

GULEMAN OFİYOLİTİNDEKİ PLAJİYOGRAFİT VE GABROLARIN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

*Ayşe Didem KILIÇ

ÖZ.-Guleman ofiyolitine ait gabro ve plajiyogranitlerin petrografik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmiş olup, gabroların dalma-batma zonu üstündeki bazik kökenli kayalar olabileceği, gabroların içerisinde yer alan plajiyoklazca zengin lökokratik kayaların (plajiyogranit) ise; magma odasındaki, bazik bir magmanın fraksiyonel kristalleşmesi ile oluşan ayrımlaşma ürünü olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Neotetis, dalma-batma zonu, plajiyogranit, gabro, Toroslar.

ABSTRACT.-Petrographical and geochemical properties of the gabbro and plagiogranites of the Guleman ophiolite are presented in this study. The formation of plagiogranites as leucocratic rocks rich in plagioclase is probably related to the fractional crystallization of a basic magma in the magma chamber and occurs as slices in the gabbroic section.

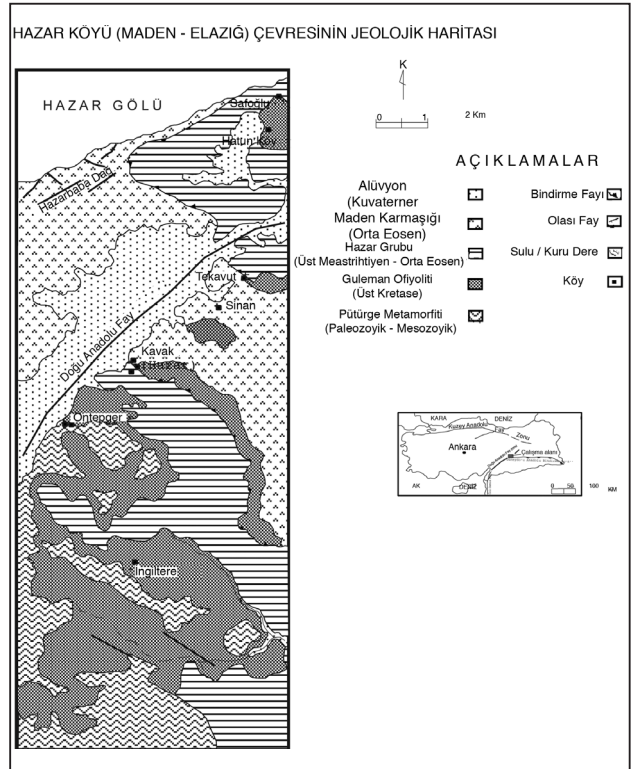
Key Words: Neotetys, supra-subduction zone, plagiogranite, gabbros, Torids.

GİRİŞ

İnceleme alanı Doğu Toros Orojenik kuşağı içerisinde Maden ilçesi Hazar köyü ve çevresini kapsayan 200 km² lik alanda yayılım sunmaktadır (Şekil 1).

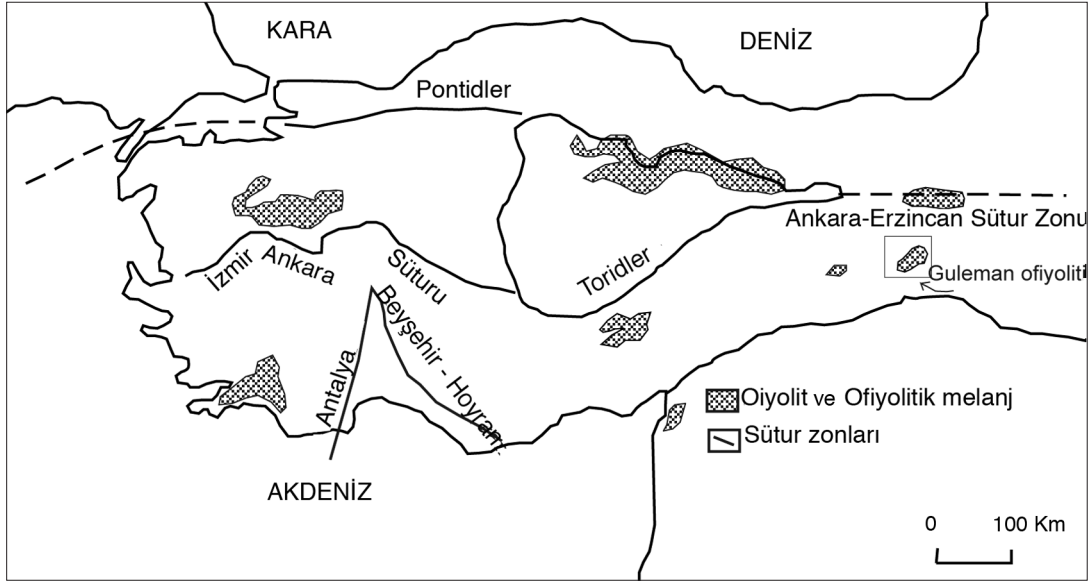
Türkiye'nin tektonik yapıları göz önüne alındığında, Elazığ güneyinden kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda geçen Doğu Anadolu Fay zonu içerisinde ve Hazar gölü güneyinde yer almaktadır. Guleman Ofiyoliti, Neotetis okyanusunun kapanmasıyla oluşmuş, dalma-batma zonu üzerinde gelişmiş ofiyolitlerdendir (Açıkbaş ve Baştuğ, 1974; Aktaş ve Robertson, 1984; Lytwyn ve Casey, 1993; Beyarslan ve Bingöl, 2000; Parlak ve diğerleri, 2008; Robertson, 2002; Kılıç, 2005).

Türkiye' de dağılım gösteren ofiyolitler, kuzeyden güneye doğru beş zonda yerleşmişlerdir; 1) Pontid ofiyolitleri, 2) Anatolid ofiyolit kuşağı, 3) Torid ofiyolit kuşağı, 4) Güneydoğu Anadolu ofiyolitleri, 5) Peri-Arap platformu ofiyolitleridir (Şekil 2) Bu ofiyolitlerin hepsi, yitim zonu ürünüdür (Robertson,



Şekil 1- İnceleme alanının jeolojik haritası (Kılıç, 2005)

* Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ



Şekil 2- Türkiye'nin tektonik birlikleri ve ofiyolitik masifler (Robertson, 2002'den değiştirilerek alındı).

2002; Göncüoğlu ve Turhan, 1984; Floyd ve diğerleri, 2000).

Guleman ofiyolitinin jeolojisi, petrografisi, petrolojisi ve cevherleşmeleri üzerine pek çok araştırma yapılmıştır (Perinçek 1979b; Perinçek ve Özkaya, 1981; Özkan, 1982; Erdoğan, 1982; Özkan, 1984; Bingöl, 1984; Özkan ve Öztunalı, 1984; Sungurlu ve diğerleri, 1985; Yazgan ve Chessex, 1991; Kılıç, 2005). Ofiyolitlerin plütonik seviyesinde veya levha dayka karmaşığı içinde yer alan, asidik magma ürünü kayalar (tronjemit, tonalit, diyorit, vb) ofiyolitlerinin konumu ve kökeni hakkında önemli verilerdir (Hebert ve Laurent, 1990; Floyd ve diğerleri, 2000). Guleman Ofiyoliti gibi bazik volkanik birimleri bulunmayan oluşuklar, ofiyolitlerin tektonik konumlarının anlaşılmasında büyük öneme sahiptir. Plajiyogranitler yay ortamının en önemli göstergesidir (Floyd ve diğerleri, 2000). Oluşumlarıyla ilgili olarak; Coleman ve Peterman, (1975), Coleman ve Donato, (1979), Pallister ve Knight, (1981), Floyd ve diğerleri, (2000)'e göre plajiyogranitler, Okyanus Ortası Sırtı (MOR) ortamındaki toleyitik magmanın farklılaşması ile, Gerlach ve diğerleri, (1981), Spulber ve Rutherford, (1983), Floyd

ve diğerleri, (2000)' ne göre, gabroların kısmi erimesiyle, Phillpotts, (1976), Dixon ve Rutherford, (1979), Floyd ve diğerleri, (2000)' e göre ise, mafik eriyiklerle bir arada bulunan birbirine karışmaz (immiscible) sıvıların varlığı sonucu oluşmuşlardır.

Bu makalenin amacı; dalma-batma zonu ofiyolitlerinden biri olan Guleman Ofiyoliti' ndeki plajiyogranitlerin petrojenezi, jeokimyası, tektonik konumu ve gabrolarla ilişkisini mukayese etmektir. Bu özelliklerin belirlenmesi, felsik magmatizmanın özelliklerini ortaya çıkarmak açısından önemlidir.

JEOLOJİK KONUM

İnceleme alanındaki, Doğu Anadolu Fay Zonu ve Hazar Fayı gibi büyük fayların varlığından dolayı yoğun bir tektonizma gözlenmektedir (Şekil 1). Litolojik birimler arasındaki ilişki; Guleman Ofiyoliti, Hazar Grubu üzerine, Pütürge Metamorfiti ise Guleman Ofiyoliti ve Maden Karmaşığı üzerine bindirmiş konumdadır. Hazar Grubu da Maden Karmaşığı üzerine bindirmiştir.

İnceleme alanındaki birimler, alttan üste doğru (Şekil 3): 1) Pütürge Metamorfiti, 2) Guleman Ofiyoliti, 3) Hazar Grubu, 4) Maden Karmaşığı, 5) Holosen yaşlı alüvyonlar bulunur (Kılıç, 2005).

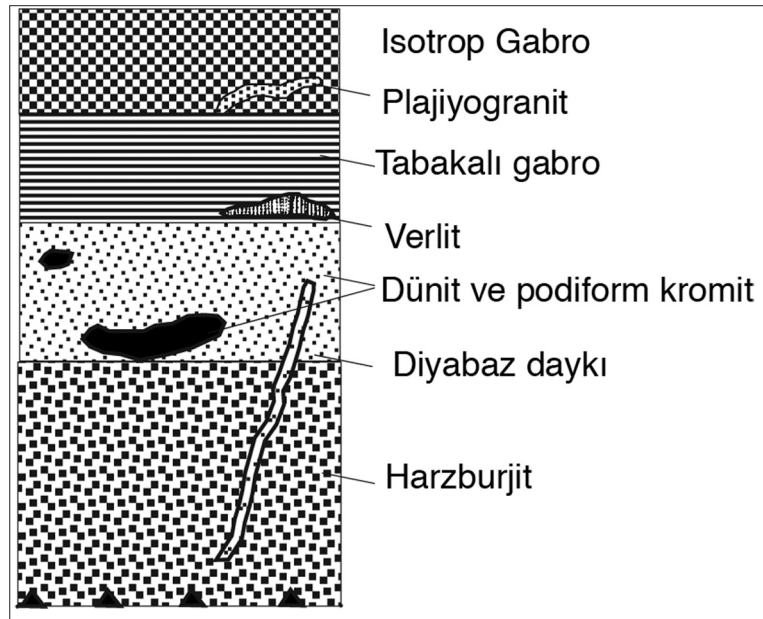
Pütürge Metamorfiti Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı ve muskovitşist, fillit, kuvarsit, kalkışist ve mermerlerden oluşmaktadır.

Üst Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti (Erdoğan, 1977; Perinçek ve Çelikdemir, 1979) tektonitler ve ultramafik-mafik kümülatlar olarak iki esas bölümden oluşur. Tektonitler harzburjit, dünit ve harzburjitlerin içerisinde podiform kromitlerden oluşmaktadır. Tektonitlerle sınırı dereceli olan ultramafik kümülatlar, bantlı ve/veya saçınımlı kromitleri içeren dünitler, verlit ve klinopiroksenitlerle temsil edilir. Bunların üzerinde kalın ve tabakalı gabro seviyesi yer alır. Gabroları, izotrop gabro ve normal gabro şeklinde ayırmak mümkündür. Zira, izotrop gabrolar makro ve mikro incelemelerinde eş boy taneli bir yapı sergilerken, normal gabrolar daha iri kristallidir. İzotrop gabronun üst kesiminde, plajiyogranit seviyeleri görülür. Ofiyolitik birimleri tekil diyabaz -

daykları kesmektedir. Guleman Ofiyolitinde levha dayk karmaşığı bulunmadığından, eksik dizi ofiyolitik özelliğindedir. Volkanik seviyenin bulunmaması, tektonik olarak sıyrılmış veya yerleşiminden daha sonraki bir erozyonun sonucu olabilir (Parlak ve diğerleri, 2008). Özkan ve Öztunalı (1984)'ya göre, Guleman Ofiyoliti'nin volkanik kayaları Caferi Volkanitleri olup, tektonik olarak ofiyolitten kopmuş ve kuzeyde Maden Karmaşığı üzerine gelmiştir. Ofiyolitik birimleri, değişik seviyelerde kesen tekil diyabaz dayklarının kalınlığı ortalama 1-1.5m.,dir.

Maastrichtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu (Aktaş ve Robertson, 1984), konglomera, kumtaşı-şeyl, killi kireçtaşı aralanmasından oluşur.

Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı inceleme alanında, volkanik Karadere Formasyonu (Baştuğ, 1976; Sungurlu ve diğerleri, 1985; Erdoğan, 1977 ve 1982) ve sedimanter Melefan formasyonu (Açıkbaş ve Baştuğ, 1974; Sungurlu ve diğerleri, 1985) olarak iki birim şeklinde temsil edilir. Karadere formasyonu, aglomera, tuf, volkanik kumtaşı, çamurtaşı ara katkılı andezit ve yastık



Şekil 3- Guleman ofiyolitinin ölksüz dikme kesiti (Kılıç, 2005)

lavlarla ve Melefan formasyonu ise, marn, çamurtaşı, kumtaşı ve gri renkli kireçtaşlarıyla temsil edilir.

Bu çalışma, Guleman Ofiyoliti'ne ait gabrolar ve özellikle plajiyogranitlerin petrografik ve jeokimyasal özellikleri irdelemek ve yay magmatizmasının karakterini aydınlatmaya amaçlamaktadır.

GULEMAN OFİYOLİTİ' NİN PETROGRAFİSİ

Guleman ofiyolitinin hakim litolojisi harzburjittir. Diğer kayalar ise, harzburjitlerin içerisinde yer alan podiform kromit ve dünitten oluşan manto tektonitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, gabrolar ve tekil diyabaz dayklarıdır. Ultramafik-mafik kümülatlar; verlit, klinopiroksenit, dünit ve dünitlerin içerisinde saçınımlı ve/veya bantlı kromitlerden oluşmaktadır. Kümülat seviyenin üzerinde, kalın gabro birimi (izotrop gabro, tabakalı gabro) bulunur. İki gabro seviyesi arasında plajiyogranitler görülür. Tekil diyabaz daykları Guleman Ofiyoliti' ndeki tüm birimleri değişik seviyelerde kesmektedir.

Harzburjitler, tüm ofiyolitik kayaların %40'ını oluşturur. Harzburjitler tektonik zonlarda serpanlinleşmiş olup, arazide yeşilimsi ve parlak bir görünüm sunmaktadır. Esas mineralleri; olivin (%50-60), enstatit (%50-40) ve %1 den az kromitten oluşmaktadır. Harzburjit ve dünitten oluşan tektonitlerde rekristalizasyon, kısmi ergime ve plastik deformasyon gibi yapısal ve dokusal özellikler korunmuştur (Özkan ve Öztunalı, 1984).

Harzburjitlerle dünitler yanal geçişlidirler. Dünitlerde ağ dokusu ve/veya granüler doku görülür. Modal mineralojik bileşimleri %90-97 olivin, %5-2 klinopiroksen ve %5 kadar manyetitten oluşmaktadır.

Tektonit seviyenin üzerinde kalın kümülat seviye yer almaktadır. Tektonitlerle, ultramafik kümülatların sınırları dereceli geçişlidir. Diğer kayalardan daha fazla oranda alterasyondan etkilenen kayalar verlit ve klinopiroksenitlerdir. Verlit, mesokümülat dokulu olup, klinopiroksen (ojit) ve plajiyoklaz kümülüs mineralleri, olivin ise in-

terkümüülüs mineralleri oluşturur. Kink bantlanma ve plastik akışı karakterize eden kristal içi deformasyonlar görülmemektedir. Kümülat seviyenin üzerine gelen kalın gabro seviyesi, izotrop gabro, normal gabro ve üst seviyelerde plajiyogranitlerle temsil edilmektedir.

Tabakalı gabrolardaki tabakalanma olivin, plajiyoklaz ve piroksenin oranlarındaki değişimle belirlenmektedir. İzotrop gabrolar veya eş boy taneli gabrolar, kümülat gabro seviyesinin üst kesimi olup, subofitik doku gösterirler. Klinopiroksen (%30-%35), olivin (%30) ve plajiyoklaz (%40-45) minerallerinden oluşurlar. Normal gabrolar ise mesokümülat dokuludur. Bu gabroların mineralojik bileşimleri, klinopiroksen (%40-%50) ve plajiyoklazdır (%60-50). İzotrop gabroları tabakalı gabrolardan ayıran en önemli özellik, dokusal farklılığın yanında, plajiyoklazlardaki anortit içeriğidir (Beccaluva ve diğerleri, 1994). Mikroskopik inceleme sonucu, plajiyoklazlardaki anortit içeriği %10 olarak belirlenmiştir.

Plajiyogranitler, izotrop gabrolarla normal gabrolar arasında yer alırlar. Açık renkli olan bu asitik kayalar, gabroların içerisinde makroskopik ölçekte kolayca görülmektedirler. İnce taneli granüler doku sunan bu kayaların modal mineral bileşimi; %60-65 plajiyoklaz (An20-25), >%20 kuvars, %10-15 biyotit (klorite dönüşmüş) ve manyetitdir. Plajiyogranitlerdeki özşekilli veya yarı öz şekilli plajiyoklazlarda zonlanma görülür.

Ofiyolitik kayaları değişik seviyelerde kesen, tekil diyabaz dayklarının kalınlığı 0.5-1m kadardır. İntersertal doku görülür. Altere olmamış diyabazların modal mineralojik bileşimleri; %60-80 plajiyoklaz ve %20-40 klinopiroksen ve ikincil mineralleri içerir. Plajiyoklazlar, prizmatik şekillidir. Bu mineral albit, albit-karlspat ikizlenmesi göstermektedir.

JEOKİMYA

Guleman ofiyolitine ait gabrolar (7 örnek) ve plajiyogranitlerden (3 örnek) alınan örneklerin ana oksit ve iz element (nadir toprak elementler dahil) analizleri Kanada' da ACME Analitik Labo-

ratuvarlarında yapıldı. Major oksitler ve minör elementlerin toplam miktarı, ICP-MS (İndüktif Çiftlenmiş Plazma Kütle Spektrometresi) yöntemiyle, 0.2 g örnekler üzerine lityum metaborat/tetraborat füzyon ve seyreltilmiş nitrik asit dijestiyon metoduyla analiz edildi ve sonuçlar çizelge 1'de gösterilmiştir.

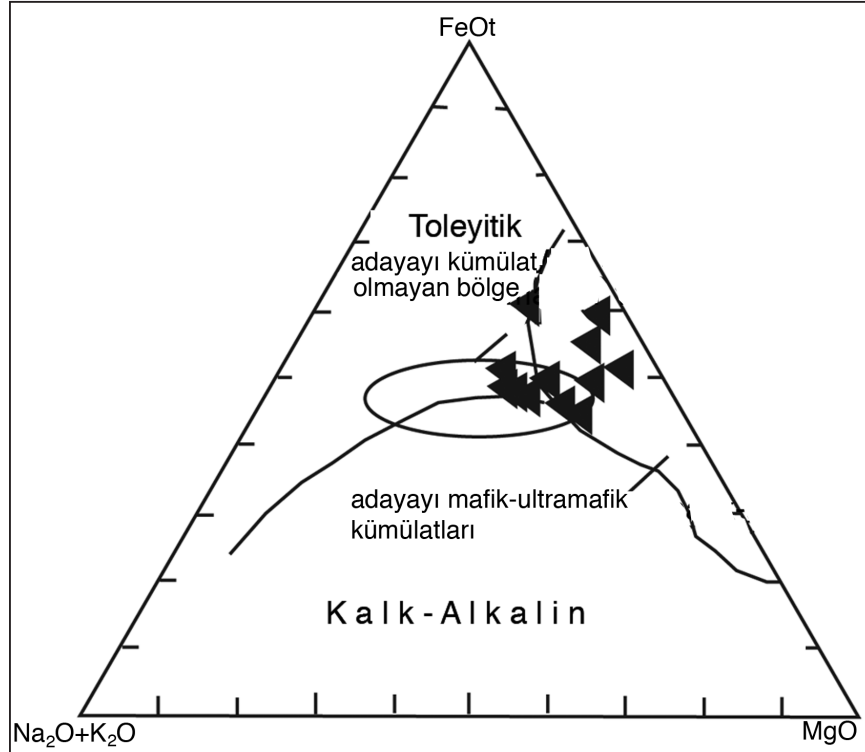
Guleman Ofiyolitine ait gabro ve plajiyografitlerin analiz sonuçları (Çizelge 1) incelendiğinde; Gabrolarının SiO_2 değeri: 48.33-54.88, MgO değeri: 5.73-11.84, plajiyografitlerin SiO_2 değeri: 60.21-69.19, MgO değeri: 1.22-2.34 dir. Bu kayaçların LOI değerleri 1.0-4.5 arasında olup, kayaçlarda az oranda hidrotermal alterasyon görülmektedir.

Gabrolar bu alterasyondan az da olsa etkilenebilir olup, mafik element kimyasında bu etki görülmektedir. Alterasyondan dolayı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ değeri %1.52-4.90 dir. K_2O değeri Na_2O ' dan

çok daha düşüktür. Na bakımından zenginleşme, düşük dereceli hidrotermal okyanus tabanı metamorfizması sonucu mafik kayaçların spilitizasyonunun sonucu olarak gelişmiş olabilir.

AFM diyagramında gabroların bir kısmının, yayla ilişkili kümülat olmayan gabro alanına düştüğü görülür (Şekil 4). Bu durum, mafik kümülat gabroların tipik olarak magma odasının tabanında meydana gelen, tüketilmiş manto içindeki ilksel eriyiklerin fraksiyonuyla oluşumunun işareti-dir (Hopson ve diğerleri, 1981). Plajiyografitler ise böyle bir magmanın daha sonraki farklılaşmasının ürünü olarak kabul edilmektedir (Hopson ve diğerleri, 1981).

Gabroların TiO_2 değeri: 0.46-1.37, Ti içeriği ise 4000-8000 ppm arasında olup, Pearce ve Gale (1977) tarafından belirtilen ada yayı toleyitlerindeki 5000 ppm Ti içeriğine uymaktadır. Ti yanında Nb, Y, Zr gibi iz elementler ve Nb/Y mik-



Şekil 4- Gabroların AFM diyagramındaki dağılımları (Beard, 1986).

Çizelge 1-Guleman ofiyolitine ait gabro ve plajiyogranitlerin Major ve İz element analizi

<i>Litoloji</i>	<i>Plajiyogranit</i>			<i>Gabro</i>						
Örnek No	PI-1	PI-4	PI-12	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	60.21	69.19	62.52	49.30	53.40	54.88	52.17	48.33	53.77	51.29
Al ₂ O ₃	12.84	13.57	15.56	9.63	14.60	11.56	15.85	12.23	12.56	7.8
TiO ₂	0.71	0.38	1.23	0.70	1.37	1.05	0.46	0.60	1.51	0.47
Fe ₂ O ₃	6.19	3.81	8.24	13.76	9.92	8.42	8.98	12.76	8.24	15.09
MnO	0.09	0.08	0.04	0.26	0.13	0.13	0.14	0.16	0.15	0.23
MgO	2.34	1.22	1.48	11.66	5.73	6.74	7.22	11.26	6.48	11.84
CaO	13.46	3.35	6.03	11.78	6.64	10.84	9.75	11.18	10.42	9.98
Na ₂ O	0.19	4.51	3.92	1.46	4.86	3.15	2.85	2.47	3.61	0.51
K ₂ O	0.03	0.23	0.34	0.06	0.04	0.66	0.20	0.04	0.06	0.03
P ₂ O ₅	0.07	0.08	0.07	0.07	0.15	0.15	0.04	0.08	0.14	0.07
LOI	3.7	3.4	1.0	1.0	2.8	4.1	2.0	1.7	2.9	2.3
Toplam	99.88	99.84	99.43	99.68	99.64	99.92	99.66	99.77	99.81	99.61
Mg#	56	55	57	59	49	57	57	54	58	55
Rb	0.4	2.6	1.3	<5	1.1	8.2	3.3	3.8	0.5	1
Sr	310	166	193	134	115	166	176	122	155	141
Y	19	26	30	33.5	32	25.2	15.7	31	27	16.8
Zr	45	26	39	18.6	92.7	66.0	25.5	19	51	83.7
Nb	1.1	2.8	2.1	0.7	2.1	1.5	0.5	1	1.7	1.4
Ba	12	62	73	7	26	69	28	45	32	56
Hf	1	1.9	1.3	0.7	2.4	1.8	0.8	1.6	0.9	2.1
Ta	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1
Pb	0.7	2.6	1.8	0.4	0.3	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3
Th	0.2	1.1	0.12	1.1	0.7	0.2	0.3	0.6	0.2	0.7
U	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
La	3.9	4.4	3.83	2.0	2.5	2.3	1.4	2.1	4.1	1.8
Yb	1.8	2.61	1.73	0.08	0.13	0.16	0.49	1.01	0.52	2.01
Eu/Eu*	0.89	1.13	1.08	0.02	0.02	0.02	0.07	0.02	0.07	0.02
(La) _N /(Sm) _N	0.90	0.95	0.92	0.52	0.78	0.95	0.8	0.75	0.94	0.91
(La)_N/(Yb)_N	1.04	0.97	1.03	0.46	1	1.14	5.40	1.13	3.28	1.1

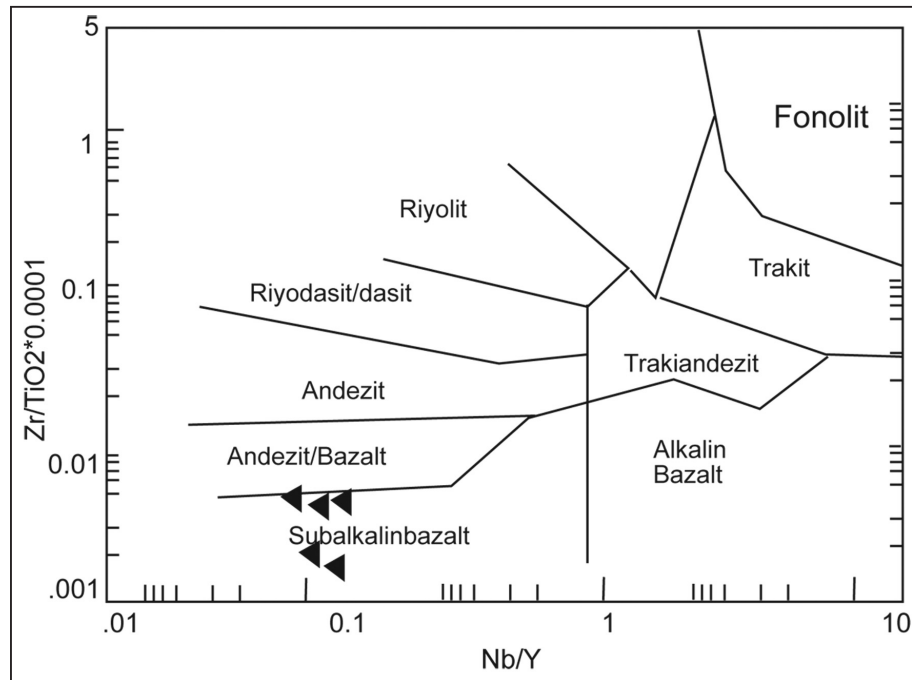
tarı bakımından da düşük değer görülmesi, subalkalen ortamı belirtir (Floyd ve Winchester, 1975) (Şekil 5).

Tektonik ortam ayırtman diyagramlarından biri olan Ti/1000-V diyagramında kayaç örneklerinin Ti/V (<20) alanında yoğunlaşmaları, adayayı toleyitlerinin ortamını belirtir (Şekil 6). Benzer şekilde düşük Zr değeri ile düşük Zr/Y oranı (gabrolarda: 0.5-2.94, plajiyogranitler de 1.0-2.36) ada yayı (IAT) için tipiktir (Beccaluva ve diğerleri, 1994; Spulber ve diğerleri, 1983). Benzer şekilde örnekler Nb/Th-Y diyagramında incelendiğinde, kayaç örneklerinin adayayı alanına düştükleri görülür (Şekil 7).

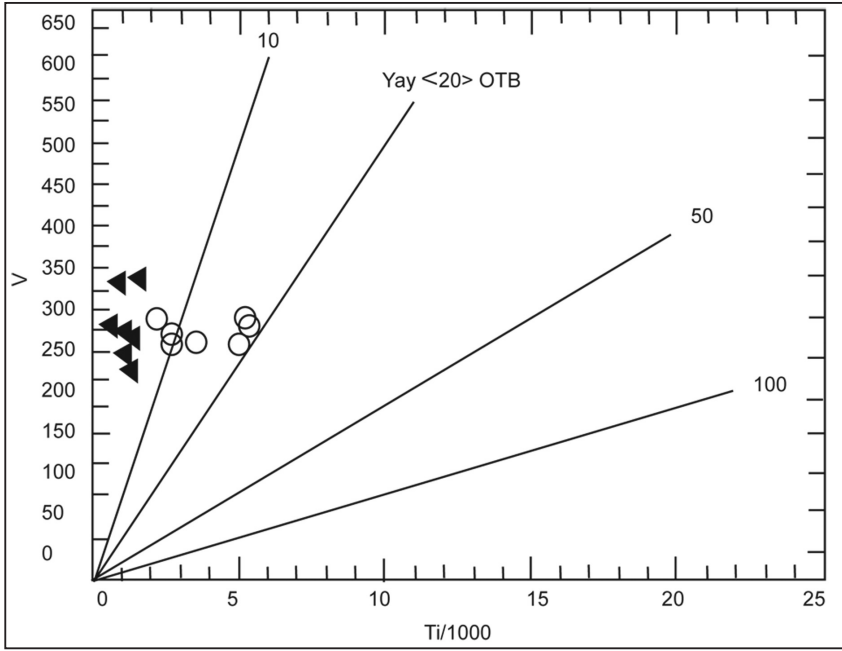
Petrografik ve kimyasal analizler sonucunda görülen metamorfizma etkileri, örneklerin MORB'a göre normalize edilmiş multi element spider diyagramlarında, gabroların LILE bakımından (Sr, K, Rb, Ba) oldukça değişken olma-

sını yansıtır. Alterasyondan etkilenen, LILE içindeki en güvenilir indikatör element Th olup, zenginleşme gösterir. Th zenginleşmesi yitim zonu yerleşiminin işaretidir (Wood ve diğerleri, 1979; Pearce ve diğerleri, 1990). (Nb/Zr)_n-Zr diyagramında da gabro ve plajiyogranitlerin dağılımından yitim zonu alanında yer aldıkları izlenmiş olup (Şekil 9), bazı örneklerin alan dışında bulunması, magma evrimindeki kirlenme süreçlerinin varlığını belirtmektedir (Jenner ve diğerleri, 1991).

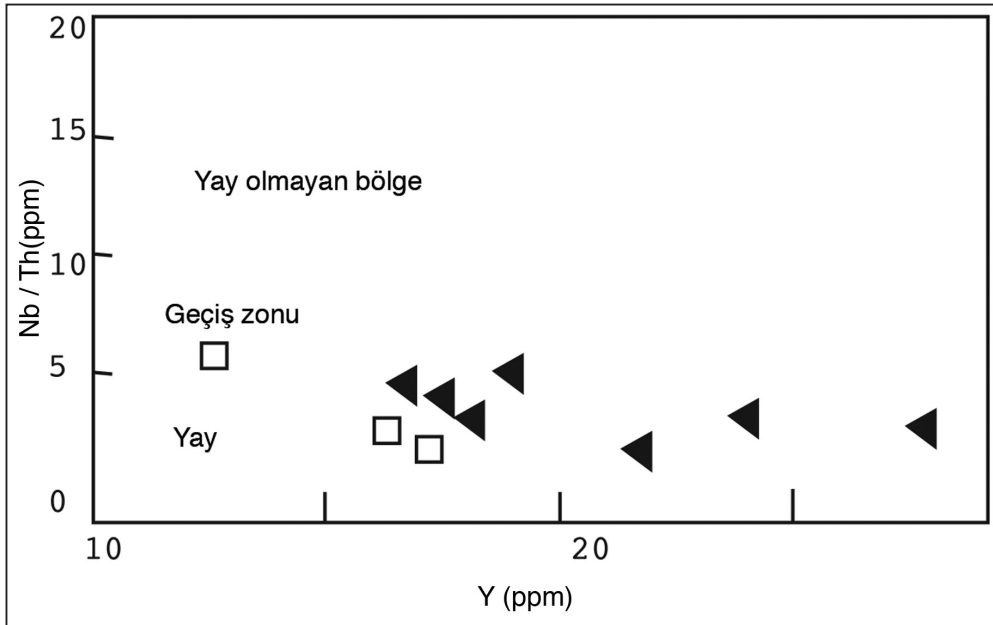
Dalan levhadan ayrılan eriyiklerle magmanın zenginleşmesinin işareti (Pearce ve diğerleri, 1990; Edwards ve diğerleri, 1991) olan Th/Y oranı 0.04-0.012 olup, bu değer MORB'dan (0.03) yüksektir. Örneklerin düşük Ti ve Zr oranları, yavaş bir ergimeyi belirtir. Yavaş ergime, aynı zamanda kabuk kalınlığının düşük olması (Rheid ve Jackson, 1981) ve yitim zonlarında oluşan magmanın bileşiminin; dalan levha ile manto et-



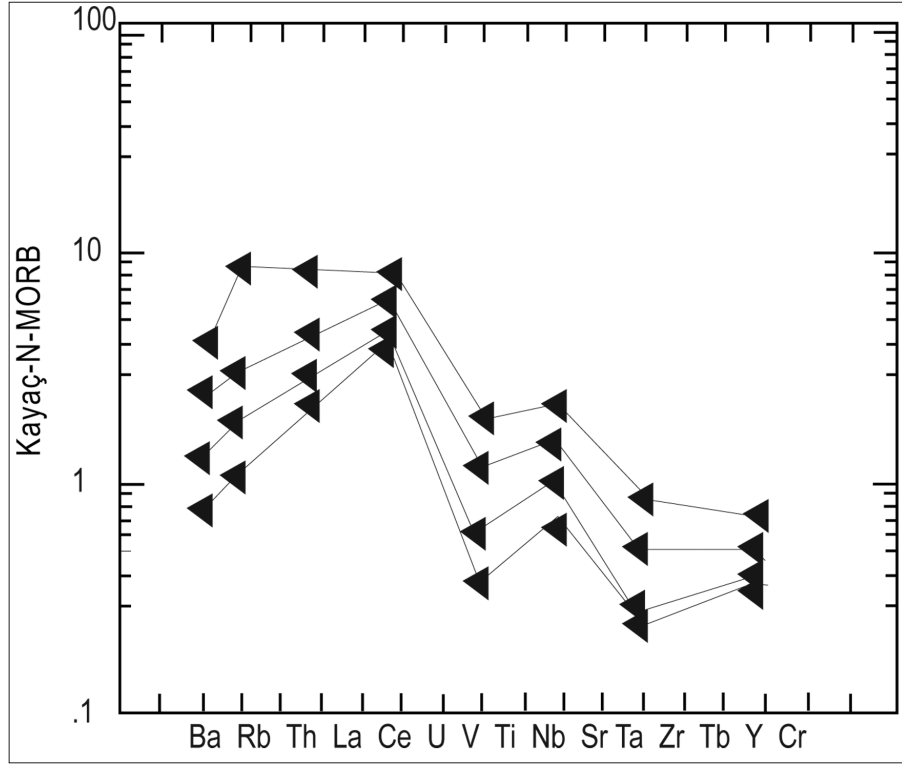
Şekil 5- Guleman ofiyolitine ait gabroların Nb/Y Zr/TiO₂* 0.0001 diyagramındaki dağılımları (Winchester ve Floyd, 1975).



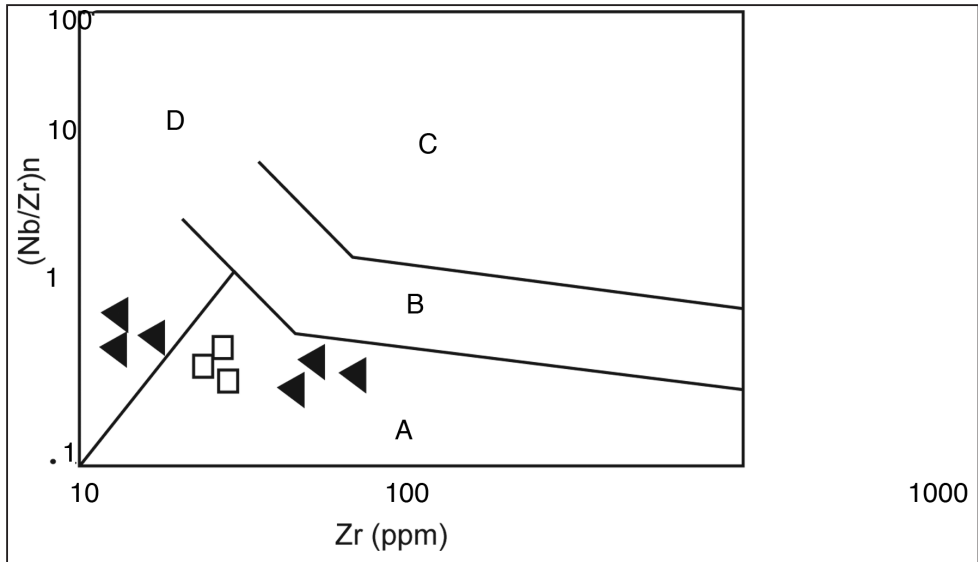
Şekil 6- Plajiyogranitler (içi boş daire) ve gabroların tektonik ortam ayırtma diyagramındaki konuları (Floyd and Winchester, 1975). OB: okyanus taban bazaltı



Şekil 7- Gabro ve plajiyogranitlerin Nb/Th-Y diyagramı değişim diyagramı (Jenner ve diğerleri, 1991'den kısmen değiştirilerek alınmıştır.) Gabro (içi dolu üçgen), plajiyogranit (içi boş kare).



Şekil 8- Gabroların N-MORB'a (Normal Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı) göre normalize diyagramı.



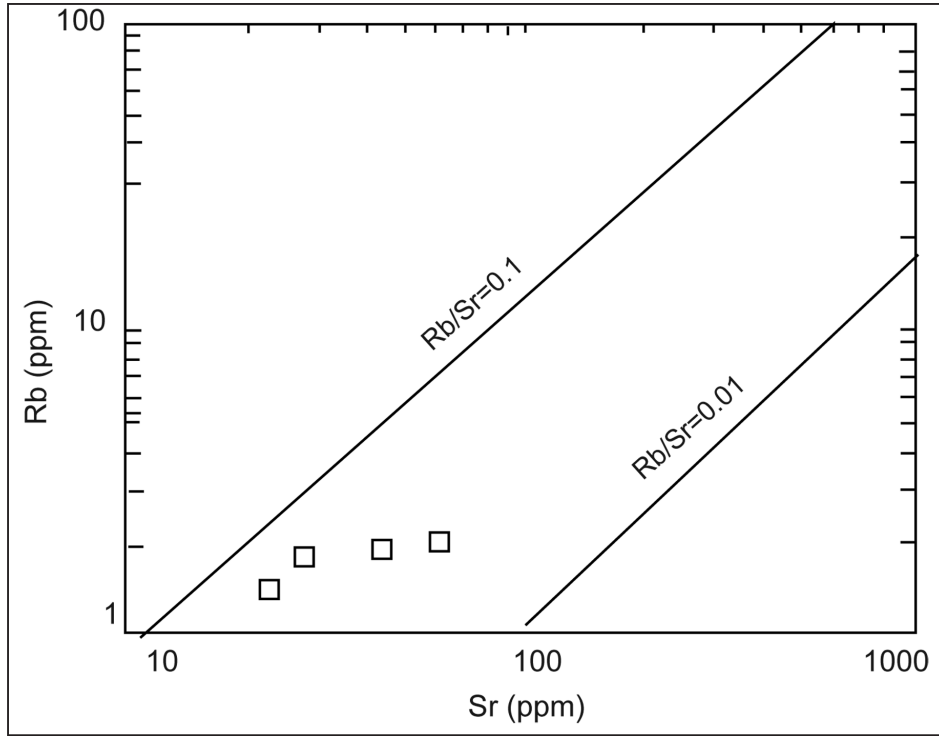
Şekil 9- (Nb/Zr) n-Zr diyagramı. Gabrolar (dolu üçgen), plajiyogranitler (içi boş kare).
 A: Yitim zonu volkanik ve plütonik alanı B: Kıta-kıta çarpışma zonları.
 C: levha içi plüton ve lav alanı. D: kıta kıta çarpışma zonu perülümün kayaçları (Jenner ve diğerleri, 1991)

kileşimine, dalan okyanusal kabuğun bileşimine, mantodan gelen bileşenlerce zenginleşmeye ve mantonun tüketilmişliğine bağlı olarak değiştiğini işaret etmektedir. Nb, Ti, Y ve Yb gibi manto-dan kaynaklanan elementlerin düşük konsantrasyonda olması, tükenmiş bir manto kaynağını gösterir.

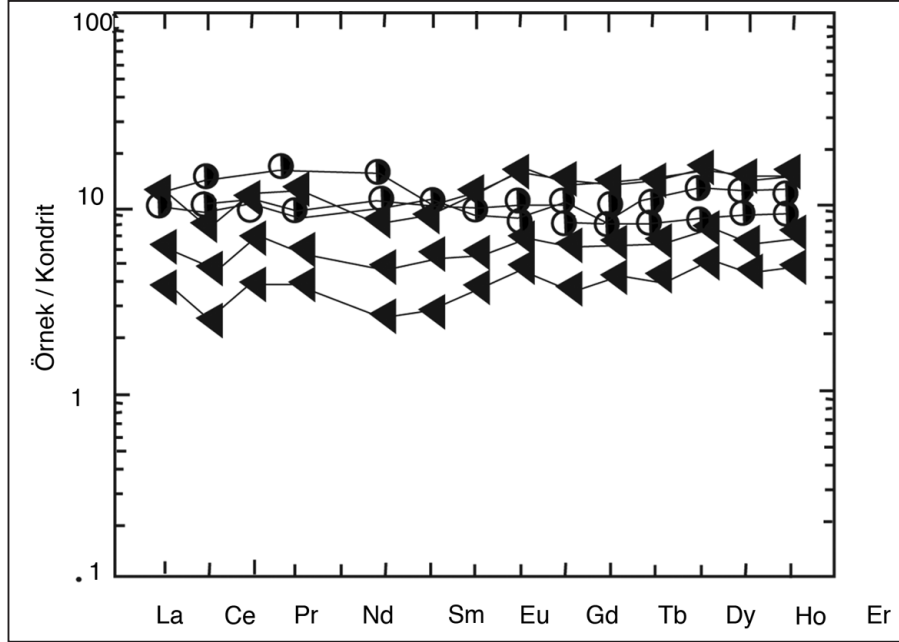
Gabroların üst seviyelerinde görülen plajiyogranitlerin iz element içerikleri göz önüne alındığında dikkati çeken en belirgin özellik çok düşük Rb içerikleridir. Rb/Sr diyagramında örneklerin tamamı 0.1 oranını belirleyen doğrunun altındadır. Bu oran Pedersen ve Malpas (1984) tarafından kısmi ergime ile oluşan plajiyogranitler ile bölümsel kristallenme ile oluşan plajiyogranitlerin ayırımında kullanılmaktadır (Şekil 10). Bazı magmanın farklılaşması ile oluştuğu düşünülen plajiyogranitlerin tümünde Rb/Sr <0.1 dir (Göncüoğlu ve Türel, 1993).

Guleman ofiyolitine ait gabro ve plajiyogranitlerin kayaç/kondrit diyagramı incelendiğinde, plajiyogranitlerin gabrolara göre Nadir Toprak Elementlerince (REE) daha zengin olduğu görülür (Şekil 11). Gabroların plajiyogranitlere nazaran daha düz bir eğri şeklinde görülmesi, hornblend ve/veya opak minerallerin küçük miktardaki parçalanmasıyla açıklanabilir (Rao ve diğerleri, 2004).

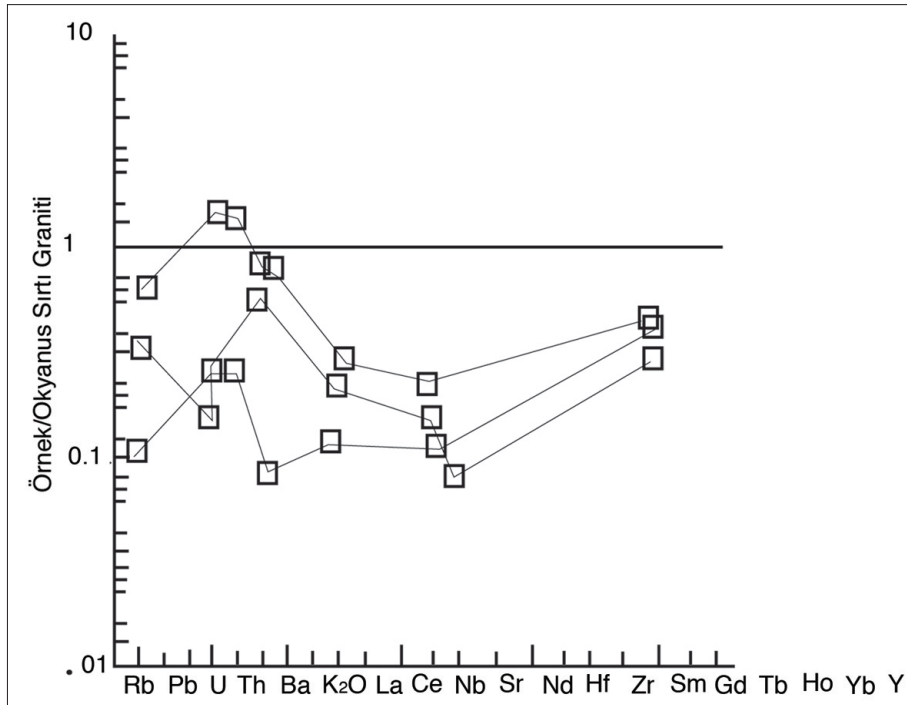
Plajiyogranitlerin ORG (okyanus sırtı graniti) ye göre normalleştirilmiş diyagramında (Şekil 12) Nb ve Ta değerinin negatif olduğu görülmektedir. Nb ve Ta yanında, Eu değerinde negatif olması dalma-batma zonunu işaret eder (Schilling ve diğerleri, 1984; McCulloch ve Gamble, 1991). Bu kayaçların, kalıcılığı yüksek elementler (HFSE)'ce tüketilmiş ve büyük iyon yarıçaplı elementler (LILE) açısından da önemli ölçüde zenginleştiği izlenir. Büyük iyon yarı çaplı elementlerde gözlenen zenginleşmeler ve kalıcılığı



Şekil 10-Plajiyogranitlerin Rb-Sr diyagramındaki dağılımları (Pedersen ve Malpas, 1984).



Şekil 11-Gabrolar (içi dolu üçgen) ve plajiyogranitlerin (yarı dolu daire) normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).

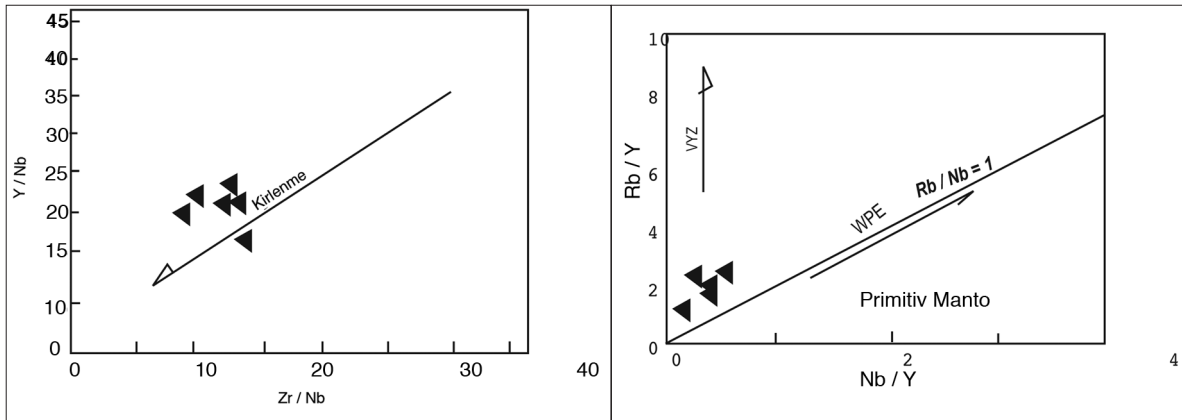


Şekil 12-Okyanus sırtı granitlerine göre plajiyogranitlerin tüketilmiş incompatible element özelliği (Pearce, 1982'den normalize edilmiş değerler).

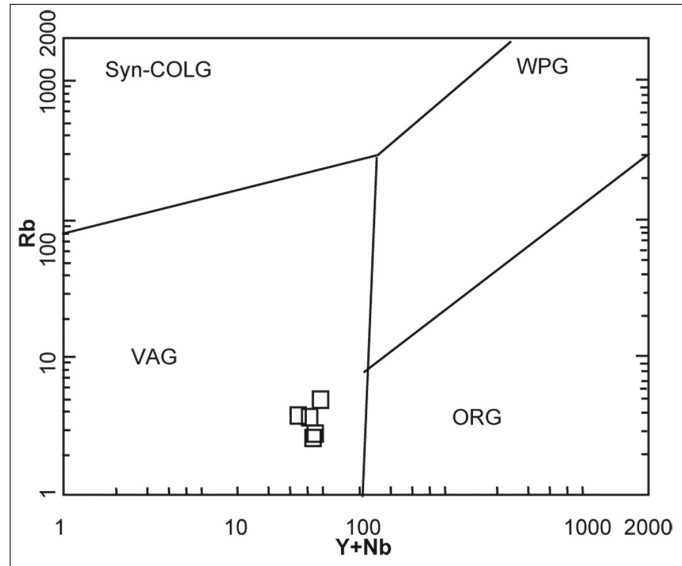
yüksek elementlerde gözlenen tüketilme, Pearce (1982) ve Hawkesworth ve diğerleri (1977) tarafından yitim sonucu olarak yorumlanmaktadır. LILE zenginleşmesi için bir diğer olasılık ise kirlenme sürecidir (Wilson, 1989). Zr/Nb-Y/Nb ve Rb/Y-Nb/Y diyagramları da (Şekil13) kirlenme süreçlerini tanımlamaktadır. Bu veriler, dalma-

batma sonucu dalan dilimden ayrılan eriyiğe, kabuk bileşenlerinin ilavesini göstermektedir. Zira negatif Eu anomalisi de kirlenmeyi işaret etmektedir (Pearce ve Parkinson, 1993).

Asit kökenli kayalar için Pearce (1982) tarafından hazırlanan, Rb-Y+Nb diyagramında (Şekil 14), plajiyogranitler volkanik yay graniti (VAG)



Şekil 13-Guleman ofiyolitine ait gabroların (içi dolu üçgen) Zr/Nb-Y/Nb (Edwards ve diğerleri, 1991'den değiştirilerek alınmıştır.) ve Nb/2-Zr-Y (Meschede, 1986). Levha içi zenginleşme (WPE), Adayayı zenginleşme (VYZ).



Şekil 14-Plajiyogranitlerin (içi boş kare) granitik kayalar için hazırlanmış tektonik ortam ayırtma diyagramındaki konumları (Pearce ve diğerleri, 1984). ORG: okyanus sırtı granit alanı, VAG-volkanik yay graniti alanı, WPG: levha içi granit alanı, syn-COLG: çarpışma graniti alanı.

alanında yer almaktadır. Guleman Ofiyoliti' ne ait gabrolar ve içerisindeki plajiyogranit adı altında tanımlanan asitik kayaçların yapısal konumu ve Nadir Toprak element içeriği (REE), bunların yitilen dilimden ayrılan akışkanlar ve suyun etkisiyle, ada yayı altındaki yitim zonunun üst seviyelerindeki bazı kayaçların kısmi ergimeye uğratılmasıyla oluşmuştur (Luchitskaya ve diğerleri, 2005; Li ve diğerleri, 1997). Bazaltik bileşimli kayaçların kısmi ergimesiyle oluşumun en önemli kanıtı ise, bu kayaçların Ağır Nadir Toprak Elementler (HREE)' ince tüketilmiş olması ve La/Yb ile Sr değerlerinin yüksek, Y değerinin düşük olması gösterilebilir.

Böylece tüm jeokimyasal veriler irdelendiğinde, Guleman ofiyolitine ait olan gabroların REE konsantrasyonları 2-9 x kondrit, plajiyogranitlerin REE konsantrasyonları ise 6-75x kondrit olup yüksek REE değerlerine sahiptirler. Semail (Oman) ve Trodos ofiyolitlerinde olduğu gibi, REE dağılımlarının benzerliğinden bu iki kayaç türünün aynı kökenli (cogenetic) olduğunu söylemek mümkündür.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İnceleme alanı Türkiye' nin en aktif bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bölge Üst Triyas'tan günümüze kadar tektonik hareketlerin etkisiyle pek çok değişikliğe uğramıştır. Bunların en önemlisi ve bu çalışmayı ilgilendireni de, Neotetis'in kapanmasıyla başlayan yitim süreci (Şengör ve Yılmaz, 1981; Tüysüz, 1993) ve Keban ve Pütürge masifleri arasında Lias'tan itibaren açılmaya başlayan geniş bir ofiyolitik havzanın oluşumudur (Yazgan, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991). Bu araştırmacılara göre, Guleman ve Kömürhan ofiyolitlerinin bu havzada oluştuğunu ve Kampaniyen sırasında da bu ofiyolitlerin Arap platformu üzerine itildiğini ifade etmektedir. Araştırmacılardan bazıları ise bölgedeki ofiyolit oluşumunun tek bir okyanus kabuğu açılımı ile açıklanamayacağını ifade etmektedirler (Perinçek ve Özkaya, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Aktaş ve Robertson, 1984; Turan ve Bingöl, 1991). Bu araştırmacılar ofiyolitlerin iki ayrı yitim zonunda oluşmuş olabileceğini belirtmektedirler.

Guleman ofiyoliti Keban ile Pütürge Metamorfizmaları arasında açılan okyanus içerisinde oluşurken, diğer ofiyolitler (örneğin; Koçali ofiyoliti) Pütürge ile Arap platformu arasındaki okyanusal kabuk üzerinde gelişmişlerdir.

Bingöl (1984) Guleman, Kömürhan ve İspendere ofiyolitlerinin, Üst Triyas' tan itibaren Keban-Malatya masifleri ile Bitlis-Pütürge masifleri arasında açılmaya başlayan ve açılma hızı büyük olan, bir okyanus tabanında oluştuğunu ve Üst Kretase'den itibaren bu okyanus kabuğunun önce parçalandığını ve kuzeye doğru bir yitim oluştuğunu, bu yitime bağlı olarak Baskil Granitoid'inin oluştuğunu ve Üst Kretase sonunda ise ofiyolitlerle beraber Baskil granitoidinin güneye doğru Bitlis-Pütürge masifleri üzerine yerleştiklerini kabul etmektedir. *Yılmaz ve diğerleri (1992)* Geç Kretase yaşlı bu ofiyolitlerin (Göksun, Kömürhan, İspendere, Guleman..vs) yaş, litoloji ve metamorfizmalarının da benzer olduğunu ve hepsinin kuzeye dalan bir okyanus içi yitim zonu üzerinde Neotetis'in güney kolunun kademeli olarak yok olmasıyla oluştuğunu ifade etmektedir. Şengör ve Yılmaz (1981), *Yılmaz ve diğerleri (1992)*, Parlak ve diğerleri (2008), Robertson ve diğerleri (2007) ise, bahsi geçen ofiyolitlerin metamorfizma dereceleri, dağılımları, levha-dayk karmaşığı veya volkanitlerin varlığı/yokluğuna dayanarak farklı özellikler sunmalarına rağmen, hepsinin, Geç Kretase'den, Geç Miyosen' e kadar devam eden orojen oluşumları esnasındaki bindirmeler sonucu oluştuğunu belirtmektedirler.

Geç Kretase yaşlı yayla ilişkili kayaçlar, bazik, nötr ve asitik ekstrüf ve intrüfif kayaçlardır. Ekstrüfif kayaçlar Robertson ve diğerleri tarafından (2007) 'Elazığ Birimi' olarak adlandırılırken, intrüfif kayaçlar Aktaş ve Robertson (1984) ve Yazgan (1984) tarafından 'Baskil Magmatik Kayaçları', Hempton (1984,1985) 'Elazığ Volkanik Kompleksi', Turan ve Bingöl (1991) ve Beyarlan ve Bingöl (2000) 'Elazığ Granitoidi' olarak adlandırılmıştır. Baskil granitoidi olarak tanımlanan intrüfif kayaçlar ise, kuzeyde Torid platformu, ofiyolitleri ve ekstrüfif kayaçları kesen l-tipi kalkalkalen kayaçlardır. Bu kayaçlar Geç Kretase'de And tipi aktif kıta kenarı oluşumlarıdır (Yaz-

gan, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991; Beyarslan ve Bingöl, 2000; Robertson ve diğerleri, 2007). İnceleme alanındaki gabroların arazide ofiyolitik serinin devamı olarak gözlenmesi ve mineralojik ve jeokimyasal özelliği, bu gabroların Baskil Granitoidine ait olmadığını göstermektedir.

Guleman Ofiyoliti' nde manto kayacı olarak harzburjitin varlığı, kalın ve değişik dokusal ve mineralojik bileşimde gabroların bulunması, jeokimyasal özellikler, bu ofiyolitin 'Harzburjit Tipi Ofiyolit' olduğunu ve dalma-batma sonucu dalan kabuğun üst kısmındaki açılmaya bağlı olarak gelişen Supra-subduction zonu ofiyolitlerden biri olduğunu göstermektedir.

Guleman ofiyolitine ait gabrolar ve izotrop gabroların üst seviyelerinde yer alan plajiyoklazca zengin lökokratik kayaçların petrografik ve jeokimyasal incelemesi sonucu bu kayaçların yitim zonuyla ilişkili, ada yayı magmatizması ürünü olabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, asitik kayaçların bulunması ve örneklerin volkanik yay graniti (VAG) alanında (Şekil 14) yer alması, ada yayı aktivitesini işaret eder.

Plajiyogranit adı altında tanımladığımız lökokratik kayaçların, muhtemelen magma odasının üst seviyesindeki hareketliliğin sonucunda oluştuğu tahmin edilmektedir (Floyd ve diğerleri, 2000). Plajiyogranitler, gabroyik kaynak malzemenin kısmi ergimesiyle (%5-15) veya fraksiyonel kristalizasyonla oluşabilir (Floyd ve diğerleri, 2000).

Yayına verildiği tarih, 1 Kasım 2007

DEĞİNİLEN BELGELER

- Açıkbaş, ve D., Baştuğ, C. 1974. Sason-Kozlu şarj yöresi jeolojik raporu. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Raporu, 795s (yayımlanmamış).
- Aktaş, E. ve Robertson, A. H. F., 1984. The Maden Complex, SE Turkey: Evolution of the Neotethyan Continental Active Margin. In: Dixon, J.E and Robertson, A.H.F.(eds). Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, The Special Publication of Geological Society No:Blackwell Scientific Publication, Edinburg, 375-402.
- Baştuğ, C., 1976. Bitlis napının stratigrafisi ve Güneydoğu Anadolu suture zonunun evrimi. Yeryuvarı ve İnsan, 1/3, 55-61.
- Beard, J. S., 1986. Characteristic mineralogy of arc-related cumulate gabbros: implications for the tectonic setting of gabbroic plutons and for andesite genesis, *Geology*, 14, 848-851.
- Beccaluva, L., Coltorti, M., A., Premti, I., Sacconi, E., Siena, F. ve Zeda, O., 1994. Mid-ocean ridge and suprasubduction affinities in the ophiolitic belts of Albania. *Ofioliti*, 19/1, 1-77.
- Beyarslan M. ve Bingöl, A.F., 2000. Petrology of a supra-subduction zone ophiolite (Kömürhan-Elazığ -Turkey). *Canadian Journal of Earth Sciences*. 37, 1411-1424.
- Bingöl, A. F., 1984. Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region: In: Tekeli, O., Göncüoğlu, M. C.(eds). Geology of the Taurus Belt, Proceedings of the International Symposium. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), Ankara, 209-216.
- Coleman, R.G. ve Peterman, Z.E., 1975. Oceanic plagiogranite. *Journal of Geophysical Research*, 80, 1099-1108.
- _____, ve Donato, M. M., 1979. Oceanic plagiogranite revised. In: Barker, F. (eds). Trondhjemites, dacites, and related rocks, *Development in Petrology*, 6, 149-168. Elsevier Scientifics Publication Corboration, New York.
- Dixon, S. ve Rutherford, M. J., 1979. Plagiogranites as late stage immiscible liquids in ophiolite and mid-ocean ridge suites: An experimental study. *Earth and Planetary Science Letters*, 45, 45-60.
- Edwards, C., Menzies, M., ve Thirlwall, M., 1991. Evidence from Muriah, Indonesia, for the interplay of supra-subduction zone and intraplate processes in the genesis of potassic alkaline magmas. *Journal of Petrology*, vol: 32, 3, 555-592.
- Erdoğan, B., 1977. Geology, geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the

- Ergani-Maden region SE Turkey, Ph. D. Thesis, University of New Brunswick.
- Erdoğan, B., 1982. Ergani – Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı'nın Jeolojisi ve volkanik kayaları. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 25, 49-60.
- Floyd, P., A., ve Winchester, J. A., 1975. Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements. *Earth and Planetary Scientific Letters*, 27, 211-218.
- _____, Göncüoğlu, M. C., Winchester, J. A. ve Yalınız, M. K., 2000. Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. In: Bozkurt., E., Winchester, J. A. (eds). *Tectonics and Magmatism in Turkey and the surrounding area*, Geological Society of London Special Publications, 173, 182-202.
- Gerlach, D. C., Leeman, W.P. ve Lallement, A. H. G. 1981. Petrology and geochemistry in the Canyon Mountain ophiolite, Orogens Contribution Minerals Petrology, 77, 82-92.
- Göncüoğlu, M. C. ve Turhan, N., 1984. Geology of the Bitlis metamorphic belt. In: Tekeli, O. and Göncüoğlu, M. C. (eds). *International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, Proceedings, 237-244.
- _____, ve Türeli, K., 1993. Petrology and geodynamic interpretation of plagiogranites from the Central Anatolian Ophiolites (Aksaray-Turkey). *Turkish journal of Earth Sciences*, 2, 195-203.
- Hawkesworth, C. J., O'Nions, R. K., Pankhurst, R. J., Hamilton, P. J. ve Evensen, N. M. 1977. A geochemical study of island arc and back arc tholeiites from the Scotia Sea. *Earth and Planetary Science Letters*, 36/2, 253-262.
- Hebert, R., Laurent, R. 1990. Mineral chemistry of the plutonic section of the Troodos ophiolite: new constraints for genesis of arc-related ophiolites. In: Malpas, J., Moores, E. M., Panayiotou, A., Xenophontos, C. (eds). *Ophiolites: Oceanic crustal analogues*. Geological Survey Cyprus, Nicosia, Cyprus, 149-163.
- Hempton, M. R., 1984. Results of detailed mapping near Lake Hazar (eastern Taurus Mountains), *Geology of the Taurus Belts*, 229-235.
- _____, 1985. Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar, southeastern Turkey. *Geological Society America Bulletin.*, 96, 233-243.
- Hopson, C. A., Mattinson, J. M., ve Pessagno, E. A., 1981. Coast range ophiolite, western California. In: Ernst, W. G. (eds). *The geotectonic development of California*, Rubey, Vol. I: Englewood Cliffs, Nj, Prentice-Hall, 418-510.
- Jenner, G. A., Dunning, G. R., Malpas, J., Brown, M. ve Brace, T., 1991. Bay of Island and Little Port complexes, revisited: age, geochemical and isotopic evidence confirm suprasubduction-zone origin. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 28, 1635-52.
- Kılıç, A. D., 2005. Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Doktora Tezi*, 103, (yayımlanmamış).
- Li, X., Zhou, H., Chung, S., Ding, S., Liu, Y., Lee, C., Ge, W., Zhang, Y. ve Zhang, R., 1997. Geochemical and Sm-Nd isotopic characteristics of metabasites from central Hainan Island, South China and their tectonic significance. *Island Arc*, 11, 129-144.
- Luchitskaya, M. V., Morozov, O. L. ve Palandzhyan, S. A., 2005. Plagiogranite magmatism in the Mesozoic island-arc structure of the Pekulney Ridge, Chukotka Peninsula, NE Russia. *Lithos*, 79, 1-2, 251-269.
- Lytwyn, J. N. ve Casey, J. F., 1993. The geochemistry and petrogenesis of volcanics and sheeted dikes from the Hatay (Kızıldağ) ophiolite, southern Turkey: possible formation with the Troodos ophiolite, Cyprus, along fore-arc spreading centers, *Tectonophysics*, 232, 237-272.

- McCulloch, M.T. ve Gamble, J. A., 1991, Geochemical and geodynamical constraints on subduction zone magmatism. *Earth and Planetary Science Letters*, 102, 358-374.
- Meschede, M., 1986, A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chemical Geology*, 56, 207-218.
- Özkan, Y. Z., 1982. Guleman (Elazığ) ofiyolitinin jeolojisi ve petrolojisi. *Yerbilimleri Dergisi*, 3-4/6, 33-39.
- _____, 1984. Guleman ofiyolitinde metamorfizma etkileri. *Maden Teknik Arama Dergisi*, 101/102, 47-57.
- Özkan Y. Z. ve Öztunalı, Ö., 1984. Petrology of the magmatic rocks of Guleman ophiolite: In: Tekeli, O. and Göncüoğlu, M. C.(eds). *Geology of the Taurus Belt, International Symposium Proceedings*, Ankara, 285-293.
- Pallister, J. S. ve Knight, R. J., 1981. Rare-earth element geochemistry of the Samail ophiolite near Ibra, Oman. *Journal of Geophysical Research*, 86, 2673-2697.
- Parlak, O., Rızaoğlu, T., Bağcı, U., Karaoğlu, F., ve Höck, V., 2008. Geochemistry of ophiolites in the Southeast Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2008.08.002.
- Pearce, J. A. 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, E. S. (eds). *Andesites*, Wiley, London, 525-548.
- _____, ve Gale, G. H., 1977. Identification of ore deposition environment from trace element geochemistry of associated igneous host rocks. *Geological Society London Special Publication*, 7, 14-24.
- _____, Bender, J.F., de Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, P. J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moortbath, S. ve Mitchell, J.G., 1990. Genesis of the collision volcanism in Eastern Anatolia. Turkey. *Journal of Volcanology Geothermal Research*, 44, 189-229.
- Pearce, J. A. Gale, G. H. ve Parkinson, I. J., 1993. Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis. *Magmatic Processes and Plate Tectonic*. Geological Society, 373-403.
- _____, ve Malpas, J., 1984. The origin of oceanic plagiogranites from the Karmoy ophiolite, western Norway. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 88, 36-52.
- Perinçek, D., 1979b. Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları. *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Ankara, no: 1361 (yayınlanmamış).
- _____, ve Çelikdemir, M. E., 1979. Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları. *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Raporu* (yayınlanmamış), 1361.
- _____, ve Özkaya, İ., 1981. Arabistan levhası kuzey kenarının tektonik evrimi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Bülteni*, 8, 91-101.
- Phillipotts, A. R., 1976. Silicate liquid immiscibility: Its probable extent and petrogenetic significance. *American Journal of Sciences*, 276, 1147-1177.
- Rao, D., R., Rai, H. ve Kumar, J., S., 2004. Origin of oceanic plagiogranite in the Nidar ophiolitic sequence of eastern Ladakh, India, *Current Science*, 87, 7.
- Rheid, I. ve Jackson, H.R., 1981. Oceanic spreading rate and crustal thicknesses: *Marine Geophysical Research*, 5, 165-173.
- Robertson, A. H. F., 2002. Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region. *Lithos*, 65, 1-67.
- _____, Parlak, O., Rızaoğlu, T., Ünlügenç, U.C., İnan, N., Taslı, K. ve Ustaömer, T., 2007. Tectonic Evolution of the South Tethyan Ocean: Evidence from the Eastern Taurus Mountains (Elazığ region, SE Turkey). In: Ries, A. C., Butler, R. W. H. and Graham, R. H. (eds). *Deformation of the Continental Crust: The Legacy of*

- Mike Coward. Geological Society, London, Special Publications, 272, 233-272.
- Schiling, G., Vollmer, R., Ogden, J., Kingsley, R. H. ve Waggoner, D. G., 1984. Nd and Sr isotopes in ultrapotassic volcanic rocks from the Leucite Hills, Wyoming. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 87, 359-368.
- Spulber, S. D. ve Rutherford, M. J. 1983. The origin of rhyolite and plagiogranite in oceanic crust: An experimental study. *Journal of Petrology*, 24, 1-25.
- Sun, S. S., ve Mc Donough, W. F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A. D., and Norry, J. (eds). *Magmatism in ocean basins*, Geological Society Special Publication, 42, 313-345.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E. ve Dülger, S., Çelikdemir, E. ve Naz, H., 1985. Elazığ-Palu-Hazar alanının jeolojisi. *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi*, 29, 83-191.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey; A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Turan, M. ve Bingöl, A. F., 1991. Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektonostratigrafik özellikleri. Çukurova Üniversitesi Ahmet Acar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Adana, 213-227.
- Tüysüz, O., 1993. Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers: Kuzey Neotetisin tektonik evrimi. *Türkiye Petrolleri Jeoloji Dergisi Bülteni*, 5/1, 1-33.
- Wilson, M., 1989. *Igneous petrogenesis*. Unwyn Hyman, London, 466 s.
- Wood, D. A., Joron, J. L. ve Treuil, M., 1979. A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings. *Earth Planetary Scientific Letters*, 45, 326-336.
- Yazgan, E., 1984. Geodynamic evolution of the eastern Taurus. In: Tekeli, O., Göncüoğlu, M. C.(eds). *The Geology of the Taurus Belt*, Proceedings of the International Symposium, Ankara, 199-208.
- _____, ve Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. *Bulletin of Turkish Association of Petroleum Geologists*, 3,1-42.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M. ve Genç, Ş. C., 1992. Güneydoğu Anadolu Metamorfik Masiflerinin kökeni. *Türkiye 9. Petrol Kongresi, Bildiriler*, 307-318.
-