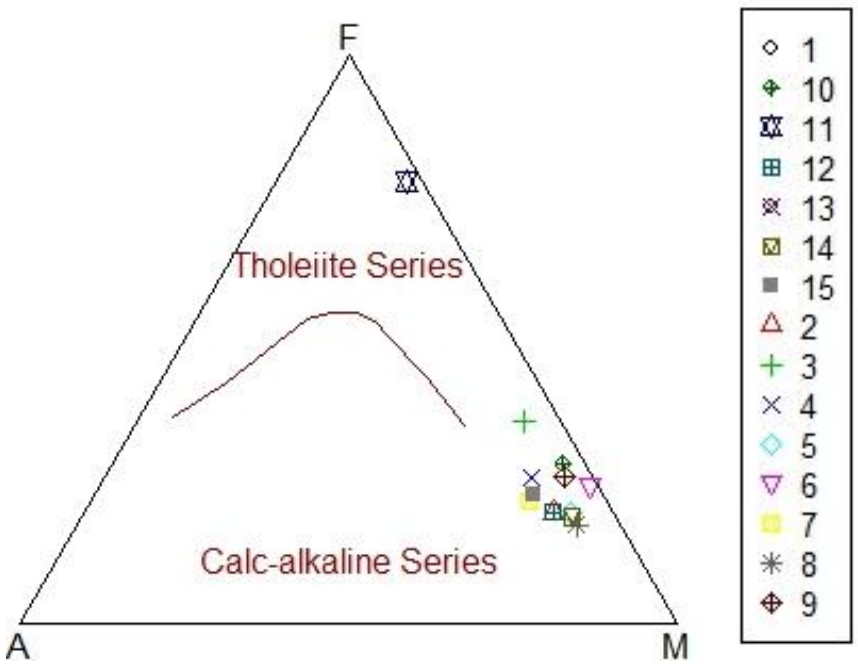
Şekil 4.70. Çörtün genel görünümü (Sol T.N, Sağ Ç.N, Qrz: kuvars)

4.4. Jeokimya

4.4.1. ICP-MS Analizi Sonuçları

Doğanşehir ve Arguvan bölgelerinden toplanan örneklerin 15 tanesi öğütülerek Acme Analitik Laboratuarında 4A4B grubu tüm kaya, eser element ve nadir toprak elementleri analizi yaptırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yapılan diyagramlar aşağıda verilmiştir.

Irvine and Baragar (1971) AFM diyagramına göre örneklerin hemen tamamı kalk-alkalenden toleyitik alana geçiş alanında gözlenmektedir. Bir örnek (SS-4) ise toleyitik alana düşmektedir (Şekil 4.71).

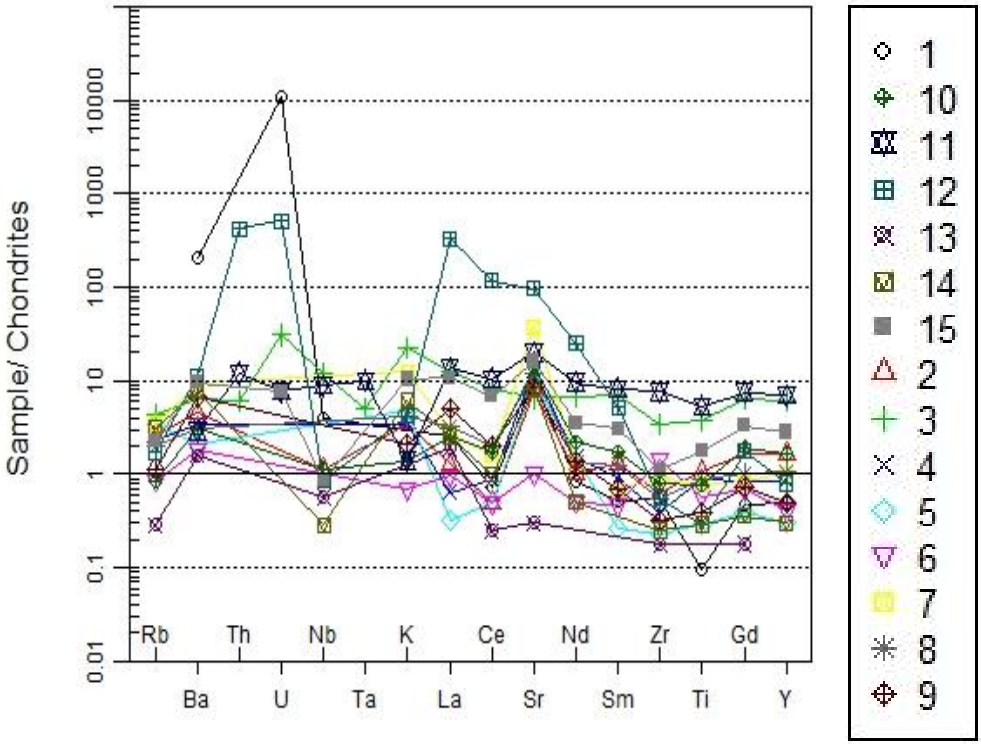


Şekil 4.71. Çalışma alanından alınan örneklerin AFM diyagramında sınıflandırılması (Irvine ve Baragar, 1971). (1=Krizokol; 2, 4 ve 10= Granatlı metagabro; 3, 6, 8, 12 ve 14=Amfibolit; 5=Granatlı Amfibolit; 7=Milonitik Amfibolit; 9=Granulit; 13=Harzburjit; 15=Piroksenit).

Analizi yapılan örneklere, kondrite (chondrite) göre normalize edilmiş diyagramda (Sun ve ark., 1980) bakıldığında Berit metaofiyolitine ait örneklerden SS-3, Ek-7 ve Kl-6 örneklerinde hafif NTE ve ağır NTE'lerce zenginleşme (x10)

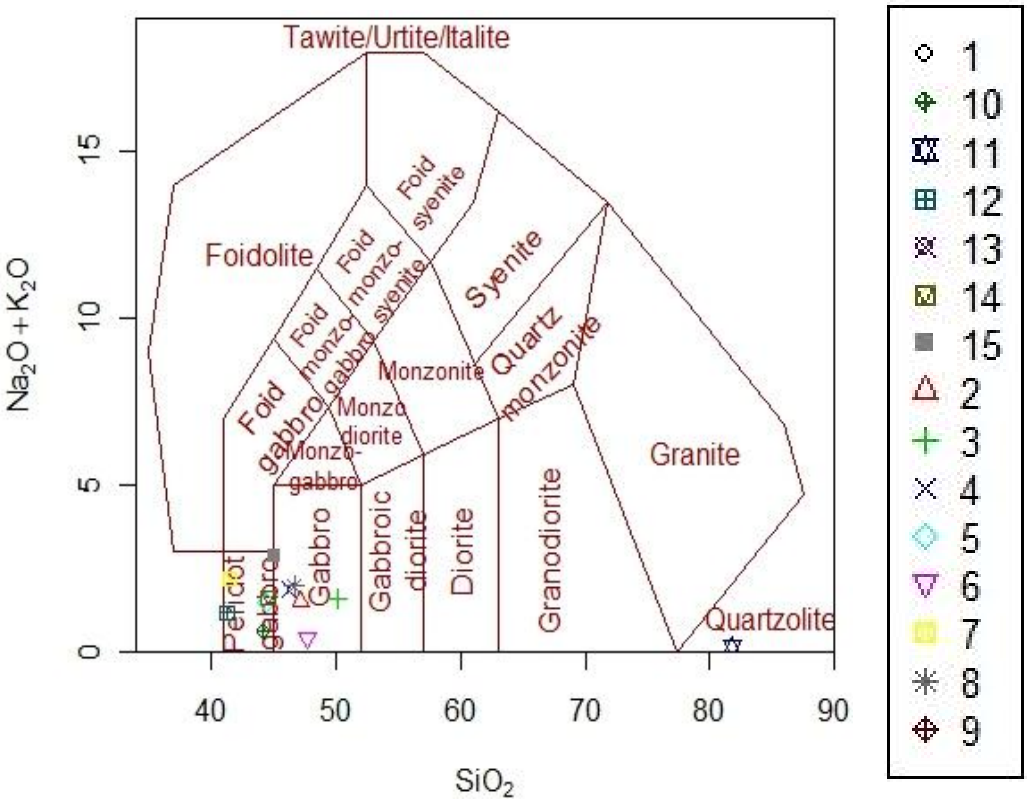
göstermekte, buna karşın diğer örnekler yatay bir profil sunmakla birlikte La, Ce ve Zr'de hafif tüketilme gözlenmektedir. Aynı diyagramda Krizokol örneği, hafif NTElerde zenginleşme gösteriken (x100-10000) ağır NTElerce tüketilme gözlenmektedir.

Ultrabazik metaofiyolitik kayaçların yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementler (Rb, Ba, K, Th)'deki zenginleşme haricinde genel olarak kalıcılığı yüksek elemenlerce (HFS) yataya yakın bir dağılım sundukları ancak Sr elementinde diğer HFS minerallerinden farklı olarak pozitif anomali gözlenmiştir. Bunun nedeni ise atomik iyon yarıçapının Ca elementiyle benzer olmasıdır ve kondrite benzedikleri görülmektedir (Şekil 4.72) (Sun et al.,1980).



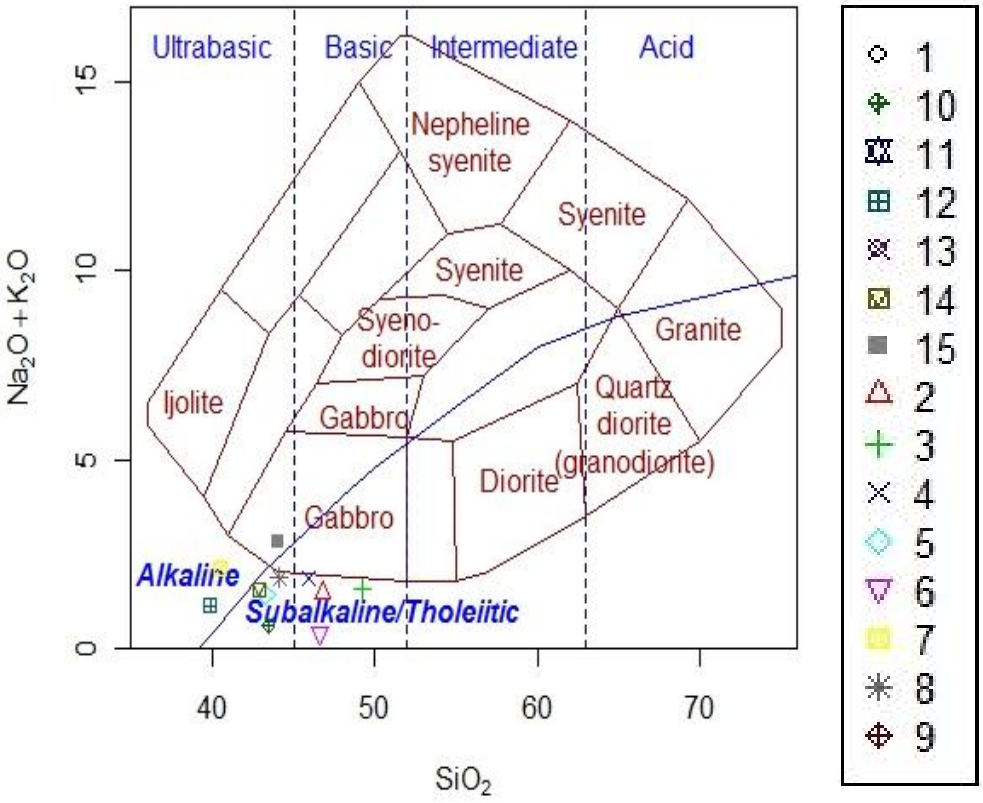
Şekil 4.72. Çalışma alanımızdan alınan örneklerinin örümcek diyagramı (Sun ve ark., 1980). (1=Krizokol; 2, 4 ve 10= Granatlı metagabro; 3, 6, 8, 12 ve 14=Amfibolit; 5=Granatlı Amfibolit; 7=Milonitik Amfibolit; 9=Granulit; 13=Harzburjit; 15=Piroksenit).

Middlemost (1985), toplam alkalilere (Na_2O+K_2O) karşı SiO_2 diyagramına göre 1 örnek (Ss-4) quartzolite, 5 örnek gabro alanına düşerken geri kalan 9 örnek peridotit+gabro alanına düşmektedir (Şekil 4.73).



Şekil 4.73. Çalışma alanından alınan örneklerinin toplam alkalilere (Na_2O+K_2O) karşı SiO_2 diyagramında sınıflandırılması (Middlemost, 1985). (1=Krizokol; 2, 4 ve 10= Granatlı metagabro; 3, 6, 8, 12 ve 14=Amfibolit; 5=Granatlı Amfibolit; 7=Milonitik Amfibolit; 9=Granulit; 13=Harzburjit; 15=Piroksenit).

TAS (Cox et.al. 1971) tarafından Na_2O+K_2O içeriğinin SiO_2 ile korelasyonuna dayanarak geliştirilen toplam alkaliler-silika (TAS) diyagramı ise metaofiyolitik kayaçların 12 adet örneğin subalkalen toleyitik bir kaynak magmadan türediği yine 3 adet örneğin ise alkalen magmadan türediğini göstermektedir (Şekil 4.74).



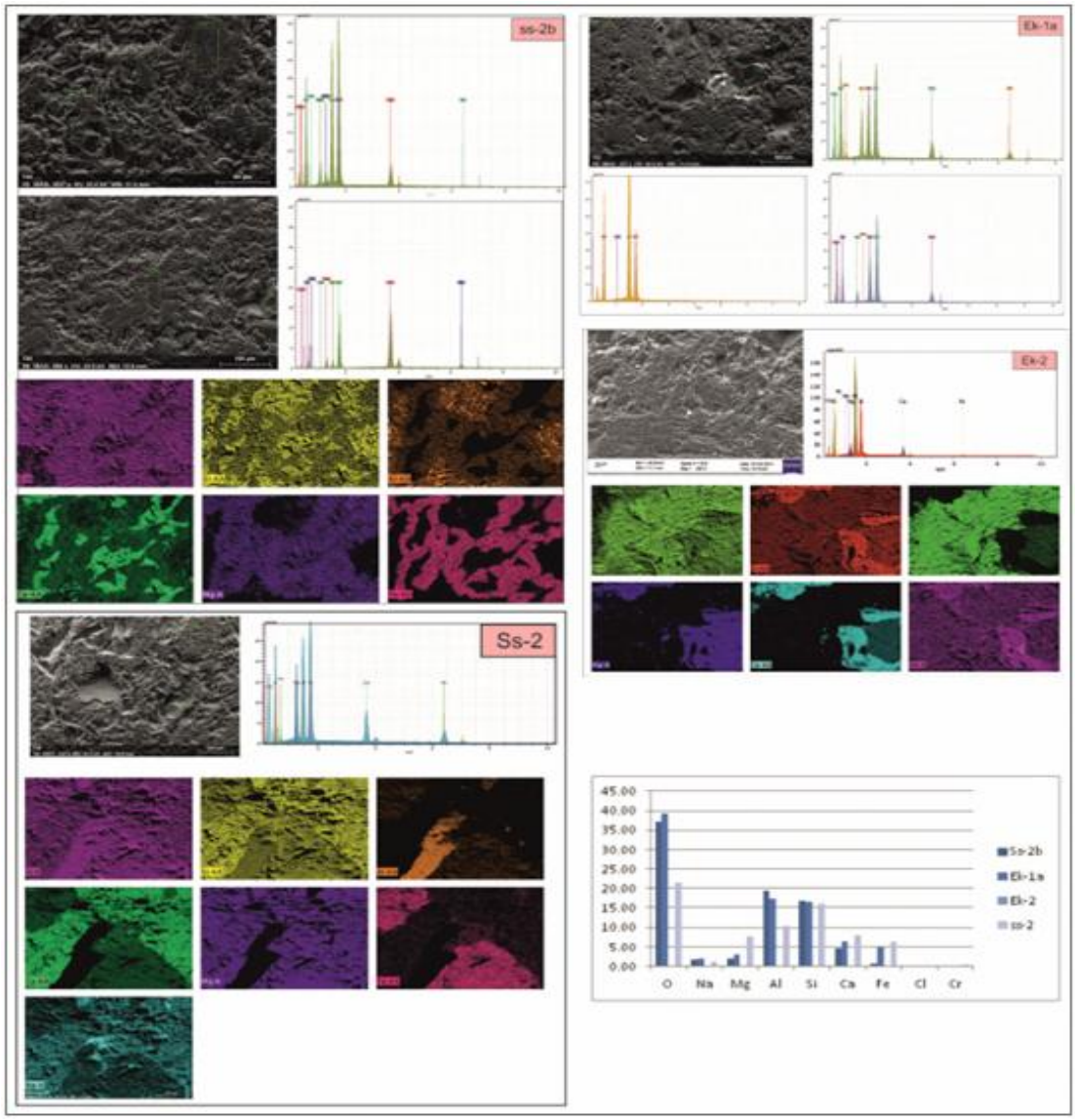
Şekil 4.74. Çalışma alanından alınan örneklerin toplam alkaliler-silika (TAS) diyagramında sınıflandırılması (Cox ve ark., 1979). (1=Krizokol; 2, 4 ve 10= Granatlı metagabro; 3, 6, 8, 12 ve 14=Amfibolit; 5=Granatlı Amfibolit; 7=Milonitik Amfibolit; 9=Granulit; 13=Harzburjit; 15=Piroksenit).

4.4.2. FE-SEM Analiz Sonuçları

Doğanşehir ve Arguvan bölgelerinden toplanan cevher ve yan kayaç örneklerinin element dağılımlarını belirlemek ve süstaşlarının renklenmelerine neden olan elementleri tespit etmek için 36 örnekte belirlenmiş nokta ve alanlardan Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu (FE-SEM) Analizi yapılmıştır.

FE-SEM sonuçlarına göre, Ss-2b no'lu granatlı metagabro örneğinde % 37.10 O, % 1.75 Na, % 2.03 Mg, %19.49 Al, % 16.76 Si, % 4.58 Ca, % 0.74 Fe bulunmaktadır. Ek-1a no'lu granatlı metagabro örneğinde % 39.21 O, % 1.90 Na, % 3.15 Mg, % 17.32 Al, % 16.51 Si, % 6.49 Ca ve % 4.79 Fe bulunmaktadır. Ss-2 no'lu granatlı metagabro örneğinde % 21.45 O, % 1.26 Na, % 7.82 Mg, % 10.44 Al,

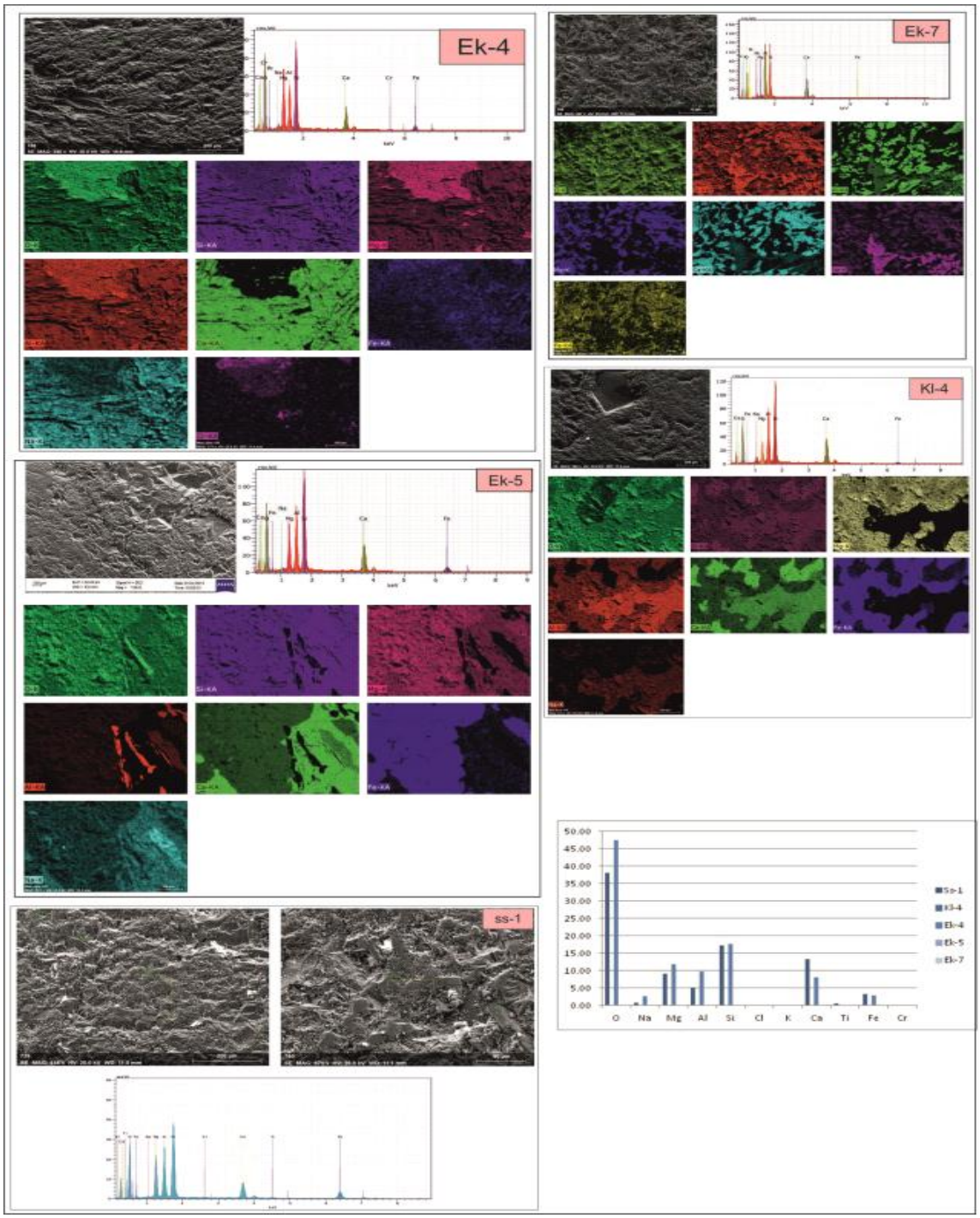
% 16.08 Si, % 7.85 Ca, % 6.40 Fe, % 0.17 Cl ve % 0.31 Cr bulunmaktadır (Şekil 4.75).



Şekil 4.75. Granatlı metagabro Örneklerinin (Ss-2b, Ek-1a, Ek-2 ve Ss-2) SEM görüntüleri ve element dağılımları.

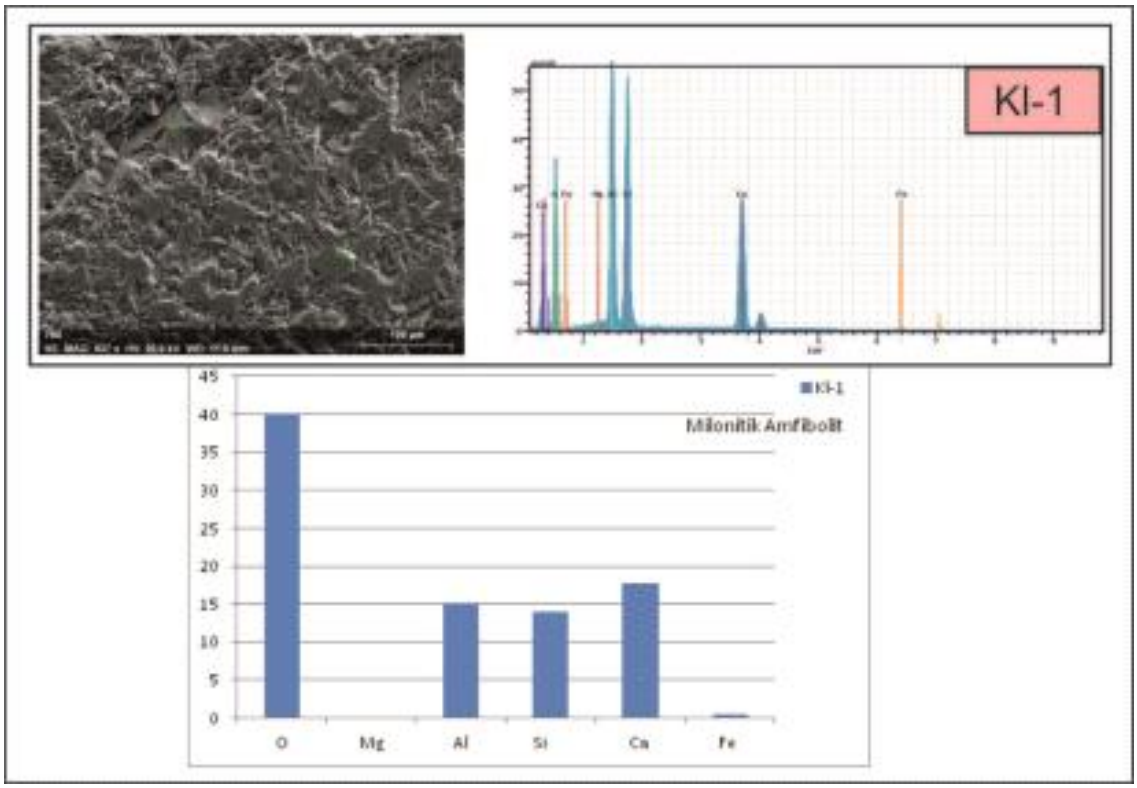
FE-SEM sonuçlarına göre, Ss-1 no'lu granatlı metagabro örneğinde % 38.06 O, % 0.67 Na, % 9.17 Mg, % 5.19 Al, % 17.26 Si, % 0.05 Cl, % 0.10 K, % 13.24 Ca, % 0.45 Ti, % 3.16 Fe bulunmaktadır.

Ek-4 no'lu granatlı metagabro örneğinde ise, % 47.37 O, % 2.57 Na, % 11.71 Mg, % 9.74 Al, % 17.66 Si, % 0.13 Cl, % 7.98 Ca, % 0.03 Ti, % 2.75 Fe ve % 0.06 Cr bulunmaktadır (Şekil 4.76).



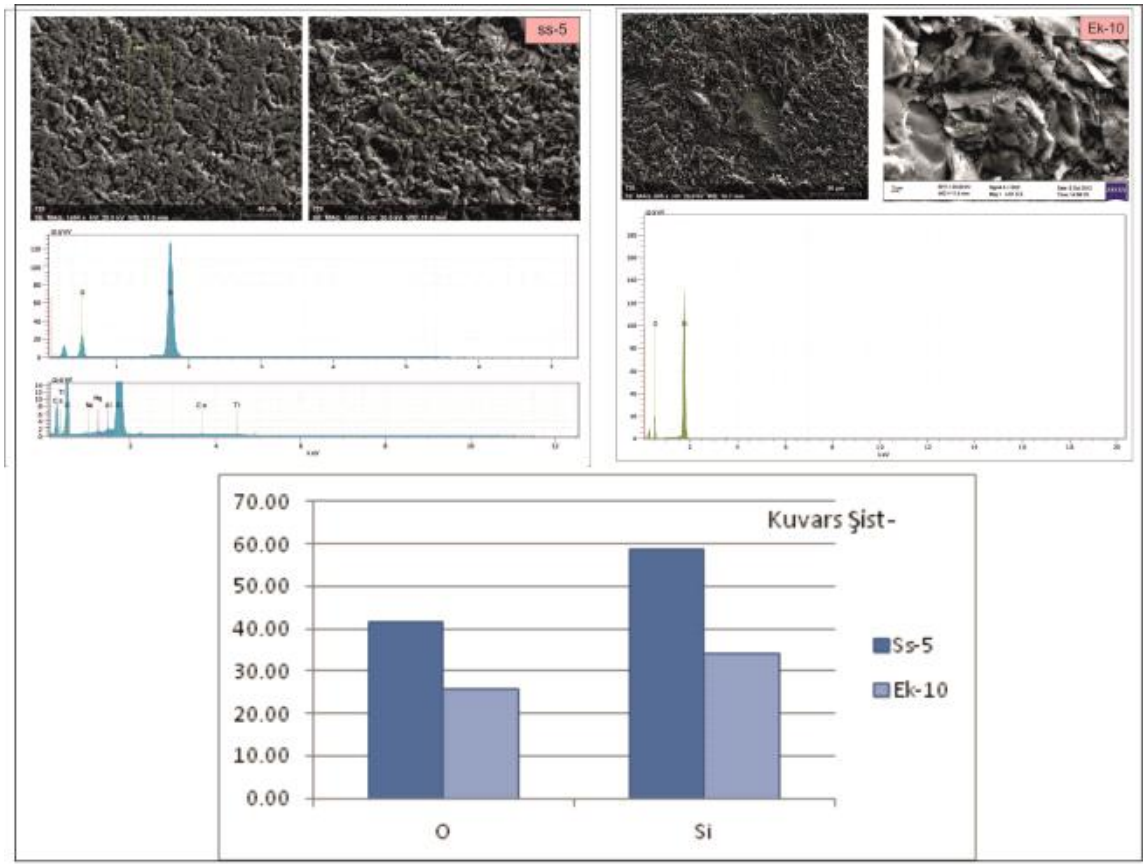
Şekil 4.76. Granatlı metagabro örneklerinin (Ek-4, Ek-7, Ek-5, Kl-4, Ss-1) SEM görüntüleri ve element dağılımları.

FE-SEM sonuçlarına göre, Kl-1 no'lu milonitik amfibolit örneğinde % 40.10 O, %17.72 Ca, % 15.21 Al, % 14.09 Si, % 0.47 Fe ve % 0.20 Mg bulunmaktadır (Şekil 4.77).



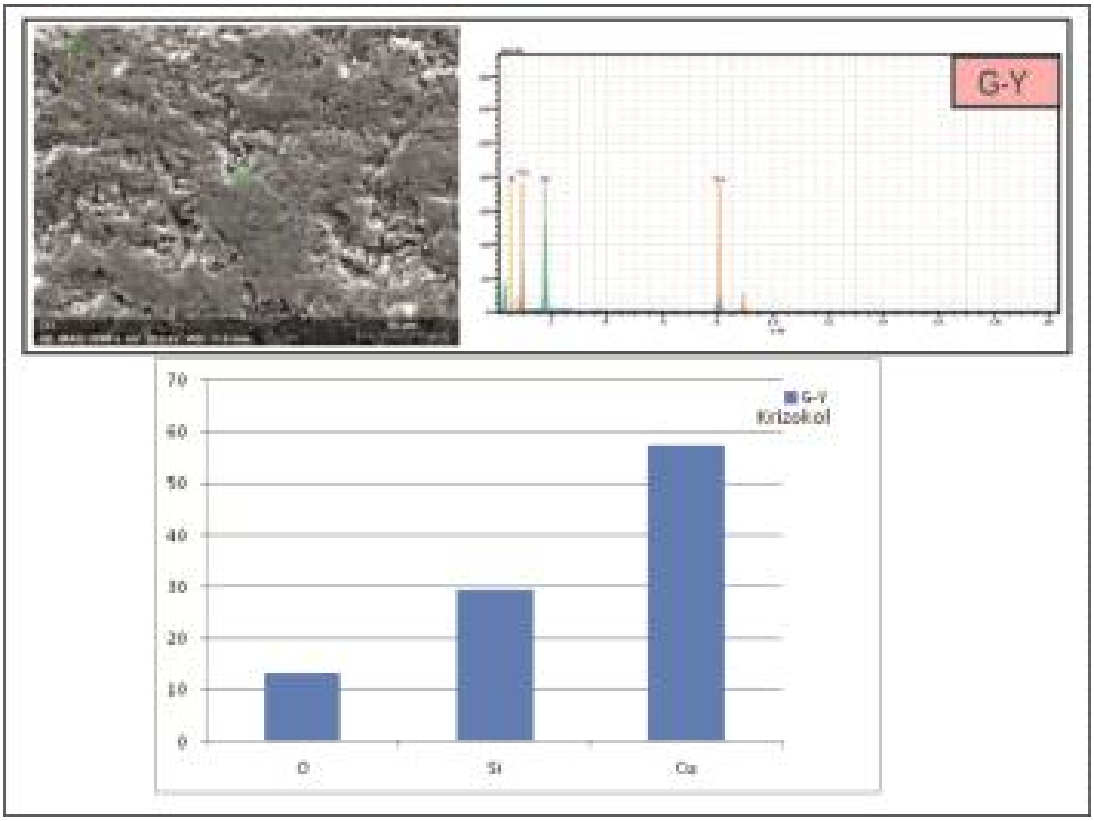
Şekil 4.77. Milonitik amfibolit (Kl-1) örneğinin SEM görüntüsü ve element dağılımları.

FE-SEM sonuçlarına göre; Ss-5 no'lu Kuvarsşist örneğinde % 41.42 O, % 58.58 Si bulunurken, Ek-10 no'lu kuvarsit örneğinde % 25.88 O, % 34.17 Si elementi bulunmaktadır (Şekil 4.78).



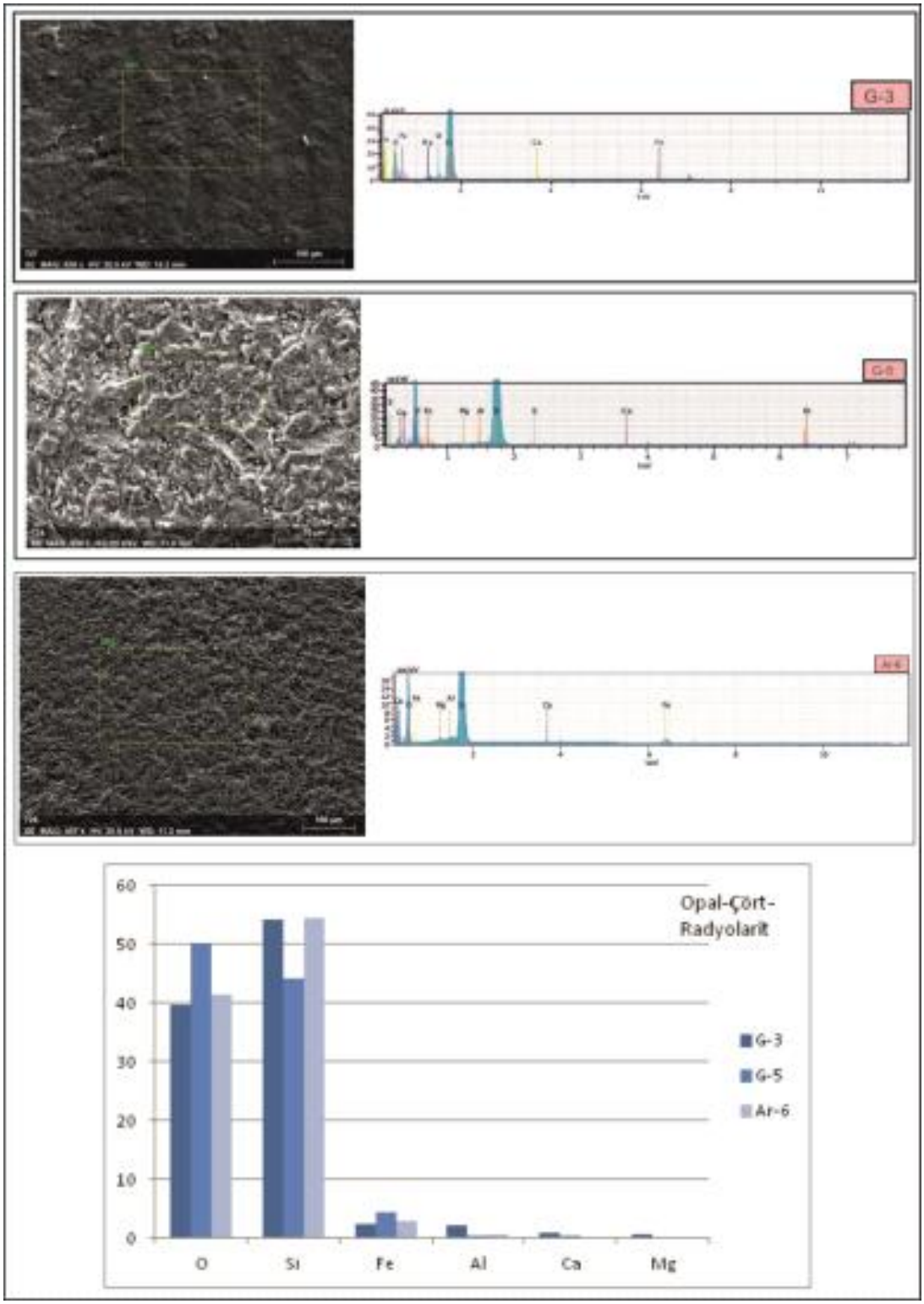
Şekil 4.78. Kuvarsşist (Ss-5) ve Kuvarsit (Ek-10) örneklerinin SEM görüntüleri ve element dağılımları.

FE-SEM sonuçlarına göre, G-Y no'lu krizokol örneğinde % 13.19 O, % 29.30 Si ve % 57.51 Cu elementi bulunmaktadır. Krizokolün mavi rengi içerdiği bakırdan kaynaklanmaktadır (Şekil 4.79).



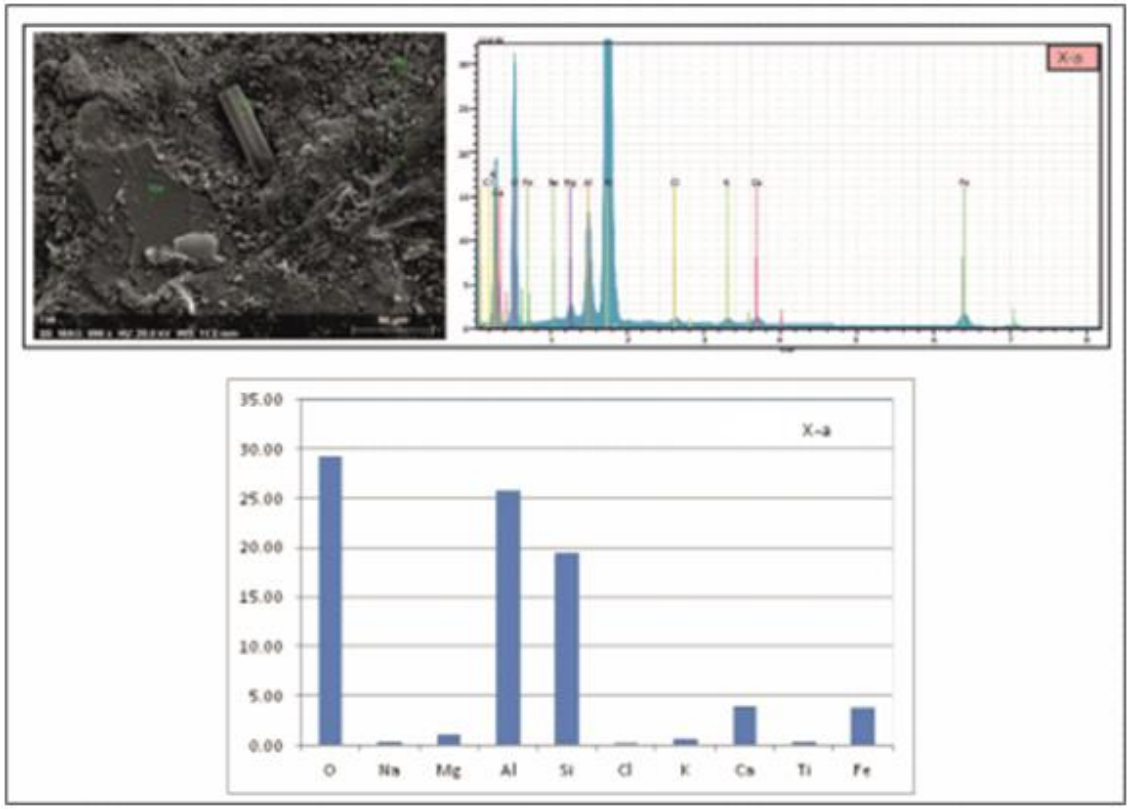
Şekil 4.79. Krizokol (G-Y) örneğinin SEM görüntüsü ve element dağılımları.

FE-SEM sonuçlarına göre, G-3 no'lu opal örneğinde % 39.63 O, % 54.20 Si, % 2.40 Fe, % 2.22 Al, % 0.92 Ca ve % 0.63 Mg bulunmaktadır. G-5 no'lu çört örneğinde % 50.30 O, % 44.16 Si, % 4.51 Fe, % 0.40 Al ve % 0.39 Ca bulunmaktadır. Ar-6 no'lu Radyolarit örneğinde ise, % 41.31 O, % 54.51 Si, % 2.94 Fe ve % 0.61 Al bulunmaktadır (Şekil 4.80).



Şekil 4.80. Opal (G-3), Çört (G-5) ve Radyolarit (Ar-6) örneklerinin Sem görüntüleri ve element dağılımları.

FE-SEM sonuçlarına göre, Korund içeriği fazla granulit örneğinde (X-a no'lu) % 29.18 O, % 25.73 Al, % 19.50 Si, %3.79 Fe, % 3.91 Ca, % 1.13 Mg, % 0.39 Na, % 0.29 Cl, % 0.70 K, % 0.32 Ti bulunmaktadır (Şekil 4.11).



Şekil 4.81. Korund içeriği fazla granulit örneğinin (X-a) SEM görüntüsü ve element dağılımı.

4.4.3. WD-XRF Analiz Sonuçları

Doğanşehir ve Arguvan bölgelerinde alınan örneklerin kimyasal bileşimlerinin tespiti amacıyla 33 örnekte Dalga Boyu Dağılımlı X-Işınları Floresans Spektrometresi (WDXRF) Analizi yapılmıştır.

XRF sonuçlarına göre, amfibolit örneklerinde % 40 civarında SiO_2, % 15 civarında MgO, % 15 civarında Fe_2O_3, % 15 civarında CaO, % 12 civarında Al_2O_3 miktarları dikkat çekmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Amfibolit örneklerine ait XRF analizi ana oksit sonuçları.

Sample	Ss-3 (%)	Kl-2 (%)	Kl-8 (%)	Kl-10 (%)	Kl-16 (%)	KL-18 (%)	Ek-1b (%)	G-6a (%)
SiO_2	44.29	42.11	43.64	41.70	37.45	40.08	43.36	46.05
Al_2O_3	7.36	11.75	12.21	15.97	15. 0452	16. 2974	17.39	12.19
Fe_2O_3	15.15	8.30	14.79	6.31	15.02	7.11	5.12	12.15
MgO	15.50	24.89	25.59	15.74	12.86	14.25	13.51	11.10
CaO	14.56	10.72	2.03	17.37	15.20	19.40	18.63	13.63
Na_2O	1.12	1.15	0.44	1.32	1.85	1.44	0.94	2.55
K_2O	0.40	0.08	0.03	0.17	0.30	0.17	0.06	0.64
TiO_2	0. 5212	0.14	0.10	0.11	1.49	0.11	0.14	1.08
P_2O_5	0.02	0.01	0.01	0.02	0.12	0.02		0.10
MnO	0.21	0.10	0.19	0.08	0.19	0.10	0.09	0.19
Cr_2O_3	0.35	0.31	0.26	0.66	0.06	0.62	0.53	0.09
Total	99.4812	99.56	99.29	99.39	99.5852	99.5974	99.77	89.77

Çizelge 4.2. Amfibolit örneklerine ait XRF analizi iz element sonuçları.

Sample	Ss-3 (ppm)	Kl-2 (ppm)	Kl-8 (ppm)	Kl-10 (ppm)	Kl-16 (ppm)	KL-18 (ppm)	Ek-1b (ppm)	G-6a (ppm)
Ba	781	781		1005		1005		
Co	272	136	408	136				
Ni	1654	2672	6998	2163	1145	2036	1145	254
Cu	625	500	125	125	250		125	66220
Zn	124	124	248	124	124			124
Sr	209	627		627	1254	1463	627	1672
V	714				1606		714	1249

XRF sonuçlarına göre, Amfibol Şist (Ek-8) /Granatlı Amfibolit (Kl-5) / Milonitik Amfibolit (KL-1) örneklerinde % 40 civarında SiO_2, % 15 civarında Al_2O_3, % 15 civarında CaO, % 10 civarında MgO, % 2 civarında Na_2O gözlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Amfibol Şist/Granatlı Amfibolit/ Milonitik Amfibolit örneklerinin XRF analizi ana oksit sonuçları.

Sample	Ek-8 (%)	Kl-5 (%)	KL-1 (%)
SiO_2	42.80	40.42	38.30
Al_2O_3	14.90	18.76	22.67
Fe_2O_3	16.59	7.56	0.13
MgO	6.91	16.03	12.21
CaO	13.16	14.80	17.47
Na_2O	2.92	1.46	1.88
K_2O	1.01	0.11	0.24
TiO_2	0. 6544	0.05	0.13
P_2O_5	0.15	0.01	0.04
MnO	0.26	0.10	
Cr_2O_3	0.04	0.27	
Total	99.3944	99.56	93.07

Çizelge 4.4. Amfibol Şist/Granatlı Amfibolit/ Milonitik Amfibolit örneklerinin XRF analizi iz element sonuçları.

Sample	Ek-8 (ppm)	Kl-5 (ppm)	KL-1 (ppm)
V	892		
Co		136	
Ni	636	1781	1145
Cu	500	250	125

XRF sonuçlarına göre granatlı metagabro örneklerinde % 40 civarında SiO_2, % 20 civarında Al_2O_3, % 12 civarında CaO, % 10 civarında MgO, % 7 civarında Fe_2O_3, % 2 civarında MnO içerikleri dikkat çekmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Granatlı metagabro örneklerine ait XRF analizi ana oksit sonuçları.

Sample	Ss-2b (%)	Ek-2 (%)	Ek-3a (%)	Ss-2 (%)	Ek-5 (%)	Ek-4 (%)	Ss-1 (%)	Kl-3 (%)	KL-4 (%)	Ek-7 (%)
SiO_2	42.71	39.63	43.19	39.03	40.60	36.84	39.87	37.22	40.60	42.37
Al_2O_3	22.28	18.95	19.95	16.18	22.77	18.38	20.17	17.61	19.12	20.35
Fe_2O_3	8.03	7.96	1.11	9.13	6.90	12.05	7.70	18.72	6.89	5.46
MgO	10.21	14.16	9.45	11.85	11.42	15.20	10.57	19.20	12.20	9.66
CaO	13.35	14.38	0.15	21.92	15.97	15.34	19.67	5.35	18.45	19.42
Na_2O	2.64	1.49	1.11	0.68	1.19	1.09	1.21	0.65	1.48	1.61
K_2O	0.13	0.30	19.55	0.05	0.59	0.10	0.14	0.08	0.38	0.13
TiO_2	0.13	0.11	0.27	0.18	0.10	0.08	0. 0691	0.17	0.10	0.17
P_2O_5	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01
MnO	0.15	0.13	5.92	0.21	0.09	0.37	0.14	0.28	0.11	0.10
Cr_2O_3	0.06	2.63	0.11	0.43	0.03	0.13	0.08	0.34	0.29	0.47
Total	99.7	99.75	99.43	89.67	99.67	99.59	99.629 1	99.65	99.63	99.75

Çizelge 4.6. Granatlı metagabro örneklerine ait XRF analizi iz element sonuçları.

Sample	Ss-2b (ppm)	Ek-2 (ppm)	Ek-3 (ppm)	Ss-2 (ppm)	Ek-5 (ppm)	Ek-4 (ppm)	Ss-1 (ppm)	Kl-3 (ppm)	KL-4 (ppm)	Ek-7 (ppm)
Ba	781			1117	893		1117			893
Co	136	272			136	136		408	136	
Ni	890	1527	890	1272	1399	763	1018	2290	1654	890
Cu	125	250	250		125	125	250		125	375
Zn	124	124	124		124	124	124	124	124	124
Sr	627	209	418	836	836	836	1045	209	627	418

XRF sonuçlarına göre, Piroksenitlerde % 39 SiO_2, % 15 civarında Al_2O_3, % 18 civarında CaO, % 15 civarında MgO, % 8 civarında Fe_2O_3 değerleri en yüksek gözlenmiştir. Harzburjit örneğinde % 44 civarında SiO_2, % 40 civarında MgO, % 13 civarında Fe_2O_3 değerleri en yüksektir. Serpantinize dünit örneklerinde ise % 44 civarında SiO_2, % 40 civarında MgO, % 13 civarında Fe_2O_3 değerleri en yüksek olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Proksenit /Harzburjit/Serpantinize Dünit örneklerinin XRF analizi ana oksit sonuçları.

Sample	Ek-3 (Prx) (%)	KL-19 (Prx) (%)	KL-7 (Hrz) (%)	KL-9 (Sdnt) (%)	Ek-9 (Sdnt) (%)
SiO_2	36.95	39.82	43.35	43.66	44.57
Al_2O_3	20.16	13.02	0.69	0.78	0.88
Fe_2O_3	5.24	10.71	13.62	15.08	12.47
MgO	13.63	18.15	39.55	38.50	39.72
CaO	21.53	15.11	1.21	0.45	0.86
Na_2O	1.05	2.08	0.03	0.05	0.05
K_2O	0.09	0.19	0.01	0.01	1.01
TiO_2	0.07	0.26			
P_2O_5	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
MnO	0.07	0.18	0.20	0.20	0.18
Cr_2O_3	0.80	0.12	0.48	0.55	0.52
Total	99.6	99.64	99.15	99.3	99.27

Çizelge 4.8. Proksenit /Harzburjit/Serpantinize Dünit örneklerinin XRF analizi iz element sonuçları.

Sample	Ek-3 (Prx) (ppm)	KL-19 (Prx) (ppm)	KL-7 (Hrz) (ppm)	KL-9 (Sdnt) (ppm)	Ek-9 (Sdnt) (ppm)
Ba			781		
V		535			
Co			408	408	408
Ni	1527	2672	7507	6489	6744
Cu			125		
Zn	124	124	124	124	124
Sr	1886	438			

XRF sonuçlarına göre Kuvars şist (Ss-5) ve Kuvarsit (Ek-10) örneklerinde % 97 civarındaki SiO_2 miktarı en önemli değerdir. G-2 no'lu opal örneğinde ise % 91 civarında SiO_2 bulunurken % 5 civarında CuO ve % 1.5 oranında da Fe_2O bulunmaktadır. Opale mavimsi yeşil rengini bakır içeriği vermektedir (Çizelge 4.9)

Çizelge 4.9. Kuvars şist/Kuvarsit/Opal örneklerinin XRF analizi ana oksit sonuçları.

Sample	Ss-5 (%)	Ek-10 (%)	G-2 (%)
SiO_2	97.32	98.00	91.19
Al_2O_3	0.91	0.40	0.59
Fe_2O	0.54	0.33	1.50
MgO	0.25	0.61	0.56
CaO	0.19	0.03	0.39
Na_2O	0.05	0.03	0.07
K_2O	0.40	0.43	0.04
TiO_2	0.03		
P_2O_5	0.10	0.03	0.02
MnO	0.05		0.02
Total	99.84	99.83	94.38

Çizelge 4.10. Kuvars şist/Kuvarsit/Opal örneklerinin XRF analizi iz element sonuçları.

Sample	Ss-5 (Ppm)	Ek-10 (Ppm)	G-2 (Ppm)
Ba	670		670
V			535
Ni	127		127
Cu			6622
Zn			124
Sr	209	209	

4.4.4. Mineral Kimyası Sonuçları

Çalışma alanından alınan 4 örneğin mineral kimyası analizi yaptırılmıştır. Bu analiz sonucunda; İm-24 no'lu amfibolit örneğinde Korundun olduğu noktadan yapılan ölçümde % 98 oranında Al_2O_3 olduğu saptanmıştır. Kl-4 no'lu milonitik amfibolit örneğinde korund olan bölgeden yapılan ölçümde % 97 oranında Al_2O_3 bulunduğu saptanmıştır. Kl-7 no'lu harzburjit örneğinde % 42 Al_2O_3, % 30 Fe_2O3, % % 18 MgO ve % 5 MnO bulunmaktadır. Ss-2 no'lu granatlı metagabro örneğinde % 42 oranında SiO_2, % 34 oranında Al_2O_3, % 22 oranında CaO bulunmaktadır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Çalışma alanından alınan örneklerin elektron mikroprop analizi ana oksit sonuçları (%).

Spectrum	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na2O	MnO	MgO	K2O	CaO	TiO_2
IM-24-1	0,818265	98,1688	0,002529	0,512901	0,161623	0,276001	0,05778	0,000753	0,001347
IM-24-1	0,818265	98,1688	0,002529	0,512901	0,161623	0,276001	0,05778	0,000753	0,001347
IM-24-2	42,89176	17,09851	3,93285	7,494756	0,276915	16,98373	0,421266	10,89814	0,002069
IM-24-4	45,34961	18,6152	3,654504	5,668978	0,002574	16,38034	0,780345	9,546464	0,001986
IM-24-5	44,9965	18,20317	4,500703	3,733944	0,186997	17,08513	0,276449	11,01587	0,001231
IM-24-6	43,08858	18,01219	3,805844	8,54415	0,001636	17,31761	0,14425	9,084591	0,001144
KI-7-1	55,69648	1,63891	5,142137	0,651431	0,0022	36,68339	0,002715	0,181082	0,001656
KI-7-2	2,083361	42,37065	30,69077	1,091213	5,337856	18,20967	0,02632	0,188003	0,00216
KI-7-3	39,66305	0,064331	7,483784	0,715842	0,073486	51,9964	0,000669	0,000871	0,001567
KI-7-4	47,84897	0,001274	5,800059	0,339878	0,149527	45,14237	0,000894	0,136967	0,580065
KI-7-5	54,99272	0,898406	5,319625	1,409911	0,00239	37,23143	0,047112	0,096601	0,001811
KI-1-1	43,44894	17,60698	4,842469	3,35653	0,001161	17,76024	0,23867	12,74417	0,000842
KI-1-2	43,33559	18,60338	4,830901	3,586423	0,001091	16,7998	0,530611	12,26948	0,042717
KI-1-3	45,1149	17,50243	5,459881	2,367169	0,001155	17,3581	0,117166	12,07835	0,000851
KI-1-4	1,855519	97,1327	0,106124	0,570312	0,001092	0,332743	0,000314	0,000414	0,000778
KI-1-5	30,81416	26,0793	4,268508	1,136681	0,001888	36,32292	0,099916	0,757368	0,519259
KI-1-6	42,10072	33,73999	1,073243	0,65823	0,001792	0,467694	0,174172	21,78289	0,001262
SS-2-1	42,48043	22,61724	9,561921	0,453692	0,001299	15,72156	0,190739	8,969708	0,003405
SS-2-2	41,2943	33,50383	1,159278	0,446011	0,10018	0,29721	0,020153	23,1054	0,073636
SS-2-3	55,41047	7,177718	0,902022	1,743393	0,00122	14,50558	0,053018	20,20536	0,001208
SS-2-4	42,01128	34,20915	0,507915	0,336312	0,001835	0,308862	0,007275	22,61604	0,001339

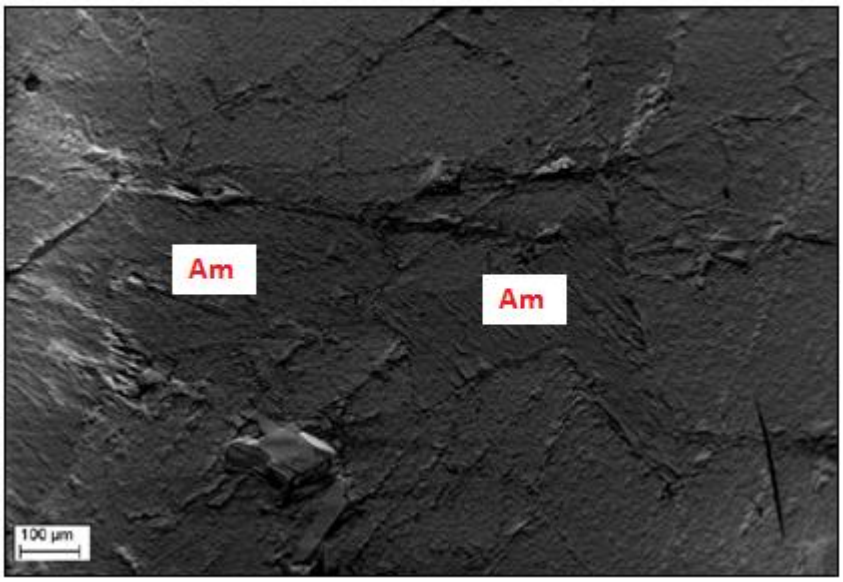
Çizelge 4.12. Çalışma alanından alınan örneklerin elektron mikroprop analizi element dağılım sonuçları (%).

Spectrum	Oxygen	Silicon	Aluminium	Iron	Manganese	Magnesium	Potassium	Sodium	Calcium	Titanium
IM-24-1	56,19026	0,375512	51,00857	0,001737	0,122888	0,163404	0,047092	0,373561	0,000528	0,000792
IM-24-1	56,19026	0,375512	51,00857	0,001737	0,122888	0,163404	0,047092	0,373561	0,000528	0,000792
IM-24-2	43,99756	16,52859	7,460372	2,267745	0,176801	8,443388	0,288305	4,583726	6,421127	0,001022
IM-24-4	44,40083	18,12246	8,422708	2,18523	0,001704	8,444783	0,553815	3,595405	5,832882	0,001018
IM-24-5	46,24868	18,20697	8,339621	2,724986	0,125363	8,91865	0,198659	2,397872	6,815137	0,000639
IM-24-6	45,0101	16,54398	7,830413	2,186521	0,001041	8,578031	0,098362	5,2065	5,333105	0,000563
KL-7-1	50,38843	23,99526	0,799453	3,314868	0,00157	20,38868	0,002078	0,445415	0,119281	0,000915
KL-7-2	54,48308	0,511911	11,78786	11,28398	2,173065	5,772361	0,011485	0,425538	0,07063	0,000681
KL-7-3	56,58842	18,13038	0,033295	5,118788	0,055654	30,66311	0,000543	0,519323	0,000608	0,000918
KL-7-4	57,14521	19,41572	0,000585	3,521587	0,100526	23,63129	0,000645	0,218879	0,084976	0,301828
KL-7-5	52,97676	22,05345	0,407929	3,192106	0,001588	19,26207	0,033554	0,897351	0,059231	0,000931
KL-1-1	44,59881	17,79701	8,165696	2,967972	0,000788	9,385096	0,17362	2,182016	7,981354	0,000442
KL-1-2	45,45713	17,62553	8,567016	2,940021	0,000735	8,815023	0,383273	2,315038	7,62993	0,022279
KL-1-3	40,00536	19,77343	8,685612	3,580718	0,000839	9,814905	0,091201	1,646609	8,094059	0,000478
KL-1-4	53,24301	0,861967	51,08941	0,073767	0,000841	0,199414	0,000259	0,420472	0,000294	0,000463
KL-1-5	58,04734	10,9044	10,44931	2,26023	0,001107	16,58267	0,062794	0,638395	0,409784	0,235634
KL-1-6	44,94934	18,84872	17,10321	0,718978	0,001329	0,270132	0,138486	0,467702	14,91094	0,000725
SS-2-1	40,5863	18,71349	11,28095	6,302836	0,000948	8,934776	0,149224	0,317195	6,041451	0,001923
SS-2-2	48,98716	18,75136	17,22573	0,78769	0,07537	0,174112	0,016252	0,321431	16,04181	0,042878
SS-2-3	42,50191	24,6694	3,618206	0,600909	0,0009	8,331513	0,04192	1,23186	13,75404	0,000689
SS-2-4	46,08169	16,89245	15,57433	0,305593	0,001222	0,160219	0,005195	0,214619	13,90402	0,00069

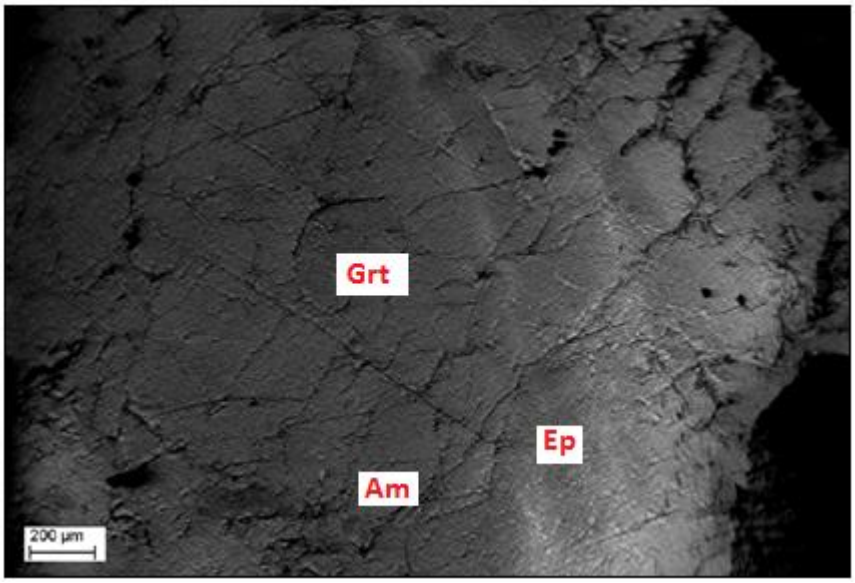
Ss-2 no'lu granatlı metagabro örneğinin mineral kimyası sonucuna göre ilk bakılan noktadan sadece amfibol minerali görülürken diğer noktada ise granat, amfibol ve epidot minerallerine rastlanmıştır (Şekil 4.82 ve Şekil 4.83).

Çizelge 4.13. Ss-2 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları (%).

SiO_2	40,03378	40,11479	52,77524	36,13801
Al_2O_3	21,31536	32,54801	6,836601	29,42769
FeO	8,108599	1,013363	0,77307	0,393145
MgO	14,81654	0,28873	13,81615	0,265691
K_2O	0,179755	0,019577	0,050497	0,006258
CaO	8,453198	22,4457	19,24465	19,4545
TiO_2	0,003209	0,071533	0,00115	0,001152
MnO	0,001224	0,097318	0,001162	0,001578
Na_2O	0,427579	0,433289	1,660547	0,289307
Toplam	93,33924	97,03231	95,15907	85,97733
	Grt	Ep	Am	Ep



Şekil 4.82. Ss-2 no'lu granatlı metagabro örneğinin mikroprop görüntüsü (Am: amfibol).

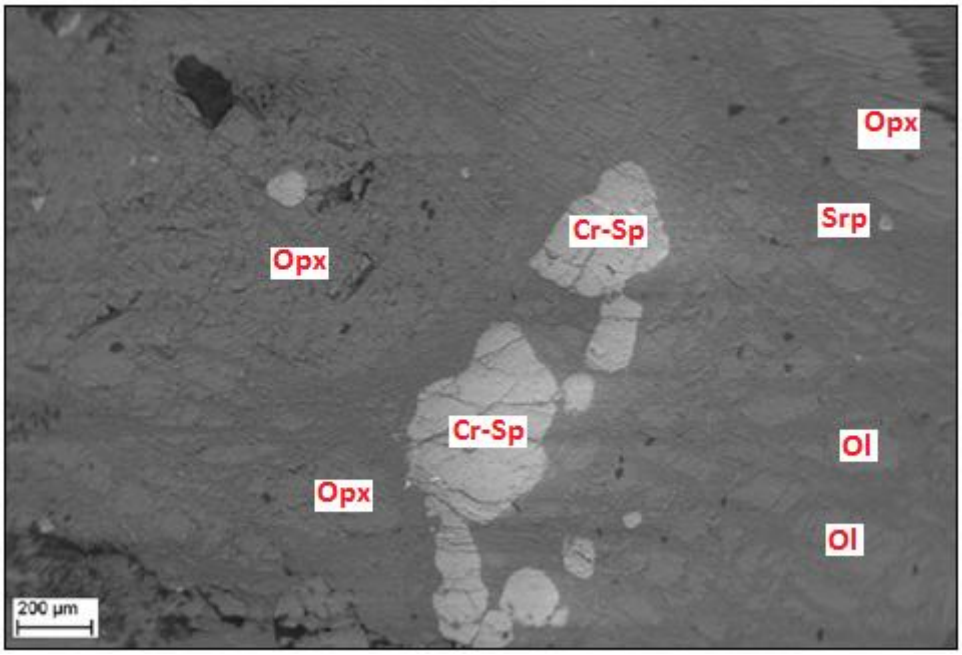


Şekil 4.83. Ss-2 no'lu granatlı metagabro örneğinin mikroprop görüntüsü (Grt: granat, Ep: epidot, Am: amfibol).

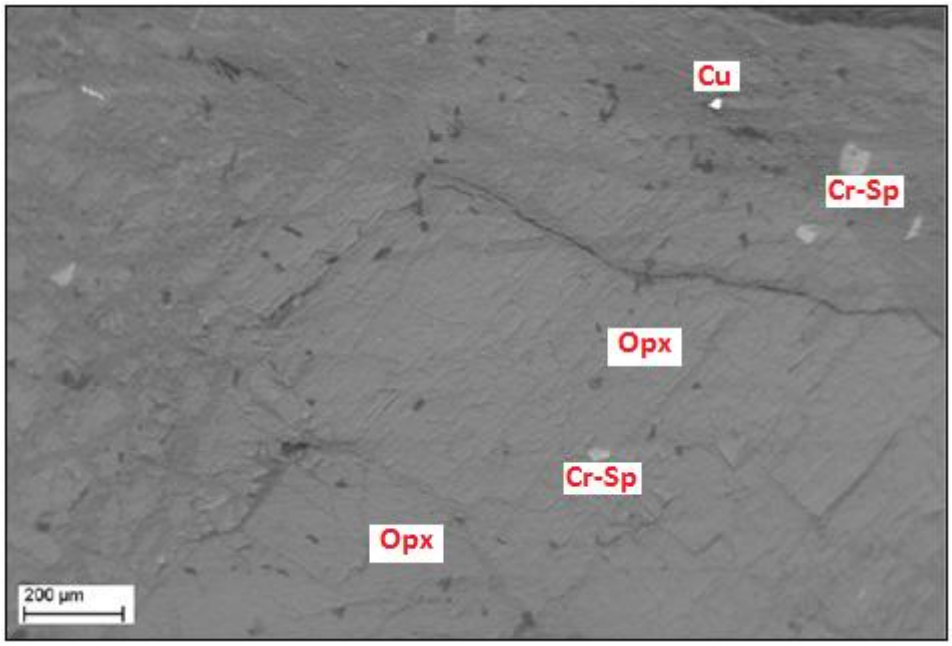
Kl-7 no'lu harzburjit örneğinde elektron mikropropta ortopiroksen, krom-spinel, serpantin ve olivin mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4.84 ve Şekil 4.85). Krom-Spinel ve Serpantin mineralleri diğer minerallere göre daha açık renkli gözlenmiştir.

Çizelge 4.14. Kl-7 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları (%).

SiO_2	51,33305	1,09513	38,78633	41,53606	47,17895
Al_2O_3	1,510567	22,27316	0,062912	0,001106	0,770781
FeO	4,264577	14,51684	6,58532	4,530522	4,106645
MgO	33,81054	9,572307	50,84864	39,18776	31,9423
K_2O	0,002503	0,013835	0,000655	0,000776	0,040419
CaO	0,166898	0,098826	0,000851	0,118898	0,082876
TiO_2	0,001526	0,001136	0,001532	0,503539	0,001554
MnO	0,002028	2,805862	0,071861	0,129799	0,00205
Na_2O	0,60042	0,573625	0,700047	0,295049	1,209629
Toplam	91,69211	50,95072	97,05814	86,30351	85,3352
	Opx	Cr-Sp	Ol	Srp	Opx



Şekil 4.84. Kl-7 no' lu harzburjit örneğinin elektron mikropropta görüntüsü (Opx: ortopiroksen, Cu: bakır, Cr-Sp: krom).



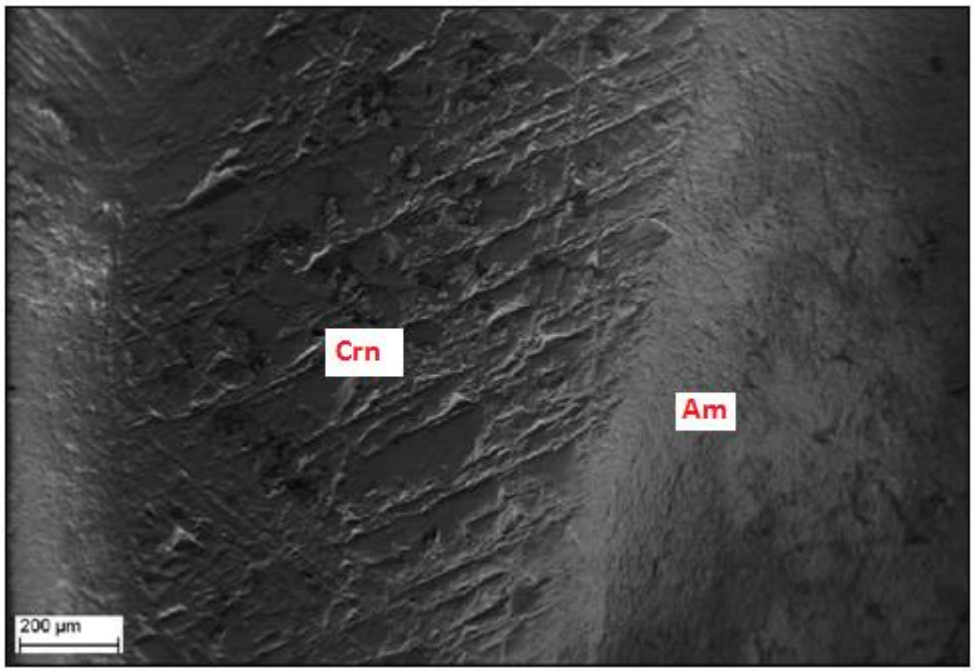
Şekil 4.85. Kl-7 no' lu harzburjit örneğinin elektron mikropropta görüntüsü (Opx: ortopiroksen, Cu: bakır, Cr-Sp: krom).

Kl-1 no'lu milonitik amfibolit örneğinde mikropropta Korund ve amfibol minerallerine rastlanmıştır. Korund amfibole göre daha koyu ve daha yüksek rölyefli

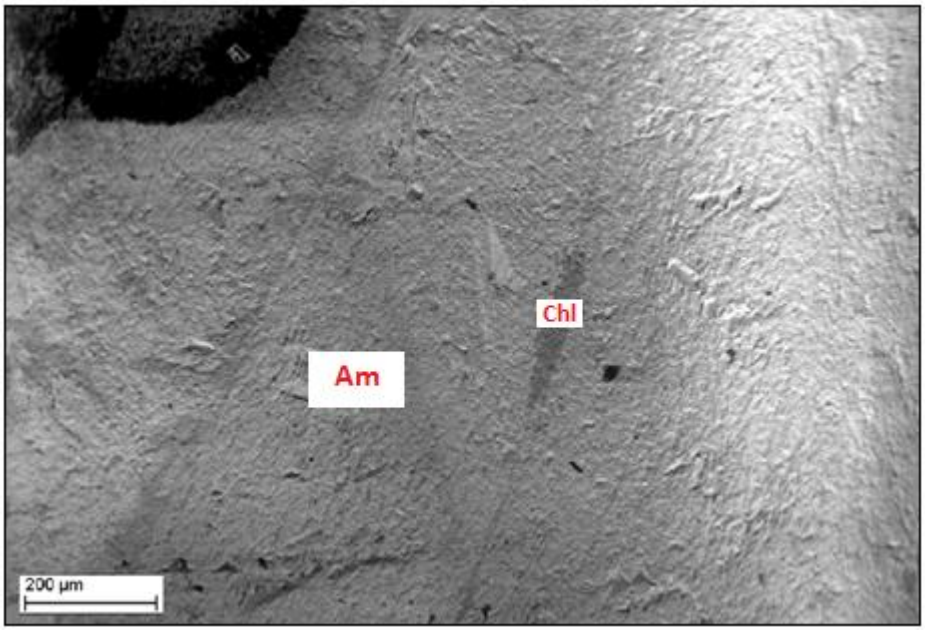
gözlenmektedir. Ayrıca birbirine dilinim izlerine benzer bir görüntü söz konusudur (Şekil 4.86 ve Şekil 87).

Çizelge 4.15. Kl-1 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları (%).

SiO_2	37,2883	37,70629	42,30129	1,844005	23,32779	40,32307
Al_2O_3	15,26091	16,18738	16,41146	96,53345	19,74398	32,31652
FeO	3,084088	3,782337	4,606593	0,094902	2,907786	0,924965
MgO	15,35823	14,61795	16,27606	0,330688	27,49904	0,44796
K_2O	0,025184	0,46169	0,10986	0,000312	0,075642	0,16682
CaO	9,98658	10,6758	11,32521	0,000412	0,57337	20,86338
TiO_2	0,000699	0,037169	0,000798	0,000773	0,393107	0,001209
MnO	0,000953	0,000949	0,001083	0,001086	0,00143	0,001716
Na_2O	2,829447	3,120672	2,219629	0,566797	0,860557	0,630462
Toplam	83,83439	86,59024	93,25198	99,37242	75,3827	95,67611
	Am			Crn	Chl	Ep



Şekil 4.86. Kl-1 no'lu örnekteki Korund ve amfibol minerallerinin elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol).

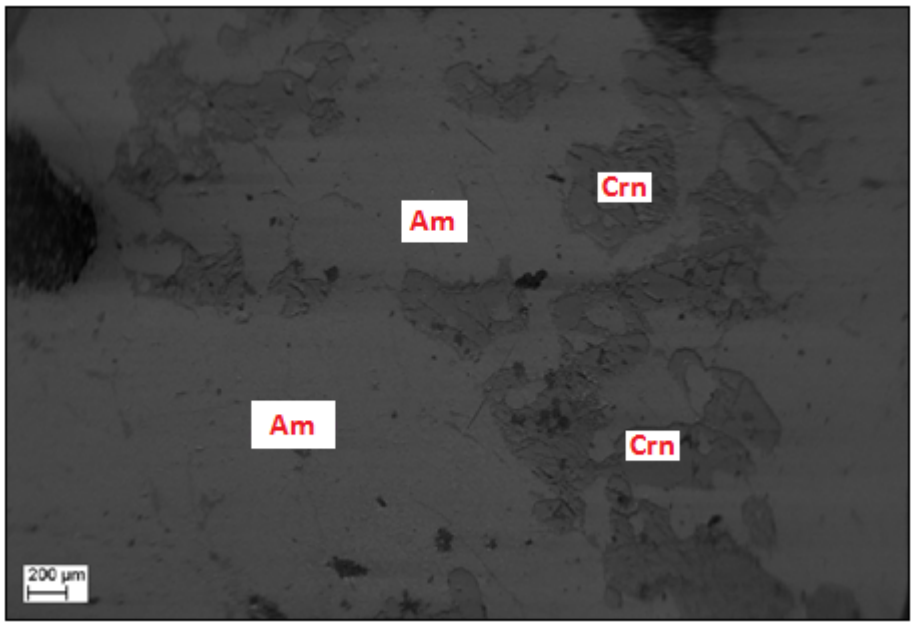


Şekil 4.87. Kl-1 no'lu örnekteki amfibol mineralinin elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol).

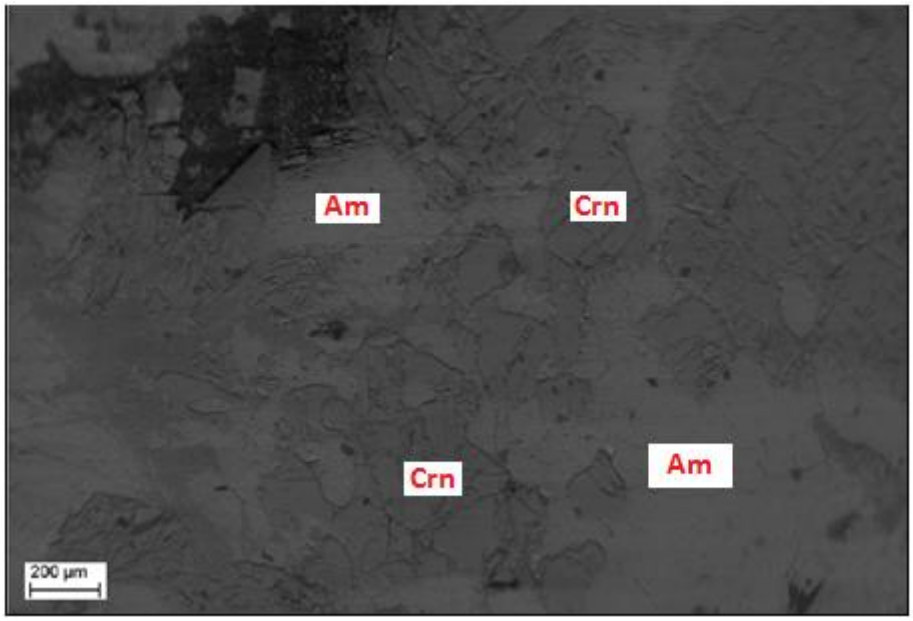
İm-24 no'lu amfibolit örneğinde elektron mikropropta başlıca amfibol ve korund minerallerine rastlanmıştır. Kesitte korundlar bolca görülmektedir. Korundlar amfibollere göre daha koyu, daha yüksek rölyefli ve kırıklı yapıda izlenmektedir (Şekil 88 ve Şekil 89).

Çizelge 4.16. İm-24 no'lu örneğin elektron mikroprop analiz sonuçları (%).

SiO_2	0,803332	35,3596	38,76938	38,95017	35,39253
Al_2O_3	96,3807	14,09637	15,91471	15,75771	14,79556
FeO	0,002234	2,917454	2,811298	3,505694	2,81296
Na_2O	0,503561	6,178863	4,846606	3,232332	7,018362
MgO	0,270972	14,00167	14,00398	14,7898	14,22495
K_2O	0,056727	0,347293	0,667125	0,239304	0,118487
CaO	0,000739	8,984441	8,161369	9,53574	7,46208
TiO_2	0,001322	0,001705	0,001698	0,001066	0,000939
MnO	0,158673	0,228285	0,0022	0,161869	0,001344
Toplam	98,17826	82,11569	85,17837	86,17368	81,82722
	Crn	Am			



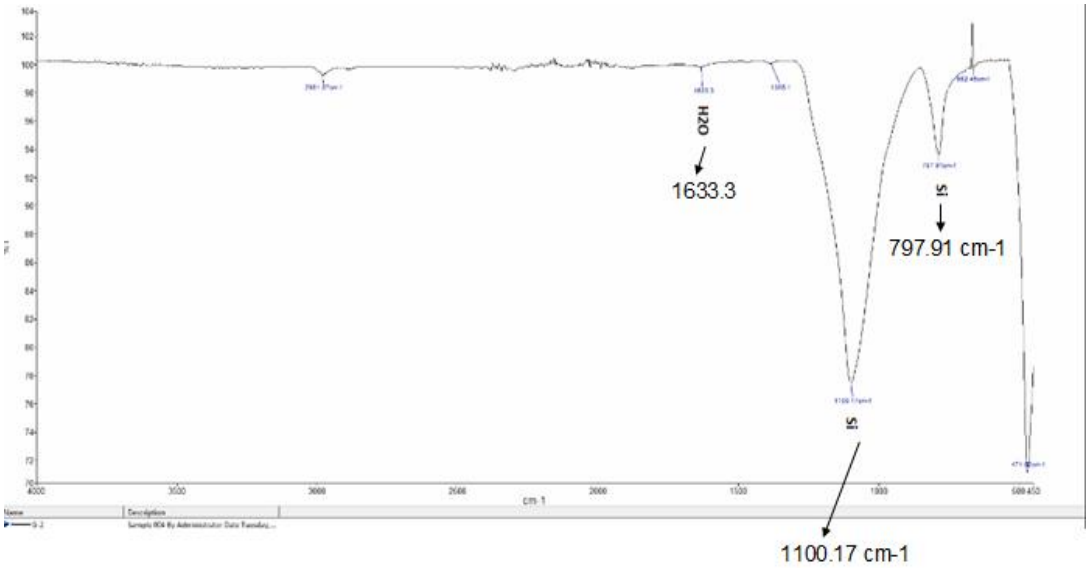
Şekil 4.88. İm-24 no'lu amfibolit örneğindeki Korundların elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol).



Şekil 4.89. İm-24 no'lu amfibolit örneğindeki Korundların elektron mikroprop görüntüsü (Crn: korund, Am: amfibol).

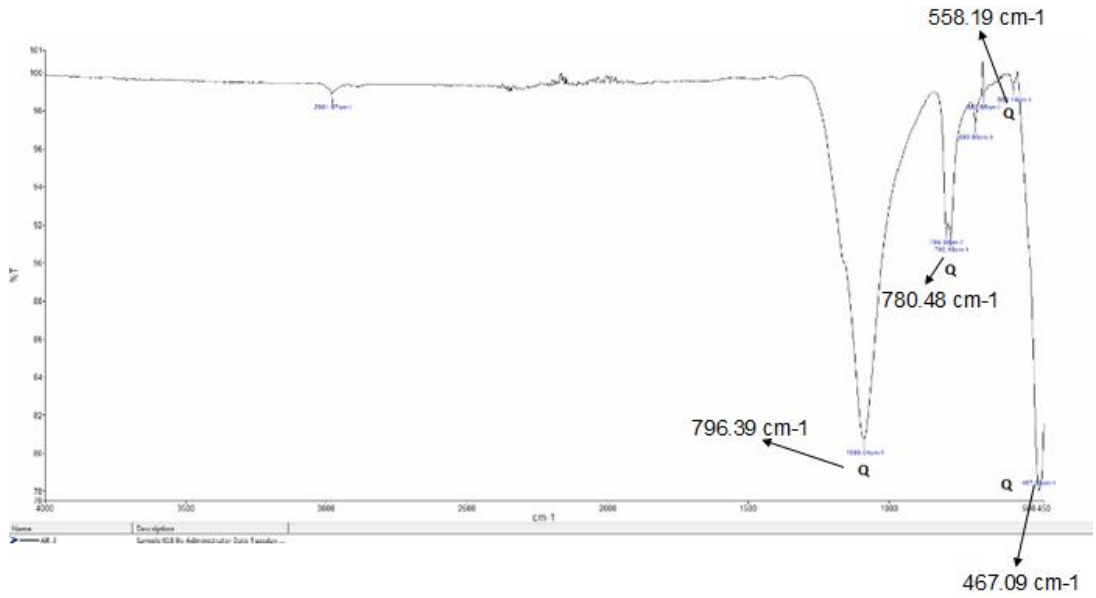
4.4.5. FT-IR Analizi Sonuçları

Arguvan bölgesinden alınan altı adet opal örneğinden yapılan FT-IR analizi sonucunda karakteristik iki Silisyum piki (797.91 cm^{-1} ve 1100.17cm^{-1}) ve bir H_2O piki (1633.3) gözlenmiştir (Şekil 4.90).



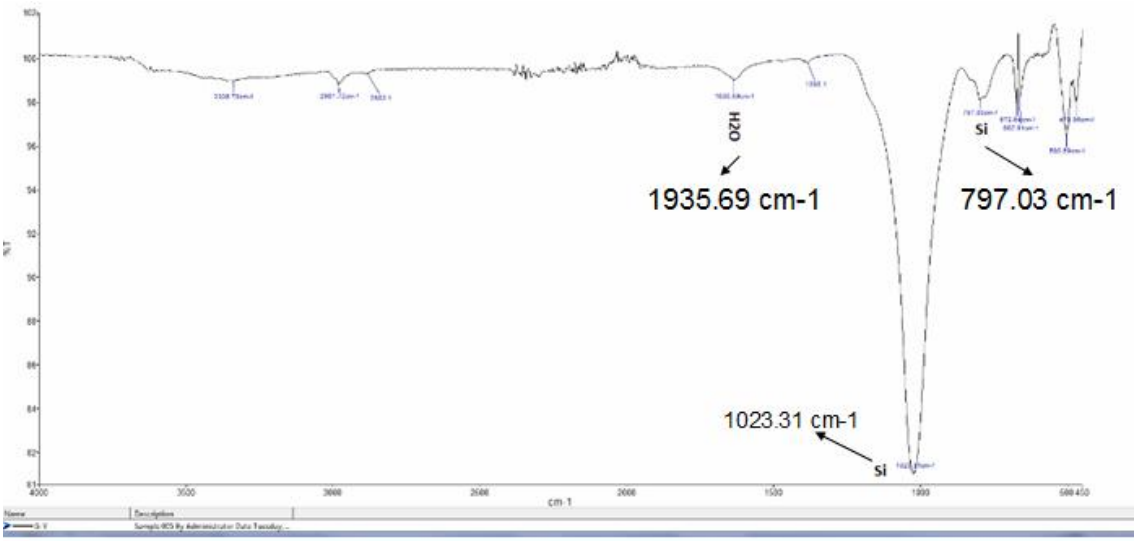
Şekil 4.90. Opal (G-2) örneğine ait FT-IR analiz sonucu.

Arguvan bölgesinden alınan çört örneğinden (Ar-3) yapılan FI-TR analizi sonucunda dört karakteristik kuvars piki (467.09 cm^{-1}, 558.19 cm^{-1}, 780.48 cm^{-1} ve 796.39 cm^{-1}) gözlenmiştir (Şekil 4.91).



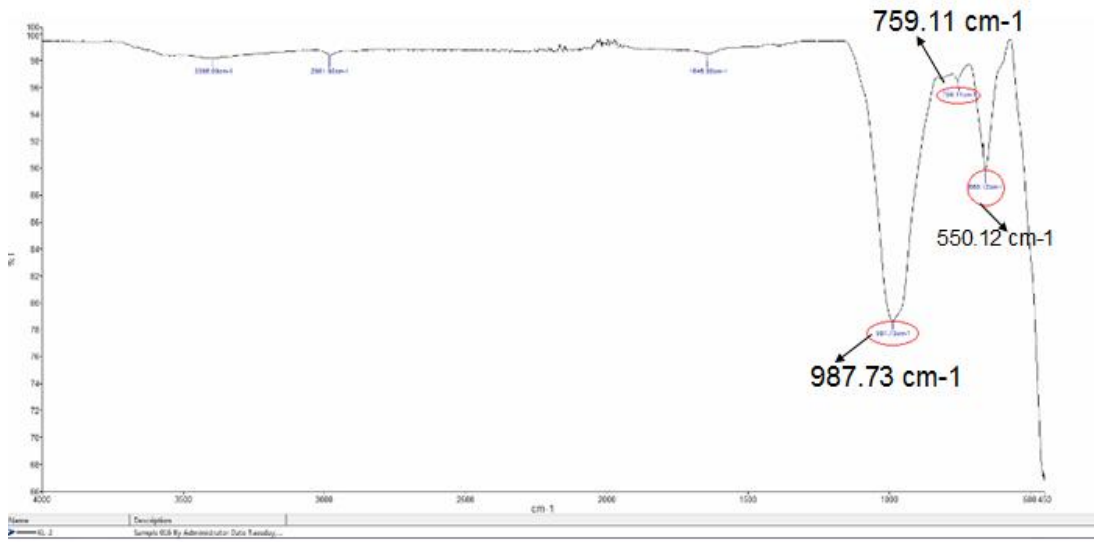
Şekil 4.91. Çört (Ar-3) örneğine ait FT-IR analiz sonucu.

Arguvan bölgesinden alınan krizokol (G-Y) örneğinden yapılan FI-TR analizi sonucunda iki karakteristik Silisyum piki (797.91 cm^{-1} ve 1023.31 cm^{-1}) ve bir karakteristik H2O piki (1935.69 cm^{-1}) tespit edilmiştir (Şekil 4.92).



Şekil 4.92. Krizokol (G-Y) örneğine ait FT-IR analiz sonucu.

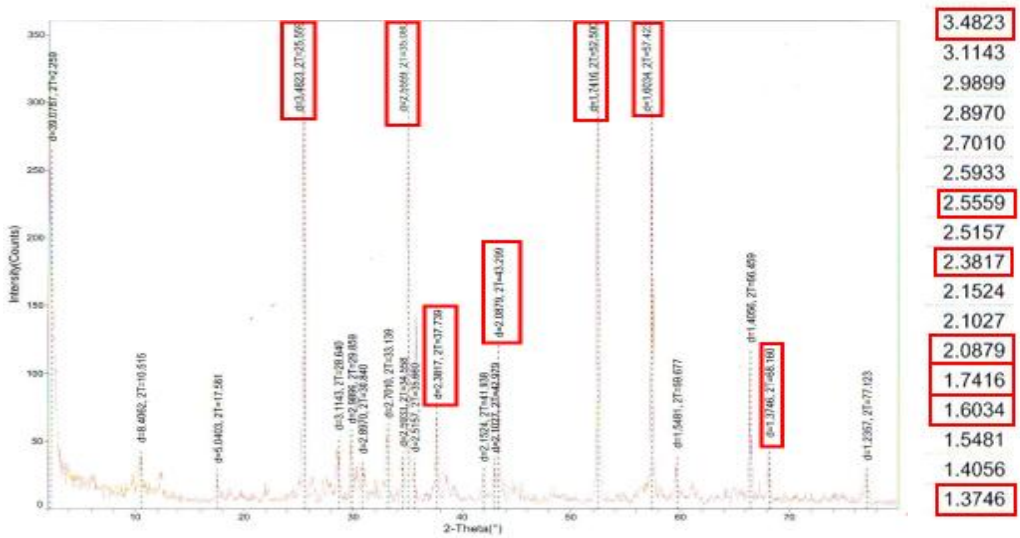
Doğanşehir bölgesinden alınan amfibolit örneğinden (Kl-2) yapılan FI-TR analizi sonucunda aktinolit mineraline ait üç karakteristik pik (550.12 cm^{-1}, 759.11 cm^{-1} ve 978.73 cm^{-1}) tespit edilmiştir (Şekil 4.93).



Şekil 4.93. Amfibolit (aktinolit) (Kl-2) örneğine ait FT-IR analiz sonucu.

4.4.6. XRD Analiz Sonuçları

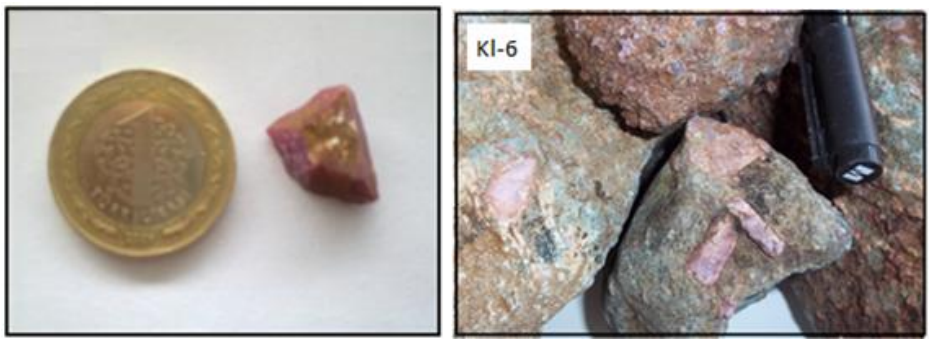
Çalışma alanından toplanan örneklerin 7 tanesinden yaptırılan XRD analizinin bir tanesi aşağıda verilmiştir. M1 no'lu korund mineralinden yapılan analiz sonucu 7 pik değerinin korundun standart pik değerleriyle örtüştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.94).



Şekil 4.94. M1 örneğine ait XRD analizi sonucunda korund mineralinin standard XRD değerleri ile karşılaştırması.

4.5. Süstaşı Çalışmaları

Çalışma alanımızda Korundlar Savaklı kuzeyi, Söğüt-Sarıdanış ve Elmalı-Kadılı (Doğanşehir) bölgelerinde yoğun olarak bulunmaktadırlar. Kırmızımsı pembe, pembe ve açık pembe renkli korundlar yer yer dağınık halde yer yer büyük hegzagonal kristaller halinde gözlenmektedir. Korund örnekleri genellikle yarı saydam, camsı parlaklıkta ve bazen çatlaklı yapıdadır. Korund kristallerinin boyları 0,5 cm ile 10 cm arasında değişmektedir (Şekil 4.95). Arazide yüksek yoğunluğundan dolayı diğer mineraller ayrılmış halde yaklaşık 3 cm çapındaki korundlara da rastlanmıştır.



Şekil 4.95. Doğanşehir bölgesinden alınan örneklerdeki Korund kristalleri.

Sarıdanış bölgesinden alınan örneklerde pembe yakutlarla birlikte mavi renkli, saydam ve yarı saydam, camsı parlaklıkta disten minerallerine de rastlanmıştır. Uzunlukları 1cm, enleri 0.5 cm'ye kadar olan tane boylarında eklojitlerde saçınımlı olarak gözlenmişlerdir (Şekil 4.96).



Şekil 4.96. Söğüt-Sarıdanış bölgesinden alınan granulit örneğindeki yakut (pembe) ve distenlerin (mavi) saçınımlı görüntüsü.

Savaklı Köyü'nün batısından (Keleştepe, Tavşan Tepe, Söğüt-Sarıdanış) topladığımız korund minerali içeren numunelerin bir bölümü süs taşı ve süs objesi olarak değerlendirilmek üzere kesilip parlatılmıştır. İri boyuttaki korund örnekleri tek başına işlenirken küçük taneler halinde ve dağınık şekilde korund minerali bulunduran örneklerde ise cevher ve yan kayaç birlikte işlenmiştir. Bu şekilde işlenen örneklerde Dünya Süstaşı Piyasasında büyük talep gören zoisitli korund örneklerine benzer görüntüler ortaya çıkmıştır (Şekil 4.97, Şekil 4.98 ve şekil 4.99).



Şekil 4.97. Süs taşı ve süs objesi olarak işlenmiş zoisitli korund örnekleri (www.google.com/zeozitlikorund).



Şekil 4.98. Keleştepe ve Tavşan Tepe'den alınan korund içerikli örneklerin süstaşı olarak işlenmiş halleri.



Şekil 4.99. Keleştepe ve Tavşan Tepe'den alınan korund içerikli örneklerin süstaşı olarak işlenmiş halleri.



Şekil 4.100. Savaklı kuzeyinden alınan korund içerikli örneklerin takıda kullanılmış halleri.

Ayrıca Arguvan (Gökağaç-Kuyudere civarı) çevresinde süstaşı olarak kullanılabilecek özellikte mavi-yeşil renkte krizokol mineralleri ve farklı renklerde

opaller tespit edilmiştir (Şekil 4.101). Krizokoller mumsu parlaklıkta ve masif yapıdadırlar. Opaller ise yağımsı parlaklık ve bazen masif bazen de kırıklı yapıdadırlar.



Şekil 4.101. Arguvan çevresinde (Gökağaç-Kuyudere civarı) tespit edilen farklı renkteki opallerin ve krizokollerin ham hali.

Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan örneklerin bir kısmına kaboşon kesim uygulanmış ve takı üretiminde kullanılmıştır (Şekil 4.102 ve Şekil 4.103).



Şekil 4.102. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan krizokol'ün (G-Y no'lu örnek) süstaşı olarak işlenmiş ve takıda kullanılmış hali.



Şekil 4.103. Arguvan (Gökağaç) bölgesinden alınan krizokol'ün süstaşı olarak işlenmiş ve takıda kullanılmış hali.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan petrografik, jeokimyasal ve gemolojik incelemelerin ardından şu sonuçlar sıralanabilir:

1. İnceleme alanımızda Paleosen - Mesozoik, Orta Eosen, Eosen, Pliyo-Kuvaterner ve Kuvaterner yaşlı birimler yer almaktadır. Paleosen - Mesozoik yaşlı birimleri çeşitli şistler, rekristalize kireçtaşı, mermer ve kireçtaşı içeren **Malatya Metamorfikleri;** Orta Eosen yaşlı birimleri diyabaz, andezit dasit daykları, mikritik ve nummulitik kireçtaşı içeren bazik volkanikleri içeren **Maden karmaşığı;** Eosen yaşlı birimleri asidik intrüzyonlar tarafından kesilmiş granat içeren ultramafik ve mafik kümülatlar, gabro amfibolit ve volkanikler içeren **Berit Metaofiyoliti ve** amfibollü gabro, diyorit tonolit, granodiyorit ile bunları kesen mafik ve felsik daykları içeren **Doğanşehir Granitoyidi** oluşturmaktadır.
2. İnceleme alanımızda Doğanşehir bölgesinde Korund (Yakut ve Safir), disten ve granat minerallerine, Arguvan bölgesinde ise krizokol ve farklı renklerdeki opallere rastlanmıştır. Korundların peridotit ve amfibolit gibi mafik ve ultramafik kayaçlarla birlikte Berit Metaofiyolitlerinin birimleri içinde bolca bulundukları saptanmıştır. Krizokol mineralinin boşluklu bazaltlarla birlikte, opallerin ise tüflerde ve killi marnlı seviyelerde bolca bulunduğu tespit edilmiştir.
3. Çalışma alanında bulunan korund minerallerinin alüminyumca zengin minerallerin dalma batma zonunda yüksek sıcaklık yüksek basınç metamorfizmasına uğrayarak dalma ürünü olarak oluştuğu düşünülmektedir.
4. Çalışma alanında elde edilen korundlar kırmızımsı pembe, pembe ve açık pembe tonlarındadır, camsı parlaklık gözlenmiştir, yarı saydam ya da opak olabilmektedirler. Dilinimleri yoktur ancak ayrılma yüzeyleri vardır. Bu durumun korundun kalitesini düşürdüğü düşünülmektedir. Çünkü ayrılma yüzeylerine dik yapılan kesimlerde bu yüzeyler bulutumsu bir görüntü

yaratmakta, bu durum ise taşın hem rengini hem de parlaklığını olumsuz etkilemektedir. İşlediğimiz korundlarda asterizm özelliğine (yıldız görüntüsü) rastlanmamıştır. Bölgemiz korundlarının hem kaboşon hem de faset kesimler için uygun olduğu yapılan kesim uygulamalarıyla tespit edilmiştir.

5. Çalışılan bölgenin, jeolojik açıdan dünyada korund süstaşı yataklanmalarına benzer özellikler sunduğu saptanmıştır. Çalışmalarımızda yakut olduğunu saptadığımız mineralin bulunduğu metamorfik birimler, Dünyadaki diğer korund yataklanma örneklerinde, yüksek kaliteli süstaşı korundun önemli bir kaynağı olarak gösterilen (Simonet, Fritsch, and Lasnier, 2008) alanlarla özellik olarak örtüşmektedir.
6. Literatürde "anyolit" (Game, 1955; Simonet, 2000) ya da "rubysmaragdite" (Ranson and others, 1992) olarak anılan korund içeren mafik granulitlere inceleme alanında Savaklı-Sarıdanış (Doğanşehir) yörelerinde rastlanmıştır.
7. Çalışma alanından elde edilen krizokoller ise mavi ve mavimsi yeşil renklerdedir, kahverengi damarlı görüntüleri vardır. Parlaklık mumsudur, düşük sertliğinden dolayı (3.5 civarı) kolay işlenebilmektedir. Ancak opale benzer kırılmaya müsait bir yapıda oldukları için işleme sırasında aşırı basınç uygulanmamalıdır. Kaboşon ve basit adım kesim için uygun oldukları düşünülmektedir. Görüntü olarak turkuaza çok benzemektedir. Ancak düşük sertliği (turkuazın sertliği 6 civarındadır) ile kolayca ayırt edilebilir.
8. Çalışma alanımızdan elde edilen korundlar birincil kaynaktan (ilk oluştuğu yerden) elde edildiğinden içinde bulundukları kayaçtan ayrılmalarının hem zor hem de masraflı olacağı düşünülmektedir.
9. Çalışma alanında yüzeylenme gösteren korund (yakut ve safir), krizokol mineralleri, sarı, yeşil ve beyaz opaller, Gemolojik olarak değerlendirildiğinde ekonomik yönden önemli olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle süstaşlarını içinde bulunduran kaya birimleri

ayrıntılı şekilde haritalanmalı ve jeofizik vb yöntemlerle rezervleri belirlenerek bölgenin süstaşı açısından ekonomik değerinin olup olmadığına karar verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

10. Korundların süstaşı olarak değerlendirilemeyecek kısımlarının aşındırıcı malzeme, yan kayaçların ise yapı taşı/mermer olarak endüstri alanında kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ALPASLAN, M. ve TERZİOĞLU, N., 1996. Arguvan (Malatya kuzeyi) yöresinde Ust Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkaniklerin karşılaştırmalı jeokimyasal özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 2: 75-86.

ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F., 1972. Doğu Anadolu fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. MTA Dergisi, 78, 44-50.

ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F., 1975. Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar. TJK Bül., 18/1, 91-101.

ARZOĞULLARI, U., 2007. Dereyalak Köyü (ESKİŞEHİR) Çevresindeki Agat Ve Opal Oluşumlarının Jeolojisi Ve Ekonomik Önemi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

BABALIK, H., 2009. Türkiye'de Değerli Taş Potansiyeli Ve Pazarlama Sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

BAUER, M., 1968. Precious Stone, Volume 2. Dover Publications, Inc., pp:261-294, USA.

BİRİNCİ, M. ve SARIKAYA, M., 2004. Profillit Cevherinin Aşındırmalı Yıkama Yöntemi ile Zenginleştirilme Olanakları. 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.

BOZKAYA, Ö. 1991. Hekimhan Güneyi (KB Malatya) üst Kretase- Tersiyer yaşlı sedimanter istifin mineralojik- petrografik ve jeokimyasal incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.

BOZKAYA, O., YALÇIN, H. ve BAŞIBÜYÜK, Z., 2003. Pütürge (MALATYA) Bölgesi Distenli Sulu Al-Silikat (Pirofillit-Kaolin) Yataklarının Mineralojisi Ve Petrografisi. XI. Ulusal Kil Sempozyumu, İzmir.

CANBAZOĞLU, N., 1986. Sorgun Pegmatit Ocağındaki Değerli Taşların Mineralojik Ve Jeokimyasal İncelemesi (Yayınlanmamış). Bornova, İzmir.

ÇALIŞKAN, Ö., 1992. Eskişehir Yöresi Yarıkıymetli Süstaşlarının Boyama İle Değer Kazandırılması ve Parlatma Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

ÇELİK, M. ve KARAKAYA, N., 1998. Sistematik Mineraloji. Bizim Büro Basımevi, Konya. 71-72, 274-276 s.

DUMANLILAR, H. AYDAL, D. Ve DUMANLILAR, Ö., 1999. İspendere (Malatya) Yöresi Sülfit Mineralleşmelerinin Jeolojisi Mineralojisi ve Jeokimyası. MTA Dergisi 121, 225-250.

EKİCİ, T., 2003, Arguvan-Arapgir (MALATYA) Arasında Malatya Fayı Boyunca Gözlenen Neojen Volkaniklerinin Petrolojisi. (Doktora Tezi). Çukurova üniversitesi, Adana.

EŞME, Y., 1994, Anadolu'da Bilinen Önemli Süstaşları Jeolojik ve Ekonomik Potansiyeli (Yayınlanmamış). Bornova, İzmir.

FORESTİER, F., LASNİER, B., 1969. Découverte de niveaux d'amphibolite à pargasite, anorthite,corindon et sapphirine dans les chistes cristallins de la vallée du Haut Allier Existencedu faciès granulite dans le Massif Central Francais. Contributions to Mineralogy and Petrology, 23, 194–235.

GAME, P., 1955. Zoisite amphibolite with corundum from Tanganyika. Mineralogical Magazine 30, 456–466.

GARNİER, V., GİULİANİ, G., MALUSKİ, H., OHNENSTETTER, D., TRONG, T. P., QUANG, V. H., VAN, L. P., VAN, T. V. And SCHWARZ, D., 2002. A Ar–Ar Ages İn Phlogopites from Marble-Hosted Ruby Deposits in Northern Vietnam: Evidence For Cenozoic Ruby Formation,Virginie. Chemical Geology, 188, 33– 49.

GARNİER, V., GİULİANİ, G., OHNENSTETTER, D., FALLİCK, A. E., DUBESSY, J., BANKS, D., VİNH, H. Q., LHOMME, T., MALUSKİ, H., PÊCHER, A., BAKHSH, K. A., LONG, P. V., TRİNH, P. T. And SCHWARZ, D., 2008. Marble-hosted ruby deposits from Central and Southeast Asia: Towards a new genetic model. Ore Geology Reviews, 34,169–191.

GİULİANİ,G., DUBESSY, J., BANKS, D., VİNH, H. Q., LHOMME, T., PİRONON, J., GARNİER, V., TRİNH, P. T., LONG, P. V., OHNENSTETTER, D. And SCHWARZ, D., 2003. CO2–H2S–COS–

S8–AlO(OH)-Bearing Fuid İnclusions İn Ruby From Marble-Hosted Deposits in Luc Yen area, North Vietnam. Chemical Geology, 194, 167–185.

GÖZÜPEK, B., 1996. Süstaşları ve Kartal Ametist Oluşumları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

GRAHAM I., SUTHERLAND L., ZAW K., NECHAEV V., and KHANCHUK A., (2008). Advances İn Our Understanding Of The Gem Corundum Deposits Of The West Pacific Continental Margins İntraplate Basaltic Fields. Ore Geology Reviews, 34, 200–215

GÜRBÜZ, M., ve KAYDU, İ., 2011. Doğanşehir (Malatya) Korund Oluşumlarının Gemolojik Değerlendirmesine Dair Ön Bulgular. 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, 199 s.

HATİPOĞLU, M., 2003. Güğü Köyü Ametist Kristallerinin Değerlendirilmesi (DURSUNBEY, BALIKESİR, KB TÜRKİYE) Ve Yöresel Ekonomiye Katkısı. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (MERSEM'2003) Bildiriler Kitabı.

HATİPOĞLU, M., 2003. Renkli Kıymetli Taşlar. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

HATİPOĞLU, M., 2005. Süstaşları Mineralojisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

HURLBUT, JR. C. and SWİTZER, G.S., 1979. Gemology, A Wiley-İnterscience Publication, Jhon Wiley&Sons, Inc, USA, Pp:137-139.

KARAOĞLAN, F., 2005. Günedoğru-Beğre (Doğanşehir-Malatya) Arasında Yüzeyleyen Tektonomagmatik Birimlerin Petrografisi ve Jeokimyası. Yüksek Lisans Tezi, Çukuruova Üniversitesi, Mühendislik Fak.

KARAOĞLAN, F., 2012. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağındaki Ofiyolitik ve Granitik Kayaçların Jeokronolojisi. Doktora Tezi, Çukuruova Üniversitesi, Mühendislik Fak.

KARAOĞLAN, F. PARLAK O. ROBERTSON, A., THÖNİ, M., KLÖTZLİ, U., KOLLER, F., ve OKAY, A. I., 2013. Evidence of Eocene high-temperature/high-pressure metamorphism of ophiolitic rocks and granitoid intrusion related to Neotethyan subduction processes (Doğanşehir area, SE

Anatolia), Geological Society, London, Special Publications v.372; p249-272.

KETİN, İ. ve CANITEZ, N. 1972. Yapısal Jeoloji. İ.T.Ü. Kütüphanesi, 869s.

LASNİER, B., 1977. Persistance d'une série granulitique au coeur du Massif Central Français (Haut Allier)— Les termes basiques, ultrabasiques et carbonatés. Unpublished Ph.D. thesis, University of Nantes, France, 345 pp.

MERCİERL A., RAKOTONDRAZAFY, M. And RAVOLOMİANDRİNARİVO, B., 1999. Ruby Mineralization in Southwest Madagascar, Gondwana Research, V 2, No. 3, pp. 433-438, 1SSN: 1342-937X.

MERCİER A., DEBAT P., SAUL J.M., 1999. Exotic Origin Of The Ruby Deposits Of The Mangari Area İn SE Kenya. Ore Geology Reviews, 14, 83–104.

MUMME, I. A., 1988. The World Of Sapphires. Mumme Publications. Victoria, Australia, pp:11-12.

ÖNAL, A., 1995. Polat-Beğre (DOĞANŞEHİR) Çevresindeki Magmatik Kayaçların Petrografik Ve Petrolojik Özellikleri. (Doktora Tezi), Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültresi.

ÖNAL, A. ve BİNGÖL A.F., 1996. Polat- Beğre Granitoyid'inin (Malatya) Mineralojisi ve Petrografisi. Yerbilimleri, 29: 41-58.

ÖNAL, A. ve BİNGÖL A.F., 1997. Doğanşehir (Malatya) Batı'sının Jeolojisi. S.Ü Müh. Fak Derg., C.12 s.1, 63-75.

ÖNAL, A. ve ALTUNBEY, M., 1999. Dedeyazı-Çavuşlu (Doğanşehir/Malatya) yöresindeki skarn oluşumlar ve ilişkili demir cevherleşmeleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt. 42, Sayı 1, 15-27.

ÖNAL, A. and BİNGÖL A.F., 2000. Geochemical Characterisation and Petrogenesis of the Polat Granitoid in Eastern Taurus Belt, Turkey. Journal Geological Society of India, 56, 235-251.

ÖNAL, A. ve BEYARSLAN M., 2001. Doğanşehir (Malatya) Civarındaki Ofiyolitik Kayaçların Jeolojik ve Petrografik Özellikleri. S.Ü .Müh. Fak Derg., C.16 s.2, 67-75.

ÖZÇELİK, O. Ve ALTUNSOY, M., 1993. Levent (AKÇADAĞ-MALATYA) Kuzeybatısında Ulupınar Formasyonu (ÜST KRETASE) Kumtaşlarının Petrofasiyes Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği, s. 42, 15-20,Sivas.

ÖZGÜL, N., 1976. Torosların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri. TJK Bük, 19, 1, 65-78.

PARLAK, O., RIZAOĞLU, T., BAĞCI, U., 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, 173-187.

PERİNÇEK, D. ve KOZLU, H., 1984. Stratigraphy and structural Relations of the units in the Afşin - Elbistan - Doğanşehir region (E. Taurus), Proceedings of International Symposium, Geology of the Taurus Belt, Ankara, 181-198.

RAKOTONDRAZAFY A.F.M., G, G., OHNENSTETTER, D., FALLİCK, A. E., RAKOTOSAMİZANANY, S., ANDRİAMAMONJY, A., RALANTOARİSON, T., RAZANATSEHENO, M., OFFANT, Y., GARNİER, V., MALUSKİ, H., DUNAİGRE, C., SCHWARZ, D. And RATRİMO, V., 2008. Gem corundum deposits of Madagascar: A review. Ore Geology Reviews, 34.

RANSON, W., GARİHAN, J. And ULMER, K., 1992. Metamorphic reactions in ruby–corundum amphibolite from the Chunky Gal Mountain mafic–ultramafic complex, ClayCounty, North Carolina. Abstracts with Programs, Geological Society of America 24, 265.

READ, P. G.,1999. Gemmology. Butterworth-Heinemann publications. Burlington, pp: 225-226.

SANTOSHL M. and COLLİNS, A. S., 2003. Gemstone Mineralization in the Palghat-Cauvery Shear Zone System (Karur-Kangayam Belt), Southern India. Gondwana Research (Gondwana Newsletter Section), V 6, No. 4, pp. 91 1-918.

SEVİMLİ, U. İ., 2009. Yazıhan (MALATYA) Batısının Tektono-Stratigrafisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

SİMONET, C., 2000. Géologie des gisements de saphir et de rubis-L'exemple de la John Saul Ruby Mine, Mangare, Kenya. Unpublished Ph.D. thesis, University of Nantes, France, 349 pp.

SİMONET, C., PAQUETTE, J. L., PİN, C., LASNİER, B. And FRİTSCH, E., 2004. The Dusi (Garba Tula) Sapphire Deposit, Central Kenya—a Unique Pan-African Corundum-Bearing Monzonite, Journal of African Earth Sciences, 38, 401–410

SİMONET, C., FRİTSCH, E., LASNİER, B., 2008. Classification of Gem Corundum Deposits Aimed Towards Gem Exploration. Ore Geology Reviews, 34 ,pp.127–133.

SUNKAR, M., GÜNEK, H. Ve CANPOLAT, C, 2008. Kurucaova ve Yakın Çevresinin (Malatya) Jeomorfolojisi. Cilt: 18, Sayı: 2, 1-22 s. Elazığ.

TÜRELİ, K., 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara.

UÇURUM, A., 1998. Application of the Correspondence-Type Geostatistical Analysis on the Co, Ni, As, Ag and Au Concentrations of the Listwaenites from Serpentinites in the Divrigi and Kuluncak Ophiolitic Mélanges. Tr. J. of Earth Sciences 7: 87-95 TÜBITAK.

UYGUN, A. ve SOLAKOĞLU, E., 2002. Pütürge (MALATYA) Masifindeki Pirofillit Yataklarının Jeolojisi Ve Kökeni. MTA Dergisi, 123-124, 13-19.

VİEİL, M., ÇAVUŞOĞLU, İ., CELEP, O., ALP, I. Ve YILMAZ, A.O., 2004. Opal ve Genel Özellikleri. 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs, İzmir.

WEBSTER, R., 1970. Gems- Their Sources, Descriptions and Identification. Archon Boks, London, pp: 54-75.

YAMIK, A., KİBİCİ, Y., ÖZÇELİK, İ. ve GÜNEŞ, N., 1995. Kuluncak (Malatya) Yöresi Fluorit Yataklarının Genel Özellikleri ve Zenginleştirilmesi. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22 Nisan, İzmir.

YAZGAN, E., 1972. Etüde Geologique et Petrographique du CompIexe Ophiolitique de La Region Situee du Sud-Est de Malatya (Taurus Oriental, Turquie) et de Sa Couverture Volcano- Sedimentaire. Dr.Th., Univ. Geneve.

YAZGAN, E., 1981. Doğu Toroslarda Etkin bir Paleokıta Kenarı etüdü (Üst Kretase - Orta Eosen), Malatya - Elazığ, Doğu Anadolu. Yerbilimleri, 7, 83-104.

YAZGAN, E., 1983. A geotraverse betvveen the Arabian platfomıe and the Munzur nappes. Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt. Field Guide Book, Excursiony., Ankara.

YAZGAN, E., MICHARD. D., WHITE, A., VVHITECHURCH, H. And MONTIGNY, R., 1983. Le Taurus de Malatya (Turquie Orientale), element de lasuture sud-Tethysienne, Bull. Soc. Geol. France, 1, 59-69.

YAZGAN, E., 1984. Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region (Malatya-Elazığ area, Turkey): In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C., Geology ofthe Taurus Belt, Int. Symp. proceedings, 199-208.

YAZGAN, E., ASUTAY, H. J., GÜLTEKİN, M.C., POYRAZ, N., SİREL, E. Ve YILDIRIM, H., 1987. Malatya GD'sunun jeolojisi ve Doğu TorosTarın jeodinamik evrimi. MTA Rap. No: 2268, Ankara.

YAZGAN, E. and CHESSEX, R., 1991. Geology and Tectonic Evolution of the Southeastern Taurides in the Region of Malatya.T.P.J.D. Bulletin,C.3/l, 1-42and T.A.P.G. Bulletin, V.3/1, 1-42.

YILDIRIM, M., YILMAZ, Y., 1991. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının Ekaylı Zonu. TPJD Bülteni, C:3/I: 57-73.

YILMAZ, H., 1992. Doğanşehir - Sürgü - Gözene (Malatya) yöresinin jeolojisi (Doktora Tezi). K.T.Ü. Mühendislik Fak.

YILMAZ, Y., 1993. New evidence and model on the evoluation of the southeast Anatolian Orogen. Geological Society of America Bulletin 105, 251-71.

YILMAZ, H., 1999. Doğu Toroslar'da Sürgü (DOĞANŞEHİR-MALATYA) Çevresinin Jeolojisi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri C 16, S.1, s.95-106.

YUİ, T., WU, C., LİMTRAKUN, P., SRİCHARN, W. And BOONSOONG, A., 2006. Oxygen isotope studies on placer sapphire and ruby in the Chanthaburi-Trat alkali basaltic gemfield, Thailand. Lithos 86 197– 211.

YUİ, T., ZAW, K., WU, C., 2008. A preliminary stable isotope study on Mogok Ruby, Myanmar, Ore Geology Reviews, 34, 192–199.

http://tr.wikipedia.org/wiki/Do%C4%9Fan%C5%9Fehir, (Erişim tarihi: 20 Eylül 2013)

http://tr.wikipedia.org/wiki/Arguvan, (Erişim tarihi: 20 Eylül 2013).

http://www.arguvanhaber.com/arguvan-koyleri-s5.html, (Erişim tarihi: 20 Eylül 2013).

http://www.tarimziraat.com/koyler/malatya_koyleri/dogansehir_ koyleri/, (Erişim tarihi: 20 Eylül 2013).

https://www.google.com.tr/search?q=krizokol, (Erişim tarihi: 13 Ekim 2013).

https://www.google.com.tr/search?q=korund, (Erişim tarihi: 13 Ekim 2013).

http://tr.wikipedia.org/wiki/Opal, (Erişim tarihi: 13 Ekim 2013).

ÖZGEÇMİŞ

İlkay KAYDU, 1983 yılında Mersin'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mersin'de tamamladı. Mersin Üniversitesi, Takı Teknolojisi ve Tasarımı Yüksekokulu, Gemoloji Bölümü'nden 2006 yılında mezun oldu. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2009-2010 öğretim yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında doktora öğrenimine başladı. 2007-2008 öğretim yılında Mersin Halkeğitim Merkezi'nde usta öğreticilik yaptı. 2008-2011 yılları arasında Mersin Üniversitesi, Takı Teknolojisi Ve Tasarımı Yüksekokulu'nda ücretli öğretim elemanı olarak görev yaptı. 2012-2013 öğretim yılında Yozgat-Aydıncık Halk Eğitimi Merkezi'nde İş-Kur ortaklığı ile Süstaşı İşleme ve Kuyumculuk Kursunda usta öğreticilik yaptı. İlkay KAYDU, bekar olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.