

## ESENKÖY (ÇINARCIK-YALOVA) GRANİTOYİDİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

### Geochemical Characteristics of Esenköy (Çınarcık-Yalova) Granitoids

Duygu YILMAZ<sup>1</sup>, Necla KÖPRÜBAŞI<sup>2</sup>, Dağhan ÇELEBİ<sup>2</sup>,  
Nezihi KÖPRÜBAŞI<sup>2</sup>

#### ÖZET

Bu çalışmada Armutlu yarımadasında yüzeyleyen Esenköy granitoidinin petrografik ve jeokimyasal özellikleriyle, bu kütlelin yan kayacı konumundaki Armutlu metamorfik topluluğuna ait birimlerin petrografileri ve kontakt ilişkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Çalışma alanında stratigrafik olarak en altta Paleozoyik yaşlı amfibolit, gnays ve hornfelsten oluşan Armutlu metamorfik topluluğu yer almaktadır. Bu topluluk üzerine granit ve granodioritlerden oluşan Eosen yaşlı Esenköy granitoidi uyumsuz olarak gelmektedir.

Esenköy granitoidi çalışma alanına intrüzif olarak yerleşmiş olup, Armutlu metamorfik topluluğu ve İncebel flišini kesmektedir. Batolit çeşitli granitoidik kayalardan oluşmaktadır. Esenköy granitoidinden alınan örneklerle yapılan modal ve normatif analizlerle batoliti oluşturan kayaların granit, granodiyorit, alkalin granit ve kuvarslı monzonit olduğu saptanmıştır.

Granitik kayalardan alınan 15 adet örneğin ana element ve Rb, Sr, Y ve Ce gibi iz element analizleri yapılarak hesaplanan normatif bileşenleriyle sunulmuştur. Ana element içerikleri granitik kayaların alkali - silis ilgisine göre kalsik oldukları saptanmıştır. Alümina doygunluğuna göre metalüministan, peralüminusa doğru bir trend izledikleri görülmüştür.

#### ABSTRACT

In this study, petrology and petrochemistry of Esenköy granitoids, which outcrop in the Armutlu peninsula, are examined. Petrographic details of the Armutlu metamorphic complex, which is the host rock the granitoid body, and contact relations between these two main rock units are also discussed.

In the studied area Armutlu metamorphic complex which is composed of amphibolites, gneisses and hornfelses form a basement part of the region and unconformably overlain by Esenköy Granitoids which are composed of granite and granitoids.

Esenköy granitoid intruded into the Armutlu metamorphics and İncebel Flish within the area studied. Modal and normative analyses of the samples show that the batholithic body varies petrologically from granite, granodiorite, alkali feldspar granite to quartz monzonite.

Major and trace elements concentrations and normative constituents of the 15 samples are presented. Major element characteristics and alkali-lime relations indicate that they are calcic in character. Alumina saturation also indicate that they are metaluminous to per aluminous.

<sup>1</sup> Bursa Büyükşehir Belediyesi İmar Uygulama Şube Müdürlüğü

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü

## GİRİŞ

Çalışmada Armutlu yarımadasının kuzeyinde yüzeyleyen Esenköy (Çınarcık-Yalova) granitoidinin petrografik ve jeokimyasal özellikleriyle bu kütlelerin yan kayacı konumundaki ve Armutlu metamorfik topluluğuna ait birimlerin petrografileri ve kontak ilişkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

İnceleme alanı coğrafik ve jeolojik konumu itibariyle 1800'li yıllardan beri yerli ve yabancı birçok bilim adamına araştırma konusu olmuştur. Özellikle yörenin tektoniği ve stratigrafisi ile ilgili olan bu araştırmalar, günümüzde de hala tartışmalı olan bölgenin paleocoğrafik evrimine katkıda bulunmaya yönelik olmuştur.

Armutlu yarımadası, Pontidlerin batı kesiminde, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) 'na ait kollarla sınırlı ve karmaşık yapısal unsurlar taşıyan bir bölgedir.

Çalışma alanıyla ilgili en eski çalışmalardan biri Akartuna (1968) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada yazar tüm Armutlu yarımadasını incelemiş ve bölgenin stratigrafik yapısı hakkında bilgi verip, formasyon adlamalarını yapmıştır. Araştırmacı bölgede bulunan granitik plütonları Paleozoyik yaşlı olarak değerlendirmiştir.

Göncüoğlu ve diğ. (1986) ' ne göre Armutlu yarımadasının görünen en alt birimleri olan bölgesel metamorfik kayalar, Üst Kretase öncesinde bir araya gelmiş ve bu birimler iki grup halinde incelenmiştir. İznik metamorfikleri ve Pamukova metamorfikleri olarak adlandırılan bu iki büyük tektonostatigrafik birim Senomaniyen yaşlı kireçtaşlarıyla başlayan ve metamorfizma göstermeyen istiflerle örtülür. Yazarlara göre İznik metamorfikleri genel olarak güney-güneydoğu yönlü bir sıkışmanın etkisi altında deforme olmuş, kırıntılı, volkanik ve karbonat kayalarından oluşmuştur. Yine yazarların yaptığı araştırmalara göre Pamukova metamorfik biriminin en alt bölümünde İstanbul Paleozoyik istifleriyle benzerlik gösteren metabazikler, metakırıntılılar ve bunları kesen granitoidlerin varlığından bahsetmektedirler.

Yılmaz (1981) Armutlu yarımadasının tektonik evrimini araştırmış, çalışmada yarımada kuzey, orta ve güney olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır. Bu ayırımı Kuzey Anadolu Fayını (KAF) ve Sakarya kıtasını sınır alarak yapmıştır.

Yılmaz ve diğ., (1998), Armutlu yarımadasında yaptıkları çalışmada, Kızderbent volkanizmasının (Armutlu volkanizması) dalma – batma olayından oluşmadığını; LIL Elementlerce zenginleşmiş bir manto kaynağından türemiş çarpışma sonrası magmatizma olabileceğini belirtmişlerdir.

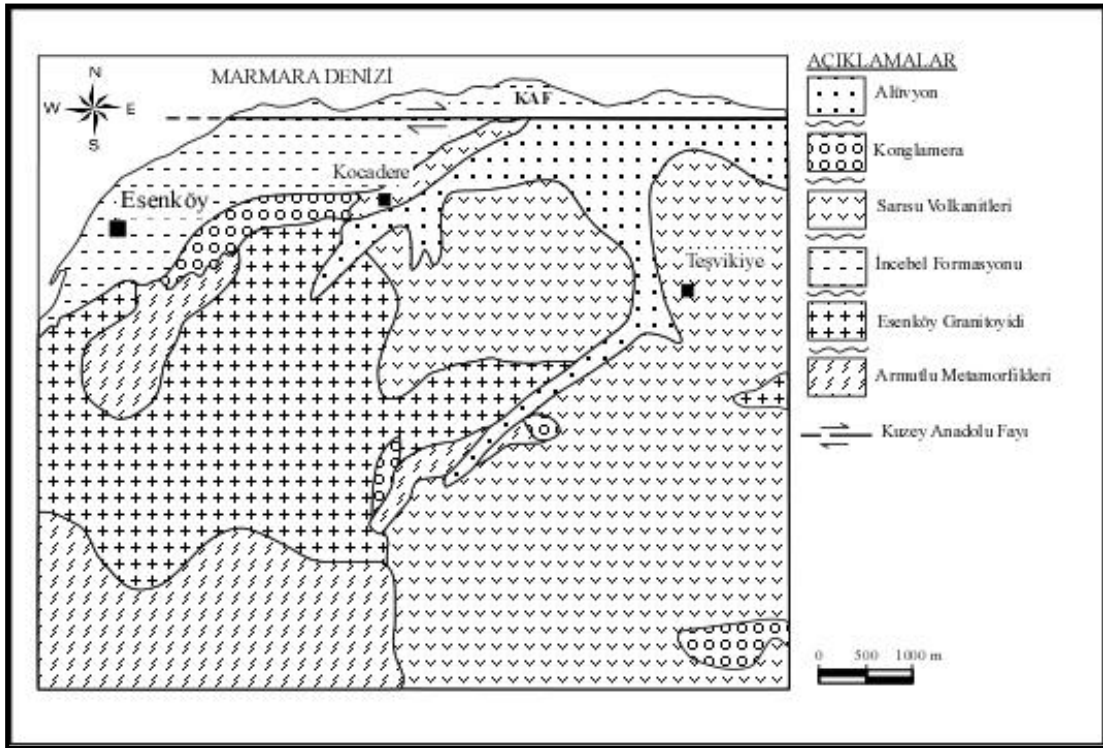
Köprübaşı (1998) ve Köprübaşı ve diğ., (2000), Armutlu yarımadasının güneyinde yüzeyleyen Fıstıklı granitoidi üzerinde çalışmışlar ve bunların volkanik yay granitoidi olduğunu belirtmişlerdir.

Köprübaşı ve Aldanmaz (2004), yaptıkları çalışmada Orta Marmara bölgesinde yüzeyleyen Armutlu, Kapıdağ yarımadası granitoidlerinin ve Lapseki granitoidlerinin hemen hemen aynı kaynaktan türediğini ve çarpışma sonrası oluşmuş I-tipi karakterli granitoidler olduklarını belirtmişlerdir.

Delaloye ve Bingöl ( 2000), Fıstıklı granitoidleriyle ilgili olarak yaptığı çalışmada, yerleşme yaşlarını  $48.2 \pm 1.0$  ile  $34.3 \pm 0.9$  milyon yıl arasında vermiştir.

## STRATİGRAFİ VE PETROGRAFİ

Yapılan çalışmalar sonucunda bölgenin en yaşlı birimi yeşilist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış başlıca sedimanter ve kısmen de volkanik kayalardan oluşan Paleozoyik yaşlı Armutlu metamorfitleridir. Stratigrafik konumları bakımından Paleozoyik yaşında olan bu kayalar bölgedeki stratigrafik istifin temelini oluştururlar (Şekil 1). Bu istifte en altta yaklaşık 200 m. kalınlıkta beyaz ve açık sarı renkli, orta tabakalı kuvarsitler görülür. Bu kuvarsitlerde kuvars taneleri silisle çimentolanmıştır ve metamorfizma etkisiyle kristal büyümeleri kayaya homojen bir yapı kazandırmıştır. Birimin temel litolojisi olan amfibolitler yeşil, gri-yeşil yada çok koyu yeşil renkli homojen kütleler halinde bulunur.



Şekil 1. İnceleme alanının jeoloji haritası (Kayrak, 2006)

Figure 1. Geological map of the study area (Kayrak, 2006)

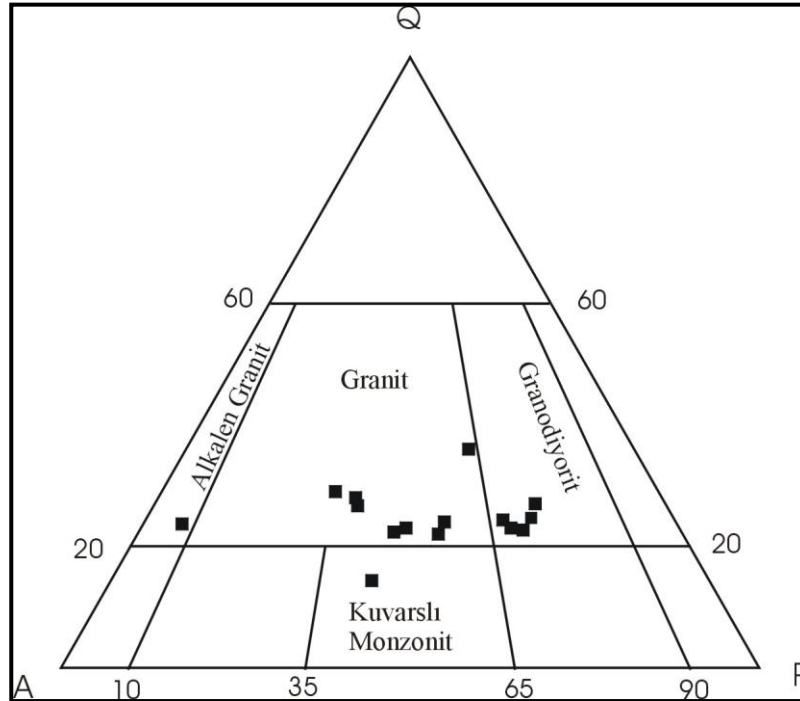
Hornblend ve plajiyoklas ana bileşenlerdir. Kuvars, sfen, epidot ve klorit ana parajenezi tamamlar. Ana litoloji olan amfibolitler irili ufaklı birçok granitik plutonlarla kesilmiştir. Çevre kayalarda gözlenen mekanik deformasyon granitlerde de açıkça gözlenir. Mafik bileşenlerin dizilmesiyle yapraklanma amfibolit şistozitesiyle uyumludur. Yapraklanmanın aşırı ölçüde geliştiği kesimlerde ise gnaysik dokuludur. Bu yüzden amfibolitleri kesen metagranitler gnays olarak tanımlanmıştır. Kuvars, plajiyoklas, ortoklas, hornblend ve biyotitten oluşan granitler önemli ölçüde alterasyona uğramıştır. Genellikle pembemsi sarı renkli arena durumundadır. Granitik kütleler kendi içinde bileşimsel farklılaşma gösterir ve granit-kuvars monzonit-granodiyorit gibi bileşimler gözlenir. Büyük granitik kütleler yanında küçük kütleler ve dayklar da çevreleyen kayaları keserler. Dayklar aplit ve pegmatit daykları halinde daha beyaz ve altere durumundadır. Amfibolitlerin üzerinde bazen pembemsi granit çakılları içeren bir konglomera ile uyumsuz olarak metakırıntılı bir birim yer alır. Genellikle metagrovak, kuvarsit ve sleytten oluşan birim aşırı ölçüde deformasyona uğramış ve genel olarak milonitik bir yapı kazanmıştır. Konglomera düzeyleri milonitik dokulu, kuvars ve plajiyoklastan oluşan hamur içinde deforme granitik çakıllar taşır.

## Esenköy Granitoyidi

Esenköy granitoyidi inceleme alanının güneyinde oldukça geniş bir kesimde mostra veren granit ve granodioritlerden oluşmuştur. Eosen yaşlı bu plütonik kayalar asit magmanın temsilcisidirler. Aynı plütunun çeşitli yerlerinde farklı petrografik özellikler görülebilmektedir. Kayaç irice taneli ortoklas hornblend ve biyotitten oluşmuştur. Kayacın plajiyoklas-ortoklas oranları dikkate alındığında granit-granodiorit geçiş fazında olduğu söylenebilir. İnceleme alanında bulunan Esenköy granitoyidi ; granit , alkali feldspat granit, granodiorit, kuvarslı monzonitlerle temsil edilmektedir. Bu kesimdeki kayaların çeşitli doğrultular gösteren kuvars, pegmatit ve aplit damarlarıyla kesildiği gözlenmektedir. Granitoyid terimi genel anlamda holokristalen magmatik kayalar topluluğu için kullanılmaktadır. Brown ve diğ. (1984), granitoyid terimine açıklık getirmişler ve diyoritten tonalite, granodiorite ve gerçek anlamdaki granite kadar değişim gösteren intrüzif kayaç kompleksi için kullanmışlardır.

## Esenköy Granitoyidi İçindeki Petrografik Değişiklikler ve Bunların Genel Özellikleri

Örneklerin petrografik incelemelerinde başlıca polarizan mikroskoptan yararlanılmıştır. Petrografik tayini yapılan 15 adet örneğin nokta sayacı ile modal analizleri yapılmıştır (Tablo 1). Ayrıca bu örnekler için üçgen diyagramda uç noktaları oluşturan minerallerin yüzde oranları hesaplanarak QAP diyagramında sunulmuştur (Şekil 2). Bu diyagramda görüldüğü üzere örneklerin granit, granodiorit, alkalin granit ve kuvarslı monzonit bölgelerine düştükleri görülmüştür.



Şekil 2. Esenköy granitoidine ait 15 adet örneğin QAP diyagramında dağılımı (Streckeisen 1967)  
Figure 2. Distribution of the 15 samples from the Esenköy granitoid on QAP diagram (Streckeisen, 1967)

**Tablo 1.** Petrografik tayini yapılan 15 adet örneğin modal analiz sonuçları  
**Table 1.** Petrographic determination of the modal analysis results of 15 samples

QAP DİYAGRAMINA GÖRE ADLAMA	MİNERALLER							ÖRNEK NO
	KUVARŞ	ALKALİ FELDSPAT	PLAJİYOKLAS	AMFİBOL	BIYOTİT	OPAK MİNERAL	İKİNCİL MİNERAL	
GRANODİYORİT	22	22	46	3	6	1	-	DK – 1
GRANİT	19	32	31	12	5	1	-	DK – 2
GRANİT	24	37	24	6	8	1	-	DK – 3
GRANİT	32	21	36	4	6	1	-	DK – 4
GRANİT	23	38	25	3	10	1	-	DK – 6
GRANİT	26	41	22	6	5	-	-	DK – 7
GRANODİYORİT	20	21	46	8	4	1	-	DK – 8
ALKALEN GRANİT	22	65	05	3	4	1	-	DK – 9
GRANODİYORİT	22	18	49	5	5	1	-	DK – 10
GRANİT	23	30	39	1	6	1	-	DK – 14
GRANİT	19	30	37	3	7	1	3	DK – 16
GRANODİYORİT	22	15	44	11	8	-	-	DK – 17
GRANODİYORİT	19	19	46	8	6	1	1	DK – 18
GRANİT	19	35	31	7	8	-	-	DK – 19
KUVARŞLI MONZONİT	12	40	31	8	7	1	1	DK – 20

### Granitler

Esenköy granitoidinin büyük bölümü granitlerden oluşmaktadır. Arazide genellikle açık pembe renkte görülmektedirler. İçerisindeki bazı mineraller gözle seçilebilmektedir. Kuvarşlar özşekilsiz olarak diğer minerallerin aralarında bulunmaktadır. Modal analizlerde kuvarş miktarı % 19 – 32

arasında değişmektedir. Genellikle özşekilli ve yarı özşekilli görülen plajiyoklasların oranı % 22 – 39 arasında değişmektedir. Plajiyoklaslarda albit ikizi yağın olarak görülmekle birlikte bazı örneklerde zonlu yapı gözlenmektedir. Albit ikizlerine göre yapılan ölçümlerde plajiyoklasların % 7 – 14 An içerikleriyle albit ve oligoklas oldukları belirlenmiştir. Genellikle plajiyoklaslarda alterasyonla serisitleşme şeklinde oluşmuştur. Alkali feldspatlar plajiyoklaslara oranla biraz daha bol bulunmaktadır. Modal analizlerde % 21-41 arasında oldukları görülmektedir. Genellikle karlsbad ikizi şeklinde görülmekte, ayrıca yer yer iplikler ve çubuklar şeklinde pertitler gözlenmektedir. Alterasyon sonucu bazılarında kaolenleşme görülmektedir. Yine bölgeye ait bazı granitlerde bol miktarda fenokristaller halinde kuvars ve plajiyoklaslar gözlenmektedir. Plajiyoklaslarda inklüzyonlar halinde epidotlar gözlenir. Yapılan sönme açısı tayinine göre Plajiyoklasların cinsi belirlenmiştir. Bu örnekteki plajiyoklasta yüzde %An: 7 olduğundan dolayı plajiyoklasın cinsi albittir. Bölgede gözlenen granitler genelde holokristalen dokudadır. Bol miktarda alkali feldspat ve plajiyoklas içermektedir. Alkali feldspatlardaki alterasyonlar kaolenleşmeyle karakterizedir. Plajiyoklas ve alkali feldspatlarda biyotit inklüzyonları gözlenmektedir. Biyotitlerde kloritleşme gözlenmektedir. Ferromagnezyen minerallerden biyotit ve amfibol gözlenmiştir. Biyotitler % 5-10 arasında değişmektedir. Genellikle prizmatik şekilde dilinimli görülmektedir. Alterasyon görülen kesitlerde ayrışma dilinimler boyunca ve kloritleşme şeklindedir. Biyotitlerde paralel sönme görülmekte ve tek nikolde sarıdan kahverengiye değişen renklerde pleokrozma görülmektedir. Plütonun kenar zonlarından alınan örneklerde biyotit lamellerinin basınçtan dolayı büküldüğü görülmektedir. Amfibol genellikle daha az bulunmaktadır. Fakat Esenköy civarından alınan bir örneğin modal analizinde % 12 civarında olduğu görülmüştür. Bazı kesitlerde amfibol mineralinin girişim renkleri ayrışmadan dolayı mor renklidir. Yine bölgeye ait bazı granitlerde bol miktarda fenokristaller halinde alkali feldspatlar gözlenmektedir. Biyotitlerde genelde inklüzyonlar halinde kuvars bulunmaktadır. Ksenomorf taneler halinde kuvars bulunmaktadır. Amfiboller özşekillidir. Yapılan sönme açısı tayinine göre Plajiyoklasların cinsi belirlenmiştir. Bu örnekteki plajiyoklasta %An: 12 olduğundan dolayı plajiyoklasın cinsi oligoklazdır. Dik sönme gösteren biyotitler  $n_g-n_m$  yönünde kahverengi, yeşilimsi kahverengi;  $n_p$  yönünde ise sarı renkte çok kuvvetli pleokrozma gösterir. Çevresindeki minerallerin büyümesinden dolayı bazı biyotit lamelleri bükülmüştür. Yine bölgeye ait granitler porfiro holokristalen dokuda olup, kuvarslar özşekilsiz fenokristalen yapıdadır ve kayaç içerisinde epidotlaşma gözlenmektedir. Yapılan sönme açısı tayinine göre Plajiyoklasların cinsi belirlenmiştir. Bu örnekteki plajiyoklasta yüzde %An: 14 olduğundan dolayı plajiyoklasın cinsi oligoklazdır.

### **Granodiyoritler**

Esenköy granitoidinin bir kısmını oluşturan granodiyoritler çalışma alanında genellikle Esenköy ilçesi civarında yüzeylenirler. Arazideki görünüşleri ayrışmamış kesimlerde genellikle gri – pembe, ayrışmış kesimlerde ise pembe renklidir. Mikroskopik incelemelerde genellikle bütün örneklerin taneli doku gösterdikleri görülmektedir. Kuvarslar % 19 – 22 civarında bulunmaktadır. Ksenomorf taneler halindedirler ve yer yer dalgalı sönme gösterirler. Bazı kesitlerde inklüzyonlar halinde alkali feldspat ve epidot kristalleri görülmektedir. Plajiyoklaslar modal analizlerde % 44 – 49 oranında bulunmuşlardır. Genellikle iri kristaller halinde, albit ikizi ve zonlu yapı gösterirler. Yine bölgeye ait bazı granitlerde bol miktarda fenokristaller halinde zonlu yapıda plajiyoklaslar gözlenmektedir. Ksenomorf taneler halinde kuvars bulunmaktadır. Alkali feldspatlar kuvarsların içerisine inklüzyon yapmıştır. Alkali feldspatlar genellikle pertitler halindedir ve farklı boyutlarda gözlenmektedir. Modal analizlerde % 15 – 22 civarındadır. Birçoğu alterasyona uğrayarak kaolenleşmeye başlamıştır. Ferromagnezyen minerallerden biyotit ve amfibol bulunmaktadır. Biyotit % 4 – 8 civarındadır ve genellikle iri kristaller halinde bulunurlar. Dilinim yüzeyleri boyunca ayrışarak kloritleşmeye başlamışlardır. Amfiboller % 3 – 11 civarındadır. Yoğun alterasyonun neden olduğu kloritleşme gözlenmektedir. Bazen ikizlenmeler şeklinde bazen de belirgin altıgen şeklinde görülmektedirler.

Bölgede gözlenen granitler genelde holokristalen dokudadır. Bol miktarda yarı özşekilli alkali feldispat ve kuvars içermektedir. Alkali feldispatlardaki alterasyonlar kaolenleşmeyle karakterizedir. Amfibollerde kloritleşme gözlenmektedir. Tali mineraller olarak genellikle epidot bulunmaktadır. Epidotlar diğer mineraller içerisinde inklüzyonlar halinde görülmektedir. Ayrıca inklüzyonlar halinde ve minerallerin sınırlarında opak mineraller bulunmaktadır. Opak minerallerin modal analizlere göre miktarı % 1 civarındadır.

### **İncebel Formasyonu**

Armutlu yarımadasında geniş alanlarda yüzeylenen bir birimdir. Yarımada'nın bu kesiminde Paleozoyik yaşlı metamorfiklerle olan dokanağı faylıdır. İnceleme alanında toplam kalınlıkları 200 m. ye ulaşır. Genel olarak 5–35 cm. arasında katmanlı kısmen türbiditik özellikler gösteren orta-kaba volkanik elemanlı kumtaşı ile silttaşı ardalananmasından oluşurlar. Bunlara bazen konglomeralar eşlik eder. Yer yer kıvrımlı yapılar görülür.

İncebel formasyonu üzerlediği formasyonların çakıllarından oluşan ve aşındırdığı litolojilerin rengine bağlı olarak mor, gri ya da sarı renkli ve taban konglomerası niteliğindeki bir düzeye başlar. Genellikle tekdüze bir şekilde kumtaşı, çamurtaşı, marn ve konglomera ardalananmasından oluşan fliş niteliğindeki bölümlerle devam eder. Bölgede 10–40 cm. arasında katmanlı, açık kahverengi renkli volkanik elemanca zengin kumtaşı ve silttaşı ardalananmaları görülür. Bölgedeki konglomeralar matris kumtaşından meydana gelir. Yuvarlaklaşmış fakat kötü boylanmalılardır. 0.5–30 cm. boylarındaki granit çakılları egemendir. Bundan başka metamorfik çakıllar da bulunur. Kumtaşlarının incelemelerinde orta-kaba taneli bazen konglomera karakterinde oldukları, bileşenlerin metamorfik kayaç parçası, kuvars, opak ve mafik minerallerden meydana geldikleri ve çoğunlukla karbonat, az miktarda da kil ve demiroksit çimentolu oldukları görülür. Bu kayaçlarda yoğun şekilde katmanlanmaya paralel stilolit gelişimleri izlenir. Bu durum oldukça etkili bir basınç altında bulduklarını işaret eder (Göncüoğlu ve diğ., 1986). Bu şekilde kayaçlarda başlıca zayıflık düzlemlerini katmanlanma yanında orta-geniş aralıklı çeşitli yönlerde gelişmiş çatlaklanmalar ve katman içindeki hafif foliasyon etkisi oluşturur. Bunlar katmanlanmanın yataya yakın olduğu kesimlerde sorun teşkil etmezler. Ancak eğimli yamaçlarda yapısal eğimlerde kütle hareketi potansiyeli taşıyabilirler. Silttaşlarının incelemelerinde küçük kuvars minerallerinden oluştuğu, karbonat çimentolu oldukları ve az miktarda demiroksit bağlayıcı ile kırmızı renkte buldukları gözlenir. Bunlarda seyrek rastlanan kalın duvarlı Globigerina'lar Üst Paleosen'e işaret edebilirler.

Birimin önceki çalışmalarda belirlenmiş yaşı Üst Paleosen-Alt Eosen'dir. Birimin bazı seviyelerinde karbonat oranının arttığı gözlenir. Açık gri renkli silttaşı ve şeyllerde alterasyonlar gözlenir. Yoğun bozuşmalar ince taneli ve karbonatça zengin seviyelerde meydana gelmektedir. Bölgede Kalem tepe, Çayır tepe ve Mersin burnu hattında kıyıya dik eğimli yamaçlarda yapısal eğimi de yamaç dışına doğru olduğu yerler bulunmaktadır. Bu kesimlerde kütle hareketi potansiyeli dikkate alınmalıdır.

### **Sarısu Volkanitleri**

Yarımada'nın orta kesiminde yaygınca görülen andezitik lav ve aglomeralardan oluşan volkanik istifler Sarısu volkanikleri olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında İncebel formasyonu ile ilişkisi faylıdır. Bu fay olasılıkla bir bindirme fayıdır. Bir metre boya ulaşan bazalt ve bazaltik andezit blok ve çakılları volkanik bir matris içerisinde bulunurlar. Bazı kesimlerde az miktarda yuvarlak granit çakılları ve silttaşı bloklarının varlığı gözlenir. Bu birim tamamıyla kaya özelliğindedir. Volkanik etkinliğin altta yer alan İncebel Formasyonu'nun çökelişi sırasında bölgede sürdüğü ve formasyonun üst düzeylerinin çökelişi sırasında arttığı söylenebilir (Göncüoğlu ve diğ.,1986) .

Sarısu formasyonu metamorfik kayalar üzerinde genellikle 5–10 m. kalınlıkta bir çökel düzeyi ile başlar. Bu düzey konglomera, çamurtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı gibi litolojilerden oluşur. Konglomeralar köşeli kuvars klastlarından oluşur ve tane desteklidir. Çamurtaşları, kuvars taneli, kalkerli çamurtaşı niteliğindedir. Kireçtaşları ise litoklastik ve biyoklastik, nümmlitli, kuvars taneli istiftaşı türündedir. Bu çökel, taban istifinin üzerinde ki yaklaşık 1000m. lik kesim, genellikle piroklastik ve epiklastik kayalardan oluşur. Piroklastik düzeyler normal, ters ya da simetrik derecelenmeli, ince ya da kaba taneli tuf ve lapilli içinde çeşitli boyutta andezitik tuf ve kaya parçalarından oluşur. Bütün bu istif, özellikle üst düzeylerinde gözlenen, bazalt daykalarıyla kesilir. Bazaltlar ojit ve plajiyoklas bileşenli ve andezitlerden çok daha tazedir. İstifin kimi düzeyleri ise iri andezit bloklu ve çakıllı, olasılıkla plaj konglomerası niteliğinde ki epiklastik çökeller içerir. Bu istif içinde lav akıntıları, üst bölümlerde ve ortalama 5 m. kalınlıkta düzeyler halinde piroklastik kayalarla ardalanır.

Bölgede gözlenen andezitler trakitik dokudadır. Hamurun içerisinde yaklaşık birbirine paralel halde dizilmiş mikrokristalen plajiyoklaslar gözlenmektedir. Yapılan sönme açısı tayinine göre Plajiyoklasların cinsi belirlenmiştir. Bu örnekteki plajiyoklasta yüzde %An: 37 olduğundan dolayı plajiyoklasın cinsi andezindir.

Mikrogranüler dokulu, sfelirit oluşumları gözlenmekte, kayaç içerisinde bulunan bazalt fenokristalinde hamur demirce zenginleşme yaygın ve hamur mikrolitik plajiyoklaslardan ibarettir. Yapılan sönme açısı tayinine göre plajiyoklasların cinsi belirlenmiştir. Bu örnekteki plajiyoklasta %An:48 olduğundan dolayı plajiyoklasın cinsi andezindir.

Konglomeralar inceleme alanının güneybatı sınırındaki eğimli yamaçlarda yer alır. Volcano-klastik birimi oluşturan bazalt, andezit, tuf ve kumtaşı kökenli çakıl ve bloklardan oluşmaktadır. Grimsi-siyahımsı yer yer yeşil ve kahverengidir. Üst seviyeleri siltli, çok sıkıdır. Çakıllar düzensiz tane boyulu, köşeli, pürüzlü ve iri tanelidir.

Alüvyonlar dar kıyı ovası ile Esenköy ve Eski dere vadilerini kaplayan güncel kumlu, çakıllı ve siltli tortullardır. Kıyı kesiminde çok ince olan bu birim oluşumları ancak Esenköy ve Eski dere vadilerinin orta kesimlerinde temel derinliği geçen kalınlıklara ulaşabilirler.

## **PETROKİMYA VE GRANİTOYİD JENEZİ**

Armutlu yarımadasında kuzey-güney yönünde uzanan ve büyük bir olasılıkla birbiriyle bağlantılı olan iki plüton yer almaktadır. Bunlardan kuzeyde bulunan ve Esenköy granitoyidi olarak adlandırılan plüton çalışmanın esasını oluşturmaktadır. Esenköy granitoyidini jeokimyasal açıdan irdeleyerek, magma tipini bulmak ve granitoyid jenezisi ile bölgenin jeotektonik gelişimi arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla söz konusu kütleden alınan 15 adet örneğin ana (majör) ve iz element analizleri yapılmış ve Tablo 2 de sunulmuştur.

Jeokimyasal çalışmaya ait örnekler, ayrıntılı petrografik determinasyondan sonra batoliti oluşturan grupların en ayrışmamış olanlarından seçilmiştir. Analiz için örnek seçiminde olanakların elverdiği ölçüde, ayrımlaşmanın her evresinden örnek alınmasına özen gösterilmiştir. Örneklerin kimyasal analizleri Kanada ACME laboratuvarlarında yapılmıştır. Tüm oksitler ve Ba, Ni, Sc gibi elementlerin analizlerinde 0,200 gr toz örnek LiBO<sub>2</sub> ile karıştırılıp disk hazırlanmış ve sonra çözündürülerek ICP-ES ile analiz edilmiştir. Hafif nadir toprak elementler ve 4B grubu elementler aynı şekilde hazırlanmış ve ICP-MS ile analiz edilmiştir. ID grubu elementler ise 0,50 gr toz örnek 3 ml HCL-HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O ile 95°C'de bir saat süresince yıkandıktan sonra 10 ml' ye kadar seyreltilmiştir. Bu grup elementler ICP-ES ile analiz edilmiştir. Tüm analizlerde ateşte kayıp değerleri kaya tozlarının 900°C' de yaklaşık iki saat süreyle bekletilmesi sonucu elde edilmiştir.



### **Granitoidlerin Jeokimyasal Karakteristikleri ve Günümüzdeki Sınıflandırılmaları**

Granitik kayaçların kökeni hakkında uzun yıllardan beri süregelen tartışmalarda hem granitlerin bazaltik magmadan türediğini öne süren 'Magmatist'lerin, hemde tortul kayaçların süper metamorfizmayla granite dönüştüğünü ileri süren 'Transformist'lerin haklı olduğu yitim olayındaki petrojenez mekanizmalarının anlaşılması ve buna bağlı ayrıntılı jeokimyasal çalışmalar sonucu anlaşılmıştır. İlk defa Chappel ve white (1974), granitoid batolitlerini kimyasal ve mineralojik kriterleri göz önüne alarak, magmatik (manto) kökenli I-tipi granitler ve daha önce oluşmuş metamorfik, sedimanter kayaçlardan türemiş (kabuk) kökenli S- tipi granitler olarak sınıflamıştır.

Daha sonra Ishihara (1977), bu sınıflamaya bir ekleme yaparak I- tipi granitleri, 'Magnetit-serileri' ve S – tipi granitleri de 'İlmenit-serileri' olarak ayırmıştır. Daha sonraları Pitcher (1983), bu sınıflamaya ayrıca 'M' ve 'A' tipleri eklenmiştir. Bütün bu çalışmalardan yararlanılarak Brown ve diğ. (1984), granitoidleri ana petrolojik ve jeokimyasal karakterlerine göre Tablo 3 de özetlendiği gibi sınıflandırmıştır.

Granitik sokulumları jenetik olarak sınıflandırmayı amaçlayan yukarıdaki çalışmalardan yeryüzünde oluşan granit kütlelerin çok büyük bir kısmının yitim mekanizmasıyla oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Bunlardan M ve I tipleri daha çok manto kökenlidir ve yitim süresince oluşmaktadır. S – tipi olarak sınıflandırılanlarda ise kabuk köken kendini belli etmekte ve genellikle bunların oluşumları yitimin son evresine veya çarpışma başlangıcına karşılık gelmektedir. Az da olsa bir kısım granitler plaka içi veya yay gerisi ortamlarda oluşmakta ve belirgin kimyasal karakterleriyle diğer tip granitlerden ayrılmaktadır.

**Table 2.** Esenköy granitoyidi örneklerinin ana ve iz element içerikleri  
**Table 2.** Major and trace elements contents of the samples from the Esenköy granitoid

	DK 1	DK 2	DK 3	DK 4	DK 6	DK 7	DK 8	DK 9
SiO <sub>2</sub>	74.43	72.40	72.36	75.18	72.38	72.37	72.88	74.88
TiO <sub>2</sub>	0.13	0.19	0.19	0.11	0.19	0.19	0.16	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.16	14.08	14.08	13.39	14.08	14.08	14.16	12.29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.62	1.81	1.81	0.83	1.81	1.81	1.24	0.17
MnO	0.01	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06	0.02
MgO	0.21	0.62	0.62	0.20	0.62	0.62	0.45	0.26
CaO	0.92	1.87	1.87	0.58	1.87	1.87	1.41	0.68
Na <sub>2</sub> O	4.10	4.37	4.36	3.77	4.37	4.37	4.63	3.56
K <sub>2</sub> O	5.32	3.37	3.36	4.64	3.36	3.36	3.41	5.49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.06	0.06	0.02	0.06	0.06	0.04	0.01
L.O.I	1.05	1.15	1.15	1.24	1.15	1.15	1.62	1.92
Total	99.97	99.97	99.92	100.00	99.95	99.94	100.08	99.41
Sc	2.40	2.90	2.90	1.81	2.90	2.90	3.50	2.10
V	14.83	11.02	11.01	24.69	11.02	11.01	10.21	19.72
Ni	4.21	6.31	6.31	3.21	6.31	6.31	4.40	1.20
Cu	12.22	15.22	15.22	10.14	15.22	15.22	23.22	24.12
Zn	14.93	11.22	11.21	38.33	11.22	11.21	15.02	20.42
Ga	11.72	0.00	0.00	11.44	0.00	0.00	0.00	15.42
Rb	83.17	99.76	99.71	87.30	99.74	99.73	100.60	107.11
Sr	100.20	140.22	140.15	85.30	140.20	140.18	154.15	80.08
Y	7.21	12.02	12.01	9.83	12.02	12.02	13.01	12.01
Zr	98.20	135.22	135.15	169.59	135.19	135.18	123.12	116.12
Nb	2.00	3.71	3.70	3.01	3.71	3.70	3.00	3.00
Cs	1.40	2.00	2.00	2.61	2.00	2.00	2.10	1.80
Ba	742.68	525.34	525.08	692.42	525.23	525.18	452.75	586.99
La	19.55	18.34	18.33	24.12	18.34	18.33	18.98	23.84
Ce	35.44	30.42	30.40	43.84	30.41	30.41	31.56	43.43
Pr	3.52	3.02	3.02	4.37	3.02	3.02	3.15	4.32
Nd	12.13	10.18	10.17	15.04	10.17	10.17	10.59	14.92
Sm	1.68	1.98	1.98	2.09	1.98	1.98	2.06	2.07
Eu	0.20	0.37	0.37	0.25	0.37	0.37	0.36	0.25
Gd	1.58	1.84	1.84	1.96	1.84	1.84	1.92	1.94
Tb	0.22	0.29	0.29	0.28	0.29	0.29	0.30	0.28
Dy	1.34	1.79	1.79	1.67	1.79	1.79	1.86	1.65
Ho	0.29	0.37	0.37	0.36	0.37	0.37	0.38	0.35
Er	0.87	1.02	1.02	1.08	1.02	1.02	1.06	1.07
Tm	0.14	0.16	0.16	0.18	0.16	0.16	0.17	0.18
Yb	1.14	1.24	1.24	1.41	1.24	1.24	1.29	1.40
Lu	0.21	0.22	0.22	0.26	0.22	0.22	0.23	0.26
Hf	2.30	3.00	3.00	2.71	3.00	3.00	3.10	2.90
Ta	0.80	0.70	0.70	0.50	0.70	0.70	0.70	1.00
Pb	5.01	5.01	5.01	5.02	5.01	5.01	5.01	5.01
Th	16.03	12.32	12.31	20.07	12.32	12.32	12.81	19.72
U	2.10	2.20	2.20	2.81	2.20	2.20	2.30	2.50

**Tablo 2.** Esenköy granitoyidi örneklerinin ana ve iz element içerikleri (Devam ediyor)  
**Table 2.** Major and trace elements contents of the samples from the Esenköy granitoid (Continued)

Örnek No Wt (%)	DK 10	DK 14	DK 16	DK 17	DK 18	DK 19	DK 20
SiO <sub>2</sub>	73.21	75.14	75.75	74.35	74.97	72.35	72.38
TiO <sub>2</sub>	0.12	0.11	0.07	0.13	0.11	0.19	0.21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.39	13.38	12.91	13.14	13.40	14.07	13.32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.83	0.23	0.62	0.06	1.81	1.78
MnO	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02
MgO	0.47	0.20	0.10	0.21	0.15	0.62	0.60
CaO	3.56	0.58	0.49	0.92	0.85	1.87	2.19
Na <sub>2</sub> O	5.34	3.77	3.72	4.09	3.57	4.36	4.13
K <sub>2</sub> O	3.30	4.63	4.85	5.32	5.22	3.36	3.33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04	0.02	0.01	0.02	0.01	0.06	0.06
L.O.I	0.97	1.24	1.47	1.05	1.56	1.15	1.37
Total	100.45	99.95	99.62	99.87	99.92	99.91	99.41
Sc	2.60	1.81	3.20	2.40	1.70	2.90	1.20
V	17.92	24.67	6.11	14.81	25.63	11.01	15.42
Ni	9.31	3.21	0.30	4.20	3.20	6.31	5.11
Cu	23.22	10.13	9.21	12.21	14.24	15.22	21.12
Zn	6.01	38.31	35.14	14.91	39.24	11.21	11.01
Ga	13.01	11.43	11.51	11.71	12.81	0.00	0.00
Rb	94.09	87.26	118.02	83.08	100.10	99.70	102.40
Sr	241.34	85.26	45.05	100.10	107.11	140.14	170.17
Y	10.61	9.83	10.11	7.21	8.01	12.01	10.01
Zr	109.21	169.51	76.18	98.10	114.11	135.14	122.12
Nb	4.50	3.01	6.51	2.00	2.00	3.70	4.90
Cs	0.60	2.61	1.50	1.40	1.80	2.00	2.00
Ba	152.45	692.07	613.51	741.94	734.93	525.02	542.64
La	16.38	24.11	20.18	19.53	23.82	18.33	18.64
Ce	28.10	43.82	35.96	35.41	43.29	30.40	30.97
Pr	2.73	4.36	3.53	3.51	4.30	3.02	3.08
Nd	9.71	15.04	11.61	12.12	14.85	10.17	10.38
Sm	1.60	2.09	1.60	1.68	2.06	1.98	2.02
Eu	0.30	0.25	0.20	0.20	0.25	0.37	0.37
Gd	1.70	1.96	1.46	1.58	1.93	1.84	1.88
Tb	0.25	0.28	0.24	0.22	0.27	0.29	0.30
Dy	1.55	1.66	1.38	1.34	1.65	1.79	1.82
Ho	0.34	0.36	0.32	0.29	0.35	0.37	0.37
Er	1.03	1.08	1.03	0.87	1.07	1.02	1.04
Tm	0.17	0.18	0.17	0.14	0.18	0.16	0.16
Yb	1.32	1.41	1.44	1.14	1.39	1.24	1.27
Lu	0.26	0.26	0.27	0.21	0.25	0.22	0.22
Hf	3.00	2.71	2.50	2.30	2.80	3.00	3.10
Ta	0.50	0.50	0.90	0.80	1.00	0.70	0.70
Pb	5.01	5.02	5.01	5.01	5.01	5.01	5.01
Th	12.61	20.06	17.82	16.02	19.62	12.31	12.61
U	2.10	2.81	2.50	2.10	2.60	2.20	2.10

**Tablo 3.** Yitimle ilgili graniyoid serilerinde petrolojik-jeokimyasal değişimler ve graniyoid sınıflaması, Chapple and White (1974),Pitcher (1983), Brown et.al. (1984)'ten sadeleştirilerek alınmıştır.

**Table 3.** Petrological-geochemical variations in the granitoid series related to subduction and granitoid classification, Chapple and White (1974),Pitcher (1983), Brown et.al. (1984).

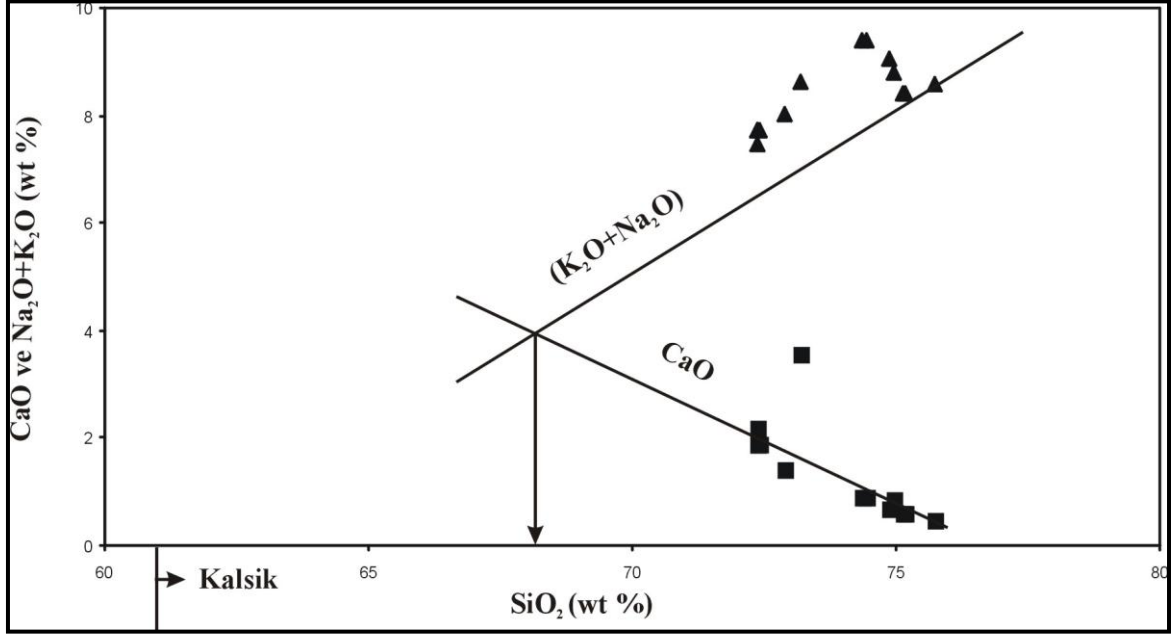
<b>Kayaç Tipleri ve Oluşum Ortamı</b>	<b>Alkali Kireç indeksi ve alüminyum dolgunluğu</b>	<b>Granitoid tipi</b>	<b>Kökene açıklayan iz element karakteristikleri</b>
Gabro-Kuvarslı diyorit stokları , Ada ve kıta arkları ilk evreleri	Kalsik Metalüminus	M	Düşük (B,İ,L K, Rb, Th, U) hafif nadir toprak (La, Ce, Nb) içeriği Manto kökenli , ancak az miktarda yitim zonu zenginleşmesi
Diyorit-Tonalit-Monzogranit-Granit batolitleri Normal kıta arkları	Kalk-alkalinden, alkali kalsik'e kadar değişen trendler Metalüminustan peralüminusa kadar değişen trendler	I	Yitim zenginleşmesinden dolayı orta miktarda Rb, Th,U; normal mantoya göre hafif Nb, Ta, Hf, Y zenginleşmesi Manto köken karakteristikleri
Granodiyorit-Granit-Kuvarslı monzonit (Kuvarslı latit) ; Olgun kıta arkları	Alkali kalsik Peralüminus (Yüksek K ve düşük Ca'lu serilerde peralkalenleşir)	S	Kabuk özümlemesinden dolayı yüksek Rb,Th,U. Ancak yüksek Nb, Ta,Hf,Y içeriği manto kökeni işaret edebilir
Egirin-Ribekit-Nefelinli siyenit-Alkali granit; Ark gerisi havza	Alkalinden ,alkali kalsik'e kadar değişen trendler Peralkalen	A	Plaka içi manto köken özellikleriyle karakteristiktir. Dolayısıyla Nb, Ta, Hf, Y içerikleri yukarıdaki tiplere göre çok daha fazladır

### Ana oksit özellikleri

#### Alkali kalsiyum ilgisi ve alümina doygunluğu

Ana element içerikleri  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Na}_2\text{O}$  arasındaki ilgiler, graniyoidlerin sınıflamalarında önemli rol oynarlar. Özellikle alkali-kalsiyum ilgisi ilk defa Peacock (1931) tarafından araştırılmış ve sınıflandırılmıştır. Günümüz literatüründe de halen önemle

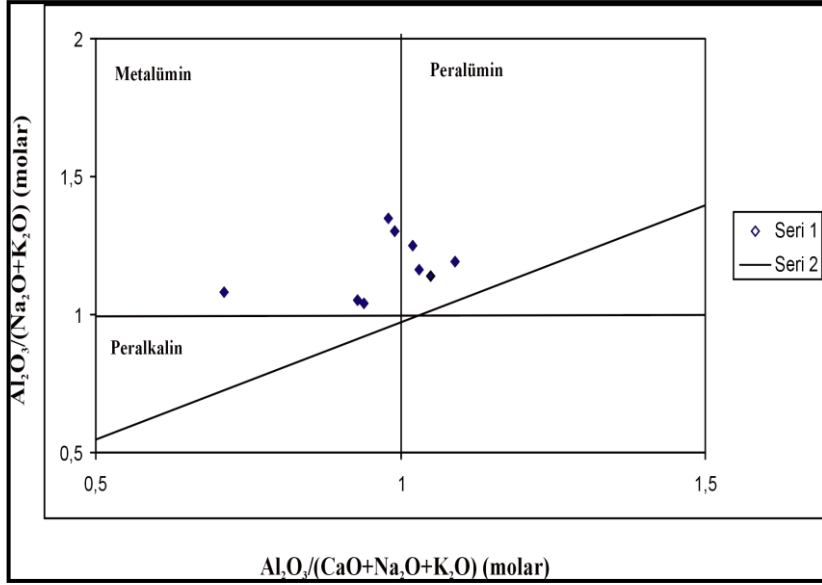
kullanılmaktadır. Bu sınıflamada magmatik serilerde toplam alkali ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ), CaO miktarına eşdeğer olduğu durumlardaki  $\text{SiO}_2$  içeriğine göre, magmatik seriler alkali, alkali-kalsik, kalk-alkali, kalsik olarak sınıflandırılmaktadır. Bu amaçla inceleme alanındaki granitik örnekler Şekil 3 deki Peacock (1931) diyagramında değerlendirilmiş ve örneklerin kalsik alana düştükleri görülmüştür.



Şekil 3. Esenköy granitoidine ait örneklerin Peacock (1931) diyagramındaki dağılımları

Figure 3. Distribution of the samples from the Esenköy granitoids on Peacock (1931) diagram

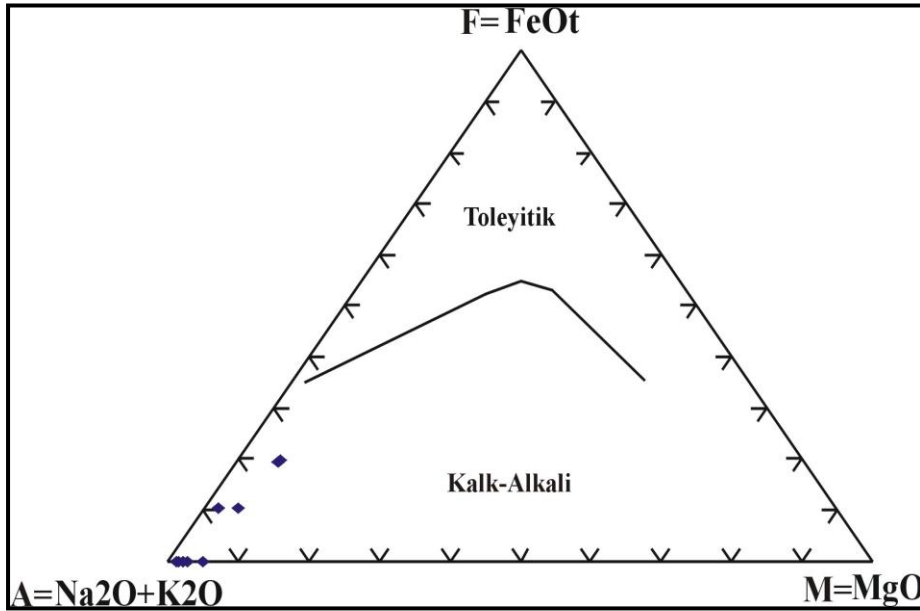
Esenköy granitoidine ait kayaçların alümina doygunluğu açısından karakterini bulmak için  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve CaO değerleri moleküler olarak hesaplanmış Maniar ve Picolli (1989) diyagramında yerine konmuştur. Örneklerin metalüministan peralüminusa doğru bir trend izledikleri görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Maniar ve Picolli (1989) diyagramı üzerinde Esenköy granitoidine ait örneklerin dağılımı

Figure 4. Distrubition of the samples from the Esenköy granitoids on Maniar ve Picolli (1989) diagram.

Aynı örnekler AFM (Irvine ve Baragar, 1971) diyagramına uyarlandığında tümünün kalk-alkali bölgesinde yer aldığı görülmüştür (Şekil 5).



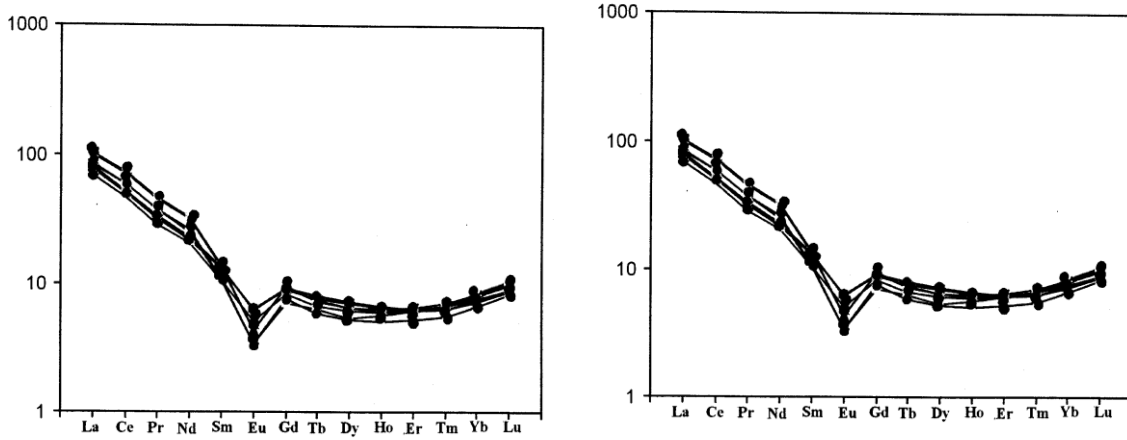
Şekil 5. Esenköy granitoyidi örneklerinin AFM diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) dağılımı.

Figure 5. Distrubition of the samples from the Esenköy granitoids on Irvine ve Baragar, (1971) diagram

## İz Element Jeokimyası

Jeokimyacılar granitoidlerin kökenini bulmak için K, Rb, Th, U ve hafif nadir toprak elementleri (La, Ce) gibi büyük iyonlu litofillerden (BİL) ve ayrıca Nb, Ta, Hf, Y gibi elementlerden yararlanmışlardır. Daha sonra bunların bolluklarını ve birbirlerine göre oranlarını yorumlamışlardır (Brown ve diğ. 1974).

Esenköy granitoidinin kökenini açığa çıkarmak amacıyla Ba, Th, Nb, Ce, Sr, Zr ve Y analizleri yapılmıştır. Bu iz elementler K ve Ti ile birlikte kondritlerle oranlanmış, çıkan değerler Brown ve diğ. (1984) yönseme diyagramında sunulmuştur (Şekil 6).



**Şekil 6.** Esenköy granitoidine ait örneklerine ait iz elementlerin kondrite göre normalleştirilmiş dağılımı (Brown ve Diğ., 1984).

**Figure 6.** Chondrite-normalized trace element patterns for Esenköy granitoids (Brown ve Diğ.,1984).

**Rb:** Genelde M ve I tiplerde S – tipi granitlere göre daha az miktarda bulunur. Esenköy granitoidi örneklerinde 118-83 ppm arasında olup ortalama 97 ppm'dir.

**Sr:** I ve S tiplerinde aynı miktarda bulunur. İnceleme alanında ortalama 125 ppm civarındadır.

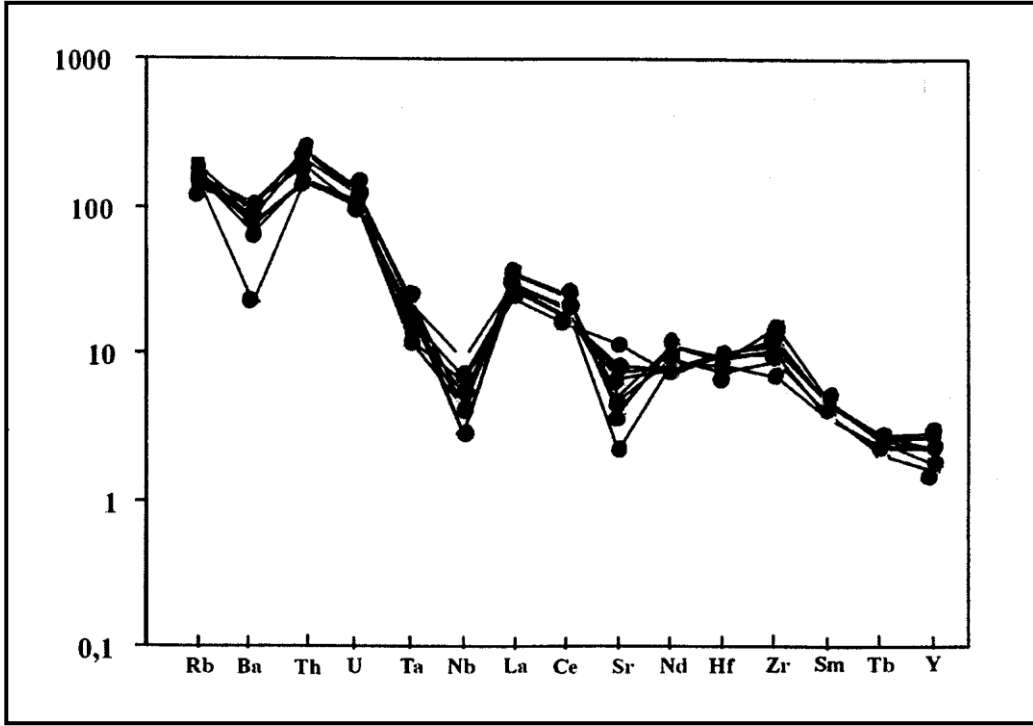
**Y:** Ada yaylarında en düşük, yitim granitlerinde orta, A-tipi granitlerde ise çok yüksek değerdedir. Çalışma alanında ortalama 11 ppm ile yitim zonu granitlerine yakın bir eğerdedir.

**Zr:** Yitim kökenli bütün granitlerde hemen hemen birbirine yakın değerlerde bulunmalarına karşın, A-tipi granitlerde yitim kökenli granitlere göre yaklaşık 10 kat daha zengindir. Esenköy granitoidi kayaçlarında ortalama 125 ppm ile yitim zonu granitleriyle aynı değerlerde bulunmuştur.

**Ce:** I-tipi granitlerde en düşük, s-tipi granitlerde ise en yüksek değerdedir. Çalışma alanındaki granitik kayaçlarda ortalama 35 ppm ile yitim zonu granitlerin değerlerine yakın değerler vermiştir.

**Nb:** A ve S-tiplerinde I-tipine nazaran oldukça fazla miktarda bulunur. Esenköy granitoidinde ortalama 3 ppm'dir. Bu değer I-tipine uygun düşmektedir.

**Ba:** Esenköy granitoidi kayaçlarında ortalama 571 ppm olarak bulunmuştur. Bu ortalama değer yitim kökenli kayaçlara uygun düşmektedir.



Şekil 7. Esenköy granitoidine ait örneklerine ait iz elementlerin primitif mantoya göre normalleştirilmiş dağılımı Primitif manto değerleri Wood (1979)' dan alınmıştır.

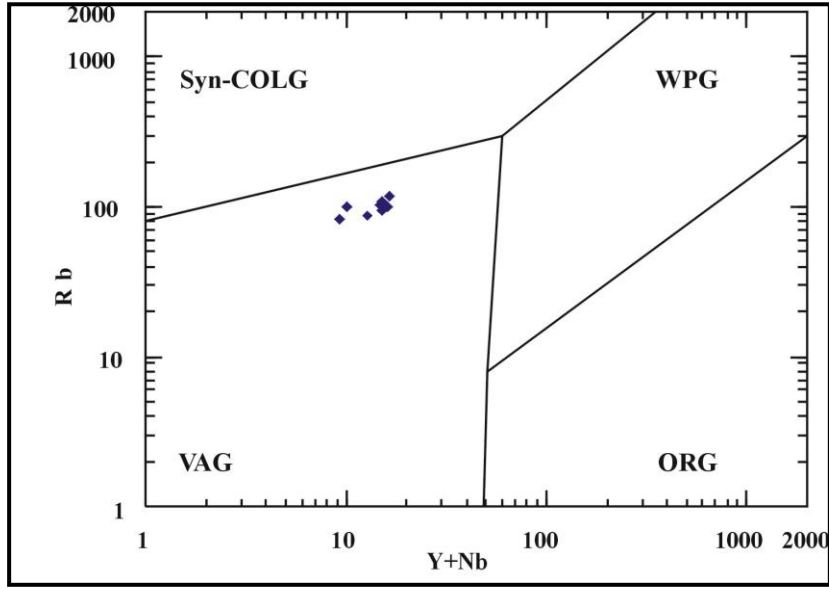
Figure 7. Primitive mantle-normalized trace element patterns for Esenköy granitoids (Brown ve Diğ., 1984). Primitive mantle value take of Wood (1979).

Primitif mantoya göre normalize edilen iz element diyagramı şekil 7 de verilmektedir. Bu diyagramda Rb, Th, U gibi geniş iyonlu litofil (LIL) elementlerde ve hafif nadir toprak elementlerde belirgin zenginleşme, Ta, Nb, Zr, Hf gibi kalıcılığı yüksek olan elementlerde (HFS) göreceli bir tüketilme görülmektedir. Bununla birlikte Ba ve Sr 'deki negatif anomaliler granitik magmada bu elementleri bileşimlerinde yoğun olarak bulunan K-feldispat ve plajiyoklasın fraksiyonel kristalizasyonu ile açıklanabilir.

Uyumsuz bir LIL olan Rb'un uyumlu HFS elementlerinden Y+Nb'un toplamına karşı değişimi Pearce ve diğ.(1984) tarafından irdelenmiştir. Bu diyagramda Esenköy granitoidi örneklerinin çarpışmayla eş yaşlı (Syn-COLG) alana yakın volkanik yay granitoidleri (VAG) alanına düştükleri görülmüştür (Şekil 8).

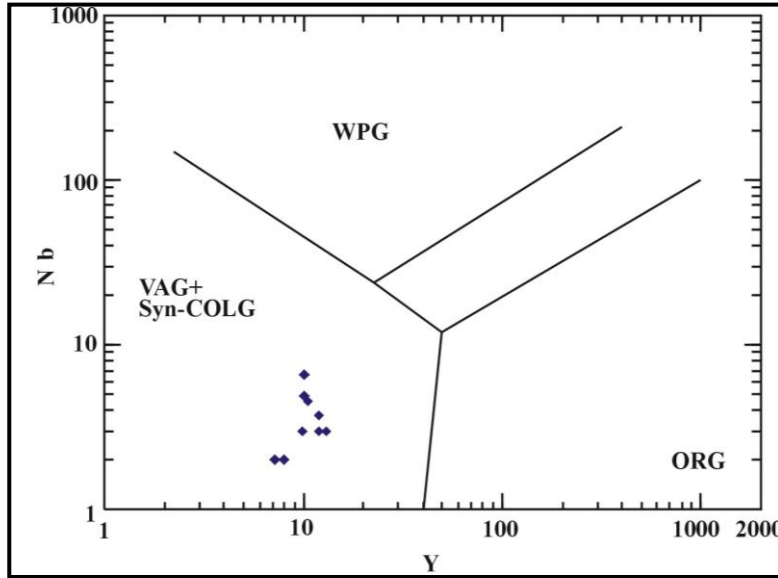
Özellikle yitim jenezinde ayırtman olan HFS (Kalıcılığı Yüksek Elementler) elementlerinden Nb'un Y'e karşı değişimi Pearce ve diğ.(1984) tarafından diyagram şeklinde verilmiştir. Esenköy granitoidi örneklerinin bu diyagram üzerinde çarpışmanın ilk evrelerinin özelliklerini de gösteren volkanik yay granitoidleri (Syn-COLG-VAG) üzerinde kaldığı görülmektedir (Şekil 9).





**Şekil 8.** Esenköy granitoyidi örneklerinin Rb-(Y+Nb) diyagramında (Pearce ve diğ.1984) dağılımı. WAG: Plaka ortası granitler, ORG: Okyanus Ortası Granitler, VAG: Volkanik yay granitleri, SYN-COLG : Çarpışmayla eş yaşlı granitler, COLG: Çarpışma granitleri.

**Figure 8.** Distrubition of the samples from the Esenköy granitoids on Rb-(Y+Nb) diagram. WAG: Within plate granite, ORG: Ocean ridge granite, VAG: Volcanic arc granite, SYN-COLG: Syn-collisional granite, COLG: Collisional granite.



**Şekil 9.** Esenköy granitoyidi örneklerinin Nb-Y diyagramında (Pearce ve diğ., 1984) dağılımı. WAG: Plaka ortası granitler, ORG: Okyanus Ortası Granitler, VAG: Volkanik yay granitleri, SYN-COLG : Çarpışmayla eş yaşlı granitler, COLG: Çarpışma granitleri.

**Figure 9.** Distrubition of the samples from the Esenköy granitoids in Y-Nb (Pearce et al, 1984)diagram. WAG: Within plate granite, ORG: Ocean ridgec granite, VAG: Volcanic arc granite, SYN-COLG: Syn-collisional granite, COLG: Collisional granite.

## SONUÇLAR

Çalışmanın esas konusunu oluşturan granitoyitik kayaların yan kayacı konumundaki bu birime ait detaylı metamorfik fasiyes çalışması yapılmamıştır. Ancak alınan örneklerin petrografik determinasyonları sonucunda kabaca da olsa orta ve düşük bir metamorfik fasiyesin varlığı tesbit edilmiştir.

Çalışma alanında granitoyitik kayaların yan kayacı konumundaki başka bir kayaç grubunda Sarısu volkanitleridir. Eosen yaşlı olan bu birim genellikle andezitik kayalarla birlikte tuf ve piroklaslardan oluşmuştur. Birimin jeolojik haritalanması yapılırken, yine alt birim ayırtlaması yapılmamıştır.

Çalışmanın esas konusunu oluşturan Esenköy granitoidine ait örneklerin ayrıntılı petrografik determinasyonları yapılmıştır. Modal analizleri yapılan bu örneklerin QAP diyagramında granit, granodiyorit, alkalin granit ve kuvarslı monzonit oldukları görülmüştür.

Yerleşim yaşı Eosen olan Esenköy granitoidine ait örneklerin jeokimyasal analizleri sonucunda da metalüministan peralüminusa doğru bir trend izleyen kalsik karakterli oldukları anlaşılmıştır. İz element karakteristikleriyle (K, Rb, Th, Sr,....gibi LIL elementler ve Nb, Y gibi HFS elementler) bu granitoidlerin volkanik yay özelliklerini de gösteren, çarpışmanın ilk evrelerinde oluşmuş I-tipi bir granitoid olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

AKARTUNA, M., 1968, Armutlu yarımadasının jeolojisi: İ.Ü.F.F. Monografi, 20, 120 s.

BECKINSALE, R.D.,1979, Granite magmatism in the belt of south-east Asia: Origin of granite batholiths, ATHERTON, M.P. and TARNEY, J. (Ed.) içinde Shiva Publishing Ltd., England.

BROWN,G.S., THORPE, R.S., WEBB, P.C., 1984, The geochemical characteristics of granitoids in contrasting arc and comment on magma sources: J. Geol. Soc., 141, 411-426, London.

CHAPPEL ,B. W., and WHITE, A.J.R., 1974, Two contrasting granite types: Pac. Geol., v. 8, p.173-174.

DEBON F., and LE FORT, P., 1983, A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations: Trans. Roy. Soc. Edinburgh : Earth Sci., v. 73, p. 135-149.

DELALOYE M., and BİNGÖL E., 2000. Granitoids from western and northwestern Anatolia: geochemistry and modeling of geodynamic evolution. International Geology Review, 42, 241-268.

GÖNCÜOĞLU,M.C., ERENDİL, M., TEKELİ, O., ÜRGÜN, B., AKSAY, A., ve KUŞÇU, İ.,1986, Armutlu Yarımadasının doğu kesiminin jeolojisi: MTA Rap.No 7786, 43s (Yayımlanmamış).

HATCH, F.H.,WELLS,A.H., WELLS, M.K.,1956 The Petrology of Igneous Rocks : Murby, London.

IRVINE, T. N. and BARAGAR, W.R.A., A., 1971, Guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, can. Jour. Earth. Sci. 8, 543-548.

ISHIHARA, S., 1977, The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks: *Ming. Geol.*, 27, 293 - 305.

KAYRAK, D., 2006, Esenköy (Çınarcık-Yalova) granitoidinin petrografik ve jeokimyasal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

KÖPRÜBAŞI, N., 1998 Fıstıklı (Armutlu-Yalova) granitoidinin jeokimyasal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

KÖPRÜBAŞI, N., ŞEN, C., KÖPRÜBAŞI, N., 2000, Fıstıklı ( Armutlu-yalova ) granitoidinin jeokimyası., Hacettepe Üniversitesi ,Yer Bilimleri Bülteni, 22, 33-42.

KÖPRÜBAŞI, N., ALDANMAZ, E., 2004, Geochemical constraints on the petrogenesis of Cenezoic I-type granitoids in northwest Anatolia, Turkey: Evidence for magma generation by lithospheric delamination in a post-collision setting. *International Geology Review*, 46 (8), 705-729.

MANIAR, P.D., and PICOLLI, P.M., 1989, Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society America Bulletin*, 101, 635-643.

PEACOCK, M.A., 1931, Classification of igneous rock series: *J. Geol.*, 39, 1-54.

PEARCE, J. A., HARRIS, N.B.W., and TINDLE, A.G., 1984, Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks: *Jour. Petrol.*, v. 25, p. 956 - 983.

PITCHER, W. S., 1983, Granite Type and Tektonic Environment, in: HSU, K. (ed.), *Nountain Bulding Process*, Akademik Press, London, 19 - 40.

STRECKEISEN, A., 1967, Classification and nomenclature of igneous rocs: *Njb . Minner. Abh.*, 107 Stuttgart,.

WOOD, D.A., 1979. Variably – veined sub – oceanic upper mantle : Genetic significance for mid – ocean ridge basalts from geochemical evidence. *Geology*, 7, 499-503. 38.

YILMAZ, Y., 1981, Sakarya kıtası güney kenarının tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, İstanbul Üniv., 1-2: 33-52.

YILMAZ, Y., GÜRPINAR, O., GENÇ, Ş.C., BOZCU, M., YILMAZ, K., ŞEKER, H., YİĞİTBAŞ, E. ve KESKİN., 1989, Armutlu Yarımadası kuzey alanının jeolojisi, *Stratigrafi II*, Maden Fakültesi, Döner Sermaye İşletmesi, ITU.