

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARMUTLU YARIMADASI, FISTIKLI GRANİTİNİN
PETROGRAFIK VE PETROLOJİK İNCELEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Ömer Faruk DEREKÖY

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006

Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 2006

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ş. Can GENÇ (İ.T.Ü)

Prof.Dr. Aral I. OKAY (İ.T.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Okan TÜYSÜZ (İ.T.Ü.)

Yrd.Doç.Dr. Zekiye KARACIK (İ.T.Ü.)

Yrd.Doç.Dr. Petek A. USTAÖMER (Y.T.Ü.)

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Bu araştırma İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji programında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Armutlu Yarımadası, içerdği farklı tektonik birimler ve bunları kesen intrüzif kayalar ve volkanikler ile bir mozaik halindedir. Yarımadanın karmaşık yapısı çalışma arazisini mesleki açıdan çok eğitici ve zevkli bir hale getirdi. Bu nedenle, tez çalışması sırasında birçok konuyu tekrar araştırma gereğini duydum.

Tez konusunun seçilmesinde ve bu araştırmanın tamamlanması yolunda bilgi ve tecrübelerini aktarmak suretiyle bana yol gösteren tez danışmanlarım Sayın Prof.Dr. Aral I. OKAY ve Sayın Prof.Dr. Ş. Can GENÇ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Topografya ve bitki örtüsü bakımından Fıstıklı granitinin bulunduğu arazi zorlu ve çetin şartlara sahiptir. Buradaki zorluğu oradaki yerli halkın yardımları ve hiç üşenmeden, gönüllü olarak bana eşlik etmeleri ile üstesinden gelebildim. Bu insanların sıcak ve yardımsever tavırları beni etkilediğinden bölge halkına teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Yüksek lisans yapmaya karar verdiğimde, bu uzun ve zorlu yola girmemde benim hep arkamda olan babam Y. Taha DEREKÖY'e maddi ve manevi desteğinden ötürü, bana iyi ve kötü günlerimde, yaşadıkları zorlukları önemsemeden destek olan, sevgili anneme, eşime ve burada isimlerini saymadığım büyüklerime sonsuz teşekkür ederim.

Mart, 2006

Ömer Faruk DEREKÖY

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. ESKİ İNCELEMELER	2
3. COĞRAFYA	5
3.1. Morfoloji	5
3.2. Bitki Örtüsü ve İklim	6
3.3. Ulaşım	6
4. STRATİGRAFİ	8
4.1. Armutlu Metamorfik Topluluğu	10
4.2. Fıstıklı Graniti	12
4.2.1. Fıstıklı Graniti ile İlgili Diğer Birimler	19
4.2.2. Fıstıklı Granitinin Petrografik Özellikleri	21
4.2.3. Fıstıklı Granitinin Jeokimyasal Özellikleri	28
4.2.3.1. Yöntem	28
4.2.3.2. Sınıflama	30
4.2.3.3. Ana element ve iz element ayrışması trendleri	35
4.2.3.4. Tektonik ortam	38
4.2.3.5. Spider ve multi element diyagramları	40
4.3. Kızderbent Volkanitleri	41
4.4. Alüvyon	42
5. BÖLGENİN JEOLojİK EVRİMİ VE FISTIKLI GRANİTİ ÜZERİNE	43
6. SONUÇLAR	45
KAYNAKÇA	47
JEOLojİ HARİTASI VE ENİNE KESİTLER	EK-A
ÖZGEÇMİŞ	51

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1. Fıstıklı graniti majör, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları 29

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1: Çalışma alanı	6
Şekil 4.1: Armutlu Yarımadası'nın ana tektonik birlikleri (Yılmaz ve diğ., 1995)	8
Şekil 4.2: Armutlu Yarımadası Fıstıklı graniti, çevre birimleri jeoloji haritası	9
Şekil 4.3: Armutlu metamorfik topluluğu, stratigrafik kesiti	11
Şekil 4.4: Fıstıklı graniti içindeki farklı kayaç türlerinin granit içindeki dağılımı	13
Şekil 4.5: İri kuvars kristalli porfirik granodiyoritler	14
Şekil 4.6: Granit-Metamorfik dokanak ilişkisi. Armutlu doğusu, Yılanlı mevki	15
Şekil 4.7: Mecidiye Köyü mafik magmatik anklavlar ve metamorfik ksenolit	16
Şekil 4.8: Kapaklı köyü kuzeyinde, granitinin amfibolitler ile olan dokanağı	17
Şekil 4.9: Granitin mafik magmatik anklav (A) ve metamorfik (MA) ksenolitler	18
Şekil 4.10: Kuvars porfirlerin el örneği	19
Şekil 4.11: Riyolit el örneği	20
Şekil 4.12: Riyolit dayk (Dyk), Fıstıklı köyü doğusu, Dutluk mevki	20
Şekil 4.13: QAP üçgen diyagramı (Le Maitre ve diğ., 1989)	21
Şekil 4.14: Monzogranit dokusu, ince kesitinin çift nikoldeki görüntüsü (4x)	22
Şekil 4.15: Granodiyorit dokusu, ince kesitinin çift nikoldeki görüntüsü (4x)	23
Şekil 4.16: İri kuvars kristalli, porfirik dokulu granodiyorit	24
Şekil 4.17: (a) Plajioklas-polisentetik (b) Plajioklas-sinosis dokusu ve biyotit	25
Şekil 4.18: (c) Kuvars-dalgali sönme (d) Granofirik doku. (xPl-4x)	26
Şekil 4.19: (e) Granit içinde gelişmiş biyotit. (f) Ksenolit-ışınsal	27
Şekil 4.20: Fıstıklı graniti örneklerinin TAS (Total Alkalis-Silica)	30
Şekil 4.21: AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971)	31
Şekil 4.22: Granitin Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramındaki dağılımı	32
Şekil 4.23: Kayaç sınıflaması (Middlemost, 1985)	33
Şekil 4.24: De La Roche ve diğ. (1980) R1-R2 plütonik kayaç sınıflaması	34
Şekil 4.25: Majör oksitlerin SiO ₂ 'ye oranları. Harker değişim diyagramları	36
Şekil 4.26: İz elementlerin SiO ₂ 'ye göre değişimi	37
Şekil 4.27: Granitin kökensel ayırım diyagramı (Pearce, 1984)	38
Şekil 4.28: Multi element spider diyagram (Pearce, 1984)	39
Şekil 4.29: Kondirite nadir toprak elementleri spider diyagram (Boynton, 1984)	39

ARMUTLU YARIMADASI, FISTIKLI GRANİTİ'NİN PETROGRAFİK VE PETROLOJİK İNCELEMESİ

ÖZET

Yaklaşık 60 km²'lik inceleme alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve bu harita üzerinde, Fıstık granitinin barındırdığı farklı türdeki intrüzif kayaçlar ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Çalışmanın ana konusu, Fıstıklı graniti olarak tanımlanmış olan granitik gövdenin jeolojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi şeklindedir.

Arazi çalışması süresince Fıstıklı graniti içindeki farklı doku ve bileşimdeki plütonik kayaçlardan örnekler toplanmış ve granitin bütününi temsil eden bir numune seti hazırlanmıştır. Bu numune setindeki kayaçlar öncelikle petrografik olarak detaylı bir incelemeye tabi tutulmuştur. Bunu izleyen evrede bu numune setindeki kayaçlar içerdikleri majör, nadir toprak ve iz elementlerinin tespiti için Kanada da bulunan özel bir laboratuara gönderilmiş ve bunun neticesinde elde edilen sonuçlar literatürde yaygınca kullanılan çeşitli jeokimyasal diyagramlarına izdüşürülmüştür.

Tüm bu çalışmalar neticesinde Lütésiyen yaşlı granitin egemen olarak iki tip kayaçtan oluştuğu görülmüştür. Bunlardan ilki, bölgenin yoğunlukla kuzeydoğu, doğu, kuzeydoğu, güney ve orta kesimlerinde bulunan monzogranitlerdir. Diğeri ise; inceleme alanının batı ve kuzeybatı, kuzey ve güneybatı kesimlerinde gözlenen granodiyoritlerdir. Bu iki kayaç Fıstıklı köyü hizasından başlayarak, yaklaşık KKD-GGB doğrultulu bir çizgi ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Bu iki kaya türü tüm granitik gövdenin %70'ini oluşturmaktadır. Granitik gövde içerisindeki bir diğerkaya grubu iri kuvars kristalli (porfirik) granodiyoritlerdir. Bu tip kayaçlar granit içerisinde yalnız, granitin güneydoğu bölgelerinde gözlenmektedir. Granitler ile doğrudan ilişkili başka bir kayaç türü de, porfiri riyolitler ve/veya kuvars porfirlerdir. Bu kayaçlar inceleme alanının kuzeybatı ve kuzeydoğusunda, granitik gövde içerisinde stok halinde, granite göre daha taze duruda bulunmaktadır.

Granitin özellikle güney kesimleri, kalınlıkları 50 m. ye varan riyolit dayklar tarafından kesilir. Ayrıca aplitik dayklar da graniti sıkça kesmektedir. Aplit daykları granite göre çok daha taze durumdadır. Granit, kapladığı alanın orta kesimlerinde yaygınca arenalaşmıştır ve yüzeysel alterasyon oranı kuzeye gidildikçe artmaktadır. Plüton özellikle güney ve güney doğu bölgelerinde yoğun ksenolit ve mafik magmatik anklav kapsamaktadır.

Granit Kızderbent volkanikleri ile yaptığı dokanıklarda skarn zonu oluşturmuştur. Bu zonda epidotlu hornfelsler müşahede edilmiştir. Granit, ana kütlesi dışında, Armutlu metamorfik topluluğu metavolkanikleri ve amfibolitleri içerisine damar ve dayklar halinde de sokulmuş ve yerleşmiştir. Granit, doğu ve güneydoğuda Armutlu metamorfik topluluğu üyesi kuvarsitler ve amfibolitler ile sınırlanmaktadır . Granitin bu birimlerle olan dokanağında yoğun mafik magmatik ksenolitler ve metamorfik anklavlar gözlenmektedir.

Monzogranitler pembe renkli, orta, iri taneli, holokristalen kayaçlardır. Koyu mineral olarak amfibol ve biyotit az miktarda bulunmaktadır. Granodiyoritik kayaçlar açık renkli, orta taneli, yaklaşık eş tane boyunda (granüler), holokristalen kayaçlardır. Bunların koyu mineral içerikleri monzogranitlere oranla daha fazladır. Granitin içerisindeki kayaç türlerinden petrografik olarak en dikkat çekici olanı iri kuvars kristalli granodiyoritlerdir. Bu kayaçlardaki kuvars kristalleri, özşekilsiz, elipsoidal yapıda, orta-iri tanelidir. Granit içerisindeki bu tür kayaçların varlığı, doğuda bulunan ve dokanak oluşturduğu Armutlu metamorfik topluluğunun üyesi olan kuvarsitler ile granit etkileşimlerine bağlı olmalıdır.

Fıstıklı granitinin jeokimyasal diyagramlara iz düşürülerek yorumlanması neticesinde, granitlerin subalkali, kalk-alkali türde kayaçlar olduğu orta konmuştur. Granitin jeotektonik ortamını yansıtmak için Pearce ve diğ. (1984) tarafından önerilen diyagramlar kullanılmıştır. Bu diyagramlarda birim, volkanik ada yayı ve syn-collisional granit alanlarına düşmektedir. Fakat gözlenen bu trendler aynı zamanda çarpışma sonrası oluşan granitlerin gösterdiği tipik bir dağılımdır. Dolayısıyla sadece jeokimya verileri kullanılarak birimin tektonik ortamı üzerinde çok sağlıklı bir bilgi/sonuç elde edilememektedir. Bu nedenle birimin tektonik ortamı için bölgenin jeolojik evrimine bakılmış ve sonuçta Fıstıklı granitinin çarpışma sonrası granitik kayaları temsil ettiği sonucuna varılmıştır.

ARMUTLU PENINSULA, INVESTIGATION OF THE FISTIKLI GRANITE ASPECTS OF PETROGRAPHY AND PETROLOGY

SUMMARY

The study area, which covers approximately 60 km², is mapped in scale of 1/25.000. The different rock types of Fistikli granite are marked in detail on this map.

The main topic of this study is that to investigate of plutonic body, named Fistikli granite, and to examine it on geologic, petrography and geochemical aspects.

A lot of samples are collected from the different petrographic parts of Fistikli granite in order to characterized the whole magmatic body: initially, these samples were studied petrographically. The unaltered fresh samples were chosen for geochemical analysis, and after that, they have been prepared for analysis. After the sample preparation, the samples were sent to ACME Labs of Canada for major, trace, and REE analysis. Finally, the results were obtained are plotted on some widely used geochemical diagrams.

As a consequent of all these studies, it was observed that Fistikli granite (Lutetian in age) was dominantly formed from two types of igneous rocks. The first one is the monzogranites located mostly northeast, east, south, and the middle parts of the study area. The second one is the granodiorites, observed in the west, northwest, north and southwest regions. These two rocks separate from each other with a line nearly on NNE, SSW, along between the Fistikli village and SE of the Mecidiye villiage. These two rock types cover %70 of the plutonic body. Beside these, another igneous rock were observed in the plutonic body: the granodiorites with coarse quartz crystals. These are only crop out northeast regions of the examined area. Another type of magmatic rocks related to plutonic body is porphyry rhyolite and/or quartz porphyries. These types of rocks crop out at the northwest, northeast regions as the small stocks.

Particularly, in the southern region of the Fistikli granite, a numerous rhyolite dykes cutting the granite are seen. These are 1 to 50 m in diameter. Besides, aplitic dykes are also cut the granite repeatedly. The middle region of the granite is more altered, and area cover is developed the amount of surface alteration increases towards to the north. The pluton contacts a lot of metamorphic xenoliths and mafic magmatic enclaves especially in the border of south and southeast regions. A thin skarn zone was formed on the contacts between the Fistikli granite and Kizderbent volcanics. In this zone, rare hornfelses epidote and garnet-bearing are observed. Granite, except from the main body, has placed as dykes systems in to the metavolcanites, amphibolites of the Armutlu metamorphic assemblage. The granite emplaced into the quartzites and amphibolites of the Armutlu metamorphic assemblage in east and southeast parts of the area. In the contact zones of the granite with these metamorphic rocks, abundant mafic magmatic xenoliths and metamorphic enclaves are present. Monzogranites are pink colored and, middle, coarse grained holocrystalline rocks. Amphibole and biotite are found in minor amounts. Granodiorites are light colored, middle to coarse grained and nearly granular holocrystalline rocks. Their mafic mineral contents are higher than the monzogranites. The most significant type of granite is the coarse quartz crystals-bearing granodiorites. The quartz crystals in these rocks are ellipsoidal in shape. The existence of these types of rocks near the contact zones must depend on interaction with the quartzites of Armutlu metamorphic assemblage.

The results obtained from the positions of the samples on a set of geochemical diagrams, revealed that the Fistikli granite are subalkaline in nature and display calcalkaline trend. On the some tectono-magmatic discrimination diagrams, suggested by Pearce and others (1984), the samples plot on the volcanic arc, syn-collision granite fields. On the other hand, trends are similar to the collision-related granites. Therefore, a convincing argument on the origin of the granite can not be proposed by using only geochemical data.

Considering this situation, the geologic-tectonic evolution of the Armutlu peninsula together with the petrographic-geochemical data for the granite are evaluated collectively. As a consequence of this evaluation, a post-collisional origin is assumed for the Fistikli granitic body.

1 GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Çalışma başlıca, Marmara Bölgesi içinde Armutlu Yarımadası'ndaki Fıstıklı granitini ayrıntılı olarak haritalamak, ayırtlarını ortaya koymak ve bunların petrografik ve petrolojik açıdan incelenmesi amacını taşımaktadır. Bunun haricinde granitin komşu birimlerle olan dokanak ilişkileri de incelenmiştir. Fıstıklı granitinin bazı bölgelerinde artan mafik magmatik anklavlar ve komşu birim ksenolitleri incelenerek granit hakkında daha fazla bilgiye ulaşılmaya çalışılmıştır.

Arazi çalışmalarını takiben öncelikli olarak granite ait ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiştir. Bu incelemeler neticesinde modal analizleri yapılmış ve granitin doku özellikleri ortaya konulmuştur. Bunlara ilişkin fotoğraflar Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü bünyesindeki sayısal görüntüleme laboratuvarında çekilmiştir.

Arazi çalışmaları süresince granitten 90'a yakın numune toplanmıştır. Bu kayaç numunelerinden taze durumda olanlarından 13 adedi majör, iz ve nadir toprak elementleri analizleri yapılmak üzere Kanada'daki ACME Analytical Laboratories'e gönderilmiştir. Numune hazırlama işlemleri Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü bünyesindeki numune hazırlama laboratuvarında yapılmıştır. Örnekler çeneli kırıcı ve agat havan yardımıyla istenilen incelikte pudra haline getirilerek hazırlanmış ve sonra analiz için gönderilmiştir. Laboratuvar sonuçları, yaygın olarak kabul gören jeokimyasal diyagramlara yerleştirilerek, konumları incelenmiş yorumlar yapılmış ve önceki yayınlar ile kıyaslanmıştır.

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji programı dahilinde, yüksek lisans tezi kapsamındaki bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından "Armutlu Yarımadası, Fıstıklı granitinin petrografik ve petrolojik incelemesi" isimli bir proje ile desteklenmiştir.

2 ESKİ İNCELEMELER

Fıstıklı graniti, Armutlu Yarımadası'nı ve özellikle tektonik birlikteliklerini konu alan çok eski tarihli çalışmalardan güncel yayınlara kadar bir çok araştırmada kısaca ele alınmış olmasına rağmen, ayrıntılı çalışmalar ancak yakın tarihli araştırmalara konu olmuştur.

Akartuna (1968), Armutlu Yarımadası'na ait jeolojik araştırmaların, kendi çalışmasının tarihine kadar olanlarının genişçe bir listesini vermektedir. Aşağıda bunları kısa bir özeti verilmektedir.

Hamilton & Strickland (1836) ve Hamilton (1842), Armutlu Yarımadası'ndaki kayalardan bahseden ilk yayınlardan biridir. Yarımadanın batı ucunda bulunan Bozburun'daki volkanikleri ilk defa tanımlamış ve İstanbul boğazının girişindeki volkaniklere benzetmiştir.

Tchihatcheff (1867, 1869), Armutlu Yarımadası'nın tümüne yakın bir kapsamda arazi çalışmalarında bulunmuştur ve bu çalışmalarını "Asie Mineure" adlı eserinde detaylı bir şekilde sunmuştur. Çalışmasındaki en önemli bulgusu ise Gemlik-Yalova hattının batı kesimlerinde mostra veren Paleozoik yaşlı olarak tanımladığı kireçtaşlarıdır.

Von Fritsch (1882), zamanın en detaylı haritasını kendinden önceki çalışmalardan faydalanarak hazırlamıştır. Greisebach'ın Katırlı köyü civarındaki granit blok varlığına, yine Katırlı köyü güneyinde bulunan Paleozoik yaşlı grovaklarla, Yalova'ya kadar olan sahil şeridindeki volkanik kayaların varlığına atıfta bulunmuş ve kabul etmiştir.

Penck (1918), Tchihatcheff'in Kocaeli ile Armutlu Yarımadası'nın aynı jeolojik formasyonlardan oluştuğu savını reddetmiş, Armutlu Yarımadası'ndaki eski kayaların İstanbul boğazındaki kayalarla kısmi benzerlik gösterdiğini ve Prekambriyen yaşlı, bölgesel metamorfizma ve şiddetli kıvrımlanma geçirmiş kuvarsit şist, mermer, mika şist ve fillatların oluşturmuş olduğunu belirtmiştir .

Chaput (1931, 1936), Yalova-Orhangazi- Gemlik yolu üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmış ve özellikle Yalova kaplıcaları üzerinde durmuştur. Ayrıca, inceleme alanındaki Neojen çökelleri detaylı bir şekilde çalışmıştır. Karlık Dağ ve Yalova'nın güneybatısındaki bölgede dasit ve andezitlerin yer aldığını, bu volkanizmanın Eosen yaşlı olabileceğini ileri sürmüştür.

Ardel (1949), Armutlu Yarımadası'nın batı kesimlerinde jeolojik ve morfolojik çalışmalarda bulunmuştur. Hazırladığı haritasının büyük bir kısmında Paleozoik yaşlı kayalara işaret etmiş olmasına rağmen Çınarcık'tan Yalova'ya kadar olan hattın güneyinde granitik bir intrüzyonun, Kaplıcalar bölgesinde ise volkaniklerin varlığına işaret etmiştir.

Akartuna (1968) yarımada'nın tümünün incelendiği ilk en kapsamlı çalışmadır. Çalışmada bölgenin stratigrafisi, tektoniği ve magmatik faaliyetleri araştırılmış, Armutlu Yarımadası haritalanmış ve bu veriler ışığında bölgenin jeolojik evrimi üzerine yorumlar yapılmıştır.

Bürküt (1966), "Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plütonların mukayeseli, jenetik etüdü" isimli doktora tezinde Armutlu Yarımadası'na da değinmiş ve Fıstıklı graniti ile petrografik açıdan ilgilenmiştir. Bu incelemede granitin mineral bileşimi ve doku özellikleri genel hatlarıyla anlatılmıştır.

Şengör ve Yılmaz (1981) Türkiye'nin genel tektonik modellemesini yaparak, Armutlu Yarımadası'ndan geçen bir suture zonunu tanımlamışlardır. Bu kenet kuşağının, Geç Kretase sonuna doğru, İnter-Pontid okyanusunun Sakarya Kıtası ile İstanbul-Zonguldak Zonu arasında kalan kesiminin kuzey yönlü dalıp tükmesi sonucu oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Bu kapanma neticesinde İnter-Pontid okyanusunun suture zonuna ait ofiyolitik Geç Kretase melanjının güneye taşınarak bindirdiğini ve Armutlu Yarımadası'ndaki bugünkü konumlarını aldıklarını tespit etmişlerdir.

Yılmaz ve diğ. (1995) Armutlu Yarımadası'nı kuzey, orta ve güney zonlar olarak ayırmıştır. Bu tasnif de kuzey zon Rodop-Pontid kıtasını, orta zon Sakarya kıtasının bölgesel metamorfizmaya uğramış halini ve Neotetis'in kuzey kolunun okyanus tabanının kalıntısını, son olarak güney zon da Sakarya kıtasının Mesozoyik-Senozoyik istifini temsil etmektedir.

Genç ve Yılmaz (1997) yaptıkları yayınlarında bölgedeki Eosen volkanizmasının kaynağı hakkındaki tartışmaya farklı bir boyut getirmişlerdir. Daha önceleri genel olarak kuzey ve kuzeybatı Anadolu volkanizmasının Neotetis okyanusunun kuzey kolunun, kuzeye doğru Pontid Kıtası altına dalması ile ilişkili olan bir adayayı kökenli volkanizma olduğu görüşü baskındı. Fakat bu çalışma neticesinde Armutlu Yarımadası'ndaki volkanizmanın ve plütonizmanın bu dalma batmanın ardından gelişen, dalma batmadan bağımsız olarak çarpışma sonrası geliştiği savunulmuştur.

Delaloye ve Bingöl (2000), batı ve kuzeybatı Anadolu'daki granitoidlerin jeokimyasal analizlerini ve radyometrik yöntemlerle yaş tayinlerini yaptıkları ve yorumladıkları yayında Fıstıklı granitini de çalışmalarına dahil etmişler, (K-Ar) yöntemiyle yaş tayininde bulunmuşlardır.

Köprübaşı ve diğ. (2000), Fıstıklı granitoidine ait bir dizi jeokimyasal veri oluşturmuş ve bu verileri mevcut jeokimyasal diyagramlara iz düşürüp granitin kökenine ait yorumlar getirmiştir. Yorumlarında granitin yay kökenli bir granit olduğunu iler sürmüşlerdir.

Genç (2001), Köprübaşı ve diğ. (2000)'nin ürettiği sava karşılık, bu yapılan modellemenin, yarımadanın genel jeolojisi göz önüne alınmadığından yay kökenli granit olarak yorumlandığını fakat gerçekte granitin çarpışma sonrası gelişen bir granit olduğunu iler süren bir eleştiri yazısı yayınlamıştır.

Köprübaşı ve Aldanmaz (2004) yayınlarında kuzeybatı Anadolu'daki başlıca önemli üç plütonun jeokimyasal benzerlikleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu plütonlardan birisi Fıstıklı granitidir. Bu çalışmada jeokimyasal olarak elde edilen veriler neticesinde görülen volkanik adayayı izlerinin sebebini araştırmışlar ve bu üç granitoidin kökensel ilişkilerine değinmişlerdir. Bu veriler ışığında plütonların çarpışma sonrası oluşan granitoidler olduğunu ispatlamaya çalışmışlardır. Neticede; böyle bir plütonizmanın oluşması için gerekli olan ısının ve ergimenin başlaması ancak dalma batma sonrası gerçekleşen bir delaminsyonun sağlayacağı görüşünü savunmuşlardır. Bu ergime sırasında da henüz bitmiş olan dalma batma olayının izlerini granitlerin jeokimyasında tespit etmişlerdir.

3 COĞRAFYA

3.1 Morfoloji

Armutlu Yarımadası, Marmara bölgesinde, Yalova, Bursa ve İzmit illerinin sınırları içinde bulunmaktadır. Yarımada, batıya doğru daralan eğilim göstererek D-B uzanımlı olarak Marmara Denizi'nin güneydoğusunda bulunmaktadır (.1).

Yarımada kuzeyde İzmit Körfezi, güneyde Gemlik Körfezi tarafından sınırlanır. Bölgenin güneydoğusunda İznik gölü bulunmaktadır. Genel topografya trendi dağlıktır. Samanlı Dağları yarımadaı batıdan doğuya kadar kapsamaktadır. Taz Dağı (921 m.), Karlık Dağı (868 m.) ve Erikli Dağı (837 m.) bölgedeki en yüksek noktalardan bazılarıdır. Bölgedeki yükseltiler arasında bazı yaylalar bulunmaktadır. Selimiye Köyü'nün kuzeydoğusundaki Delmece yaylası (700 m.), Mecidiye Köyü kuzeyinde Adadüzü Çayırı (550 m.) Armutlu Yarımadası'nın batısındaki bazı yüksek düzlüklerden bazılarıdır.

Boz Burun, Meyhane Burnu, Karaincir Burnu, Kapaklı Burnu Marmara Denizi'ne olan uzantılardır. Kıy kenar çizgisi Armutlu İlçe merkezinden başlayarak, Boz Buruna kadar alçak seyir izlemektedir. Armutlu ilçe merkezinden doğuya doğru olan kıyı kenar çizgisi, karadan denize geçişte daha sert bir morfolojik seyir izler ve falezler yoğunluktadır. Derelerin denize vardığı noktalarda alüvyon oluşmuş ve kıyı çizgisini yumuşatmıştır.

Yarımadanın ortasında bulunan yüksek dağlar neticesinde yarımadanın kuzey ve güneyinde bir çok irili ufaklı dereler ve drenaj havzaları gelişmiştir. Fakat yarımadanın kuzey-güney uzanımı dar olduğundan, yükseltiler arasındaki bu küçük dereler birleşerek büyük dereler oluşturacak seviyeye ulaşamamakta ve kısa sürede denize ulaşmaktadırlar. Bunun yanında, çalışma alanının batısında Armutlu Deresi, doğusunda Yaman Deresi diğer dereler arasında daha verimli olanlarıdır.

3.2 Bitki Örtüsü ve İklim

Armutlu Yarımadası Marmara bölgesinin tipik iklim özelliklerini taşımaktadır. Yazları sıcak ve kurak kışları yağışlı ve ılıman iklim şartları hüküm sürmektedir. Yarımada'nın orta bölgesinde bulunan yüksek tepelerin kuzey yamaçları güney yamaçlarına oranla daha ormanlıdır. Güney yamaçları daha çok makilik ve fundalık zeytinlik ve çamlıktır. Kuzeye göre yarımada'nın güney yamaçları daha az nemli olduğundan yağış miktarı buralarda daha azalmaktadır. Armutlu Yarımadası'nın orta kesimlerindeki yüksek topografyanın hakim olduğu kesimlerin büyük bir oranı sıkı ormanlarla kaplıdır. Bu ormanlar yarımada'nın kuzey yamaçlarındaki ormanlarla birleşmektedir.

3.3 Ulaşım

Armutlu Yarımadası Marmara bölgesinin güneyinde Marmara Denizi ile batısı, kuzeyi ve güneyi ile çevrilmiştir. Kuzeyde İstanbul, güneyinde Bursa, doğusunda İzmit illeri bulunmaktadır. Yalova ili de yarımada'nın en büyük yüzölçümüne sahip yerleşim merkezidir. Çalışma alanı Yalova ilinin Armutlu ilçesi sınırları içindeki alanı kapsamakta ve yarımada'nın güneyinde, Marmara Denizi ile sınırlanmaktadır.



Şekil 3.1: Çalışma alanı

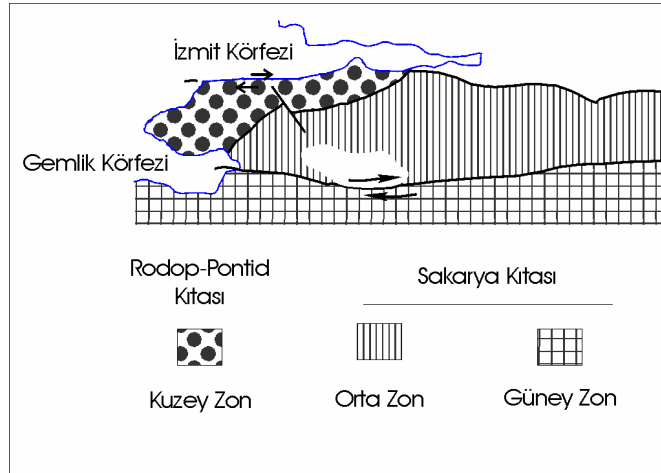
Bölgeye hem karadan hem de denizden birçok farklı güzergah kullanılarak ulaşmak mümkündür. İstanbul'dan bölgeye en kolay ulaşım imkanı; İstanbul Deniz

Otobüsleri İşletmesinin Bostancı–Armutlu seferini kullanılarak olur. Bunun haricinde Pendik – Yalova arasındaki feribotları kullanarak Yalova’ya ulaşmak ve buradan da Yalova – Bursa arasındaki 575 no’lu devlet karayolunu kullanarak Gemlik’e varmaktır. Gemlik’ten de yarımadaının güney sahilini takip eden yol izlenerek çalışma alanına ulaşılabilir. Ayrıca, Yalova’dan Çınarcık istikametini takip eden yarımadaının kuzeyindeki sahil yolu da bölgeye ulaşmak için tercih edilebilir. Eğer feribot kullanılmıyacaksa şu yol izlenir. Öncelikle İzmit’e varılmalı ardından Yalova istikametine dönerek, 130 no’lu devlet karayolunu kullanarak Yalova-Bursa arasındaki 575 no’lu devlet karayolu yoluna geçilerek Gemlik’e varılarak olur. Gemlik’ten de Armutlu Yarımadası’nın güney sahil yolunu kullanılarak çalışma bölgesine ulaşılabilir.

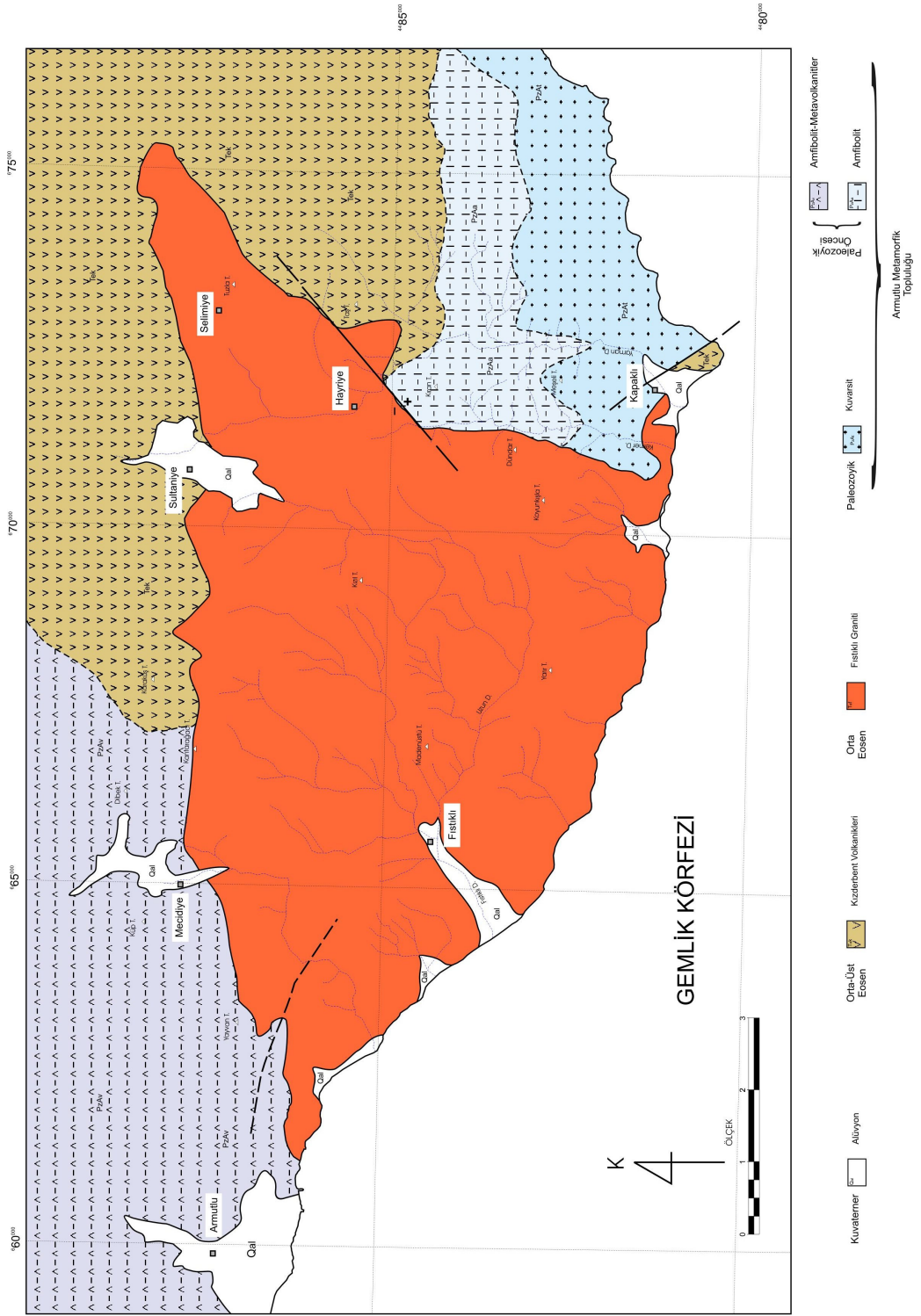
4 STRATİGRAFİ

Armutlu Yarımadası Yılmaz ve diğ. (1995) tarafından üç farklı zona ayrılmıştır. Bunlar Kuzey zon, Orta zon ve Güney zon olarak isimlendirilmiştir (Şekil 4.1). Kuzey zon; Armutlu metamorfik topluluğunu ve bu birimlerin üstünü örten Geç Kretase-Tersiyer yaşlı örtü birimlerini kapsamaktadır ve bu topluluk Rodop-Pontid Kıtası'nın kalıntısını temsil etmektedir (Yılmaz ve diğ. 1995). Orta zon; iki farklı tektonik birimi kapsamaktadır. Bunlardan ilki; İznik Metamorfik Topluluğu ve diğeri de Geyve Metaofiyolitidir. Güney zon; Kuzey Anadolu Fayı'nın güney kolu ile diğerk zonlardan ayrılmakta olup, başlıca Sakarya Kıtası birimlerinden oluşmaktadır.

İnceleme alanı bu zonlardan Kuzey zon içerisinde bulunmaktadır. Orta zon ve Güney zon yarımadaının doğu ve güney kesimlerde yer almakta olduğundan ve Fıstıklı graniti ile herhangi bir ilişki içinde olmamasından dolayı bu çalışmanın konusu dışındadır.



Şekil 4.1: Armutlu Yarımadası'nın ana tektonik birlikleri (Yılmaz ve diğ., 1995)



Şekil 4.2: Armutlu Yarımadası, Fıstıklı graniti, çevre birimleri jeoloji haritası

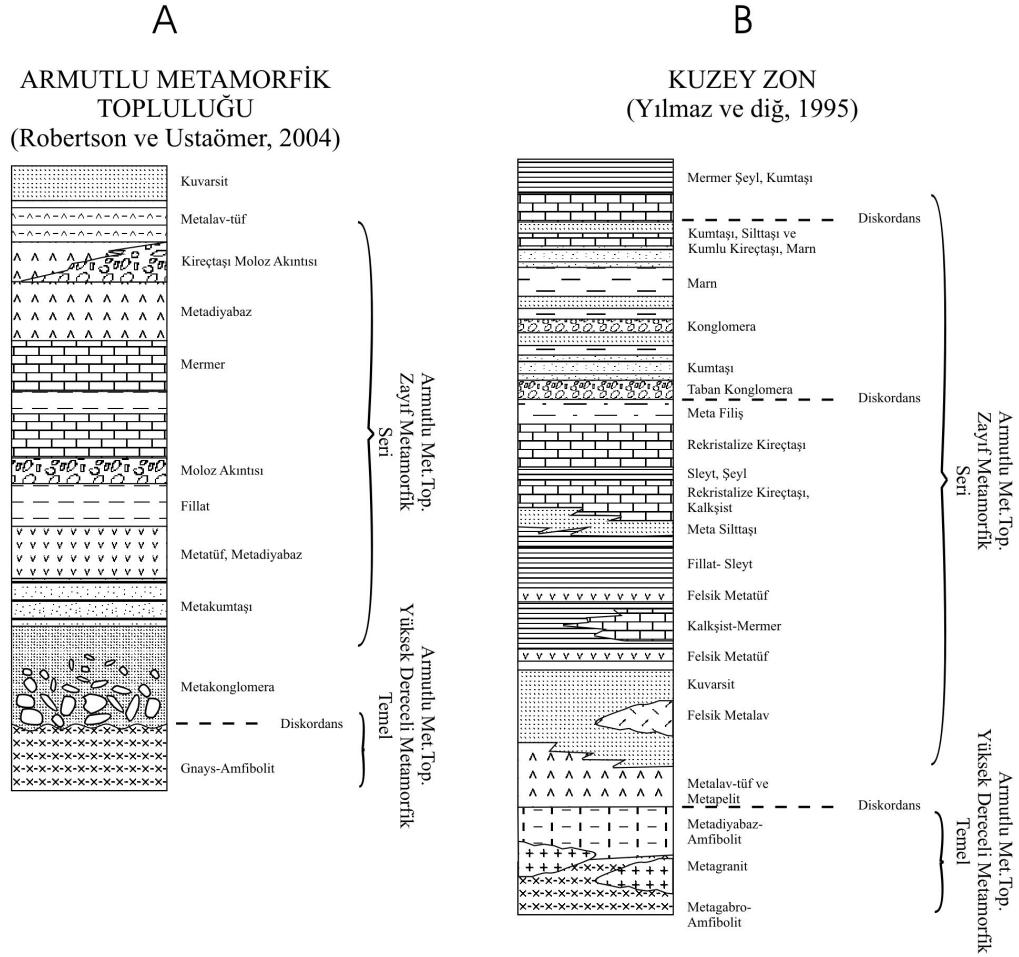
4.1 Armutlu Metamorfik Topluluğu

Armutlu metamorfik topluluğunun temelinde amfibolit, hornblent-şist, metadiyabaz ve metamorfize olmuş, gnaysik dokulu löko-granit bulunmaktadır (Şekil 4.3-B) (Yılmaz ve diğ. 1995). Bu kayaçlar topluluğun yüksek dereceli metamorfizma geçirmiş üyeleridir (Yiğitbaş ve Elmas, 2001, Robertson ve Ustaömer, 2004). Bu yüksek metamorfik seri üzerinde, zayıf metamorfik kayalar uyumsuz olarak bulunmaktadır (Yiğitbaş ve Elmas, 2001, Robertson ve Ustaömer, 2004). Bu örtü, yeşilşist fasiyesi kayaları olarak tanımlanmaktadır (Akartuna, 1968). Yüksek dereceli metamorfizma geçirmiş amfibolitik tabanın stratigrafik olarak hemen üstünde, iyi boylanmış ve yuvarlanmış çakıl taşlı, zayıf deformasyona uğramış konglomera yer almaktadır. Bu temel konglomerasının üzerinde de metakumtaşı bulunur. İstif stratigrafik olarak yukarı doğru birçok asidik sil tarafından kesilmiş olan asidik metatüf ve bununla ilişkili volkanik sedimentlere geçiş yapar. Volkano-sedimentlerin üzerinde koyu renkli şeyl ve şeyl ara tabakalı rekristalize karbonatlar yer alır. Bu birim beyaz metatüf, metariyolit ve metakumtaşı, metabazalt, metadiyabaz, metapelit gibi kayaçlar ile geçişli olarak üzerlenmektedir. Armutlu zayıf metamorfizma fasiyesini en üstte kuvars çimentolu kumtaşı ve kuvarsitler örtmektedir (Robertson ve Ustaömer, 2004). Yukarıdaki açıklanan stratigrafik seri, Armutlu metamorfik topluluğunun, yarımada'nın batı ve güneybatı kesimlerindeki stratigrafisine karşılık gelmektedir.

Armutlu metamorfik topluluğu yarımada'nın batı kesimlerinde yüzeylenmekte ve geniş bir alanda mostra vermektedir. Topluluk, Fıstıklı granitini batı, kuzey, kuzeybatıda, doğu ve güneydoğuda sınırlar (Şekil 4.2). Bu yukarıda sıralanan stratigrafik seriden en alttaki yüksek metamorfik amfibolitik temel kayaçları ve bunların üzerindeki zayıf metamorfik serinin üyeleri olan metamorfik volkanik sedimentler, metabazalt-metadiyabaz ve kuvarsitler Fıstıklı graniti ile dokanak halindedir.

Elmas ve Yiğitbaş (2001)'a göre, Armutlu Yarımada'sının temelini oluşturan yüksek dereceli metamorfik kayaların Neoproterozoyik ofiyolitine ve bu ofiyolitle ilişkili volkanik yay birlikteliğine karşılık gelmektedir. Bu serinin üzerindeki klastik birimlerin yaşı hakkındaki tartışmanın sürmesi nedeniyle genel bir ifadeyle Paleozoyik olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte klastik birimler içinde en

yaşlı üyenin Ordovisiyen-Silüriyen (Göncüoğlu, 1992) ve en genç üyenin ise Devoniyen (Yılmaz ve diğ., 1997) olduğu araştırmalarda ileri sürülmüştür. Armutlu metamorfik topluluğu içindeki volkanoklastik kayaçların yaşı ise kesin olarak Paleozoik olarak öngörülmektedir.



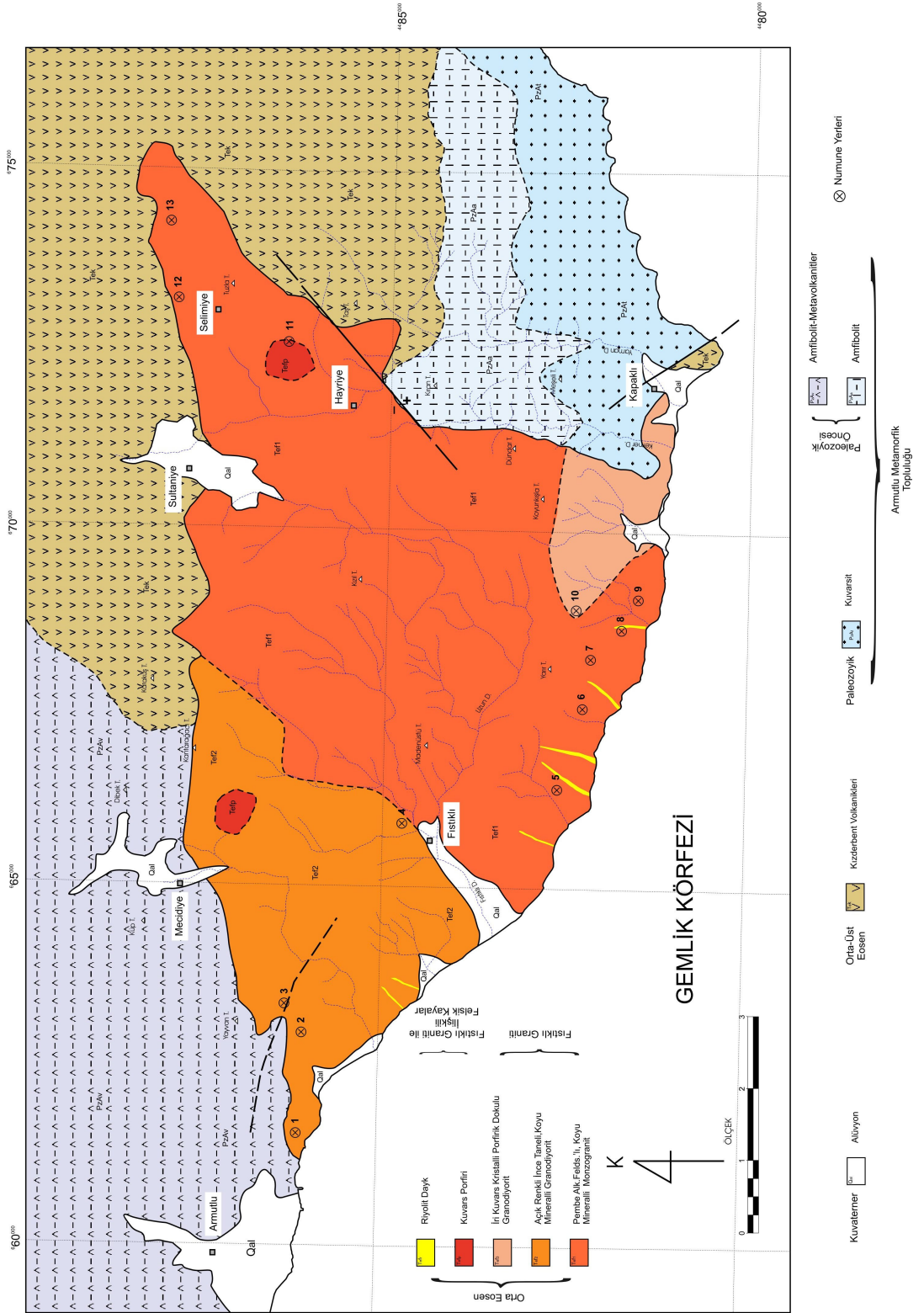
Şekil 4.3: Armutlu metamorfik topluluğu, genelleştirilmiş stratigrafik kesiti. (A) Robertson ve Ustaömer, (2004)'in tanımladıkları, yarımadanın batı kısımlarındaki metamorfik topluluğun genelleştirilmiş stratigrafik kesiti. (B) Yılmaz ve diğ., (1995)'nin tektonik birliktelikler sınıflamasındaki Kuzey zonun genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

4.2 Fıstıklı Graniti

Çalışmanın başlıca konusunu oluşturan Fıstıklı graniti arazi çalışmaları neticesinde yaygın olarak iri kristalli, pembe renkli, alkali feldspatlı, koyu mineralli monzogranit ile ince taneli, açık renkli, koyu mineralli granodiyoritten oluştuğu belirlenmiştir. Birimde bu iki egemen kaya türü haricinde, alkali feldspatça fakir, iri ve oval-yuvarlak kuvars taneli, porfirik dokulu ve kuvars bakımından diğer tür kayalara nazaran zengin granodiyoritler de yer almaktadır. Granitik kütle içerisinde ayrıca kuvars porfiri stokları ve riyolit daykları bulunmaktadır. Granitik kütle içerisinde, ayrıca birçok aplitik dayk graniti kesmekte ve ona göre nispeten taze halde bulunmaktadır. Bu türden sığ ve yarı derinlik kayaçları, ayrı bir başlık altında tanımlanmıştır.

Fıstıklı granitine ait ilk kaynak plütunun kuzeydeki kısmı olan Katırlı köyündeki granitik blokları not eden Grisebach'a Von Fritsch tarafından yapılan atıftır. Ardel ise bir adım öteye giderek granitin bir kısmının sınırını çizmiştir. Daha sonra bölgenin geneline yönelik en kapsamlı ilk çalışmayı Akartuna, (1968) gerçekleştirmiş ve granitin bugünkü sınırlarını belirlemiştir.

Granit kapsadığı alanın güney kesimlerde kısmen taze halde bulunurken kuzeye gidildikçe yoğun alterasyon oluşturmuştur. Bu alterasyon neticesinde kayaç dokusu tamamen bozulmuştur. Feldspatlar granit bünyesinden ayrılmış ve geriye kuvars minerali ile birlikte az miktarda koyu renkli mineraller kalmıştır. Kayaç bu durumda zayıf çimentolu, açık kahve, koyu sarı renkli, orta boylu kırıntılı bir kayaç görünümündedir. Granitin taze durumdaki mostraları genellikle yarımada'nın güneyindeki sahil yolu boyunca uzanan yol yarmalarında gözlenmekte ve bu taze yüzeylerde bölgesel olarak küresel alterasyon görülmektedir. Granitin iç kesimlerindeki aşırı altere olmuş granit içerisinde, 20-30 m. genişliğinde, küçük mostralarda şeklinde, alterasyona uğramamış taze granitlere de rastlanmaktadır.



Şekil 4.4: Fıstıklı graniti içindeki farklı kayaç türlerinin granit içindeki dağılımı

Fıstıklı graniti, farklı mineralojik bileşime sahip granitik kayaları içinde bulunduran bir topluluk niteliğindedir. Plütonun batı kesimleri ile orta ve doğu kesimleri birbirinden belirgin şekilde farklı doku özelliklerine sahip, egemen olarak iki kaya türünden oluşmaktadır. Bu farklı kayalardan granitik kütlelerin orta ve doğu kısımlarında egemen olarak gözlenen kaya türü monzogranitlerdir. Monzogranitler, KKD-GGB doğrultulu bir sınır ile granitik kütlelerin batısında yer alan granodiyoritik kayalardan ayrılmaktadır. Granodiyoritler özellikle plütonun batı ve kuzeybatı kısımlarında egemen kaya türüdür. Bu iki egemen kaya türü tüm granitik kütlelerin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır (Şekil 4.4). Kapaklı köyü çevresinde diğer iki egemen kaya türünden farklı doku ve mineral kompozisyonuna sahip açık renkli, alkali feldspatça fakir, oval şekilli iri kuvars kristalli, porfirik dokulu granodiyorit bulunmaktadır (Şekil 4.5). Bu doku ve yapıya sahip olan kayalar plüton içerisinde lokal olarak Kapaklı köyü çevresinde, birimin kuvarsitlerle (Armutlu metamorfik topluluğu) olan dokanağında gözlenir.



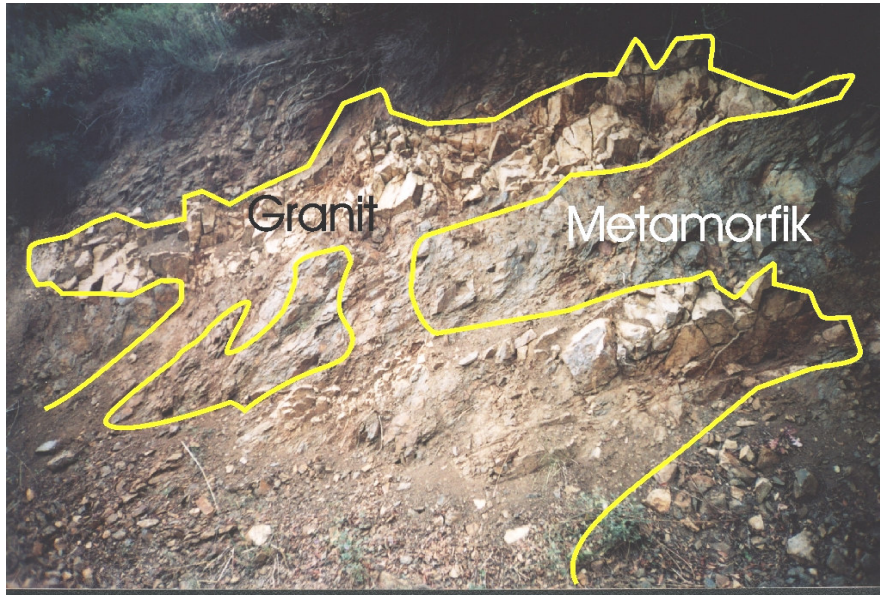
Şekil 4.5: İri kuvars kristalli porfirik granodiyoritler

Granodiyorit ve monzogranitler arasında keskin bir dokanak ilişkisi yoktur. Tersine aralarındaki geçiş tedricidir. Bu geçiş zonunda, güneyde Fıstıklı köyü batısından başlayarak yaklaşık KKD-GGB doğrultulu bir çizgi ile kuzeye doğru ilerlenir ve bu hat boyunca monzogranitler ile granodiyoritler birbirinden ayrılır.

İri kuvars kristalli porfirik dokulu granodiyoritler yukarıda değinildiği gibi granitik kütlelerin güneydoğu ucunda yer almaktadır. Bu özellikteki kayalar, monzogranitler ve Armutlu metamorfik topluluğunun kuvarsit üyesi ile çevrelenmiştir. İri kuvars kristalli granodiyoritler ile monzogranitler yaklaşık keskin bir sınır ile ayrılmaktadır.

Fıstıklı graniti, Armutlu Yarımadası'nın güneyinde yaklaşık 57 Km² bir alanda yüzeylenmektedir. Granitik kütle güneyde, Armutlu ilçe merkezi doğusundan başlayarak tüm kıyı şeridi boyunca devam ederek, Kapaklı köyü girişinde Armutlu metamorfik topluluğunun amfibolit ve metagranitleri tarafından sınırlanmaktadır. Granit, batı ve kuzeybatıda dokanak oluşturduğu Armutlu metamorfik topluluğu üyesi metavolkanik birimler ve nadiren de aynı topluluk üyesi amfibolitler ile geçişli olarak, kuzeyde Mecidiye köyünden başlayarak D-B uzanımlı bir trendde ilerleyerek, İhsaniye köyü girişinde sınırlandırılmaktadır. Mecidiye ve İhsaniye köyleri arasında, Taz Dağı'nın güneydoğu eteklerinde metavolkanitler ile dokanağa gelmektedir. Granitik kütle kuzeyinde bulunan İhsaniye köyünden başlayarak doğuya doğru Selimiye köyü kuzey girişine kadar granit, Kızderbent volkanitleri dokanak ilişkisi sunmaktadır. Kızderbent volkanitleri ile dokanağı Selimiye köyü güneyindeki Hayriye köyünde son bulmaktadır. Bu noktadan itibaren tekrar Armutlu metamorfik topluluğu üyesi amfibolit ve kuvarsitler ile K-G doğrultulu bir hatta sınır meydana getirerek yarımada'nın güneyinde bulunan Kapaklı köyü sahil kenarındaki alüvyonda son bulmaktadır.

Granit, batı dokanağında Armutlu metamorfik topluluğunun metavolkanikleri ve amfibolitleri içersine, uyumsuz olarak, damar ve dayklar halinde sokulmuş ve yerleşmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Granit-Metamorfik dokanak ilişkisi. Armutlu doğusu, Yılanlı mevki

Granitin batıda ve kuzeybatıdaki yan kayaçları olan Armutlu metamorfik topluluğunun metavolkanik ve amfibolit üyeleri ile Mecidiye köyü girişindeki dokanağındaki ilişkisi ise yukarıda bahsedildiğı gibi damar ve dayklar halinde sokulumlarla olmasına karşın metamorfik ksenolitler ve mafik magmatik anklavlar yoğun olarak bulunmaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Mecidiye Köyü girişindeki dokanakta bulunan mafik magmatik anklavlar ve resmin sol alt köşesinde sokulan granitin içinde korunan metamorfik ksenolit

Fıstıklı graniti kuzeyde Armutlu metamorfik topluluğı üyesi metalav, metatüf ve metadiyabaz sınırlamaktadır. Granitin bu birimler ile olan dokanak ilişkisi, granitin yüksek oranda ayrışması ve doğal bitki örtüsü sebebiyle net olarak tespit edilememiş olsa da onların içine yerleştiğı düşünölmektedir.

Çalışmada graniti kuzeydoğuda sınırlayan Kızderbent volkanitleri, Fıstıklı graniti ile yaşıt gelişmiş olması nedeniyle, iki birim arasındaki dokanak ilişkileri çok farklılık göstermektedir. Selimiye köyünün güneyindeki dokanaklarda granitin, volkanik topluluğunu keser ilişkide olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte Selimiye köyü kuzeyindeki Oba sırtları isimli mevkide, Kızderbent volkanitlerinin Fıstıklı granitini kestiğı de görölmektedir. Bu dokanak ilişkisinden, iki birimin yaşça aynı zamanlarda geliştiğı anlaşılmaktadır. Ayrıca; Selimiye köyü güney girişinde, granit ile Kızderbent volkanitlerinin tüfleri arasındaki dokanakta epidotlu ve seyrek garnetli skarn zonu gelişmiştir.

Graniti, güneydoğuda Armutlu metamorfik topluluğu üyesi kuvarsitler ve amfibolitler sınırlandırmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Kapaklı köyü kuzeyinde, Fıstıklı granitinin güneydoğusundaki amfibolitler ile olan dokanağı

Amfibolitler ile granitin Kapaklı köyü kuzeyindeki dokanak ilişkisinde kontak metamorfizma etkisi gözlenmiştir. Ayrıca; granit dokanak çevresindeki genişçe bir alanda mafik magmatik ksenolitler ve metamorfik anklavlar bulundurmaktadır. Bunlar büyük ölçüde alterasyon geçirmiştir (Şekil 4.9).

Anklavlar granitik kütle içersinde, Fıstıklı köyü doğusundan itibaren Kapaklı köyü batısındaki Yarı bayırı mevkiine kadar olan alanda görülür. Bu hat boyunca anklavların boyutlarında ve miktarlarında artış gözlenmiştir. Bu hatta gözlenen anklavlar genellikle ileri derecede altere olduklarından dokusal özelliklerini koruyamamışlardır (Şekil 4.9). Ayrıca; anklavlar, Mecidiye köyü güneyinde, granitin Armutlu metamorfik topluluğu amfiboliti ile dokanağa geldiği kesimlerde de gözlenmiştir. Bu çevredeki anklavlar nispeten taze olup birincil özelliklerini korumuşlardır.

Arazi çalışmaları sırasında iki tip anklav tespit edilmiştir. Bunlar mafik magmatik anklavlar ve metamorfik anklavlardır (Şekil 4.7). Mafik magmatik anklavlar koyu gri renkli, holokristalen ve ince tanelidir. Bazı yörelerdeki mafik magmatik anklavlarda amfiboller ışınal uzun-prizmatik ve orta taneli fenokristaller halinde bulunmaktadır.

Metamorfik ksenolitler ise granitin içine sokulum yaptığı kayaçlardan kopartarak içine aldığı, fakat özümseyemediği parçaların korunmuş parçalarıdır (Şekil 4.7). Plütonun güney ve güneydoğusunda bulunan altere durumdaki anklavların boyutları birkaç cm.den 1-1,5 m.ye kadar varmaktadır. Bu kesimlerde anklavlar granitin kenar zonlarında miktarca bollaşmakta, boyutça da irileşmektedir.



Şekil 4.9: Granitin güneydoğudaki dokanak çevresindeki genişçe bir alanda gözlenen altere mafik magmatik anklavlar (A) ve metamorfik (MA) ksenolitler

Fıstıklı graniti batısında ve doğusunda dokanak oluşturduğu birimlerle farklı dokanak ilişkileri geliştirmektedir. Granit, Kızderbent volkanitlerini kestiği bölgelerde sığ, epizonal karakterde, diğer bölgelerde mesozon tipine daha yakın karakterdedir. Köprübaşı ve Aldanmaz (2004) çalışmalarında granitin derinliğini sormuştur. Çalışmalarında granitin derinliğine dair bilgiye ulaşmak için Schmidt (1992) tarafından uygulamalar için hazırlanmış olduğu hornblentler içindeki alüminyum bir basınç barometresi olarak kabul eden kalibrasyondan faydalanmışlardır. Bu veriye ulaşmak içinde hornblentlerin kuvars ve alkali feldspatlar ile temas ettiği noktalarda oluşan kenar zonlarını kullanmışlardır. Neticede; Fıstıklı granitinin derinliğine dair yaptıkları öngörü 2.7 ± 0.6 kbar'dır ve bu basınca tekabül eden yaklaşık 10 km.'lik bir derinliktir. Buradan da görülebileceği üzere Fıstıklı graniti kabukta sığ derinliklere kadar yükselmiş bir yüksek seviye granitik kütle niteliğindedir.

(K-Ar) yöntemiyle yapılan yaş tayinlerinde granitin yaşının $34.3 \pm 0,9$ my. ile 48.2 ± 1 my. arasında sınırlandırıldığı tespit edilmiştir (Delaloye ve diğ., 2000). Bu elde edilen değerler daha önce Yılmaz ve diğ. (1990) tarafından öngörülen yaş ile uyusmaktadır.

4.2.1 Fıstıklı Graniti ile İlgili Diğer Birimler

Fıstıklı graniti sahada kuvars porfiri stokları, riyolit ve apolit daykları ile ilişkiye gelmektedir. Bu kayalar Fıstıklı granitinin yarı derinlik ve yüzey eşdeğerlerine karşılık gelmektedir.

Kuvars porfirler pembemsi renkli, ince taneli, alkali feldspatlı ve iri kuvars fenokristalli, koyu mineralli, holokristalen kayalardır (Şekil 4.10). Riyolitler beyaz, açık pembe renkli, özşekilli ve yarı özşekilli kuvars fenokristalli olup hemi-kristalen porfirik dokuludur (Şekil 4.11).



Şekil 4.10: Kuvars porfirlerin el örneği

Kuvars porfirler, granitik kütlelerin kuzeydoğu ve kuzeybatı bölgelerinde küçük dayklar ve stoklar halinde yerleşmiştir. Bunlardan ilki plütonun kuzeybatısındaki granodiyoritik granitler içerisinde, Mecidiye köyü doğusunda bulunmaktadır (Şekil 4.4). Diğeri ise, granitik kütlelerin kuzeydoğusunda, Hayriye köyü kuzeydoğusunda gözlenmiştir (Şekil 4.4). Riyolit daykları ise granit mostralalarının güneyin kesimlerinde, Gemlik körfezine bakan yamaçlarda izlenir (Şekil 4.4).

Kalınlıkları 0,5 m. ile 50 m. arasında değişmektedir. Doğrultuları K40D-K15D arasında değişim gösterir (Şekil 4.12).

Kuars porfirler ve riyolit daykları zayıf alterasyon geçirmiştir. Fıstıklı graniti içerisindeki egemen kayalara oranla daha taze durumdadır. Granit ile ilişkide olan aplit dayklar ise bütün plüton göz önüne alındığında en taze durumdaki kayalardır.



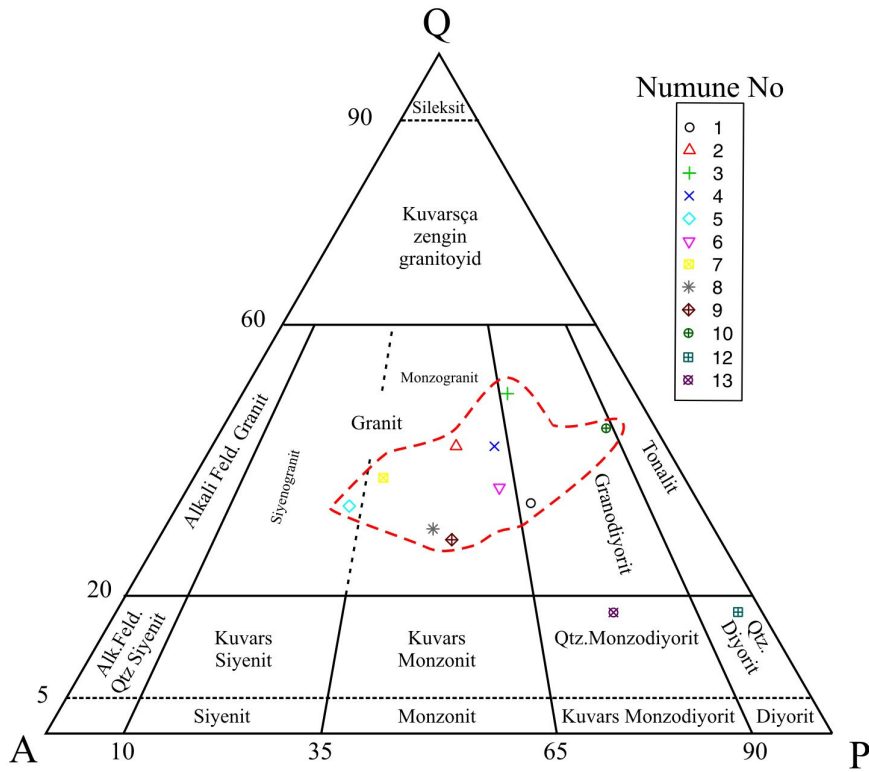
Şekil 4.11:Riyolit el örneği



Şekil 4.12: Riyolit dayk (Dyk), Fıstıklı köyü doğusu, Dutluk mevki

4.2.2 Fıstıklı Granitinin Petrografik Özellikleri

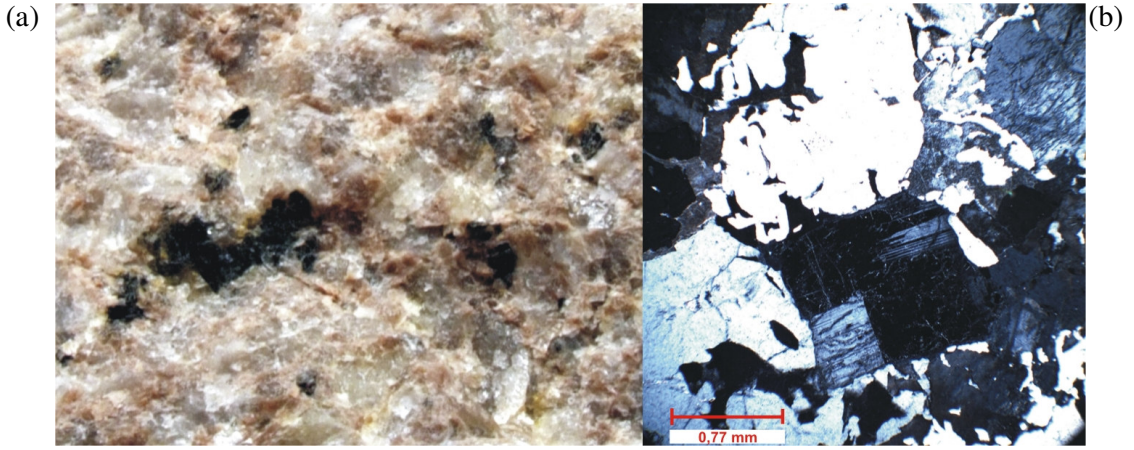
Fıstıklı graniti farklı doku ve mineralojik bileşimdeki granitik kayaları içeren bir plüton niteliğindedir. Sahadan derlenen numunelerin modal analiz sonuçlarına göre bunlar monzogranit ve granodiyorit, siyenogranit, kuvarsmonzodiyorit, kuvarsdiyorit alanı olarak tanımlanan bölgelere izdüşerler (Şekil 4.13). Numuneler arasında başlıca kümelenme monzogranit alanı içerisinde yer almaktadır. Bununla birlikte diyagramda granodiyorit alanı içerisinde de bir grup numune yer almaktadır. Tonalit sınırına yakın bölgedeki granodiyorit, yalnızca Kapaklı köyü civarındaki alkali feldspatça fakir, iri kuvars kristalli dokulu kayaçlardır.



Şekil 4.13: QAP üçgen diyagramı (Le Maitre ve diğ., 1989). Mineral bileşimine göre yapılmış kayaç sınıflaması

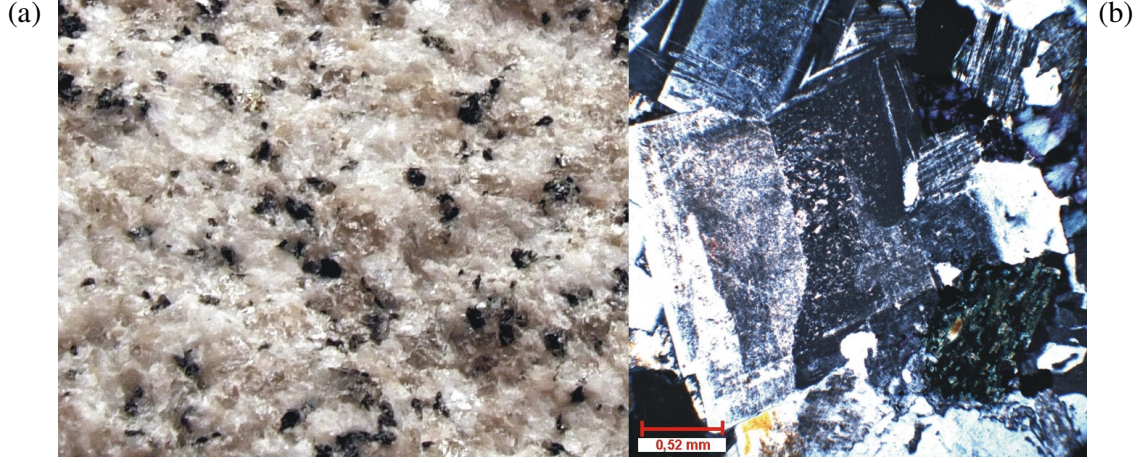
Monzogranitler pembemsi, açık renkli, orta-iri taneli, holokristalen kayaçlardır (Şekil 4.14 a). Bu kayaçların modal analizleri sonucunda, bileşimlerinde oransal olarak %35-30 plajioklas, %40-30 kuvars, %35-25 alkali feldspat ve %5-7 koyu-opak minerallerden oluştuğu gözlenmiştir. (Şekil 4.14 b) Plajioklaslar, genelde orta-iri taneli, öhedral ve nadiren subhedraldir. Bu tür kayaçlara ait bazı ince kesitlerde özşekilli plajioklas minerallerinin 4-5 mm. iriliğinde olduğu ve porfirik bir görüntü sergiledikleri gözlenmiştir. Tipik olarak albit ve karlsbad ikizlenmesi

haricinde polisentetik ikizlenme de gösterirler. Polarizan ışıkta zonlanma gösterirler. Sönme aıllarının incelenmesi sonucunda plajiolklasların genellikle oligoklaz olduğu tespit edilmiştir. Kuvars mineralleri orta-iri taneli ve ozşekilsizdir. İnce kesitlerin çift nikolde yapılan incelemelerinde dalgalı sönme gösterirler (şekil 4.18-c). Alkali feldspatlar, yarı özşekilli ve ozşekilsizdir. Basit ikizlenme karlsbad ikizlenmesi ve pertitik doku oluşturmuşlardır. Genelde, kesitlerde alkali feldspatların serizitleştiği görülmüştür. Bu kayaçların alkali feldspatları ile kuvars mineralleri kendi aralarında granofirik doku meydana getirmişlerdir (şekil 4.18-d). Koyu mineral çoğunlukla amfibol ve bir miktar biyotittir (şekil 4.19-e). Aksesuar mineral olarak sfen ve apatit mevcuttur. Bunun haricinde bazı kesitlerde ayırşma sonucunda amfibol ve biyotitlerin kısmen veya tamamen kloritleştiği gözlenir.



şekil 4.14: Monzogranit. Sol taraftaki resimde kayaın gözle görülen dokusu, sağ tarafta kayaın ince kesitinin çift nikoldeki görüntüsü (4x)

Granodiyoritler açık renkli, orta taneli, hemen hemen eş tane boyu dokulu, holokristalen kayaçlardır (şekil 4.15a-b). Bu tür kayaçlar monzonitik kayaçlara oranla daha ince taneli ve koyu minerallerce daha zengindir. Kayaçların genel mineral bileşimi %30-40 plajiolklas, %30-40 kuvars, %15-20 alkali feldspat, % 10-15 koyu ve opak minerallerdir. Plajiolklaslar orta taneli, özşekilli ve nadiren ozşekilsizdir. Albit ve karlsbad ikizlenmesi gösterirler ayrıca zonlanma görülür. Sönme aılları değerlerine göre plajiolklaslar oligoklaz türü ile temsil edilir. Kuvarslar boşlukları dolduran, ara madde (mezostasis) şeklinde olup ozşekilsizdirler. Alkali feldspatlar orta taneli, yarı ozşekillidir ve bazı kesitlerde serizitleşme gösterirler. Koyu mineraller çoğunlukla biyotittir. Aksesuar mineral olarak sfen ve apatit gözlenir.



Şekil 4.15: Granodiyorit. Sol taraftaki resimde kayacın gözle görülen dokusu, sağ tarafta kayacın ince kesitinin çift nikoldeki görüntüsü (4x)

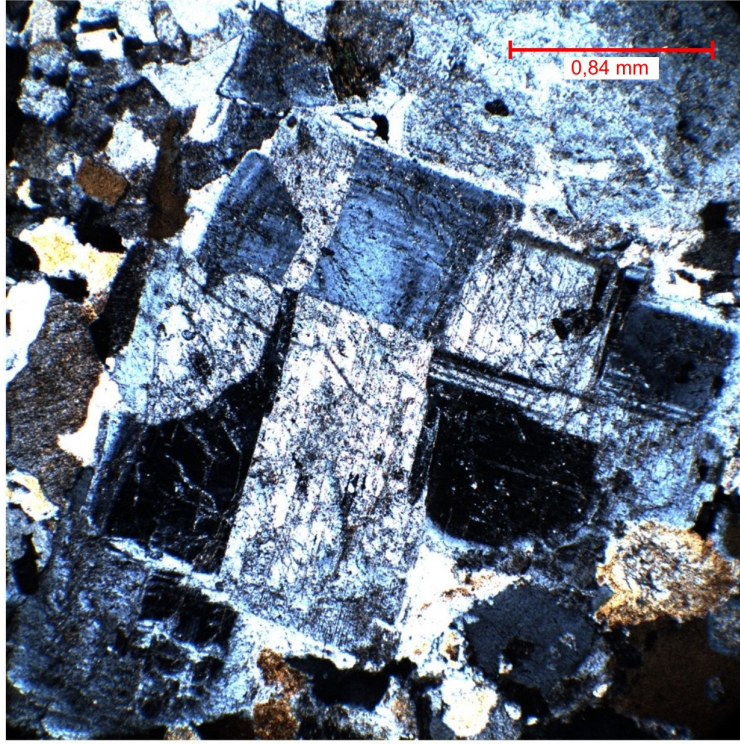
Granitin içerisinde dokusal özellikleri bakımından en göze çarpan kayalar, Kapaklı köyü civarındaki iri kuvars kristalli, porfirik dokulu granodiyoritlerdir (Şekil 4.16 a). Bu kayalar açık renkli, porfirik ve holokristalendir. Bu kayaların mineral bileşimi; %40-45 plajyoklas, %40-45 kuvars, <%5 alkali feldspat ve %1-3 koyu mineraldir. Kuvars kristalleri orta-iri taneli, özşekilsiz, yer yer 1 cm. uzunluğa kadar varan büyüklüktedir. Bu iri kuvars mineralleri polarizan ışık altında dalgalı sönme göstermektedirler. Bunun haricinde dikkat çeken bir başka konuda; bunların konoskopik incelemesi sonucunda, kuvarsların yer yer biax karakter göstermekte olduğunun belirlenmiş olmasıdır. Dalgalı sönme ile bu durum kuvarsların kristallenme sırasında deformasyonlara maruz kalmış olduğunu göstermektedir.



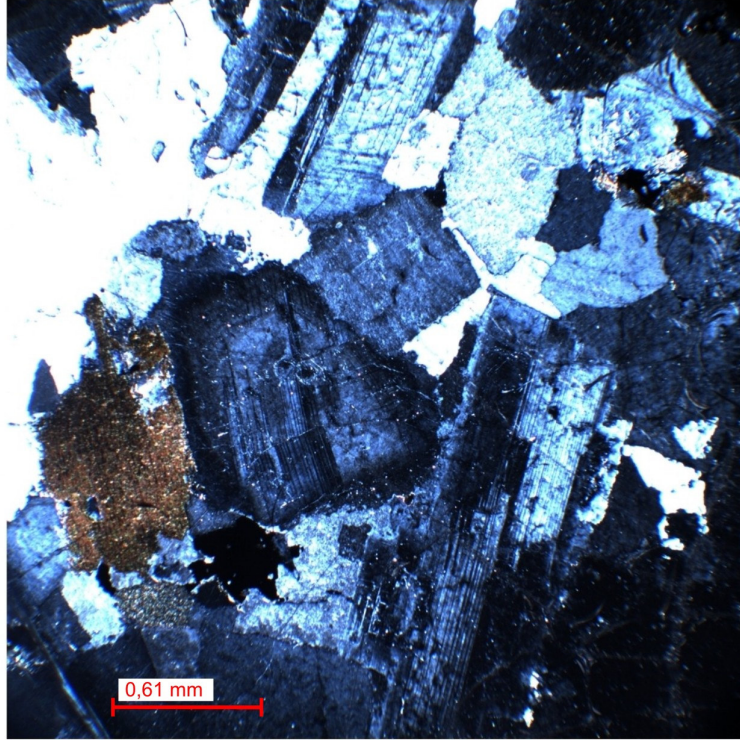
Şekil 4.16: İri kuvars kristalli, porfirik dokulu granodiyorit. Sol taraftaki resimde kayacın gözle görülen dokusu, sağ tarafta kayacın ince kesitinin çift nikoldeki görüntüsü (4x)

İri kuvars kristalli porfirik kayalardaki plajyoklaslar orta-iri taneli çoğunlukla öhedraldir. Basit ve polisentetik ikizlenme gösterirler. Alkali feldspatlar kayac içerisinde az miktarda olup, orta taneli ve yarı özşekillidir.

Fıstıklı graniti içinde yer alan farklı türden anklavların petrografisi üzerine ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır. Granit içindeki mafik magmatik anklavlar genellikle holokristalen, mikrogranüler porfirik doku sergilerler. Modal analizi sonucunda bileşimi diyorittir (Şekil 4.19-f). %50 plajyoklas, % 40 koyu renkli mineral %2-3 kuvars ve alkali feldspat ve %2-3 opak minerallerden oluşmuştur. Özşekilli, ışınsal fenokristal amfiboller porfirik doku sergilerler. Kayacın hamuru, ince taneli, yarı özşekilli plajyoklaslardan oluşur. Bunlar çubuksu ve tablamsı formludur, basit ikizlenme gösterirler.

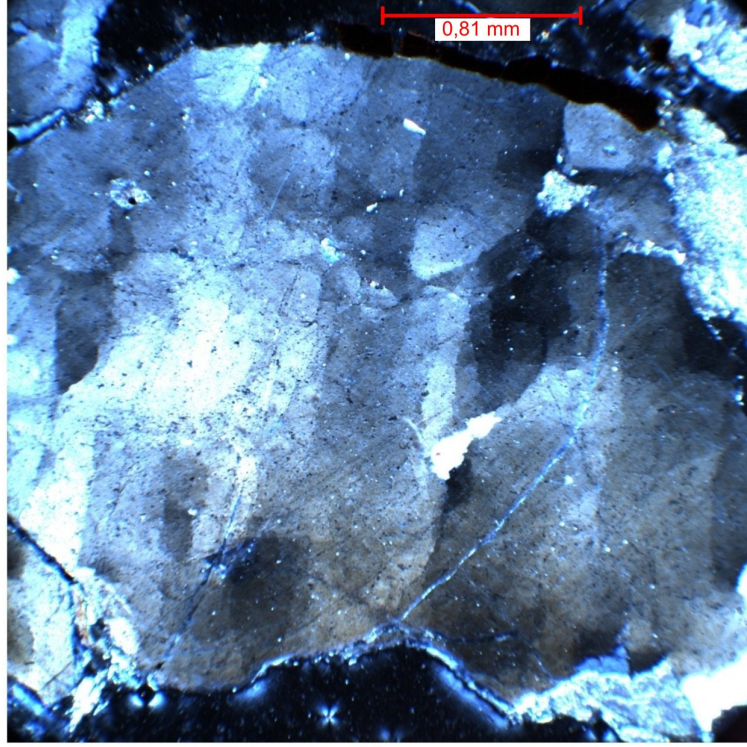


a

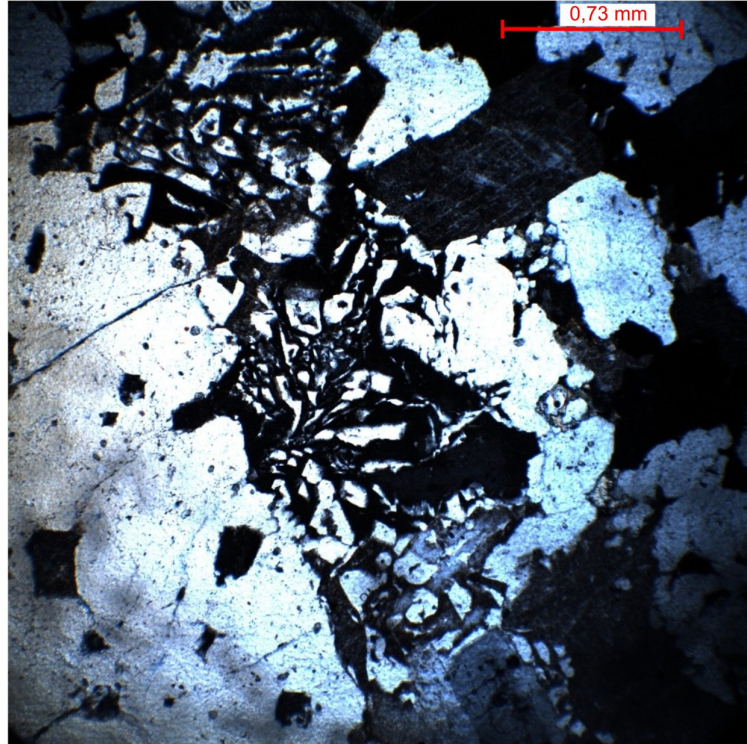


b

Şekil 4.17: (a) Plajoklas-polisentetik ikizlenme.(xPI-10x) (b) Plajoklas-sinosis dokusu ve biyotit.
(xPI-4x)

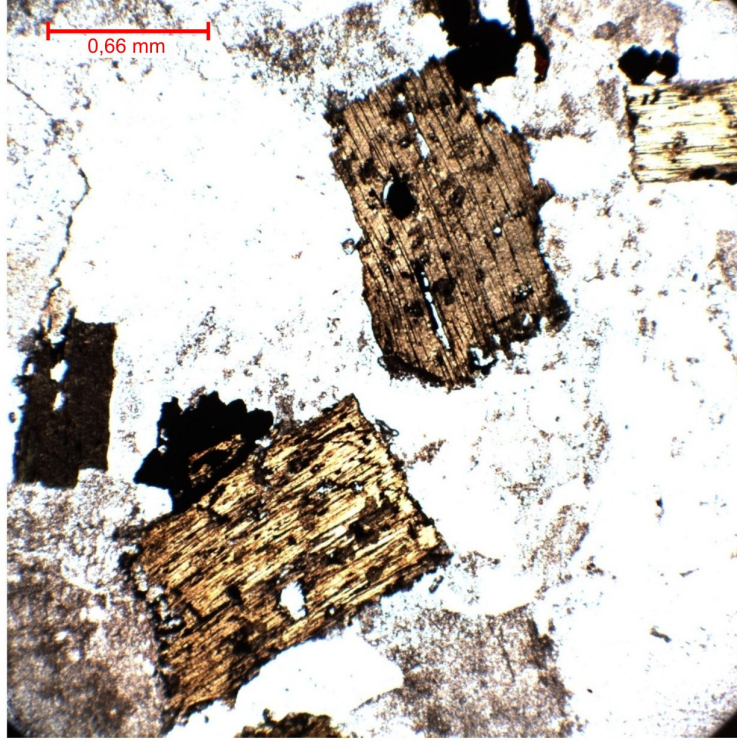


C

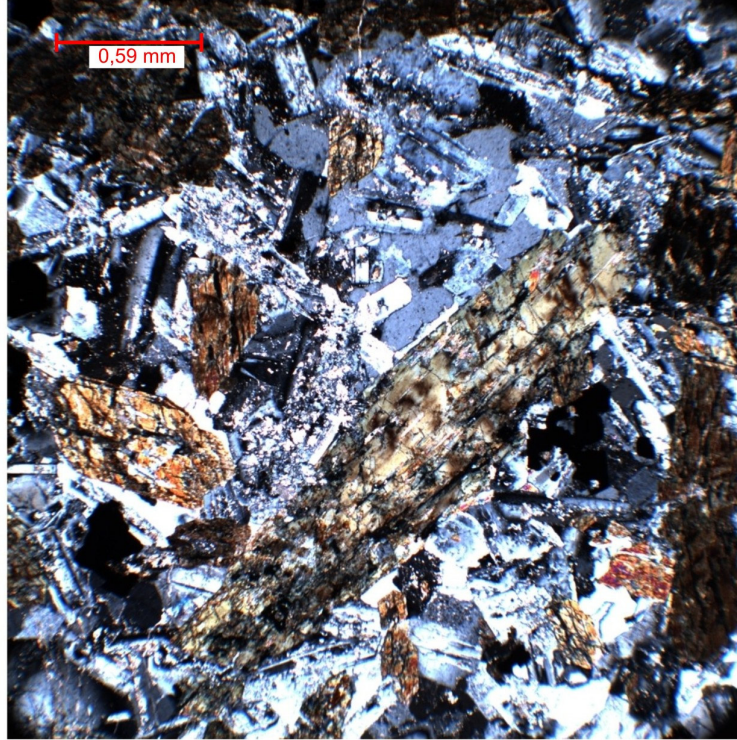


d

Şekil 4.18: (c) Kuvars-dalgali sönme. (xPl-4x) (d) Kuvars ve alkali feldspat arasındaki granofirik doku. (xPl-4x)



e



f

Şekil 4.19: (e) Granit içinde gelişmiş biyotit. (1P1-4x), (f) Ksenolit-Işınsal, baklava dilimi şeklinde amfibol. (xP1-4x)

4.2.3 Fıstıklı Granitinin Jeokimyasal Özellikleri

4.2.3.1 Yöntem

Arazi ve petrografi çalışmaları sırasında jeokimyasal analizi için kullanılacak numuneler alterasyondan uzak, taze örneklerden seçilmiştir. Seçilen numunelerin öncelikle altere olmuş veya arazide hava ile temas eden yüzeyleri hidrolik pres ile kırılarak numuneden ayrılmıştır. Daha sonra kırılan kayaç parçalarının boyutları çeneli kırıcı ile iyice ufaltılmış ve en sonunda analizler için gerekli olan ideal boyuta getirmek için agat havanda öğütülerek toz haline getirilmiştir.

Derlenen farklı granit numunelerinden 13 adedi majör elementleri, nadir toprak elementleri ve iz elementlerinin tespiti için Kanada'daki ACME Analytical Laboratories firmasına gönderilmiştir.

ACME Analytical Laboratories'daki analiz yöntemi şöyledir; numunelerden elde edilen toz öncelikle eritilmiş ve sıcak HF ve HNO₃ içerisinde çözdürülmüştür. Bu elde edilen çözelti, içerdikleri majör ve iz element miktarlarının tespiti için sırasıyla ICP-AES, ICP-MS yöntemi kullanılmıştır.

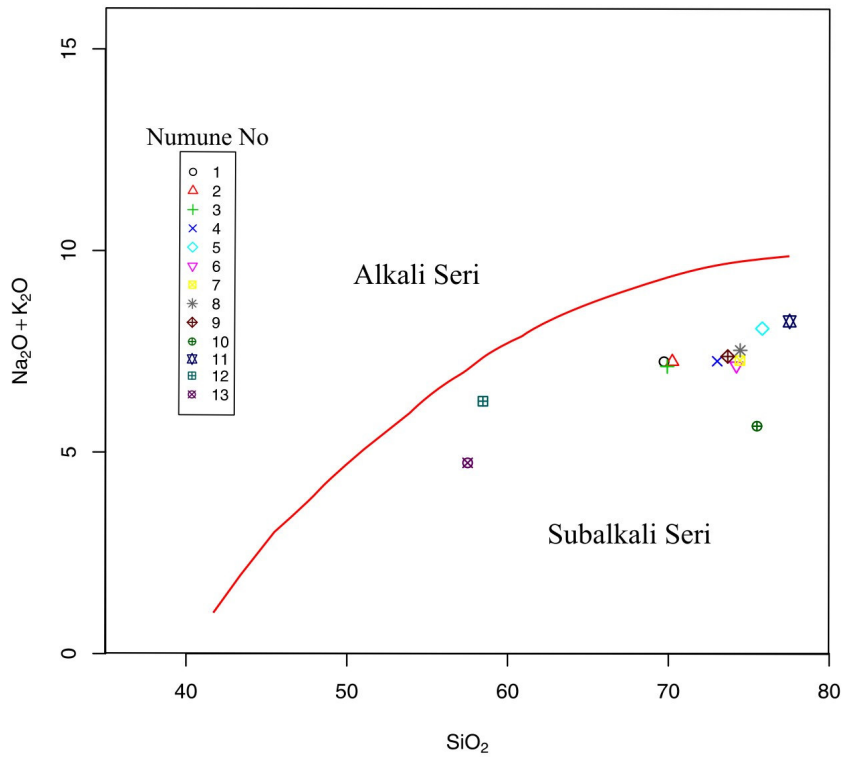
Analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmektedir. Bu örneklerden 3 tanesi (1,2,3 no'lu örnekler) granitin batısındaki Armutlu ilçe merkezi ve Mecidiye köyü civarından, 1 tanesi (4 no'lu örnek) Fıstıklı köyü çevresinden, 5 adedi (5,6,7,8,9 no'lu örnekler) Fıstıklı ile Kapaklı köyleri arasındaki alandan ve 1 tanesi (10 no'lu örnek) Kapaklı köyü kuzeybatısındaki yörelerdendir. Bu ilk on numune graniti temsilen alınmış örneklerdir. Bunlar haricinde 1 adet örnek Selimiye köyü güneybatısındaki kuvars porfiri stoktan alınmıştır. 11 numaralı bu numune porfiri riyoliti temsil etmektedir. 2 adet numune de Selimiye köyünün kuzeydoğusundaki Oba sırtları civarından alınmıştır. Bu 12 ve 13 numaralı numuneler, granitik kütlelerin kuzeydoğu kesiminde, Kızderbent volkaniti dokanağına yakın bir alandan, granitin bu kesimlerdeki kompozisyonunu temsil etmektedir.

Tablo 4.1: Fıstıklı graniti tüm kayaç majör, iz ve nadir toprak element analiz sonuçları

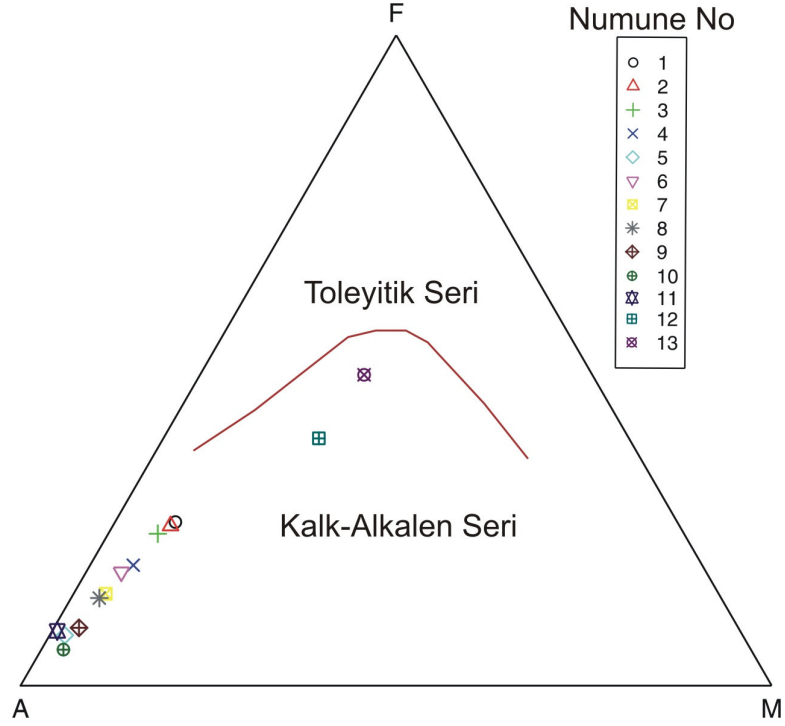
%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO2	69,73	70,25	69,93	73,04	75,84	74,23	74,45	74,47	73,69	75,51	77,54	58,47	57,52
TiO2	0,35	0,35	0,33	0,23	0,15	0,22	0,19	0,19	0,19	0,17	0,07	0,64	0,83
Al2O3	14,91	14,69	14,78	13,96	13,13	13,65	13,68	13,72	14,19	14,08	12,15	17,04	16,52
Fe2O3	3,03	2,92	2,64	1,97	0,77	1,78	1,4	1,36	0,83	0,38	0,85	6,41	8,27
MnO	0,07	0,06	0,06	0,06	0,01	0,07	0,04	0,06	0,01	0,01	0,01	0,13	0,15
MgO	0,87	0,82	0,67	0,55	0,18	0,43	0,38	0,34	0,28	0,18	0,06	3,14	3,4
CaO	2,88	2,24	2,54	2,26	1,08	1,9	1,81	1,75	2,26	2,79	0,6	6,46	6,79
Na2O	4,07	3,96	3,91	4,01	3,67	3,94	3,92	3,95	3,91	5,43	3,31	3,69	3,1
K2O	3,17	3,28	3,21	3,24	4,39	3,2	3,35	3,57	3,46	0,21	4,93	2,57	1,63
P2O5	0,09	0,08	0,08	0,05	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,21	0,17
LOI	0,7	1,2	1,7	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	1	1,2	0,3	0,9	1,5
Total	99,87	99,85	99,86	99,87	99,83	99,87	99,85	99,85	99,85	100	99,84	99,66	99,88
ppm													
Sc	6	5	5	3	2	2	2	2	2	2	1	16	22
V	38	37	35	22	7	18	13	12	23	18	0,4	144	177
Ni	9	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	12	10
Mo	0,6	0,5	0,8	0,5	2,2	0,4	0,5	0,4	0,1	0,1	1,1	0,5	0,4
Cu	2,2	1,5	10,5	0,8	17,5	2,3	2,9	1,6	1,7	1,6	4,5	15,4	81,1
Zn	24	163	24	18	22	18	14	17	36	9	7	39	32
Ga	14,5	14,3	14,1	13,9	12,1	13	13,1	12,6	13,4	12,9	11,9	17,5	18,1
Rb	111,4	111,3	111,9	105,7	125,7	110,5	104,3	112,6	75,1	4,4	162,6	66,8	35,1
Sr	166,4	148,8	162,6	150,2	93,9	159	156,6	140,9	176,7	244	41,7	545,2	249,6
Y	22,6	17,9	14,7	14,7	10,3	10,9	10,8	10,3	8,6	7,8	15,1	24,4	39,6
Zr	169,8	162,3	173,7	125,6	73,1	114,6	111,5	96,5	93,7	94,5	75,9	169	187,9
U	3,6	2,3	2,4	4	3,4	2,1	2,6	2,3	2,1	1,6	2,8	2,8	1,6
Co	4,6	4,1	4,7	3,1	0,8	2,1	1,6	1,9	0,8	0,4	0,8	16,9	22,2
Cs	3,1	4,7	3,6	2,1	1,8	2,9	1,8	2,5	0,9	0,7	1,4	2,2	0,5
Ba	456,6	449	427,1	497,3	567,2	572,6	597,8	595,3	554,6	90	442,6	633,8	301,8

4.2.3.2 Sınıflama

Analiz sonuçları TAS diyagramına izdüşürüldüğünde tüm numunelerin subalkali seriye ait oldukları görülür (Şekil 4.20). Subalkali örnekler AFM diyagramında tipik bir kalk-alkalen trend sergilerler (Şekil 4.21). Buradaki kalk-alkalen trend, magmanın diğer magma türlerine göre kısmi farklılaşması neticesinde alkalilerce zenginleştiği ve Fe, Mg oranında bu zenginleşmenin gözlenmediğini göstermektedir. Bu diyagramdan anlaşıldığı üzere arazideki numunelerin konumlarına göre batıdan doğuya doğru gidildikçe alkalilerdeki artışın mafik mineral içeriğindeki artış ile uyumsuz olduğudur. Buradan da anlaşılacağı üzere granitin batı kesimlerinin daha çok granodiyoritik tipte olduğudur. Diyagramdaki trendi bozan ve diyagramın orta kesimlerine tekabül eden numuneler ise granitin kuzeydoğu kenar zonlarındaki dokanaktan alınan numunelerdir.

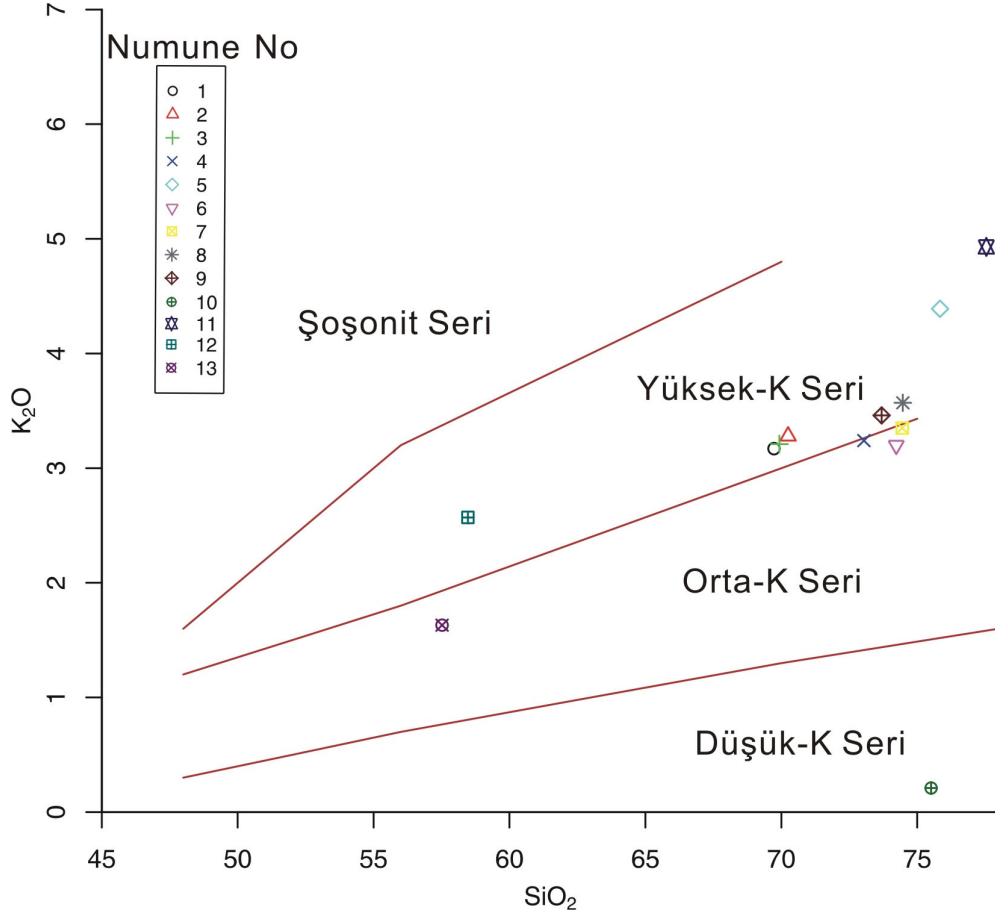


Şekil 4.20: Fıstıklı graniti örneklerinin TAS (Total Alkali-Silica) diyagramındaki (Irvine ve Baragar, 1971) konumu



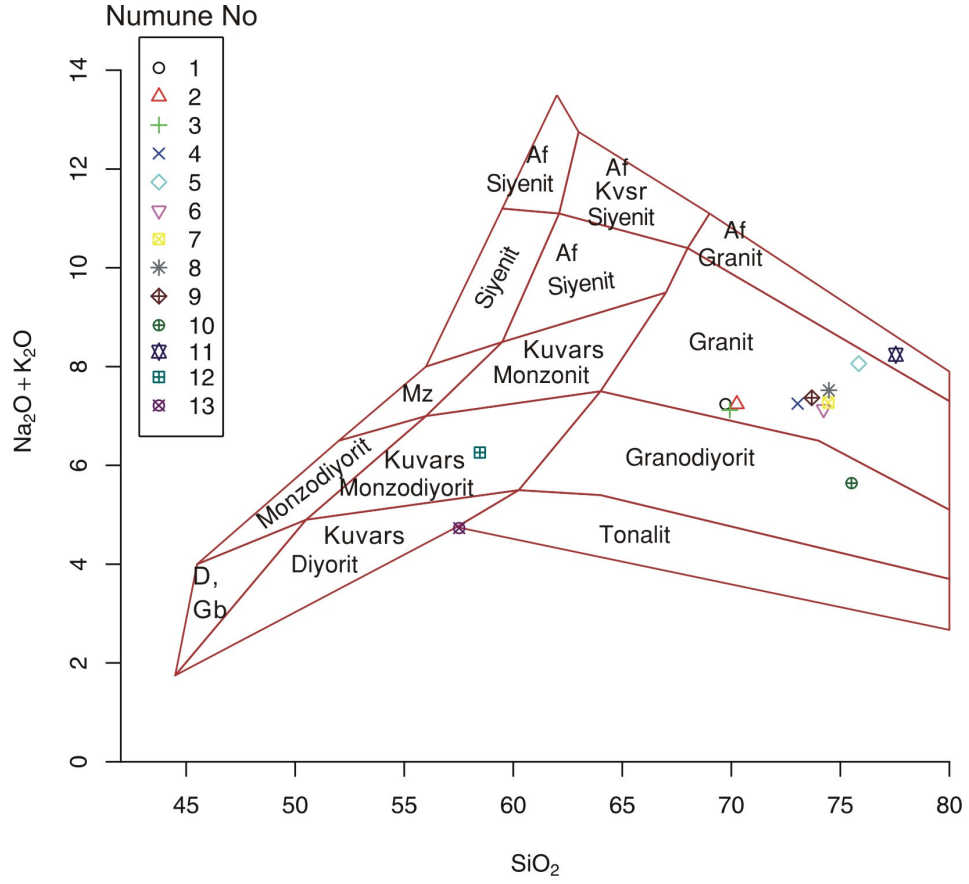
Şekil 4.21: AFM diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971)

Granitin potasyum içeriğinin SiO_2 'ye göre değişimini görmek için Peccerillo ve Taylor (1976) tarafından sunulan diyagram kullanılmıştır (Şekil 4.22). Bu grafikte de granitin genel trendinin yüksek potasyum bölgesine denk gelmekte olduğu ve genel olarak magmanın orijininin bu tür bir magmadan türediğini göstermektedir. Diyagrama gruplaşmalar yönünden bakıldığında bazı dikkat çeken farklılaşmalar söz konusudur. Granitin güneydoğu kesimlerinde kuvarsitlere komşu iri kuvars kristalli granodiyoritlerin yüksek silisyum içeriğine karşılık potasyumca çok büyük oranda fakirleştiği görülmektedir. Bunun dışında, diyagramda sapma gösteren numuneler yine yüksek SiO_2 ile birlikte potasyumca da zenginleşmiş olan kuvars porfiri ve ona yakın kimyasal kompozisyondaki 5 no'lu siyenogranitik numunedir.



Şekil 4.22: Granitin Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramındaki dağılımı

SiO₂ içeriği itibariyle numuneler arsından sırasıyla ilk 10 adet granit numunesi %75.84 ile %69.73 arasında değişmektedir. Numuneler arasından 12 ve 13 no'lu numuneler granitik kütleinin kuzeydoğu Kızderbent dokanağında alınmış olup granitin bu dokanaktaki kompozisyonunu temsil etmektedir. 11 no'lu numune kuvars porfiri stoku temsilen alınmış olup SiO₂ itibariyle en fazla orana sahip kayaçtır ve %77.54 gibi bir SiO₂ içeriğe sahiptir.

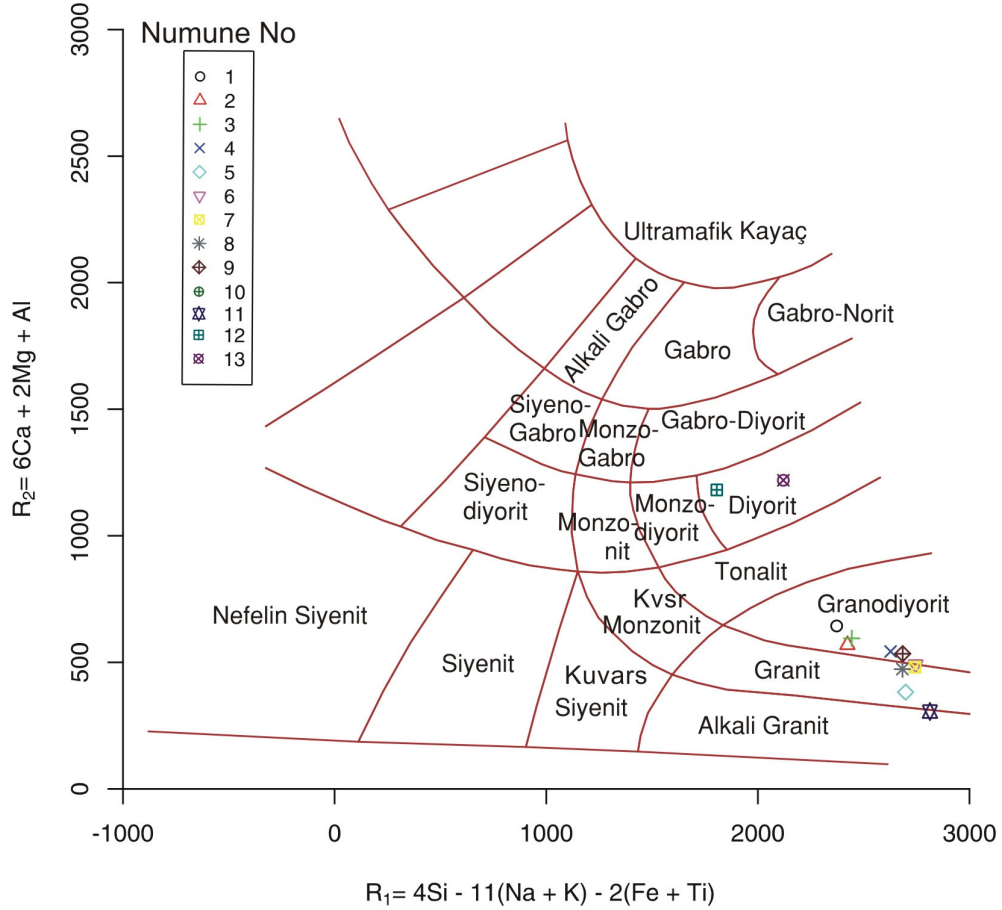


Şekil 4.23: Kayaç sınıflaması (Middlemost, 1985)

İlk on numune, yukarıda bahsedildiği gibi granit kütlede toplanmış numunelerdir. Bu numunelerin kendi içinde iki bölgede yoğunlaştığı ve toplandığı Şekil 4.23 deki Middlemost (1985) plütonik kayaç sınıflamasında da görülmektedir. Granitin batı kısımlarını temsil eden 1,2 ve 3 no'lu numuneler daha çok granodiyoritik alana daha yakın bir bölgede kümelenmişlerdir. 5 ve 10 no'lu numuneler haricindeki diğer beş numune de granit olarak tanımlanan bölgenin daha asidik içerikli kısımlarına yerleşmiş ve içerik bakımından monzogranit olarak kabul edilmektedir (Şekil 4.4). 5 no'lu numune burada bir sapma göstermekte olmasının nedeni daha alkali bir bileşime sahip olmasından ileri gelmektedir ve siyenogranitik bileşimli olarak tanımlanır.

Granit içindeki numunelerden bir diğer sapma gösteren numune 10 no'lu numunedir ki iri kristalli kuvarşlı porfirik dokulu granodiyorit olarak adlandırılmıştır. Bu granit numunesi Kapaklı Köyü kuzeyinden alınmış olup, Armutlu metamorfik topluluğu kuvarsit üyesine dokanak oluşturan kayadır. Bu bileşimdeki kayaç sadece bu dokanağa yakın kesimlerde gözlenmiştir (Şekil 4.4).

Granitin yalnız, kuzeydoğusundaki Kızderbent Volkanitleri ile olan dokanağında gözlemlenen farklı kayaç tipleri de, Şekil 4.23'deki diyagramda kuvarsdiyorit ve kuvarsmonzodiyorit bölgelerine denk gelmektedir.



Şekil 4.24: De La Roche ve diğ. (1980) tarafından uygulanan R1-R2 plütonik kayaç sınıflaması

Diğer bir kayaç sınıflaması olan Şekil 4.24'deki R1-R2 diyagramı (De La Roche ve diğ.,1980) Fıstıklı granitinin kayaç yapısını farklı bir bakış açısıyla ortaya koymak için değerlendirilmiştir. Burada da Şekil 4.23'deki kümelenmeden farklı olarak, gruplaşmaların biraz daha granodiyorite ait bölge içerisine kaydığı fakat kayaçların kendi aralarında gösterdikleri grupların bu diyagramda da aynen varolduğu görülmektedir.

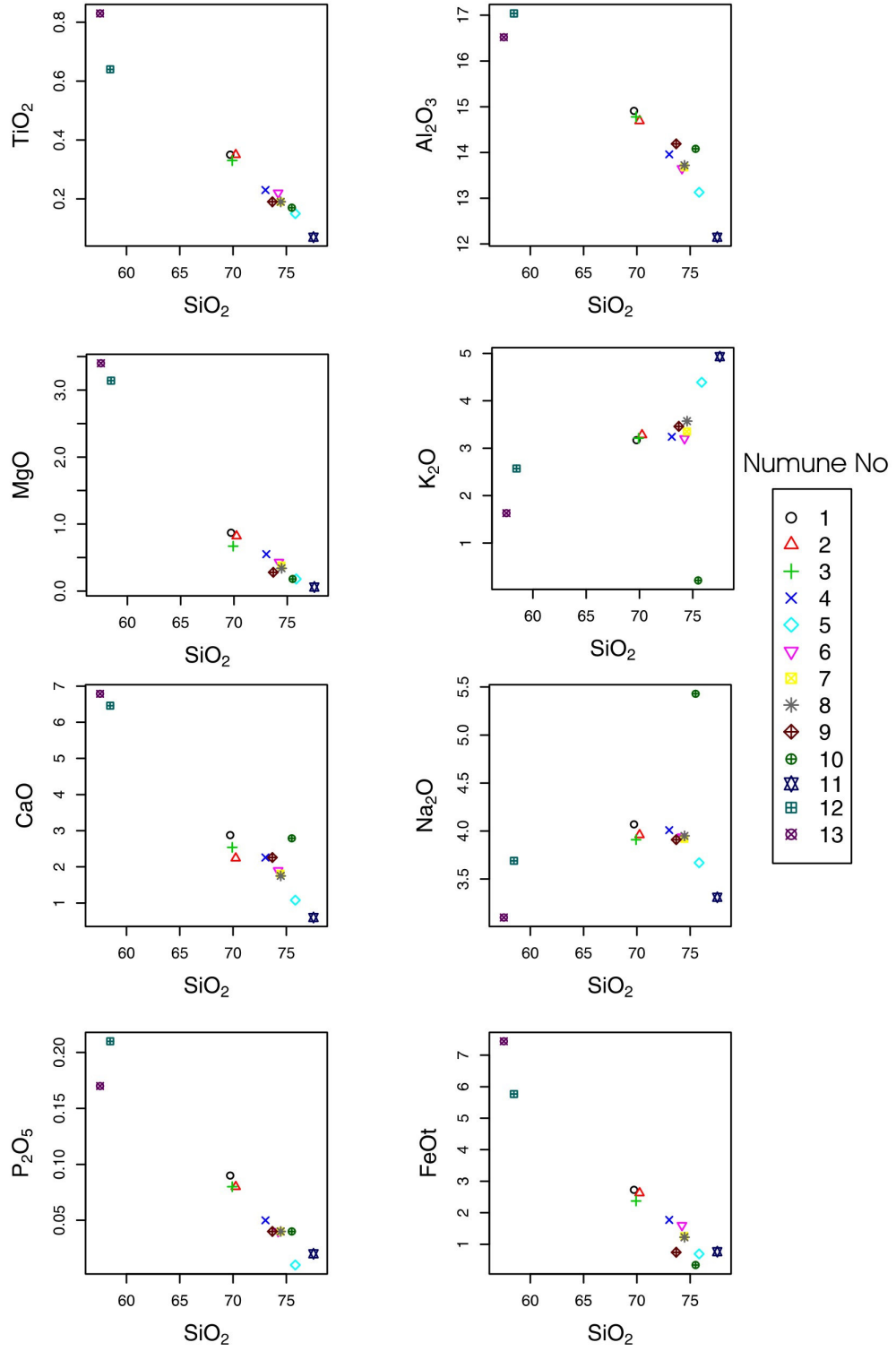
4.2.3.3 Ana element ve iz element ayrımlaşması trendleri (Harker diyagramları)

Numunelerin majör element oksitlerinin SiO_2 ile değişimini irdeleyen diyagram üzerine yerleştirildiğinde, yukarıda bahsedilen gruplaşma tekrar belirlemektedir (Şekil 4.25). Bu gruplaşmada plütonun batı kesimlerini temsil eden 1,2,3 no'lu numuneler ile granitin orta, doğu ve güney doğu bölgelerini temsil eden 4,6,7,8,9 no'lu kayaçlar ve 5-11 no'lu numuneler kendi aralarında kümelenmişlerdir. Diyagramda, numuneler, K ve Ca bakımından geniş bir alanda dağılım göstermişlerdir. K oranı %0,3 - %5 arasında değişim gösterirken, Ca %0,5 - %7 gibi bir aralıkta değişmektedir. Granodiyoritik granitler Mg, Ti, Fe ve P oksitlerce monzogranitlerden ayrı alanlarda kümelenmektedir. Bu dört elementin oksitlerinin grafikte gösterdiği trend birbirlerine çok benzerdir. Bu da plütonun doğudan batıya doğru, başka bir ifadeye monzogranitlerden granodiyoritlere doğru bu elementlerce zenginleştiğini göstermektedir. 11 ve 5 no'lu numuneler de diğer granit türlerinden ayrılmış ve K haricindeki tüm oksitlerce diğerlerine oranla fakirleşmiştir.

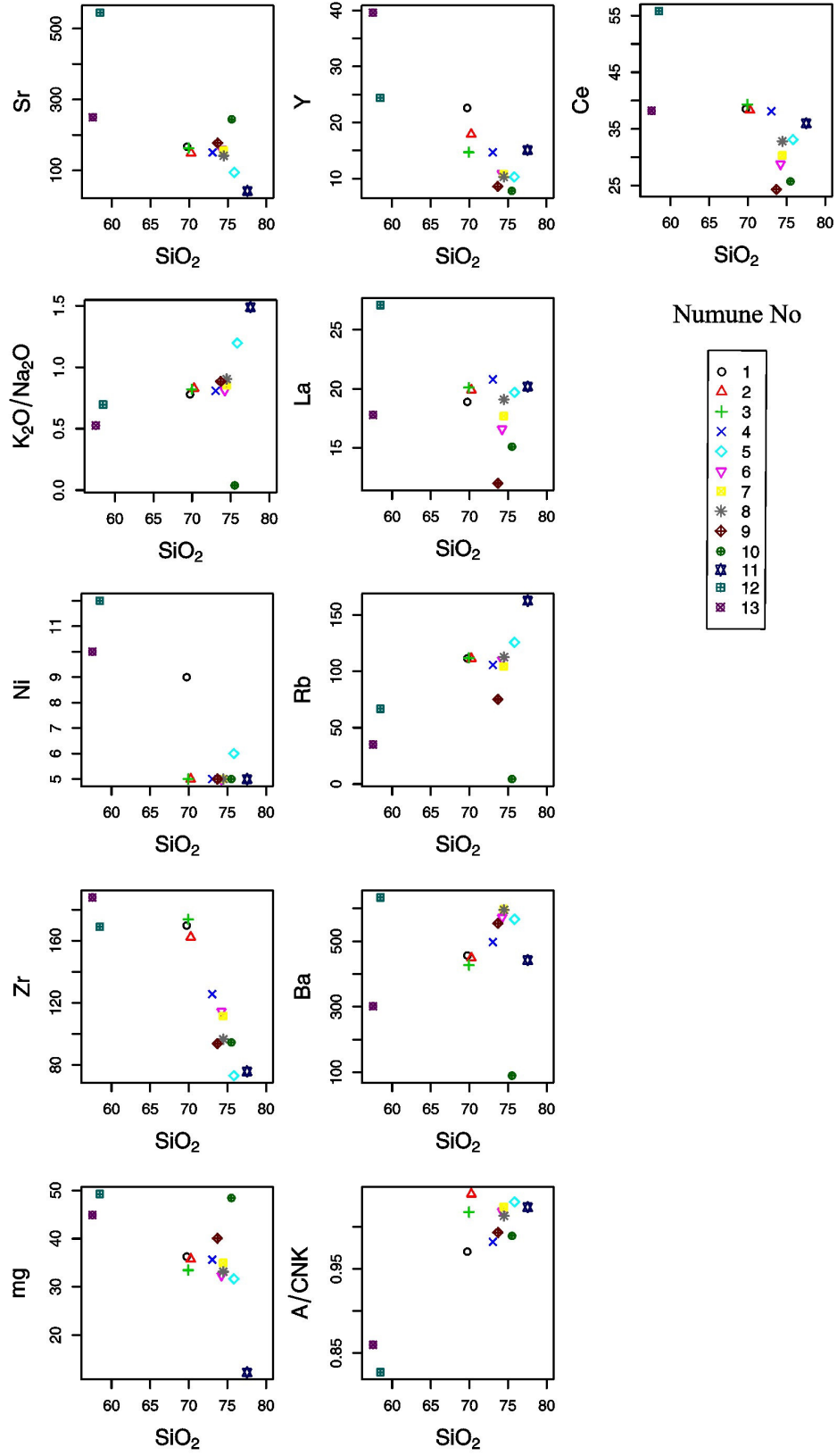
Harker tipi diyagramlarda gözlenen ana özellikler şunlardır; TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , CaO ve P_2O_5 'de artan silika ile ters orantılı olarak azalma eğilimi görülür (Şekil 4.25). K_2O ise tersine silikanın artışı ile doğru orantılı olarak artmaktadır (Şekil 4.25). Na_2O ile SiO_2 ilişkisi karmaşıktır. Na_2O ile SiO_2 ilişkisi hariç diğer trendler magmadan fraksiyonel kristallenme ile gelişimi düşündürmektedir.

Granitin bileşimindeki iz elementlerin silisyuma deneştirilmesiyle elde edilen grafikte (Şekil 4.26), elementlerin dağılımında majör elementlerin izlediği trendden çok farklılık göstermediği, bu diyagramdaki numuneler arasındaki kümelenmelerin kayaçların mineral bileşimi ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. K'ca fakir olan 10 no'lu numune Rb'ca da fakirleşmiş ve aynı zamanda Sr'ca zenginleşmiştir. Zr'ca diğer numunelere göre yüksek değerlere sahip, plütonun batı kesimlerde bulunan granodiyoritik kayaçların mafik minerallerinin kayaç bileşiminde daha fazla bulunduğunu göstermektedir.

İz elementler için hazırlanan Harker tipi diyagramlarda gözlenen ana özellikler şunlardır; Sr, Zr'da artan silika ile ters orantılı olarak azalma eğilimi görülür (Şekil 4.26). La, Ce'daki silikaya göre numunelerin kendi içindeki kümelenmeleri benzerlik göstermektedir. Ba ve Y'un silika ilişkisi karmaşıktır.



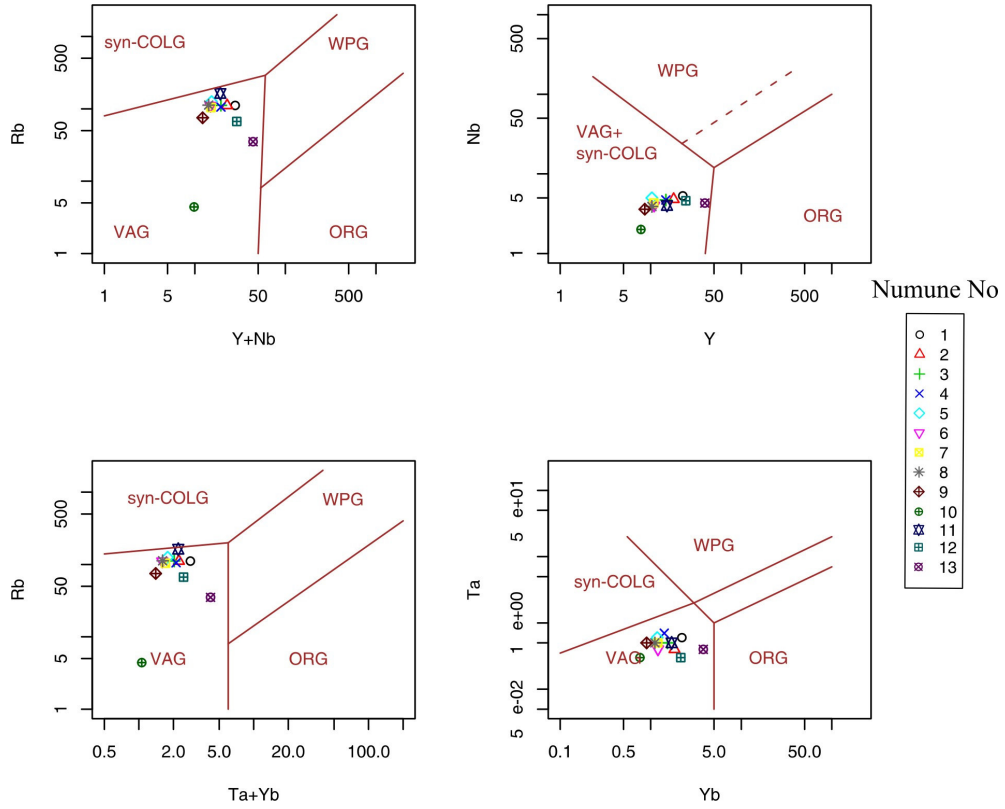
Şekil 4.25: Majör oksitlerin SiO₂'ye oranlarını gösterir diyagram (Harker değişim diyagramları)



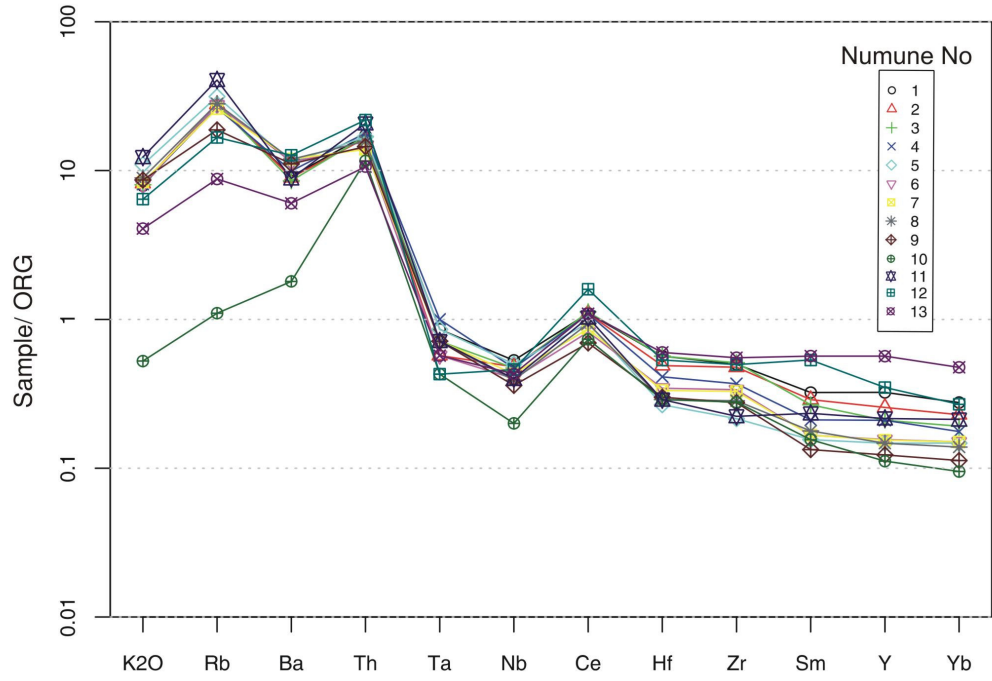
Şekil 4.26: İz elementlerin SiO_2 'ye göre değişimi

4.2.3.4 Tektonik ortam

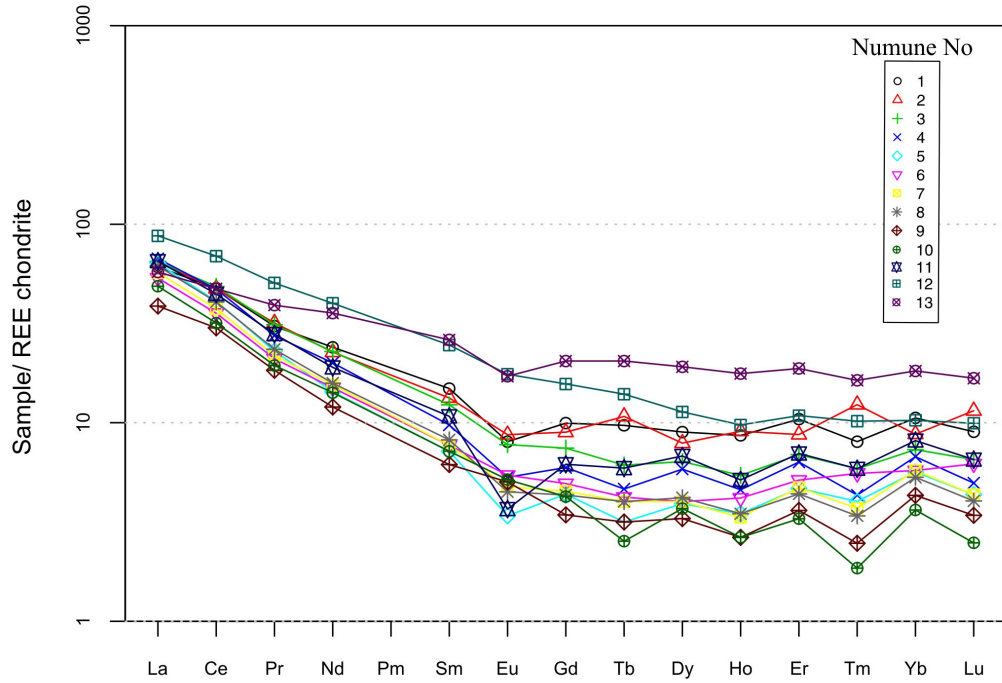
Granitin jeotektonik ortamına yaklaşımda bulunabilmek için Pearce ve diğ. (1984) tarafından önerilen Rb'un, Ta ve Yb'un toplamına oranı ile Ta'nın Yb'a oranını gösteren grafiklerden yararlanılmıştır (Şekil 4.27). Bu diyagramlardan Rb'un, Ta ve Yb'un toplamına oranlandığı grafikte numuneler syn-collisional ve volkanik ada yayı granitleri bölgesi sınırına yerleşmektedir. Diğer diyagramda da bu kümelenmenin bir miktar daha volkanik ada yayı bölgesine kaydığı görülmektedir. Fakat burada granitin tektonik ortamını yansıtan ifade farklı yorumlanmalıdır çünkü bu iki grafikten elde edilen sonuçlar arasındaki farklılık, çarpışma sonrası oluşmuş granitlerin için de geçerli bir trenddir (Pearce ve diğ., 1984, Pitcher, 1983).



Şekil 4.27: Granitin kökensel ayırım diyagramı (Pearce, 1984) (VAG:Volkanik ada yayı graniti, WPG: Plaka içi graniti, ORG: Okyanus ortası rift graniti, syn-COLG: Çarpışma ile birlikte gelişmiş granit)



Şekil 4.28. Okyanus ortası granitlere göre normalize edilmiş multi element spider diyagram (Pearce, 1984)



Şekil 4.29: Kondirite normalize edilmiş nadir toprak elementleri spider diyagram (Boynton, 1984)

4.2.3.5 Spider ve multi element diyagramları

Fıstıklı graniti örneklerinin okyanus ortası sırt granitlerine göre normalize edilmiş spider (Pearce ve diğ., 1984) diyagramı Şekil 4.28 da görülmektedir. Diyagramda görülen ana patern şudur; Geniş iyon yarıçaplı elementlerde (LIL) belirgin bir zenginleşme (pik) Nb'da önemli bir fakirleşme (çöküş) vardır. En belirgin zenginleşme Rb ve Th'da sergilenmekte iken Nb'ca bu artış değerine göre çok düşük kalmıştır. Volkanik ada yayı granitleri ile çarpışma sonrası oluşan granitler, okyanus ortası granitlere normalize edildiğinde, numunelerin sergiledikleri genel gidişleri birbirlerine çok benzerlik gösterir (Pearce ve diğ., 1984). Fakat bu iki farklı tektonik ortam, birbirlerinden Rb ve Th oranlarındaki artışın çarpışma ile ilişkili granitlerdeki yüksek zenginleşme göstermesidir. Ayrıca, çarpışma sonrası oluşan granitlerde Nb'daki oransal olarak düşük zenginleşme, volkanik ada yayı granitlerinde daha düşüktür. Diyagramdaki 10 no'lu numunenin K ve Rb'ca net bir negatif sapma göstermesi, analizi yapılan numunedeki alterasyona bağlanmıştır.

Numunelerin nadir toprak element içerikleri Boynton, (1984) tarafından önerilen kondirite normalize edilmiş spider diyagramına deneştirilmiştir (Şekil 4.29). Grafiğin gösterdiği genel trend, uyumsuz hafif nadir toprak elementlerce (LREE) zenginleşme ve uyumlu ağır nadir toprak elementlerince (HREE) de yatay veya yataya yakındır. Tüm numunelerde negatif Eu anomalisi orta ve yüksek seviyededir. Eu anomalisi mafik magmaya kabuk kökenli bir ilavenin etkilerini yansıtır veya plajioklasların fraksiyasyonu sonucu meydana gelen bir düşüştür. İki değerli Eu plajioklaslar ile uyumludur fakat magma kompozisyonunun fraksiyasyon geçirmesi sonucu Eu 3 değerli hale gelir. 3 değerlikli Eu uyumsuz karakterdedir ve bunun neticesinde katı ergiyik fazında bulunmaz. Ayrıca, literatür verilerine göre diyagramda varolan hafifçe yukarı doğru konkavlığın (kaşık benzeri patern) amfibol ayrımlaşmasına işaret ettiği düşünülmektedir.

4.3 Kızderbent Volkanitleri

İnceleme alanında Kızderbent volkaniti bölgenin kuzeydoğu kesimlerinde yüzeylenir. Çalışmanın amacı itibarıyla bu birim detaylı olarak incelenmemiş, önceki araştırmaların ışığında bir sentez yoluna gidilmiştir. Dolayısıyla aşağıda verilen bilgiler çok büyük oranda önceki literatüre dayanmaktadır.

Armutlu Yarımadası'nın ortasında, doğu-batı uzanımlı olarak genişçe bir alanda yayılım gösteren bu volkanikler daha önceleri Erdil ve diğ. (1991) tarafından "Sarısu Volkanitleri" olarak adlandırılmıştır. Yılmaz ve diğ. (1990) bölgenin genelinde yaptıkları çalışmalarında bu birimi Kızderbent Volkanitleri olarak adlandırmışlardır.

Kızderbent Volkanitleri Armutlu metamorfik topluluğu ve Sakarya Kıtası birimlerinin metamorfik eşdeğeri olan İznik metamorfik topluluğu üzerinde yer alır. Birim andezitik lav ve bu lavlarla ilişkili piroklastik birimler ile temsil olunmaktadır. Ayrıca, daha bazik bileşimli kayalar, andezitik lav ve piroklastik kayaları dayklar halinde kesmektedir (Genç ve Yılmaz, 1997). Bunlara ilaveten küçük domlar halinde asidik bileşimli (dasit, riyodasit) kayalara da rastlanmaktadır.

Lav akıntıları porfirik andezitik volkanik kayalardan oluşur (Erdil ve diğ. 1991). Andezitik lavlar çoğunlukla porfiritik doku sergilemekte ve başlıca; plajioklas (andezin), hornblent, biyotit, klinopiroksenden oluşmaktadır. Bu kayalarda başlıca plajioklas, kompleks ikizlenmeler gösteren andezin olmasına rağmen An_{42-50} arasında değişmektedir (Genç ve Yılmaz, 1997). Bu lavlarda iyi gelişmiş akma yapıları bulunmaktadır. Andezitik lav akıntıları değişik kalınlarda bazaltik damarlar tarafından kesilmektedir. Bu bazaltlar; plajioklas olarak labrador ve bitovnit, klinopiroksen olarak da ojit minerallerinden oluşmuştur (Genç ve Yılmaz, 1997). Dasit ve riyodasit volkanik dizi içerisinde fazla bir yayılım göstermemektedir. Bu asidik bileşimli kayalar, plajioklas (oligoklaz) ve kuvars içermektedir. Kuvars, fenokristal olarak gözlenir.

Çalışma arazisi içerisinde porfirik dasitler Selimiye Köyü'nün güneyinde ve andezitler ise Hayriye Köyü'nün doğu kesimlerinde yer almaktadır. Hayriye köyü dolaylarında porfirik dokulu holokristalen andezit (diyorit-porfiri) Fıstıklı granitini kestiği gözlenir.

Piroklastik düzeyler normal, ters yada simetrik derecelenmeli, ince yada kaba taneli tuf ve lapilli içinde çeşitli boyutta andezitik kaya parçalarından oluşur. Piroklastik akıntı çökelleri genellikle kötü boylanmış lahar çökelleriyle temsil edilir.

Volkanitlerin yaşı ilk olarak arazi çalışmaları ile volkanitlerin stratigrafik olarak altında yer alan fosil kayıtlarından faydalanılarak yapılmıştır. Bu çalışmalara göre volkanik topluluk Lütesiyen yaşlıdır (Akartuna, 1968, Göncüoğlu ve diğ., 1987, Yılmaz ve diğ., 1990). Ercan ve diğ. (1998) araştırmalarında, volkanik topluluğun yaşını radyometrik (K-Ar) yöntemlerle belirlemişlerdir. Buna göre birim $42,0 \pm 0,8$ my (Lütesiyen-Bartoniye) yaşlıdır.

4.4 Alüvyon

Güncel çökeller, çalışma arazisinin güneyindeki Yaman, Kemer ve Fıstıklı derelerinin Gemlik körfezine döküldüğü bölgelerdeki oluşturdukları alüvyal yelpazelerde gözlenir. Ayrıca irili ufaklı dereler sahil boyunca küçük alanlarda alüvyon biriktirmişlerdir. Bunun haricinde, Samanlı Dağ platosu üzerinde yer alan Mecidiye ve Sultaniye köylerinde geniş alüvyon düzlükler bulunur. Alüvyonlar genellikle kum, kötü tabakalanmalı çakıl, kil, silt ve mil boyutlu gereçten oluşur.

5 BÖLGENİN JEOLJİK EVRİMİ VE FISTIKLI GRANİTİ ÜZERİNE

Fıstıklı granitinin oluşum evrimi üzerine şimdiye kadar farklı görüşler öneren yayınlar yapılmıştır. Burada da, bu tür bir yorum yapılırken granitin de bir parçası olduğu tektonik evrimin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Armutlu Yarımadası günümüzde yapısal bir mozaik niteliğindedir. Bölgede kuzeyden güneye Kuzey Zon (Yılmaz ve diğ., 1995), Orta zon ve Güney zonlar ayırt edilmiştir. Kuzey zon: Armutlu metamorfik topluluğunu ve bu birimlerin üstünü örten Kretase-Tersiyer yaşlı örtü birimlerini kapsamaktadır ve topluluk Rodop-Pontid kıtasını temsil etmektedir. Orta zon: İntra-Pontid okyanusunun kalıntıları olan metaofiyolitik kayalar ve İznik metamorfik topluluğu olarak adlandırılan Sakarya Kıtası birimlerinin metamorfizmaya uğramış eşdeğerlerini temsil eder. Güney zon: Sakarya Kıtası birimlerinden meydana gelmektedir.

İnceleme alanının jeolojik evrimine genel hatlarıyla bakıldığında; bölgenin çok eski jeolojik tarihçesi (Prekambriyen-Alt Jura) bir yana bırakılırsa görülen durum şudur. Kuzey zon ile güney zon arasında Kretase döneminde bir okyanusal alan vardır. Bu Neotetis'in kuzey kolunun bir parçasıdır. Kıtaların birbirlerine yaklaşımı ile Maestrihtiyen'de okyanusun kapanmasıyla sonuçlanmıştır. Bu kapanma sonucu İntra-Pontid suture zonu oluşmuştur. (Yılmaz ve diğ., 1995, Yılmaz ve diğ., 1997) Okyanus tabanı kuzey yönünde dalıp-batarak tüketilmiştir (Genç ve Yılmaz, 1997). Bu kapanmayı Sakarya kıtası ile Rodop-Pontid (İstanbul zonu; Okay, 2002) kıtasının çarpışması takip etmiştir (Genç ve Yılmaz, 1997). Bu aktif dalma-batma, çarpışma ve çarpışma sonrası devam eden daralma neticesinde Orta Eosen'de kuzeybatı Anadolu'da şiddetli bir volkanik aktivite vuku bulmuştur. Bu çalışmanın konusu olan Fıstıklı graniti Lutesiyen'deki bu aktivite sonucu oluşmuştur.

Fıstıklı graniti ile Kızderbent volkanitleri jeotektonik ortam ve zaman bakımından büyük benzerlik göstermektedirler. Kızderbent Volkanitleri de önceleri volkanik ada yayı kökenli ekstrüf bir faaliyet olarak algılanmış olmasına rağmen sonraları bu volkanizmanın, arazi verileri ışığında tekrar incelenmesiyle çarpışma sonrası oluşan bir aktivitenin ürünü olduğu öne sürülmüştür (Genç ve Yılmaz, 1997, Köprübaşı ve

Aldanmaz, 2004). İntra-Pontid sütur zonunun yaşı Kampaniyen-Maestrihtiyen olarak tespit edilmiştir. Sütur zonunu oluşturan birimleri örten çökellerin yaşı Maestrihtiyen'dir (Genç ve Yılmaz, 1997). Fakat bölgedeki sıkışma rejiminin Orta Eosen başına kadar devam ettiği, dalma-batma ilişkili volkanizmanın Geç Kretase'de son bulduğu bilinmektedir. Tüm bu veriler, Kızderbent volkanitleri ve kökende eşiti olduğu Fıstıklı granitinin çarpışma sonrası magmatizması niteliğinde olduğunu ortaya koymaktadır (Genç ve Yılmaz, 1997). Dalma batmanın etkileri bu volkanizma sırasında volkanitlerin jeokimyası üzerinde etkisini devam ettirmiştir.

Köprübaşı ve diğ., (2000) Fıstıklı granitinin jeokimyası üzerine yaptıkları çalışmada, granitin kökenini yorumlamışlar ve sonuçta volkanik ada yayı kökenli bir plüton olduğu kanısına varmışlardır. Bunun zerine, Genç, (2001) bir tartışma yayınlamış ve granitin kökenin sorgulanması durumunda, bölgenin jeolojik evrimini göz ardı ederek sadece jeokimyasal verilerin ışığında uygulanan diyagramların köken konusunda doğru sonuçlar vermeyeceğini ileri sürmüştür. Granitin kökeninin çarpışma sonrası gelişen bir granit olduğunu savunmuştur. Nitekim daha sonra, Köprübaşı ve Aldanmaz, (2004) Kuzeybatı Anadolu'da bulunan granitoidlerin benzerlikleri üzerine bir çalışmada bulunmuşlar ve burada Fıstıklı granitine yer vermişlerdir. Bu alışma neticesinde granitin çarpışma sonrası geliştiğini, jeokimyasındaki bu volkanik ada yayı izinin, dalma-batmanın hemen ardından geliştiğinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca dalan kabuk parçasının, bu süreç devam ederken koparak, dalmakta olan ana kütleden ayrıldığını ve bu kopan parçanın yerine astenosferden katı ergiyik malzemenin bu boşalan alana yerleştiği tezini ngrmşleridir.

Bu çalışmada elde edilen jeolojik ve jeokimyasal veriler de öncekilere paralel olarak Fıstıklı granitinin yay magmatizması mı yoksa çarpışma ile ilgili bir magmatizma mı olduğu sorusuna çok açık bir sonuç getirmemiştir. nceki alışmalar, bölgenin jeolojik evrimi ve jeokimyasal verilerin yorumlanması ile magmatizmanın çarpışma ile ilgili özellikte olduğu görüşünü kuvvetlendirmektedir.

6 SONUÇLAR

Bu çalışmalar neticesinde elde edilen başka sonuçlar şunlardır;

- 1) Fıstıklı granitinin içerdiği farklı türdeki kayalar ayırtlanarak haritalanmıştır.
- 2) Granitik kütle temsil eden ince kesitler petrografik olarak incelenmiş, dokusal özellikleri orta konulmuş ve modal analizleri sonucunda kayalar isimlendirilmiştir.
- 3) Fıstıklı granitinin %70'ini monzonitik ve granodiyoritik kayalar oluşturmaktadır. Ayrıca, plüton içerisinde iri kuvars kristalli porfirik dokulu granodiyorit, siyenogranit, kuvars porfiri ve riolit bulunur.

Granitik kütle batı kesimleri granodiyoritik, doğu kesimleri ise monzogranitik kayalardan oluşmuştur. Bu iki tip kayadan monzogranitler granitik kütle içerisinde daha fazla bir alanda yüzeylenmektedir. İri kuvars kristalli porfirik dokulu granodiyoritik kayalar tipik olarak sadece plütonun güneydoğu kesimlerinde gözlenmektedir. Kuvars porfiri stoklar plütonun kuzeybatı ve kuzeydoğu bölgelerinde blok halinde granit içerisine yerleşmiştir.

Granitik kütle güney kesimlerinde yoğun aplit dayklar ve anklavlar gelişmiştir.

- 4) Fıstıklı graniti içerisinde iki tür anklav tespit edilmiştir. Bunlardan ilki mafik magmatik anklavlar, ikincisi ise; metamorfik ksenolitlerdir.
- 5) Arazi verileri ışığında granit dokanak oluşturduğu birimlerle olan dokanak ilişkileri Fıstıklı granitinin mesozon granit tipine yakın özellikler sergilemesine rağmen epizon granit tipine de çok uzak olmadığını sunmaktadır.
- 6) İri kuvars kristalli porfirik dokulu granodiyoritlerin Armutlu metamorfik topluluğu kuvarsitleri ile etkileşim sonucunda ortaya çıktığı görüşüne ulaşılmıştır.
- 8) Fıstıklı graniti, sub-alkali, kalk-alkalen bir magmadan türemiş ve %69 - 77 arasında değişen SiO₂ içeriğe sahip asidik kayalardan oluşmuştur.
- 9) Fıstıklı graniti, geniş iyon yarıçaplı (LIL) ve uyumsuz nadir toprak (LREE) elementlerce belirgin bir zenginleşme göstermektedir. Bu seviyede bir zenginleşme oranı uyumlu nadir toprak (HREE) elementlerde gözlenmemektedir. Negatif Eu

anomalisi orta ve yüksek seviyededir. Bu verilere göre birim adayayı magma serilerine benzemektedir, ancak Fıstıklı granitinin çarpışma sonrası gelişmiş magmatizma niteliğinde olduğu düşünülmektedir. Bu sonuca ulaşmak için bölgenin jeolojik evrimi önceki çalışmalar ışığında göz önünde bulundurulmuş ve jeokimyasal diyagramlar bu veriler ışığında yorumlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Akartuna, M.**, 1968. Armutlu Yarımadası'nın Jeolojisi, *İst. Üniv. Fen Fak. Monog.*, 20, İstanbul.
- Ardel, A.**, 1949. Armutlu Yarımadası (Jeolojik ve Monografik Etüt), *Türk Coğrafya Dergisi*, 12-13, Ankara.
- Bürküt, Y.**, 1966. Kuzey Batı Anadolu'da Yeralan Plütonların Mukayeseli Jenetik Etüdü, *Doktora Tezi*, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Boynton, W.V.**, 1984. Geochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies, in Henderson, P., ed., Rare earth element geochemistry, *Elsevier*, Amsterdam.
- Chaput, E.**, 1931. Esquisse de l'evolution tectonique de la Turquie, *Publ. De l'Inst. De Géol. De l'Univ. D'Istanbul*, 6, İstanbul.
- De La Roche ve diğ.**, 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagram and major -element analyses- its relationships with current nomenclature, *Chemical Geology*, 29, 183-210.
- Delaloye, M., Bingöl, E.**, 2000. Granitoids from Western and Northwestern Anatolia: Geochemistry and modeling of geodynamic evolution, *Int. Geol. Rev.*, 42, 241-268.
- Elmas, A., Yiğitbaş, E.**, 2001. Ophiolite emplacement by strike-slip tectonics between the Pontide Zone and Sakarya Zone in northwestern Anatolia, Turkey, *Int. J. Earth Sciences*, 90, 257-269.
- Ercan, T., Türkecan, A., Guillou, H., Satır, M., Sevin, D., Şaroğlu, F.**, 1998. Marmara denizini çevreleyen Tersiyer volkanizmasının özellikleri, *MTA Dergisi*, 120, 199-221.
- Erendil, M., Göncüoğlu, M.C., ve diğ.**, 1991. Armutlu Yarımadası'nın jeolojisi, MTA Rap., 9165, Ankara.

- Fritsch, K.Von**, 1882. Acht Tage in Kleinasien Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle Saale, 101-139.
- Genç, Ş.C., Yılmaz, Y.**, 1997. An example of the post-collisional magmatism in northwestern Anatolia: The Kızderbent volcanics (Armutlu Peninsula, Turkey), *Tr. Journal of Earth Sciences*, **6**, 33-42.
- Genç, Ş.C.**, 2001. Yerbilimleri bülteninde (2000, sayı 22, 33-42) yayımlanmış olan “Fıstıklı (Armutlu-Yalova) granitoidinin jeokimyası” başlıklı makale (N. Köprübaşı, C. Şen, N. Köprübaşı) ile ilgili tartışma, *Yerbilimleri, Hacettepe Üni. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, **23**, 207-210.
- Göncüoğlu, M.C., Erendil, M., Tekeli, O., Aksay, A., Kuşçu, I., Ürgün, B.M.**, 1987. Geology of the Armutlu peninsula, IGCP Project No. 5, Correlation of Variscan and pre-Variscan events of the Alpine-Himalayan mountain belt, Field Meeting, Turkey, Guide book for the field excursion along Western Anatolia, Turkey, MTA, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C., Erendil, M., Tekeli, O., Aksay, A., Kuşçu, A., Ürgün, B.**, 1992. Introduction to the geology of the Armutlu peninsula, ISGB-92, Guide Book, Ankara, Turkey.
- Harris, N.B.W., Kelley, S., Okay, A.I.**, 1994. Post-collision magmatism and tectonics in northwest Anatolia, *Contrib. Mineral. Petrol.*, **117**, 241-252.
- Hamilton, W.J.**, 1842. Researches in Asia Minor, *Transaction of the Geological Soc. of London, Bd. V, Vol.I*, Londra.
- Hamilton, W.J., ve Strickland, E.H.**, 1836. On the geology of the western part of Asia Minor, *Transaction of the Geological Soc. of London, 2nd series*.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A.**, 1971. A guide to the chemical classification of the common rocks, *Can. J. Earth Sci.*, **8**, 523- 548.
- Köprübaşı, N., Şen, C., Köprübaşı, N.**, 2000. Fıstıklı (Armutlu-Yalova) granitoidinin jeokimyası, *Yerbilimleri Hacettepe Ünv. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, **22**, 33-42.

- Köprübaşı, N., Aldanmaz, E.,** 2004. Geochemical constraints on the petrogenesis of Cenozoic I-type granitoids in Northwest Anatolia, Turkey: Evidence for magma generation by lithospheric delamination in a post-collisional setting, *Int. Geol. Rev.*, **46**, 705-729.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Wooley, A.R., Zanettin, B.,** 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms, Blackwell, Oxford.
- Middlemost E.A.K.,** 1985. Magmas and magmatic rocks, Longman Group Limited.
- Okay, A.I.,** 2002. Jadeite-chloriroid-lawsonite blueschists in northwest Turkey: Unusually high P/T ratios in continental crust, *Journal of Metamorphic Geology*, **20**, 757-768.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G.,** 1984. Trace element discrimination diagrams for tectonic interpretations of granitic rocks, *J. Petrol.*, **25**, 956-983.
- Penck, W.,** 1918. Dei tectonische Gründzüge Westkleinasien, Stuttgart.
- Peccerillo, A., Taylor S.R.,** 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey, *Contrib. Mineral. and Petrol.*, **58**, 63-81.
- Pitcher, WS,** 1983. Granite type and tectonic environment. In: Hsü, K., (Ed.), *Mountain Building Processes*, Academic Press, London.
- Robertson, A.H.F., Ustaömer, T.,** 2004. Tectonic evolution of the Intra-Pontide suture zone in the Armutlu Peninsula, NW Turkey, *Tectonophysics*, **381**, 175-209.
- Schmidt, M.W.,** 1992. Amphibole compositions in tonalite as a function of pressure: An experimental calibration of the Al-in-hornblende-thermometer, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **110**, 304-310.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y.,** 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, **75**, 81-241.
- Tchihatcheff, P. de,** 1867. Asie Mineure. *Description physique. Quatrième partie. Géologie I, II, III*, Paris.

- Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Genç, Ş.C., Bozcu, M., Yılmaz, K., Şeker, H., Yiğitbaş, E., Keskin, M.,** 1990. Armutlu Yarımadası'nın ve dolayının jeolojisi, TPAO Raporu, No. 2796, Ankara.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M., Yılmaz, K.,** 1995. Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia, *Tectonophysics*, **243**, 155-171.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Şengör, A.M.C.,** 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides, in A.G. Robinson, ed., Regional and petroleum geology of the black sea and surrounding region, *AAPG Memoir*, **68**, 183-226.

ÖZGEÇMİŞ

Bu çalışmayı hazırlayan 1976 yılında İstanbul'da doğdu. İlkokulu, İstanbul Suadiye'de bulunan Turhan ve Mediha Tansel İlköğretim okulunda, orta ve lise eğitimini Pendik Lisesi'nde tamamladı. 1994 yılında Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü'ne kayıt oldu ve 1999 yılında lisans eğitimi tamamladı. Bunu takiben, 2002 yılına kadar, üniversite eğitimi sırasında yarı-zamanlı olarak çalıştığı firmanın üretim tesislerinde çeşitli idari görevler üstlendi. 2003 yılı başında vatani görevini tamamladı. Aynı yılın Temmuz ayında İTÜ Uygulamalı Jeoloji yüksek lisans programına başvurdu ve kabul edildi. Evli olan yazar, İngilizce bilmektedir.