



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**VİZE (KIRKLARELİ) KUZEYDOĞUSUNDAKİ PLÜTONİK
KAYAÇLARIN MİNERALOJİK-PETROGRAFİK VE
JEOKİMYASAL İNCELENMESİ**

Özge NAYCI

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Sabah YILMAZ ŞAHİN**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

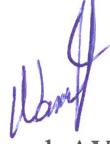
İSTANBUL-2019

Bu çalışma, 17.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeoloji Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

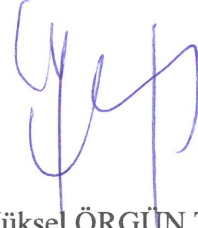
Tez Jürisi



Prof. Dr. Sabah YILMAZ ŞAHİN(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Namık AYSAL
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Yüksel ÖRGÜN TUTAY
İstanbul Teknik Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL2016-21320 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sabah YILMAZ ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında desteklerini, değerli fikirlerini, yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğretim Üyesi Yıldırım GÜNGÖR'e, Doç. Dr. Namık AYSAL'a, Sayın Arş.Gör.Dr. Zeynep CANSU'ya teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım ve büro çalışmalarım boyunca her zaman yardımcı olan Jeoloji Mühendisi Süleyman DERE'ye, Kürşad ŞAHİN'e, Fulya UZUN'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Manevi olarak her zaman yanımda olan iş arkadaşlarım Başak BİLİR'e, Yıldız KURTTEPE YILMAZ'a, Dilem ŞİMŞEK'e, Caner AKAR'a, Güllü GENÇ'e, çocukluk arkadaşım Serap YILDIZ'a ve değerli arkadaşım Ersin EKİZ'e teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen, her zaman maddi ve manevi desteklerini hissettiğim anneme, babama, ablama, enişteme ve bana uğur getirdiklerini düşündüğüm yeğenlerim Beren ve Kerem UÇARDAĞ'a teşekkür ederim.

Son olarak çalışmamın uygulama kısmını destekleyen İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'ya teşekkürü borç bilirim.

Nisan 2019

Özge NAYCI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	xi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. İNCELEMENİN AMACI	3
2.2. İNCELEME ALANININ TANITIMI.....	7
2.2.1. İnceleme Alanının Konumu	7
2.2.2. Ulaşım ve Yerleşim Yerleri.....	7
2.2.3. Morfoloji.....	8
2.2.4. Tarım ve Hayvancılık	8
2.2.5. İklim ve Bitki Örtüsü.....	8
2.3. ÖNCEKİ İNCELEMELER	9
2.4. BÖLGESEL JEOLJİ	12
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	14
3.1. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ.....	14
3.1.1. Saha Çalışmaları	14
3.1.2. Laboratuvar Çalışmaları	14
3.1.2.1. Petrografik İnce Kesit Çalışmaları.....	14
3.1.2.2. Jeokimyasal Analiz Çalışmaları	15
3.1.3. Mineral Kimyası Çalışmaları	15
3.1.4. Büro Çalışmaları.....	16
4. BULGULAR.....	17
4.1. STRATİGRAFİ.....	17
4.1.1. Tekedere Formasyonu	17
4.1.2. Şeytandere Metagraniti.....	18

4.1.3. Şermat Kuvarsiti	23
4.1.4. Soğucak Formasyonu	24
4.1.5. Süloğlu Formasyonu.....	25
4.1.6. Alüvyon	26
4.2. PETROGRAFI	26
4.2.1. Tekedere Formasyonu	26
4.2.2. Şeytandere Metagraniti.....	28
4.2.2.1. <i>K-Feldispat Porfiroblastlı Granit</i>	29
4.2.2.2. <i>Biyotit Granitik Şist/Gnays</i>	34
4.2.2.3. <i>Amfibol Granitik Şist/Gnays</i>	38
4.2.3. Şermat Kuvarsiti	41
4.2.4. Soğucak Formasyonu	42
4.3. JEOKİMYA	45
4.3.1. Ana Element Jeokimyası	45
4.3.2. İz Element Jeokimyası.....	51
4.4. MİNERAL KİMYASI	56
4.4.1. Analitik Yöntem	56
4.4.2. Kristallenme Koşulları.....	60
4.5. JEODİNAMİK EVRİM	62
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	65
KAYNAKLAR.....	67
EKLER	72
ÖZGEÇMİŞ	80

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1: Türkiye'nin ana tektonik kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır).....	1
Şekil 2.1: Çalışma alanının jeoloji haritası.	4
Şekil 2.2: Çalışma alanının sütun kesiti (ölçeksiz).	5
Şekil 2.3: Çalışma alanındaki granit ocağının içerisinden alınmış kesitler (ölçeksiz).....	6
Şekil 2.4: İnceleme alanının yer bulduru haritası (https://earth.google.com/).....	7
Şekil 2.5: Türkiye'nin tektonik kuşakları (Okay ve diğ., 2006).	12
Şekil 2.6: Istranca Masifi ve çevresinin jeoloji haritası (Okay ve diğ., 2001).....	13
Şekil 4.1: Tekedere Formasyonu'na ait şistlerin arazideki genel görünüşleri (Küçük Yayla Köyü yakını. Bakış yönü: G'den K'e).	17
Şekil 4.2: a) Şeytandere metagranitinin mostra düzeyinden genel görünüşü. (Granit taş ocağı girişi. Bakış yönü: K'den G'e.), b) Şeytandere Metagraniti ile Soğucak Formasyonu dokanak sınırı. (Vize merkezden Kıyıköy yolu kenarı. Bakış yönü: GB'dan KD'ya.)	19
Şekil 4.3: a) Şeytandere Metagraniti içerisinde fasiyes değişimlerinin mercek şeklindeki görünüşleri (Taş ocağı içi. Bakış yönü: B'dan D'ya.) b, c, d) Çalışma alanının güney bölümündeki açık işletme taş ocağının genel görünüşü (Taş ocağı içi. Bakış yönü: B'dan D'ya).	20
Şekil 4.4: a) Şeytandere Metagranitleri içerisindeki damar şeklindeki açık renkli kısımlar; b) Mafik ve felsik fasiyes geçişlerinin tekrarlanmalı görünüşü. (Taş ocağı içi. Bakış yönü: K'den G'ye).....	21
Şekil 4.5: a) Yoğun alterasyon gösteren granitik kayaçların mostra görünüşleri (Sergen fayı yakınları. Bakış yönü: GB'dan KD'ya). b) Yönlü doku gösteren altere metagranitin genel görünüşü. (Küçük Yayla Köyü girişi. Bakış yönü: GD'dan KB'ya).	21
Şekil 4.6: a) Sergen fayı yakınlarındaki aktif olmayan metagranit ocağının genel görünüşü. b) Metagranitin yakın görünüşü. c) Metagranit içerisinde kataklazmadan dolayı milonitik zonlarda acık ve koyu renkli kesimlerin görünüşü (Sergen Fayı yakınları. Bakış yönü: GB'dan KD'ya).	22

Şekil 4.7: a) Şermat kuvarsitinin kırılğan özelliğinin arazideki görünümü. b) Şermat kuvarsitinin kırılmış parçalar halindeki mostra görüntüsü. (Akpınar Köyü civarı. Bakış yönü: GD'dan KB'ya).....	23
Şekil 4.8: a) Soğucak Formasyonundaki resifal kireçtaşlarının genel görünümü. (Akpınar köyünden kuzey yönde ilerlerken. Bakış yönü: GB'dan KD'ya). b) Soğucak Formasyonu içerisinde blok mermer üretilen açık işletmenin görünümü. (Karakoçak Tepe kuzeydoğusu. Bakış yönü: D'dan B'ya).....	24
Şekil 4.9: Soğucak formasyonuna ait a,b) Hafif eğimli ve yataya yakın tabakalı kireçtaşları. (Küçük Yayla Köyü yolu üzeri. Bakış yönü: GD'dan KB'ya).....	25
Şekil 4.10: Şeytandere metagranitinde açık ve koyu renklerden oluşan şiztozite düzlemlerinin a) Tek nikeldeki; b) Çift nikeldeki; c) mikaların daha yoğun olduğu ve yönlü doku gösterdiği tek nikel; d) Çift nikel görünümleri., Epidot Biyotit Şist. (ÖN- 31/5; Ku: kuvars, Ep: Epidot, Bi: Biyotit).	27
Şekil 4.11: Biyotit Kuvars Şist. Foliasyona paralel gelişen kuvarsların yeniden kristalleşme gösterdiği zonların a,c) tek nikel; b,d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN- 47; Ku: kuvars, Bi: biyotit, Ep: Epidot).....	28
Şekil 4.12: Farklı tane boyutlarına sahip, porfirik doku gösteren metagranitlerin çift nikel görüntüleri. (ÖN-40/1; Ku: Kuvars, Fel: Feldispat).....	29
Şekil 4.13: Şeytandere metagraniti içerisindeki plajiyoklaz kristalinin mikroklin tarafından ornatılması ve pertitleşme a) Tek Nikol b) Çift Nikol görüntüsü. (ÖN- 17; Ku: Kuvars, Plj: Plajiyoklaz, Mu: Muskovit, Mi: Mikroklin).....	30
Şekil 4.14: Şeytandere metagranitine ait K-Feldispat Porfiroblastlı Granitlerde pertitleşme ve kataklazma izlerinin a, c) Tek nikelde; b, d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-34(a,b), ÖN-43(c,d); Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Ort: Ortoklaz).	31
Şekil 4.15: a,b) Şeytandere metagranitine ait K-Feldispat Porfiroblastlı Granitlerde feldispatların pertitleşme sonucu mikroklin pertit ve pertit oluşumlar, c,d) Feldispatlarda görünen kink-band yapılarının çift nikel görünümleri. (ÖN-44(a), ÖN-48(b), ÖN-7(c), ÖN-48(d); Ku: Kuvars, Plj: Plajiyoklaz, Fel: Feldispat, Ort:Ortoklaz, Mi: Mikroklin, Mu: Muskovit).	32
Şekil 4.16: a,b) Şeytandere metagraniti içerisindeki muskovit mineralinin çift nikeldeki görünümleri, c,d) Allanit (epidot) mineralinin c) Tek nikelde, d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-45 (a), ÖN-39(b), ÖN-39(c,d); Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Mi: Mikroklin, Kl: Klorit).....	33
Şekil 4.17: Şeytandere metagranitine ait Biyotit Granitik Şist/Gnays içerisindeki kuvars mineralinin a) Tek nikelde, b) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-31/6; Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Bi: Biyotit, Mi: Mikroklin, Ort: Ortoklaz).	34
Şekil 4.18: a,b) Feldispatların pertitleşme sonucu mikroklin pertit ve pertit oluşumlarının, c,d) Killeşme gösteren ortoklazların toprağımsı görünümlerinin a,c)	

Tek nikelde, b,d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-5 (a,b), ÖN-41(c,d); Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Ort: Ortoklaz, Mi: Mikroklin, Plj: Plajiyoklaz).....	35
Şekil 4.19: Mikroklin ve kuvars minerallerinin a) tek nikelde, b) çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-32; Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Mi: Mikroklin, Kl: Klorit).	36
Şekil 4.20: a,b) Şeytandere metagranitine ait biyotit mineralinin, c,d) Mikroklin minerali ve biyotit minerallerinin oluşturduğu göz yapısının a,c) Tek nikelde, b,d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-33/1(a,b), ÖN-31(c,d); Ku: Kuvars, Bi: Biyotit, Mi: Mikroklin, Kl: Klorit, Fel: Feldispat).	36
Şekil 4.21: a,b) Feldispatlarda gelişen muskovitleşme ve epidotlaşmanın; c,d) Klorit mineralinin a,c) Tek nikelde, b,d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-6/1(a,b), ÖN-30(c,d); Ku: Kuvars, Kl: Klorit, Mu: Muskovit, Bi: Biyotit, Ep: Epidot, Ort: Ortoklaz).....	37
Şekil 4.22: a,b) Şeytandere metagranitine ait biyotit-granitik şistler içerisindeki pirit mineralinin, c,d) Kalsit mineralinin a,c) Tek nikelde, b,d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-4(a,b), ÖN-31/4(c,d); Ku: Kuvars, Bi: Biyotit, Pr: Pirit, Ka: Kalsit, Kl: Klorit).....	38
Şekil 4.23: Şeytandere metagranitine ait Amfibol Granitik Şist/Gnays kayaçlarında, feldispat porfiroblastlı gözlü gnays dokusunun, a) tek nikelde, b) çift nikeldeki görünümü.(ÖN-6/2; Ku: Kuvars, Amf: Amfibol, Ort: Ortoklaz).....	39
Şekil 4.24: a,b) Amfibol Granitik Şist/Gnays içerisindeki amfibolün, c,d) Amfibol, biyotit ve klorit minerallerinin a,c) tek nikelde, b,d) çift nikeldeki görünümü. (ÖN-6/2(a,b), ÖN-31/2(c,d); Amf: Amfibol, Ku: Kuvars, Fel: Feldispat, Bi: Biyotit, Kl: Klorit).	40
Şekil 4.25: Amfibol Granitik Şist/Gnays içerisindeki epidot, pirit, amfibol (hornblend) minerallerinin a) Tek nikelde, b) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-31/2; Amf: Amfibol, Ku: Kuvars, Fel: Feldispat, Ep: Epidot, Pr: Pirit).	41
Şekil 4.26: Kuvars ve kuvars şist kayacında a, b) yönlü dokuyu belirginleştiren serizit ve muskovit minerallerinin c, d) Şistozite kazanmış muskovit mineralinin, a, c) tek nikel, b, d) çift nikel görünümleri. (ÖN-19; Ku: kuvars, Mu: muskovit).....	42
Şekil 4.27: Soğucak formasyonuna ait kireçtaşı içerisindeki mercan fosillerinin çift nikel görünümleri a) ÖN-16, b) ÖN-21, Nummulit sp. fosilinin c) ekvatoryal, d) eksenel çift nikel görünümleri (ÖN-21).	43
Şekil 4.28: Soğucak formasyonuna ait kireçtaşı içerisindeki Nummulit fosillerinin spiratik görünümleri (ÖN-36).....	43
Şekil 4.29: Şeytandere metagranitine ait kayaç örneklerinin a) Q-P (Debon ve Le Fort, 1983); b) An-Ab-Or (O'Connor, 1965) sınıflama diyagramındaki konumları.	45
Şekil 4.30: Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin a) K ₂ O-SiO ₂ (Peccerillo ve Taylor, 1976); b) AFM (Irvine ve Baragar, 1971); c) TAS (Cox ve diğ., 1979); d) Al ₂ O ₃ /(K ₂ O+Na ₂ O) – Al ₂ O ₃ /(CaO+K ₂ O+Na ₂ O) (Shand, 1943) diyagramındaki	

konumları. A: Alkali element oksitlerinin toplamı (Na ₂ O+K ₂ O), F: FeO*, M: MgO.	46
Şekil 4.31: Şeytandere metagranitlerine ait kayaç örneklerinin ana oksit - SiO ₂ Harker diyagramlarındaki konumları.	50
Şekil 4.32: Şeytanderemetagranitlerine ait örneklerin a) tektonik ortam (Pearce ve diğ., 1984) b) Hf-Rb/30-3Ta – Hf- 3Ta (Harris ve diğ., 1986) diyagramlarındaki konumları (syn-COLG: Çarpışma ile birlikte gelişmiş granit, WPG: Plaka içi granit, ORG: Okyanus ortası rift graniti, VAG: Volkanik ada yayı graniti).	52
Şekil 4.33: Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin “iz element”- SiO ₂ Harker değişim diyagramlarındaki konumları.....	53
Şekil 4.34: Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin “çoklu (multi)” iz element örümcek diyagramları (Sun ve McDonough, 1989).....	54
Şekil 4.35: Şeytandere metagranitlerine ait kayaç örneklerinde “nadir toprak elementleri (REE)” değerlerinin Kondirite (CHONDRITE) normalize edilmiş örümcek diyagramlarında görünüşleri (Boynton, 1984).....	55
Şekil 4.36: Şeytandere metagranitine ait örneklerden ÖN-34 numaralı örneğin içerdiği pertitik dokulu feldispat mineralinin BSE (Back scatterere elecrtion) görüntüleri ve faz dağılımları.....	57
Şekil 4.37: a) Mg/(Mg + Fe ²⁺) - Si sınıflandırma diyagramı (Leake ve diğ., 1997), b) Ca + Al ^{IV} - Si + Na + K diyagramı (Giret ve diğ., 1980).....	58
Şekil 4.38: Biyotit fenokristalleri ile birlikte yer alan pirit mineralinin görünümü (ÖN-31/2).....	59
Şekil 4.39: Mg - Al ^{VI} +Fe ³⁺ +Ti - Fe ²⁺ +Mn üçlü diyagramı (Foster, 1960).....	59
Şekil 4.40: Şeytandere metagraniti kayaçlarının; a) logfO ₂ - T°C diyagramı (Ridolfi ve diğ., 2010); “MORB” ve “Arc magma” alanlarının çizimi (Aysal, 2015), b) T°C - H ₂ O _{melt} diyagramı (Ridolfi ve diğ., 2010), c) P - T°C diyagramındaki (Ridolfi ve diğ., 2010) konumları.	61
Şekil 4.41: Şeytandere metagraniti ve bölgedeki benzer metagranitoidlerin; a,c) Paleo-Tetis’in, Orta Permiyen-Erken Triyas evrimi içindeki Paleocoğrafik konumları; b,d) Bölge için öngörülen jeodinamik model (Stampfli ve Borel, 2002; ATP: Anatolit-Torid platformu; Aysal ve diğ., 2018) içerisindeki konumları.	64

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1: Çalışma alanındaki Şeytandere metagranitine ait kayaçların major oksit, iz element ve nadir toprak element (REE) analiz sonuçları.47

Tablo 4.2: Çalışma alanındaki Şeytandere metagranitine ait kayaçların major oksit, iz element ve nadir toprak element (REE) analiz sonuçları.48



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
AFC	: Asimilasyon ile Birlikte Fraksiyonel Kristallenme
HFSE	: Kalıcılığı Yüksek Element
HREE	: Ağır Nadir Toprak Elementleri
ICP-MS	: İndüklenmiş Eşli Plazma- Kütle Spektrometresi
LILE	: İri İyon Yarıçaplı Elementler
LREE	: Hafif Nadir Toprak Elementleri
MORB	: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
REE	: Nadir Toprak Elementleri

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VİZE (KIRKLARELİ) KUZEYDOĞUSUNDAKİ PLÜTONİK KAYAÇLARIN MİNERALojİK-PETROGRAfİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Özge NAYCI

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Sabah YILMAZ ŞAHİN

Kırklareli iline bağlı Vize ilçesi sınırlarında kalan çalışma alanının temel kayaçlarını Permiyen öncesi yaşlı kırıntılı metasedimanter kayaçlar içeren Tekedere Formasyonu oluşturmaktadır. Istranca Masifi'nin temel kayaçları grimsi pembe renkli, ince-orta ve yer yer iri taneli, foliasyon düzlemleri içeren milonitik, şistik/gnaysik dokulu kayaçlardan oluşan Erken Permiyen yaşlı olarak belirtilen Şeytandere Metagraniti tarafından kesilmektedir. Bu metagranitler, Triyas yaşlı örtü metamorfileri ve Eosen yaşlı kireçtaşı içeren Soğucak Formasyonu birimleri tarafından da uyumsuz olarak örtülmektedir. Istranca Masifi'nin doğusunda bulunan örtü metamorfilerinden oluşan Şermat Kuvarsiti, Tekedere Formasyonu'nu da uyumsuz olarak örtmektedir. Soğucak formasyonu üzerine normal bir fayla Orta-Üst Oligosen yaşlı şeyl, kıltaşı ve kumtaşı ardalanması içeren Süloğlu formasyonu uyumsuz olarak örtülmektedir. Çalışma alanının en genç birimini ise, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturmakta ve tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

Bölgenin tektono-magmatik koşullarını ortaya koymak amacıyla, saha çalışmaları ile bölgeden alınan örnekler üzerinde petrografik ve jeokimyasal incelemeler yapılmıştır. Petrografik incelemeler sonucu Şeytandere metagranitinin, granit ve granodiyorit türü kayaçlardan oluşmakta, tipik metamorfizma dokusu göstermesiyle de bunların meta-granit olarak adlandırılabilceği saptanmıştır. İri feldispat porfiroblastları içermesiyle porfirik doku ile karakterize edilir ve kuvars + alkali feldispat + plajiyoklaz + biyotit + amfibol ile ikincil olarak

oluşmuş klorit ± epidot + kalsit mineralleri içerir. Aksesuar mineral olarak titanit, apatit, zirkon ve opak mineraller içermektedir.

Şeytandere metagraniti jeokimyasal özellikleri bakımından, I tipi, yüksek K'lu kalk-alkali karakterli, çoğunlukla peralümino, az oranda metalümino özelliğe sahip kayalardan oluşmaktadır. Tektonik ortam ayırtman diyagramlarında ise bu kayalar, volkanik yay ve çarpışma sonrası granitleri alanında yer almaktadır.

Şeytandere metagranitinin kristallenme koşullarını anlayabilmek için mineral kimyası analizleri yapılmıştır. Mineral kimyası sonuçlarına göre, biyotitlerin Fe'li biyotit, hornblendlerin ise kalsik-hornblendlerden oluştuğu belirlenmiştir. Örneklerden mineral kimyası ile magmanın kristalleşmesi esnasında etkili olan basınç (P), sıcaklık (T), oksijen fugasitesi ($\log f_{O_2}$) ve su içeriği (H_2O_{melt}) belirlenmiştir. Hesaplanan değerlerin tümü, Şeytandere metagranitinin sığ kabuk koşullarında yerleştiğini göstermektedir.

Şeytandere metagraniti, Karbonifer döneminde etkin olan Variskan magmatizmasının ürünlerinden olup, Istranca Masifi'nin batısında gözlenen Karbonifer-Permiyen metagranitoidlerine benzer bir yaş aralığında ve benzer jeodinamik konumda olduğu düşünülmektedir. Bu metagranitoidlerin tamamı, Paleo-Tetis Okyanusu'nun kuzey kolunun Avrasya kıtasının altına kuzey dalımı ile oluşan farklı magmatik fazları temsil eden magmatizmanın ürünleri olarak değerlendirilmektedir.

Nisan 2019, 96 sayfa.

Anahtar kelimeler: Istranca Masifi, Karbonifer-Permiyen, metagranit, Variskan orojenezi, sığ yerleşim.

SUMMARY

M.Sc. THESIS

MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF THE PLUTONIC ROCKS IN NORTHEASTERN PART OF VIZE (KIRKLARELİ) REGION

Özge NAYCI

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Geological Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Sabah YILMAZ ŞAHİN

The Tekedere Formation, which consists of before the Permian age clastic metasedimentary rocks, constitutes the basement rocks of the study area which is located in the boundary of Vize district of Kırklareli province. The basement rocks of the Istranca Massif are cut by the Şeytandere Metagranite, designated as Early Permian aged, consisting of milonitic, schistic/gneissic textured rocks, which contains grayish, pink colored, thin-medium and partly coarse-grained, foliation planes. These metagranites are overlain unconformably also by the Soğucak Formation units containing Triassic aged cover metamorphics and Eocene aged limestone. Şermat Quartzite, which is formed of cover metamorphic rocks in the eastern part of the Istranca Massif, also unconformably covers the Tekedere Formation. The Süloğlu formation, which contains Middle-Upper Oligocene shale, claystone and sandstone alternation with a normal fault, is overlain unconformably on the Soğucak formation. The youngest part of the study area consists of Quaternary alluviums and covers all units unconformably.

In order to reveal the tectono-magmatic conditions of the region, petrographic and geochemical investigations were done on the samples taken from the area with field studies.

As a result of petrographic investigations, it is determined that Şeytandere metagranite is composed of granite and granodiorite rocks and as it shows the typical metamorphism texture, it was determined that they could be called meta-granite. It is characterized by porphyritic texture because of containing large feldspar porphyroblasts and contains quartz + alkaline

feldspar + plagioclase + biotite + amphibole and secondary chlorite + epidote + calcite minerals. As accessory minerals it includes titanite, apatite, zircon and opaque minerals.

In terms of geochemical features, Şeytandere metagranite is composed of rocks with I type, high K, chalk-alkaline character, mostly peraluminous, little metaluminous features. In the tectonic separation diagrams, these rocks are located in the area of volcanic arc and post-collisional granites.

Mineral chemistry analyzes were performed to understand the crystallization conditions of Şeytandere metagranite. According to the results of mineral chemistry, biotites are composed of Fei-biotite and hornblende consists of calcic-hornblende. The mineral chemistry and pressure (P), temperature (T), oxygen fugacity ($\log f_{O_2}$) and water content (H_2O_{melt}) which are effective during crystallization of magma, were determined from the samples. All of the calculated values indicate that Şeytandere metagranite was deposited under shallow crustal conditions.

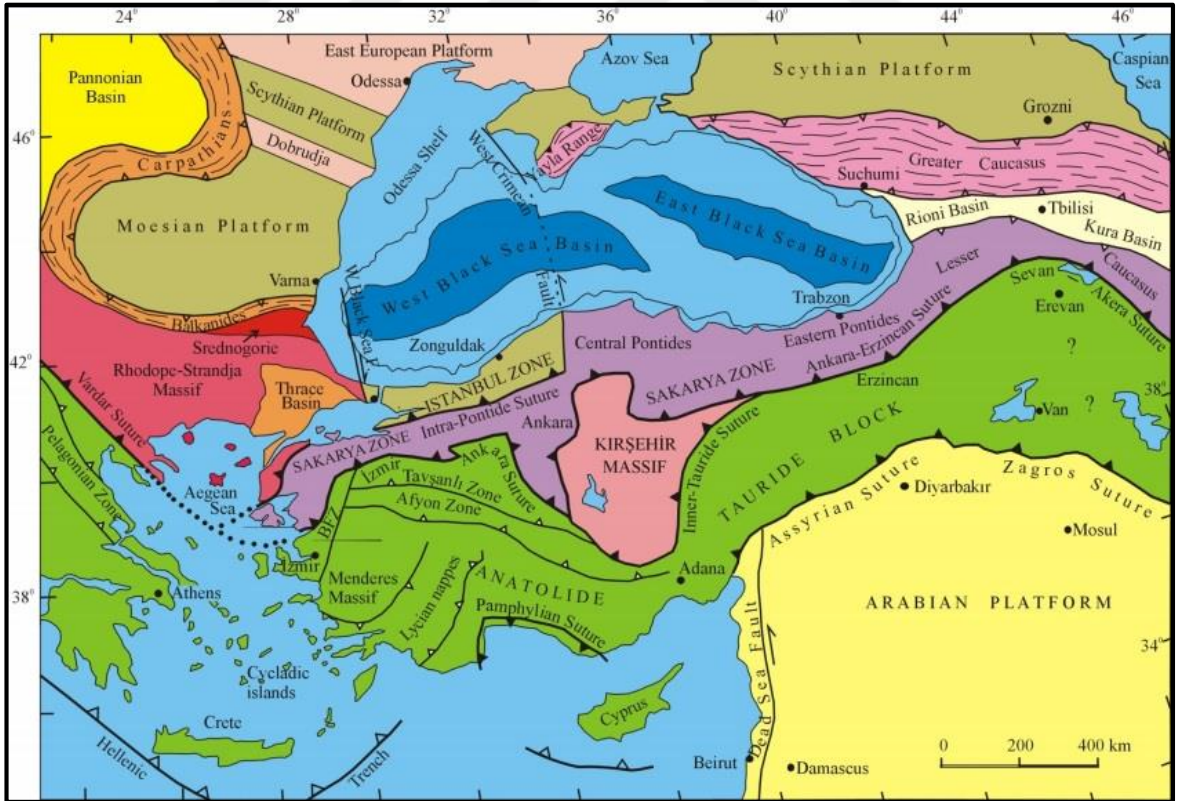
Şeytandere metagranite is one of the products of Variscan magmatism which was active during the Carboniferous period, and it is thought that it is in a similar age range and a similar geodynamic position to the Carboniferous-Permian metagranitoid which is observed in the west of the Istranca Massif. All of these metagranitoids are considered to be the products of magmatism which represent the different magmatic phases formed by the north dip of the northern branch of the Paleo-Tethys ocean under the Eurasian continent.

April 2019, 96 pages.

Keywords: Istranca Massif, Carboniferous-Permian, metagranite, Variscan orogeny, shallow level.

1. GİRİŞ

Türkiye; Pontidler, Anatolid-Toridler ve Arap Platformu olmak üzere başlıca üç tektonik birlikten oluşmaktadır (Şekil 1.1). Bu birimler, önceki okyanusları gösteren kenet kuşakları ile birbirinden ayrılmaktadır (Ketin, 1966). Pontid tektonik birliğinin batısında Kırklareli'nin Vize ve Saray ilçeleri arasında kalan çalışma alanı, Permilen öncesi ve daha genç birimlerden oluşmaktadır. Bu birimler farklı orojenik safhalarla temsil edilir. Bunlardan Alpin Orojenik sistemi, Tetis Okyanusunun kollarının kapanması sürecinde oluşmuş olup, Tetis okyanusunun kapanması esnasında Gondwana ve Lavrasya'ya ait farklı kıta parçaları çarpışmıştır. Alpin Orojenik sisteminin aktif ve en genç kesiminde bulunan Türkiye, bu evrim oluşurken Geç Mesozoyik-Erken Tersiyer zaman aralığında bir araya gelmiş kıtalar ve bunları ayıran okyanusal ortam kalıntıları tarafından şekillenmiş bir alan üzerinde yer almaktadır (Okay ve Tüysüz, 1999).



Şekil 1.1: Türkiye'nin ana tektonik kuşakları (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır).

Pontidler, okyanuslar ile ayrılmış üç kıtasal bloktan oluşur. Bunlar; Istranca Masifi, İstanbul ve Sakarya Zonlarıdır. Istranca Masifi, Batı Pontilerde, Geç Prekambriyen-Erken Kambriyen'den Üst Kretase'ye kadar zaman aralığına sahip magmatik kayalar ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır (Okay, 1986). Yaklaşık KB-GD uzanımlı bir yapıya sahip olan bu masifin güneyi, Tersiyer yaşlı Trakya havzası birimleri ile sınırlandırılmıştır. Yüksek lisans tezi kapsamında hazırlanan bu çalışmada, Permiyen döneminde oluşmuş plütonik kayalar ile çevresinde bulunan kayaların mineralojik petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlarla bölgesel jeolojik konum içerisinde jeolojik ve volkanik evriminin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

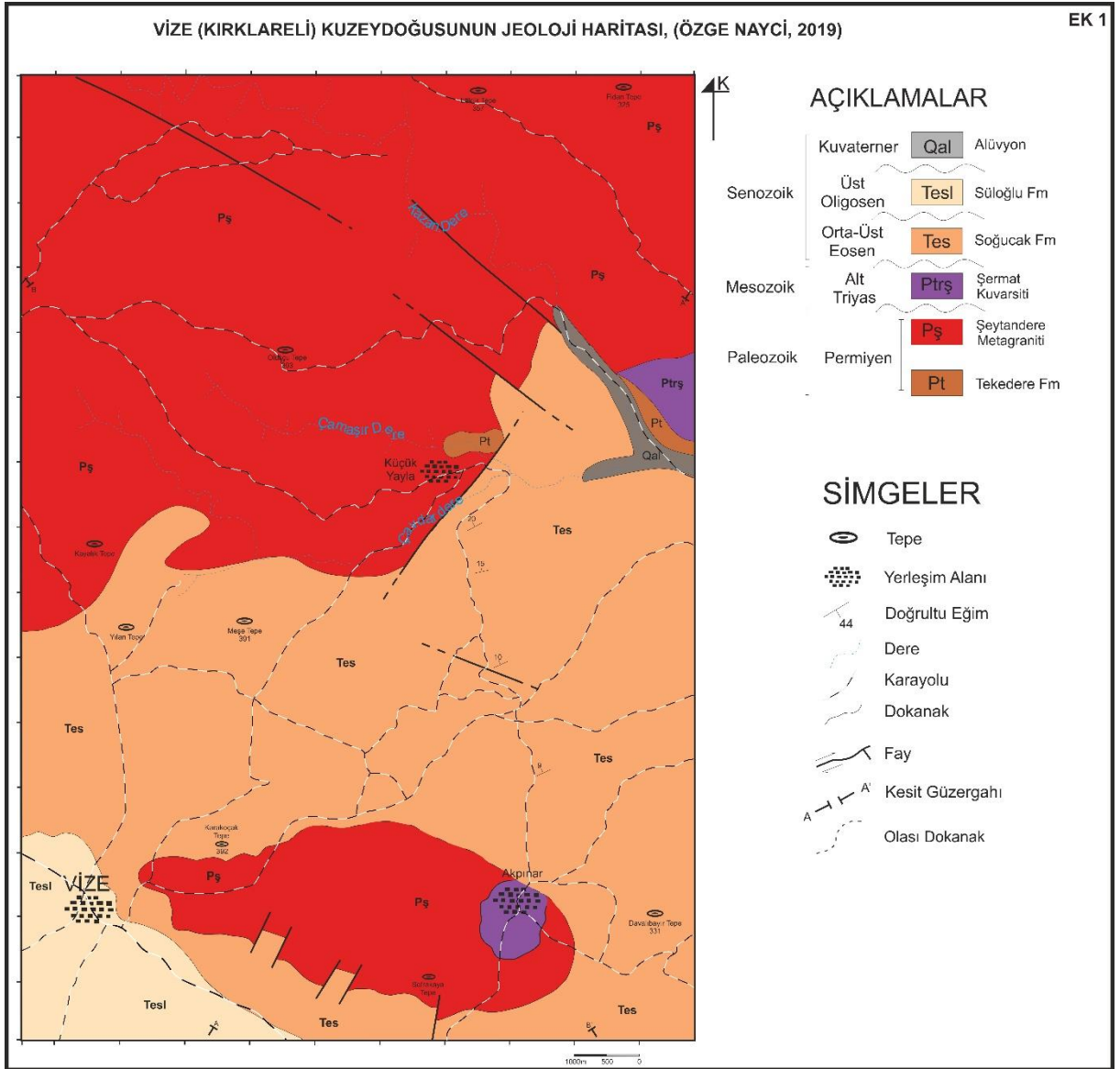


2. GENEL KISIMLAR

2.1. İNCELEMENİN AMACI

Bu çalışmada, Batı Pontidlerin en uç kısmında yer alan, Istranca Masifinin magmatik üyelerinden birisi olan muhtemelen Karbonifer-Permien yaşlı Şeytandere metagranitinin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal olarak incelenmesi ve elde edilen verilerin petrojenetik açıdan yorumlanması amaçlanmıştır.

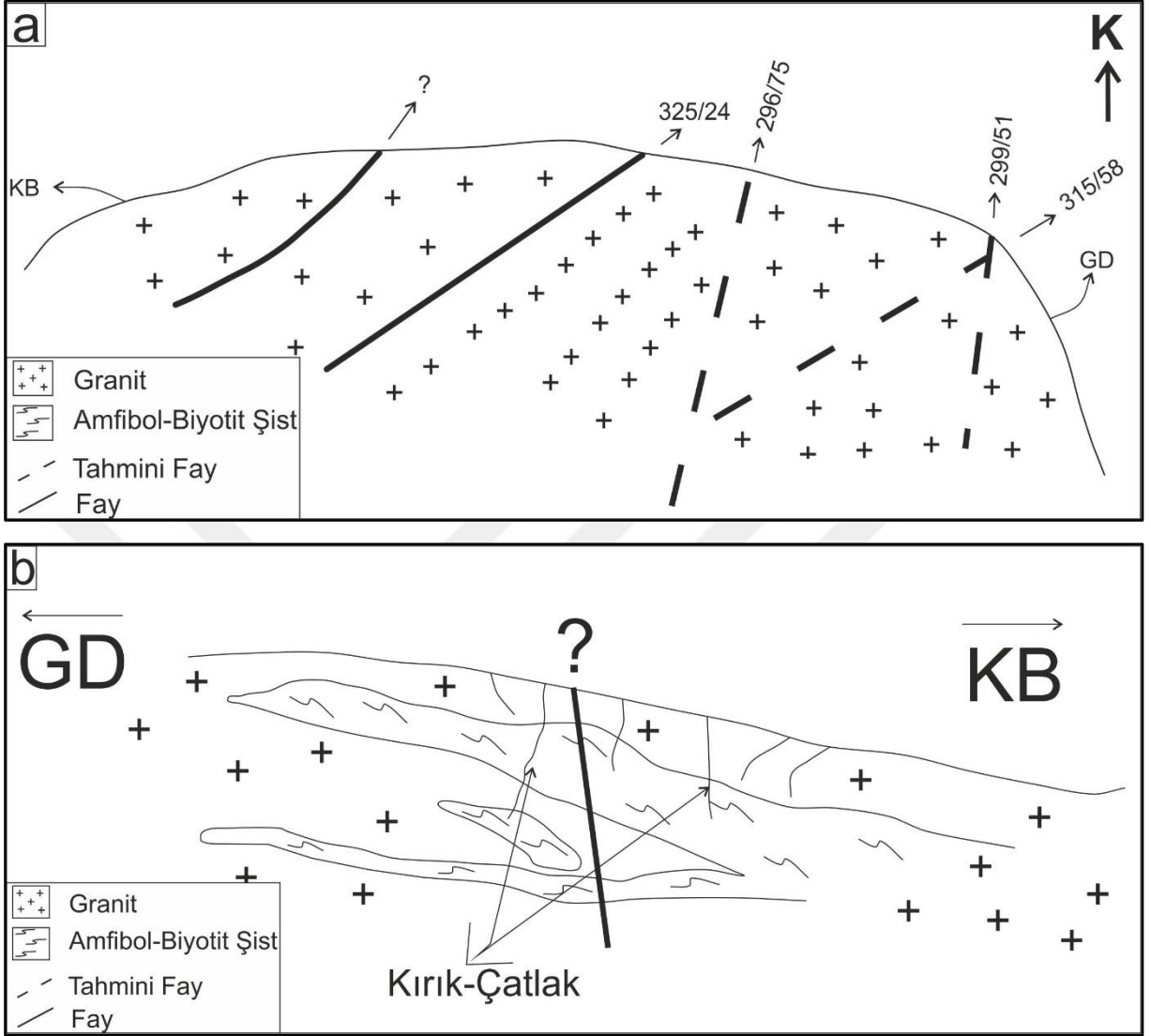
Arazinin güney bölümünde metamorfik temel birimleri mostra vermekte, bu metamorfik birimleri, Permien yaşlı olabileceği öngörülen Şeytandere plütünü kesmektedir. Bu iki birim Triyas yaşlı Şermat kuvarsiti ve Orta-Üst Eosen-Üst Oligosen yaşlı bir sedimanter istif ile örtülmektedir. Bu çalışmada özellikle magmatik birimdeki zamana bağlı petrolojik ve jeokimyasal değişimler ve bölgenin tektoniği ile ilişkisi üzerinde çalışılmıştır. Böylece, bölgenin tektonik/jeodinamik evrimi ile magma kökeni ve evrimi arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Bu kapsamda ilk olarak, çalışma alanındaki birimlerin 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası ve dikme kesiti hazırlanmıştır (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2). Araziden alınan 65 örnek arasından seçilen 51 adet örneğin ince kesitleri hazırlanmış ve kayaçlar sınıflandırılarak incelenmiştir. Karakteristik örneklerden seçilen 19 adet örneğin ana element oksitleri ve iz element jeokimyasal analizleri ve mineral kimyası yaptırılmıştır. Elde edilen bilgiler, literatür verileri ile birlikte değerlendirilerek, bölgenin jeolojik ve magmatik evrimi ile ilgili görüşler ortaya konulmuştur.



Şekil 2.1: Çalışma alanının jeoloji haritası.

Paleozoyik		Mesozoyik		Senozoyik				ERATEM	
Permian		Triyas		Paleojen		Kuvaterner		SİSTEM	SERİ
Şeytandere Metagraniti Tekedere Fm 5000 Pt		Alt		Eosen	Oligosen	Holosen		DEVRE	FORMASYON
Pş		Şermat Kuvarsiti		Orta-Üst	Üst	Alüvyon		KALINLIK	SİMGE
5000		25		Soğucak Fm	Süloğlu Fm	Qal			
Pş		Ptrş		40-150	50-700	Tesl			
+		+		+		+		LİTOLOJİ	
+		+		+		+		AÇIKLAMALAR	
+		+		+		+		Kum	
+		+		+		+		Kil	
+		+		+		+		Silt	
+		+		+		+		Çamur	
+		+		+		+		Şeyl	
+		+		+		+		Kumtaşı	
+		+		+		+		Kiltaşı	
+		+		+		+		Kumlu Mikro ve	
+		+		+		+		Makro fosilli resifal	
+		+		+		+		kireçtaşı	
+		+		+		+		Kuvarsit	
+		+		+		+		Şist	
+		+		+		+		Metagranit	
+		+		+		+		Mika mineralleri	
+		+		+		+		içeren şist/ gnays	
+		+		+		+		ÖLÇEKSİZ	

Şekil 2.2: Çalışma alanının sütun kesiti (ölçeksiz).



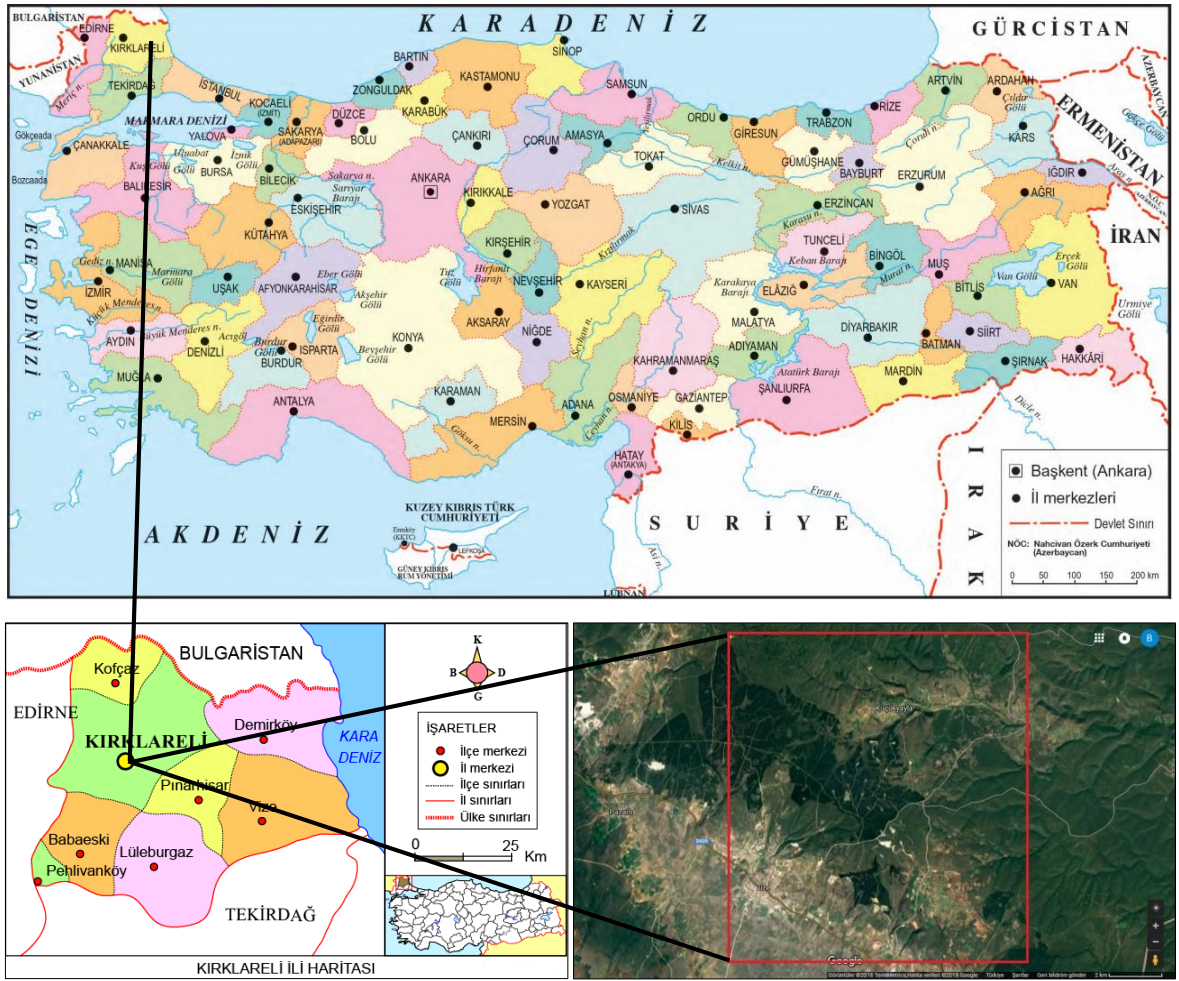
Şekil 2.3: Çalışma alanındaki granit ocağının içerisinde alınmış kesitler (ölçeksiz).

Çalışma alanının güneyinde bulunan işletilmekte olan açık ocak içerisinde alınan bu kesitlerde Şeytandere metagraniti içerisindeki faylar ölçülmüş (Şekil 2.3a) ve konumları verilmiştir. Bu fayların neden olduğu deformasyonlar ve ortaya çıkan ezik zonların (Şekil 2.3b) mercerler şeklindeki görünümü ve kayaçların milonitleşmesi görülmektedir (Şekil 2.3b).

2.2. İNCELEME ALANININ TANITIMI

2.2.1. İnceleme Alanının Konumu

İnceleme alanı, Kırklareli iline bağlı Vize ilçesi ile Küçük Yayla ve Akpınar köylerini içine alan 1/25.000 ölçekli Kırklareli-E19C1, E19C4 paftalarını kapsayan yaklaşık $\sim 155 \text{ km}^2$ 'lik bir alanı içermektedir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: İnceleme alanının yer bulduru haritası (<https://earth.google.com/>).

2.2.2. Ulaşım ve Yerleşim Yerleri

Çalışma alanına Eski İstanbul Kırklareli (D20) karayolundan, köyler arası asfalt ve stabilize yollar ile ulaşılabilir. Vize ile köyler arasında bulunan minibüs/otobüs seferleri ile ulaşım sağlanmaktadır.

Vize ilçesinde; 2 belde, 24 köy olmak üzere toplam 26 yerleşim yeri bulunmaktadır. Mahalleler ile köy ve köy bağlilarında yerleşim genel olarak topludur. Çalışma alanında Akpınar ve Küçük Yayla köyleri bulunmaktadır (trakyanet.com).

2.2.3. Morfoloji

Çalışma alanının içinde kalan başlıca tepeler; Kesmekaya Tepe (~314,9 m), Piren Tepe (~327 m), Kunduzçayır Tepe (~336 m), Erikli Tepe (~357 m), Manastır Tepe (~382 m), Meşe Tepe (~391 m), Karaköçek Tepe (~392 m), Otluklar Tepe (~393 m), Gölyolu Tepe (~442 m.), Yeşileğrek Tepe (~456 m), Göz Tepe (~457 m), Koca Tepe (~457 m)'dir. Kazan Deresi arazinin en büyük deresidir. Yıldız Dağları ve Istranca Masifi olarak adlandırılan bölgededir.

Tepeleri kesen dereler ve bu derelerin açtığı vadiler bulunmaktadır. Bölgedeki volkanik etkinlik, Intra Pontid süturu ve Kuzey Anadolu Fay sistemi bölgeyi şekillendiren faktörlerdir. Tüm bunlar bir araya gelerek bölgenin morfolojik yapısını oluşturmaktadır.

2.2.4. Tarım ve Hayvancılık

Arazinin neredeyse tamamı tarım arazisidir. Gelirinin büyük bölümünü tarım ve hayvancılıktan sağlamaktadır. Başlıca tarım ürünleri; buğday, yulaf, mısır, fasulye, şekerpancarı, ayçiçeğidir. Ayçiçeği, tarım arazilerinin büyük kısmını kapsar. Üretimi yapılan meyve türleri; erik, elma, armut, şeftali ve kirazdır. Ayrıca; lahanaya, pırasaya, taze fasulye, soğan, sarımsak, biber ve domates de yetiştirilen başlıca sebze ürünleridir. Çavdar ve kiraz Kırklareli'nde meşhurdur. Vize ilçesinde; 12.700 adet büyükbaş, 40.100 adet küçükbaş olmak üzere toplam 62.800 hayvan vardır. Arıcılık yapan köy sayısı 165 olup yıllık bal üretimi 83.548 ton civarındadır. 1 köy İpekböcekçiliği yapmakta olup, toplam 32 adet yaş koza üretmektedir (trakyanet.com).

2.2.5. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı genel olarak karasal ikliminin etkisi altındadır. Yazlar sıcak, kışlar ise soğuk ve yağışlıdır. Ortalama sıcaklık 20 °C'dir. En fazla yağış Kasım aylarında görülürken, en az yağış Haziran ve Temmuz aylarında görülür. Kış yağışları arasında kar da görülmektedir. Kar yağın günlerin ortalaması 7'dir. Başlıca ağaç çeşitleri; %80'i meşe, %15'i kayın, %5'i ise gürgen, kavak ve diğer ağaç gruplarını oluşturmaktadır. Vize' de orman alanı 71.701 hektardır. Orman alanının % 31'i kuru ormanı, % 69'u ise baltalıktır (trakyanet.com).

2.3. ÖNCEKİ İNCELEMELER

İnceleme alanının bulunduğu bölgede yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan başlıcaları şunlardır:

Pamir ve Baykal (1947), Istranca Dağlarında yaptıkları çalışmalarda bölgedeki birimleri stratigrafik olarak metamorfik ve fosil olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Metamorfik; 1- Kırklareli Gnaysları, 2- Fatmakaya Gnaysları, 3- Fillat – Kuvarsit – Mikaşist, 4- Mermer olarak; fosillerin ise; Kretase ve Tersiyer birimlerini içerdiğini sunmuş ve Tersiyeri de Nummulitik ve Neojen olmak üzere iki ayrı bölümde incelemiştir.

Druitt (1961), Hazırlamış olduğu raporda bir stratigrafi korelasyon çizelgesi sunmuş olup, Trakya'yı; Istranca, Rodop Masifi, Menderes Masifi, Ergene Havzası, Marmara Grabeni olmak üzere beş ana yapısal bölüme ayırmıştır.

Keskin (1966), “Temel Karmaşığı” olarak isimlendirdiği doktora çalışmasında, metamorfik kayaların üzerine Eosen yaşlı İslambeyli ve Kırklareli Kireçtaşlarının geldiğini, bunların üzerine ise diskordans olarak balıklı şeylerin örttüğünü belirtmiştir.

Ayhan ve diğ. (1973), Kimyasal bileşim ve mineral büyüklüğü açısından gnaysları üçe ayırmış ve bu gnaysların üzerine diskordans olarak gelen şist serisini de üç grupta inceleyen araştırmacılar, bu seride alttan itibaren; 1- Kuvars-Feldspat-Biyotit-Muskovit-Serizit ve Hornblendli şistler, 2- Kalklı-killi-talklı-grafitli şistler ve fillatlar, 3- Metamorfik Kireçtaşları (Mermerler) ve benekli siyah şistler şeklinde isimlendirmişlerdir. Bu şistlerin ve mermerlerin üzerine alt seviyeleri kalkışist – üste doğru kireçtaşı halinde devam eden karbonatlar bu serinin sonunu oluşturmaktadır. Araştırmacılar kireçtaşlarına Jura yaşını, altındaki şist serisine ise Triyas yaşını vermektedir.

Öztunalı ve Üşümezsoy (1979), Istranca masifinde K-Feldspatlı megablastları içeren biyotitli granit üzerine Triyas, Jura yaşlı metaçökellerden örtü metamorfikler gelmektedir. Metaçökel kayalar; kuvarsit –şeyl ve kireçtaşlarının metamorfizma geçirmesiyle oluşan kuvars, mikaşist, fillit ve kristalize kireçtaşı – mermerlerden oluştuğunu belirtmiştir.

Umut ve diğ. (1983-1984), Trakya Tersiyerinin Jeolojisinde yaptıkları çalışmalarda Paleozoyik yaşı; Permien ve daha önceki yaşlı gnaysik granit – granitik gnays ve milonitik gnays olarak

ele alınan araştırmacılar Mesozoyik yaşı; kuvarsitler-şistler-mermerler ve kalkşistler-metakumtaşları olarak ayırmış ve Triyas yaşını vermişlerdir. Tersiyer kayaçları olarak Eosen'de İslambeyli Formasyonu ve Kırklareli Kireçtaşının varlığını tespit etmişlerdir.

Erkal (1991), “Trakya’da Kuzey Anadolu Transform Fay Zonunda Gelişmiş Normal Fayların Oluşumuna Yaklaşımlar” adlı makalesinde kuzeybatı-güneydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı yönlü farklı zamanlarda oluşan sıkışma ve tansiyon kuvvetlerini anlatmıştır.

Okay ve diğ. (2001), Istranca Masifi içerisindeki yüksek dereceli metamorfizma ve plütonizma geçirmiş kayaçlarda yapılan jeokronoloji çalışmalarında Erken Permiyen (~271 My) yaşı bulmuşlardır. Senoniyende, Istranca masifinin kuzey yarısının yay havzasına ve kuzeye dalan Tetis okyanus kabuğunun üzerinde üretilen bir ada yayının tabanını oluşturduğunu ve Srednogorie yayının, Erken Tersiyer dönemlerinde, Istranca Masifi'nin kuzeye doğru uzamasıyla kapandığını açıklamışlardır.

Aral ve Çengel (2003), Tekedere grubu kayaçlarının jeolojik ve petrografik özelliklerini incelemiş ve Tekedere grubu kayaçlarının çoğunlukla amfibolit-gnays, amfibolit ve amfibollü biyotit gnayslardan oluştuğunu saptanmışlardır. Bu kayaçlar açık renkli kuvars ve aplit daykları tarafından kesilmiştir.

Sunal ve diğ. (2006), Istranca Masifi'ndeki Paleozoyik yaşlı magmatik olaylar adlı makalesinde jeokimyasal verilere göre kalk-alkali ve metalümino karakterli olduklarını, jeokronolojik çalışmalarda ise ortognaysların yaşlarının tek zirkonlu evaporasyon yöntemiyle Karbonifer'deki 312 ± 2 ve 315 ± 5 My arasında olduklarını belirtmişlerdir.

Natal'in ve diğ. (2012), “Istranca Masifi 'nin Tektoniği, KB Türkiye: Paleo-Tetis'in Kuzey Kenarında Yer Alan Uzun Süreli Bir Yayın Evrimi” adlı çalışmalarında masifin stratigrafik ve jeokronolojik özelliklerinden bahsetmiş ve Paleo-Tetis'in kuzey yönlü dalma-batması sonucunda Avrasya'nın güney kenarında gelişmiş olan Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı İpek Yolu yayıyla (Silk Road arc) dikkate değer benzerlikler sunduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz Şahin ve diğ. (2014), Istranca Bölgesi'ndeki metagranitlerin jeokimyası ve U-Pb zirkon jeokronolojisi çalışması yapmıştır. Istranca zonunun büyük granitik kütleler tarafından oluştuğunu ve Paleozoyik-Mesozoyik bir meta-sedimanter örtü ile örtülmüş metamorfik temel

kayaçlarını oluşturduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Istranca bölgesinin metamorfik kayaçlarının Bulgaristan'dan İstanbul yakınlarındaki bölgeye (Çatalca bölgesi) ulaştığını açıklamışlardır.

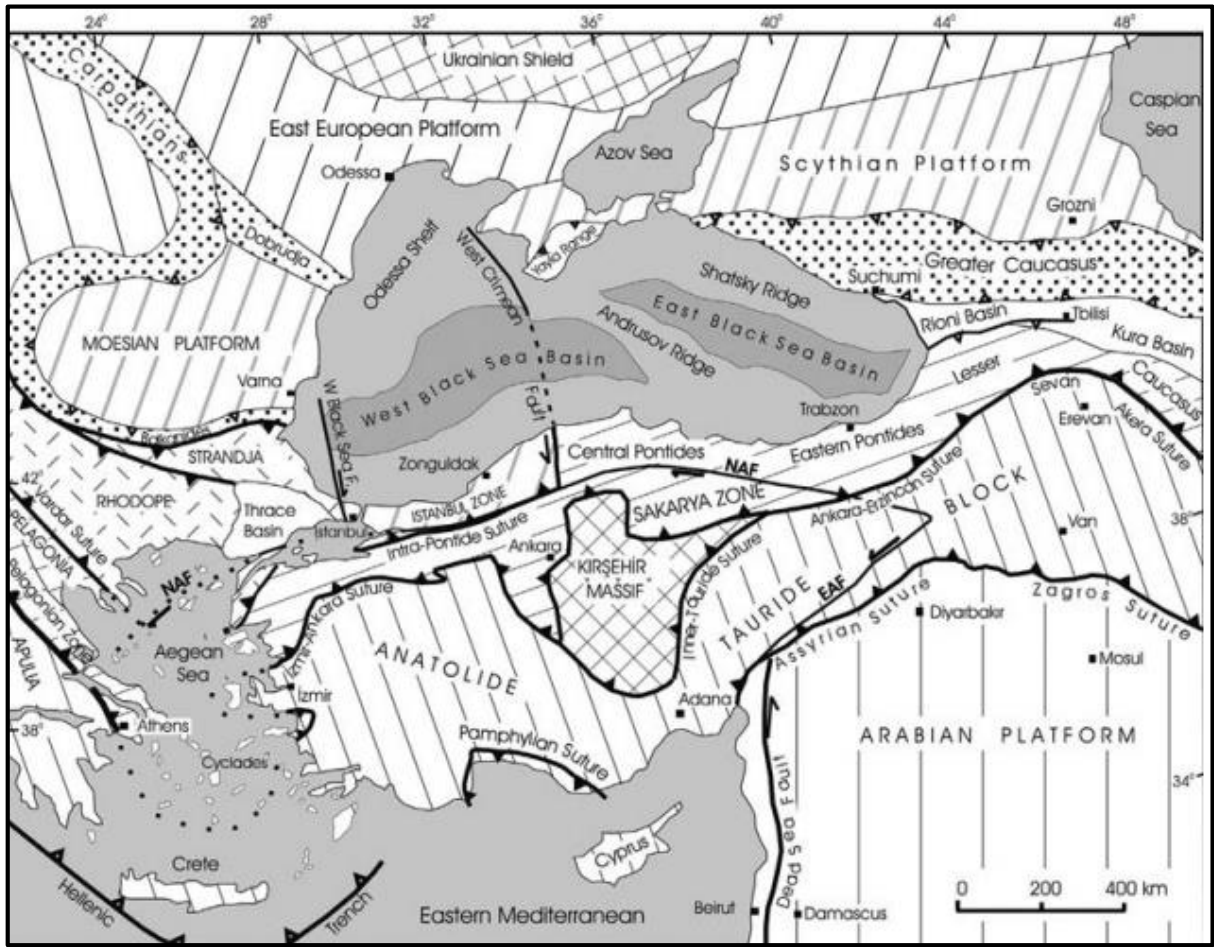
Güngör ve diğ. (2016), Istranca Masifinin kuzeybatısındaki Kula Metagranitoidlerinin Jeokronolojik ve Jeokimyasal Araştırmalarının ön sonuçlarına göre Kula metagranitoidlerine ait magmatik zonlu zirkon tanelerinde U-Pb LA-ICP-MS yaş tayininde 310.1 ± 2.0 My (Karbonifer-Pennsylvanian) konkordiya yaşı alındığı belirtmişlerdir.

Natal'in ve diğ. (2016), "Istranca Masifi'nin Erken Kretase Kayalarına Prekambriyen (kuzeybatı Türkiye): uzun süreli magmatik yayların evrimi" adlı makalede Türkiye'nin kuzeybatısındaki Istranca Masifinin, Bulgaristan'ın Balkan bölgesi arasında bir bağlantı oluşturduğunu ve Avrupa'da Variskan orojenezi ve Kimmeriyen yapılarının belirgin olduğu Pontidler ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Beş hatayla sınırlandırılmış tektonik ünitenin masifin yapısını oluşturduğunu ve bu beş hatayı açıklamışlardır.

Aysal ve diğ. (2018), Istranca Masifi ve İstanbul Bölgesindeki Kırklareli Plütönu, Sancaktepe ve Tepecik Plütönlüğünün Jeokronolojik ve Jeokimyasal Araştırmaları yapmış olup, bu plütönlüğe ait zirkon tanelerinde U-Pb LA-ICP-MS yaş tayininde Kırklareli plütönu için 268.3 ± 2.1 My, Tepecik plütönu için 249.4 ± 1.5 My, Sancaktepe plütönu için 257.3 ± 1.5 My ve 253.7 ± 1.75 My konkordiya yaşı alındığı belirtmişlerdir.

2.4. BÖLGESEL JEOLJİ

Istranca Masifi; Batı Pontid kuşağının en batıdaki uzantısıdır (Şekil 2.5). Kuzeyde Üst Kretase yaşlı KB-GD uzanımlı Üst Kretase yaşlı “Srednagorie Zonu” ile sınırlanmış olup, Senoniyen’de Tetis okyanusunun kuzeye dalıp yitmesiyle oluşan magmatik yay ve yay içi çökelleriyle temsil edilmektedir (Boccaletti ve diğ., 1974). Masifin güney sınırını ise Eosen-Oligosen Trakya Havzası oluşturmaktadır.



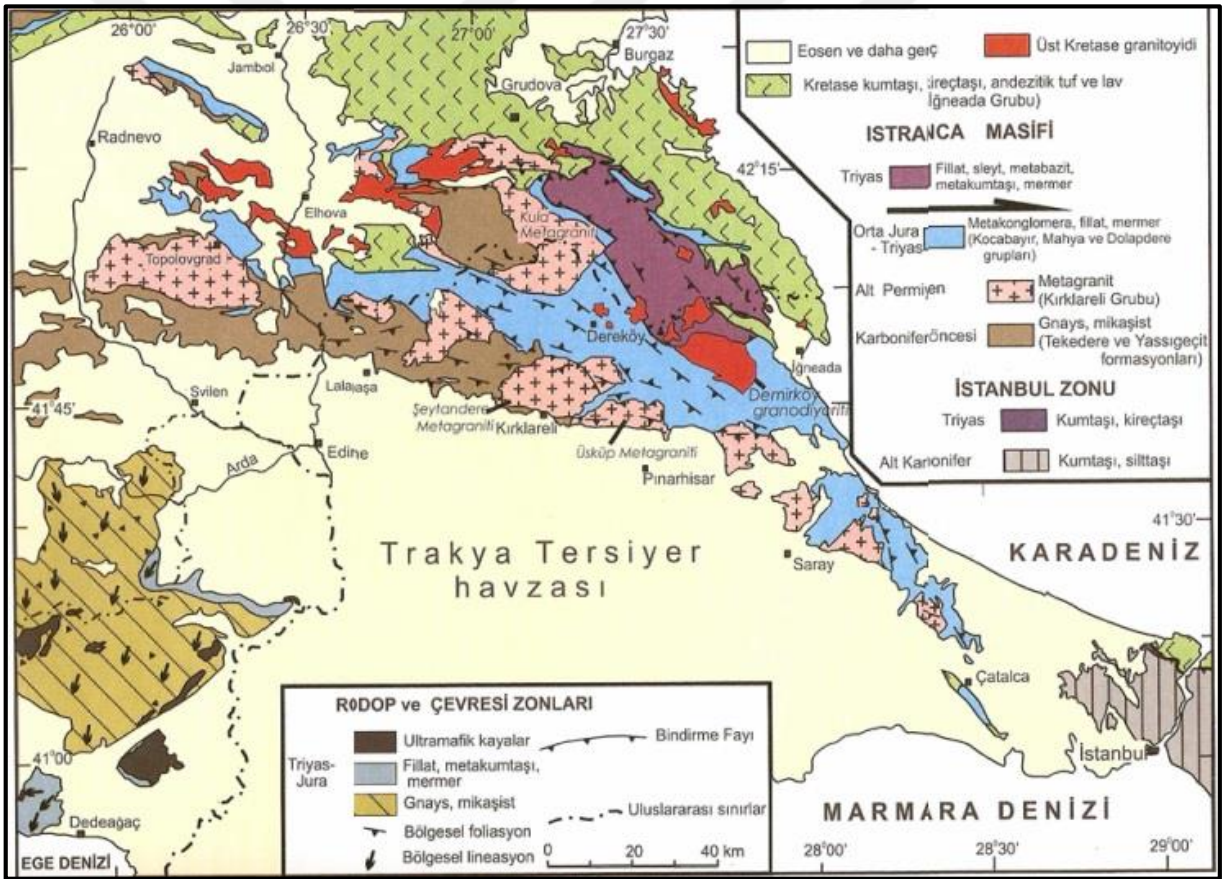
Şekil 2.5: Türkiye'nin tektonik kuşakları (Okay ve diğ., 2006).

Masifin tabanında Permian ve öncesi yaşa sahip yüksek derecede metamorfizmaya uğramış gnays ve şistler (Tekedere Formasyonu) ile bu birimi kesen Erken Permian yaşlı Kızılağaç Metagraniti yer almaktadır. Bu iki birim üzerine açılmalı uyumsuzlukla kaba-orta-ince taneli kuvars içeren, Geç Permian Erken Triyas yaşlı Kocabayır Grubu olarak tanımlanan sahil çökelleri (Şermat Kuvarsiti) ile metakumtaşları gelir. Bu çökellerin üzerine Mahya Grubu'na ait sahil kırıntıları ara katmanlar halinde içeren yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış pelitik kayalar fillit ve klorit kuvars şistler ara katmanlar halindeki kalkışistler yer alır (MTA,

2002). Çalışma alanında Istranca Masifinin temel birimlerine ait Tekedere Formasyonu ve Şermat Kuvarsiti yer alır (Şekil 2.6).

Masif içerisindeki metamorfik seriler Kretase yaşlı granitoidler tarafından kesilmektedir. Bu granitoidlerin kompozisyonları gabro ve diyoritten, granodiyorit, siyenit, lökogradit ve granite kadar değişmektedir. Üst Kretase yaşlı volkanotortul kayalar bölgede İğneada, Sarıyer ve Şile civarında gözlenmektedir. (Okay ve diğ., 2001).

Masifin en genç birimlerini ise; Eosen yaşlı Kırklareli kireçtaşları ile başlayıp, Oligosen yaşlı kömürlü seri ile devam eden, Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu ve Pliyosen yaşlı Karasal Trakya Formasyonu ile sona eren genç ve kalın istif oluşturmaktadır.



Şekil 2.6: Istranca Masifi ve çevresinin jeoloji haritası (Okay ve diğ., 2001).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Formasyonların dağılımları, birimlerin litolojisi, alt ve üst dokanak ilişkileri arazide incelenmiş, önceki çalışmalarda yapılmış olan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanılmıştır. Tez hazırlıklarına ilk olarak arazi çalışmalarıyla başlanmıştır. Araziden alınan örnekler üzerinde laboratuvar çalışmaları yapılmış, sonrasında büro çalışmalarıyla elde edilen bilgiler literatür verileri ile değerlendirilerek, bölgenin jeolojik ve magmatik evrimi ile ilgili modelleri ortaya konulmuştur.

3.1. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

3.1.1. Saha Çalışmaları

Saha çalışması, 2016-2017 yılında yaz aylarında toplam 60 gün süreyle yapılmıştır. Öncelikle araziye tanımak ve örneklerin alınacağı lokasyonları belirlemek amacıyla ön saha çalışması yapılmıştır. Ön saha çalışması tamamlandıktan sonra, bölgenin litolojik tanımlamasına yönelik 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmasında stratigrafinin belirlenebilmesi amacıyla yer yer enine kesitler alınarak arazi defterine eklenmiştir. Saha çalışmaları esnasında Brunton jeolog pusulası, lup, jeolog çekici ve Garmin marka GPS kullanılmıştır. 65 farklı lokasyondan, petrografik, jeokimyasal ve mineral kimyası analizleri yapmak üzere kayaç örnekleri alınmıştır. Çalışma alanının belirgin özelliklerinin olduğu yerlerde fotoğraflar çekilmiş ve bu fotoğraflar tez içerisinde kullanılmıştır.

3.1.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.1.2.1. Petrografik İnce Kesit Çalışmaları

Sahada, farklı lokasyondan alınan kayaç örneklerinden seçilen 51 adet örnek petrografik analiz için hazırlanmıştır. Seçilen örneklerin Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İnce Kesit Laboratuvarında ince kesitleri hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitler, petrografik tanımlama yapmak için İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları-Jeokimya Ana Bilim Dalı'na ait James Swift marka polarizan mikroskopta incelenmiştir. Daha önce hazırlanmış olan ince kesitler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskoplarda incelenerek, örneklerin hangi mineralleri ve ne tür dokuları içerdikleri belirlenmiş, adlandırma ve sınıflandırmaları yapılmıştır. Daha sonra,

petrografik çalışmalar ile belirlenen farklı magma dizilerinden, bu birimlerin her birini temsil eden en taze örnekler seçilerek, bu örneklerin majör, iz ve nadir toprak element analizleri yaptırılmıştır.

3.1.2.2. Jeokimyasal Analiz Çalışmaları

Saha çalışması sırasında alınan örnekler arasından 19 adedi seçilmiştir. Seçilen örneklerin mümkün olduğunca altere olmayan taze örnekler olmasına dikkat edilmiştir. Örnekler ilk olarak çeneli kırıcı kullanılarak kırılmıştır. Kırılan numuneler, agat havan yardımıyla pudra boyutuna kadar öğütülmüş ve jeokimyasal analizler için hazırlanmıştır. Örnek hazırlama aşamasında her bir numune kırılıp, toz boyutuna getirildikten sonra makineler etil alkol yardımıyla titizlikle temizlenmiş ve daha sonra diğer numune kırılıp toz haline getirilmiştir. Böylelikle ilk yapılan numunenin diğer numuneyi kirletmesi engellenmiştir. Bu işlem her bir örnek için tekrarlanmıştır. Toz haline getirilen numuneler 5 gr'lık ayrı paketlere konarak Kanada'daki Acme Laboratuvarı'na gönderilmiştir. Ana oksit, iz element ve nadir toprak elementi analizleri, Acme Laboratuvarı'nda ICP-AES ve ICP-MS cihazları kullanılarak yaptırılmıştır.

3.1.3. Mineral Kimyası Çalışmaları

Petrografi çalışmalarından seçilen 4 adet örnekten Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnce Kesit Laboratuvarında parlak kesitler yapılmıştır. Parlak kesit yapılan örneklerden İstanbul Teknik Üniversitesi Prof. Dr. Adnan Tekin Malzeme Bilimleri ve Teknolojileri UYG-AR Merkezi, Elektron Mikroprob Analiz (EPMA) Laboratuvarında mineral kimyası ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Mineral kimyası ölçümlerinde seçilen örneklerdeki silikat minerallerinden ana element kimyası ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler CAMECA SX100 model ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm koşulları 20nA ışık gücü, 2 mm'lik ışın çapı ile gerçekleştirilmiştir. Elementlerin kimyasal değişimleri, noktasal ölçümlerle tayin edilmiştir.

3.1.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları, saha, laboratuvar ve mineral kimyası çalışmaları ile elde edilen verilerin değerlendirilerek tez haline getirilmesi sürecini kapsamaktadır. Saha çalışmaları sonucunda önceki çalışmalarda ortaya konmuş jeoloji haritası değiştirilerek çizilmiş ve genelleştirilmiş sütun kesitler ile ölçeklendirilmiş stratigrafik kesitler çizilmiştir. Tüm çizimler bilgisayar ortamında Corel Draw x5 programında gerçekleştirilmiştir.

Jeokimya analizi verileri GCD kit ve Excell programına yüklenerek grafikler oluşturulmuş, sahada bulunan kayaçların kimyasal analiz sonuçları değerlendirilerek yorumlanmış ve tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. STRATİGRAFİ

4.1.1. Tekedere Formasyonu

Tekedere formasyonu, ilk kez Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından incelenmiş ve “Tekedere Grubu” olarak adlandırılmıştır. Birim, genel olarak mikalı şistlerden oluşmaktadır. Çalışma alanının temel kayaçlarını oluşturan birim, harita alanının güneyinde yer yer yüzeylenmektedir. Tekedere Formasyonunun altına gelen birim gözlenmemiştir. Istranca masifinin doğusunda bulunan Şermat Kuvarsiti, Tekedere Formasyonunu uyumsuz olarak örtmektedir. Birim, çalışma alanında yoğun olarak gözlenen Şeytandere metagraniti tarafından kesilmektedir.

Çalışma alanı içerisinde gözlenen koyu renkli örnekler içerisinde kuvars ve pirit mineralleri makro olarak ayırt edilebilmekte olup, bu birim Şeytandere Metagraniti'nin kenar zonlarında da yer yer görünmektedir. Ayrıca alınan örneklerde alterasyon oldukça belirgindir (Şekil 4.1). Yapılan literatür çalışmalarına göre Tekedere Formasyonunda yaş verisi için bir paleontolojik bulgu bulunamamıştır. Bu formasyonu kesen Şeytandere Metagranitindeki zirkonlarda Pb-Pb evaporasyon yöntemi ile yaş tayini yapılmış ve 271 My. Radyometrik yaş bulunmuştur (Okay ve diğ., 2001). Bu verilere dayanılarak formasyonun yaşı Permiyen öncesi olarak belirlenmiştir.



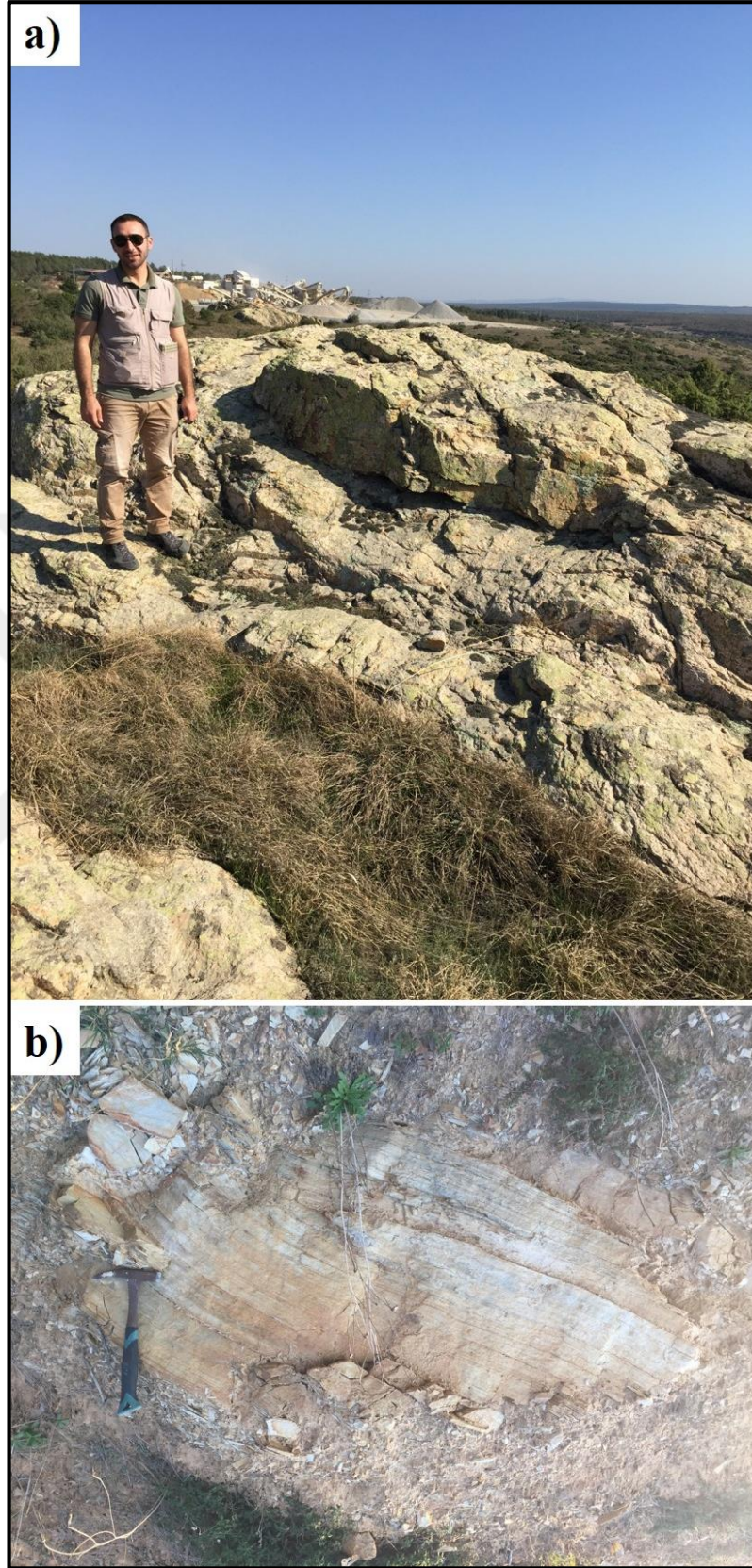
Şekil 4.1: Tekedere Formasyonu'na ait şistlerin arazideki genel görünümleri (Küçük Yayla Köyü yakını. Bakış yönü: G'den K'e).

4.1.2. Şeytandere Metagraniti

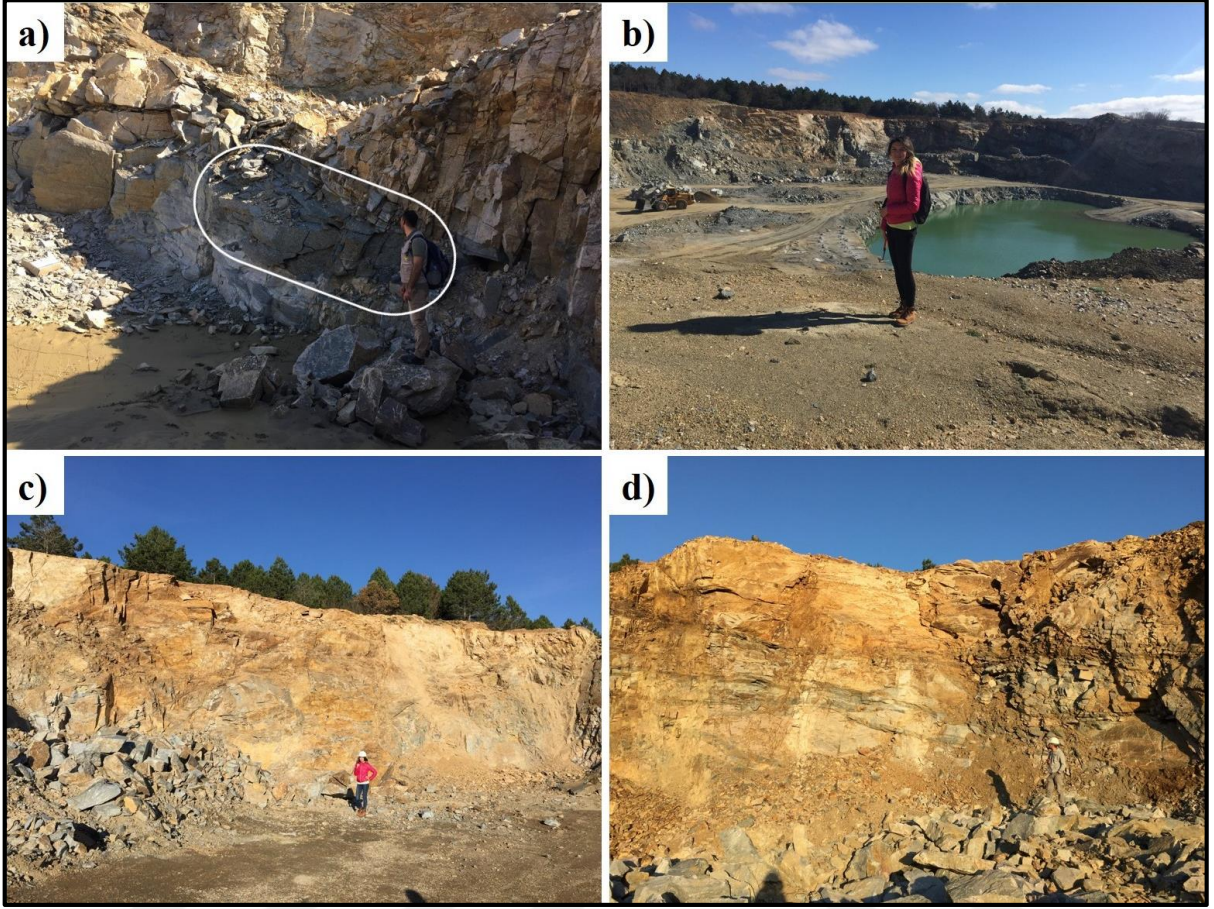
Şeytandere metagraniti, ilk kez Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından adlandırılmış olup, adını Kırklareli'nin doğusundaki granitin içinden geçen derelerden biri olan Şeytandere'den almıştır. Şeytandere metagraniti çalışma alanının güney bölümünde elips şekilli bir kütle halinde, kuzey bölümünde ise; Küçük Yayla köyünü de kapsayan geniş bir alanda yayılım göstermektedir.

Şeytandere metagraniti; pembemsi gri, beyazımsı gri, ince-orta ve iri taneli, foliasyonlu, kataklazmaya uğramış kesimleri şisti yapıda metagranitler ve granitik gnayslardan oluşur (Şekil 4.2.). Birim, Şermat Kuvarsiti ile örtülmüştür. El örneğinde yönlü doku ile açık ve koyu renkli foliasyon düzlemleri içermekte olup, açık renkli kısımlar kuvars ve feldispatlar, koyu renkli kısımlar ise amfibol, klorit ve mika minerallerden oluşmaktadır. Şeytandere metagraniti batı sınırında Tekedere formasyonu ile tektonik dokanaklı, güneyde Soğucak formasyonu, doğu sınırında ise Şermat Kuvarsiti tarafından diskordans olarak örtülmektedir. Tekedere formasyonu içerisindeki şistlerin, metagranitlerin kenar zonlarında da görülmesi, Şeytandere metagranitinin Tekedere formasyonunu kesmiş olduğunu, birbirine paralel foliasyon göstermeleri de aynı metamorfizmadan etkilenmiş olabileceğini göstermektedir. Şeytandere metagranitinden alınan örneklerde metagranit, amfibol-biyotit şist, mika şist, granitik şist/gnays, gözlü şist/gnays, epidot-biyotit şist, muskovit klorit şist, pertitik granit, kataklastik granit, mikroklin-pertit metagranit tanımlamaları yapılmıştır.

Çalışma alanının güney bölümünün bir kısmı taş ocağı olarak işletildiğinden, fasiyes geçişleri, ezilme zonları ve bunlar gibi yapısal farklılıkları açık işletme içerisinde takip etmek nispeten daha kolaydır (Şekil 4.3a). Makro gözlemlerde tek tip granit olmasına rağmen metamorfizma koşulları sebebiyle farklı fasiyesler görünmektedir. Faylardan kaynaklı oluşan ezilme zonları ve alterasyonun da etkisiyle işletme içerisindeki granitler yeşilimsi, pembemsi ve hatta sarımsı olarak gözlenmektedir (Şekil 4.3b,c,d).



Şekil 4.2: a) Şeytandere metagranitinin mostra düzeyinden genel görünümü. (Granit taş ocağı girişi. Bakış yönü: K'den G'e.), **b)** Şeytandere Metagraniti ile Soğucak Formasyonu dokanak sınırı. (Vize merkezden Kıyıköy yolu kenarı. Bakış yönü: GB'dan KD'ya.)

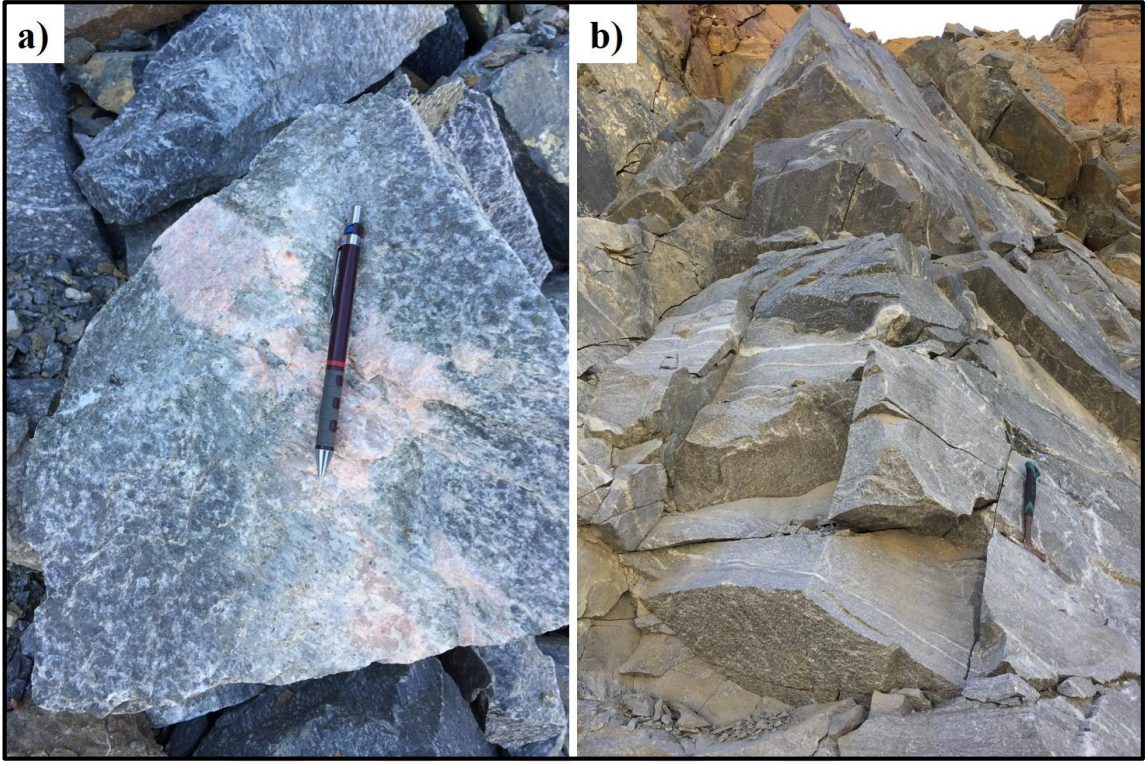


Şekil 4.3: a) Şeytandere Metagraniti içerisinde fasiyes değişimlerinin mercer şeklindeki görünümleri (Taş ocağı içi. Bakış yönü: B'dan D'ya.) b, c, d) Çalışma alanının güney bölümündeki açık işletme taş ocağının genel görünümü (Taş ocağı içi. Bakış yönü: B'dan D'ya).

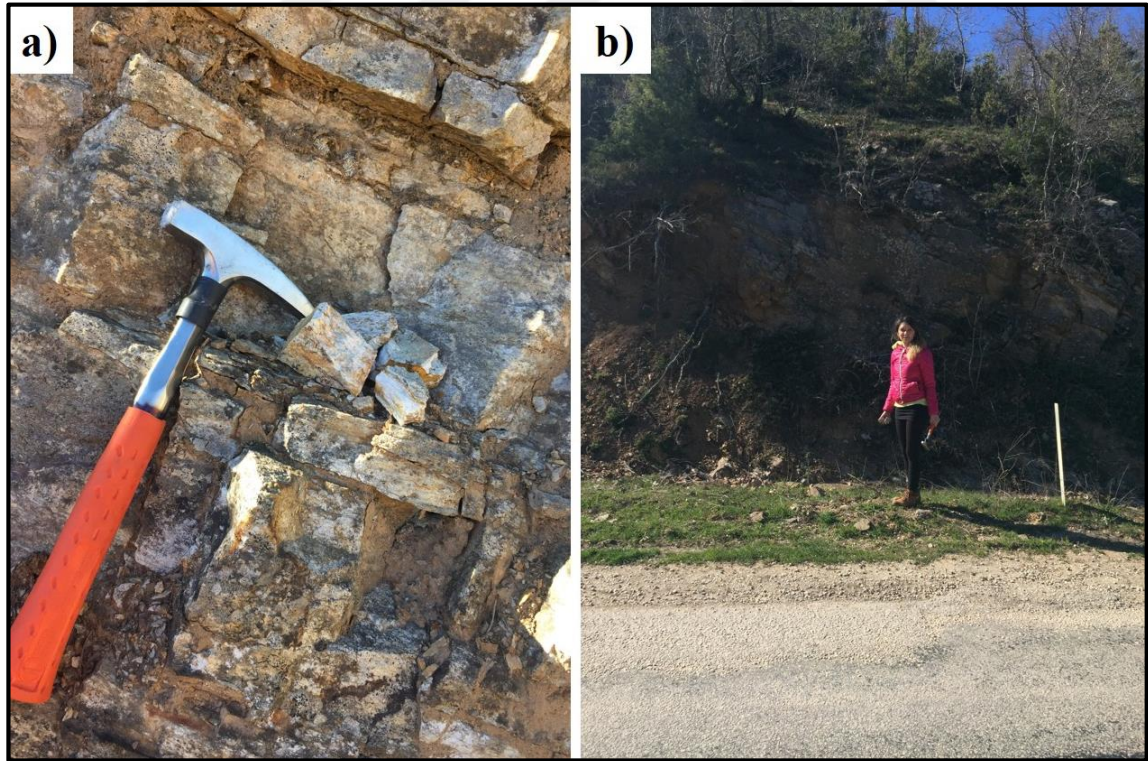
Mafik ve felsik fasiyeslere ayrılan bu granitler damar şeklinde geçişlerle beraber beyaz ve pembemsi renkli mineral toplulukları ile temsil edilmektedir (Şekil 4.4).

İnceleme alanının kuzey bölümünde Küçük Yayla köyü civarında geniş yayılım gösteren metagranitlerde kataklazma etkisiyle pembemsi, yeşilimsi, orta taneli, yönlü doku göstermektedir (Şekil 4.5).

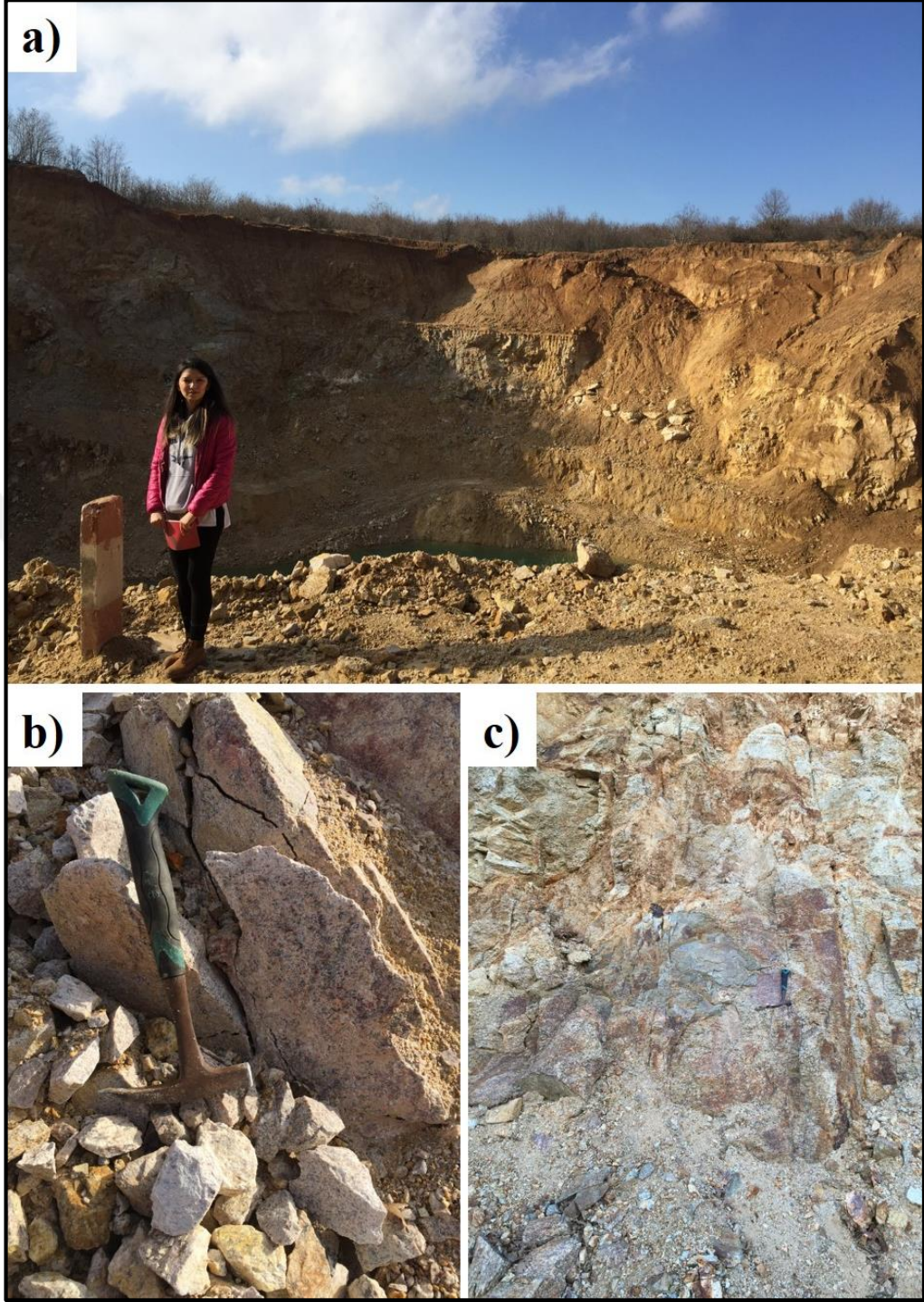
Sergen fayı yakınlarında aktif olmayan bir taş ocağı içerisinde yapılan incelemelerde Sergen fayının etkisiyle alterasyonun-kataklazmanın oldukça fazla geliştiği, bu nedenle çevredeki granitlerin yeşilimsi ve sarımsı renklere olduğu gözlenmektedir. Ayrıca kuzey bölümde yer yer mafik magmatik anklavlara (MMA) rastlanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.4: a) Şeytandere Metagranitleri içerisindeki damar şeklindeki açık renkli kısımlar; b) Mafik ve felsik fasiyes geçişlerinin tekrarlanmalı görünümü. (Taş ocağı içi. Bakış yönü: K'den G'ye).



Şekil 4.5: a) Yoğun alterasyon gösteren granitik kayaların mostra görünüşleri (Sergen fayı yakınları. Bakış yönü: GB'dan KD'ya). b) Yönlü doku gösteren altere metagranitin genel görünümü. (Küçük Yayla Köyü girişi. Bakış yönü: GD'dan KB'ya).



Şekil 4.6: a) Sergen fayı yakınlarındaki aktif olmayan metagranit ocağının genel görünümü. b) Metagranitin yakın görünümü. c) Metagranit içerisinde kataklazmadan dolayı milonitik zonlarda açık ve koyu renkli kesimlerin görünümü (Sergen Fayı yakınları. Bakış yönü: GB'dan KD'ya).

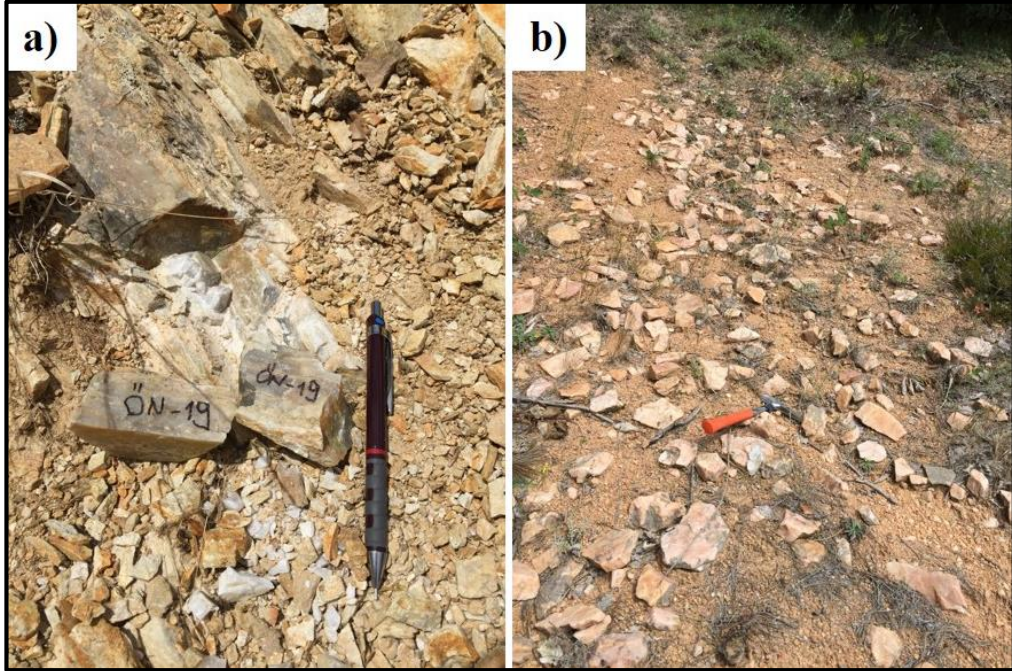
Yapılan literatür çalışmalarına göre; Şeytandere metagranitinde zirkonlarda Pb-Pb evaporasyon yöntemi ile yaş tayini yapılmış ve 271 ± 2 my. radyometrik yaş bulunmuştur (Okay ve diğerleri, 2001). Bu verilere dayanılarak Şeytandere metagranitinin yaşı Erken Permiyen olarak belirlenmiştir.

4.1.3. Şermat Kuvarsiti

Şermat kuvarsiti, Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından adlandırılmış olup, adını Safaalan köyünün kuş uçuşu 12 km kuzeyindeki Şermat Tepe'den almıştır. Şermat kuvarsiti çalışma alanında Akpınar köyünde ve Küçük Yayla köyü yakınlarında görünmektedir. İnceleme alanında yaygın bir yayılım göstermemektedir.

Şermat kuvarsitleri; beyaz, açık gri veya kirli beyaz renkli, bozuşma rengi gri, kayma yüzeyleri beyaz mikalı, az feldispatlı kuvarsitlerdir. Masif ve oldukça sert yapıdadır. Çalışma alanının içerisinde yer yer turuncu, pembemsi renklerde (Şekil 4.7). Birim, Tekedere formasyonu ve Şeytandere metagraniti üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

Şermat kuvarsiti, Erken Permiyen yaşlı Şeytandere metagranitinden daha gençtir. Buna göre Şermat kuvarsitinin Alt Triyas yaşlı olacağı belirtilmiştir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Ancak yapılan güncel çalışmalara göre; bu istifi kesen ancak tez çalışmanında gözlenmeyen Tepecik Graniti, 249.4 ± 1.5 My (Alt Triyas) yaşlı (Aysal ve diğ., 2018) olarak tanımlanmıştır. İstifi kesen granit Alt Triyas yaşlı olarak belirlendiğinden Şermat Kuvarsitinin yaşının Alt Triyas'tan daha yaşlı olması beklenmektedir.

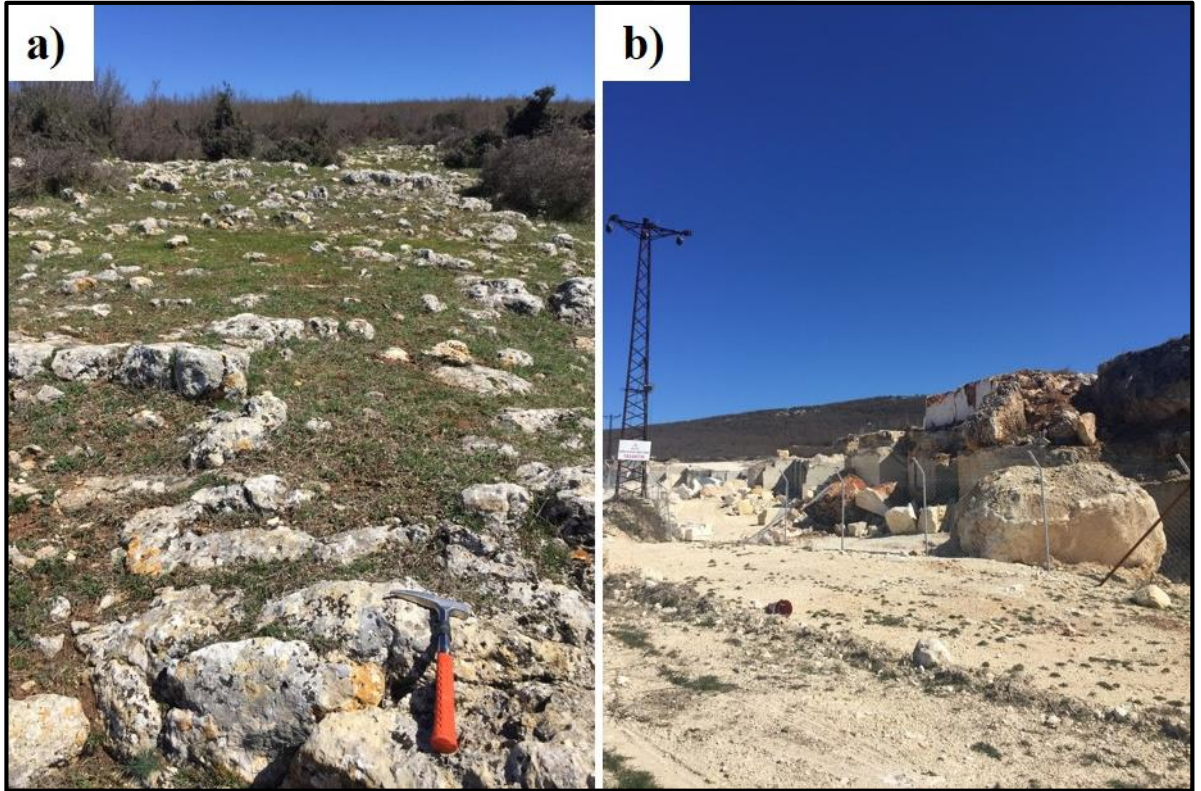


Şekil 4.7: a) Şermat kuvarsitinin kırılğan özelliğinin arazideki görünümü. b) Şermat kuvarsitinin kırılmış parçalar halindeki mostra görüntüsü. (Akpınar Köyü civarı. Bakış yönü: GD'dan KB'ya).

4.1.4. Soğucak Formasyonu

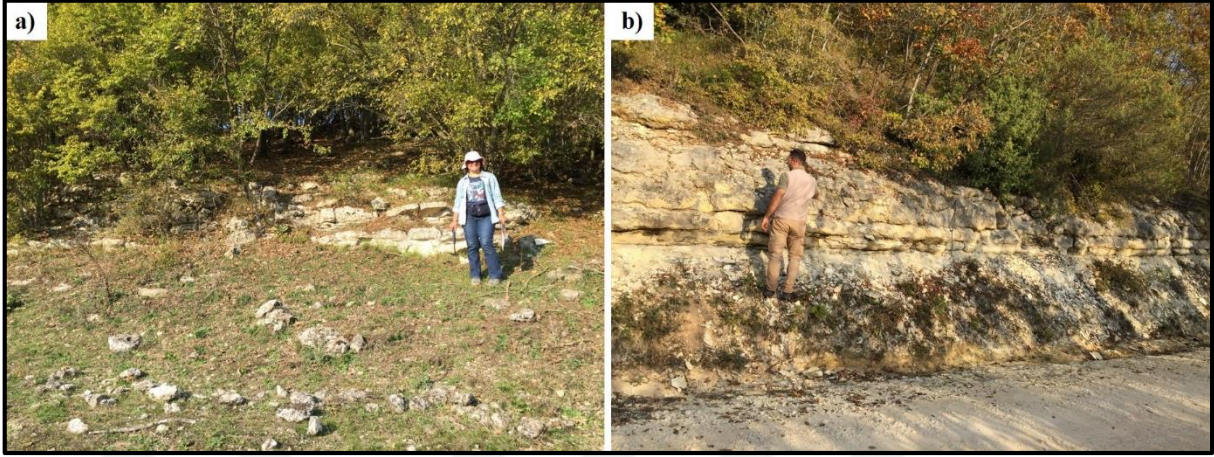
Kumtaşı ara seviyeli, resifal, bol makro ve mikro fosilli ve karstik kireçtaşlarından oluşan Soğucak formasyonu, ilk kez Holmes (1961) tarafından Kırklareli Formasyonu'na ait "Soğucak Üyesi" olarak, daha sonra formasyon aşamasında "Soğucak Kalkeri" (Ünal, 1967), "Soğucak Kireçtaşı" (Keskin, 1974; Kasar, 1987) yada "Soğucak Formasyonu" (Kasar ve diğ., 1983; Sümengen ve diğ., 1987) olarak adlandırılmıştır (Özgül, 2011). Bu çalışmada da Soğucak formasyonu tanımlaması benimsenmiştir. Birimin alt sınırı Alt Triyas yaşlı Şermat kuvarsiti, üst sınırı ise Orta-Üst Oligosen yaşlı Süloğlu formasyonu ile uyumsuz olarak örtülmektedir.

İnceleme alanında Küçük Yayla Köyünün güneyinde, Akpınar Köyünün kuzey ve doğu kesimlerinde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.8a). Bölgede yer alan taş ocakları da bu birim içerisinde yer almakta olup, çalışma alanında da gözlenmektedir (Şekil 4.8b).



Şekil 4.8: a) Soğucak Formasyonundaki resifal kireçtaşlarının genel görünümü. (Akpınar köyünden kuzey yönde ilerlerken. Bakış yönü: GB'dan KD'ya). b) Soğucak Formasyonu içerisinde blok mermer üretilen açık işletmenin görünümü. (Karakoçak Tepe kuzeydoğusu. Bakış yönü: D'dan B'ya).

Birim, krem-bej renkli, orta-kalın katmanlı, hafif eğimli ya da yatay tabakalı, erime boşlukludur (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Soğucak formasyonuna ait a,b) Hafif eğimli ve yataya yakın tabakalı kireçtaşları. (Küçük Yayla Köyü yolu üzeri. Bakış yönü: GD'dan KB'ya).

İstifin alt seviyeleri genellikle kumlu kireçtaşı ile temsil edilirken, üst seviyelere doğru saf kireçtaşı haline gelir. Geliştiği ortam şartlarına bağlı olarak yer yer oldukça bol ve çeşitli fosiller Nummulit, Mercan, Pelecypoda, (Dal, 2008) bulunmaktadır. Ayrıca boru vb. şekillere de rastlanmaktadır.

Fasiyesin alt kesimleri; bej renkli, yanal olarak mercekli ve orta tabakalı kireçtaşlarından oluşmuş olup, düzgün tabakalanma göstermesiyle resiften kolayca ayrılabilir (Şekil 4.19). Soğucak formasyonu, sığ denizel resif ortamını yansıtmaktadır. İçerisindeki fosil bulguları ve ortokemlerin durumuna göre çökme ortamı yorumlanan Soğucak formasyonunun yaşı, Orta-Üst Eosen olarak kabul edilmiştir (Keskin, 1974). Daha sonrasında Özcan ve diğ. (2010) ve Less (2011) formasyon içerisindeki fosillerden birimin yaşını Bartoniyen (Orta Eosen) olarak belirlemiştir.

4.1.5. Süloğlu Formasyonu

Süloğlu Formasyonu ilk kez Boer (1954) tarafından tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Çalışma alanında Vize ilçe merkezinde ve ilçe merkezinin güney kesimlerinde gözlenmektedir. İnceleme alanında Soğucak formasyonu üzerine normal bir fayla uyumsuz olarak örtülmektedir.

Birim; şeyl, kıltaşı ve kumtaşı ardalması olarak tanımlanmaktadır. Formasyon içerisinde ardalmalı şekilde tekrar eden şeyl, kıltaşı, kumtaşı gibi birimler bu formasyonun sakin bir ortamda, göl, akarsu, bataklık ortamında çökeldiğini göstermektedir.

Süloğlu Formasyonu'nun bulunduğu bölgede yerleşim yerleri ve tarlaların olması sebebiyle çalışma alanında herhangi bir yerde yüzeleme olmadığından birime ait örnekler görülememiştir. Bu nedenle literatür çalışmaları incelenmiş ve bölgeyle ilgili bilgiler edinilmiştir.

Süloğlu Formasyonu'nun yaşı, yapılan eski araştırmaların sonuçlarına göre Orta-Üst Oligosen olarak kabul edilmiştir (Umut ve diğ., 1983; Sümengen ve diğ., 1987).

4.1.6. Alüvyon

İnceleme alanının kuzeydoğusunda Küçük Yayla köyü yakınlarında yüzeleyen alüvyonlar, önceki birimleri uyumsuzlukla örter. Kum, tutturulmamış çakıl boyu malzemelerden metamorfik kayaç parçaları (kuvarsit), magmatik kayaç parçaları (metagranit) ve sedimaneter kayaç parçalarından (kireçtaşı) oluşmuştur. Köşeli ve az köşeli boyutlarda oolan alüvyonlar, Kuvaterner yaşlıdır.

4.2. PETROGRAFI

Çalışma alanındaki kayaçlar; Tekedere formasyonu, Şeytandere metagraniti, Şermat kuvarsiti ve Soğucak formasyonu olmak üzere dört farklı birim olarak tanımlanmıştır. Şeytandere metagraniti kendi içerisinde mineral içeriklerine göre alt fasiyelere ayrılmıştır. Bunlar, K-Feldspat Porfiroblastlı Granit, Amfibol Granitik Şist/Gnays ve Biyotit Granitik Şist/Gnays olarak üç gruba ayrılmıştır.

Çalışma alanından alınan 65 adet örnek içerisinde 51 tanesinin ince kesitleri hazırlanmıştır. Bu kesitler polarizan mikroskopta incelenerek tanımlamaları yapılmıştır (Ek C).

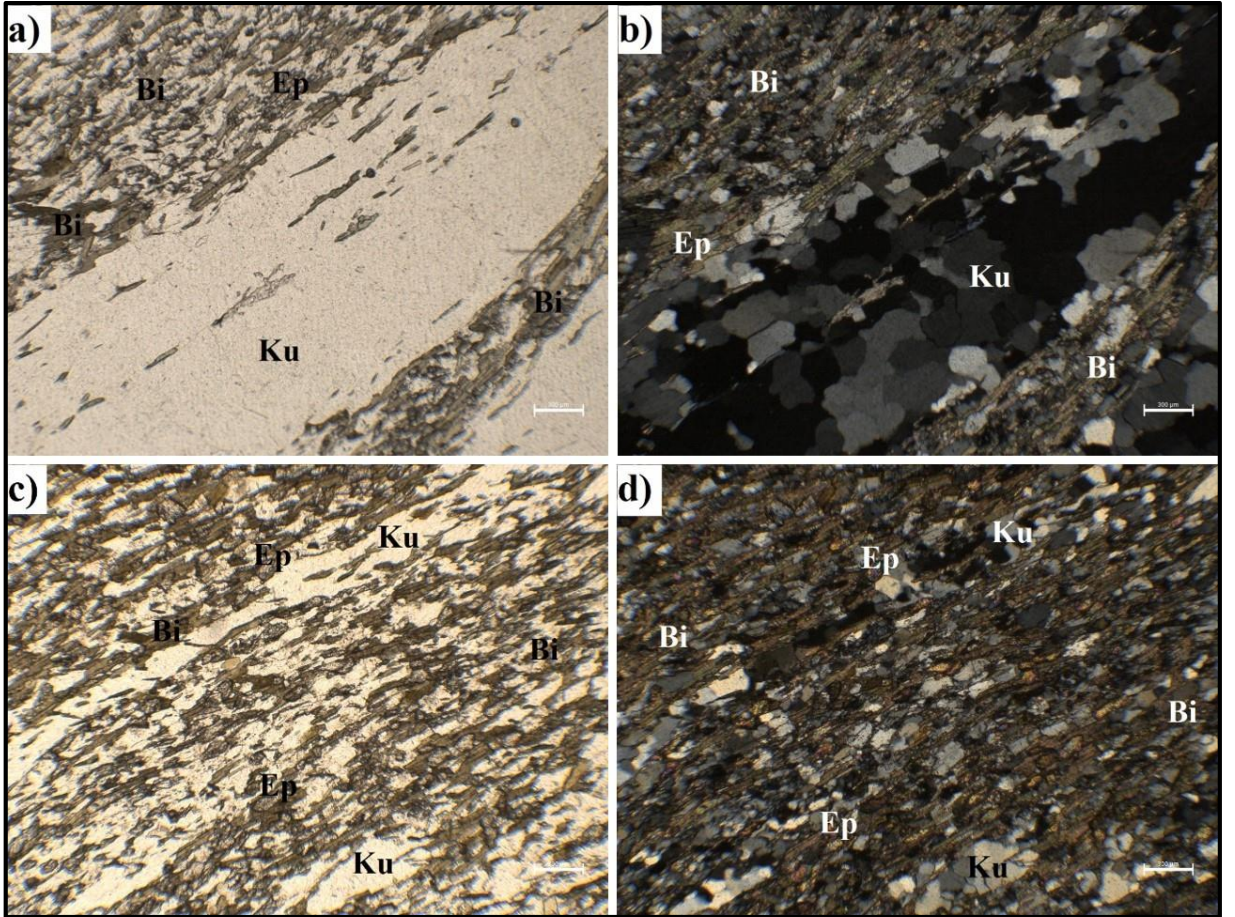
4.2.1. Tekedere Formasyonu

Bu formasyon, kısmen ilksel dokusunu kaybederek metamorfizma geçirmiş ve şişt dokusu kazanmış kayaçlardan oluşmaktadır. Kayaç içindeki ana mineraller biyotit, muskovit, epidot ve kuvarstır. Ana minerallerin yanında klorit, kalsit, titanit, pirit ve opak mineraller bulunur.

Kayaçlar genellikle porfiroklastik-granoblastik, nemato-lepido-granoblastik gibi tanımlanan yönlü dokunun yoğun olarak gözlemlendiği metamorfik şist/gneys dokusu göstermektedirler.

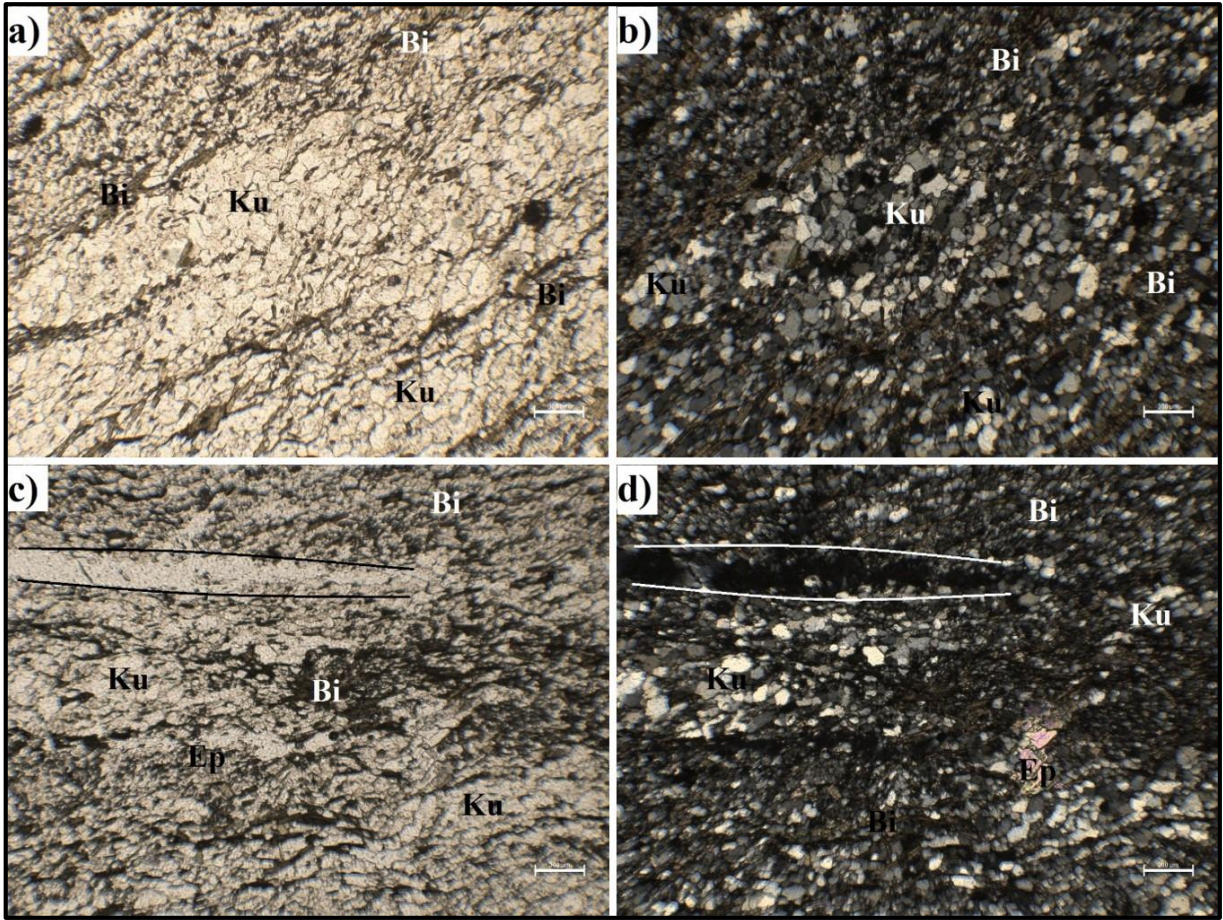
Kuvars kristalleri ince-orta taneli, eş boyutlu, genellikle özsekilsizdir. İnce kesitlerin çift nikol incelemelerinde dalgalı sönme gösterirler. Kayacın yönlü dokusu ve koyu renkli kısımları önemli miktarda biyotit, muskovit, epidot ve klorit pulcuklarının diziliminden oluşmaktadır.

Granitin kenar zonu örneklerinde İyi gelişmiş yapraklanmalarla beraber çatlaklarda kuvars damarları oluşumu gözlenmektedir (Şekil 4.10a,b,c,d). Mikalarla birlikte opak minerallerinde varlığı yönlü dokuyu göstermekte olup, bu kayaçların çatlakları demiroksitle dolmuştur.



Şekil 4.10: Şeytandere metagranitinde açık ve koyu renklerden oluşan şiztozite düzlemlerinin **a)** Tek nikoldeki; **b)** Çift nikoldeki; **c)** mikaların daha yoğun olduğu ve yönlü doku gösterdiği tek nikol; **d)** Çift nikol görünüşleri., Epidot Biyotit Şist. (ÖN- 31/5; Ku: kuvars, Ep: Epidot, Bi: Biyotit).

Foliasyona dik gelişen epidotlar, tam sönmesiyle muskovitten ayrılırlar (Şekil 4.11a,b,c,d). Ayrıca yapılan incelemelerde foliasyona paralel gelişen boşluklu çatlaklara rastlanmıştır.



Şekil 4.11: Biotit Kuvars Şist. Foliasyona paralel gelişen kuvarsların yeniden kristalleşme gösterdiği zonların **a,c)** tek nikol; **b,d)** Çift nikoldeki görünüşleri. (ÖN- 47; Ku: kuvars, Bi: biyotit, Ep: Epidot).

4.2.2. Şeytandere Metagraniti

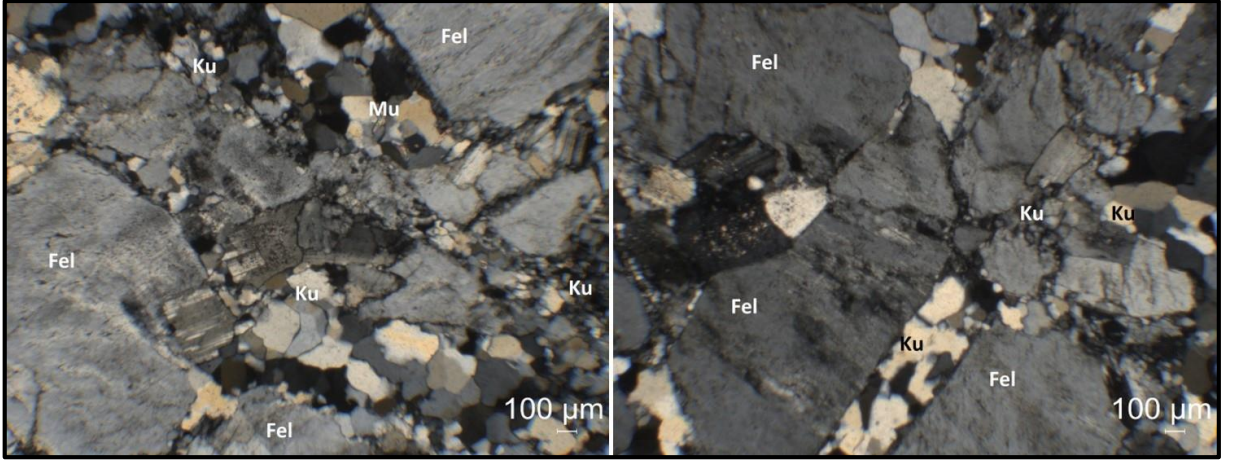
Şeytandere metagranitinde metamorfizma sonucu açık ve koyu renkli bileşimsel farklılık sunan bantlaşmalar gelişmiştir. Birincil granitik dokusu korunmuş olan Şeytandere metagraniti, iri feldispat porfiroblastları içermesiyle porfirik dokulu olarak gözlenmekte ve mineralojik bileşim olarak da kuvars (%25-30), alkali feldispat (çoğunlukla mikroklin, %30-40), plajiyoklaz (%15-20) ve koyu renkli mineral olarak biyotit, amfibol (hornblend ve tremolit/aktinolit), klorit, kalsit ve epidottan oluşmaktadır. Titanit, zirkon, allanit, apatit ve opak mineraller metagranitteki tali mineralleri oluşturmaktadır.

Şeytandere metagraniti mineral yoğunlukları ve içeriklerine göre sınıflara ayrılmıştır.

4.2.2.1. K-Feldispat Porfiroblastlı Granit

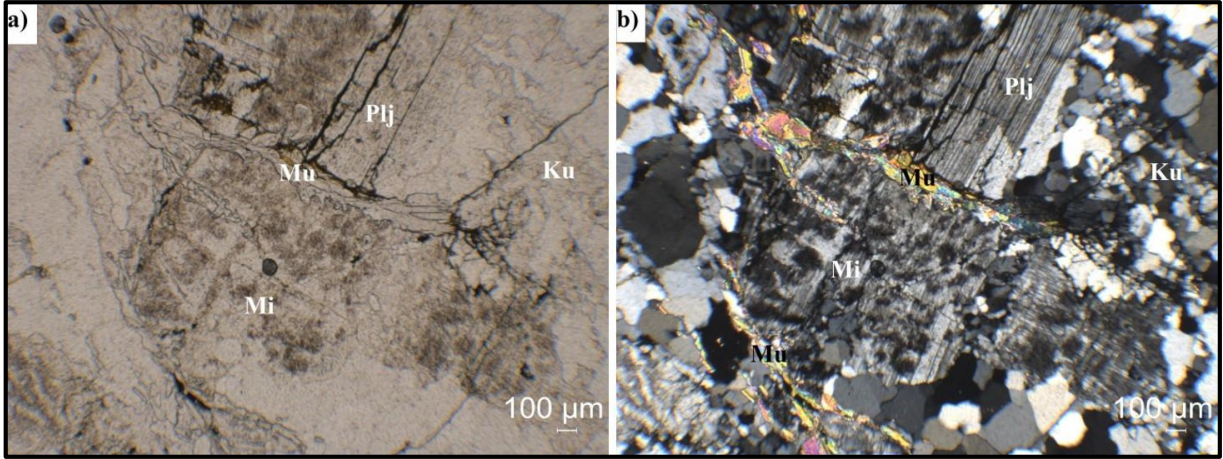
Çalışma alanının kuzey ve güney bölümlerinden alınan örneklerde kayacın birincil mineral fazını kuvars, alkali feldispat, plajiyoklas, mikroklin ve muskovit mineralleri oluştururken, ikincil mineral fazında ise klorit ve epidot minerallerinin geliştiği gözlenmiştir.

Kuvarslar boyutlarına göre ikiye ayrılabilirler. İlki dalgalı sönme gösteren iri kristalli kuvarslar, ikincisi ise ufak ve birbirine girmiş kuvars kristalleridir. Kuvarsların kristal boyutlarında görünen değişkenlik ve ayrıca dalgalı sönmeleri kataklastik dokuyu gösteren önemli verilerdir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12: Farklı tane boyutlarına sahip, porfirik doku gösteren metagranitlerin çift nikol görüntüleri. (ÖN-40/1; Ku: Kuvars, Fel: Feldispat).

Polisentetik ikizlenmeleriyle kolayca tanınan plajiyoklazlarda yaygın serisitleşme ve bazı yerlerde muskovitleşme gözlenmektedir. İki feldispatın parça veya lamel şeklinde iç içe bulunduğu bu yapılar eksolüsyon ve ornatma yoluyla oluşabilmektedir (Menhert,1968). Ayrıca silikat ergiyiğinden ötektik kristalleşme (her iki bileşenin aynı anda kristalleşmesi) ile iki feldispatın aynı anda büyümesi şeklinde de açıklanmaktadır (Petersan ve Lofgren,1986). Şekil 4.13’de mikroklin içinde aynı konumda polisentetik ikizler sunan lamel şekilli albit parçaları görünmektedir. Bu albit parçalarının polisentetik ikizlerinin ana kristalle uyumlu olduğu gözlemlenmektedir.



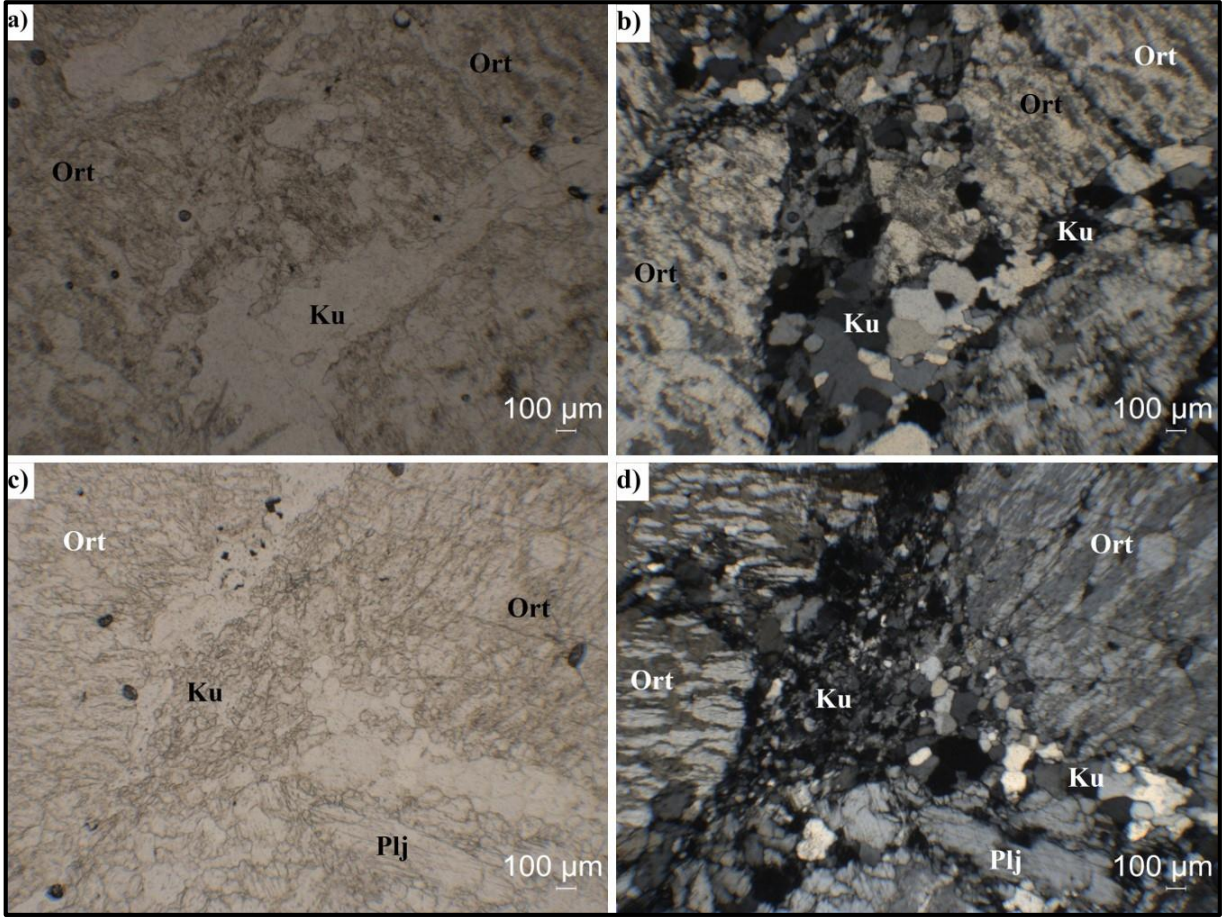
Şekil 4.13: Şeytandere metagraniti içerisindeki plajiyoklaz kristalinin mikroklin tarafından ornatılması ve pertitleşme **a)** Tek Nikol **b)** Çift Nikol görüntüsü. (ÖN-17; Ku: Kuvars, Plj: Plajiyoklaz, Mu: Muskovit, Mi: Mikroklin).

Kayaçlar içerisinde bulunan K-feldispatlar ise; mikroklin ve ortoklaz kristalleridir. Ortoklazlar; iri fenokristaller veya megakristaller halinde renksiz, genellikle özşekilsiz fakat kuvarstan farklı olarak bozunma sonucu oluşan toprağımsı yüzeyli kristaller halindedir. Mikroklin ise, optik özellikleri ortoklaza benzemekle beraber kafes şeklinde olan tipik polisentetik ikizlenmesi ile ayrılmaktadır.

K-feldispatlarda ayrıca **pertit** oluşumları izlenir. Spry (1969), pertitlerin oluşum şekillerini şöyle açıklamaktadır:

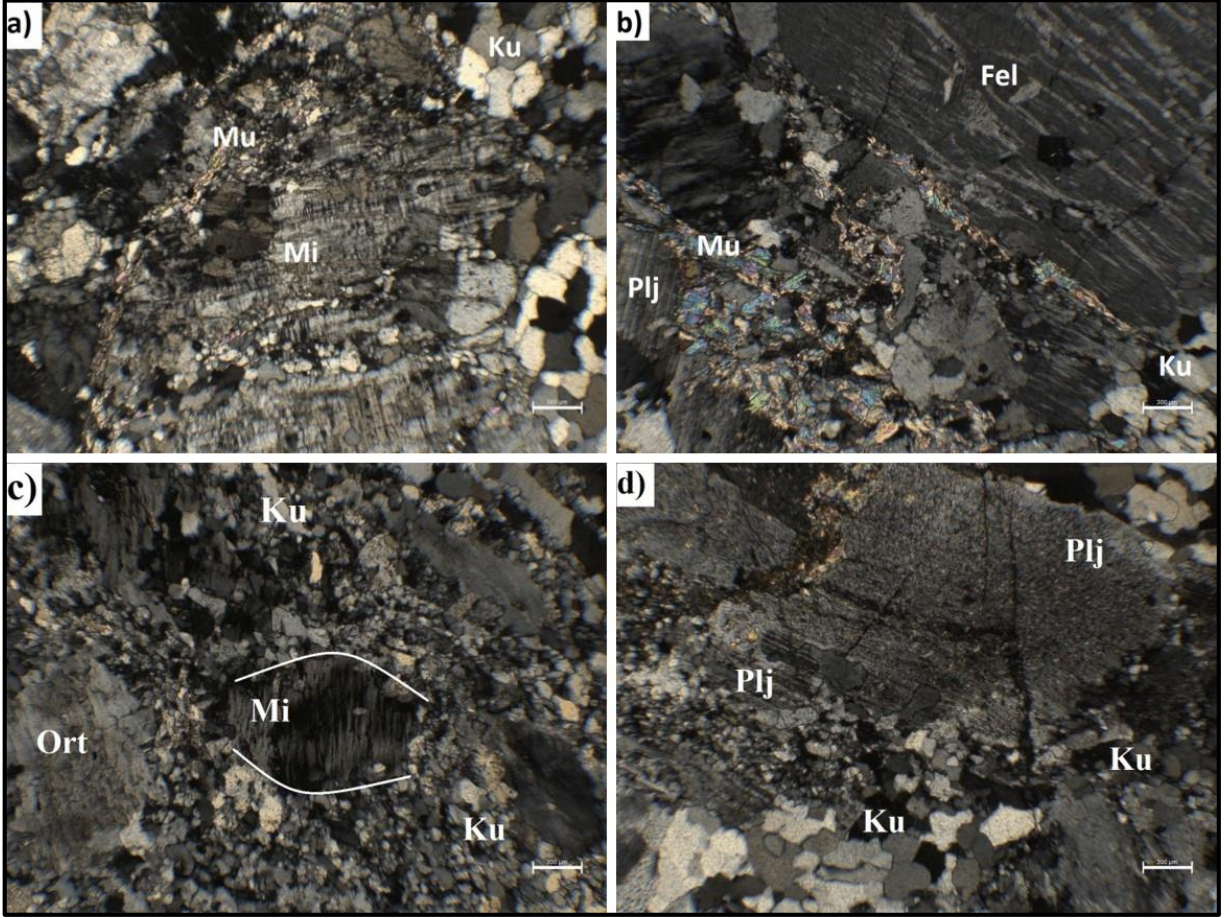
- a) Na ve K feldispatın aynı anda kristalleşmesi,
- b) Bir feldispat fazının diğeri tarafından kısmen ornatılması,
- c) Başlangıçta homojen olan katı çözelti halindeki feldispat karışımının eksolüsyonu.

Ortoklaz mineralleri çok yaygın olarak pertitleşme göstermektedir. İleri derecede pertitleşme ile yer yer mikrokline, yer yer de albite dönüşmüş olarak gözlenmektedirler. Şeritsi, ipliksi yama pertit türleri tüm kesitlerde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.14). Feldispat minerallerinde, alterasyon sonucu serizitleşme, yer yer de killeşme türü bozunmalar göstermektedir.



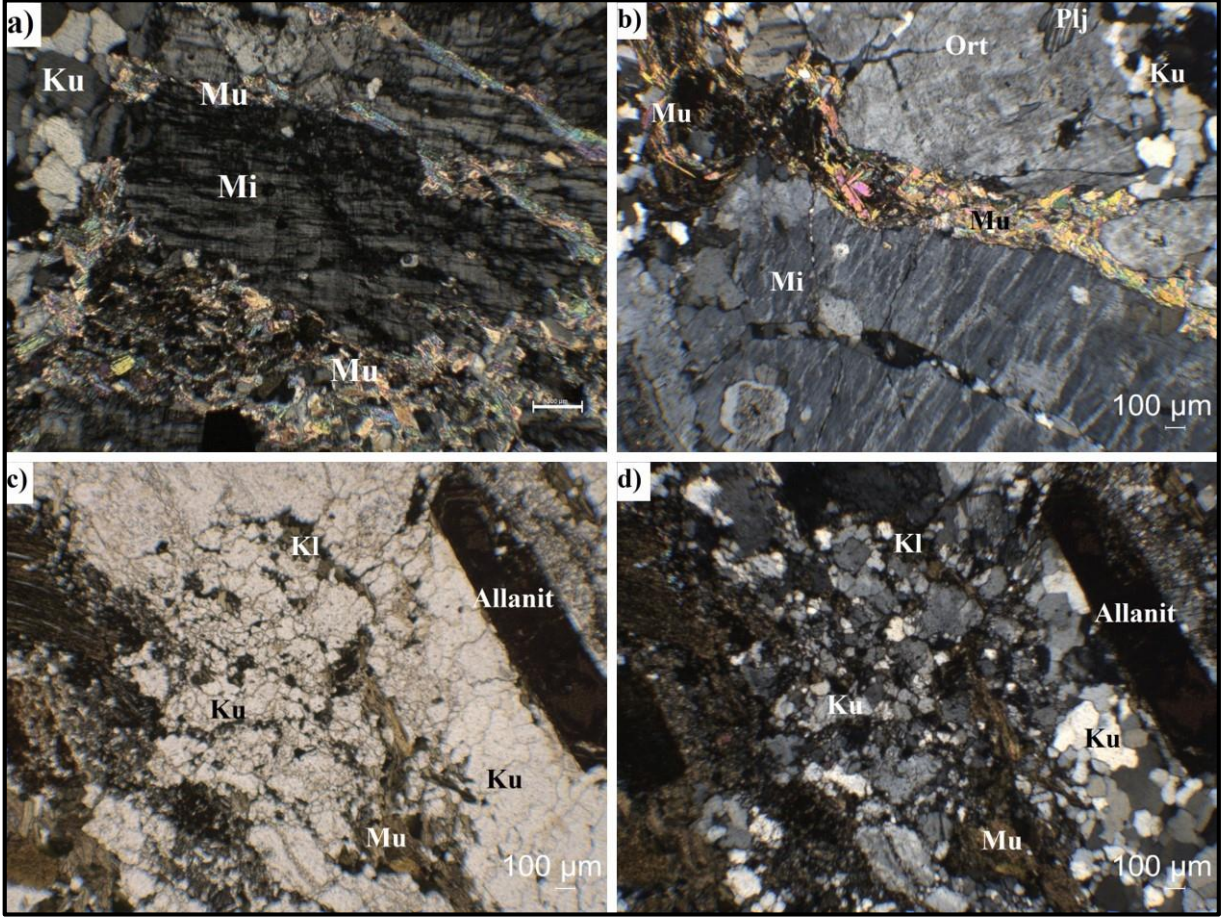
Şekil 4.14: Şeytandere metagranitine ait K-Feldispat Porfiroblastlı Granitlerde pertitleşme ve kataklazma izlerinin **a, c)** Tek nikelde; **b, d)** Çift nikeldeki görünüşleri. (ÖN-34(a,b), ÖN-43(c,d); Ku: Kuvars, Pl: Plajiyoklaz, Ort: Ortoklaz).

Mikroklin mineralleri kesitlerde bol olarak gözlenmekle birlikte, özellikle kafes tipi ikizlenmesi tipik olup, pertitleşme de göstermektedir. Ortoklaz ve plajiyoklaz mineralleri de dahil olmak üzere çoğu kesitte pertite dönüşmüşlerdir (Şekil 4.15a,b). Yapılan ince kesit çalışmalarında pertitik mikroklinlerde ve plajiyoklazlarda kink-band yapıları gözlemlenmektedir (Şekil 4.15c,d).



Şekil 4.15: a,b) Şeytandere metagranitine ait K-Feldispat Porfiroblastlı Granitlerde feldispatların pertitleşme sonucu mikroklin pertit ve pertit oluşumlar, c,d) Feldispatlarda görünen kink-band yapılarının çift nikol görünümü. (ÖN-44(a), ÖN-48(b), ÖN-7(c), ÖN-48(d); Ku: Kuvars, Plj: Plajiyoklaz, Fel: Feldispat, Ort:Ortoklaz, Mi: Mikroklin, Mu: Muskovit).

Mika türü olan muskovitler, diğer minerallerin kenar zonlarında gözlenmektedir (Şekil 4.16a,b). Özellikle kataklazma etkisiyle feldispatların kenar zonlarında, merkezlerinde muskovit oluşumları gelişmiştir. Renksiz, yarı özşekli, tek yönde mükemmel dilinime sahip ve paralel sönme göstermektedir. Diğer bir mika türü olan biyotit ise kesitler içerisinde nadir olarak görünmektedir. Tek yönde mükemmel dilinim ve paralel sönme gösteren biyotitler, kesit içerisinde kahverengi–kırmızımsı kahverengi arasında değişen renkleriyle kolayca tanınmaktadır. Kahverengi biyotitler orta ve yüksek dereceli metamorfizma koşulları altında oluşurlar (Erkan,1994).



Şekil 4.16: a,b) Şeytandere metagraniti içerisindeki muskovit mineralinin çift nikoldeki görünümleri, c,d) Allanit (epidot) mineralinin c) Tek nikolde, d) Çift nikoldeki görünümleri. (ÖN-45 (a), ÖN-39(b), ÖN-39(c,d); Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Mi: Mikroklin, Kl: Klorit).

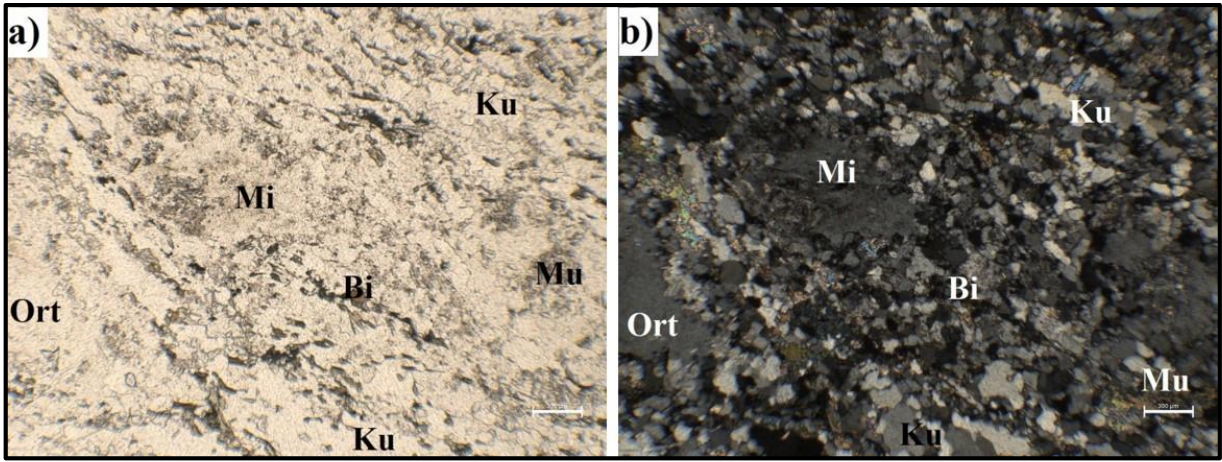
Kloritler, soluk yeşil bir renk ve belirsiz bir pleokroizma göstermektedirler. Yarı öz şekilli kristaller halinde bulunan bu mineraller tek yönde mükemmel bir dilinime sahiptir. Çift optik eksenli pozitif karakterlidirler.

Kayaçlar içerisinde aksesuar mineral olarak en fazla titanit minerali ile epidot, zirkon, allanit nadiren de apatit mineralleri ile opak mineraller bulunmaktadır. **Allanit** minerali tam sönme ve yönlü doku göstermesiyle biyotitten ayrılmaktadır (Şekil 4.16c,d). Opak mineraller ise bazı kesitlerde özşekilli olarak görünmektedir. Optik engebesi yüksek olan titanitler ise tek ve çift nikolde renkleri birbirine yakın olup, ikincil mineral olarak yaygın görünmektedir.

4.2.2.2. *Biyotit Granitik Şist/Gnays*

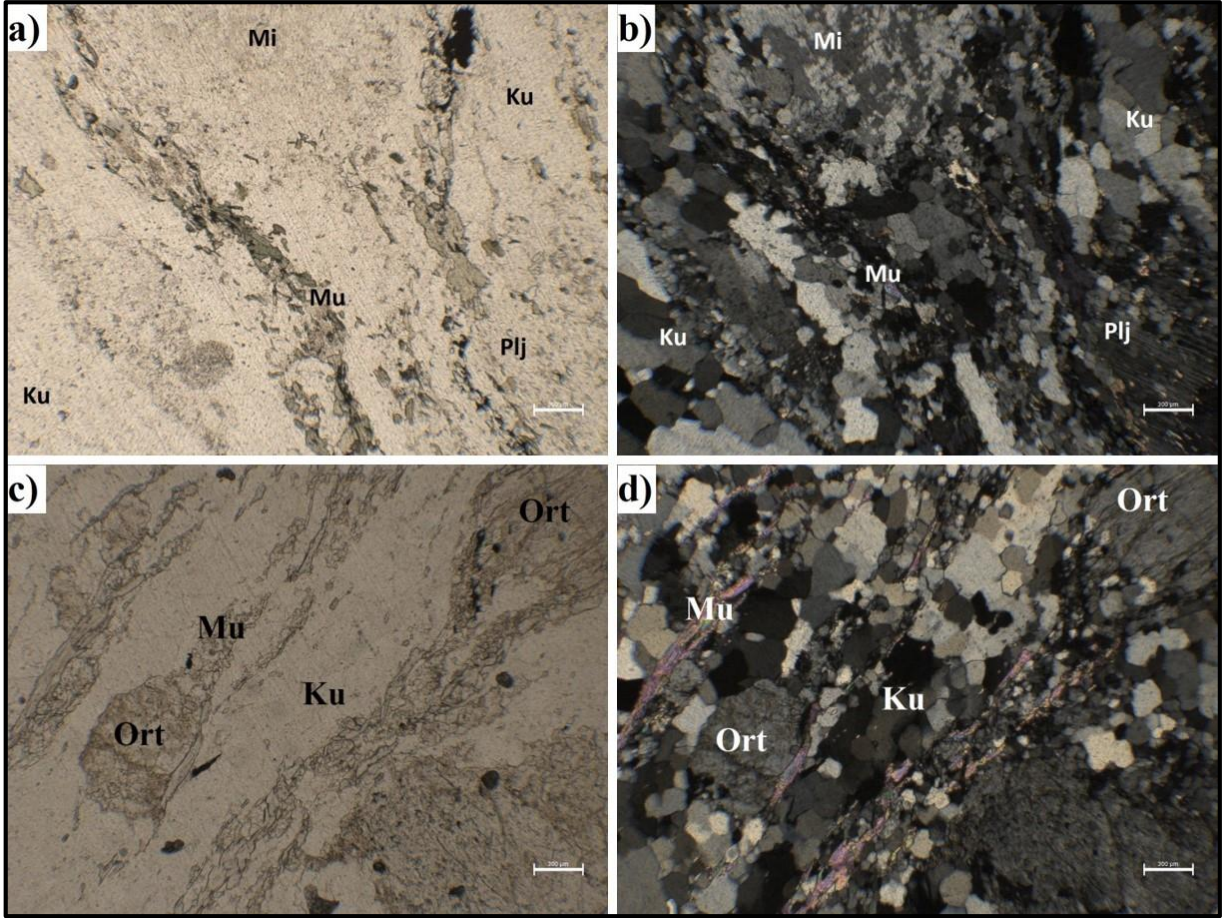
Çalışma alanının yaygın olarak güney bölümünde yer alan örneklerde kayacın birincil mineral fazını kuvars, alkali feldispat, plajiyoklaz, mikroklin, amfibol, biyotit, titanit, zirkon ve nadir olarak pirit mineralleri oluştururken, ikincil mineral fazında ise epidot, muskovit, klorit ve kalsit minerallerinin geliştiği gözlenmiştir.

Kuvars mineralleri; kayalarda yoğun olarak hatta tüm kayaç genelinde %50 oranında görünmektedir. Dalgalı sönme gösteren kuvarslar, kataklazma etkisiyle küçük kristaller halinde şeker dokusu şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4.17a,b).



Şekil 4.17: Şeytandere metagranitine ait Biyotit Granitik Şist/Gnays içerisindeki kuvars mineralinin **a)** Tek nikelde, **b)** Çift nikeldeki görünüşleri. (ÖN-31/6; Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Bi: Biyotit, Mi: Mikroklin, Ort: Ortoklaz).

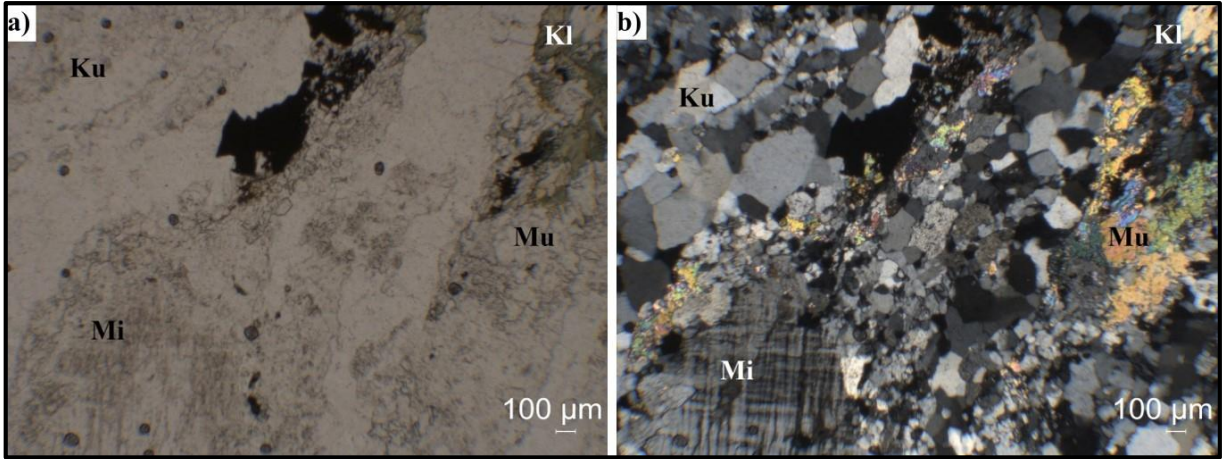
Mikroskobik çalışmalarında üç tür **feldispat** rastlanmıştır. Birinci tür polisentetik ikizlenmeleri ile kolayca tanınabilen plajiyoklaz kristalleridir. **Plajiyoklaz**; kayaç içerisinde orta taneli ve özşekilli, prizmatik-küt prizmatik kristaller halindedirler. Plajiyoklaz mineralinde serizitleşme yoğundur ve yer yer serizitleşme sonrası muskovite dönüşümler gözlenmektedir. İkinci tür feldispatlardan K-feldispatlar türü olan **ortoklazlar** olup, özşekilli-yarı özşekilli, prizmatik, ipliksi ve şeritsi pertitik dokular içermektedirler (Şekil 4.18a,b). Grimsi beyaz girişim renklerinde, tek nikelde renksiz, ancak killeşme gösterenler toprağımsı görünümde olup, soluk kahverenkli dirler (Şekil 4.18c,d). Hatta bazı örneklerde killeşmiş feldispatlar mercek gibi bir görünüm sunmaktadırlar. Yoğun killeşme görülenlerinde, optik engebe diğer feldispatlardan ve kuvarstan daha yüksek görünmektedir.



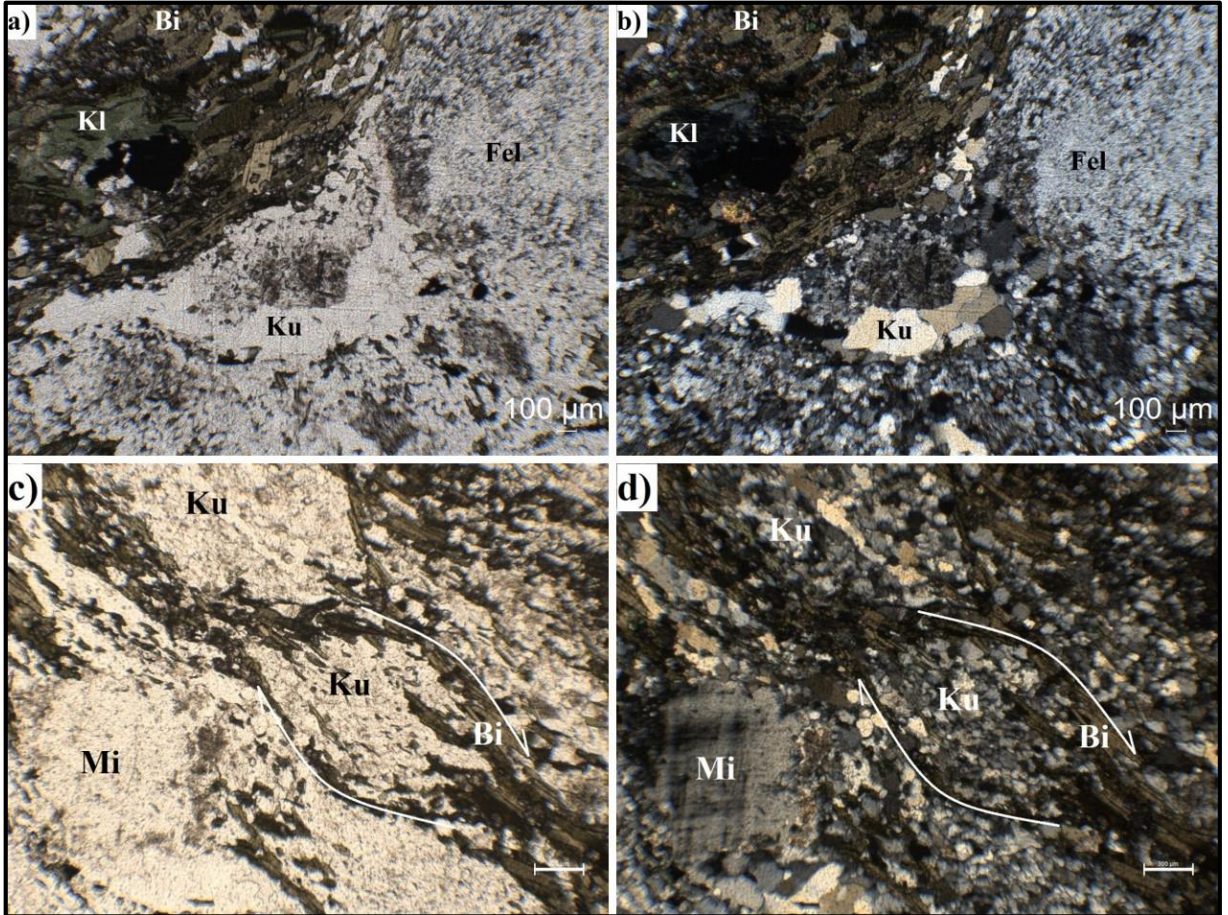
Şekil 4.18: a,b) Feldispatların pertitleşme sonucu mikroclin pertit ve pertit oluşumlarının, c,d) Killeşme gösteren ortoklazların toprağımsı görünümlerinin a,c) Tek nikelde, b,d) Çift nikeldeki görünümleri. (ÖN-5 (a,b), ÖN-41(c,d); Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Ort: Ortoklaz, Mi: Mikroclin, Plj: Plajiyoklaz).

Üçüncü tür ise, kafes ikizlenmesi ile karakteristik olan **mikroclin** mineralleridir (Şekil 4.19). Mikroclin minerali, ortoklazla aynı oranda kayalar içerisinde yer almakta olup, iri tanelidir. Mikroclin mineralinde pertitleşme yaygın gözlenmektedir. Feldispat mineralleri epidotlaşmış, muskovitleşmiş ve serizitleşmiş şekilde kayalar içerisinde yaygındır.

Biyotit granitik şist/gnayslarda her iki tür mika minerali de gözlenmektedir. Biyotitler, kayalar içerisinde en yaygın fenokristal olup, paralel pulsu sönme göstermektedir. Genelde açık kahverengi – koyu kahverengi pleokroizma renkleri olan bu mineraller, kayalar içerisinde metamorfizma ortamından dolayı yeşil renkte de görünmektedirler (Şekil 4.20). Bu minerallerde yer yer dönüşüm izlerine rastlanmaktadır. Yer yer klorite dönüşümler gözlenmektedir.



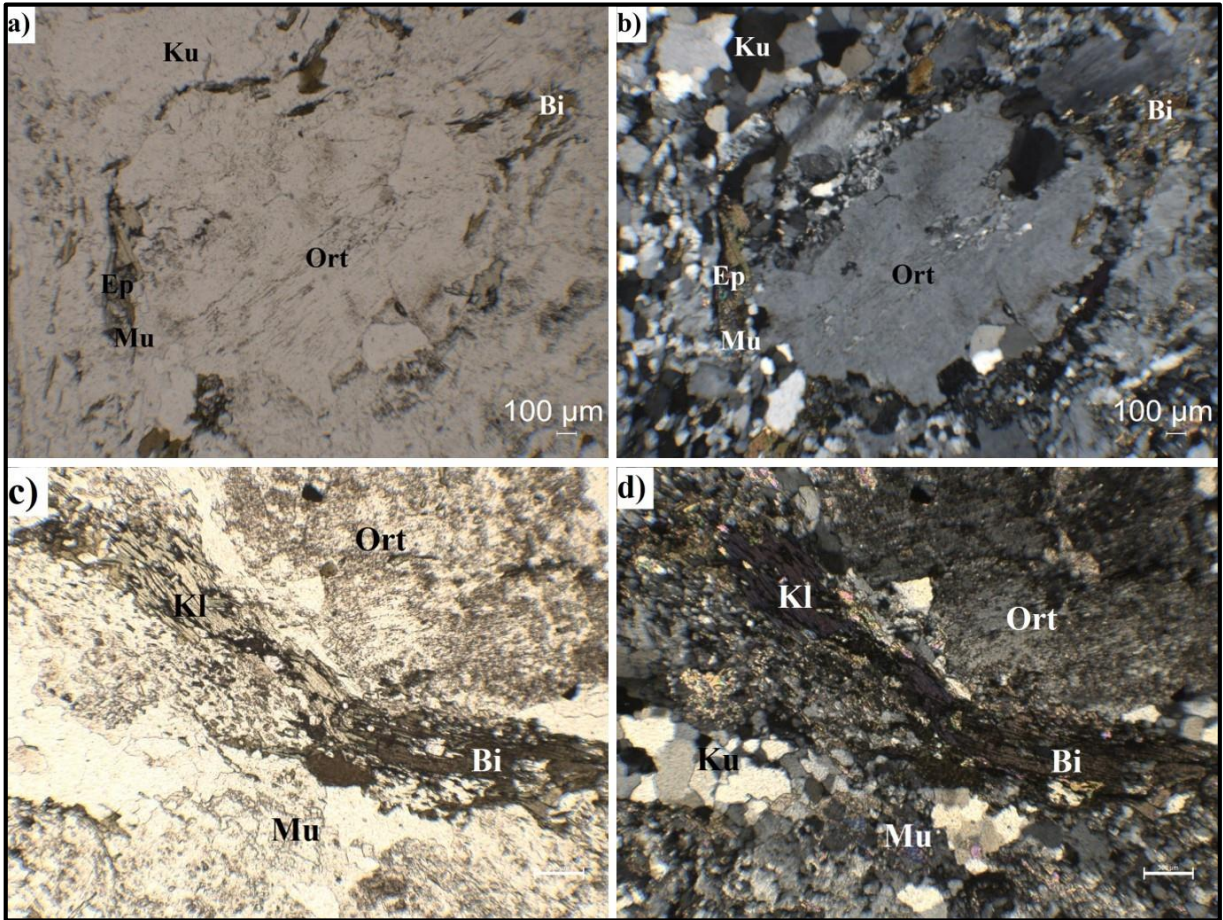
Şekil 4.19: Mikroklin ve kuvars minerallerinin **a)** tek nikelde, **b)** çift nikeldeki görünüşleri. (ÖN-32; Ku: Kuvars, Mu: Muskovit, Mi: Mikroklin, Kl: Klorit).



Şekil 4.20: **a,b)** Şeytandere metagranitine ait biyotit mineralinin, **c,d)** Mikroklin minerali ve biyotit minerallerinin oluşturduğu göz yapısının **a,c)** Tek nikelde, **b,d)** Çift nikeldeki görünüşleri. (ÖN-33/1(a,b), ÖN-31(c,d); Ku: Kuvars, Bi: Biyotit, Mi: Mikroklin, Kl: Klorit, Fel: Feldispat).

İkinci baskın mika türü **muskovittir**. Muskovitler canlı girişim renkleri ile belirginler ve genelde diğer minerallerin kenar zonlarında (özellikle feldispatlarda) gözlenmektedir (Şekil 4.21a,b). Mika mineralleri genel olarak metamorfizma sonucu oluşmuştur.

Klorit mineralleri ise, açık yeşil renkli plekroizmaya sahiptirler. Klorit minerali de biyotitlerle birlikte oldukça yoğun olarak gözlenmektedir. Lifsi özellik gösterirler. Kayaç içerisinde koyu yeşil renklere, hatta yer yer mor renklere görünmektedir (Şekil 4.21c,d).

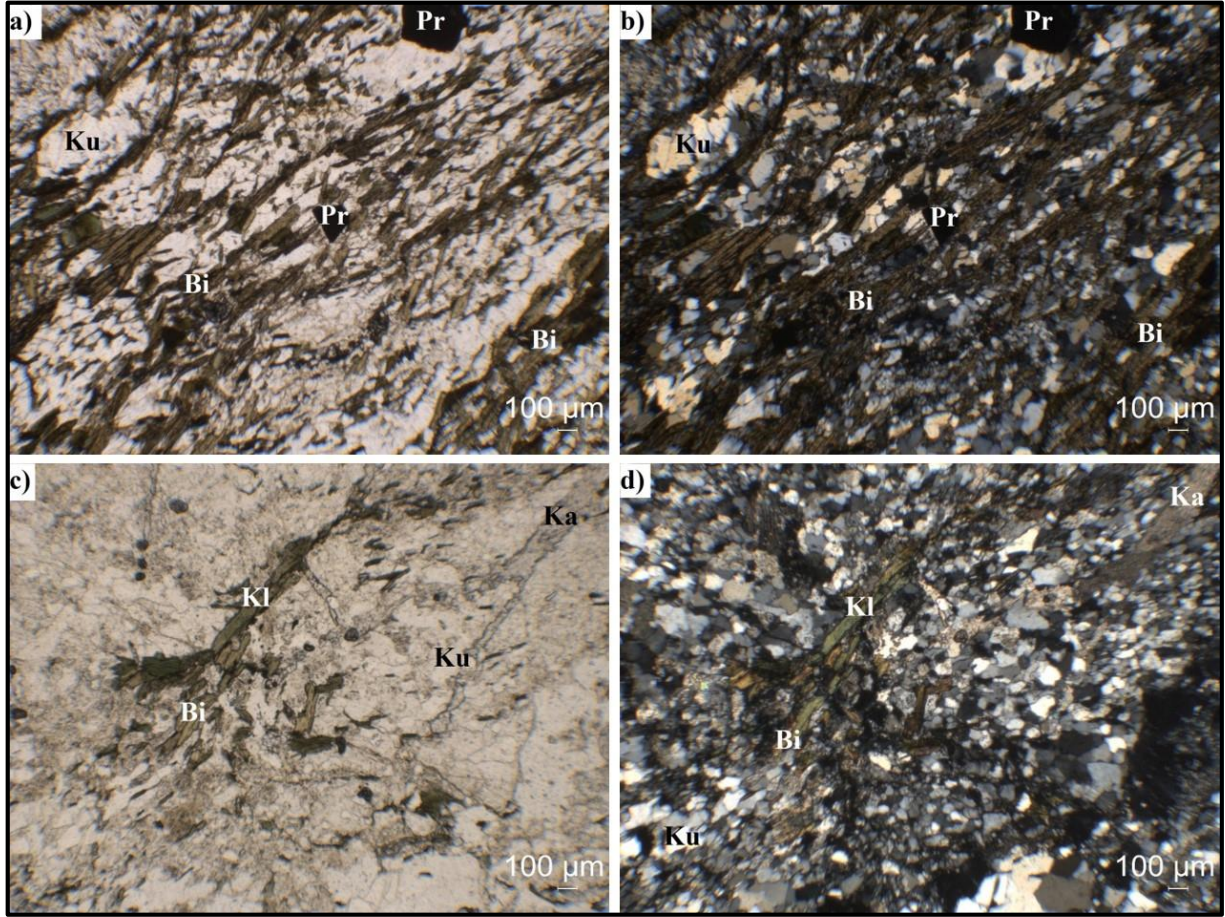


Şekil 4.21: a,b) Feldispatlarda gelişen muskovitleşme ve epidotlaşmanın; **c,d)** Klorit mineralinin a,c) Tek nikelde, b,d) Çift nikeldeki görünüşleri. (ÖN-6/1(a,b), ÖN-30(c,d); Ku: Kuvars, Kl: Klorit, Mu: Muskovit, Bi: Biyotit, Ep: Epidot, Ort: Ortoklaz).

Aksesuar minerallerinden olan titanitler, üzüm salkımı görüntüsü ve yüksek rölyefi ile belirginler. Zirkon minerali ise biyotit içerisinde kapanım olarak gözlenmektedir.

Kayaç içerisinde yaygın olan opak minerallerden pirit ise özşekli olmasıyla kolayca tanınmaktadır (Şekil 4.22a,b). Titanit ise, yüksek rölyef ve yarı özşekilleriyle belirgin olarak gözlenmektedir. Epidot, biyotitin klorite dönüşümü sırasında epidotlaşma şeklinde oluşmuştur.

Optik engebesi oldukça yüksektir. Çok küçük kristaller halinde bulunmaktadırlar. Kalsit minerali, yer yer damar şeklinde ikinci oluşumlar olarak görünmektedir (Şekil 4.22c,d).



Şekil 4.22: a,b) Şeytandere metagranitine ait biyotit-granitik şistler içerisindeki pirit mineralinin, c,d) Kalsit mineralinin a,c) Tek nikelde, b,d) Çift nikeldeki görünüşleri. (ÖN-4(a,b), ÖN-31/4(c,d); Ku: Kuvars, Bi: Biyotit, Pr: Pirit, Ka: Kalsit, Kl: Klorit).

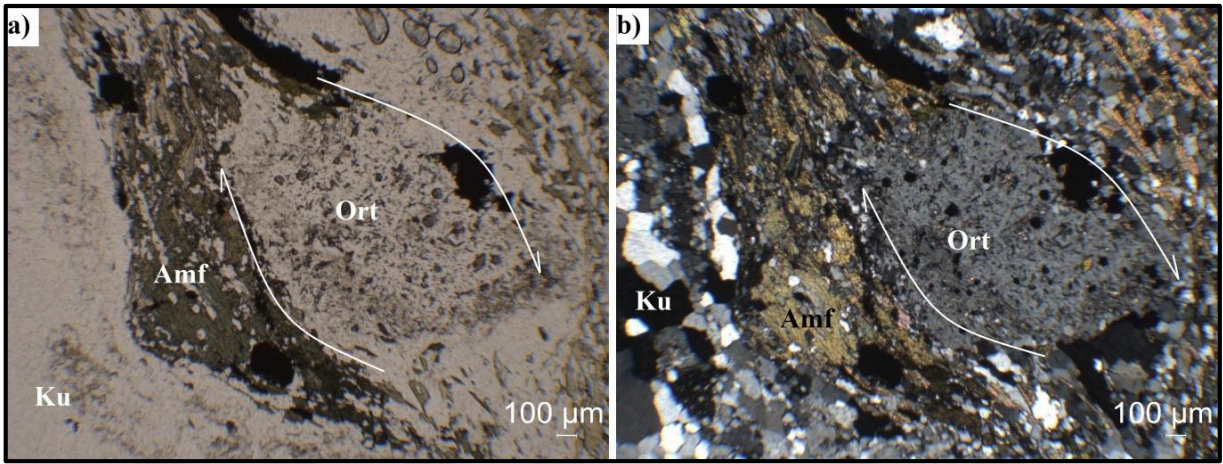
4.2.2.3. Amfibol Granitik Şist/Gnays

Başlıca fenokristalleri; kuvars, plajiyoklaz, feldispat, amfibol, klorit ve biyotittir. Talii mineral olarak epidot, titanit, pirit, zirkon ve opak minerallere rastlanır fakat oranı çok düşüktür. Dokusal olarak nemato-lepido-granoblastik doku gösterirler.

Kuvars mineralleri, renksiz, öz şekilsiz, temiz yüzeyli taneler halinde bulunmakta olup, tipik dalgalı sönme göstermektedir. Tek optik eksenli ve pozitif karakterlidirler. Mikroskop altında kendinden daha önce oluşmuş mineralleri birbirine bağlar bir görünüm sunmaktadır.

Plajiyoklazlar; genelde orta - iri tanelidir ve özşekillidirler. Plajiyoklaz fenokristallerinde, serizitleşme yoğundur ve bu da bileşim farkının kanıtıdır. Birinci dizinin gri, beyaz girişim renklerini gösterirler.

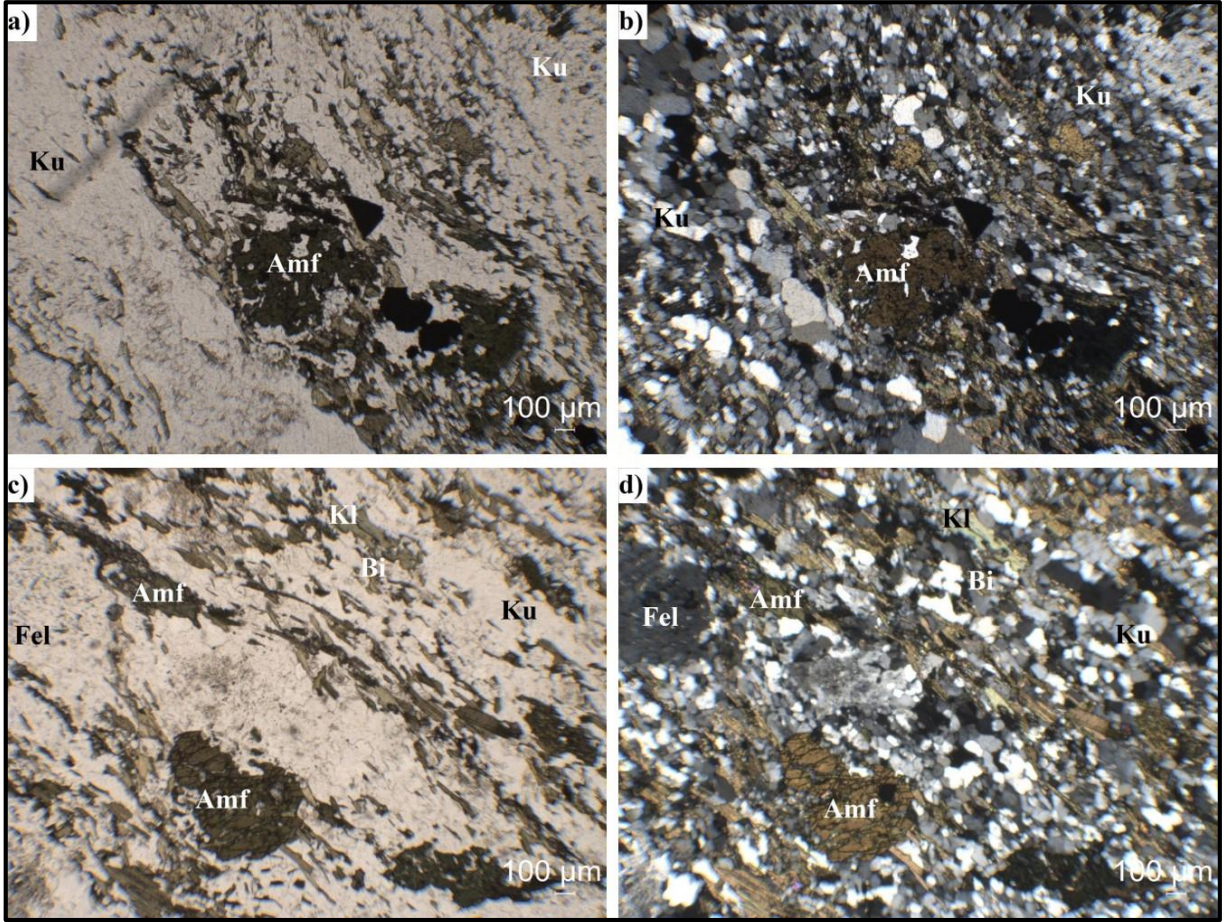
Alkali feldispat mineralleri ise genel olarak killeşme göstermektedir. Killeşme yüksek olduğundan ortoklazların optik engebese daha yüksek görünmektedir. Mikroclin mineralinde pertitleşme yoğun olarak gözlenmektedir. Yer yer feldispat minerallerinin kenarlarında gözlü gnays dokusu göstermektedir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23: Şeytandere metagranitine ait Amfibol Granitik Şist/Gnays kayaçlarında, feldispat porfiroblastlı gözlü gnays dokusunun, **a)** tek nikolde, **b)** çift nikoldeki görünümü.(ÖN-6/2; Ku: Kuvars, Amf: Amfibol, Ort: Ortoklaz).

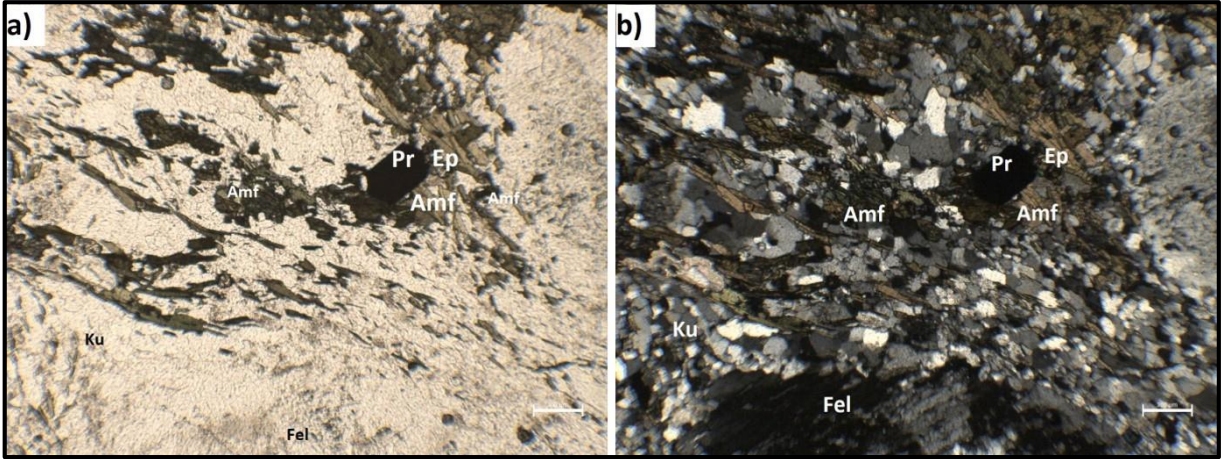
Amfibol minerali, kayaç içerisinde en yaygın fenokristaldir. İri taneli ve yarı özşekillidir. Eğik sönme açısı gösterir ve sönme açısı düşüktür. Koyu yeşilden açık yeşil ve kahverengiye doğru değişen renge sahiptir (Şekil 4.24a,b).

Tek yönde dilinim ve paralel pulsu sönme gösteren **biyotit**lerin optik engebese yüksektir. Kahverengi renkleriyle kolayca tanınmaktadır. Bu minerallerde yer yer dönüşüm izlerine rastlanmakta olup, kloritlere dönüşümler gözlenmektedir (Şekil 4.24c,d). Kahverengi biyotitler, orta ve yüksek dereceli metamorfizma koşulları altında oluşurlar (Erkan, 1994).



Şekil 4.24: a,b) Amfibol Granitik Şist/Gnays içerisindeki amfibolün, c,d) Amfibol, biyotit ve klorit minerallerinin a,c) tek nikelde, b,d) çift nikeldeki görünümü. (ÖN-6/2(a,b), ÖN-31/2(c,d); Amf: Amfibol, Ku: Kuvars, Fel: Feldispat, Bi: Biyotit, Kl: Klorit).

Talii minerallerden zirkon mineralleri altıgen şekilli olup, amfiboller içerisinde kapanım olarak gözlenmektedir. Epidotlar, yüksek çift kırınımları ve pleokroizmaları ile opak minerallerden piritler ise özşekilleri itibariyle kolayca tanınmaktadırlar (Şekil 4.25). Özşekilsiz ve ince taneli bu mineraller amfibol kristalleri ile birlikte gözlenmektedirler.



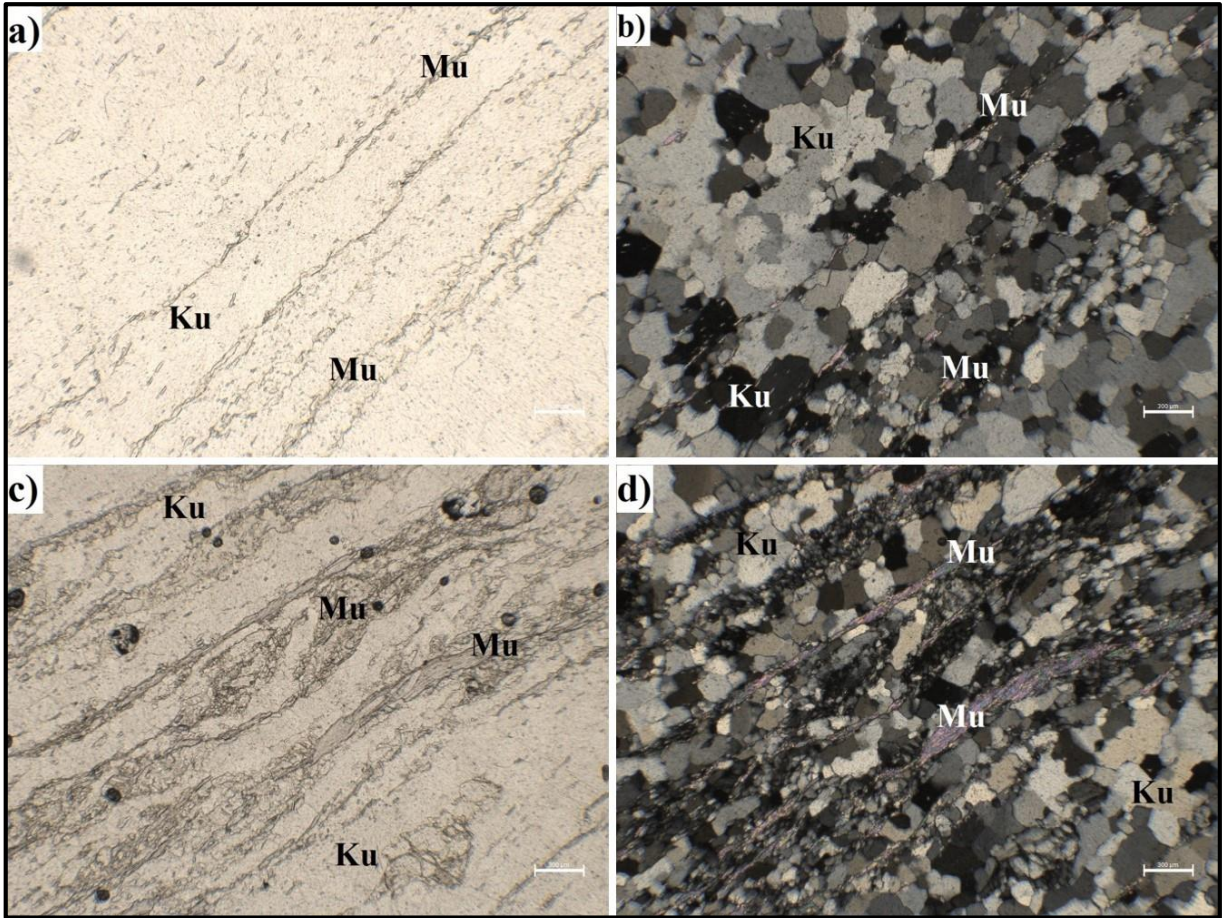
Şekil 4.25: Amfibol Granitik Şist/Gnays içerisindeki epidot, pirit, amfibol (hornblend) minerallerinin **a)** Tek nikolde, **b)** Çift nikoldeki görünümleri. (ÖN-31/2; Amf: Amfibol, Ku: Kuvars, Fel: Feldispat, Ep: Epidot, Pr: Pirit).

4.2.3. Şermat Kuvarsiti

Kuvars bakımından zengin olan kayaçların metamorfizmaya uğraması sonucu kuvarsit oluşmaktadır. Bu incelemede kuvarsit terimi; kuvars ve muskovit içeren kayaç için kullanılmıştır. Rekrystalizasyona uğramış olan Şermat kuvarsitinin foliasyon düzlemi belirgin değildir (Şekil 4.26a,b).

Kuvars mineralleri orta-iri taneli ve özşekilsizdir. Kayacın bağlayıcısı olan muskovit ve serizitlerin metamorfizma sonucu oluştuğu görülmüştür.

Levhamsı minerallerden **muskovitler** yer yer şistozite kazanmış olup, yönlü doku göstermektedir. Ayrıca yer yer mikaların oranının arttığı gözlenmektedir (Şekil 4.26c,d).

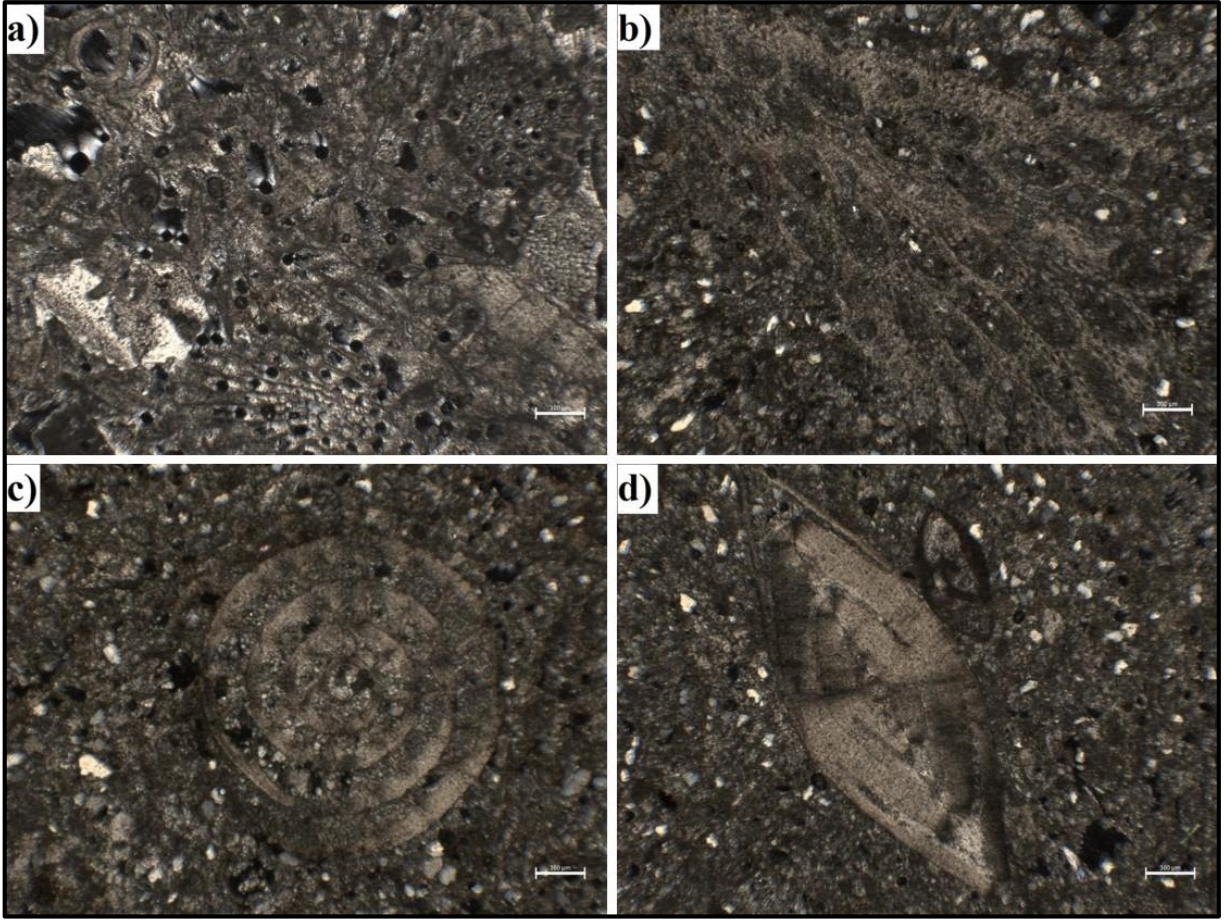


Şekil 4.26: Kuvars ve kuvars şist kayacında **a, b**) yönlü dokuyu belirginleştiren serizit ve muskovit minerallerinin **c, d**) Şistozite kazanmış muskovit mineralinin, **a, c**) tek nikol, **b, d**) çift nikol görünümleri. (ÖN-19; Ku: kuvars, Mu: muskovit).

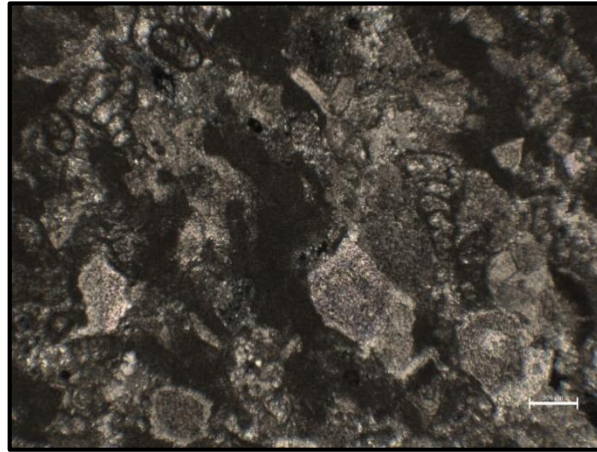
4.2.4. Soğucak Formasyonu

Bu formasyon taneli bileşenli olup, bol miktarda fosil içeren kireçtaşlarından oluşmaktadır. Yapılan petrografik incelemelerde yoğun olarak Nummulites ve Mercan fosillerine rastlanmıştır (Şekil 4.27).

Minerallerin tane boyları ve fosillerin boyutları değişkendir. Numunelerde klastik parçalar gözlenmiş olup, bu bileşenlerin olduğu örnekler çalışma alanındaki kireçtaşının alt seviyelerinden alınmıştır. Karstik boşluklu, erime-çözünme dokuları gelişmiş ve bazı kesimlerde kalsit kristallenmeleri gözlenmektedir. Örneklerin bazılarında nummulit fosillerinin kristallenmeye yakın olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.27: Soğucak formasyonuna ait kireçtaşı içerisindeki mercan fosillerinin çift nikol görüntüleri **a)** ÖN-16, **b)** ÖN-21, Nummulit sp. fosilinin **c)** ekvatoryal, **d)** aksenal çift nikol görüntüleri (ÖN-21).



Şekil 4.28: Soğucak formasyonuna ait kireçtaşı içerisindeki Nummulit fosillerinin sparitik görüntüleri (ÖN-36).

Petrografik inceleme sonucunda bu kireçtaşlarının, mikroskobik tanımlamalarda allokem ve ortokemlerin oranına göre biyomikrit, biyo-intrasparit olarak adlandırılırken (Folk, 1962); çamur ve tane oranının temel alındığı sınıflamada ise, vaketaşı ve istiftaşı ile bazı örneklerin tanetaşı olarak (Dunham, 1962) adlandırılabilceği görülmektedir.

Genel olarak sparitik, yer yer kristalize kalsit bağlayıcı hakimdir.

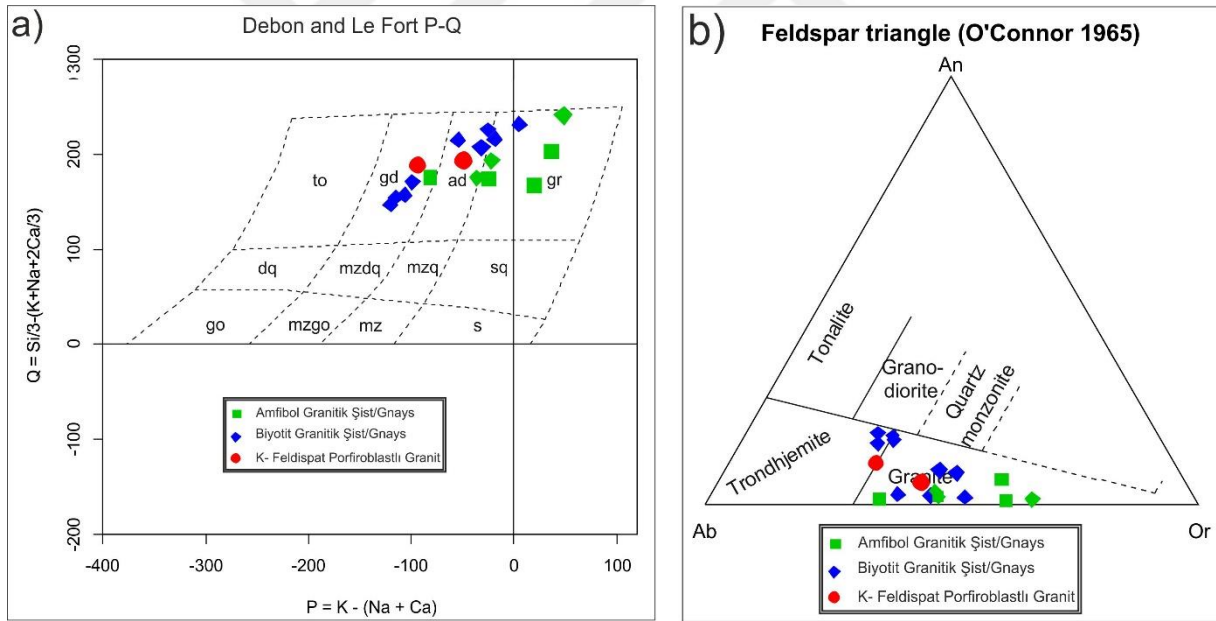


4.3. JEOKİMYA

Çalışma alanındaki plütonik kayaların jeokimyasal analizleri ve bu analizlerin sonuçlarından elde edilecek veriler, literatür verileri ile birlikte değerlendirilerek, bölgenin tektono- magmatik evrimi ile ilgili yorum yapılmıştır.

4.3.1. Ana Element Jeokimyası

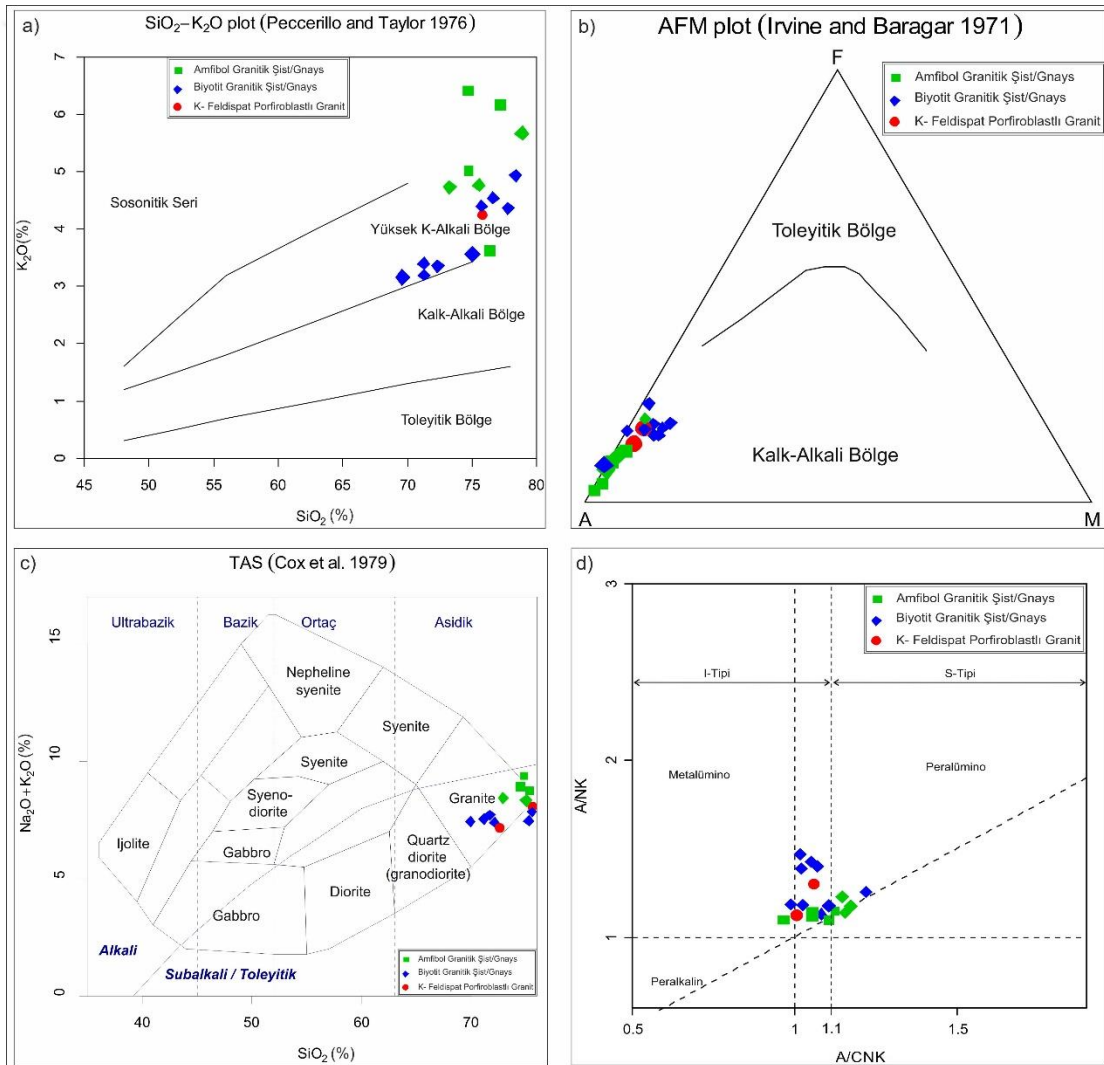
Çalışma alanından alınan örneklerden yaptırılan tüm “major oksit (ana)”, “iz element” ve “REE” analizlerinin sonuçları Tablo 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Şeytandere metagranitine ait kayaların sınıflamasında Q-P (Debon ve Le Fort, 1983) ve An-Ab-Or (O’Connor, 1965) diyagramı kullanılmıştır. Bunlardan Q-P sınıflamasında granitten granodiyorite ve adamellite değişen bir jeokimyasal dağılıma sahip oldukları, An-Ab-Or sınıflamasında ise granit ve trondjemit gözlenmiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29: Şeytandere metagranitine ait kayaç örneklerinin a) Q-P (Debon ve Le Fort, 1983); b) An-Ab-Or (O’Connor, 1965) sınıflama diyagramındaki konumları.

Örneklerin büyük çoğunluğu Peccerillo ve Taylor (1976) $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ diyagramında yüksek K’lu Kalkalkalin seri alanına, az sayıda örnek ise şösonitik ve kalkalkali seri alanına düşmektedir (Şekil 4.30a). Irvine ve Baragar (1971)’ in AFM diyagramında, toleyitik ve kalkalkalin serileri birbirinden ayırmaktadır (Şekil 4.30b). Çalışma alanındaki metagranitlerin Fe içeriklerinin düşük olması (Tablo 4.1 ve 4.2) bu kayaların kalkalkalin karakterde olduğunu

göstermektedir. Şekil 4.30b'deki AFM diyagramında da görüldüğü gibi bütün metagranit örnekleri kalkalkalin bölge alanında izdüşmüştür. Bu durum metamorfizma sırasında K ve Na'nın oldukça hareketli olmasına rağmen Fe ve Mg'nin hareketsiz olduğunu göstermektedir. Toplam Alkali - Silis (TAS; Cox ve diğ., 1979) diyagramında örneklerin tamamı granit alanına düşmektedir (Şekil 4.30c). Maniar ve Picoli (1989) majör oksit verileri kullanarak hesaplanan ve Shand (1943) indeksi olarak da adlandırılan, $Al_2O_3/(K_2O+Na_2O) - Al_2O_3/(CaO+K_2O+Na_2O)$ diyagramında (Shand, 1943) ise, Biyotit Granitik Şist/Gnays ve K-Feldispat Porfiroblastlı Granit örnekleri metalümino bölgede, Amfibol Granitik Şist/Gnays örneklerinin ise bir kısmı peralümino, bir kısmı ise metalümino bölgede konumlanmaktadır (Şekil 4.30d).



Şekil 4.30: Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin a) K_2O-SiO_2 (Peccerillo ve Taylor, 1976); b) AFM (Irvine ve Baragar, 1971); c) TAS (Cox ve diğ., 1979); d) $Al_2O_3/(K_2O+Na_2O) - Al_2O_3/(CaO+K_2O+Na_2O)$ (Shand, 1943) diyagramındaki konumları. A: Alkali element oksitlerinin toplamı (Na_2O+K_2O), F: FeO^* , M: MgO .

Tablo 4.1: Çalışma alanındaki Şeytandere metagranitine ait kayaların major oksit, iz element ve nadir toprak element (REE) analiz sonuçları.

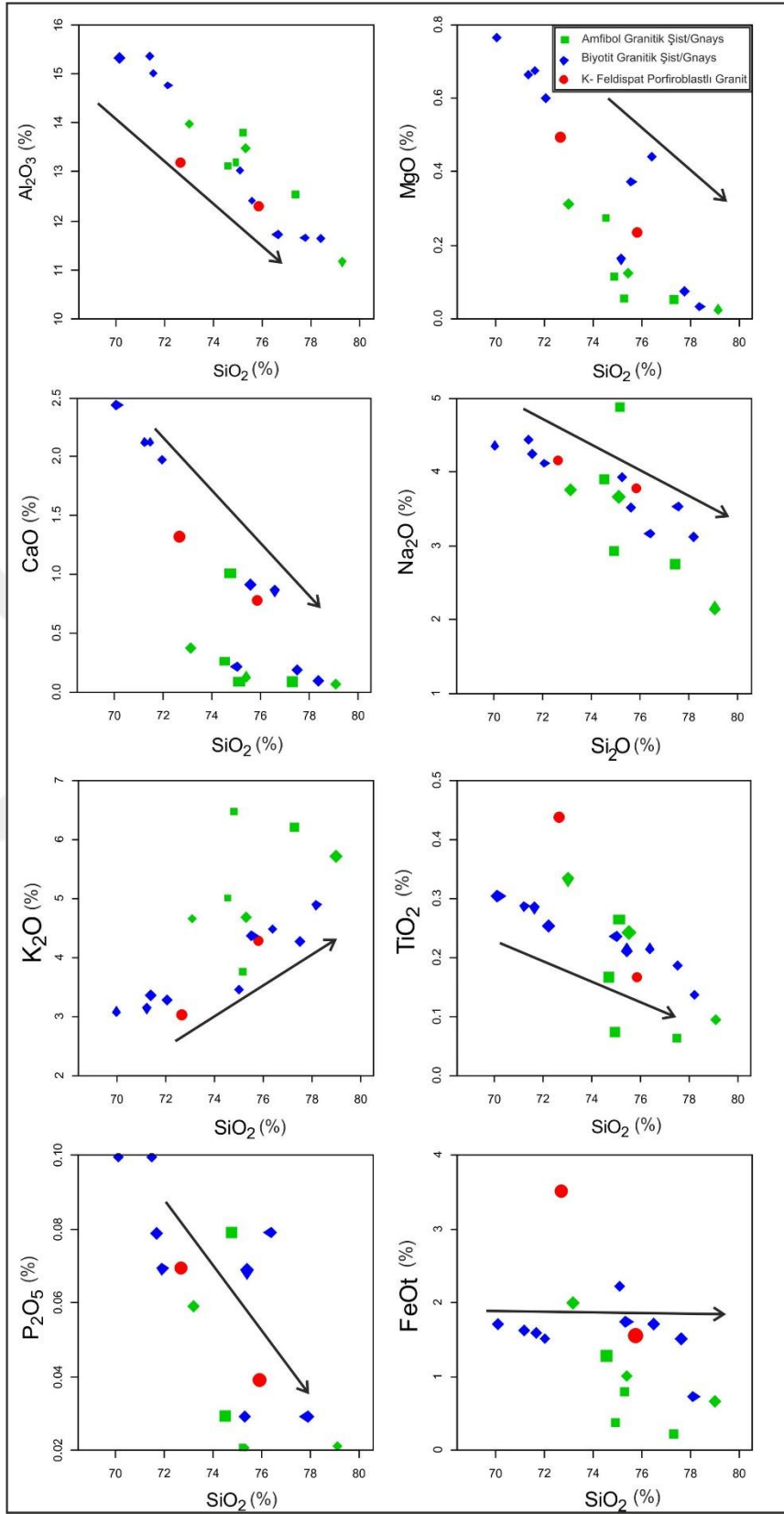
Örnek No	ÖN-1	ÖN-1/1	ÖN-2	ÖN-3	ÖN-5	ÖN-30	ÖN-30/1	ÖN-32	ÖN-33/2	ÖN-34
SiO₂ (%)	71,34	71,53	74,87	72,06	72,59	69,97	76,49	75,78	75,57	77,65
Al₂O₃	15,37	15,03	13,18	14,78	13,22	15,38	11,67	12,33	12,38	11,63
Fe₂O₃	1,86	1,82	0,39	1,72	3,94	1,96	1,89	1,78	1,94	1,68
MgO	0,67	0,68	0,12	0,60	0,50	0,77	0,44	0,23	0,37	0,07
CaO	2,14	2,14	0,99	1,99	1,34	2,46	0,89	0,80	0,92	0,17
Na₂O	4,46	4,29	2,96	4,15	4,17	4,38	3,13	3,78	3,53	3,50
K₂O	3,18	3,34	6,45	3,28	2,99	3,07	4,51	4,26	4,37	4,33
TiO₂	0,29	0,29	0,07	0,26	0,44	0,31	0,22	0,17	0,22	0,19
P₂O₅	0,10	0,08	0,08	0,07	0,07	0,10	0,08	0,04	0,07	0,03
MnO	0,03	0,03	0,01	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	<0,01
LOI	0,3	0,5	0,8	0,8	0,5	1,3	0,4	0,6	0,4	0,6
Sum	99,86	99,86	99,96	99,87	99,87	99,87	99,87	99,88	99,86	99,89
Ba(ppm)	1020	896	759	683	813	806	855	390	472	571
Ni	188	198	<20	341	71	99	158	374	148	<20
Sc	3	3	<1	3	11	4	6	6	6	3
Be	<1	<1	2	<1	1	<1	<1	3	2	<1
Co	2,4	2,5	0,3	2,5	3,0	2,6	2,6	2,0	2,2	0,4
Cs	1,2	1,1	0,7	1,1	0,4	1,3	0,9	0,4	1,5	0,7
Ga	19,5	20,1	14,0	18,4	17,0	19,6	14,0	15,8	15,9	19,3
Hf	3,4	3,4	1,4	3,2	8,6	3,7	7,0	6,7	7,1	11,5
Nb	6,1	6,6	2,9	5,9	10,6	5,7	4,3	8,2	11,2	5,3
Rb	83,7	85,4	138,1	85,7	55,4	83,7	95,3	118,3	135,9	64,8
Sn	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	1
Sr	482,0	465,2	232,9	406,0	140,8	439,7	160,9	51,0	97,2	22,9
Ta	0,8	0,6	0,5	0,4	0,9	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4
Th	8,0	9,5	5,1	10,7	7,9	10,0	15,2	9,1	17,7	8,7
U	1,7	3,0	2,9	1,7	2,9	3,1	2,5	1,8	3,5	2,0
Zr	121,2	121,4	31,3	122,6	330,7	143,4	201,4	191,9	203,9	491,5
Y	8,0	8,2	8,0	13,3	36,3	12,4	18,1	47,9	57,1	34,8
La	26,1	26,3	8,7	23,0	58,8	29,3	53,7	38,1	38,2	41,4
Ce	48,7	50,8	16,3	44,0	114,1	56,7	104,7	81,4	81,2	90,8
Pr	5,28	5,32	1,98	4,89	12,98	6,14	12,13	9,97	10,17	11,43
Nd	19,2	19,4	7,5	17,5	48,6	21,8	45,3	38,5	38,9	47,7
Sm	2,98	3,22	1,50	3,07	8,35	3,63	7,69	8,53	8,77	8,99
Eu	0,83	0,76	0,36	0,63	1,18	0,88	0,65	0,49	0,53	1,83
Gd	2,21	2,24	1,28	2,43	7,95	2,73	6,21	8,54	8,83	8,17
Dy	1,52	1,58	1,28	2,13	7,05	2,12	4,05	8,95	9,54	6,68
Ho	0,26	0,27	0,26	0,41	1,37	0,41	0,69	1,77	1,93	1,28
Er	0,78	0,76	0,75	1,31	3,98	1,23	1,90	4,97	6,21	3,82
Tm	0,12	0,11	0,11	0,19	0,54	0,15	0,25	0,65	0,85	0,52
Yb	0,75	0,80	0,80	1,30	3,49	0,97	1,54	3,87	5,34	3,57

Tablo 4.2: Çalışma alanındaki Şeytandere metagranitine ait kayaçların major oksit, iz element ve nadir toprak element (REE) analiz sonuçları.

Örnek No	ÖN-37	ÖN-38	ÖN-39	ÖN-39/1	ÖN-40	ÖN-40/1	ÖN-41	ÖN-43	ÖN-48
SiO₂(%)	75,14	75,24	73,02	75,32	79,20	77,41	79,01	78,31	74,61
Al₂O₃	13,06	13,83	13,94	13,53	11,17	12,56	10,17	11,6	13,15
Fe₂O₃	2,52	0,91	2,29	1,12	0,79	0,21	0,83	0,85	1,43
MgO	0,17	0,06	0,32	0,13	0,02	0,05	0,09	0,03	0,27
CaO	0,20	0,11	0,41	0,16	0,05	0,07	0,04	0,11	0,25
Na₂O	3,93	4,91	3,81	3,73	2,10	2,79	1,4	3,08	3,94
K₂O	3,49	3,77	4,67	4,73	5,76	6,21	2,93	4,92	4,99
TiO₂	0,24	0,26	0,34	0,24	0,10	0,06	0,06	0,14	0,17
P₂O₅	0,03	0,02	0,06	0,02	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,03
MnO	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
LOI	1,0	0,8	0,9	0,9	0,7	0,6	0,8	0,8	1
Sum	99,94	99,92	99,90	99,94	99,94	99,97	99,98	99,94	99,92
Ba(ppm)	912	408	867	868	320	212	398	627	444
Ni	<20	<20	37	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sc	8	4	8	5	2	<1	2	3	6
Cs	3,4	0,3	1,2	0,5	0,7	0,8	1,5	0,4	0,6
Ga	11,3	15,8	18,4	16,5	12,4	16,1	3,1	14,9	17,3
Hf	7,5	9,8	8,2	5,9	6,5	0,6	1,5	6,8	6
Nb	9,0	10,4	10,4	6,4	14,2	8,4	1,4	4,8	8,3
Rb	65,3	58,9	106,4	84,7	196,2	200,6	59,1	73,6	123,1
Sn	1	1	2	1	2	<1	<1	<1	<1
Sr	75,8	32,0	47,3	38,8	30,1	21,8	26,5	20,4	28,7
Ta	0,7	1,2	0,8	0,5	1,3	0,5	0,1	0,3	0,5
Th	9,4	18,1	16,0	8,4	14,8	6,4	4	6,8	12,8
U	1,7	4,4	3,9	1,8	1,4	0,5	0,8	1	1,7
Zr	285,3	306,3	287,0	216,2	185,7	10,5	47,4	298,5	186,3
Y	16,0	58,8	35,8	21,6	43,3	21,4	12,1	20,6	36,7
La	8,4	34,9	55,9	31,3	13,8	13,8	18	11,9	48,6
Ce	33,4	74,0	115,7	61,9	12,7	7,2	40	31,4	98,7
Pr	2,36	8,89	13,47	7,16	3,78	4,18	4,5	3,76	11,27
Nd	9,1	33,7	49,7	26,2	14,6	16,7	16,9	16,8	42,3
Sm	1,76	7,29	9,30	4,48	3,68	3,88	3,23	3,99	8,21
Eu	0,39	0,66	0,90	0,58	0,18	0,14	0,56	0,88	0,5
Gd	1,91	7,75	7,71	3,87	4,82	3,83	2,64	4,26	7,51
Dy	2,66	9,18	6,68	3,77	6,76	3,88	2,16	3,95	7,17
Ho	0,63	1,98	1,29	0,77	1,51	0,81	0,46	0,8	1,43
Er	2,20	6,25	3,79	2,45	4,83	2,58	1,19	2,32	3,79
Tm	0,36	0,92	0,53	0,35	0,75	0,39	0,16	0,34	0,5
Yb	2,49	6,21	3,67	2,37	4,93	2,45	0,96	2,39	3,22

Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin “major oksit element” - SiO₂ Harker değişim diyagramları Şekil 4.31’de verilmiştir. Yapılan diyagramlarda tüm “major oksitler” SiO₂ ile belirgin bir korelasyon göstermektedir. Özellikle Biyotit Granitik Şist/Gnays örneklerinde Al₂O₃, MgO, CaO ve TiO₂ normal fraksiyonlanma trendi sunmakta olup, negatif eğilim göstermekte; Na₂O oranı ise artan SiO₂ oranına göre azalmakta olup, normal trendden farklılık sunmaktadır. Burada Na₂O bakımından bir tüketilme söz konusudur. Buna karşılık, K₂O değeri SiO₂'ye karşı pozitif bir korelasyon sergilemektedir. K₂O – SiO₂ diyagramında ise doğrusal pozitif trend göstermektedir. P₂O₅ ve Fe₂O₃ trendleri ise, artan SiO₂'ye göre azalmakta vey a dağınık trendler sunmaktadırlar (Şekil 4.31). Bu diyagramlarda, üç farklı fasiyes birbirine göre benzer davranışlar sergilemesinin yanısıra, herbiri kendi içerisinde de fraksiyonlanma trendi göstermektedirler.

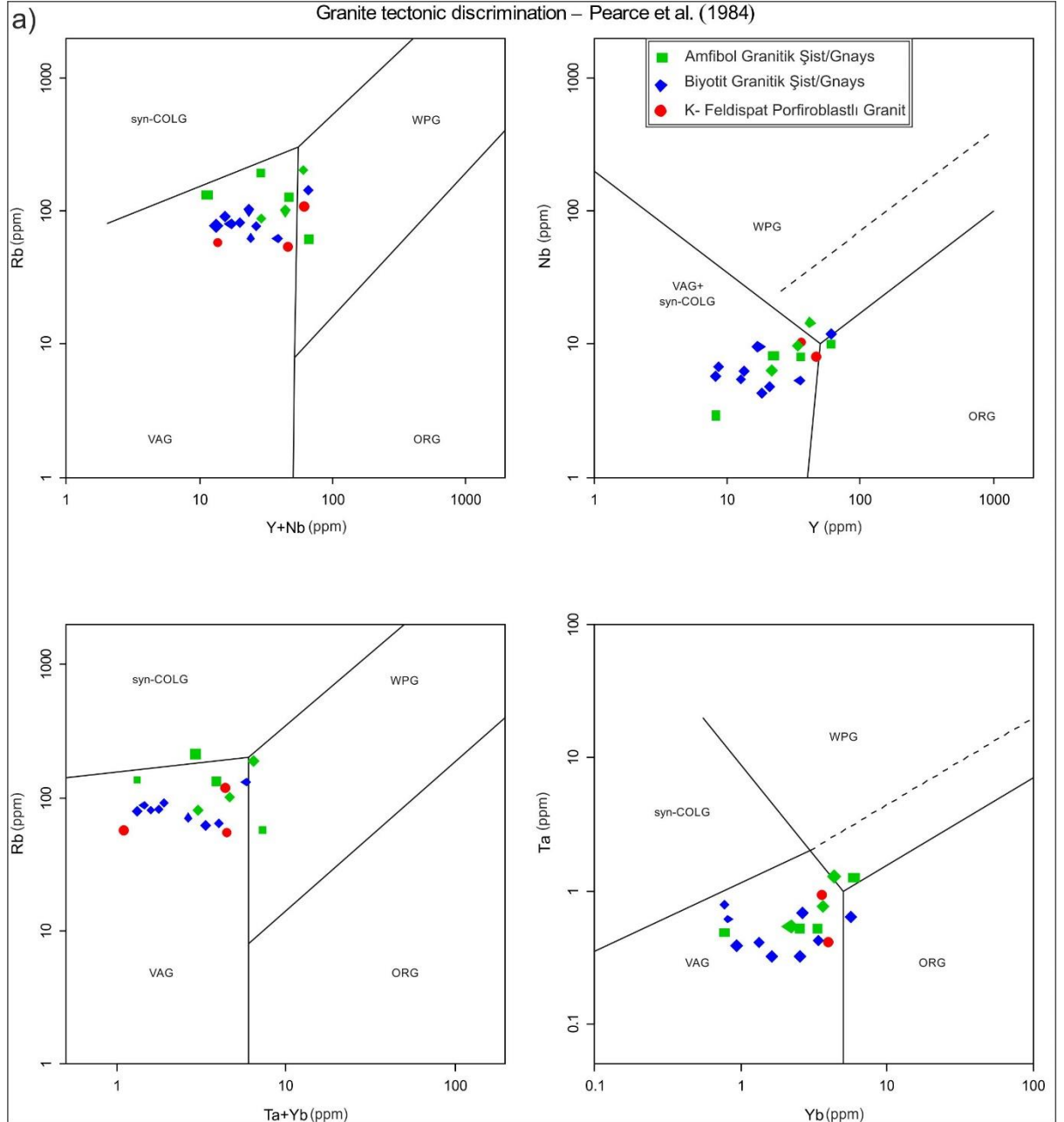
Elde edilen sonuçlara göre; magma evrimi sürecinde fraksiyonel kristallenme sürecinin hakim olduğu anlaşılmaktadır. Fraksiyonel kristallenmenin yanında SiO₂ değerlerinin diğer major oksit değerleriyle dağınık trendler, granitik kayalarda metamorfizma ve alterasyon nedeniyle olduğunu göstermektedir.

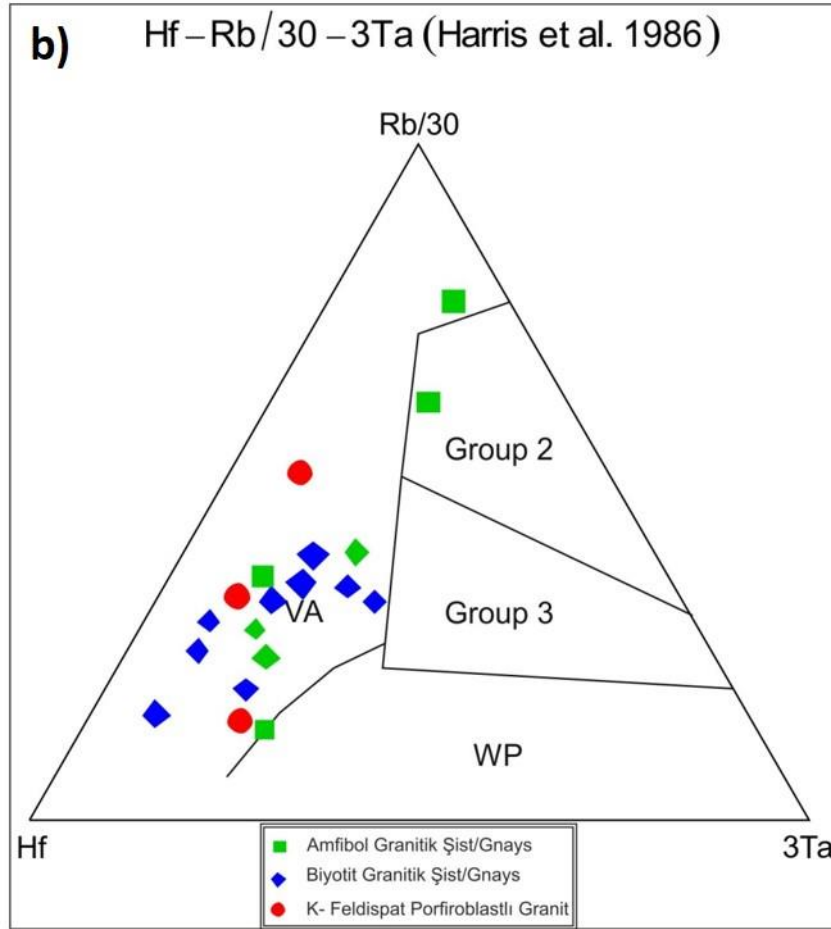


Şekil 4.31: Şeytandere metagranitlerine ait kayaç örneklerinin ana oksit - SiO₂ Harker diyagramlarındaki konumları.

4.3.2. İz Element Jeokimyası

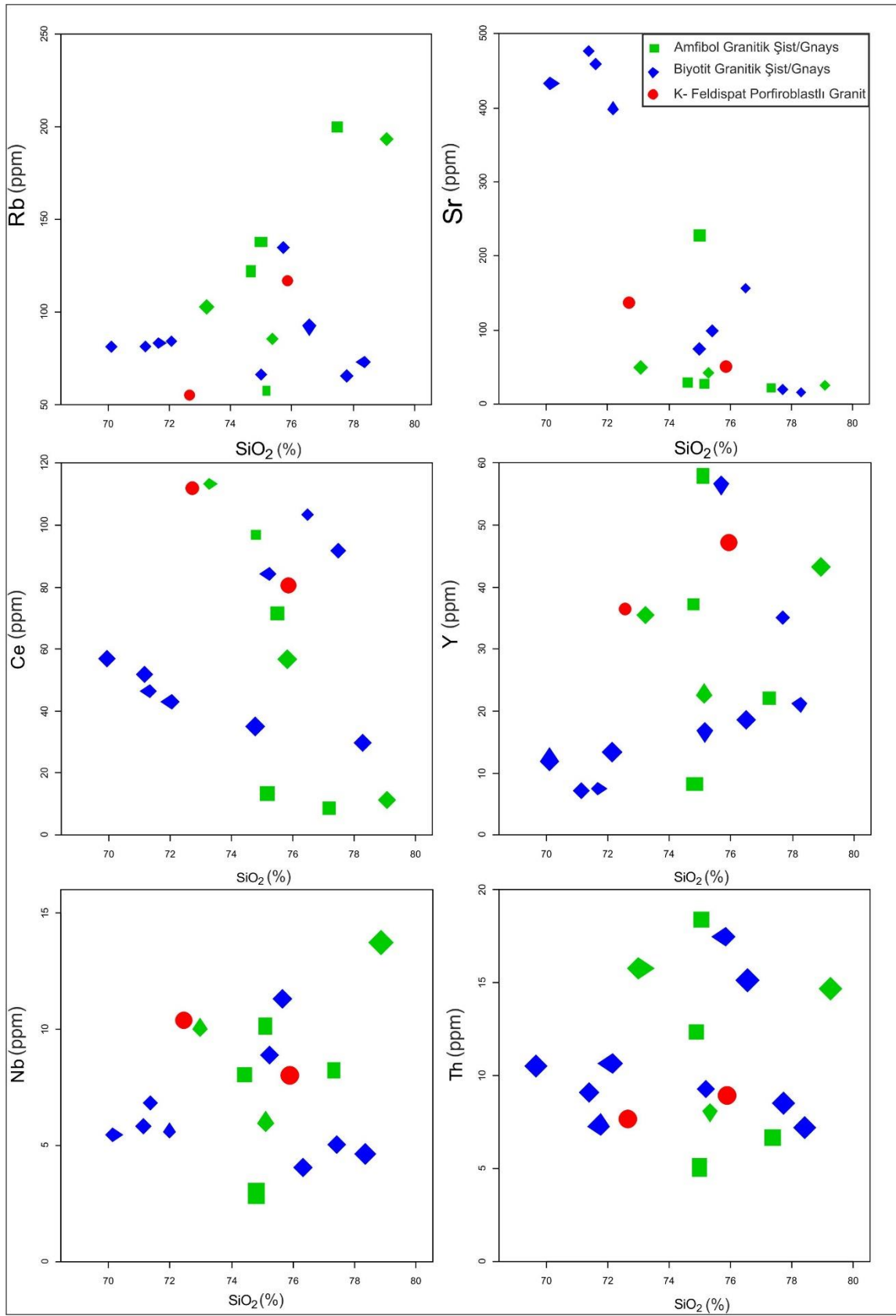
Şeytandere metagraniti kayaç örneklerinin tektonik ortamı ile ilgili yorum yapabilmek için Pearce ve diğ., (1984) ve Harris ve diğ., (1986) diyagramlarından yararlanılmıştır (Şekil 4.32a,b). Diyagramlara göre örnekler volkanik ada yayı, plaka içi ve çarpışma sonrası granitleri alanında yer almaktadır.





Şekil 4.32: Şeytanderemetagranitlerine ait örneklerin **a)** tektonik ortam (Pearce ve diğ., 1984) **b)** Hf-Rb/30-3Ta – Hf- 3Ta (Harris ve diğ., 1986) diyagramlarındaki konumları (syn-COLG: Çarpışma ile birlikte gelişmiş granit, WPG: Plaka içi granit, ORG: Okyanus ortası rift graniti, VAG: Volkanik ada yayı graniti).

Şeytandere metagranitine ait kayaçların “iz element”- SiO₂ Harker değişim diyagramları Şekil 4.33’de verilmiştir. “İz elementler” için hazırlanan Harker diyagramlarında gözlenen ana özellikler şöyledir; Biyotit Granitik Şist/Gnays örnekleri hariç Rb ve Sr’da artan SiO₂’ye göre ters orantılı olarak azalma eğilimi görülür (Şekil 4.33). Ce, Y’daki SiO₂’ye göre örneklerin kendi içindeki kümelenmeleri benzerlik göstermekle birlikte karmaşık bir görünüm sunmaktadır. Nb ve Th’un SiO₂ ilişkisi dağınıktır. Tüm bu element –oksit diyagramlarında gözlenen dağınık trendler, bölgede yüzeylenen Şeytandere metagraniti kayaçlarında, metamorfizma, alterasyon ve tektonizma olayları nedeniyle granitin ilksel konumunu koruyamadığı ve elementer düzeyde farklılaştığını göstermektedir.



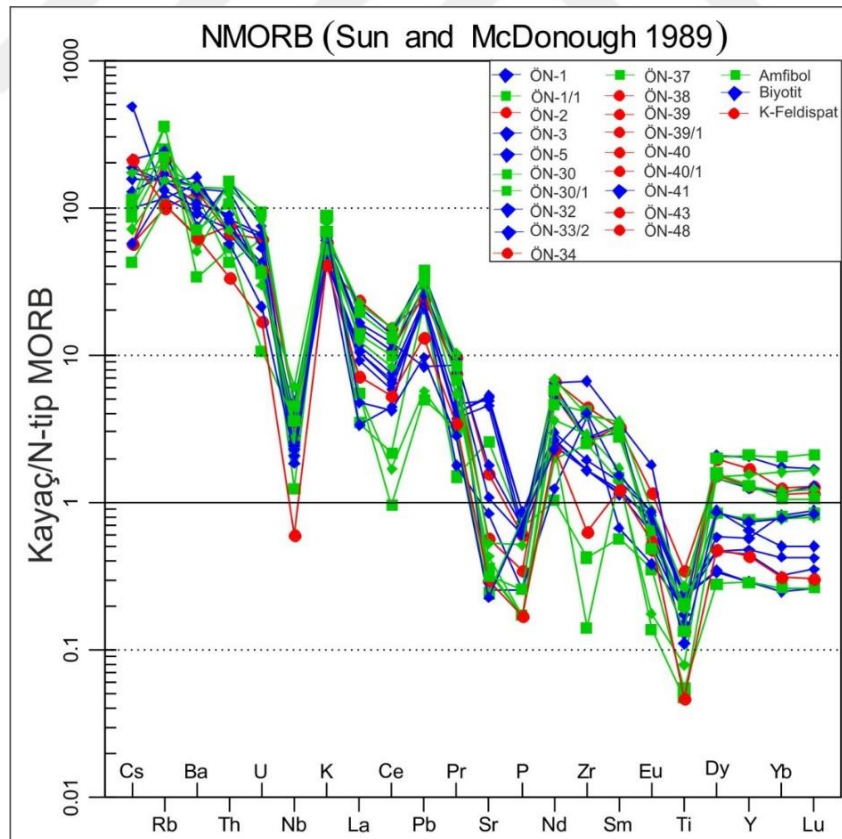
Şekil 4.33: Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin “iz element”- SiO₂ Harker değişim diyagramlarındaki konumları.

Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin kaynak alanın bileşimine yaklaşımda bulunabilmek için, N-Tipi MORB'a normalize edilmiş çoklu element örümcek (spider) diyagramı oluşturulmuş ve Şekil 4.34'de verilmiştir. Sun ve McDonough (1989)'in önermiş olduğu diyagramda; “mobil” elementlerin uyumsuzluğu Ce'dan Ba'ya doğru artarken, “immobil” elementlerin uyumsuzluğu ise Lu'dan Nb'ya artmaktadır.

“Multi-element” diyagramında Şeytandere metagranitine ait kayaçların MORB'a normalize paternlerinde LILE (iri iyon çaplı litofil elementler) Ce'dan Nb'a) ve LREE (hafif nadir toprak elementleri: La'dan Nd'a) elementlerin MORB bileşimine göre zenginleşme gösterdiklerini ortaya koymaktadır. HFSE'de (kalıcılığı yüksek element: Nb) LILE'e göre belirli oranda fakirleşme olduğu gözlenmektedir.

Uyumsuz element olan ve en az konsantrasyona sahip Ti, Dy, Y, Yb, Lu, elementlerinin MORB değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

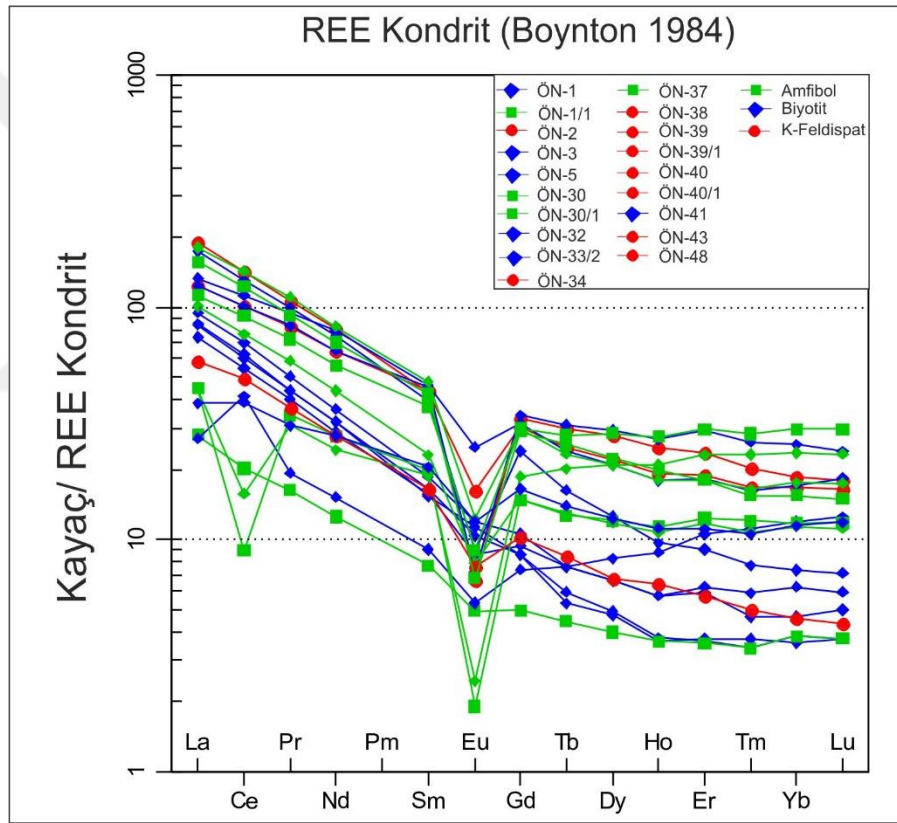
HFSE'lere göre LILE ve LREE'deki zenginleşme, diğer taraftan Nb ve P'daki belirgin negatif trendler, bu kayaçların yitim bileşeni ile zenginleşen mantodan türeyen kayaçlar olduğunu akla getirmektedir.



Şekil 4.34: Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin “çoklu (multi)” iz element örümcek diyagramları (Sun ve McDonough, 1989).

Şeytandere metagranitlerine ait örneklerin “nadir toprak element (REE) içerikleri kondirite (CHONDRITE) göre normalize diyagramlarında (Boynton, 1984) deneştirilmiş olup, Şekil 4.35’te verilmiştir. Grafiğin gösterdiği genel yönelim, uyumsuz hafif “nadir toprak elementlerce” (LREE) zenginleşme ve uyumlu ağır “nadir toprak elementlerince” (HREE) de yatay veya yataya yakın trendler vermektedirler.

Tüm örneklerde negatif Eu anomalisi belirgindir. Normalleştirme diyagramlarında gözlenen negatif Eu anomalisi, felsik karakterli bir magmada feldispatların fraksiyonlanması ile kontrol edilirken, negatif Nb, Ti elementleri ise ilmenit, rutil ve titanit minerallerince kontrol edilmektedir (Rollison, 1993).



Şekil 4.35: Şeytandere metagranitlerine ait kayaç örneklerinde “nadir toprak elementleri (REE)” değerlerinin Kondirite (CHONDRITE) normalize edilmiş örümcek diyagramlarında görünümleri (Boynton, 1984).

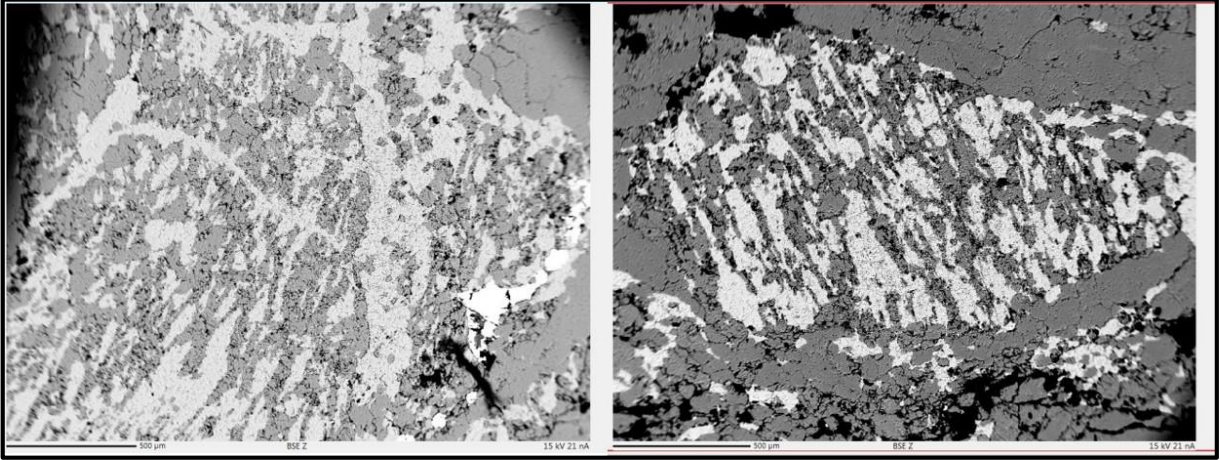
4.4. MİNERAL KİMYASI

4.4.1. Analitik Yöntem

Şeytandere metagranitinden seçilen toplam 4 adet parlak kesit üzerinde mineral kimyası çalışması yapılmıştır. Analiz yapılan her bir kesit üzerinde seçilen 17 noktada elektron mikro – prob (EPMA) yöntemiyle jeokimyasal analizler yapılmıştır. Hornblend, biyotit ve feldispat minerallerinde oksit olarak ölçülen değerler her mineralin cinsine göre, formül birim başına katyonlara çevrilmiştir. Mika türü minerallerde yapılan mineral ölçümlerinde sulu fazlar ve Cl, F türü elementler ölçülmediği için 22 oksijen tabanına göre hesaplanmıştır. Hornblendler susuz tabanda 23 oksijene göre hesaplanmış olup, 13 katyon sayısına göre hesaplanmıştır. Mineral hesaplamalarında (tüm mineraller için) Deer ve diğ., (1992); mika türü mineraller için: Guidotto, (1984) ve Rieder ve diğ., (1998); hornblend türü mineraller için: Leake ve diğ., (1997)'den yararlanılmıştır. Elektron mikroprob analizlerinde Fe^{3+} ve Fe^{2+} ölçümü yapılamadığı için Schumacher, (1997)'de belirtilen Fe hesaplama yöntemi baz alınarak **ferrik ve ferroz** katyon değerleri belirlenmiştir. Bunlara ek olarak parlak kesitler üzerinde yapılan analizlerden fotoğraflar elde edilmiştir. Mineral ölçümlerinin sayısal değerleri tablolar halinde gösterilmiştir.

Feldispatlar

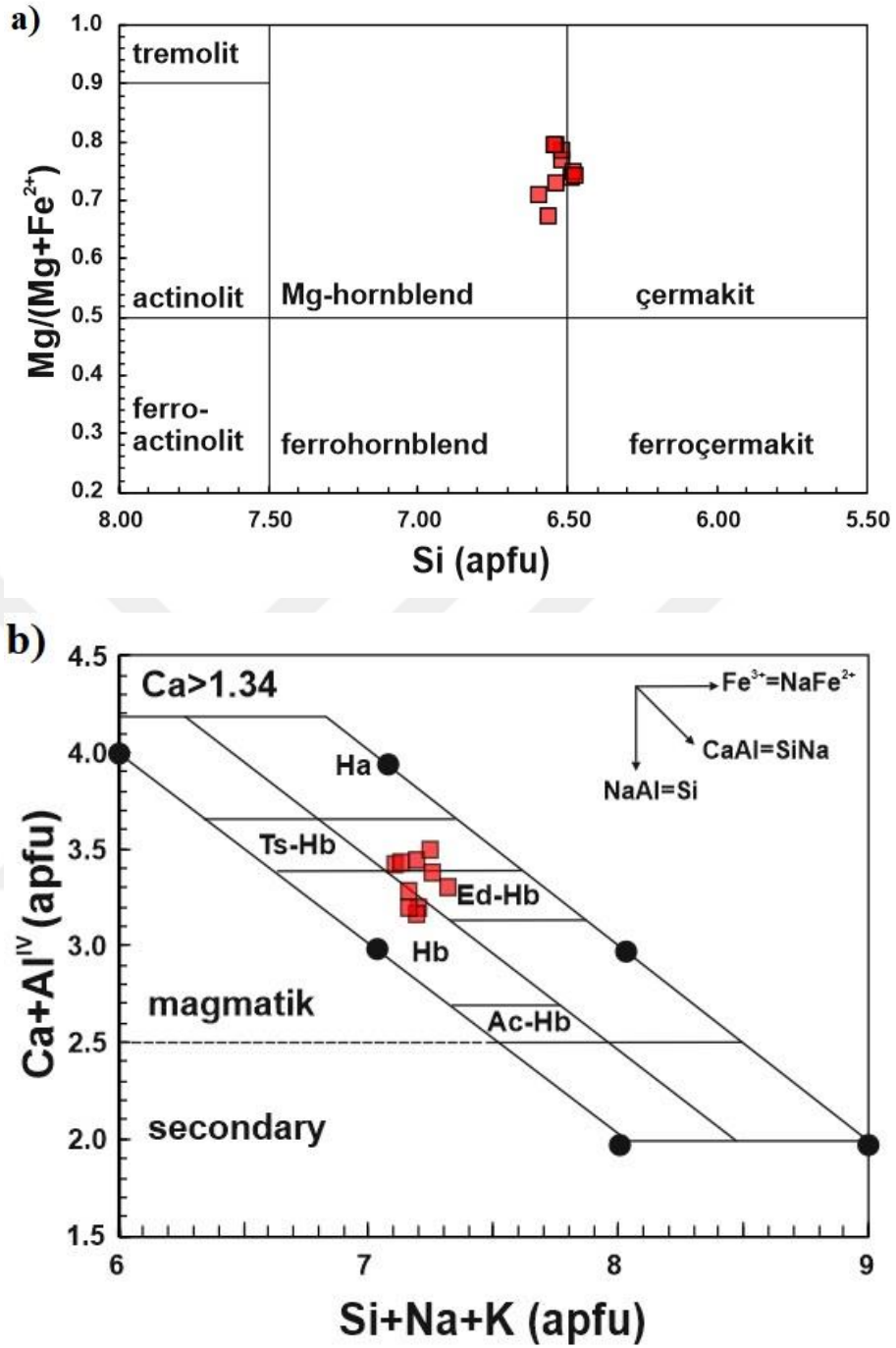
Çalışma alanındaki asidik- plütonik kayalarda en bol bulunan kayaç oluşturu mineraler feldispatlar olup, normatif bileşimin % 51 ila % 75'ine kadar (K-feldispat + plajiyoklaz) bir orana sahiptirler. Çalışılan örneklerden (plajiyoklaz:% 15-40, ortoklas:% 5-60) feldispat mineralleri üzerinde 37 nokta analizi (plajiyoklazlarda 21, ortoklazlarda 16) elde edilmiştir. Şeytandere metagraniti parlak kesitleri üzerinde feldispat minerallerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları Ek B.1'de sunulmuştur. Plajiyoklazların bileşim olarak albit olduğu belirlenmiştir. K-feldispatlar esas olarak ortoklazla temsil edilir (Şekil 4.36). Pertitik feldispatlar, alkali feldispat ve albitik plajiyoklazların reaksiyonu sonucu oluşmaktadır.



Şekil 4.36: Şeytandere metagranitine ait örneklerden ÖN-34 numaralı örneğin içerdiği pertitik dokulu feldispat mineralinin BSE (Back scattere elecrtion) görüntüleri ve faz dağılımları.

Hornblend

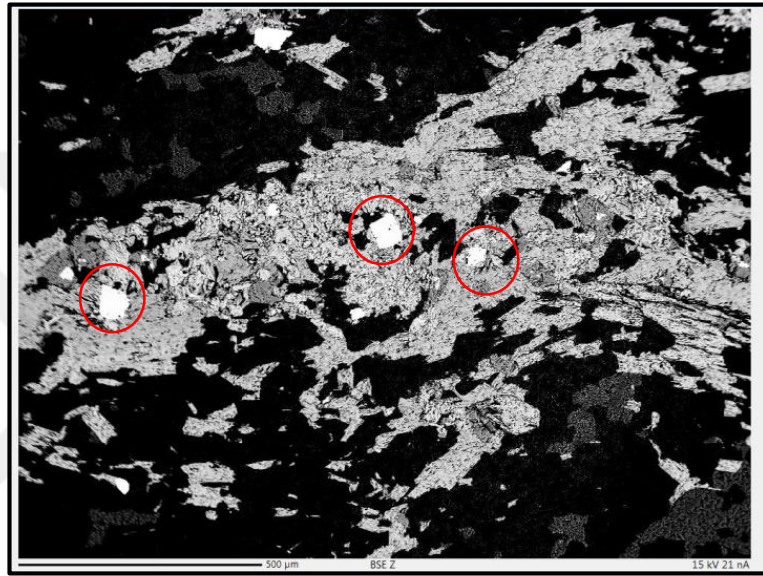
Hornblendlerin yapısal formülleri, susuz tabanda yarım hücre başına 23 oksijene göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Ek B.2’de verilmiştir. Leake ve diğerleri (1997) tarafından önerilen sınıflamaya ve Fe^{3+} hesaplamasına göre, granitlerden gelen tüm hornblendler, ($^A Na + K$) $< 0,5$ apfu ile tanımlanmış olan bu sınıflamanın kalsik ($^B Ca > 1$ apfu) grubunda bulunur ve çoğunlukla küçük çermakit ($^T Si < 6.5$ apfu) olan magnezyum-hornblend, karakteristiği yüksek Si içeriği ($^T Si > 6.5$ apfu, Şekil 4.37a) içerir. $Ca + Al^{IV}$ (2.11-3.45 apfu) - $Si + Na + K$ (6.88-7.78 apfu) diyagramlarında (Giret ve diğ., 1980, Şekil 4.37b) görüldüğü gibi, Şeytandere metagraniti kayaçlarının parlak kesitleri üzerinde hornblendlerin, birincil magmatik kökenli Mg-hornblend, edenitik hornblend ve çermakitik-hornblend alanlarında olduğunu göstermektedir.



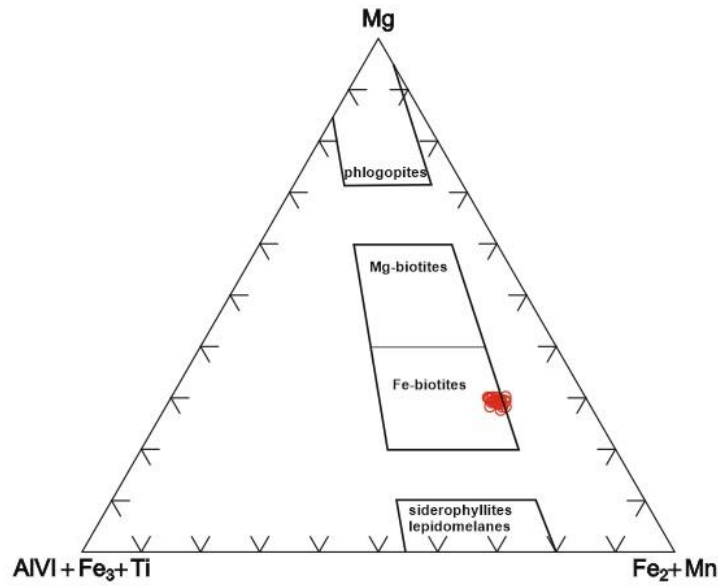
Şekil 4.37: a) Mg/(Mg + Fe²⁺) - Si sınıflandırma diyagramı (Leake ve diğ., 1997), b) Ca + Al^{IV} - Si + Na + K diyagramı (Giret ve diğ., 1980).

Biyotit

Biyotitin kimyasal formülleri ve son üyeleri Mika programı (Yavuz, 2003) kullanılarak 22 kation yüküne göre hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Ek B.3’de verilmiştir. Foster (1960)’ın sınıflandırması olan Mg - Al^{VI}+Fe³⁺+Ti - Fe²⁺+Mn üçlü diyagramında tüm biyotitlerin Fe-biyotit alanına düştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.39). Biyotit örneklerinin çevresinde pirit mineraline de rastlanmıştır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38: Biyotit fenokristalleri ile birlikte yer alan pirit mineralinin görünümü (ÖN-31/2).

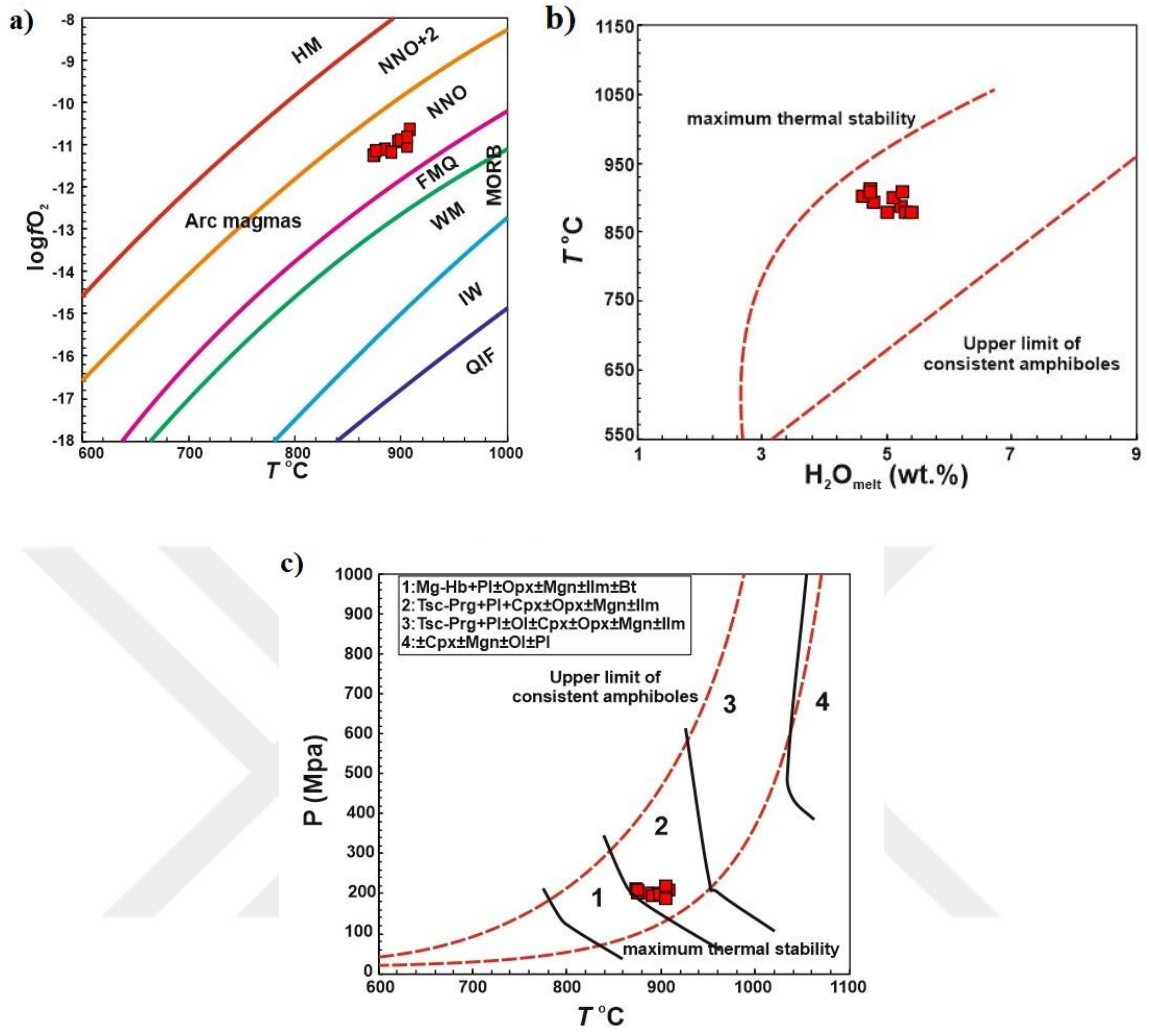


Şekil 4.39: Mg - Al^{VI}+Fe³⁺+Ti - Fe²⁺+Mn üçlü diyagramı (Foster, 1960).

4.4.2. Kristallenme Koşulları

Şeytandere metagranitine ait kayaçların kristallenme koşullarını sınırlamak için, jeotermometre (T), jeobarometre (P), oksijen fugasitesi ($\log fO_2$) ve su içeriği (H_2O_{melt}) yani mineral kimyası verilerinden yararlanılır.

Şeytandere metagranitine ait kayaçlardaki biyotit ve hornblendlerin mineral kimyası sonuçlarına göre, biyotitlerin Fe'li biyotit, hornblendlerin ise kalsik-hornblendlerden oluştuğu saptanmıştır.. Bu örneklerden mineral kimyası ile magmanın kristalleşmesi sırasında etkin olan basınç (P), sıcaklık (T), oksijen fugasitesi ($\log fO_2$) ve su içeriğinin (H_2O_{melt}) durumu incelenmiştir. Biyotit sıcaklıkları 834 - 850 (ortalama = 845 ± 4 °C) aralığında iken, hornblend sıcaklıkları 876 ila 910 °C aralığındadır (ortalama = 893 ± 22 °C) (Şekil 4.40a). Kristalizasyon derinliklerinin 6.5 ila 7.9 km aralığında olduğu tahmin edilmekte olup, Şeytandere metagranitine ait kayaçlardaki, kalsik hornblendlerin ($\log fO_2$) oksijen fugasitesi -10.7 ve -11.3 bar arasında (ortalama = -11.05 ± 0.40) dengelendiği kabul edilebilir (Şekil 4.40b). ΔNNO değerleri ise 0.72 ile 1.11 arasındadır (ortalama = 0.96 ± 0.12) ve H_2O_{melt} içeriği % 4.63 ile % 5.43 arasındadır (ortalama = $\%5.04 \pm 0.4$) (Şekil 4.41b). P-T diyagramında (Şekil 4.40c) Şeytandere metagranitindeki kayaçlara ait hornblendlerin esas olarak 2. bölgede (Tsc - Prg + Pl \pm Cpx \pm Opx \pm Mgn \pm Ilm) olduğu gözlenmektedir. Ridolfi ve Renzulli'nin (2010) deneysel çalışmalarına göre, doğal magmalardaki kalsik hornblendlerin kristalizasyonu 1.5 GPa'da 1130 °C'ye kadar gerçekleşmekte olup, muhtemelen düşük sıcaklık ve sıg kabuk koşullarından (T < 800°C, P < 200 MPa, Şekil 4.68c) 1000 °C ve 2.2 GPa'ya kadar uzanan üst bir P-T sınırına sahiptir. Oksijen fugasite değerleri, kalk-alkalin magma kristalleşmesinin tipik değerleri arasında olup, güvenilir değerler olarak dikkate alınabilir. Bu değerler kristalleşme sırasında biraz daha yüksek bir oksidasyon durumunu göstermekte olup, yay magmatizması ile ilgilidir. Hesaplanan değerlerin tamamı, Şeytandere metagranitine ait kayaçların sıg kabuk koşullarında yerleştiğini göstermektedir.



Şekil 4.40: Şeytandere metagraniti kayaçlarının; **a)** $\log f_{O_2}$ - T ($^{\circ}C$) diyagramı (Ridolfi ve diğ., 2010); “MORB” ve “Arc magma” alanlarının çizimi (Aysal, 2015), **b)** T ($^{\circ}C$) - H_2O_{melt} (wt.%) diyagramı (Ridolfi ve diğ., 2010), **c)** P - T ($^{\circ}C$) diyagramındaki (Ridolfi ve diğ., 2010) konumları.

4.5. JEODİNAMİK EVRİM

Batı Pontidler, batı, orta ve doğu olmak üzere üç alt tektonik birlikten oluşmaktadır. Bu tektonik alt birlikler de kendi içerisinde batıdan doğuya doğru, Istranca Masifi, İstanbul ve Sakarya Zonları olarak tanımlanmıştır (Okay, A.I., 2008; Şengör, A.M.C., and Y. Yılmaz, 1981; Okay, A.I., and Tüysüz, O., 1999). Önceki çalışmalarda elde edilen bölgesel jeolojik veriler, “U-Pb” yaşlandırması ile elde edilen jeokronolojik verilerle karşılaştırılarak, bölgenin tektono-magmatik evrimi yeniden yorumlanmıştır. Istranca Masifi, İstanbul ve Sakarya Zonları karmaşık bir jeolojisi içerdiğinden bölgenin tektono-magmatik evrimi oldukça tartışmalı olup, farklı araştırmacılar farklı yorumlar yapmaktadır. Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu Istranca Masifi bazı araştırmacılara göre (Şengör ve Yılmaz, 1981); Rodop-Pontid kuşağının bir parçası olup, Gondwana kıtasının Erken Mesozoyik dönemde Lavrasya kıtası ile çarpışması sonucu oluşan Kimmeriyen orojenezinin bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Bazı araştırmacılara göre ise; Istranca Masifi, Geç Paleozoyik-Mesozoyik dönemlerde oluşan Lavrasya kıtasının kenar kısmını oluşturur (Okay ve diğ., 1996, Okay ve Tüysüz, 1999; Sunal ve diğ., 2006, 2008).

Şeytandere Metagraniti için bazı araştırmacılar tarafından zirkon minerallerinde U-Pb yaşlandırma çalışması yapılmıştır. Şeytandere Metagranitinde Pb-Pb evaporasyon yöntemi ile zirkonlarda yaş tayini yapmış ve **271±2 My** (Permiyen) yaş bulmuş (Okay ve diğ., 2001), güncel çalışmalara göre ise, Şeytandere metagraniti **506.1±4.5 My** (Kambriyen) yaşlı olarak tanımlanmıştır (Natal'in ve diğ., 2016). Bu yaş verisi Orta Avrupa'daki Kadomiyen/Pan Afrikan orojenezinin 425-700 My (Murphy ve diğ., 2002) yaş aralığına sahip temel kayalarına benzerlik sunduğu düşünülmektedir. İyi korunmuş olan Avaloniyen-Kadomiyen orojenez alanları, Avalon ve Armorica komposit alanları ile Pan Afrikan kuşağında OssaMorena Zonunda (İberya) ve Morocco alanlarında, Avrupa'nın doğusunda ise; Türkiye, İran, Urallar ve diğer bazı tektonik alanlarda rastlanmaktadır (Gubanov, 2002). Şeytandere metagranitinin yakınında yüzeylenen Kula metagranitoidine ait, magmatik zonlu zirkon tanelerinde yapılan “U-Pb LA-ICP-MS” yaş tayininde **310.1±2.0 My** (Karbonifer-Permiyen) konkordiya yaşı alınmıştır (Güngör ve diğ., 2016). “²⁰⁶Pb/²³⁸U” yaşlarının **288±12 My ile 322±8 My** arasında dağılım gösterdiği, ölçülen kalıntı çekirdek yaşının ise **370±12 My** olduğu belirlenmiştir (Güngör ve diğ., 2016).

Istranca Masifindeki Permiyen granitleri ile bunların içine sokulduğu metamorfik kayalar ve bu metamorfik kayaları örten Alt Triyas yaşlı çökellerin, orta Avrupa Variskan orojenezinin doğuya doğru gerilmesi ile oluşabileceği belirtilmektedir (Okay ve diğ., 2001; Aysal et al., 2018). Ayrıca bu istif diziliminin, Avrupa'daki post-orojenik Triyas yaşlı sedimanter dizilime benzer olması da Variskan orojenezinin doğuya uzanımını kanıtlayıcı niteliktedir. Bu birimlerin, Balkan bölgesinde yüzeylenen Yunanistan'ın Patagonian zonu ile karşılaştırılabileceği de ileri sürülmüştür (Okay ve diğ., 2001).

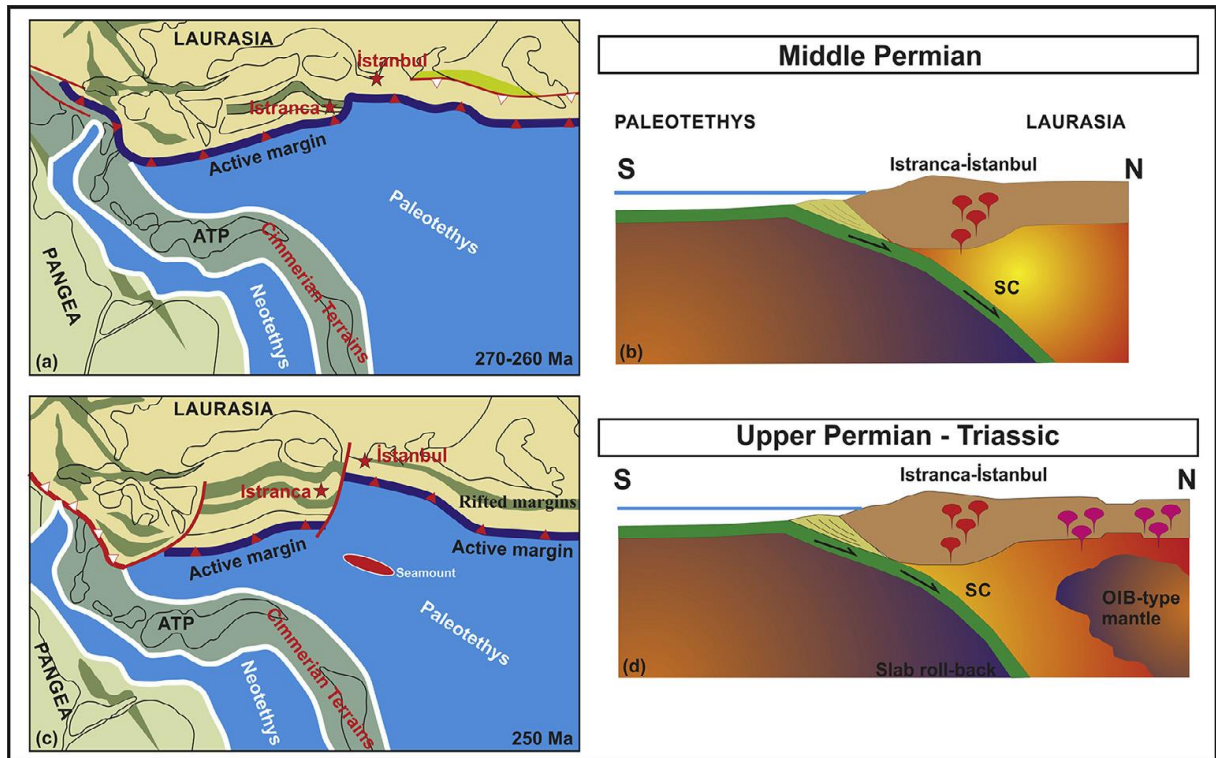
Batı-Orta Avrupa'da Variskan orojenezinin granitoidlerinde, orojenezin erken fazı 340-325 My. olarak; Geç fazı ise 315-290 My. olarak tanımlanır. Variskan orojenezinin Balkanlarda yüzeylenen metamorfik temel kayalarında yaklaşık **335 My**, granitoidlerinde ise **315-285 My** yaşları (Carrigan ve diğ., 2005) saptanmıştır.

Bu metamorfik kayaların protolithleri konumunda olan granitoidler, ağırlıklı olarak geç Neoproterozoik ve Paleozoik yaşlı olup, Erken Karbonifer – Permiyen zamanında metamorfizmaya uğramış kayalar olarak değerlendirilmektedir (Okay ve Topuz, 2016). Ayrıca bu yaş aralığındaki metagranitoidlerin, Balkanlardan Istranca Masifine ve Kafkaslara kadar uzanmakta olduğu ve Ordovisyan'den Triyas'a kadar gelişmiş olarak tanımlanan uzun dönemli İpek Yolu (*Silk Road*) yayının bir parçası olarak da değerlendirilebileceği ileri sürülmektedir (Natal'in ve diğ., 2012).

Bazı araştırmacılar tarafından Kula Metagranitoidinden elde edilen yaşlar, Istranca Masifinin en GD ucunda yer alan ve **249.4±1.5 My ve 253.6±1.75 My** gibi nispeten daha genç yaşlarla (Yılmaz Şahin ve diğ., 2009, Aysal ve diğ., 2018) karşılaştırıldığında; Istranca zonunun batısında Variskan Orojenezinin daha etkin olduğu, doğuya doğru ise etkisinin azalarak Geç Variskan granitoidlerinin ve tektonik olayların da daha zayıf geliştiği şeklinde yorumlanabilir (Güngör ve diğ., 2016; Aysal ve diğ., 2018). Istranca'nın batısında metagranitoidlerde LA-ICP-MS yöntemiyle yapılan yeni jeokronolojik çalışmalarda, Variskan magmatizması için 301.9 ± 1.1 Ma ve 293.5 ± 1.7 Ma olmak üzere iki farklı yaş verisi elde edilmiştir. Bu yaş verilerine göre bölgedeki granitoidlerin iki farklı evrede deformasyona / metamorfizmaya uğradığını göstermektedir (Machev ve diğ., 2015). Ayrıca ilk evrede gelişen metamorfizma olayları, granitoidlerde sintektonik, ikinci ve daha genç deformasyonlar ise metamorfizma sonrası (post-metamorfik) gelişmiş olabileceği ileri sürülmektedir (Machev ve diğ., 2015).

Şeytandere metagraniti, jeokimyasal özellikleri ve bölgesel jeolojik konumuna göre, Balkanlarda, doğudan batıya doğru Istranca Masifi, Rodop ve Serbo-Makedonian Masiflerinde tanımlanan **Karbonifer-Permiyen** döneminde etkin olan **Variskan magmatizmasının** bir ürünü olarak değerlendirilmektedir (Şekil 4.41).

Variskan magmatik yayının ürünleri olan ve Istranca Masifi içerisinde tanımlanan tüm metagranitoidlerin, **Paleo-Tetis Okyanusunun kuzey kolunun, Lavrasya kıtası altına doğru** kuzeye dalımı ile oluşan farklı magmatik fazlarla temsil edilmekte olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 4.41)



Şekil 4.41: Şeytandere metagraniti ve bölgedeki benzer metagranitoidlerin; **a,c**) Paleo-Tetis'in, Orta Permiyen-Erken Triyas evrimi içindeki Paleocoğrafik konumları; **b,d**) Bölge için öngörülen jeodinamik model (Stampfli ve Borel, 2002; ATP: Anatolit-Torid platformu; Aysal ve diğ., 2018) içerisindeki konumları.

Tüm bu verilere göre, Şeytandere metagraniti bölgesel konum içerisinde değerlendirildiğinde, Karbonifer-Permiyen yaşlı olabileceği ve Variskan Orojenezinin etkisinde oluşabileceği jeodinamik konum olarak kabul edilebilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Istranca Masifi içerisinde Kırklareli (Vize) kuzeydoğusunda yüzeyleyen plütoniklerin ve diğer magmatik kökenli kayaçların incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgu ve sonuçlar şunlardır:

1. Istranca Masifi içerisinde yer alan ve tez kapsamında çalışılan alanı oluşturan Kırklareli (Vize) kuzeydoğusu ve çevresine ait genel stratigrafik istif altta Permiyen öncesi yaşlı kırıntılı metasedimanter kayaçlardan oluşan Tekedere Formasyonu ile başlar. Birbirleriyle uyumlu bu çekirdek serisi temel kayaçları, Triyas yaşlı Şermat Kuvarsiti'ne ait metamorfizmlerden oluşan örtü birimleri uyumsuz olarak üstlenmektedir. Çalışma alanının da içerisinde bulunduğu Istranca Masifi'nin temel kayaçları Erken Permiyen yaşlı milonitik, şistik/gnaysik dokulu yaşlardan oluşan Şeytandere Metagraniti tarafından kesilmektedir. Eosen yaşlı Soğucak Formasyonunun egemen kireçtaşı istifi Istranca Masifi'nin çekirdek ve örtü kayalarının üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Kuvaterner yaşlı alüvyon birimi tüm birimleri uyumsuz olarak örter.
2. İnceleme alanındaki temel kayaçlardan şistlerin mineral bileşimleri “Kuvars - Biyotit - Muskovit – Epidot – Klorit – Kalsit - Titanit – Pirit - Opak mineraller” den oluşmaktadır. Şistler içinde metamorfizma koşullarını yansıtacak indeks minerallere rastlanmamıştır. Ancak sıcaklık esas alınırsa bölgenin en üst düzeyinde yer alan mika şistler düşük derece metamorfizma koşullarını yansıtmaktadır.
3. Şeytandere Metagraniti fasiyes olarak, **K-Feldispat Porfiroblastlı Granitler ile Biyotit Granitik Şist/Gnayslardan ve Amfibol Granitik Şist/Gnayslardan** oluşmaktadır.
4. Yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda, bölgedeki tüm metamorfik birimlerin tektonik etkiler altında kaldığı saptanmıştır. Minerallerin kristal boyutlarındaki değişkenlik, birbirinden farklı kristal şekilleri ve kristal sınır türlerinin bulunması, ezilme zonlarında gelişen ufak kuvars kristalleri, kuvarslarda gözlenen dalgalı sönmeler metagranitlerdeki kataklastik dokuyu gösteren önemli verilerdir.
5. Şeytandere Metagranitinden elde edilen jeokimyasal veriler bunların ilksel kayalarının I-tipi karaktere sahip, metalümino-peralümino geçişli, kalk-alkalen karakterli ve volkanik ada yayı/plaka içi/çarpışma sonrası granitleri olduklarını göstermektedir.

6. Şeytandere Metagranitine ait mineral kimyası sonuçlarına göre biyotitlerin Fe'li biyotit, hornblendlerin ise kalsik-hornblendlerden oluştuğu gözlenmektedir. Biyotit ve hornblendlerin mineral kimyasında hesaplanan tüm değerler Şeytandere metagranitinin **sığ kabuk koşullarında** yerleştiğini göstermektedir. Fe-biyotitler, Şeytandere metagraniti kayaçlarının kalk-alkalin, orojenik I-tipi granitoyid karakterini yansıtmaktadır.
7. Şeytandere metagraniti, jeokimyasal özellikleri ve bölgesel jeolojik konumuna göre, Istranca Masifi, Rodope ve Serbo-Makedonian Masiflerinde tanımlanan **Karbonifer-Permien** döneminde etkin olan **Variskan magmatizmasının** bir ürünü olarak değerlendirilmektedir.
8. Şeytandere metagranitinin, üst manto malzemesine yoğun kabuk katkısının olduğu veya alt kıtasal kabuğun erimesiyle oluşan bir magma kaynağından meydana gelmiş olabileceği öngörülmektedir. Jeokimyasal sonuçlara göre, K₂O değerlerinde artış olmasına rağmen, NaO değerindeki düşüklük, kabuk katkısını destekler niteliktedir.
9. Variskan magmatik yayının ürünleri olan ve Istranca Masifi içerisinde tanımlanan tüm metagranitoyidlerin, **Paleo-Tetis Okyanusunun kuzey kolunun** kuzeye dalımı ile oluşan farklı magmatik fazlarla temsil edilmekte olduğu sonucuna varılmıştır.
10. Şeytandere metagraniti ve çevresinde yüzeylenen metagranitoyidler, önceki çalışmalara göre farklı yaş verilerine göre değerlendirilmiştir. Buna göre, bölgedeki farklı isimlerle anılan metagranitoyidlerden Şeytandere metagranitinde **271±2 My ile 506.1±4.5 My arasındaki yaşlar oldukça tartışmalıdır**. Yaş verilerindeki farklılıklar sebebiyle, çalışma alanındaki metagranitlerde zirkon minerallerinde U-Pb yaşlandırma çalışmalarının yapılması planlanmış ve önümüzdeki zamanlarda bir sonuç alınması beklenmektedir. Jeokronoloji çalışmaları sonucu elde edilecek veriler tektono-magmatik evrimi yorumlamada destekleyici bir özellik taşıyacak ve ulusal/uluslararası bir yayına dönüştürülecektir.

KAYNAKLAR

- Aral, F.İ., Çengel, Ş.**, 2003, Tekedere Grubu Kayaçların (Safaalanı-SarayTekirdağ) Yapıtışı-Agrega Olarak Değerlendirme Olanakları. T.Ü. Çorlu Mühendislik Fak., İnşaat Müh. Bölümü, Çorlu/Tekirdağ. M.T.A. Kocaeli Bölge Müdürlüğü, Kocaeli. III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu.
- Ayhan A., Dinçel A. ve Tuğrul Y.**, 1973. Istranca Masifinin (Yıldız Dağları) jeolojisi: MTA Derleme No. 5130.
- Aysal N.**, 2015. "Mineral chemistry, crystallization conditions and geodynamic implications of the Oligo-Miocene granitoids in the Biga Peninsula, Northwest Turkey", *Journal Of Asian Earth Sciences*, pp.68-84.
- Aysal N., Yılmaz Şahin S., Güngör Y., Peytcheva I., Öngen A.S.**, 2018. "Middle Permian-early Triassic magmatism in the Western Pontides, NW Turkey: Geodynamic significance for the evolution of the Paleo-Tethys", *Journal Of Asian Earth Sciences*, pp.83-103.
- Boccaletti, M. ve Guazzone, G.**, 1974. Remnant arcs and marginal basins in the Cenozoic development of the Mediterranean. *Nature* 252: 18-21.
- Boer, N.P.**, 1954. Report on a geological reconnaissance in Turkish Thrace, September, December G.A. 25373.
- Boynton, W.V.**, 1984. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In Handerson P (Eds) . *Rare Earth Element Geochemistry*. (1st ed., Vol.1 pp 63-114). Amsterdam, the Netherlands: Elsevier.
- Carrigan, C.W., Mukasa, S.B., Haydoutov, I., Kolcheva, K.**, 2005. Age of Variscan magmatism from the Bulgarian sector of the orogen. *Lithos* 82, 125-147.
- Cox, K. G., Bell, J. D., & Pankhurst, R. J.**, 1979. *The Interpretation of Igneous Rocks*. London: Allen & Unwin.
- Çağlayan, M.A. ve Yurtsever, A.**, 1998, Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz-A4 ve Kırklareli-B4; Kırklareli-B5 ve B6; Kırklareli-C6 paftaları, 1:100 000 ölçekli açınısma nitelikli Türkiye jeoloji haritaları, No: 20,21,22,23. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dal, M.**, 2008. Vize - Pınarhisar (Kırklareli) Bölgesi Kalkerlerinin Restorasyonda Kullanılabilirliği, Doktora Tezi. 230p.Edirne.
- Debon, F., Le Fort, P.**, 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Trans Roy Soc Edinb, Earth Sci* 73: 135-149.
- Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J.**, 1992. *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*, 2nd ed. Longman, London, 696 p..
- Druitt, C.E.**, 1961, Report on the petroleum prospects of Thrace, Turkey. Turkish Gulf Oil Co. TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) rapor no, 1427. Ankara
- Dunham, R.J.**, 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In.HAM., W.E. (ed), classification of carbonate rocks mem. Am. Ass. Petrol. Geol.1, 108-121.
- Erkal, T.**, 1991. Trakya'da Kuzey Anadolu Fay Zonunda gelişmiş normal fayların oluşumuna yaklaşımlar. *TPJD Bül.* 3, 87-99.
- Erkan, Y.**, 1994. Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmeleri, TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 42, 405 s., Ankara.
- Folk, R. L.**, 1962. Spectral subdivision of limestone types.

- Foster, M.D.**, 1960. Interpretation of the composition of trioctahedral micas: United States. Geol. Surv. Prof. Paper 354 (B), 1–146.
- Giret, A., Bonin, B., Leger, J.M.**, 1980. Amphibole compositional trends in oversaturated and undersaturated alkaline plutonic ring-complexes. *Can. Mineral.* 18, 481–495.
- Gubanov, A.P.**, 2002. Early Cambrian paleogeography and the probable Iberia-Siberia connection, *Tectonophysics*, 352, 153-168.
- Guidotti, C. V.**, 1984. Micas in metamorphic rocks. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 13(1), 357-467.
- Güngör Y., Yılmaz Şahin S., Aysal N., Peytcheva I.**, 2016. "Istranca Masifindeki Kula Metagranitoidinin Jeokronolojik ve Jeokimyasal İncelenmesinin İlk Sonuçları, KB Pontidler, Türkiye ", Uluslararası Katılımlı VII. Jeokimya Sempozyumu, Antalya, Türkiye, Mayıs 2016.
- Harris N. B. W., Pearce, J. A. and Tindle, A. G.**, 1986. Geochemical characteristics of collision zone magmatism: In: Coward, M.P ve Ries, A.C., (eds.), *Collision Tectonics*. Geological Society of London Special Publication, 19, 67-81.
- Holmes, A.W.**, 1961, A stratigraphic review of Thrace. TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayınlanmamış) rapor no, 368., Ankara.
- Irvine, T. N. J., & Baragar, W. R. A.**, 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8(5), 523-548.
- Kasar, S., Bürkan, K., Siyako, M. ve Demir, O.**, 1983, Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayınlanmamış) rapor no, 1771, 71s., Ankara
- Kasar, S.**, 1987, Edirne-Kırklareli-Saray (Kuzey Trakya) Bölgesinin Jeolojisi, Türkiye 7. Petrol Kongresi, 281-291, Ankara.
- Keskin, C.**, 1966, Pınarhisar resif karmaşığı mikrofasiyes incelemesi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, 31, 109-146.
- Keskin, C.**, 1974, Kuzey Trakya Havzasının Stratigrafisi, Türkiye 2. Petrol Kongresi Tebliğleri kitabı, 137-163.
- Ketin, İ.**, 1966. Tectonic units of Anatolia. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey* 66; 23-36., Ankara.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W., Youzhi, G.**, 1997. Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association. Commission on New Minerals and Mineral Names. *Can. Mineral.* 35, 219–246.
- Less, GY., Özcan, E. Ve Okay, A.I.**, 2011. "Stratigraphy and Larger Foraminifera of the Middle Eocene to Lower Oligocene Shallow-Marine Units in the Northern and Eastern Parts Of the Thrace Basin. NW Turkey." *Turkish Journal of Earth Sciences*. Vol. 6. No.20, s. 793-845.
- Machev, P., Ganev, V., and Klain, L.**, 2015. New LA-ICP-MS U-Pb zircon dating for Strandja granitoids (SE Bulgaria): evidence for two-stage late Variscan magmatism in the internal Balkanides. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24: 230-248. doi:10.3906/yer-1407-21.
- Maniar, P.D. and Piccoli, P.M.**, 1989. Tectonic Discrimination of Granitoids, *Geol. Soc. Of America Bull.*, 101, 635-643.
- Menhert, K. R.**, 1968., *Migmatites and the Origin of Granitic Rock*, Netherlands, 392 p.

- MTA, 2002. 1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Murphy, J.B., Eguiluz, L. And Zulauf, G.,** 2002. Cadomian Orogens, peri-Gondwanan correlatives and Laurentia-Baltica connections. *Tectonophysics* 352, 1-9.
- Natal'in, B.A., Sunal, G., Satır, M., Toraman, E.,** 2012. Tectonics of the Istranca Massif, NW Turkey: History of a long-lived arc at the northern margin of Paleo-Tethys. *Turkish Journal of Earth Sciences* 21, 755-798.
- Natal'in, B. A., Sunal, G., Gün, E., Wang, B., & Zhiqing, Y.,** 2016. Precambrian to Early Cretaceous rocks of the Strandja Massif (northwestern Turkey): evolution of a long lasting magmatic arc1. *Can. J. Earth Sci* 53 (11): 1312-1335.
- O'Connor, J.T.,** 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. US Geological Survey, Professional Papers 525-B, 79-84.
- Okay A.I.,** 1986. High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey. In: *Blueschists and Eclogites* (ed. B.W. Evans and E.H. Brown), Geological Society of America Memoir No. 164, 333-348.
- Okay A.I., Satır M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R., Akyüz, S.,** 1996. Paleo and Neo-Tethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronological constraints. In: Yin, A. & Harrison, M. (Eds), *The Tectonic Evolution of Asia*. Cambridge University Press 420-441.
- Okay A.I., Tüysüz, O.,** 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne), Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.
- Okay A.I., Satır M., Tüysüz O., Akyüz S., Chen F.,** 2001. The tectonics of the Strandja Massif: Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 90: 217-233.
- Okay A.I., Satır, M. ve Siebel, W.,** 2006. Pre-Alpide and Mesozoic orogenic events in the Eastern Mediterranean region. *Geological Society of Special Publication No:32*, 389-405.
- Okay A.I.,** 2008. Geology of Turkey: A synopsis. *Anschnitt, Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau, Beiheft 21*, 19-42. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 157.
- Okay A.I. ve Topuz, G.,** 2016. Variscan Orogeny in the Black Sea region. *International of Earth Sciences*, 106/2, 569-592.
- Özcan, E., Less, Gy., Okay, A.OI., Baldi-Beke, M., Kollanyi, K. Ve Yılmaz, Ö.I.,** 2010., "Stratigraphy and larger foraminifera of the Eocene shallow-marine and olistostromal units of the southern part of the Thrace Basin. NW Turkey.". *Turkish Journal of Earth Sciences*, No. 19, s.27-77.
- Özgül, N.,** 2011. İstanbul İl Alanının Jeolojisi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yönetici Özeti, 1-103.
- Öztunalı, Ö ve Üşümezsoy, S.,** 1979. Istranca masifinin çekirdek kayaçları ve petrojenetik evrimleri: Altınlı sempozyumu. 37-44, Ankara.
- Pamir, H. N., ve Baykal, F.,** 1947. Istranca Masifi'nin jeolojik yapısı. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1, 7-43.
- Pearce, J.A. Harris, N.B.W., and Tindle, A.G.,** 1984. Trace-Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956-983.

- Peccerillo, A., & Taylor, S. R.**, 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58(1), 63-81
- Peterson, J.S. ve Lofgren G.E.**, 1986. Lamellar and patchy intergrowths in feldspars: experimental crystallization of eutectic silicates. *American Mineralogist* 71, 343-355
- Ridolfi, F., Renzulli, A., Puerini, M.**, 2010. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes. *Contrib. Miner. Petrol.* 160, 45–66.
- Rieder, M., Cavazzini, G., D'yakonov, Y.S., Frank-Kamenetskii, V.A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval, P.V., Müller, G., Neiva, A.M.R., Radoslovich, E.W., Robert, J.-L., Sassi, F.P., Takeda, H., Weiss, Z., and Wones, D.R.**, 1998. Nomenclature of the micas. *Canadian Mineralogist*, 36, 905-912.
- Rollinson, H.R.**, 1993. *Using Geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*, 352, Longman, Singapore.
- Schumacher, J. C.**, 1997. The estimation of ferric iron in electron microprobe analysis of amphiboles. *Mineralogy Magazine*, 61, 312-321.
- Shand, S.J.**, 1943. *Eruptive Rocks: Their Genesis Composition, Classification and Their Relations to Ore Deposits*, John Wiley, New York.
- Spry, A.**, 1969. *Metamorphic Textures*, Pergamon Press, London, 350 p..
- Stampfli, G.M. and Borel, G.D.**, 2002. A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. *Earth and Planetary Science Letters*, 196, 17-33.
- Sun, S. S., & McDonough, W. S.**, 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geological Society of London Special Publications*, 42(1), 313-345.
- Sunal, G., Natal'in, B.A., Satır, M. and Toraman, E.**, 2006. Paleozoic magmatic events in the Strandja Massif, NW Turkey, *Geodinamica Acta* 19(5), 283-300.
- Sunal, G., Satır, M., Natal'in, B.A. and Toraman, E.**, 2008. Paleotectonic position of the Strandja Massif and surrounding continental blocks based on zircon Pb-Pb age studies, *International Geology Review*, 50, 519-545.
- Sümengen, M., Terlemez, İ., Şentürk, K., Karaköse, C., Erken, E., Ünay, E., Gürbüz, M., Atalay, Z. ve Şentürk; K.**, 1987. Gelibolu Yarımadası ve Güneybatı Trakya Tersiyer Havzasının Stratigrafisi, Sedimentoloji ve Tektoniği. MTA Rap. 8128 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Şengör, A.M.C., and Y. Yılmaz**, 1981, Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach: *Tectonophysics*, v. 75, p. 181-241.
- Umut, M., İmik, M., Kurt, Z., Özcan, İ., Sarıkaya, H. Ve Saraç, G.**, 1983, Tekirdağ, Silivri (İstanbul) Pınarhisar alanının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (yayımlanmamış) rapor no, 7349. Ankara.
- Umut, M., İmik, M., Kurt, Z., Özcan, İ., Ateş, M., Karabıyıköğlu, M. ve Saraç, G.**, 1984, Edirne İli-Kırklareli İli-Lüleburgaz (Kırklareli İli) Uzunköprü (Edirne İli) civarının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (yayımlanmamış) rapor no, 7604, 42s. Ankara

Ünal, O.T., 1967, Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) rapor no, 391, 80s. Ankara

Yavuz, F., 2003. Evaluating micas in petrologic and metallogenic aspect: Idefinitions and structure of the computer program MICA+. Comput. Geosci. 29, 1203–1213.

Yılmaz Şahin, S., Güngör, Y., Aysal, N., Öngen, S., 2009, Istranca ve İstanbul Zonları (KB Türkiye) içerisinde yüzeylenen granitoidlerin jeokimyası ve SHRIMP Zirkon U-Pb yaşlandırması, İstanbulun Jeolojisi Sempozyumu Kitapçığı, 101p.

Yılmaz Şahin, S., Aysal, N., Güngör, Y., Peytcheva, I., Neubauer, F., 2014. Geochemistry and U-Pb zircon geochronology of metagranites in Istranca (Strandja) Zone, NW Pontides, Turkey: implications for the geodynamic evolution of Cadomian orogeny. Gondwana Res. 26 (2), 755–771.

Url-1: <https://earth.google.com/>

Url-2: <https://www.trakyanet.com/>



EKLER

EK A. Çalışma alanının jeoloji haritası ve jeolojik enine kesitler

EK B.1. Feldispat minerallerinin mineral kimyası sonuçları

EK B.2. Hornblend mineralinin mineral kimyası sonuçları

EK B.3. Amfibol mineralinin mineral kimyası sonuçları

EK C. Çalışma alanından kayaç örneklerinin petrografik tanımlamaları



EK B.1: Feldispat minerallerinin mineral kimyası sonuçları

Örnek Numarası ve Ölçüm Noktası	ÖN33-1-1	ÖN33-1-2	ÖN33-1-3	ÖN33-1-4	ÖN33-1-5	ÖN33-1-6	ÖN33-1-7	ÖN33-1-8	ÖN33-1-9	ÖN33-1-10	ÖN33-1-11	ÖN33-1-12	ÖN33-1-13	ÖN33-1-14	ÖN33-1-15	ÖN33-1-16
SiO ₂	56,47	62,61	61,82	61,67	61,42	61,19	60,75	61,41	62,25	61,26	62,16	61,2	62,03	60,7	91,39	62,55
Al ₂ O ₃	22,67	22,5	23,42	23,75	24,38	23,55	24,24	23,36	23,12	23,58	23,64	24,09	23,63	24,1	0,3	23,82
MgO	-0,03	-0,01	-0,01	0	0	0,02	0	-0,02	0,01	0	-0,01	0,01	0	-0,02	0	0,01
CaO	4,48	3,41	3,78	4,45	4,49	4,39	4,46	4,02	3,55	4,24	4,22	4,53	4,44	4,44	0,07	4,35
Na ₂ O	8,63	7,59	5,72	6,08	5,98	6,21	6,1	7,53	7,7	7,53	5,82	7,14	4,48	4,81	0,23	4,24
K ₂ O	0,16	0,12	0,1	0,16	0,17	0,14	0,15	0,13	0,18	0,14	0,08	0,1	0,14	0,13	0,02	0,07
FeO	0,09	0,06	0,18	0,26	0,27	0,32	0,22	0,21	0,17	0,15	0,1	0,15	0,23	0,26	0,17	0,27
P ₂ O ₅	0	0,02	-0,01	0	0,01	-0,01	-0,01	0	0,01	0,02	0,03	0	0	0	-0,01	-0,01
TiO ₂	0,03	0	-0,01	-0,01	0	-0,03	0	0,04	-0,02	-0,02	0,01	-0,06	0,02	-0,02	-0,02	0,04
MnO	0	-0,02	-0,03	0,04	-0,02	0	0,02	0,06	0	0,04	0,04	0,02	0,06	-0,06	0,01	-0,04
BaO	-0,05	0,13	-0,01	0,11	-0,02	0,07	0,01	0,04	0	0,08	0,12	0,04	-0,1	0,02	0,01	0,11
F	0,01	0	0	0,02	0	0,01	-0,02	0	0,01	-0,01	0	0	-0,02	0,01	0,01	0
Cl	0,01	0,01	0	0,02	0,01	0	0	0,01	0,01	0,01	0,09	0	0	0,02	0	0
Total	92,56	96,45	95,02	96,55	96,73	95,9	95,95	96,8	97,02	97,05	96,29	97,27	95,04	94,48	92,21	95,47
F	0,01	0	0	0,02	0	0,01	-0,02	0	0,01	-0,01	0	0	-0,02	0,01	0,01	0
Na	6,4	5,63	4,25	4,51	4,44	4,61	4,53	5,59	5,71	5,58	4,32	5,3	3,33	3,57	0,17	3,15
Mg	-0,02	-0,01	-0,01	0	0	0,01	0	-0,01	0	0	-0,01	0	0	-0,01	0	0,01
Al	12	11,91	12,4	12,57	12,9	12,47	12,83	12,36	12,24	12,48	12,51	12,75	12,51	12,75	0,16	12,61
Si	26,39	29,27	28,89	28,82	28,71	28,6	28,4	28,7	29,1	28,63	29,06	28,61	29	28,37	42,72	29,24
Cl	0,01	0,01	0	0,02	0,01	0	0	0,01	0,01	0,01	0,09	0	0	0,02	0	0
K	0,13	0,1	0,08	0,13	0,14	0,12	0,12	0,11	0,15	0,12	0,07	0,08	0,12	0,1	0,02	0,06
Ca	3,2	2,44	2,7	3,18	3,21	3,14	3,19	2,87	2,54	3,03	3,01	3,23	3,17	3,17	0,05	3,11
Fe	0,07	0,04	0,14	0,21	0,21	0,25	0,17	0,16	0,13	0,12	0,08	0,11	0,18	0,2	0,13	0,21
P	0	0,01	0	0	0	0	-0,01	0	0,01	0,01	0,01	0	0	0	-0,01	0
Ti	0,02	0	-0,01	0	0	-0,02	0	0,02	-0,01	-0,01	0,01	-0,03	0,01	-0,01	-0,01	0,02
Mn	0	-0,01	-0,03	0,03	-0,02	0	0,01	0,05	0	0,03	0,03	0,02	0,04	-0,04	0,01	-0,03
Ba	-0,04	0,11	-0,01	0,1	-0,02	0,06	0,01	0,03	0	0,07	0,1	0,03	-0,09	0,02	0,01	0,1
O	44,3	46,92	46,54	46,96	47,1	46,62	46,68	46,88	47,11	46,96	47,01	47,11	46,67	46,23	48,92	46,95
Total	92,48	96,41	94,94	96,54	96,68	95,85	95,92	96,78	96,99	97,02	96,28	97,21	94,93	94,38	92,18	95,41

EK B.1. devamı: Feldispat minerallerinin mineral kimyası sonuçları

Örnek Numaraları ve Ölçüm Noktası	ÖN34-1	ÖN34-2	ÖN34-3	ÖN34-4	ÖN34-5	ÖN34-6	ÖN34-7	ÖN34-8	ÖN34-9	ÖN34-10	ÖN34-11
SiO ₂	65,5	72,83	66,7	65,51	65,73	69,11	66,16	69,11	73,15	65,21	70,18
Al ₂ O ₃	19,01	20,2	19,09	18,59	18,42	20,15	18,62	20,22	19,92	18,72	20,64
Na ₂ O	0,22	5,26	0,2	0,26	0,29	7,11	0,2	5,22	3,61	0,17	4,36
MgO	-0,01	0	-0,02	-0,01	0,01	0	0	-0,01	0,02	0,01	-0,01
K ₂ O	11,69	0,07	10,53	15,44	15,11	0,08	15,17	0,14	0,08	12,52	0,06
CaO	-0,04	0,26	-0,02	-0,04	-0,03	0,42	-0,04	0,14	0,3	-0,04	0,29
FeO	0	0,1	0,01	0,06	0,02	0,05	0,04	0,07	0,05	-0,02	0,03
BaO	0,34	-0,08	0,33	-0,01	0,24	0,06	0,13	0,11	-0,05	0,32	0
F	-0,03	0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,02	0,01	-0,01
Cl	0,06	0	0,02	0,02	0,03	0	0,01	0,01	0	0,04	0,01
Total	96,81	98,73	96,91	99,88	99,87	96,98	100,34	95,01	97,14	97	95,57
F	-0,03	0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,02	0,01	-0,01
Na	0,16	3,9	0,15	0,19	0,22	5,27	0,15	3,87	2,68	0,13	3,24
Mg	-0,01	0	-0,01	-0,01	0,01	0	0	-0,01	0,01	0	-0,01
Al	10,06	10,69	10,1	9,84	9,75	10,66	9,86	10,7	10,54	9,91	10,92
Si	30,62	34,04	31,18	30,62	30,72	32,31	30,92	32,3	34,19	30,48	32,8
Cl	0,06	0	0,02	0,02	0,03	0	0,01	0,01	0	0,04	0,01
Ca	-0,03	0,19	-0,02	-0,03	-0,02	0,3	-0,03	0,1	0,22	-0,03	0,21
Fe	0	0,08	0,01	0,04	0,01	0,04	0,03	0,06	0,04	-0,02	0,02
Ba	0,3	-0,07	0,3	-0,01	0,22	0,05	0,11	0,1	-0,04	0,29	0
K	9,71	0,06	8,74	12,81	12,54	0,06	12,59	0,12	0,06	10,39	0,05
O	45,89	49,75	46,37	46,33	46,35	48,28	46,64	47,75	49,38	45,73	48,31
Total	96,73	98,65	96,86	99,81	99,84	96,97	100,3	94,99	97,07	96,94	95,55

EK B.1.devamı: Feldispat minerallerinin mineral kimyası sonuçları

Örnek Numarası ve Ölçüm Noktası	ÖN39-1	ÖN39-2	ÖN39-3	ÖN39-4	ÖN39-5	ÖN39-6	ÖN39-7	ÖN39-8	ÖN39-9	ÖN39-10
SiO ₂	62,12	63,65	62,75	62,74	62,97	65,24	65,52	67,15	66,88	66,21
Al ₂ O ₃	18,63	19,15	18,93	18,76	18,89	18,55	18,84	18,63	19,28	18,63
K ₂ O	15,79	16,36	15,13	13,12	16,19	14,84	16,07	8,67	13,79	11,19
P ₂ O ₅	0	-0,01	0	0,02	0,01	0,02	-0,01	0	-0,01	0,02
TiO ₂	0,02	0,01	-0,08	-0,09	-0,01	-0,06	-0,05	-0,15	-0,06	-0,09
Na ₂ O	0,31	0,35	0,17	1,41	0,3	0,42	0,42	1,08	0,23	0,28
MgO	-0,01	0	0	0,02	-0,01	-0,01	0	0,01	-0,01	-0,02
CaO	-0,03	-0,04	-0,05	-0,01	-0,05	-0,04	-0,06	0,04	-0,02	-0,02
FeO	0	0,08	0,03	0,03	0,07	0,09	0,1	0,06	-0,02	0
MnO	-0,02	-0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	-0,01	0,02	0,07	-0,04
BaO	0,16	0,12	0,07	0,06	0,11	0,34	0,41	0,43	0,11	0,34
F	0	0,01	0	0,01	-0,01	0	-0,01	0	-0,01	0
Cl	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0,01	0,01
Total	97,04	99,74	97,11	96,2	98,55	99,54	101,37	96,09	100,36	96,69
F	0	0,01	0	0,01	-0,01	0	-0,01	0	-0,01	0
Na	0,23	0,26	0,13	1,04	0,22	0,31	0,31	0,8	0,17	0,21
Mg	0	0	0	0,01	-0,01	-0,01	0	0	0	-0,01
Al	9,86	10,14	10,02	9,93	10	9,82	9,97	9,86	10,2	9,86
Si	29,04	29,75	29,33	29,33	29,43	30,49	30,62	31,39	31,26	30,95
Cl	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0,01	0,01
K	13,11	13,58	12,56	10,9	13,44	12,32	13,34	7,2	11,45	9,29
Ca	-0,02	-0,03	-0,03	0	-0,03	-0,03	-0,04	0,03	-0,02	-0,01
Fe	0	0,06	0,02	0,02	0,06	0,07	0,08	0,05	-0,01	0
P	0	0	0	0,01	0,01	0,01	-0,01	0	0	0,01
Ti	0,01	0,01	-0,05	-0,05	-0,01	-0,04	-0,03	-0,09	-0,04	-0,05
Mn	-0,02	-0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	-0,01	0,01	0,06	-0,03
Ba	0,14	0,1	0,06	0,05	0,1	0,31	0,36	0,39	0,1	0,31
O	44,62	45,79	44,92	44,84	45,27	46,14	46,62	46,3	47,08	45,99
Total	96,97	99,66	96,98	96,11	98,47	99,43	101,22	95,94	100,24	96,53

EK B.2: Hornblend minerallerinin mineral kimyası sonuçları

Örnek Numarası ve Ölçüm Noktası	ÖN31-2-1	ÖN31-2-2	ÖN31-2-3	ÖN31-2-4	ÖN31-2-5	ÖN31-2-6	ÖN31-2-7	ÖN31-2-8	ÖN31-2-9	ÖN31-2-10
SiO ₂	38,11	38,31	38,3	38,35	23,81	24,33	38,44	23,99	38,58	38,33
Al ₂ O ₃	22,74	22,75	22,64	23,34	19,84	19,27	23,27	19,69	22,84	22,71
CaO	22,55	23,04	23,36	23,09	0,04	0,06	23,19	0,02	20,98	21,17
FeO	13,13	13,6	13,54	12,53	39,1	39,26	13,01	39,63	13,17	12,95
Na ₂ O	0,01	-0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0	-0,02	0,02
MgO	0	0,01	0	0,01	5,25	5,17	0	4,93	-0,02	0
BaO	0	0,01	-0,01	0,03	-0,01	0,07	0,07	-0,08	0,13	-0,07
K ₂ O	0,01	0	0	0,01	0,01	0,2	0	0,04	0,01	0
F	-0,01	0	0,02	0	0	-0,02	0,01	0	-0,01	0
Cl	0	0	-0,01	-0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0	0
Total	96,55	97,73	97,87	97,38	88,09	88,43	98,02	88,3	95,72	95,19
F	-0,01	0,01	0,02	0	0	-0,02	0,01	0	-0,01	0
Na	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,03	0,05	0,02	0	-0,01	0,02
Mg	0	0	0	0,01	3,7	3,64	0	3,48	-0,01	0
Al	10,65	10,55	10,49	10,82	11,08	10,74	10,74	10,99	10,77	10,75
Si	15,15	15,08	15,06	15,08	11,28	11,5	15,04	11,37	15,43	15,4
Cl	0	0	0	-0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0
Ca	9,6	9,71	9,84	9,72	0,02	0,03	9,73	0,01	8,99	9,11
Fe	4,36	4,48	4,45	4,12	15,49	15,52	4,26	15,7	4,4	4,35
Ba	0	0	0	0	0	0,01	0,01	-0,01	0,02	-0,01
K	0,01	0	0	0	0,01	0,12	0	0,02	0,01	0
O	60,24	60,18	60,14	60,24	58,39	58,39	60,19	58,42	60,41	60,38
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F	-0,01	0	0,02	0	0	-0,02	0,01	0	-0,01	0
Na	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,02	0	-0,01	0,02
Mg	0	0	0	0,01	3,16	3,12	0	2,97	-0,01	0
Al	12,03	12,04	11,98	12,35	10,5	10,2	12,32	10,42	12,09	12,02
Si	17,82	17,91	17,9	17,93	11,13	11,37	17,97	11,21	18,03	17,92
Cl	0	0	-0,01	-0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0	0
Ca	16,12	16,46	16,69	16,5	0,03	0,04	16,57	0,01	15	15,13
Fe	10,21	10,57	10,52	9,74	30,39	30,52	10,11	30,8	10,23	10,07
Ba	0	0,01	-0,01	0,03	-0,01	0,06	0,06	-0,07	0,12	-0,06
K	0,01	0	0	0,01	0,01	0,16	0	0,03	0,01	0
O	40,36	40,72	40,74	40,81	32,83	32,89	40,95	32,83	40,22	40,03
Total	96,54	97,71	97,86	97,37	88,08	88,42	98,01	88,23	95,67	95,13

EK B.3: Biyotit minerallerinin mineral kimyası sonuçları

Örnek Numarası ve Ölçüm Noktası	ÖN31-2-1	ÖN31-2-2	ÖN31-2-3	ÖN31-2-4	ÖN31-2-5	ÖN31-2-6	ÖN31-2-7	ÖN31-2-8	ÖN31-2-9
SiO ₂	36,26	35,49	35,73	34,29	34,39	34,69	35,24	35,07	34,83
TiO ₂	1,25	1,28	1,26	1,23	1,24	1,25	1,24	1,26	1,23
Al ₂ O ₃	15,64	15,67	15,17	15,18	15,30	15,26	15,65	15,36	15,35
FeO	23,30	26,08	25,52	26,73	26,89	25,86	25,12	25,24	25,91
MnO	0,65	0,66	0,62	0,65	0,63	0,61	0,62	0,67	0,62
MgO	6,56	6,84	6,84	6,88	6,72	7,31	7,21	7,19	7,09
CaO	0,00	0,05	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,04	0,04
Na ₂ O	0,08	0,13	0,09	0,13	0,02	0,02	0,08	0,06	0,11
K ₂ O	9,94	8,87	9,11	9,16	9,26	9,27	9,07	8,83	8,88
BaO	0,06	0,06	0,09	0,07	0,03	0,07	0,05	0,04	0,11
F	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02
Cl	0,07	0,11	0,09	0,08	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07
Li ₂ O*	0,85	0,63	0,70	0,29	0,32	0,40	0,56	0,51	0,44
H ₂ O*	3,79	3,80	3,78	3,71	3,72	3,74	3,78	3,75	3,74
Subtotal	98,47	99,67	99,04	98,44	98,60	98,58	98,69	98,10	98,44
O=F,Cl	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	98,45	99,65	99,01	98,42	98,58	98,56	98,68	98,08	98,42
Si	5,697	5,565	5,630	5,505	5,509	5,528	5,565	5,576	5,546
Al IV	2,303	2,435	2,370	2,495	2,491	2,472	2,435	2,424	2,454
Total	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al total	2,896	2,896	2,818	2,872	2,889	2,866	2,913	2,879	2,881
Fe/Fe+Mg	0,666	0,681	0,677	0,686	0,692	0,665	0,662	0,663	0,672
Mn/Mn+Fe	0,027	0,025	0,024	0,024	0,023	0,023	0,024	0,026	0,024
Total Al	2,896	2,896	2,818	2,872	2,889	2,866	2,913	2,879	2,881
Mg-Li	0,996	1,199	1,161	1,460	1,400	1,477	1,340	1,376	1,398
Fe+Mn+Ti-AlVI	2,703	3,198	3,148	3,448	3,439	3,284	3,070	3,142	3,254

EK B.3. devamı: Biyotit minerallerin mineral kimyası sonuçları

Örnek Numarası ve Ölçüm Noktası	ÖN33-1- 1	ÖN33-1- 2	ÖN33-1- 3	ÖN33-1- 4	ÖN33-1- 5	ÖN33-1- 6	ÖN33-1- 7	ÖN33-1-8	ÖN33-1- 9	ÖN33-1-10	ÖN33-1-11	ÖN33-1-12	ÖN33-1-13	ÖN33-1-14	ÖN33-1-15
SiO ₂	34,30	34,78	34,53	34,58	34,19	34,96	34,33	35,01	34,47	34,64	35,08	34,80	34,26	34,84	34,66
TiO ₂	1,27	1,07	1,30	1,25	1,22	0,81	1,03	0,94	1,05	1,15	1,03	1,04	1,27	1,23	1,26
Al ₂ O ₃	15,91	16,45	15,91	16,36	16,35	16,61	16,44	16,67	16,27	16,27	16,75	16,49	15,98	16,45	16,34
FeO	24,89	24,66	24,44	24,69	24,89	24,74	24,54	25,29	24,47	24,92	24,53	25,04	25,13	25,26	24,56
MnO	0,66	0,69	0,71	0,78	0,65	0,74	0,64	0,69	0,69	0,73	0,71	0,72	0,76	0,68	0,76
MgO	7,27	7,04	7,09	7,08	7,12	7,33	7,31	7,35	7,27	7,12	7,18	7,13	7,07	7,01	6,76
CaO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na ₂ O	0,09	0,07	0,08	0,04	0,07	0,08	0,14	0,03	0,07	0,04	0,13	0,09	0,05	0,06	0,13
K ₂ O	9,13	9,15	9,08	9,45	9,32	9,37	8,59	9,25	8,98	9,09	9,17	9,14	8,95	9,42	9,15
BaO	0,09	0,35	0,17	0,00	0,37	0,23	0,13	0,06	0,08	0,03	0,27	0,05	0,01	0,09	0,02
F	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cl	0,08	0,07	0,10	0,06	0,07	0,04	0,10	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07	0,06	0,09
Li ₂ O*	0,29	0,43	0,36	0,37	0,26	0,48	0,30	0,50	0,34	0,39	0,52	0,44	0,28	0,45	0,40
H ₂ O*	3,72	3,76	3,72	3,76	3,73	3,80	3,72	3,81	3,73	3,75	3,80	3,77	3,72	3,79	3,74
Subtotal	97,72	98,54	97,50	98,44	98,26	99,21	97,29	99,68	97,52	98,23	99,26	98,82	97,57	99,36	97,88
O=F,Cl	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	97,70	98,52	97,48	98,42	98,24	99,20	97,26	99,66	97,50	98,21	99,24	98,79	97,55	99,34	97,86
Si	5,492	5,510	5,528	5,487	5,459	5,499	5,492	5,480	5,507	5,503	5,502	5,495	5,493	5,484	5,520
Al IV	2,508	2,490	2,472	2,513	2,541	2,501	2,508	2,520	2,493	2,497	2,498	2,505	2,507	2,516	2,480
Total	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Al total	3,003	3,072	3,002	3,060	3,077	3,079	3,100	3,075	3,064	3,046	3,096	3,069	3,020	3,052	3,067
Fe/Fe+Mg	0,658	0,663	0,659	0,662	0,662	0,654	0,653	0,659	0,654	0,663	0,657	0,663	0,666	0,669	0,671
Mn/Mn+Fe	0,026	0,028	0,029	0,031	0,026	0,029	0,026	0,027	0,028	0,029	0,028	0,028	0,030	0,027	0,030
Total Al	3,003	3,072	3,002	3,060	3,077	3,079	3,100	3,075	3,064	3,046	3,096	3,069	3,020	3,052	3,067
Mg-Li	1,547	1,389	1,461	1,437	1,527	1,414	1,550	1,403	1,512	1,437	1,353	1,402	1,509	1,362	1,352
Fe+Mn+Ti-AlVI	3,081	2,906	2,995	2,984	3,022	2,871	2,902	2,957	2,918	2,997	2,835	2,962	3,113	3,026	2,937

EK C. Çalışma alanından kayaç örneklerinin petrografik tanımlamaları

KAYAÇ NO	MİNERALOJİK BİLEŞİM	KAYAÇ ADI	BİRİM
ÖN-1	Ku+bi+mu+mi+kl	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-1/1	Ku+bi+mu+mi+plj	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-2	Ku+plj+mi+mu+bi+kl	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-3	Ku+bi+mu+mi+plj+kl+ep+zr	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-4	Ku+bi+kl+ku+ort+mi+pr+ti	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-5	Ku+bi+mu+ort+mi+ti+ep+zr	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-6/1	Ku+bi+mu+kl+mi+ort+ti+ap	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-6/2	Ku+amf+bi+kl+ti+ep+pr	Amfibol Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-6/3	Ku+bi+ep+kl+ka+ap+ti	Epidot Biyotit Şist	Tekedere Formasyonu
ÖN-7	Ku+mu+mi+ort+bi+ep+kl+zr+ti	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-8	Ku+bi+mu+plj+mi+ort+kl	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-15	Ku+ort+mu+bi+ep	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-16	Ku+kal	Kireçtaşı	Soğucak Formasyonu
ÖN-17	Ku+mi+plj+mu+bi+op	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-19	Ku+mus	Kuvarsit	Şermat Kuvarsiti
ÖN-20	Ku+ort+plj+bi+mu+ep	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-21	Ku+kal	Kireçtaşı	Soğucak Formasyonu
ÖN-25	Ku+plj+ort+mi+mu+ep+op	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-26	Ku+kal	Kireçtaşı	Soğucak Formasyonu
ÖN-28	Ku+kal	Kireçtaşı	Soğucak Formasyonu
ÖN-29	Ku+ort+plj+mi+mu	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-30	Ku+bi+mi+ort+plj+mu+kl+ap+zr	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-30/1	Ku+plj+bi+kl+mu+zr	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-31	Ku+plj+mi+bi+kl+ep+ti	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-31/2	Ku+Plj+ort+bi+amf+kl+ti+zr+ap+ep	Amfibol Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-31/3	Ku+ort+plj+mi+bi+kl+mu+ep+zr+ti+ap	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-31/4	Ku+plj+ort+bi+kl+kal	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-31/5	Ku+mi+plj+ep+bi+mu+kl+zr	Epidot Biyotit Şist	Tekedere Formasyonu
ÖN-31/6	Ku+mi+plj+bi+mu+ep	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-32	Ku+plj+mi+ort+bi+mu+kl+pr+kal	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-33	Ku+mi+ort+bi+mu+kl+ep	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-33/1	Ku+bi+amf+kl+mi+ort+ep+zr+ti	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-33/2	Ku+plj+mi+bi+mu+kl+kal+op	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-34	Ku+ort+plj+mi+mu	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-36	Ku+kal	Kireçtaşı	Soğucak Formasyonu
ÖN-37	Ku+mu+pr+op	Muskovit Kuvars Şist	Tekedere Formasyonu
ÖN-38	Ku+ort+mi+mu+op	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-39	Ku+ort+plj+mi+mu+kl+bi+ti+zr+allanit	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-39/1	Ku+ort+plj+mi+mu+kl+bi	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-40	Ku+plj+ort+mi+mu+ep+op	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-40/1	Ku+ort+plj+mi+mu	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-40/2	Ku+ort+plj+mi+mu	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-41	Ku+ort+plj+mu+pr	Biyotit Granitik Şist/Gnays	Şeytandere Metagraniti
ÖN-42	Ku+ort+mi+plj+mu	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-43	Ku+ort+mi+plj+mu	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-44	Ku+plj+ort+bi+mu+ep+ti	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-45	Ku+plj+ort+mi+mu+ep+kl+op	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-46	Ku+plj+mi+ort+mu+kl+zr	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti
ÖN-47	Ku+mi+plj+bi+ep+mu+kl+zr	Biyotit Kuvars Şist	Tekedere Formasyonu
ÖN-48	Ku+plj+ort+mi+bi+kl+mu	K-Feldispat Porfiroblastlı Granit	Şeytandere Metagraniti

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı ÖZGE NAYCI
 Doğum Yeri ŞİŞLİ
 Doğum Tarihi 19.09.1990
 Uyruğu T.C. Diğer:
 Telefon 0(534) 932 0110
 E-Posta Adresi ozgenayci@gmail.com
 Web Adresi



Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite Karadeniz Teknik Üniversitesi
 Fakülte Mühendislik Fakültesi
 Bölümü Jeoloji Mühendisliği
 Mezuniyet Yılı 08.06.2013

Yüksek Lisans

Üniversite İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
 Enstitü Adı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
 Anabilim Dalı Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
 Programı Jeoloji Mühendisliği Programı

Makale ve Bildiriler

Naycı, Ö., Yılmaz Şahin, S., Aysal, N., 2018, Istranca Masifindeki Şeytandere Metagraniti'nin (Vize-Kırklareli, KB Pontidler) Petrolojik İncelenmesi. 8. Jeokimya Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Antalya, Türkiye.

Naycı, Ö., Yılmaz Şahin, S., Aysal, N., 2019, Istranca Masifindeki Şeytandere Metagranatoyidinin (Vize-Kırklareli) Mineral Kimyası. 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı. Ankara, Türkiye